

DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpb628824>

Эффективность комплексной реабилитации пациентов с нарушениями тонкой моторики после ишемического инсульта

К.В. Лупанова¹, И.В. Сидякина^{1, 2}, А.А. Михайлова³, Н.Б. Корчажкина³

¹ Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия;

² Группа компаний «МЕДСИ», Москва, Россия;

³ Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Последствия острых нарушений мозгового кровообращения значительно снижают качество жизни, нарушают профессиональную активность пациентов. В ряде исследований для пациентов с лёгким и умеренным парезом верхней конечности после ишемического инсульта представлена клиническая эффективность аппаратных технологий, основанных на принципе биологической обратной связи — немедикаментозного метода лечения с использованием специальной аппаратуры для регистрации, усиления и «обратного возврата» пациенту физиологической информации.

Цель исследования — оценка эффективности восстановления тонкой моторики у пациентов после ишемического инсульта с использованием аппаратных методов с биологической обратной связью в сочетании с периферической электромиостимуляцией в комплексе с базовой терапией.

Материалы и методы. На базе клинической больницы «Медси» в отделении персонифицированной реабилитации проведены обследование и лечебно-реабилитационные мероприятия 57 пациентов (22 женщины и 35 мужчин), перенёвших ишемический инсульт с двигательными нарушениями в верхней конечности. Пациенты были рандомизированы в группу сравнения (группа 1; $n=30$), в которой проводилась стандартная программа реабилитации при неврологических расстройствах, в рамках которой выполнялась периферическая электромиостимуляция (система АКорД; № 10, ежедневно) в сочетании с дополнительным комплексом упражнений для тонкой моторики (по 30 минут, 5 раз в неделю, № 20), и основную (группа 2; $n=27$), в которой наряду с базовой программой и периферической электромиостимуляцией (АКорД) проводились сеансы биологической обратной связи на аппарате HandTutor (по 30 минут, 5 раз в неделю, № 20). При неврологических расстройствах помимо лекарственного обеспечения пациенты получали кинезитерапию в виде лечебной физкультуры, тренировок на устройстве автоматического навязывания «Локомот» и механотерапии; также проводились занятия с нейропсихологом. До и после реабилитационных мероприятий (через 3, 6 и 12 месяцев) оценивали состояние пациента по шкале активностей повседневной жизни Ривермид (часть «рука»), состояние функции кисти с помощью теста «Анализ движения пальцев и запястья» на перчатке HandTutor (MediTouch, Израиль).

Результаты. Включение предложенного метода в комплекс реабилитационных мероприятий после инсульта способствует статистически значимой положительной динамике показателей шкалы Ривермид (часть «рука») и активному приросту движений всех пальцев кисти и запястья на 30–40% в течение 3–12 месяцев от начала реабилитационных мероприятий.

Заключение. Применение аппаратных методов с биологической обратной связью является клинически эффективным подходом в рамках комплексной реабилитации постинсультных пациентов с нарушениями функции верхней конечности, положительное влияние которого базируется на механизмах нейропластичности.

Ключевые слова: реабилитация; ишемический инсульт; биологическая обратная связь; кисть; мелкая моторика.

Как цитировать:

Лупанова К.В., Сидякина И.В., Михайлова А.А., Корчажкина Н.Б. Эффективность комплексной реабилитации пациентов с нарушениями тонкой моторики после ишемического инсульта // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2023. Т. 22, № 5. С. 379–387.

DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpb628824>

Рукопись получена: 06.03.2024

Рукопись одобрена: 15.05.2024

Опубликована online: 10.07.2024

DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpr628824>

The effectiveness of comprehensive rehabilitation of patients with fine motor impairment after ischemic stroke

Ksenya V. Lupanova¹, Irina V. Sidiyakina^{1, 2}, Anna A. Mikhailova³, Natalya B. Korchazhkina³¹ State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Medical and Biological University of Innovation and Continuing Education, Moscow, Russia;² MEDSI Group of Companies, Moscow, Russia;³ Petrovsky National Research Centre of Surgery, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The consequences of acute cerebrovascular accidents significantly reduce the quality of life and disrupt the professional activity of patients. A number of studies in patients with mild and moderate paresis of the upper limb after ischemic stroke have shown the clinical effectiveness of the use of hardware technologies based on the principle of biofeedback — a non-drug treatment method using special equipment for recording, amplification and "feedback" physiological information to the patient.

AIM: To evaluate the effectiveness of fine motor skills restoration in patients after ischemic stroke using hardware methods with biofeedback, in combination with peripheral electrical myostimulation and basic therapy.

MATERIALS AND METHODS: At the Medsi Clinical Hospital, in the personalized rehabilitation department, examinations and treatment and rehabilitation measures were carried out for 57 patients (22 women and 35 men) who had suffered ischemic stroke with motor disorders in the upper limb. Patients were randomized into groups: group 1 (comparison) — 30 patients who underwent a standard rehabilitation program for neurological disorders, within which peripheral electrical myostimulation (ACorD) N 10 was performed daily in combination with an additional set of exercises for fine motor skills 30 minutes 5 times a week No 20; group 2 (main) — 27 patients who along with the basic program and peripheral electromyostimulation (ACorD) N 10 daily, underwent biofeedback sessions on the HandTutor device for 30 minutes, 5 times a week No 20. The patients received drug therapy for neurological disorders, they underwent physical therapy exercises, walking treatment on the Lokomat automatic device, mechanotherapy, and sessions with a neuropsychologist. Before and after the end of rehabilitation measures, at 3, 6 and 12 months, the patient's condition was assessed using the Rivermead Activities of Daily Living scale — part "hand", the state of hand function was assessed using the "Finger and Wrist Movement Analysis" test on the HandTutor glove (MediTouch, Israel).

RESULTS: It has been established that the inclusion of the proposed method in a complex of rehabilitation measures after a stroke contributes to a statistically significant positive dynamics of Rivermead scale indicators (part "hand") and an active increase in the movements of all fingers and wrists by 30–40% within 3–12 months after the start of rehabilitation events.

CONCLUSION: The use of hardware methods with biofeedback is a clinically effective approach within the framework of complex rehabilitation of post-stroke patients with impaired function of the upper limb, the positive effect of which is based on the mechanisms of neuroplasticity.

Keywords: rehabilitation; ischemic stroke; biofeedback; hand; fine motor skills.

To cite this article:

Lupanova KV, Sidiyakina IV, Mikhailova AA, Korchazhkina NB. The effectiveness of comprehensive rehabilitation of patients with fine motor impairment after ischemic stroke. *Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2023;22(5):379–387. DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpr628824>

Received: 06.03.2024

Accepted: 15.05.2024

Published: 10.07.2024

ОБОСНОВАНИЕ

Наблюдаемое в последние годы снижение смертности, вызванной острым нарушением мозгового кровообращения (ОНМК), повысило выживаемость пациентов в постинсультном периоде до 85% и выше [1, 2]. Тем не менее последствия ОНМК значительно снижают качество жизни, нарушают профессиональную активность пациентов [3–5]. Более 1/3 пациентов, перенёсших инсульт, являются лицами трудоспособного возраста, но только 25% возвращаются к своей профессиональной деятельности, т.е. возвращается на работу только каждый четвёртый больной [6]. Всё это существенно повышает государственные затраты на здравоохранение и социальную помощь.

Многие специалисты считают, что разработка инновационных немедикаментозных технологий реабилитации больных с наиболее важными в социальном плане заболеваниями является одной из приоритетных задач медицинской науки и практического здравоохранения [6–10].

Более чем у 80% пациентов с инсультом развивается гемипарез, при этом в 85% случаев сохраняются нарушения функций верхней конечности [8, 10–12]. Восстановление этих функций во многом определяется не только тяжестью ОНМК, но и адекватной терапевтической активностью, в том числе за счёт высокодозных целенаправленных повторяющихся упражнений, особенно у пациентов с лёгким и умеренным парезом верхней конечности.

Применение автоматизированной техники позволяет интенсифицировать лечение и повысить эффективность тренировок по сравнению с классической лечебной гимнастикой без привлечения дополнительных средств [3, 11–14]. В ряде исследований показана клиническая эффективность применения аппаратных технологий, основанных на принципе биологической обратной связи (БОС) — немедикаментозного метода лечения с использованием специальной аппаратуры для регистрации, усиления и «обратного возврата» пациенту физиологической информации [15–18]. Применение этого подхода даёт возможность пациенту контролировать физиологические параметры, закреплять выработанные навыки для применения в повседневной жизни [5, 16–20]. Всё это способствует восстановлению точных движений верхней конечности даже при глубоком парезе.

К настоящему времени предложен ряд устройств, которые позволяют проводить реабилитацию нарушенных функций кисти — HandTutor, Music Glove [21], Rapael Smart Glove [22] или CyberTouch [23]. Именно поэтому актуальным представляется проведение сравнительного анализа результатов применения аппаратных методов восстановления тонкой моторики у больных, перенёсших ишемический инсульт.

Цель исследования — оценка эффективности восстановления тонкой моторики у пациентов после ишемического инсульта с использованием аппаратных методов

с БОС в сочетании с периферической электромиостимуляцией в комплексе с базовой терапией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проспективное рандомизированное контролируемое сравнительное исследование в параллельных группах пациентов с верифицированным по МКБ-10 диагнозом «постинсультное состояние».

Критерии соответствия

Критерии включения: возраст 18 лет и старше; перенесённый ишемический инсульт давностью от 1 до 12 месяцев с момента госпитализации по поводу острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК); уровень оценки мышечной силы в дистальных отделах верхней конечности от 2 баллов, позволяющий пациенту заниматься на аппарате HandTutor с БОС; наличие подписанного добровольного информированного согласия пациента или его представителя на участие в исследовании.

Критерии не включения: наличие тонуса в дистальных отделах верхней конечности от 3 баллов и более по шкале Эшворта (Ashworth); наличие патологии зрения и слуха, препятствующей проведению лечебно-реабилитационных мероприятий; наличие выраженных когнитивных нарушений, выраженной сенсомоторной афазии; отсутствие мотивации к лечению.

Критерии исключения: отказ от участия в исследовании.

Условия проведения

Исследование выполнено на базе клинической больницы «Медси» в отделении персонифицированной реабилитации в период с 2022 по 2023 год.

Методы регистрации исходов

Участники исследования ($n=57$) рандомизированы в одну из двух групп в зависимости от использованного комплекса реабилитационных мероприятий. Группа 1 (сравнения) состояла из 30 пациентов, которым проводилась стандартная программа реабилитации при неврологических расстройствах, а именно: периферическая электромиостимуляция (АКорД), № 10, ежедневно, в сочетании с дополнительным комплексом упражнений для тонкой моторики по 30 минут, 5 раз в неделю, № 20. В группе 2 (основная) 27 пациентам наряду с базовой программой и периферической электромиостимуляцией (аппарат АКорД; № 10, ежедневно) проводились сеансы БОС на аппарате HandTutor по 30 минут, 5 раз в неделю, № 20.

Пациенты получали лекарственную терапию при неврологических расстройствах, в том числе с ними проводились занятия лечебной физкультурой, лечение ходьбой

на устройстве автоматического навязывания «Локомат», механотерапия в зале, занятия с нейропсихологом.

Для поддержания положительного реабилитационного эффекта после реабилитационного курса всем пациентам было рекомендовано выполнение ежедневного домашнего комплекса активных тренировок для тонкой моторики.

Пациенты основной группы занимались на аппарате Hand Tutor, предназначенном для количественной оценки диапазона движения, скорости, точности и подбора на основе тестирования индивидуальных активных повторяющихся движений. Система состоит из эргономичной сенсорной перчатки, которая надевается на руку пациента, и программного обеспечения Medi Tutor (Израиль), за счёт которого пациент получает расширенную обратную связь для корректировки нарушенной функции. Программное обеспечение Hand Tutor включает базы данных с различными игровыми тренировками. При использовании этой системы восстановление функциональных навыков осуществляется за счёт активных повторяющихся движений в сочетании с БОС. Данный принцип основан на получении информации с оптических датчиков, её усилении и переводе в электрический сигнал через внешнюю цепь на экран монитора в виде картинки, звука, тем самым давая пациенту возможность осознать состояние функции конечности.

До и после окончания реабилитационных мероприятий оценивали состояние пациента по шкале активностей повседневной жизни Ривермид (часть «рука»); состояние функции кисти оценивали с помощью теста «Анализ движения пальцев и запястья» на перчатке HandTutor (MediTouch, Израиль). Оценка проводилась также через 3, 6 и 12 месяцев после курса реабилитации.

Этическая экспертиза

Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками от 2000 года и утверждёнными приказом Минздрава России от 19.06.2003 № 266 «Правилами клинической практики в Российской Федерации», а также с письменного информированного согласия всех участников исследования в соответствии с требованиями этического комитета.

Статистический анализ

Статистический анализ данных, полученных в ходе динамического наблюдения, проводили с применением пакета программ Statsoft STATISTICA 10. Уровень значимости (p) принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

Обследование и лечебно-реабилитационные мероприятия проведены 57 пациентам (22 женщины и 35 мужчин)

в возрасте от 34 до 75 лет (средний возраст $51,2 \pm 3,4$ года) с верифицированным по Международной классификации болезней Десятого пересмотра (МКБ-10) диагнозом «постинсультное состояние», перенёсшим ОНМК по ишемическому типу с двигательными нарушениями в верхней конечности, часть из которых имели повышение мышечного тонуса по типу спастичности не более 3 баллов по шкале Эшворта в раннем (1–6) и позднем (6–12 месяцев от начала заболевания) восстановительном периоде.

Основные результаты исследования

Оценка динамики функционального статуса поражённой конечности в процессе наблюдения по шкале Ривермид (часть «рука») показала, что до начала реабилитации во всех группах исследования значение показателя существенно не различалось (табл. 1). По окончании реабилитационных мероприятий в обеих группах отмечено существенное улучшение функционального состояния конечности, при этом более выраженная динамика показателя была характерна для пациентов основной группы, где его значение во все сроки наблюдения было статистически значимо выше ($p < 0,05$), чем в группе 1. Выявленное увеличение значений показателя данного теста у пациентов свидетельствует об улучшении манипуляторных навыков поражённой конечности.

Оценка движений запястья поражённой руки на аппарате MediTutor показала, что у большинства пациентов наблюдалось увеличение объёма движений запястья по окончании реабилитационных мероприятий. Как видно из табл. 2, в основной группе средний прирост объёма движений запястья составил $30,7 \pm 3,3\%$, тогда как в группе сравнения динамика объёма движений запястья была на уровне $17,6 \pm 1,8\%$.

Через 3 месяца после курса реабилитации в основной группе отмечалась дальнейшая положительная динамика

Таблица 1. Динамика оценки моторики по шкале Ривермид (часть «рука») на фоне проводимых реабилитационных мероприятий, балл, $M \pm m$

Table 1. Dynamics of motor skills assessment on the Rivermead scale (part "hand") against the background of ongoing rehabilitation measures, point, $M \pm m$

Срок наблюдения	Группа 1 (сравнения), $n=30$	Группа 2 (основная), $n=27$
До реабилитации	$7,51 \pm 0,49$	$7,25 \pm 0,58$
По окончании курса	$8,69 \pm 0,59$	$10,22 \pm 0,92$
Через 3 мес	$8,91 \pm 0,74$	$10,87 \pm 1,04$
Через 6 мес	$9,05 \pm 0,68$	$11,64 \pm 0,86^*$
Через 12 мес	$9,14 \pm 0,57$	$11,98 \pm 0,55^*$

Примечание. * Статистически значимые различия при сравнении с группой 1 ($p < 0,05$).

Note. * Statistically significant differences when compared with group 1 ($p < 0.05$).

Таблица 2. Динамика прироста среднего активного объёма движений запястья и мизинца в тесте «Анализ движения пальцев и запястья» на аппарате MediTutor за время наблюдения, %, $M \pm m$

Table 2. Dynamics of the increase in the average values of the active range of motion of the wrist and little finger in the test "Analysis of the movement of fingers and wrist" on the MediTutor device during the observation period, %, $M \pm m$

Срок наблюдения	Запястье		Мизинец	
	Группа 1 (сравнения), $n=30$	Группа 2 (основная), $n=27$	Группа 1 (сравнения), $n=30$	Группа 2 (основная), $n=27$
По окончании курса	17,6 \pm 1,8	30,7 \pm 3,3	30,9 \pm 1,9	40,5 \pm 3,2*
Через 3 мес	24,2 \pm 2,3	33,1 \pm 3,3*	41,4 \pm 2,3	58,6 \pm 3,7*
Через 6 мес	26,6 \pm 2,7	35,4 \pm 3,6*	49,5 \pm 2,3	66,4 \pm 4,2*
Через 12 мес	27,2 \pm 2,8	36,5 \pm 3,8*	52,2 \pm 2,4	70,7 \pm 4,3*

Примечание. * Статистически значимые различия при сравнении с группой 1 ($p < 0,05$).

Note. * Statistically significant differences when compared with group 1 ($p < 0.05$).

движений запястья: средний прирост 33,1 \pm 3,3%. В группе сравнения в указанный срок наблюдения дополнительный прирост средней динамики объёма движений запястья был незначительным — 24,2 \pm 2,3%.

Через 6 и 12 месяцев после завершения реабилитационных мероприятий средняя динамика оценки движений запястья поражённой руки в обеих группах также была положительной, при этом у пациентов основной группы значения показателей были статистически значимо выше, чем в группе сравнения. Следует отметить, что восстановление активных движений в запястье является крайне сложной задачей, эффективность реабилитационных мероприятий при этом, как правило, относительно невысока. Тем не менее использование предложенного нами подхода в основной группе способствовало тому, что в каждой временной точке динамика объёма движений была статистически значимо более выраженной по сравнению с соответствующим уровнем показателя в группе сравнения ($p < 0,05$ для всех сравнений).

По данным теста на аппарате MediTutor, средний прирост объёма движений мизинца непосредственно по окончании реабилитационных мероприятий составил

40,5 \pm 3,2% в основной группе и 30,9 \pm 1,9% в группе сравнения. В дальнейшем динамика объёма движений мизинца у пациентов группы 2 была статистически значимо более выраженной по сравнению с группой 1 ($p < 0,05$), через год средний прирост объёма движений мизинца в основной группе достиг 70,7 \pm 4,3%, тогда как в группе сравнения величина этого показателя составила 52,2 \pm 2,4%.

В табл. 3 представлены данные о динамике прироста объёма движений безымянного и среднего пальцев поражённой руки после проведённых реабилитационных мероприятий. Наиболее выраженная динамика непосредственно после курса реабилитации была достигнута в основной группе. В последующие сроки наблюдения после окончания реабилитационных мероприятий в группах исследования наблюдался дополнительный прирост объёма движений, при этом во всех временных точках наблюдения в основной группе сохранялись статистически значимо более высокие ($p < 0,05$ для всех сравнений) показатели объёма движений среднего пальца по сравнению с соответствующими параметрами в группе сравнения. Аналогичные данные были получены и при исследовании прироста объёма движений среднего пальца

Таблица 3. Динамика прироста среднего активного объёма движения безымянного и среднего пальцев в тесте «Анализ движения пальцев и запястья» на аппарате MediTutor за время наблюдения, %, $M \pm m$

Table 3. Dynamics of the increase in the average values of the active range of motion of the ring and middle fingers in the test "Analysis of the movement of fingers and wrist" on the MediTutor device during the observation period, %, $M \pm m$

Срок наблюдения	Безымянный палец		Средний палец	
	Группа 1 (сравнения), $n=30$	Группа 2 (основная), $n=27$	Группа 1 (сравнения), $n=30$	Группа 2 (основная), $n=27$
По окончании курса	30,3 \pm 1,9	48,7 \pm 2,6*	36,3 \pm 2,8	51,4 \pm 3,4*
Через 3 мес	38,5 \pm 2,5	60,2 \pm 3,5*	48,1 \pm 2,7	69,8 \pm 3,5*
Через 6 мес	45,2 \pm 2,9	68,7 \pm 4,1*	54,0 \pm 3,2	77,2 \pm 3,7*
Через 12 мес	46,9 \pm 3,1	70,1 \pm 4,2*	55,6 \pm 3,4	80,7 \pm 3,9*

Примечание. * Статистически значимые различия при сравнении с группой 1 ($p < 0,05$).

Note. * Statistically significant differences when compared with group 1 ($p < 0.05$).

Таблица 4. Динамика прироста среднего активного объёма движения большого и указательного пальцев в тесте «Анализ движения пальцев и запястья» на аппарате MediTutor за время наблюдения, %, $M \pm m$

Table 4. Dynamics of the increase in the average values of the active range of motion of the thumb and index finger in the test "Analysis of the movement of fingers and wrist" on the MediTutor device during the observation period, %, $M \pm m$

Срок наблюдения	Большой палец		Указательный палец	
	Группа 1 (сравнения), $n=30$	Группа 2 (основная), $n=27$	Группа 1 (сравнения), $n=30$	Группа 2 (основная), $n=27$
По окончании курса	16,8 \pm 1,5	35,3 \pm 3,5*	42,3 \pm 2,8	64,4 \pm 3,4*
Через 3 мес	20,9 \pm 2,2	41,5 \pm 3,9*	50,1 \pm 2,7	78,8 \pm 3,5*
Через 6 мес	23,0 \pm 2,4	42,4 \pm 4,4*	56,3 \pm 3,2	87,2 \pm 3,7*
Через 12 мес	23,9 \pm 2,4	43,6 \pm 4,5*	57,9 \pm 3,4	88,7 \pm 3,9*

Примечание. * Статистически значимые различия при сравнении с группой 1 ($p < 0,05$).

Note. * Statistically significant differences when compared with group 1 ($p < 0.05$).

поражённой руки.

Результаты оценки динамики объёма движений большого пальца свидетельствовали, что по окончании курса реабилитации средний прирост объёма движений большого пальца в основной группе был статистически значимо выше ($p < 0,05$), чем в группе сравнения (табл. 4). Через 3–12 месяцев после курса реабилитации отмечалось дальнейшее увеличение общего прироста объёма движений большого пальца от исходного уровня по сравнению с предшествующим сроком наблюдения в обеих группах исследования, при этом у пациентов основной группы прирост движений большого пальца был статистически значимо выше, чем в группе сравнения ($p < 0,05$), как через 6 месяцев, так и через 12 месяцев после завершения реабилитационных мероприятий. Оценка прироста объёма движений указательного пальца поражённой руки в ходе наблюдения за пациентами после проведённых реабилитационных мероприятий показала аналогичную динамику. При этом в обеих группах отмечалась сходная динамика, но в основных группах прирост движений по окончании наблюдения был статистически значимо выше, чем в группе сравнения ($p < 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время большинство специалистов сходятся в том, что для проведения эффективной реабилитации пациентов, перенёвших инсульт, необходима целевая многомерная междисциплинарная программа [3, 5, 15]. Результаты проведённого нами исследования показали, что применение аппаратных методов с БОС является клинически эффективным подходом в рамках комплексной реабилитации постинсультных пациентов с нарушением функции верхней конечности, положительное влияние которого базируется на механизмах нейропластичности. Установлено, что включение предложенного метода в комплекс реабилитационных мероприятий после инсульта способствует статистически значимой положительной динамике показателей шкалы Ривермид (часть «рука»)

и способствует активному приросту движений всех пальцев кисти и запястья на 30–40% в течение 3–12 месяцев от начала реабилитационных мероприятий. Отсроченные положительные результаты реабилитации достигнуты также за счёт выполнения домашнего комплекса активных тренировок, что повысило реабилитационный потенциал.

Наши результаты согласуются с данными других авторов, которые применяли методы, основанные на принципе БОС, в реабилитации пациентов, перенёвших ОНМК. Так, показано, что использование этого подхода достоверно (степень доказательности 1А) повышает эффективность восстановления функции ходьбы, и с меньшей степенью доказательности (степень доказательности 1В — малое количество исследований) — моторики руки [18].

Исследователи отмечают эффективность применения таких аппаратов, как реабилитационная перчатка с БОС «АНИКА» (Россия) и аппарат с расширенной БОС HandTutor (Израиль), указывают на их более высокую эффективность по сравнению с традиционными методами кинезитерапии [19, 20, 24].

М. Rodríguez-Hernández и соавт. [21] представили результаты пилотного исследования как часть рандомизированного клинического исследования, целью которого явилась оценка эффективности проведения тренировок, удобства использования и применения «сенсорной перчатки» Hand Tutor в группах пациентов с инсультом и черепно-мозговой травмой по сравнению с контрольной группой пациентов, получавших базовую терапию. Результаты проводимых авторами опросов свидетельствовали, что пациенты сохраняли высокие уровни мотивации к проводимым занятиям и удовлетворённости их результатами, что было обусловлено значительным улучшением функции конечности.

Полученные в ходе нашего исследования данные, как и результаты работ других авторов, свидетельствуют, что аппарат HandTutor является устройством с высокой степенью удобства применения у пациентов с цереброваскулярной патологией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение аппаратных методов с БОС в практику комплексной реабилитации постинсультных пациентов с нарушениями функции верхней конечности наряду с восстановлением нарушенных функций организма будет также способствовать усилению мотивации пациентов, их активной ресоциализации и увеличению показателей уровня качества жизни.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при подготовке статьи.

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

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную

версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: К.В. Лупанова — сбор, подготовка и написание текста статьи; И.В. Сидякина — концепция и дизайн исследования; А.А. Михайлова — статистическая обработка данных, общее руководство; Н.Б. Корчажкина — анализ литературных источников, редактирование статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This work was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. K.V. Lupanova — collection, preparation and writing of the text of the article; I.V. Sidiyagina — concept and design of the study; A.A. Mikhailova — statistical processing of data, general supervision; N.B. Korchazhkina — analysis of literary sources, editing of the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Patel A., Berdunov V., Quayyum Z., et al. Estimated societal costs of stroke in the UK based on a discrete event simulation // *Age Ageing*. 2020. Vol. 49, N 2. P. 270–276. doi: 10.1093/ageing/afz162
2. Erler K.S., Sullivan V., Mckinnon S., Inzana R. Social support as a predictor of community participation after stroke // *Front Neurol*. 2019. Vol. 10. P. 1013. doi: 10.3389/fneur.2019.01013
3. Даминова Х.М., Джалилов А.А., Расулова З.Д., и др. Тактика лечения и восстановительных мероприятий у больных с ишемическим инсультом // *Новый день в медицине*. 2019. № 2. С. 22–24.
4. Evancho A., Tyler W.J., McGregor K. A review of combined neuromodulation and physical therapy interventions for enhanced neurorehabilitation // *Front Hum Neurosci*. 2023. Vol. 17. P. 1151218. doi: 10.3389/fnhum.2023.1151218
5. Фахретдинов В.В., Брынза Н.С., Курмангулов А.А. Эффективность мультидисциплинарного подхода в восстановительном лечении постинсультных пациентов на амбулаторном этапе медицинской реабилитации // *Российский медицинский журнал*. 2020. № 26. С. 4–9. doi: 10.18821/0869-2106-2020-26-1-4-9
6. Zhang M., Wang Q., Jiang Y., et al. Optimization of early mobilization program for patients with acute ischemic stroke: An orthogonal design // *Front Neurol*. 2021. Vol. 12. P. 645811. doi: 10.3389/fneur.2021.645811
7. Полунина Н.В., Костенко Е.В., Полунин В.С. Медико-социальная эффективность реабилитации в амбулаторных условиях пациентов, перенёсших мозговой инсульт // *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2017. Т. 25, № 6. С. 353–356. doi: 10.18821/0869-866X-2016-25-6-353-356
8. Назарова С.К., Оташихов З.И., Мирдадаева Д.Д. Постинсультная реабилитация больных как социально-гигиеническая проблема // *Новый день в медицине*. 2020. Т. 30, № 2. С. 449–452.
9. Корчажкина Н.Б., Котенко К.В., Михайлова А.А. Особенности влияния различных методов медицинской реабилитации на интенсивность болевого синдрома и качество жизни у пациентов после острого нарушения мозгового кровообращения в поздний восстановительный период // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2022. Т. 99, № 3-2. С. 107.
10. Михайлова А.А., Корчажкина Н.Б., Котенко К.К. Опыт применения тренировок стереотипа ходьбы в комплексной реабилитации больных, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения в поздний восстановительный период // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2022. Т. 99, № 3-2. С. 140–141. doi: 10.33920/med-14-2210-09
11. Михайлова А.А., Корчажкина Н.Б., Конева Е.С., и др. Мульти-модальные физиотерапевтические технологии в реабилитации больных после острого нарушения мозгового кровообращения // *Курортная медицина*. 2022. № 2. С. 116–120. doi: 10.51871/2304-0343_2022_2_116
12. Михайлова А.А., Корчажкина Н.Б., Котенко К.В., Конева Е.С. Опыт применения методик роботизированной биомеханической медицинской реабилитации у пациентов после острого нарушения мозгового кровообращения // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2021. Т. 98, № 3-2. С. 127–128. doi: 10.17116/kurort20219803221
13. Конева Е.С., Шаповаленко Т.В., Лядов К.В., и др. Эффективность включения пространственно ориентированной двигательной терапии в комплексные программы реабилитации пациентов со спастическим гемипарезом после ОНМК // *Физиотерапевт*. 2020. № 2. С. 14–19. doi: 10.33920/med-14-2004-02

14. Макарова М.Р., Лядов К.В., Турова Е.А., Кочетков А.В. Возможности современной механотерапии в коррекции двигательных нарушений неврологических больных // Вестник восстановительной медицины. 2014. Т. 59, № 1. С. 54–62.
15. Shi X., Zhao J., Xu S., et al. Clinical research progress of the post-stroke upper limb motor function improvement via transcutaneous auricular vagus nerve stimulation // *Neural Plast.* 2023. Vol. 2023. P. 9532713. doi: 10.1155/2023/9532713.
16. Kim M.G., Lim H., Lee H.S., et al. Brain-computer interface-based action observation combined with peripheral electrical stimulation enhances corticospinal excitability in healthy subjects and stroke patients // *J Neural Eng.* 2022. Vol. 19, N 3. doi: 10.1088/1741-2552/ac76e0
17. Аретинский В.Б., Телегина Е.В., Исупов А.Б., Федоров А.А. Обоснование эффективности комплексной реабилитации пациентов с нарушением функции кисти после перенесенного ишемического инсульта // Курортная медицина. 2017. № 4. С. 88–91.
18. Сидякина И.В., Воронова М.В., Снопков П.С., и др. Современные методы реабилитации постинсультных больных // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. 2014. Т. 12, № 114. С. 76–80. doi: 10.17116/jnevro201411412276-80
19. Бондаренко Ф.В., Макарова М.Р., Турова Е.А. Восстановление сложных двигательных функций верхней конечности у больных после ишемического инсульта // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. № 1. С. 11–15. doi: 10.17116/kurort2016111-15
20. Гусарова С.А., Стяжкина Е.М., Гуркина М.В., и др. Новые технологии кинезитерапии в реабилитации пациентов с постинсультными двигательными нарушениями // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. Т. 93, № 2. С. 4–8. doi: 10.17116/kurort201624-8
21. Rodríguez-Hernández M., Polonio-López B., Corregidor-Sánchez A.I., et al. Effects of specific virtual reality-based therapy for the rehabilitation of the upper limb motor function post-ictus: Randomized controlled trial // *Brain Sci.* 2021. Vol. 11, N 5. P. 555. doi: 10.1186/s12984-023-01170-3
22. Lee J.H., Jeun Y.J., Park H.Y., Jung Y.J. Effect of transcranial direct current stimulation combined with rehabilitation on arm and hand function in stroke patients: A systematic review and meta-analysis // *Healthcare.* 2021. Vol. 9. P. 1705. doi: 10.3390/healthcare9121705
23. Koganemaru S., Fukuyama H., Mima T. Two is more than one: How to combine brain stimulation rehabilitative training for functional recovery? // *Front Syst Neurosci.* 2015. Vol. 9. P. 154. doi: 10.3389/fnsys.2015.00154
24. Shaheiwola N., Zhang B., Jia J., Zhang D. Using tDCS as an add-on treatment prior to FES therapy in improving upper limb function in severe chronic stroke patients: A randomized controlled study // *Front Hum Neurosci.* 2018. Vol. 12. P. 233. doi: 10.3389/fnhum.2018.00233

REFERENCES

1. Patel A, Berdunov V, Quayyum Z, et al. Estimated societal costs of stroke in the UK based on a discrete event simulation. *Age Ageing.* 2020;49(2):270–276. doi: 10.1093/ageing/afz162
2. Erler KS, Sullivan V, Mckinnon S, Inzana R. Social support as a predictor of community participation after stroke. *Front. Neurol.* 2019;10:1013. doi: 10.3389/fneur.2019.01013
3. Daminova KM, Jalilov AA, Rasulova ZD, et al. Treatment tactics and rehabilitation measures in patients with ischemic stroke. *New Day in Medicine.* 2019;2(26):22–24.
4. Evancho A, Tyler WJ, McGregor K. A review of combined neuromodulation and physical therapy interventions for enhanced neurorehabilitation. *Front Hum Neurosci.* 2023;17:1151218. doi: 10.3389/fnhum.2023.1151218
5. Fakhretidinov VV, Brynza NS, Kurmangulov AA. The effectiveness of a multidisciplinary approach in the rehabilitation treatment of post-stroke patients at the outpatient stage of medical rehabilitation. *Russ Med J.* 2020;26:4–9. doi: 10.18821/0869-2106-2020-26-1-4-9
6. Zhang M, Wang Q, Jiang Y, et al. Optimization of early mobilization program for patients with acute ischemic stroke: An orthogonal design. *Front Neurol.* 2021;12:645811. doi: 10.3389/fneur.2021.645811
7. Polunina NV, Kostenko EV, Polunin VS. Medical and social effectiveness of rehabilitation in outpatient settings for patients who have suffered a cerebral stroke. *Problems of Social Hygiene, Health Care and History of Medicine.* 2017;25(6):353–356. doi: 10.18821/0869-866X-2016-25-6-353-356
8. Nazarova SK, Otashekhov ZI, Mirdadaeva DD. Post-stroke rehabilitation of patients as a social and hygienic problem. *New Day Medicine.* 2020;30(2):449–452.
9. Korchazhkina NB, Kotenko KV, Mikhailova AA. Features of the influence of various methods of medical rehabilitation on the intensity of pain and quality of life in patients after acute cerebrovascular accident in the late recovery period. *Issues Balneology, Physiotherapy Therapeutic Physical Culture.* 2022;99(3-2):107.
10. Mikhailova AA, Korchazhkina NB, Kotenko KK. Experience in the use of walking stereotype training in complex rehabilitation of patients who have suffered acute cerebrovascular accident in the late recovery period. *Issues of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture.* 2022;99(3-2):140–141. doi: 10.33920/med-14-2210-09
11. Mikhailova AA, Korchazhkina NB, Koneva ES, et al. Multimodal physiotherapeutic technologies in the rehabilitation of patients after acute cerebrovascular accident. *Spa Medicine.* 2022;2:116–120. doi: 10.51871/2304-0343_2022_2_116
12. Mikhailova AA, Korchazhkina NB, Kotenko KV, Koneva ES. Experience in using robotic biomechanical medical rehabilitation techniques in patients after acute cerebrovascular accident. *Issues of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture.* 2021;98(3-2):127–128. doi: 10.17116/kurort20219803221
13. Koneva ES, Shapovalenko TV, Lyadov KV, et al. The effectiveness of including spatially oriented movement therapy in complex rehabilitation programs for patients with spastic hemiparesis after stroke. *Physiotherapist.* 2020;2:14–19. doi: 10.33920/med-14-2004-02
14. Makarova MR, Lyadov KV, Turova EA, Kochetkov AV. Possibilities of modern mechanotherapy in the correction of motor disorders in neurological patients. *Bulletin of Restorative Medicine.* 2014;59(1):54–62.

15. Shi X, Zhao J, Xu S, et al. Clinical research progress of the post-stroke upper limb motor function improvement via transcutaneous auricular vagus nerve stimulation. *Neural Plast.* 2023;2023:9532713. doi: 10.1155/2023/9532713
16. Kim MG, Lim H, Lee HS, et al. Brain-computer interface-based action observation combined with peripheral electrical stimulation enhances corticospinal excitability in healthy subjects and stroke patients. *J Neural Eng.* 2022;19(3). doi: 10.1088/1741-2552/ac76e0
17. Aretinsky VB, Telegina EV, Isupov AB, Fedorov AA. Substantiation of the effectiveness of complex rehabilitation of patients with impaired hand function after an ischemic stroke. *Spa Medicine.* 2017;4:88–91.
18. Sidiyakina IV, Voronova MB, Snopkov PS, et al. Modern methods of rehabilitation of post-stroke patients. *J Neurology Psychiatry S.S. Korsakov. Special Issues.* 2014;12(114):76–80. doi: 10.17116/jnevro201411412276-80
19. Bondarenko FV, Makarova MR, Turova EA. Restoration of complex motor functions of the upper limb in patients after ischemic stroke. *Question Balneology, Physiotherapy and Medical Treatment Physical Culture.* 2016;1:11–15. doi: 10.17116/kurort2016111-15
20. Gusarova SA, Styazhkina EM, Gurkina MV, et al. New technologies of kinesitherapy in the rehabilitation of patients with post-stroke motor disorders. *Issues of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture.* 2016;93(2):4–8. doi: 10.17116/kurort201624-8
21. Rodríguez-Hernández M, Polonio-López B, Corregidor-Sánchez AI, et al. Effects of specific virtual reality-based therapy for the rehabilitation of the upper limb motor function post-ictus: Randomized controlled trial. *Brain Sci.* 2021;11(5):555. doi: 10.1186/s12984-023-01170-3
22. Lee JH, Jeun YJ, Park HY, Jung YJ. Effect of transcranial direct current stimulation combined with rehabilitation on arm and hand function in stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *Healthcare.* 2021;9:1705. doi: 10.3390/healthcare9121705
23. Koganemaru S, Fukuyama H, Mima T. Two is more than one: How to combine brain stimulation rehabilitative training for functional recovery? *Front Syst Neurosci.* 2015;9:154. doi: 10.3389/fnsys.2015.00154
24. Shaheiwola N, Zhang B, Jia J, Zhang D. Using tDCS as an add-on treatment prior to FES therapy in improving upper limb function in severe chronic stroke patients: A randomized controlled study. *Front Hum Neurosci.* 2018;12:233. doi: 10.3389/fnhum.2018.00233

ОБ АВТОРАХ

*** Лупанова Ксения Владимировна;**

адрес: Россия, 123098, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23;
ORCID: 0000-0003-3128-4264;
eLibrary SPIN: 4334-8321;
e-mail: kabobel.ksenia@gmail.com

Сидякина Ирина Владимировна, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0002-0998-9252;
eLibrary SPIN: 8253-5126;
e-mail: sidneuro@mail.ru

Михайлова Анна Андреевна, канд. мед. наук, доцент;

ORCID: 0000-0002-4260-1619;
eLibrary SPIN: 7673-3241;
e-mail: mikhaylova003@gmail.com

Корчажкина Наталья Борисовна, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0001-6913-8778;
eLibrary SPIN: 9733-7646;
e-mail: n9857678103@gmail.com

AUTHORS' INFO

*** Ksenya V. Lupanova, MD;**

адрес: 23 Marshall Novikov street, 123098 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0003-3128-4264;
eLibrary SPIN: 4334-8321;
e-mail: kabobel.ksenia@gmail.com

Irina V. Sidiyakina, MD, Dr. Sci. (Med.);

ORCID: 0000-0002-0998-9252;
eLibrary SPIN: 8253-5126;
e-mail: sidneuro@mail.ru

Anna A. Mikhailova, MD, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor;

ORCID: 0000-0002-4260-1619;
eLibrary SPIN: 7673-3241;
e-mail: mikhaylova003@gmail.com

Natalya B. Korchazhkina, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;

ORCID: 0000-0001-6913-8778;
eLibrary SPIN: 9733-7646;
e-mail: n9857678103@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author