

ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Technologies of Restorative Medicine and Medical Rehabilitation

ФУЧИЖИ О.В. И ДР. | ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Оригинальная статья / Original article

УДК: 612.748, 612.763, 616-009.12

DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-1-34-42>



Применение фокальной мышечной вибрации при восстановлении функции верхней конечности у пациентов, перенесших церебральный инсульт, в раннем восстановительном периоде

Фучижи О.В.¹, Шурупова М.А.^{1,2}, Иванова Г.Е.^{1,3}

¹Федеральный центр мозга и нейротехнологий Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

²Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

³Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

Моторные нарушения в результате инсульта ухудшают мобильность пациента, ограничивают его участие в повседневной активности. Спастический парез является одним из наиболее частых последствий повреждения ЦНС. В настоящее время перспективным методом терапии спастического пареза, ввиду своей неинвазивности и безопасности, является применение фокальной мышечной вибрации (ФМВ, англ. FMV — *focal muscle vibration*) у пациентов, перенесших инсульт. Зарубежные исследования демонстрируют успешное использование ФМВ, в то время как в отечественной литературе упоминания о применении ФМВ не встречаются.

Цель. Оценка эффективности применения ФМВ в реабилитации верхней конечности в раннем восстановительном периоде у пациентов, перенесших церебральный инсульт, со степенью инвалидизации 3 балла по шкале Рэнкин.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 40 пациентов ФГБУ «ФЦМН» ФМБА России: 20 пациентов экспериментальной группы (13 мужчин, 51.4±12.85 лет) и 20 пациентов контрольной группы (15 мужчин, 53.0±11.34 лет). Пациенты контрольной группы получали курс традиционной физической терапии (индивидуальные занятия ЛФК). Участники экспериментальной группы помимо традиционных занятий ЛФК, идентичных занятиям в контрольной группе, проходили курс тренировок на аппарате «Vibratoon» (Techno Concept, France) для верхней конечности. Для оценки эффективности реабилитации до и после курса использовались функциональные шкалы (MRC, MAS, FMA, FAT), позволяющие оценить степень восстановления функциональных возможностей верхней конечности.

Результаты и обсуждение. У пациентов экспериментальной группы были выявлены улучшения как в проксимальном, так и в дистальном отделах верхней конечности, в то время как у пациентов контрольной группы только в проксимальном.

Заключение. Благодаря результатам, полученным после курса с применением ФМВ, у пациентов расширился диапазон моторных навыков, что позволило им эффективнее использовать верхнюю конечность при выполнении бытовых активностей, таких как: прием пищи, одевание, личная гигиена и др.

Ключевые слова: фокальная мышечная вибрация, спастичность, реабилитация, церебральный инсульт, верхняя конечность

Источник финансирования: Работа выполнена за счет средств госбюджета.

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

Для цитирования: Фучижи О. В., Шурупова М. А., Иванова Г. Е. Применение фокальной мышечной вибрации при восстановлении функции верхней конечности у пациентов, перенесших церебральный инсульт, в раннем восстановительном периоде. *Вестник восстановительной медицины.* 2022; 21 (1):34-42. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-1-34-42>

Для корреспонденции: Фучижи Ольга Владимировна, e-mail: olga_fuchizhi@mail.ru

Поступила в редакцию: 04.01.2022

Поступила после рецензирования: 30.01.2022

Принята к печати: 05.02.2022

Focal Muscle Vibration Method Application in Recovery of the Upper Limb Function in Patients with Cerebral Stroke in the Early Recovery Period

Olga V. Fuchizhi¹, Marina A. Shurupova^{1,2}, Galina E. Ivanova^{1,3}

¹Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies, Moscow, Russian Federation

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

³Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

Motor disorders as a result of stroke impair the mobility of the patient, limiting his participation in daily activities. Spastic paresis is one of the most frequent consequences of the central nervous system damage. At present, a promising method of therapy for spastic paresis, due to its non-invasiveness and safety, is the application of focal muscle vibration (FMV) in stroke patients. Foreign studies demonstrate the successful use of FMV, while there are no mentions of the FMV application of in the Russian literature.

Aim. To evaluate the effectiveness of the of FMV use in the rehabilitation of the upper limb in the early recovery period in patients who have suffered a cerebral stroke, with a degree of disability of 3 points on the Rankin scale.

Material and methods. The study involved 40 patients of the Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies: 20 patients of the experimental group (13 men, 51.4±12.85 years) and 20 patients of the control group (15 men, 53.0±11.34 years). Patients of the control group received a course of conventional physical therapy (individual physical therapy sessions). The participants of the experimental group, in addition to conventional physical therapy classes identical to those in the control group, underwent a training course on the «Vibramoov» (Techno Concept, France) apparatus for the upper limb. To assess the effectiveness of rehabilitation before and after the course, functional scales (MRC, MAS, FMA, FAT) were used to assess the degree of the upper limb functional recovery.

Results and discussion. As a result, the patients of the experimental group showed improvements in both the proximal and distal parts of the upper limb, while the patients of the control group only in the proximal.

Conclusion. Due to the results obtained after the course with the use of FMV, the range of motor skills has expanded in patients that will allow them to use the upper limb more effectively when performing household activities, such as eating, dressing, personal hygiene, etc.

Keywords: focal muscle vibration, spasticity, rehabilitation, cerebral stroke, upper limb

Acknowledgements The work was carried out at the expense of the state budget.

Conflict of interest: The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Fuchizhi O. V., Shurupova M. A., Ivanova G. E. Focal Muscle Vibration Method Application in Recovery of the Upper Limb Function in Patients with Cerebral Stroke in the Early Recovery Period. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (1):34-42. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-1-34-42>

For correspondence: Olga V. Fuchizhi, e-mail: olga_fuchizhi@mail.ru

Received: Jan 04, 2022

Revised: Jan 30, 2022

Accepted: Feb 05, 2022

Введение

Острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) являются важнейшей медико-социальной проблемой. В 2019 году в Российской Федерации инсульт оказался второй причиной смертности, уступая только ишемической болезни сердца, приводя к летальным исходам у 224 человек на 100 000 населения [1]. Постинсультная инвалидизация занимает 1-е место среди всех причин инвалидизации, при этом к труду возвращаются около 20% лиц, перенесших инсульт, при том, что 1/3 заболевающих инсультом — люди трудоспособного возраста.

Последствия инсульта, включающие в себя моторные нарушения, снижают мобильность пациента, лимитируют его участие в бытовой активности и выполнение своей роли в социуме, снижают вероятность возврата к профессиональной трудовой деятельности. Все это ведет к снижению качества жизни пациента, интегрального показателя жизненного пространства, личностного, субъектного, профессионального потенциала, здоровья человека [2]. Пониженное эмоциональное состояние также оказывает негативное влияние на выполнение бытовой и профессиональной деятельно-

сти, увеличивает время ее выполнения, снижает объем и качество выполненной работы [3]. Поэтому улучшение двигательных навыков пациентов, перенесших инсульт, является одной из приоритетных задач медицинской реабилитации.

После перенесенного инсульта развивается комплекс нарушений моторного и не моторного характера, формируются биомеханические изменения в мышцах и окружающих их структурах.

Обуславливает моторные нарушения при очаговом поражении ЦНС синдром верхнего мотонейрона (СВМН), который возникает при поражении коркового мотонейрона и/или пирамидного тракта на уровне головного или спинного мозга. Проявления СВМН у пациентов, перенесших инсульт, включают различные симптомы: мышечную слабость (парез или плегию), утрату ловкости, контроля движений, спастичность, патологические синергии, явления спастической дистонии, клонусы, повышение глубоких и появление патологических (Бабинского, Россолимо) рефлексов [4]. Клинические проявления синдрома верхнего мотонейрона зависят от локализации очага поражения [5].

Очаговое поражение головного мозга при инсульте наиболее часто проявляется в виде спастического пареза, который включает в себя мышечную слабость (парез или плегию) в сочетании со спастичностью или спастической мышечной дистонией [6]. В результате фокальной или мультифокальной спастичности возможны ограничения амплитуды активных и пассивных движений, появление болевого синдрома, образование контрактур и оссификатов, трудностей с ношением ортезов. Также спастичность способна ухудшать прогноз функционального восстановления работы конечностей, снижать эффективность проводимых реабилитационных мероприятий, негативно влияет на мотивацию пациентов к восстановлению и ограничивает их социальную активность [7]. Вышеперечисленные факторы обуславливают необходимость своевременного лечения и профилактики спастичности на каждом этапе медицинской реабилитации пациентов, перенесших церебральный инсульт.

Существуют различные подходы к терапии постинсультной спастичности. Основным фармакологическим методом лечения является применение миорелаксантов системного (пероральные миорелаксанты центрального или периферического действия) и фокального действия (препараты ботулинического токсина) [8], однако применение данных препаратов может вызвать появление ряда нежелательных эффектов. Так, применение препаратов ботулинического токсина связано с риском диффузии токсина в нежелательные мышцы, что может привести к большей диффузии и распространению на другие части тела, а следовательно, таким нежелательным явлениям, как дыхательная недостаточность, нарушения глотания, слабость мышц, транзиторное недержание мочи [9].

Описаны физиотерапевтические методы борьбы со спастическим парезом, такие как: ритмическая транскраниальная магнитостимуляция [10], нервно-мышечная электростимуляция [11], лазеротерапия [12], магнитотерапия [13], локальная криотерапия [14]. В качестве монотерапии данные методики не применялись, однако, в сочетании с занятиями лечебной физической культурой показали положительное влияние на проявления спастического пареза. Ограничивающим фактором в использовании физиотерапевтических методов представляются габариты и стоимость эксплуатации оборудования, также многие из них имеют обширный список противопоказаний.

В настоящее время перспективным методом терапии спастического пареза, ввиду своей неинвазивности и безопасности, является применение фокальной мышечной вибрации (ФМВ, англ. FMV — focal muscle vibration) у пациентов, перенесших инсульт. Это метод применения низкоамплитудных высокочастотных вибрационных стимулов к проприорецепторам сухожилий мышц с помощью роботизированного устройства, оснащенного вибрационными модулями. Он вызывает генерацию входных сигналов Ia путем активации первичных окончаний мышечных веретен. Волокна Ia, активируемые фокальной мышечной вибрацией, могут изменять возбудимость пирамидного пути путем модуляции интракорткальных тормозных и стимулирующих воздействий на первичную моторную кору [15].

Фокальная мышечная вибрация применяется к различным группам мышц верхней конечности при инсульте. Используются два направления: 1) уменьшение спастичности спастической мышцы; 2) в качестве проприоцептивного фасилитатора, способствующе-

го двигательному контролю при функциональной деятельности.

В существующих на данный момент исследованиях описаны указанные два направления как два способа применения фокальной мышечной вибрации. В первом случае вибрационное воздействие осуществлялось непосредственно на брюшко пораженной мышцы, например, Калиандро и др. [16] использовали фокальную мышечную вибрацию мышц верхней конечности у пациентов, перенесших инсульт с проявлениями спастического пареза, но им не удалось найти улучшения в отношении спастичности, за исключением небольшого улучшения в тесте моторной функции Вольфа (WMFT в части шкалы функциональных способностей). По мнению авторов, отсутствие позитивной динамики связано с давним сроком заболевания, а именно, с формированием ограничения подвижности суставов. Однако, Маркони и др. [17] обнаружили увеличение объема движений в суставах верхней конечности, снижение мышечного тонуса и улучшения двигательных функций, применяя 10 минут вибростимуляции к мышцам сгибателей запястья в сочетании с физическими упражнениями. Используя транскраниальную магнитную стимуляцию (TMS), автор также сообщил о снижении моторных порогов и увеличении размера карты моторной коры мышц-сгибателей.

Также существуют исследования, в которых ФМВ применялась на область сухожилий мышц-антагонистов. Нома и др. [18] применили вибрационные стимулы к сухожилию двуглавой мышцы плеча и сгибателям запястья в положении покоя, чтобы изучить их влияние на спастичность. Они сообщили об изменениях спастичности, измеренных по модифицированной шкале Ашворта (MAS). Вибрация снизила спастичность, и эффект сохранился в течение 30 минут после вмешательства. Коград и др. [19] провели исследование среди пациентов с последствиями инсульта, которые выполняли целенаправленные движения с помощью роботизированного устройства, при этом вибрация применялась к сухожилиям сгибателей запястья. Они обнаружили, что активация проприорецепторов запястья посредством вибрации улучшает стабильность всей гемипаретичной руки.

Таким образом, пул приведенных зарубежных исследований демонстрирует успешное использование ФМВ у пациентов, перенесших церебральный инсульт, в то время как в отечественной литературе упоминания о применении ФМВ не встречаются.

Целью настоящего исследования являлась оценка эффективности применения ФМВ в реабилитации верхней конечности в раннем восстановительном периоде у пациентов, перенесших церебральный инсульт, со степенью инвалидизации 3 балла по шкале Рэнкин.

Материал и методы

Характеристика выборки. В исследовании приняли участие 40 пациентов ФГБУ «ФЦМН» ФМБА России, которые были разделены на две равные группы: 20 пациентов группы с применением ФМВ (13 мужчин, 7 женщин, средний возраст 51.4 ± 12.85 лет) и 20 пациентов контрольной группы (15 мужчин, 5 женщин, средний возраст 53.0 ± 11.34 лет). Основные клинические данные выборки представлены в таблице 1.

Критериями включения пациентов в исследование являлись: ранний восстановительный период после впервые выявленного церебрального инсульта, возраст более 18 лет, период пребывания в стационаре 18–21 день, 3 балла по шкале Рэнкин, мышечный тонус более

Таблица 1. Клинические данные выборки
Table 1. Clinical data of patients

Характеристика пациента / Patient's characteristic	Экспериментальная группа (ЭГ) / Experimental group (EG) (n=20)	Контрольная группа (КГ) / Control group (CG) (n=20)	p, критерий χ^2 / p, value of χ^2
Характер инсульта / Type of stroke			0.6926
Ишемический / Ischemic	15	17	
Геморрагический / Hemorrhagic	5	3	
Локализация очага поражения / Site of lesion			0.3342
ЛСМА / LMCA	10	6	
ПСМА / RMCA	4	10	
ВБА / VBA	1	1	
Правое полушарие Right hemisphere	3	1	
Левое полушарие / Left hemisphere	2	2	
Локализация двигательного дефицита / Side of lesion			0.1138
Правая верхняя конечность / Right upper limb	13	7	
Левая верхняя конечность / Left upper limb	7	13	
Срок давности инсульта (мес.) / Period of time since stroke (months)	3.4±2.8	4.0±1.2	

1 балла по шкале Ашфорт, подписанное информированное согласие.

Критериями исключения пациентов являлись: присутствие в программе реабилитации других роботизированных методов восстановления, нарушение кожных покровов, флотирующий тромбоз, выраженный когнитивный дефицит, эпилепсия, грубые афатические расстройства, отказ от участия в исследовании.

Пациенты были рандомизированы врачами ЛФК, не принимающими непосредственного участия в исследовании, на две группы: группу с применением ФМВ и контрольную. Исследователи, работающие с полученными результатами в дальнейшем, не имели представления, какие пациенты получали тот или иной курс терапии.

Протокол исследования был одобрен Локальным этическим комитетом. Пациенты контрольной группы получали курс традиционной физической терапии: индивидуальные занятия ЛФК, включавшие упражнения для укрепления мышц, растяжку, рефлексорные упражнения для больших, средних и малых мышечных групп верхних конечностей (онтогенез-ориентированная кинезиотерапия (ООКТ), PNF — проприоцептивная нейромышечная фасилитация), тренировку и практику функциональных задач по самообслуживанию. Занятия проводились 5 раз в неделю, продолжительность занятия составляла 40 минут.

Участники группы с применением ФМВ помимо традиционных занятий ЛФК, идентичных занятиям в контрольной группе, проходили курс тренировок на аппарате «Vibratoov» (Techno Concept, France) для верхней конечности. Тренировка с применением аппарата Vibratoov состояла из различных комплексов последовательных и параллельных вибрационных воздействий на верхнюю конечность: имитирующих рисование прямой линии (горизонтальной, вертикальной, диагональной), подготавливающих к письму (рисование круга, треугольника, спирали), тренирующих бытовые активности (налить воду в стакан, достать стакан из шкафа и поставить на стол), а также противоспастического режима.

Первые три режима относятся к проприоцептивной фасилитации, подразумевая расположение вибрационных модулей во время занятий на сухожилиях: сухожилиях m. pectorales major, сухожилиях m. latissimus dorsi, сухожилиях m. deltoideus, сухожилиях musculus biceps brachii, сухожилиях musculus triceps brachii, на сухожилиях сгибателей пальцев, на сухожилиях мышц сгибателей запястья, сухожилиях мышц разгибателей запястья. Противоспастический режим подразумевает расположение вибрационных модулей во время занятий на мышцах пораженной конечности (т.е. монолатерально): на брюшке бицепса и на средней трети сгибательной поверхности предплечья (рис. 1, слева). Пациенты, имеющие мышечный тонус 2 и более по шкале



Рис. 1. Расположение вибрационных модулей во время тренировки с ФМВ: слева — в противоспастическом режиме, по центру — в билатеральном режиме проприоцептивной фасилитации, справа — в монологатеральном режиме проприоцептивной фасилитации

Fig. 1. The location of vibration modules during FMV training: on the left — in the anti-spastic mode, in the center — the bilateral mode of proprioceptive facilitation, on the right — the monolateral mode of proprioceptive facilitation

Ашфорта, получали тренировки как в режиме проприоцептивной фасилитации, так и в противоспастическом режиме. Остальные пациенты получали только тренировки как в режиме проприоцептивной фасилитации. При этом первые несколько тренировок курса проходили в билатеральном режиме (рис. 1, по центру), а последующие — монологатерально на пораженную конечность (рис. 1, справа). Частота вибрации ранжировалась от 0 до 100 Гц в зависимости от режимов интенсивности (1, 2, 3), в основном, пациенты занимались с режимом интенсивности 3, где пиковая частота вибрации составляла 100 Гц. Продолжительность занятия составляла 30 минут, во время которого циклическая 60-ти секундная стимуляция сопровождалась 5-секундной паузой. Занятия проводились 5 раз в неделю.

Оценочные шкалы. До и после курса процедур для оценки эффективности проведенных реабилитационных мероприятий использовали ряд функциональных шкал, позволяющих оценить степень восстановления функциональных возможностей верхней конечности:

1. Мышечная сила оценивалась с помощью шестибальной шкалы мышечной силы Британского совета медицинских исследований (англ. MRC—Medical Research Council Weakness Scale) — от 5 до 0. При исследовании проводится сравнительная оценка пораженной и здоровой конечности. В 5 баллов оценивается отсутствие пареза. Парез определяется как легкий при соответствии силы 4 баллам, умеренный — 3 баллам, выраженный — 2 баллам, грубый — 1 баллу и при параличе — 0 баллов [20].

2. Для оценки мышечного тонуса использовалась модифицированная шкала мышечного тонуса Ашворта (англ. MAS — Modified Ashworth Scale). Оценивалось мышечное сопротивление при совершении пассивных движений в верхней конечности. Исходное положение пациента: лежа на спине, пациент полностью расслаблен, измеряется флексия и экстензия локтевого сустава. Степень сопротивления выражается в баллах от 0 до 5 [21]. При этом в 0 баллов оценивается отсутствие повышения тонуса, 1 балл — легкое повышение тонуса в виде кратковременного напряжения и быстрого расслабления мышцы или минимального сопротивления в конце пассивного сгибания или разгибания, 2 балла — более выраженное повышение мышечного тонуса, ощущаемое во время выполнения почти всего пассивного движения; при этом пораженный(е) сегмент(ы) конечности легко поддаются движению, 3 — значительное повышение мышечного тонуса, пассивные движения затрудне-

ны, 4 — пораженный(е) сегмент(ы) неподвижны при сгибании или разгибании.

3. Функциональные возможности пораженной конечности оценивались с помощью шкалы Фугл-Мейер. Шкала Фугл-Мейера (англ. FMA — Fugl-Meyer Assessment Scale) включает в себя шесть разделов, которые оценивают моторные функции верхней и нижней конечности, функцию равновесия, функцию чувствительности, боль и амплитуду пассивных движений. В данном исследовании использовался раздел для оценки моторной функции руки, оценка состоит из следующих этапов: изучается рефлекторная активность, активные движения в плечевом, локтевом, лучезапястном суставах, движения в предплечье (пронация, супинация), а также мелкая моторика. Отдельно оценивается наличие и стойкость патологической сгибательной синергии в руке в рамках сочетанных и изолированных движений. Общий максимум баллов по данному разделу в норме составляет 126 [22].

4. Тест для руки Френчай (англ. FAT — Frenchay Arm Test) предназначен для оценки моторных навыков верхней конечности при центральном парезе. Тест включает пять заданий, за каждое успешно выполненное задание больной получает 1 балл, за невыполненное — 0 баллов [23], максимум 5 баллов.

Статистика. Статистический анализ проводили с использованием статистического пакета Statistica 13.3 (TIBCO Software Inc.). Для определения различий в показателях по оценочным шкалам до и после курса реабилитации у пациентов контрольной и экспериментальных групп использовали парный непараметрический критерий Фридмана. Уровень значимости был установлен на уровне $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Данные по оценочным шкалам, полученные до и после курса реабилитации, приведены в таблице 2. Исследование показало, что мышечная сила в проксимальных отделах по шкале MRC значимо увеличилась как в группе с применением ФМВ, так и в контрольной группе. Однако, в группе с применением ФМВ отличия являются более выраженными, поскольку минимаксные показатели мышечной силы после курса реабилитации смещаются в область более высоких значений по сравнению с контрольной группой. В дистальных отделах мышечная сила по MRC достоверно возросла только в группе с применением ФМВ. Мышечный тонус по MAS достоверно снизился в группе с применением ФМВ, в контрольной груп-

Таблица 2. Результаты оценочных шкал до и после курса реабилитации у экспериментальной (ЭГ) и контрольной (КГ) групп. Представлены медианы и минимаксные значения**Table 2.** The results of evaluation scales before and after the rehabilitation course in experimental (EG) and control (CG) groups. Medians and minimax values are presented

	До курса реабилитации / Before rehabilitation course	После курса реабилитации / After rehabilitation course	<i>p</i> , Friedman test
Мышечная сила, проксимальные отделы / Muscle strength (MRC), proximal musculature			
ЭГ/EG	2 (1–4)	3 (2–5)	<0.0001
КГ/CG	2 (0–4)	3 (0–4)	<0.05
Мышечная сила, дистальные отделы / Muscle strength (MRC), distal musculature			
ЭГ/EG	1 (0–4)	2 (0–5)	<0.01
КГ/CG	1 (0–3)	1 (0–3)	0.340
Мышечный тонус / Muscular tone (MAS)			
ЭГ/EG	2 (1–3)	1 (0–2)	<0.001
КГ/CG	2 (2–3)	2 (1–3)	<0.05
Шкала Фугл-Майер, проксимальные отделы / FMA, proximal musculature			
ЭГ/EG	11 (0–30)	15 (4–36)	<0.0001
КГ/CG	7.5 (0–30)	8.5 (0–36)	<0.01
Шкала Фугл-Майер, дистальные отделы / FMA, distal musculature			
ЭГ/EG	0 (0–22)	4 (0–30)	<0.001
КГ/CG	0 (0–15)	0 (0–20)	0.083
Шкала Фугл-Майер, общий балл / FMA, total score			
ЭГ/EG	60.5 (31–104)	73.5 (39–126)	<0.0001
КГ/CG	61.0 (28–92)	63.0 (39–97)	<0.001
Тест для руки Френчай / MFS			
ЭГ/EG	0 (0–3)	1 (0–5)	<0.01
КГ/CG	0 (0–3)	0 (0–3)	0.340

пе отмечается тенденция к его снижению. Общий балл по шкале FMA достоверно увеличился в обеих группах, однако, при детализации на проксимальный и дистальный разделы шкалы были получены следующие результаты: в проксимальном отделе верхней конечности балл достоверно возрос как в группе с применением FMV, так и в контрольной группе; в дистальном отделе статистически достоверный результат отмечается только в группе с применением FMV. Результат по тесту Френчай достоверно возрос только в группе с применением FMV, в контрольной группе тенденции к повышению не отмечается.

Таким образом, основные выраженные отличия группы с применением FMV от контрольной заключались в улучшении показателей клинических шкал, оценивающих состояние дистальных отделов верхней конечности. Стоит отметить, что тренировки с применением FMV были направлены на восстановление баланса в работе мышц сгибателей и разгибателей (снижение повышенного тонуса в сгибателях в сочетании с повышением мышечной силы в разгибателях), снижения явлений спастической дистонии и мышечного тонуса

как проксимальных, так и дистальных отделов. Известно, что повышение мышечного тонуса является фактором, ограничивающим движение кисти в большей степени, чем в движениях в локтевом и плечевом суставах. В связи с этим, достигнутое снижение мышечного тонуса в результате применения FMV привело к более выраженному увеличению функциональных возможностей использования кисти. У пациентов, которые получали тренировки только в режиме проприоцептивной фасилитации, осуществляемой вибрационным воздействием на рецепторы сухожилий, данный эффект обусловлен повышением мышечной силы в антагонистах спазмированных мышц, аналогично исследованию Номы и др. [18]. У пациентов, получавших тренировки еще и в противоспастичном режиме, эффект был усилен вибрационным воздействием непосредственно на спазмированные мышцы, как в работе Маркони и др. [17].

В результате применения традиционной терапии, включающей различные методики ЛФК, у пациентов контрольной группы за период госпитализации ожидаемо были выявлены улучшения в работе верхней конечности, однако, преимущественно в проксимальных

отделах. В дистальных отделах таких улучшений зафиксировано не было. По-видимому, это связано с тем, что в результате курса реабилитации у этих пациентов произошло менее выраженное снижение мышечного тонуса (табл. 2), в результате чего сохранившаяся спастичность препятствовала выполнению функциональных задач, задерживая дистальные отделы.

Проведенное исследование, несмотря на ограниченный размер выборки, продемонстрировало статистическую значимость в различиях функционального состояния верхней конечности и его восстановления у пациентов, получающих курс тренировок с ФМВ, причем, в отличие от методов традиционной терапии, улучшения фиксировались еще и в дистальных отделах.

Заключение

Таким образом, опираясь на полученные результаты по сравнению степени восстановления функциональных возможностей верхней конечности у экспе-

риментальной и контрольной групп, можно сделать вывод, что курс реабилитации, включающий тренировки с ФМВ, является более эффективным в отношении данной когорты пациентов. Кроме того, аппарат «Vibratoov» (Techno Concept, France), осуществляющий ФМВ, был успешно внедрен в рутинную практику проведения реабилитационных мероприятий врачами ЛФК из-за своей неинвазивности, мобильности, интуитивно понятного интерфейса. Благодаря результатам, полученным после курса с применением ФМВ, у пациентов расширился диапазон моторных навыков, что позволит им эффективнее использовать верхнюю конечность при выполнении бытовых активностей, таких как: прием пищи, одевание, личная гигиена и др. Восстановление этих навыков даст возможность вернуться к полноценному самообслуживанию, а в дальнейшем потребует меньшего участия в уходе за пациентом со стороны медицинских учреждений и родственников пациента.

Список литературы

1. Global health estimates: Leading causes of death. Cause-specific mortality, 2000–2019. Available at: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/ghe-leading-causes-of-death> (accessed 16.08.2021)
2. Зараковский Г. М. Качество жизни населения России. Психологические составляющие. Москва. Смысл. 2009: 320 с.
3. Мурашова Л. А. Исследование повышения качества жизни больных ишемическим инсультом на фоне проводимой медицинской. Материалы VII Всероссийской межвузовской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. Тверь. 2019: 457–460.
4. Burridge J.H., Wood D.E., Hermens H. J. et al. Theoretical and methodological considerations in the measurement of spasticity. *Disability and Rehabilitation*. 2005; V.27(1–2): 69–80.
5. Gracies J. M. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. *Muscle & Nerve*. 2005; 31(5): 552–71.
6. Opheim A., Danielsson A., Alt Murphy M. et al. Upper-limb spasticity during the first year after stroke: stroke arm longitudinal study at the University of Gothenburg. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2014; (93): 884–896.
7. Baricich A., Picelli A., Molteni F. et al. Post-stroke spasticity as a condition: a new perspective on patient evaluation. *Functional Neurology*. 2016; (31): 179–180.
8. Хатькова С.Е., Шихкеримов Р.К., Прокопенко С.В. Диагностика и лечение синдрома спастичности у взрослых пациентов с очаговыми поражениями центральной нервной системы и их последствиями в рамках оказания стационарной и амбулаторно-поликлинической медицинской помощи: клинические рекомендации. Союз реабилитологов России. Москва. 2016: 18 с.
9. Shaw L., Price C., van Wijck F. et al. Botulinum toxin for the upper limb after stroke (BoTULS) trial: Effect upon impairment, activity limitation and pain. *Stroke*. 2011; (42): 1371–1379.
10. Червяков А.В., Пойдашева А.Г., Коржова Ю.Е., Супонева Н.А., Черникова Л.А., Пирадов М.А. Ритмическая транскраниальная магнитная стимуляция в неврологии и психиатрии. *Журнал неврологии и психиатрии*. 2015; (12): 7–18. <https://doi.org/10.17116/jnevro20151151127-18>
11. Umay E., Yaylaci A., Saylam G., Gundogdu I., Gurcay E., Akcapinar D., Kirac Z. The effect of sensory level electrical stimulation of the masseter muscle in early stroke patients with dysphagia: A randomized controlled study. *Neurology India*. 2017; 65(4): 734–42. https://doi.org/10.4103/neuroindia.NI_377_16
12. Герасименко М.Ю., Афошин С.А. Физические факторы в комплексной реабилитации больных с острым нарушением мозгового кровообращения. *Физиотерапия, бальнеология, реабилитация*. 2011; (4): 46–50.
13. Krewer C., Hartl S., Muller F., Koenig E. The effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on upper-limb spasticity and impairment in patients with spastic hemiparesis: a randomized, double-blind, sham-controlled study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014; 95(6): 1039–1047. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.02.003>
14. Портнов В.В., Медалиева Р.Х. Общая и локальная воздушная криотерапия. Методическое пособие для врачей. Москва. Издательство РМАПО. 2016: 19 с.
15. Hagbarth K.E., Eklund G. the muscle vibrator—a useful tool in neurological therapeutic work. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 1969; (1): 26–34.
16. Caliendo P., Celletti C., Padua L., Minciotti I., Russo G., Granata G. et al. Focal muscle vibration in treatment of upper limb spasticity: a pilot randomized controlled trial in patients with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2012; (93): 1656–1661.
17. Marconi B., Guido M., Filipi G., Koch G., Giacobbe V., Pecchioli C. et al. Long-term effects on cortical excitability and motor recovery induced by repeater muscle vibration in chronic stroke patients. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2011; (25): 48–60.
18. Noma T., Matsumoto S., Shimodozono M., Etho S., Kawahira K. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients: a proof-of-principle study. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2012; (44): 325–30.
19. Conrad M.O., Scheid R. A., Schmit B. D. Effects of wrist tendon vibration on arm tracking in people poststroke. *Journal of Neurophysiology*. 2011; (106): 1480–1488.
20. Paternostro-Sluga T., Grim-Stieger M., Posch M., Schuhfried O., Vacariu G., Mittermaier C., Bittner C., Fialka-Moser V. Reliability and validity of the Medical Research Council (MRC) scale and a modified scale for testing muscle strength in patients with radial palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2008; 40(8): 665–71. <https://doi.org/10.2340/16501977-0235>
21. Lance J.W. The control of muscle tone, reflexes, and movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology*. 1980; (30): 1303–1313. <https://doi.org/10.1212/wnl.30.12.1303>
22. Bruce H. Dobkin. *The Clinical Science of Neurologic Rehabilitation*. Oxford University Press. 2003: 284–285, 290–291.
23. Baude M., Mardale V., Loche C. M., Hutin E., Gracies J. M., Bayle N. Intra- and inter-rater reliability of the Modified Frenchay Scale to measure active upper limb function in hemiparetic patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2016; (59): 59–60. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.07.138>

References

1. Global health estimates: Leading causes of death. Cause-specific mortality, 2000–2019. Available at: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/ghe-leading-causes-of-death> (accessed 16.08.2021)
2. Zarkovskiy G. M. Kachestvo zhizni naseleniya Rossii. Psikhologicheskie sostavyauchiye [The quality of life of the population of Russia. Psychological components]. Moscow. Smysl. 2009: 320 p. (In Russ.).
3. Murashova L.A. [Study of improving the quality of life of patients with ischemic stroke against the background of ongoing medical rehabilitation] Materialy VII Vserossiyskoi mezhvuzovsoy nauchno-practicheskoy konferencii molodykh uchenikh s mezhdunarodnim uchastiem [Materials of the VII All-Russian interuniversity scientific and practical conference of young scientists with international participation]. Tver. 2019: 457–460 (In Russ.).
4. BurrIDGE J.H., Wood D. E., Hermens H. J. et al. Theoretical and methodological considerations in the measurement of spasticity. *Disability and Rehabilitation*. 2005; V.27(1–2): 69–80.
5. Gracies J. M. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. *Muscle & Nerve*. 2005; 31(5): 552–71.
6. Opheim A., Danielsson A., Alt Murphy M. et al. Upper-limb spasticity during the first year after stroke: stroke arm longitudinal study at the University of Gothenburg. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2014; (93): 884–896.
7. Baricich A., Picelli A., Molteni F. et al. Post-stroke spasticity as a condition: a new perspective on patient evaluation. *Functional Neurology*. 2016; (31): 179–180.
8. Khat'kova S.E., Shikhkerimov R. K., Prokopenko S. V. Diagnostika i lechenie sindroma spastichnosti u vzroslykh pacientov s ochagovymi porazheniyami central'noj nervnoj sistemy i ih posledstviyami v ramkah okazaniya stacionarnoj i ambulatoropoliklinicheskoy medicinskoj pomoshchi: klinicheskie rekomendacii [Diagnosis and treatment of spasticity syndrome in adult patients with focal lesions of the central nervous system and their consequences in the provision of inpatient and outpatient care: clinical guidelines]. Moscow. 2016: 18 p. (In Russ.).
9. Shaw L., Price C., van Wijck F. et al. Botulinum toxin for the upper limb after stroke (BoTULS) trial: Effect upon impairment, activity limitation and pain. *Stroke*. 2011; (42): 1371–1379.
10. Chervyakov A.V., Poidasheva A. G., Korzhova Yu.E., Suponeva N. A., Chernikova L. A., Piradov M. A. Ritmicheskaya transkranial'naya magnitnaya stimulyaciya v nevrologii i psihiatrii [Rhythmic transcranial magnetic stimulation in neurology and psychiatry]. S. S. Korsakov *Journal of Neurology and Psychiatry*. 2015; (12): 7–18. <https://doi.org/10.17116/jnevro20151151127-18> (In Russ.).
11. Umay E., Yaylaci A., Saylam G., Gundogdu I., Gurcay E., Akcapinar D., Kirac Z. The effect of sensory level electrical stimulation of the masseter muscle in early stroke patients with dysphagia: A randomized controlled study. *Neurology India*. 2017; 65(4): 734–42. https://doi.org/10.4103/neuroindia.NI_377_16
12. Gerasimenko M. Yu., Afoshin S. A. Fizicheskie faktory v kompleksnoj reabilitacii bol'nykh s ostrym narusheniem mozgovogo krovoobrashcheniya [Physical factors in the complex rehabilitation of patients with acute cerebrovascular accident]. *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2011; (4): 46–50 (In Russ.).
13. Krewer C., Hartl S., Muller F., Koenig E. The effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on upper-limb spasticity and impairment in patients with spastic hemiparesis: a randomized, double-blind, sham-controlled study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014; 95(6): 1039–1047. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.02.003>
14. Portnov V.V., Medalieva R. H. Obschchaya i lokal'naya vozdušnaya krioterapiya. Metodicheskoe posobie dlya vrachej [General and local air cryotherapy. Methodological guide for doctors]. Moscow. RMAPO. 2016: 19 p. (In Russ.).
15. Hagbarth K.E., Eklund G. the muscle vibrator—a useful tool in neurological therapeutic work. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 1969; (1): 26–34.
16. Caliandro P., Celletti C., Padua L., Minciotti I., Russo G., Granata G. et al. Focal muscle vibration in treatment of upper limb spasticity: a pilot randomized controlled trial in patients with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2012; (93): 1656–1661.
17. Marconi B., Guido M., Filipi G., Koch G., Giacobbe V., Pecchioli C. et al. Long-term effects on cortical excitability and motor recovery induced by repeater muscle vibration in chronic stroke patients. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2011; (25): 48–60.
18. Noma T., Matsumoto S., Shimodozono M., Etho S., Kawahira K. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients: a proof-of-principle study. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2012; (44): 325–30.
19. Conrad M.O., Scheid R. A., Schmit B. D. Effects of wrist tendon vibration on arm tracking in people poststroke. *Journal of Neurophysiology*. 2011; (106): 1480–1488.
20. Paternostro-Sluga T., Grim-Stieger M., Posch M., Schuhfried O., Vacariu G., Mittermaier C., Bittner C., Fialka-Moser V. Reliability and validity of the Medical Research Council (MRC) scale and a modified scale for testing muscle strength in patients with radial palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2008; 40(8): 665–71. <https://doi.org/10.2340/16501977-0235>
21. Lance J. W. The control of muscle tone, reflexes, and movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology*. 1980; (30): 1303–1313. <https://doi.org/10.1212/wnl.30.12.1303>
22. Bruce H. Dobkin. The Clinical Science of Neurologic Rehabilitation. *Oxford University Press*. 2003: 284–285, 290–291.
23. Baude M., Mardale V., Loche C. M., Hutin E., Gracies J. M., Bayle N. Intra- and inter-rater reliability of the Modified Frenchay Scale to measure active upper limb function in hemiparetic patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2016; (59): 59–60. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.07.138>

Информация об авторах:

Фучизи Ольга Владимировна, врач по лечебной физкультуре отделения медицинской реабилитации пациентов с нарушением функции ЦНС № 1.

E-mail: olga_fuchizhi@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7446-0929>

Шурупова Марина Алексеевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела НИЦ медицинской реабилитации, Федеральный центр мозга и нейротехнологий Федерального медико-биологического агентства; инженер-лаборант кафедры высшей нервной деятельности, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова.

E-mail: shurupova.marina.msu@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-2214-3187>

Иванова Галина Евгеньевна, доктор медицинских наук, профессор, главный специалист по медицинской реабилитации Минздрава России, заведующая отделом НИЦ медицинской реабилитации, Федеральный центр мозга и нейротехнологий Федерального медико-биологического агентства; заведующая кафедрой медицинской реабилитации, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова Минздрава России.

E-mail: reabilivanova@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3180-5525>

Вклад авторов:

Иванова Г. Е., Шурупова М. А. — концепция и дизайн исследования; Фучижи О. В. — отбор, обследование пациентов; Шурупова М. А. — обработка, анализ и интерпретация данных; Фучижи О. В., Шурупова М. А. — написание текста рукописи; Иванова Г. Е. — проверка критически важного содержания, утверждение рукописи для публикации.

Information about the authors:

Olga V. Fuchizhi, Exercise Therapy Doctor, Department of Medical Rehabilitation of Patients with CNS dysfunction No. 1, Brain Research and Neurotechnologies.

E-mail: olga_fuchizhi@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7446-0929>

Marina A. Shurupova, Cand. Sci. (Biol.), Research Member, Department of Medical Rehabilitation, Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies; Laboratory Engineer of Department of Neurobiology, Lomonosov Moscow State University.

E-mail: shurupova.marina.msu@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-2214-3187>

Galina E. Ivanova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Specialist in Medical Rehabilitation of the Ministry of Health of the Russian Federation, Head of the Department of Medical Rehabilitation, Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies; Head of the Department of Medical Rehabilitation, Pirogov Russian National Research Medical University.

E-mail: reabilivanova@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3180-5525>

Contribution:

Ivanova G. E., Shurupova M. A. — concept and design of the study; Fuchizhi O. V. — selection, examination of patients; Shurupova M. A. — data processing, analysis and interpretation; Fuchizhi O. V., Shurupova M. A. — writing the article; Ivanova G. E. — supervision, approval of the article for publication.

