

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ У БОЛЬНЫХ  
В РАННЕМ ПОСТИНСУЛЬТНОМ ПЕРИОДЕТ.В. Исаева, Е.Н. Перец, И.В. Поденок\*, С.В. Журавлев, В.В. Бояринцев  
ФГБУ «Клиническая больница № 1» Управления делами Президента РФ, Москва

## RESTORATION OF THE MOTOR ACTIVITY IN PATIENTS AT AN EARLY POSTSTROKE PERIOD

T.V. Isaeva, E.N. Perets, I.V. Podenok\*, S.V. Zhuravlev, V.V. Boyarintsev  
Clinical Hospital No 1 of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russian Federation

\*E-mail: ivanpodenok@mail.ru

**Аннотация**

Инсульт является ведущей причиной заболеваемости и смертности, а реабилитация больных не всегда бывает эффективной. В связи с этим необходима разработка новых комплексов лечения. **Цель исследования** – изучить эффективность реабилитационных мероприятий у больных, перенесших инсульт, на фоне комплексной терапии, включающей лекарственные средства, введение ботулотоксина типа А в спастичные мышцы паретичной нижней конечности и функциональную электростимуляцию мышц. **Материалы и методы.** Исследование было открытым, рандомизированным, контролируемым и продолжалось шесть месяцев. Обследовано 40 больных, находящихся в раннем постинсультном периоде: пациенты контрольной группы (n = 10) получали лекарственную терапию и ботулинотерапию в спастичные мышцы паретичной нижней конечности, основной (n = 30) – дополнительно получали функциональную электростимуляцию на фоне однократной инъекции ботулотоксина типа А в спастичные мышцы нижней конечности. Эффективность лечения оценивали по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ), модифицированной шкале спастичности Эшворта и индексу мобильности Ривермид. До начала лечения у всех больных показатели этих индексов достоверно отличались от нормы. **Результаты.** В результате комплексного лечения у больных в основной группе к шести месяцам индекс интенсивности боли по ВАШ снизился на 60.4% ( $R^2_2 = 0.8511$ ), индекс мышечной спастичности по шкале Эшворта – на 28.4% ( $R^2_3 = 0.8798$ ), индекс мобильности Ривермид повысился на 12.5% ( $R^2_4 = 0.9901$ ). **Заключение.** Включение в реабилитационный комплекс на фоне лекарственной терапии и инъекций ботулотоксина типа А в спастичные мышцы паретичной нижней конечности функциональной электростимуляции способствовало улучшению клинического состояния у больных. При этом уменьшение спастичности сопровождалось уменьшением болевого синдрома и улучшением мобильности пациентов.

**Ключевые слова:** инсульт, ботулотоксин типа А, мобильность, функциональная электростимуляция.

**Abstract**

Stroke is a leading cause of morbidity and mortality, while rehabilitation of patients after stroke is not always effective. Thus, new curative modalities are required. **Purpose.** To study the effectiveness of rehabilitation measures in patients after stroke who are treated with comprehensive therapy including medical preparations, botulinum toxin type A injections into spastic muscles and functional electrical muscle stimulation. **Materials and methods.** It was an open randomized controlled trial which lasted for 6 months. 40 patients at an early post-stroke period were enrolled in it. They were divided into two groups. Patients from Group 1 (controls, n = 10) were prescribed medicamentous therapy and botulinum injections in spastic muscles in their paretic lower extremities; patients from Group 2 (main, n = 30) were additionally prescribed functional electrical stimulation and a single injection of botulinum toxin into spastic muscles of the lower extremity. The efficiency of the prescribed treatment was assessed with Visual Analogue Scale (VAS), Modified Ashworth Spasticity Scale, and Rivermead Mobility Index. Before the treatment, indicators in all patients had been reliably different from the normal ones specified in these scales. **Results.** After the prescribed comprehensive therapy, patients from Group 2 (main) by the sixth month demonstrated better indicators: VAS scale – decrease by 60.4% ( $R^2_2 = 0.8511$ ); muscle spasticity index by Modified Ashworth Spasticity Scale – decrease by 28.4% ( $R^2_3 = 0.8798$ ); Rivermead Mobility Index – increase by 12.5% ( $R^2_4 = 0.9901$ ). **Conclusion.** Functional electrical stimulation included into the rehabilitation complex with medicamentous therapy and botulinum toxin injections into spastic muscles of the lower extremities has contributed to the improvement of clinical picture in patients from Group 2 (main). Naturally, decreased spasticity was accompanied with decreased pain and improved mobility.

**Keywords:** stroke, botulinum toxin type A, functional electrical stimulation, mobility.

**Ссылка для цитирования:** Исаева Т.В., Перец Е.Н., Поденок И.В., Журавлев С.В., Бояринцев В.В. Восстановление двигательной активности у больных в раннем постинсультном периоде. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2024; 1: 101–104.

## Введение

Острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) является ведущей причиной заболеваемости и смертности во всем мире, а реабилитация больных с данной патологией требует больших экономических затрат [1]. Так, в РФ начиная с 2008 г. отмечался 100% прирост числа случаев цереброваскулярных заболеваний, а в 2019 г., например, в Калининградской области и Республике Адыгея заболеваемость увеличилась в четыре раза, в Карачаево-Черкесской Республике и Краснодарском крае – в шесть раз [2].

Для анализа структуры первичной заболеваемости и смертности от цереброваскулярных болезней взрослого населения в РФ в 2019 г. нами были использованы данные различных статистических исследований, представленные на рис. 1.

Из данных рис. 1 видно, что в 2019 г. среди цереброваскулярных заболеваний инфаркт мозга составлял 80% от всей данной патологии (на 100 тыс. человек) по сравнению с другими локализациями. При этом в РФ смертность в 2019 г. от цереброваскулярных заболеваний составляла 177.4 на 100 тыс. человек, а в 2021 г. это число увеличилось на 7.2% [4]. По данным Центра по контролю и профилактике заболеваний США, ежегодно выявляется более 700 000 случаев ОНМК. Годовая стоимость медицинских услуг и дней нетрудоспособности составляет около 34 млрд долларов [5]. В РФ затраты на лечение одного больного, перенесшего ОНМК, составляют около 130 тыс. руб. в год, а непрямые расходы, оцениваемые по потере валового внутреннего продукта из-за преждевременной смерти, инвалидности и временной нетрудоспособности, обходятся государству до 300 млрд руб. в год [6, 7]. Именно поэтому реабилитация пациентов, перенесших ОНМК, имеет большое экономическое и социальное значение.

Имеющиеся методы немедикаментозной реабилитации больных в раннем постинсультном периоде не всегда способствуют достижению необходимого результата. Из этого следует, что вопрос необходимости изучения, разработки, а также скорейшей интеграции новых реабилитационно-восстановительных мероприятий остается крайне актуальным.

*Цель исследования* – изучение эффективности ранних реабилитационных мероприятий у больных, перенесших ОНМК, на фоне комплексной терапии, включающей лекарственные средства, введение ботулотоксина типа А в спастичные мышцы и функциональную электростимуляцию мышц.

## Материалы и методы

Проведено открытое рандомизированное контролируемое исследование. В исследование были включены больные (n = 40, средний возраст – 67.3 ± 12.1 года), перенесшие ОНМК (МКБ-10: I61–I64) и находившиеся в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта (до шести месяцев). У всех отмечались выраженный двигательный неврологический дефицит, болевой синдром и ограничение мобильности. Больные были разделены на две группы. Пациенты (n = 10) контрольной группы получали лекарственную терапию и инъекции ботулотоксина (БТ) типа А по определенной схеме в спастичные мышцы паретичной нижней конечности. Пациентам (n = 30) основной группы



**Рис. 1. Некоторые данные первичной заболеваемости цереброваскулярной патологией взрослого населения РФ (на 100 тыс. населения) в 2019 г.**

помимо лекарственной терапии и ботулинотерапии проводили курс функциональной электростимуляции (ФЭ) мышц туловища и паретичной нижней конечности. Процедуры ФЭ начинались на следующий день после однократного введения БТ типа А в спастичные мышцы паретичной нижней конечности. Курс ФЭ составлял 12–15 процедур. БТ типа А вводили в спастически измененные мышцы нижней конечности: *m. biceps femoris* – 100 ЕД, *m. semitendinosus* – 60 ЕД, *m. gastrocnemius* – 50 ЕД, *m. soleus* – 50 ЕД, *m. tibialis posterior* – 80 ЕД, *m. flexor digitorum longus* – 80 ЕД.

Инъекции БТ проводили с помощью ультразвуковой навигации от аппарата HI Vision Preiras (рег. удостоверение № ФСЗ 2009/05983 от 31.12.2009 г.). В исследовании изучали болевой синдром, двигательный неврологический дефицит, мышечную спастичность и ограничение мобильности.

Болевой синдром оценивали с помощью индекса интенсивности боли по ВАШ (%). Отсутствие боли и слабая боль соответствовали диапазону от 0 до 40% (до 4 см), а нестерпимая боль – 100% (10 см).

Двигательный дефицит и мышечную спастичность измеряли с помощью модифицированной шкалы спастичности Эшворта (The modified Ashworth scale of muscle spasticity) и оценивали по индексу мышечной спастичности (индекс Эшворта). При этом нормальный мышечный тонус оценивали в 0 баллов, а его крайнюю степень – в 4 балла.

Критерием эффективности лечения считалось восстановление нарушенной мобильности, которую оценивали по индексу мобильности Ривермид (Rivermead mobility index): значение индекса измеряли от 0 (невозможность самостоятельного выполнения каких-либо произвольных движений) до 15 баллов (возможность пробежать 10 м).

ФЭ мышц туловища и паретичной нижней конечности проводили с использованием ЭМС-тренажера Loncego Ariculus X8 (рег. удостоверение № РЗН 2015/2450 от 27.02.2015 г.) по следующей схеме: по два электрода располагали в пояснично-крестцовом отделе позвоночника паравертебрально; в области большой и средней ягодичных мышц; в области четырехглавой мышцы бедра и в зоне передней большеберцовой мышцы голени.

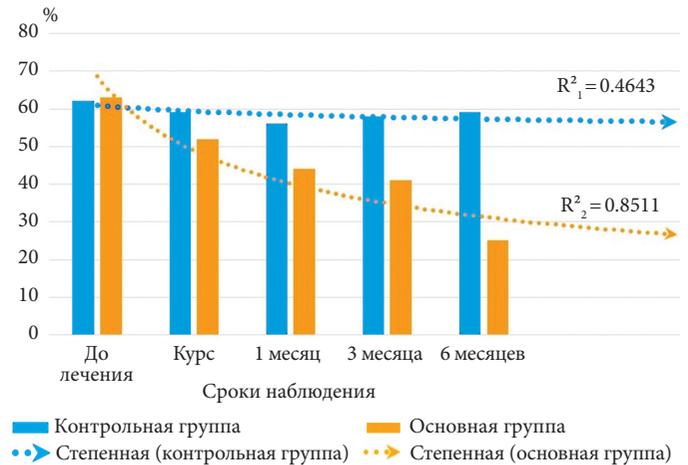
Силу тока регулировали до умеренного сокращения мышц под электродами, длительность импульса и паузы составляла по 4 и 2 с соответственно, частота – 80 Гц, длительность процедуры – 5–10 мин. Курс – 12–15 процедур в зависимости от состояния больного. Критерии включения: пациенты с ОНМК по ишемическому типу, имеющие единичный очаг инсульта, находившиеся в раннем восстановительном периоде инсульта до шести месяцев, подписавшие информированное согласие на участие в исследовании; наличие у пациентов после перенесенного инсульта нарушений мобильности. Критерии невключения: наличие заболеваний в стадии обострения, сложные формы нарушений ритма сердца, наличие постинсультных выраженных когнитивных нарушений, наличие выраженных контрактур в суставах, аллергические реакции на БТ типа А в анамнезе, общие противопоказания к физиотерапии, отказ пациента от участия в исследовании.

Подготовку и обработку статистических данных проводили с использованием текстового редактора Microsoft Office Word 2010 и статистических пакетов прикладных программ Statistica 10.0. Проводили корреляционно-регрессионный анализ, где  $n$  – число наблюдений,  $R^2$  – коэффициент достоверности аппроксимации,  $r$  – коэффициент корреляции. Адекватность полученной статистической модели проверяли по F-критерию и t-критерию Стьюдента, при этом  $p \leq 0.05$  – достоверность изменений между показателями у больных до лечения и нормой;  $p \leq 0.05^*$  – достоверность изменений между показателями у больных до и после лечения;  $p \leq 0.05^{**}$  – достоверность изменений между показателями у больных в контрольной и основной группах в одни и те же сроки наблюдения. Результаты лечения оценивали после курса лечения, а также через один, три и шесть месяцев.

## Результаты и обсуждение

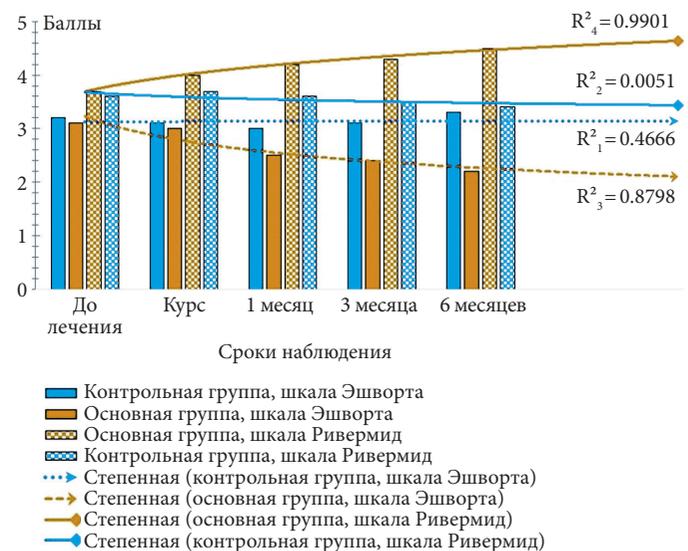
Предлагаемое нами комплексное лечение больных с ОНМК было рассчитано на восстановление естественной нейропластичности головного мозга, которая, как известно, особенно выражена в первые полгода от момента развития инсульта [7]. Известно, что нейропластичность стволовых клеток реагирует на внешние воздействия, что перспективно для ремодуляции нервной ткани при инсультах. Предполагается, что стволовые клетки способны мигрировать на большие пространства мозга, в том числе в область повреждения [8]. В литературе отмечается также, что физические тренировки активируют периинфарктную зону коры и мозжечок, а также аналогичные зоны здорового полушария. В результате может восстановиться автоматизм движений [9].

В исследовании [10] сообщается, что БТ при внутримышечном введении в спастичные мышцы блокирует нервно-мышечную передачу, подавляет высвобождение нейромедиатора ацетилхолина в синаптическую щель и усиливает эффекты ФЭ в восстановлении двигательной доминанты в мозге. Важным также является изменение патологического двигательного стереотипа, в формировании которого принимает участие болевой синдром, возникший в пораженной конечности. ФЭ и БТ снижают периферическую гиперальгезию ноцицептивных проводников, что уменьшает количество болевых импульсов и подавляет центральную сенситизацию [11]. Так, до начала лечения значения индек-



Примечание.  $R^2_1 = 0.4643$  – коэффициент достоверности аппроксимации у больных в контрольной группе;  $R^2_2 = 0.8511$  – коэффициент достоверности аппроксимации у больных в основной группе.

**Рис. 2. Динамика индекса ВАШ (%) у больных в контрольной и основной группах в процессе наблюдения**



Примечание. Коэффициенты достоверности аппроксимации индекса Эшворта и индекса Ривермид были равны у больных контрольной группы  $R^2_1 = 0.4666$  и  $R^2_2 = 0.0051$  соответственно; у больных основной группы –  $R^2_3 = 0.8798$  и  $R^2_4 = 0.9901$  соответственно.

**Рис. 3. Динамика показателей индексов Эшворта и Ривермид у больных контрольной и основной групп в процессе наблюдения**

са ВАШ у больных в контрольной и основной группах были выше нормы на 62.4% ( $p = 0.042$ ) и 63.5% ( $p = 0.041$ ) соответственно (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что у больных в основной группе индекс ВАШ после курса лечения стал меньше аналогичных значений до лечения на 17.4% ( $p = 0.066$ ); через месяц – на 30.2% ( $p = 0.039^{**}$ ); через три месяца – на 34.9% ( $p = 0.041^{**}$ ); через шесть месяцев – на 60.4% ( $p = 0.037^{**}$ ), а коэффициент достоверности аппроксимации соответствовал  $R^2_2 = 0.8511$ . У больных же в контрольной группе улучшение не было стойким ( $R^2_1 = 0.4643$ ), а обострение болевого синдрома наступило к третьему месяцу.

Изменения индексов Эшворта и Ривермид у больных в контрольной и основной группах представлены на рис. 3.

Из данных рис. 3 видно, что до начала лечения значения индекса Эшворта у больных в контрольной и основной группах были выше нормы на 32.2% ( $p = 0.040^*$ ) и 32.1% ( $p = 0.043^*$ ) соответственно. У больных основной группы индекс Эшворта после курса лечения уменьшился по сравнению со значениями до лечения на 3.2% ( $p = 0.064$ ); через месяц – на 19.3% ( $p = 0.048^*$ ); через три месяца – на 22.5% ( $p = 0.043^{*,**}$ ); через шесть месяцев – на 28.4% ( $p = 0.035^{*,**}$ ). При этом до начала лечения индекс Ривермид у больных в контрольной и основной группах свидетельствовал об ограничении мобильности до 3.6 и 3.7 баллов соответственно. У больных в основной группе этот индекс после курса лечения повысился на 8.1% ( $p = 0.067$ ); через месяц – на 13.5% ( $p = 0.058$ ); через три месяца – на 16.2% ( $p = 0.047^*$ ); через шесть месяцев – на 21.6% ( $p = 0.039^{*,**}$ ). В клинической картине это сопровождалось уменьшением спастичности и улучшением мобильности у данных больных при ходьбе, вставании с постели и со стула, также наблюдалось улучшение походки. У больных в контрольной группе столь достоверных и стойких изменений не произошло.

Эффективность лечения у больных в основной группе сопровождалась положительным клиническим прогнозом, где коэффициенты достоверности аппроксимации индексов ВАШ, Эшворта и Ривермид соответствовали значениям  $R^2_2 = 0.8511$ ,  $R^2_3 = 0.8798$  и  $R^2_4 = 0.9901$ , а линии их трендов стремились к своей норме. При этом отмечались тесные парные корреляции: между индексами ВАШ и Эшворта –  $r = +0.9414$ ; между индексами ВАШ и Ривермид –  $r = -0.9798$ ; между индексами Эшворта и Ривермид –  $r = -0.9898$ .

Таким образом, включение в реабилитационные мероприятия больных, перенесших инсульт, на фоне лекарственной терапии, комплекса инъекций БТ типа А в спастичные мышцы паретичной нижней конечности и ФЭ мышц туловища и паретичной нижней конечности способствует более выраженному улучшению клинического состояния больных по сравнению с проведением только инъекций БТ типа А. При этом уменьшение спастичности сопровождается уменьшением болевого синдрома, что в конечном итоге улучшает мобильность пациентов.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

## Литература

1. Кастей Р.М. и др. Эпидемиологические аспекты и факторы развития острых нарушений мозгового кровообращения (литературный обзор) // Вестник Казахского национального медицинского университета. – 2020. – № 2–1. – С. 591–596. [Kastey R.M. et al. Epidemiological aspects and factors in the development of acute cerebrovascular accidents (literature review) // Bulletin of the Kazakh National Medical University. – 2020. – No. 2–1. – P. 591–596. In Russian].
2. Лазарев А.В. и др. Организационные резервы сбережения здоровья населения от болезней системы кровообращения // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2020. – Т. 28. – № S1. – С. 762–765.

- [Lazarev A.V. et al. Organizational reserves for saving the health of the population from diseases of the circulatory system // Problems of social hygiene, health care and history of medicine. – 2020. – V. 28. – No. S1. – P. 762–765. In Russian].
3. Сабгайда Т.П. и др. Предотвратимая смертность населения трудоспособного возраста // Национальные демографические приоритеты. Новые подходы, тенденции. Серия: Демография, социология, экономика. – Москва. – 2019. – С. 187–190. [Savgaida T.P. et al. Preventable mortality of the working age population // National demographic priorities. New approaches, trends. Series: Demography, sociology, economics. – Moscow. – 2019. – P. 187–190. In Russian].
4. Савина А.А. и др. Динамика заболеваемости болезнями системы кровообращения взрослого населения Российской Федерации в 2007–2019 гг. // Социальные аспекты здоровья населения. – 2021. – Т. 67. – № 2. [Savina A.A. et al. Dynamics of incidence of diseases of the circulatory system of the adult population of the Russian Federation in 2007–2019 // Social aspects of Population health. – 2021. – V. 67. – No. 2. In Russian]. DOI: 10.21045/2071-5021-2021-67-2-1.
5. Waldman A. et al. Stroke center certification. 2018.
6. Мачинский П.А. и др. Сравнительная характеристика показателей смертности и летальности от ишемического и геморрагического инсульта в России // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2019. – № 3 (51). – С. 101–118. [Machinsky P.A. et al. Comparative characteristics of mortality and mortality rates from ischemic and hemorrhagic strokes in Russia // News of higher educational institutions. Volga region. Medical Sciences. – 2019. – No. 3 (51). – P. 101–118. In Russian].
7. Feigin V.L. et al. World Stroke Organization (WSO): global stroke fact sheet 2022 // International Journal of Stroke. – 2022. – V. 17. – No. 1. – P. 18–29. DOI: 10.1177/17474930211065917.
8. Young C.C. et al. Cellular and molecular determinants of stroke-induced changes in subventricular zone cell migration // Antioxidants & redox signaling. – 2011. – V. 14. – No. 10. – P. 1877–1888.
9. Damulin I.V. et al. Stroke and neuroplasticity // Zh. Nevrol. Psikhiatr. im. S.S. Korsakova. – 2014. – V. 114. – No. 12. – P. 136–142. DOI: 10.17116/jnevro2014114121136-142.
10. Костенко Е.В. и др. Ботулотоксин при болевых синдромах // Медицинский совет. – 2018. – № 1. – С. 58–63. [Kostenko E.V. et al. Botulinum toxin for pain syndromes // Medical Council. – 2018. – No 1. – P. 58–63. In Russian].
11. Marquez-Chin C. et al. Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review // Biomedical engineering online. – 2020. – V. 19. – No. 1. – P. 1–25.