

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАМЯТИ, ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ И ПРАКСИСА У ПОСТИНСУЛЬТНЫХ БОЛЬНЫХ, ПРОХОДИВШИХ РЕАБИЛИТАЦИЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ «ИМК + ЭКЗОСКЕЛЕТ КИСТИ»

УДК 616.831-005

Котов С.В.¹, Бирюкова Е.В.^{2,3}, Турбина Л.Г.¹, Кондур А.А.¹, Зайцева Е.В.¹

¹ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», г. Москва, Российская Федерация

²ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва, Российская Федерация

³ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И.Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация

THE STUDY OF MEMORY, SPATIAL THINKING AND PRAXIS IN REHABILITATION OF POST-STROKE PATIENTS USING «BCI + EXOSKELETON»

Kotov SV¹, Biryukova EV^{2,3}, Turbina LG¹, Kondur AA¹, Zaytseva EV¹

¹Moscow regional scientific-research clinical Institute n.a. M. F. Vladimirsky, Moscow, Russian Federation

²Institute of higher nervous activity and neurophysiology of RAS, Moscow, Russian Federation

³Russian national scientific medical University n.a. N.I. Pirogov, Moscow, Russian Federation

Введение. Инсульт является одним из главных факторов как двигательного, так и когнитивного дефицита. Постинсультные когнитивные нарушения – это нарушения, которые выявляются в первые 3 месяца после инсульта и, как правило, не позднее года [1; 2]. В литературе имеются сведения о трёх клинико-патогенетических вариантах постинсультных когнитивных нарушениях: сосудистые постинсультные когнитивные дисфункции на фоне повторных инфарктов или лейкоареоза, последствие перенесенного инсульта в зоне, отвечающей за когнитивную функцию, а также смешанные когнитивные нарушения, наблюдаемые при декомпенсации хронического дегенеративного процесса [3].

Когнитивная сфера включает память, внимание, речь, гнозис, праксис, счет, мышление, ориентацию. Эффективность этих процессов вследствие поражения головного мозга ухудшается по сравнению с исходными показателями индивида. Актуален тот факт, что когнитивная дисфункция наблюдается у 40-70 % лиц, перенесших мозговую инсульт, а риск развития деменции имеет место, по крайней мере, в течение нескольких лет после инсульта [4; 5].

Пациенты, перенесшие мозговую инсульт, вследствие которого возник когнитивный дефицит, имеют меньшую приверженность к реабилитационному лечению и вторичной профилактике, что влияет на ресоциализацию, бытовую адаптацию, а также на профессиональные навыки больного. Следовательно,

раннее выявление дефицита и его компенсация способствует более эффективному восстановлению больного [6].

Пристальное внимание постинсультным когнитивным нарушениям отводится и в зарубежной литературе [7; 8]. Постоянно обсуждаются методы наиболее точной оценки когнитивной сферы больных, принципы медикаментозной и психологической поддержки.

В силу того, что инсульт занимает первое место среди всех причин первичной инвалидности взрослого населения, возникает необходимость внедрения эффективных средств реабилитации [9]. Согласно зарубежным и отечественным исследованиям перспективным является применение экзоскелетов руки, управляемых интерфейсом «мозг-компьютер» (ИМК), основанном на кинестетическом воображении движения [10–15]. В свою очередь, процесс выполнения ментальной задачи способствует активации сенсомоторных зон коры головного мозга, и при правильном систематическом повторении воображения движения запускаются механизмы нейропластичности [16; 17]. К настоящему времени появились работы о том, что наряду с восстановлением двигательной функции, имеется и положительное влияние экзоскелета на стабилизацию психологических процессов и когнитивную функцию [13].

Цель: изучение влияния нейрореабилитации с применением «ИМК + экзоскелет кисти» на восстановление высших корковых функций у постинсультных больных.

Материалы и методы обследования.

В исследовании принимали участие 6 мужчин и 4 женщины, перенесших мозговую инсульт: ишемический инсульт диагностирован у 7 человек, геморрагический – у 3. Диагноз у каждого пациента был верифицирован методом нейровизуализации. Все пациенты имели постинсультный гемипарез с выраженностью от 1 до 4 баллов в соответствии со степенью снижения силы мышц, преимущественно в руке: правосторонний спастический гемипарез выявлен у 4 больных, левосторонний – у 6. Давность инсульта у исследуемых составлял от 2-х месяцев до 2-х лет.

Для оценки динамики когнитивных функций в процессе нейрореабилитации были использованы до и после занятий на «ИМК + экзоскелет кисти» следующие тесты и шкалы: батарея лобной дисфункции (FAB), методика А.Р. Лурия «10 слов», тест запоминания 10 слов, субтест 9 «Кубики Коса» теста Векслера.

Батарея лобной дисфункции используется для выявления деменции с преимущественным поражением лобных отделов или подкорковых структур головного мозга. Тест состоит из 6 пунктов оценки: концептуализация, беглость речи, динамический праксис, простая реакция выбора, усложнённая реакция выбора, исследование хватательных рефлексов.

Методика А.Р. Лурия «10 слов» и тест запоминания 10 слов позволяет оценить слуховую память на слова, процесс запоминания, сохранения и воспроизведения информации, утомляемость и внимание пациентов. Следует отметить, что взрослый человек с нормальной памятью к третьей попытке обычно воспроизводит правильно до 9 или 10 слов.

Субтест 9 «Кубики Коса» теста Векслера отражает конструктивное мышление, а также способен отражать определенные личностные качества, моторно-зрительную координацию, способность к абстрагированию. Испытуемому дается задание сложить из специальных кубиков десять предложенных изображений. Для каждого задания имеются временные ограничения. Оценка теста производится по бальной системе: изображения 1-2 – по 4 балла за решение с 1-й попытки, по 2 балла за решение со второй попытки; изображения 3-6 – по 4 балла; изображения 7-10 – по 4 балла за складывание каждого изображения, а также даются дополнительные баллы за скорость.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью стандартной статистической компьютерной программы. Для оценки динамики восстановления когнитивной функции применялся непараметрический критерий Уилкоксона.

В процессе исследования мы использовали комплекс, включающий персональный компьютер с про-

граммным обеспечением для синхронной передачи данных, выделения показателей ЭЭГ и классификации сигналов для определения управляющей команды, энцефалографический аналого-цифровой преобразователь NVX52 производства ООО «Нейроботикс», электроэнцефалографическую шапочку ActiCap фирмы BrainProducts для регистрации ЭЭГ, экзоскелет кисти производства НПО «Андроидная техника», управляемый электромоторами [15].

При выполнении процедуры пациент располагался в специализированном кресле перед монитором ПК, кисть его фиксировалась в экзоскелете. На экране монитора в центре имелся круг для концентрации внимания, 3 стрелки, которые при окрашивании в зеленый и синий цвет задавали команды: расслабиться, пред- ставить состояние мышц при раскрытии правой или левой кисти. Классификатор распознавал правильное выполнение ментальной задачи [18], после чего следовало раскрытие кисти руки. Каждая процедура работы на «ИМК + экзоскелет кисти» включала 3 сессии по 10 минут с перерывами на 3-5 минут.

Результаты исследования и их обсуждение

При проведении теста FAB было отмечено, что беглость речи и динамический праксис достоверно улучшились после курса реабилитации с применением «ИМК + экзоскелет кисти», тогда как другие составляющие были без существенных изменений (см. табл. №1).

Из ниже представленной таблицы №2 очевидна положительная тенденция в запоминании слов с помощью методики А.Р. Лурия при первых и последних попытках воспроизведения слов, а к десятому разу эта тенденция становится достоверной.

Таблица 2. Результаты оценки когнитивной сферы с использованием методики А.Р. Лурия.

	до	после
1	4.6±0.7	5.8±0.5
2	6.6±0.6	7.4±0.5
3	7.1±0.5	6.9±0.3
4	7.4±0.4	7.5±0.6
5	8.1±0.5	7.7±0.3
6	8.2±0.5	8.3±0.3
7	8.3±0.6	8.6±0.2
8	8.9±0.5	8.6±0.4
9	8.7±0.5	8.9±0.3
10	8.9±0.6	9.4±0.3*

Данные представлены как среднее значение (M) и стандартная ошибка среднего (±m)
* p < 0,05 (по критерию Уилкоксона).

Таблица 1. Результат оценки когнитивной сферы у пациентов после механотерапии согласно тесту FAB (батарея лобной дисфункции).

	Концептуализация		Беглость речи		Динамический праксис		Простая реакция выбора		Усложненная реакция выбора		Исследование хватательных рефлексов	
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
M(±m)	3	2.9±0.11	2.3±0.27	2.5±0.32*	2.7±0.16	3**	3	3	2.9±0.11	2.9±0.11	3	3

Данные представлены как среднее значение (M) и стандартная ошибка среднего (±m)
* p < 0,05, ** p < 0,01 (по критерию Уилкоксона).

Обращает на себя внимание и своеобразная отрицательная тенденция в запоминании слов в середине проведения теста, которая может быть связана с изменением концепции запоминания предоставленной информации после проведения занятий на «ИМК + экзоскелет кисти» (см. рис. №1)

Для более точной оценки объема оперативной памяти пациентов, скорости запоминания бы применён и тест запоминания 10 слов.

Рисунок № 2 показывает, что при проведении теста запоминания 10 слов, как и методики А.Р. Лурия отмечается положительная тенденция при запоминании информации. Согласно данным из таблицы №3 видно, что после проведения курса занятий на «ИМК + экзоскелет кисти» при первой попытке воспроизведения 10 слов и категориальных подсказках отмечен достоверно лучший результат.

Таблица 3. Результаты исследования когнитивной сферы с использованием теста запоминания 10 слов.

	До процедуры	После процедуры
1я попытка	4±0.4	4.7±0.6*
2я попытка	6±0.7	6.5±0.6
Категориальные подсказки	7.5±0.6	8.1±0.5**

Данные представлены как среднее значение (М) и стандартная ошибка среднего ($\pm m$)

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ (по критерию Уилкоксона).

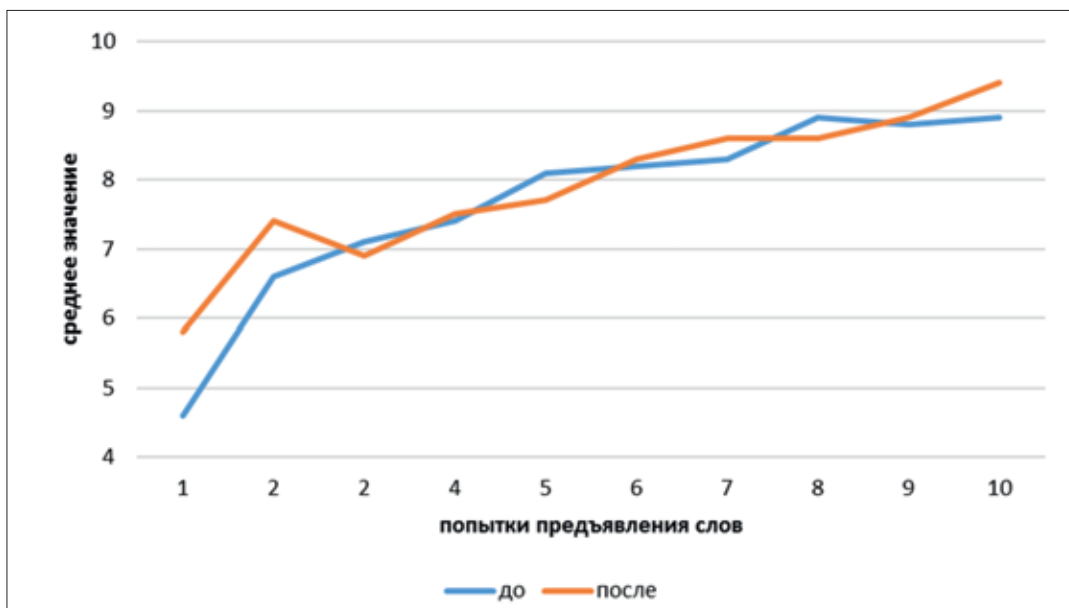


Рис. 1. Динамика запоминания слов при использовании методики А.Р.Лурия.

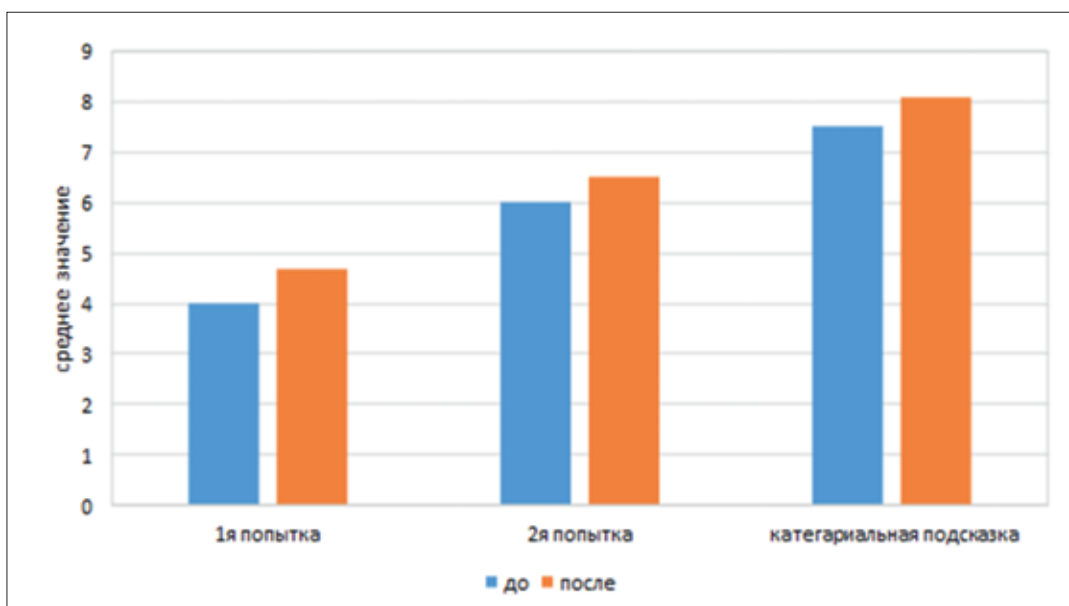


Рис. 2. Динамика воспроизведения информации при использовании теста запоминания 10 слов.

В процессе нашего исследования у восьми пациентов был проведен субтест 9 «Кубики Коса» теста Векслера. Двое пациентов не смогли справиться с заданиями ни до занятий на «ИМК + экзоскелет кисти», ни после. Однако, при повторном проведении теста по окончании процедур отмечена положительная динамика в виде появления правильной концепции в выполнении поставленной задачи. Трое пациентов справились не со всеми заданиями, однако, в конце курса проведенной нейрореабилитации количество правильно выполненных заданий увеличилось. Остальные пациенты справились со всеми заданиями, но и тут отмечена положительная динамика в виде сокращения времени при выполнении заданий.

Данные таблицы №4 показывают достоверное ($p < 0,01$ по критерию Уилкоксона) улучшение конструктивного мышления у больных при проведении данного теста после реабилитации с применением «ИМК + экзоскелет кисти».

Таблица 4. Результаты исследования конструктивного мышления с помощью субтеста 9 «Кубики Коса» теста Векслера.

Пациенты	До	После
1	8	20
2	34	36
3	20	22
4	0	0
5	20	24
6	0	0
7	38	40
8	29	32

Данные представлены в бальной системе оценки субтеста 9 «Кубики коса»

Таблица 5. Динамика когнитивных функций пациента, проходившего лечение с применением «ИМК + экзоскелет кисти».

	До	После	Контроль
Батарея лобной дисфункции, баллов	17	18	17
методика А.Р. Лурия «10 слов»	К 10-й попытке – 9 слов	К 10-й попытке – 10 слов	10 слов смог воспроизвести уже к 8-й попытке
тест запоминания 10 слов	1-я попытка – 4 слова; 2-я попытка – 3 слова; Категориальная подсказка – 6 слов	1-я попытка – 5 слов; 2-я попытка – 8 слов; Категориальная подсказка – 7 слов	1-я попытка – 4 слова; 2-я попытка – 7 слов; Категориальная подсказка – 10 слов
субтест 9 «Кубики Коса»	8 баллов	20 баллов	20 баллов

Описание клинического случая.

Данный клинический случай предоставлен в качестве наглядной иллюстрации по улучшению высших корковых функций у больного, перенесшего мозговую инсульт и проходившего комплексное реабилитационное лечение, включающее занятия на «ИМК + экзоскелет кисти».

Пациент Х. 63 лет проходил реабилитационное лечение в условиях неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. На момент исследования давность геморрагического инсульта в правом полушарии с корково-подкорковой локализацией составляла 17 месяцев.

Реабилитационное лечение включало занятия на «ИМК+ экзоскелет кисти», занятия с логопедом, физиотерапевтические процедуры, сеансы гипербарической оксигенации, курсы массажа, а также ноотропную и сосудистую терапию.

В начале и по окончании курса реабилитации, а также спустя 5 месяцев проводилось тестирование по следующим шкалам: батарея лобной дисфункции (FAB), методика А.Р. Лурия «10 слов», тест запоминания 10 слов, субтест 9 «Кубики Коса» теста Векслера, результаты которых для сравнения представлены в табл. №5.

Из выше представленных данных заметна положительная динамика когнитивных функций после нейрореабилитации с применением «ИМК + экзоскелет кисти». Стоит также отметить, что у данного пациента не произошло ухудшения полученных результатов через отсроченный период времени.

Заключение.

- Применение экзоскелетов руки, управляемых интерфейсом «мозг-компьютер», для нейрореабилитации больных с постинсультными двигательными расстройствами достоверно улучшает состояние когнитивных функций.
- Курсы тренировок воображения движения с использованием «ИМК + экзоскелет» способствуют перестройке пространственного мышления, концепции запоминания, что проявляется в достоверном улучшении кратковременной памяти, беглости речи и праксиса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Левин О.С., Усольцева Н.И., Юнищенко Н.А. Постинсультные когнитивные нарушения: механизмы развития и подходы к лечению. Трудный пациент 2007; (8): 29-36.
2. Левин О.С. Диагностика и лечение деменции в клинической практике. М.: МЕДпресс-информ, 2010. - 256 с.
3. Захаров В.В., Вахнина Н.В. Инсульт и когнитивные нарушения. Журнал неврологии, нейропсихиатрии, психосоматика. 2011;3(2):8-16.
4. Вахнина Н.В., Никитина Л.Ю., Яхно Н.Н. и др. Постинсультные когнитивные нарушения. Журнал неврологии и психиатрии им С.С. Корсакова (приложение инсульт) 2008; 22:16-21.
5. Киспаева Т.Т., Скворцова В.И. Ранние критерии диагностики когнитивной дисфункции у больных с первым церебральным инсультом. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова (приложение Инсульт) 2008; 23: 7-9.
6. Кардаш О.И. Оценка реабилитационного потенциала в условиях ресоциализации пациентов, перенесших инсульт, средствами оккупационной терапии. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016; 8 (5): 826-830.
7. Desmond D.W. The neuropsychology of vascular cognitive impairment: is there a specific cognitive deficit? J NeurolSci 2004; 226 (1-2):3-7.
8. Frisoni G.B., Galluzzi S., Bresciani L. et al. Mild cognitive impairment with subcortical vascular features. Clinical characteristics and outcome. J Neurol 2002; 249: 1423-32.
9. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Реабилитация неврологических больных. – 3-е изд. – М.: МЕДпресс - информ, 2014; 560 с.
10. Ang KK, Guan C, Phua KS, Wang C, Zhou L, Tang KY, et al. Brain-computer interface-based robotic end effector system for wrist and hand rehabilitation: results of a three-armed randomized controlled trial for chronic stroke. Frontiers in neuroengineering. 2014; 7: 30.
11. Ang KK, Chua KS, Phua KS, Wang C, Chin ZY, Kuah CW, et al. A Randomized Controlled Trial of EEG-Based Motor Imagery Brain-Computer Interface Robotic Rehabilitation for Stroke. Clinical EEG and neuroscience. 2015; 46 (4): 310-20.
12. Ramos-Murguialday A, Broetz D, Rea M, Laer L, Yilmaz O, Brasil FL, et al. Brain-machine interface in chronic stroke rehabilitation: a controlled study. Annals of neurology. 2013; 74 (1): 100-8.
13. Котов С.В., Турбина Л.Г., Бобров П.Д., Фролов А.А., Павлова О.Г., Курганская М.Е., Бирюкова Е.В. Применение комплекса «интерфейс «мозг-компьютер» и экзоскелет» и техники воображения движения для реабилитации после инсульта. Альманах клинической медицины, 2015; 39, 15-21.
14. Мокиенко О.А., Люкманов Р.Х., Черникова Л.А., Супонева Н.А. Пирадов М.А., Фролов А.А. Интерфейс мозг-компьютер: первый опыт клинического применения в России. Физиология человека, 2016; 42(1), 31-39.
15. Фролов А.А., Мокиенко О.А., Люкманов Р.Х., Черникова Л.А., Котов С.В., Турбина Л.Г., Бобров П.Д., Бирюкова Е.В., Кондур А.А., Иванова Г.Е., Старицын А.Н., Бушкова Ю.В., Джалагония И.З., Курганская М.Е., Павлова О.Г., Будилин С.Ю., Азиатская Г.А., Хижникова А.Е., Червяков А.В., Лукьянов А.Л., Надарейшвили Г.Г. Предварительные результаты контролируемого исследования эффективности технологии ИМК-экзоскелет при постинсультном парезе руки. Вестник РГМУ, 2016 ;2, 17-25.
16. Neuper C, Scherer R, Reiner M, Pfurtscheller. Imagery of motor actions: Differential effects of kinesthetic and visual-motor mode of imagery in single-trial EEG. Brain Research. Cognitive Brain Research. 2005;25(3):668-677.
17. Yoon JA, Koo BI, Shin MJ, Shin YB, Ko HY, Shin YI. Effect of constraint-induced movement therapy and mirror therapy for patients with subacute stroke. Ann Rehabil Med. 2014;38(4): 458-66.
18. Бобров П.Д., Коршаков А.В., Рошин В.Ю., Фролов А.А. Байесовский подход к реализации интерфейса мозг-компьютер, основанного на представлении движений. Журн. высш. нерв. деятельности. 2012. 62(1),89-99.

REFERENCES:

1. Levin OS, Usoltseva NI, Yunishchenko NA. [Post-stroke cognitive impairment: mechanisms of development and approaches to treatment]. Difficult patient of 2007; (8): 29-36.
2. Levin OS. [Diagnosis and treatment of dementia in clinical practice]. M.: MEDpress-inform, 2010. - 256 p.
3. Zakharov VV, Vakhnina NV. [Stroke and cognitive impairment. Journal of Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics. 2011; 3 (2): 8-16.
4. Vakhnina NV, Nikitina LYu, Yakhno NN. [Post-stroke cognitive impairments]. Journal of Neurology and Psychiatry n.a. S.S. Korsakov (Application stroke) 2008; 22: 16-21.
5. Kispaeva TT, Skvortsova VI. [Early criteria for diagnosis of cognitive dysfunction in patients with the first cerebral stroke]. Journal of Neurology and Psychiatry n.a. S.S. Korsakov (Application stroke) 2008; 23: 7-9.
6. Kardash OI. [Evaluation of rehabilitation potential in the conditions of resocialization of stroke patients by means of occupational therapy]. International Journal of Applied and Fundamental Research. 2016; 8 (5): 826-830.
7. Desmond D.W. The neuropsychology of vascular cognitive impairment: is there a specific cognitive deficit? J NeurolSci 2004; 226 (1-2): 3-7.
8. Frisoni G.B., Galluzzi S., Bresciani L. et al. Mild cognitive impairment with subcortical vascular features. Clinical characteristics and outcome. J Neurol 2002; 249: 1423-32.
9. Kadykov AS, Chernikova LA, Shakhparonova NV. [Rehabilitation of neurological patients]. - 3rd ed. - M.: MEDpress-inform, 2014; 560 p.
10. Ang KK, Guan C, Phua KS, Wang C, Zhou L, Tang KY, et al. Brain-computer interface-based robotic end effector system for wrist and hand recovery: results of a three-armed randomized controlled trial for chronic stroke. Frontiers in neuroengineering. 2014; 7:30.
11. Ang KK, Chua KS, Phua KS, Wang C, Chin ZY, Kuah CW, et al. A Randomized Controlled Trial of EEG-Based Motor Imagery Brain-Computer Interface Robotic Rehabilitation for Stroke. Clinical EEG and neuroscience. 2015; 46 (4): 310-20.
12. Ramos-Murguialday A, Broetz D, Rea M, Laer L, Yilmaz O, Brasil FL, et al. Brain-machine interface. Annals of neurology. 2013; 74 (1): 100-8.
13. Kotov SV, Turbina LG, Bobrov PD, Frolov AA, Pavlova OG, Kurganskaya ME, Biryukova EV. [The application of the complex «brain-computer interface» and exoskeleton «and the techniques of the imagination of movement for rehabilitation after a stroke]. Almanac of Clinical Medicine, 2015; 39, 15-21.
14. Mokiienko OA, Lyukmanov RKh, Chernikova LA, Suponeva N.A. Piradov MA, Frolov AA. [The brain-computer interface: the first experience of clinical application in Russia]. Human Physiology, 2016; 42 (1), 31-39.
15. Frolov AA, Mokiienko OA, Lyukmanov RKh, Chernikova LA, Kotov SV, Turbina LG, Bobrov PD, Biryukova EV, Kondur AA, Ivanova GE, Staritsyn AN, Bushkova Yu.V., Dzhalaqonia IZ, Kurganskaya ME, Pavlova OG, Budilin SY, Asian G A.A., Khizhnikova AE, Chervyakov AV, Lukyanov AL, Nadareishvili GG. [Preliminary results of a controlled study of the effectiveness of the effectiveness of IMC-exoskeleton technology in post-stroke paresis of the hand]. Bulletin of the Russian State Medical University, 2016; 2, 17-25.
16. Neuper C, Scherer R, Reiner M, Pfurtscheller. Imagery of motor actions: Differential effects of kinesthetic and visual-motor mode of imagery in single-trial EEG. Brain Research. Cognitive Brain Research. 2005; 25 (3): 668-677.
17. Yoon JA, Koo BI, Shin MJ, Shin YB, Ko HY, Shin YI. Effect of constraint-induced movement. Ann Rehabil Med. 2014; 38 (4): 458-66.
18. Bobrov PD, Korshakov AV, Roshchin V.Yu., Frolov AA Bayesian approach to the implementation of the brain-computer interface, based on the representation of movements. Jour. Supreme. nerve. Activities. 2012. 62 (1), 89-99.

РЕЗЮМЕ

Введение. Инсульт является одним из главных факторов как двигательного, так и когнитивного дефицита. Постинсультные когнитивные нарушения - это нарушения, которые выявляются в первые 3 месяца после инсульта и, как правило, не позднее года. Актуален тот факт, что когнитивная дисфункция наблюдается у 40-70 % лиц, перенесших мозговой инсульт, а риск развития деменции имеет место, по крайней мере, в течение нескольких лет после инсульта.

Цель: изучение влияния нейрореабилитации с применением «ИМК + экзоскелет кисти» на восстановление высших корковых функций у постинсультных больных.

Материалы и методы обследования. В исследовании принимали участие 6 мужчин и 4 женщины, перенесших мозговой инсульт: ишемический инсульт диагностирован у 7 человек, геморрагический - у 3. Все пациенты имели постинсультный гемипарез с выраженностью от 1 до 4 баллов в соответствии со степенью снижения силы мышц, преимущественно в руке. Для оценки динамики когнитивных функций в процессе нейрореабилитации были использованы до и после занятий на «ИМК + экзоскелет кисти» следующие тесты и шкалы: батарея лобной дисфункции (FAB), методика А.Р. Лурия «10 слов», тест запоминания 10 слов, субтест 9 «Кубики Коса» теста Векслера.

Результаты. При проведении теста FAB было отмечено, что беглость речи и динамический праксис достоверно улучшились после курса реабилитации с применением «ИМК + экзоскелет кисти». Очевидна положительная тенденция в запоминании слов с помощью методики А.Р. Лурия при первых и последних попытках воспроизведения слов, а к десятому разу эта тенденция становится достоверной. При проведении теста запоминания 10 слов так же отмечается положительная динамика при запоминании информации. Отмечается достоверное улучшение конструктивного мышления у больных при проведении данного теста после реабилитации с применением «ИМК + экзоскелет кисти».

Выводы. Применение экзоскелетов руки, управляемых интерфейсом «мозг-компьютер», для нейрореабилитации больных с постинсультными двигательными расстройствами достоверно улучшает состояние когнитивных функций, а именно способствует перестройке пространственного мышления, концепции запоминания, что проявляется в достоверном улучшении кратковременной памяти, беглости речи и праксиса.

Ключевые слова: инсульт, нейрореабилитация, нейроинтерфейс, мозг, компьютер, экзоскелет, память, мышление, праксис.

ABSTRACT

Introduction. Stroke is one of the main factors of both motor and cognitive deficits. Post-stroke cognitive impairment is a disorder that occurs within the first 3 months after a stroke and, as a rule, no later than a year. Actually, cognitive dysfunction is observed in 40-70% of people who underwent cerebral stroke, and the risk of developing dementia occurs at least for several years after a stroke.

Objective: to study the effect of neurorehabilitation using «BCI + exoskeleton» to restore higher cortical functions in post-stroke patients.

Materials and methods. Six men and four women underwent cerebral stroke took part in the study: ischemic stroke was diagnosed in 7 patients, hemorrhagic stroke was in 3. All patients had post-stroke hemiparesis with a severity of 1 to 4 points in accordance with the degree of muscle strength reduction, mainly in the arm. To assess the dynamics of cognitive functions in the process of neurorehabilitation, the following tests and scales were used before and after classes on the «BCI + exoskeleton»: the battery of frontal dysfunction (FAB), the AR technique. Luria «10 words», a test of memorizing 10 words, subtest 9 «Cubes of Scythe» of Wexler's test.

Results. During the FAB test, it was noted that speech fluency and dynamic praxis significantly improved after a course of rehabilitation with the use of «BCI + exoskeleton». There is a clear positive trend in the memorization of words with the help of A.R. Luria at the first and last attempts to reproduce words, and by the tenth time this trend has become reliable. When carrying out the memory test of 10 words, there is also a positive dynamics when memorizing information. There is a significant improvement in constructive thinking in patients with this test after rehabilitation with the use of «BCI + exoskeleton».

Conclusions. The use of exoskeletons of the hand controlled by the brain-computer interface for neurorehabilitation of patients with postinsultaneous motor disorders significantly improves the state of cognitive functions, namely, it facilitates the restructuring of spatial thinking, the concept of memorization, which is manifested in a reliable improvement in short-term memory, fluency of speech and praxis.

Keywords: stroke, neurorehabilitation, neurointerface, brain, computer, exoskeleton, memory, thinking, praxis.

Контакты:

Котов С.В. E-mail: kotovsv@yandex.ru