

DOI: 10.17117/na.2017.07.01.207

<http://ucom.ru/doc/na.2017.07.01.207.pdf>

Поступила (Received): 16.07.2017

**Чехомов М.Л., Ульянов А.В.**  
**К вопросу об использовании биоинженерного**  
**комплекса «интерфейс мозг-компьютер + виртуальная**  
**реальность» в неврологической реабилитации**  
**больных, перенесших инсульт**

**Chekhomov M.L., Ulyanov A.V.**  
**To the question of the use of bioengineered complex**  
**"interface brain-computer + virtual reality" in the**  
**neurological rehabilitation of patients with stroke**

*Статья посвящена вопросу использования нейроинтерфейсов при реабилитации больных перенесших инсульт. Авторами предложен новый биоинженерный комплекс «интерфейс мозг-компьютер + виртуальная реальность»*

**Ключевые слова:** интерфейс мозг-компьютер, реабилитация, инсульт

*The article is devoted to the use of neural interfaces in the rehabilitation of patients with stroke. The authors propose a new engineered complex "interface brain-computer + virtual reality"*

**Key words:** interface brain-computer, rehabilitation, stroke

**Чехомов Максим Леонидович**

Кандидат технических наук, технический директор  
 ООО «ИТК»  
 г. Краснодар, ул. Красная, 157

**Chekhomov Maxim Leonidovich**

Candidate of Engineering Sciences, Technical Director  
 LTD "ITK"  
 Krasnodar, Krasnaya st., 157

**Ульянов Александр Владимирович**

Генеральный директор  
 ООО «ПроектСервисЮг»  
 Краснодарский край, Анапский р-н, Гостагаевская ст-ца, ул. Комсомольская, 86

**Ulyanov Aleksandr Vladimirovich**

CEO  
 LTD "ProektServisYug"  
 Krasnodar territory, Anapsky dist., Gostagayevskaya, Komsomolskaya st., 86

Церебральный инсульт является одной из самых частых причин неврологической инвалидизации населения развитых стран. Во всем мире идут активные исследования, направленные на совершенствование диагностических и лечебных подходов при инсульте. Особенно это касается применения высокотехнологичных методов, используемых для восстановления двигательного и когнитивного неврологического дефицита, нарушающих качество жизни, трудоспособность и социальную интеграцию [1, 2].

Одной из перспективных разработок в нейрофизиологии и психофизиологии стали технологии интерфейсов мозг-компьютер (ИМК) на основе регистрации

и расшифровки ЭЭГ [3], что позволяет использовать методы обратной связи при выполнении воображения движений.

Результат восстановления нарушенных функций после инсульта зависит от большого числа факторов, причем локализация и размер очага повреждения мозга являются наиболее значимыми из них. Восстановление моторных функций наиболее активно происходит в первые 8-12 недели после инсульта, что связано с возвращением функциональной активности сохранившихся участков мозга и консолидацией деятельности анализаторов. Дальнейшее восстановление если происходит, то сниженными темпами, однако имеются данные о существенном улучшении функций мозга спустя длительные сроки, что связывают с нейропластичностью [9]. Термин «нейропластичность» подразумевает различные механизмы – замещение (изменение локализации представительства функции в коре), пластичность (способность к перестройке), компенсация (вовлечение дополнительных моторных корковых зон), реорганизация и др.

Сравнительное тестирование ИМК, работающих на основе регистрации ЭЭГ, показало, что надежность МКП-ИМК может достигать у отдельных испытуемых 75% при уровне случайного выбора – 25–50%, причем, только после длительных, несколько недель и месяцев, тренировок [5]. В то же время для Р300-ИМК надежность работы у большинства испытуемых достигает 95%, на фоне случайного выбора в 3–5%, и при этом длительность обучения алгоритмов и самих операторов не превышает 20 минут [6–7]. Что касается СМР-ИМК, то для их освоения, та же как и для МКП-ИМК, нужен длительный период тренировок, а приемлемая надежность 70–80% характерна далеко не для всех испытуемых [8]. Существенным недостатком СМР-ИМК является небольшое число команд, не более 3–8, которые этот интерфейс может выдать к исполнительным устройствам. Однако, СМР тип ИМК наиболее органично вписывается в идеологию тренировочного процесса для восстановления двигательной функции и поэтому широко востребован при создании нейротренажеров.

Роботизированные приспособления для реабилитации после инсульта позволяют в первую очередь увеличить интенсивность и длительность пассивных движений, однако проведенные исследования показали довольно скромные результаты, особенно в отношении функционального восстановления и увеличения повседневной активности [14]. М. Milot и соавт. [15] считают, что для увеличения эффективности роботизированной терапии необходимо использование виртуальной реальности.

Нами было использовано в комплексе «ИМК + очки виртуальной реальности», т.е. не просто для выполнения пассивных движений, а для создания дополнительного канала биологической обратной связи сенсомоторного анализатора. Применение комплекса «ИМК + экзоскелет» в реабилитации пациентов с постинсультными парезами дало положительный результат, причем отмечены улучшения не только двигательных функций, но также и повседневной активности и уменьшение инвалидизации, что указывает на необходимость продолжения исследований. В частности, представляется важным проанализировать влияние занятий на состояние мелкой моторики руки, когнитивные и психоэмоциональные показатели.

**Список используемых источников:**

1. Котов С.В. Новые технологии в диагностике и лечении больных в остром периоде инсульта. // Русский медицинский журнал. 2014. 22(10):712-6.
2. Иванова Г.Е. Восстановительное лечение больных с инсультом // Российский медицинский журнал. 2002. № 1. С.48.
3. Каплан А. Я. Нейрофизиологические основания и практические реализации технологии мозг-машинных интерфейсов в неврологической реабилитации // Физиология человека. 2016. Т. 42. № 1. С. 118–127.
4. Nichols-Larsen D.S., Clark P.C., Zeringue A. et al. Factors influencing stroke survivors' quality of life during subacute recovery. *Stroke* 2005; 36: 7: 1480-1484.
5. Birbaumer N. Breaking the silence: brain-computer interfaces (BCI) for communication and motor control // *Psychophysiology*. 2006. V. 43. P. 517.
6. Ганин И.П., Шишкин С.Л., Кочетова А.Г., Каплан А.Я. Интерфейс мозг-компьютер "на волне P300": исследование эффекта номера стимулов в последовательности их предъявления // Физиология человека. 2012. Т. 38(2). С. 5.
7. Guger C., Daban S., Sellers E.W. et al. How many people are able to control a P300-based brain computer interface (BCI) // *Neurosci. Lett*. 2009. V. 462(1). P. 94.
8. Ramos\*Murguialday A., Birbaumer N. Brain oscillatory signatures of motor tasks // *J. Neurophysiol*. 2015. V. 25. Doi: 10.1152/jn.00467.2013.
9. Lo A.C., Guarino P.D., Richards L.G. et al. Robot-assisted therapy for long-term upper-limb impairment after stroke. *N Engl J Med* 2010; 362: 1772-1783.
10. Milot M.-H., Spencer S.J., Chan V. et al. A crossover pilot study evaluating the functional outcomes of two different types of robotic movement training in chronic stroke survivors using the arm exoskeleton BONES. *J Neuro Engin and Rehabil* 2013; 10: 112.

© 2017, Чехомов М.Л., Ульянов А.В.

К вопросу об использовании биоинженерного комплекса «интерфейс мозг-компьютер + виртуальная реальность» в неврологической реабилитации больных, перенесших инсульт

© 2017, Chekhomov M.L., Ulyanov A.V.

To the question of the use of bioengineered complex "interface brain-computer + virtual reality" in the neurological rehabilitation of patients with stroke