

**Клинические подходы к применению нейробиоуправления.**

**Научный руководитель – Исайчев Сергей Александрович**

***Трофимова Александра Константиновна***

*Аспирант*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет психологии, Кафедра психофизиологии, Москва, Россия  
*E-mail: sandratrofimova@gmail.com*

Основная цель нейронауки заключается в наблюдении и понимании механизмов нервной системы, управлении поведенческо-ориентированными нейронными процессами и восстановлении или усилении приобретенных навыков. Нейробиоуправление (НБУ) - это разновидность биологической обратной связи, которая отражает процессы нейронной активности мозга, главная цель которой - улучшать процессы саморегуляции нейронных субстратов, отвечающих за определенное патологическое поведение, через визуальную, слуховую и другую стимуляцию в реальном времени. НБУ началось с экспериментов, которые показывают, что люди могут самостоятельно контролировать показатели электроэнцефалографии в реальном времени. Эти эксперименты привели к созданию новой сферы в нейронауке - технологии интерфейс мозг-компьютер (ИМК), позволяющая целенаправленно регулировать внешние устройства вместо нейронных структур.

Ряд клинических рандомизированных исследований продемонстрировали улучшение результатов реабилитации больных с инсультом и успех применения НБУ. Открытия в этих исследованиях подчеркивают важность понимания тяжести патологии центральной нервной системы и сопоставимость НБУ с имеющимися терапевтическими подходами. Одной из преобладающих моделей моторного восстановления после ишемического инсульта является компенсаторное возбуждение здорового полушария, что вызывает патологическое растормаживание путей, проходящих через мозолистое тело [3]. Соответственно, одновременная стимуляция пораженного полушария и торможение здорового полушария (с использованием транскраниальной магнитной стимуляции) может играть существенную роль в восстановлении двигательной функции [5]. Еще один ключевой принцип успешной реабилитации - это активная позиция пациента. Данный эффект подтвержден в исследованиях, включающих принудительное использование поврежденной руки [6] и роботизированную терапию, что минимизировало поощрение пациента со стороны экспериментатора [8]. Предполагается, что применение экзоскелета, в реальном времени осуществляющего полноценный контроль за перенесшим инсульт пациентом, в том числе сигналов сенсомоторной коры, позволит существенно улучшить результаты реабилитации.

В работе Ank K.K. [2] исследовали две экспериментальные группы пациентов, перенесших церебральный инсульт: первая группа использовала роботизированную руку с ИМК, что позволяло выделять подготовку к двигательному акту с помощью десинхронизации сенсомоторного ритма; второй группе проводили стандартную роботизированную терапию с помощью механической руки. Обе группы показали повышение показателей по шкале Фугл-Майер, но значимых различий между группами не наблюдалось.

Важным доказательством эффективности НБУ в реабилитации постинсультных больных явилось рандомизированное контролируемое двойное слепое исследование [4]. Включенные в это исследование пациенты имели тяжелую инвалидизацию в течении более шести месяцев после инсульта. Пациентам основной группы проводилась терапия биологической обратной связью с применением ИМК и вспомогательными сеансами физиотерапии, в результате чего они научились повышать регуляцию сенсомоторной области

пораженного полушария с помощью успешной десинхронизации мю-ритма и вспомогательными движениями роботизированной рукой. Пациентам группы плацебо случайным образом предъявлялась биологическая обратная связь и несвязанная роботизированная стимуляция. Только в экспериментальной группе наблюдалось повышение активации мю-ритма. Более того, пациенты продемонстрировали функциональное улучшение верхних конечностей на 3.4 балла по шкале Фугл-Майер, что отразилось в появлении минимальных движений рук, в отличие от контрольной группы, где двигательная активность рук отсутствовала полностью.

В некоторых исследованиях проводились сравнения терапии с применением ИМК и роботизированной реабилитации. В исследовании [7] сопоставляли эффекты влияния роботизированной терапии и ИМК на связь между функциональной реорганизацией и поведенческими проявлениями у постинсультных больных. Функциональное МРТ в состоянии покоя показало, что тренинг с применением ИМК повышает функциональную взаимосвязь в ипсилатеральной и контрлатеральной моторной коре и в мозжечке. Данные изменения были связаны с моторным восстановлением.

Задача таких исследований - соединить биологическую обратную связь с функциональной стимуляцией с целью восстановления утраченных связей между областями мозга, которые включены в смыслообразование, планирование и движение. Такая связь обеспечивает переход научения в коррекцию движений вне лаборатории.

На основе анализа литературы было проведено пилотное исследование, цель которого - оценить эффективность терапии нейробиоуправления в коррекции эмоциональных расстройств постинсультных больных. В результате были установлены нейрофизиологические паттерны тревожно-депрессивных расстройств.

Результаты исследования показали, что назначение терапии нейробиоуправления способствовало регрессу выраженности дезадаптивных эмоциональных реакций, что коррелировало с динамикой показателей биоэлектрической активности мозга и сердечно-сосудистой системы [1].

Определенно требуются еще доказательства, но использование биологической обратной связи как дополнение к физиотерапии или как мультимодальное воздействие является перспективным направлением в реабилитации постинсультных больных.

### Источники и литература

- 1) Трофимова А.К., Кезина Л.П., Силина Е.В., Исайчев С.А., Скобелева В.М. Психофизиологические механизмы коррекции тревожно-депрессивных расстройств с применением нейробиоуправления. Четвертая научно-практическая конференция с международным участием «Клиническая нейрофизиология и нейрореабилитация» - СПб, 24-25 ноября 2016. – 165 с.
- 2) Ank K.K. et al. Facilitating effects of transcranial direct current stimulation on motor imagery brain-computer interface with robotic feedback for stroke rehabilitation. Arch. Phys. Med. Rehabil. 96, 2015.p. 79-87
- 3) Calautti, C. et al. Functional neuroimaging studies of motor recovery after stroke in adults: a review. Stroke 34, 2003. p. 1553–1566.
- 4) Ramos-Murguialday, A. et.al. Brain-machine interface in chronic stroke rehabilitation: a controlled study. Ann. Neural. 74, 2013. p.100-108
- 5) Sung, W. H. et al. Efficacy of coupling inhibitory and facilitatory repetitive transcranial magnetic stimulation to enhance motor recovery in hemiplegic stroke patients. Stroke 44, 2013. p. 1375–1382.

- 6) Taub, E. The behavior-analytic origins of constraint-induced movement therapy: an example of behavioral neurorehabilitation. *Behav. Anal.* 35, 2012. p. 155–178.
- 7) Varkuti, B. et.al. Resting state changes in functional connectivity correlate with movement recovery for BCI and robot-assisted upper-extremity training after stroke. *Neurorehabil. Neural Repair* 27, 2013. p. 53-62.
- 8) Wolbrecht, E. T. et al. Optimizing compliant, model-based robotic assistance to promote neurorehabilitation. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 16, 2008. p. 286–297.