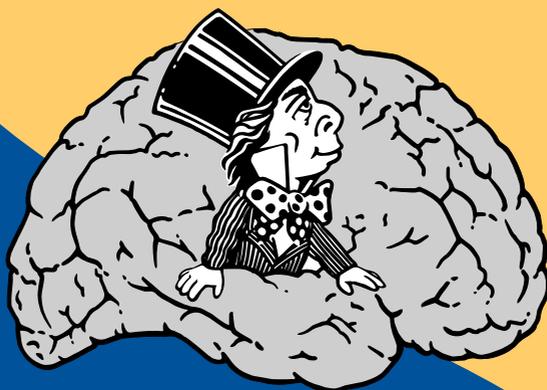


# КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
2019

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

УДК 159.9  
ББК 88.25  
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППиП. 2019 г. – 656 стр.

ISBN 978-5-4465-2346-7

УДК 159.9  
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-2346-7

©Авторы статей, 2019

## **ДИНАМИКА МЕЖПОЛУШАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ХОДЕ ТРЕНИНГОВ НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ИНСУЛЬТОМ**

Д. В. Каютина, М. С. Ковязина

[dia\\_diaa@mail.ru](mailto:dia_diaa@mail.ru)

МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва

**Аннотация.** Когерентный анализ ЭЭГ является количественным выражением функционального состояния интегративной деятельности мозга, которая изменяется при его патологии. И, в частности, можно определить коэффициент межполушарной когерентности (КМК). Кроме диагностических задач, ЭЭГ широко используется в нейробиоуправлении (НБУ), активно внедряющемся в современную систему реабилитации неврологических больных. В нашей работе мы изучали эффективность НБУ-тренинга, основанного на показателях КМК и направленного на его регуляцию, у пациентов, перенесших инсульт. Исследование включало когерентный анализ записи ЭЭГ, анализ выполнения словесного варианта дихотического прослушивания и результатов тренинга НБУ (15 занятий альфа-тренинга на отведениях С3 – С4). В эксперименте приняло участие шесть пациентов, из которых у половины инсульт был в левом, а у половины – в правом полушарии. Пилотажное исследование использования НБУ-тренинга по показателям КМК показало его перспективность: результаты у правополушарного пациента улучшились в сторону уравнивания показателей, когда у левополушарного пациента сменилась их доминантность. Результаты плацебо и контрольных пациентов до и после тренинга не изменились. Полученные результаты требуют дальнейшей проверки.

**Ключевые слова:** нейробиоуправление, нейропсихология, нейрореабилитация, когерентность, биологическая обратная связь, БОС-тренинги, дихотическое прослушивание

Для современной нейропсихологии является актуальным внедрение в клинику болезней головного мозга новых междисциплинарных методов диагностики и реабилитации, базирующихся на использовании современных информационных технологий (Трофимова и др., 2018). Когерентный анализ ЭЭГ является количественным выражением функционального состояния интегративной деятельности мозга, которая изменяется при его патологии (Иванов, 2004; Мельникова и др., 2009).

Значения коэффициента когерентности (КК) варьируются от 0 до 1: чем выше, тем больше согласована активность одной выбранной области с другой (Мельникова и др., 2009), в частности, можно определить коэффициент межполушарной когерентности (КМК).

## **Цель работы**

Исследовать эффективность НБУ-тренинга, основанного на показателях КМК и направленного на его регуляцию, у пациентов, перенесших инсульт.

Исследование включало когерентный анализ записи ЭЭГ, выполнения словесного варианта дихотического прослушивания, результатов тренинга НБУ (15 занятий альфа-тренинга на отведениях С3–С4 (Иванов, 2004)).

## **Методика**

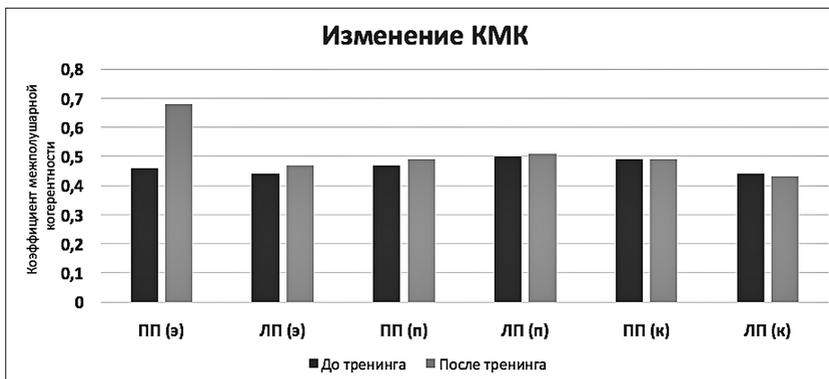
В эксперименте приняло участие 6 пациентов (4 женщины и 2 мужчин), у троих из которых инсульт был в левом, а у троих – в правом полушарии (локализация инсульта в задних отделах головного мозга). Распределение по возрасту –  $51.5 \pm 13.0$  лет. С момента инсульта у каждого испытуемого прошло не более 4 месяцев. Пациенты в каждую из двух групп, левополушарную и правополушарную, отбирались по принципу схожести результатов нейропсихологического обследования, которое проводилось до начала исследования и проведения тренингов.

Предварительно с каждым участником проводилось нейропсихологическое обследование с использованием батареи заданий А. Р. Лурии, дихотическое прослушивание и ЭЭГ-исследование на отведениях С3–С4 с последующим расчетом КМК. После этого в каждой из двух групп один пациент проходил курс реального НБУ-тренинга на изменение показателя КМК; один получал плацебо-курс НБУ-тренинга, в котором обратная связь не соответствовала реальным показателям ЭЭГ; еще один не проходил курса тренингов (для учета влияния неспецифических факторов на результаты исследования). Для сеансов нейробиоуправления использовалась программа «РЕАКОР», производимая фирмой «Медиком МТД» (г. Таганрог, Россия).

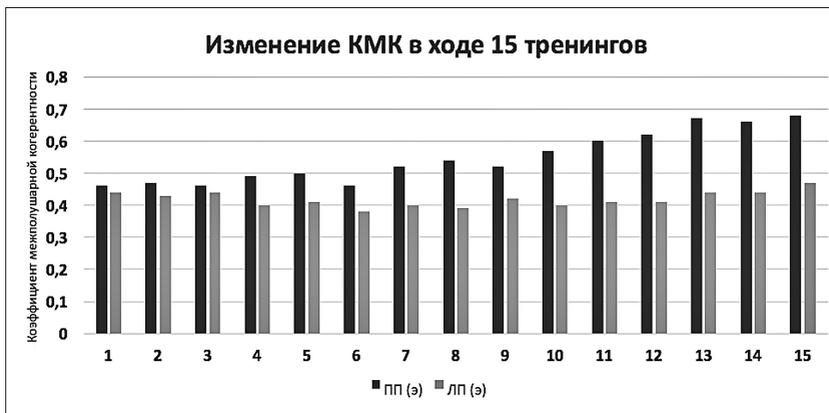
Процедура исследования состояла из шести этапов: исходный фон, инструкция, тренинг, отдых, второй этап тренинга, итоговый фон. Обратная связь демонстрировалась в виде цветного изображения и сопутствующего музыкального сопровождения. Задачей испытуемых было очистить картинку от шума (черных квадратов) и/или усилить громкость звука, повышая значения контролируемого параметра (коэффициента межполушарной когерентности).

## **Результаты**

Полученные результаты демонстрируют перспективы влияния НБУ-тренингов на показатели КМК (рис. 1). В показателях КМК у правополушарного пациента (пациента с инсультом в правом полушарии), проходившего реальные тренинги, отмечаются изменения в сторону повышения когерентности, в отличие от пациентов, не проходивших тренинг, и пациентов с плацебо НБУ-тренингом. Значение показателя КМК до тренинга у правополушарного пациента – .46, после тренинга – .68. У левополушарного пациента результаты КМК показали менее существенные различия: до тренинга – .44, после тренинга – .47. У пациентов, не проходивших тренинг, а также проходивших плацебо-тренинг, значения коэффициентов не изменились.



**Рисунок 1.** Изменения коэффициента межполушарной когерентности (где ПП – пациенты с инсультом в правом полушарии, ЛП – пациенты с инсультом в левом полушарии, э – экспериментальные пациенты, п – плацебо, к – контрольные)



**Рисунок 2.** Динамика изменений коэффициента межполушарной когерентности в ходе 15 тренингов, где ПП (э) – экспериментальный пациент с инсультом в правом полушарии, ЛП (э) – экспериментальный пациент с инсультом в левом полушарии

При рассмотрении изменений в ходе всех 15 тренингов мы провели корреляционный анализ динамики результатов экспериментальных и плацебо-испытываемых, с целью определить, происходит ли линейное изменение КМК с каждым новым тренингом (рис. 2). Значимые результаты получились лишь для правополушарного экспериментального пациента:  $r = .947$ ,  $p < .01$ , что говорит нам о крайне сильной линейной зависимости между порядковым номером тренинга и КМК. Для левополушарного и плацебо-пациентов результаты не являются значимыми (см. табл. 1).

Следует отметить изменения результатов и дихотического прослушивания после прохождения реального тренинга у пациентов с разной латерализацией

**Таблица 1.** Значения коэффициента корреляции ( $r$  Спирмена), где ПП – пациенты с инсультом в правом полушарии, ЛП – пациенты с инсультом в левом полушарии, э – экспериментальные пациенты, п – плацебо

	Тренинг	ППэ	ЛПэ	ЛПп	ППп
Коэффициент корреляции	1.000	.947**	.201	-.082	.108
Знач. (односторонняя)	–	.000	.236	.386	.351

**Таблица 2.** Результаты словесного варианта дихотического прослушивания у контрольных (к) и плацебо-пациентов (п) до и после тренингов

	До тренингов		После тренингов	
	Кпр (левое ухо)	Кпр (правое ухо)	Кпр (левое ухо)	Кпр (правое ухо)
ЛП (к)	56.33	11.88	55.66	11.33
ПП (к)	16.44	58.33	14.11	59.88
ЛП (п)	62.11	9.44	60.33	11.44
ПП (п)	18.66	54.44	19.11	54.88

инсульта. У участника с инсультом в правом полушарии динамика показателей идет в сторону выравнивания коэффициентов продуктивности (Кпр) на обоих слуховых каналах. Значения Кпр до тренингов: Кпр (левое ухо) = 16.66 %, Кпр (правое ухо) = 58.33 %; после тренингов: Кпр (левое ухо) = 44.44 %, Кпр (правое ухо) = 52.77 %. Повысился и коэффициент эффективности: с 77.14 % до тренинга к 87.5 %. У пациента с инсультом в левом полушарии коэффициент ведущего уха сменился на противоположный. Значения коэффициентов продуктивности до тренингов: Кпр (левое ухо) = 63.88 %, Кпр (правое ухо) = 8.33 %; после тренингов: Кпр (левое ухо) = 8.33 %, Кпр (правое ухо) = 61.11 %.

Результаты словесного варианта дихотического прослушивания у контрольных и плацебо-пациентов до и после тренингов отражены в табл. 2.

Как видно из таблицы, улучшения результатов прохождения пробы у данных пациентов нет.

Общее нейропсихологическое обследование также выявило положительную динамику у пациентов, прошедших реальный НБУ-тренинг, проявившуюся в мнестических и нейродинамических показателях.

Пилотажное исследование использования НБУ-тренинга по показателям КМК показало перспективы его эффективности в улучшении интегративной деятельности полушарий. Результаты у правополушарного пациента улучшились в сторону уравнивания показателей, когда у левополушарного пациента сменились значения коэффициентов. Кроме того, корреляционный анализ динамики результатов экспериментальных пациентов и испытуемых, получавших плацебо, показал, что у правополушарного пациента происходит значимое линейное изменение КМК с каждым новым тренингом. Результаты пациентов, получавших плацебо, и контрольных пациентов до и после тренинга не изменились.

Качественное различие в результатах у пациентов с разной латерализацией инсульта может внести свой вклад в объяснение механизмов межполушарного взаимодействия, а также вклада каждого полушария в этот процесс. В нашем случае будет актуальна гипотеза о большем вкладе левого полушария, так как у пациента именно с сохранным левым полушарием значения показателей изменились в сторону улучшений – как качественных, так и количественных. Полученные результаты требуют дальнейшей проверки и дают перспективу использования КМК как альтернативу количественной оценки уровня межполушарного взаимодействия.

## Литература

- Иванов Л. Б.* Прикладная компьютерная энцефалография. М.: Т. М. Андреева, 2004.
- Мельникова Т. С., Лапин И. А., Саркисян В. В.* Обзор использования когерентного анализа ЭЭГ в психиатрии // Социальная и клиническая психиатрия. 2009. Т. 19. № 1. С. 90–94.
- Трофимова А., Каютина Д., Исайчев С., Черноризов А., Варако Н.* Технологии биоуправления в системе клинко-психологической диагностики и нейрореабилитации // Вопросы психологии. 2018. Т. 2. С. 111–121.

## DYNAMICS OF INTERHEMISPHERIC INTERACTION DURING NEUROFEEDBACK TRAINING IN PATIENTS WITH STROKE

D. V. Kaiutina\*, M. S. Kovyazina

[dia\\_diaa@mail.ru](mailto:dia_diaa@mail.ru)

Lomonosov Moscow State University, Moscow

**Abstract.** Analysis of EEG coherence is a quantitative expression of the integrative activity of the brain, which changes in its pathology. In particular, it is possible to determine the coefficient of interhemispheric coherence (CIC). In addition to diagnostic tasks, EEG is widely used in neurofeedback (NFB), which is actively being introduced into the modern system of rehabilitation of neurological patients. In our work, we studied the effectiveness of NFB training based on CIC indicators and aimed at its regulation in stroke patients. Our study included a coherent analysis of the EEG recording, a verbal version of dichotic listening, and analysis of the results of the NFB training (15 alpha training sessions on C3–C4 regions). The experiment involved 6 patients, half of whom had a stroke in the left hemisphere and half in the right. Our pilot study of NFB training based on CIC indicators showed it to be promising. The results of a patient with a stroke in the right hemisphere improved in the direction of equalization of indicators. In a patient with a stroke in the left hemisphere, the dominance of indicators changed. The results of the placebo and control patients before and after the training did not change. Our results require further verification.

**Keywords:** neurofeedback, neuropsychology, neurorehabilitation, coherence, biofeedback, biofeedback training, dichotic listening