

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Первый Национальный конгресс
по когнитивным исследованиям,
искусственному интеллекту и нейроинформатике**

**ДЕВЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО КОГНИТИВНОЙ НАУКЕ**

Сборник научных трудов

В двух частях

Часть 2

10–16 октября 2020 г., Москва, Россия

**I National Congress on cognitive research,
artificial intelligence and neuroinformatics**

**THE NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE
ON COGNITIVE SCIENCE**

Conference proceedings

October 10–16, 2020, Moscow, Russia

Москва 2021

Увеличение нейропроизводительности (neuroperformance) в случае непрямого использования метода биологической обратной связи

С.А. Евдокимов^{1}, А.В. Пахтусова²*

*¹ФГБУН институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН,
С.-Петербург, Россия*

*²ГБУЗ «Детский психоневрологический санаторий "Комарово"»,
ЛО, Россия*

**s_evdokimov@mail.ru*

Ключевые слова: БОС, ЭЭГ, нейропроизводительность.

Метод биологической обратной связи (БОС) используется уже несколько десятилетий в нейротерапии. В данной работе использовался тренинг вариабельности сердечного ритма с целью повышения нейропроизводительности, которая оценивалась по ЭЭГ данным. Показана связь успешности тренинга с частотой их проведения. В нашем исследовании обнаружено, что увеличение нейропроизводительности связано с увеличением активности в теменно-височных областях головного мозга человека для состояния с открытыми глазами. Для состояния с закрытыми глазами эти изменения были найдены в лобно-центральной области.

Введение. Метод биологической обратной связи (БОС) используется уже несколько десятилетий в нейротерапии. Как правило параметры БОС выбирают для коррекции тех значений, что отличаются от нормативных. В данной работе использовался метод БОС-тренинга вариации сердечного ритма (The HeartMath Inner Balance) для улучшения параметров работы мозга, которые от нормы не отклоняются.

Методы. В экспериментальной работе принимало участие 9 испытуемых, средний возраст 13.7 лет, ± 2.9 , из них 5 мальчиков. Использовался прибор для БОС-тренинга HRV emWave®, пример изменения сердечного ритма (пульса) представлен на рис. 1. Курс занимал от 2 до 4 недель. Тренинги проводились 1-2 раза в день по 10-20 минут, в зависимости от состояния испытуемого. По результатам эффективность каждого тренинга оценивалась программой прибора на уровне в среднем выше 80 %. Регистрация ЭЭГ производилась с помощью 19-канального цифрового электроэнцефалографа «Мицар» в состоянии спокойного бодрствования с открытыми и закрытыми глазами. Запись ЭЭГ проводилась дважды – до и после курса занятий. Для выделения компонент спектров ЭЭГ использовали метод Infomax, описанный Makeig et al. 1996. Для определения локализаций выделенных компонент и получения трехмерных изображений источников их генерации был использован метод томографии низкого разрешения

sLORETA, который описан в работе Pascual-Marqui, 2002. Для оценки нейропроизводительности (это число от 85 до 115) была использована программа NeuroGuide. Метод ее оценки описан в работе Thatcher et al. 2005. В его основе использован метод дискриминантного анализа ЭЭГ данных, который может давать точность оценки выше 85 %, Евдокимов и др. 2014.

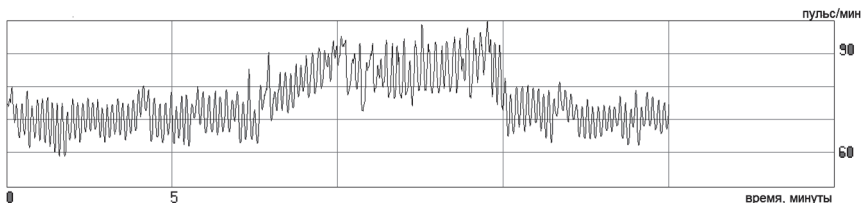


Рис. 1. Пример успешного тренинга сердечного ритма (правильный режим – 100 %)

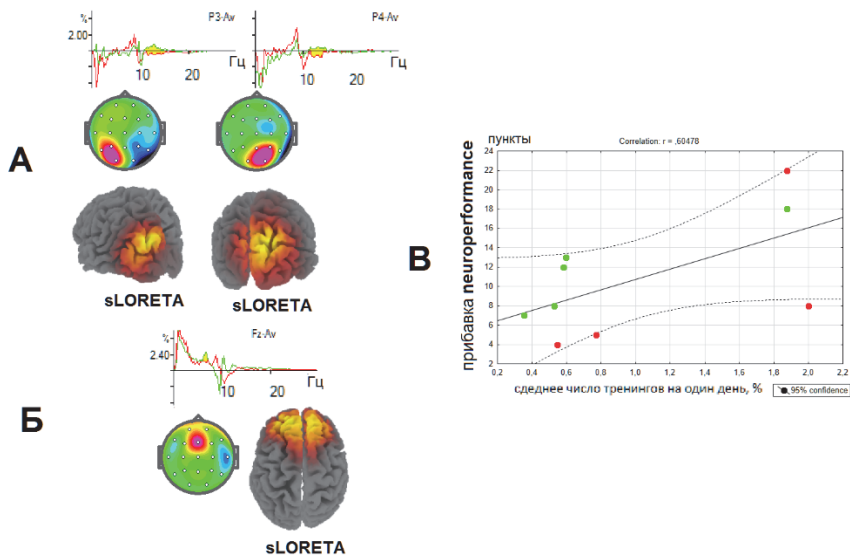


Рис. 2. Сравнительный анализ спектральных изменений ЭЭГ в состоянии с открытыми (А) и закрытыми (Б) глазами, а также прибавки нейропроизводительности после тренингов (В)

Результаты. На первом этапе оценивалось влияние длительности занятий, количества тренингов и число занятий в день на изменение нейропроизводительности. Выявлено только влияние количества занятий в день,

корреляция $r = 0.6$, на уровне статистической значимости $p < 0.07$, скатэрограмма представлена на рис. 2В. На втором этапе было выделено две группы по успешности результатов тренинга. В первую группу вошли 5 человек, значение нейропроизводительности которых достигло 110-115 пунктов (на рис. 2 они отмечены зеленым), вторая групп из 4 человек, у которых это значение после окончания тренингов оказалось ниже 110 пунктов (на рис. 2 они отмечены красным). Результаты сравнения спектров ЭЭГ для этих двух групп в состоянии с открытыми глазами представлены на рис. 2А. Источники активности от 10 до 13 Гц предположительно по sLORETA локализуются в 39 поле по Бродману для указанного состояния. Для состояния с закрытыми глазами значимое различие представлено на рис. 2Б, предположительно источники активности от 6 до 10 Гц по sLORETA – поля 8 и 9 по Бродману. Также на спектрах видно, что медленноволновая активности меньше 4 Гц для состояния с закрытыми глазами увеличивается, в то время как для состояния с открытыми глазами уменьшается для всех испытуемых в целом по всем отведениям.

Выводы. Для БОС тренинга больший вклад в успешность вносит частота тренингов, чем их продолжительность. Увеличение нейропроизводительности связано с увеличением активности в диапазоне 10–13 Гц в теменно-височных областях в состоянии с открытыми глазами, для состояния с закрытыми глазами эти изменения – в лобно-центральной области в диапазоне от 6 до 10 Гц.

Список литературы

1. Makeig S., Bell A.J., Jung T.P. et al. 1996. Independent component analysis of electroencephalographic data. Adv. in Neural Information Processing Systems. MIT Press, Cambridge, MA, 8, 145.
2. Pascual-Marqui R.D. 2002. Standardized low resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): technical details. Methods & Findings in Exp. & Clinical Pharmacology, 24D, 5-12.
3. Thatcher R.W., North D., Bivera C. 2005. EEG and intelligence: Relations between EEG coherence, EEG phase delay and power. Clinical Neurophysiology, 116, 2129–2141.
4. Евдокимов С.А., Пронина М.В., Полякова Г.Ю. и др. 2014. Анализ независимых компонент вызванных потенциалов пациентов с установленными диагнозами шизофрения, обсессивно-компульсивное и депрессивное расстройство // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 64, 5. с. 500.

Подписано в печать 20.12.2021. Формат 60x84 1/16
Уч.-изд. л. 53,0. Печ. л. 53,0.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».
115409, Москва, Каширское ш., 31.


Российская Академия Наук



Междисциплинарный
научный центр
им. Ж.-В. Понселе



**Первый Национальный Конгресс по когнитивным
исследованиям, искусственному интеллекту и
нейроинформатике**
**ДЕВЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО КОГНИТИВНОЙ НАУКЕ**
10–16 октября 2020 г., Москва, Россия
Сборник научных трудов

**I National Congress on cognitive research, artificial
intelligence and neuroinformatics**
**THE NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE
ON COGNITIVE SCIENCE**
October 10–16, 2020, Moscow, Russia
Conference proceedings

Москва, 2021