

Трофимова Александра Константиновна

психофизиолог

Реабилитационный центр «Преодоление»

аспирант

ФГБОУ ВО «Московский государственный

университет им. М.В. Ломоносова»

г. Москва

ДЕПРЕССИЯ И АКТИВАЦИЯ МЮ-РИТМА КАК ИНДИКАТОР ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Аннотация: автором произведено исследование двигательного паттерна с помощью электроэнцефалографии (ЭЭГ) с целью дальнейшего использования данных в реабилитации пациентов с двигательными поражениями. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о целесообразности использования синхронизации и десинхронизации мю-ритма для оценки и реабилитации двигательных паттернов.

Ключевые слова: мю-ритм, электроэнцефалография, двигательный паттерн, реабилитация.

DOI: 10.21661/r-111736

Цель исследования. Основной целью исследования является изучение центральной и периферической организации двигательных функций и их связи с активацией/ депрессией мю-ритма.

Материал и методы. Проведено исследование по выявлению десинхронизации (депрессии) и синхронизации (активации) мю-ритма ЭЭГ у 10 здоровых добровольцев в возрасте от 20–24 лет, который регистрировался при визуализации двигательной задачи (сжать левый кулак и согнуть левую руку) и совершении этого действия, а также при мысленном расслаблении левой верхней конечности. После проведения упражнений на левую руку аналогичные упражнения были проведены с правой рукой. С помощью прибора «Реакор» (Реабилитационный психофизиологический комплекс для тренинга с БОС «Реакор»; производ-

ство ООО НПКФ «Медиком МТД») снимался мю-ритм (8–13 Гц в области моторной коры) с отведений С3, С4. Для сравнения уровня активации коры при выполнении двигательной задачи также был исследован бета-ритм (15–30 Гц), который был снят с отведений F3, F4. Одному респонденту также проводили стандартное 24-канальное ЭЭГ на приборе «Энцефалан» (Электроэнцефалограф-анализатор ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131–03», производство ООО НПКФ «Медиком МТД») при тех же двигательных задачах с целью определения соответствия их выполнения кросс-корреляционной активации моторной коры.

Результаты исследования. В ходе исследования установлено, что при выполнении задачи на расслабление левой руки мощность мю-ритма справа составила в среднем $22,3 \pm 2,9$ мкВ, слева – $19,1 \pm 2,1$ мкВ, что в среднем на 17% меньше. При мысленном и физическом напряжении левой руки, наоборот, мощность мю-ритма слева была выше. Так, при сжатии левого кулака и сгибании левой руки мощность мю-ритма справа в среднем составила $9,7 \pm 1,1$ мкВ, а слева она была на 43% выше, составив $13,9 \pm 1,5$ мкВ. При визуализации данного движения на фоне физического расслабления мощность мю-ритма справа в среднем составила $15,6 \pm 1,9$ мкВ, а слева она была на 20% выше, составив $18,8 \pm 2,1$ мкВ. Таким образом, при расслаблении мышцы левой руки происходит активация мю-ритма в правом полушарии головного мозга, а при их физическом или мысленном напряжении, наоборот, мю-ритм в правом полушарии подавляется. При проведении одноименных упражнений на правую руку получены аналогичные результаты. Однако, данная закономерность прослеживалась у 80% испытуемых. Мощность спектра альфа и бета ритмов зависела от ряда факторов, в том числе физической подготовки, психоэмоционального фона обследуемых, уровня внимания и возможно других факторов, которые предстоит выяснить.

У испытуемого, которому также было проведено 24-канальное ЭЭГ был наиболее низкий уровень мощности, однако, как и у остальных обследуемых-правшей, мощность выше была в правом полушарии (С4, F4); рис. 1. При проведении спектрального анализа и картирования ЭЭГ была выявлена активация цен-

тральных областей мозга при расслаблении мышц левой руки. У данного испытуемого показатели мощности мю-ритма с области C4 на этапах «фон» составили 4,39 мкВ и «расслабление мышцы левой руки» – 4,56 мкВ (рис. 2). Кросс-корреляционная активность областей мозга была больше представлена в лобно-центральной части правого полушария (рис. 3).

При напряжении мышц левой руки происходила депрессия мю-ритма в правом полушарии головного мозга. У данного пациента были следующие показатели активности (мощности мю-ритма) с области C4 на этапах фон – 4,39 мкВ и напряжение мышцы левой руки – 3,3 мкВ.

Показатели мощности мю-ритма в области C3 (фон – 3,04 мкВ; напряжение мышцы правой руки – 2,64 мкВ) отражают депрессию мю-ритма в левом полушарии ГМ при напряжении мышцы правой руки (рис. 4).

Кросс-корреляционная динамика указывает на уменьшение функциональных связей между областями головного мозга в левом полушарии на этапе напряжения мышц правой руки.

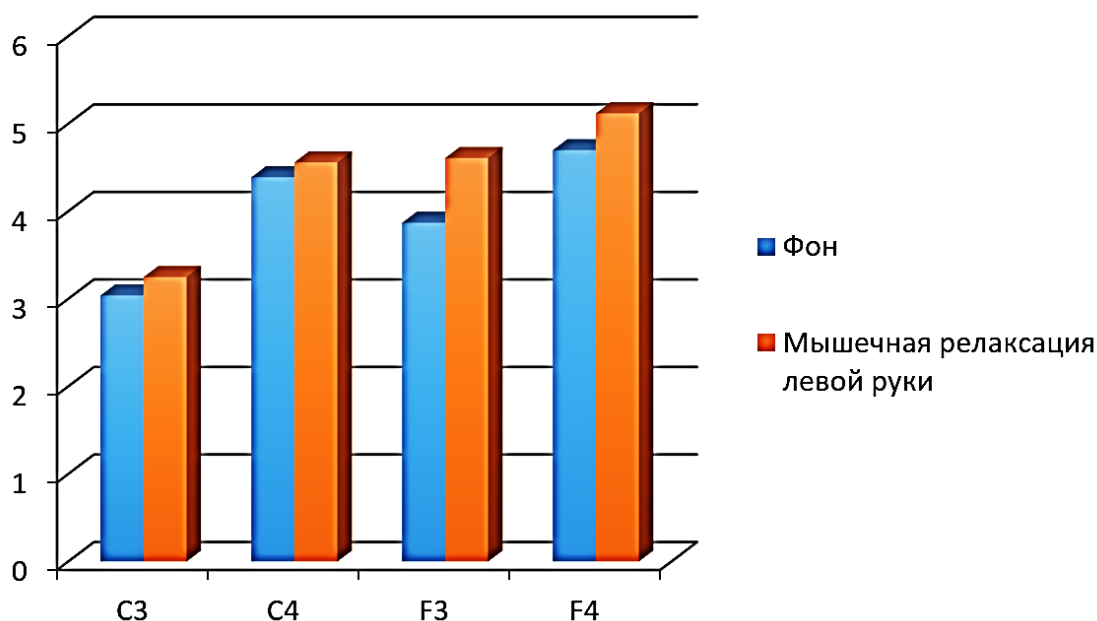


Рис. 1. Сравнение фрагментов «фон-расслабление мышц левой руки»

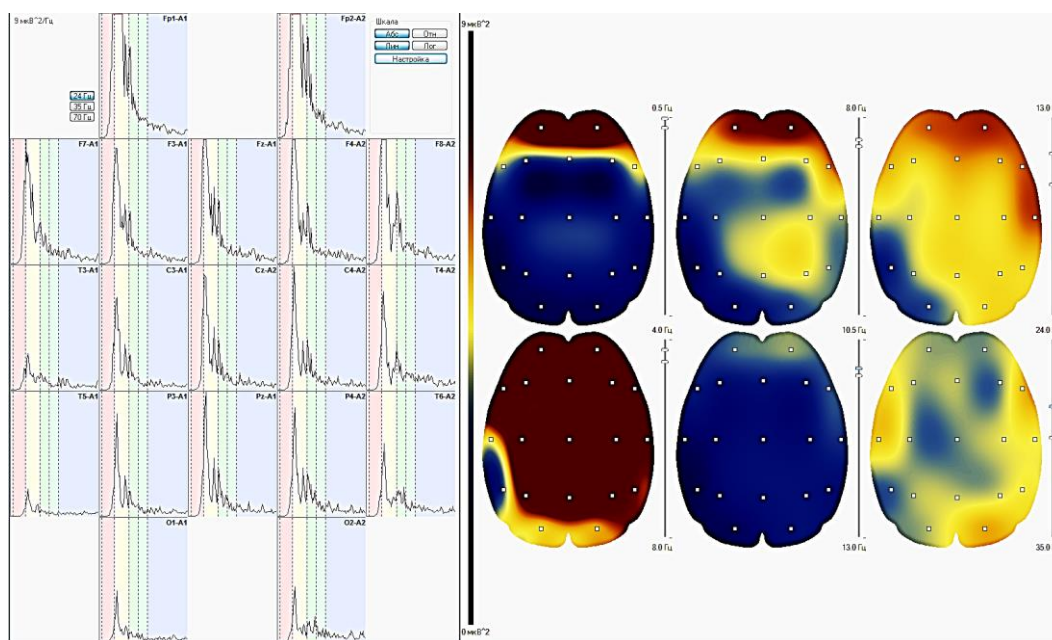


Рис. 2. Картирование и спектральный анализ этапа
«расслабление мышц левой руки»

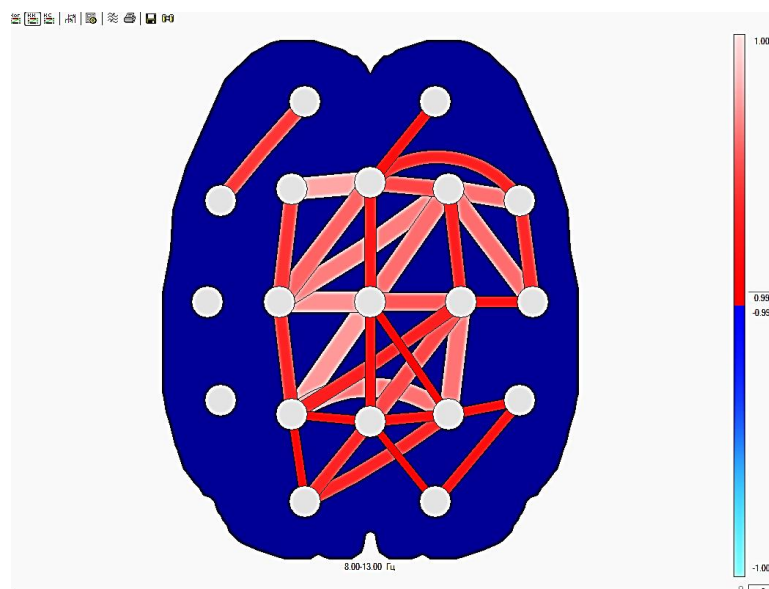


Рис. 3. Кросс-корреляционная активность областей мозга
на этапе «расслабление мышц левой руки»

При мысленном напряжении мышцы левой руки также наблюдается депрессия мю-ритма в правом полушарии ГМ. Показатели регистрации активности (мощности мю-ритма) с области C4 на этапах фон – 4,39 мкВ и напряжение мышцы левой руки – 2,77 мкВ (рис. 3).

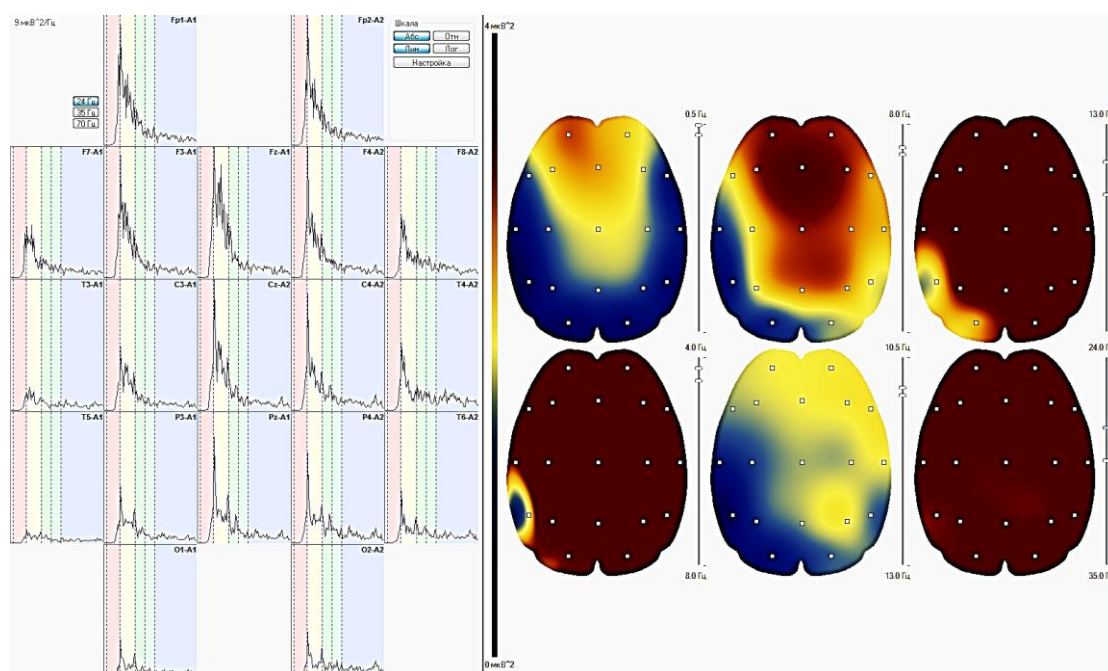


Рис. 4. Картирование и спектральный анализ этапа

«напряжение мышцы правой руки»

Мысленное расслабление мышц правой руки приводит к активации мю-ритма в правом полушарии, область С4 (фон – 4,39 мкВ., мысленное расслабление мышцы правой руки – 4,52 мкВ).

Вывод. Депрессия и активация мю-ритма является индикатором двигательной активности человека. Полученные данные могут лечь в основу создания технического устройства для реабилитации компенсации двигательной функции у инвалидов, в том числе перенесших инсульт или спинальную травму. Следующим шагом наших исследований является выделение психофизиологических механизмов двигательных функций, разработка многофункциональных программ двигательной активности по анализу ЭЭГ, а также определения возможности гибридации ЭЭГ и ЭМГ сигналов. Это позволит персонализировано подойти к вопросу индивидуальной программы реабилитации пациентов с ограниченными функциональными возможностями и, надеемся, позволит повысить их качество жизни.

Список литературы

1. Dujardin K. Evaluation of event-related desynchronization (ERD) during a recognition task: effect of attention / K. Dujardin, P. Derambure, L. Defebvre,

J.L. Bourriez, J.M. Jacquesson, J.D. Guieu // *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* – 1993. – №86. – P. 353–356.

2. Feige B. Cortical and subcortical correlates of electroencephalographic alpha rhythm modulation / B. Feige, K. Scheffler, F. Esposito, S.F. Di, J. Hennig, E. Seifritz // *J. Neurophysiol.* – 2005. – №93 (5). – P. 2864–2872.

3. Goldman R.I. Simultaneous EEG and fMRI of the alpha rhythm / R.I. Goldman, J.M. Stern, J.Jr. Engel, M.S. Cohen // *NeuroReport.* – 2002. – №13. – P. 2487–2492.

4. Koshino Y. Enhancement of Rolandic mu-rhythm by pattern vision, *Electroencephalogr. Clin.* / Y. Koshino, E. Niedermeyer // *Neurophysiol.* – 1975. – №38. – P. 535–538.

5. Laufs H. EEG-correlated fMRI of human alpha activity / H. Laufs, A. Kleinschmidt, A. Beyerle, E. Eger, A. Salek-Haddadi, C. Preibisch, K. Krakow // *Neuroimage.* – 2003. – №19. – P. 1463–1476.

6. Nunez P.L. On the relationship of synaptic activity to macroscopic measurements: does co-registration of EEG with fMRI make sense? / P.L. Nunez, R.B. Silberstein // *Brain Topogr.* – 2000. – №13. – P. 79–96.