

## **ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ЛЕВШЕЙ И ПРАВШЕЙ В СОСТОЯНИИ ПАССИВНОГО БОДРСТВОВАНИЯ**

**Лукоянов М.В.,**

**научный руководитель д-р биол. наук, проф. Крылов В.Н.**

***Нижегородский госуниверситет им. Лобачевского Н.И.***

Сопоставление особенностей работы мозга левшей и правшей могут дать интересные сведения для понимания принципов работы мозга в целом. Тем не менее, в работах по электрофизиологии вопросу сопоставления левшей и правшей было уделено небольшое внимание. Имеющиеся данные немногочисленны. Так, не было найдено различий в мощности ЭЭГ между этими группами [1]. Изменения мощности ЭЭГ при арифметическом и пространственном задании относительно фона не отличались у левшей и правшей [2]. По другим данным, в состоянии спокойного бодрствования средние уровни внутрислошарной когерентности ЭЭГ у правшей имели более высокие значения в левом полушарии, у левшей – в правом, что наиболее отчетливо проявилось в латеральных парах отведений (лобно–височно-центральные области). Централно-лобная когерентность в правом полушарии и у правшей и у левшей выше, чем в левом [3]. Кроме того, установлено, что не-правши имеют меньшую асимметрию связанную с тестами [4].

Целью данной работы стало сравнение топографических спектральных характеристик ЭЭГ левшей и правшей в состоянии пассивного бодрствования.

Исследование было проведено на базе ЦНИЛ НИИ ПФМ НижГМА. Исследование было проведено на 18 добровольцах (7 левшей и 11 правшей). Все испытуемые были женского пола. Возраст испытуемых варьировал от 18 до 25 лет. Для разделения испытуемых на группы левшей и правшей применялся Эдинбургский опросник [5], а также стандартные пробы функциональной сенсомоторной асимметрии [6]. В работе использовалась стандартная методика электроэнцефалографии. ЭЭГ регистрировалась монополярно, ипсилатерально. Электроды устанавливались по системе 10-20 в следующих положениях Fp1, Fp2, F3, F4, Fz, C3, C4, Cz, P3, P4, Pz, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6. Общий референтный электрод устанавливался на мочки ушей. Электрод средней линии устанавливался на лбу. Считываемый сигнал подвергался частотной фильтрации (фильтр нижней частоты – 30 Гц, верхней – 0.5 Гц). Частота оцифровки 500 Гц. Стимульный материал для каждого испытуемого был одинаковым. Порядок проведения эксперимента был следующим.

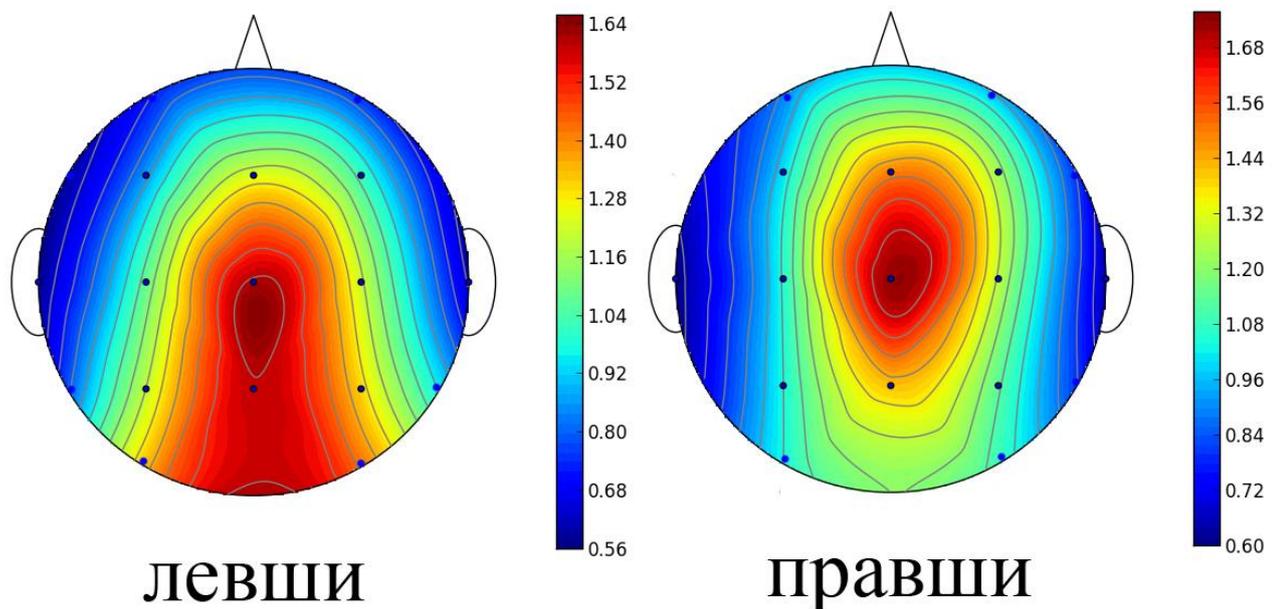
Испытуемым давалась команда смотреть на монитор, без каких либо дополнительных заданий. В течение 30 с испытуемым демонстрировался белый экран, затем в течение 60 с на экране демонстрировались линии с различным углом наклона. Продолжительность предъявления каждой линии составляла 2 с. Последовательность углов наклона линий была псевдорандомной и идентичной для каждого испытуемого. Всего для каждого испытуемого было записано 2 сессии длительностью 120 с – до и после когнитивной нагрузки.

Удаление артефактов проводилось с использованием ICA (в программе Neuron-Spectrum.NET\_UM). Для каждого отрезка ЭЭГ рассчитывали плотность спектральной мощности для всех 19 отведений. Для вычисления плотности спектральной мощности использовалась функция `matplotlib.mlab.psd` модуля `matplotlib` [7] для языка программирования Python со следующими параметрами: окно анализа 500 отсчетов (1 с), 50% перекрытие между окнами, оконная функция Хемминга. Полученные значения

мощности ЭЭГ для различных частот усреднялись для следующих частотных диапазонов: тета-1(4-5 Гц), тета-2 (6-7 Гц), альфа-1(8-9 Гц), альфа-2 (10-12 Гц), бетта-1 (13-19 Гц), бетта-2 (20-30 Гц). Индивидуальная частота альфа ритма была определена при помощи метода центра масс [8]. Индивидуальная частота альфа ритма это взвешенная сумма значений мощности в альфа диапазоне, деленная на суммарную мощность альфа диапазона:  $(\sum(a(f) \times f))/(\sum a(f))$ . Где,  $a(f)$  это мощность спектра для частоты  $f$ . Для расчета индивидуальной частоты альфа ритма был выбран диапазон от 7 до 14 Гц. Значения плотности спектральной мощности отдельных отрезков ЭЭГ усреднялись для каждого испытуемого. С целью показать топографические различия, значения плотности спектральной мощности были нормализованы путем деления значений мощности для каждого электрода на суммарную мощность всех электродов. Для выявления достоверных изменений мощности между группами левшей и правшей использовался t-тест с перестановками по методу Монте-Карло (One-Way Permutation Test), реализованный в пакете COIN [9] для языка программирования R. Было использовано 99999 перестановок. Вычисление достоверности различий проводилось для каждого электрода отдельно. Коррекция множественных сравнений не проводилась. Различия считались достоверными при значениях  $p < 0.05$ .

Наиболее интересные результаты были получены при сравнении топографии в тета-2 диапазоне. У правшей выявлен нормальный паттерн топографии тета активности с диффузным распределением относительно центрального электрода (Cz). Топография левшей отличалась тенденцией к смещению фокуса тета-2 диапазона в постцентральные регионы (Рис. 1).

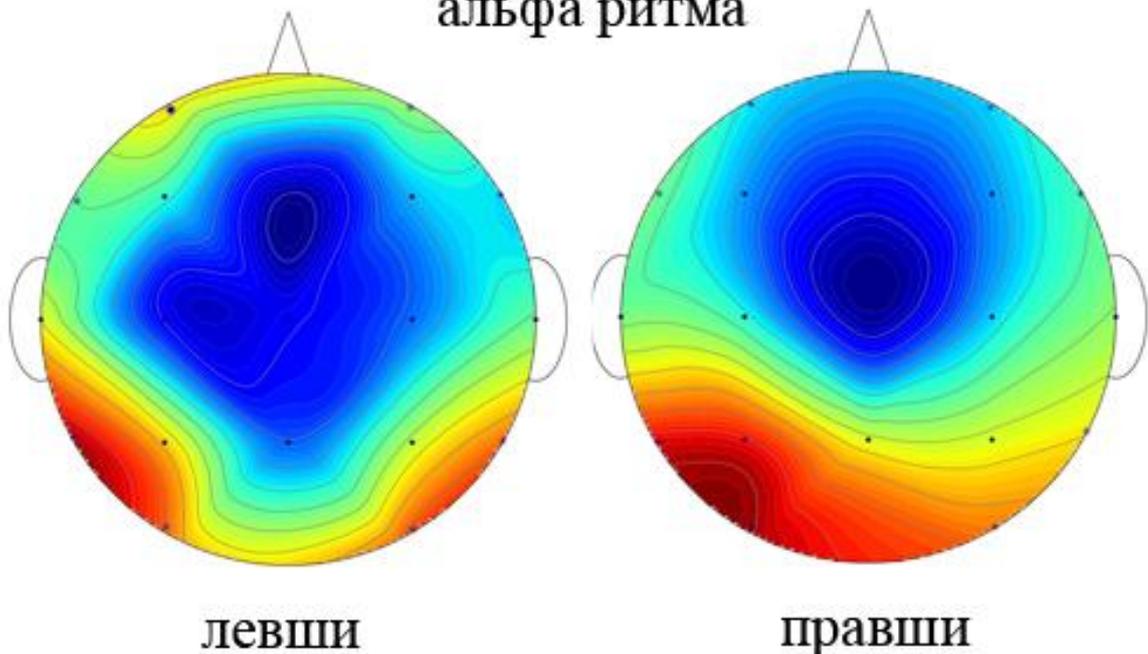
Рис. 1. Топография тета-2 диапазона



Сравнение двух групп выявило статистически достоверные различия во фронтальных (Fp1, Fp2), теменных (P3, Pz, P4) и затылочных (O1, O2) отведениях. Альфа-подобная топография тета-2 диапазона у левшей может быть следствием замедления альфа ритма. С целью проверить это предположение были сопоставлены

значения индивидуальной частоты альфа ритма у левшей и правшей. Не было выявлено достоверных различий в индивидуальной частоте альфа ритма между группами правшей и левшей. Среднее значение индивидуальной частоты альфа ритма для правшей в затылочных отведениях (O1, O2) составило 10.29 Гц, для левшей – 10.15 Гц. Интересно отметить наличие топографических особенностей распределения индивидуальной частоты альфа ритма. У правшей наблюдается асимметричное распределение индивидуальной частоты альфа ритма в задних отделах, с большей скоростью индивидуального альфа ритма в левом полушарии. Левши показывают билатеральное распределение частоты альфа ритма (Рис. 2).

**Рис. 2. Топография индивидуальной частоты альфа ритма**



Таким образом, различие в частоте альфа диапазона не может в полной мере объяснить аномальную топографию тета-2 диапазона у левшей.

Данные литературы указывают, что повышение тета активности в задних отделах наблюдается при утомлении [10]. Отмечается, что тета активность в задних отделах характерна для больных с различными формами нарушений высших корковых функций [11]. Есть сведения об присутствии так называемого медленного сенсомоторного ритма у лиц с различными заболеваниями ведущими к снижению когнитивных функций [12]. Присутствие феномена смещения фокуса тета активности в постцентральные регионы у здоровых испытуемых в нашем исследовании с нормальным развитием когнитивных функций (все испытуемые были студентами ВУЗов) может указывать на альтернативную организацию фронтоталамической системы обеспечивающей селективное внимание.

1. Flor-Henry P., Koles Z. EEG characteristics of normal subjects: A comparison of men and women and of dextrals and sinistrals. // *Research Communications in Psychology, Psychiatry & Behavior*. 1982.
2. Shaw J.C., O'Connor K.P., Ongley C. The EEG as a measure of cerebral functional organization // *The British Journal of Psychiatry*. 1977. Vol. 130, № 3. P. 260–264.
3. Жаворонкова Л. Особенности межполушарной асимметрии ЭЭГ правой и левой как отражение взаимодействия коры и регуляторных систем мозга // *Функциональная межполушарная асимметрия: сборник статей*. М.: Научный мир. 2004. P. 257–293.
4. Galin D. et al. Sex and handedness differences in EEG measures of hemispheric specialization // *Brain and language*. 1982. Vol. 16, № 1. P. 19–55.
5. Oldfield R.C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory // *Neuropsychologia*. 1971. Vol. 9, № 1. P. 97–113.
6. Николаева Е., Борисенкова Е. Сравнение разных способов оценки профиля функциональной сенсомоторной асимметрии у дошкольников // Режим доступа: <http://www.j-asymmetry.com>–(06.07. 2008). 2008.
7. Hunter J.D. Matplotlib: A 2D Graphics Environment // *Computing in Science Engineering*. 2007. Vol. 9, № 3. P. 90–95.
8. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis // *Brain research reviews*. 1999. Vol. 29, № 2. P. 169–195.
9. Hothorn T. et al. A Lego system for conditional inference // *The American Statistician*. 2006. P. 257–263.
10. Beatty J. et al. Operant control of occipital theta rhythm affects performance in a radar monitoring task // *Science*. 1974. Vol. 183, № 4127. P. 871–873.
11. Изнак А., others. ЭЭГ корреляты «мягких» нарушений высших корковых функций // *Физиология человека*. 2001. № 27.
12. Горбачевская Н. et al. Электроэнцефалографическое исследование детской гиперактивности // *Физиология человека*. 1996. Vol. 22, № 5. P. 49–55.