

МОТИВАЦИЯ ДОСТИЖЕНИЯ И СПЕКТРАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ЭЭГ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЕРБАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ¹

Е. В. Воробьева, П. Н. Ермаков

Факультет психологии Южного федерального университета (Ростов-на-Дону)
pflab@psyf.rsu.ru

В работе рассматриваются результаты изучения особенностей спектральной мощности ЭЭГ при выполнении вербальных операций: вербально-ассоциативной деятельности и арифметического счета у испытуемых с разной выраженностью мотивации достижения.

Ключевые слова: ЭЭГ, спектральная мощность, близнецы, мотивация достижения.

Мотивация достижения – психологическая категория, обозначающая стремление человека добиться значимых (весомых) результатов в определенной деятельности (чаще всего результаты связывают с учебной или профессиональной деятельностью) (Гордеева, 2006). Согласно результатам психофизиологических исследований (Шапкин, 1999; и др.), мотивированные на успех люди достаточно высоко активированы еще до инструкции экспериментатора, что свидетельствует об их ориентированном на достижение восприятии данной ситуации и напряженном уровне ожиданий. В последние годы появились работы, связывающие степень мотивированности субъекта на достижения с активацией допаминэргической системы мозга (Tomer et al., 2008). В более ранних работах мы исследовали особенности ЭЭГ и событийно-связанных потенциалов при актуализации мотивации достижения непосредственно во время регистрации электрофизиологических показателей (Воробьева, 2006); а также рассматривали результаты применения близнецового метода (Воробьева и др., 2009).

В данной работе рассматриваются особенности спектральной мощности ЭЭГ при выполнении вербальных операций (вербально-ассоциативной деятельности и арифметического счета) лицами с разным уровнем мотивации достижения. Основной гипотезой послужило предположение о том, что спектральная мощность ЭЭГ будет различаться у лиц с разным уровнем мотивации достижения как в фоне, так и при выполнении вербальных операций.

Процедура и методы исследования

В работе участвовали 102 пары монозиготных (МЗ) близнецов в возрасте от 14 до 26 лет (из них мужского пола – 48 пар, женского – 54 пары), 98 пар дизиготных (ДЗ) близнецов (мужского пола – 46 пар, женского – 52 пары), проживающих в г. Ростове-на-Дону и пригородах. Средний возраст испытуемых – 18,6 лет. Для диагностики зиготности близнецов использовался метод анализа полисимптомного сходства (Талызина и др., 1991). Диагностика мотивации достижений осуществлялась с помощью «Опросника мотивации достижений» А. Мехрабиана (Практикум..., 2001). Компьютерная обработка результатов проводилась по программе Statistica 6.0. Для записи ЭЭГ использовался электроэнцефалограф «Энцефалан», версия «Элитная-М» 5.4-10-2.0 (13.02.2004) производства МТБ «Медиком» г. Таганрог.

1 Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ («Исследование интеллекта и мотивации достижения близнецов»), проект № 08-06-00753а.

Регистрация осуществлялась в изолированной комнате. Запись ЭЭГ проводилась по международному стандарту установки электродов по схеме 10–20%. Использовался 21 электрод (Fpz, Fz, Cz, Pz, Oz, Fp1, Fp2, F7, F3, F4, F8, T3, C3, C4, T4, T5, P3, P4, T6, O1, O2), монополярная схема с ипсилатеральными ушными референтами. Сопротивление электродов не превышало 10 кОм. Фильтрация ЭЭГ осуществлялась в диапазоне 0,5–70 Гц. Последовательность функциональных проб при записи ЭЭГ: «фон», «открыть глаза» (ОГ), «закрыть глаза» (ЗГ), проба «вербальные ассоциации» (придумывание слов на букву «а»); проба «арифметический счет» (сложение 7). Пробы ОГ и ЗГ использовались для оценки соответствия ЭЭГ параметрам нормы. Для отслеживания и подавления артефактов использовались регистрация электромиограммы (ЭМГ), электроокулограммы (ЭОГ), электрокардиограммы (ЭКГ). Выбирались 10 секундные безартефактные участки фоновой ЭЭГ, а также ЭЭГ в пробе «вербальные ассоциации» и «арифметический счет», которые подвергались обработке в режиме постреального времени с оценкой абсолютной спектральной мощности в частотных диапазонах дельта1 (0,5–2,0 Гц), дельта2 (2,0–4,0 Гц), тета1 (4,0–6,0 Гц), тета2 (6,0–8,0 Гц), альфа1 (8,0–10,5 Гц), альфа2 (10,5–13,0 Гц), бета1 (13,0–24,0 Гц), бета2 (24,0–35,0 Гц).

Результаты исследования

Мощность общего диапазона альфа-ритма (8–13 Гц) у близнецов составила в правой и левой затылочной областях $34,5 \pm 16,9$ и $33,4 \pm 15,9$ мкВ². По t-критерию Стьюдента, анализ достоверности различий спектральной мощности ЭЭГ показал, что значимое увеличение мощности в пробе «Вербальные ассоциации» по сравнению с фоном происходит в дельта1-диапазоне в отведениях O1 ($T = 2,56$, $p < 0,05$), P3 ($T = 2,88$, $p < 0,05$), C3 ($T = 2,44$, $p < 0,05$), T5 ($T = 2,74$, $p < 0,05$), Cz ($T = 2,49$, Pz ($T = 2,24$, $p < 0,05$), F7 ($T = 3,06$, $p < 0,05$), T3 ($T = 2,62$, $p < 0,05$) (преимущество левого полушария); в дельта2-диапазоне в отведениях C3 ($T = 2,42$, $p < 0,05$), F4 ($T = 2,06$, $p < 0,05$), F3 ($T = 2,67$, $p < 0,05$), Fp1 ($T = 2,19$, $p < 0,05$), F8 ($T = 2,00$, $p < 0,05$), F7 ($T = 2,16$, $p < 0,05$), Fz ($T = 2,20$, $p < 0,05$),

В пробе «Арифметический счет» в дельта1-диапазоне значимое увеличение мощности по сравнению с фоном происходит в отведениях T5 ($T = 2,49$, $p < 0,05$), T3 ($T = 2,47$, $p < 0,05$) (представлено левое полушарие). В дельта2-диапазоне значимое увеличение мощности по сравнению с фоном происходит в отведениях T5 ($T = 2,09$, $p < 0,05$), T6 ($T = 2,21$, $p < 0,05$), C3 ($T = 2,50$, $p < 0,05$), C4 ($T = 3,26$, $p < 0,05$), Cz ($T = 3,08$, $p < 0,05$), F8 ($T = 3,26$, $p < 0,05$), T3 ($T = 2,04$, $p < 0,05$), T4 ($T = 3,01$, $p < 0,05$), F3 ($T = 2,43$, $p < 0,05$), F4 ($T = 4,31$, $p < 0,05$), Fz ($T = 2,24$, $p < 0,05$) (представлены оба полушария). Значимое увеличение мощности по сравнению с фоном происходит в тета1-диапазоне в отведениях O2 ($T = 2,07$, $p < 0,05$), Oz ($T = 2,75$, $p < 0,05$), P3 ($T = 2,77$, $p < 0,05$), P4 ($T = 3,27$, $p < 0,05$), Pz ($T = 2,42$, $p < 0,05$), T5 ($T = 3,14$, $p < 0,05$), T6 ($T = 2,26$, $p < 0,05$), C3 ($T = 2,72$, $p < 0,05$), C4 ($T = 3,75$, $p < 0,05$), Cz ($T = 4,85$, $p < 0,05$), F7 ($T = 3,20$, $p < 0,05$), F8 ($T = 2,89$, $p < 0,05$), T3 ($T = 3,05$, $p < 0,05$), F3 ($T = 3,40$, $p < 0,05$), F4 ($T = 3,44$, $p < 0,05$), Fz ($T = 3,45$, $p < 0,05$).

Мотивация достижения и ЭЭГ в фоне

В результате однофакторного дисперсионного анализа (независимая переменная: уровень самоприписываемой мотивации достижения близнецов (3 градации:

1 – мотивация избегания неудачи, 2 – средневыраженная мотивация достижения, 3 – мотивация стремления к успеху; зависимая переменная – абсолютные значения спектральной мощности биопотенциалов в фоновой пробе, мкВ²) было получено, что существуют значимые различия в спектральной мощности ЭЭГ у близнецов с разным уровнем мотивации достижения: в дельта1-диапазоне для отведений P4 (F = 3,17, p<0,05), C4 (F = 3,41, p<0,05), T6 (F = 3,71, p<0,05), T4 (F = 4,19, p<0,05), F8 (F = 3,49, p<0,05); в дельта2-диапазоне для отведений P3 (F = 3,42, p<0,05), Pz (F = 3,43, p<0,05); в тета2-диапазоне – T3 (F = 3,68, p<0,05); альфа1-диапазоне – Fp² (F = 3,99, p<0,05), Fpz (F = 3,39, p<0,05). При этом в дельта1 диапазоне более высокому уровню мотивации достижения (стремлению к успеху) соответствовала более высокая спектральная мощность ЭЭГ. А в диапазоне дельта2 и альфа1, напротив, более высокому уровню мотивации достижения соответствовала более низкая мощность ЭЭГ (рисунок 1).

На рисунке 1 видно, что у лиц с выраженной мотивацией стремления к успеху в фоновой ЭЭГ достоверно более высокая мощность дельта1-диапазона в правой гемисфере, чем у лиц без преобладающей мотивации достижения и лиц с мотивацией избегания неудачи (что может быть интерпретировано, как большая активация у первых коры правого полушария со стороны подкорковых структур). У лиц с выраженной мотивацией избегания неудачи в фоновой ЭЭГ достоверно более высокая мощность альфа1-диапазона в переднефронтальной области, чем у лиц без преобладающей мотивации достижения и лиц с мотивацией стремления к успеху. У лиц

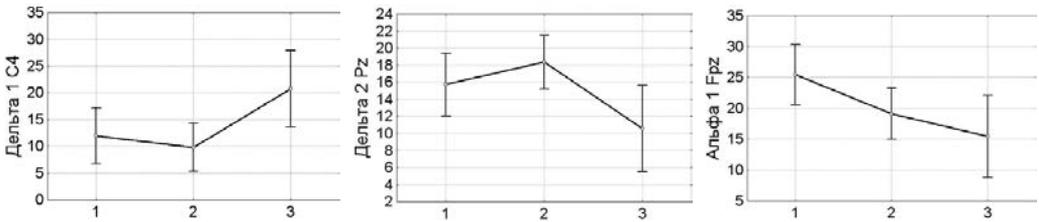


Рис. 1. Результаты однофакторного дисперсионного анализа (Ось X – независимая переменная: уровень самоприписываемой мотивации достижения близнецов (1 – мотивация избегания неудачи, 2 – средневыраженная мотивация достижения, 3 – мотивация стремления к успеху); Ось Y – зависимая переменная – абсолютные значения спектральной мощности биопотенциалов в фоновой пробе, мкВ²)

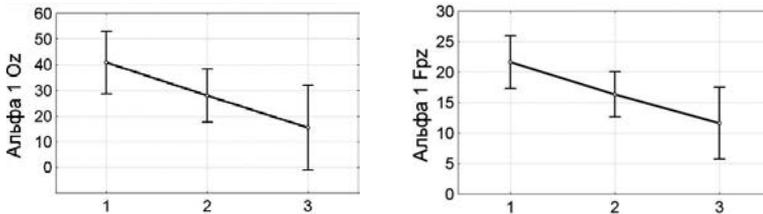


Рис. 2. Результаты однофакторного дисперсионного анализа (Ось X – независимая переменная: уровень самоприписываемой мотивации достижения близнецов (1 – мотивация избегания неудачи, 2 – средневыраженная мотивация достижения, 3 – мотивация стремления к успеху); Ось Y – зависимая переменная – абсолютные значения спектральной мощности биопотенциалов в пробе «Вербальные ассоциации», мкВ²)

с невыраженной мотивацией достижения в фоновой ЭЭГ достоверно более высокая мощность дельта2-диапазона в париетальной области. Мотивация достижения и ЭЭГ в пробе «Вербальные ассоциации». В результате однофакторного дисперсионного анализа было получено, что значимые различия в спектральной мощности ЭЭГ у близнецов с разным уровнем мотивации достижения зарегистрированы в альфа1-диапазоне для отведений Fp^2 ($F = 5,46$, $p < 0,01$), Fpz ($F = 3,95$, $p < 0,05$), $Fp1$ ($F = 3,43$, $p < 0,05$), Oz ($F = 3,21$, $p < 0,05$) (рисунок 2).

На рисунке 2 видно, что у лиц с выраженной мотивацией избегания неудачи в ЭЭГ при выполнении вербально-ассоциативной деятельности достоверно более высокая мощность альфа1-диапазона в переднефронтальной и центральной окципитальной областях, чем у лиц без преобладающей мотивации достижения и лиц с мотивацией стремления к успеху.

Мотивация достижения и ЭЭГ в пробе «Арифметический счет»

В результате однофакторного дисперсионного анализа (независимая переменная: уровень самоприписываемой мотивации достижения близнецов (3 градации: 1 – мотивация избегания неудачи, 2 – средневыраженная мотивация достижения, 3 – мотивация стремления к успеху; зависимая переменная – абсолютные значения спектральной мощности биопотенциалов в пробе «Арифметический счет», mkB^2) было получено, что значимые различия в спектральной мощности ЭЭГ у близнецов с разным уровнем мотивации достижения зарегистрированы в дельта1-диапазоне для отведений $T4$ ($F = 5,92$, $p < 0,01$), $T6$ ($F = 3,24$, $p < 0,05$), $C4$ ($F = 3,24$, $p < 0,05$), $F4$ ($F = 3,19$, $p < 0,05$), $F8$ ($F = 4,47$, $p < 0,05$); в дельта2-диапазоне – $T6$ ($F = 3,73$, $p < 0,05$), $T4$ ($F = 3,61$, $p < 0,05$), $F8$ ($F = 4,00$, $p < 0,05$), а также в альфа1-диапазоне для отведения Fp^2 ($F = 3,27$, $p < 0,05$) (рисунок 3).

На рисунке 3 видно, что у лиц с выраженной мотивацией избегания неудачи в ЭЭГ при выполнении арифметического счета достоверно более высокая мощность альфа1-диапазона в переднефронтальной области справа, чем у лиц без преобладающей мотивации достижения и лиц с мотивацией стремления к успеху. У лиц с выраженной мотивацией стремления к успеху в ЭЭГ при выполнении арифметического счета достоверно более высокая мощность дельта1, 2-диапазона в центральных, фронтальных и темпоральных областях правой гемисферы.

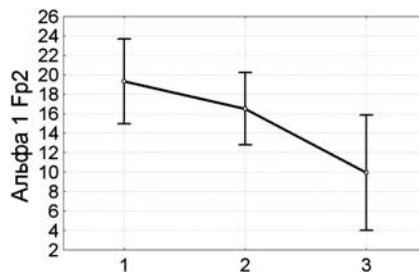


Рис. 3. Результаты однофакторного дисперсионного анализа (Ось X – независимая переменная: уровень самоприписываемой мотивации достижения близнецов (1 – мотивация избегания неудачи, 2 – средневыраженная мотивация достижения, 3 – мотивация стремления к успеху); Ось Y – зависимая переменная – абсолютные значения спектральной мощности биопотенциалов в пробе «Арифметический счет», mkB^2)

Заключение

Установлено, что у лиц с выраженной мотивацией избегания неудачи в фоновой ЭЭГ констатируются более высокие (по сравнению с другими испытуемыми) значения спектральной мощности альфа1-диапазона, при этом указанное соотношение сохраняется и в условиях когнитивной нагрузки. Интересно соотнести полученные нами данные с результатами работы, выполненной Е. А. Умрюхиным и соавторами, в которой было установлена большая эффективность выполнения тестовых заданий с элементами запоминания и предсказания испытуемыми с исходно высокой мощностью именно низкочастотного альфа-ритма (Умрюхин и др., 2009). В работах О. М. Разумникова и соавторов также было установлено, что большая мощность низкочастотного альфа-диапазона связана с более высокой вербальной креативностью (Разумникова и др., 2009). Следовательно, выраженность низкочастотного альфа-ритма в фоновой ЭЭГ является индикатором не только успешности выполнения подобного рода когнитивных заданий, но и наличия у испытуемых мотивации избегания неудачи. У лиц с выраженной мотивацией стремления к успеху наблюдались более высокие, по сравнению с остальной частью выборки, значения спектральной мощности ЭЭГ в диапазоне дельта-частот преимущественно правой гемисферы (как в фоновой пробе, так и при выполнении арифметического счета). У лиц со средневыраженной мотивацией достижения (без преобладания мотивации стремления к успеху или избегания неудачи) в фоновой пробе наблюдался значимо более высокий уровень спектральной мощности ЭЭГ дельта2-диапазона. Изменения в дельта-диапазоне могут быть связаны с процессами принятия решения (Basar, 2001). В клинических исследованиях была обнаружена зависимость спектральной мощности ЭЭГ дельта-диапазона от содержания эмоциональной стимуляции (Валеев, 2005).

Литература

- Валеев Р. Г., Труфакин С. В., Лецинская В. В., Леонова М. И., Афтанас Л. И., Козлов В. А. Анализ биоэлектрической активности головного мозга в условиях физиологического покоя и отрицательной эмоциональной активации у больных с психосоматическими расстройствами: бронхиальная астма // Бюллетень СО РАМН. № 3 (117). 2005. С. 52–58.
- Воробьева Е. В. Интеллект и мотивация достижения: психофизиологические и психогенетические предикторы. М.: КРЕДО, 2006.
- Воробьева Е. В., Попова В. А. Исследование интеллекта и мотивации достижения близнецов // Российский психологический журнал. 2009. Т. 6. С. 46–53.
- Гордеева Т. О. Психология мотивации достижения. М.: Смысл, 2006.
- Практикум по психологии менеджмента и профессиональной деятельности / Под ред. Г. С. Никифорова, М. А. Дмитриевой, В. М. Снеткова. СПб.: Речь, 2001.
- Разумникова О. М., Тарасова И. В., Вольф Н. В. Особенности активации коры у лиц с высокой и низкой вербальной креативностью: анализ альфа 1,2-ритмов // Журнал высшей нервной деятельности. 2009. № 5. Т. 59. С. 581–586.
- Талызина Н. Ф., Кривцова С. В., Мухаматулина Е. А. Природа индивидуальных различий: опыт исследования близнецовым методом. М.: МГУ, 1991.
- Умрюхин Е. А., Коробейникова И. И., Каратыгин Н. А. Успешность выполнения тестовых заданий студентами с различными спектральными характеристиками альфа-ритма фоновой электроэнцефалограммы // Физиология человека. 2009. Т. 35. № 5. С. 33–39.

- Шапкин С. А. Методика изучения стратегий адаптации человека к стрессогенным условиям профессиональной деятельности // Проблемность в профессиональной деятельности: теория и методы психологического анализа / Под ред. Л. Г. Дикой. М.: Изд-во ИП РАН, 1999. С. 132–160.
- Basar E., C. Basar-Eroglu S. Karakas M. Schurmann Gamma, alpha, delta, and theta oscillations govern cognitive processes // *Int. J. Psychophysiol.* 2001. V. 39. P. 241–248.
- Tomer R., Rita Z. Goldstein, Gene-Jack Wang, Christopher Wong, Nora D. Volkow. Incentive motivation is associated with striatal dopamine asymmetry // *Biological Psychology.* 2008. V. 77. P. 98–101.

ОСЦИЛЛЯТОРЫ РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ОРГАНИЗМА¹

Т. Н. Греченко

Институт психологии РАН (Москва)

grecht@mail.ru

В работе рассматривается гипотеза о механизме формирования нейронных систем на ранней стадии эмбриогенеза. Предполагается, что основу составляет осцилляторная активность нейронов, которая появляется на ранних стадиях дробления зиготы. Для проверки этого предположения выполнены опыты на эмбрионах травяной лягушки методом регистрации электрической активности отдельных бластомеров. Показано, что уже на первой стадии дифференциации прообразы нейронов генерируют осцилляции, частота которых ранжирется от 3–5 Гц до 35–40 Гц.

Ключевые слова: развитие, осцилляции, электрическая активность, эмбриогенез.

Осциллирующая активность нейронов обнаружена в разных отделах ЦНС, а спонтанная периодическая активность является характерной чертой развивающейся нейронной системы (Alle'ne et al., 2008; Furlan et al., 2008). Задолго до того, как органы чувств и движения начнут выполнять свои функции, спонтанная нейронная активность детектируется во многих отделах мозга: например, ганглиозные клетки сетчатки зародыша крысы спонтанно активны в то время, когда сетчатка еще слишком незрелая для того, чтобы передавать зрительную информацию. Во время пренатального периода фоторецепторов слишком мало, а биполярные клетки отсутствуют, биполярные клетки соединяются с фоторецепторами и ганглиозными клетками после рождения. Спонтанная активность развивающихся нейронов, хотя и не несет сенсорной информации, чрезвычайно важна для формирования связей нервной системы. Эксперименты показывают, что нарушение спонтанной электрической активности ганглиозных клеток (например, блокатором натриевых каналов тетродотоксином или электрическими воздействиями соответствующих параметров) изменяет настройку топографической проекции сетчатки и разведение синаптических входов от двух глаз. Эти явления обнаружены как при развитии зрительной системы, так и при ее регенерации у взрослых животных (Sretavan et al., 1988). Большая часть ретинальных ганглиозных клеток во время пренатального развития демонстрирует ритмические паттерны разрядов, причем каждая клетка имеет свой ритм. Когда же две рядом расположенные клетки коррелируют по разрядам, то они имеют общий ритм, рядом расположенные клетки синхронно генерируют электрическую активность и молчат (Maffei, Galli-Resta, 1990).

1 Работа поддержана грантами РГНФ № 08-06-00250а, № 09-06-00652а, РФФИ № 09-06-00366.