

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КОРЫ МОЗГА У МУЗЫКАНТОВ И ХУДОЖНИКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-СПЕЦИФИЧНОЙ ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Дикая Л.А.,
Денисова И.А.**

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, проект РОСТ-НИЧ-778

В работе представлены результаты исследования особенностей корковых взаимодействий у высококреативных испытуемых при разных видах невербальной творческой деятельности. Выявлены различия в характере когерентных связей у испытуемых в процессе решения творческой задачи для разных частотных диапазонов.

Ключевые слова: невербальная креативность, ЭЭГ, когерентность, частотный диапазон.

С каждым годом интеллектуальный потенциал общества становится все более значимым основанием его прогрессивного развития: люди творческие – потенциальные носители нового знания; творчество выступает в качестве социального механизма, который противостоит регрессивным тенденциям в развитии общества; высокое развитие способностей человека гарантирует его личную свободу и самодостаточность.

История вопросов связанных с творчеством измеряется тысячелетиями. За это время накоплена масса разноречивых сведений, разработано множество теорий, высказано бесконечно большое количество суждений и, несмотря на стабильно высокий интерес исследователей разных специальностей, самих творцов и обывателей, творчество продолжает считаться явлением малоизученным и таинственным. И все же при постоянно проявляющейся неудовлетворенности нашими познаниями в области природы творчества, диагностики креативности и развития творческих способностей личности, можно констатировать, что на пути их научного изучения есть и вполне очевидные успехи.

Все чаще проводятся исследования, целью которых является выявление психофизиологических механизмов творческой активности человека. В частности собраны данные о специфике мозговых механизмов творчества, характерных для людей разного пола и с разным уровнем креативности, в процессе выполнения вербальных и невербальных творческих заданий [1–10, 12–17]. Однако работы, направленные на изучение нейрофизиологических коррелятов невербального творчества, пока немногочисленны. Между тем такие виды деятельности, как художественная, конструкторская, музыкальная,

отличаются высоким творческим компонентом. В современных нейрофизиологических исследованиях невербальной творческой активности рассматривается зависимость параметров ЭЭГ от профессиональной подготовки испытуемых, от степени сложности задания, сравниваются группы художников и лиц, не имеющих художественного образования, сопоставляются ЭЭГ-корреляты у музыкантов при сочинении музыки и при выполнении других, не творческих видов музыкальной деятельности [1, 4, 5, 8, 9, 17]. Описаны половые различия параметров ЭЭГ при выполнении образных творческих заданий с использованием инструкций, стимулирующих и не стимулирующих оригинальное мышление [2, 7].

Противоречие получаемых при этом эмпирических данных может объясняться методическими трудностями изучения специфики мозговой организации из-за сложности построения самой процедуры исследования. Ведь получается, что для выявления нейрофизиологических коррелятов самого творческого процесса необходимо искусственно спровоцировать испытуемого на творческую активность. А для этого эксперимент по своему характеру должен моделировать естественную деятельность испытуемых, но проводиться в лабораторных условиях, т.е. художник должен рисовать, музыкант – сочинять музыку и т. д. Полученные нами ранее результаты позволяют считать это направление исследования мозговой организации творчества перспективным [4–6].

Для более детальной проработки вопроса о психофизиологических предикторах невербального творчества была сделана попытка сравнить особенности частотно-пространственной организации биопотенциалов коры мозга человека в процессе различных видов невербальной творческой дея-

тельности. Целью исследования является изучение особенностей функциональной организации коры мозга у музыкантов и художников при выполнении профессионально-специфичной невербальной творческой деятельности.

В исследовании приняли участие 2 группы испытуемых: 1-я «Музыканты» 17 студентов Ростовской консерватории имени Рахманинова в возрасте 17–23 лет, обучающихся по специальности «композиция» и имеющих опыт сочинения музыки. 2-я группа – «Художники» 34 человека (старшеклассники и студенты г. Ростова-на-Дону 16–22 лет), профессионально занимающиеся художественной деятельностью. Все испытуемые проходили диагностику уровня невербальной креативности при помощи теста Торренса «Завершение картинок». По результатам теста все участники исследования классифицированы как лица с высоким уровнем невербальной креативности ($p < 0.05$).

Музыкантам предлагалась следующая схема эксперимента: испытуемому с помощью наушников подавали классическую музыку фиксированной мощности (60 Дб) и в течение 1 минуты регистрировали ЭЭГ. В следующей пробе испытуемый должен был воспроизвести про себя услышанный музыкальный отрывок. Затем перед испытуемым ставилась задача: «Постарайтесь сочинить собственную мелодию, чтобы она носила такой эмоциональный окрас, как и ранее услышанный вами отрывок; а после исследования будет необходимо воспроизвести придуманную мелодию письменно или устно».

Во второй группе задание представляло из себя работу с монотипиями (листов бумаги с цветовыми

отпечатками на них). Испытуемым предлагалось, последовательно рассматривая каждую из монотипии, постараться на основе какой-либо из них создать художественный образ. Выполнение этого вида задания тесно связано с инсайтной стратегией. Испытуемым давалась инструкция нажимать кнопку мыши «Идея» всякий раз, когда у них появлялась идея относительно решения задачи. Момент нажатия кнопки регистрировался на энцефалограмме в виде маркера. После окончания регистрации ЭЭГ испытуемым предлагалось нарисовать придуманную картинку.

Для анализа выбирались безартефактные отрезки ЭЭГ длительностью по 10 секунд. В обоих случаях показатели когерентности ЭЭГ регистрировались в спокойном состоянии и при решении невербальной творческой задачи. Регистрация ЭЭГ осуществлялась при помощи электроэнцефалографа «Энцефалан», версия «Элитная-М» производства МТБ «Медиком» (Таганрог) в 21 стандартном монополярном отведении с ипсилатеральными ушными референтами для следующих частотных диапазонов: дельта 1 (0,5–2,0 Гц) и дельта 2 (2,0–4,0 Гц), тета 1 (4,0–6,0 Гц), тета 2 (6,0–8,0 Гц), альфа 1 (8,0–10,5 Гц), альфа 2 (10,5–13,0 Гц), бета 1 (13,0–24,0 Гц) и бета 2 (24,0–35,0 Гц).

На основе анализа работ, в которых представлены результаты изучения особенностей когерентных связей у испытуемых при выполнении когнитивной и, прежде всего, творческой деятельности [7, 9, 11], в нашем исследовании все когерентные связи между отведениями для каждого частотного диапазона были сгруппированы в 12 видов (таб. 1).

Таблица 1

Виды анализируемых когерентных связей и соответствующие им пары отведений

Виды когерентных связей		Соответствующие им пары отведений
Внутриполушарные	Внутриполушарные короткие 1 – в передних отделах правого полушария коры 2 – в передних отделах левого полушария коры 3 – в задних отделах правого полушария коры 4 – в задних отделах левого полушария коры	$F_p 2-F_4; F_p 2-F_8; F_p 2-T_4; F_4-F_8; F_4-T_4; F_8-T_4$ $F_p 1-F_3; F_p 1-F_7; F_p 1-T_3; F_3-F_7; F_3-T_3; F_7-T_3$ $O_2-P_4; O_2-T_6; O_2-C_4; P_4-C_4; P_4-T_6; T_6-C_4$ $O_1-P_3; O_1-T_5; O_1-C_3; P_3-C_3; P_3-T_5; T_5-C_3$
	Внутриполушарные длинные 5 – между передними и задними отделами правого полушария 6 – между передними и задними отделами левого полушария	$F_p 2-O_2; F_p 2-P_4; F_p 2-T_6; F_8-O_2; F_8-T_6; F_8-P_4; F_4-T_6; F_4-P_4; F_4-O_2$ $F_p 1-O_1; F_p 1-P_3; F_p 1-T_5; F_7-O_1; F_7-T_5; F_7-P_3; F_3-T_5; F_3-P_3; F_3-O_1$
Междуполушарные	Междуполушарные в передних и задних отделах коры 7 – в передних отделах коры 8 – в задних отделах коры	$F_p 1-F_8; F_p 1-T_4; F_p 1-F_4; F_p 2-F_7; F_p 2-T_3; F_p 2-F_3; F_7-F_4; F_7-T_4; F_8-F_3; F_8-T_3; F_3-T_4; F_4-T_3$ $O_1-T_6; O_1-P_4; O_2-T_5; O_2-P_3; P_4-T_5; P_3-T_6$
	Междуполушарные диагональные 9 – между передними отделами правого полушария и задними отделами левого 10 – между передними отделами левого полушария и задними отделами правого	$F_p 2-O_1; F_p 2-T_5; F_p 2-P_3; F_8-O_1; F_8-T_5; F_8-P_3; F_4-O_1; F_4-T_5; F_4-P_3$ $F_p 1-O_2; F_p 1-T_6; F_p 1-P_4; F_7-O_2; F_7-T_6; F_7-P_4; F_3-O_2; F_3-T_6; F_3-P_4$
	Междуполушарные между симметричными отведениями 11- короткие 12 – длинные	$F_1-F_2; F_3-F_4; C_3-C_4, P_3-P_4; O_1-O_2$ $F_7-F_8; T_3-T_4; T_6-T_5;$

Для каждого вида когерентной связи в каждом частотном диапазоне вычислялись её средние значения. Когерентная связь рассматривалась как значимая, если её значение не было ниже 0,7. Для статистической обработки данных применялся многофакторный дисперсионный анализ ANOVA/MANOVA. Обработка осуществлялась при помощи пакета компьютерных программ Statistica 6.0.

В результате анализа когерентных связей между фоновыми показателями и показателями функциональных проб «сочинение музыки» в группе музыкантов выявлено, что в процессе сочинения музыки наблюдается увеличение значений внутрислоухарной когерентности (по 1 и 2 виду связей) между областями коры мозга как в правом, так и в левом полушарии. Причем такая активация характерна для дельта, тета и альфа частотных диапазонов. В бета 2 диапазоне выявлено повышение внутрислоухарных длинно-дистантных связей между передними и задними отделами правого полушария. Что касается межполушарного взаимодействия, то оно наиболее ярко представлено в передних отделах мозга между гомологичными отведениями в дельта 2 диапазоне. Т.о., исследования показали, что внутрислоухарные когерентные связи во время сочинения музыки практически равномерно распределены в обоих полушариях без значимого доминирования одной из гемисфер.

При выполнении образного творческого задания у художников выявлена высокая внутри- и межполушарная когерентность в тета 1 и тета 2 частотных диапазонах, связываемых исследователями с эмоционально-мотивационным возбуждением и процессами активации внимания к внешним стимулам соответственно [1, 7]. Также этих испытуемых отличает множество высококогерентных длинно-дистантных внутри- и межполушарных связей. Для музыкантов наиболее характерными являются высококогерентные внутрислоухарные связи. Подобная синхронизация тета-ритма во фронтальных регионах коры часто наблюдается в ситуациях с когнитивным усилием и нагрузкой на память [2].

Усиление альфа 2 ритма у группы художников отражает специфику обработки информации при решении когнитивных задач: непосредственное воспроизведение визуальных образов из семантической памяти связывают с активностью задних отделов левого полушария, а мыслительно-перцептивные процессы при решении пространственно-временных задач (например, мысленное вращение и конструирование изображений) – правого. Предполагается, что правая фронтальная область вовлечена в спонтанную продукцию невербальных репрезентаций, а левая выполняет контроль, дополнительную оценку и вербальный анализ [2, 7, 8]. Усиление когерентных

связей альфа-ритма в темпоральных и фронтальных областях у музыкантов может иметь значение активации ментальных процессов поиска. Происходит своеобразное сканирование («считывания») информации и имеет место тесная связь с механизмами восприятия и памяти.

В бета 1 и бета 2 частотных диапазонах динамика распределения когерентных связей у второй группы следующая: выражена интеграция передних и задних областей каждого из мозговых полушарий, что означает активное вовлечение в совместную работу парietoальных, окципитальных и темпоральных областей. Parietально-окципитальные области левого полушария отвечают за наглядное представление предмета по его названию; темпоральные и парietoальные области обоих полушарий принимают участие в извлечении из памяти и обработке образной информации [1]. Однако в группе музыкантов наиболее активно эти области проявляют себя в правом полушарии.

Также процесс воображения может включать в себя возникновение многих, параллельно протекающих ассоциативных процессов, что отражается в функциональной обособленности деятельности различных нейронных ансамблей [9]. Ослабление функциональных связей между полушариями у высококреативных испытуемых как из группы музыкантов так и у немусыкантов может также указывать на более независимую работу полушарий, на раздельную обработку информации на этапе решения невербальной творческой задачи. В исследовании Н.П. Бехтерева, Ж.В. Нагорновой так же, как и в нашем исследовании, выявлена независимая и параллельная работа полушарий в процессе невербального творчества. Авторы полагают, что уменьшение когерентных связей в высокочастотных диапазонах ЭЭГ между полушариями при выполнении творческих заданий указывает на уменьшение влияния левого (контролирующего) полушария в процессе невербального творчества [1]. Это предположение подтверждает и выявленное в нашем исследовании снижение когерентности биопотенциалов коры мозга в левом полушарии.

Таким образом, как специфику образного творческого процесса можно констатировать независимое, но параллельное активное функционирование полушарий при невербальной творческой деятельности.

Выводы

У художников в процессе решения невербальной творческой задачи выявлено усиление длинно-дистантных функциональных связей по сравнению со спокойным состоянием. Причем, в низкочастотных диапазонах более выражено межполушарное, а в высокочастотных – внутрислоухарное взаимодействие между передними

и задними отделами коры мозга. Что касается группы музыкантов, то для них как в высоко-, так и в низкочастотных диапазонах выявлено усиление внутрислошарных связей, при этом преимущественно коротких в большинстве диапазонов, но наиболее сильные когерентные связи обнаружены в диапазонах дельта 1 и дельта 2, и только в бета 2 диапазоне проявляется явное усиление длинно-дистантных связей между передними и задними отделами преимущественно правого полушария. Появление выраженного внутрислошарного взаимодействия между передними и задними отделами коры в высокочастотных диапазонах соотносимо с коррелятами усиленной когнитивной деятельности, с высокой скоростью её выполнения за счет длинно-дистантных функциональных связей у музыкантов и художников – испытуемых с высоким уровнем невербальной креативности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бехтерева Н.П., Нагорнова Ж.В. Динамика когерентности ЭЭГ при выполнении заданий на невербальную (образную) креативность // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 5. – С. 5–13.
2. Вольф Н.В., Тарасова И.В., Разумникова О.М. Половые различия в изменениях когерентности биопотенциалов коры мозга при образном творческом мышлении: связь с эффективностью деятельности // Журнал высшей нервной деятельности. – 2009. – Т. 59. – № 4. – С. 429–436.
3. Де Боно Э. Серьезное творчество // Современные концепции одаренности и творчества / под ред. Д.Б. Богоявленской. – М.: Молодая гвардия, 1997. – С. 96–110.
4. Денисова И.А. Психофизиологический взгляд на творчество. Мозговые корреляты музыкального творчества // Вестник ЛГУ имени А.С. Пушкина. – СПб., 2010. – Т. 5. – № 4. – С. 99–108.
5. Дикая Л.А. Нейрофизиологические корреляты музыкальной творческой деятельности // Сибирский психологический журнал. – Томск, 2010. – № 36. – С. 46–52.
6. Дикая Л.А. Современная психофизиология и мозговые механизмы творчества // Российский психологический журнал. – Москва: КРЕДО, 2008. – Т. 5. – № 4. – С. 65–70.
7. Разумникова О.М. Индивидуальные особенности полушарной активности, определяющие успешность решения эвристической задачи // Асимметрия (рецензируемый научно-практический журнал) – 2009. – Т. 3. – № 1. – С. 37–50.
8. Разумникова О.М., Вольф Н.В., Тарасова И.В. Стратегия и результат: половые различия в электрографических коррелятах вербальной и образной креативности // Физиология человека. – 2009. – Т. 35. – № 3. – С. 31–41.
9. Свидерская Н.Е., Таратынова Г.В., Кожедуб Р.Г. ЭЭГ-корреляты изменения стратегии переработки информации при зрительном воображении // Журнал высшей нервной деятельности. – 2005. – Т. 55. – № 5. – С. 624–632.
10. Старченко М.Г. Различия в мощности ЭЭГ у высоко и низкокреативных испытуемых // IV Международная конференция по когнитивной науке: тезисы докладов. Томск, 22–26 июня 2010г. – Томск: Томский государственный университет, 2010. – Т. 2. – С. 537–538.
11. Цицерошин М.Н., Симахин В.Е., Зайцева Л.Г. Становление нейрофизиологических механизмов системной организации межполушарного взаимодействия в онтогенезе ребенка: материалы Междунар. конф. «Физиология развития человека». Москва, 22–24 июня 2009 г. – М.: Вердана, 2009. – С. 115–116.
12. Carlsson I, Wendt P, Risberg J. On the neurobiology of creativity. Differences in frontal activity between high and low creative subjects // Neuropsychologia. – 2000. – 38: 873–85.
13. Fink A., Neubauer A.C. EEG alpha oscillations during the performance of verbal creativity tasks: differential effects of sex and verbal intelligence // Int J Psychophysiol. – 2006. – 62(1): 46–53.
14. Jausovec N., Jausovec K. EEG activity during the performance of complex mental problem // Int J. Psychophysiology. – 2000. – 36 (1): 73–88.
15. Jung-Beeman M., Bowden E.M., Haberman J., Frymiare J.L., et al. Neural activity when people solve verbal problems with insight // PLoS Biology. – 2004. – № 4. – P. 0500–0510.
16. Martindale C., Hines D. Creativity and cortical activation during creative, intellectual and EEG feedback tasks // Biological Psychology. – 1975. – V. 3. – P. 71–80.
17. Petsche H. Approaches to verbal, visual and musical creativity by EEG coherence analysis // Int. J. Psychophysiology. – 1996. – 24 (2): 145–159.