

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАТТЕРНОВ ЭЭГ-АКТИВНОСТИ У МУЗЫКАНТОВ В ПРОЦЕССЕ СОЧИНЕНИЯ МУЗЫКИ С РАЗЛИЧНОЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ОКРАСКОЙ¹

Л. А. Дукая

Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону)

ldikaya@psyf.rsu.ru

В работе рассматриваются результаты экспериментального исследования специфических паттернов ЭЭГ-активности у студентов консерватории, обучающихся по специальности «композиция», в процессе мысленного сочинения мелодий с различной эмоциональной окраской. Сопоставлены ЭЭГ-корреляты сочинения музыки и других видов музыкальной деятельности – восприятия, мысленного воспроизведения мелодий.

Ключевые слова: сочинение музыки, эмоциональная окраска, биоэлектрическая активность коры мозга.

В XXI в. значительно возросло количество нейрофизиологических экспериментальных исследований сложных форм когнитивной деятельности человека, и прежде всего, мозговых механизмов творчества. При этом большое значение приобретает изучение мозговых механизмов истинного, внутренне мотивированного творческого процесса. Таким спонтанным творческим актом является сочинение музыки. Исследования нейрофизиологии музыкального творчества носят пока фрагментарный характер (Павлыгина и др., 2003; Панюшева, 2008; Уэйнбергер, 2005), в то время как научный интерес к этой сфере когнитивной науки продолжает расти. Выявление функциональных, пространственных и структурных коррелятов музыкальной творческой деятельности позволяет понять мозговые механизмы, лежащие в основе творческого процесса, найти, каким образом управлять и влиять на творческое состояние.

Применительно к динамично протекающему творческому процессу ЭЭГ имеет преимущество перед другими психофизиологическими методами, в том числе и перед методом томографии, благодаря хорошему временному разрешению (Jung-Beeman et al., 2004). В экспериментальных работах, посвященных нейрофизиологической организации творческого процесса, обычно проводится сопоставление ЭЭГ-коррелятов в состоянии творческой активности и спокойного бодрствования, а также в состоянии творческой активности и при выполнении «контрольного» задания, т. е. при выполнении схожей по своему характеру когнитивной деятельности, но отличающейся отсутствием творческого компонента (Бехтерева, Нагорнова, 2007; Разумникова, 2004; Шемякина, Данько, 2007). Поэтому в настоящем исследовании для изучения специфических ЭЭГ-коррелятов музыкальной деятельности проводилось сравнение показателей мощности и когерентности ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования с состояниями музыкальной активности (восприятие, воспроизведение и сочинение музыки). Для изучения специфических ЭЭГ-коррелятов музыкальной творческой активности проводилось сравнение показателей ЭЭГ при сочинении музыки и при выполнении других видов музыкальной деятельности (восприятие, воспроизведение), не требующих актуализации творческого компонента.

¹ Работа выполнена при поддержке Рособразования в рамках ФНТП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2010 гг.)».

На основе анализа работ исследователей мозговых механизмов невербального творчества (Бехтерева, Нагорнова, 2007; Разумникова, 2004; Шемякина, Данько, 2007; Jung-Beeman et al., 2004), музыкальной деятельности (Базанова, 2005; Павлыгина и др., 2003; Панношева, 2008), отражения эмоций в параметрах ЭЭГ (Афтанас и др., 2003; Лапшина, 2006) сформулированы **гипотезы экспериментального исследования**: специфичное для музыкальной творческой активности, в отличие от не творческой, состояние коры мозга будет отражаться в показателях мощности и когерентности ЭЭГ; сочинение музыки с мажорной и минорной эмоциональной окраской будет сопровождаться различиями в частотно-пространственных характеристиках ЭЭГ.

Целью проведенного экспериментального исследования стало изучение специфичных паттернов ЭЭГ-активности у музыкантов в процессе интериоризированного сочинения музыки с различной эмоциональной окраской.

В экспериментальном исследовании приняли участие 17 испытуемых – студентов Ростовской консерватории им. С. В. Рахманинова в возрасте 17–23 лет, обучающихся по специальности «композиция» и имеющих опыт сочинения музыки. Для возможности изучения ЭЭГ-коррелятов внутренне мотивированной музыкальной творческой активности в качестве испытуемых мы отобрали студентов с высоким уровнем самореализации, которые в период проведения исследования работали над творческими профессиональными заданиями.

Для изучения биоэлектрической активности коры мозга у испытуемых во время выполнения музыкальной деятельности использовался метод ЭЭГ. Для регистрации ЭЭГ в 21 отведении, расположенных по стандартной системе 10–20, использован многоканальный компьютерный электроэнцефалограф ЭЭГА-21/26 «Энцефалан» версия «Элитная-М» 5.4-10-2.0 с частотой опроса 100 Гц, полосой пропускания от 0,5 до 35 Гц. Использована монополярная схема с ипсилатеральными ушными референтными электродами.

ЭЭГ регистрировалась в спокойном состоянии (закрытые глаза) и в функциональных пробах (восприятие, воспроизведение и сочинение музыкального произведения). В первой экспериментальной функциональной пробе музыкантам предлагалось в течение 1 мин. слушать отрывки классической музыки с мажорной (фрагмент из оперетты И. Штрауса «Летучая мышь») и минорной (музыкальный отрывок из балета «Пер Гюнт» Э. Грига) эмоциональной окраской. Во второй экспериментальной пробе испытуемым предлагалось воспроизвести про себя услышанный музыкальный отрывок с мажорной и минорной эмоциональной окраской. В третьей пробе перед испытуемыми ставилась задача сочинить собственные мелодии с такой же эмоциональной окраской, как и ранее прослушанные, а после исследования воспроизвести сочиненную мелодию.

Для каждой пробы анализировались отрезки ЭЭГ длительностью 10 с, не имеющие артефактов. Рассматривались значения уровней спектральной мощности потенциалов мозга в диапазонах частот: дельта1 (0,5–2 Гц), дельта2 (2–4 Гц), тета (4–8 Гц), альфа (8–13 Гц), бета1 (13–24 Гц) и бета2 (24–35 Гц), а также когерентные связи биопотенциалов коры мозга между отведениями по каждому частотному диапазону. Показатели мощности и когерентности ЭЭГ отражают различные аспекты функциональной мозговой активности. Мощность ЭЭГ характеризует локальную активность нейронных ансамблей в определенной области коры, а когерентность показывает степень связанности и согласованной работы нейронных ансамблей различных отделов коры головного мозга. При когнитивной деятельности, по срав-

нению с состоянием покоя, изменяется распределение когерентных связей (Бехтерева, Нагорнова, 2007). Особенности выполняемой когнитивной деятельности отражаются в динамике когерентных связей, т. е. в увеличении и уменьшении синхронизации различных областей коры мозга.

Для анализа результатов ЭЭГ-исследования были выбраны вышеперечисленные частотные диапазоны, поскольку в работах других исследователей, изучающих мозговые корреляты невербальной творческой активности и, в том числе, музыкальной, отражение в параметрах ЭЭГ эмоциональных состояний человека, показана динамика характеристик ЭЭГ в этих диапазонах (Афтанас и др., 2003; Базанова, 2005; Бехтерева, Нагорнова, 2007; Лапшина, 2006; Павлыгина и др., 2003; Разумникова, 2004; Шемякина, Данько, 2007).

Сравнительный анализ различий средних значений показателей спектральной мощности и когерентности ЭЭГ у испытуемых в различных пробах проводился при помощи U-критерия Манна–Уитни. Обработка осуществлялась при помощи пакета компьютерных программ Statistica 6.0.

Результаты исследования

В результате сравнительного анализа спектральной мощности ЭЭГ между фоновыми показателями и показателями каждой из функциональных проб (восприятия, воспроизведения и сочинения мелодий) выявлено, что для всех исследуемых видов музыкальной деятельности характерно повышение мощности дельта1-ритма во фронтальных зонах левого полушария (F7, F3), бета1- и бета2-ритма в префронтальной (Fp2, Fpz) и фронтальной зонах (F8) правого полушария и в окципитальных зонах коры левого полушария (O1).

Для процесса сочинения музыки, независимо от характера ее эмоциональной окраски, характерно повышение мощности дельта1-ритма в задней темпоральной зоне левого полушария (T5), т. е. в области стриарной коры и средней височной извилины, где расположены слуховые ассоциативные зоны, связанные с механизмом восприятия ритма и переработки сложных музыкальных характеристик (гармонии, мелодии, ритма) (Панюшева, 2008).

Для процесса сочинения музыки с мажорной эмоциональной окраской характерно возникновение значимых когерентных связей в дельта1- и дельта2-диапазонах между фронтальными, темпоральными и центральными зонами коры левого полушария (Fp1–Fpz, F7–F3, T3–C3); в тета-диапазоне – между фронтальными и темпоральными зонами (F7–F3, F3–Fz, F7–T3) левого полушария и в альфа-диапазоне между фронтальными зонами обоих полушарий (F7–F3, F3–Fz, Fp2–F4) и темпоральными зонами левого полушария (T3–T5). При этом число значимых когерентных связей в левом полушарии значительно больше, чем в правом, что отражает паттерн ЭЭГ-активации, характерный для переживания положительных эмоций, которые присутствуют в процессе создания мелодий с мажорной эмоциональной окраской.

В процессе сочинения музыки с минорной эмоциональной окраской выявлены значимые когерентные связи в дельта1, тета-, альфа- и бета1-диапазонах во фронтальных (F3–Fz), а в тета-, альфа- и бета1-диапазонах в темпорально-париетальных (T5–P3) зонах левого полушария, а также во всех исследованных частотных диапазонах в префронтальных (Fpz–Fp2) и во всех диапазонах, кроме бета2, в центральных (Cz–C4) зонах правого полушария. Кроме того, зафиксировано появление высокой когерентности между отдаленными участками фронтально-центральных и темпо-

рально-окципитальных зон коры правого полушария в бета2-диапазоне (Fp2–Cz, T4–O2, Oz–O2) правого полушария.

Рассматривая результаты сравнения паттернов ЭЭГ-активации, полученные в фоновых и экспериментальных пробах, мы исходим из современных представлений о дельта-колебаниях не только как коррелятах сниженного функционального состояния (сон, патология), но и как сопутствующих компонентов активного состояния. Дельта-ритм отражает деятельность фронто-лимбической системы мозга. При извлечении из памяти эмоциональных образов в процессе генерации эмоций наблюдается усиление мощности в дельта-диапазоне (Афтанас и др., 2003). Усиление низкочастотной активности в теменно-височно-затылочных областях коры отражает механизмы восприятия ритма, а также переработку сложных музыкальных характеристик (гармонии, мелодии, ритма) в этих слуховых ассоциативных зонах (Панюшева, 2008).

Различные аспекты переработки музыкальной информации связаны с деятельностью многочисленных мозговых структур, одни из которых обеспечивают восприятие музыки (например, височные доли мозга функционально связаны с пониманием мелодии), а другие опосредуют развитие эмоциональных реакций (подкорковые структуры и лобные доли коры) (Уэйнбергер, 2005).

В нашем исследовании повышение активности и значительной когерентности тета-ритма в теменно-затылочной области мы рассматриваем как отражение процесса активизации доступа и извлечения из памяти эмоциональной информации, процесс поиска новых, оригинальных решений (Разумникова, 2004).

Активность альфа-ритма ассоциируется с текущим функциональным состоянием человека, на которое оказывает воздействие характер музыки (ее мощность, стиль). В нашем исследовании наблюдались паттерны ЭЭГ-активации в альфа-диапазоне. При сочинении музыки с минорной эмоциональной окраской возрастала мощность во фронтальных (F4) и заднетемпоральных (T6) зонах правого полушария.

Известно, что выраженность бета-ритма возрастает при умственном напряжении, эмоциональном возбуждении. В нашем исследовании повышение активности в бета1- и бета2-частотных диапазонах в префронтальной области правого полушария и окципитальной области левого полушария можно рассматривать как отражение активации творческого процесса при создании музыкального рисунка мелодии.

В результате проведенного экспериментального исследования изучены паттерны ЭЭГ-активности у музыкантов в процессе интериоризированного сочинения музыки с различной эмоциональной окраской. На основе полученных результатов сформулированы следующие **выводы**:

- 1 Активация творческого процесса создания музыкального рисунка мелодии сопровождается повышением активности бета1- и бета2-ритма во фронтальной зоне правого и окципитальной зоне левого полушарий.
- 2 Сочинение музыки с мажорной эмоциональной окраской сопровождается повышением активности низко- и высокочастотных ритмов ЭЭГ преимущественно во фронтальных отделах, а также усилением короткодистантных когерентных связей в передних отделах коры левого полушария мозга.
- 3 Сочинение музыки с минорной эмоциональной окраской сопровождается повышением активности низкочастотных ритмов ЭЭГ во фронтальных и темпоральных отделах коры правого полушария и усилением в низкочастотных диапазонах короткодистантных, а в высокочастотных – длиннодистантных когерентных связей преимущественно в правом полушарии.

Литература

- Афтанас Л. И., Рева Н. В., Варламов А. А. и др. Анализ вызванной синхронизации и десинхронизации ЭЭГ при эмоциональной активации у человека: временные и топографические характеристики // Журнал высшей нервной деятельности. 2003. Т. 53. № 4. С. 485–494.
- Базанова О. М. Электроэнцефалографические альфа-корреляты музыкальных способностей // Функциональная диагностика. 2005. № 1. С. 62–70.
- 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.
- Лапшина Т. Н. Психофизиологическая диагностика эмоций человека по показателям ЭЭГ // Материалы Международной научно-практической конференции «Развитие научного наследия Бориса Михайловича Теплова в отечественной и мировой науке (к 110-летию со дня рождения)». 15–16 ноября 2006 г.: Научный сборник. М.: БФ «Твердислов», 2006. С. 160–165.
- Павлыгина Р. А., Давыдов В. И., Сулимов А. В., Любимова Ю. В., Сахаров Д. С. Анализ когерентности ЭЭГ при прослушивании музыки // Журнал высшей нервной деятельности. 2003. Т. 53. № 4. С. 402–409.
- Панюшева Т. Д. Музыкальный мозг: обзор отечественных и зарубежных исследований // Асимметрия (резенцируемый научно-практический журнал). Т 2. № 3. Ноябрь, 2008.
- Разумникова О. М. Мышление и функциональная асимметрия мозга. Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 2004.
- Уэйнбергер Н. Музыка и мозг // В мире науки. № 2. Февраль, 2005.
- Шемякина Н. В., Данько С. Г. Изменения мощности и когерентности β 2-диапазона ЭЭГ при выполнении творческих заданий с использованием эмоционально-значимых и эмоционально-нейтральных слов // Физиология человека. 2007. Т. 33. № 1. С. 20–27.
- 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.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В РАМКАХ ПРОЦЕССУАЛЬНЫХ И ШИЗОТИПИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ (ПОЛОВОЗРАСТНОЙ АСПЕКТ)

М. В. Иванов

Научный центр психического здоровья РАМН (Москва)

ivanov-michael@mail.ru

В данной работе рассматривается экспериментальное исследование пространственных представлений в контексте расстройств шизофренического спектра при разной степени выраженности. Пространственные представления тесно связанные с особенностями восприятия и мышления в целом, могут выявлять и predisposition латентной психической патологии различного генеза, в том числе эндогенного.

Ключевые слова: пространственные представления, восприятие пространства, шизофрения, процессуальные расстройства.

На сегодняшний день особую актуальность представляют исследования половозрастных различий отдельных психических процессов. Особый интерес вызывают