

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КОРЫ МОЗГА
У МУЗЫКАНТОВ ПРОФЕССИОНАЛОВ И ЛЮБИТЕЛЕЙ ВО
ВРЕМЯ МУЗЫКАЛЬНОЙ ИМПРОВИЗАЦИИ**

**Скиртач И. А.,
Дикая Л. А.**

В статье показана роль музыки для развития творческого потенциала личности. Обоснована необходимость изучения функциональной организации коры мозга у музыкантов в процессе импровизации как творческой деятельности.

Описаны методика и процедура проведения эмпирического исследования. В исследовании приняли участие музыканты в возрасте от 18 до 39 лет в количестве 47 человек – профессионалы (22 чел.) и любители (25 чел.). Им предлагалось прослушать музыкальные гармонии, мысленно воспроизвести каждую из них, а затем создать импровизацию на их основе. Для изучения силы и характера распределения когерентных связей коры мозга во время выполнения музыкальной деятельности у участников исследования использовался метод ЭЭГ.

В результате проведенного сравнительного анализа выявлены особенности функциональной организации коры мозга для разных частотных диапазонов у музыкантов с различным уровнем профессионализма во время импровизации. Сделан вывод о сильном взаимодействии отделов мозга в процесс музыкальной импровизации у профессионалов и о взаимодействии преимущественно правополушарных отделов мозга у любителей.

Ключевые слова: когерентные связи, музыкальная импровизация, ЭЭГ, полушария мозга, частотный диапазон.

Среди множества видов эстетического развития личности особое значение имеет музыкальное. Возможности его заложены в специфике музыки, которая отражает действительность в звуковых образах и воплощает в себе творчество композитора, слушателя, исполнителя. Музыка, обладая исключительной эмоциональной насыщенностью, оказывает сильное воздействие на человека, глубоко проникает в тонкие душевные пласты его личности. В процессе активного, созидательного освоения музыкального искусства раскрывается творческий потенциал личности. Не случайно К. Леви-Стросс называет музыку «высшей загадкой наук о человеке», которая таит в себе «ключ к дальнейшему развитию этих наук», при этом разгадка полагается им именно в способности человека «продуцировать музыку» [7, с. 26]. Для того, чтобы грамотно использовать музыкальное творчество как инструмент, позволяющий влиять на развитие личности, несомненно, стоит разобраться в специфике самого процесса музыкального творчества.

В наши дни особое значение приобретают исследования творчества в контексте решения комплекса практических задач. Эти задачи порождаются тем, что темп развития любой сферы человеческой деятельности нельзя постоянно наращивать лишь

путем увеличения числа вовлекаемых в нее людей. Надо постоянно повышать творческий потенциал участников. Для этого необходимо целенаправленно формировать творческих работников, осуществлять рациональный отбор кадров, создавать наиболее благоприятную мотивацию творческой деятельности, отыскивать средства, стимулирующие успешное протекание творческого акта, рационально использовать современные возможности автоматизации умственного труда, приближаться к оптимальной организации творческих коллективов и т. п.

Ряд теоретических и практических исследований, представленных в современной научной литературе, указывают на функционирование многоуровневой системы мозгового обеспечения творческих процессов человека, существенными элементами которой являются интенсивные локальные процессы в различных зонах коры головного мозга, а также выраженная модификация межполушарных связей [2–6, 8–10, 12–16, 19]. Поэтому центральной идеей нашей работы выступила идея поиска областей мозга, согласованно функционирующих в реализации музыкального творчества.

Среди видов музыкальной деятельности наиболее близким по своим психологическим характеристикам

творческому процессу является процесс импровизации. Импровизация – исторически наиболее древний тип музицирования, при котором процесс сочинения музыки происходит непосредственно во время ее исполнения. Способность к импровизации отличает исполнителя высокого класса от остальных музыкантов. Импровизация как наиболее творческое проявление исполнительских способностей является одновременно и началом, и необходимым атрибутом композиции. Тем самым музыкант-импровизатор овладевает той стадией творческого процесса, в которой композитор ищет, экспериментирует, но не фиксирует результат своей работы в виде законченного сочинения.

Актуальность данного исследования вызвана противоречием между постоянно растущим интересом к выявлению закономерностей функционирования мозга во время творческого процесса, с одной стороны, и недостаточным уровнем теоретической и прикладной базы исследований мозговых коррелятов динамики процесса невербального творчества – с другой.

Вышеизложенное позволяет признать в качестве актуальной и приоритетной задачи изучение особенностей функциональной организации коры мозга музыкантов в процессе такой естественной для них невербальной формы творческой активности, как создание импровизации.

Целью исследования является изучение функциональной организации коры мозга у музыкантов профессионалов и любителей в процессе выполнения творческого задания (музыкальной импровизации).

Объектом исследования выступили музыканты в возрасте от 18 до 39 лет в количестве 47 человек, из них 20 женщин. На основе проведенного опроса участники исследования были разделены на две группы – профессионалы (практикующие музыканты, имеющие профильное образование – 22 чел.) и любители (люди, занимающиеся музыкой постоянно, но на любительском уровне и не имеющие специального образования – 25 чел.).

Предмет исследования – сила и характер распределения функциональных связей коры мозга у музыкантов в процессе выполнения творческого задания (музыкальной импровизации).

На этапе подготовки исследования группой экспертов-преподавателей Ростовской консерватории имени Рахманинова были отобраны 2 гармонии: мажорная и минорная, которые были классифицированы ими как гармонии с положительной и отрицательной эмоциональной окраской.

Для изучения силы и характера распределения когерентных связей коры мозга во время выполнения музыкальной деятельности у участников ис-

следования использовался метод ЭЭГ. 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), 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).

Для анализа выбирались безартефактные отрезки ЭЭГ длительностью по 10 секунд. В обоих случаях показатели когерентности ЭЭГ регистрировались в спокойном состоянии (фоновая ЭЭГ с закрытыми глазами) и при выполнении функциональных проб (восприятие, воспроизведение и импровизация).

Перед началом ЭЭГ-исследования проводилась мотивация участников: «Перед Вами стоит задача выполнять привычную для Вас музыкальную деятельность (восприятие музыкальной гармонии, воспроизведение услышанной музыкальной гармонии, импровизация), единственным отличием будет являться то, что все предложенные действия необходимо будет проводить без инструмента, в голове. Те, кто считает невозможным выполнение поставленных условий эксперимента, должны предупредить об этом заранее. После окончания экспериментальной части Вам будет предложено записать получившуюся мелодию любым доступным методом: наиграть на инструменте, записать в ноты самостоятельно, напеть. Записанные мелодии будут переданы экспертной группе музыкантов для оценки их качественных характеристик. По результатам экспертной оценки будет выявлено два победителя (создавшие лучшую мажорную и лучшую минорную мелодии), которые в качестве поощрения получат возможность записи на профессиональной студии любой своей композиции».

В первой функциональной пробе музыкантам предлагалось в течение 1 минуты слушать мажорную классическую гармонию фиксированной мощности (20 дБ). Во второй функциональной пробе испытуемым предлагалось воспроизвести про себя услышанную гармонию. В третьей пробе перед испытуемыми ставилась задача дополнить гармонию нотами так, чтобы получилась своя собственная мелодия с такой же эмоциональной окраской, как и предварительно прослушанная гармония. Другими словами: перед музыкантами ставилась задача создать импровизацию. После этого испытуемому предлагалось воспроизвести и записать созданную мелодию (запись велась только в том случае, если испытуемый владел нотной грамотой, в остальных случаях результат 3-й пробы фиксировался на цифровой носитель с целью дальнейшей нотной расшифровки при помощи музыкантов-экспертов).

На следующем этапе проводились такие же функциональные пробы, но только относительно минорной гармонии.

Записанные музыкальные отрывки предлагались для рецензирования экспертам-преподавателям Ростовской консерватории имени Рахманинова, которые оценивали мелодию с точки зрения критериев творчества, предложенных S. P. Besemer: «новизна (удивительность, оригинальность), разрешимость (логичность, полезность, ценность, понятность), стиль (органичность, элегантность, искусность)» [12, с. 291].

Значение функциональных проб восприятия и воспроизведения заключалось в необходимости выделить специфику работы коры мозга, характерную именно для творческого процесса создания импровизации, в отличие от других видов музыкальной деятельности. В результате проведенного сравнительного анализа силы и характера распределения когерентных связей между фоновыми показателями и показателями функциональных проб «музыкальная импровизация» в группе музыкантов-профессионалов выявлено, что в процессе сочинения музыки наблюдается увеличение значений когерентности между областями коры мозга как в правом, так и в левом полушарии: Fp2–F4, Fp2–F8, Fp2–T4, F8–T4, O2–T6, Fp2–O2, Fp2–T6, F8–O2, F8–T6, F8–P4, F4–T6, Fpz–O2, Fp1–T4, F4–T3, O1–T6, O1–P4, O2–T5. В бета 2 диапазоне выявлено повышение внутрислоушарных длиннодистантных связей между передними и задними отделами правого полушария. Что касается межполушарного взаимодействия, то оно наиболее ярко представлено в передних отделах коры мозга между гомологичными отведениями в дельта 2 и бета 1 диапазонах. Также в результате исследования выявлено, что внутрислоушарные когерентные связи во время сочинения музыки практически равномерно распределены в обоих полушариях без значимого доминирования одной из гемисфер. Причем наиболее характерными являются высококогерентные внутрислоушарные связи (рис. 1).

Что касается результатов анализа показателей когерентности в группе музыкантов-любителей, то здесь наиболее сильные когерентные связи выявлены преимущественно в правом полушарии (Fp1–O2, Fpz–Fp1, Fp2–C4, Fp2–F8, C3–C4, O1–T5, O1–C3, O2–T6, O1–O2). Исследование показало приоритет внутрислоушарных коротких связей в рамках альфа, тета и дельта 1 диапазонов и внутрислоушарных длинных связей в рамках бета 2 диапазона (рис. 2).

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что выявленное в исследовании усиление когерентных связей в альфа диапазоне в темпоральных и фронтальных областях у музыкантов-любителей может иметь значение активации ментальных процес-

сов поиска. Происходит своеобразное сканирование («считывание») информации и имеет место тесная связь с механизмами восприятия и памяти. А синхронизация тета-ритма, наблюдаемая у музыкантов-любителей во фронтальных регионах коры, часто наблюдается в ситуациях с когнитивным усилием и нагрузкой на память [3, 5]. Можно предположить, что способ импровизации музыкантами-любителями заключается в создании нового путем компиляции гармонических отрывков, с которыми они сталкивались ранее, т. е. в репродукции мелодии.

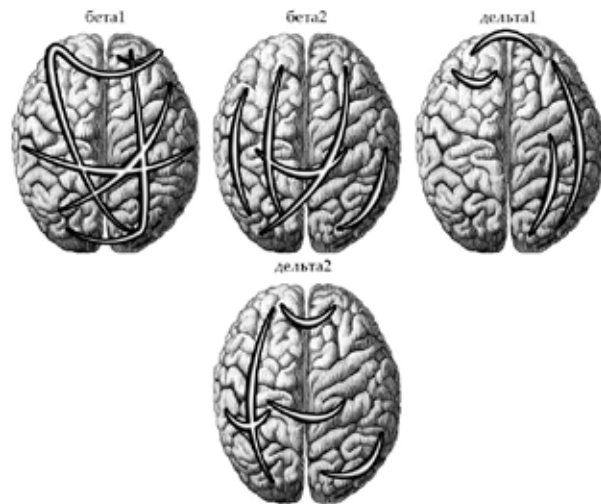


Рис. 1. Распределение когерентных связей у музыкантов профессионалов в процессе создания музыкальной импровизации

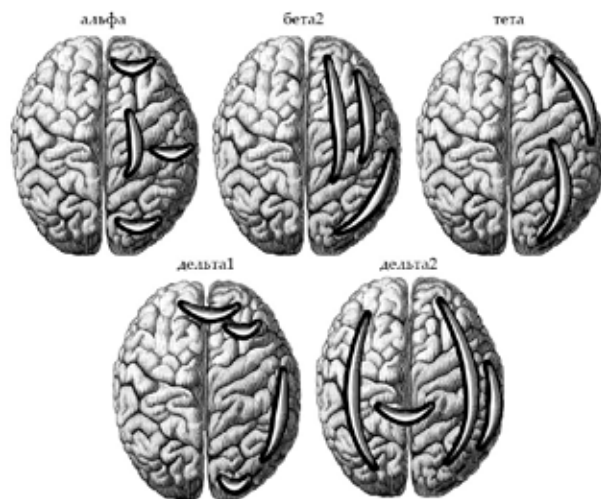


Рис. 2. Распределение когерентных связей у музыкантов любителей в процессе создания музыкальной импровизации

Что касается бета 1 и бета 2 частотных диапазонов, то динамика распределения когерентных связей характеризуется выраженной интеграцией передних и задних областей каждого из мозговых полушарий, что означает активное вовлечение в совместную работу париетальных, окципитальных и темпоральных областей у представителей обеих групп испытуемых. Как известно, париетально-окципитальные области правого полушария отвечают за наглядное представление предмета по его названию; темпоральные и париетальные области обоих полушарий принимают участие в извлечении из памяти и обработке образной информации [10]. Также повышение активности в бета 1 и бета 2 частотных диапазонах в префронтальной области правого полушария и в окципитальной области левого можно рассматривать как отражение активации творческого процесса при создании музыкального рисунка мелодии. Это подтверждается исследованиями, в которых выявлено, что правильную конструкцию языкового и музыкального синтаксиса (набора правил, определяющего надлежащее соединение элементов – нот и слов соответственно) обеспечивает участок фронтальной коры, а другие участки отвечают за переработку связанных с ним компонентов языка и музыки [1, 8, 11, 14, 22].

В целом следует отметить, что как в высоко-, так и в низкочастотных диапазонах выявлено усиление внутрислоушарных связей, при этом преимущественно коротких в большинстве диапазонов. Наиболее сильные когерентные связи обнаружены в дельта 1 и дельта 2 частотных диапазонах, и только в бета 2 диапазоне проявляется явное усиление длиннодистантных связей между передними и задними отделами преимущественно правого полушария.

У музыкантов-профессионалов появление выраженного внутрислоушарного взаимодействия между передними и задними отделами коры в высокочастотных диапазонах соотносимо с коррелятами усиленной когнитивной деятельности, с высокой скоростью ее выполнения за счет длиннодистантных функциональных связей. При изучении ЭЭГ коррелятов творческой активности исследователями также выявлены вариативные частотные профили организации нейронных ансамблей, изменяющиеся в широком диапазоне частот от дельта до гамма [9, 10, 13, 15, 16, 19]. Это не удивительно, т. к. творческий процесс является одним из самых сложноорганизованных видов когнитивной деятельности. Поэтому в сложном ансамбле деятельности мозга отдельные частотные ритмы имеют свое функциональное значение. Например, низкочастотные диапазоны в большей мере связывают с базовыми психическими процессами мотивации, эмоциональных переживаний и внимания (особенно состояния готовности

и бдительности) [1, 11, 15, 16–19], а высокочастотные – с более сложными когнитивными процессами, в которых отдельные характеристики стимулов требуется связать в единое целое: например, в различении абстрактных и конкретных слов или семантического значения разномодально представленных объектов [12, 14–16, 20–22]. Оригинальное решение сложной проблемы требует интеграции разных процессов. Это и генерация разнообразных идей на основе селекции информации с активизацией отдаленных категорий знаний (эти функции выполняют задние отделы головного мозга), и последовательное (или параллельное) фокусирование на каждой идее и анализ ее качества для заключения о продолжении поиска или принятия окончательного решения поставленной задачи (функции лобных отделов мозга). Необходимо также поддерживающее поиск нужного решения внимание (функции правого полушария) и мотивация для осуществления этой поисковой деятельности (функции медиальной части коры и лимбической системы).

Также процесс создания музыкальной импровизации может включать в себя возникновение многих, параллельно протекающих ассоциативных процессов, что отражается в функциональной обособленности деятельности различных нейронных ансамблей [3, 5]. Ослабление функциональных связей между полушариями у музыкантов-профессионалов может также указывать на более независимую работу полушарий, на отдельную обработку информации на этапе решения невербальной творческой задачи (создания импровизации). В исследованиях других авторов также 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 [2, 4, 5, 9, 10]. Это предположение подтверждает и выявленное в нашем исследовании снижение когерентности биопотенциалов коры мозга в левом полушарии.

Таким образом, в результате проведенного эмпирического исследования выявлены особенности функциональной организации коры мозга у музыкантов с различным уровнем профессионализма во время импровизации. Для музыкантов-профессионалов в процессе сочинения музыки характерно наличие сильных когерентных связей между областями коры в обоих мозговых полушариях. Причем, в низкочастотных дельта 1 и дельта 2 диапазонах у представителей обеих исследуемых групп доминируют длиннодистантные внутрислоушарные и короткодистантные межполушарные связи, тогда как в высокочастотном

бета 2 диапазоне у музыкантов-любителей выражены длиннодистантные связи между передними и задними отделами правого полушария мозга, а у музыкантов-профессионалов – длиннодистантные внутри- и межполушарные связи. Следовательно, у профессионалов в процессе музыкальной импровизации отделы мозга функционируют при их сильном взаимодействии. У любителей музыкальная импровизация обеспечивается взаимодействием преимущественно правополушарных отделов мозга.

ЛИТЕРАТУРА

- Афтанас Л. И. Эмоциональное пространство человека: психофизиологический анализ. – Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 2000. – 126 с.
- 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.
- Денисова И. А. Психофизиологический взгляд на творчество. Мозговые корреляты музыкального творчества // Вестник ЛГУ им. А. С. Пушкина. – СПб., 2010. – Т. 5. Психология – № 4 – С. 99–108.
- Дикая Л. А. Развитие креативности у специалистов по противодействию терроризму и ликвидации последствий террористических актов // Российский психологический журнал. – 2013. – Т. 10. – № 5. – С. 32–38.
- Дикая Л. А. Денисова И. А. Сравнительный анализ функциональной организации коры мозга у музыкантов и художников при выполнении профессионально-специфичной творческой деятельности // Северо-Кавказский психологический вестник. – 2011. – № 9/1. – С. 14–17.
- Ермаков П. Н., Дикая Л. А., Кац Е. Б. Психофизиологические и психологические особенности одаренных старшеклассников, испытывающих психологические трудности // Российский психологический журнал. – 2009. – Т. 6. – № 3. – С. 10–21.
- Леви-Стросс К. Мифологии: в 4 т. Том 1: Сырое и приготовленное. – М.; СПб.: Университетская книга, 1999. – 406 с.
- Панюшева Т. Д. Музыкальный мозг: обзор отечественных и зарубежных исследований // Асимметрия. – 2008. – Т. 2. – № 3.
- Разумникова О. М. Индивидуальные особенности полушарной активности, определяющие успешность решения эвристической задачи // Асимметрия – 2009. – Т. 3. – № 1. – С. 37–50.
- 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.
- Basar E., Basar-Eroglu C., Karakas S. M., Scurmann M. Brain oscillations in perception and memory // Int. J. Psychophysiol. 2000. 35. 95–124.
- Besemer S., & O'Quin K. (1999). Confirming the three-factor Creative Product Analysis Matrix model in an American sample. *Creativity Research Journal*, 12, 287-296.
- Carlsson I., Wendt P., Risberg J. (2000). On the neurobiology of creativity. Differences in frontal activity between high and low creative subjects // *Neuropsychologia* 38:873-85.
- Dikaya L. A., Ermakov P. N. Interhemispheric interaction in participants solving verbal and nonverbal professional creative tasks // *International Journal of Psychology*. 2012. V. 47, Supp.1. Special Issue: XXX International Congress of Psychology. P. 145.
- Jausovec N., Jausovec K. (2000) EEG activity during the performance of complex mental problem. *Int J Psychophysiology* 36(1):73-88.
- 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.
- Knyazev G. G. Motivation, emotion, and their inhibitory control mirrored in brain oscillations // *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2007. 31. 3. 377–395.
- Krause C. M., Viemero V., Rosenqvist A., Sillanmaki L., et al. Relative electroencephalographic desynchronization and synchronization in humans to emotional film content: an analysis of the 4–6, 6–8, 8–10 and 10–12 Hz frequency bands // *Neurosci. Let.* 2000. 286. 9–12.
- Martindale C., Hines D. Creativity and cortical activation during creative, intellectual and EEG feedback tasks // *Biological Psychology*, 1975. – V. 3. – P. 71-80.
- Lutzenberger W., Pulvermuller F., Bir-Baumer N. Words and pseudowords elicit distinct patterns of 30-Hz EEG responses in human // *Neurosci. Let.* 1994. 176. 1. 115–118.
- Von Stein A., Sarnthein J. Different frequencies for different scales of cortical integration: from local gamma to long range alpha/theta synchronization // *Int. J. Psychophysiol.* 2000. 38. 301–313.
- Weiss S., Rappelsberger P. EEG coherence within the 13-18 Hz band as a correlate of a distinct lexical organization of concrete and abstract nouns in humans // *Neurosci. Let.* 1996. 209. 17–20.