

На правах рукописи

МАСЛЕННИКОВА АЛЕКСАНДРА ВАЛЕРЬЕВНА
ВЛИЯНИЕ КОНСОНАНСНЫХ И ДИССОНАНСНЫХ АККОРДОВ НА
БИОПОТЕНЦИАЛЫ МОЗГА

Специальность 03.03.01 – физиология и

19.00.02 - психофизиология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2013

Диссертация выполнена в лаборатории психофизиологии (заведующая — доктор медицинских наук, профессор В.Б. Стрелец) Федерального Государственного Бюджетного Учреждения Науки Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (директор — член-корреспондент, профессор П.М. Балабан)

Научный руководитель:

доктор биологических наук,

Стрелец Валерия Борисовна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор

Костандов Эдуард Арутюнович

доктор биологических наук, профессор

Морозов Владимир Петрович

Ведущая организации: ФГБУ Научный Центр Психического Здоровья РАМН

Защита состоится «26» апреля 2013 года в 15 часов 30 минут на заседании Диссертационного совета Д.002.044.01 при Учреждении Российской Академии Наук Институте высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН по адресу: 117485, г. Москва, ул. Бутлерова, д.5а.

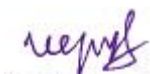
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИВНД и НФ РАН.

Автореферат разослан «--» ---- 2013 г.

Ученый секретарь

доктор биологических наук

Диссертационного совета



Иерусалимский В.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

В основе гармонического строя музыки лежат соотношения частот музыкальных звуков, или музыкальные интервалы. В музыкальной акустике и теории музыки интервалы делят на консонансы и диссонансы по соотношению частот тонов, входящих в интервал. Отмечается, что консонансы звучат мягко, спокойно, благозвучно, диссонансы – резко, жестко, напряженно (Budge, 1943; Vos and Troost, 1989; Huron, 1991, Готсдинер А.Л., 1993). Согласно теории Гельмгольца (акустическая теория) консонантность и диссонантность интервалов определяются отсутствием или наличием биений между основными и частичными тонами, входящими в интервал. Два и более интервалов составляют аккорд, причем в аккорде могут сочетаться как консонансные, так и диссонансные интервалы. Предпочтение консонансов выявлено также у младенцев (Trainor et al., 2002; Hannon and Trainor, 2007, Winkler, Haden, He, 2009) и животных (В.П. Морозов, 1967, Fishman et al., 2001).

На данный момент существует немало исследований психофизиологии восприятия гармонической структуры аккорда человеком. Исследования когерентности (Passynkova, 2005, 2006) дают основание считать, что более сильная внутрислоухарная связь в правом полушарии для консонансов по сравнению с диссонансами в диапазоне тета-ритма связана с оценкой данных аккордов как приятных. Некоторые исследователи приводят данные о том, что обработка гармонической структуры базируется на низких уровнях сенсорного анализа и поэтому может быть причиной того, что консонансы более предпочитаемы (Bindelman, Ananthanarayan, 2009). В тоже время показано, что консонансные аккорды стимулируют более высокую гамма-активность по сравнению с диссонансными (Park, 2011).

Выявленные межполушарные асимметрии подтверждают гипотезу В. Хелер и Р. Дэвидсона об участии передних отделов коры в определении знака эмоции, согласно которой положительные переживания связываются с деятельностью передних отделов левого, а отрицательные – передних отделов правого полушария. Согласно информационной теории П.В. Симонова, повышение активации правой лобной области связано с переживаниями отрицательных эмоций, например при дисбалансе между имеющейся информацией и информацией, необходимой для решения данной задачи. Также как и в работах В. Хелер и Р. Дэвидсона, в исследованиях В.Б. Стрелец показано, что активация правой лобной области связана с регуляцией отрицательных эмоций. Наблюдаемая активация фронтотемпоральных областей соответствует хорошо описанному феномену фронтотемпорального тета-ритма, ассоциируемого с активацией передней части поясной извилины и связанному в том числе с интернализацией внимания и субъективной выраженностью переживания гармонии. Эти результаты подтверждаются тем, что на субъективном уровне консонансные аккорды были оценены и как более приятные, и как более гармоничные. Данные, полученные в ходе нашей работы, согласуются с результатами Н. Пасынковой с соавт., также показавшими связь тета-ритма с восприятием гармоничности в музыке.

Однако мы впервые применили метод вызванных изменений спектральной мощности для анализа влияния консонансных и диссонансных аккордов на биопотенциалы мозга и получили увеличение мощности в диапазоне тета-ритма на консонансные интервалы по сравнению с диссонансными (увеличение мощности в постстимульном интервале по сравнению с предстимульным) во фронтотемпоральных областях коры симметрично для обоих полушарий у музыкантов и фронтотемпоральных областях коры левого полушария у немусыкантов. Таким образом, разделение на группы по наличию/отсутствию музыкального опыта выявило

большую межполушарную интегрированность, а также большую величину ранних компонентов вызванного потенциала, что по-видимому связано с опытом занятий музыкой.

Поскольку на настоящий момент опубликованы лишь единичные работы, рассматривающие психофизиологические корреляты восприятия гармонии в музыке, следует также отметить важность полученных результатов для понимания особенностей восприятия музыки и формирования связанных с ней эмоциональных ощущений. В настоящей работе впервые рассмотрена динамика восприятия гармонии в музыкальном звуке; временной отрезок, на котором наблюдавшиеся различия были выражены максимально (100-300 мс), соответствует относительно ранним, скорее автоматизированным, нежели когнитивным этапам восприятия музыки. Кроме того, получено дополнительное подтверждение важности для эмоционального восприятия не столько альфа-ритма, как тета-ритма, что согласуется с данными ряда других исследований эмоционального восприятия.

Цель исследования состояла в психофизиологическом анализе особенностей центральных механизмов восприятия музыкальной гармонии.

Задачи исследования

1. Выявить субъективные особенности восприятия эмоциональной информации и переживания музыкальной гармонии.
2. Оценить особенности вызванных изменений спектральной мощности ритмов мозга испытуемых при восприятии консонансных и диссонансных аккордов.
3. Исследовать различия вызванных потенциалов на две категории стимулов (консонансы и диссонансы).

4. Провести анализ вызванных изменений спектральной мощности при восприятии аккордов музыкантами и людьми без музыкального образования, а также изучить особенности вызванных потенциалов на консонансные и диссонансные аккорды в зависимости от музыкального образования.
5. Сопоставить показатели межполушарной асимметрии в зависимости от наличия или отсутствия музыкального образования.

Научная новизна

- Впервые применена методика вызванных изменений спектральной мощности для анализа влияния консонансных и диссонансных аккордов на биопотенциалы мозга.
- Впервые обнаружено увеличение вызванных изменений спектральной мощности в тета-диапазоне ритмов на консонансные аккорды вне зависимости от обучения.
- Впервые выявлено увеличение вызванных изменений спектральной мощности в зависимости от музыкального навыка.
- Впервые показаны топографические изменения при восприятии аккордов в тета-диапазоне и их зависимость от музыкального навыка.
- Показано впервые отсутствие различий по амплитуде и латентности в ранних компонентах вызванного потенциала на консонансы и диссонансы.

Теоретическая и практическая значимость

Полученные результаты вносят вклад в изучение психофизиологического механизма восприятия музыкальной гармонии.

В работе было изучено влияние аккордов, построенных на консонансных и диссонансных музыкальных интервалах, на биопотенциалы

мозга человека. Обнаружено, что приятно звучащие консонансные аккорды вызывают увеличение активности в диапазоне тета-ритма по сравнению с диссонансными. Причем у людей без музыкального образования активируются преимущественно фронто-медиальные области со смещением в левое полушарие, что говорит об обработке данных стимулов с вовлечением зон коры, ответственных за положительные эмоции. У музыкантов подобной асимметрии не наблюдается, так как обработка аккордов в силу музыкального опыта у этой группы испытуемых достаточно автоматизированная, свернутая. Однако, необходимо отметить, что наличие музыкального образования на предпочтение консонансов и увеличение тета-активности на консонансные аккорды не влияет.

Выявленные различия в обработке консонансных и диссонансных аккордов у музыкантов и немужыкантов, дают возможность говорить об общих, универсальных механизмах обработки музыкальных аккордов, и, в то же время, различиях, связанных с обучением.

Поскольку на настоящий момент опубликованы лишь единичные работы, рассматривающие психофизиологические корреляты восприятия гармоничности/дисгармоничности в музыке, следует также отметить важность полученных результатов для понимания особенностей восприятия музыки и формирования связанных с ней эмоциональных ощущений.

Настоящая работа имеет определенную практическую значимость для музыкантов-теоретиков, специалистов по психоакустике и врачей-психотерапевтов как теоретическая база и обоснование музыкотерапевтической практики.

Положения, выносимые на защиту

1. Различия в вызванных изменениях мощности ритмов обусловлены разными типами аккордов (консонансными и диссонансными).

2. Вызванные изменения мощности ритмов на разные типы аккордов у профессиональных музыкантов и нем музыкантов различны.
3. При восприятии аккордов у нем музыкантов наблюдается межполушарная асимметрия, и она отсутствует у музыкантов.
4. Амплитуда компонентов N100 и P200 вызванного потенциала на консонансные и диссонансные аккорды зависит от опыта занятий музыкой.

Публикации: По материалам диссертации опубликовано 5 печатных работ, из них 1 статья в журнале, рекомендуемом ВАК.

Апробация диссертации

Результаты работы в качестве доклада были представлены на конференции молодых ученых ИВНД и НФ РАН (Москва, 2011, 2012), международной конференции (Салоники, 2011 и Калининград, 2012), а также апробированы на годовой отчетной конференции ИВНД и НФ РАН 21 ноября 2011 года. Кроме того, используются в материалах лекций по психологии искусства в Московском институте психоанализа, психофизиологии в МГУ ТУ. Полученные данные дали возможность разработать курс музыкотерапии в рамках арт-терапевтической работы с пациентами в практической работе в коммерческих психоневрологических клиниках г. Москвы (клиники «Роса» и «Преображение») и г. Перми (Центр реабилитации инвалидов).

Структура работы

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания методов исследования, результатов, обсуждения результатов, выводов, указателя библиографических источников и приложения. Работа изложена на

115 машинописных страницах, включая 13 таблиц и 37 рисунков. Список цитируемой литературы состоит из 130 работ.

МЕТОДИКА

Испытуемые: в эксперименте приняли участие 48 человек от 18 до 35 лет (средний возраст $24,5 \pm 5.13$), 38 женщин и 10 мужчин не имеющие психических отклонений и имеющие неоконченное высшее и высшее образование. Испытуемые составили две группы: не имеющие музыкального образования (23 человека) и имеющие среднее специальное или высшее музыкальное образование (25 человек).

Стимулы: В качестве стимулов мы взяли консонансные и диссонансные аккорды, состоявшие из четырех интервалов и построенные на разных тонах 12-ступенного равномерно-темперированного строя, но одинаковые по длительности, тембру и громкости. Стимулы были выровнены по тембру (классическое пианино), и громкости (70 дБ). Всего стимулов было 84: 42 консонансных и 42 диссонансных. Консонансные аккорды строились на основе мажорного (или минорного) трезвучия от семи основных ступеней с дополнительными интервалами для основного тона (на октаву выше и ниже основного тона). Диссонансные аккорды строились на основе диссонансных интервалов. Все стимулы были созданы с помощью программы Cakewalk Music Creator 4.

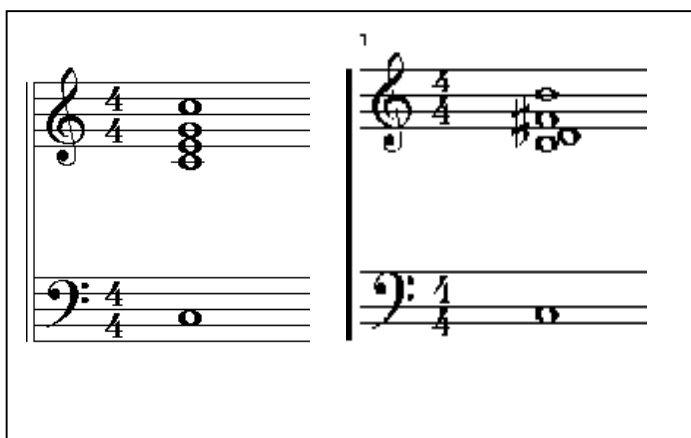


Рисунок 1. Примеры стимулов.

Консонанс (слева) на основе до-мажорного трезвучия. Диссонанс (справа) на основе двух наиболее диссонансных интервалов: малой секунды и тритона.

Условия предъявления стимулов: Во время записи ЭЭГ испытуемым в случайном порядке с равной вероятностью через наушники предъявлялись консонансные аккорды и диссонансные аккорды длительностью 1,5 с. Испытуемые располагались с открытыми глазами в удобном кресле в затемненной комнате. После прослушивания каждого аккорда через 500 мс испытуемые должны были оценить свои эмоциональные ощущения с использованием девятибалльной шкалы «приятный – неприятный», а также оценить гармоничность аккордов по девятибалльной шкале «гармоничный – дисгармоничный». После оценки стимулов, по истечении случайно определяемого интервала в 1 – 1,5 с, предъявлялся следующий стимул. Инструкции и фиксационный символ «+» предъявлялись на стимулирующем мониторе размером 19” (Acer 1719), установленном на расстоянии 90 см от испытуемого. Запись ЭЭГ осуществлялась при предъявлении двух блоков по 40 стимулов.

Запись вызванных потенциалов: ЭЭГ регистрировалась с использованием 32-канального усилителя Neuroscan Synamps и 32-канальной шапочки (модифицированная схема постановки электродов 10-20%) с встроенными Ag/AgCl электродами. В качестве референтного отведения использовался объединенный ушной референт, заземляющий электрод располагался в центре лба.

Анализ данных: После удаления окулографических артефактов и исключения эпох с миографическими, двигательными и иными артефактами производилась полосовая фильтрация в следующих частотных диапазонах: дельта (2-4 Гц), тета1 (4-6 Гц), тета2 (6-8 Гц), альфа1 (8-10 Гц), альфа2 (10-13 Гц) и гамма (30-45 Гц). Согласно классическому методу вычисления вызванной синхронизации/десинхронизации вызванные изменения спектральной мощности (ВИСМ) в постстимульном интервале (0-1200 мс от начала предъявления стимула) определялись как процент увеличения

(вызванная синхронизация) или уменьшения (вызванная десинхронизация) мощности в данном частотном диапазоне по сравнению с предстимульным интервалом (от -500 до 0 мс относительно момента предъявления стимула). Этот метод (evoked synchronization/desynchronization) предложен Pfurtscheller, Lopes da Silva, 1999. Для статистического анализа экспортировались значения пиков увеличения или уменьшения спектральной мощности во временном интервале 100-500 мс, определенном по результатам предварительного анализа усредненных кривых вызванных изменений спектральной мощности. Субъективные оценки испытуемых анализировались с использованием t-критерия Стьюдента для зависимых выборок. Для анализа вызванной синхронизации по каждому частотному диапазону использовались следующие схемы дисперсионного анализа с повторными измерениями для каждой из двух групп испытуемых: а) дисперсионный анализ ANOVA для отведений центральной линии: отведения (Fz , Cz , Pz и Oz) на экспериментальное условие (консонансные, диссонансные аккорды) для выявления общих топографических закономерностей ВИСМ; б) отдельный двухфакторный анализ ANOVA для пар отведений $F3 - F4$ и $P3 - P4$, полушарие (левое, правое) на экспериментальное условие, для проверки специфической экспериментальной гипотезы. Кроме того, были проведены межгрупповые сравнения по вышеуказанным схемам. При необходимости для коррекции значений p использовалась поправка Гринхауза-Гейссера. Для уточнения характера эффектов при наличии достоверных взаимодействий проводились one-way ANOVA по отдельным отведениям.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ субъективных оценок аккордов. Субъективные оценки по шкале «гармоничный - дисгармоничный» для консонансных аккордов были

значимо выше, чем для диссонансных ($p < 0,001$) у немусыкантов, музыканты также оценивали консонансы как более гармоничные ($p < 0,02$). Для шкалы «приятный - неприятный» как музыканты, так и немусыканты оценивали консонансы, как более приятные ($p < 0,01$), однако различия между категориями у музыкантов были несколько меньше. Различия между группами выявлены на уровне тенденций ($p < 0,1$).

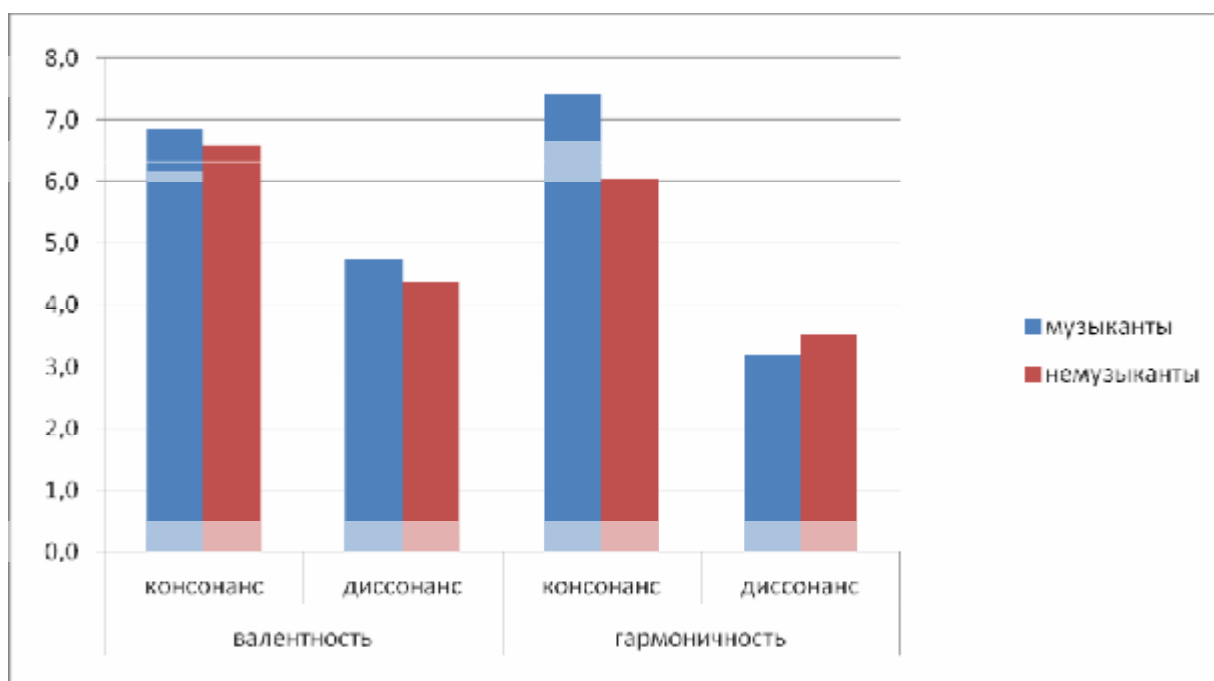


Рисунок 2. Различия субъективных оценок для консонансов и диссонансов в группах музыкантов и немусыкантов.

	средний балл по шкале "валентность"		средний балл по шкале "гармоничность"	
	консонансы	диссонансы	консонансы	диссонансы
немусыканты	6,6	4,4	6,0	3,5
музыканты	6,9	4,7	7,4	3,2

Таблица 1. Средние баллы по шкалам субъективной оценки в зависимости от музыкального опыта.

Анализ вызванных изменений спектральной мощности показал, что зависимость вызванных изменений спектральной мощности от типа стимула наблюдалась в тета1, тета2 и альфа1 диапазонах и была наиболее выражена во фронто-центральных областях коры. Для других частотных диапазонов (дельта, альфа2, гамма) достоверной зависимости ВИСМ от экспериментального условия выявлено не было.

Тета1 (4-6 Гц). Различия в восприятии двух типов аккордов наиболее ярко выражены в тета1 диапазоне ритмов. Достоверность различий довольно высока – $p=0,0003$. При этом разница между группами выражена еще и топографически: различия между консонансными и диссонансными аккордами у немусыкантов выражены как во фронтомедиальных, так и в левых префронтальных отделах, а у музыкантов лишь во фронтомедиальных отделах коры головного мозга (рис. 2). Это подтверждается статистически: уровень значимости различий по отведениям С3-С4 составил $p=0,002$. Кроме того, амплитуда вызванной синхронизации в диапазоне тета1 для немусыкантов значимо ниже симметрично для обоих полушарий.

Тета2 (6-8 Гц). По результатам дисперсионного анализа уровень значимости взаимодействия факторов «Отведение» на «Музыкальное образование» составил $p=0,0016$, что свидетельствует о более выраженном увеличении мощности тета2 ритма во центрально-медиальных отведениях при восприятии аккордов у музыкантов по сравнению с немусыкантами (см. рис.3). Кроме того, высока степень асимметрии у немусыкантов при восприятии консонансов, в то время как у музыкантов подобной тенденции не наблюдается.

Альфа1 (8-10 Гц). Различия между экспериментальными условиями, выявленные в альфа1 диапазоне, сходны с различиями, полученными для тета-диапазонов, но менее выражены ($p<0,05$).

Общая тенденция такова: в тета1 максимальные различия как обусловленные фактором условия, так и фактором группы сменяются в тета2 снижением уровня значимости и доходят до невысокого в альфа1 диапазоне ритмов.

Результаты анализа вызванных потенциалов.

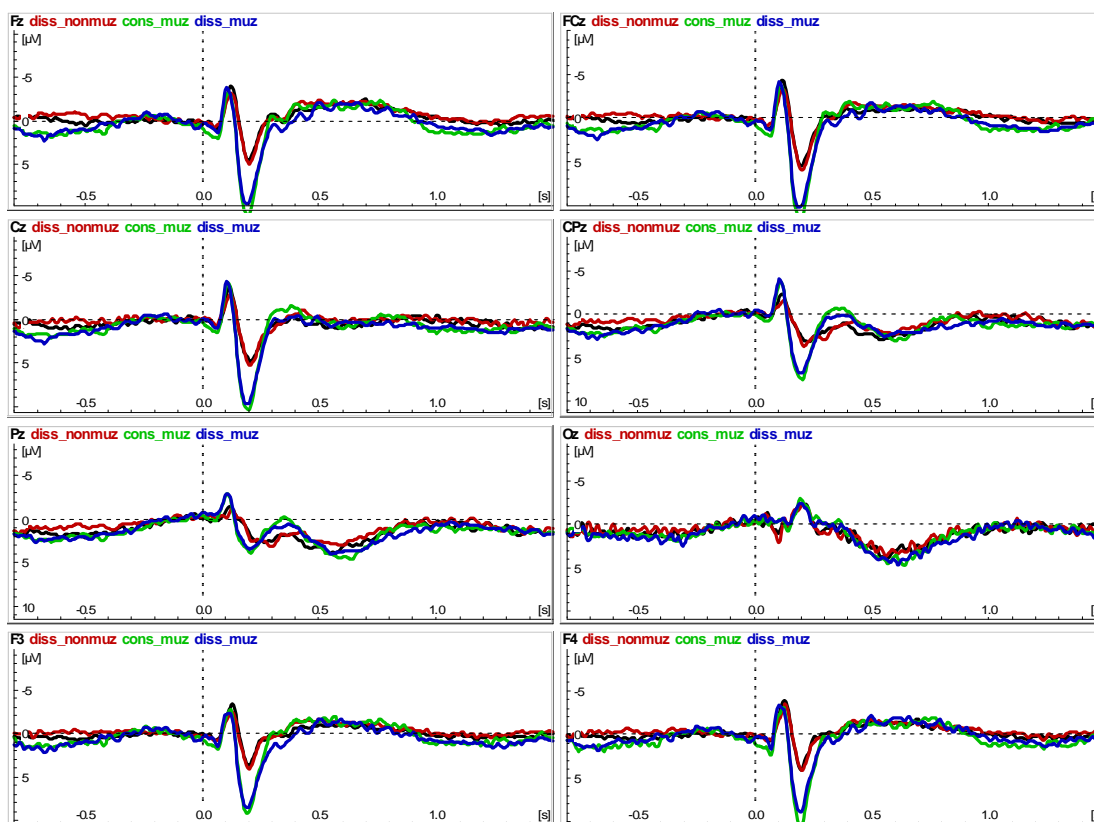


Рисунок 3. Вызванный потенциал на консонансные и диссонансные аккорды. (черный = немусыканты/консонансы, красный = немусыканты/диссонансы, зеленый = музыканты/консонансы, синий = музыканты/диссонансы).

N100. Ранний отрицательный компонент N100 топографически был наиболее выражен в орбитофронтальных и фронтомедиальных отведениях, при этом различия между экспериментальными условиями выявлено не было. Межгрупповой анализ показал, что музыканты демонстрируют большую амплитуду этого компонента для медиофронтальных отведений вне зависимости от типа аккордов ($p=0,032$).

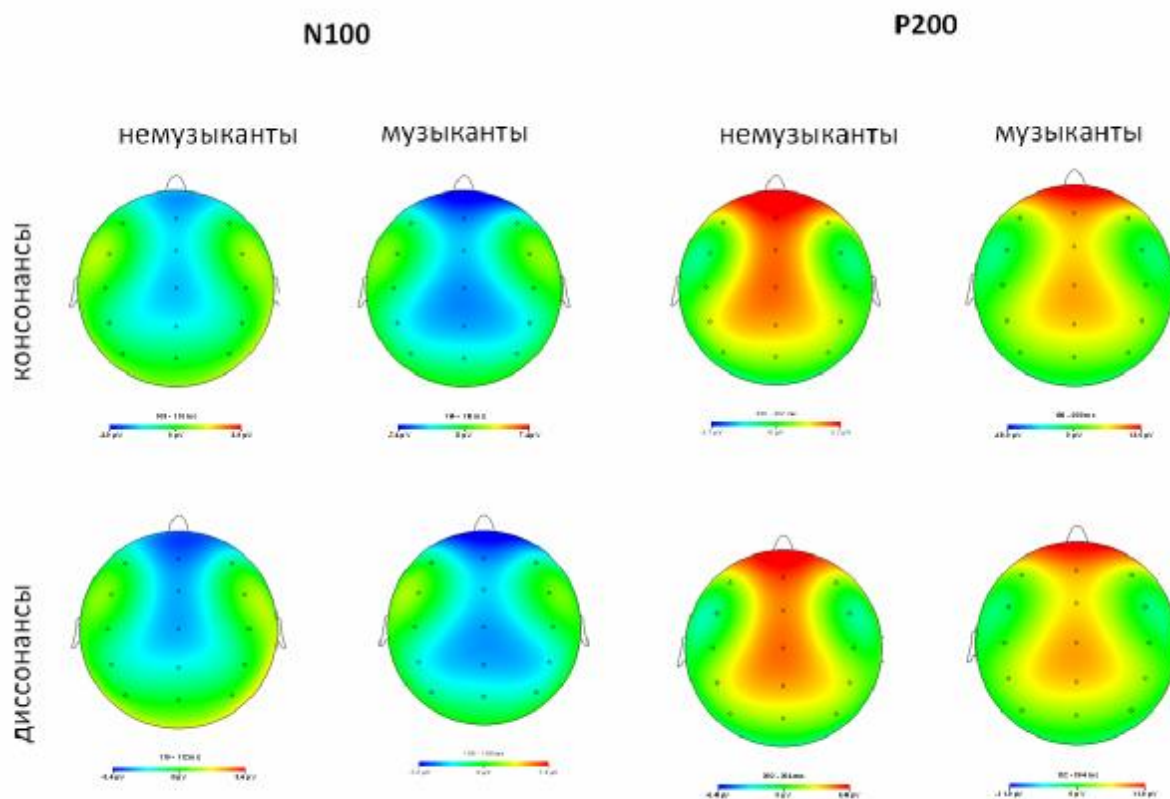


Рис. 4. Карты амплитуд компонентов N100 и P200 вызванных потенциалов на консонансы и диссонансы у музыкантов и немужыкантов.

P200. Топография среднелатентного позитивного компонента P200 совпадает с топографией компонента N100; для него также не были выявлены различия между экспериментальными условиями. Для данного компонента были выявлены наиболее достоверные межгрупповые различия: как и для N100, амплитуда P200 была существенно выше для музыкантов ($p < 0,000001$).

Статистически значимых различий в латентности компонентов N100 и P200 обнаружено не было. Поздние компоненты (N600) значимых различий не показали.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Как показывают полученные данные, при восприятии аккордов наблюдается значительное увеличение спектральной мощности в нижнем и верхнем тета-диапазонах, с локальным максимумом в лобных областях коры; это увеличение более выражено при восприятии консонансных аккордов по сравнению с диссонансными. Поскольку в современной литературе вызванное увеличение спектральной мощности (вызванная синхронизация) в тета-диапазоне достаточно однозначно интерпретируется как увеличение активности соответствующих зон коры, наблюдаемый эффект свидетельствует о большей активности фронтотемпоральной коры при восприятии консонансных аккордов.

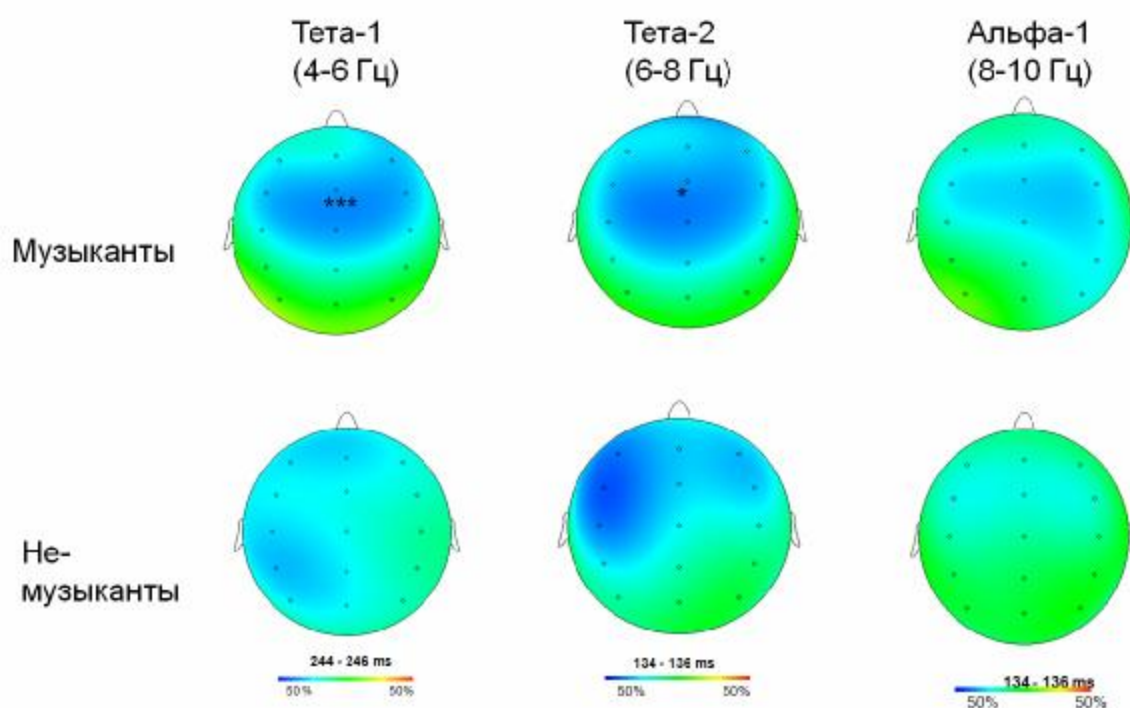


Рис. 5. Карты разницы ВИСМ между консонансными и диссонансными аккордами для музыкантов и немужыкантов.

Наблюдаемая активация фронтотемпоральных областей соответствует хорошо описанному феномену фронтотемпорального тета-ритма («FM theta»),

ассоциируемого с активацией передней части поясной извилины и связанному в том числе с интернализацией внимания и субъективной выраженностью переживания ощущения внутренней гармонии (Aftanas, 2001; Sammler, 2007). Эти результаты подтверждаются тем, что на субъективном уровне консонансные аккорды были оценены и как более приятные, и как более гармоничные. Полученные результаты хорошо согласуются с результатами многочисленных работ, посвященных связи фронто-медиальному тета-ритма и эмоциональных переживаний. Данные по увеличению мощности в тета1 и тета2 диапазонах, полученные в ходе нашей работы, дополняются результатами Н. Пасынковой с соавт., показавшими связь когерентности в тета и альфа1 диапазонах ритмов с восприятием гармоничности в музыке на материале консонансных и диссонансных аккордов. Большая амплитуда и более выраженный топографический градиент тета-синхронизации, наблюдающийся у музыкантов, отражает, по-видимому, эффект обучения, связанный с большей привычностью восприятия музыкальных стимулов у лиц с музыкальным образованием.

Таким образом, можно предположить, что консонансы и диссонансы воспринимаются немусыкантами эмоционально, в то время как музыканты в большей мере абстрагированы от эмоций, а восприятие гармонических различий опирается в большей степени на автоматизированные процессы. Так, исследование финских ученых из университета Хельсинки показало, что музыкальное образование увеличивает быструю (в течение десятков минут) нейронную пластичность кодирования звука (Seppaanen, 2012).

Консонансные аккорды не только субъективно интерпретируются как приятные, гармоничные, но и вызывают изменение биопотенциалов мозга в виде усиления тета-активности, характерное для положительного эмоционального фона, переживанием внутренней гармонии, а также

смещение описанного выше «центра тяжести» тета-ритма в левое полушарие у испытуемых, не имеющих музыкального образования.

Изменения, выявленные в альфа1 диапазоне, т.е., более выраженный топографический градиент, наблюдаемый у музыкантов, можно связать с эффектом обучения, в результате которого у музыкантов больше выражена способность к самоконтролю и слухомоторной координации и интернализации внимания при совершении когнитивной деятельности (см. обзор). Эти выводы подтверждаются исследованиями сочетанной регистрации ЭЭГ и фМРТ, где показано, что эпизоды спонтанного снижения альфа-мощности ЭЭГ в состоянии физиологического покоя ассоциируются с усилением мозговой активности (Laufs et al., 2006). Авторы этого и других аналогичных исследований предполагают, что картина мозговой активированности во время снижения альфа-мощности зависит от фонового уровня мозговой активности, наблюдаемой в более широком (не только в стандартном альфа) спектральном диапазоне ЭЭГ (Jones et al., 2000; Kaiser, 2005). Усиление пика альфа-частоты при выполнении когнитивного задания некоторые исследователи интерпретируют как индивидуальный показатель сосредоточения (Efthymios Angelakis et al., 2004). Снижение альфа-активности во всех корковых областях у больных шизофренией (негативная симптоматика) на тестовые задания было описано в работах Стрелец В.Б (2011). Результатами исследований коллег из Сибирского отделения СО РАМН (Базанова, 2007) также продемонстрировано, что индивидуальная ширина альфа-диапазона варьирует на меж- и внутрииндивидуальном уровне и зависит от многих факторов: возраста, нейрогуморального статуса, уровня профессионального мастерства и пр. В частности, исследования, проведенные на профессиональных исполнителях показали значимо большую мощность альфа-ритма во всех диапазонах у музыкантов в сравнении с немусыкантами. Таким образом, результаты, полученные для

обеих групп испытуемых, показали, что когнитивная деятельность по восприятию и обработке музыкальных стимулов сопровождается эмоциональной оценкой.

Амплитуды компонентов N100 и P200 вызванных потенциалов у музыкантов на аккорды были существенно выше, чем у нем музыкантов, что хорошо согласуется с данными других авторов (Serpaanen M. et al., 2012; Koelsch et al., 1999), которые получили схожий эффект. По всей видимости, это также связано с эффектом обучения, проявляющемся в более высокой приобретенной скорости восприятия на слух, и в более развитой слуховой памяти.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена более высокая вызванная спектральная мощность в верхнем (6-8 Гц) и нижнем (4-6 Гц) тета-диапазонах ритмов у профессиональных музыкантов, чем у нем музыкантов, независимо от типа стимула.
2. При восприятии консонансных аккордов как более приятных происходит увеличение спектральной мощности по сравнению с диссонансными аккордами в указанных тета-диапазонах в префронтальных областях коры с пиком во фронтотемедиальных отведениях для обеих экспериментальных групп.
3. Более высокая мощность тета-ритма у нем музыкантов на консонансные аккорды по сравнению с диссонансами во фронтальных и центральных отделах коры левого полушария может указывать на более эмоциональное восприятие гармонии людьми, не имеющими музыкального образования или на большую интегрированность полушарий у профессионалов.

4. Амплитуда компонента N100 вызванного потенциала у музыкантов профессионалов значимо выше, чем у немусыкантов независимо от типа стимула, то есть у них имеет место более полная обработка свойств аудиальных стимулов и концентрация внимания, обусловленные опытом.
5. Амплитуда компонента P200 вызванного потенциала у музыкантов значимо выше, чем у немусыкантов на оба типа стимулов, что позволяет говорить о большей эффективности обработки у музыкантов.
6. Различий в поздних компонентах (N600) вызванного потенциала не было выявлено.

ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ

1. Масленникова А.В. Физиологические основы музыкотерапии. Психологические и психоаналитические исследования 2010-2011. М., 2011: 192-198.
2. Масленникова А.В., Варламов А.А., Стрелец В.Б. Вызванные изменения спектральной мощности ЭЭГ при восприятии консонансных и диссонансных аккордов. Журн. высш. нерв. деят. М., 2012. Т.62, №3, 286-291.
3. Масленникова А.В., Варламов А.А., Стрелец В.Б. Особенности вызванных изменений спектральной мощности при восприятии музыкальной гармонии у музыкантов и немусыкантов. V Международная конференция по когнитивной науке. Калининград, 2012. Т.2.

4. Maslennikova A., Varlamov A., Strelets V. Differences in perception of music harmony in schizophrenia. 16th World congress of the international organization of psychophysiology. Pisa (Italy), 2012: 452.

Главы в коллективных монографиях:

1. Нагибина Н.Л., Масленникова А.В. Психология искусства: музыка. М., 2011.