

УДК 378

DOI 10.47388/2072-3490/lunn2021-54-2-149-164

ВЛИЯНИЕ МУЗЫКАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ НА ИЗУЧЕНИЕ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

Л. М. Коняхина, А. В. Иванов

Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

В последние годы мы стали свидетелями возобновления интереса к взаимоотношениям языка и музыки в связи с развитием когнитивной науки и появлением методов визуализации мозга, таких как позитронно-эмиссионная томография, функциональная магнитно-резонансная томография, магнитоэнцефалография, электроэнцефалография и запись вызванных потенциалов мозга, что привело к ряду значимых открытий. Взаимосвязь между музыкой и языком исследовалась с разных точек зрения. Взятые вместе, эти результаты показывают, что музыкальная компетентность положительно влияет на некоторые аспекты обработки речи, от слухового восприятия до производства речи, и может способствовать овладению иностранным языком. В данном обзоре мы сосредоточимся на основных результатах исследований, которые свидетельствуют о том, что музыкальная подготовка положительно влияет на процесс изучения иностранных языков. Мы рассмотрим несколько трактовок, которые могут объяснить влияние музыкальной компетентности на обработку речи на родном и иностранном языках. В заключение мы предлагаем новые направления для будущих исследований.

Ключевые слова: музыкальная компетентность; восприятие речи; речепроизводство; музыканты; изучение иностранного языка.

Musical Competence and Second Language Learning

Liudmila M. Konyakhina, Andrey V. Ivanov
Udmurt State University, Izhevsk, Russia

In recent years, we have witnessed a renewal of interest in the language — music relationship due to the development of cognitive science and the advent of brain imaging methods, such as positron emission tomography, functional magnetic resonance imaging, magnetoencephalography, electroencephalography, and event-related brain potentials, which has led to a number of major discoveries. The relationship between music and language has been examined from many different perspectives. Taken together, these findings indicate that musical competence positively influences some aspects of speech processing, from auditory perception to speech production and may benefit second language acquisition. In this review, we focus on the main results of the current research, discuss several interpretations that may account for the influence of musical competence on speech processing in native and foreign languages, and propose new directions for future research.

Key words: musical competence; speech perception; speech production; musicians; second language acquisition.

1. Введение

Изучение иностранного языка (ИЯ) — это задача не из легких. Известно, что на овладение ИЯ, и в частности овладение неродными фонематическими контрастами, влияют многочисленные как лингвистические, так и экстралингвистические факторы. Лингвистический фон обучающихся, включая объем знаний на родном языке, близость между фонетическим инвентарем родного и иностранного языков, а также начальный возраст обучения (Birdsong 2005), рассматриваются как наиболее важные факторы, определяющие эффективность обучения. Кроме того, исследования показывают, что экстралингвистические факторы, такие как мотивация (Moyer 1999), рабочая память (Friedman, Miyake 1998; Majerus, Poncelet, Van der Linden, Weekes 2008), контроль внимания (Schön, Magne, Besson 2004; Guion, Pederson 2007) и, что наиболее интересно для нас — музыкальный опыт, также влияют на восприятие и производство звуков на ИЯ (Slevc 2012).

Музыка и речь — это сложные слуховые сигналы, основанные на одних и тех же акустических параметрах: сила, высота, тон и длительность звука. Они включают в себя несколько уровней организации: морфологию, фонологию, семантику, синтаксис и прагматику в языке, и ритм, мелодию и гармонию в музыке. Кроме того, восприятие и воспроизведение музыки и речи требуют внимания, памяти и сенсомоторных способностей. Понимание процессов слухового восприятия речевого сигнала и расшифровки его смыслового содержания являются чрезвычайно важными для практики работы преподавателей, поскольку в процессе работы как с речью, так и с вокальной речью необходимо понимание того, какие признаки являются наиболее релевантными для передачи смыслового содержания. Наконец, появляется все больше свидетельств того, что музыка и язык имеют общие нейронные ресурсы для обработки просодии (Patel 2008, 2010), синтаксиса и семантики. Исследования показывают, что музыканты демонстрируют лучшие способности в обработке речи (Slevc, Miyake 2006; Besson, Chobert, Marie 2011). Например, музыкальная подготовка положительно влияет на различные аспекты обработки речи, такие как просодическая модальность, сегментарные и надсегментарные вокальные различия, а также ритмическая структура речи. Важно отметить, что все это релевантно как для родного, так и для иностранных языков (Marques, Moreno, Luís Castro, Besson 2007; Marie, Delogu, Lampis, Olivetti Belardinelli, Besson 2011), что позволяет предположить, что музыкальные навыки могут быть полезны при изучении ИЯ.

Для проверки этой гипотезы было проведено несколько экспериментов. В данном обзоре мы сначала сосредоточимся на исследованиях, кото-

рые изучали взаимосвязь между музыкальной компетентностью и восприятием, идентификацией и продуцированием звуковой структуры в родном и иностранном языках. Затем мы рассмотрим важный аспект изучения иностранных языков: способность сегментировать непрерывный речевой поток на значимые слова или элементы. Эта способность, которая также подразумевает имплицитное изучение синтаксических правил, основанных на статистических закономерностях между слогами, усиливается музыкальным тренингом и музыкальной подготовкой (François, Schön 2011; François, Chobert, Bessot, Schön 2013). Наконец, мы обсудим несколько гипотез, которые были предложены в литературе для объяснения положительного влияния музыкальной компетентности на обработку звуков родной и иностранной речи.

2. Восприятие и воспроизведение звука на родном и иностранном языках

Речь — это сложный и изменяющийся во времени сигнал, содержащий различные акустические и лингвистические свойства, необходимые для понимания предполагаемого сообщения и правильного ответа. Мы сосредоточимся на двух наиболее изученных акустических параметрах, которые определяют два перцептивных признака звуков: высоту и длительность. Высота и длительность вносят вклад как в мелодические и ритмические аспекты музыки, так и в лингвистические функции речи.

Чтобы распознать произнесенное слово, будь то на родном или на иностранном языках, слушателю необходимо проанализировать акустическую и фонетическую информацию, содержащуюся в непрерывной речи. Структура языка включает в себя два вида фонетической информации: сегментарную и надсегментарную. Сегментарная информация относится к акустическим свойствам речи, которые дифференцируют фонемы (вариации согласных и гласных), используемые для передачи различий между словами. Надсегментарная информация связана с акустическими свойствами более чем одного сегмента, такими как интонация, ударение или просодия. Надсегментарная информация также включает информацию о высоте тона в тональных языках, таких как китайский, вьетнамский, лаосский, тайский и большинстве африканских языков, в которых вариации высоты тона лингвистически релевантны и определяют лексическое значение слов. Напротив, в интонационных языках голосовые различия по высоте — элемент фразовой мелодики, не закрепленный за определёнными слогами и не связанный с регулярным выражением лексических значений. Данные языки используют вариации длительности в качестве надсегментарных сигналов. В своем всестороннем исследовании взаимосвязи между музыкой и

языком с точки зрения когнитивной нейробиологии Анируддх Д. Патель оспаривает широко распространенное мнение о том, что музыка и язык обрабатываются независимо. Со времен Платона вопрос о том, существуют ли параллели между музыкой и языком, всегда был и до настоящего времени является предметом широкого интереса и дискуссий. В последнее время научные исследования по этой теме быстро растут, поскольку ученые из разных дисциплин, включая лингвистику, когнитивистику, музыкальную психоакустику и нейробиологию, обращаются к интерфейсу «музыка — язык» как к одному из способов изучения того, в какой степени различные умственные способности участвуют в обработке и передаче музыкальных и речевых сигналов определенными зонами коры головного мозга. Соответственно, релевантные данные и гипотезы были распределены по целому ряду дисциплин. Книга Пателя представляет собой первый синтез, утверждая, что музыка и язык имеют глубокие и важнейшие связи, и что сравнительные исследования предоставляют мощный способ изучения когнитивных и нейронных механизмов, лежащих в основе этих уникальных человеческих способностей (Patel 2008).

Влияние музыкальной компетентности на восприятие высоты тона и длительности в музыке и речи широко изучалось в литературе, и результаты ясно показывают, что музыкальная подготовка дает ряд лингвистически значимых преимуществ (Delogu, Lampis, Belardinell 2006). Мы сосредоточимся на экспериментах, которые проверяли влияние музыкальной компетентности на восприятие и / или воспроизводство надсегментарных и сегментарных сигналов, различающихся по частоте и длительности.

2.1. Восприятие частоты сигналов

В серии экспериментов Бессон и его коллеги (Milovanov, Huotilainen, Välimäki, Esquef, Tervaniemi 2008) исследовали влияние музыкальной компетентности на обработку вариаций высоты тона в музыке и речи для родного и иностранного языков, всегда используя один и тот же алгоритм, состоящий из музыкальных и лингвистических фраз, которые заканчивались конгруэнтной нотой / словом для одной и для другой половины параметрической манипуляцией высоты тона: конечная нота была увеличена на 1/5 или 1/2 тона, а контур заключительных слов был увеличен на 35 % или 120 % (надсегментарные изменения), так что изменения высоты тона были больше (легко различимы) или меньше (трудно различимы). Общая гипотеза состояла в том, что музыканты должны быть более чувствительны к звукам речи, чем немусыканты. Для проверки этой гипотезы они использовали как поведенческий процент ошибок, так и время реакции, а также электрофизиологические методы. Результаты показали, что по сравнению с немусыкантами музыканты были более чувствительны к надсегментар-

ным манипуляциям высоты тона как в родном языке, так и в иностранном языках, к сегментарным и тональным вариациям в ИЯ, в котором эти вариации лингвистически релевантны, и к метрической структуре слов. Когда отклонения высоты тона были малы, и их было трудно различить (35 %: слабые просодические несоответствия), музыканты улавливали перепад лучше, чем немусыканты. Кроме того, анализ временного хода обработки тона показал, что музыканты определяли просодически конгруэнтные и неконгруэнтные окончания в среднем на 300 мс быстрее, чем немусыканты. Эти различия были отражены в структуре мозговых волн, которые также отличались между музыкантами и немусыкантами. Основываясь на этих результатах, можно предположить, что за годы музыкальной практики музыканты развили повышенную чувствительность к акустическим параметрам, которые важны для музыки, таким как частота и длительность. Последующие исследования показали, что французские профессиональные музыканты также воспринимали слабые изменения высоты тона на португальском языке, который они не понимали, лучше, чем французские немусыканты (Marques, Moreno, Luís Castro, Besson 2007). Таким образом, полученные результаты также свидетельствуют о положительном влиянии музыкального образования на процесс обработки просодической модальности в иностранном языке.

В недавних экспериментах Янке и его коллеги исследовали влияние музыкальной подготовки на восприятие сегментарных контрастов в родном языке. Они зафиксировали более высокие электрофизиологические реакции на глухие и звонкие согласные у музыкантов, чем у немусыкантов при отсутствии межгрупповых различий в поведении (Moyer 1999). Несколько экспериментов были направлены на изучение влияния музыкальной подготовки на различение надсегментарных сигналов, таких как неродные лексические тона (Maess, Koelsch, Gunter, Friederici 2001).

На поведенческом уровне Делогу и его коллеги (Delogu, Lampis, Belardinelli 2010) попросили носителей итальянского языка, незнакомых с тональными языками, определить одни и те же слова в последовательности слов мандаринского наречия китайского языка. Как у взрослых, так и у детей результаты показали, что музыкальные способности и музыкальная подготовка усиливают различение лексических тонов. Однако различение сегментарных вариаций, таких как изменения согласных или гласных в слове, было одинаковым в обеих группах.

На уровне работы мозга были получены аналогичные результаты. Вонг и его коллеги (Wong, Perrachione, Parrish, Neural 2007) установили более высокое качество языкового кодирования высоты звука в слуховых ответных реакциях ствола головного мозга у музыкантов по сравнению с

немузыкантами, тем самым предполагая, что обширный опыт работы с информацией высоты тона в музыкальном контексте влияет на лингвистическое лексико-тоновое кодирование. Более того, совсем недавно Чандрасекаран и Краус (Chandrasekaran, Kraus, Wong, Human 2012) продемонстрировали взаимосвязь между эффективностью работы нижних бугорков головного мозга при восприятии высоты тона, которая оценивалась с помощью адаптированной функциональной магнитно-резонансной томографии и уровнем активности нейронов ствола головного мозга. Порог восприятия высоты тона у музыкантов оказался выше, чем у нем музыкантов (Wong; Perrachione; Parrish; Neural 2007).

Селин Мари и Франко Делогу проверили влияние музыкальной компетентности на различение тональных (надсегментарных) и сегментарных (согласных, гласных) вариаций в китайском языке у французских музыкантов и нем музыкантов, незнакомых с тональными языками. Предыдущие результаты показали, что музыканты более чувствительны к небольшим изменениям высоты тона, чем нем музыканты (Marie, Delogu, Lampis, Olivetti Belardinelli, Besson 2011). Например, Джесси Мишель и его коллеги установили, что пороговый уровень определения простых и сложных гармонических тонов был в шесть раз ниже для музыкантов, чем для нем музыкантов. Вопрос, который рассматривали Селин Мари и Франко Делогу: распространяется ли эта способность обработки высоты тона на речь? Если восприятие высоты тона в музыке и речи опирается на общие механизмы, музыканты должны быть более чувствительны к лингвистическим изменениям высоты тона в тональных языках, чем нем музыканты. Такой результат, показывающий, что некоторые аспекты обработки речи (в нашем случае тон) зависят от уровня знаний в другой области (в нашем случае музыка), контрастирует с идеей, например, Джерри Фодора о том, что языковая система «информационно инкапсулирована». Участникам эксперимента для слухового восприятия с интервалом в 2 секунды были представлены две последовательности, состоящие из четырех односложных слов на китайском языке, чтобы определить, были ли они одинаковыми или разными на тональном и сегментарном уровнях. Музыканты улавливали как тональные, так и сегментарные вариации более точно, чем нем музыканты. Более того, время реакции у музыкантов было на 100 мс меньше, чем у нем музыкантов. Таким образом, есть основания предполагать, что повышенная чувствительность к высоте тона, приобретенная за годы музыкальной практики, усиливает лексическое различение тонов в языке, в котором тональные контрасты лингвистически релевантны. Данные результаты ясно показывают, что музыкальные знания повлияли на обработку восприятия, а также на категоризацию языковых контрастов в ИЯ. Таким образом, экс-

перимент показал, что музыкальная компетентность улучшает восприятие, а также категоризацию сегментарных и надсегментарных языковых контрастов в ИЯ. В совокупности данные результаты дают дополнительные доказательства воздействия музыки на язык.

Подводя итог, можно сделать вывод, что исследования восприятия лексического тона не носителями языка, как правило, показывают, что испытуемые с музыкальной компетентностью различают и / или идентифицируют лексические тона ИЯ лучше, чем испытуемые без музыкальной подготовки. Результаты также показывают более надежное кодирование языковых паттернов высоты тона на подкорковом уровне и наличие более развитых, связанных с принятием решений, компонентов на корковом уровне у музыкантов по сравнению с немзыкантами.

2.2. Восприятие сигналов длительности

В то время как большинство экспериментов тестировали изменения высоты тона в тональных языках и в других звуках речи для изучения обработки высоты тона, значительно меньше исследований посвящено влиянию музыкальной компетентности на обработку длительности звука. Основываясь на предыдущих результатах, Серила Магне, Мари и коллеги сравнили длительность гласных и метрическую обработку в непрерывной естественной речи у французских немзыкантов и музыкантов (Magne, Astésano, Aramaki, Ystad, Kronland-Martinet, Besson 2007). Они использовали специальный алгоритм растяжения по времени, чтобы создать неожиданное удлинение предпоследнего слога, тем самым нарушая метрическую структуру французских слов без изменения их тембра или частоты. Они также манипулировали значением последнего слова предложения, чтобы создать конгруэнтные или неконгруэнтные предложения. Участники выполняли два разных задания в двух разных блоках. В метрической задаче они сосредоточили внимание на метрической структуре заключительных слов, чтобы решить, правильно ли они были произнесены или нет. В семантической задаче они фокусировали внимание на значении предложения, чтобы решить, является ли последнее слово семантически ожидаемым в контексте предложения. Музыканты превзошли немзыкантов (если судить по проценту ошибок) в обеих задачах. Полученные данные можно воспринимать как свидетельство того, что музыкальный опыт усиливает перцептивную обработку. Таким образом, музыканты демонстрируют повышенную чувствительность к метрической структуре слов, независимо от направления внимания, то есть даже если эта информация не имеет отношения к задаче. В то же время эксперимент не показал наличия различий в семантической обработке.

В то время как эксперимент Селин Мари и ее коллег проводился на родном языке испытуемых, Садаката и Секияма проверили гипотезу о том, что музыканты также превосходят нем музыкантов в обработке надсегментарных вариаций длительности на ИЯ (Sadakata, Sekiayama 2011).

С этой целью они сравнили, как голландские и японские музыканты и нем музыканты воспринимают моры в японском языке. Мора определяется как перцептивная временная единица и используется носителями японского языка для сегментации речевых сигналов. Например, основываясь на сигналах длительности, японский носитель языка сегментирует “*hakkaku*” на *ha-Q-ka-ku* (четыре моры), тогда как не носитель языка сегментирует его на *ha-ka-ku* (три моры). Авторы исследовали категориальное восприятие как надсегментарных мор, так и сегментарных вариаций гласных с помощью как различительных, так и идентификационных тестов. В то время как различение оценивает способность сравнивать акустические сигналы без какого-либо знания целевых звуков, идентификация требует сопоставления характеристик входящего звука с заранее установленными категориальными представлениями. Результаты выполнения одной и той же / различной задачи с парами японских (например, *kanyo-kannyo*) и голландских слов (например, *kuch-kech*), различающихся по море или гласному соответственно, показали, что музыканты, голландцы и японцы, превзошли нем музыкантов в различении надсегментарных и сегментарных вариаций не только в своем собственном языке, но и в ИЯ.

Результаты Садакаты и Секиямы важны, поскольку они демонстрируют, что музыкальная подготовка влияет не только на ранние стадии обработки речи (восприятие и различение), но и на категориальное восприятие (Sadakata, Sekiayama 2011). В соответствии с предыдущими результатами Готфрида и Ристера, показывающими, что английские музыканты, незнакомые с тональными языками, идентифицировали четыре китайских тона лучше, чем нем музыканты, эти результаты повышают вероятность того, что музыкальная компетентность повышает способность строить надежные абстрактные фонологические представления (Chobert, Marie, François, Schön, Besson 2011). Эти результаты также согласуются с данными, полученными Чобертом и коллегами у детей. Дети-музыканты (то есть дети, находящиеся на пути к музыкальному образованию, в среднем с четырехлетним музыкальным образованием) были более чувствительны (большая негативность рассогласования), имели более низкий процент ошибок и демонстрировали более короткое время реакции, чем дети нем музыканты (то есть те, кто не получили музыкального образования, кроме обязательного школьного образования), к длительности слога (надсегментарный признак). Кроме того, дети-музыканты также были более чувстви-

тельны, чем дети-немузыканты, к небольшим различиям во времени начала речи, которые не существуют в их родном языке. Время начала речи — это быстрый темпоральный сигнал, который позволяет, например, отличать “ba” от “pa” и который играет важную роль в развитии фонологических представлений (Chobert, Marie, François, Schön, Besson 2011).

Эти альтернативные интерпретации более подробно рассматриваются в заключительном разделе.

2.3. Взаимосвязь восприятия и продуцирования

Обращаясь к различным аспектам обработки речи, Слевц и Мияке исследовали взаимосвязь между музыкальными способностями и способностями в ИЯ в четырех областях: восприятие фонологии, произношение фонологии, синтаксис и лексические знания. Они протестировали 50 взрослых японцев, изучавших иностранный язык (английский) с 11 лет, и контролировали несколько факторов, таких как возраст начала изучения иностранного языка, память и уровень владения иностранным языком. Результаты корреляционного анализа показали, что музыкальные способности являются прогностическими фонологическими способностями (восприятие и продуцирование английского контраста /r/-/l/), но не синтаксическими и лексическими способностями. Исследования взаимосвязи восприятия и производства в иностранных языках фокусируются на том, влияет ли производительность в одной области на другую. Модель обучения речи постулирует, что точность продуцирования неродных звуков коррелирует с их восприятием, а несколько исследований с испытуемыми билингвами выявили значительные корреляции между восприятием и продуцированием сегментарных контрастов второго языка (Bettoni-Techio, Rauber, Koerich 2007). Показав, что музыкальная компетентность влияет не только на восприятие, но и на выработку новых фонологических контрастов, эти результаты, таким образом, согласуются с моделью обучения речи.

Дальнейшие доказательства были представлены Терваниеми и его сотрудниками, которые исследовали взаимосвязь между музыкальными способностями и фонематической дифференциацией в иностранном языке и навыками произношения у детей и взрослых (Milovanov, Huotilainen, Välimäki, Esquef, Tervaniemi 2008). Музыкальные способности (измеренные с помощью теста музыкальности *Seashore*), произношение иностранных слов (повторение слов по модели носителя языка) и фонематические и аккордовые дифференциальные тесты (определение фонематических различий между английским и финским языками, а также между мажорными и минорными аккордами) были оценены у 40 финских детей в возрасте от 10 до 12 лет. В ходе теста на произношение детей просили повторить сло-

ва, содержащие фонемы, которые не имеют прямого эквивалента в финском языке (например, *television*, *measure* или *Asia*, содержащие свистящий звук /s/). В зависимости от уровня показанных результатов дети были разделены на две группы. Результаты продемонстрировали, что дети, продемонстрировавшие большие способности в произношении английских слов, имели лучшие музыкальные навыки, чем дети, которые произносили английские слова менее точно (Milovanov, Huotilainen, Välimäki, Esquef, Tervaniemi 2008). Более того, Милованов и др. обнаружили ту же закономерность результатов у финской молодежи: участники с более высокими музыкальными способностями могли произносить английские слова точнее, чем участники с более низкими музыкальными способностями (Milovanov, Huotilainen, Välimäki, Esquef, Tervaniemi 2008). По мнению авторов, положительная корреляция между общими музыкальными способностями и уровнем эффективности при выполнении теста на произношение иностранных слов свидетельствует о взаимосвязи между музыкальными способностями и навыками владения иностранным языком.

3. Сегментация языка

Наряду с овладением фонетическим инвентарем ИЯ, еще одной серьезной проблемой, с которой сталкиваются обучающиеся, является способность сегментировать речь на отдельные слова. Поскольку границы слов не всегда обозначаются акустическими сигналами (паузами или ударениями), обучающиеся зачастую воспринимают иностранный язык как непрерывный речевой поток. Как правило, слоги, которые являются частью одного и того же слова, имеют тенденцию предсказуемо следовать друг за другом, тогда как слоги, которые охватывают границы слов, этого не делают. Например, в слове *prettybaby* вероятность того, что за *pre* следует *ty* (*pretty*), выше, чем вероятность того, что за *pre* следует *ba*. Важность переходных вероятностей в сегментации речи была продемонстрирована как у взрослых, так и у детей.

Эксперименты по статистическому обучению обычно состоят из фазы ознакомления (обучения), во время которой участники слушают статистически структурированный непрерывный поток искусственных слогов, и теста, в котором участники должны выбрать, какой из двух элементов был частью искусственного языка (другой элемент был построен с аналогичными слогами, но не был частью языка). Результаты нескольких экспериментов с использованием как лингвистических, так и нелингвистических звуков показали, что участники способны сегментировать непрерывный поток, используя только переходные вероятности (Strait, Kraus 2011). Кро-

ме того, вокальная речь (пение) значительно облегчает сегментацию слов (Saffran, Johnson, Aslin, Newport 1999).

Франсуа и Шен использовали искусственный язык для проверки влияния музыкальных навыков взрослых на сегментацию слов и музыкальных звуков (François; Schön 2011). В эксперименте участвовали две группы: 16 профессиональных музыкантов (средний возраст 27 лет, 12 лет формального музыкального обучения и от 3 до 7 часов ежедневной практики) и 20 нем музыкантов. Искусственный язык состоял из 11 слогов, объединенных в пять трехсложных псевдослов (гимысы, мимози, погыси, пимисо и сипыгы), при этом каждый слог всегда ассоциировался с одним и тем же тоном. Все участники были носителями французского языка и в течение 5,5 минут слушали непрерывный речевой поток, полученный в результате конкатенации пяти трехсложных псевдослов, которые повторялись в случайном порядке. Во время теста участники должны были сделать выбор, нажимая на соответствующую кнопку на клавиатуре компьютера, каждая из двух строк наиболее точно соответствует тому, что они только что услышали в потоке. В лингвистическом тесте элементы имели четкий контур («разговорный» вариант), в то время как в музыкальном тесте это были звуки фортепиано. Несмотря на то что результаты не выявили явного влияния музыкального опыта на поведенческом уровне, данные, полученные методом вызванных потенциалов мозга, показали, что у музыкантов больше компонентов, подобных N400, характеризующих степень активности той или иной области мозга, чем у нем музыкантов, как в языковых, так и в музыкальных тестах.

Франсуа и коллеги провели лонгитюдное исследование в течение двух лет с участием школьников в возрасте от 8 до 10 лет, не являющихся музыкантами. Перед началом эксперимента детей тестировали в два приема. Первый этап включал стандартные нейропсихологические тесты, тест стандартными прогрессивными матрицами Равена, тесты на внимание и оценки речи. На втором этапе детям было предложено пассивно слушать искусственный язык пения. Искусственный язык был построен из девяти слогов, объединенных в четыре трехсложных слова (гимиси, погиси, пимисо, сипиги), в которых каждый слог ассоциировался с определенным тоном. Основываясь на оценках детей по тестам, описанным выше, дети были псевдослучайно распределены на группу с музыкальным обучением и группу обучения живописи (контрольная группа), чтобы гарантировать отсутствие различий между группами до начала обучения. Все дети были протестированы повторно примерно через один год и еще раз примерно через два года, с использованием точно такой же процедуры, как и при первом тестировании. Как поведенческие, так и электрофизиологические

показатели выявили большее улучшение сегментации речи после занятий музыкой, чем после занятий живописью.

Таким образом, можно прийти к выводу, что приведенные выше результаты подтверждают гипотезу: музыкальная подготовка как у взрослых, так и у детей улучшает сегментацию речи в искусственном языке. Важно отметить, что лонгитюдный подход позволил продемонстрировать, что наблюдаемое улучшение сегментации речи с большей вероятностью является результатом музыкального обучения, чем генетической предрасположенности к музыке.

4. Интерпретации результатов и будущие направления исследований

Музыкальная практика требует постоянного внимания и памяти. Некоторые авторы указывали на важность внимания в изучении ИЯ (Guion, Pederson 2007), и результаты показали повышенное слуховое внимание у музыкантов по сравнению с немусыкантами (Slevc, Miyake 2006). Кроме того, были обнаружены положительные корреляции между продолжительностью музыкального тренинга и вербальной рабочей памятью (Brandler, Rammsayer 2003). Тесная связь когнитивных навыков, таких как внимание и рабочая память, с музыкальной подготовкой, вероятно, облегчит изучение ИЯ музыкантами по сравнению с немусыкантами.

Бессон и коллеги предположили, что передача обучающих эффектов может также способствовать специфическим аспектам обработки речи, таким как сегментарные и надсегментарные контрасты и просодическая обработка (Besson, Chobert, Marie 2011). В соответствии с этой концепцией имеющиеся результаты свидетельствуют о том, что музыкальный опыт не только формирует активность мозговых структур, необходимых для обработки акустических сигналов в речи, таких как ствол мозга, первичная слуховая кора и надвесочная область коры, но также может влиять на активность других областей мозга, которые более конкретно вовлечены в фонологическую обработку, таких как верхняя височная борозда и нижняя лобная извилина, областей, которые, как известно, вовлечены в изучение новых речевых контрастов. По мнению авторов, степень успешности обучения связана с эффективностью активации в лобных речевых областях и деактивации в височных речевых областях.

Другие интерпретации основаны на модели двух потоков обработки речи Хиккока-Поппеля, которая утверждает, что восприятие речи происходит билатерально (Hickok, Poeppel 2007). Первичная обработка (касающаяся фонологического состава и частотно-временных характеристик звука) происходит в задней части верхней височной извилины и областях, окру-

жающих верхнюю височную. Вентральный поток направляется к передним и средним отделам височной доли, он участвует в собственно распознавании и лексическом анализе речи (понимании ее смысла, соотнесении с хранящимися в памяти концептами). Дорсальный участвует в сенсомоторной интеграции, то есть соотнесении с моторными образами слов, и включает два отдельных пути. Предположительно один из них участвует в восприятии и проекции на артикуляцию отдельных сегментов членораздельной речи, второй — управляет построением последовательностей сегментов и обеспечивает более сложные навыки, такие как, например, обучение новым словам. Основываясь на этой модели, более точное произношение иностранных слов и более высокие способности к сегментации речи у музыкантов могут быть объяснены различиями в функционировании ствола мозга и первичной слуховой коры, которые приводят к реорганизации нейронов вдоль слухового дорсального пути (сенсомоторный интерфейс). Хотя результаты, рассмотренные выше, ясно показывают, что музыкальная компетентность положительно влияет на некоторые аспекты обучения ИЯ, такие как восприятие и производство новых фонетических контрастов, необходимы дополнительные исследования, чтобы продемонстрировать, что музыкальная компетентность облегчает различные процессы, связанные с изучением ИЯ. Например, результаты на подкорковом уровне четко показали усиленное кодирование надсегментарных лексических тональных контрастов в ИЯ (Wong, Perrachione, Parrish, Neural 2007). Однако, насколько нам известно, еще ни одно исследование не изучало влияние музыкальной компетентности на кодирование слогов, отличающихся от инвентаря родного языка сегментарными вариациями (время начала речи, место артикуляции, форманты). Такие исследования помогут определить, влияет ли музыкальный опыт также на подкорковое кодирование очень тонких вариаций, таких как задержка времени начала речи или отклонение форманты.

Возможно, самое главное, что овладение вторым языком требует изучения новых звуковых и смысловых ассоциаций. Поэтому важным направлением будущих исследований является определение того, может ли предыдущий музыкальный опыт или музыкальная подготовка способствовать изучению таких ассоциаций. Предыдущее исследование Вонга и Перрачione (Tillmann, McAdams 2004) очень показательно в этом отношении. Взрослым носителям английского языка было предложено научиться ассоциировать изображение объекта с английскими псевдословами, наложенными на неродные паттерны высоты (тона). Хотя музыкальная подготовка в этом исследовании не принималась во внимание, результаты показали, что семь из девяти испытуемых, которые успешно справились с тестом,

были музыкантами-любителями. В связи с вышеизложенным возникает соблазн предположить, что музыкальная компетентность, повышая чувствительность к звукам ИЯ, может также способствовать ассоциации звука со значением.

Наконец, важно иметь в виду, что корреляция не указывает на причинно-следственную связь и что единственный способ проверить причинно-следственную связь с музыкальным обучением — это провести лонгитюдное исследование с участием немусыкантов. Насколько нам известно, такие исследования показали положительное влияние музыкального обучения на обработку родного языка, но еще не проводились для проверки влияния музыкального обучения на обработку ИЯ.

5. Заключение

Овладение вторым языком — это сложный процесс, требующий многочисленных способностей, таких как точное кодирование и восприятие звуков речи, построение твердых представлений, соответствующая сегментация слов и ассоциация звука со значением, соответствующее произношение, а также способности к памяти и вниманию. В настоящем обзоре мы описали результаты, демонстрирующие, что музыкальная компетентность оказывает положительное влияние на некоторые из этих способностей. Хотя дополнительные исследования необходимы, результаты, рассмотренные выше, подчеркивают важность музыкальной компетентности для восприятия и воспроизведения звуков на ИЯ. Формируя слуховую систему и совершенствуя слуховые когнитивные навыки, музыкальное обучение может помочь как детям, так и взрослым смягчить некоторые из их фонологических недостатков и облегчить овладение вторым языком.

Список литературы / References

- Besson, Mireille, Chobert, Julie, Marie, Céline. (2011) Transfer of Training Between Music and Speech: Common Processing, Attention and Memory. *Front. Psychol.*, 2, 94.
- Besson, Mireille, Schön, Daniele, Moreno, Sylvain, Santos, Andréia, Magne, Cyrille. (2007) Influence of Musical Expertise and Musical Training on Pitch Processing in Music and Language. *Restor. Neurol. Neurosci.*, 25, 399–410.
- Bettoni-Techio, Melissa, Rauber, Andréia. S., Koerich, Rosana. D. (2007) Perception and Production of Word-final Alveolar Stops by Brazilian Portuguese Learners of English. *Proceedings of Interspeech 2007; Antwerp, Belgium. 2007*, 2293–2296.
- Birdsong, David. (2005) *Interpreting Age Effects in Second Language Acquisition*. New York: Oxford University Press, 109–127.
- Brandler, Susanne, Rammsayer, Thomas H. (2003) Differences in Mental Abilities Between Musicians and Non-musicians. *Psychol. Music*, 31, 123–138.

- Chandrasekaran, Bharath, Kraus Nina, Wong, Patrick C. M. (2012) Human Inferior Colliculus Activity Relates to Individual Differences in Spoken Language Learning. *J. Neurophysiol*, 107, 1325–1336.
- Chobert, Julie, Marie, Céline, François, Clément, Schön, Daniele, Besson, Mireille. (2011) Enhanced Passive and Active Processing of Syllables in Musician Children. *J. Cogn. Neurosci*, 23, 3874–3887.
- Delogu, Franco, Lampis, Giulia, Belardinelli, Marta O. (2006) Music-to-language Transfer Effect: May Melodic Ability Improve Learning of Tonal Languages by Native Nontonal Speakers? *Cogn. Process*, 7, 203–207.
- Delogu, Franco, Lampis, Giulia, Belardinelli, Marta O. (2010) From Melody to Lexical Tone: Musical Ability Enhances Specific Aspects of Foreign Language Perception. *European Journal of Cognitive Psychology*, 22 (1), 46–61.
- François, Clément, Schön, Daniele. (2011) Musical Expertise Boosts Implicit Learning of Both Musical and Linguistic Structures. *Cereb. Cortex*, 21, 2357–2365.
- François, Clément, Chobert, Julie, Besson, Mireille, Schön, Daniele. (2013) Music Training for the Development of Speech Segmentation. *Cereb. Cortex*, 23 (9), 2038–2043.
- Friedman, Miyake. (1998) Individual differences in second language proficiency: Working memory as language aptitude'. In Healy, Alice F. and Bourne Jr., Lyle E. (eds.), *Foreign Language Learning: Psycholinguistic Studies on Training and Retention*, Erlbaum, Mahwah, NJ, 339–364.
- Guion, Susan G., Pederson, Eric. (2007) Investigating the Role of Attention in Phonetic Learning. In Bohn, Ocke-Schwen, Munro, Murray J. (eds.) *Language Experience in Second Language Speech Learning: In honor of James Emil Flege*. Amsterdam: John Benjamins Publishing, 57–77.
- Hickok, Gregory, Poeppel, David. (2007) The Cortical Organization of Speech Processing. *Nat. Rev. Neurosci*, 8, 393–402.
- Maess, Burkhard, Koelsch, Stefan, Gunter, Thomas C., Friederici, Angela D. (2001) Musical Syntax is Processed in Broca's Area: An MEG Study. *Nat. Neurosci*, 4, 540–545.
- Magne, Cyrille, Astésano, Corine, Aramaki, Mitsuko, Ystad, Sølvi, Kronland-Martinet, Richard, Besson, Mireille. (2007) Influence of Syllabic Lengthening on Semantic Processing in Spoken French: Behavioral and Electrophysiological Evidence. *Cereb. Cortex*, 17, 2659–2668.
- Magne, Cyrille, Schön, Daniele, Besson, Mireille. (2006) Musician Children Detect Pitch Violations in Both Music and Language Better than Nonmusician Children: Behavioral and Electrophysiological Approaches. *J. Cogn. Neurosci*, 18, 199–211.
- Majerus, Poncelet, Van der Linden, Weekes. (2008) Lexical learning in bilingual adults: the relative importance of short-term memory for serial order and phonological knowledge. *Cognition*, 107, 395–419.
- Marie, Céline, Delogu, Franco, Lampis, Giulia, Olivetti Belardinelli M., Besson, Mireille. (2011) Influence of Musical Expertise on Segmental and Tonal Processing in Mandarin Chinese. *J. Cogn. Neurosci*, 23, 2701–2715.
- Marques, Carlos, Moreno, Sylvain, Castro, Sao L., Besson, Mireille. (2007) Musicians Detect Pitch Violation in a Foreign Language Better than Nonmusicians: Behavioral and Electrophysiological Evidence. *J. Cogn. Neurosci*, 19, 1453–1463.

- Milovanov, Riia, Huotilainen, Minna, Välimäki, Vesa, Esquef, Paulo A. A., Tervaniemi, Mari. (2008) Musical Aptitude and Second Language Pronunciation Skills in School-Aged Children: Neural and Behavioral Evidence. *Brain Res.*, 1194, 81–89.
- Moyer, Alene. (1999) Ultimate Attainment in L2 Phonology. *Studies in Second Language Acquisition*, 21, 81–108.
- Patel, Aniruddh D. (2008) *Music, Language, and the Brain*. Oxford: Oxford University Press.
- Patel Aniruddh D. (2010) Music, Biological Evolution, and the Brain. In Bailar, Melissa, Levander, Caroline F., Henry, Charles. (eds.) *Emerging Disciplines: Shaping New Fields of Scholarly Inquiry in and beyond the Humanities*. Houston: Rice University Press, 91–144.
- Sadakata, Makiko, Sekiayama, Kaoru. (2011) Enhanced Perception of Various Linguistic Features by Musicians: A Cross-linguistic Study. *Acta Psychol (Amst)*, 138, 1–10.
- Saffrana, Jenny R., Johnson, Elizabeth K., Aslin, Richard N., Newport, Elissa L. (1999) Statistical Learning of Tone Sequences by Human Infants and Adults. *Cognition*, 70, 27–52.
- Schön, Daniele, Magne Cyrille, Besson, Mireille. (2004) The Music of Speech: Music Training Facilitates Pitch Processing in Both Music and Language. *Psychophysiology*, 41, 341–349.
- Slevc, Robert L. (2012) Language and Music: Sound, Structure, and Meaning. *WIREs Cogn. Sci.*, 3, 483–492.
- Slevc, Robert L., Miyake, Akira. (2006) Individual Differences in Second Language Proficiency: Does Musical Ability Matter? *Psychol. Sci.*, 17, 675–681.
- Strait, Dana L., Kraus, Nina. (2011) Playing Music for a Smarter Ear: Cognitive, Perceptual and Neurobiological Evidence. *Music Percept*, 29, 133–146.
- Tillmann, Barbara, McAdams, Stephen. (2004) Implicit Learning of Musical Timbre Sequences: Statistical Regularities Confronted with Acoustical (Dis)Similarities. *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn*, 30, 1131–1142.
- Wong, Patrick C. M., Perrachione, Tyler K., Parrish, Todd B. (2007) Neural Characteristics of Successful and Less Successful Speech and Word Learning in Adults. *Hum. Brain Mapp*, 28, 995–1006.