

Оптимизация межполушарного взаимодействия путем тренинга слуховой музыкальной памяти при улучшении обучения по математике

Дымникова Мария Владимировна

PhD музыкальный психолог,
Ассоциация музыкальных психологов и психотерапевтов (Москва),
Институт психиатрии и неврологии (Варшава, Польша),
Институт физиологии Российской академии наук,
199034, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная Макарова, 6;
e-mail: dmwl@bk.ru

Огородникова Елена Александровна

Кандидат психологических наук, музыкальный психолог,
Институт физиологии Российской академии наук,
199034, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная Макарова, 6;
e-mail: elena-ogo@mail.ru

Аннотация

В статье представлены результаты эмпирического лонгитюдного исследования особенностей динамических изменений в регуляции межполушарного взаимодействия, обусловленных проведением слухового тренинга музыкальной памяти у 46 двенадцатилетних детей. Документально подтверждено улучшение показателей их обучения по математике, свидетельствующее о биологической оптимизации состояния межполушарного взаимодействия при реализации умственных процессов. Проведены диагностические измерения с использованием психометрического теста слуховой рабочей музыкальной памяти в интервале трех месяцев и сравнением показателей отдельных полушарных функций для обработки (слухового анализа) компонентов музыки. Полученные экспериментальные данные частотной, сравнительной и корреляционной статистики доказывают проявления биологических закономерностей и возможности динамической регуляции межполушарного взаимодействия путем стимуляции музыкой. Такая стимуляция, базирующаяся на билатеральной полушарной функциональности музыки и ее информационной обработке, обуславливает влияние на межполушарную функциональную оптимизацию и развитие других билатеральных умственных функций человека. Полученные результаты могут быть использованы в области психофизиологии, медицинской психологии, когнитивной психологии и музыкальной психологии, в направлении поиска и разработки методов развития межполушарного взаимодействия и преодоления билатеральных дисфункций с помощью музыки, в том числе ряда речевых расстройств и трудностей обучения с этиологией центральных нарушений слуховых функций.

Для цитирования в научных исследованиях

Дымникова М.В., Огородникова Е.А. Оптимизация межполушарного взаимодействия путем тренинга слуховой музыкальной памяти при улучшении обучения по математике // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2019. Т. 8. № 3А. С. 162-171.

Ключевые слова

Межполушарное взаимодействие, слуховое восприятие музыки, билатеральность музыкальной памяти, слуховой тренинг музыкальной памяти, оценка билатеральных функций в психодиагностическом измерении.

Optimizing interhemispheric interaction by training aural musical memory with improving mathematics education

Maria V. Dymnikowa

PhD in Psychology, music psychologist,
Association of Music Psychologists and Psychotherapists (Moscow),
Institute of Psychiatry and Neurology (Warsaw, Poland),
Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences,
199034, 6, Makarova emb., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: dmwl@bk.ru

Elena A. Ogorodnikova

PhD in Biology,
Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences,
199034, 6, Makarova emb., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: elena-ogo@mail.ru

Abstract

The article presents the empirical results of the longitudinal study of the features of dynamic changes in the regulation of interhemispheric interaction, conditioned by aural training of musical memory in 46 12-year-old children. The article points out an improvement in mathematics education, which testifies to biological optimization of the state of interhemispheric interaction in the implementation of mental processes. A double diagnostic measurement in a three-month period was carried out with using the aural working musical memory psychometric test, with a comparison between indicators of some hemispheric functions of processing music components. The obtained experimental data of frequency, comparative and correlation statistics prove manifestations of biological principles and possibilities of dynamic regulation of interhemispheric interaction during music stimulation. Such stimulation, based on bilateral hemispheric functionality of music and its informational processing, facilitates the influence on interhemispheric functional optimization and the development of other bilateral mental functions of man. The obtained results can be used in psychophysiology, medical psychology, cognitive psychology and music psychology, in the search for the methods that will contribute to the development of interhemispheric interaction and the overcoming of bilateral dysfunctions with the help of music, including a number of speech disorders and learning difficulties with the etiology of central hearing impairments.

For citation

Dymnikova M.V., Ogorodnikova E.A. (2019) Optimizatsiya mezhpolutsharnogo vzaimodeistviya putem treninga slukhovoï muzykal'noi pamyati pri uluchshenii obucheniya po matematike [Optimising interhemispheric interaction by training aural musical memory with improving mathematics education]. *Psikhologiya. Istoriko-kriticheskie obzory i sovremennye issledovaniya* [Psychology. Historical-critical Reviews and Current Researches], 8 (3A), p. 162-171.

Keywords

Interhemispheric interaction, aural perception of music, bilateralism of musical memory, aural training of musical memory, assessment of bilateral functions in psychodiagnostic measurement.

Введение

Настоящее исследование выполнено в рамках основного направления исследований лаборатории психофизиологии речи ИФРАН по слуховому восприятию речи и музыки с целью определения возможности использования музыкальной стимуляции (слухового тренинга) для коррекции слухоречевых нарушений и оптимизации процессов межполушарного взаимодействия на уровне выполнения когнитивных заданий в ходе психологических тренингов (трудности обучения, профилактика возрастных рисков, реабилитационные мероприятия).

Межполушарное взаимодействие обусловлено анатомической организацией головного мозга, объединяющей функции левого и правого полушарий в интегративную биологическую систему для обработки стимульной информации и сигналов, поступающих из внешней среды, и управления всем поведением человека путем регуляции его психических умственных функций и действий. Различия в функциях полушарий обуславливают биологическую почву для межполушарной функциональной асимметрии [Walker, 1980] как фундаментальной закономерности деятельности головного мозга как при типичном, так и атипичном развитии [Ковязина, Балашова, 2009]. Асимметрия формирует латеральную предрасположенность [Хомская и др., 2011] для лучшего развития отдельных функций организма человека.

Межполушарная стимуляция может выступать основой выравнивания ресурсов и уровней активности полушарий для оптимизации умственности активности в рамках принципа нейропластичности мозга путем формирования состояния билатеральности, при котором наблюдаются сближение скорости обработки информации обоими полушариями и развитие полушарных функций человека, что отражается в психодиагностических изменениях [Фокин и др., 2009]. Она доступна для функций с билатеральной мозговой структурной организацией, к которым, в частности, относятся музыка и математика [Dehaene et al., 1999; Peretz, Zatorre, 2003; Tervaniemi, Hugdahl, 2003]. На уровне диагностического методического измерения это отражают индексы высотной и ритмической музыкальной памяти, определяемые на основе 10-балльной шкалы [Дымникова, 2018]. Данные испытуемых с документированным улучшением обучения по математике (учебные оценки), которые были отобраны в экспериментальную выборку, стали основой для подтверждения оптимизации состояния межполушарного взаимодействия на уровне когнитивных учебных функций.

Стимуляция межполушарного взаимодействия основана на тренинге функций билатеральной организации, что способствует психофизиологическому состоянию синхронизации активности полушарий с приближенным уровнем выполнения их специализированных функций [Семенович, 2018]. Это касается и процессов памяти с эмпирическими доказательствами их улучшения путем музыкальных тренингов [Chan, Ho, Cheung, 1998; Crowther et al., 2016; Drake, Jones, Varuch, 2000] в направлении нейрореабилитации когнитивных функций [Moore et al., 2014; Rodrigues, Loureiro, Caramelli, 2010]. Поэтому психодиагностические измерения и оценки памяти в динамическом измерении (лонгитюдном исследовании) могут служить показателями влияния межполушарной стимуляции когнитивных функций, в том числе на материале восприятия музыки. Это позволяет формировать и развивать состояние полушарной билатеральности на уровне активации и реализации психических процессов, что отражается в более оптимальном психическом функционировании человека. В данной работе принцип нейропластичности проявляется в отношении положительного влияния музыкальной стимуляции на эффективность когнитивной сферы в образовательном учебном процессе с улучшением учебной по математике. Это выступает доказательством достижения психофизиологического состояния оптимизации межполушарного взаимодействия у испытуемых в экспериментальной выборке.

Предшествующие эмпирические исследования, проведенные на 11-12-летних детях, выявили тенденцию различий по состоянию музыкальной высотной и ритмической памяти в отношении нормального распределения, свойственного большинству психических функций [Дымникова, 2018]. Были получены частотные данные о наличии «билатерального музыкального мозга» для рабочей (оперативной) слуховой музыкальной памяти в размере 15% испытуемых с одинаковыми количественными показателями высотной и ритмической памяти и 42% при их различии в числовом диапазоне $\langle -1; +1 \rangle$, с популяционным интервалом величины на уровне 99% вероятности варьирующим на 4% в обе стороны для частотного распределения в популяции.

Это, в контексте нейропластичности и межполушарного взаимодействия, свидетельствует об уменьшении разницы между показателями высотной и ритмической памяти в рамках межполушарной стимуляции методом слухового музыкального тренинга памяти. Данное условие соблюдается в случае проявления психофизиологического состояния оптимального межполушарного взаимодействия без клинических отклонений или функциональных мозговых нарушений, вызывающих серьезные проблемы с учебным познавательным процессом. Поэтому симптоматическое улучшение показателей обучения по математике (билатеральная функциональная организация мозговой информационной обработки) является свидетельством возможности психофизиологической оптимизации межполушарного взаимодействия в процессе экспериментального воздействия на состояние межполушарного взаимодействия путем слухового тренинга музыкальной памяти. Оно достоверно доказывает проявление взаимосвязи развития функциональной билатеральности «музыкального мозга» под влиянием межполушарной стимуляции музыкой и межполушарной функциональной оптимизации других билатеральных умственных функций человека.

Методология измерения регуляции межполушарного взаимодействия

Экспериментальное лонгитюдное исследование выполнено на группе 12-летних детей, участвующих в слуховом тренинге музыкальной памяти в течение 3 месяцев (с трехкратными занятиями еженедельно). Проведено двукратное диагностическое измерение показателей слуховой высотной и ритмической музыкальной памяти – в начале и в конце тренинга. Эти показатели, отражающие функциональную асимметрию полушарий мозга в обработке музыки, были использованы для оценки динамических изменений межполушарного взаимодействия с интерпретацией двусторонней статистической значимости (p) и величины различий (тест Д. Козна) средних значений и корреляций согласно стандартам биологических психологических поведенческих исследований [Cohen, 1988]. По временному параметру памяти измерение касалось рабочей непосредственной памяти, с размером информации, входящим в объем непосредственного запоминания. Отбор в экспериментальную выборку выполнялся на основе документированного улучшения обучения по математике согласно полученным учебным оценкам и информации от обучающих учителей. Это обусловило набор испытуемых с подтвержденным биологическим состоянием оптимального межполушарного взаимодействия, одновременно проявляющегося в выполнении и реализации когнитивных функций и умственной активности и поддающегося стимуляции путем слухового тренинга музыкальной памяти.

Психофизиологическая регуляция межполушарного взаимодействия обуславливает динамические изменения психодиагностических показателей видов слуховой музыкальной памяти в двух измерениях во временном интервале 3 месяцев. Их проявления были проверены статистиками по диагностическим данным: 1) общего суммарного результата памяти (ОСРП) для высотных и ритмических характеристик: а) в распределении уровня развития памяти в показателях частотной статистики, с дополнительным анализом наибольших частотных накоплений для разницы в изменениях отдельных видов памяти; б) в анализе средних значений двукратного измерения; 2) отдельных результатов высотной и ритмической памяти в анализе индекса сумм по всей выборке (по размеру шкалы от 1 до 460 баллов). Динамическая оценка межполушарного взаимодействия обуславливает уменьшение разницы между показателями высотной и ритмической памяти, с разной тенденцией изменений результатов (рост, падение).

Это было проверено средствами статистического анализа по диагностическим данным отдельных результатов высотной и ритмической памяти и показателей их разницы между двумя измерениями формирующих шкал развития памяти высотной (РВП) и ритмической (РРП): 1) при корреляционном анализе Спирмена для каждого отдельного измерения и между шкалами развития видов памяти с отдельными измерениями; 2) при частотном анализе комбинированных тенденций динамических изменений отдельных видов памяти (высотной и ритмической), с соотнесением полученных процентных индексов с ранними эмпирическими результатами по популяционному распределению состояния билатеральности высотной и ритмической музыкальной памяти. Выбор биологического возраста испытуемых (12 лет) был обусловлен эмпирическими данными в научной литературе по когнитивной психологии относительно онтогенеза и оптимального развития объема рабочей памяти как психической функции.

Для этого же возраста ранее была проверена психометрическая диагностическая методика музыкальной памяти, позволившая выявлять латеральный тип слуховой музыкальной памяти для каждого индивидуума согласно шкале асимметрии музыкальной памяти [Дымникова, 2018].

Эмпирические результаты регуляции межполушарного взаимодействия

Эмпирическая динамика психодиагностических показателей регуляции межполушарного взаимодействия подтвердила наличие изменений в ходе стимуляции музыкой (слухового тренинга музыкальной памяти) при условии улучшения обучения по математике (у 12-летних испытуемых) согласно 4 отдельным статистическим анализам. Получены данные о развитии по ОСРП до 1 балла на уровне 52,2%, 2 баллов на уровне 32,6%, 3 баллов на уровне 13%, 4 баллов на уровне 2,2%. {Дескриптивные показания ОСРП: минимум 1 балл, максимум 4 балла, среднее значение 1,86, стандартное отклонение 1,04, шкалы изменений высотной памяти <-4,+3> и ритмической памяти <-3,+4>, свидетельствующие о превалировании тенденции развития ритмической памяти (размер шкалы на 1 балл выше) по сравнению с развитием высотной памяти.} Эти результаты согласуются с закономерностями улучшений в ходе тренингов психических функций.

По результатам двусторонней статистической значимости между парными величинами получены данные о близком частотном распределении выборки между 1 и 2 баллами ($p=0,057$), а также между 3 и 4 баллами ($p=0,05$). Различия в частотном распределении выявлены между 2 и 3 баллами ($p=0,025$), что свидетельствует о популяционном накоплении большинства выборки для двух величин различия – 1 и 2 балла – в суммарном объеме у около 85% испытуемых (84,8). Эти величины различий были учтены в анализе отдельных видов музыкальной памяти для определения наибольших частотных числовых накоплений изменений разницы. Для высотной памяти выявлено накопление у 24 испытуемых (52,5% выборки), для ритмической памяти – у 22 испытуемых (47,8%) с доказательством одинаковости частотного распределения тенденций в двусторонней статистической значимости ($p=0,673$), с разницей между ними на уровне 4,7% (<10% требуемых для проявления различия). Полученные результаты свидетельствуют об одинаковой стимуляции в отношении двух полушарных функций музыкальной памяти с их выровненными динамическими изменениями. Это также является независимым доказательством достоверности материалов слухового тренинга музыкальной памяти с одинаковым объемом высотной и ритмической стимуляции в экспериментальном исследовании, что дополнительно подтверждено анализом суммарных индексов выборки.

По данным индексов сумм (Σ) отдельных видов памяти по всей выборке (по размеру шкалы 1-460 баллов) двукратного измерения в ходе оценки тенденций динамической изменений в процессе тренинга выявлено развитие высотной памяти на уровне 18,73% (Σ 1 измерения = 331; Σ 2 измерения = 393), ритмической памяти – на уровне 9,22% (Σ 1 измерения = 347; Σ 2 измерения = 379) с доказательством одинаковости частотного распределения тенденций на уровне двусторонней статистической значимости ($p=0,188$), с разницей между ними на уровне 9,51 % (<10%). При этом не выявлено статистических различий между суммарными индексами двух видов памяти (<5% критического значения для выявления различия) для данных отдельных измерений. {Первое измерение: $p=0,704$ для Σ 331 и 347 из 460 баллов, соответственно 71,95% и 75,43% выборки, частотная разница 16 баллов, составляющая 4,83% и 4,61% от сумм. Второе измерение: $p=0,691$ для Σ 393 и 379 из 460 баллов, соответственно 85,43% и 82,39% выборки, частотная разница 14 баллов, составляющая 3,56% и 3,69% от сумм.}

По результатам анализа среднего значения усредненного результата ОСРП (разделенного на 2) двукратного измерения получено доказательство статистической значимости ($p<0,001$) большой разницы (d Коэна = 1,371) средних значений с увеличением верхнего порога шкалы во втором измерении, при сохранении одинакового нижнего порога шкалы в двух измерениях. {Дескриптивные показания: первое измерение – минимум 3 балла, максимум 8 баллов, среднее значение 4,78, стандартное отклонение 1,29; второе измерение – минимум 3 балла, максимум 9 баллов, среднее значение 6,64, стандартное отклонение 1,42.}

Эмпирические результаты психодиагностических показаний относительно динамической оценки межполушарного взаимодействия выявили одинаковые тенденции в характеристиках функциональной асимметрии полушарных функций для отдельных видов памяти высотной и ритмической с наличием отрицательных корреляций между ними (1 измерение = $-0,732$ с высокой связью, 2 измерение = $-0,621$ со средней связью) с уменьшенной величиной второго измерения. Это соответствует проявлению значимого уменьшения разницы между показателями высотной (ВП) и ритмической (РП) памяти, что также отражено в высокой отрицательной связи между развитием памяти высотной РВП и ритмической РПП ($-0,898$) и в тенденции преимущественного увеличения результата первого вида памяти за счет уменьшения либо неизменного результата второго вида памяти. Одновременно для объема экспериментальной выборки данные результаты являются одинаковыми по уровням связи (d Коэна = $0,206$ ($\leq 0,2$), $p=0,341$). Результаты позволяют заключить, что наличие тенденции выравнивания полушарных функций в межполушарной стимуляции может быть выражено в отсутствии статистически значимых различий ($p>0,05$) между парными числовыми изменениями (1' и 2') в лонгитюдных оценках. Данная гипотеза была подтверждена результатами корреляционного анализа между шкалами развития памяти и их отдельных видов в 4 группах парных корреляций со средней связью (в интервале от $\pm 0,5$ до $\pm 0,7$).

Получены отрицательные связи: 1) между индексом развития и первым измерением (независимое доказательство полушарного выравнивания для менее развитой функции в первом изменении); 2) между индексом развития одного вида памяти и результатом другого вида памяти второго изменения (независимое доказательство проявления принципа межполушарной асимметрии для полушарных функций, где в процессе их выравнивания увеличение результата первой функции способствует тенденции уменьшения результата второй функции). {Корреляции между развитием памяти и видами памяти: 1) в первом измерении: а) РВП \leftrightarrow ВП 1' = $-0,641$, РВП \leftrightarrow ВП 2' = $0,657$, $p=0,898$; б) РПП \leftrightarrow РП 1' = $-0,654$, РПП \leftrightarrow РП 2' = $0,65$, $p=0,974$; 2) во втором измерении: в) РВП \leftrightarrow РП 1' = $0,599$, РВП \leftrightarrow РП 2' = $-0,572$, $p=0,849$; г) РПП \leftrightarrow ВП 1' = $0,604$, РПП \leftrightarrow ВП 2' = $-0,561$, $p=0,763$.}

Анализ частотного распределения комбинированных вариантов динамических изменений отдельных видов памяти (высотной и ритмической) выявил наличие тенденций, согласующихся с закономерностью межполушарного взаимодействия по принципу выравнивания полушарных процессов за счет увеличения результата первого вида памяти с сопутствующим результатом второго вида памяти как уменьшенным (получено у 31 из 46 испытуемых на уровне 67,4% выборки) либо неизменным (получено у 11 из 46 испытуемых на уровне 23,9% выборки), со статической разницей ($p<0,001$) между этими частотными показателями. Это означает преимущественную тенденцию в экспериментальной выборке для дифференцированных направлений изменений результатов видов памяти при межполушарной стимуляции. Данные тенденции описывают 91,3% результатов экспериментальной выборки.

Согласно данным ранее проведенных эмпирических измерений (объем выборки 907 испытуемых) с популяционным анализом частотного распределения состояния билатеральности полушарных видов музыкальной памяти (высотной и ритмической), оно было выявлено у порядка 40% испытуемых (из них 15% имели одинаковые числовые показатели двух видов памяти). Остальные 60% испытуемых демонстрировали тенденцию более лучшего развития одного из двух полушарных видов музыкальной памяти. Частотный анализ двухсторонней статистической значимости ($p=0,316$ для 60% из 907 испытуемых и 67,4% из 46 испытуемых) подтверждает совпадение преимущественной тенденции, проявившейся в двух независимых экспериментальных исследованиях, что свидетельствует о достоверности и закономерности результатов настоящего исследования, полученных в условиях меньшего объема выборки. При этом противоположная тенденция в динамических изменениях лонгитюдных измерений под влиянием экспериментальной межполушарной стимуляции (увеличение показателя первого вида памяти при уменьшении показателя второго вида памяти) также соответствует природной основе межполушарной регуляции умственных функций, диагностируемой с применением психологических методов.

Тенденция двухстороннего развития видов памяти, свойственная лицам с изначальным состоянием билатеральности слуховой музыкальной памяти (15% выборки в более раннем эмпирическом исследовании), отмечена у 4 из 46 испытуемых, участвующих в настоящих измерениях (8,7% выборки) при наличии статически значимого частотного различия с основной тенденцией у 67,4% выборки ($p < 0,001$) и одновременно с приближенным (одинаковым) накоплением для 23,9% выборки на уровне статистической значимости близкой 0,05 ($p = 0,048$). Полученные две частотные тенденции с меньшим накоплением формируют суммарное распределение на уровне 32,6%, которое сходно с тенденций частотного распределения состояния билатеральности музыкальной памяти (высотной и ритмической), выявленной в раннем эмпирическом исследовании на уровне ~40% ($p = 0,316$ для 40% из 907 испытуемых и 32,6% из 46 испытуемых). Это позволяет сделать вывод о том, что тенденции развития двух видов памяти либо развития одного вида памяти при стабильности результата второго вида памяти соответствуют природе межполушарной функциональной асимметрии в отношении лиц с изначальным билатеральным разделением отдельных полушарных функций.

Вся совокупность результатов динамической оценки межполушарного взаимодействия при межполушарной стимуляции музыкой в процессе слухового тренинга музыкальной памяти, полученная у испытуемых, подтверждает оптимизацию психофизиологического состояния межполушарной регуляции, что доказывает улучшение учебных оценок по математике, с учетом билатеральной мозговой функциональной специализации этого вида активности. Выявленные статистические закономерности отражают проявления психофизиологических принципов межполушарной регуляции психических билатеральных функций в психодиагностическом измерении. В связи с наличием математического порядка в высотном и ритмическом компоненте музыки (как структуре ритмизированных высот), стимуляция музыкой затрагивает активацию и функциональность математического интеллекта, что, в свою очередь, оказывает воздействие на психические процессы, задействованные в обучении математике, и может изменять функциональное состояние их межполушарной регуляции. Учитывая билатеральную организацию процессов обработки речи (в том числе правополушарный анализ ее просодических компонентов), следует отметить, результаты данного экспериментального исследования могут свидетельствовать и о возможности направленной стимуляции музыкой слухоречевых функций, особенно в контексте оптимизации межполушарного взаимодействия при восприятии речи и слуховом контроле за голосовой реализацией речевых сообщений. Это может иметь важное значение для повышения эффективности реабилитации пациентов после двусторонней кохлеарной имплантацией или комбинированного слухопротезирования [Королева и др., 2019]. Однако данное направление исследований и практического применения, безусловно, требует проведения дальнейших эмпирических измерений.

Заключение

В экспериментальном лонгитюдном исследовании динамики показателей межполушарного взаимодействия в процессе слухового тренинга музыкальной памяти у 12-летних детей получены данные частотной, сравнительной и корреляционной статистики при двукратном диагностическом измерении в течение 3 месяцев. Данные свидетельствуют о достоверном улучшении оценок обучения по математике (мозговая билатеральная активность) и о возможности динамической регуляции процессов межполушарного взаимодействия путем стимуляции музыкой. Восприятие музыки, связанное с билатеральной полушарной функциональностью и информационной обработкой, обуславливает возможность переложения (переноса) на межполушарную функциональную оптимизацию и других билатеральных умственных функций человека, связанных, например, с обучением математике.

Структура музыки имеет математические алгоритмы в высотном и ритмическом компонентах, поэтому стимуляция музыкой затрагивает активацию математического интеллекта, которая отражается в изменении функционального состояния межполушарной регуляции и результатах обучения по математике.

Полученные данные могут быть использованы в различных областях психофизиологии, медицинской психологии, когнитивной психологии и музыкальной психологии, а также в направлении поиска и разработки методов реабилитации с возможностью оптимизации межполушарного взаимодействия с помощью музыки при речевых нарушениях и слухоречевых дисфункциях с этиологией изменений билатеральной функциональной организации на почве центральных нарушений слуха.

Библиография

1. Дымникова М. Диагностика музыкальной памяти. СПб.: Лема, 2018. 184 с.
2. Ковязина М.С., Балашова Е.Ю. Межполушарное взаимодействие при нормальном и отклоняющемся развитии: мозговые механизмы и психологические особенности // Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. М.: Научный мир, 2009. С. 185-206.
3. Королева И.В., Кузовков В.Е., Левин С.В., Огородникова Е.А., Янов Ю.К., Асташенко С.В. Последовательная билатеральная кохлеарная имплантация с длительным интервалом между операциями у слепоглухого пациента // Вестник оториноларингологии. 2019. Т. 84. № 2. С. 26-35.
4. Семенович А.В. Введение в нейропсихологию детского возраста. М.: Генезис, 2018. 319 с.
5. Фокин В.Ф. и др. Руководство по функциональной межполушарной асимметрии. М.: Научный мир, 2009. 836 с.
6. Хомская Е.Д. и др. Нейропсихология индивидуальных различий. М.: Академия, 2011. 160 с.
7. Chan A.S., Ho Y.C., Cheung M.C. Music training improves verbal memory // Nature. 1998. Vol. 396. No. 6707. P. 128.
8. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. New York: Lawrence Erlbaum, 1988. 567 p.
9. Crowther G.J., McFadden T., Fleming J.S., Davis K. Leveraging the power of music to improve science education // International journal of science education. 2016. Vol. 38. No. 1. P. 73-95.
10. Dehaene S., Spelke E., Pinel P., Stanescu R., Tsivkin S. Sources of mathematical thinking: behavioral and brain-imaging evidence // Science. 1999. Vol. 284. No. 5416. P. 970-974.
11. Drake C., Jones M.R., Baruch C. The development of rhythmic attending in auditory sequences: attunement, referent period, focal attending // Cognition. 2000. Vol. 77. P. 251-288.
12. Moore E., Schaefer R.S., Bastin M.E., Roberts N., Overy K. Can music training influence brain connectivity? Evidence from diffusion tensor MRI // Brain sciences. 2014. Vol. 4. No. 2. P. 405-427.
13. Peretz I., Zatorre R. The cognitive neuroscience of music. New York: Oxford University Press, 2003. 452 p.
14. Rodrigues A.C., Loureiro M.A., Caramelli P. Musical training, neuroplasticity and cognition // Dementia and neuropsychologia. 2010. Vol. 4. No. 4. P. 277-286.
15. Tervaniemi M., Hugdahl K. Lateralization of auditory-cortex functions // Brain research reviews. 2003. Vol. 43. No. 3. P. 231-246.
16. Walker S.F. Lateralization of functions in the vertebrate brain: a review // British journal of psychology. 1980. Vol. 71. No. 3. P. 329-367.