

УДК [159.922.76-056.34:615.851.82]-053.2
DOI: 10.36979/1694-500X-2025-25-2-199-207

**УЛУЧШЕНИЕ КОГНИТИВНОЙ СФЕРЫ У ДЕТЕЙ
С СИНДРОМОМ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И ГИПЕРАКТИВНОСТЬЮ
ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ МУЗЫКАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

З.А. Ахметова

Аннотация. Проведён анализ 52 иностранных источников (из которых 87 % составили публикации за последние пять лет). Показано, что у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью при игре на музыкальном инструменте происходит улучшение когнитивного аспекта: концентрации и распределения внимания, невербального интеллекта, успеваемости. Подчёркивается, что, хотя игра на музыкальном инструменте может являться средством улучшения когнитивного аспекта у детей младшего школьного возраста с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью, всё же данный способ коррекции указанного состояния ещё находится в процессе исследования. С учётом имеющихся положительных результатов приведённых исследований следует применять теоретические результаты в практической деятельности для улучшения функционирования когнитивной сферы детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью и облегчения адаптации таких детей к академическому процессу.

Ключевые слова: дети младшего школьного возраста; синдром дефицита внимания и гиперактивности; когнитивная сфера; внимание; концентрация внимания; распределение внимания; невербальный интеллект; успеваемость; музыкальный инструмент.

**МУЗЫКАЛЫК ТЕРАПИЯНЫ КОЛДОНУУ АРКЫЛУУ КӨНҮЛДҮН
ЖЕТИШСИЗДИГИНИН, ГИПЕРАКТИВДҮҮЛҮГҮ БУЗУЛГАН БАЛДАРДЫН
КОГНИТИВДИК ЧӨЙРӨСҮН ЖАКШЫРТУУ (АДАБИЯТТАРГА СЕРЕП)**

З.А. Ахметова

Аннотация. Макалада 52 чет элдик булактарга талдоо жүргүзүлгөн (алардын 87 % акыркы беш жылдагы басылмалар түзгөн). Музыкалык аспапта ойноодо көңүлдүн тартыштыгы гиперактивдүүлүгү бузулган балдарда когнитивдик аспект жакшыраары көрсөтүлгөн: көңүл буруу жана көңүл бөлүү, вербалдык эмес интеллект, жетишкендиктери саналат. Белгилей кетчү нерсе: музыкалык аспапта ойноо көңүлдүн тартыштыгы синдромун жана гиперактивдүүлүктүн бузулушу менен башталгыч мектеп жашындагы балдардын когнитивдик аспектинин жакшыртуу каражаты болушу мүмкүн, бирок бул абалды оңдоонун жолу дагы деле изилдөө процессинде. Келтирилген изилдөөлөрдүн болгон оң натыйжаларын эске алуу менен теориялык натыйжаларды көңүл буруу дефицити жана гиперактивдүүлүгү бузулган балдардын когнитивдик чөйрөсүнүн иштешин жакшыртуу жана мындай балдардын академиялык процесске ыңгайлашуусун жеңилдетүү үчүн практикалык тегиздикте колдонуу керек.

Түйүндүү сөздөр: башталгыч мектеп жашындагы балдар; көңүлдүн тартыштыгынын синдрому жана гиперактивдүүлүк; когнитивдик чөйрө; көңүл; көңүл буруу; көңүл бөлүштүрүү; вербалдык эмес интеллект; жетишкендиктер; музыкалык аспап.

IMPROVING THE COGNITIVE SPHERE IN CHILDREN WITH ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER THROUGH THE USE OF THE MUSIC THERAPY (LITERATURE REVIEW)

Z.A. Akhmetova

Abstract. The article analyzes 52 foreign sources (of which 87% were publications over the last five years). It has been shown that children with attention deficit hyperactivity disorder, when playing a musical instrument, there is an improvement in the cognitive aspect: concentration and distribution of attention, non-verbal intelligence, and academic performance. It is emphasized that although playing a musical instrument can be a means of improving the cognitive aspect for children of primary school age with attention deficit hyperactivity disorder, this method of correcting this condition is still in the process of research. Taking into account the available positive research results, theoretical research results should be applied in a practical way to improve the functioning of the cognitive sphere of children with attention deficit hyperactivity disorder and facilitate the adaptation of such children to the academic process.

Keywords: primary school children; attention deficit hyperactivity disorder; cognitive sphere; attention; concentration of attention; attention distribution; non-verbal intelligence; academic performance; musical instrument.

Введение. Синдром дефицита внимания/гиперактивности (СДВГ) – актуальное заболевание современной медицины и нарушение детского развития [1–9], которое проявляется комплексом симптомов и дисфункций в нервной системе, выражающимся невнимательностью, импульсивностью и гиперактивностью [10–14].

СДВГ затрагивает около 63 миллионов детей и подростков во всём мире [1] – 5,9 % среди детей и 2,5 % среди взрослых [15]. Однако эпидемиологическая картина СДВГ зависит от диагностических критериев и методов оценки [1]. Приблизительно у 10 % детей школьного возраста, подверженных СДВГ, почти все признаки синдрома не исчезают и в подростковом возрасте, и во взрослой жизни [2; 16; 17].

СДВГ накладывает негативные последствия на академическую успеваемость школьников младшего возраста, их благополучие и социальные взаимодействия. Всё это сказывается самым отрицательным образом на уровне отдельной личности и общества в целом [4]. В результате СДВГ становится актуальным вызовом общественному здравоохранению и образованию, причиняя существенное экономическое бремя и бремя медицинского обслуживания в области психического здоровья [1].

Несмотря на актуальность данного состояния для детей младшего школьного возраста, в австралийском анкетировании было показано, что процент правильных ответов учителей на вопросы, связанные с СДВГ, был ниже 50 %

[18], следовательно, большинство учителей могут быть недостаточно осведомлены о данном феномене.

На сегодня нельзя говорить об оптимальности применения мультимодальной коррекции СДВГ (с вовлечением фармакологических, психологических и психолого-педагогических средств) у детей младшего школьного возраста, так как некоторые признаки синдрома сохраняются примерно в 65 % случаев во взрослом возрасте [19], что влечёт за собой высокие показатели сопутствующей патологии, несчастных случаев и смертности [20]. Кроме того, в случае с применением медикаментозной терапии достаточно сказать, что длительный приём лекарств может вызывать зависимость и побочные эффекты у детей младшего школьного возраста. Следовательно, выбор эффективной и разумной коррекции СДВГ имеет особое значение.

Часто сообщается о негативном влиянии СДВГ на успеваемость, эмоциональное и когнитивное функционирование, а также отношения со сверстниками, но мало что известно о влиянии музыки и занятий музыкой на течение и коррекцию СДВГ [21].

Музыкотерапия – это терапия, которая может быть эффективным средством коррекции психических заболеваний подростков [22].

Цель обзора литературы. Изучить современные мировые данные про возможности применения игры на музыкальном инструменте как средства улучшения когнитивной сферы у детей младшего школьного возраста с СДВГ.

Материалы и методы. Основу для материала при составлении обзора литературы составили 52 иностранных источника. Разбиение источников в зависимости от года издания выглядит так: 2 источника за 2024 год, 7 – за 2023 год, 11 – за 2022 год, 11 – за 2021 год, 13 – за 2020 год, 1 – за 2019 год, 2 – за 2018 год, 1 – за 2017 год, 1 – за 2016 год, 1 – за 2015 год, 1 – за 2008 год, 1 – за 2006 год. Таким образом, в процентном отношении количество источников за последние пять лет с 2019 по 2024 год (является стандартным требованием ведущих мировых научно-исследовательских журналов) составило 45/52, или 87 %. Предварительное количество источников – 1020. Далее были применены разные фильтры, по итогам которых окончательно список источников составил 52. Мы отсеивали источники, если они дублировали друг друга; были написаны не на английском языке; методология исследования вызывала сомнения на предмет корректности результатов и выводов; была представлена только аннотация без полнотекстового доступа. Кроме того, нами были применены ключевые слова, такие, как «дети младшего школьного возраста», «когнитивная сфера», «взаимодействие левого и правого полушарий мозга», «синдром дефицита внимания и гиперактивность», «внимание», «концентрация внимания», «распределение внимания», «невербальный интеллект», «успеваемость», «музыкальный инструмент».

При написании обзора литературы были использованы методы сравнительного анализа и синтеза.

Результаты. Этиология и патогенез СДВГ. С точки зрения современной нейробиологии имеются свидетельства об этиологической гетерогенности СДВГ. Текущие данные подтверждают существование множества локусов, каждый из которых связан с низким риском развития СДВГ, но также и с аддитивными генетическими эффектами и взаимодействиями ген – ген и ген – окружающая среда [23]. Однако всё же генетические факторы играют решающую роль в развитии СДВГ в 70–80 % [3; 24].

С одной стороны, в современной литературе отмечается, что имеются недостаточные знания об этиопатогенезе СДВГ, что затрудняет

постановку раннего диагноза и проведение точного лечения [4], а с другой – на современном отрезке знаний преобладает теория, что именно дофаминергический путь остаётся ключевым в патогенезе СДВГ [25–29]. Что, в частности, отмечено в систематическом обзоре М. Kessi и др. [4]. Также данными авторами был сделан вывод о том, что на протекание синдрома могут влиять факторы окружающей среды и другие пути, однако последние не являются приоритетными во взаимосвязях с нейромедиаторными путями [4].

Дофамин служит важнейшим нейромедиатором в центральной нервной системе (ЦНС), так как без дофамина не может происходить регуляция физиологических процессов в ЦНС, необходимых для оптимального протекания когнитивных процессов, поддержания концентрации внимания, мотивационных состояний и вознаграждения, обучения и консолидации памяти, модуляции настроения, осуществления двигательных функций и т. д. Синтез, высвобождение и передача дофамина (будучи фундаментальными физиологическими функциями дофаминергических синаптических путей) активируют рецепторные сигнальные пути, влияющие на синаптическую пластичность.

В китайском исследовании генетических профилей 284 детей, из которых 142 ребёнка имели признаки СДВГ, было получено подтверждение о роли гена дофаминергического синаптического пути (DRD2) в восприимчивости к СДВГ [1] (отметим, что этот самый ген был также исследован в упомянутом систематическом обзоре [4]). Примечательны и другие выводы китайских исследователей о том, что к взаимодействию между генами DRD2 rs6277 и rs6275 как этиопатогенетических факторов СДВГ главным образом были предрасположены мальчики, а к rs2652511 гена SLC6A3 – девочки [1]. Однако в другом исследовании был сделан вывод, что полиморфизм гена SLC6A3 связан с развитием функций внимания, но не с СДВГ [30].

Следовательно, вопросы, связанные с генетической стороной этиологии и патогенеза СДВГ, в современной научной литературе носят дискуссионный характер.

Диагностика СДВГ. В настоящее время диагностика синдрома дефицита внимания

и гиперактивности (СДВГ) основана исключительно на поведенческих тестах, тем не менее актуальна роль биомаркеров [31].

В систематическом обзоре Н. Chen, Y. Yang и др. была показана перспективность применения биомаркеров для диагностики СДВГ у детей младшего школьного возраста. Авторами обзора все биомаркеры были классифицированы на рентгенографические, молекулярные, физиологические или гистологические. Однако следует отметить, что авторы обзора не обнаружили опубликованных гистологических биомаркеров СДВГ в современной литературе [32].

Однако всё же на сегодня принятым стандартом диагностики СДВГ являются когнитивные тесты интеллекта, такие как шкала интеллекта Векслера для детей (WISC – Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC)). В данном тесте финальные индикаторы когнитивного развития суммируются в полномасштабный коэффициент интеллекта (FSIQ – full scale intelligent quotient), который состоит из индексов вербального понимания (VCI – verbal comprehension index), перцептивного мышления (PRI – perceptual reasoning index), рабочей памяти (WMI – working memory index), скорости обработки (PSI – processing speed index).

Стандартизированные опросники по СДВГ, такие как шкалы оценки СДВГ Вандербильта (VARS – Vanderbilt ADHD Rating Scales) и родительская форма по шкале функциональных нарушений Вайсса (WFIRS-P – Weiss Functional Impairment Scale-Parent Form), используются в качестве дополнительных средств диагностики [33].

Как уже было сказано, СДВГ оказывает глубокое отрицательное влияние на когнитивную сферу у детей с СДВГ [4]. В этой связи отметим, что в современной литературе, посвящённой исследованию нейрокогнитивных расстройств у детей с СДВГ, фундаментальной теорией принято считать теорию разума (ТР), которая рассматривает два важнейших аспекта жизнедеятельности детей младшего школьного возраста – когнитивное и социальное познание. Благодаря когнитивному познанию дети младшего школьного возраста проходят академический процесс на уровне общеобразовательной школы, что является важной ступенью в подготовке

к университетскому академическому процессу. Благодаря социальному познанию дети вовлекаются в межличностные отношения, поскольку являются частью общества и должны взаимодействовать со сверстниками. Таким образом, теория ТР является основополагающей и фундаментальной, если говорить про СДВГ у детей младшего школьного возраста [17; 34]. Кроме того, в литературе отмечается взаимосвязь между теорией разума и тяжестью расстройств у подростков с СДВГ [35].

Приведём результаты исследований, указывающих на когнитивные нарушения у детей младшего школьного возраста с СДВГ. Так, в исследовании Q. Zhou, X. Ye и др. 146 детей с СДВГ, в отношении которых был применён оценочный тест интеллекта Векслера (WISC-IV), было продемонстрировано, что у этих детей более низкие когнитивные показатели по всем частям теста: VCI (verbal comprehension index), индекс вербального понимания; PRI (perceptual reasoning index), индекс перцептивного мышления; WMI (working memory index), индекс рабочей памяти; PSI (processing speed index), индекс скорости обработки; FSIQ (full scale intelligence quotient), полномасштабный коэффициент интеллекта [33].

Интересны результаты и выводы авторов исследования 35 детей, из которых у 17 был диагностирован СДВГ, а у 18 не было никаких отклонений в нервной системе. Примечательность данного исследования заключается в том, что показатели когнитивного теста комплексной оценки исполнительных функций у детей Turtle on the Island-Battery of Assessment of Executive Functions in Children (TIBAEFC) не выявили статистически значимых различий в плане когнитивного аспекта ТР между двумя группами [36]; аналогичность результатов и выводов находит отражение и в некоторых других исследованиях [37; 38]. Такое видение в целом противоречит результатам и выводам преобладающей части исследований в современной литературе. Однако в современной литературе противоположные результаты всё же преобладают [1–12; 33–35; 39; 40].

Также примечательны результаты и выводы другого исследования, а именно систематического обзора и мета-анализа М. Cadenas, С. Hartman

и др., в котором авторами была проработана взаимосвязь когнитивных показателей с аспектами грамотности у детей с СДВГ. Отмечены средняя взаимосвязь между рабочей памятью и аспектами чтения, незначительная взаимосвязь между скоростью обработки информации и аспектами чтения; что касается торможения (ингибирования) внимания, отмечены дифференциальные взаимосвязи с аспектами грамотности с различной величиной эффекта [40].

Игра на музыкальном инструменте как средство улучшения показателей в когнитивной сфере у детей младшего школьного возраста с СДВГ. В современной литературе указывается на то, что музыкотерапия является действенным инструментом в плане развития когнитивного и социального аспектов ТР у детей младшего школьного возраста с СДВГ [22; 41]. С точки зрения когнитивного аспекта ТР музыкотерапия улучшает слуховые и сенсомоторные процессы, общие когнитивные способности (например, память или внимание) и академические достижения (особенно в области грамотности и математики) [42–47].

Интересны выводы систематического обзора, выполненного М. Martin-Moratinos, М. Bella-Fernández и др., в котором авторами было предложено проводить коррекцию СДВГ у детей младшего школьного возраста за счёт применения музыки в видеоиграх [48].

Улучшение когнитивной сферы посредством комбинированной терапии с помощью музыкотерапии и когнитивно-поведенческой терапии у детей младшего школьного возраста с СДВГ было показано в исследовании в общей сложности 120 детей с СДВГ [49]. Аналогичные результаты и выводы в плане актуальной роли комбинированной терапии в улучшении когнитивной сферы у детей младшего школьного возраста с СДВГ отмечена и в китайском исследовании, в котором все дети с СДВГ были разделены на группу музыкальной (n=47), медикаментозной (n=46) и комбинированной терапии (n=43). Авторами исследования (Liu L., Qian J.) была показана наибольшая эффективность комбинированного вмешательства, тем не менее китайскими исследователями был отмечен положительный эффект и от одиночной музыкотерапии

в улучшении клинических симптомов и исполнительных функций у детей с СДВГ [50].

Музыкальная терапия, как активная (игра на музыкальном инструменте), так и пассивная (прослушивание музыки), демонстрирует свою эффективность в уменьшении симптоматики психиатрических заболеваний, в частности СДВГ [48]. С точки зрения пассивной музыкотерапии в современной литературе указывается эффект от применения данного способа при СДВГ у детей младшего школьного возраста, с другой стороны также отмечается, что одним из «белых пятен» в современной нейробиологии остаётся вопрос о том, как музыка модулирует мозговую активность на уровне функциональных сетей у этой популяции детей [51].

В этой связи с целью улучшения уровня нейробиологического понимания нейронной основы прослушивания музыки были собраны и изучены данные функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) у 17 детей в возрасте 10–11 лет во время прослушивания двух похожих музыкальных произведений, разделённых периодами без музыки. Далее учёными был применён оригинальный метод анализа динамики ведущих собственных векторов (LeiDA – leading eigenvectordynamicsanalysis) для исследования повторяющихся паттернов фазовой синхронизации в сигналах фМРТ. Данные паттерны фазовой синхронизации в сигналах фМРТ были сравнены между собой в зависимости от периодов прослушивания музыки и её отсутствия. Учёные выяснили, что наибольшая активация медиальной орбитофронтальной и вентромедиальной префронтальной коры происходила именно в период исполнения двух музыкальных произведений по сравнению с их отсутствием. Таким образом, был сделан вывод, что наибольшие паттерны фазовой синхронизации в сигналах фМРТ происходят в период прослушивания музыки, а не в период её отсутствия [51].

Важность данного исследования заключается в том, что учёными сделан шаг вперёд в изучении того, как музыка модулирует мозговую активность на уровне функциональных сетей у этой популяции. В плане практической плоскости это означает, что сделан дополнительный шаг для обоснования важности применения

музыкотерапии для улучшения когнитивной сферы у детей младшего школьного возраста с СДВГ.

С точки зрения активной музыкотерапии показан положительный эффект от игры на музыкальном инструменте в исследовании в трёх средних школах 285 детей; отмечено, что обучение игре на музыкальном инструменте улучшает аудиовизуальную рабочую память и подвижный интеллект [41].

Роль и значение игры на музыкальном инструменте в терапии СДВГ дополнительно отмечены в исследовании двух мальчиков младшего школьного возраста с СДВГ, в отношении которых были проведены структурированные наблюдения в контрастирующих условиях в течение нескольких школьных семестров. Во-первых, было показано, что исполнение инструментальной музыки уменьшало стопроцентно либо до определённого порога симптоматику СДВГ. Во-вторых, был сделан вывод, что, несмотря на симптомы, связанные с СДВГ, эти дети могли успешно заниматься музыкой и приобретать музыкальные навыки [21]. Таким образом, благодаря данному исследованию были получены дополнительная уверенность и мотивация того, что нужно и можно эффективно улучшать когнитивную сферу даже у детей с СДВГ. В плане конкретики в этом исследовании показаны пути, как практически можно и нужно улучшать когнитивный аспект у детей младшего школьного возраста с СДВГ, используя педагогические технологии в комплексе с музыкальным контекстом.

В исследовании учёных Гарвардского университета в США был сделан вывод, что у детей младшего школьного возраста с СДВГ обучение инструментальной музыке способно улучшить слуховое восприятие, мелкую моторику, словарный запас и невербальное мышление [52]. Это является хорошим доказательством того, что обучение на музыкальном инструменте может улучшать когнитивный аспект. Гарвардские учёные провели сравнение когнитивной сферы у детей младшего школьного возраста с СДВГ и нейротипичных детей и пришли к интересному выводу о том, что, занимаясь инструментальной музыкой, дети с СДВГ продемонстрировали более высокие показатели когнитивной сферы,

чем нейротипичные дети. А конкретные показатели, где преуспели дети с СДВГ, тесно связаны с музыкой (это способности к различению на слух и мелкая моторика). Кроме того, дети с СДВГ также превосходили нейротипичных детей и по двум показателям, отдалённо связанным с музыкой (это словарный запас и навыки невербального рассуждения) [52].

С другой стороны, интерес к результатам и выводам гарвардского исследования заключается и в том, что вопреки предыдущим исследованиям [42–47] обучение инструментальной музыке не было связано с улучшением пространственных навыков, фонематической осведомлённости или математических способностей [52].

Выводы

1. Решающую роль в развитии СДВГ в 70–80 % случаев играют генетические факторы. При этом именно дофаминергический путь остаётся ключевым в патогенезе СДВГ. Кроме того, на протекание синдрома могут влиять факторы окружающей среды.

2. Для диагностики СДВГ перспективным направлением является применение биомаркеров у детей младшего школьного возраста: рентгенографических, молекулярных, физиологических или гистологических. Однако на сегодня принятым стандартом диагностики СДВГ являются когнитивные тесты интеллекта, например, шкала интеллекта Векслера для детей (WISC – Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC)), а также стандартизированные опросники СДВГ, например, шкалы оценки СДВГ Вандербильта (VARS – Vanderbilt ADHD Rating Scales) и родительская форма шкалы функциональных нарушений Вайсса (WFIRS-P – Weiss Functional Impairment Scale-Parent Form).

3. Методика, связанная с игрой на музыкальном инструменте для улучшения когнитивной сферы у детей младшего школьного возраста, является относительно молодой (с учётом того, что в современной литературе имеется комплекс источников за последние пять лет) и демонстрирует свою эффективность. Тем не менее требуется дополнительный комплекс исследований в данном направлении. С учётом имеющихся положительных результатов исследований следует применять теоретические результаты

исследований в практической плоскости для улучшения взаимодействия школы с детьми с СДВГ. В конечном итоге это должно улучшить когнитивную сферу таких детей и ускорить их адаптацию к академическому процессу.

Поступила: 14.01.2025;

рецензирована: 28.01.2025; принята: 30.01.2025.

Литература

1. Zhong L., He H., Zhang J., Gao X., Yin F., Zuo P., Song R. Gene Interaction of Dopaminergic Synaptic Pathway Genes in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: a Case-Control Study in Chinese Children. *Mol Neurobiol.* 2024 Jan.; 61(1): 42–54. DOI: 10.1007/s12035-023-03523-4. Epub 2023. Aug. 14. PMID: 37578679; PMCID: PMC10791714.
2. Katabi G., Shahar N. Exploring the steps of learning: computational modeling of initiatory-actions among individuals with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Transl Psychiatry.* 2024. Jan. 8; 14 (1): 10. DOI: 10.1038/s41398-023-02717-7. PMID: 38191535; PMCID: PMC10774270.
3. Da Silva B.S., Grevet E.H., Silva L. et al. An overview on neurobiology and therapeutics of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Discov Ment Health* 3, 2 (2023). URL: <https://doi.org/10.1007/s44192-022-00030-1>.
4. Kessi M., Duan H., Xiong J., Chen B., He F., Yang L., Ma Y., Bamgbade O.A., Peng J. and Yin F. (2022) Attention-deficit/hyperactive disorder updates. *Front. Mol. Neurosci.* 15:925049. DOI: 10.3389/fnmol.2022.925049.
5. Das W. and Khanna S. A robust machine learning based framework for the automated detection of ADHD using Pupillometric biomarkers and time series analysis. *Sci Rep.* (2021) 11:16370. DOI: 10.1038/s41598-021-95673-5.
6. Tremblay L.K., Hammill C., Ameis S.H., Bhajiwala M., Mabbott D.J., Anagnostou E., et al. Tracking inhibitory control in youth with ADHD: a multi-modal neuroimaging approach. *Front Psych.* (2020) 11:00831. DOI: 10.3389/fpsy.2020.00831.
7. Lambacher G., Pascale E., Pucci M., Mangiapelo S., D'addario C. and Adriani W. Search for an epigenetic biomarker in ADHD diagnosis, based on the DAT1 gene 5'- UTR methylation: a new possible approach. *Psychiatry Res.* (2020) 291:113154. DOI: 10.1016/j.psychres.2020.113154.
8. Mooney M.A., Ryabinin P., Wilmot B., Bhatt P., Mill J. and Nigg J.T. Large epigenome-wide association study of childhood ADHD identifies peripheral DNA methylation associated with disease and polygenic risk burden. *Transl Psychiatry.* (2020) 10:8. DOI: 10.1038/s41398-020-0710-4.
9. Chang J.P., Mondelli V., Satyanarayanan S.K., Chiang Y.J., Chen H.T., Su K.P., et al. Cortisol, inflammatory biomarkers and neurotrophins in children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in Taiwan. *Brain Behav Immun.* (2020) 88:105–13. DOI: 10.1016/j.bbi.2020.05.017.
10. Mphahlele R.M., Meyer A., Pillay B.J. Working memory and set-shifting in school-aged children classified as having attention-deficit hyperactivity disorder. *S Afr J Psychiat.* 2022; 28(0), a1729. URL: <https://doi.org/10.4102/sajpsy.2022.01729>.
11. Boshomane T.T., Pillay B.J., Meyer A. 2020. Attention deficit/hyperactivity disorder and behavioural planning deficiencies in South African primary school children. *S Afr J Psychiat.* 2020; 26(0), a1411. URL: <https://doi.org/10.4102/sajpsy.2020.1411>.
12. Grady G., Lipowska M., Bieleninik L., Dzhambov A.M. (2022) Attention deficit in children with attention deficit hyperactivity disorder at primary school age measured with the attention network test (ANT): A protocol for a systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 17(10): e0275599. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275599>.
13. Öğütli H., Kaşak M., Tutku Tabur S. Mitochondrial dysfunction in attention deficit hyperactivity disorder // *Eurasian J Med.* 2022; 54 (Suppl. 1). S187–S195.
14. Landinez, Daniel & Quintero López, Catalina & Gil Vera, Victor. (2022). Working Memory Training in children with attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review Working Memory Training in children with attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review. 2022–2023. 10.21134/rpna.2022.09.3.7.
15. Faraone S.V., Banaschewski T., Coghill D., Zheng Y., Biederman J., Bellgrove M.A., Newcorn J.H., Gignac M., Al Saud N.M., Manor I., Rohde L.A., Yang L., Cortese S., Almagor D., Stein M.A., Albatti T.H., Aljoudi H.F., Alqahitani M., Asherson P., Wang Y. (2021). The World Federation of ADHD International Consensus Statement: 208 Evidence-based conclusions about the disorder. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews,*

128. 789–818. URL: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.01.022>.
16. *Wilson J., Andrews G., Hogan C., Wang S., Shum D.H.K.* Executive Function in Middle Childhood and the Relationship with Theory of Mind. *Dev. Neuropsychol.* 2018; 43:163–182. DOI: 10.1080/87565641.2018.1440296.
 17. *Lavigne R., González-Cuenca A., Romero-González M., Sánchez M.* Theory of Mind in ADHD. A Proposal to Improve Working Memory through the Stimulation of the Theory of Mind. *Int J Environ Res Public Health.* 2020. Dec. 11; 17(24):9286. DOI: 10.3390/ijerph17249286. PMID: 33322517; PMCID: PMC7764628.
 18. *Latouche A.P., & Gascoigne M.* (2019). In-service training for increasing teachers' ADHD knowledge and self-efficacy // *Journal of Attention Disorders*, 23(3). 270–281. URL: <https://doi.org/10.1177/1087054717707045>.
 19. *Faraone S.V., Biederman J., Mick E.* The age-dependent decline of attention deficit hyperactivity disorder: a meta-analysis of follow-up studies // *Psychol Med.* 2006; 36(2):159–165. [DOI: 10.1017/S003329170500471X].
 20. *Dalsgaard S., Østergaard S.D., Leckman J.F., Mortensen P.B., Pedersen M.G.* Mortality in children, adolescents, and adults with attention deficit hyperactivity disorder: a nationwide cohort study // *Lancet.* 2015; 385(9983):2190–2196. [DOI: 10.1016/s0140-6736(14)61684-6].
 21. *Wilde, Eva & Welch, Graham* (2022). Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and musical behaviour: The significance of context // *Psychology of Music.* 50. 030573562210811. 10.1177/03057356221081163.
 22. *Jacob U.S., Pillay J., Oyefeso E.O.*: Attention span of children with mild intellectual disability: Does music therapy and pictorial illustration play any significant role? // *Front Psychol.* 2021; 12:677703.
 23. *Altable, Marcos & De la Serna, Juan Moisés & Diaz Moreno, Emilio.* (2022). Neurobiology of Attention Deficit Hyperactivity Disorder. 10.32388/CS5H65.
 24. *Kocaturk R.R., Ozcan O.O., Karahan M.* Animal models of attention deficit and hyperactivity disorder: A critical overview and suggestions // *J Neurobehav Sci* 2021.
 25. *Véronneau-Veilleux F., Robaey P., Ursino M. and Nekka F.* (2022) A mechanistic model of ADHD as resulting from dopamine phasic/tonic imbalance during reinforcement learning // *Front. Comput. Neurosci.* 16:849323. DOI: 10.3389/fncom.2022.849323.
 26. *Marigiò M.A., Palumbi R., Vinella A., Laterza R., Petruzzelli M.G., Peschechera A., Gabellone A., Gentile et al* (2021) DRD1 and DRD2 receptor polymorphisms: genetic neuromodulation of the dopaminergic system as a risk factor for ASD. ADHD and ASD/ ADHD overlap. *Front Neurosci* 15:705890.
 27. *Fageera W., Chaumette B., Fortier M.È., Grizenko N., Labbe A., Sengupta S.M., Joobor R.* (2021) Association between COMT methylation and response to treatment in children with ADHD // *J Psychiat Res.* 135:86–93.
 28. *Coskun S., Karadag M., Gokcen C. et al* (2021). miR-132 and miR-942 expression levels in children with attention deficit and hyperactivity disorder: a controlled study // *Clin Psychopharmacol Neurosci.* 19:262–268.
 29. *Shang C.Y., Lin H.Y., Gau S.S.* (2021). Effects of the dopamine transporter gene on striatal functional connectivity in youths with attention-deficit/hyperactivity disorder // *Psychol Med.* 51:835–845.
 30. *Kuc K., Bielecki M., Racicka-Pawlukiewicz E., Czerwinski M.B., Cybulska-Klosowicz A.* The SLC6A3 gene polymorphism is related to the development of attentional functions but not to ADHD. *Sci Rep.* 2020. Apr. 10; 10(1):6176. DOI: 10.1038/s41598-020-63296-x. PMID: 32277231; PMCID: PMC7148317.
 31. *Califf R.M.* Biomarker definitions and their applications. *Exp Biol Med* (Maywood). (2018) 243: 213–21. DOI: 10.1177/1535370217750088.
 32. *Chen H., Yang Y., Odisho D., Wu S., Yi C. and Oliver B.G.* (2023) Can biomarkers be used to diagnose attention deficit hyperactivity disorder? // *Front. Psychiatry.* 14:1026616. DOI: 10.3389/fpsy.2023.1026616.
 33. *Zhou Q., Ye X., Wei C., Wu Y., Ren P., Lin X., Li L., Xiang W., Xiao L.* Network Analysis of ADHD Symptoms and Cognitive Profiles in Children. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2023. May 18; 19:1207–1219. DOI: 10.2147/NDT.S409503. PMID: 37223654; PMCID: PMC10202214.
 34. *Cruz B., Mota B., Viana V., Igreja A.I., Candeias L., Rocha H., et al.* Theory of Mind in children with ADHD // *Rev Neurol* 2023; 77: 109–14. DOI: 10.33588/rn.7705.2023099.
 35. *Kılınçel Ş.* The Relationship between the Theory of Mind Skills and Disorder Severity among Adolescents with ADHD // *Alpha Psychiatry.* 2021. Jan. 19; 22(1):7–11. DOI: 10.5455/apd.126537. PMID: 36426201; PMCID: PMC9590638.
 36. *Kanevski M., Booth J.N., Stewart T.M., Rhodes S.M.* Cognition and maths in children with

- Attention-Deficit/Hyperactivity disorder with and without co-occurring movement difficulties // *Res Dev Disabil.* 2023. May; 136:104471. DOI: 10.1016/j.ridd.2023.104471. Epub 2023 Mar 14. PMID: 36924616.
37. *Mary A., Slama H., Mousty P., Massat I., Capiou T., Drabs V., et al.* Executive and attentional contributions to theory of mind deficit in attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) // *Child Neuropsychol.* 2016; 22: 345–65.
 38. *Pitzianti M., Grelloni C., Casarelli L., D'Agati E., Spiridigliozzi S., Curatolo P., et al.* Neurological soft signs, but not theory of mind and emotion recognition deficit distinguished children with ADHD from healthy control // *Psychiatry Research.* 2017; 256: 96-101.
 39. *McDougal E., Tai C., Stewart T.M., Booth J.N., & Rhodes S.M.* (2022). Understanding and supporting Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) in the primary school classroom: Perspectives of children with ADHD and their teachers. *Journal of Autism and Developmental Disorders.* Advance online publication. URL: <https://doi.org/10.1007/s10803-022-05639-3>
 40. *Cadenas M., Hartman C., Faraone S., Antshel K., Borges Á., Hoogeveen L., Rommelse N.* Cognitive correlates of attention-deficit hyperactivity disorder in children and adolescents with high intellectual ability // *J Neurodev Disord.* 2020. Feb. 10; 12(1):6. DOI: 10.1186/s11689-020-9307-8. PMID: 32039694; PMCID: PMC7008522.
 41. *Lippolis M., Müllensiefen D., Frieler K., Matarrelli B., Vuust P., Cassibba R. and Brattico E.* (2022) Learning to play a musical instrument in the middle school is associated with superior audiovisual working memory and fluid intelligence: A cross-sectional behavioral study // *Front. Psychol.* 13:982704. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.982704.
 42. *Cooper P.K.* (2020). It's all in your head: A meta-analysis on the effects of music training on cognitive measures in schoolchildren // *International Journal of Music Education.* 38(3). P. 321–336. URL: <https://doi.org/10.1177/0255761419881495>.
 43. *Guhn M., Emerson S.D., & Gouzouasis P.* (2020). A population-level analysis of associations between school music participation and academic achievement // *Journal of Educational Psychology.* 112(2), 308–328. URL: <https://doi.org/10.1037/edu0000376>.
 44. *Gustavson D.E., Friedman N.P., Stallings M.C., Reynolds C.A., Coon H., Corley R.P., ... Gordon R.L.* (2021). Musical instrument engagement in adolescence predicts verbal ability 4 years later: A twin and adoption study // *Developmental Psychology.* 57(11). P. 1943–1957. URL: <https://doi.org/10.1037/dev0001245>.
 45. *James C.E., Zuber S., Dupuis-Lozeron E., Abdili L., Gervaise D., & Kliegel M.* (2020). Formal string instrument training in a class setting enhances cognitive and sensorimotor development of primary school children // *Frontiers in Neuroscience.* 14, 567. URL: <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00567>.
 46. *Sala G., & Gobet F.* (2020). Cognitive and academic benefits of music training with children: A multilevel meta-analysis // *Memory & Cognition.* 48(8), 1429–1441. URL: <https://doi.org/10.3758/s13421-020-01060-2>.
 47. *Mendes C.G., Diniz L.A., Marques Miranda D.* Does music listening affect attention? A literature review // *Dev Neuropsychol.* 2021; 46(3):192–212. [DOI: 10.1080/87565641.2021.1905816].
 48. *Martin-Moratinos M., Bella-Fernández M., Blasco-Fontecilla H.* Effects of Music on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) and Potential Application in Serious Video Games: Systematic Review // *J Med Internet Res.* 2023. May 12; 25: e37742. DOI: 10.2196/37742. PMID: 37171837; PMCID: PMC10221503.
 49. *Zhu C.* Effects of Musicotherapy Combined with Cognitive Behavioral Intervention on the Cognitive Ability of Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Psychiatr Danub.* 2022 Summer;34(2):288-295. DOI: 10.24869/psyd.2022.288. PMID: 35772139.
 50. *Liu L., Qian J., Jiang W.Q., Zhao Z.M., Li Y., Chen J., Du Y.S., Dai Y.N.*: Study on the effect of group music therapy on children with attention deficit hyperactivity disorder // *Chin J Child Health Care.* 2020; 28:399–402.
 51. *Fasano M.C., Cabral J., Stevner A., Vuust P., Cantou P., Brattico E., Kringelbach M.L.* The early adolescent brain on music: Analysis of functional dynamics reveals engagement of orbitofrontal cortex reward system // *Hum Brain Mapp.* 2023. Feb 1; 44(2):429-446. DOI: 10.1002/hbm.26060. Epub 2022. Sep 7. PMID: 36069619; PMCID: PMC9842905.
 52. *Forgeard, Marie, Ellen Winner, Andrea Norton, Gottfried Schlaug, and Tecumseh Fitch.* 2008. Practicing a Musical Instrument in Childhood is Associated with Enhanced Verbal Ability and Nonverbal Reasoning. *PLoS ONE* 3(10).