Научная статья

УДК 376.4:159.91

https://doi.org/10.21702/rpj.2022.4.3

Диагностика и коррекция слухового восприятия у детей 8–10-летнего возраста с умственной отсталостью

Галина В. Карантыш[1], **Марианна А. Муратова**[2], **Лариса А. Гутерман**[3], **Александр М. Менджерицкий**[4], **Елена В. Воробьева**[5]✉

[1, 2, 3, 4, 5] Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

✉ evorob@sfedu.ru

Аннотация: **Введение**. Статья посвящена выявлению особенностей слухового восприятия с использованием нейропсихологического и инструментальных методов у детей 8–10-летнего возраста с умственной отсталостью. Актуальность работы заключается в необходимости разработки подходов к улучшению способности к обучению детей с умственной отсталостью. Новизна исследования состоит в оценке эффективности психокоррекционных мероприятий, проводимых с использованием методов интегрированного воздействия на сенсорное восприятие у детей с умственной отсталостью. **Методы**. В исследовании приняли участие дети 8–10-летнего возраста без нарушений слуха в анамнезе: контрольная группа (n = 34) и дети с умственной отсталостью (n = 36). Детей с умственной отсталостью разделили на 2 подгруппы, в одной из которых проводили коррекционную работу в течение 6 месяцев с использованием методов интегрированного воздействия на сенсорное восприятие. Все дети были дважды обследованы с использованием методов тональной аудиометрии, регистрации длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов, нейропсихологического тестирования. **Результаты**. При повторном обследовании (после проведенных коррекционных мероприятий) у детей с умственной отсталостью установлено снижение порогов тональной аудиометрии, а также латентностей отдельных пиков длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов, что коррелировало с повышением эффективности прохождения нейропсихологических тестов. В подгруппе детей с умственной отсталостью, с которыми не проводили коррекционной работы, а также в контрольной группе изменений исследованных показателей не выявлено. **Обсуждение результатов**. В заключение делается вывод о том, что применение методик, направленных на развитие полисенсорного восприятия у детей с умственной отсталостью, способствует улучшению слухового гнозиса.

Ключевые слова: слуховое восприятие, дети 8–10 лет, умственная отсталость, нейропсихологическое обследование, аудиологическое обследование, нейрофизиологическое обследование, полисенсорное восприятие, слуховые вызванные потенциалы, тест Векслера, тональная пороговая аудиометрия

Основные положения:

- результаты диагностики слухового гнозиса у детей младшего школьного возраста с умственной отсталостью могут рассматриваться в качестве основания для проведения коррекционных мероприятий с применением педагогических технологий, направленных на развитие полисенсорного восприятия;
- основу нарушения слухового восприятия у детей с умственной отсталостью составляет задержка функционального созревания структур левого полушария головного мозга;
- применение методик коррекционной работы, направленных на развитие полисенсорного восприятия у детей с умственной отсталостью, способствует улучшению слухового гнозиса.

Для цитирования: Карантыш, Г. В., Муратова, М. А., Гутерман, Л. А., Менджерицкий, А. М., Воробьева, Е. В. (2022). Диагностика и коррекция слухового восприятия у детей 8–10-летнего возраста с умственной отсталостью. *Российский психологический журнал*, *19*(4), 47–70. https://doi.org/10.21702/rpj.2022.4.3

Введение

Специфические расстройства обучения характерны для всех детей с умственной отсталостью, но могут встречаться и у детей с нормальным уровнем интеллектуального развития (Dawes & Bishop, 2010). Данные расстройства обучения обусловлены особенностями восприятия, что приводит к нарушению понимания устной и письменной речи (Kolodyazhnaya et al., 2020), например – к возникновению коморбидной дислексии (Banai & Ahissar, 2006; Iliadou et al., 2009).

Выделяют различные факторы, определяющие сложность оценки причин специфических расстройств обучения. К этим факторам относят изменения движений глаз во время чтения, нарушения обработки информации (зрительной, слуховой и т. д.), а также сопутствующие нарушения, связанные с дефицитом внимания и/или гиперактивностью (Cunha et al., 2019).

Значительный интерес среди этих факторов вызывают расстройства обработки слуховой информации. При нормальном периферическом слухе трудности с локализацией звуков, нарушения распознавания слуховых образов в условиях предъявления конкурирующих слуховых сигналов обозначают как центральное нарушение обработки звуков (Katz, 1992). В результате центрального нарушения обработки слуховой информации могут быть изменены или отсутствовать акустические рефлексы на фоне нормально сформированной базовой аудиологической оценки сигналов (Engelmannn & da Costa Ferreira, 2009).

В настоящее время предложено оценивать степень нарушения слухового восприятия с использованием различных тестов на бинауральный слух, дихотическое прослушивание, временную обработку слуховых сигналов, слуховое восприятие на фоне помеховых сигналов, а также на восприятие акустической структуры речи низкой избыточности (составляющих фонетическую структуру речи) (Bellis, 2011).

Длиннолатентные слуховые вызванные потенциалы регистрируются в период от 50 мс до 400 мс и обусловлены активностью первичной и вторичной слуховой коры, причем компоненты P1, N2, P2 связывают с процессом восприятия слухового стимула, компонент N2 – с правильностью опознания слухового стимула, включающей соотнесение с образом памяти, P3 – с принятием решения (Самкова, 2014; Емелина и др., 2019). Исследования с применением методики регистрации длиннолатентных слуховых потенциалов показали, что у детей и подростков с синдромом Дауна в сравнении с контрольной группой отмечается

наличие более длительных латентных периодов основных пиков при отсутствии существенных различий в амплитуде (Gregory et al., 2018). При синдроме Вильямса также обнаружено наличие более длительной латентности, а также сниженной амплитуды компонентов P1, N1, N2 и P3 (Fagundes Silva et al., 2021).

Большинство работ посвящено исследованиям нарушения слухового восприятия при специфических расстройствах обучения у лиц с сохранным интеллектом (Miller & Wagstaff, 2011; Lachmann et al., 2012; Yoshimura et al., 2021). Оценка интеллекта, как правило, проводится с применением адаптированных вариантов теста Д. Векслера, при этом важное значение имеет точное соблюдение инструкций к выполнению каждого субтеста (Vorobyeva & Druzhinin, 1997). Актуальность изучения особенностей слухового восприятия у детей с умственной отсталостью определяется тем, что у них одновременно с нарушением вербальной функции страдают и другие исполнительные функции. Дети с умственной отсталостью неудовлетворительно выполняют невербальные тесты и задания, у них снижены познавательный интерес и стремление к общению, не проявляется активность в использовании жестов и в поддержании игр (Knoth et al., 2018). А поскольку существует представление о том, что навыки центральной слуховой обработки развиваются в основном до 10–12-летнего возраста (Katz, 1992), проведение диагностики слухового гнозиса у младших школьников с умственной отсталостью может стать принципиальным диагностическим инструментом, а также основанием для проведения коррекционных мероприятий с применением технологий, направленных на развитие полисенсорного восприятия и снижение расстройств речевого развития и обучения у этих детей (Senkal & Muhtar, 2021). Известно, что длительное использование музыкальных занятий способствует улучшению понимания речи на фоне шума, улучшает связь между слуховой и моторной мозговыми системами (Zendel, 2022). Наиболее известным в настоящее время методом развития полисенсорного восприятия является сенсорная интеграция (Айрес, 2017; Кислинг, 2018). Мы предполагаем, что его использование при работе с детьми с умственной отсталостью будет способствовать улучшению у них слухового гнозиса, в основе чего лежит снижение нарушений периферического и/или центрального слухового восприятия.

Исходя из содержания исследовательской гипотезы, *целью данного исследования* явилось выявление особенностей слухового восприятия с использованием нейропсихологического и инструментальных методов у детей 8–10-летнего возраста с умственной отсталостью, а также оценка эффективности психокоррекционных мероприятий, проводимых с использованием методов интегрированного воздействия на сенсорное восприятие.

Методы

В поперечном исследовании приняли участие 82 ребенка 8–10-летнего возраста, из них 48 обучающихся специализированной (коррекционной) школы-интерната для умственно отсталых детей; контрольную группу составили 34 школьника из общеобразовательных школ (г. Ростов-на-Дону, Россия). В соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации, «Этическими принципами научных медицинских исследований с участием человека» (с поправками 2000 г.), а также «Правилами клинической практики в Российской Федерации», все исследования проводились с информированного согласия законных представителей обследованных детей (утверждено приказом Минздрава России от 19 июня 2003 г. № 266). В обследование были включены только дети без снижения/потери слуха в анамнезе, метаболических, сердечно-сосудистых, респираторных и инфекционных

заболеваний. После первой аудиологической оценки из обследования были исключены 12 детей с умственной отсталостью по причине непонимания смысла задания. Таким образом, исходную выборку составили 18 мальчиков (средний возраст 8,76 ± 0,56) и 16 девочек (средний возраст 8,39 ± 0,67) контрольной группы, а также 19 мальчиков (средний возраст 8,92 ± 0,39) и 17 девочек (средний возраст 8,89 ± 0,42) с умственной отсталостью. Уровень вербального и невербального интеллекта у обследованных детей оценивали с использованием шкалы Векслера (или теста WISC, Wechsler Intelligence Scale for Children) в модификации для детей и подростков (от 6,5 до 16,5 лет), адаптированной А. Ю. Панасюком (Панасюк, 2002) (табл. 1).

Таблица 1

Средние баллы по шкале Векслера для контрольной группы и детей с умственной отсталостью

Субтесты / группы детей	Контрольная	С умственной отсталостью	p-уровень
Вербальная шкала			
Общая осведомленность	17,4	11,4	*
Понимание	15,6	9,3	*
Арифметика	16,2	11,7	*
Нахождение сходства	16,9	13,2	
Запоминание цифр	16,4	11,4	*
Словарный запас	16,6	11,2	*
Вербальная оценка	101,1	68,2	*
Невербальная шкала			
Цифровые символы (шифрование)	15,1	10,4	*
Недостающие детали	18,7	12,5	*
Конструирование блоков	17,3	14,2	
Последовательные картинки	18,8	13,6	*
Сборка объекта	16,7	12,3	*
Лабиринты	17,7	12,1	*
Невербальная оценка	104,4	69,3	*
Общий интеллектуальный показатель	102,8	68,4	*

Детей с умственной отсталостью делили на 2 подгруппы: А – с которыми проводили коррекционную работу (n = 19, из них 10 мальчиков и 9 девочек); в подгруппе Б детей с умственной отсталостью (n = 17, из них 9 мальчиков и 8 девочек) не проводили данной работы.

На первом этапе исследования проводили аудиологическое обследование детей методами тональной аудиометрии и длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов, а также изучали уровень слухового восприятия с помощью нейропсихологических методик. Аудиологические тесты и регистрацию длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов проводили в аудиологическом звукоизолированном кабинете.

Метод тональной аудиометрии. Аудиологическую оценку проводили с использованием тональной аудиометрии с помощью аудиометра ORBITER922–2 (GN Otometrics & Madsen, Дания) и колонки Martin Audio F8+ (Великобритания). Измерение порога слышимости выполняли по методу восходящих рядов, когда уровень предъявляемого тона постепенно с шагом в 5 дБ повышают до появления реакции испытуемого. Испытание начинали с частоты 1000 Гц, последовательно повышая частоту тона: 2000, 4000 и 8000 Гц, а затем проводили испытания в области ниже 1000 Гц, последовательно понижая частоту тона: 500, 250, 125 Гц. Повторное испытание выполняли на частоте 1000 Гц. Тестовый тональный сигнал был непрерывным и имел длительность 1–2 с.

Метод регистрации длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов. Регистрация длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов, выделение и анализ вызванных потенциалов (ВП) осуществляли с использованием компьютерного энцефалографа «Энцефалан 131–03» («Медиком МТД», г. Таганрог). Активный электрод располагали в области мозга Cz (вертексе) по международной схеме «10–20» и подключали к первому выходу усилителя (–). Референтные электроды располагали на мочках ушей. Качество установки электродов проверяли путем контроля подэлектродных сопротивлений, осуществляемого средствами программного обеспечения. Биопотенциалы усиливали в частотной полосе 0,5–70 Гц и после аналогово-цифрового преобразования анализировали при помощи базового пакета программного обеспечения энцефалографа. Применяли щелчки длительностью 50 мс, подаваемые через динамик. Стимул подавался не чаще 1 раза в 1 секунду со случайным компонентом, для того чтобы не было привыкания к периодичности подачи стимула. Эпохой анализа было 500 мс при числе усреднений – 100. ДСВП исследовались в височных областях обследованных детей. Предварительная обработка данных биоэлектрической активности мозга проводилась в среде MATLAB (The MathWorks). Сигналы подвергались понижающей дискретизации с частотой 500 Гц и фильтровались с использованием оконного КИХ-фильтра Хэмминга в диапазоне от 1 до 70 Гц. Каждая запись была автоматически просканирована на наличие артефактов, которые удалялись из анализа.

Нейропсихологическое тестирование. Исследование слухового восприятия проводили с помощью адаптированных нейропсихологических методик Т. Г. Визель, А. В. Семенович (Визель, 2005; Семенович, 2019) в соответствии с психофизическими возможностями детей с умственной отсталостью.

Задание № 1: исследование способности ребенка воспринимать ритмы. Адаптация методики из диагностического блока «Импрессивная речь. Гностические предпосылки развития фонетико-фонематической стороны речи “Знакомые мелодии”» (Визель, 2005). Целью исследования явилось выявление способности к восприятию ритмичных мелодий. Для этого детям предъявляли запись детских песен. В первой части обследования проводили наблюдение за ребенком в ходе логоритмических занятий. Исследовали способность ребенка двигаться под разную музыку (быстрая, медленная, грустная, веселая музыка). На музыкальном занятии ребенку предлагали выполнить танцевальные движения под

музыку. Оценивали способность ребенка ритмично двигаться под различные мелодии. Во второй части проводили наблюдение за ребенком в ходе танцевально-ритмичных занятий. Исследовали способность ребенка хлопать в ладоши в соответствии с темпом мелодии. Критерии оценивания: 1 балл – ребенок проявляет танцевальные способности – в движениях ребенка можно заметить умение слышать ритм мелодии; ребенок совершает хлопки самостоятельно; 0,5 баллов – ребенок проявляет танцевальные способности, но совершает однотипные действия (кружится, раскачивается), совершает хлопки по подражанию; 0 баллов – ребенок не воспринимает звучащую музыку.

Задание № 2: исследование способности ребенка воспринимать и распознавать речь. Адаптация методики «Речевой слуховой гнозис на этапе звукоподражаний» (Визель, 2005). Целью данного исследования было выявление способности ребенка к восприятию и распознаванию речи. В качестве материала наглядного подкрепления для проведения исследования использовали картинки с изображением животных. Ход выполнения: предъявляли на слух различные звукоподражательные слова, построенные на дифференциальных признаках звуков речи: шипение, свист, жужжание, мычание, рычание и т. п. Возможен ответ в виде показа рисунка, изображающего предмет, издающий данный шум. Критерии оценивания: 1 балл – ребенок воспринимает речь и отвечает звукоподражанием; 0,5 баллов – ребенок внимательно слушает речь, прослеживаются эмоциональная активность и мимика как реакция на речь; 0 баллов – ребенок не воспринимает речь, уходит от исследователя, возможна неадекватная реакция на речь.

Задание № 3: исследование способности воспринимать и воспроизводить ритмы. Адаптация методики «Введение в нейропсихологию детского возраста» в разделе «Методы нейропсихологического обследования. Слуховой гнозис» (Семенович, 2019). Цель – выявить способность воспринимать и воспроизводить ритм. Ход выполнения: оценивали способность воспринимать и воспроизводить ритмы. Ребенку предлагали выполнить задание «Похлопай как я» (легкие удары, до 6 хлопков). Проводили дифференциацию недостаточности собственно слухового восприятия от затруднений ребенка в кинетическом воплощении заданной программы той или другой рукой. Критерии оценивания: 1 балл – ребенок способен воспроизвести легкие ритмичные хлопки; 0,5 баллов – ребенок пытается воспроизвести ритмичные хлопки, а задание вызывает трудности, либо ребенок не пытается воспроизвести хлопки, но внимательно слушает; 0 баллов – ребенок не понимает задания, не обращает внимание на хлопки, уходит от исследователя, возможна неадекватная реакция на речь.

Обработка данных. Высокий уровень (2,5–3 балла) – ребенок справляется с заданиями. Показывает умение совершать ритмичные хлопки и ритмичные движения под различные мелодии, восприятия и воспроизведению речи. Средний уровень (1–2 балла) – выполнение заданий вызывает затруднение у ребенка, но он в целом понимает задание, старается выполнять. Низкий уровень (0–1 балл) – выполнение задания вызывают значительные трудности. Ребенок может не выполнять задания совсем. Возможны неадекватные действия.

На втором этапе с детьми с умственной отсталостью подгруппы А проводили коррекционную работу. Ее целью было создание оптимальной индивидуальной коррекционно-развивающей среды с использованием приема «Сенсорная диета». *Содержание коррекционной работы.* Проведение коррекционных занятий в группе А проходило 3 раза в неделю по 2 часа внеурочного времени в течение 6 месяцев. Коррекционная работа была направлена на развитие полисенсорного восприятия с использованием

нейропсихологических технологий и метода эмоционально-сенсорного воздействия: на совершенствование отдельных перцептивных умений и обучение их комплексному использованию. Данный подход позволяет актуализировать кратковременные реакции детей, побуждать реагировать эмоционально, воздействуя на сенсорные системы. То есть данный подход предполагает введение в деятельность детей сенсорных стимулов, которые позволяют пробуждать эмоциональные реакции у детей и создавать эмоционально-фоновое сопровождение коррекционного процесса. Интегративное взаимодействие позволило формировать совместную с ребенком деятельность, в ходе которой необходимо было создать эмоциональный настрой для общения, предлагать детям не только наблюдать за предметом, объектом, но и активно участвовать в исследовании его свойств и объектов, связанных с ним (деятельностный подход).

Система проведения занятий подчинялась принципу оптимального комплекса стимульного воздействия на ребенка. Методику сенсорной интеграции строили на основании объективного порядка постоянных взаимосвязей, который включал в себя три основные цепочки сенсорных связей: «тактильная – проприоцептивная – вестибулярная – зрительная», «тактильная – слуховая – зрительная», «тактильная – вкусовая – обонятельная – зрительная». Как всё направление работы, так и тематический план отдельных занятий по развитию способов полисенсорного восприятия подчинялись данным связям. Каждое задание было направлено на комплексное использование определенных сенсорных связей, но в них всегда были задействованы все сенсорные системы.

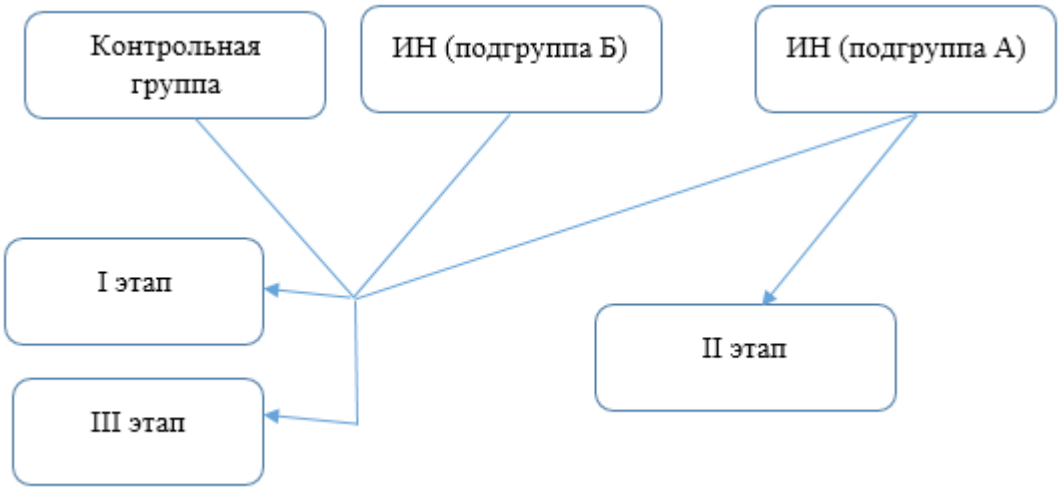
Специфика занятий состояла в соблюдении индивидуального подхода к каждому ребенку; занятия были построены на методах сенсорной интеграции при минимальном принуждении при вовлечении ребенка в них. С этой целью занятия начинали с таких воздействий, на которые ребенок хорошо реагировал; после его активного включения в занятие постепенно переходили к менее интересным для него. При избегании каких-либо стимулов ребенком ему предлагали иные стимульные материалы.

На третьем этапе проводили повторное обследование детей с умственной отсталостью подгрупп А и Б, а также детей контрольной группы методами тональной аудиометрии, регистрации длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов и нейропсихологического тестирования. Схематичное изображение дизайна исследования представлено на рисунке 1.

Статистическая обработка результатов. Проверку на нормальность распределения данных проводили с использованием критерия Шапиро – Уилка. При условии нормальности распределения исходных данных для оценки межгрупповых различий использовали t-критерий Стьюдента; если гипотеза нормальности не выполнялась, использовали критерий Манна – Уитни. Для проверки гипотезы об однородности сравниваемых совокупностей данных использовали критерий Фишера. Для решения проблемы множественных сравнений использовали поправку Холма – Бонферони. Достоверными считали различия при уровне значимости $p < 0,05$. Статистические сравнения данных трех групп (контрольной, группы детей с умственной отсталостью подгрупп А и Б) проводили с использованием многомерного дисперсионного анализа (MANOVA), реализованного в пакете прикладных программ Statistica-10. При $p < 0,05$ различия считали достоверными.

Рисунок 1

Дизайн исследования



Условные обозначения: ИН – дети с умственной отсталостью; I этап – первое обследование детей с использованием методов тональной аудиометрии, регистрации длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов и нейропсихологического тестирования; II этап – проведение коррекционной работы; III этап – повторное обследование детей с использованием методов тональной аудиометрии, регистрации длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов и нейропсихологического тестирования.

Результаты

На первом этапе исследования при изучении показателей нейропсихологического тестирования детей были получены следующие результаты (табл. 1). При исследовании способности воспринимать ритм (Задание № 1) 26 детей контрольной группы (76 %) ритмично двигались под заданную музыку (в зависимости от темпа и настроения мелодии), а также хлопали в ладоши в соответствии с темпом мелодии (1 балл). Остальные 8 детей контрольной группы смогли получить по 0,5 балла, поскольку в ходе выполнения данного задания они пытались уловить темп и настроение произведения, вслушивались в музыку, но они не выполняли движения, а если выполняли, то это были микродвижения с отставанием от музыкального ритма мелодии; они также не могли совершать в такт хлопки.

При выполнении Задания № 2 (исследование способности ребенка воспринимать и распознавать речь) 32 обучающихся контрольной группы (94 %) правильно воспринимали речевые звуки и воспроизводили их, у 2 детей данной группы (6 %) были затруднения в воспроизведении звуков, но они были эмоционально активны и правильно мимически отражали воспринимали речевые звуки. В ходе исследования способности воспринимать и воспроизводить ритмы (Задание № 3) 29 обучающихся контрольной группы без затруднения воспроизводили нужное количество хлопков. У 5-х детей этой группы возникали трудности: при предъявлении более 4-х хлопков в разном темпе они иногда ошибались при воспроизведении (изменялся

темп задаваемого ритма или совершали неправильное количество хлопков). Сумма баллов в контрольной группе за три задания составила 2,82, что соответствует высокому уровню умения совершать ритмичные хлопки и ритмичные движения под различные мелодии, а также восприятия и воспроизведения речи.

В подгруппах детей с умственной отсталостью были получены следующие результаты после первичного нейропсихологического тестирования.

В ходе выполнения Задания № 1 на исследование способности воспринимать ритмы мелодий 16 детей подгруппы А и 14 детей подгруппы Б были способны воспринимать музыку; при звучании мелодий у них появлялась реакция оживления, в том числе в виде позитивных эмоций: они приподнимали плечи или двигались всем телом. Эти действия характеризуют то, что дети способны слышать мелодичную композицию, и она вызывает у них положительные эмоции. Ритмичность движений при этом у детей не соответствовала темпу (быстрая/медленная) и настроению (веселая/грустная) мелодии. Движения у них были хаотичны и носили отличный от музыкального произведения характер. Остальные 3 обучающихся подгруппы А и 3 школьников подгруппы Б мелодии не воспринимали: у них были плохо развиты слуховые реакции. Настроение музыкального произведения эти дети не дифференцировали (мелодии разной эмоциональной окраски воспринимали с улыбкой); у некоторых из этих 6 детей наблюдали неадекватную реакцию на предъявляемое задание (могли ходить по комнате или ложиться на пол в процессе задания, что было оценено как отказ от предложенной деятельности).

При анализе результатов выполнения Задания № 2 (изучение речеслухового гнозиса на этапе звукоподражаний) 1 обучающийся подгруппы А и 1 ребенок подгруппы Б набрали по 1 баллу: в ходе выполнения задания эти дети демонстрировали адекватные эмоциональные реакции и попытку изобразить животное, предъявленное с использованием стимульного материала, также они правильно повторяли за взрослым речевые звуки с выраженной артикуляцией. 15 обучающихся подгруппы А и 14 обучающихся подгруппы Б набрали 0,5 баллов при выполнении этого задания: ответы детей характеризовались эмоциональной реакцией на предъявление иллюстраций с животными, дети были заинтересованы в выполнении заданий, но голосовых реакций не демонстрировали (в ответ на просьбы взрослого повторить то или иное сочетание звуков дети брали в руки картинки и начинали показывать в сторону других картинок или объектов, где могли находиться или были изображены аналогичные виды животных – т. е. дети демонстрировали понимание выполняемого задания). Остальные 3 ребенка подгруппы А и 2 ребенка подгруппы Б набрали 0 баллов, т. к. их ответы имели неадекватный характер: не было адекватной эмоциональной реакции на предъявление картинок с животными и голосовых реакций. Эти дети при предъявлении картинок не могли сконцентрировать внимание на задании, отвлекались, уходили от места проведения диагностики; при повторной попытке предложить выполнить задание у них проявлялись негативные эмоции и, иногда, агрессивные реакции.

При выполнении Задания № 3 (исследование способности воспринимать и воспроизводить ритмы) 12 детей подгруппы А и 10 детей подгруппы Б выполнили задание, набрав 0,5 баллов: они начинали выполнять задание на предъявленные ритмы, но вскоре отвлекались; при воспроизведении ритмов сбивались. Остальные 7 обучающихся подгруппы А и 7 детей подгруппы Б набрали по 0 баллов: дети были невнимательны к обращениям педагога, не вслушивались в заданный ритм, не повторяли хлопки не только самостоятельно, но и с подсказкой. Сумма баллов в группе детей с умственной отсталостью за три задания составила: в подгруппе

А – 1,19 баллов, в подгруппе Б – 1,17, что соответствует пограничным значениям между низким и средним уровнем умения воспринимать ритмы, совершать ритмичные хлопки и ритмичные движения, совершение звукоподражания (табл. 2).

Таблица 2

Результаты первичного нейропсихологического тестирования

Группы / баллы за тестирование		Контрольная группа, количество детей (%)	Подгруппа А детей с умственной отсталостью, количество детей (%)	Подгруппа Б детей с умственной отсталостью, количество детей (%)
Задание № 1	1 балл	26 (76%)	0 (0%)	0 (0%)
	0,5 баллов	8 (14%)	16 (84%)	14 (82%)
	0 баллов	0 (0%)	3 (16%)	3 (18%)
Средний балл		0,88	0,42	0,41
Задание № 2	1 балл	32 (94%)	1 (5)	1 (6%)
	0,5 баллов	2 (6%)	15 (79%)	14 (82%)
	0 баллов	0 (0%)	3 (16%)	2 (12%)
Средний балл		0,97	0,45	0,47
Задание № 3	1 балл	29 (85%)	0 (0%)	0 (0%)
	0,5 баллов	5 (15%)	12 (63%)	10 (59%)
	0 баллов	0 (0%)	7 (37%)	7 (41%)
Средний балл		0,93	0,32	0,29
Сумма баллов за 3 задания		2,82	1,19	1,17

При изучении показателей тональной пороговой аудиометрии на первом этапе исследования установлено, что у детей с умственной отсталостью пороги тональной аудиометрии были значительно выше относительно контрольной группы детей в среднем на 9–16 дБ. Наиболее значительные отличия (16,3 дБ) порога тональной аудиометрии выявлены между контрольной группой и детьми с умственной отсталостью при предъявлении тона частотой 4000 Гц. В речевом диапазоне частот в контрольной группе детей пороги тональной аудиометрии были в среднем ниже на 16 дБ по сравнению с детьми с умственной отсталостью. Между подгруппами А и Б не установлено различий показателей тональной аудиометрии (табл. 3).

Таблица 3

Результаты тональной пороговой аудиометрии (дБ) в свободном звуковом поле в контрольной группе и у обучающихся с умственной отсталостью при первом обследовании

Показатели частоты	Контрольная группа	Подгруппа А детей с умственной отсталостью	Подгруппа Б детей с умственной отсталостью
500 Гц	8,4 ± 2,8	21,7 ± 9,6*	22,3 ± 8,9*
1000 Гц	6,7 ± 3,9	23,4 ± 11,2*	22,7 ± 9,7*
2000 Гц	10,7 ± 4,2	19,6 ± 9,5*	20,4 ± 9,3*
4000 Гц	7,8 ± 4,6	22,3 ± 8,4*	21,6 ± 9,4*
Усредненное значение на речевых частотах, дБ	8,9 ± 1,5	24,7 ± 11,2*	25,1 ± 10,5*

Примечание: * – достоверные отличия показателей относительно значений в контрольной группе (при $p < 0,05$).

Параметры длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов также различались у детей контрольной группы и обучающихся с умственной отсталостью. Известно, что основным пиком ДСВП у детей является пик P1, латентный период которого снижается с 300 мс при рождении до 60 мс во взрослом возрасте (Таварткиладзе, 2018). Согласно полученным результатам в контрольной группе детей латентный период данного пика составил 64,8 ± 3,1 мс, среднее значение у детей с умственной отсталостью обеих подгрупп латентный период пика P1 превышал значения контрольной группы на 38 % ($p < 0,05$). Средние значения латентных периодов пиков N1, P2 и N2 также были выше у детей с умственной отсталостью (обеих подгрупп) по сравнению с контрольной группой обучающихся, соответственно, на 49 % ($p < 0,05$), 45 % ($p < 0,05$) и 30 % ($p < 0,05$). Достоверных различий латентного периода пика P3 между контрольной группой и группой обучающихся с умственной отсталостью не выявлено. Амплитуды компонентов N1–P2 и P2–N2 в контрольной группе превышали средние значения у детей с умственной отсталостью (обеих подгрупп) на 31 % ($p < 0,05$) и 38 % ($p < 0,05$), соответственно. Также установлено, что из 38 детей с умственной отсталостью у 32 детей выявлено скрытое нарушение функции слуха – избирательное нарушение восприятия звуковых стимулов. Это проявлялось в более значительных отклонениях относительно средних величин: повышении латентных периодов пиков более, чем на 50 % и снижения амплитуд анализируемых компонентов более чем, на 40 % у 15 % детей с умственной отсталостью относительно контрольной группы обучающихся (табл. 4).

Таблица 4

Параметры длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов у детей контрольной группы и обучающихся с умственной отсталостью при первом обследовании

Параметры ДСВП		Контрольная группа	Подгруппа А детей с умственной отсталостью	Подгруппа Б детей с умственной отсталостью
Латентности пиков, мс	P1	64,8 ± 3,1	87,8 ± 4,7*	91,2 ± 5,1*
	N1	92,3 ± 6,4	136,3 ± 9,4*	139,5 ± 11,4*
	P2	145,8 ± 10,5	208,6 ± 11,3*	213,7 ± 16,8*
	N2	216,7 ± 12,3	282,7 ± 19,5*	279,4 ± 11,3*
	P3	287,6 ± 12,8	357,3 ± 28,9	352,8 ± 26,5
Амплитуды, мкВ	N1-P2	12,4 ± 3,2	9,6 ± 1,7*	9,4 ± 0,9*
	P2-N2	8,9 ± 1,6	6,3 ± 1,2*	6,6 ± 1,1*

Примечание: * – достоверные отличия показателей относительно значений в контрольной группе (при $p < 0,05$).

При проведении коррекционных занятий (*второй этап*) с детьми с умственной отсталостью подгруппы А, направленных на слуховое и зрительное восприятие, упражнения были адаптированы в соответствии с психофизическими возможностями детей. Занятия на стимулирование слухового восприятия вызывали у детей большое удовлетворение и интерес, побуждали их к взаимодействию и общению. Дети с удовольствием играли в дидактические игры на музыкальных инструментах, знакомились с их свойствами и возможностями. Им в ходе занятий сначала предлагали предметы в соответствии с их психофизическими особенностями. Впоследствии ребенок мог заниматься и с другими предметами. Помимо развития слухового восприятия в ходе занятий отрабатывались другие важные навыки: умение соблюдать очередность действий, развитие внимания, саморегуляции поведения и усидчивости. Такие навыки направлены на выработку волевых качеств, играют важную роль в развитии эмоциональной сферы, необходимы для гармоничного развития ребенка.

Повторное тестирование на *третьем этапе* проводили по тем же методикам, что и на первом этапе. Результаты тестирования детей контрольной группы не изменились относительно первичного тестирования (на первом этапе) (см. табл. 2). Анализируя результаты детей с умственной отсталостью, установлено, что обучающиеся подгруппы А набрали большее количество баллов по нейрофизиологическим тестам относительно первого тестирования (табл. 5); у обучающихся подгруппы Б результаты тестирования не изменились (табл. 2).

Таблица 5

Результаты нейропсихологического тестирования при повторном обследовании

Группы / баллы за тестирование		Подгруппа А детей с умственной отсталостью, количество детей (%)
Задание № 1	1 балл	7 (37 %)
	0,5 баллов	10 (53 %)
	0 баллов	2 (11 %)
Средний балл		0,55
Задание № 2	1 балл	5 (26 %)
	0,5 баллов	14 (74 %)
	0 баллов	0 (0 %)
Средний балл		0,63
Задание № 3	1 балл	0 (0 %)
	0,5 баллов	15 (79 %)
	0 баллов	4 (21 %)
Средний балл		0,39
Сумма баллов за 3 задания		1,57

При выполнении Задания № 1 (способность воспринимать и воспроизводить ритмы) 7 детей (37 %) подгруппы А выполнили это задание, набрав по 1 баллу. После коррекционной работы они были способны слушать внимательно ритм и воспроизводить ритм под музыку, а также распознавать темп и настроение музыкального произведения. 10 школьников (53 %) подгруппы А выполнили Задание № 1 на 0,5 балла: такие дети совершали однотипные действия (кружились или раскачивались из стороны в сторону), пытались повторить ритм и темп, хлопая в ладоши, при этом часто совершали ошибки. Два ребенка подгруппы А (11 %) не смогли справиться с заданием: не могли распознать музыкальное произведение, хотя уже более внимательно слушали музыкальное произведение, иногда совершали хлопки в такт музыке; несмотря на положительную динамику в выполнении данного задания, они набрали по 0 баллов.

При выполнении Задания № 2 (оценка способности воспринимать и распознавать речь) 5 детей подгруппы А (26 %) выполняли задание на 1 балл: они стали справляться с заданием, им стало доступно восприятие речи и выполнение звукоподражания. 14 детей подгруппы А (74 %) выполнили задание, получив по 0,5 балла: дети более внимательно вслушивались в речь экспериментатора, рассматривали картинки и более дифференцированно проявляли эмоции, при этом наблюдалось качественное улучшение выполнения задания, но с многочисленными ошибками в воспроизведении звукоподражания.

При выполнении Задания № 3 (исследование способности воспринимать и воспроизводить ритмы) также наблюдали положительную динамику: после коррекционной работы увеличилось количество детей, выполнивших задание на 0,5 балла. 15 детей в подгруппе А (79 %)

внимательнее слушали задание, стали более последовательно подходить к его выполнению, однако у них сохранялись ошибочные реакции, когда они хлопали в ладоши (сбивались, хлопали в неправильном ритме, многократно повторяли хлопки и т. д.). Остальные 4 ребенка подгруппы А (21 %) не справились с заданием, набрав по 0 баллов. Понимание инструкции для этих детей всё еще составляло трудность, хотя уже наблюдалось более внимательное вслушивание в ритм, но без попыток воспроизвести ритм. Также наблюдались хаотичные движения, неадекватные реакции, смена настроения. Сумма баллов за все три задания нейропсихологической диагностики изучения слухового восприятия после проведения коррекционной работы составила 1,57 балла, что соответствовало среднему уровню умения воспринимать ритмы, совершать ритмичные хлопки и ритмичные движения, совершение звукоподражания (табл. 4).

После проведения коррекционной работы (*третий этап*) у детей с умственной отсталостью (подгруппа А) также наблюдали снижение порогов тональной аудиометрии (в отличие от детей с умственной отсталостью подгруппы Б). Значения тональной пороговой аудиометрии в контрольной группе не изменились по сравнению с первым обследованием. Снижение порогов тональной аудиометрии в подгруппе А детей с умственной отсталостью относительно показателей при первом аудиологическом тестировании составило 28 % (0,1 > p > 0,05) на 500 Гц, 24 % на 1000 Гц, 31 % (0,1 > p > 0,05) на 2000 Гц и 27 % (0,1 > p > 0,05) на 4000 Гц, а также усредненных значений на речевых частотах – на 32 % (0,1 > p > 0,05) (табл. 6).

Таблица 6

Результаты тональной пороговой аудиометрии (дБ) в свободном звуковом поле в контрольной группе и у обучающихся с умственной отсталостью при повторном обследовании

Показатели частоты	Контрольная группа	Подгруппа А детей с умственной отсталостью	Подгруппа Б детей с умственной отсталостью
500 Гц	8,3 ± 2,2	15,7 ± 5,3*	21,7 ± 8,4#
1000 Гц	6,4 ± 3,1	17,8 ± 7,5*	22,8 ± 9,3#
2000 Гц	10,2 ± 4,3	13,6 ± 4,9*	20,2 ± 9,7#
4000 Гц	7,3 ± 4,1	16,3 ± 6,3*	22,4 ± 9,5#
Усредненное значение на речевых частотах, дБ	8,5 ± 1,6	16,9 ± 7,2*	24,7 ± 9,9#

Примечание: * – достоверные отличия показателей у детей с умственной отсталостью в подгруппе А относительно значений в контрольной группе; # – достоверные отличия показателей у детей с умственной отсталостью подгруппы Б относительно значений у детей подгруппы А (при $p < 0,05$).

При повторном обследовании также оценивали параметры длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов во всех группах детей (табл. 7). Как в контрольной группе обучающихся, так и у детей с умственной отсталостью подгруппы Б не обнаружено значительных изменений этих показателей относительно первичного обследования с использованием метода регистрации ДСВП. В подгруппе А детей с умственной отсталостью после проведения коррекционной работы было установлено снижение латентных периодов пиков P1 (на 18 %; 0,1 > p > 0,05), N1 (на 17 %; p < 0,05), P2 (на 19 %; 0,1 > p > 0,05), N2 (на 17 %; 0,1 > p > 0,05), P3 (на 15 %; 0,1 > p > 0,05) относительно первого обследования. Значения амплитуд пиков N1–P2 и P2–N2 при втором исследовании не изменились относительно первого обследования.

Таблица 7

Параметры длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов у детей контрольной группы и обучающихся с умственной отсталостью при повторном обследовании

Параметры ДСВП		Контрольная группа	Подгруппа А детей с умственной отсталостью	Подгруппа Б детей с умственной отсталостью
Латентности пиков, мс	P1	62,3 ± 2,8	72,3 ± 2,8	93,7 ± 4,5#§
	N1	87,1 ± 5,2	112,7 ± 8,4*	128,6 ± 10,2§
	P2	141,6 ± 9,7	169,4 ± 7,8	202,3 ± 14,3§
	N2	211,2 ± 10,6	235,3 ± 13,4	263,6 ± 10,7§
	P3	282,3 ± 11,1	304,6 ± 21,2	344,5 ± 21,3§
Амплитуды, мкВ	N1–P2	12,6 ± 3,5	11,7 ± 0,8	9,6 ± 0,8§
	P2–N2	8,7 ± 1,2	6,8 ± 0,6*	6,9 ± 0,9

Примечание: * – достоверные отличия показателей у детей с умственной отсталостью в подгруппе А относительно значений в контрольной группе; # – достоверные отличия показателей у детей с умственной отсталостью подгруппы Б относительно значений у детей подгруппы А; § – достоверные отличия показателей у детей с умственной отсталостью подгруппы Б относительно значений у детей контрольной группы (при $p < 0,05$).

Далее представлены результаты корреляционного анализа показателей нейропсихологического тестирования, параметров тональной аудиометрии и длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов (табл. 8).

Таблица 8

Корреляционные связи между изучаемыми показателями в контрольной группе обучающихся и детей с умственной отсталостью подгрупп А и Б

Параметры		Показатели нейропсихологического тестирования		
		Задание № 1	Задание № 2	Задание № 3
Показатели тональной пороговой аудиометрии				
500 Гц		r = –0,67	r = –0,81	r = –0,62
1000 Гц		r = –0,74	r = –0,84	r = –0,79
2000 Гц		r = –0,57	r = –0,61	r = –0,59
4000 Гц		r = –0,72	r = –0,81	r = –0,76
Усредненное значение на речевых частотах, дБ		r = –0,76	r = –0,87	r = –0,81
Параметры длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов				
Латентности пиков, мс	P1	r = –0,53	r = –0,61	r = –0,64
	N1	r = –0,61	r = –0,65	r = –0,72
	P2	r = –0,62	r = –0,64	r = –0,69
	N2	r = –0,68	r = –0,71	r = –0,81
	P3	r = –0,72	r = –0,73	r = –0,54
Амплитуды, мкВ	N1-P2	r = –0,42	r = –0,45	r = –0,32
	P2-N2	r = –0,34	r = –0,47	r = –0,27

В результате проведенного анализа установлены отрицательные корреляционные связи между независимыми переменными (показателями тональной пороговой аудиометрии и параметрами длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов) и зависимыми переменными (показатели нейропсихологического тестирования). Высокую связь установили между значением набранных баллов всех трех заданий нейропсихологического тестирования и значениями тональной пороговой аудиометрии на частотах 1000 Гц, 4000 Гц, и, особенно, усредненных значениях на речевых частотах, а также между баллами за Задание № 2 и значениями тональной пороговой аудиометрии на частоте 500 Гц. Кроме того, высокая корреляционная зависимость установлена между значениями латентных периодов пика N1 и баллами Задания № 3, полученными обследованными школьниками при нейропсихологическом тестировании; пика N2 и баллами за выполнение Заданий № 2 и № 3; пика P3 и баллами за выполнение Заданий № 1 и № 2.

При проведении дисперсионного анализа были получены следующие результаты (табл. 9). В качестве анализируемых зависимых факторов выступали уровень интеллектуального развития (ИР) (уровни: контрольная группа, дети с умственной отсталостью подгруппы А до и после коррекционных занятий), результаты нейропсихологического тестирования в баллах (уровни: Задание № 1, Задание № 2, Задание № 3) и показатели тональной пороговой аудиометрии (ТА) (уровни: частотные диапазоны 500 Гц, 1000 Гц, 2000 Гц, 4000 Гц, усредненное значение на речевых частотах, дБ). Независимым фактором служили параметры длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов (латентности пиков и амплитуды компонентов).

Таблица 9

Результаты дисперсионного анализа (MANOVA) показателей нейропсихологического тестирования, параметров тональной аудиометрии и длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов

Параметры	Взаимодействие факторов	F	P
Латентность пика P1 ДСВП	ИР × ТА × Задание № 1	1,568	0,34
Латентность пика P1 ДСВП	ИР × ТА × Задание № 2	1,146	0,21
Латентность пика P1 ДСВП	ИР × ТА × Задание № 3	1,221	0,13
Латентность пика N1 ДСВП	ИР × ТА × Задание № 1	1,324	0,36
Латентность пика N1 ДСВП	ИР × ТА × Задание № 2	0,854	0,32
Латентность пика N1 ДСВП	**ИР × ТА × Задание № 3**	**2,449**	**0,05**
Латентность пика P2 ДСВП	ИР × ТА × Задание № 1	1,983	0,07
Латентность пика P2 ДСВП	ИР × ТА × Задание № 2	1,221	0,13
Латентность пика P2 ДСВП	ИР × ТА × Задание № 3	1,317	0,35
Латентность пика N2 ДСВП	ИР × ТА × Задание № 1	**3,978**	**0,05**
Латентность пика N2 ДСВП	**ИР × ТА × Задание № 2**	**3,254**	**0,05**
Латентность пика N2 ДСВП	**ИР × ТА × Задание № 3**	**4,867**	**0,01**
Латентность пика P3 ДСВП	**ИР × ТА × Задание № 1**	**2,449**	**0,05**
Латентность пика P3 ДСВП	**ИР × ТА × Задание № 2**	**4,748**	**0,01**
Латентность пика P3 ДСВП	**ИР × ТА × Задание № 3**	**2,154**	**0,05**
Амплитуда компонента N1–P2	ИР × ТА × Задание № 1	1,843	0,11
Амплитуда компонента N1–P2	ИР × ТА × Задание № 2	1,698	0,18
Амплитуда компонента N1–P2	ИР × ТА × Задание № 3	1,439	0,43
Амплитуда компонента P2–N2	ИР × ТА × Задание № 1	1,174	0,32
Амплитуда компонента P2–N2	ИР × ТА × Задание № 2	0,929	0,48
Амплитуда компонента P2–N2	ИР × ТА × Задание № 3	1,552	0,41

Согласно представленным в таблице 9 результатам, продуктивность выполнения Задания № 1 связана в большей степени со значениями тональной пороговой аудиометрии и зависит от латентности пика P3 ДСВП. Эффективность выполнения Задания № 2 связана со значениями тональной пороговой аудиометрии и латентностями пиков N2 и особенно P3. Продуктивность выполнения Задания № 3 определяется параметрами тональной пороговой аудиометрии и латентностями пиков N1, N2 и P3.

Таким образом, установлена связь между функциональными показателями слухового восприятия и эффективностью выполнения нейропсихологических тестов детьми с умственной отсталостью. Также показано, что проведение коррекционных занятий с детьми с умственной отсталостью, направленных на развитие полисенсорного восприятия, влияет на улучшение параметров пороговой аудиометрии и отдельных показателей длиннолатентных вызванных потенциалов.

Обсуждение результатов

Результаты проведенного исследования показывают, что у детей с умственной отсталостью с общим интеллектуальным показателем по шкале Векслера, равном 68,4, на фоне низкого уровня умения воспринимать ритмы, совершать ритмичные хлопки и ритмичные движения, выполнять звукоподражание (по результатам нейропсихологического тестирования) повышены пороги тональной аудиометрии. Статистически достоверное увеличение латентностей компонентов P1, N1, P2, N2 и снижение относительных амплитуд пиков N1–P2 и P2–N2 слуховых вызванных потенциалов у детей с умственной отсталостью, полученное нами на первом этапе работы в сравнении с контрольной группой, указывает на трудности, возникающие при обработке слухового стимула в первичной и вторичной слуховой коре, а именно – при восприятии и правильном опознании слухового стимула. После проведения коррекционной работы в подгруппе А детей с умственной отсталостью статистически достоверное увеличение латентности в сравнении с контрольной группой отмечалось только для компонента N1, а также снижение относительной амплитуды пика P2–N2. Полученные после коррекционной работы результаты в подгруппе А детей с умственной отсталостью и их сравнение с данными подгруппы Б детей с умственной отсталостью, которые не участвовали в коррекционных мероприятиях, указывают на улучшение обработки слухового сигнала в первичной слуховой коре.

Расстройство обработки слуха и сочетанные с ним нарушения речевого развития и обучаемости могут наблюдаться на фоне сохранного периферического слуха и определяются как «трудности в обработке слуховой информации в центральной нервной системе» (Miller & Wagstaff, 2011).

Согласно полученным результатам при первом обследовании у детей с умственной отсталостью, повышение порога тональной аудиометрии составило от 9 до 16 Дб на разных частотах (с максимумом на речевых частотах). Считается, что снижение периферического слуха (на 15–25 дБ) является условной границей между нормальным слухом и тугоухостью, что негативно отражается на развитии речевых процессов, обеспечивающих слухо- и смыслоразличительную функцию (Cunha et al., 2019). Существует представление о том, что расстройство обработки слуха не связано с дефицитом сенсорной обработки информации, а является в основном причиной дефицита внимания (Moore et al., 2010; Rosen et al., 2010; Ferguson et al., 2011). Активно также обсуждается вопрос, связано ли слуховое восприятие вообще с когнитивными процессами (Cacace & McFarland, 2013; Moore et al., 2013; Moore, 2018; Wilson, 2018).

В отдельных работах утверждается, что нет прямой связи между слуховой рабочей памятью и слуховым восприятием (Mishra & Saxena, 2020). Тем не менее в исследованиях показано, что у детей с легкой степенью потери слуха (в диапазоне от 15 до 40 ДБ) снижена способность к восприятию речи на фоне шума, а также рабочая память и способность к чтению (Moore et al., 2020). В нашей работе при повторном обследовании детей с умственной отсталостью после проведения коррекционных работ, направленных на полисенсорное восприятие, было установлено снижение порогов тональной аудиометрии, а также латентностей отдельных пиков длиннолатентных слуховых вызванных потенциалов. По результатам дисперсионного анализа показателей нейропсихологического тестирования, параметров тональной аудиометрии и ДСВП установлено, что успешность выполнения нейропсихологических тестов и прохождения аудиологического обследования преимущественно связаны со значениями латентностей пиков N2 и P3. Данные пики представляют собой корковые потенциалы, отражающие поступление слуховых стимулов в кору больших полушарий (Наатанен, 1998).

Таким образом, у детей с умственной отсталостью поступление слуховой информации в кору больших полушарий, ее анализ и синтез происходят с задержкой. После проведения коррекционной работы наблюдали снижение латентностей данных пиков, что сопровождалось улучшением прохождения нейропсихологических тестов, связанных, в том числе, с распознанием как речевых, так и неречевых звуков на фоне помеховых воздействий. Это частично согласуется с результатами исследования, в котором было показано, что знания лексических символов и способность извлекать информацию из долговременной памяти имеют решающее значение для распознавания речи детей в условиях помеховых сигналов: в результате специальных занятий с детьми у них повышается способность к распознаванию речи в условиях помеховых воздействий (Nagaraj & Magimairaj, 2020).

Мы предполагаем, что одним из механизмов нарушения слухового восприятия у детей с умственной отсталостью является задержка функционального созревания структур мозга, в первую очередь – левого полушария. Восприятие и воспроизведение речи задействуют множество мозговых структур, включенных в сеть с ядром, состоящим из трех анатомических образований: верхняя височная извилина (извилина Гешля, зона Вернике), медиальная височная извилина, нижняя лобная извилина (зона Брока) (Friederici, 2011; Marslen-Wilson & Welsh, 1978; Mirman & Thye, 2018). При этом указанные структуры связаны пучками, образующими вентральный и дорсальный пути (Keitel & Gross, 2016).

Известно, что у взрослого человека в норме при восприятии речевых и неречевых звуков в левом полушарии происходит фазовая синхронизация гамма-ритмов, за счет чего анализируются высокочастотные звуки. При восприятии низкочастотных звуков регистрируют фазовую синхронизацию тета-ритмов в структурах правого полушария (Giraud & Poeppel, 2012; Hickok & Poeppel, 2007; Abrams et al., 2008; Tang et al., 2016). В отличие от взрослых людей, у детей в раннем детстве высокочастотные корковые ритмы преобладают в левом полушарии, а низкочастотные сбалансированы в обоих полушариях. Причиной таких различий между взрослым и ребенком является незрелость мозга в раннем детстве, однако, наличие асимметрии высокочастотных паттернов в полушариях мозга у нормально развивающихся детей этого возраста является механизмом облегчения понимания речи в условиях маскировки, т. е. в присутствии других звуков (маскеров) (Thompson et al., 2016). Область левой височной извилины играет ведущую роль в обнаружении и последующем игнорировании нерелевантной слуховой информации (Sakakura et al., 2022). При умственной отсталости у детей

наблюдается задержка созревания областей левого полушария, и, таким образом, биоэлектрических процессов по сравнению с нормой (Будук-оол, Назын-оол, 2010), что, вероятно, препятствует своевременному формированию механизмов восприятия звуков, в том числе в речевом диапазоне, особенно в условиях маскировки. Также существует представление о том, что одним из механизмов задержки речевого развития у детей с умственной отсталостью и минимальным снижением периферического слуха является связь между нарушением восприятия речи и высокочастотных звуков (Черкасова, 2003), что, в свою очередь, негативно отражается на речевом и интеллектуальном развитии детей. Данный факт подтверждается результатами исследования, согласно которым коррекционные мероприятия по развитию речи приводят к улучшению навыков обработки слуховой информации в условиях шумовой маскировки (Loo et al., 2016).

Таким образом, проведенное исследование подтвердило выдвинутую гипотезу о том, что применение методик, направленных на развитие полисенсорного восприятия у детей с умственной отсталостью, способствует улучшению слухового гнозиса, что доказывается результатами как аудиологического и нейрофизиологического исследования, так и нейропсихологического тестирования после проведения соответствующих коррекционных мероприятий. Результаты исследования убедительно подтверждают необходимость выявления минимальных нарушений слуха у детей с умственной отсталостью, поскольку применение системы комплексной диагностики и индивидуальных подходов к развитию полисенсорного восприятия для коррекции нарушения слухового восприятия может способствовать снижению формирования неправильных звуковых стереотипов и речевых эталонов, а также улучшению способности к обучению детей с умственной отсталостью.

Литература

Айрес, Э. Дж. (2017). *Ребенок и сенсорная интеграция. Понимание скрытых процессов развития*. Теревинф.

Будук-оол, Л. К., Назын-оол, М. В. (2010). *Функциональная асимметрия мозга и обучение: этнические особенности*. Академия Естествознания.

Визель, Т. Г. (2005). *Нейропсихологическое блиц-обследование: Тесты по исследованию высших психических функций*. В. Секачев.

Емелина, Д. А., Макаров, И. В., Гасанов, Р. Ф. (2019). Методика вызванных потенциалов головного мозга в исследовании специфических расстройств речи у детей. *Социальная и клиническая психиатрия*, 2, 104–111.

Кислинг, У. (2018). *Сенсорная интеграция в диалоге: понять ребенка, распознать проблему, помочь обрести равновесие*. Теревинф.

Наатанен, Р. (1998). *Внимание и функции мозга*. Изд-во Московского университета.

Панасюк, А. Ю. (2002). *Адаптированный вариант методики Векслера*. Просвещение.

Самкова, А. С. (2014). *Регистрация слуховых вызванных потенциалов мозга у пациентов с кондуктивной тугоухостью* (кандидатская диссертация). Научно-клинический центр оториноларингологии Федерального медико-биологического агентства России.

Семенович, А. В. (2019). *Введение в нейропсихологию детского возраста*. Учеб. пособие (6-е изд.). Генезис.

Таварткиладзе, Г. А. (2018). Электрически вызванные потенциалы слуховой коры. *Вестник оториноларингологии*, 4, 9–14. https://doi.org/10.17116/otorino20188349

Черкасова, Е. Л. (2003). *Нарушения речи при минимальных расстройствах слуховой функции (диагностика и коррекция)*. АРКТИ.

Abrams, D. A., Nicol, T., Zecker, S., & Kraus, N. (2008). Right-hemisphere auditory cortex is dominant for coding syllable patterns in speech. *Journal of Neuroscience*, *28*(15), 3958–3965. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0187-08.2008

Banai, K., & Ahissar, M. (2006). Auditory processing deficits in dyslexia: Task or stimulus related? *Cerebral Cortex*, *16*(12), 1718–1728. https://doi.org/10.1093/cercor/bhj107

Bellis, T. J. (2011). *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: From science to practice*. Plural Publishing.

Cacace, A. T., & McFarland, D. J. (2013). Factors influencing tests of auditory processing: A perspective on current issues and relevant concerns. *Journal of the American Academy of Audiology*, *24*(7), 572–589. https://doi.org/10.3766/jaaa.24.7.6

Cunha, P., de Castro Silva, I. M., Neiva, E. R., & Tristão, R. M. (2019). Auditory processing disorder evaluations and cognitive profiles of children with specific learning disorder. *Clinical Neurophysiology Practice*, *4*, 119–127. https://doi.org/10.1016/j.cnp.2019.05.001

Dawes, P., & Bishop, D. V. M. (2010). Psychometric profile of children with auditory processing disorder and children with dyslexia. *Archives of Disease in Childhood*, *95*(6), 432–436. https://doi.org/10.1136/adc.2009.170118

Engelmann, L., & da Costa Ferreira, M. I. D. (2009). Auditory processing evaluation in children with learning difficulties. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, *14*(1). https://doi.org/10.1590/S1516-80342009000100012

Fagundes Silva, L. A., Honjo Kawahira, R. S., Kim, C. A., & Matas, C. G. (2021). Abnormal auditory event-related potentials in Williams syndrome. *European Journal of Medical Genetics*, *64*(3). https://doi.org/10.1016/j.ejmg.2021.104163

Ferguson, M. A., Hall, R. L., Riley, A., & Moore, D. R. (2011). Communication, listening, cognitive and speech perception skills in children with auditory processing disorder (APD) or Specific Language Impairment (SLI). *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *54*(1), 211–227. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0167)

Friederici, A. D. (2011). The brain basis of language processing: From structure to function. *Physiological Reviews*, *91*(4), 1357–1392. https://doi.org/10.1152/physrev.00006.2011

Giraud, A.-L., & Poeppel, D. (2012). Cortical oscillations and speech processing: Emerging computational principles and operations. *Nature Neuroscience*, *15*, 511–517. https://doi.org/10.1038/nn.3063

Gregory, L., Rosa, R. F. M., Zen, P. R. G., & Sleifer, P. (2018). Auditory evoked potentials in children and adolescents with Down syndrome. *American Journal of Medical Genetics*, *176*(1), 68–74. https://doi.org/10.1002/ajmg.a.38520

Hickok, G., & Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews Neuroscience*, *8*, 393–402. https://doi.org/10.1038/nrn2113

Iliadou, V., Bamiou, D.-E., Kaprinis, S., Kandylis, D., & Kaprinis, G. (2009). Auditory processing disorders in children suspected of learning disabilities – A need for screening? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *73*(7), 1029–1034. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2009.04.004

Katz, J. (1992). Classification of auditory processing disorders. In J. Katz, N. A. Stecker, D. Henderson (Eds.), *Central auditory processing: A transdisciplinary view* (pp. 81–92). Mosby Yearbook.

Keitel, A., & Gross, J. (2016). Individual human brain areas can be identified from their characteristic spectral activation fingerprints. *PLoS Biology*, *14*(6). https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002498

Knoth, I. S., Lajnef, T., Rigoulot, S., Lacourse, K., Vannasing, P., Michaud, J. L., Jacquemont, S., Major, P., Jerbi, K., & Lippé, S. (2018). Auditory repetition suppression alterations in relation to cognitive functioning in fragile X syndrome: A combined EEG and machine learning approach. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, *10*, 4. https://doi.org/10.1186/s11689-018-9223-3

Kolodyazhnaya, T. P., Berezhnaya, E. A., Ryzhova, O. S., Kurushina, O. V., & Grachev, V. D. (2020). Developing cognitive functions in children with severe speech disorders: Student-centered approach. *Asia Life Sciences*, 1, 165–177.

Lachmann, T., Khera, G., Srinivasan, N., & van Leeuwen, C. (2012). Learning to read aligns visual analytical skills with grapheme-phoneme mapping: Evidence from illiterates. *Frontiers in Evolutionary Neuroscience*, *4*. https://doi.org/10.3389/fnevo.2012.00008

Loo, J. H. Y., Rosen, S., & Bamiou, D.-E. (2016). Auditory training effects on the listening skills of children with auditory processing disorder. *Ear and Hearing*, *37*(1), 38–47. https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000225

Marslen-Wilson, W. D, & Welsh, A. (1978). Processing interactions and lexical access during word recognition in continuous speech. *Cognitive Psychology*, *10*(1), 29–63. https://doi.org/10.1016/0010-0285(78)90018-X

Miller, C. A., & Wagstaff, D. A. (2011). Behavioral profiles associated with auditory processing disorder and specific language impairment. *Journal of Communication Disorders*, *44*(6), 745–763. https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2011.04.001

Mirman, D., & Thye, M. (2018). Uncovering the neuroanatomy of core language systems using lesion-symptom mapping. *Current Directions in Psychological Science*, *27*(6), 455–461. https://doi.org/10.1177/0963721418787486

Mishra, S. K., & Saxena, U. (2020). Basic measures of auditory perception in children: No evidence for mediation by auditory working memory capacity. *Frontiers in Human Neuroscience*, *14*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.591101

Moore, D. R. (2018). Guest editorial: Auditory processing disorder. *Ear and Hearing*, *39*(4), 617–620. https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000582

Moore, D. R., Ferguson, M. A., Edmondson-Jones, A. M., Ratib, S., & Riley, A. (2010). Nature of auditory processing disorder in children. *Pediatrics*, *126*(2), e382–e390. https://doi.org/10.1542/peds.2009-2826

Moore, D. R., Rosen, S., Bamiou, D.-E., Campbell, N. G., & Sirimanna, T. (2013). Evolving concepts of developmental auditory processing disorder (APD): A British Society of Audiology APD Special Interest Group 'white paper'. *International Journal of Audiology*, *52*(1), 3–13. https://doi.org/10.3109/14992027.2012.723143

Moore, D. R., Zobay, O., & Ferguson, M. A. (2020). Minimal and mild hearing loss in children: Association with auditory perception, cognition, and communication problems. *Ear and Hearing*, *41*(4), 720–732. https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000802

Nagaraj, N. K., & Magimairaj, B. M. (2020). Auditory processing in children: Role of working memory and lexical ability in auditory closure. *PLoS ONE*, *15*(11). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240534

Rosen, S., Cohen, M., & Vanniasegaram, I. (2010). Auditory and cognitive abilities of children suspected of auditory processing disorder (APD). *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *74*(6), 594–600. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2010.02.021

Sakakura, K., Sonoda, M., Mitsuhashi, T., Kuroda, N., Firestone, E., O'Hara, N., Iwaki, H., Lee, M.-H.,

Jeong, J.-W., Rothermel, R., Luat, A. F., & Asano, E. (2022). Developmental organization of neural dynamics supporting auditory perception. *NeuroImage*, *258*. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2022.119342

Senkal, O. A., & Muhtar, Z. (2021). Role of orff music therapy in improving auditory processing skills in children with intellectual disability. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, *24*(7), 1005–1014. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_410_20

Tang, H., Brock, J., & Johnson, B. W. (2016). Sound envelope processing in the developing human brain: A MEG study. *Clinical Neurophysiology*, *127*(2), 1206–1215. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.07.038

Thompson, E. C, Carr, K. W., White-Schwoch, T., Tierney, A., Nicol, T., & Kraus, N. (2016). Hemispheric asymmetry of endogenous neural oscillations in young children: Implications for hearing speech in noise. *Scientific Reports*, *6*. https://doi.org/10.1038/srep19737

Vorobyeva, E. V., & Druzhinin, V. N. (1997). Effects of the experimenter and subject communication on the manifestation of the psychometrical intellect in MZ twins teenagers. *Psikhologicheskii Zhurnal*, *18*(1), 70–80.

Wilson, W. J. (2018). Evolving the concept of APD. *International Journal of Audiology*, *57*(4), 240–248. https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1409438

Yoshimura, Y., Ikeda, T., Hasegawa, C., An, K.-M., Tanaka, S., Yaoi, K., Iwasaki, S., Saito, D. N., Kumazaki, H., Hiraishi, H., & Kikuchi, M. (2021). Shorter P1m response in children with Autism Spectrum Disorder without intellectual disabilities. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(5). https://doi.org/10.3390/ijms22052611

Zendel, B. R. (2022). The importance of the motor system in the development of music-based forms of auditory rehabilitation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1515*(1), 10–19. https://doi.org/10.1111/nyas.14810

Поступила в редакцию: 27.10.2022
Поступила после рецензирования: 23.12.2022
Принята к публикации: 25.12.2022

Заявленный вклад авторов

Галина Владимировна Карантыш – планирование исследования, анализ полученных данных и их интерпретация, работа с источниками, написание обзорной части статьи.

Марианна Алексеевна Муратова – проведение исследования, анализ полученных данных и их интерпретация.

Лариса Александровна Гутерман – проведение исследования, анализ полученных данных и их интерпретация, работа с источниками, написание обзорной части статьи.

Александр Маркович Менджерицкий – планирование исследования, анализ полученных данных и их интерпретация.

Елена Викторовна Воробьева – работа с источниками, написание обзорной части статьи.

Информация об авторах

Галина Владимировна Карантыш – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой коррекционной педагогики, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация; ResearcherID: C-6978-2014, SPIN-код: 2050-3577, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9130-6491, e-mail: gvkarantysh@sfedu.ru

Марианна Алексеевна Муратова – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры коррекционной педагогики, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация; SPIN-код: 6553-4974, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5657-4845, e-mail: mamuratova@sfedu.ru

Лариса Александровна Гутерман – кандидат биологических наук, доцент, руководитель Ресурсного учебно-методического центра по работе с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация; Scopus Author ID: 57200226748, ResearcherID: AAH-4614-2020, SPIN-код: 1588-8214, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6294-4910, e-mail: laguterman@sfedu.ru

Александр Маркович Менджерицкий – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры коррекционной педагогики, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация; ResearcherID: C-6978-2014, SPIN-код: 5778-5944, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5584-9763, e-mail: ammendzherickiy@sfedu.ru

Елена Викторовна Воробьева – доктор психологических наук, профессор, профессор кафедры коррекционной педагогики, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация; Scopus Author ID: 55571762900, ResearcherID: A-1568-2019, SPIN-код: 6379-9332, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8974-5655, e-mail: evorob@sfedu.ru

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.