

Научная статья

УДК 159.91

<https://doi.org/10.24888/2073-8439-2025-71-3-37-46>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕРВИКАЛЬНЫХ ВЕСТИБУЛЯРНЫХ МИОГЕННЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА КОГНИТИВНОГО И МОТОРНОГО РАЗВИТИЯ РЕБЕНКА

В.Л. Ефимова¹, Г.М. Зиннатулина²

^{1,2} Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
Санкт-Петербург, Россия

¹ prefish@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7029-9317>

² Gugi0386@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0829-0131>

Резюме. В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты использования цервикальных вестибулярных миогенных вызванных потенциалов (цВМВП) в психологии и психофизиологии. Показано значение вестибулярной системы не только для поддержания равновесия, но и в качестве важного участника процессов когнитивного и моторного развития детей. Метод цВМВП — это нейрофизиологическое исследование, позволяющее оценить функцию саккулюса и нижней части вестибулярного тракта. Представлены экспериментальные данные о применении цВМВП для диагностики детей с различными нарушениями развития и трудностями в обучении, такими как долговременные последствия недоношенности и тяжелых родов, тяжелые нарушения развития речи, расстройства аутистического спектра, синдром дефицита внимания и гиперактивности. Приводятся данные о связи вестибулярных дисфункций с нарушениями пространственной памяти, формирования схемы тела и другими когнитивными функциями. Показано, что вестибулярные дисфункции проявляются не только у детей, они сопровождают старение мозга и характерны для таких состояний как болезнь Альцгеймера и болезнь Паркинсона. Обсуждается роль вестибулярной дисфункции как потенциального биомаркера нарушений, важность спонтанной двигательной активности в жизни детей и взрослых, а также возможности коррекции вестибулярных дисфункций в рамках психолого-педагогических занятий. Акцент в этой работе необходимо сделать не только на движении, но и на использовании ритма и низкочастотной музыки, так как саккулюс эволюционно сохранил способность регистрировать громкие низкочастотные звуки. Так называемый вестибулярный слух осуществляет поддержку кохлеарного слуха, что важно при восприятии речи. Эти данные подтверждают необходимость включения цВМВП в диагностические протоколы для детей и взрослых с различными когнитивными нарушениями. цВМВП позволит не только выявить дефициты в функционировании вестибулярной системы, но и оценивать динамику изменений в результате коррекционных и развивающих мероприятий.

Ключевые слова: вестибулярная система, цервикальные вестибулярные миогенные вызванные потенциалы, когнитивное развитие, моторное развитие, саккулюс, нарушения речи, расстройства аутистического спектра, синдром дефицита внимания и гиперактивности, пространственная память, вестибулярная дисфункция

Для цитирования

Ефимова В.Л., Зиннатулина Г.М. Использование цервикальных вестибулярных миогенных вызванных потенциалов для прогноза когнитивного и моторного развития ребенка // Психология образования в поликультурном пространстве. 2025. № 3 (71). С. 37–46. <https://doi.org/10.24888/2073-8439-2025-71-3-37-46>

Research article

USING CERVICAL VESTIBULAR MYOGENIC EVOKED POTENTIALS FOR PREDICTING COGNITIVE AND MOTOR DEVELOPMENT OF A CHILD

Victoria L. Efimova¹, Gulnara M. Zinnatullina²

^{1,2} Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

¹ prefish@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7029-9317>

² Gugi0386@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0829-0131>

Abstract. The article explores both theoretical and practical aspects of using cervical vestibular evoked myogenic potentials (cVEMP) in psychology and psychophysiology. It highlights the role of the vestibular system not only in maintaining balance but also as an important contributor to cognitive and motor development in children. The cVEMP method is a neurophysiological technique that assesses the function of the saccule and the inferior part of the vestibular pathway. Experimental data are presented on the application of cVEMP for diagnosing children with various developmental disorders and learning difficulties, such as long-term effects of prematurity and complicated birth, severe speech development disorders, autism spectrum disorders (ASD), and attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). The article provides evidence of the association between vestibular dysfunction and impairments in spatial memory, body schema formation, and other cognitive functions. It is shown that vestibular dysfunctions are not limited to children but also accompany brain aging and are characteristic of conditions such as Alzheimer's and Parkinson's diseases. The paper discusses the role of vestibular dysfunction as a potential biomarker of neurological disorders, the importance of spontaneous motor activity in the lives of children and adults, and the possibilities for correcting vestibular dysfunctions through psychoeducational interventions. Special emphasis is placed not only on movement but also on the use of rhythm and low-frequency music, as the saccule evolutionarily retains the ability to register loud low-frequency sounds. This so-called vestibular hearing supports cochlear hearing and plays a role in speech perception. These findings support the inclusion of cVEMP in diagnostic protocols for children and adults with various cognitive impairments. cVEMP can help identify vestibular system dysfunctions and monitor changes resulting from corrective and developmental interventions.

Keywords: vestibular system, cervical vestibular evoked myogenic potentials (cVEMP), cognitive development, motor development, saccule, speech disorders autism spectrum disorders (ASD), attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), spatial memory, vestibular dysfunction

For citation

Efimova, V.L., & Zinnatulina, G.M. (2025). Using cervical vestibular myogenic evoked potentials for predicting cognitive and motor development of a child. *Psichologiya obrazovaniya v polikul'turnom prostranstve*, (3), 37–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.24888/2073-8439-2025-71-3-37-46>

Вестибулярная система обеспечивает ориентацию в пространстве, поддержание равновесия и стабилизацию зрения при движении. Однако в последние десятилетия она рассматривается как более сложная структура, вовлеченная в регуляцию когнитивных, поведенческих и языковых функций. Исследования показывают, что вестибулярные сигналы играют ключевую роль в формировании пространственной памяти, организации моторных действий и восприятия речи. Особенно это актуально для детей, так как когнитивные функции продолжают активно развиваться, а формирование картины мира происходит во многом на основе вестибулярной информации, дающей представление о положении тела в пространстве в условиях постоянного воздействия гравитации (Wiener-Vacher, Hamilton, Wiener, 2013, p. 92).

Это делает вестибулярную систему важным объектом внимания в ранней диагностике нарушений развития.

Периферическая часть вестибулярной системы располагается во внутреннем ухе с двух сторон и состоит из пяти парных отделов: трех полукружных каналов, реагирующих на угловое ускорение, и двух отолитовых органов — саккулюса и утрикулюса, реагирующих на линейное ускорение головы и обеспечивающих гравитационную чувствительность. Информация от рецепторов передается по вестибулокохлеарному нерву в вестибулярные ядра ствола мозга, а затем по нескольким направлениям: непосредственно к мышцам, в мозжечок и через таламус в кору головного мозга. Нарушения вестибулярной функции могут проявляться не только в виде проблем с равновесием, но и в виде трудностей с вниманием, координацией, ориентацией и речью.

Метод цервикальных вестибулярных вызванных миогенных потенциалов (ЦВМВП) представляет собой коротколатентный миогенный ответ на звуковой стимул, регистрируемый с грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Он отражает активность саккулюса и нижней части вестибулярного нерва, входящего в состав восьмой пары черепных нервов. При проведении теста используются наушники, через которые подаются громкие короткие щелчки, поверхностные электроды фиксируют миографический ответ грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Оцениваются два параметра: латентность (время появления ответа) и амплитуда (интенсивность ответа). Исследование впервые применили в 1991 г. (Colebatch, Halmagyi, 1992).

Может возникнуть вопрос, почему функционирование вестибулярной системы оценивается с помощью звуковых стимулов. Это связано с эволюционной ролью вестибулярного аппарата, который выполнял функции органа слуха, у животных, обитающих в водной среде. В процессе эволюции полукружные каналы человека существенно изменились, а саккулюс подвергся изменениям в меньшей степени, сохранив способность реагировать не только на линейное ускорение, но и на громкие низкочастотные звуки. Известно, что вестибулярная реакция на звук была впервые описана в 1929 г. Пьетро Тулио. Инструментально удалось доказать, что ЦВМВП регистрируется даже у глухих людей, но ответы отсутствуют у лиц с хирургически удаленным саккулюсом (Emami et al., 2010).

Онтогенетически вестибулярная система формируется одной из первых, уже на ранних сроках внутриутробного развития (Nikolaeva, Efimova, Vergunov, 2022). Формирование вестибулярной системы проходит несколько этапов. Первый период — эм-

брюшной (0–12 недель гестации). Во время этого периода закладывается слухо-вестибулярная пластина, которая инвагинируется и формирует пузырек. Уже на 4–5 неделе пузырек дифференцируется на два отдела: утрикулюс и саккулюс. На 6–8 неделе формируются три полукружных канала (горизонтальный, передний, задний), а в 8–12 недель начинается иннервация вестибулярного аппарата волокнами преддверно-улиткового нерва (VIII черепной нерв). В 22–24 недели плод начинает реагировать на ускорения и перемещения, миелинизация VIII нерва завершается в 28–32 недели гестации, к этому моменту вестибулярные тракты в стволе мозга также достигают функциональной зрелости, а в 32 недели у плода уже регистрируются первые вестибулярные рефлексы. Таким образом, отолитовый отдел вестибулярного аппарата, функциональное состояние которого оценивается с помощью цВМВП, анатомически развивается раньше, чем канальный отдел.

С первых дней жизни ребенка, вестибулярные входы начинают модулировать активность его сенсорных систем (зрение, проприорецепция). Функции вестибулярной системы — антигравитационная регуляция, ориентация в пространстве, поддержание позы, координация движений глаз и головы — становятся все более интегрированными с возрастающим участием лобных, теменных и мозжечковых структур.

цВМВП является безопасным, быстрым и неинвазивным методом, пригодным к применению с пятого дня жизни. Уже с первых месяцев жизни показатели цВМВП у здоровых младенцев соответствуют показателям здоровых взрослых (Ефимова, Николаева, Тимофеева, 2025).

Нормативные данные, полученные в разных лабораториях, могут различаться, но исследования подтверждают пригодность, безопасность и информативность цВМВП для детей (Martens et al., 2023; Fuemmeler et al., 2020; Janky, Rodriguez, 2018).

Методика позволяет выявить функциональные отклонения в развитии детей до появления клинической симптоматики. Это касается не только моторных нарушений, но и когнитивных (Bigelow, Agrawal, 2015; Young et al., 2009).

Поскольку в норме к моменту родов вестибулярная система должна быть полностью функциональной, в группе риска в первую очередь оказываются дети, родившиеся раньше срока или с осложнениями в перинатальном периоде. У недоношенных детей цВМВП позволяет прогнозировать риски задержек моторного и речевого развития (Erbek et al., 2008).

Считается, что вестибулярная система играет роль в позиционировании плода в родовых путях перед родами (Ефимова, Николаева, 2024). В тех случаях, когда ребенок к моменту родов не перевернулся головкой к родовым путям, можно предполагать недостаточную функциональную зрелость вестибулярной системы. У детей, родившихся в тазовом предлежании, чаще фиксируются признаки вестибулярной дисфункции. Нарушение симметрии вестибулярного ввода связано с такими состояниями, как кривошее и идиопатический сколиоз (Ефимова, Николаева, 2024). Одним из признаков вестибулярных дисфункций у детей в возрасте до 14 месяцев является позднее начало самостоятельной ходьбы. Дети, родившиеся в тазовом предлежании, которые освоили самостоятельную ходьбу в возрасте после 14 месяцев, демонстрировали в дошкольном возрасте показатели цВМВП, отличающиеся от нормативных. Можно сделать выводы о том, что в некоторых случаях врожденная функциональная незрелость вестибулярной системы компенсируется с возрастом. Но это происходит не всегда.

Таким образом, метод цВМВП может служить ранним биомаркером нарушений развития, предоставляя информацию до проявления клинической картины. Это особенно важно в случаях, когда традиционные поведенческие методы диагностики неинформативны из-за возраста или особенностей развития ребенка.

Известно, что на протяжении всего детства вестибулярная система влияет на развитие моторики ребенка. В первые месяцы жизни происходит дозревание корково-стволовых связей, улучшается координация движений головы и глаз (вестибуло-окулярный рефлекс); в возрасте 6–12 месяцев активно развивается вестибулярная регуляция осанки, устойчивости и равновесия; в 1–3 года формируются сложные моторные паттерны (ходьба, бег), которые требуют зрелости вестибулярных функций, к 7–8 годам развитие вестибулярной системы продолжается особенно в сложных координационных задачах. Менее изученной является связь развития вестибулярной системы с когнитивными функциями.

Сигналы от саккулюса поступают в различные области мозга, в том числе в гиппокамп — структуру, критически важную для формирования когнитивной карты пространства. Нарушения вестибулярного ввода могут приводить к дефектам пространственной ориентации, моторного планирования, а также к трудностям в овладении письменной речью — чтением и письмом (Braswell, Rine, 2006; Franco, Panhoca, 2008).

Дети с вестибулярной дисфункцией демонстрируют специфические нарушения: нестабильный почерк, зеркальное письмо, неравномерность букв, нарушение межсловенных интервалов. Кроме того, фиксируются трудности в выполнении школьных заданий, требующих пространственной организации, таких как чтение, письмо, рисование (Demir et al., 2023).

Анализ рисунков младших школьников показывает разительные различия в пространственном восприятии у детей с нормальной и нарушенной вестибулярной функцией. У детей с нормальными показателями цВМВП изображения включают стоящих на земле людей с четкими пропорциями. У детей с нарушенными цВМВП наблюдаются "парящие" фигуры, отсутствие тел, нарушение ориентации в пространстве. Эти визуальные проявления дополнительно иллюстрируют влияние вестибулярной системы на формирование схемы тела. Современные дети часто изображают тело человека в виде прямоугольника, что может указывать не только на недостаточную сформированность схемы тела, но и влияние на восприятие компьютерных игр.

До начала школьного обучения измененные показатели цВМВП могут быть предиктором нарушений речи. В этой связи особый интерес вызывает концепция «вестибулярного слуха». Саккулюс реагирует на низкочастотные и высокointенсивные звуки, и, как показывают данные, его функционирование способствует распознаванию речи на фоне шума, восприятию интонации и различению собственной речи от внешней. Таким образом, вестибулярные сигналы интегрируются в общую систему речевой обработки. У детей с задержками речи в 89 % случаев выявляются отклонения в показателях цВМВП. Это указывает на тесную связь между вестибулярной функцией и развитием речевых навыков. У детей с расстройствами аутистического спектра также недрко регистрируются патологические цВМВП, что может отражать нарушение интеграции сенсорной информации на подкорковом уровне (Ефимова, Николаева, 2020; Ефимова, Ефимов. Николаева и др., 2019).

Проведенные клинические наблюдения подтверждают, что нарушение вестибулярной функции может быть фоном для формирования вторичных речевых и когнитивных трудностей. Изменение параметров цВМВП наблюдается и у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ). Дети с СДВГ часто демонстрируют трудности с равновесием и координацией. Результаты цВМВП указывают на сниженную латентность электрических ответов, что может быть связано с нарушением отолитовой функции. В проведенном нами исследовании на выборке из 103 детей с диагнозом СДВГ в возрасте 7–13 лет признаки вестибулярной дисфункции были выявлены почти у 90% участников (Ефимова, Резник, Николаев, 2019).

Исследование детей с СДВГ, проведенное в Чили, выявило у детей с СДВГ сниженные амплитуды цВМВП (Isaac et al., 2017; Ефимова, Резник, Николаев, 2019).

Эти данные подтверждают необходимость включения цВМВП в диагностические протоколы для детей с различными нарушениями развития и трудностями в обучении.

Ключевой вывод состоит в том, что у существенного количества детей с нарушениями развития и трудностями в обучении имеются вестибулярные дисфункции. Но важно не только выявить эти дефициты — вестибулярную систему можно тренировать.

Сниженную сенсорную реактивность отолитового отдела вестибулярной системы можно расценивать, как результат недостаточной миелинизации нижней части вестибулярного тракта. Возможно, и раньше многие дети имели врожденную недостаточность в функционировании вестибулярной системы, но благодаря подвижным играм и другим вариантам спонтанной двигательной активности этот дефицит компенсировался, так как процессы миелинизации у детей наиболее активно продолжаются в дошкольном возрасте.

Процесс миелинизации вестибулярных трактов можно фасилитировать: использование специальных упражнений, активных подвижных игр, сенсомоторных тренажеров позволяет не только улучшить равновесие, но и способствует развитию высших психических функций. Игровая активность на уличных площадках, подвешенные конструкции, вращение, прыжки — все это стимулирует развитие вестибулярной системы. Поскольку отолитовый отдел вестибулярного аппарата в большей степени реагирует на линейное ускорение, улучшение показателей цВМВП может быть связано с тем, что ребенок будет кататься с горки с прямым скатом, прыгать на батуте, а также участвовать в подвижных играх, связанных с бегом, который сопровождается резкими остановками и возобновлением движения, а также прыжками. Так называемые «Дворовые игры» в полной мере обеспечивают стимуляцию, необходимую для развития вестибулярной системы или компенсации ее врожденной функциональной незрелости.

При этом важно отметить, что современные дети все чаще ведут малоподвижный образ жизни, ограничены в доступе к естественным сенсорным стимулам, что может быть одним из факторов увеличения частоты сенсомоторных и поведенческих проблем.

Нарушения вестибулярной функции фиксируются и при старении мозга. Болезни Паркинсона, Альцгеймера и другие формы нейродегенерации сопровождаются снижением интеграции сенсорной информации, нарушением вестибулярной функции и когнитивными дефицитами. Это подчеркивает необходимость поддержки вестибулярного здоровья не только в детском, но и в пожилом возрасте. Возможно, использование цВМВП будет полезно и в этом случае, для выявления группы риска до появления когнитивных дефицитов.

Концепция «вестибулярного слуха» расширяет представления о возможностях улучшения функционирования отолитовой части вестибулярного аппарата. Помимо двигательной активности можно использовать работу с музыкой, ритмом и голосом, воздействуя на саккулюс через низкочастотный диапазон звуков. Примером такого тренинга является работа с аудиовестибулярной платформой «Синапс», которая позволяет воспринимать музыку и голос всем телом, стимулируя не только слуховую, но и вестибулярную и тактильную системы¹.

¹ Ефимова В.Л. Патент на полезную модель № 230343 У1 Российская Федерация, МПК A61H 1/00, A63B 21/00. Аудиовестибулярная платформа: № 2024127552: заявл. 18.09.2024: опубл. 28.11.2024.

Функциональное состояние вестибулярной системы является фундаментом развития ребенка на протяжении всего детства.

Таким образом, цВМВП представляет собой уникальный инструмент ранней диагностики вестибулярной дисфункции у детей. Его применение открывает новые горизонты для оценки рисков нарушений развития, планирования индивидуальной коррекции и поддержки как физического, так и когнитивного здоровья. Включение цВМВП в стандартные скрининговые протоколы может стать значительным шагом на пути к предвентивной медицине и нейроразвивающей помощи. Вестибулярная система, долгое время считавшаяся исключительно сенсомоторной, оказывается глубоко вовлеченной в регуляцию высших психических функций и требует междисциплинарного подхода в диагностике и реабилитации.

Литература

- Ефимова В.Л., Николаева Н.О. Особенности вестибулярной функции у детей, родившихся в тазовом предлежании // Мир науки. Педагогика и психология. 2024. Т. 12. № 2. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/61PSMN224.pdf> (дата обращения: 24.08.2024).
- Ефимова В.Л., Николаева Н.О., Тимофеева Е.А. Показатели цервикальных вестибулярных миогенных вызванных потенциалов у здоровых детей и взрослых // Человеческий капитал. 2025. № 2 (194). С. 42–53. <https://doi.org/10.25629/HC.2025.02.04>
- Ефимова В.Л., Николаева Е.И. Роль вестибулярной системы в формировании специфических речевых расстройств у детей // Физиология человека. 2020. Т. 46. № 3. С. 83–89. <https://doi.org/10.31857/S0131164620030030>
- Ефимова В.Л., Ефимов О.И., Николаева Е.И., Резник К.Н., Николаев И.В. Специфика вестибулярных нарушений и уровень когнитивного развития у детей с нарушениями речи // Центральные механизмы речи: Сборник материалов IX Всероссийской (с международным участием) научной конференции, посвященной памяти проф. Н.Н. Траутт, Санкт-Петербург, 11–13 ноября 2019 года / Под общ. ред. А.Н. Шеповальникова. СПб.: ООО «Издательство ВВМ», 2019. С. 38.
- Ефимова В.Л., Резник Е.Н., Николаев И.В. Вестибулярные дисфункции у детей с симптомами СДВГ // Вестник психофизиологии. 2019. № 3. С. 38–43.
- Bigelow R.T., Agrawal Y. Vestibular involvement in cognition: visuospatial ability, attention, executive function, and memory // Journal of Vestibular Research. 2015. Vol. 25. No. 2. 73–89. <https://doi.org/10.3233/VES-150544>
- Braswell J., Rine R.M. Evidence that vestibular hypofunction affects reading acuity in children // International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 2006. Vol. 70. No. 11. Pp. 1957–1965. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2006.07.013>
- Colebatch J.G., Halmagyi G.M. Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation // Neurology. 1992. Vol. 42. No. 8. Pp. 1635–1636. <https://doi.org/10.1212/wnl.42.8.1635>
- Demir İ., Uğur Cengiz D., Çalışkan Demir A., Can Çolak S., Demirel Bırışık S., Özel Özcan Ö. Vestibular Evaluation of Children Diagnosed with Specific Learning Disorder // Alpha Psychiatry. 2023. Vol. 24. No. 5. Pp. 211–216. <https://doi.org/10.5152/alphapsychiatry.2023.221097>
- Emami S.F., Pourbakht A., Sheykholeslami K., Kammali M., Behnoud F., Daneshi A. Vestibular hearing and speech processing // ISRN Otolaryngology. 2012. Vol. 2012. No. 2012. Article 850629. <https://doi.org/10.5402/2012/850629>
- Erbek S., Gokmen Z., Ozkiraz S., Erbek S.S., Tarcan A., Ozluoglu L.N. Vestibular evoked myogenic potentials in preterm infants // Audiology and Neurotology. 2009. Vol. 14. No. 1. <https://doi.org/10.1159/000148204>
- Franco E.S., Panhoca I. Vestibular function in children underperforming at school // Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. 2008. Vol. 74. No. 6. Pp. 815–825. [https://doi.org/10.1016/S1808-8694\(15\)30141-5](https://doi.org/10.1016/S1808-8694(15)30141-5)

-
- Fuemmeler E., Rodriguez A.I., Thomas M., Creutz T., Fitzpatrick D., Janky K.L. Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) Test-retest Reliability in Children // *Otology & Neurotology*. 2020. Vol. 41. No. 8. Pp. e1052–e1059. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002703>
- Janky K.L., Rodriguez A.I. Quantitative Vestibular Function Testing in the Pediatric Population // *Seminars in Hearing*. 2018. Vol. 39. No. 3. Pp. 257–274. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1666817>
- Isaac V., Olmedo D., Aboitiz F., Delano P.H. Altered Cervical Vestibular-Evoked Myogenic Potential in Children with Attention Deficit and Hyperactivity Disorder // *Frontiers in Neurology*. 2017. Vol. 8. No. 90. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00090>
- Martens S., Dhooge I., Dhondt C., Vanaudenaerde S., Suaet M., Rombaut L., Maes L. Pediatric Vestibular Assessment: Clinical Framework // *Ear and Hearing*. 2023. Vol. 44. No. 2. Pp. 423–436. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001303>
- Nikolaeva E.I., Efimova V.L., Vergunov E.G. Integration of Vestibular and Auditory Information in Ontogenesis // *Children*. 2022. Vol. 9. No. 3. <https://doi.org/10.3390/children9030401>
- Wiener-Vacher S.R., Hamilton D.A., Wiener S.I. Vestibular activity and cognitive development in children: perspectives // *Frontiers in Integrative Neuroscience*. 2013. Vol. 7. Article 92. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00092>
- Young Y.H., Chen C.N., Hsieh W.S., Wang S.J. Development of vestibular evoked myogenic potentials in early life // *European Journal of Paediatric Neurology*. 2009. Vol. 13. No. 3. Pp. 235–239. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2008.04.008>

References

- Bigelow, R.T., & Agrawal, Y. (2015). Vestibular involvement in cognition: visuospatial ability, attention, executive function, and memory. *Journal of Vestibular Research*, 25(2), 73–89. <https://doi.org/10.3233/VES-150544>
- Braswell, J., & Rine, R.M. (2006). Evidence that vestibular hypofunction affects reading acuity in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 70(11), 1957–1965. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2006.07.013>
- Colebatch, J.G., & Halmagyi, G.M. (1992). Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation. *Neurology*, 42(8), 1635–1636. <https://doi.org/10.1212/wnl.42.8.1635>
- Demir, İ., Uğur Cengiz, D., Çalışkan Demir, A., Can Çolak, S., Demirel Birişik, S., & Özel Özcan, Ö. (2023). Vestibular Evaluation of Children Diagnosed with Specific Learning Disorder. *Alpha Psychiatry*, 24(5), 211–216. <https://doi.org/10.5152/alphapsychiatry.2023.221097>
- Efimova, V.L., & Nikolaeva, E.I. (2020). The role of the vestibular system in the formation of specific speech disorders in children. *Fiziologiya cheloveka*, 46(3), 83–89. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0131164620030030>
- Efimova, V.L., & Nikolaeva, N.O. (2024). Features of vestibular function in children born in breech presentation. *World of Science. Pedagogy and psychology*, 12(2). Retrieved from <https://mir-nauki.com/PDF/61PSMN224.pdf> (In Russ.)
- Efimova, V.L., Efimov, O.I., Nikolaeva, E.I., Reznik, K.N., & Nikolaev, I.V. (2019). Specificity of vestibular disorders and the level of cognitive development in children with speech disorders. In A.N. Shepovalnikov (Ed.), *Central mechanisms of speech: Collection of materials of the IX All-Russian (with international participation) scientific conference dedicated to the memory of prof. N.N. Traugott, St. Petersburg, November 11–13, 2019* (p. 38). St. Petersburg: OOO Izdatelstvo VVM. (In Russ.)
- Efimova, V.L., Nikolaeva, N.O., & Timofeeva, E.A. (2025). Indicators of cervical vestibular myogenic evoked potentials in healthy children and adults. *Chelovecheskiy kapital*, (2), 42–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.25629/HC.2025.02.04>
- Efimova, V.L., Reznik, E.N., & Nikolaev, I.V. (2019). Vestibular dysfunctions in children with ADHD symptoms. *Vestnik psikhofiziologii*, (3), 38–43. (In Russ.)
- Emami, S.F., Pourbakht, A., Sheykholeslami, K., Kammali, M., Behnoud, F., & Daneshi A. (2012). Vestibular hearing and speech processing. *ISRN Otolaryngology*, 2012(2012), 850629. <https://doi.org/10.5402/2012/850629>

-
- Erbek, S., Gokmen, Z., Ozkiraz, S., Erbek, S.S., Tarcan, A., & Ozluoglu L.N. (2009). Vestibular evoked myo-genic potentials in preterm infants. *Audiology and Neurotology*, 14(1). <https://doi.org/10.1159/000148204>
- Franco, E.S., & Panhoca, I. (2008). Vestibular function in children underperforming at school. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 74(6), 815–825. [https://doi.org/10.1016/S1808-8694\(15\)30141-5](https://doi.org/10.1016/S1808-8694(15)30141-5)
- Fuemmeler, E., Rodriguez, A.I., Thomas, M., Creutz, T., Fitzpatrick, D., & Janky, K.L. (2020). Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) Test-retest Reliability in Children. *Otology & Neurotology*, 41(8), e1052–e1059. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002703>
- Isaac, V., Olmedo, D., Aboitiz, F., & Delano, P.H. (2017). Altered Cervical Vestibular-Evoked Myogenic Potential in Children with Attention Deficit and Hyperactivity Disorder. *Frontiers in Neurology*, 8(90). <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00090>
- Janky, K.L., & Rodriguez, A.I. (2018). Quantitative Vestibular Function Testing in the Pediatric Population. *Seminars in Hearing*, 39(3), 257–274. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1666817>
- Martens, S., Dhooge, I., Dhondt, C., Vanaudenaerde, S., Sucaet, M., Rombaut, L., & Maes, L. (2023). Pediatric Vestibular Assessment: Clinical Framework. *Ear and Hearing*, 44(2), 423–436. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001303>
- Nikolaeva, E.I., Efimova, V.L., & Vergunov, E.G. (2022). Integration of Vestibular and Auditory Information in Ontogenesis. *Children*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/children9030401>
- Wiener-Vacher, S.R., Hamilton, D.A., & Wiener, S.I. (2013). Vestibular activity and cognitive development in children: perspectives. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 7, 92. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00092>
- Young, Y.H., Chen, C.N., Hsieh, W.S., & Wang, S.J. (2009). Development of vestibular evoked myogenic potentials in early life. *European Journal of Paediatric Neurology*, 13(3), 235–239. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2008.04.008>

Информация об авторах

Ефимова Виктория Леонидовна, доктор психологических наук, профессор кафедры возрастной психологии и педагогики семьи Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена; почтовый адрес: Россия, 191186, г. Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 48; электронная почта: prefish@ya.ru

Зиннатулина Гульнара Маратовна, аспирант кафедры возрастной психологии и педагогики семьи Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена; почтовый адрес: Россия, 191186, г. Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 48; электронная почта: Gugi0386@mail.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Заявление о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи

Поступила в редакцию 27.05.25. Принята к печати 15.06.25.

Information about the authors

Victoria L. Efimova, Doctor of Psychological Sciences, Professor of the Department of Developmental Psychology and Family Pedagogy, Herzen State Pedagogical University of Russia; Postal Address: Russia, 191186, Saint Petersburg, 48, Moika Embankment; e-mail: prefish@ya.ru

Gulnara M. Zinnatullina, Postgraduate Student of the Department of Developmental Psychology and Family Pedagogy, Herzen State Pedagogical University of Russia; Postal Address: Russia, 191186, Saint Petersburg, 48, Moika Embankment; e-mail: Gugi0386@mail.ru

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interests.

Article history

Received 27 May 2025. Accepted 15 June 2025.