

УДК 159.9

## РОЛЬ ВЕСТИБУЛЯРНОЙ СИСТЕМЫ В ФОРМИРОВАНИИ СПЕЦИФИЧЕСКИХ РЕЧЕВЫХ РАССТРОЙСТВ У ДЕТЕЙ

© 2020 г. В. Л. Ефимова<sup>1, \*</sup>, Е. И. Николаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Детская неврологическая клиника “Прогноз”, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФБГОУ ВО Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

\*E-mail: Efimova.prognoz@gmail.ru

Поступила в редакцию 01.10.2019 г.

После доработки 16.12.2019 г.

Принята к публикации 03.02.2020 г.

В работе представлены результаты аппаратного клинико-физиологического обследования вестибулярной системы у 182 детей со специфическими расстройствами речевого развития и 26 детей без речевых нарушений. Для оценки вестибулоспиальных реакций использовали метод цервикальных вестибулярных миогенных вызванных потенциалов, вестибулоглазодвигательных — метод поствращательного нистагма. Отклонения параметров анализируемых реакций от референтных значений выявлены у 89% детей с речевыми нарушениями. Результаты исследования показывают, что у детей с тяжелыми нарушениями речевого развития значительно чаще, чем предполагалось ранее, выявляются вестибулярные дисфункции, что может оказывать негативное влияние на процесс овладения ребенком языком.

**Ключевые слова:** языковое развитие, задержка речевого развития, вестибулярная система, вестибулярные дисфункции у детей.

DOI: 10.31857/S0131164620030030

Человеческий язык отличается от коммуникативных систем животных сложностью. Несмотря на это, большинство детей начинают говорить без усилий, естественным путем. Но некоторым детям обучение родному языку дается с трудом: они позднее других произносят первые слова, а будучи взрослыми, никогда не достигают грамматической компетентности и беглого понимания, которые демонстрируют их сверстники. Хотя трудности могут быть следствием генетических изменений, неврологических заболеваний или нарушений слуха, чаще всего причины нарушений в языковом развитии не выявляются [1].

В международной классификации болезней (МКБ-10) это нарушение имеет код F80 — специфическое расстройство речевого развития (СРРР). Термин “специфическое” говорит о том, что этиология этого расстройства, которое подразделяется на несколько категорий, неизвестна. В этом случае нарушение речевого развития ребенка возникает на ранних этапах онтогенеза и не связано с умственной отсталостью, двигательными нарушениями, нарушениями органов слуха и зрения.

Этот вид необъяснимых селективных проблем с языком в англоязычной литературе рассматри-

вается также как специфическое лингвистическое расстройство (SLI). Нейробиологическая основа его неясна.

По понятным причинам томографические исследования головного мозга у детей с СРРР, требующие обездвиженности и проводимые под наркозом, редки. В этих немногочисленных исследованиях выявляются, по сравнению с контролем, морфологические изменения определенных церебральных структур и извилин коры мозга. Однако эти изменения гетерогенны и их локализация у детей с СРРР носит вероятностный характер [2–4].

Уровень языкового развития ребенка во многом зависит от качества сенсомоторной интеграции [5] — т.е. не только от качества обработки сенсорной информации, поступающей в речевую область коры, но и от эффективности действия моторной системы, приводящей в движение все структуры речевого аппарата [6–8]. Стоит учитывать, что сенсорная информация параллельно обрабатывается подкорковыми структурами, что делает процесс интеграции сложным [9–12].

Анатомическая организация, которая обеспечивает переработку речи, обнаруживается в мозге человека уже на 29 нед. гестации, задолго до появ-

**Таблица 1.** Возрастной состав группы детей со специфическим расстройством речевого развития

Пол	Возрастной диапазон в годах							
	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8	8–9	9–10
Мужской	17	39	27	20	16	11	2	4
Женский	8	7	13	7	7	2	1	1

Примечание: итого 136 мальчиков и 46 девочек.

ления опыта слушания речи. При рождении у ребенка сформированы вентральные проекции из височной в префронтальные области, но дорзальные проекции из слуховой коры заканчиваются пока в премоторной области и дальше не идут. Томографические исследования новорожденных с использованием функциональной томографии обнаруживают большую активацию в классических височных и лобных языковых областях в ответ на речевой стимул в отличие от неречевого [13].

Поскольку речь формируется достаточно длительно, на ее качество влияет очень много факторов, воздействующих в самые разные периоды времени. Более того, чем раньше формируется функция, тем труднее компенсировать ее изменение после рождения ребенка [14]. В связи с этим крайне значимым представляется роль вестибулярного аппарата в речевых проблемах, поскольку он формируется в первый триместр, еще до развития слухового аппарата [15]. Его формирование в значительной степени определяется факторами, действующими до рождения. Но пока мало известно, как на развитие речи влияет вестибулярная функция.

Периферические части слуховой и вестибулярной систем тесно связаны между собой как анатомически, так и функционально, поэтому логично предположить, что вестибулярные нарушения, возникающие на ранних этапах онтогенеза, могут оказывать негативное влияние на способность воспринимать информацию на слух и на развитие речи ребенка.

В начале 1970-х гг. впервые к исследованию связи между речью и вестибулярной функцией у детей обратилась *J. Ayres* – американский психолог, автор теории сенсорной интеграции [16]. При изучении поствращательного нистагма она обнаружила, что у значительной части детей с тяжелыми нарушениями языкового развития этот физиологический нистагм либо отсутствует, либо его продолжительность резко снижена.

Периферическая часть вестибулярной системы состоит из двух отделов, один из которых включает три полукружных канала, другой – два отолитовых органа, саккулос и утрикулос. Эти две системы функционируют относительно независимо друг от друга [17], поэтому для выявления нарушений в работе вестибулярной системы важ-

но отдельно исследовать функциональные связи как полукружных каналов, так и отолитовых органов. Это возможно при использовании клинико-физиологических методов диагностики, таких как регистрация цервикальных вестибулярных миогенных вызванных потенциалов (цВМВП) для оценки состояния звена вестибулярной системы, связанной с отолитовыми органами, а также регистрация длительности поствращательного нистагма (ПВН) для оценки состояния звена, связанного с полукружными каналами. Применение этих инструментальных методов позволяет получить объективные количественные данные и выявить неблагоприятные функциональные изменения в работе вестибулярной системы, которые могут не проявляться в клинически явном виде.

Целью исследования было выявление частоты и специфики вестибулярных дисфункций у детей с тяжелыми нарушениями речевого развития.

## МЕТОДИКА

Обследовали 208 детей в возрасте от 2 до 10 лет. Из них у 182 детей были диагнозы, входящие в группу F80 по МКБ-10 – специфические расстройства речевого развития (СРРР); у 27 детей кроме речевых нарушений имелись сопутствующие неврологические диагнозы. В группу не были включены дети с аутизмом и генетическими нарушениями. Контрольную группу сравнения составили 26 детей без нарушений речевого и когнитивного развития. В табл. 1 представлен возрастной состав группы детей с СРРР.

Группа сравнения состояла из 26 детей без речевых и когнитивных нарушений: в возрасте от 2 до 4 лет – 5 мальчиков, 3 девочки; от 4 до 6 лет – 6 мальчиков, 2 девочки; от 6 до 8 лет – 2 мальчика, 2 девочки; от 8 до 10 лет – 5 мальчиков, 1 девочка. Итого 18 мальчиков и 8 девочек.

Все дети были осмотрены неврологом и логопедом детской неврологической клиники “Прогноз”, исследования назначал невролог в качестве диагностических процедур. По заключению аудиолога принявшие участие в исследовании дети с СРРР и дети группы сравнения не имели нарушений слуха.

Оценку отолитовой функции проводили методом цВМВП. цВМВП в ответ на звуковую стимуляцию регистрировали на электронейромиографе “Нейро-МВП-4” (ООО “Нейрософт”, Россия). Для приведения в колебание отолитовых рецепторов использовали короткие звуковые стимулы интенсивностью 120 дБ с длительностью 0.5 мс, которые предъявляли через аудиометрические наушники. ЭМГ регистрировали в полосе 30–2000 Гц с частотой дискретизации 5000 Гц. Усредняли от 5 до 20 трасс на эпохах анализа 50 мс в 10 сериях с суперпозицией для оценки воспроизводимости ответов.

Пациент располагался в кресле в положении сидя, голова максимально отведена к плечу, что обеспечивало необходимое напряжение *m. Sternocleidomastoideus*. Электроды располагали следующим образом: отрицательный электрод закрепляли в области латерального края верхней части грудины в месте прикрепления *m. Sternocleidomastoideus*, положительный – в верхней ее части на стороне стимуляции; заземляющий электрод – в центре лба.

Оценивали латентность волны P1 цВМВП, регистрируемого от *m. Sternocleidomastoideus* на стороне предъявления шелчков (саккуло-цервикальный рефлекс).

Оценку функции полукружных каналов проводили путем регистрации длительности ПВН с помощью психофизиологического телеметрического устройства “Реакор-Т” в ПМО “Энцефалан-СА” (НПКФ “Медиком-МТД”, Россия). Испытуемый располагался в положении сидя в кресле Барани. Голову устанавливали в наклонном положении вперед под углом 30 град. Горизонтальную составляющую электроокулограммы (ЭОГ) записывали с помощью двух ЭОГ-отведений, электроды располагались по наружным углам глаз, нейтральный электрод в центре лба. Кресло вращали в ручном режиме со скоростью 10 оборотов за 20 с. После завершения вращения кресла регистрировали ПВН до момента его полного затухания, контроль осуществляли на экране монитора. Оценивали длительность ПВН после вращения кресла налево и направо. Исследование ПВН выполняли у 170 из 182 детей с СРРР и у всех детей группы сравнения.

Для определения уровня интеллектуального развития у детей старше 5-ти лет использовали тест Цветные прогрессивные матрицы Дж. Равена. Исследование выполняли с помощью программно-методического обеспечения для объективного психофизиологического тестирования и анализа “Эгоскоп” (НПКФ “Медиком-МТД”, Россия). Для детей старше 8 лет использовали вариант методики – черно-белые матрицы.

**Таблица 2.** Оценка влияния факторов “Возраст” и “Пол” на величину латентности пика P1 ВМВП и длительности ПВН у детей с СРРР

Параметр	Возраст	Пол				
	df	F	p	df	F	p
Латентность P1 ВМВП						
Левая сторона	5.170	0.42	0.83	1.170	3.54	0.06
Правая сторона	5.170	0.45	0.81	1.170	0.41	0.52
Длительность ПВН						
Вращение налево	5.158	2.86	0.02	1.158	3.40	0.07
Вращение направо	5.158	5.53	0.001	1.158	2.48	0.12

Помимо аппаратных исследований проводили анкетирование родителей и анализ данных анмнеза.

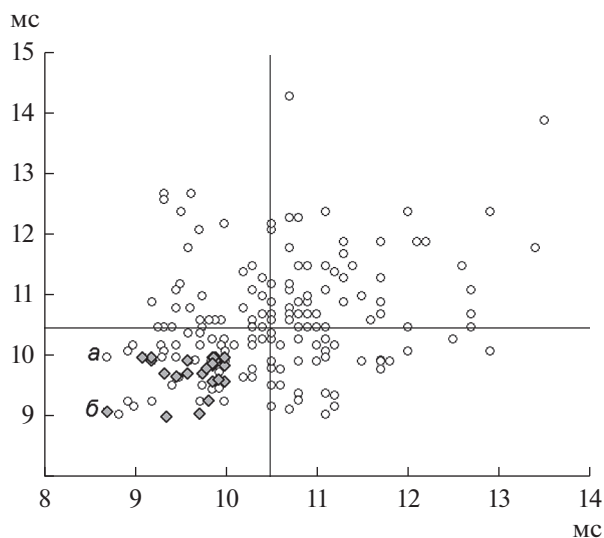
Статистическую обработку полученных данных, включая расчет средних величин, дисперсии и стандартных отклонений, оценку значимости различий, расчет уравнений линейной регрессии и коэффициентов корреляции по Пирсону, дисперсионный анализ производили с применением пакета программ “Statistica-6.0” for Windows. Коэффициенты корреляции, а также различия между средними величинами параметров считали значимыми при  $p < 0.05$ . С целью изучения влияния факторов “Пол” и “Возраст” на величину латентности пика P1 ВМВП и длительности ПВН использовали двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Фактор “Пол” имел 2 градации: мужской и женский, фактор “Возраст” – 6 градаций: возрастные группы – 2–3, 3–4 года, 5–6, 6–7 и 7–10 лет (ввиду малочисленного состава группы детей 8–9 и 9–10 лет объединили с группой детей 7–8 лет).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Вестибулярные миогенные вызванные потенциалы зарегистрированы у всех 182-х детей с СРРР и 26 детей группы сравнения как с правой, так и с левой стороны. ПВН зарегистрирован у 170 детей с СРРР и всех детей группы сравнения, при вращении как в правую, так и в левую сторону. У 12-ти из 182-х детей с СРРР исследование ПВН не проведено.

Результаты дисперсионного анализа влияния факторов “Возраст” и “Пол” на величину латентности пика P1 ВМВП и длительности ПВН представлены в табл. 2.

По данным дисперсионного анализа факторы “Возраста” и “Пола” не оказывали значимого влияния на параметры цВМВП, что позволяло дать одну и ту же статистическую оценку величины латентности волны P1 (латентности вестибулоцервикального рефлекса) для мальчиков и де-



**Рис. 1.** Распределения величин латентности волны P1 цВМВП у детей со специфическим расстройством развития речи (а) и у детей группы сравнения (б). По вертикали – величина латентности P1 при стимуляции справа, мс; по горизонтали – величина латентности P1 при стимуляции слева, мс. Горизонтальной и вертикальной линиями показаны верхние границы контрольных значений.

вочек во всем исследуемом возрастном диапазоне. Значения латентности P1 цВМВП ( $m \pm sd$ ) составили для левой стороны  $10.50 \pm 0.94$  мс, для правой стороны  $10.58 \pm 0.92$  мс.

На параметры ПВН не оказывал влияния фактор пола ребенка, однако обнаружилось влияние фактора возраста (табл. 2). По данным апостериорного сравнения в “старшей” группе детей (7–10 лет) длительность ПВН была больше, чем во всех других. Коэффициенты корреляции между возрастом детей и длительностью ПВН составили  $r = 0.27$ ,  $p < 0.001$  для вращения налево и  $r = 0.25$ ,  $p = 0.001$  для вращения направо. Величины длительности ПВН составили: для детей 2–5 лет –  $13.2 \pm 8.9$  с, для детей 5–7 лет –  $17.3 \pm 11.1$ , для детей 7–10 лет –  $22.6 \pm 11.8$  с, вращения направо –  $15.0 \pm 9.8$  с. Можно было ввести коррекцию в сторону увеличения порогового значения показателя ПВН для детей 5–7 лет на 3 с и для детей 7–10 лет на 9 с.

В группе сравнения по результатам однофакторного дисперсионного анализа влияния фактора “Пол” на анализируемые показатели вестибулярной системы не выявлены (для латентности P1 цВМВП  $F(1,24) = 0.05$ ,  $p = 0.83$  и  $F(1,24) = 0.33$ ,  $p = 0.57$  для левой и правой стороны, соответственно; для длительности ПВН  $F(1,24) = 0.02$ ,  $p = 0.89$  и  $F(1,24) = 0.04$ ,  $p = 0.85$  для вращения налево и направо, соответственно). Значимой линейной корреляции между возрастом ребенка и величиной латентности цВМВП ( $r = -0.16$ ,  $p =$

$= 0.42$  и  $r = -0.22$ ,  $p = 0.27$  для левой и правой стороны соответственно), а также длительностью ПВН ( $r = 0.12$ ,  $p = 0.56$  и  $r = 0.11$ ,  $p = 0.57$  для вращения налево и направо, соответственно) выявлено не было. Значения латентности P1 цВМВП ( $m \pm sd$ ) составили для левой стороны  $9.64 \pm 0.34$  мс, для правой стороны –  $9.73 \pm 0.31$  мс. Величины длительности ПВН составили для вращения налево  $19.2 \pm 6.3$  с, для вращения направо –  $19.0 \pm 5.8$  с.

Исходя из того, что при нормальности распределения 95% значений попадают в интервал  $2.7 \cdot \sigma$ , в качестве условного порогового значения показателя, превышение которой указывало на замедленность вестибулоцервикального рефлекса, было принято значение 10.5 мс.

Индивидуальные значения латентности волны P1 цВМВП с левой и правой стороны у детей с СРРР и детей группы сравнения представлены на рис. 1. Горизонтальной и вертикальной линиями показаны верхние границы контрольных значений, рассчитанных по оценкам цВМВП у детей группы сравнения.

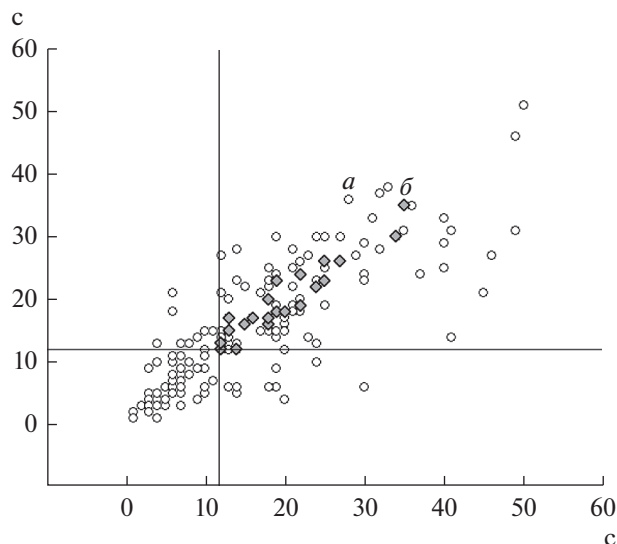
Таким критерием для оценки результатов цВМВП являлось значение  $P1 \geq 10.5$  мс. У 70% детей из группы СРРР выявлено замедление проведения импульса по вестибулоспинальному тракту (вестибулоцервикальный рефлекс), что может свидетельствовать о дисфункции отолитового аппарата. Билатеральное замедление выявлено у 60 из 182 детей (33%), замедление только слева у 33 из 182 (18%), замедление только справа у 34 из 182 (19%).

Отклонения от референтных значений выявлены также при оценке у детей с СРРР длительности ПВН (рис. 2), где критерием являлось  $t$  ПВН  $\leq 11$  с. Длительность ПВН была снижена с 2-х сторон у 59 детей из 170 (35%), только слева – у 9 детей из 170 (5%), только справа – у 9 детей из 170 (5%), с любой из сторон либо с обеих сторон – у 68 детей из 170 (45%). У 55 детей из 170 (32%) асимметрия ПВН превышала 30% (рис. 3).

На рис. 4 представлены общие результаты оценки вестибулярной функции у детей с СРРР. Было выявлено, что 89% детей с СРРР имеют признаки вестибулярной дисфункции: у 71% – отклонения в показателях цВМВП, у 56% – в показателях ПВН (в 38% случаев – в обоих показателях). Показатели цВМВП и ПВН взаимно дополняют друг друга, хотя относительно чаще выявляются отолитовые дисфункции.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные данные о наличии связи между тяжелыми нарушениями речевого развития и дисфункциями отолитовых органов (саккулюса) являются новыми, так как ранее у детей с речевы-



**Рис. 2.** Распределения величин длительности поствращательного нистагма (ПВН) у детей со специфическим расстройством развития речи (а) и у детей группы сравнения (б).

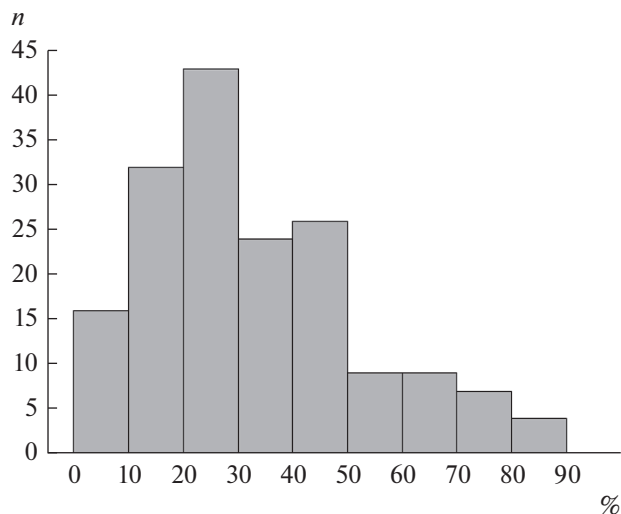
По вертикали – величина длительности ПВН при вращении в правую сторону, с; по горизонтали – величина длительности ПВН при вращении в левую сторону, с. Горизонтальной и вертикальной линиями показаны нижние границы контрольных значений.

ми нарушениями описывалась только гипореактивность полукружных каналов. Поскольку полукружные каналы и отолитовые органы функционируют относительно независимо друг от друга, результаты доказывают необходимость проведения у детей с нарушениями развития обследования, включающего как оценку канальной, так и отолитовой функций. Проведение обследования только канальной функции может приводить к получению неполной информации о функциональном состоянии вестибулярной системы ребенка.

Результаты исследования демонстрируют, что среди детей с нарушениями языкового развития распространенность вестибулярных дисфункций значительно выше, чем предполагалось ранее.

Аппаратные исследования вестибулярной системы у детей начали проводить относительно недавно, их результаты необычайно важны для понимания механизмов возникновения различных нарушений развития у детей [18–25].

Психофизиологический механизм влияния вестибулярных дисфункций на процесс формирования речи в онтогенезе изучен недостаточно. Однако уже известно, что вестибулярные нарушения могут негативно влиять на развитие когнитивных функций [26]. Для установления диагноза F80 необходимо наличие несоответствия между интеллектуальным развитием ребенка и

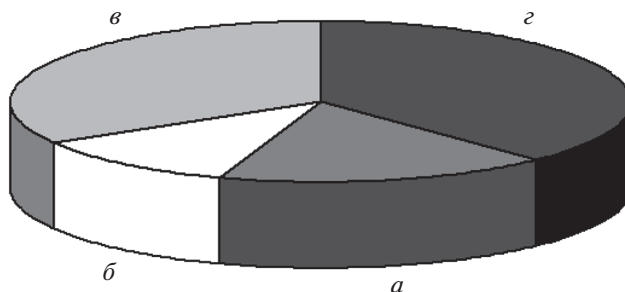


**Рис. 3.** Величина билатеральной асимметрии продолжительности поствращательного нистагма (ПВН) при вращении направо и налево у детей со специфическим расстройством развития речи.

По вертикали – число наблюдений, по горизонтали – величина билатеральной асимметрии продолжительности ПВН, %.

его речевыми возможностями. Результаты теста Равена подтвердили, что интеллектуальное развитие детей из обследованной нами группы находится в пределах нормы.

Вестибулярная система начинает формироваться на первых неделях внутриутробной жизни и в норме должна являться наиболее зрелой из всех сенсорных систем на момент рождения ребенка. Если ее развитие нарушается на ранних этапах, то мозг ребенка развивается в условиях своего рода сенсорной депривации: неполной



**Рис. 4.** Количество детей со специфическим расстройством языкового развития с нарушениями и без нарушений вестибулярной функции (по данным цВМВП и ПВН).

а – без отклонений в параметрах цВМВП и ПВН – 18%, б – увеличена только латентность цВМВП – 11%, в – с отклонениями как в параметрах как цВМВП, так и ПВН (с учетом показателя асимметрии) – 34%, г – снижена продолжительность ПВН и/или асимметрия ПВН (более 30%) – 37%.

или недостоверной перцептивной информации о положении головы в пространстве. Это нарушает моторное развитие, развитие мышечного тонуса, способности к навигации в пространстве и негативно влияет на все области функционирования ребенка, сенсомоторную интеграцию и в конечном итоге на картину мира, которую представляет ребенок [27].

Одной из важнейших функций вестибулярной системы является навигация в пространстве и способность видеть объекты в разных условиях: движущиеся и неподвижные объекты в условиях, когда сам ребенок перемещается или сохраняет неподвижное положение. Ребенку с вестибулярными нарушениями труднее установить связи между словами, которые произносит мама, и объектами, на которые она указывает, так как эти объекты могут “выпадать” из поля зрения. Вестибулярные дисфункции также могут приводить к тому, что ребенку трудно определить локализацию звука в пространстве. Это препятствует установлению связей между звучащим словом и его значением.

Ребенку с вестибулярными дисфункциями труднее удерживать взгляд на лице собеседника, следить за его артикуляцией и мимикой, что может стать причиной как коммуникативных трудностей, так и нарушений в формировании произношения звуков речи.

Уже описана связь, существующая между дисфункциями отолитовых органов и моторного развития: дети с врожденными отолитовыми нарушениями позже начинают переворачиваться, сидеть, ходить с трудом, осваивают моторные навыки, для такого ребенка овладение артикуляционными движениями также может стать проблемой (оральная диспраксия) [23, 27]

Вестибулярная система плода формируется под воздействием движений беременной женщины, поэтому образ жизни матери может влиять на дальнейшее развитие ребенка. Анкетирование родителей показало: у детей, чьи мамы во время первого триместра беременности находились в больнице, а значит, и находились в условиях гиподинамии, был выше риск возникновения вестибулярных нарушений и речевого развития. Этот вопрос нуждается в дальнейшем изучении.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного нами исследования позволяют сделать вывод о том, что у детей с тяжелыми нарушениями речевого развития значительно чаще, чем предполагалось ранее, выявляются вестибулярные дисфункции. Поэтому всестороннее аппаратное обследование вестибулярной системы должно стать обязательной частью диагностики для детей с нарушениями

языкового развития. Механизмы влияния вестибулярных дисфункций на процесс овладения ребенком языком требуют дальнейшего изучения.

**Этические нормы.** Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены локальным биоэтическим комитетом.

**Информированное согласие.** Для каждого из участвовавших в исследовании детей один из родителей представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

**Финансирование работы.** Работа выполнялась на базе функционального отделения Детской неврологической клиники “Прогноз” (Санкт-Петербург). Финансовой поддержки авторы не получали.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность генеральному директору Детской неврологической клиники “Прогноз” О.И. Ефимову за предоставленную возможность проведения работы и помощь в организации исследований.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bishop D.V.M. What causes specific language impairment in children? // *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 2006. V. 15. № 5. P. 217.
2. Webster R.I., Shevell M.I. Neurobiology of specific language impairment // *J. Child Neurol.* 2004. V. 19. № 7. P. 471.
3. Pernet C., Poline J., Demonet J., Rousset G. Brain classification reveals the right cerebellum as the best biomarker of dyslexia // *BMC Neurosci.* 2009. V. 10. P. 67.
4. Eckert M. Neuroanatomical markers for dyslexia: A review of dyslexia structural imaging studies // *Neuroscientist.* 2004. V. 10. № 4. P. 362.
5. Шеповальников А.Н., Цицерошин М.Н. Пространственная упорядоченность функциональной организации целого мозга // *Физиология человека.* 1987. № 6. Т. 13. С. 892.
6. Гурфинкель В.С., Левик Ю.С. Сенсорные комплексы и сенсомоторная интеграция // *Физиология человека.* 1979. Т. 5. № 3. С. 339.
7. Куликов Г.А. Нейрофизиологические основы сенсомоторной координации / *Физиология поведения (нейрофизиологические закономерности): руководство по физиологии* // Под ред. Батуева А.С. Л.: Наука, 1986. С. 334.
8. ШUTOVA C.B., Муравьева И.В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального со-

- стояния ЦНС // Вестник ТГУ. 2013. Т. 18. № 5. С. 2831.
9. Бернштейн Н.А. Биомеханика и физиология движений. М.: Изд-во "Институт практической психологии"; Воронеж: НПО "МОДЕК", 1997. 608 с.
  10. Вартамян И.А. Физиология сенсорных систем: руководство. СПб.: Лань, 1999. 224 с.
  11. Schwindt P.C. Control of motoneuron output by pathways descending from the brain stem / Handbook of behavioral neurobiology. V. 5. Motor coordination. N.Y.; London, 1981. P. 139.
  12. Судаков К.В. Рефлексы и функциональные системы. Новгород: НовГУ, 1997. 399 с.
  13. Dubois J., Poupon C., Thirion B. et al. Exploring the Early Organization and Maturation of Linguistic Pathways in the Human Infant Brain // Cereb. Cortex. 2015. V. 26. № 5. P. 2283.
  14. Дейвис Д. Онтогенез: от клетки до человека, СПб.: Питер, 2017. 352 с.
  15. Rine R.M., Dannenbaum E., Szabo J. Pediatric vestibular-related impairments / 2015 Section on pediatrics knowledge translation lecture // Pediatr. Phys. Ther. 2016. V. 28. № 1. P. 2.
  16. Ayres J. Sensory integration and learning disorders. Los Angeles, CA: Western Psychological Services, 1972. 350 p.
  17. Холл Д. Медицинская физиология по Гайтону и Холлу. М.: Логосфера, 2018. С. 804.
  18. Zhou G., Dargie J., Dorman B., Whittemore K. Clinical uses of cervical vestibular-evoked myogenic potential testing in pediatric patients // Medicine. 2014. V. 93. № 4. P. e37.
  19. Wang S., Hsieh W., Young Y. Development of ocular vestibular-evoked myogenic potentials in small children // Laryngoscope. 201. V. 123. № 2. P. 512.
  20. Picciotti P., Fiorita A., Di Nardio W. Vestibular evoked myogenic potentials in children // Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 2007. V. 71. № 2. P. 29.
  21. Erbek S., Erbek S.S., Gokmen Z. Clinical application of vestibular evoked myogenic potentials in healthy newborns // Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 2007. V. 71. № 8. P. 1181.
  22. Rine R.M., Wiener-Vacher S. Evaluation and treatment of vestibular dysfunction in children: Literature Review // Neurorehabilitation. 2013. V. 32. № 3. P. 507.
  23. Rine R.M. Vestibular rehabilitation for children // Semin. Hear. 2018. V. 39. № 3. P. 334.
  24. Wiener-Vacher S., Quarez J., Le Priol A. Epidemiology of vestibular impairments in a pediatric population. // Semin. Hear. 2018. V. 39. № 3. P. 229.
  25. Kesser B., Gleason T. Dizziness and Vertigo Across the Lifespan. Elsevier Health Sciences, 2018. Chap. 4. P. 47.
  26. Bigelow R.T., Agwal Y. Vestibular involvement in cognition: Visuospatial ability, attention, executive function, and memory // J. Vestib. Res. 2015. V. 25. № 2. P. 73.
  27. Wiener-Vacher S., Hamilton D., Wiener S. Vestibular activity and cognitive development in children: perspectives // Front. Integr. Neurosci. 2013. V. 7. P. 92.

## The Role of the Vestibular System in the Development of Specific Language Disorders in Children

V. L. Efimova<sup>a, \*</sup>, E. I. Nikolaeva<sup>b</sup>

<sup>a</sup>*Pediatric Neurological Clinic "Prognoz", St. Petersburg, Russia*

<sup>b</sup>*Department of Child Development and Family Pedagogics, Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg, Russia*

\*E-mail: Efimova.prognoz@gmail.ru

The article presents the results of clinical and physiological examination of the vestibular system in 182 children with specific language disorders and 26 children with no speech disorders. For the assessment of vestibulo-spinal reactions, we used the method of cervical vestibular myogenic evoked potentials; for the assessment of vestibulo-oculomotor reactions, the method of post-rotational nystagmus. The parameters of analyzed reactions differed from the reference values in 89% of children with language disorders. The results of the study show that children with severe language disorders are much more likely to have vestibular dysfunction than previously thought; this can have a negative impact on the process of language acquisition.

*Keywords:* language development, language disorders, SLI, vestibular system, vestibular dysfunction in children.