

А. Г. Смирнов, А. В. Куражова, Е. Е. Ляксо

РЕЧЕВОЕ РАЗВИТИЕ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШЕСТИЛЕТНИХ ДИЗИГОТНЫХ БЛИЗНЕЦОВ*

Когнитивное и речевое развитие детей-близнецов обладает рядом особенностей [1]. В дошкольном возрасте у детей исследователи отмечают сложности в артикуляции звуков, трудности в овладении навыками чтения, заключающиеся в том, что правильность чтения и понимание прочитанного развиты ниже среднего уровня [2]. Показано [3], что близнецы меньше говорят, произносят более короткие предложения, мало употребляют имена существительные, прилагательные, числительные, чаще произносят глаголы и функциональные слова [1]. В качестве причин, определяющих специфику речевого развития близнецов, рассматривают особенности их пренатального развития [4], характер протекания родов и ранний период адаптации после рождения [5]. Показано, что второй по порядку рождения ребенок в большей степени подвержен риску перинатальных осложнений. Существуют данные [3] о том, что второй по порядку рождения ребенок из пары обладает худшими показателями речевого развития, в частности, позже осваивает фразовую речь. В исследовании, проведенном на пятилетних детях, показано, что близнецы с меньшим сроком гестации получают более низкие баллы по вербальным тестам по сравнению с детьми с большим сроком гестации [6].

Одним из показателей готовности ребенка к обучению и выполнению когнитивных задач считают появление организованного теменно-затылочного альфа-ритма, отражающего созревание соответствующих мозговых структур [7]. Отмечено, что в ЭЭГ-картине близнецов могут долгое время преобладать низкочастотные медленно-волновые ритмы [8]. В то время как у одиночно рожденных детей к 6–7 годам происходит переход от полиритмии к альфа-ритму с доминирующей частотой 8–10 Гц [9]. Показано, что ЭЭГ детей, находящихся на начальном уровне овладения навыком чтения, характеризуется нерегулярным, неустойчивым, низкочастотным и низкоамплитудным альфа-ритмом с нестабильной центрально-теменно-затылочной асимметрией. У детей, читающих по слогам, альфа-ритм высокоамплитудный, выраженный, с тенденцией к левостороннему доминированию. У детей, читающих слова и фразы, альфа-ритм средне- и низкоамплитудный, преимущественно регулярный, с преобладанием левостороннего доминирования в теменно-затылочных областях [10]. Однако отсутствуют данные о связи уровня речевого развития русскоязычных детей-близнецов

Смирнов Анатолий Григорьевич — доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: ag_smirnov@mail.ru

Куражова Анна Вадимовна — аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: avk_spb@bk.ru

Ляксо Елена Евгеньевна — доктор биологических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: lyakso@gmail.com

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты № 09-06-00338а, № 13-06-00281а).

© А. Г. Смирнов, А. В. Куражова, Е. Е. Ляксо, 2013

и их психофизиологических показателей, что и определило направление настоящего исследования.

Цель работы — установить связь между уровнем речевого развития, психофизиологическими характеристиками детей-близнецов и их порядковым номером при рождении.

Методика исследования

Объектом исследования явились 10 детей — дизиготных близнецов в возрасте 6 лет. Информация о детях при рождении представлена в табл. 1.

Таблица 1. Физиологические показатели детей при рождении

| № триады | Срок гестации, нед. | Имя ребенка | Порядок рождения | Пол | Вес при рождении, г | Баллы по шкале Апгар* |
|----------|---------------------|-------------|------------------|-----|---------------------|-----------------------|
| 1 | 38 | Т. Г. | 1 | Д | 2850 | 7–8 |
| | | Н. Г. | 2 | » | 2800 | 7–8 |
| 2 | 37 | П. С. | 1 | М | 3350 | 7–8 |
| | | Паш. С. | 2 | » | 3100 | 7–8 |
| 3 | 38 | Н. К. | 1 | Д | 3580 | 7–8 |
| | | А. К. | 2 | » | 3250 | 7–8 |
| 4 | 37 | Я. Б. | 1 | М | 2490 | 7–8 |
| | | В. Б. | 2 | » | 2100 | 7–8 |
| 5 | 36 | Д. Ц. | 1 | » | 2320 | 8–8 |
| | | М. Ц. | 2 | » | 2340 | 8–8 |

Примечание. Д — девочка, М — мальчик. * — первое тестирование (сразу после рождения) — второе (через 5 мин).

Настоящая работа является частью исследования связи уровня речевого развития детей и стратегии овладения ими навыком чтения, проводимого на основе комплексного метода анализа [10], который используется и в данной работе.

Аудиозапись речи детей осуществляли в диалоге с экспериментатором на заданные темы, при описании картинок в книге либо набора стандартных картинок; при пересказе содержания сказки или мультфильма. Для анализа сформированности навыка чтения детям предлагали прочитать буквы, слоги, слова, предложения в букваре или сказку «Красная шапочка».

При анализе диалогов детей с экспериментатором определяли сложность реплик: одно слово, простое предложение, сложное предложение. Оценивали способность ребенка к чтению и пониманию смысла прочитанного. Оценивали стратегию, выбираемую ребенком при чтении: побуквенное, послоговое чтение, чтение слова целиком.

Для оценки возможности распознавания значения слов детьми взрослыми проводили перцептивный анализ носителями русского языка ($n = 20$). Для каждого ребенка были созданы тестовые последовательности, содержащие по 10 слов. В тесте одно слово представлено по 3 раза с интервалом 5 с между одинаковыми словами, 15 с между

разными словами. Определяли вероятность распознавания речевого материала: если более 75% процентов auditors указывали правильное значение слова, то оно считалось достоверно распознанным.

Применяли метод инструментального спектрографического анализа с использованием звукового редактора Cool Edit Pro. Для ударных гласных из слов спонтанной и читаемой речи определяли длительность, значение частоты основного тона (ЧОТ) и значения двух первых формант — F1 и F2. Строили формантные треугольники с вершинами, соответствующими значениям первых двух формант гласных [а], [у], [и] на двухформантной плоскости (по горизонтальной оси — значения F1, по вертикальной — F2). Рассчитывали площадь формантных треугольников гласных.

Пороги слуха детей и auditors, прослушивающих тесты, измеряли с помощью клинического одноканального тонального аудиометра Maico AD229E, в диапазоне частот 125–8000 Гц, интенсивностью от –10 до 120 дБ.

Для проверки фонематического слуха детям предъявляли с компьютера слова — фонетические омонимы — и картинки, на которых нарисованы объекты, соответствующие произносимым омонимам. Дети должны были произнести услышанное слово и показать картинку, соответствующую данному слову.

Для определения ведущего полушария по речевой функции проводили дихотическое тестирование. Ребенку на оба уха через наушники одновременно предъявляли разные слова. Просили ребенка назвать первое слово, которое он услышал. Для каждого ребенка вычисляли коэффициент латерального предпочтения (КЛП).

$$КЛП = (П - Л) 100 / (П + Л) (\%),$$

где *П* — количество «правых выборов», слов, произнесенных из стимулов, предназначенных для правого уха; *Л* — количество «левых выборов», слов, произнесенных ребенком из стимулов, предназначенных для левого уха.

Если коэффициент латерального предпочтения находился в диапазоне от –10% до +10%, наблюдалось отсутствие предпочтения — амбивалентность; меньше –10% — левостороннее предпочтение (доминирование правого полушария); более +10% — правостороннее предпочтение (доминирование левого полушария).

Относительную оценку степени созревания ЦНС и функционального состояния головного мозга осуществляли по результатам анализа показателей ЭЭГ, которую регистрировали по стандартной схеме, общепринятой в клинической практике. Запись ЭЭГ осуществляли при помощи компьютерного электроэнцефалографа Мицар-ЭЭГ-201. Активные золоченые электроды располагали по системе 10–20, отдельные референтные — на мочках ушей. Заземляющий электрод ставили на фронтальную часть головы ниже границы волосяного покрова. После проверки качества записи ЭЭГ переходили к ее компьютерной регистрации, которую осуществляли в состоянии покоя при закрытых глазах в несколько этапов. Общая длительность обследования не превышала 10 мин. На первом этапе регистрировали фоновую ЭЭГ в течение 1–2 мин; на втором — регистрировали ЭЭГ при использовании функциональной нагрузки закрывания/открывания глаз; на третьем — записывали ЭЭГ при фотостимуляции для определения диапазона частот, когда возможно усвоение ритма; на четвертом — ЭЭГ регистрировали в процессе гипервентиляционной нагрузки по следующей схеме: 1 мин фоновой записи, 3 мин функциональной нагрузки и 1 мин после нее. Гипервентиляцию

легких использовали как провоцирующий фактор для выявления изменений в ЦНС пограничного или патологического характера.

Осуществляли визуальный и спектральный анализы ЭЭГ. При визуальном анализе определяли степень выраженности, регулярности, модулированности и особенности пространственного распределения альфа-ритма, выявляли наличие и особенности медленных и высокочастотных ритмов. Кроме того, определяли наличие пограничной, пароксизмальной или другой патологической активности при функциональной нагрузке. Первичный анализ индивидуальной ЭЭГ проводили с использованием стандартного пакета программ ЭЭГ-2000 версия 3.0. Для спектрального анализа запись ЭЭГ просматривали и выбирали безартефактные отрезки длительностью около 6 с, так как это является предельной длительностью ЭЭГ, где сохраняется принцип стационарности. Установили мощность и частоту пика спектральной плотности мощности альфа-ритма, регистрируемого в затылочных областях. Определили вышеуказанные показатели для тета-ритма, но по другой схеме: вычисляли общую среднюю спектральную мощность и ведущую частоту по всем отведениям и отдельно для каждого полушария.

Статистическую обработку результатов проводили в программе «Статистика» с использованием непараметрических критериев Манна—Уитни, ранговой корреляции Спирмена, факторного анализа.

Результаты исследования

В диалоге со взрослым и при описании картинок в речи детей преобладали реплики из одного слова или простой фразы, за исключением ребенка В. Б. (второй ребенок), в речи которого доминировали реплики из нескольких фраз. Выявлены единичные сложные фразы. Не установлено значимых различий между первыми и вторыми по порядку рождения детьми по соотношению реплик разного типа (рис. 1).

Одним из критериев сформированности артикуляторных навыков ребенка служит распознавание речи детей взрослыми — носителями языка. При прослушивании тестовых последовательностей аудиторы определяли значение, слоговую структуру

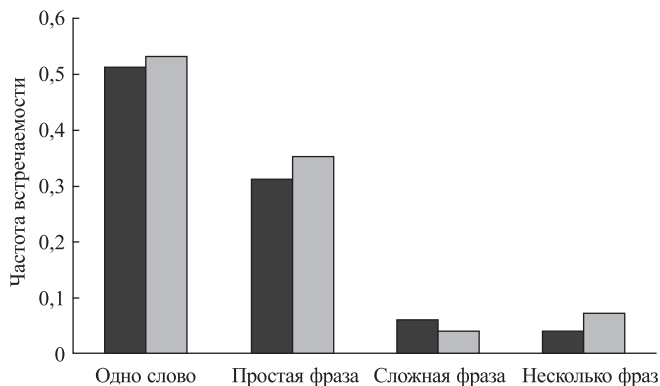


Рис. 1. Разные типы реплик детей в диалоге со взрослым

Черный цвет — данные для первых по порядку рождения детей; серый — данные для вторых по порядку рождения детей.

слова, распознавали гласные и согласные звуки, произносимые детьми. Аудиторы с вероятностью более 75% распознавали значение от 40 до 90% слов, произносимых детьми. В триадах 2, 4, 5 (мальчики) не выявлено различий в распознавании слов аудиторами между первым и вторым ребенком. В речевом репертуаре детей из триады 2 аудиторы распознают значение максимального количества слов — 90% (рис. 2). В триадах 1 и 3 (девочки) аудиторы распознают значение большего количества слов у первых по порядку рождения детей.

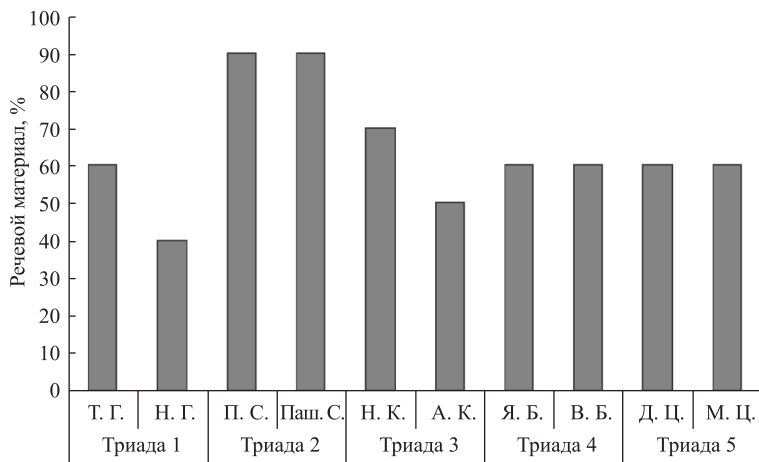


Рис. 2. Распознавание слов шестилетних детей аудиторами

На основе инструментального спектрографического анализа определены значения спектральных характеристик ударных гласных в словах детей, произносимых в диалоге со взрослым и при чтении. Значения F1 и F2 ударного гласного [и], F1 гласного [у] значимо выше тех же значений для гласных взрослой речи. Значения F1 и F2 гласного звука [а] ($p < 0,01$), вторых по порядку рождения детей смещены в более высокочастотную область (рис. 3).

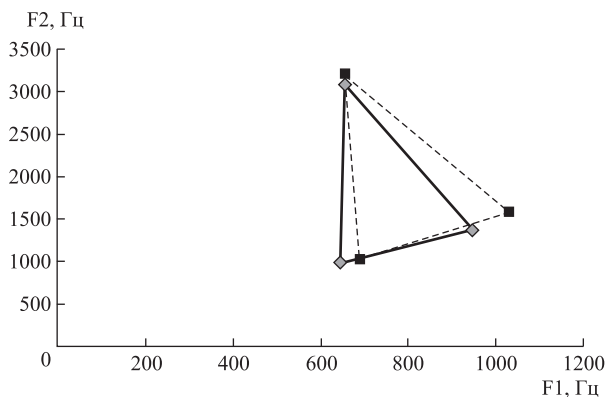


Рис. 3. Формантные треугольники ударных гласных из слов спонтанной речи детей

Сплошная линия — первые по порядку рождения дети, пунктирная — вторые по порядку рождения дети.

Выявлены различия между детьми внутри триад и детьми из разных триад, связанные с особенностями формирования навыка чтения. Оба ребенка из триады 1 читали слова и фразы целиком и понимали смысл прочитанного. Дети из триады 2 понимали смысл прочитанного, но первый ребенок из триады 2 (П. С.) читал по слогам, второй ребенок (Паш. С.) читал слова целиком. Первый ребенок из триады 3 (Н. К.) читал отдельные слоги целиком и называл буквы, второй ребенок (А. К.) читал слоги и слова по буквам, не понимая смысла прочитанного. Дети из триады 4 читали некоторые слова по слогам, также не понимая смысла прочитанного. Дети из триады 5 называли буквы.

Установлены различия в значениях спектральных характеристик гласных в читаемом материале детей с разным уровнем сформированности навыка чтения. Площадь формантного треугольника гласных из слов, читаемых по буквам, больше площади формантного треугольника гласных из слов, читаемых целиком и по слогам, что отражает более четкую артикуляцию гласных при их отдельном произнесении. Установлены различия в площадях формантных треугольников гласных первого и второго ребенка в триадах (рис. 4). В триаде 1 площадь формантного треугольника гласных из слов читаемой речи больше у второго ребенка, в триадах 2, 3, 4 — у первых детей ($p < 0,05$). В триаде 5 различий не выявлено.

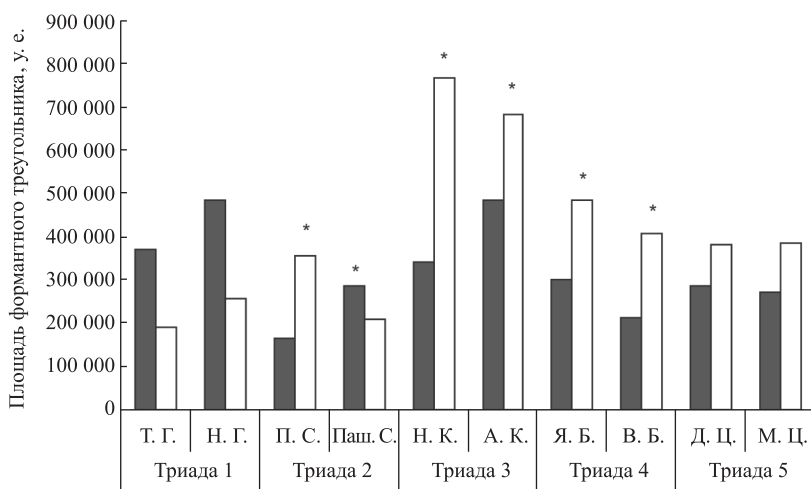


Рис. 4. Площадь формантных треугольников гласных из спонтанной и читаемой речи детей с разным уровнем навыка чтения

Черный цвет — спонтанная речь; белый — чтение. Т. Г., Н. Г., Паш. С. — чтение слов целиком; П. С., Я. Б., В. Б. — чтение слов по слогам; Н. К., А. К. — чтение и слов, и слогов по буквам; Д. Ц., М. Ц. — чтение букв. * — $p < 0,05$ по критерию Манна—Уитни.

При предъявлении детям фонематического теста с картинками не выявлено ошибок. Однако дети из триад 4, 5 и второй ребенок из триады 3 совершали ошибки при повторении пар и троек слогов. Одним из условий формирования фонематического слуха детей является сохранность их слуха. При измерении порогов слуха с помощью метода тональной аудиометрии не выявлено нарушений у детей (значение порогов слуха от 0 до 9 дБ). Развитие фонематического слуха играет важную роль при формировании артикуляторных навыков детей, грамматического строя речи, словарного

запаса ребенка. Слабое развитие фонематического слуха может вызывать трудности в овладении чтением [11, 12]. Дети из триад 4, 5 и второй ребенок из триады 3 имели наиболее низкий уровень сформированности навыка чтения.

Значения КЛП между первым и вторым ребенком из триад 1, 3, 4 значительно не различались (93, 90% — триада 1; 67, 74%, — триада 3; 51, 52% — триада 4, соответственно для первого и второго ребенка). Различия в значениях КЛП между первым и вторым ребенком выявлены в триадах 2 и 5 (56 и –86% — триада 2; 86 и 17% — триада 5, для первого и второго ребенка соответственно). У всех детей, кроме второго ребенка из триады 2, КЛП больше 10%, что свидетельствует о правостороннем предпочтении и доминировании левого полушария по речи.

На основе анализа ЭЭГ в состоянии покоя показано, что у всех детей в теменно-затылочных областях присутствовал альфа-ритм разной степени выраженности и была зарегистрирована преимущественно генерализованная медленноволновая активность. В то же время были выявлены индивидуальные особенности ЭЭГ-картины первого и второго ребенка в триаде. У детей Т. Г. и Н. Г. из триады 1 определен регулярный устойчивый по частоте альфа-ритм в теменно-затылочных областях; амплитуда, частота и спектральная мощность альфа-ритма выше у второго ребенка. Генерализованный высокочастотный ритм определялся только у второго ребенка (Н. Г.) У первого ребенка (П. С.) из триады 2 выявлен медленный альфа-ритм, доминирующей являлась генерализованная полиморфная медленноволновая активность, в центрально-теменных областях наблюдалась тета-активность. У второго ребенка из триады 2 (Паш. С.) доминировал регулярный неустойчивый по частоте альфа-ритм в теменно-затылочных областях. У первого ребенка (П. С.) высокочастотный ритм был генерализованным, у второго ребенка (Паш. С.) он локализовался в передних областях. У обоих детей из триады 4 альфа-ритм регулярный неустойчивый по частоте в теменно-затылочных областях. У второго ребенка (В. Б.) в лобно-центральных областях наблюдались вспышки тета-ритма и генерализованный высокочастотный ритм. У первого ребенка (Я. Б.) высокочастотный ритм отмечался в передних областях. В триаде 5 у ребенка (Д. Ц.) альфа-ритм регулярный устойчивый по частоте, в лобно-центральных областях были зарегистрированы вспышки дельта-волн, у второго ребенка (М. Ц.) альфа-ритм нерегулярный в затылочных областях, здесь доминировала дельта-активность, в центрально-теменных областях наблюдались вспышки тета-ритма. Генерализованный высокочастотный ритм был зарегистрирован только у первого ребенка (Д. Ц.) (табл. 2).

Частота альфа-ритма ($p < 0,01$) и спектральная мощность тета-ритма выше у вторых по порядку рождения детей ($p < 0,05$).

При фотостимуляции в триаде 1 в ЭЭГ у первого ребенка наблюдалось слабое генерализованное усвоение ритма световых мельканий с частотой 16 и 18 Гц, у второго ребенка — 10 и 12 Гц в теменно-затылочной области. У второго ребенка из триады 4 отмечалось усвоение ритма на 10 Гц. У обоих детей из триад 2, 5 и ребенка Я. Б. из триады 4 усвоение ритма не отмечалось.

При гипервентиляции в ЭЭГ-картине детей в триадах 1, 2, 5 и ребенка Я. Б. наблюдается генерализованное увеличение мощности медленных ритмов, у ребенка В. Б. из триады 4 регистрируется увеличение мощности и снижение частоты альфа-ритма, его генерализация и при вспышках — пароксизмоподобная активность. В исследовании, проведенном на группах 5–8-летних детей [9] показано, что у детей с высокой успеваемостью в возрасте 7–8 лет наблюдается реакция усвоения ритма световых мельканий

Таблица 2. Характеристики ЭЭГ-картины близнецов

| Характеристики ЭЭГ-картины | | Дети | | | | | | | |
|-------------------------------|--|----------|-----------|----------|--------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | | Триада 1 | | Триада 2 | | Триада 4 | | Триада 5 | |
| | | Т. Г. | Н. Г. | П. С. | Паш.С. | Я. Б. | В. Б. | Д. Ц. | М. Ц. |
| Фоновый альфа-ритм | Частота (O1), Гц | 8,79 | 9,77 | 7,81 | 9,77 | 9,28 | 8,79 | 8,79 | 8,79 |
| | Частота (O2), Гц | 8,79 | 9,28 | 9,77 | 9,77 | 9,28 | 10,25 | 8,3 | 9,82 |
| | Спектральная мощность (O1), мкВ ² | 122,5 | 160,3 | 63,7 | 252,9 | 438,4 | 310 | 215 | 253,8 |
| | Спектральная мощность (O2), мкВ ² | 80,4 | 92,5 | 90,8 | 248,7 | 358,9 | 242 | 129 | 126,7 |
| Медленные ритмы | Частота (слева)*, Гц | 6,71 | 5,49 | 4,94 | 5,25 | 4,15 | 4,57 | 5,49 | 3,91 |
| | Частота (справа)**, Гц | 5,12 | 4,64 | 5 | 6,23 | 6,35 | 4,09 | 6,71 | 5 |
| | Спектральная мощность (слева)*, мкВ ² | 13,25 | 15,26 | 20,5 | 41,41 | 42 | 56,5 | 37 | 45,15 |
| | Спектральная мощность (справа)**, мкВ ² | 15,38 | 10,76 | 23,7 | 34,42 | 36,94 | 29,8 | 24,42 | 35,8 |
| | Локализация | генер. | пер-центр | генер. | генер. | пер-центр | пер-центр | генер. | центр-тем |
| Высокочастотные ритмы | Частота, Гц | — | 14–20 | 16–20 | — | — | 16–20 | 20 | — |
| | Амплитуда, мкВ | — | до 10 | до 10 | — | — | 10 | 10 | — |
| | Локализация | — | генер. | генер. | — | — | генер. | | — |

Примечание. * — среднее значение для отведений F3, F7, T3, C3, T5, P3, O1; ** — среднее значение для отведений F4, F8, C4, T4, P4, T6, O2. В связи с тем что альфа-ритм был зарегистрирован в затылочных областях, представлены его характеристики для отведений O1 и O2. Сокращения: генер. — генерализованный, пер-центр — передне-центральные области, центр-тем — центрально-теменные области. Для детей из триады 3 исследования не проводились.

в диапазоне альфа-частот (8–12 Гц). У детей с трудностями обучения во всех возрастных группах преобладает реакция усвоения низкочастотного ритма (4–6 Гц) при отсутствии следования в диапазоне 10–12 Гц.

Выявлены индивидуальные характеристики ЭЭГ-картины и особенности формирования навыка чтения детей-близнецов. Дети из триады 1 и второй ребенок из триады 2 читали текст и понимали смысл прочитанного, в их ЭЭГ-картине присутствовал регулярный альфа-ритм. Первый ребенок из триады 2 читал по слогам, в его ЭЭГ преобладала генерализованная полиморфная медленноволновая активность, в центрально-теменных областях отмечалась тета-активность. У детей из триады 4, читавших некоторые слова по слогам, присутствовал регулярный теменно-затылочный гиперсинхронный неустойчивый по частоте альфа-ритм. У второго ребенка отмечались вспышки тета-ритма в лобно-центральных областях. У детей, называвших только

буквы, отмечались вспышки дельта-волн в лобно-центральных областях и вспышки тета-ритма в центрально-теменных областях.

Проанализированные характеристики (16 переменных) на основе факторного анализа позволили выделить два фактора (табл. 3).

Таблица 3. Матрица факторных нагрузок

| Переменная | Фактор 1 | Фактор 2 |
|----------------------------------|------------------|------------------|
| Срок гестации | 0,1197402 | 0,855948 |
| Вес при рождении | -0,473463 | 0,753985 |
| Реплики из 1 слова | 0,707797 | 0,314179 |
| Сложные фразы | -0,938522 | 0,028767 |
| Распознавание слов аудиторами | 0,709543 | 0,028767 |
| Чтение | -0,237721 | 0,926051 |
| Регулярный альфа-ритм | 0,857532 | 0,254771 |
| Частота альфа-ритма | 0,796362 | -0,140241 |
| Спектральная мощность тета-ритма | 0,079341 | -0,707979 |

Примечание. Полу жирным выделены факторы, несущие максимальные нагрузки.

Фактор 1 объединил показатели речевого развития и характеристики альфа-ритма: реплики из одного слова, сложные фразы, регулярность и частоту альфа-ритма. Фактор 2 включил физиологические показатели при рождении детей — вес, срок гестации, формирование навыка чтения, спектральную мощность тета-ритма.

Обсуждение результатов исследования

Проведенное исследование позволило выявить общие и индивидуальные характеристики уровня речевого развития, психофизиологических показателей первого и второго ребенка из пары близнецов.

Реплики как первых, так и вторых по порядку рождения детей в диалоге со взрослым были представлены одним словом или простой фразой, что согласуется с данными, полученными на одиночно рожденных детях [10]. В триадах 1 и 3 аудиторы распознавали значение большего количества слов у первых детей, в остальных триадах различий не выявлено. У всех детей значения спектральных характеристик гласных в шестилетнем возрасте были значимо выше, чем у взрослых, что согласуется с данными о становлении акустической системы гласных у русскоязычных детей [13]. Установлено, что значения первых двух формант гласного звука [а] вторых по порядку рождения детей имеют значимо более высокие значения по сравнению с теми же характеристиками первых по порядку рождения детей. Это соответствует данным о том, что вторые по порядку рождения дети из близнецовой пары имеют худшие показатели речевого развития по сравнению с первыми детьми [3].

У всех детей выражен альфа-ритм в теменно-затылочных отведениях и присутствуют медленноволновые ритмы, что соответствует нормативному формированию электрической активности коры головного мозга для детей шестилетнего возраста. Показано [9], что у детей в возрасте 6–7 лет, не имеющих трудностей в обучении,

преобладает дезорганизованный или заостренный альфа-ритм. В нашем исследовании дети, читающие текст целиком и понимающие смысл прочитанного материала, имеют в ЭЭГ-картине регулярный альфа-ритм. Полученные результаты согласуются с данными о том, что у одиночно рожденных детей, читающих фразы и понимающих смысл прочитанного материала, в затылочных областях доминирует высокочастотный альфа-ритм [10]. У детей, имеющих более низкий уровень сформированности навыка чтения, в ЭЭГ представлен медленный альфа-ритм, доминирование медленноволновой активности или вспышки дельта- и тета-волн. Это согласуется с данными о том, что у детей 6–7 лет, имеющих трудности в обучении, отмечается тенденция к большей выраженности медленного альфа-ритма и полиритмии [9, 14].

Частота альфа-ритма, а также спектральная мощность тета-ритма выше у вторых по порядку рождения детей.

Установлена связь между структурой реплик детей в диалоге со взрослым, выраженностью и частотой альфа-ритма. Дети, в ЭЭГ-картине которых выражен регулярный устойчивый по частоте альфа-ритм, в диалогах произносят преимущественно реплики из одного слова.

В работе показано, что у детей с меньшим сроком гестации и имеющих при рождении меньший вес в 6 лет наблюдается низкий уровень сформированности навыка чтения, в их ЭЭГ-картине отмечаются медленноволновые ритмы. Это согласуется с данными о том, что срок гестации и малый вес при рождении являются одним из факторов риска для когнитивного и речевого развития близнецов [15, 16, 6].

Выводы

1. Речевое развитие шестилетних первых и вторых по рождению дизиготных близнецов характеризуется разнообразием реплик в диалоге со взрослым при преобладании реплик, состоящих из одного слова или простой фразы. Значение 40–60% слов детей достоверно распознается аудиторами. Значения формантных частот гласного [а] значимо выше у вторых по порядку рождения детей. Установлены различия между первым и вторым ребенком в триаде по уровню сформированности навыка чтения. Частота альфа-ритма и спектральная мощность тета-ритма выше у вторых по порядку рождения детей.

2. У детей, читающих текст целиком и понимающих смысл прочитанного, определяется регулярный альфа-ритм. Дети, имеющие в ЭЭГ-картине медленноволновые ритмы, читают отдельные слоги, некоторые слова по слогам или только называют отдельные буквы.

3. Установлена связь между физиологическими показателями при рождении, уровнем речевого развития и психофизиологическими характеристиками детей-близнецов.

Таким образом, показано, что различия между детьми близнецами, проявляющиеся преимущественно в сформированности навыка чтения, определяются физиологическими показателями при рождении (сроком гестации и весом), влияющими на зрелость мозговых структур в 6-летнем возрасте, отражающуюся в выраженности и локализации ритмов.

Литература

1. Сергиенко Е. А., Виленская Г. А., Рязанова Т. Б., Дозорцева А. В. Близнецы от рождения до трех лет. М.: КОГИТО-Центр, 2002. 144 с.
2. What effect does classroom separation have on twins' behavior, progress at school, reading abilities / Tully L. A., Moffitt T. E., Caspi A., Taylor A., Kiernan H., Andreou P. // *Twin Research*. 2004. Vol. 7. P. 115–124.
3. Thorpe K. Twin children's language development // *Early human development*. 2006. Vol. 82. P. 387–395.
4. Stromswold K. Why aren't identical twins identical?: Genetic, prenatal and postnatal factors // *Cognition*. 2006. Vol. 101, issue 2. P. 333–384.
5. Genetic influence on language delay in 2-years old twins / Dale P. S., Rutter M., Simonoff E., Bishop D. V. M., Eley T. C., Oliver B., Price T. C., Purcell C., Stevenson J., Plomin R. // *Nat. Neuroscince*. 1998. N 1. P. 324–328.
6. Language assessment of non-handicapped twins at 5 years of age / Gucuyener K., Arhan E., Soysal A. S., Ergenekon E., Turan O., Onal E., Koc E. // *Pediatrics International*. 2011. Vol. 53. P. 944–949.
7. Дубровинская Н. В., Фарбер Д. А., Безруких М. М. Психофизиология ребенка: Психофизиологические основы детской валеологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. 144 с.
8. Крылов Д. Н., Кулакова Т. П. Особенности нейрофизиологии близнецов // Особенности развития близнецов / под ред. Г. К. Ушакова. М., 1977. 192 с.
9. Мачинская Р. И., Лукашевич И. П., Фишман М. Н. Динамика электрической активности мозга у детей 5–8 летнего возраста в норме и при трудностях обучения // *Физиология человека*. 1997. Т. 23, № 5. С. 5–11.
10. Уровень речевого развития детей на этапе формирования навыка чтения / Ляксо Е. Е., Фролова О. В., Смирнов А. Г., Куражова А. В., Гайкова Ю. С., Бедная Е. Д., Григорьев А. С. // *Психологический журнал*. 2012. Т. 33, № 1. С. 90–104.
11. Phonemes, rimes, vocabulary, and grammatical skills as foundation of early reading development: evidence from longitudinal study / Muter V., Hulme C., Snowling M. G., Stevenson J. // *Developmental Psychology*. 2004. Vol. 40, N 5. P. 665–681.
12. Ben-Shachar M., Dougherty R. F., Deutsch G., Wandell B. A. Contrast responsivity in MT+ correlates with phonological awareness and reading measures in children // *Neuroimage*. 2007. Vol. 37. P. 1396–1406.
13. Динамика спектральных и временных характеристик гласных с возрастом ребенка в спонтанной речи и чтении: исследование на материале русского языка / Ляксо Е. Е., Фролова О. В., Григорьев А. С., Куражова А. В., Бедная Е. Д., Гайкова Ю. С., Остроухов О. В., Павликова М. И. // Сб. тр. науч. конф. «Сессия научного совета РАН по акустике и XXIV сессия Российского акустического общества». М., 2011. Т. 3. С. 69–72.
14. Курганский А. В., Мачинская Р. И. Фронтальные билатерально-синхронные тета-волны на ЭЭГ детей 7–8 лет с трудностями обучения: количественный и качественный анализ // *Физиология человека*. 2012. Т. 38, №3. С. 37–47.
15. Twins as a natural experiment to study the causes of mild language delay: I: Design, twin-singleton differences in language, and obstetric risks / Rutter M., Thorpe K., Greenwood R., Northstone K., Golding J. // *J. Child Psychology and Psychiatry*. 2003. Vol. 44. P. 326–341.
16. Association of intrauterine fetal growth retardation and learning deficits at 9 to 11 years of age / Low J. A., Handley-Derry M. H., Burke S. O., Peters R. D., Pater E. A., Killen H. L., Derrick E. J. // *American J. Obstetrics & Gynecology*. 1992. Vol. 167. P. 1499–1505.

Статья поступила в редакцию 13 июня 2013 г.