

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (СПбГУ)

Выпускная квалификационная работа на тему:

**ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ НЕПОДВИЖНОГО ЗВУКОВОГО
СТИМУЛА ДЕТЬМИ РАННЕГО ВОЗРАСТА,
ВОСПИТЫВАЮЩИМИСЯ В ДОМАХ РЕБЁНКА**

по специальности 37.05.01– Клиническая психология

основная образовательная программа Клиническая психология

специализация: Клиническая психология детей и родителей

Выполнил:
студент 6 курса очной формы
обучения
Кутонова Татьяна
Олеговна

Рецензент:
учитель-дефектолог, СПб ГКУЗ
"Специализированный
психоневрологический дом
ребенка №13 Адмиралтейского
района Санкт-Петербурга"
Полянская Ирина Валерьевна

Научный руководитель:
доктор психологических наук,
профессор
Мухамедрахимов Рифкат
Жаудатович
Научные консультанты:
кандидат биологических наук
Никитин Николай
Иванович
кандидат психологических
наук
Тюмкова Дарья Ивановна

АННОТАЦИЯ

Не было обнаружено исследований пространственного слуха у детей раннего возраста, воспитывающихся в домах ребенка (ДР), поэтому целью настоящего исследования стало изучение длительности периодов локализации и точности локализации неподвижного звукового стимула детьми раннего возраста, из ДР. Было обследовано 16 здоровых детей из ДР (6 м, 10 д) от 14 до 51 мес, из них 7 детей (2 м, 5 д) от 14 до 22 мес сравнивались с 10 детьми из семей (4 м, 6 д) от 14 до 20 мес. Эксперименты проводились в анэхоидной кабине. Ребенок сидел на коленях у взрослого лицом к расположенным в горизонтальной плоскости динамикам, откуда в разной последовательности подавались неподвижные звуковые сигналы (10 шт) под углами 0° (прямо против ребенка), 30° и 60° справа и слева от ребенка. Оценка локализационного поведения проводилась путем анализа траекторий движения головы с помощью системы Fastrak (Pollhemus), фиксирующей положение головы ребенка в заданный момент времени, и создающей динамическую картину реакции ребенка на стимул.

Результаты показали, что длительность первого локализационного движения у детей из ДР короче, чем у семейных детей, тогда как первичная ошибка локализации больше, есть взаимосвязь между первичной и вторичной ошибками локализации с угловым положением источника звука с поправкой на начальное положение головы у детей из ДР.

Предполагается продолжение исследования с увеличением численности выборки для уточнения выявленных фактов и тенденций, и объяснения обнаруженных феноменов.

SUMMARY

There are no identified studies of spatial hearing in institutionalized children of early age (IC). The aim of the present study was to measure the duration of periods and the accuracy of localization by IC of early age. The localization of unmoving sound source in horizontal plane in free field stimulation was studied in a group of 16 healthy IC (6 b, 10 g) from 14 to 51 months, 7 children of them (2 b, 5 g) from 14 to 22 months compared with 10 family children (FC) (4 b, 6 g) from 14 to 20 months. The experiments were conducted in the anechoic camera. The child was sitting at the lap of adult faced to the center of the horizontal sound sources hemisphere. The stimuli were 1 s duration click trains presented in the horizontal plane. Sound sources were positioned at the center (0°) and at angles of 30 and 60 degrees on left and right of the child (10 times). Head movement was recorded by Fastrak (Pollhemus) – a special device, which creates graphs with trajectory of head. The results showed that the duration of the first localization movement by IC is shorter than by FC, the primary error of localization is bigger. There is a relationship between the primary and secondary localization errors with the angular position of the sound source adjusted to the initial position of the head by IC.

Discovered facts are needed in verification for a larger sample in the further.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	2
SUMMARY.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. Исследования пространственного слуха у детей.....	12
1.1 Физиологические и нейрофизиологические основы работы пространственно-слухового восприятия.....	12
1.2 Исследования пространственного слуха и локализации звука в горизонтальной плоскости детьми младенческого и раннего возраста.....	22
1.3 Психическое развитие детей младенческого и раннего возраста, имеющих опыт депривации.....	28
ГЛАВА 2. Методы и организация исследования.....	34
2.1 Описание выборки исследования.....	35
2.2 Метод и процедура исследования.....	36
2.3 Математико-статистические методы обработки данных.....	44
ГЛАВА 3. Результаты исследования.....	45
3.1 Качественные различия локализационного поведения детей из дома ребенка и семейных детей при локализации неподвижного звукового стимула в анэхоидной камере.....	45
3.2 Сравнение длительности периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости внутри группы детей из дома ребенка.....	49
3.3 Сравнение значений первичной и вторичной локализационных ошибок неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости внутри группы детей из дома ребенка.....	50
3.4 Сравнение длительности периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости внутри группы детей из дома ребенка и группы семейных детей.....	51
3.5 Сравнение значений первичной и вторичной локализационных ошибок неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости внутри группы детей из дома ребенка и группы семейных детей.....	54

3.6 Анализ взаимосвязи между пространственным положением неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости и параметрами локализации в группе детей из дома ребенка.....	56
3.7 Сравнение длительностей периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из дома ребенка и семейных детей.....	59
8. Сравнение значений первичной и вторичной ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из дома ребенка и семейных детей.....	60
Обсуждение результатов.....	64
Выводы.....	73
Заключение.....	74
Список использованных источников.....	75

Введение

К настоящему времени в российской и зарубежной литературе встречается большое количество исследований, изучающих процесс слуховой локализации взрослым человеком (Альтман, 1990; Batler et al., 1976; Carlile et al., 1999; Jeffress et al, 1961; Licklider et al, 1950; Mills, 1972; Pinek et al., 1989; Van den Bogaert et al., 2006 и др.), но не так много работ, посвященных изучению процесса слуховой локализации детьми младенческого и раннего возраста (Мухамедрахимов, Никитин и др., 2011; Ashmead et al., 1987; Clarkson et al., 1991; Clifton et al. 1988; Morrongiello, 1987, 1989; Morrongiello & Rocca, 1987; Muir & Clifton, 1985; Muir & Field, 1979 и др.). Данные об особенностях процесса слуховой локализации детьми младенческого и раннего возраста из домов ребенка не встречаются совсем, что определяет *актуальность* настоящего исследования.

Результаты изучения пространственного слуха у взрослых свидетельствуют о том, что в основе процесса слуховой локализации лежат физиологические и нейрофизиологические механизмы работы отделов слуховой системы (Ashmead et al, 1998; Aslin et al, 1983; Blauert, 1969; Butler, 1975; Chase & Young 2005; Clifton et al, 1988; Devore & Delgutte, 2010; Eichenbaum, 2017; Erber, 1968; Harrison, 1978; Jenkins & Masterton, 1982; Keefe et al, 1993, 1994; King et al, 1998; Neil et al, 2006; Okabe et al, 1988; Rodriguez et al, 1991; Shaw & Teranishi, 1968; Werner et al, 2012; Альтман, 1990; Шустин и др., 2007). Показано, что участие ушной раковины в процессе локализации определяет точность положения звука в пространстве (Butler, 1975), её размер влияет на количество улавливаемой информации и диапазон воспринимаемых частот (Blauert, 1969; Shaw & Teranishi, 1968). Наружный слуховой проход способен воспринимать звуки определенных частот (Альтман, 1990), что влияет на возможности или ограничения локализации звуков в соответствующем частотном диапазоне. Работы, изучающие нейрофизиологический механизм пространственного слуха,

показали участие следующих структур головного мозга: комплекс кохлеарных ядер ствола мозга, комплекс ядер верхней оливы продолговатого мозга, заднее и верхнее двуххолмие среднего мозга, ядра таламуса промежуточного мозга, поперечная височная извилина Гешля, правый и левый гиппокамп медиальных височных отделов полушарий головного мозга (Eichenbaum, 2017; Harrison, 1978; King et al, 1998; Werner et al, 2012; Альтман, 1990). Было выяснено, что верхнее двуххолмие и гиппокамп содержат карту слухового пространства в звукотопических координатах и когнитивные карты соответственно (Eichenbaum, 2017; Knudsen 1982; Palmer et al, 1982). Показано, как в процессе роста происходит калибровка слуховых карт при помощи зрительной (King et al, 1988) и моторной системы (Ashmead et al, 1998).

Исследований механизмов функционирования пространственного слуха у детей младенческого и раннего возраста было обнаружено не так много (Aslin et al, 1983; Clifton et al, 1988; Keefe et al, 1993, 1994; King et al, 1988; Neil et al, 2006; Okabe et al, 1988; Shaw & Teranishi, 1968). Определено, что проводящий аппарат младенцев передает меньше звуковой энергии, чем это зафиксировано у взрослых (Keefe et al, 1993, 1994), эти различия в проводимости сохраняются вплоть до подросткового возраста (Okabe et al, 1988), что указывает на отличительные признаки локализационных способностей у детей младенческого и раннего возраста от взрослого человека. Показано, как структуры среднего и внутреннего уха изменяются в процессе роста ребенка (Гайворонский и др, 2009; Котова, 2006), что позволяет предполагать наличие индивидуального компонента восприятия звука у детей раннего возраста. Изучение изменений параметров организма в процессе роста (Clifton et al, 1988) продемонстрировало связь между увеличением размера головы у младенцев и детей раннего возраста и увеличением точности локализации звука.

Исследования, посвященные изучению пространственного слуха и параметров качества локализационной реакции у детей младенческого и

раннего возраста, немногочисленны. Из имеющихся работ удалось выяснить, что новорожденные, при подаче звукового сигнала, смотрят в сторону источника звука и поворачивают голову (Muir & Field, 1979; Wertheimer, 1961). На первом месяце жизни латентный период составляет около 8 с, далее это время уменьшается до 1 с (Dodwell, et al 1980; Clifton et al, 1981), что объясняется переходом ответственности за реакцию на звуковой стимул от неонатальных подкорковых рефлексов к корковым механизмам регуляции (Muir & Clifton, 1985). Также, были обнаружены исследования, изучающие способности детей младенческого и раннего возраста к различению частот и их слуховую чувствительность (Clarkson et al, 1991; Moore et al, 1982; Olsho et al, 1984, 1985, 1987, 1988). Были получены неоднозначные данные о способности младенцев к восприятию высокочастотных звуков (Berg et al, 1983; Olsho, 1984), но в то же время определено, что чем старше дети, тем больший спектр частот они различают (Berg et al, 1983), и к 5 годам их значения достигают тех же порогов слуха, что и у взрослых (Reuter, 1998). Выявлено, что для определения качества пространственно слуховых способностей применяется измерение минимально различимого угла у детей разных возрастов: с увеличением возраста минимально различимый угол уменьшается, что говорит о возрастающей вместе с возрастом разрешающей способности к локализации (Ashmead, 1987, 1991; Morrongiello, 1988, 1990; Литовский, 1996). Изучается точность локализации как показатель качества пространственно слуховых способностей: была обнаружена связь между увеличивающимся возрастом ребенка и возрастающей точностью локализации (Morrongiello & Росса, 1987, 1990), но не было обнаружено связей между полом ребенка и точностью локализации звуков (Clifton et al, 1988; Тюмова, 2016). Обнаружено, что в одном из исследований автором выделяется структура локализационной реакции, которая включает три периода локализации: латентный, период первого локализационного движения, корректирующий период; а также изучается точность локализации, выражаемая через первичную и вторичную ошибки локализации. Результаты

этого исследования показали, что в связи с увеличением возраста уменьшается длительность латентного периода и увеличивается длительность корректирующего периода (Тюмова, 2016). Были обнаружены исследования, изучающие влияние социальной стимуляции на локализационное поведение (Morre et al, 1975; Мухамедрахимов и Никитин, 2011). Выявлено, что сопровождение звуков визуальными или социальными стимулами вызывает больше локализационных реакций, а сопровождение звуковых стимулов позитивным социальным взаимодействием влияет на точность определения источника звука.

Исследования, касающиеся изучения физиологического, двигательного, когнитивного и социального развития детей младенческого и раннего возраста из домов ребенка, показали, что дети с опытом депривации имеют значительные отставания по показателям развития от своих сверстников, не имеющих опыта пребывания в учреждении (Chugani et al, 2001; De Barros et al, 2003; Gunnar et al, 2000, 2014; Koss et al, 2014; Loman et al, 2005; Marshall et al, 2004; Nelson et al, 2007; Piek et al, 2008; St.Petersburg-USA Orphanage Research Team, 2008; Лисина, 2009; Мухамедрахимов, 2001; Папушек и др., 2001; Сергиенко, 2006). Данные позволяют предположить, что помимо упомянутых задержек в развитии, дети из домов ребенка будут иметь некоторые отличия в развитии пространственного слуха по сравнению с семейными детьми. Вероятно, незрелость процессов будет проявляться в более отстающих показателях длительностей периодов локализации и сопровождаться увеличением ошибок локализации.

Таким образом, в научной литературе обнаружены работы, направленные на изучение особенностей пространственно-слуховой локализации детьми младенческого и раннего возраста. Но не было обнаружено работ, изучающих процесс локализации неподвижного звукового стимула детьми раннего возраста, воспитывающимися в домах ребенка. *Актуальность* настоящего исследования определяется необходимостью восполнения недостатка научной информации о локализации неподвижного

звука детьми раннего возраста, получения данных о локализации неподвижного звука детьми раннего возраста, воспитывающихся вне семьи в условиях дома ребенка.

Целью настоящего исследования является сравнительное изучение локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости детьми, воспитывающимися в доме ребенка, в возрасте от 14 до 22 месяцев.

Объектом исследования является локализация звука человеком.

Предметом исследования является локализация неподвижного звука детьми раннего возраста, воспитывающимися в домах ребенка.

Основные гипотезы исследования:

1. Периоды локализации неподвижного звукового стимула детьми раннего возраста из дома ребенка будут иметь более высокие показатели временных значений локализации, чем у семейных детей.
2. Точность локализации, выражающаяся в ошибке локализации, будет ниже у детей из дома ребенка в сравнении с детьми из семьи.
3. Величины периодов и точности локализации будут иметь взаимосвязь с начальным положением головы детей из дома ребенка.

В соответствии с целью и гипотезами были сформулированы *задачи* исследования:

1. Изучить локализацию неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости детьми из дома ребенка в возрасте 14-22 месяцев.
2. Изучить значения периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости детьми 14-22 месяцев из дома ребенка и сравнить их со значениями группы семейных детей того же возраста.

3. Изучить величины ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости детьми 14-22 месяцев из дома ребенка и сравнить их с величинами ошибок в группе семейных детей того же возраста.
4. Выявить взаимосвязь между начальным положением головы и величинами периодов локализации и точности локализации у детей, проживающих в доме ребенка.

Научная новизна работы заключается в том, что в ней впервые в литературе представлены данные изучения особенностей локализации неподвижного звука детьми 14-22 месяцев, воспитывающимися в доме ребенка. Практическая значимость данной работы может состоять в том, что ее результаты являются основанием для разработки рекомендаций по развитию и улучшению пространственного восприятия у детей, проживающих в условиях учреждения.

ГЛАВА 1. Исследования пространственного слуха у детей

В данной главе представлен обзор отечественных и зарубежных научных исследований, посвященных изучению развития физиологической и нейрофизиологической работы системы слуха, а также роль отдельных структур слуховой системы для процесса пространственной локализации неподвижного источника звука в горизонтальной плоскости. Представлен обзор научных работ, изучающих пространственный слух у детей младенческого и раннего возраста, обсуждаются показатели локализации. Проведено обобщение представленных исследований с последующим сравнением с показателями физического и психического развития детей из домов ребенка в связи с условиями социального окружения.

1.1 Физиологические и нейрофизиологические основы работы пространственно-слухового восприятия.

В данном разделе представлены и обобщены результаты исследований значения различных структур слуховой системы для локализации звука в пространстве, а также, в связи с темой работы, сделан акцент на изучении особенностей физиологического строения структур органа слуха у детей младенческого и раннего возраста, и их связь с локализационными способностями.

Физиологические основы механизма локализации звуковых стимулов в пространстве. В процессе пространственного слухового восприятия задействованы как слуховые анализаторы, так и вестибулярные, зрительные, тактильные системы. В качестве слухового анализатора выступает орган слуха, включающий в себя наружное, среднее и часть внутреннего уха (улитку), который в первую очередь максимально чувствительно улавливает на фоне различных шумов сигнал, после чего поступивший сигнал

раскладывается на его составляющие, которые затем преобразуются в импульс. После преобразования, принятая ранее из слухового анализатора информация проходит импульсной активностью по слуховым волокнам к центрам слуховой системы.

1. *Наружное ухо* включает в себя ушную раковину и наружный слуховой проход. Эти структуры играют важную роль в локализации звука на частотах, которые в значительной степени подвержены воздействию широкополосного шума (Rodriguez et al, 1991). При этом каждая составляющая наружного уха имеет своё особое значение для процесса локализации.

В ранних исследованиях отводится значительное внимание участию ушных раковин для определения источника звука не только в горизонтальной, но и в вертикальной плоскостях (Blauert, 1969). По строению ушная раковина напоминает форму воронки, позволяющую улавливать звуки из окружающего пространства, и состоит из эластичного хряща. Также отмечается связь между размером ушной раковины и повышением чувствительности к частотам. (Shaw & Teranishi, 1968). Высокая точность локализации источника звука в горизонтальной плоскости может быть достигнута при участии двух ушей одновременно. При участии в процессе локализации только одного уха точность значительно снижается (Butler, 1975). Ушная раковина новорожденных детей имеет уплощенный вид по сравнению с ушной раковиной взрослого человека, а также небольшие размеры. Максимальный рост ушной раковины приходится на период до двух лет, но завершается только в период полового созревания. Также отмечено, что в длину рост происходит быстрее, чем в ширину (Котова, 2006). Процесс изменения морфологической структуры ушной раковины в процессе роста может отражаться на качестве локализации звука в пространстве, влияя на характер и объем улавливания звуков определенных частот. Таким образом, ушной раковине отведена не последняя роль для процесса локализации

неподвижного стимула, так как она является первоначальным звеном в цепочке передачи звуковой волны к следующим структурам.

Далее за ушной раковиной следует наружный слуховой проход, представляющий собой трубку, состоящую из хряща и кости, которая заканчивается барабанной перепонкой, стоящей под углом 30° к оси. По наружному слуховому проходу распространяется звуковая волна, где вследствие резонансов и изменения давлений становится возможным воспринимать звуки определенных частот (Альтман, 1990). По разным данным длина слухового прохода составляет от 25 до 35 мм у взрослого человека (Альтман, 1990; Гайворонский и др, 2009; Котова, 2006), тогда как у новорожденного длина слухового прохода составляет около 15 мм, он относительно узкий и круто изогнут, его стенки состоят полностью из хряща. В некоторых исследованиях было показано, как конфигурация наружного уха влияет на чувствительность слуха. В частности, был изучен размер наружного слухового прохода и его связь с уровнем слуха. Так, ученые пришли к выводу, что большие объемы ушных каналов приводят к смещению ориентировки процесса звукопередачи на более низкие частоты, а специфические акустические характеристики звука начинают влиять на величины порога слуха (Erber, 1968; Hellström, 1995). Проводящий аппарат младенцев передает меньше звуковой энергии, чем это зафиксировано у взрослых (Keefe et al, 1993, 1994), эти различия в проводимости сохраняются вплоть до подросткового возраста (Okabe et al, 1988), что, вероятно, вносит вклад в наблюдаемые возрастные различия в абсолютной чувствительности.

Барабанная перепонка у новорожденного является относительно крупной, приближенной по своим параметрам к барабанной перепонке взрослого человека, но в тоже время она имеет более сильный наклон, чем у взрослого человека, который составляет порядка $35-40^\circ$ (Котова, 2006). С возрастом физиологические характеристики наружного слухового прохода и положения барабанной перепонки к оси меняются, что не может не влиять на

характер восприятия слуховой информации, а именно на чувствительность к восприятию заданных определенной частотой звуков.

2. *Среднее ухо* представлено барабанной полостью и слуховой трубой, располагается в височной кости, а предназначением среднего уха является создание максимально улучшенных условий передачи энергии акустического сигнала далее во внутреннее ухо. Барабанная полость содержит три слуховые косточки: молоточек, наковальню и стремечко, которые суставами соединены между собой. Сама полость у новорожденных детей и взрослых по размерам слабо отличаются между собой, за исключением того, что у новорожденных слизистая оболочка более утолщенная. Слуховые косточки у новорожденных детей соответствуют размерам косточек у взрослых (Котова, 2006). Их функция - обеспечивать механическую передачу и усиление колебательных движений от барабанной перепонки до перелимфы, которой заполнен лабиринт (система внутреннего уха). В проводившихся исследованиях отмечается, что при отсутствии всех слуховых косточек не было бы достигнуто должное возбуждение структур внутреннего уха, что остановило бы процесс передачи звукового импульса далее по нервным волокнам (Альтман, 1990; Гайворонский и др, 2009).

Слуховая труба сообщается с носоглоткой и служит для уравнивания давления воздуха на барабанную перепонку в полости среднего уха с атмосферным давлением. В процессе роста ребенка слуховая труба удлиняется, а просвет слуховой трубы постепенно суживается от 2,5 мм у шестимесячного ребенка до 1 мм у шестилетнего ребенка (Котова, 2006), что, вероятно, помогает уравнять давление между полостями, приближая соответствующие показатели к значениям взрослого человека. Таким образом, в процессе роста ребенка система среднего уха, имея особое физиологическое строение, оказывается способной влиять на характер передачи звукового импульса, что усиливает индивидуальный компонент восприятия звука.

3. *Внутренним ухом* называется система каналов, лабиринт, заполненный специальной жидкостью. Лабиринт различают костный и перепончатый. Костный лабиринт включает три части: улитку, преддверие и костные полукружные каналы. Улитка относится к органу слуха, а преддверие и костные полукружные каналы к органу равновесия. В перепончатом лабиринте выделяют три части: перепончатую улитку, мешочек и маточку, полукружные протоки. Перепончатая улитка содержит кортиева орган – сложно устроенный рецептор слуха, состоящий из волосковых клеток. Мешочек и маточка содержат отолитовые аппараты, которые воспринимают вертикальные ускорения. Полукружные протоки содержат гребешки, которые воспринимают угловые ускорения (Гайворонский и др, 2009). Назначением внутреннего уха принято считать первичный анализ звуковой информации, поступивший из среднего уха. Информация раскладывается на различные каналы, иннервирующие затем слуховые нервы. Структуры внутреннего уха по своим размерам не имеют больших отличий от структур взрослого человека, но костные стенки полукружных каналов в процессе роста ребенка утолщаются, подвергаются постепенному окостенению (Котова, 2006), усиливая индивидуальный компонент восприятия звука у детей раннего возраста.

Еще к одному физиологическому фактору, влияющему на раннюю пространственно-слуховую локализацию, можно отнести быстрое увеличение размеров головы и формы черепа ребенка в процессе роста, что несет определенные последствия для перцептивного функционирования. К примеру, некоторые исследователи полагают, что меньший размер головы смещает звуковую локализацию в сторону более высоких частот, а чувствительность к локализации сигналов по времени будет снижена за счет уменьшения междушного расстояния (Aslin et al, 1983). В другом исследовании были получены значимые связи между увеличением размера головы у младенцев и детей раннего возраста и увеличением точности

локализации звука, здесь же авторы отмечают, что точность локализации не зависит от пола ребенка (Clifton et al, 1988).

Таким образом, результаты исследований физиологических основ работы пространственно-слухового восприятия показали, что строение системы органа слуха у младенцев и детей раннего возраста претерпевает значительные изменения в процессе развития. В результате роста наружного, среднего и внутреннего уха изменяется их механическое функционирование, вслед за этим улучшается способность поглощать и передавать большее количество звуковой энергии, изменяется чувствительность к восприятию звуков, имеющих определенные акустические характеристики. Точно также изменения размеров и формы черепа ребенка оказывают влияние на процесс перцепции звукового сигнала.

Нейрофизиологические основы механизма локализации звуковых стимулов в пространстве. Под нейрофизиологическими основами механизма пространственно-слуховой локализации подразумевается вклад различных структур мозга в организацию сложной работы локализации источника звука.

Значение для процесса локализации функциональных свойств различных компонентов слуховой системы продолжает изучаться. Но на сегодняшний день были установлены некоторые особенности их функционирования, имеющие специфическое значение для локализации источника звука. Так, ядра комплекса кохлеарных ядер ствола мозга, куда приносит звуковую информацию слуховой нерв из внутреннего уха, принято делить на несколько областей. Каждая область иннервируется определенными нервными волокнами, приходящими из разных частей улитки внутреннего уха. Это обеспечивает ответ нейронов кохлеарного ядра на звуки, подаваемые на широком спектре частот (Werner et al, 2012; Альтман, 1990), что, вероятно, может иметь влияние на разрешающую способность слуховой системы к восприятию разночастотных стимулов.

Еще одним значимым центром для пространственно-слуховой локализации является комплекс ядер верхней оливы, которые располагаются в продолговатом мозге. В них происходит конвергенция пришедших нервных импульсов от правой и левой улиток (Альтман, 1990) - это обеспечивает слияние информации, пришедшей от правого и левого уха, что, по сути, является сопоставлением информации от разных точек пространства в один звуковой пространственный преобраз. Кроме того, было установлено, что малочисленность или многочисленность клеточных элементов в главных ядрах оливарного комплекса влияет на выраженную чувствительность к высоким или низким частотам соответственно (Harrison, 1978) - это необходимо для процесса локализации звуковых сигналов, осуществляющегося по высоким или низким частотам.

Следующим слуховым центром, занимающим стратегически важное положение, являются структуры среднего мозга, а именно заднее и верхнее двухолмие. Заднее двухолмие является своеобразной синаптической станцией для множества путей, таких как заканчивающиеся восходящие волокна нейронов кохлеарных ядер, верхней оливы, нисходящие волокна нейронов слуховой коры, а также сюда приходит афферентация из соматических отделов мозга (Альтман, 1990). Таким образом, в заднем двухолмии осуществляется своеобразная слуховая и моторная интеграция. Исследования, проводившиеся при поражении структур заднего двухолмия, доказывают, что эта часть среднего мозга вовлечена в процесс локализации звука в пространстве (Jenkins&Masterton, 1982), так как нейроны этой области чувствительны к многочисленным акустическим сигналам местоположения (Devore&Delgutte, 2010): интерференционные временные различия, различия по частоте и монофонические спектральные сигналы (Chase&Young 2005). Ядро плеча заднего двухолмия получает прямой ввод импульса от центрального ядра заднего двухолмия и обеспечивает топографическую проекцию на верхнее двухолмие (King et al, 1998). Верхнее двухолмие, в свою очередь, содержит определенную карту слухового

пространства в звукотопических координатах, а активация нейронов определенных точек звуковой карты вызывает реакцию, направленную на соответствующую точку пространства (Knudsen 1982; Palmer et al, 1982). Также известно, что верхнее двухолмие содержит зрительные карты пространства (Lunenburg et al, 2001), в связи с чем изучалась их связь со слуховыми картами. В процессе роста ребенка, в том числе из-за увеличения размеров головы, ушных раковин и изменения формы черепа, для обеспечения точной локализации источника звука в пространстве требуется постоянная калибровка слуховых карт. Как отмечают некоторые исследователи, это осуществляется с помощью сопоставления информации, полученной от зрительной системы, о чем свидетельствуют эксперименты, в которых даже при аномальном развитии бинаурального слуха, карты слухового пространства оставались точны благодаря выравниваю с помощью зрительного образа (King et al, 1988). Однако, также были найдены данные, рассказывающие о том, что дети, имеющие нарушение зрения или полное его отсутствие, не отставали от своих зрячих сверстников в способностях локализации звука в пространстве. Авторы предполагают, что это можно объяснить опытом изменения акустических характеристик звука при самодвижении (Ashmead et al, 1998). Таким образом, можно говорить о том, что процесс локализации звука в пространстве является сложным механизмом взаимодействия нескольких сенсомоторных и визуальных функций, обеспечивающих пластичность нервной системы к формированию процесса локализации. Однако, такая мультисенсорная чувствительность верхнего двухолмия созревает в процессе взросления. Изучались младенцы в возрасте от 1 до 10 месяцев, у которых наблюдали движения головы и глаз при предъявлении слуховых, зрительных или двух стимулов одновременно в положении 25° и 45° справа или слева от средней линии головы. Младенцы в возрасте до 8 месяцев показали более длительные латентные периоды по отношению к бимодальным стимулам, чем к унимодальным, а дети 8-10 месяцев показали лучшие результаты (более короткий латентный период) по

отношению к бимодальным стимулам, чем к унимодальным (Neil et al, 2006). Данные могут свидетельствовать о предпочтении младенцами старше 8 месяцев бимодальных стимулов и возрастающей компетентности младенцев к различению двойственных стимулов с возрастом, что в очередной раз подчеркивает значимость фактора роста для улучшения локализационных способностей.

Дальнейший слуховой путь пролегает к промежуточному мозгу к слуховым ядрам таламуса, причем каждая таламическая зона имеет четкие связи с определенными областями заднего холма. Далее от таламуса происходит афферентация слуховой области коры, которая у человека представлена поперечной височной извилиной Гешля (Альтман, 1990). В медиальных височных отделах полушарий мозга располагаются правый и левый гиппокамп, работу которых признали неотъемлемой частью процесса ориентировки в пространстве. Так было выяснено, что гиппокампальная система обладает механизмом пространственной памяти: посредством пространственно-геометрических вычислений (вычисление физических расстояний и углов, интеграция путей) с использованием памяти (своеобразное картографирование) создаются определенные когнитивные карты, которые подразумевают под собой некий опыт в памяти, хранящий пространственное отображение и способствующий навигации (Eichenbaum, 2017). О существовании в гиппокампальной системе, помимо зрительных, в том числе слуховых карт свидетельствуют исследования, рассказывающие о причастности этой системы к процессу слуховой локализации звука в пространстве. Так, было выяснено, что у больных эпилепсией, при эпилептическом повреждении гиппокампа, наблюдаются значительные нарушения пространственного слуха (Альтман и др., 2010; Шустин и др., 2007).

Процесс развития слуховой системы проходит поэтапно. Период наиболее интенсивного развития слуха приходится на возрастной диапазон пяти месяцев гестации – первых четырехлет жизни и оканчивается только

после 8 лет жизни. Нет однозначного мнения о точном возрасте начала функционирования слухового анализатора, но, судя по полученным данным, можно отнести этот процесс ко времени третьего триместра беременности: Rubel указывает, что улитка начинает функционировать с 18-й недели гестации, Hepper и Shahidullah получили зарегистрированный с помощью ультразвука поведенческий ответ на внешнее звуковое воздействие с 19-й недели гестации, Lasky и Williams отмечают, что функция слуха появляется у плода после 20-й недели гестации, Н.П. Шабалов указывает на появление «кохлеопальпебрального рефлекса» с 26-й недели (Hepper&Shahidullah, 1994; Rubel, 1984; Шабалов, 2002). Современные исследования отмечают, что нейрональные пути человека заложены к 29 неделе беременности в стволе мозга и продолжают расти и развиваться в течение следующих месяцев и лет жизни. Образование синаптических связей и их стабилизация также продолжают после рождения, ученые отмечают, что скорость их окончательного формирования зависит от индивидуального опыта ребенка. Миелинизация слуховой коры происходит в 3 месяца жизни и продолжается до четырех лет. (Гайворонский и др, 2009; Dekaban, 1970; Yakovlev, 1967). Эффективная синаптическая проводимость и увеличение миелинизированных областей коры приводят к увеличению скорости нейронной проводимости и улучшению передачи информации.

Таким образом, полученные данные о роли структур головного мозга в процессе локализации и их созревании в процессе внутриутробного развития и далее, после рождения, подчеркивают мысль о поэтапном формировании слуховых процессов (активный пик продолжается до четырех лет), что, в свою очередь, оказывает влияние на качество пространственно-слуховой локализации у детей, незрелость процессов, разворачивающихся со временем в процессе развития ребенка.

2. Исследования пространственного слуха и локализации звука в горизонтальной плоскости детьми младенческого и раннего возраста

В данном разделе представлен обзор научных исследований, посвященных изучению пространственного слуха детьми младенческого и раннего возраста. Обсуждаются показатели локализации неподвижного звука в горизонтальной плоскости.

В настоящее время для исследования процесса локализации неподвижного звукового источника используется теория, предполагающая определение координат этого источника в трехмерном пространстве: горизонтальной и вертикальной плоскостях относительно головы слушателя и по степени удаленности источника звука от слушателя (Альтман, 1990). В настоящей работе представлено исследование локализации звука, проводившееся в горизонтальной плоскости.

Первые работы, посвященные изучению локализационных способностей у человека, проводились на взрослых людях. Эти работы послужили основой для дальнейшего развития в области пространственной локализации. Благодаря первым исследованиям были разработаны обязательные условия для проведения экспериментов: использование анэхоидной камеры для исключения фактора звуковых отражательных способностей специально необорудованных закрытых пространств; использование громкоговорителей для подачи звуковых сигналов, а в последующем специальных наушников, которые позволяют исключить фактор отклонения головы от заданного положения, а также не требуют использования фиксации головы (Jeffress et al, 1961; Licklider et al, 1950; Mills, 1972; Алексеенко, 1949; Альтман, 1972; Бехтерев и др., 1975 и др.).

Были выделены основные закономерности механизма пространственно-слуховой локализации. Так, было установлено, что разрешающая способность локализации источника звука наиболее высока при размещении источника звука по средней линии головы, соответственно, при большем смещении источника звука от средней линии головы к одному из ушей разрешающая способность уменьшается (Stevens&Newman, 1936, Mills, 1972). Показана важность возможности осуществить первичное

ориентационное движение головы и глаз в сторону источника звука для того, чтобы верно оценить его положение в пространстве (Noble, Gates, 1985; Hendrickx et al, 2017). Было установлено, что есть зависимость между средней ошибкой локализации, через которую выражается точность локализации, и частотностью звукового стимула. Зависимость можно наблюдать в снижении разрешающей способности локализации звука на частотах близких к 1,5-2,5 кГц, на частотах выше указанных осуществляется локализация источника звука за счет разности междушумной стимуляции по интенсивности, а на частотах ниже указанных – за счет разности междушумной стимуляции по времени (Stevens, Newman, 1936). Таким образом, в данной области перехода от одних частот к другим была замечена наиболее низкая разрешающая локализационная способность (Mills, 1972).

Было выявлено, что у людей воспринимаемое местоположение звука изменяется в зависимости от ширины полосы сигнала (Blauert 1996; Nebrank & Wright 1974; Roffler & Butler 1968). Так, восприятие звуков, подаваемых с временной задержкой больше 550 мкс, совпадает с истинным углом подачи звукового сигнала, в то время как восприятие звуков с задержкой меньше 550 мкс начинает зависеть от спектра звукового сигнала (Blauert, 1971). Кажущееся пространственное положение источника звука определяется его частотным составом. У испытуемых, с закрытым правым ухом и свободным левым, при предъявлении серии шумовых низкоинтенсивных сигналов удалось обнаружить, что локализация местоположения стимула определяется частотным составом сигнала: при смене центральной частоты от 4,0 до 14,0 кГц с шагом 0,5 кГц звук смещался от своего истинного положения в сторону (Butler et al, 1980). Установлена зависимость между углом подачи звука и воспринимаемой громкостью поданного сигнала (Sivonen et al, 2006). Таким образом, ранние работы процессов локализации задали определенный характер исследования, и в последующем область изучения расширилась и распространилась на детей разных возрастов. В связи с целями данного исследования будут рассмотрены дети младенческого и раннего возраста.

Несмотря на то, что на сегодняшний день нет однозначного мнения о точных сроках возникновения слуха у плода, период возникновения слуховой чувствительности можно отнести к третьему триместру беременности (Hepper&Shahidullah, 1994; Rubel, 1984; Шабалов, 2002). Передняя брюшная стенка беременной женщины, стенка матки и амниотическая жидкость, в которой находится плод, обеспечивают эффект аттенуации. Он по-разному выражен для различных звуковых частот – наибольшей проникающей способностью обладают низкие частоты, которые на протяжении всего внутриутробного развития слышит плод, так же как и звуки, превышающие 60 дБ. К постоянно слышимым звукам можно отнести биение сердца, дыхательные шумы, перистальтику кишечника, сосудистые шумы, голос и движения матери (Hepper&Shahidullah, 1994; Rubel, 1984; Шабалов, 2002).

История изучения процесса локализации звуков детьми получила широкое развитие в 1980-е годы. Но немного ранее уже было предпринято несколько попыток углубиться в эту область (Brazelton, 1973; Butterworth et al, 1976; Mc Gurk et al, 1977). Так, первое экспериментальное исследование, сделанное Вертхеймером, продемонстрировало, что новорожденные, при подаче звукового сигнала, смотрят в сторону источника звука (Wertheimer, 1961). Дальнейшие исследования показали, что при подаче звукового сигнала к источнику звука поворачиваются не только глаза, но и голова – orienting response. В то же время латентный, скрытый, период реакции на данном этапе развития составляет порядка 8 с (Clifton et al, 1981; Muir&Field, 1979). Было выяснено, что поворот головы в ответ на звуковой стимул присущ детям примерно в первый месяц жизни. В последующие же месяцы, вплоть до четвертого, эта реакция не проявляется, после чего её можно наблюдать вновь, но уже в более совершенном виде, отличном от реакции новорожденных в первый месяц жизни: время латентного периода теперь занимает около секунды (Dodwell, et al 1980; Muir, et al, 1989). Такой скачок в сокращении времени задержки ответа на звук некоторые авторы склонны

объяснять теорией развития центральных кортикальных механизмов: в первый месяц жизни ребенка за процесс локализации звука ответственны неонатальные подкорковые рефлексy, после чего ответственность за локализацию звука передается корковым механизмам, являющимся также рефлексорными, но уже в сочетании с волевым компонентом (Muir&Clifton, 1985).

Было проведено большое количество исследований, изучающих способность к различению частот и чувствительность слуха детей младенческого и раннего возраста (Clarkson et al., 1991; Moore et al, 1982; Olsho et al, 1984, 1985, 1987, 1988). Так, в одном из ранних исследований была обнаружена способность детей 5-8 месяцев жизни различать высокочастотные звуки лучше, чем низкочастотные (Olsho, 1984). В то же время в группе детей от 6 до 18 месяцев с предъявлением звуков на частотах 500, 2000, 8000 Гц 6-месячные дети оказались значительно менее чувствительны к тону, предъявляемому на 8000 Гц, когда самые старшие дети продемонстрировали примерно равную чувствительность для всех трех предъявляемых частот (Berg et al, 1983). В другом исследовании изучение группы детей 5-8 месяцев на частотах в диапазоне от 500 до 4000 Гц показало, что дети к 5 месяцам способны к различению звуковой частоты на уровне взрослого (Olsho, 1985). При изучении чувствительности слуха у детей младше или старше 5 лет удалось выяснить, что дети после 5 лет имеют значения порогов слуха на 5 дБ выше, чем дети до 5 лет. А также значение порогов слуха у детей после 5 лет сопоставимы со значениями взрослых, кроме диапазона частот 14-16 кГц, на которых дети старше 5 лет оказываются чувствительней взрослых на 5-12 дБ (Reuter, 1998).

По данным литературы можно выделить несколько показателей, по которым определяется качество пространственных слуховых способностей. Одним из таких показателей является измерение минимально различимого угла, то есть того минимального расстояния между двумя звуковыми стимулами, которое может быть надежно обнаружено ребенком (Ashmead,

1987, 1991; Morrongiello 1988, 1990; Литовский, 1996). В одном из исследований измерение минимального угла показало зависимость между изменением возраста и изменением разрешающей способности ребенка: в 4 месяца минимальный угол различения составляет 20-25°, в 18-24 месяца 5°, в 5 лет 1° - данные подчеркивают возрастающую с возрастом чувствительность слуха к звуковым источникам (Ashmead, 1991; Morrongiello, 1990).

Еще одним показателем качества пространственно-слуховых способностей можно выделить изучение точности локализации источника звука. В одном из исследований авторы проводили обследование в группе детей 6, 9, 12, 15 и 18 месяцев. Всем им были предъявлены последовательные звуковые щелчки в положении 18°, 36°, 54°, 72° и 90° справа или слева. Результаты показали значимые связи между увеличивающимся возрастом испытуемого и возрастающей точностью локализации (Morrongiello&Росса, 1987,1990).

В недавнем исследовании, проведенном на группе детей от 6 до 19 месяцев, были выделены новые показатели изучения пространственно-слуховых способностей. Проводилось измерение латентного периода (время между предъявлением стимула и первой соответствующей реакцией), периода первого локализационного движения (начало и окончание первого движения головы, следует за латентным периодом), периода корректирующего локализационного движения (следующее за первым локализационным движением уточняющее движение головы, наблюдалось в половине случаев). Также были изучены точность локализации, выражающаяся в первичной ошибке локализации (точность первого локализационного движения), и вторичной ошибке локализации (точность корректирующего периода). Результаты показали, что в связи с увеличением возраста уменьшается длительность латентного периода и увеличивается длительность корректирующего периода, в то время как остальные параметры в связи с возрастом не изменяются. Точность локализации уменьшается при смещении источника звука от центральной линии головы к

периферии. Также показатели пространственной локализации не зависят от пола ребенка (Тюмова, 2016).

В ходе некоторых исследований было показано, что на локализационную способность могут оказывать влияние социальное взаимодействие и окружение ребенка. У младенцев 12-18 месяцев наблюдали частоту проявления локализационного поведения в ответ на комбинированный стимул: звук + световая вспышка, звук + анимационная картинка, звук + социальный стимул, в качестве контроля был ничем не сопровождаемый звук. Так было выявлено, что локализационное поведение проявляется чаще, если его подкреплять визуальными стимулами и социальными. Наименьшее количество локализационных откликов наблюдалось, если предъявление стимула ничем не подкреплялось (Morre et al, 1975). Полученные результаты могут свидетельствовать о наличии дополнительных компонентов, вызывающих локализационное поведение. Этими компонентами являются дополнительные визуальные и социальные стимулы, усиливающие интерес ребенка, вызывающие помимо рефлекторного еще и когнитивный компонент реакции. В другом исследовании изучалось локализационное поведение ребенка в связи с характером взаимодействия с матерью. Удалось выяснить, что сопровождение взглядом движущегося сигнала, верное определение направления сигнала, точность локализации неподвижного сигнала ребенком в ситуации эксперимента вместе с матерью, которая активно включалась во взаимодействие, создавала эмоционально комфортную атмосферу, повышалось (Мухамедрахимов и Никитин, 2011). Результаты позволяют предположить, что наличие дополнительных социальных условий, и в том числе благоприятных социальных условий, во многом способствуют увеличению проявления локализационного поведения, повышая его показатели.

3. Психическое развитие детей младенческого и раннего возраста, имеющих опыт депривации

В данном разделе представлен обзор научных исследований, посвященных изучению когнитивного, социально-эмоционального и физического развития детей младенческого и раннего возраста из домов ребенка, изучение влияния условий среды на развитие ребенка. Обсуждается взаимосвязь между пребыванием в доме ребенка в раннем возрасте и последующим развитием пространственного слуха.

В настоящее время в научной литературе накоплен богатый материал о том, как проходит развитие детей, имеющих опыт нахождения в сиротских учреждениях. Они касаются исследования влияния депривации как на психическое, так и на физическое развитие детей, помещенных в детское учреждение в младенческом или раннем возрасте, а также прослеживают дальнейшее развитие в более старшем возрасте, в том числе в связи с помещением в семью. В основном, данные свидетельствуют о том, что дети, имеющие ранний опыт институционализации, отстают по ряду параметров развития от своих сверстников, не имеющих подобного опыта. У детей из домов ребенка наблюдаются задержки в когнитивном, речевом, моторном, физическом, социальном развитии (St.Petersburg-USA Orphanage Research Team, 2008; Лисина, 2009; Мухамедрахимов, 2001; Папушек и др., 2001; Сергиенко, 2006). Это объясняется отсутствием близкого взрослого рядом, а это значит что и отсутствием взаимного общения с постоянным человеком, благодаря которому формируются репрезентации себя и внешнего мира, актуализируется эмоциональное, социальное и когнитивное развитие, что является базой для полноценного существования (Дж. Боулби, 1973; Мухамедрахимов, Плешкова, 2008; Д. Штерн, 1995). В связи с организацией среды дома ребенка, распорядком работы воспитателей, их занятостью не одним, а несколькими одновременно детьми, видны отличия этих условий от условий домашнего воспитания. Поэтому предполагается, что помимо вышеуказанных отставаний в развитии, дети из домов ребенка

имеют некоторые отличия в развитии пространственного слуха по сравнению с семейными детьми.

Как было рассмотрено выше, на локализационную способность детей младенческого и раннего возраста во многом влияет физиологическое и нейрофизиологическое развитие слуховой системы. Так было показано, что с увеличением размера и формы черепа повышается точность локализации источников звука (Clifton et al, 1988). Рост и размер периферической системы слуха происходит постепенно и оказывает влияние на преобразование акустических характеристик звуковой волны и объема улавливаемой информации, влияет на чувствительность слуха к определенным частотам и интенсивностям, постепенно приближая показатели пространственного слуха к значениям взрослых людей (Blauert, 1969; Hellström, 1995; Keefe et al, 1993; Альман, 1990; Гайворонский и др, 2009; Котова, 2006). С другой стороны показано, что у детей, имеющих опыт институционализации, показатели физического развития и темп физического развития более низок, чем у детей, воспитывающихся в семьях (Beckett et al., 2002; Gunnar et al, 2011; Loman et al, 2005; Martins et al, 2013; Miller et al, 1995; St.Petersburg-USA Orphanage Research Team, 2008). Сюда относятся показатели роста и веса, а также показатели окружности головы. Так в одном сравнительном исследовании было выявлено, что дети, взятые под опеку напрямую из домов ребенка, имеют самые низкие показатели по весу и росту, окружности головы, чем дети, взятые под опеку из замещающих семей. Также, дети, взятые под опеку из замещающих семей, догоняли своих воспитывающихся в биологических семьях сверстников быстрее, чем дети, принятые сразу после дома ребенка (Gunnar et al, 2011). Поскольку дети из домов ребенка по своим показателям физического развития отстают от семейных детей, вероятно, их способности к локализации источника звука также будут находиться на более низком уровне, чем у их сверстников, не имеющих подобного опыта.

Выше было показано, что в процесс пространственно-слуховой локализации задействованы такие структуры мозга как ядра комплекса

кохлеарных ядер ствола мозга, комплекс ядер верхней оливы продолговатого мозга, заднее и верхнее двуххолмие среднего мозга, ядра таламуса промежуточного мозга, поперечная височная извилина Гешля, правый и левый гиппокамп медиальных височных отделов полушарий головного мозга (Eichenbaum, 2017; Harrison, 1978; King et al, 1998; Werner et al, 2012; Альтман, 1990). В тоже время обнаружено, что опыт пребывания в сиротском учреждении оказывает влияние на нейрофизиологическое развитие детей раннего возраста (Koss et al, 2014; Marshall et al, 2004; Nelson et al, 2008, 2017). Исследования свидетельствуют о влиянии опыта раннего разлучения на созревание префронтально-лимбических цепей, деятельность гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной оси. Применение метода позитронно-эмиссионной томографии к детям из домов ребенка при сравнении скорости метаболизма глюкозы показало, что дети из домов ребенка имеют значительное снижение метаболизма в областях орбитальной лобной извилины, префронтальной коре, медиальных височных структурах (миндалевидное тело и головка гиппокампа), латеральной височной коре, в стволе головного мозга. Авторы полагают, что дисфункция этих областей мозга может возникнуть в результате связанного с депривацией стресса (повышение суточного уровня секреции кортизола см. Koss et al, 2014), что может влиять на сохранение долгосрочных когнитивных и поведенческих нарушений (Chugani et al, 2001). Исследования крыс в условиях депривации показало, что развитие префронтальной коры, а также лимбических структур, таких как гиппокамп и миндалины, может сильно модулироваться эмоциональными переживаниями, испытанными во время ранней постнатальной жизни (Hernandez et al, 2016; Loi et al, 2017; Reincke et al, 2017; Yang et al, 2016). Структурные и функциональные изменения этих областей головного мозга сопровождаются нарушениями гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и нарушениями возбуждающей и тормозной синаптической передачи и пластичности. Опираясь на вышерассмотренные статьи, можно увидеть, что опыт ранней депривации

влияет на функционирование нейрофизиологических структур головного мозга, в то же время, было доказано, что эти же структуры отвечают за процесс локализации источника звука в пространстве. Таким образом, мы можем предположить, что опыт ранней депривации имеет влияние на развитие нейрофизиологических структур, ответственных за локализацию звуков в пространстве.

Известно, что у типично развивающихся детей формирование представлений о пространстве происходит в результате взаимодействия всех анализаторных систем человека (Рубинштейн, 1988). Формирование пространственных слуховых карт также связано с таким взаимодействием: для более точной локализации важна возможность осуществить первое ориентационное движение в сторону сигнала (Noble, Gates, 1985; Hendrickx et al, 2017), корректировка пространственных карт в процессе роста и развития осуществляется при помощи зрительной и двигательной систем (Ashmead et al, 1998; King et al, 1988; Neil et al, 2006). В тоже время известно, что дети младенческого возраста, воспитывающиеся в доме ребенка, лишены возможности свободно передвигаться в пространстве и исследовать его во взаимодействии с близким взрослым. Пребывание в сиротских учреждениях приводит к отставанию двигательного и сенсорного развития (De Barros et al, 2003; Gunnar et al, 2000, 2014; Loman et al, 2005; Piek et al, 2008; Roeber et al, 2012), в том числе в виде снижения показателей соблюдения баланса, навыков координации движений (Gunnar et al, 2014), двигательных умений (Fox et al, 2015), по сравнению с детьми из замещающих семей (более лучшие показатели) и с детьми из биологических семей (самые лучшие показатели). Более длительное пребывание в условиях дома ребенка значимо связано с увеличением проявления нетипичной сенсорной интеграции. Наиболее уязвимыми были признаны вестибулярно-проприоцептивные, осязательные, зрительные, слуховые и двигательные системы (Lin et al, 2005). Эти данные позволяют предположить, что показатели пространственной

звуковой интеграции у этих детей будут отличаться и, вероятно, выражаться более низкими значениями, чем у детей из семей.

Обобщая обзор литературы, можно сделать вывод, что качество пространственно-слухового восприятия развивается в процессе роста и взросления ребенка и зависит от нескольких компонентов: физиологического развития периферического отдела слуха, черепа, нейрофизиологического развития проводящих структур мозга, интеграции опыта двигательных и всех анализаторных систем человека, опыта раннего взаимодействия с близким взрослым в процессе исследования окружающего пространства, использование пространственных характеристик матери в том числе для репрезентации себя и окружающего мира. В то же время известно, что дети младенческого и раннего возраста, находящиеся в сиротском учреждении, отстают по своим показателям от сверстников, воспитывающихся в семьях, в физическом развитии (рост, вес, окружность головы), отличаются специфичным нейрофизиологическим развитием (изменение деятельности гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной оси, префронтально-лимбических цепей, изменение метаболизма различных отделов мозга), отстают в двигательном, моторном, когнитивном развитии (низкие показатели баланса тела, скоординированности движений, специфичная сенсомоторная интеграция), а также не имеют близкого взрослого, с которым было бы возможно эффективно исследовать окружающее пространство, строить представление о нем. Всё это позволяет нам предположить, что характеристики пространственно-слуховой локализации у детей из домов ребенка будут отличаться по своим показателям от показателей детей, воспитывающихся в семьях. Предполагается, что показатели локализации неподвижного источника звука у детей из домов ребенка младенческого и раннего возраста будут характеризоваться более низкой точностью локализации и более длительными периодами локализации.

ГЛАВА 2. Методы и организация исследования

Целью настоящего исследования является сравнительное изучение локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости

детьми, воспитывающимися в доме ребенка, в возрасте от 14 до 22 месяцев. *Объектом* исследования является локализация звука человеком. *Предметом* исследования является локализация неподвижного звука детьми раннего возраста, воспитывающимися в домах ребенка. Были выделены основные *гипотезы* исследования: 1) периоды локализации неподвижного звукового стимула детьми раннего возраста из дома ребенка будут иметь более высокие показатели временных значений локализации, чем у семейных детей; 2) точность локализации, выражающаяся в ошибке локализации, будет ниже у детей из дома ребенка в сравнении с детьми из семьи; 3) величины периодов и точности локализации будут иметь взаимосвязь с начальным положением головы детей из дома ребенка.

В соответствии с целью и гипотезами были сформулированы *задачи* исследования: 1) изучить локализацию неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости детьми из дома ребенка в возрасте 14-22 месяцев; 2) изучить значения периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости детьми 14-22 месяцев из дома ребенка и сравнить их со значениями группы семейных детей того же возраста; 3) изучить величины ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости детьми 14-22 месяцев из дома ребенка и сравнить их с величинами ошибок в группе семейных детей того же возраста; 4) выявить взаимосвязь между начальным положением головы и величинами периодов локализации и точности локализации у детей, проживающих в доме ребенка.

2.1 Описание выборки исследования

В обследовании детей с последующим отбором в выборку настоящего исследования принял участие 31 ребенок (15 девочек и 16 мальчиков) в возрасте от 5 до 65 месяцев из дома ребенка, а также их воспитатели. Дом ребенка –относящаяся к системе здравоохранения организация для младенцев и детей раннего возраста, оставшихся без попечения родителей и сирот. В данном учреждении дети проживали в группах из 5-7 детей, интегрированных по возрасту и уровню развития. Уход за детьми в группе осуществлялся медицинскими сестрами (со сменным графиком работы сутки через трое), а также двумя воспитателями, выполнявшими роль близких взрослых, с графиком работы, охватывающем все дневное время бодрствования детей. Один из воспитателей сопровождал ребенка во время обследования.

По записям из медицинских карт детей из дома ребенка (ДР) у 11 были диагностированные нарушения ЦНС, у 4 - синдром Дауна, и 16 детей (от 14 до 49 месяцев) не имели диагностированных нарушений ЦНС, генетических нарушений и поражений сенсорных систем, в том числе заболеваний слуховой системы. Для оценки соотношения локализационного поведения были взяты 16 детей (10 девочек, 6 мальчиков) в возрасте от 14 до 51 месяца. Среднегрупповой возраст детей на время обследования составил $32,1 \pm 14$ месяцев (медиана – 18). Возраст поступления в дом ребенка в среднем по группе равен $23 \pm 13,9$ месяцев (медиана – 17), длительность пребывания в доме ребенка – $8,5 \pm 11,3$ месяцев (медиана – 5). Средний срок гестации детей – $38,2 \pm 2,6$ недель (медиана – 38) (по доступным данным для 11 детей). В связи с ограничениями в возможностях использования метода оценки локализации звука в анэхоидной камере у детей более старшего возраста (Тюмова, 2016), в группу исследования детей из дома ребенка были включены 7 человек (5 девочек, 2 мальчика) в возрасте от 14 до 22 месяцев. Среднегрупповой возраст детей на время обследования составил $17,9 \pm 2,79$ месяцев (медиана – 17,5). Возраст поступления в дом ребенка в среднем по группе равен $11,7 \pm 3,3$ месяцев (медиана – 13), длительность пребывания в доме ребенка – $6,1 \pm 1,5$

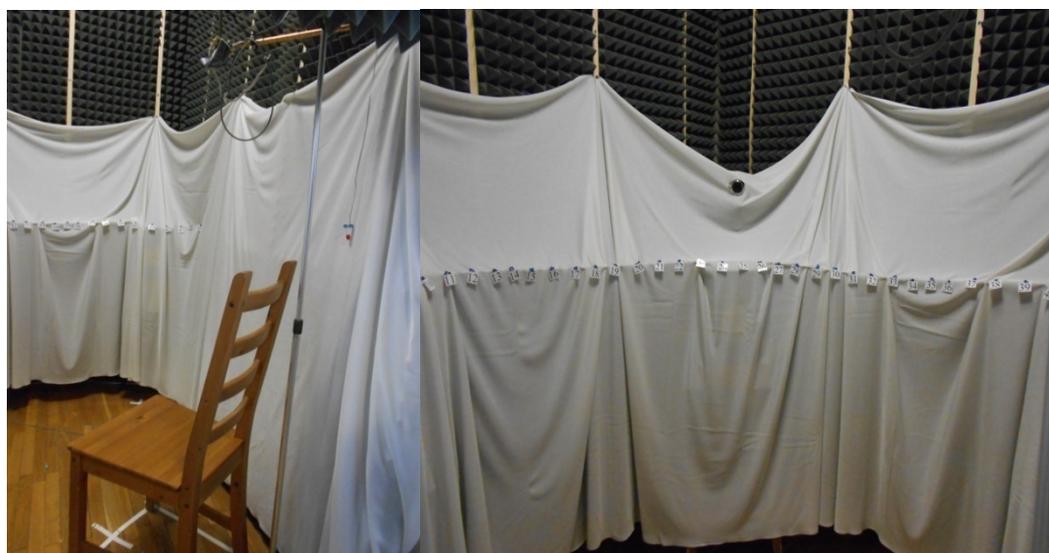
месяцев (медиана – 5). Средний срок гестации детей – $37,3 \pm 2,2$ недель (медиана – 37) (по доступным данным для 4 детей).

Группа сравнения (дети, от рождения воспитывающиеся в семьях биологических родителей) была подобрана из выборки семейных детей (34 ребенка в возрасте от 6 до 29 месяцев), обследованных в проекте, поддержанном грантами РГНФ (№14-06-00713, 01.01.2014-31.12.2016 гг.), СПбГУ (№01201174726, 2011 г.) и Правительства РФ (№14.Z50.31.0027, 01.01.2014-31.12.2016 гг.). В соответствии с возрастом включенных в исследование детей дома ребенка, группа сравнения состояла из 10 детей (6 девочек, 4 мальчика) в сопоставимом возрастном диапазоне от 14 до 20 месяцев. Средний возраст семейных детей, вошедших в исследование, составил $16,4 \pm 1,9$ месяцев (медиана - 16). Среднее значение срока гестации в группе – $39,2 \pm 1,4$ недели (медиана – 39). Средний возраст матерей, принявших участие в обследовании вместе со своими детьми, составил $29,6 \pm 3,9$ лет (медиана – 28). Из всех 10 детей: 9 из полных семей, 1 ребенок воспитывался только матерью; 8 детей – единственные в семье, 2 ребенка имели старших братьев или сестер.

2.2 Метод и процедура исследования

Настоящее исследование проводилось на базе СПб ГКУЗ «Специализированный психоневрологический дом ребенка №13 Адмиралтейского района Санкт-Петербурга». Для проведения обследования в доме ребенка были воспроизведены условия аналогичные тем, которые ранее были созданы для исследования семейных детей из группы сравнения в лаборатории физиологии слуха Института физиологии им. И.П.Павлова РАН, г. Санкт-Петербурга (заведующий лабораторией – кандидат биологических наук Никитин Н.И.). В комнате дома ребенка, предназначенной для диагностики детей, была сконструирована акустическая кабина, повторяющая по своим размерам и физическим характеристикам анэхоидную

камеру в лаборатории физиологии слуха, размером 2м x 2м x 3 м³. Стенки кабины были покрыты звукопоглощающими клиньями для гашения акустических отражений. В кабине на расстоянии 1 м от слушателя находились 3 звуковых динамика фирмы KRK systems (США) с идентичными частотными характеристиками. Один из динамиков (центральный) находился напротив слушателя в 0°, два других динамика располагались сбоку от слушателя под углами 60° справа и слева от средней линии головы. Динамики закрывались акустически прозрачной занавеской, закрепленной в форме полудуги (Рис.1).



а

б

Рис.1. Фотографии анэхоидной камеры в доме ребенка: сбоку (а) и со стороны воспитателя и ребенка (б) со встроенными в расположенную в горизонтальной плоскости полукруглую поворотную дугу динамиками, и верхней и фронтальной видеокамерами.

Во время эксперимента воспитатель с ребенком размещались на стуле напротив динамиков. Ребенок сидел на коленях у воспитателя в вертикальном положении лицом к динамикам. Для фиксации положения ребенка воспитатель придерживал его тело обеими руками. В спокойном состоянии голова ребенка находилась на уровне динамиков, лицо было обращено в сторону центрального динамика. Экспериментатор на время обследования

для подачи звуковой стимуляции выходил из кабины в соседнее помещение, откуда мог наблюдать за взрослым и ребенком через видеотрансляцию на экране от фронтальной камеры, расположенной перед испытуемыми, и вертикальной камеры, расположенной над головой ребенка.

Звуковая стимуляция. Звуковыми сигналами служили серии коротких щелчков длительностью 100 мкс и периодом следования 20 мс. Сигналы синтезировались на компьютере в цифровом виде с частотой квантования 96 кГц. Для вывода сигналов на динамики использовалась многоканальная аудиоплата Gina 3G фирмы Echoaudio (США) со встроенным цифровым аттенюатором. Уровень звукового давления сигналов составлял 65 дБ относительно 20 мкПа. Акустические измерения проводились с помощью аппаратуры фирмы Брюэль и Кьер (Дания).

Выбор сигнала и его предъявление через динамики осуществлялись экспериментатором с помощью специально разработанной компьютерной программы. Интерфейс программы представлял собой многодорожечную таблицу, состоящую из строк (треков), заполненных заранее подготовленными сигналами, синтезированными в случайном порядке, и 3 столбцов, соответствующих динамикам, на которые выводились сигналы.

Ребенку предъявлялись неподвижные звуковые стимулы длительностью 1 с под углами 0° (прямо против ребенка), 30° и 60° справа и слева от ребенка. Сигналы с угловыми положениями 0° и 60° подавались непосредственно от динамиков. Сигналы с промежуточными угловыми положениями 30° справа и слева от ребенка создавались путем одновременного вывода сигнала на центральный и один из боковых динамиков. При одновременном звучании двух динамиков (0° и 60°) воспринимаемый источник звука локализовался посередине между ними (30°). Возможность такого искусственного синтезирования промежуточного углового положения сигнала в 30° обеспечивает знание о биноуральном эффекте, позволяющее создавать системы пространственного звучания.

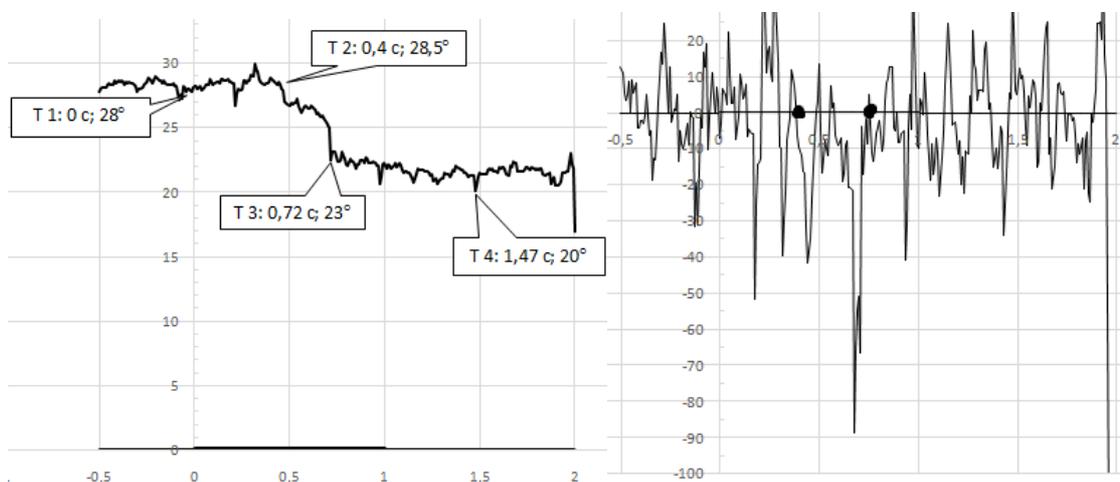
Процедура. Перед началом обследования взрослому, сопровождавшему ребенка, предъявлялась следующая инструкция: «Пожалуйста, посадите ребенка на колени спиной к себе, поддерживайте его руками так, чтобы тело находилось в вертикальном положении, а голова была обращена прямо перед собой и могла свободно двигаться. Когда начнут подаваться сигналы, постарайтесь не реагировать на них и на реакции ребенка. Если ребенок будет активно инициировать общение с Вами, то ответьте ему, но постарайтесь избежать интенсивного общения».

После уточняющих вопросов относительно инструкции и условий проведения обследования, приступали к записи эксперимента. Детям предъявлялось 10 неподвижных сигналов с одним из пяти угловых положений (0° , 30° и 60° справа, 30° и 60° слева), каждый из которых использовался дважды. Звуковые сигналы предъявлялись каждому из детей в случайном порядке с временным интервалом около 10 сек в следующей последовательности: 0° , -60° , 60° , -30° , 30° , 0° , 60° , 30° , -30° , -60° . Характеристики звуковых сигналов, а также последовательность их предъявления для детей в домах ребенка и семейных детей группы сравнения были идентичными.

Взрослые были осведомлены о процедуре и задачах исследования. Информированное согласие на участие детей из дома ребенка в обследовании и на видеосъемку было получено от основного опекуна главного врача дома ребенка.

Регистрация локализационного поведения ребенка (поворотов головы ребенка). Ориентировочная реакция ребенка на звук оценивалась по данным измерений движений головы в ответ на предъявление источника звука. Регистрация проводилась с помощью магнитоэлектрической системы Fastrak фирмы Polhemus (США). На голову ребенка надевалась специально изготовленная шапочка, к которой крепился миниатюрный приемник сигнала. Позади ребенка на уровне его головы находился передатчик сигнала. Система регистрировала взаимное угловое положение приемника и передатчика.

Отсчет текущих положений головы осуществлялся дискретно с шагом 8 мс. Движения головы обрабатывались с помощью специально разработанной программы, которая обеспечивала отображение на экране монитора текущих положений головы в виде двумерного графика. В служебной части программы экспериментатор устанавливал временные параметры регистрации. Общее время регистрации (3,5 с) задавалось временным интервалом до подачи звукового сигнала (0,5 с), временем действия звукового сигнала (1 с) и временным интервалом после окончания звукового сигнала (2 с). Для согласования регистрации движений головы со звуковой стимуляцией использовался специально разработанный блок меток. Устройство определяло моменты включения и выключения звукового сигнала и по ним запускало процесс регистрации движений головы в соответствии с программными установками временных параметров. Данные регистрации записывались в виде текстовых файлов на жесткий диск. После этого данные извлекались в программу Excel, где на основе последовательных преобразований становилось возможным построить графики траектории движений и скорости движения головы ребенка, на основе которых проводился дальнейший анализ локализационного поведения, как детей из дома ребенка (Рис. 2а, 2б), так и семейных детей из группы сравнения (Рис. 3а, 3б).



а

б

Рис.2. Пример графиков траектории (а) и скорости (б) движения головы ребенка из дома ребенка при предъявлении неподвижного звукового сигнала в горизонтальной плоскости. По оси абсцисс – время предъявления сигнала, в секундах. По оси ординат:

на рис. 2а (траектория движения головы ребенка) – угловое положение головы, в градусах (жирная линия – отметка звукового сигнала; длительность сигнала 1 с, угол предъявления 0° ; Т. 1 (точка 1) – положение головы испытуемого на момент включения сигнала, Т. 2 (точка 2) – точка окончания латентного периода реакции, точки Т. 3 (точка 3) - окончание первого локализационного движения и Т. 4 (точка 4) - максимальное приближение головы испытуемого к месту предъявления сигнала в период корректирующего движения;

на рис. 2б (кривая скорости движения головы) – скорость, в град/с (кружки – начало и окончание первого локализационного движения головы, вычисленное на уровне 0,05; время начала движения соответствует точке 2 на кривой рис. 2а).

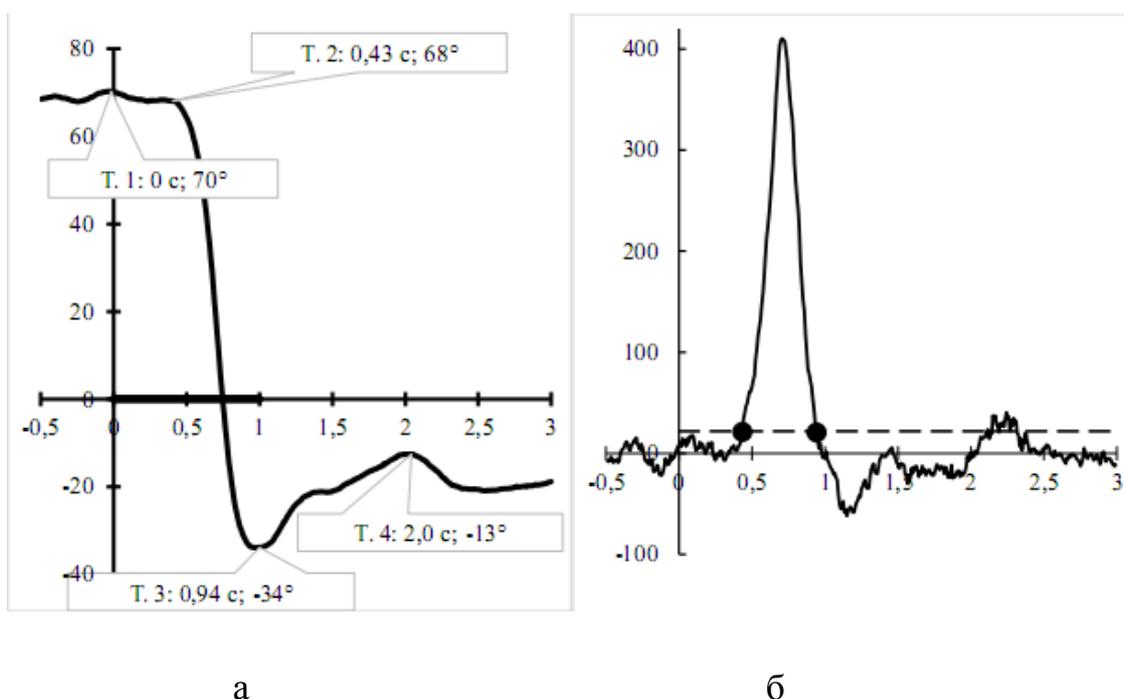


Рис.3. Пример траектории (а) и скорости (б) движения головы ребенка из семьи при предъявлении неподвижного звукового сигнала в горизонтальной плоскости. По оси абсцисс – время предъявления сигнала, в секундах. По оси ординат:

на рис. 3а (траектория движения головы ребенка) – угловое положение головы, в градусах (жирная линия – отметка звукового сигнала; длительность сигнала 1 с, угол предъявления 0° ; Т. 1 (точка 1) – положение головы испытуемого на момент включения сигнала, Т. 2 (точка 2) – точка окончания латентного периода реакции, Т. 3 (точка 3) – окончание первого локализационного движения, Т. 4 (точка 4) – точка максимального приближения головы испытуемого к месту предъявления сигнала в период корректирующего движения);

на рис. 3б (кривая скорости движения головы) – скорость, в град/с (кружки – начало и конец первого локализационного движения головы, вычисленные на уровне 0,05; время начала и конца движения соответствуют точкам 2 и 3 на кривой рис. 3а).

Видеорегистрация. В данной работе дополнительно для контроля регистрации локализационного поведения ребенка с помощью системы Fastrak была использована видеорегистрация. Поведение ребенка и взрослого также регистрировались с помощью двух цифровых видеокамер фирмы Sony. Одна из видеокамер находилась прямо перед ребенком, другая над его головой. Позади ребенка крепился светодиод, который использовался в качестве световой метки звуковой стимуляции. При анализе видеозаписей он использовался в качестве световой метки звуковой стимуляции. Сигналы с обеих камер подавались на цифровой видеосмеситель ColorQUADSystem с последующим выводом обоих изображений на экран телевизора LG в режиме «картинка в картинке». Телевизор использовался для оперативного наблюдения за поведением воспитателя и ребенка. Параллельно видеосигналы поступали на устройство масштабатора VP-410 (фирма KremerTools), предназначенного для сведения видео- и аудиосигналов в единый поток (композитный сигнал). На вход устройства одновременно поступали видеосигналы с обеих камер и два аудиосигнала. Один из аудиосигналов приходил с микрофонного выхода видеокамеры, находящейся над головой ребенка, другой – с аудиовыхода компьютера, передающего сигнал с микрофона экспериментатора. Первый аудиосигнал служил для контроля за акустической обстановкой в экспериментальном помещении,

второй сигнал содержал комментарий экспериментатора с характеристикой очередного теста. Аудио- и видеозаписи экспериментов осуществлялись на компьютере с помощью программы MediaExpress, работающей совместно с платой захвата изображений IntensityPro фирмы BlackmagicDesign (Австралия). Плата соединялась с выходом масштабатора, передающего композитный аудио-видео поток по кабелю HDMI. Звуковая часть потока отображалась на аудиодорожках программы, видеоизображения с двух камер выводились в отдельном окне программы. Запись начиналась до начала звуковой стимуляции и заканчивалась после окончания регистрации движений головы ребенка. Видеосигналы выводились с разрешением HD (1080i) и частотой кадров 50 в 1 с. Данные видео- и аудиорегистрации записывались на жесткий диск в виде файлов в avi-формате. Экспериментатор прибегал к анализу локализационной реакции по видеозаписи в случаях затруднительной интерпретации полученных данных от системы Fastrak. В таких случаях производилась оценка наличия на видео таких признаков локализационного поведения у ребенка как движения головы в сторону сигнала, прослеживание сигнала глазами, указательные движения рук, указательные вокализации, движения корпуса.

Все описанные в данной главе условия проведения эксперимента в доме ребенка (использованная аппаратура, звуковая стимуляция, процедура обследования, метод регистрации локализационного поведения ребенка) были аналогичны тем, которые применялись при обследовании семейных детей в лаборатории физиологии слуха ИФ РАН (Тюмкова и др., 2014).

2.3 Математико-статистические методы обработки данных

Анализ данных проводился с использованием следующих методов математической статистики. При сравнении среднегрупповых значений длительностей периодов локализаций и величин ошибок локализаций между группами детей из дома ребенка и семейных детей использовались критерий U-Манна–Уитни и, при равенстве дисперсий, T-критерий. При сравнении

среднегрупповых значений длительностей периодов и величин ошибок в пределах одной группы и между группами детей из дома ребенка и семейных детей применялся дисперсионный анализ с повторными измерениями. При сравнении общей длительности локализации между группами использовались критерий U-Манна–Уитни и, при равенстве дисперсий, T-критерий. Для выявления взаимосвязи между модулем фактического угла предъявления и показателями длительностей периодов локализаций, величин ошибок локализаций и общей длительности локализаций использовался R-Спирмена. Анализ данных был проведен с использованием программного комплекса SPSS 21.0. Результаты математического анализа данных представлены в 3 главе.

ГЛАВА 3. Результаты исследования

В данной главе представлены результаты анализа таких показателей локализации, как общая длительность локализации, длительность латентного периода, периодов первого и корректирующего движений, величин первичной и вторичной локализационной ошибки у детей из дома ребенка (16 человек), у детей из домов ребенка (7 человек) в сравнении с семейными детьми, а также их взаимосвязь с положением предъявляемого звукового стимула относительно средней линии головы ребенка (с поправкой на начальное положение головы). В связи с немногочисленностью выборки детей в домах ребенка, а также данными исследований семейных детей об отсутствии различий показателей локализации в связи с полом и возрастом детей в данном возрастном диапазоне (Clifton et al, 1988; Тюмкова, 2016), анализ проводился на всей выборке детей без разделения по возрастам и полу.

3.1 Качественные различия локализационного поведения детей из дома ребенка и семейных детей при локализации неподвижного звукового стимула в анэхоидной камере

Анализ видеозаписей. При качественном рассмотрении локализационной реакции у детей из дома ребенка по видеозаписи можно выделить общую тенденцию поведения детей. Большая часть обследуемых детей при нахождении в новой для них обстановке анэхоидной кабины не проявляла интереса к аппаратуре, камерам, чепчику и звукопоглощающим клиньям, до которых можно было дотянуться рукой. Напротив, в подавляющем большинстве случаев дети, сидя на коленях воспитателя, проявляли относительную неподвижность, наблюдалось напряжение в руках и плечах, мимика выражала напряжение, либо безразличие. При первых звуковых сигналах трое детей из выборки повернули головы в сторону звука и совершили указательные движения руками в сторону сигнала, остальные четверо детей совершали поиск источника звука глазами, при этом корпус оставался неподвижен, указательных движений рук в сторону сигнала не наблюдалось. Дальнейшая локализация также характеризовалась отсутствием крупных поисковых движений головы, рук или корпуса, при этом большая часть детей не обращалась к сопровождавшему их взрослому: дети рассматривали свои руки, одежду или пол перед собой. Однако детальный анализ видеозаписей свидетельствует о том, что дети продолжали реагировать на звук. Реакции выражались в коротких, быстро прерываемых движениях головы в сторону сигнала, в быстром взгляде в сторону источника звука.

Напротив, у семейных детей из группы сравнения наблюдалась следующая картина: все дети при нахождении в анэхоидной камере проявляли интерес к звукопоглощающим клиньям, аппаратуре, в особенности к камерам, что выражалось в позитивных вокализациях, указательных движениях рук и обращении к матери с целью разделить этот интерес. До начала подачи звуковых сигналов 8 из 10 детей сидели, облокотившись на

маму, их плечи были опущены, руки совершали указательные движения на предметы вокруг, мимика выражала интерес либо спокойствие. Двое детей тревожно вокализировали, их плечи были приподняты, руки совершали указательные движения на дверь и аппаратуру. Далее на протяжении всех звуковых сигналов 8 детей активно поворачивали голову и глаза в сторону источника звука, у большей части из них сохранились позитивные вокализации и указательные движения рук в сторону сигнала, а также частые полуповороты корпуса в сторону источника звука. Двое из десяти детей продолжали сохранять беспокойство на протяжении всей звуковой стимуляции, которое, тем не менее, сопровождалось поворотами головы, глаз, корпуса в сторону источника звука, указательными движениями рук на источник сигнала и на дверь, а также поворотами корпуса к матери.

Таким образом, анализ видеозаписей показывает разницу в способах реагирования на звуковые предъявления детей из дома ребенка и семейных детей в безэховой камере. Здесь имеется в виду наблюдаемое поведение, которое у детей из дома ребенка можно охарактеризовать, как предпочтение избегания открытого реагирования, смещение интереса на вторичные предметы, в то время как для детей из семей характерно открытое реагирование, погружение в ситуацию узнавания источника звука, и стремление к взаимодействию с близким взрослым в рамках выполняемой задачи.

Анализ графиков траектории движения головы. Рассмотрение графиков локализации подтвердило данные видеонаблюдения о том, что дети из дома ребенка в подавляющем большинстве случаев демонстрируют двигательную реакцию в сторону сигнала. Однако качество этой реакции отлично от той, что наблюдается у семейных детей. Наиболее существенное различие связано с траекторией локализации: для каждого из графиков локализации детей из дома ребенка характерно наличие мелких зубчиков вдоль всей линии локализации (см. Рис. 2а), чего не наблюдается у семейных детей (см. Рис. 3а). В некоторых местах можно отследить усиление колебаний

зубчиков или большую амплитуду размаха зубчика, что после сопоставления с графиком скорости интерпретировалось как конец одного периода локализации и начало другого (см. Рис. 2б). Также некоторые графики локализации звука детьми из дома ребенка не имеют четко выраженных, хорошо прослеживаемых периодов локализации, что наблюдается в отдельных случаях локализации семейными детьми. Эти графики, напротив, очень «сглажены», больше похожи на слегка изогнутую линию. В процентных показателях 64% графиков детей из дома ребенка имеют хорошо прослеживаемые периоды локализации, 26% позволяют четко выделить только латентный период, 10% не позволяют определить наличие периодов локализации. Тогда как у семейных детей 77% графиков имеют хорошо просматриваемые периоды и 23% графиков – плохо просматриваемые. При этом для графиков семейных детей не характерна ситуация с возможностью выделения одного латентного периода, т.к. за ним всегда следует четко прослеживаемый период первого локализационного движения.

Еще одной отличающейся характеристикой траектории движения головы детей из дома ребенка, которая не наблюдается у семейных детей, является наличие короткого прерывистого первого локализационного движения. На графиках такое локализационное движение головы выглядит прерывающимся: в отличие от первого локализационного движения у семейных детей из группы сравнения (см. Рис. 3а: Т 2 – Т 3), движение в направлении звука у детей из дома ребенка совершается не единым целостным движением, а несколькими короткими движениями головы (см. Рис. 2а: Т2 – Т3). На видеозаписи такое поведение проявляется как небольшое вздрагивание, характеризующееся началом поворота головы или корпуса в сторону сигнала, которое сразу же тормозится, движение не доводится до конца, после этого голова и корпус могут остаться в точке торможения или вернуться в исходное положение.

Таким образом, и анализ графиков траектории и скорости движения головы, полученных с помощью прибора регистрации движения (Fastrak), и

анализ видеозаписи эксперимента, позволяют говорить о наличии существенных внешне наблюдаемых различий в качестве локализации неподвижного звука в горизонтальной плоскости детьми из домов ребенка и семейными детьми того же возраста. В первую очередь, речь идет о коротком или прерывающемся первом локализационном движении и большом числе мелких движений головы в процессе локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из дома ребенка.

3.2 Сравнение длительности периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости внутри группы детей из дома ребенка

Было проведено сравнение среднегрупповых значений длительности латентного периода, периодов первого и корректирующего движений по всей выборке детей из дома ребенка (16 человека). Результаты данного анализа свидетельствуют, что есть одинаковые значимые различия между среднегрупповыми значениями длительности латентного периода, длительности первого локализационного движения и длительности периода корректирующего движения в группе детей из дома ребенка, характеризующиеся увеличением показателей длительности от первого периода к последнему ($ДЛП = 0,39 \pm 0,09$ с < $ДПЛД = 0,43 \pm 0,11$ с < $ДКД = 0,59 \pm 0,15$ с; $F = 22,5$; $p = 0,000$) (Рис.4).

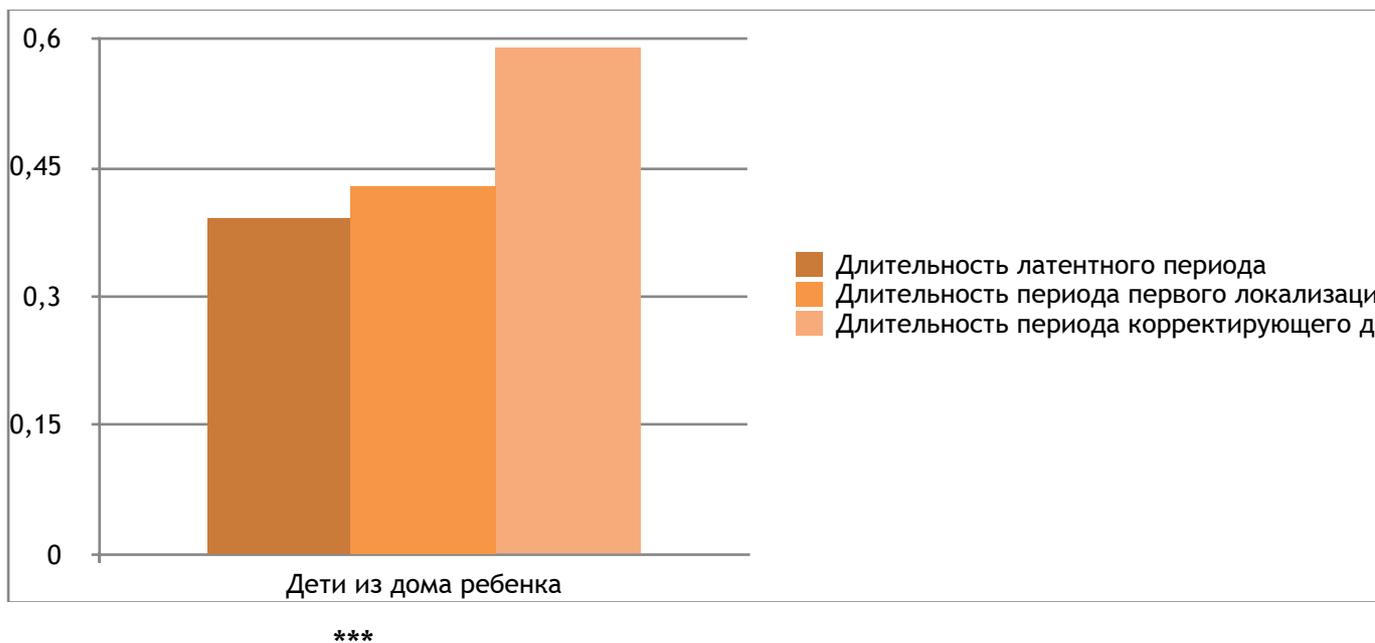


Рис. 4. Межгрупповое сравнение средних значений длительностей периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из дома ребенка (16 человек).

По оси абсцисс – периоды локализации звукового стимула; по оси ординат – среднегрупповые значения длительностей периодов локализационного движения в секундах.

Таким образом, у детей из дома ребенка длительность латентного периода значительно меньше длительности первого локализационного движения, что, в свою очередь, значительно меньше длительности периода корректирующего движения.

3.3. Сравнение значений первичной и вторичной локализационных ошибок неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости внутри группы детей из дома

Было проведено сравнение среднегрупповых значений первичной и вторичной ошибки локализации по всей выборке детей из дома ребенка (16 человек). Результаты данного анализа свидетельствуют, что есть значимые различия между среднегрупповыми значениями первичной ошибки локализации и вторичной ошибки локализации в группе детей из дома ребенка, характеризующиеся уменьшением показателей значений от первичной ошибки ко вторичной ($ПОЛ = 31,6 \pm 16,8^\circ > ВОЛ = 22,3 \pm 15,9^\circ$; $F = 34$, $p = 0,000$) (Рис.5).

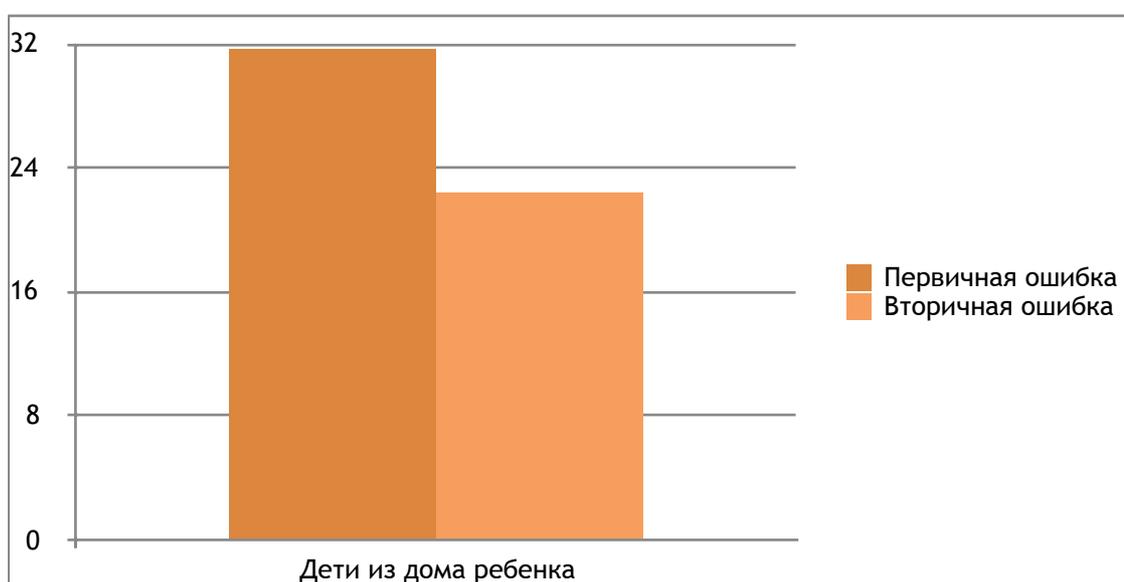


Рис. 5. Внутригрупповое сравнение средних значений первичной и вторичной ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из дома ребенка (16 человек).

По оси абсцисс – первичная и вторичная ошибка локализации;

по оси ординат – среднегрупповые значения величин первичной и вторичной ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскостив градусах.

Таким образом, у детей из дома ребенка (16 человек) первичная ошибка локализации значимо больше вторичной ошибки локализации.

3.4 Сравнение длительности периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости внутри группы детей из дома ребенка и группы семейных детей

Было проведено сравнение среднегрупповых значений длительности латентного периода (ДЛП), длительности первого локализационного движения (ДПЛД) и длительности корректирующего движения (ДКД) внутри группы детей из дома ребенка (ДР) и группы семейных детей (СД). Результаты данного анализа свидетельствуют, что есть одинаковые значимые различия между среднегрупповыми значениями длительности латентного периода, длительности первого локализационного движения и длительности периода корректирующего движения в группе детей из дома ребенка и в группе семейных детей, характеризующиеся увеличением показателей длительности от первого периода к последнему (для ДР: ДЛП = $0,3 \pm 0,07$ с < ДПЛД = $0,4 \pm 0,08$ с < ДКД = $0,6 \pm 0,15$ с; $F = 22,5; p = 0,000$; для СД: ДЛП = $0,4 \pm 0,09$ с < ДПЛД = $0,5 \pm 0,09$ с < ДКД = $0,8 \pm 0,3$ с; $F = 22,5; p = 0,000$) (Рис.6, 7).

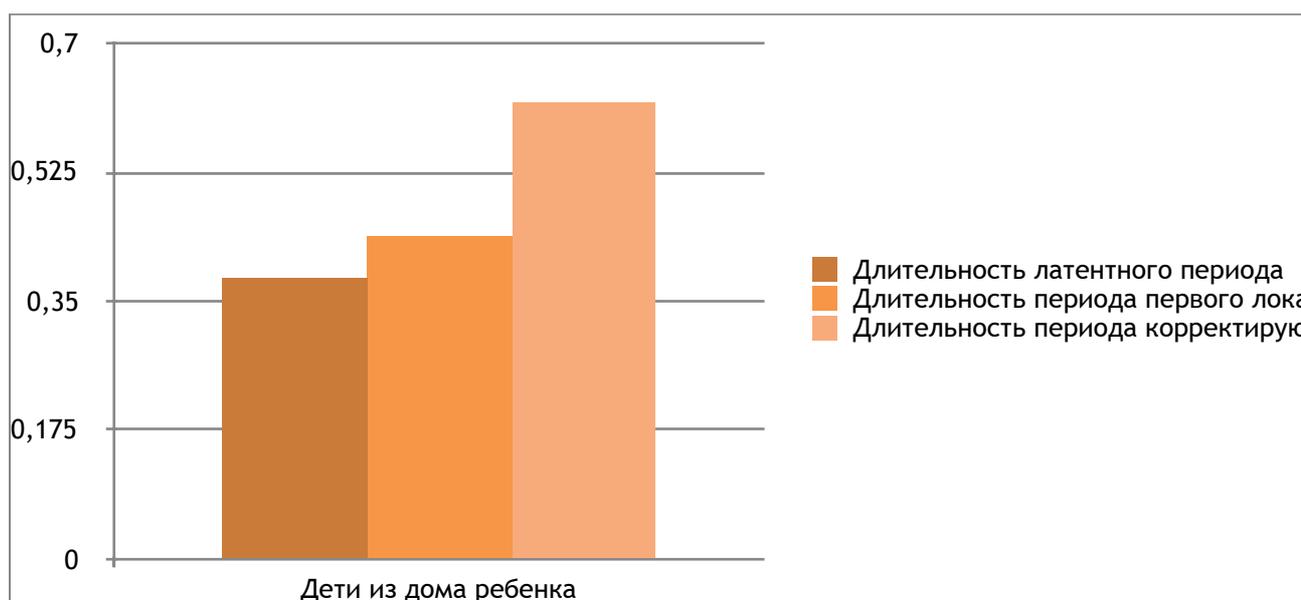


Рис. 6. Внутригрупповое сравнение среднегрупповых длительностей периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из дома ребенка.

По оси абсцисс – периоды длительностей локализационного движения; по оси ординат – среднегрупповые значения длительностей периодов локализационного движения, в секундах.

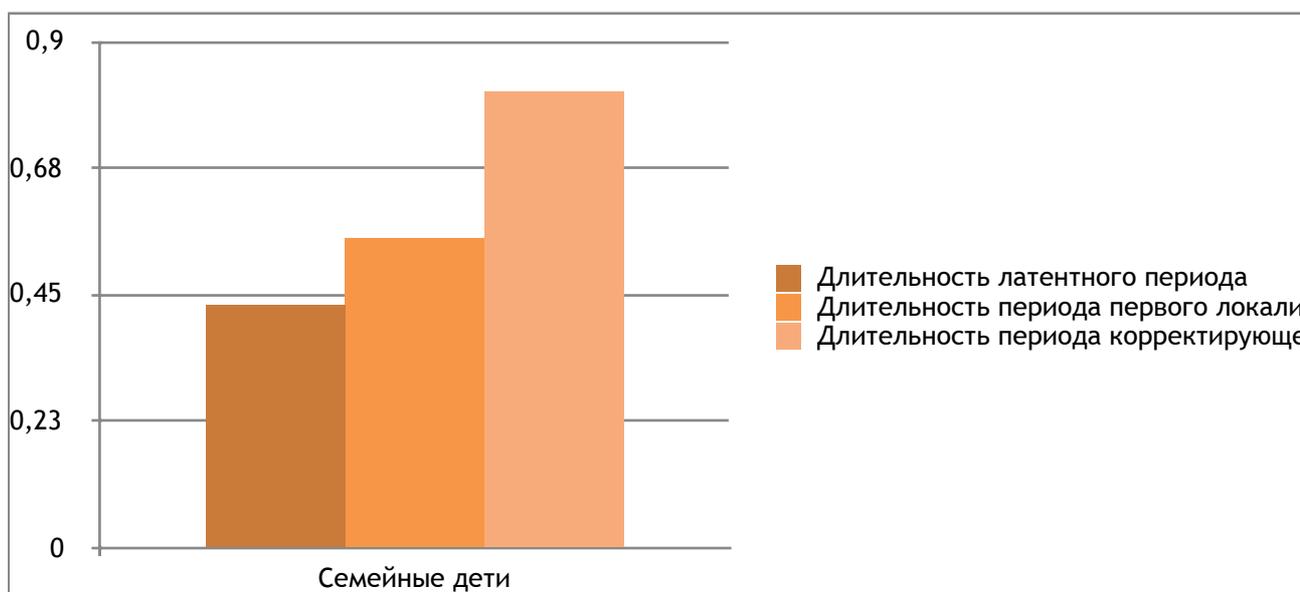


Рис. 7. Внутригрупповое сравнение среднегрупповых длительностей периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из семей.

По оси абсцисс – периоды длительностей локализации; по оси ординат – среднегрупповые значения длительностей периодов локализационного движения в секундах.

Таким образом, у детей из домов ребенка длительность латентного периода значительно меньше длительности первого локализационного движения, что, в свою очередь, значительно меньше длительности периода корректирующего движения. У семейных детей длительность латентного периода значительно меньше длительности первого локализационного движения,

что, в свою очередь, значительно меньше длительности периода корректирующего движения.

3.5 Сравнение значений первичной и вторичной локализационных ошибок неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости внутри группы детей из дома ребенка и группы семейных детей

Было проведено сравнение среднегрупповых значений первичной ошибки локализации (ПОЛ) и вторичной ошибки локализации (ВОЛ) внутри группы детей из дома ребенка (ДР) и группы семейных детей (СД). Результаты данного анализа свидетельствуют, что есть одинаковые значимые различия между среднегрупповыми значениями первичной ошибки локализации и вторичной ошибки локализации в группе детей из дома ребенка и в группе семейных детей, характеризующиеся уменьшением показателей значений от первичной ошибки ко вторичной (для ДР: ПОЛ = $39,3 \pm 21,1^\circ$ > ВОЛ = $27,3 \pm 21,5^\circ$; $F = 31,96$, $p = 0,000$; для СД: ПОЛ = $22,9 \pm 9,7^\circ$ > ВОЛ = $16,3 \pm 10,6^\circ$; $F = 31,96$, $p = 0,000$) (Рис.8, 9).

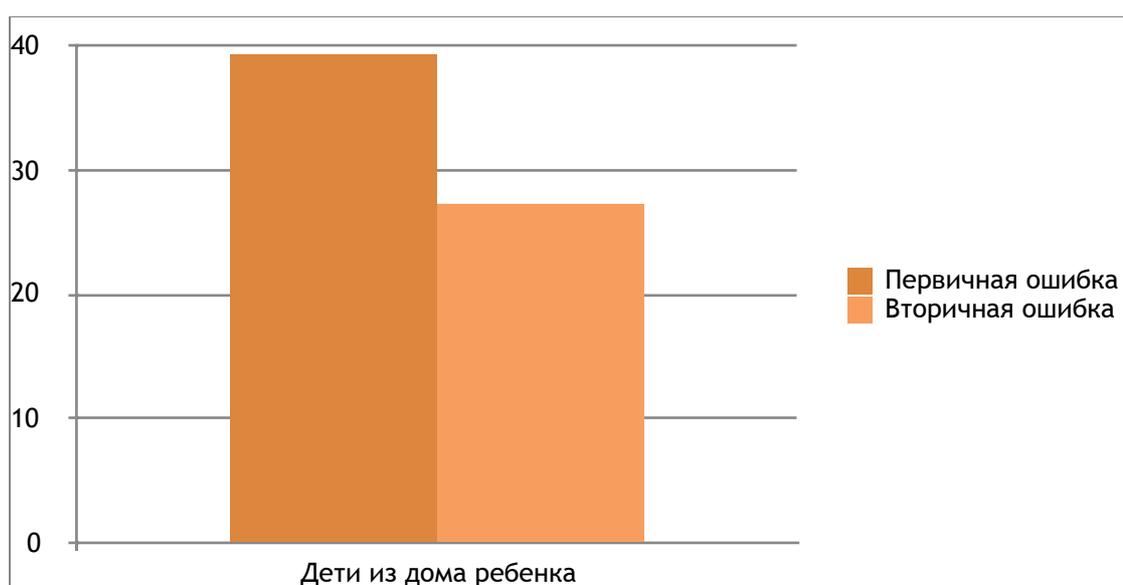


Рис. 8. Внутригрупповое сравнение среднегрупповых значений первичной и вторичной ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из дома ребенка.

По оси абсцисс – первичная и вторичная ошибки;
по оси ординат – среднегрупповые значения величин первичной и вторичной ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости, в градусах.

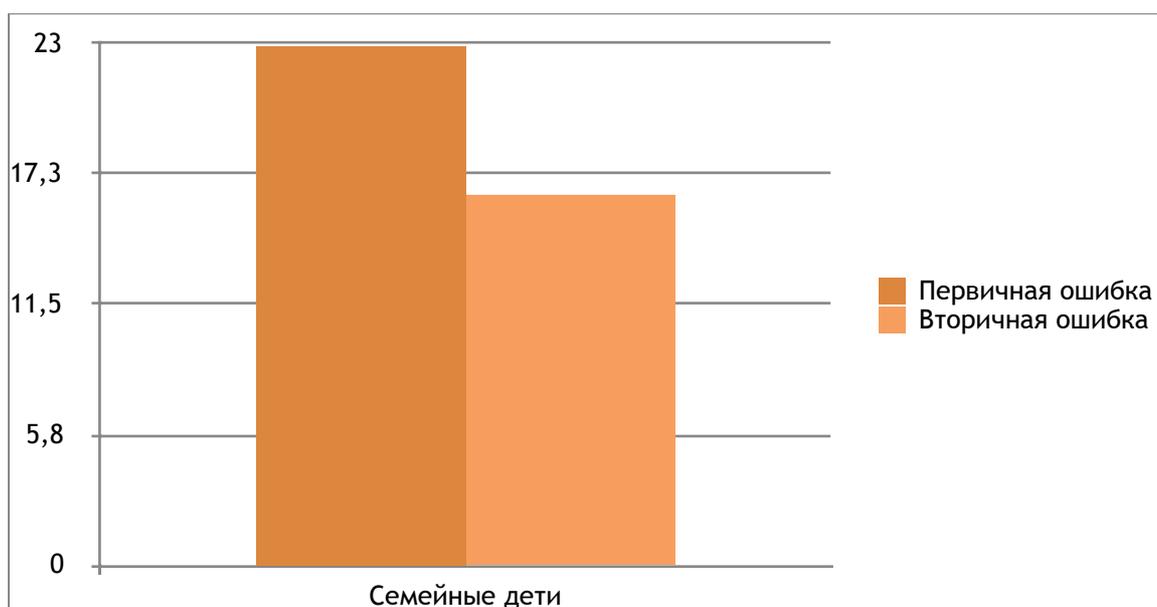


Рис. 9. Внутригрупповое сравнение среднегрупповых значений первичной и вторичной ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из семей.

По оси абсцисс – первичная и вторичная ошибка;
по оси ординат – среднегрупповые значения величин первичной и вторичной ошибок локализации в градусах.

Таким образом, у детей из домов ребенка первичная ошибка локализации значительно больше вторичной ошибки локализации. У семейных детей первичная ошибка локализации значительно больше вторичной ошибки локализации.

3.6 Анализ взаимосвязи между пространственным положением неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости и параметрами локализации в группе детей из дома ребенка и в группе семейных детей

В ходе исследования был проведен анализ длительности периодов локализации и величин локализационных ошибок в связи с положением предъявляемого звукового стимула относительно средней линии головы ребенка (с поправкой на начальное положение головы) по всей группе детей из дома ребенка (16 человек).

Результаты анализа в группе детей из дома ребенка свидетельствуют, что значения общей длительности локализации ($r = 0,1$, $p = 0,5$), длительность латентного периода ($r = 0,02$, $p = 0,8$), длительности первого локализационного движения ($r=0,2$; $p=0,27$), длительности периода корректирующего движения ($r=-0,3$; $p=0,19$) существенно не меняются в связи с различным положением неподвижного звукового стимула относительно средней линии головы ребенка (с поправкой на начальное положение головы). Показано, что величины первичной ошибки локализации ($r = 0,7$, $p = 0,000$) (Рис. 10) и вторичной ошибки локализации ($r = 0,5$, $p = 0,004$) (Рис. 11) изменяется в связи с относительным углом предъявления сигнала с поправкой на начальное положение головы ребенка в группе детей из дома ребенка (16 человек).

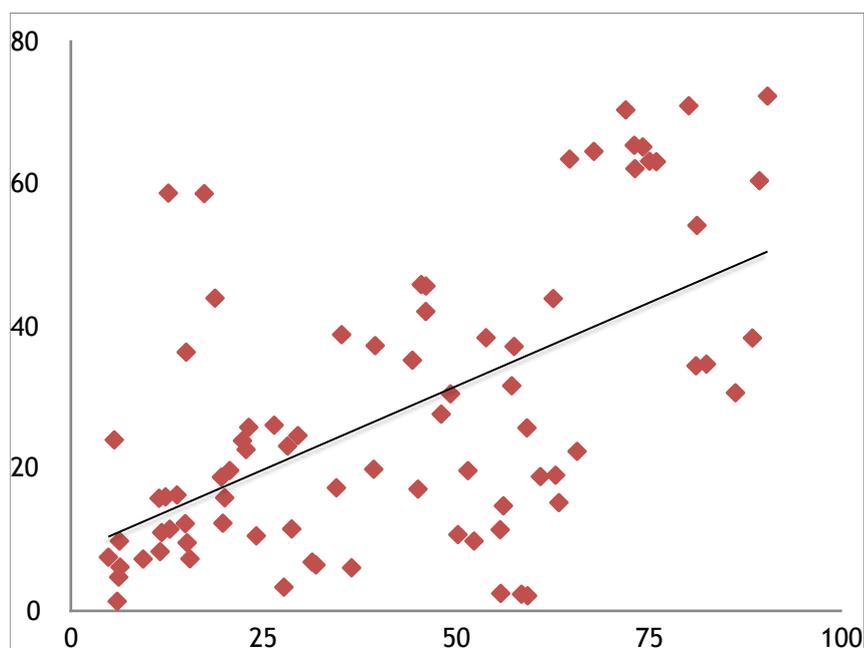


Рис.10. Распределение значений величины первичной ошибки локализации в связи с модулем относительного угла предъявления сигнала с поправкой на начальное положение головы в группе детей дома ребенка (16 человек).

По оси абсцисс – абсолютное значение угла предъявления сигнала, в градусах;

по оси ординат – первичная ошибка локализации, в градусах.

Таким образом, в результате оценки величины первичной ошибки локализации в связи с угловым положением источника звука с поправкой на начальное положение головы в группе детей дома ребенка было выявлено, что величина первичной ошибки локализации значительно увеличивается при увеличении азимута предъявления стимула относительно начального положения головы ребенка.

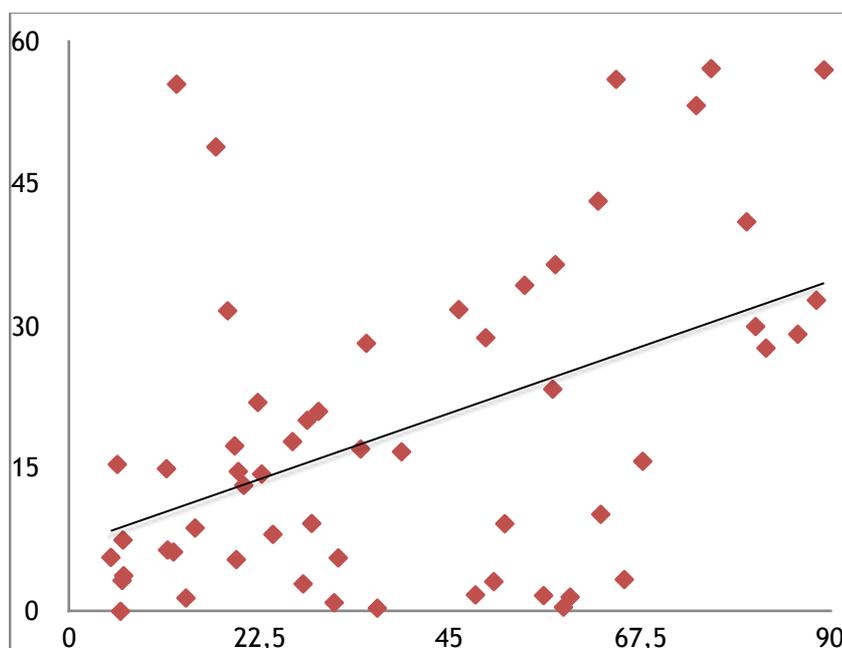


Рис.11. Распределение значений величины вторичной ошибки локализации в связи с модулем относительного угла предъявления сигнала с поправкой на начальное положение головы в группе детей дома ребенка (16 человек).

По оси абсцисс – абсолютное значение угла предъявления сигнала, в градусах;

по оси ординат – вторичная ошибка локализации, в градусах.

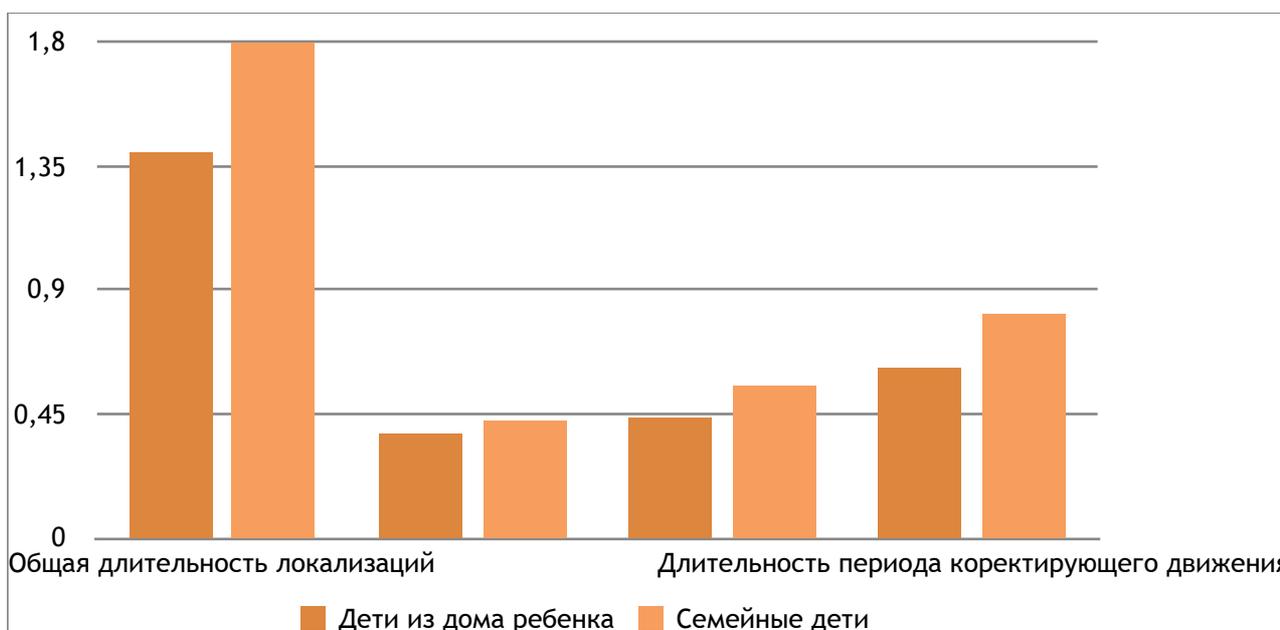
Таким образом, в результате оценки величины вторичной ошибки локализации в связи с угловым положением источника звука с поправкой на начальное положение головы в группе детей дома ребенка было выявлено, что величина вторичной ошибки локализации значительно увеличивается при увеличении азимута предъявления стимула относительно начального положения головы ребенка.

Результаты анализа в группе детей из дома ребенка свидетельствуют, что значения длительности латентного периода ($r=0,2$; $p=0,14$), первого локализационного движения ($r=0,2$; $p=0,14$), периода корректирующего движения ($r=-0,2$; $p=0,34$), общая длительность периодов локализации ($r=-0,02$; $p=0,86$), величины первичной ошибки локализации ($r=0,2$; $p=0,08$) и вторичной ошибки локализации ($r=0,3$; $p=0,12$) существенно не меняются в связи с различным положением неподвижного звукового стимула

относительно средней линии головы ребенка (с поправкой на начальное положение головы).

3.7 Сравнение длительностей периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из дома ребенка и семейных детей

Было проведено сравнение среднегрупповых значений общей длительности локализации, длительности латентного периода, периодов первого и корректирующего движений у детей из домов ребенка (ДР) и семейных детей (СД). Результаты данного анализа свидетельствуют о том, что среднегрупповые значения длительности латентного периода (ДР = $0,3 \pm 0,07$ с в сравнении с СД = $0,4 \pm 0,09$ с; $U = 23$, $p = 0,27$), а также среднегрупповые значения длительности периода корректирующего движения (ДР = $0,6 \pm 0,1$ с в сравнении с СД = $0,8 \pm 0,3$ с; $U = 21$, $p = 0,19$) у детей, проживающих в доме ребенка и семьях статистически не отличаются ($p > 0,1$). При этом показано, что общая длительность локализации у детей из дома ребенка существенно меньше, чем у семейных детей (ДР = $1,4 \pm 0,22$ с в сравнении с СД = $1,8 \pm 0,35$ с; $U = 13$, $p = 0,033$), также как и среднегрупповая длительность первого локализационного движения (ДР = $0,4 \pm 0,08$ с в сравнении с СД = $0,5 \pm 0,09$ с; $U = 12,5$, $p = 0,033$) (Рис.12).



+

Рис. 12. Межгрупповое сравнение среднегрупповых значений длительностей периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из ДР и СД.

По оси абсцисс – периоды локализации звукового стимула;
по оси ординат – среднегрупповые значения длительностей периодов локализационного движения в секундах.

Таким образом, длительность латентного периода и периода корректирующего движения у детей из дома ребенка и семейных детей значимо между собой не различаются. Общая длительность локализации у детей из домов ребенка значимо меньше по сравнению с семейными детьми. Длительность периода первого локализационного движения у детей из дома ребенка значимо меньше по сравнению с семейными детьми.

8. Сравнение среднегрупповых значений первичной и вторичной ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из дома ребенка и семейных детей

Было проведено сравнение среднегрупповых значений первичной и вторичной ошибки локализации у детей из домов ребенка (ДР) и семейных детей (СД). Результаты данного анализа свидетельствуют, что отсутствуют значимые различия между среднегрупповыми значениями вторичной ошибки локализации (ДР = $27,3 \pm 21,5^\circ$ в сравнении с СД = $16,3 \pm 10,6^\circ$; $U = 26$, $p = 0,41$). При этом показано, что значение первичной ошибки локализации у детей из дома ребенка значимо больше, чем у семейных детей (ДР = $39,3 \pm 21,1^\circ$ в сравнении с СД = $22,9 \pm 9,6^\circ$; $U = 15$, $p = 0,055$; $t = 2,17$, $p = 0,047$ при $F = 0,94$, $p = 0,35$) (Рис.13).

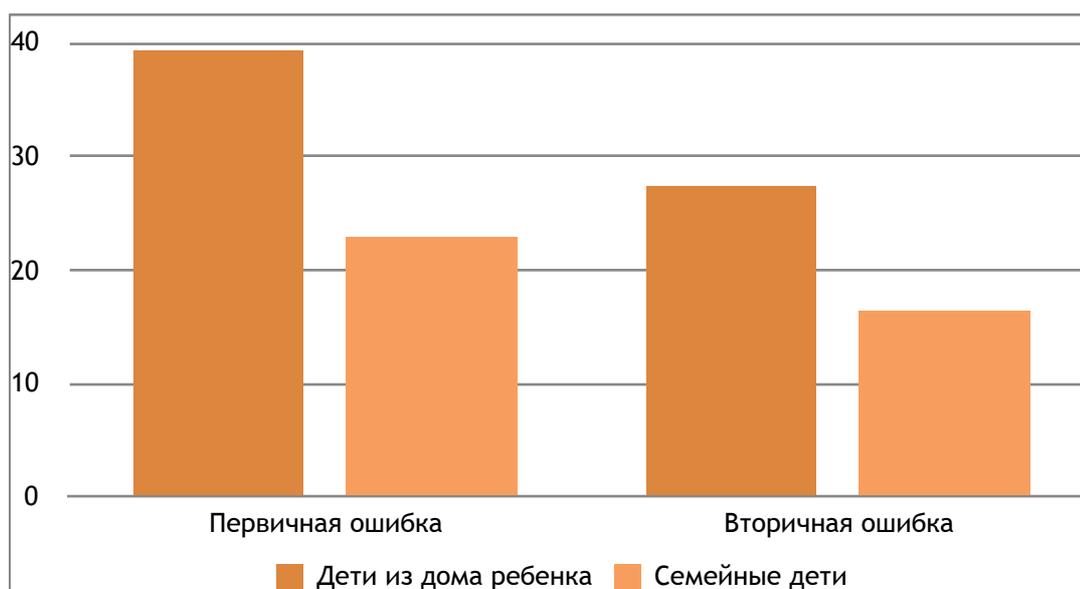


Рис. 13. Межгрупповое сравнение средних значений первичной и вторичной ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости у детей из ДР и СД.

По оси абсцисс – первичная и вторичная ошибка локализации;
по оси ординат – среднегрупповые значения величин первичной и вторичной ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости в градусах.

Таким образом, вторичная ошибка у детей из дома ребенка и семейных детей значимо между собой не отличаются. Первичная ошибка у детей из дома ребенка значимо больше по сравнению с семейными детьми.

Таким образом, при сравнении средних значений длительностей трех периодов локализации внутри группы детей из дома ребенка (16 человек) обнаружено, что длительность латентного периода значимо меньше длительности первого локализационного движения, что, в свою очередь, значимо меньше длительности периода корректирующего движения. В результате сравнения средних величин первичной и вторичной ошибок локализации внутри группы детей из дома ребенка (16 человек) обнаружено, что первичная ошибка локализации значимо больше вторичной ошибки локализации. При сравнении средних значений длительностей трех периодов локализации внутри группы детей из дома ребенка (7 человек) и группы семейных детей обнаружено, что длительность латентного периода значимо меньше длительности первого локализационного движения, что, в свою очередь, значимо меньше длительности периода корректирующего движения как в группе детей из дома ребенка, так и в группе семейных детей. В результате сравнения средних величин первичной и вторичной ошибок локализации внутри группы детей из дома ребенка (7 человек) и группы семейных детей обнаружено, что первичная ошибка локализации значимо больше вторичной ошибки локализации как в группе детей из дома ребенка, так и в группе семейных детей.

В результате оценки общей длительности периодов локализации и длительности латентного периода в связи с угловым положением источника звука с поправкой на начальное положение головы в группе детей дома ребенка (16 человек) было выявлено, что величины первичной и вторичной ошибки локализации значимо увеличиваются при увеличении азимута предъявления стимула относительно начального положения головы ребенка. Положительных корреляций для общей длительности локализации и длительностей периодов локализации обнаружено не было.

В результате анализа средних значений трех периодов длительностей и общей длительности локализации между группой детей из дома ребенка и группой семейных детей общая длительность локализации и длительность периода первого локализационного движения у детей из домов ребенка оказалась значимо меньше по сравнению с семейными детьми. В результате сравнения средних величин первичной и вторичной ошибок локализации между группой детей из дома ребенка и группой семейных детей обнаружено, что первичная ошибка у детей из дома ребенка значимо больше по сравнению с семейными детьми.

Обсуждение результатов

Данное исследование посвящено изучению локализации неподвижного звукового стимула детьми 14-22 месяцев, воспитывающимися в домах ребенка. В основу работы были положены теоретические представления о физиологических и нейрофизиологических механизмах работы отделов слуховой системы, участвующих в процессе слуховой локализации (Ashmead et al, 1998; Aslin et al, 1983; Blauert, 1969; Butler, 1975; Chase&Young 2005; Clifton et al, 1988; Devore&Delgutte, 2010; Eichenbaum, 2017; Erber, 1968; Harrison, 1978; Jenkins&Masterton, 1982; Keefe et al, 1993, 1994; King et al, 1998; Neil et al, 2006; Okabe et al, 1988; Rodriguez et al, 1991; Shaw&Teranishi, 1968; Werner et al, 2012; Альтман, 1990; Шустин и др., 2007); представления о взаимодействии слуховой системы со зрительной и моторной системами для осуществления процесса локализации (Ashmead et al, 1998; King et al, 1988; Knudsen 1982; Lunenburger et al, 2001; Palmer et al, 1982); представления о влиянии социальных факторов на проявление пространственно-слухового поведения (Morre et al, 1975; Мухамедрахимов и Никитин, 2011). Также использовались положения теорий развития личности младенцев, теории привязанности (Выготский, Лисина, Мухамедрахимов, 1999; Мясищев, Плешкова, 2006, 2008; The St. Petersburg – USA Research Team, 2008), согласно которым для благополучного психического развития, адекватного формирования представлений о себе и окружающем пространстве необходимо наличие в раннем возрасте чуткого близкого взрослого, помогающего познавать младенцу себя, свои реакции и окружающее пространство (Дж. Боулби, 1973; Мухамедрахимов и Никитин, 2011; Мухамедрахимов, Плешкова, 2008; Д. Штерн, 1995). Кроме того, использовались представления о структуре процесса локализации как состоящего из трех периодов: латентный период, период первого

локализационного движения, период корректирующего движения; его точности, выражающейся через первичную ошибку локализации (точность первого локализационного движения) и вторичную ошибку локализации (точность периода корректирующего движения) (Тюмкова, 2016).

Анализ научной литературы показал, что на сегодняшний день существует достаточно много исследований, изучающих процесс слуховой локализации взрослым человеком (Альтман, 1990; Batler et al., 1976; Carlile et al., 1999; Jeffress et al, 1961; Licklider et al, 1950; Mills, 1972; Pinek et al., 1989; Van den Bogaert et al., 2006 и др.). В последние годы авторы чаще уделяют внимание изучению слуховой локализации детьми младенческого и раннего возраста, однако эта группа детей в научной литературе представлена детьми, воспитывающимися в семьях (Мухамедрахимов, Никитин и др., 2011; Ashmead et al., 1987; Aslin et al, 1983; Clarkson et al., 1991; Clifton et al. 1988; Keefe et al, 1993, 1994; King et al, 1988; Morrongiello, 1987, 1989; Morrongiello&Rocca, 1987; Muir&Clifton, 1985; Muir&Field, 1979; Neil et al, 2006; Okabe et al, 1988; Shaw &Teranishi, 1968 и др.). Несмотря на большое число исследований, посвященных анализу специфики развития детей, воспитывающихся в сиротских учреждениях (Мухамедрахимов, 1999; Плешкова, Мухамедрахимов, 2008; Прихожан, Толстых, 2007; Сергиенко, 2009; Chugani et al., 2001; Gunnar et al., 2000; Nelson et al., 2006; The St. Petersburg–USA Orphanage Research Team, 2008; Tizard, 1993) или замещающих семьях (Gunnar, 2002; Tizard, 1980; Zeanah et al., 2011; и др.), данные о развитии и особенностях процесса слуховой локализации детьми младенческого и раннего возраста из домов ребенка не встречаются.

Сравнительное изучение в данной работе особенностей процесса слуховой локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости группой детей из дома ребенка и группой семейных детей позволяет учитывать влияние на развитие пространственного слуха детей младенческого и раннего возраста социального фактора в виде различного (близкого к семейному и семейного) социально-эмоционального окружения.

Основные исходные гипотезы исследования заключались в том, что: 1) периоды локализации неподвижного звукового стимула детьми раннего возраста из дома ребенка будут иметь более высокие показатели временных значений локализации по сравнению с семейными детьми; 2) точность локализации, выражающаяся в первичной и вторичной ошибке локализации, будет ниже у детей из дома ребенка по сравнению с семейными детьми; 3) величины периодов и точности локализации будут иметь взаимосвязь с начальным положением головы детей из дома ребенка.

Полученные в результате проведенного обследования данные свидетельствуют о том, что дети обследованной возрастной группы 14-22 месяцев из дома ребенка продемонстрировали локализационную реакцию на звук в 64% случаев, в то время как группа сравнения, состоящая из семейных детей 14-20 месяцев, продемонстрировала локализационную реакцию в 77% случаев. Полученные данные в целом согласуются с полученными ранее результатами других исследований, изучающих семейных детей (Ashmead et al., 1987; Clarkson et al., 1991; Morrongiello&Rocca, 1987, 1989 и др.). Небольшие процентные отличия между данными настоящего исследования и данными предыдущих исследований могут объясняться различным использованием методики оценки локализационного поведения: предыдущие исследования основывались на измерениях количества поворотов головы в сторону источника звука (Ashmead et al., 1987; Clarkson et al., 1991; Morrongiello&Rocca, 1987, 1989; Muir&Field, 1979 и др.), текущее исследование основывалось на анализе графиков траектории движения. Полученные различия в показателях демонстрации локализационной реакции между группой детей из дома ребенка и группой семейных детей можно объяснить специфичностью физиологического и нейрофизиологического развития структур отделов слуховой системы, отвечающих за пространственную локализацию звуков у детей из дома ребенка по сравнению с семейными детьми (Beckett et al., 2002; Gunnar et al, 2011; Koss et al, 2014; Loman et al, 2005; Marshall et al, 2004; Martins et al, 2013; Miller et

al, 1995; Nelson et al, 2008, 2017; St.Petersburg-USA Orphanage Research Team, 2008), которая выражается отставанием по физиологическим параметрам (рост, вес, окружность головы) и дисфункцией областей мозга, отвечающих за пространственно-слуховую локализацию. Также демонстрируемое отличие можно объяснить влиянием приближенном к семейному или семейному социально-эмоциональному окружению в раннем возрасте и качеством взаимодействия с воспитателем или биологическим родителем у детей из дома ребенка и семейных детей соответственно (Morre et al, 1975; Мухамедрахимов и Никитин, 2011).

Ниже представлено обсуждение основных результатов, полученных в ходе работы, связанных с длительностью периодов локализации и точностью локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости детьми 14-22 месяцев из дома ребенка в сравнении с детьми 14-20 месяцев из биологических семей. Также, обсуждаются полученные результаты об изменениях этих параметров в связи с пространственным положением источника звука.

Длительность периодов локализации звука

Результаты сравнения среднегрупповых значений общей длительности локализации, длительности латентного периода, периодов первого и корректирующего движений у детей из домов ребенка и семейных детей показали, что среднегрупповые значения общей длительности локализации и длительности первого локализационного движения меньше у детей из дома ребенка, чем у семейных детей. Другими словами, результаты свидетельствуют, что дети из дома ребенка 14-22 месяцев в целом локализируют звук быстрее, чем семейные дети 14-20 месяцев, и быстрее совершают поворот к источнику звука. Полученный результат не согласуется с представленными выше исследованиями об особенностях физиологического и нейрофизиологического развития (Koss et al, 2014; Marshall et al, 2004; Nelson et al, 2008, 2017), задержках двигательного и когнитивного развития детей из дома ребенка (Nelson et al, 2007; Piek et al,

2008; St.Petersburg-USA Orphanage Research Team, 2008), которые позволяли предполагать более медленную реакцию детей из дома ребенка на неподвижный звуковой стимул по сравнению с их сверстниками из семей. Однако, можно предположить, что причиной такого результата являются компенсаторные способности детского мозга, пластичность нервной системы (Гайворонский и др ,2009; Dekaban,1970; Yakovlev, 1967) и особые условия дома ребенка, подразумевающие под собой менее стабильное социально-эмоциональное окружение детей из дома ребенка по сравнению с семейными детьми. Это могло бы объясняться предыдущими исследованиями, касающимися анализа отношений привязанности между детьми, воспитываемыми в домах ребенка и их воспитателями. Наличие нескольких взрослых в группе предполагает подстройку детей под индивидуальное состояние каждого взрослого (Иванова, 2006), в некоторых случаях это не всегда предсказуемые взрослые, что могло бы обуславливать мобилизацию как физиологических, так и психических процессов, направленных на ожидание опасности, и, как следствие, более быструю реакцию в ответ на раздражение, в том числе неожиданным звуком.

Результаты сравнения среднегрупповых значений длительностей латентного периода, периодов первого и корректирующего движений у детей из домов ребенка и семейных детей показали, что среднегрупповые значения длительностей одинаково увеличиваются от латентного к корректирующему периоду в обеих группах. Другими словами, результаты означают, что у детей из дома ребенка 14-22 месяцев и семейных детей 14-20 месяцев латентный период меньше первого локализационного движения, а первое локализационное движение меньше периода корректирующего движения. Результаты согласуются с полученными ранее данными о характеристиках трех периодов локализации в группе семейных детей 6-19 месяцев: первым двум периодам отводится роль ориентировочно-рефлекторного компонента локализации, они реализуются в более короткий срок, чем корректирующее движение (Тюмкова, 2016).

В ходе анализа длительности периодов локализации и величин локализационных ошибок в связи с положением предъявляемого звукового стимула относительно средней линии головы ребенка (с поправкой на начальное положение головы) в группе детей из дома ребенка и в группе семейных детей показано, что значения общей длительности локализации и длительности латентного периода значительно увеличиваются в связи с увеличением относительного угла предъявления сигнала с поправкой на начальное положение головы ребенка в группе детей из дома ребенка. Обнаруженные изменения длительности латентного периода могут объясняться тем, что на узнавание источника звука, находящегося дальше от центральной линии головы требуется больше времени для осмысления положения источника. В отличие от длительности латентного периода и общей длительности локализации длительность первого и корректирующего движений существенно не меняются в связи с угловым положением источника звука с поправкой на начальное положение головы в группе детей дома ребенка.

Точность локализации неподвижного звука

Результаты сравнения среднегрупповых величин первичной ошибки локализации (точность первого локализационного движения) и вторичной ошибки локализации (точность периода корректирующего движения) у детей из домов ребенка и семейных детей показали, что среднегрупповые величины первичной ошибки локализации больше у детей из дома ребенка, чем у семейных детей. Другими словами, результаты свидетельствуют, что дети из дома ребенка 14-22 месяцев при определении положения источника звука при первом локализационном движении «промахиваются» на больший градус, чем семейные дети 14-20 месяцев. Полученные данные согласуются с описанными выше результатами о более коротком периоде первого локализационного движения. Это может объясняться тем, что в результате быстрого движения в сторону источника звука качество локализации ухудшается. В то время как у семейных детей затрачивается больше времени

на первое локализационное движение, что обеспечивает более точное определение местоположения неподвижного источника звука в пространстве.

Результаты сравнения среднегрупповых величин первичной ошибки локализации и вторичной ошибки локализации у детей из дома ребенка и семейных детей показали, что среднегрупповые величины первичной ошибки локализации одинаково выше среднегрупповых величин вторичной ошибки локализации в обеих группах детей. Другими словами, результаты означают, что у детей из дома ребенка 14-22 месяцев и семейных детей 14-20 месяцев первичная ошибка локализации больше вторичной ошибки локализации. Результаты согласуются с полученными ранее данными о характеристиках ошибок локализации в группе семейных детей 6-19 месяцев, где первичная ошибка локализации существенно выше вторичной локализационной ошибки (Тюмова, 2016).

В ходе анализа величин первичной ошибки локализации в связи с положением предъявляемого звукового стимула с поправкой на начальное положение головы в группе детей из дома ребенка показано, что наибольшая первичная ошибка (наименьшая локализационная точность) наблюдается в положении 90° , при передвижении источника звука ближе к средней линии головы первичная ошибка уменьшается (локализационная точность повышается). Полученные данные согласуются с предыдущими исследованиями взрослых людей, в которых точность локализации при большем смещении источника звука от средней линии головы к одному из ушей уменьшается (Stevens&Newman, 1936, Mills, 1972), и детей младенческого и раннего возраста (Тюмова, 2016; Morrongiello&Росса, 1987).

В ходе анализа величин вторичной ошибки локализации в связи с положением предъявляемого звукового стимула с поправкой на начальное положение головы в группе детей из дома ребенка показана та же зависимость, что и для первичной ошибки локализации: при увеличении углового положения предъявляемого звукового стимула вторичная ошибка

локализации повышается (точность локализации уменьшается), что согласуется с полученными данными другого исследования для семейных детей 6-19 месяцев (Тюмова, 2016).

Отсутствие положительной корреляции между общей длительностью, тремя длительностями периодов локализации, первичной и вторичной ошибкой локализации и угловым положением источника звука с поправкой на начальное положение головы создает противоречие с полученными ранее результатами у семейных детей 6-19 месяцев (Тюмова, 2016), где были обнаружены положительные корреляции с периодом первого локализационного движения, первичной и вторичной ошибками локализации. Противоречие может быть объяснено разной численностью испытуемых: в предыдущем исследовании приняло участие 40 детей, в текущем группа семейных детей составила 10 человек. Кроме того, можно предположить, что полученное отсутствие корреляции длительностей периодов локализации и ошибок локализации в группе семейных детей, в отличие от группы детей из дома ребенка, объясняется наличием более зрелых структур, отвечающих за пространственную локализацию у семейных детей 14-20 месяцев. Несмотря на то, что группа детей из дома ребенка сопоставима по возрасту с группой семейных детей, предыдущие исследования сообщают об отставаниях в области физического, когнитивного, моторного развития (Nelson et al, 2007; Piek et al, 2008; St.Petersburg-USA Orphanage Research Team, 2008), что может объяснять неспособность воспринимать источники звука в пространстве независимо от положения собственного тела (Lackner, 1983).

Полученные из работы результаты имеют значение для дальнейшего изучения социального окружения как одного из основных факторов развития пространственного слуха у детей младенческого и раннего возраста. Кроме того, данные восполняют пробел в изучении локализационных характеристик у детей раннего возраста, воспитывающихся в домах ребенка, вносят вклад в понимание развития пространственного слуха на ранних этапах жизни.

ВЫВОДЫ

1. Локализация неподвижного источника звука детьми 14-51 месяца из дома ребенка имеют следующие особенности: латентный период короче длительности первого локализационного движения, первое локализационное движение короче длительности корректирующего движения; первичная ошибка больше вторичной ошибки.
2. Значения периодов локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости детьми 14-22 месяцев из дома ребенка изменяются одинаково со значениями группы семейных детей того же возраста: латентный период короче длительности первого локализационного движения; длительность первого локализационного движения короче длительности корректирующего периода.
3. Величины ошибок локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости детьми 14-22 месяцев из дома ребенка изменяются одинаково со значениями группы семейных детей того же возраста: величина первичной ошибки больше величины вторичной ошибки.
4. Выявлена взаимосвязь между начальным положением головы и первичной и вторичной ошибками локализации у детей 14-51 месяца, проживающих в доме ребенка.
5. Значения длительности первого локализационного движения и общей длительности локализации у детей 14-22 месяцев из дома ребенка меньше значений группы семейных детей того же возраста.
6. Значение величины первичной ошибки локализации у детей 14-22 месяцев из дома ребенка больше величины первичной ошибки локализации у группы семейных детей того же возраста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование изучает особенности локализации неподвижного звукового стимула в горизонтальной плоскости детьми раннего возраста, воспитывающихся в доме ребенка. В обзоре литературы представлены данные о физиологических и нейрофизиологических основах функционирования пространственного слуха, в том числе у детей раннего возраста, роли социального окружения для проявления локализационного поведения. В результате экспериментального исследования локализации неподвижного звука, проведенного в специально сконструированной анэхоидной кабине, у детей в возрасте 14-51 месяца были исследованы особенности локализационного поведения, особенности трех периодов локализации (латентный период, период первого локализационного движения, период корректирующего движения), изучены ошибки локализации (первичная и вторичная ошибка локализации). Проведено сравнение показателей локализации с сопоставимой по возрасту группой детей, воспитывающихся в семьях. Изучена взаимосвязь между угловым положением стимула и величинами периодов локализации и ошибок локализации.

Результаты исследования могут использоваться для разработки рекомендаций по взаимному общению с ребенком сотрудниками детского дома, направленному на поддержание пространственного интереса, создание безопасной и комфортной для ребенка ситуации общения, использование звуковой стимуляции, в том числе в речи, звучащих игрушек, расположенных в разных точках пространства для стимуляции поисковой активности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Альтман Я.А., Слуховая система // Физиология человека, 1990. - 426

2. Иванова В.Ю. О психологическом взаимодействии близких взрослых и детей, проживающих в семье и в доме ребенка // Дефектология, 2006. №1. С. 76-79
2. Котеленко Л.М., Никитин Н.И., Альтман Я.А. Оценка человеком сигналов, моделирующих различные направления движения звука, и особенности восприятия таких сигналов больными височной эпилепсией // Физиология человека, 2013. – №3. – С. 18-25
3. Котеленко Л.М., Шустин В.А. Локализация движущегося звукового образа у больных с правосторонним поражением височной области коры и гиппокампа // Физиология человека, 1990. – Т. 16. – №2. – С. 46-50
4. Лисина М.И. Формирование личности ребенка. СПб: Питер, 2009. — 320 с.
5. Мухамедрахимов Р. Ж. Мать и младенец: психологическое взаимодействие. – СПб.: Издательство СПбГУ, 1999. – 285 с. 129
6. Мухамедрахимов Р.Ж., Плешкова Н.Л. Особенности привязанности у детей в семьях и домах ребенка // Дефектология, 2008. №2. С. 37-44
7. Прихожан А. М., Толстых Н. Н. Психология сиротства: 3-е издание. М.: Питер, 2007. 416 с.
9. Сергиенко Е.А., Лебедева Е.И., Прусакова О.А. Модель психического в онтогенезе человека. М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2009. 412 с.
10. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии (изд. 2-е, 1946 г.). – СПб: Питер, 1998. – 720 с.
11. Ashmead D.H., Clifton R.K., Perris E. Precision of auditory localization in human infants // Developmental Psychology, 1987. – Vol. 23 (5). – P. 641-647
12. Aslin R.N., Pisoni D.B., Jusczyk P.W. Auditory development and speech perception in infancy / Handbook of Child Psychology Mussen P.H., Haith M.M., Campos J.J., eds. // Infancy and Developmental Psychobiology. – New York: John Wiley, 1983. – P. 573-687 132

13. Barnet A.B., Goodwin R.S. Averaged evoked electroencephalographic responses to clicks in human newborn // EEG Clinical Neurophysiology, 1965. – Vol. 18. – P. 441-450
14. Batler R., Planert N. The influence of stimulus bandwidth on localization of sound in space // Perception and Psychophysics, 1976. – Vol. 19 (1). – P. 103-108
15. Clarke S., Bellman A., Meuli R.A., Assal G., Steck A.J. Auditory agnosia and auditory spatial deficits following left hemispheric lesions: evidence of distinct processing pathways // Neuropsychologia, 2000. – Vol. 38. – P. 797-807
16. Clarkson M.G., Swain I.U., Clifton R.K., Cohen K. Newborns' head orientation toward trains of brief sounds // Journal Acoustical Society of America, 1991. – Vol. 89 (5). – P. 2411-2420 133
17. Clifton R.K., Clarkson M.G., Gwiazda J., Bauer J.A., Held R.M. Growth in head size during infancy: Implications for sound localization // Development Psychobiology, 1988. – Vol. 24 (4). – P. 477-483
18. Clifton R.K. The development of human spatial hearing in infants / Ed. by L. Werner, E. Rubel // Developmental psychoacoustics. – Washington, 1992. – P. 139-145
19. Eisenberg R. Auditory competence in early life. – Baltimore: University Park Press, 1976. – 139 p.
20. Ekstrom A.D., Kahana M.J., Caplan J.B., Fields T.A., Isham E.A., Newman E.L., Fried I. Cellular networks underlying human spatial navigation // Nature, 2003. – Vol. 425 (6954). – doi: 10.1038/nature01964
21. Fernald A. Human maternal vocalisations to infants as biologically relevant signals: an evolutionary perspective / Barkow J.H., Cosmides L., Tooby J., eds. The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture. – New York: Oxford University Press, 1992. – P. 391-428
22. Gardner M.B., Gardner R.S. Problem of localization in the medial plane: effect of pinna occlusion // Journal of the Acoustical Society of America, 1973. – Vol. 53. – P. 400-408

23. Gardner M.B. Lateral localization of 0° or near -0° oriented speech signals in anechoic space // Journal of the Acoustical Society of America, 1968. – Vol. 44. – P. 797-802
24. Gatehouse R.W. Further research in localization of sound by completely deaf monaural subjects // Journal of auditory research, 1976. – Vol. 16. – P. 265-273
25. Gatehouse S., Lever C., Lorenzi C., Howell P. Effects of low-frequency thresholds on sound-source identification in the frontal horizontal plane using interaural time difference cues / Journal of the Acoustical Society of America, 1999. – Vol. 217. – P. 663-664
26. Gross N., Small A., Thompson D. Response to contralateral and ipsilateral auditory stimulation from the some cortical areas // Brain Research, 1967. – Vol. 5. – P. 250-262
27. Jeffres L., Taylor R. Lateralization vs. localixation // Journal of the Acoustical Society of America, 1961. – Vol. 33. – P. 482-483
28. Kessels R.P., Postma A., Wijnalda E.M., de Haan E. Frontal-lobe involvement in spatial memory: evidence from PET, fMRI, and lesion studies // Neuropsychology Review, 2000. – Vol. 10 (2). – P. 101-113
29. Kohler W. Tonpsychologie // Handbook Neurology Ochres. – Berlin-Wien, 1924
30. Lackner, J.R. Influence of posture on spatial localization of sound // Journal Audiological Engineering Society, 1983. – Vol. 31. – P. 226-233
31. LaGass L.L., VanVorst R.F. Brunner S.M., Zucker M.S. Infants' understanding of auditory events // Infant and child Development, 1999. – №8. – P. 85-100
32. Langston R.F., Ainge J.A., Couey J.J., Canto C.B., Bjerknes T.L., Witter M.P., Moser E.I., Moser M.-B. Development of the Spatial Representation System in the Rat // Science, 2010. – Vol. 328. – P. 1576-1580 136
33. Litovsky R.Y. Review of recent work on spatial hearing skills in children with bilateral cochlear implants // Cochlear Implants International, 2011. – Vol. 12 (1). – P. 30-34 133.

34. Litovsky R.Y., Fligor B.J., Tramo M.J. Functional role of the human inferior colliculus in binaural hearing // *Hearing Research*, 2002. – Vol. 165. – P. 346-358
35. Lorenzi C., Gatehouse S., Lever C. Sound localization in noise in hearing-impaired listeners / *Journal of the Acoustical Society of America*, 1999. – Vol. 105. – P. 3454-3463
36. Mills A.W. On the minimum audible angle // *Journal of the Acoustical Society of America*, 1958. – Vol. 30. – P. 237-246
37. Moore J.K., Linthicum F.H.Jr. The human auditory system: a timeline of development // *International Journal of Audiology*, 2007. – Vol. 46 (9). – P. 460-478
38. Moore J.M., Wilson W.R. Visual reinforcement audiometry (VRA) with infants / Gerber S.E., Mencher G.T., eds. *Early Diagnosis of Hearing Loss*. –New York: Grune & Stratton, 1978. – P. 177-212
39. Morrongiello B.A. Infants' localization of sounds in the median sagittal plane: Effects of signal frequency // *Journal Acoustical Society of America*, 1987. – Vol. 82 (3). – P. 900-905 137
40. Morrongiello B.A. Infants' monaural localization of sounds: effects of unilateral ear infection // *Journal Acoustical Society of America*, 1989. – Vol. 86 (2). – P. 597-602
41. Morrongiello B.A., Rocca P.T. Infants' localization of sounds in the horizontal plane: Effects of auditory and visual cues // *Child Development*, 1987. – Vol. 58 (4). – P. 918-927
42. Moser M.-B., Moser E.I. Crystals of the brain // *EMBO Molecular Medicine*, 2011. – Vol. 3 (2). – P. 69-71
43. Muir D., Clifton R.K. Infants' orientation to the location of sound sources / Gottlieb G., Krasnegor N.A. eds. *Measurement of audition and vision in the first year of postnatal life: A methodological overview* // Westport: Ablex publishing, 1985. – 171-194 p.

44. Muir D., Clifton R.K., Clarkson M.G. The development of a human auditory localization response: a U-shaped function // *Canadian journal of psychology*, 1989. – Vol. 43 (2). – P. 199-216
45. Muir D., Field J. Newborn infants orient to sound // *Child Development*, 1979. – Vol. 50. – P. 431-436
46. Muir D., Hains S. The U-shaped developmental function for auditory localization // *Journal of cognition and development*, 2004. – Vol. 5 (1). – P. 123-130
47. Neil P.A., Chee-Ruiter C., Scheier C., Lewkowicz D.J., Shimojo S. Development of multisensory spatial integration and perception in humans // *Development Science*, 2006. – Vol. 9 (5). – P. 454-464
48. O'Keefe J., Conway D.H. Hippocampal place cells in the freely moving rat: Why they fire where they fire // *Experimental Brain Research*, 1978. – P. 573-590
49. O'Keefe J., Nadel L. *The Hippocampus as a Cognitive Map*. – London: Clarendon Oxford University Press, 1978. – 296 p.
46. O'Keefe J., Speakman A. Single unit activity in the rat hippocampus during a spatial memory task // *Experimental Brain Research*, 1987. – Vol. 68 (1). – P. 1-27
50. Olsho L.W., Koch E.G., Halpin C.R., Carter E.A. An observer-based psychoacoustic procedure for use with young infants // *Deutscher Psychologie*, 1987. – Vol. 23. – P. 627-640
51. Peck J.E. Development of Hearing: Part III. Postnatal // *Journal of the American Academy of Audiology*, 1995. – Vol. 6. – P.113-123
52. Pinek B., Duhamel J.R., Cave C., Brouchon M. Audio-spatial deficits in humans: differential effects associated with left versus right hemisphere parietal damage // *Cortex*, 1989. – Vol. 25 (2). – P. 175-186
53. Rubel E.W. Auditory system development // *Gottlieb G., Krasnegor N.A., eds. Measurement of audition and vision in the first year of postnatal life: a methodological overview*. – Norwood, NJ: Ablex, 1985. – P. 53-90

54. Stern D.N. The interpersonal world of the infant. A view from psychoanalysis and developmental psychology. – USA: Basis Books, 1985. – 304 p.
55. Stern D.N. The interpersonal world of the infant. A view from psychoanalysis and developmental psychology (2nd edn). – New York: Karnac, 2006. – 332 p.
56. Suzuki T., Kamiyo Y., Kiuchi S. Auditory test of newborn infants // *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 1964. – Vol. 73. – P. 914-923
57. The St. Petersburg-USA Orphanage Research Team (The team of authors listed in alphabetical order by country and individual: Muhamedrahimov R.J., Nikiforova N.V., Palmov O.I., Groark C.J. & McCall R.B.). The Effects of Early Social-Emotional and Relationship Experience on the Development of Young Orphanage Children// *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 2008. – Serial №291. – Vol. 73. – №3. – Boston, Massachusetts: Wiley-Blackwell. – 297 p.
58. Van den Bogaert T., Klasen T.J., Moonen M., Van Deun L., Wouters J. Horizontal localization with bilateral hearing aids: Without is better than with // *Journal of the Acoustical Society of America*, 2006. – Vol. 119. – P. 515-526
59. Van Deun L., Van Wieringen A., Van den Bogaert T. Scherf F., Offeciers F.E., Van de Heyning P.H., Desloovere C., Dhooge I.J., Deggouj N., Raeve L.D., Wouters J. Sound localization, sound lateralization, and binaural masking level differences in young children with normal hearing // *Ear and Hearing*, 2009. – Vol. 30 (2). – P.178-190