

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԱԱ  
ԱԿԱԴԵՄԻԿՈՍ Լ.Ա. ՕՐԲԵԼՈՒ ԱՆՎԱՆ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

ԱԶԱՏՅԱՆ ԹԵՐԵԶԱ ՅՈՒՐԻԻ

ՏԱՐԱԾԱԿԱՆ ԿՈՂՄՆՈՐՇՄԱՆ ԽԱՆԳԱՐՈՒՄՆԵՐՈՎ ՄՏԱՎՈՐ  
ՀԵՏԱՄՆԱՅՈՒԹՅՈՒՆ ՈՒՆԵՅՈՂ ԵՐԵՒԱՆԵՐԻ ԳԼԽՈՒԴԵՂԻ  
ՄԻՋԿԻՍԱԳԵՂԱՅԻՆ ԱՆՀԱՄԱԶԱՓՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

Գ.00.09 - «Մարդու և կենդանիների ֆիզիոլոգիա» մասնագիտությամբ  
կենսաբանական գիտությունների դոկտորի  
գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ԵՐԵՎԱՆ-2025

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ  
ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ ИМЕНИ АКАДЕМИКА Л.А. ОРБЕЛИ

АЗАТЯН ТЕРЕЗА ЮРЬЕВНА

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ МОЗГА  
УМСТВЕННО ОТСТАЛЫХ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЕМ  
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
доктора биологических наук по специальности  
03.00.09– “Физиология человека и животных”

ЕРЕВАН-2025

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս Լ.Ա. Օրբելու անվան ֆիզիոլոգիայի ինստիտուտի գիտական խորհրդի նիստում

**Գիտական խորհրդատու՝** ք.գ.դ., պրոֆ. Ստեփան Վաղինակի Գրիգորյան

**Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝** կ.գ.դ., պրոֆ. Սարգսյան Վաղինակ Հայկազի  
կ.գ.դ. Գալստյան Հասմիկ Գրիգորիի  
ք.գ.դ. Հովհաննիսյան Իռենա Գուրգենի

**Առաջատար կազմակերպություն՝** Երևանի պետական համալսարան

Ատենախոսության պաշտպանությունը կկայանա 2025թ. դեկտեմբերի 18-ին ժամը 13<sup>00</sup>-ին ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս Լ.Ա. Օրբելու անվան ֆիզիոլոգիայի ինստիտուտի 023 «Մարդու և կենդանիների ֆիզիոլոգիա» մասնագիտական խորհրդի նիստում (ՀՀ, Երևան 0028, Օրբելի եղբայրների փ. 22):

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս Լ.Ա. Օրբելու անվան ֆիզիոլոգիայի ինստիտուտի գրադարանում և [www.physiol.sci.am](http://www.physiol.sci.am) կայքում: Սեղմագիրն առաքվել է 2025 թ. նոյեմբերի 17-ին:

023 մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար

կենսաբանական գիտությունների թեկնածու՝  Ն.Է. Թադևոսյան

---

Тема диссертации утверждена на заседании ученого совета института физиологии имени академика Л.А. Орбели НАН РА

**Научный консультант:** д.м.н., проф. Григорян Степан Вагинакович

**Официальные оппоненты:** д.б.н., проф. Саркисян Вагинак Айказович  
д.б.н.. Галстян Асмик Григорьевна  
д.м.н. Ованесян Ирэна Гургеновна

**Ведущая организация:** Ереванский государственный университет

Защита диссертации состоится 18 декабря 2025г. в 13<sup>00</sup> часов на заседании специализированного совета 023 «Физиология человека и животных» при Институте физиологии имени академика Л.А. Орбели НАН РА (РА, г. Ереван 0028, ул. Братьев Орбели 22)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института физиологии имени академика Л.А. Орбели НАН РА и на сайте [www.physiol.sci.am](http://www.physiol.sci.am)

Автореферат разослан 17 ноября 2025 года

Ученый секретарь специализированного совета 023

кандидат биологических наук



Н.Э. Тадевосян

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы

Согласно современным представлениям, сложившимся в науке о мозге, закономерности межполушарного взаимодействия и межполушарной асимметрии как его частного случая, относятся к важнейшим фундаментальным основам работы мозга как единного и сложного органа (Di Caro V. et al., 2025). Раскрытие нейропсихологических механизмов функционирования комиссуральной системы мозга и её вклад в реализацию любой психической функции является важной задачей современной нейропсихологии (Li Q. et al., 2023).

Проблема функциональной межполушарной асимметрии головного мозга, как и многие подобные фундаментальные феномены, не укладывающиеся в привычные схемы, прошла ряд этапов в своём развитии (Thiebaut de Schotten M. et al., 2021; Galofaro E. et al., 2025). Первоначальный взгляд на функциональную межполушарную асимметрию как стабильное, постоянное свойство, связанное только с деятельностью коры головного мозга по мере накопления экспериментальных и клинических данных, существенно изменился.

Исследования не только в области морфологии и физиологии, но и нейропсихологии, биологии, лингвистики, генетики, социологии, биохимии, неврологии, эндокринологии и других дисциплин выявили новые различия в деятельности левого и правого полушарий головного мозга. Начали разрабатываться вопросы не только доминантности правой или левой гемисферы, но и межполушарного взаимодействия (Sowell E.R. et al., 2013; Festini S.B. et al., 2025).

Количество экспериментальных работ по изучению функциональной специфики полушарий головного мозга продолжает расти. На основе полученных результатов предлагаются разнообразные модели межполушарного взаимодействия в конкретных психических процессах, формирования латеральных предпочтений и других. Клинические и эмпирические данные, интерпретируемые с помощью частных моделей, нередко противоречат друг другу в предположениях о базисных факторах функциональной полушарной организации (Anderson A. et al., 2014; Gerrits R., 2024). Все предлагаемые модели по-прежнему оставляют открытыми такие важные вопросы, как функциональная унилатеральность или билатеральность полушарий, ведущая роль полушарий в реализации определённых психических функций и специфичность полушарий в переработке информации определённого типа.

В настоящее время внимание уделяется способам переработки информации каждой из гемисфер (Azatyan T., 2023; Genrikhs E.E. et al., 2024). Координация многообразных эффектов, вносимых правым и левым полушарием, возможна лишь при наличии специального механизма межполушарного взаимодействия. Анатомическим субстратом такого взаимодействия являются многочисленные мозговые комиссуры, однако ведущая роль принадлежит самой крупной комиссуре мозолистому телу.

Полный анализ причин неблагоприятных тенденций в соматическом и психологическом здоровье и их социальных последствиях возможен лишь на основе

всестороннего анализа социальных, экологических, медицинских и политических направлений развития общества. Нарушение качества межполушарной интеграции в процессе обработки комплексной информации может влиять на некоторые аспекты развития интеллекта и сложной когнитивной деятельности. Вместе с тем сохраняемые межполушарные связи часто обеспечивают реорганизацию функций, необходимую в случае unilateralного мозгового повреждения (Zhuang Y. et al., 2022; Li Z. et al., 2025).

Главным направлением в решении этой проблемы является установление её структурных нейроморфологических основ (Визель Т.Г., 2015; Брызгалова С.О., Найданова Г.Е., 2014; Аксау G. et al., 2023). Большинство работ посвящено анализу функциональной межполушарной асимметрии (Петросиенко Е.С., 2011; Balas B. et al., 2017; Agcaoglu O. et al., 2018; Güntürkün O. et al., 2020; Wan B. et al., 2023), и лишь немногие рассматривают её морфологические (Hoogman M. et al., 2017) и биохимические основы (Герасимов И.Г., 2011; Kshatri A. et al., 2020).

Другим, менее распространённым подходом, является изучение асимметрии мозгового кровообращения у человека и животных (Brown M.R.G. et al., 2012; Johnson T.W. et al., 2022). Замечено, что в норме у здоровых людей допускается асимметрия уровня кровотока в полушариях до 20% (Поспелова М.Л., 2011; Carson R.G., 2020).

Асимметрия кровенаполнения левого и правого полушария может быть обусловлена функциональной асимметрией головного мозга (Животова В.А., Воронова Н.В., 2010; Biswal B.B. et al., 2010), а также физиологически — отхождением левой сонной артерии непосредственно от дуги аорты (Aron A. et al., 2005). Крупные мозговые артерии играют важную роль в изменении церебрального сосудистого сопротивления (Bobrova E.V. et al., 2020). Сужение и расширение крупных артерий изменяет региональное сосудистое сопротивление в мозге и регулирует давление в микрососудах мозга, что является защитным механизмом, препятствующим колебаниям перфузионного давления в тонкостенных внутричерепных сосудах. Алгоритм работы этих систем артерий исследователи связывают со структурно-функциональной организацией сосудистой системы головного мозга, что позволило сформулировать концепцию о внутренних механизмах регулирования мозгового кровообращения при различных возмущающих воздействиях, которыми могут быть, например, изменение системного артериального давления или нейронная активность отделов головного мозга (Левашов О.В., 2012; Gilissen E.P. et al., 2013; Huo H. et al., 2023).

Данная концепция не учитывает наличие постоянной индивидуальной функциональной асимметрии полушарий головного мозга, являющейся базовой составляющей психофизиологического состояния организма человека. Установлено, что у детей с лёгкой степенью умственной отсталости отмечаются церебральные гемодинамические нарушения: уменьшение кровотока в префронтальных отделах головного мозга, снижение скоростных показателей по сонным и позвоночным артериям, затруднение венозного оттока и времени распространения пульсовой волны, повышение периферического сопротивления в бассейне позвоночных артерий и упругости артериальных сосудов крупного калибра, признаки венозной дисгемии

(Грибанов А.В. и соавт., 2013; Грибанов А.В. и соавт., 2014; Мелькова Л.А. и соавт., 2014; Brieber S. et al., 2017).

В настоящее время в литературе отсутствуют чёткие представления о межполушарных особенностях церебрального кровотока у детей младшего и среднего школьного возраста с лёгкой степенью умственной отсталости, что свидетельствует об актуальности дальнейшего изучения данного вопроса. Специфика интегративной деятельности мозга при задержке психического развития и умственной отсталости, выявляемая при психологических, педагогических и электрофизиологических исследованиях, обусловлена различиями в характере отклонений от нормы системной организации структур левого и правого полушарий и особенностями межполушарного взаимодействия в процессе обработки информации.

Для умственно отсталых детей ориентировка в окружающем пространстве значительно затруднена, так как нарушение психического развития не только ограничивает их двигательную деятельность, но и отрицательно сказывается на развитии временных представлений, моторной функции и приводит к снижению компенсаторных процессов (Макаров И.В., 2015; Maenner M.J. et al., 2021; Naem M. et al., 2022).

В научно-методической литературе имеются указания на важность развития пространственных представлений и практической ориентировки умственно отсталых детей, но не раскрываются потенциальные возможности их содержания. Поэтому проблема коррекции нарушений пространственных представлений и ориентировки, а также развитие ориентировочных умений и навыков в условиях специального школьного обучения приобретает исключительное значение (Li L.P. et al., 2013; Labache L. et al., 2023).

### **Цель исследования**

Изучение у детей 8–11 лет с лёгкой степенью умственной отсталости и нарушением пространственной ориентации особенностей межполушарной асимметрии мозга и межполушарного взаимодействия, а также выявление корреляционной связи между степенью асимметрии и нарушением пространственной ориентации.

### **Задачи исследования**

1. Изучить особенности макрогемодинамики мозга здоровых детей и детей с лёгкой степенью умственной отсталости в условиях спокойного бодрствования.
2. Выявить особенности возрастных изменений функциональной организации макрогемодинамических процессов мозга у практически здоровых детей и детей с лёгкой степенью умственной отсталости 8–9 и 10–11 лет.
3. Установить особенности функциональной организации гемодинамических процессов в бассейнах мозга здоровых детей и детей с лёгкой степенью умственной отсталости в зависимости от характера асимметрии мозгового кровенаполнения, градиента кровенаполнения и моторной асимметрии рук.

4. Определить степень, модальность и латерализацию нарушений пространственной ориентации у детей с лёгкой степенью умственной отсталости в сравнении со здоровыми детьми той же возрастной группы.
5. Выявить психофизиологические параллели между выраженностью межполушарной асимметрии мозгового кровотока и глубиной нарушения пространственной ориентации у детей с лёгкой степенью умственной отсталости.
6. Определить взаимозависимость глубины межполушарной асимметрии, уровня межполушарного взаимодействия и степени нарушения пространственной ориентации.

### **Научная новизна**

В настоящей работе показано, что изучение феномена межполушарной асимметрии является не только важной фундаментальной проблемой, но и имеет важное практическое значение. Установлено, что при пониженном уровне интеллектуальных способностей, а именно при легкой степени умственной отсталости, наблюдается уменьшение градиента кровенаполнения между фронтальными и бимастоидальными бассейнами, что свидетельствует о нарушениях межполушарного взаимодействия.

Методы, направленные на анализ предпочтений (моторных и сенсорных) при выполнении различных поведенческих актов, позволяют определить не только степень межполушарной асимметрии, но и, с помощью предложенной нами модификации, оценивать особенности межполушарного взаимодействия. Кроме того, разработанный подход обеспечивает возможность адаптации методики для индивидуальной диагностики и мониторинга динамики нейрофизиологических параметров.

Впервые проведен сравнительный анализ динамики основных показателей коэффициента градиента (КГ) для всех изучаемых нами параметров реоэнцефалограммы: реографического индекса (РИ), показателя периферического сопротивления сосудов (ППСС), времени распространения пульсовой волны (ВРПВ), индекса венозного оттока (ИВО), диастолического индекса (ДСИ), дикротического индекса (ДКИ) и модуля упругости (МУ).

В комплексном нейропсихологическом и нейрофизиологическом аспекте исследованы особенности межполушарной асимметрии мозга у детей с легкой степенью умственной отсталости с нарушением пространственной ориентации. Определены специфические типы межполушарного взаимодействия у детей с легкой степенью умственной отсталости, выявлены различия в характере латерализации когнитивных функций в зависимости от структуры нарушения.

Уточнено представление о механизмах формирования и нарушений межполушарного взаимодействия у детей с легкой степенью умственной отсталости: показано, что асимметрия носит избирательный характер и проявляется преимущественно в процессах обработки зрительно-пространственной и кинестетической информации, а также выявлен характер связи между степенью

выраженности нарушений пространственной ориентации и уровнем функциональной интеграции межполушарных связей.

Полученные результаты демонстрируют новые взаимосвязи между показателями гемодинамики и межполушарной асимметрии, что представляет собой научную новизну диссертационной работы и открывает перспективы для дальнейшего применения данных методов в клинической и научной практике.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

- Особенности макрогемодинамики мозга клинически здоровых детей и детей с легкой степенью умственной отсталости в условиях спокойного бодрствования.
- Особенности возрастных изменений функциональной организации макрогемодинамических процессов мозга у клинически здоровых детей и детей с легкой степенью умственной отсталости 8–9 и 10–11 летнего возраста.
- Особенности функциональной организации гемодинамических процессов в бассейнах мозга клинически здоровых детей и детей с легкой степенью умственной отсталости в зависимости от характера асимметрии мозгового кровенаполнения, градиента кровенаполнения и моторной асимметрии рук.
- Степень, модальность и латерализацию нарушений пространственной ориентировки у детей с легкой степенью умственной отсталости в сравнении с клинически здоровыми детьми той же возрастной группы.
- Психофизиологические параллели между выраженностью межполушарной асимметрии мозгового кровотока и глубиной нарушения пространственной ориентировки у детей с легкой степенью умственной отсталости.
- Взаимообусловленность глубины межполушарной асимметрии, уровня межполушарного взаимодействия и степени нарушения пространственной ориентировки.

### **Практическая значимость работы**

Данная работа является попыткой поиска общего языка между исследователями разных специальностей (нейрофизиологами, психологами и педагогами) в направлении коррекции нарушений пространственной ориентировки, вызванной функциональной межполушарной асимметрией.

Наш опыт практической работы показывает, что необходим интегральный подход, включающий клинические, психологические и электрофизиологические методики, соотношение которых определяется функциональными возможностями обследуемого. Исследования по функциональной асимметрии полушарий головного мозга позволяют лучше понять объективные причины и механизмы, лежащие в основе нарушений и отклонений в познавательной деятельности детей с различными нарушениями развития и разработать адекватные методы коррекции этих нарушений. Результаты экспериментального изучения выполнения заданий послужат основой для разработки необходимых средств, методов и условий развития элементарной практической ориентировки у детей с ЛСУО 8-11 лет.

## **Апробация диссертации**

Апробация диссертационной работы состоялась 14 июля 2023 года (протокол N 5) на заседании ученого совета Института физиологии имени академика Л.А. Орбели, НАН РА.

Основные положения диссертации были доложены и обсуждены: на круглом столе в университете Партубице, Чехия, 2023; на международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию АГПУ (15-16 декабря 2022, г.Ереван); на XV международной научно-практической конференции «Антропологические подходы к реализации стратегий и технологий современного педагогического образования», (20-22 февраля, г. Ставрополь, 2019); «Воспитательное пространство современного профессионального образования» (ноябрь 2021г., г. Москва).

## **Публикации**

Основные положения диссертации изложены в 23 опубликованных работах.

## **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 206 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 6 глав (обзор литературы, материал и методы исследования, 3 глав результатов собственных исследований и их обсуждения, заключение), выводов, практических рекомендаций. Список использованной литературы содержит 314 источников (1 армяноязычных, 90 русскоязычных и 223 англоязычных). Работа иллюстрирована 31 рисунками и 26 таблицами.

## **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Настоящее диссертационное исследование проведено в научной лаборатории на кафедре первой медицинской помощи, чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны Армянского государственного педагогического университета имени Х. Абовяна, Государственного института физической культуры и спорта Армении, в специальных (вспомогательных) школах N 6 и N 12 г. Еревана, основной базовой школе N 57 Армянского государственного педагогического университета им. Х. Абовяна, основной школе N 1 им. С. Шаумяна и в МЦ «Наири» г. Еревана за период 2016 по 2022 гг. Была изучена медицинская и психолого-педагогическая документация 302 учащихся, из них нормально развивающихся детей – 168 и 134 ребенка, имеющих легкую умственную отсталость (ЛСУО) в возрасте от 8 до 11 лет. Критерием оценки умственной отсталости явилось наличие ее в соответствии с диагностическими указаниями МКБ-10 (F70-F71), для правильной оценки реакции на выполнение и получения достоверных результатов в достижении поставленной цели (Макаров И.В., Авенюк А.С., 2019). Однако для проведения данного исследования мы остановились на 131 учащемся в возрасте от 8 до 11 лет, из которых нормально развивающиеся дети – 73, а дети с ЛСУО или экспериментальная группа – 58. Степень умственной отсталости оценивалась по медицинским показаниям, степени социальной адаптации, степени интеллектуального функционирования и освоения школьной программы в

процессе обучения в общеобразовательной школе (инклюзивной и специальной). Каждая категория обследуемых была разделена на 2 возрастные группы: 8–9 лет и 10–11 лет (табл. 1).

**Таблица 1**

***Распределение учащихся по полу и возрастным группам***

| Группа                   | Возраст   | Мальчики | Девочки | Всего |
|--------------------------|-----------|----------|---------|-------|
| Контрольная группа       | 8-9 лет   | 18       | 20      | 38    |
|                          | 10-11 лет | 18       | 17      | 35    |
| Экспериментальная группа | 8-9 лет   | 16       | 14      | 30    |
|                          | 10-11 лет | 15       | 13      | 28    |
| <b>Всего</b>             | -         | 67       | 64      | 131   |

После ознакомления с результатами клинических, лабораторных, педагогических и психологических обследований, для сохранения этического аспекта работы и принципа добровольного участия с членами семьи или опекунами подписывалось добровольное соглашение на участие ребенка в научных исследованиях.

Для выполнения данной диссертационной работы нами были выбраны, как основные, так и дополнительные методы исследования.

**Основные методы**

Электрофизиологические методы: реоэнцефалография (РЭГ).

**Дополнительные методы**

Оценка профиля латеральной организации; определение моторной (мануальной) асимметрии; оценка сенсорной (слуховой, слухоречевой, зрительной) асимметрии.

Для изучения функциональной межполушарной асимметрии (ФМА) и степени нарушения пространственной ориентации обследуемых групп детей применялась РЭГ методика, на компьютеризированном аппаратно-программном комплексе «Диамант-Р» (РФ, г. Санкт-Петербург). В течение исследования была обеспечена звукоизоляция. Испытуемому давали возможность адаптироваться к условиям исследования в течение 5–10 минут. Динамику РЭГ отслеживали в 4 отведениях: (фронтально-мастоидального левого полушария (FM<sub>s</sub>); фронтально-мастоидального правого полушария (FM<sub>d</sub>), позволяющих судить о состоянии кровотока в бассейне внутренних сонных артерий; бифронтальном (FF), информирующем о кровообращении лобных областей больших полушарий; бимастоидальном (MM), отражающем особенности кровотока в вертебробазилярном бассейне).

Статистический анализ был проведен как по отдельным группам, так и по всем группам, используя разные сравнительные анализы. Дескриптивный анализ включил следующие показатели: процентное распределение в группе (%) при категориальных данных; среднее значение (СЗ), отклонение от среднего значения (СО), минимальные и максимальные значения для непрерывных данных. Статистически достоверная разница между группами пациентов была рассчитана методом  $\chi^2$  для категориальных

данных и методом t- критерий Стьюдента при сравнении каждой отдельной группы с контрольной группой или между двумя группами. Все непрерывные данные были предварительно рассмотрены на распределение для использования параметрических и непараметрических методов анализа. Для оценки эффективности лечения были использованы статистические методы одновыборочного t-критерия и критерия знаковых рангов Вилкоксона. Для статистических анализов были использованы пакеты статистических программ SPSS IBM, R и Excel 2013. Excel 2013 был использован для ввода данных, SPSS IBM и R – для статистических анализов. Достоверным считалось общепринятое в медицинских исследованиях значение  $p < 0,05$ .

## **РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МОЗГОВОГО КРОВОТОКА ДЕТЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГРУПП**

#### **Реографические показатели нормально развивающихся детей и детей с ЛСУО по группам**

При РЭГ-исследованиях производилось сканирование основных бассейнов внутренней сонной артерии (FF, MM, FMs, FMd), а также существующих дополнительных отведений, которые позволяют в известной мере судить о состоянии бассейнов ветвей внутренней сонной артерии: передней мозговой артерии (РМА), средней мозговой артерии (СМА) и задней мозговой артерии (ЗМА), а также о состоянии экстракраниального кровотока в общей сонной артерии (ОСА) и позвоночных артериях (ПА). Анализ реографических кривых проводился в двух направлениях: оценка качественных характеристик – трактовка формы кривой; оценка количественных характеристик – цифровая обработка. На предварительном этапе обработки данных рассчитывали и анализировали все показатели реоэнцефалограммы отдельно для мальчиков и для девочек. Корреляционный анализ, анализ различий по t-критерию Стьюдента, у разнополых детей в контрольной группе и группе детей с ЛСУО от 8 до 11 лет достоверных отличий параметров мозгового кровотока не выявил ( $r=0,4$ ;  $p>0,5$ ). Поэтому в дальнейшем РЭГ параметры внутричерепной макрогемодинамики разнополых детей анализировались совместно. Средние значения параметров РЭГ детей контрольной группы и детей с ЛСУО представлены в таблице 2 и 3.

Как видно из таблиц, в контрольной группе значение РИ, характеризующего уровень кровенаполнения магистральных артерий, во фронтальном бассейне (FF) достоверно превышает средний показатель в мастоидальной области (ММ) на 54,2%, что было статистически достоверно по сравнению с ММ,  $p < 0,05$ . При этом уровень кровенаполнения в мастоидальной области имеет достоверно самое низкое значение относительно других областей кровоснабжения головного мозга. Нужно отметить, что по группе в целом в полушарных отведениях (FMs, FMd) величина амплитуды РЭГ волны в контрольной группе достоверно не различается.

Таблица 2

*Показатели РЭГ детей контрольной группы*

| Показатели РЭГ | Отведения   |             |             |             |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                | FMs         | FMd         | FF          | MM          |
| РИ, ом         | 0,18±0,01*  | 0,19±0,02   | 0,24±0,02*  | 0,13±0,01   |
| ИВО, %         | 20,19±1,12  | 18,98±1,35  | 17,93±1,14  | 24,79±2,6   |
| ППСС, %        | 72,78±2,26  | 71,2±2,26   | 70,8±2,03   | 73,25±2,6   |
| ВРПВ, мс       | 121,76±3,73 | 122,54±3,34 | 131,65±3,67 | 113,16±3,45 |
| ДСИ, %         | 64,47±1,97  | 63,69±2,11  | 61,35±1,88  | 69,47±2,22  |
| ДКИ, %         | 62,62±1,99  | 61,34±2,25  | 59,78±1,93* | 63,88±2,5   |
| МУ, %          | 14,05±0,21  | 15,47±0,34  | 12,52±0,39  | 13,98±0,42  |

\*p&lt;0,05

Таблица 3

*Показатели РЭГ детей с ЛСУО*

| Показатели РЭГ | Отведения    |              |              |              |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                | FMs          | FMd          | FF           | MM           |
| РИ, ом         | 0,19±0,01    | 0,20±0,01    | 0,21±0,01    | 0,17±0,02    |
| ИВО, %         | 22,04±1,1    | 21,27±0,97*  | 21,21±0,96*  | 23,82±1,31   |
| ППСС, %        | 71,36±2,45   | 72,04±2,73   | 73,27±2,46   | 74,93±2,71   |
| ВРПВ, мс       | 110,91±2,12* | 112,04±2,02* | 121,82±2,19* | 104,41±2,05* |
| ДСИ, %         | 61,16±2,23   | 63,79±2,36   | 64,26±2,23   | 65,53±2,43   |
| ДКИ, %         | 61,2±2,46    | 61,59±2,49   | 61,74±2,48   | 62,73±2,57   |
| МУ, %          | 14,85±0,3    | 14,82±0,34   | 14,69±0,31   | 14,61±0,39   |

\*p&lt;0,05

Результаты исследования РЭГ в бассейнах внутренней сонной артерии в группе детей с ЛСУО показали, что средние значения РИ во всех четырех исследуемых отведениях достоверно между собой не различаются (0,17-0,19 Ом,  $p>0,5$ ). Сравнительный анализ результатов исследования контрольной и экспериментальной групп показал, что ВРПВ у детей контрольной группы достоверно выше ВРПВ детей экспериментальной группы ( $p<0,05$ ), что свидетельствует о более ригидной артериальной стенке у детей с ЛСУО. Показатель ВРПВ в FF бассейне у детей контрольной и основной группы достоверно выше на 13,85% в контрольной группе,  $p<0,05$ ; на 13,4% — в основной группе, что имеет статистически достоверную разницу ( $p<0,05$ ), чем значения ВРПВ в бимастоидальной области, что, по-видимому, обусловлено анатомией макрососудистой системы мозга. Показатели ВРПВ в бассейнах левого и правого полушарий достоверно не различаются между собой у детей обеих групп, что статистически отличий не фиксируется ( $p>0,5$ ). В контрольной группе значение ИВО в бимастоидальном отведении (ММ) достоверно выше

показателя в бифронтальном отведении (FF) на 36,2%, что имеет статистическую достоверность  $p < 0,05$ . Среднее значение тонуса средних и крупных вен (ИВО) в FF бассейне у здоровых детей достоверно ниже, чем у детей с ЛСУО на 22,6% и имеет статистическую достоверность  $p < 0,05$ . Следует отметить, что у детей экспериментальной группы тонус вен достоверно превышает уровень тонуса средних и крупных вен на 20% ( $p < 0,05$ ), что возможно связано с затруднением венозного оттока, зафиксированного у детей с ЛСУО. В контрольной группе показатель тонуса вен в бассейне передних мозговых артерий (ДСИ FF) достоверно ниже, чем в бимастоидальной (ДСИ MM) области на 12,7%, что статистически достоверно ( $p < 0,05$ ). В состоянии спокойного бодрствования тонус артерий малого калибра (ДКИ), тонус артерий крупного и среднего калибра (МУ), а также совокупный просвет мелких сосудов (ППСС) достоверно не различаются ( $p > 0,5$ ).

### **Особенности реографических показателей детей с разной ведущей рукой**

У детей контрольной группы с ведущей правой рукой нами выявлены индивидуальные различия показателей РИ между правым и левым полушариями. У 24,7% правшей показатель РИ был выше в правом полушарии, в 19,15% случаев — в левом и имел статистически достоверную разницу  $p < 0,05$ . У 59,2% здоровых праворуких школьников не зарегистрировано отличий амплитуды реограмм между бассейнами правого и левого полушарий, что свидетельствует об отсутствии асимметрии кровоснабжения сравниваемых бассейнов у детей 8–11 лет. Все леворукие дети контрольной группы не имеют асимметрии кровенаполнения полушарных бассейнов головного мозга. У детей контрольной группы с ведущей левой рукой зарегистрировано более высокое значение РИ во фронтальной области по сравнению с мастоидальной на 31,0%, что имеет статистически достоверную разницу данных  $p < 0,05$ . В бассейне левого полушария значение РИ достоверно ниже у здоровых детей с ведущей правой рукой, чем у леворуких ( $p < 0,05$ ). В бассейне правого полушария (FMd) и бифронтальном бассейне (FF) реографический индекс достоверно не отличается у детей с ведущей правой и левой рукой и был статистически недостоверным ( $p > 0,5$ ).

Величина РИ в бимастоидальном (MM) бассейне достоверно больше у леворуких по сравнению с праворукими на 43,9% и имела статистическую достоверность  $p < 0,05$ . Достоверных отличий показателя ВРПВ между леворукими и праворукими контрольной группы по четырем отведениям не зарегистрировано.

В то же время у праворуких здоровых детей показатель ВРПВ бифронтального отведения (FF)  $129,93 \pm 4,64$  мс достоверно выше ВРПВ бимастоидального (MM)  $119,09 \pm 4,39$  мс ( $p < 0,05$ ). Величина ВРПВ у леворуких в обследованных бассейнах кровоснабжения головного мозга достоверно не различается. Также установлено, что у детей контрольной группы величина ИВО, ППСС, ДСИ, ДКИ не различается между группами обследованных с разной ведущей рукой и статистически недостоверна ( $p > 0,5$ ). Но у праворуких тонус крупных вен (ИВО) и мелких (ДСИ) вен мастоидальной (MM) области выше, чем во фронтальной зоне (FF), что имеет статистически достоверную разницу данных ( $p < 0,05$ ).

У леворуких детей с ЛСУО выявлено достоверно более высокое значение РИ во фронтальном бассейне по сравнению с мастоидальным, что имело статистически достоверную разницу ( $p < 0,05$ ), так же, как и в контрольной группе  $p < 0,05$ . У детей с ведущей правой рукой таких различий не выявлено. Значения ВРПВ между право- и леворукими детьми экспериментальной группы не различаются ( $p > 0,5$ ). В целом и право-, и леворуким детям этой группы (ЛСУО) характерно максимальное значение ВРПВ в бассейне передних мозговых артерий и минимальное в бассейне задних мозговых артерий, что, по-видимому, связано с анатомией макрососудистого русла головного мозга.

Нами зарегистрированы отличия величины ИВО, характеризующего тонус крупных вен, между право- и леворукими детьми с ЛСУО. Так, у праворуких детей основной группы в бассейне передних мозговых артерий и в сосудистых бассейнах левого полушария значение ИВО составило: в отведении FMs –  $24,53 \pm 1,27\%$ , в FMd –  $23,2 \pm 1,19\%$ , в FF –  $23,69 \pm 1,1\%$ , а в MM –  $25,78 \pm 1,56\%$ , что достоверно выше по сравнению с леворукими, где в отведении FMs было зарегистрировано  $19,61 \pm 1,46\%$ , в FMd –  $20,32 \pm 1,46\%$ , в FF –  $19,08 \pm 1,22\%$  и в отведении MM –  $23,07 \pm 2,26\%$ , что имело статистически достоверную разницу данных  $p < 0,05$ .

Отметим, что у праворуких детей с ЛСУО прослеживается тенденция к более высоким средним значениям ППСС, ДСИ, ДКИ, МУ относительно детей с ведущей левой рукой, что также статистически достоверно  $p < 0,05$  и  $p < 0,01$ .

Сравнение показателей РЭГ право- и леворуких детей контрольной группы и группы детей с ЛСУО выявило, что в бассейне задних мозговых артерий амплитуда РЭГ-волны РИ у праворуких детей с ЛСУО достоверно выше ( $p < 0,05$ ), чем у праворуких в контрольной группе. У праворуких детей с ЛСУО в бассейнах как правого, так и левого полушарий наблюдается более высокое среднее значение амплитуды реографической волны, которая статистически недостоверна  $p > 0,5$ , а во фронтальном бассейне зарегистрирована тенденция к достоверному различию значений РИ между праворукими детьми контрольной и экспериментальной групп  $p < 0,05$  и  $p < 0,01$ . Значение ВРПВ в изучаемых областях кровоснабжения головного мозга у праворуких контрольной группы достоверно выше на  $6,5\text{--}9,4\%$  по сравнению с праворукими детьми с ЛСУО и имеет статистически достоверную разницу  $p < 0,05$ . Так, в контрольной группе праворуких детей в отведении FMs оно составило  $121,94 \pm 4,85$  мс по отношению к праворуким детям основной группы –  $109,4 \pm 2,87$  мс; FM-R –  $122,56 \pm 4,21$  мс к  $111,66 \pm 2,71$  мс; FF –  $129,93 \pm 4,64$  мс к  $120,0 \pm 2,93$  мс; MM –  $111,05 \pm 5,89$  мс к  $104,68 \pm 2,77$  мс. Аналогичное различие ВРПВ характерно и леворуким детям: данный показатель у леворуких контрольной группы выше по сравнению с леворукими основной группы (ЛСУО) на  $9,5\text{--}12,5\%$ , что статистически достоверно  $p < 0,05$ , а именно в отведении FM-L  $125,58 \pm 4,99$  мс –  $111,97 \pm 2,61$  мс, FM-R  $125,35 \pm 5,49$  –  $112,8 \pm 2,58$  мс, FF  $130,26 \pm 5,98$  –  $122,52 \pm 2,75$  мс и MM  $123,54 \pm 2,34$  –  $103,83 \pm 2,58$  мс соответственно.

Таким образом, у право- и леворуких детей с ЛСУО ВРПВ понижено относительно детей контрольной группы. В бассейне передних мозговых артерий и полушарных бассейнах (FMs и FMd) средние значения достоверно выше ( $p < 0,05$ ) у

праворуких детей с ЛСУО, чем соответствующие показатели у праворуких контрольной группы. Тонус вен в бассейне задних мозговых артерий у праворуких контрольной и основной групп находится на одном уровне и статистически недостоверен ( $p>0,5$ ). Средние значения ППСС, ДСИ, ДКИ, МУ не отличаются между праворукими детьми контрольной и основной групп, которые также статистически недостоверны ( $p>0,5$ ).

### **Анализ реографических показателей детей с разной степенью асимметрии кровенаполнения бассейнов головного мозга**

С целью оценки асимметрии кровоснабжения бассейнов головного мозга рассчитывали коэффициент асимметрии (КА) кровенаполнения по рикротическому индексу (РИ) полушарных бассейнов (FMs, FMd) для каждого ребенка индивидуально. Также индивидуально рассчитывали достоверность отличий РИ правого и левого полушарий по t-критерию для зависимых выборок с уровнем достоверности  $p<0,05$ . Согласно полученным результатам, в контрольной группе 66% детей не имеют асимметрии кровенаполнения. Среди детей с асимметрией кровенаполнения отмечено повышенное кровенаполнение в левом бассейне у 18% и в правом бассейне у 16%. В группе детей с ЛСУО без асимметрии кровенаполнения бассейнов было 74% детей, с повышенным кровенаполнением левого бассейна – 14,0%, а правого бассейна – 12,0%. В контрольной группе детей, у которых не выявлено асимметрии кровенаполнения бассейнов головного мозга, максимальное значение РИ зарегистрировано в FF бассейне и имеет статистически достоверную разницу  $p<0,05$ . Величина амплитуды РЭГ не различается при полушарных отведениях и статистически недостоверна  $p>0,5$ . Минимальное значение показателя РИ выявлено в бимастоидальном бассейне (ММ), которое ниже РИ бифронтального (FF) на 55,6% и, следовательно, зарегистрирована статистически достоверная разница  $p<0,05$ . Показатели РЭГ у здоровых детей с отсутствием асимметрии кровенаполнения бассейнов внутренних сонных артерий представлены для четырех стандартных отведений: FMs, FMd, FF и ММ. Реографический индекс (РИ), отражающий сопротивление сосудов и их тонус, составил  $0,19\pm0,01$  ом в FMs,  $0,18\pm0,01$  ом в FMd,  $0,26\pm0,01$  ом в FF и  $0,11\pm0,49$  ом в ММ. В отведениях FMs, FMd и FF отмечены достоверные различия между основной и контрольной группой, что указывает на региональные особенности сосудистого тонуса и пульсовых колебаний. Индекс вариабельности объема (ИВО) показал наибольшую величину в ММ —  $20,69\pm0,5\%$ , тогда как в остальных отведениях варьировал от  $14,88\pm1,01\%$  до  $16,79\pm0,71\%$ , что отражает более выраженную динамичность пульсового наполнения в медиальных областях. ППСС находился в пределах  $65,48\pm2,71\%$  —  $69,78\pm3,03\%$ , демонстрируя нормальную выраженность пульсового кровотока во всех областях. Время роста пульсовой волны составило  $114,79\pm0,66$  мс в FMs,  $118,75\pm0,17$  мс в FMd,  $125,33\pm1,48$  мс в FF и  $10,9\pm0,3$  мс в ММ, указывая на более медленное наполнение фронтальных сосудов и быстрое реагирование медиальных. ДСИ и ДКИ варьировали от  $54,74\pm2,1\%$  до  $62,85\pm2,49\%$  и от  $53,05\pm2,31\%$  до  $61,94\pm2,62\%$  соответственно, с максимальными значениями в медиальном медиальном отведении, отражая усиление систолической активности в этой области. МУ оставалось относительно стабильным во всех отведениях ( $14,23\pm0,47\%$  —

16,51±0,56 %), что свидетельствует о физиологической устойчивости сосудистой системы.

Таким образом, показатели РЭГ у здоровых детей с симметричным кровоснабжением находятся в пределах нормы и демонстрируют умеренные региональные различия, преимущественно в фронтальных и медиальных областях.

Показатели РЭГ у детей с ЛСУО, у которых не наблюдалась асимметрия кровенаполнения бассейнов внутренних сонных артерий, также представлены для четырех стандартных отведений: FMs, FMd, FF и MM, что позволяет оценить состояние макрогемодинамики и региональные особенности пульсового наполнения сосудов. Реографический индекс (РИ), характеризующий сосудистый тонус и сопротивление кровотоку, составил 0,16±0,001 ом в FMs, 0,15±0,001 ом в FMd, 0,2±0,004 ом в FF и 0,12±0,003 ом в MM. В FMd отмечено достоверное отличие от контрольной группы ( $p<0,05$ ), что свидетельствует о статистически значимом снижении тонуса сосудов в правой фронтально-медиальной области у детей с ЛСУО. ИВО (%), отражающий динамичность кровенаполнения сосудов, варьировал от 24,79±1,0 % в FF до 26,89±1,13 % в MM, что может свидетельствовать о повышенной нестабильности пульсового кровотока в этих зонах. ППСС был высоким во всех отведениях: 77,71±0,31 % в FMs, 81,79±0,11 % в FMd, 81,06±0,36 % в FF и 79,07±0,82 % в MM, что указывает на выраженную пульсовую активность сосудистой системы при снижении когнитивного потенциала, с преимущественным увеличением в правых и фронтальных областях.

ВРПВ, отражающее скорость наполнения сосудов, составило 114,81±0,64 мс в FMs, 118,79±0,15 мс в FMd, 125,33±1,42 мс в FF и 118,9±0,31 мс в MM, что демонстрирует более медленное наполнение сосудов фронтальной области и сбалансированное наполнение медиальных зон. ДСИ и ДКИ показывают усиление систолической активности и пульсовых колебаний в правых и фронтальных областях: ДСИ варьировала от 69,57±0,93 % в FMs до 74,87±1,01 % в FMd, а ДКИ — от 68,04±0,6 % в FMs до 73,73±0,49 % в FMd. Эти показатели указывают на повышенную нагрузку на сосудистую систему и возможные адаптивные изменения макрогемодинамики у детей с ЛСУО. МУ, отражающее минимальные пульсовые колебания сосудистого русла, оставалось относительно стабильным во всех областях: 14,54±0,6 % в FMs, 15,87±0,69 % в FMd, 15,77±0,93 % в FF и 14,48±0,38 % в MM, что свидетельствует о сохранении базовой физиологической устойчивости кровотока.

Таким образом, у детей с ЛСУО показатели РЭГ демонстрируют умеренные региональные различия, с повышенной систолической активностью и вариабельностью кровотока в правых и фронтальных областях. Достоверные различия между основной и контрольной группой ( $p<0,05$ ) подтверждают статистически значимое снижение тонуса сосудов в правой фронтально-медиальной зоне. Эти данные создают основу для анализа межполушарных особенностей мозгового кровотока и оценки функциональной интеграции сосудистой системы у детей с ЛСУО.

У детей контрольной группы с левополушарной асимметрией кровенаполнения полушарий головного мозга значение РИ бифронтального (FF) бассейна достоверно

выше бимастоидального (ММ) на 42,3% и отмечается статистически достоверная разница ( $p < 0,05$ ).

При правополушарной асимметрии данное отличие составило 38,46% и также имело статистически достоверную разницу ( $p < 0,05$ ). ВРПВ в бимастоидальном отведении достоверно ниже ( $p < 0,05$ ), чем в бифронтальном отведении: у детей без асимметрии - на 11,72%; у левополушарных - на 14,43%; у правополушарных - на 13,7%. Тонус крупных вен у детей контрольной группы с разными типами асимметрии кровенаполнения полушарий головного мозга также различался при сравнении бифронтального (FF) и бимастоидального бассейнов. Так, у здоровых детей с отсутствием асимметрии кровенаполнения ИБО в бифронтальном отведении достоверно ниже бимастоидального отведения на 37,58%; у левополушарных - ниже на 42,5% и у правополушарных на 31%, что имеет статистически достоверную разницу ( $p < 0,05$ ). ДСИ в бимастоидальном отведении достоверно выше ( $p < 0,05$ ), чем в бифронтальном отведении у детей без асимметрии - на 4,75%; у левополушарных - на 16,9%; у правополушарных - на 9,5%. Для ДКИ, отражающего тонус артерий малого калибра, характерны более высокие значения в бимастоидальной области (ММ) относительно бифронтальной (FF); различие составило у детей без асимметрии - 15,9% и статистически достоверно ( $p < 0,05$ ), у левополушарных на 13,9% ( $p < 0,05$ ); у правополушарных здоровых учащихся - на 6% ( $p < 0,05$ ).

Значимых различий средних показателей ППСС и тонуса артерий большого и среднего калибра (МУ) у здоровых детей с разным типом асимметрии кровенаполнения полушарных бассейнов головного мозга не обнаружено, и, следовательно, статистической разницы не наблюдается ( $p > 0,5$ ).

Далее представлены результаты исследования показателей РЭГ у детей с ЛСУО в зависимости от типа асимметрии кровенаполнения бассейнов головного мозга. У учащихся с ЛСУО без асимметрии кровоснабжения выявлено достоверно большая величина амплитуды реограммы в бифронтальном бассейне относительно бимастоидального на 36,5% ( $p < 0,05$ ). У детей с правополушарной и левополушарной асимметрией отсутствуют достоверные различия средних значений РИ по рассматриваемым бассейнам ( $p > 0,5$ ). Величина ППСС (среднее по группам) достоверно не различается по четырем сравниваемым бассейнам у детей с разной асимметрией кровоснабжения ГМ ( $p > 0,5$ ). Кроме того, у детей с ЛСУО, у которых было повышено кровенаполнение правого бассейна, выявлена тенденция к более высоким значениям ППСС по сравнению с детьми с левополушарной асимметрией. Учащиеся с ЛСУО с разными типами асимметрии, кровенаполнения бассейнов больших полушарий головного мозга, ВРПВ бифронтальной области выше ВРПВ бимастоидальной при отсутствии асимметрии на 11,42%; левополушарной — на 14,4%; правополушарной — 13,0%. Достоверных отличий значения ИВО, свидетельствующего о тонусе крупных вен, в сравниваемых группах детей с разной асимметрией кровенаполнения не выявлено и статистически достоверной разницы не выявлено ( $p > 0,5$ ). У детей с ЛСУО, у которых отсутствует асимметрия кровенаполнения бассейнов мозга, во всех изучаемых нами зонах кровоснабжения тонус вен (ДСИ) и артерий (ДКИ) малого калибра достоверно выше по сравнению с

аналогичными параметрами макрогемодинамики мозга детей с левополушарной асимметрией кровенаполнения: ДСИ на 17,7 - 22,4%; ДКИ на 19,4-25,1% и, следовательно, наблюдается статистически достоверная разница ( $p<0,05$ ).

Показатель МУ у всех сравниваемых детей с ЛСУО имеет схожие значения и достоверно не различается ( $p>0,5$ ).

Таким образом различия тонуса крупных артерий в зависимости от типа асимметрии кровенаполнения полушарных бассейнов ГМ не выявлено.

При сравнении показателей РЭГ детей контрольной и основной групп с разным уровнем асимметрии кровенаполнения бассейнов головного мозга было установлено следующее. У детей без асимметрии кровенаполнения бассейнов ГМ, показатель РИ в бифронтальной области у здоровых детей выше на 24,5% по сравнению с аналогичной группой детей с ЛСУО и имел статистически достоверную разницу ( $p<0,05$ ).

Кроме того, прослеживалась тенденция к более высоким значениям амплитуды реограммы у детей контрольной группы относительно основной ( $0,05<p<0,01$ ). Показатель ППСС у детей без асимметрии кровенаполнения основной группы выше ( $p<0,05$ ) относительно аналогичных детей группы контроль в бассейне правого полушария на 25,89%, бифронтального — на 18,95%. ГМ в ответвлениях FMd и FF был достоверно ниже в контроле относительно основной группы. Также установлена тенденция к более высоким значениям ППСС в четырех бассейнах у здоровых правополушарных детей по сравнению с детьми с ЛСУО ( $p<0,05$ ). ВРПВ левополушарных детей основной группы достоверно ниже на 11,36% - 12,6% ( $p<0,05$ ) относительно детей из контрольной группы, что свидетельствует о ригидности артериальной стенки у детей с ЛСУО. Независимо от типа асимметрии, кровенаполнения полушарных бассейнов мозга зарегистрирована тенденция к более высоким значениям ИВО у детей основной группы относительно здоровых детей ( $p<0,05$ ). Следует отметить, что у детей основной группы без асимметрии кровенаполнения ИВО достоверно выше по сравнению со здоровыми детьми без асимметрии кровоснабжения полушарных зон в бифронтальном бассейне (FF) на 79,8%, и следовательно выявляется статистически достоверная разница ( $p<0,05$ ) и бассейне правого полушария на 65,1% ( $p<0,05$ ). Тонус артерий и вен малого калибра бассейна правой внутренней сонной артерии и бассейна передних мозговых артерий выше у детей без асимметрии кровенаполнения с ЛСУО относительно здоровых, не имеющих асимметрии мозгового кровотока: ДСИ FMs на 34,4%, FF на 30,4%, ДКИ в FMd на 34,6%; FF — на 33,5%.

У здоровых детей при отсутствии асимметрии кровенаполнения бассейнов мозга коэффициент асимметрии (КА) составил  $0,62\pm0,17$ , у детей с повышенным кровенаполнением левого бассейна —  $10,468\pm1,93$ , а правого бассейна —  $10,08\pm3,56$ . У детей с ЛСУО, с аналогичными типами асимметрии кровенаполнения бассейнов головного мозга КА составили соответственно: без асимметрий  $0,81\pm0,39$ , у левополушарных  $10,75\pm3,34$  и у правополушарных  $8,0\pm3,18$ .

Таким образом, сравнение среднего значения КА по группам не выявило отличий в его значениях.

## **Анализ параметров РЭГ у детей с разными градиентами кровенаполнения бассейнов мозга**

Известно, что для взрослых людей характерно наличие гиперфронтального градиента кровенаполнения, т.е. больших значений амплитуды реографической кривой и объемного мозгового кровотока в сосудах бассейна передних мозговых артерий по сравнению с бассейном вертебробазиллярной системы. В литературе для РЭГ-показателей наличие градиента значений описано только для реографического индекса и индекса венозного оттока, однако особенности кровоснабжения бассейна зависят и от других показателей состояния сосудистого русла. Нами впервые был рассчитан коэффициент градиента (КГ) для всех изучаемых нами параметров РЭГ: РИ, ППСС, ВРПВ, ИВО, ДСИ, ДКИ, МУ. При анализе в основной и контрольной группах выделили подгруппы детей с преобладанием значения КГ в FF отведении (гиперфронтальный градиент), MM отведении (гипермастоидальный градиент), либо без достоверного различия значения рассматриваемого параметра РЭГ в сравниваемых бассейнах. При этом анализировали результаты исследования, проводимые в двух возрастных подгруппах: 8-9 и 10-11-летних детей. Также проводили корреляционный анализ зависимости значений показателей РЭГ в бифронтальном и бимастоидальном бассейнах и их КГ от возраста и уровня развития интеллекта. КГ по РИ основной группы ( $10,8 \pm 6,59$ ) ниже в 2,4 раза, чем КГ детей контрольной группы ( $26,21 \pm 5,79$ ), таким образом при пониженном уровне интеллектуальных способностей наблюдается понижение градиента кровенаполнения между фронтальным и бимастоидальным бассейнами. Согласно полученным результатам исследования в контрольной группе детей, у 88,0% обследованных ( $p < 0,05$ ) выявлен гиперфронтальный паттерн градиента по показателю РИ (амплитуда реограммы). У трёх детей наблюдали гипермастоидальный паттерн ( $p < 0,05$ ), у одного ребёнка контрольной группы достоверных различий между значениями РИ во фронтальном и мастоидальном бассейнах не обнаружено ( $p > 0,5$ ). Следовательно, гиперфронтальный градиент РИ сформирован уже к 8 годам, а отделов мозга лишь увеличивается. Распределение паттерна градиента модуля упругости (МУ) у здоровых детей было следующим: 57,0% имели гиперфронтальный паттерн, 31,0% детей — гипермастоидальный паттерн и 12,0% детей контрольной группы не имели преобладания значений данного показателя. Среднее значение модуля упругости с возрастом снижается в обоих бассейнах. Однако во фронтальном бассейне это снижение незначительно, в то время как для мастоидального наблюдается достоверное снижение значения МУ в группе 10-11 лет, что приводит к появлению достоверного гиперфронтального градиента в данной группе ( $r = 0,49$ ;  $p < 0,05$ ). В 67,0% случаев у здоровых детей градиент ДКИ имел гипермастоидальный паттерн, что свидетельствует о том, что тонус артерий малого калибра мастоидального бассейна выше, чем фронтального, у 10,0% детей — гиперфронтальный и 23,0% детей не имели достоверного отличия тонуса артерий малого калибра ( $p > 0,5$ ). Сравнение значений ДКИ показывает, что в группе 10-11 летних детей наблюдается недостоверный прирост показателя по сравнению с группой 8-9 лет. Корреляционный анализ выявил зависимость градиента ДКИ от возраста ( $r = 0,69$ ) у детей 8-9 лет, что свидетельствует об углублении градиента в данной

возрастной группе. Гипермастоидальный паттерн градиента ППСС зарегистрирован у 56,2% детей контрольной группы, 13,8% детей имеют гиперфронтальный паттерн, и у 30,0% детей отсутствовал достоверный градиент периферического сопротивления сосудов между бифронтальным и бимастоидальными бассейнами, что свидетельствует об одинаковом уровне сопротивления сосудистой стенки в сравниваемых бассейнах ( $p > 0,5$ ). Отметим, что у 8-летних детей регистрировали только гипермастоидальный паттерн ППСС. У детей 9-11 лет выявлено либо отсутствие градиента, либо установлены градиенты обоих знаков, у детей 8-9-летнего возраста величина градиента положительно связана с возрастом детей ( $r = 0,75$ ). С возрастом происходит снижение сопротивления и во фронтальных, и мастоидальных бассейнах, но в большей степени во фронтальных, что ведет к уменьшению градиента относительно 8-9-летнего возраста. У детей 10-11 лет наблюдали корреляционную зависимость между ППСС мозга во фронтальном бассейне ( $r = -0,54$ ) и возрастом. Возможно, падение сопротивления сосудистой стенки фронтального бассейна в этой возрастной группе обеспечивает интенсивное созревание лобных долей. Градиент ДСИ имел гипермастоидальный паттерн у 78,7% испытуемых. Следовательно, у большинства здоровых детей мелкие вены бассейнов задних мозговых артерий находятся в большем тонусе, чем в бассейнах передних артерий. 16,3% детей контроля характеризуются гиперфронтальным градиентом ДСИ и 5,0% — не имеют различий в тонусе вен малого калибра бифронтального и бимастоидального бассейнов. Величина КГ ДСИ коррелирует с показателями венозного оттока у детей 8-9 лет ( $r = 0,7$ ), а у детей старшей подгруппы подобной корреляционной взаимосвязи не выявлено ( $r = 0,39$ ), следовательно, градиент тонуса мелких вен формируется к 10-11 годам. У 89,9% обследованных детей контрольной группы индекс венозного оттока был выше в мастоидальном бассейне. При этом при более высоком тонусе венозных сосудов во фронтальной области выявлен больший тонус её артериального русла и более высокая амплитуда РЭГ. С возрастом выявлена тенденция к падению показателя. У испытуемых 8-9 лет величина градиента ИВО положительно коррелирует с возрастом ( $r = 0,61$ ).

Таким образом, в 8-9-летнем возрасте характерен высокий гипермастоидальный градиент, т.е. крупные вены бассейна задних мозговых артерий имеют больший тонус, а к 10-11 годам данный паттерн, вероятно, уже становится сформированным. Также нужно отметить, что большинству детей контрольной группы (96,8%) характерен гиперфронтальный градиент ВРПВ, т.е. после систолы ВРПВ к бассейну задних мозговых артерий меньше, нежели к фронтальным зонам. КГ ВРПВ у детей 10-11 лет отрицательно взаимосвязан со значением ВРПВ в мастоидальной области ( $r = 0,54$ ). По результатам проведенных исследований выяснилось, что паттерн соотношений показателей имеет возрастную динамику. Так, для группы здоровых детей градиент параметров РЭГ, характеризующих состояние крупных артерий и вен разного калибра, к восьмилетнему возрасту уже устанавливается, о чем свидетельствует отсутствие дальнейших их возрастных изменений, а также преобладание кровенаполнения и степени венозного оттока во фронтальном бассейне. Градиент ДКИ, характеризующий региональные отличия тонуса мелких артерий, формируется по взрослому типу к 10

годам, что отражает преобладание тонуса этих сосудов в бассейнах задних мозговых артерий. Соотношение совокупного просвета всех мелких сосудов (градиент ППСС) в 8-11-летнем возрасте еще продолжает формироваться. При этом динамические возрастные изменения направлены на снижение сопротивления в бассейнах передних мозговых артерий. Активно формируется градиент тонуса крупных артериальных сосудов, изменение которого идет в направлении преобладания тонуса во фронтальных областях.

Таким образом, паттерн соотношений значений показателей РЭГ, то есть соотношение тонуса вен и артерий различного калибра, начинает складываться в детстве, обеспечивая функциональное созревание фронтальных отделов мозга. Этот процесс характеризуется неравномерностью и гетерохронностью. Формирующиеся градиенты значений указанных показателей отражают изменения в регуляции сосудистого русла, связанные с возрастанием функциональной активности лобных областей и ведут к улучшению условий их кровоснабжения. Анализ значений РЭГ параметров у детей с ЛСУО с разными градиентами кровенаполнения бассейнов мозга показал, что гиперфронтальный градиент по РИ выявлен у 69,9% детей с ЛСУО, т.е. у этих детей преобладание величины амплитуды реоэнцефалограммы во фронтальной области встречается на 18,1% реже, чем в группе нормально развивающихся детей. Отметим, что величина КГ РИ у детей с ЛСУО ниже на 41,0% по сравнению с нормально развивающимися детьми и имеет статистически достоверную разницу ( $p < 0,05$ ). Гипермастоидальный паттерн характерен для 17,3% детей с ЛСУО. У детей данной группы не выявлено значимой корреляционной взаимосвязи КГ РИ с точным возрастом обследуемого. Распределение вариантов градиента МУ, отражающим тонус артерий большого и среднего калибра в группе детей с ЛСУО, в целом соответствует группе нормально развивающихся детей. У 46,0% детей с ЛСУО тонус мелких артерий по показателю ДКИ имеет гипермастоидальный паттерн, у 32,2% — гиперфронтальный, у 21,8% детей с ЛСУО, без градиента, нет достоверных отличий ДКИ между бифронтальной и бимастоидальной зонами ( $p > 0,5$ ). Возрастная динамика становления градиента ДКИ между областями не установлена ( $r = 0,3$ ). Встречаемость преобладания периферического сопротивления сосудов в лобных либо затылочных областях одинакова у детей с ЛСУО — по 38,25% соответственно. При этом 23,5% детей составили группу без градиента ППСС и не отмечалась статистически достоверная разница ( $p > 0,5$ ). Преобладание тонуса мелких вен (ДСИ) в бассейне задних мозговых артерий относительно передних (гипермастоидальный градиент) характерно для 44,0% детей с ЛСУО, то есть на 35,3% меньше, чем представленность данного паттерна в контрольной группе, а во фронтальном бассейне — 38,3%, также выше, чем в контрольной группе на 21,1%. Отсутствие градиента ДСИ зафиксировано у 17,7% детей экспериментальной группы, что в 5 раз больше, чем у детей в контрольной группе. В экспериментальной группе у 50,0% учащихся (29 детей) был выявлен гиперфронтальный градиент ИВО, а в группе контроля — только у 1,37% (1 ребенок), что в 17 раз выше относительно детей контрольной группы. Детей с гипермастоидальным распределением тонуса крупных вен в экспериментальной группе 31,3%, а в контрольной группе — 88,9%, то есть гипермастоидальный паттерн

ИВО у детей с ЛСУО встречается в 2,84 раза реже относительно обследованных здоровых детей. Значимых корреляционных связей между КГ ИВО и возрастом у детей с ЛСУО не выявлено ( $0,4 > r < 0,4$ ). Распределение встречаемости паттернов КГ ВРПВ у детей экспериментальной группы выглядит следующим образом: 49,0% - гипермastoидальный градиент, 21,3% - гиперфронтальный и 29,7% детей не имеют достоверного преобладания ВРПВ в сравниваемых бассейнах ( $p > 0,5$ ). Взаимозависимость различных, рассматриваемых нами, характеристик мозгового кровотока в разных звеньях сосудистого русла ГМ подтверждают данные корреляционного анализа. Средние значения таких параметров РЭГ, как: РИ, ППСС, ВРПВ, ДСИ, ДКИ, МУ одного бассейна взаимосвязаны со средним значениями данного параметра противоположного бассейна (бифронтальный с бимастоидальным бассейны больших полушарий ГМ) у детей контрольной и экспериментальной групп, образуя средние и высокие положительные корреляционные взаимосвязи ( $0,55 > r < 0,96$ ). Сравнительный анализ показателей РЭГ по возрастным подгруппам (8-9 лет и 10-11 лет) контрольной и экспериментальной групп показал, что в 8-летнем возрасте значение РИ бимастоидальной области достоверно ниже в контрольной группе относительно детей с ЛСУО ( $p < 0,05$ ). У детей контрольной группы 10-11 лет значение РИ в бифронтальной области достоверно выше, чем у детей экспериментальной группы за счет его понижения значения у детей экспериментальной группы к 10-11 годам. Показано также, что у детей экспериментальной группы полушарные индексы венозного оттока достоверно выше ИВО левого и правого полушарий относительно детей контрольной группы ( $p < 0,05$ ), а также во фронтальном бассейне ( $p < 0,05$ ).

Значение бассейна задних мозговых артерий достоверно не различаются у детей 8-11 летнего возраста обеих групп. Кроме того, установлено, что показатель ВРПВ у 8-9-летних и 10-11-летних детей контрольной группы достоверно выше, чем у детей экспериментальной группы во фронтальном ( $p < 0,05$ ), бимастоидальном ( $p < 0,05$ ) и полушарных бассейнах ( $p < 0,05$ ).

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАРУШЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ И КОНСТРУКТИВНОГО ПРАКСИСА**

### **Исследование элементарной практической ориентировки и понимания пространственных отношений предметов нормально развивающихся детей и детей с ЛСУО 8-11 лет**

С целью определения уровня развития элементарной практической ориентировки испытуемым предлагались следующие задания: показать свою правую и/или левую руку, показать правую и/или левую руку у другого, стоящего напротив, указать, что находится справа и/или слева от себя. Результаты исследования заносились в специальные протоколы. Все исследования проводились отдельно для детей с ведущей правой и ведущей левой рукой, поскольку правомерно предполагать, что дети успешнее будут справляться с тестами, направленными на их ведущую руку. Было интересно выяснить, могут ли дети, имеющие ЛСУО, правильно определить правую и левую руку у себя и у стоящего напротив человека, насколько правильно могут ориентироваться в пространстве и определить, что находится справа или слева от себя,

определить правый или левый ящик стола, положить предметы в правый или левый карман куртки и другие аналогичные действия. Поскольку от таких элементарных практических умений и навыков в ориентировке зачастую зависит готовность ребенка с ЛСУО к выполнению более сложных социально-бытовых, трудовых и других видов работ, необходимых ему в повседневной жизни, их оценка имеет большое практическое значение. В этих экспериментах широко использовалось как словесное обозначение предметов и действий, так и рисунки и картинки с изображением тех же предметов и действий, содержащиеся в предлагаемом задании. В первую очередь использовались предметы обихода и их изображения, хорошо известные детям, такие как ключ, стол, стакан, карандаш и другие. Поскольку учащиеся специальной (вспомогательной) школы часто имеют дело не только с натуральными предметами, но и с их изображениями, графическое представление предметов и действий помогало быстрее и точнее определить затруднения в выполнении предлагаемых заданий. Учитывая это, мы использовали определенные группы слов и словосочетаний, отражающих пространственные отношения предметов. Прежде чем испытуемые приступали к выполнению каждого очередного задания, мы выясняли, поняли ли они его смысл. До тех пор, пока дети четко не представляли себе смысл задания и того, что от них требуется, они не приступали к его выполнению.

### **Результаты экспериментов у нормально развивающихся детей и детей с ЛСУО с ведущей правой и ведущей левой рукой**

Результаты экспериментов, проводимых при выполнении первого задания «Покажи свою правую и/или левую руку», были направлены на определение умений испытуемых ориентироваться в правой и левой сторонах. Анализ данных позволил выявить, насколько дети с нормальным развитием и дети с ЛСУО способны правильно идентифицировать собственную правую и левую руку, а также как ведущая рука влияет на успешность выполнения задания. Полученные результаты показали различия в точности и скорости ориентировки между группами детей, что позволило оценить влияние ведущей руки на элементарную практическую ориентировку и выявить особенности пространственного восприятия у исследуемых возрастных групп. Результаты эксперимента показали, что из 38 нормально развивающихся детей группы 8-9 лет 31 учащийся оказались праворукими из них правильно ориентировались при выполнении задания 80,6% (25) учащихся, тогда как из 30 детей с ЛСУО данной возрастной группы 24 учащихся были праворукими и только 37,5% (9) учащихся справились с первым заданием «Покажи свою правую и/или левую руку». Ошибка при выполнении первого задания в данной возрастной группе нормально развивающихся детей выявилась у 19,4% (6) учащихся и 62,5% (15) у детей с ЛСУО, что превышало показатели в 3,2 раза. В группе нормально развивающихся детей 10-11 лет, из 35 праворукими оказались 29 детей, из которых 82,8% (24) учащихся выявили правильную ориентировку при выполнении первого задания, а 17,2% (5) нормально развивающихся детей допускали регулярную ошибку. Тогда как в группе детей с ЛСУО наблюдалась иная картина: из 28 детей праворукими были 21 учащийся, из которых 57,1% (12) ориентировались правильно, ошибку допускали 42,9% (9) детей, что в 2,5 раза превышало показатели данной возрастной группы у нормально развивающихся детей ( $p < 0,05$ ). Амбидекстры учитывались в группах с праворукими, так как у них сенсорная асимметрия пробы с праксисом выявляли правостороннее предпочтение. В общем числе из 73 детей с нормальным умственным развитием, было выявлено 13 леворуких, которые по возрастным группам распределились в следующем

соотношении: 7 детей в группе 8-9 лет и 6 детей в группе 10-11 лет. По результатам теста оказалось, что правильную ориентировку по стороне проявили 57,1% (4) учащихся группы 8-9 лет, ошибка выявлялась у 42,9% (3) той же группы учащихся. В группе нормально развивающихся «леворуких» детей 10-11-и лет правильно справились с заданием 83,3% (5) учащихся, тогда как ошибку в данной группе допустил 16,7% (1) испытуемый. В экспериментальной группе детей с ЛСУО «леворуких» оказалось в каждой возрастной группе (8-9 лет и 10-11 лет) по 7 учащихся (всего 14 детей). Результаты эксперимента нарушения ориентировки показали, что в группе детей 8-9 лет правильно выполнили задание 42,9% (3) учащихся, тогда как 57,1% (4) данной группы допускали ошибку при выполнении задания («Покажи свою правую и/или левую руку»). Учащиеся старшей возрастной группы (10-11 лет) лучше справились с заданием, чем дети младшей возрастной группы (8-9 лет).

Результаты эксперимента показали, что дети с ЛСУО группы 10-11 лет правильно справились с заданием в 57,1% (4) случаев, а ошибка при выполнении задания была допущена у 42,9% (3) учащихся, которая в 1,3 раза меньше допускаемой ошибки той же группы детей 8-9 лет.

Таким образом, можно констатировать, что дети с ЛСУО «праворукие» и/или «леворукие» плохо ориентируются в определении правой и левой сторон и по сравнению с нормально развивающимися сверстниками и значительно отстают в этих показателях.

Выполнение второго, более сложного задания «Показать правую и/или левую руку у другого лица, стоящего напротив» вызвало затруднения как у нормально развивающихся детей, так и у детей с ЛСУО, но в большей степени. У детей в возрасте от 8 до 11 лет, среди нормально развивающихся детей 8-летнего возраста правильное выполнение задания наблюдалось в 76,5 % случаев (13 из 17 испытуемых). В группе 9-летних детей этот показатель составил 71,4 % (15 из 21), у 10-летних — 68,8 % (11 из 16), а у 11-летних — 73,7 % (14 из 19). В целом, по группе нормально развивающихся детей, успешность выполнения задания составила 72,6 % (53 правильных ответа из 73 возможных), что свидетельствует о достаточно высоком уровне сформированности способности к зеркальной ориентации и пространственному различению сторон собственного тела и тела другого человека. Эти данные подтверждают, что к возрасту 8–11 лет у детей с нормальным развитием в целом уже сформированы механизмы межполушарной координации, необходимые для произвольного анализа и воспроизведения пространственных признаков. В группе детей с ЛСУО при выполнении данного задания имела следующую картину. Из 16-ти учащихся 8-лет правильно ориентировались 18,8% (3) детей, ошибка при выполнении задания зарегистрировалась у 81,2% (13) учащихся. Из 14-ти 9-летних детей положительный результат задания выявлялся у 28,6% (4) и, следовательно, ошибку допустили 71,4% (10). Из 13 испытуемых детей с ЛСУО 10-ти лет правильно справились с заданием шестеро – 46,2%, ошибку допустили 53,8% (7) учащихся. В группе детей 11-ти лет, состоящей из 15 участников, правильно показала правую и/или левую руку у другого лица, стоящего напротив, 33,3% (5), и 66,7% (10) допустила ошибку при выполнении задания, что более чем в два раза ниже показателя, полученного у детей с нормальным развитием. Сравнительный анализ полученных данных показывает чёткую возрастную и качественную дифференциацию выполнения задания в обеих группах. У нормально развивающихся детей результаты относительно стабильны, без выраженных колебаний между возрастными подгруппами, что говорит о постепенном закреплении пространственных представлений и устойчивом функционировании

нейрокогнитивных механизмов, ответственных за пространственную ориентацию. В то же время у детей с ЛСУО наблюдается выраженная вариативность показателей, что отражает недостаточную сформированность механизмов пространственного анализа и ориентации в зеркальном отображении. Особенно низкие показатели у младших возрастных групп (8–9 лет) свидетельствуют о том, что дети с ЛСУО испытывают значительные трудности в осознании пространственного соотношения «вправо–влево», особенно при необходимости применить эти представления по отношению к другому человеку, стоящему напротив. Это, вероятно, связано с недостаточной зрелостью нейропсихологических структур, участвующих в межполушарной интеграции и формировании схемы тела. Некоторое повышение точности ответов у 10-летних детей (46,2 %) можно рассматривать как проявление компенсаторных механизмов и постепенного развития пространственных навыков, однако общее отставание по сравнению с нормой остаётся значительным.

Таким образом, представленные результаты свидетельствуют о существенном различии в уровне сформированности зрительно-пространственных представлений и способности к зеркальной ориентации между нормально развивающимися детьми и детьми с ЛСУО. У последних наблюдается недостаточная сформированность телесной схемы, затруднения при переключении зрительно-моторных координат и сниженная эффективность межполушарного взаимодействия. Эти особенности проявляются в низком проценте правильных ответов и большей нестабильности показателей с возрастом.

Графические показатели, отражают общую тенденцию снижения процента правильных ответов у детей с ЛСУО по сравнению с их нормально развивающимися сверстниками. Наглядно видно, что с возрастом у нормально развивающихся детей наблюдается относительная стабилизация успешности выполнения, тогда как у детей с ЛСУО сохраняется выраженная асимметрия и неравномерность показателей, что подтверждает отставание в формировании механизмов пространственной координации и зрительно-моторного анализа. И так, только 31,0% испытуемых детей 8-11 лет с ЛСУО смогли справиться с этим заданием. Несколько затруднено это действие и у многих нормально развивающихся детей, но в значительно меньшей степени, так как данное задание выполнили 72,6%. Представленные данные свидетельствуют о значительной трудности для детей с ЛСУО, а именно мысленный поворот на 180 градусов.

При выполнении следующего задания, отвечая на вопрос - «Что находится слева и/или справа от тебя?», дети с ЛСУО, главным образом, отмечали большие предметы, хотя и не все. Например, называли шкаф, стол, стулья, окно, а мелкие предметы такие, как книги, ручка, карандаши, ваза и другие (хотя они и находились рядом) – не замечали. В группе нормально развивающихся детей 8 лет правильно справились с заданием 15 ребенка (88,2%), 9-ти летние – 18 ребенка (85,7%), 10-ти летние – 12 учащихся (75%) и 11-ти летние – 16 ребенка (84,2%).

Среди детей с ЛСУО 8-и летнего возраста с этим заданием удовлетворительно справились лишь 2 ребенка (12,5%), из 9 летних детей из 14 испытуемых только 4 (28,6%). У 10-11 летних эти показатели несколько возросли, но все же продолжали оставаться низкими (38,5% и 33,3% соответственно). Так, более половины умственно отсталых испытуемых возрастной группы 10-11 лет смогли перечислить предметы, находящиеся справа и/или слева от них. Эти показатели значительно ниже по сравнению с нормально развивающимися испытуемыми. Такое отставание отмечается во всех исследуемых возрастах, но больше всего проявляется в возрасте 8-9 лет. Итак,

результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что дети с ЛСУО 8-11 лет плохо ориентируются в правой и левой руке у себя, а еще хуже у другого, стоящего напротив, и затрудняются правильно и полностью перечислить предметы, расположенные справа и/или слева от него. Причем, если эти показатели с возрастом и несколько улучшаются, все же к 10-11-летнему возрасту они остаются еще низкими.

Установлено, что дети с ЛСУО значительно уступают своим нормально развивающимся сверстникам. Это в целом свидетельствует об их недостаточном понимании пространственных отношений предметов и плохой ориентировке.

Учитывая вышеизложенное, наиболее важным является изучение особенностей развития практической ориентировки у детей с ЛСУО, связанные, в первую очередь, с бытовыми, учебными, трудовыми и другими видами деятельности. В связи с этим испытуемым были предложены следующие задания практического характера: показать правый и левый ящик стола; положить ключ в правый и/или левый карман куртки; определить, где находится карандаш, справа или слева от тетради, лежащей на столе. Эти задания, по сравнению с ранее представленными, имеют более отвлеченный характер, они менее равноценны по степени привычности и направлены на определение умений и навыков детей с ЛСУО правильно ориентироваться в сторонах учебного стола, в расположении того или иного предмета по отношению к другим и т.д. Результаты экспериментального изучения выполнения заданий свидетельствуют, что получены интересные данные, которые послужат основой для разработки необходимых средств, методов и условий развития элементарной практической ориентировки у детей с ЛСУО. Анализ результатов исследования позволяет выделить следующие важные положения: дети с ЛСУО отстают от своих здоровых сверстников по всем изучаемым показателям; у детей 8-9 лет менее развиты умения и навыки практической пространственной ориентировки, чем у испытуемых 10-11 лет.

Перечисленные ошибки в целом сводятся к употреблению детей с ЛСУО неточных, неопределенных пространственных характеристик, вместо более дифференцированных. Это ярко иллюстрирует ограниченность и неполноценность вербализации пространственных отношений предметов у детей с ЛСУО.

### **Исследование особенностей ориентировки на ограниченной плоскости детей 8-11 лет с легкой степенью умственной отсталости**

Как показывают практика у детей с ЛСУО, поступающих в специальную (вспомогательную) школу одна из основных трудностей графической работы (письмо, конструирование, рисование) состоит в плохой ориентировке на ограниченной плоскости: листе бумаги, классной доске, рабочем столе. В начале школьного обучения затруднения такого рода имеют настолько острый характер, что зачастую большая часть уроков отводится не самому учебному процессу, а организации и объяснениям порядка работы, правилам ориентировки на рабочем столе, в тетради. Это снижает эффективность работы, отвлекает детей от выполнения основной задачи урока. Поэтому умение ориентироваться на ограниченной плоскости имеет большое значение не только на уроках письма и рисования, но и технологии, математике, физической культуре и других предметах. На этих уроках затруднения могут определяться еще и недоразвитием простейших навыков графической деятельности таких, как произвольное проведение линий в разных направлениях; координация графических действий, обеспечивающая ровность и плавность линий; неадекватная сила нажима, несоблюдение границ листа и т.п. В письме и рисовании все эти ошибки фиксируются, поэтому они очень заметны. На уроках технологии, математики, в игровой

деятельности, когда не фиксируются результаты предложенных заданий, педагогу трудно, а зачастую и невозможно определить основную причину плохой работы учащегося. Поэтому здесь нужно выделить обязательный пространственный компонент. Исходя из вышеизложенного, мы изучили также особенности ориентировки учащихся 8-11 лет с ЛСУО на ограниченной площади – листе бумаги. Это прежде всего ориентировка на лист бумаги без графических действий, с опорой на словесную инструкцию и показ (по памяти) и ориентировка на листе бумаги с выполнением графических рисунков по заданным образцам. Испытуемым были предложены следующие задания: разместить набор предметов на листе бумаги по словесной инструкции; разместить тот же набор предметов на листе бумаги на основе наглядной инструкции – показ (по памяти); проведение линий в разных направлениях (по образцу) и вычерчивание изображаемого маршрута.

В этом эксперименте приняли участие 58 детей 8-11 лет с ЛСУО и 73 нормально развивающихся детей, учащихся общеобразовательных школ. Чтобы исключить влияние утомления учащихся на выполнение задания, эксперименты проводились в основном на первых и вторых уроках при хорошем освещении. Первое задание заключалось в том, чтобы на листе бумаги (формат А4) разместить набор из нескольких предметов: ручка, линейка, резинка, точилка для карандаша. Эти предметы размещались по словесной инструкции экспериментатора в следующей последовательности: линейку – наверху листа, ручку – внизу слева, точилку – справа внизу, резинку – в середине листа. Эти предметы хорошо знакомы учащимся, они повседневно широко используются как в учебном процессе, так и во внеучебное время. Но не все испытуемые нами дети с ЛСУО знали наименования отдельных предметов. Поэтому перед экспериментом мы объясняли наименования этих предметов и их назначение. В следующем задании от испытуемых требовалось разместить на листе бумаги тот же набор предметов, но только после показа экспериментатора, по памяти. На запоминание последовательности расположения предметов отводилось 15-20 секунд, после чего на чистом листе бумаги испытуемые должны были разместить эти предметы в той же последовательности, и в том же порядке, в которой им был показан. После выполнения вышеуказанных заданий мы обводили на бумаге предметы карандашом для дальнейшего анализа результатов эксперимента. Проведенное исследование показало, что при выполнении первого задания, где от испытуемых требовалось разместить на листе бумаги набор предметов по словесной инструкции, не все дети с ЛСУО правильно ориентировались в сторонах листа. Они не могли показать правую и левую сторону листа бумаги, его верх и низ. Этим детям было трудно выполнить действие по словесной инструкции экспериментатора, содержащее две и более пространственные характеристики. Поэтому при выполнении данного задания большинство (79,3%) детей с ЛСУО не справлялись с ним, тогда как только 23,3% испытуемых общеобразовательной школы ошибались при размещении предметов на листе бумаги. Анализ выполнения задания по словесной инструкции выявил значительные различия между нормально развивающимися детьми и детьми с ЛСУО. Нормально развивающиеся дети в целом справлялись с заданием достаточно успешно: средний процент правильных ответов составил 76,7%. Наибольшее количество ошибок наблюдалось среди 10-летних (62,5%), в то время как 9-летние показали наилучший результат — 85,7%. Данные показатели свидетельствуют о том, что навык выполнения инструкций формируется постепенно и в основном стабилен в возрастном диапазоне 8–11 лет. Было установлено, что при выполнении данного задания больше всего допускали ошибок или полностью не справлялись с ним учащиеся 8-9 лет группы детей

с ЛСУО (12,5% и 14,3% соответственно). Эти дети вместо того, чтобы положить ручку «внизу слева» на листе бумаги, держали ее в руке, клали рядом с бумагой, а иногда и пытались рисовать ею. Многие, не ориентируясь на листе бумаги, клали предмет рядом друг с другом или на небольшом расстоянии один от другого. Многие испытуемые сразу говорили: «не знаю», «не могу», и ряд таких ответов.

Таким образом, выполнение задания по словесной инструкции у детей с ЛСУО характеризуется значительными трудностями и требует специальной педагогической поддержки. Наиболее сложным для этой группы является усвоение пространственных указаний и последовательности действий, что отражает замедленное развитие навыков ориентировки и следования инструкциям.

Дальнейший анализ результатов эксперимента свидетельствует, что умения детей с ЛСУО правильно ориентироваться на листе бумаги по словесной инструкции улучшается от 8 к 11 годам, но они незначительны по сравнению с нормально развивающимися сверстниками и остаются еще очень низкими. Результаты исследования показывают, что и темпы улучшения выполнения задания у нормально развивающихся детей выше, чем у детей с ЛСУО испытуемых. Так, если у испытуемых учащихся специальной (вспомогательной) школы незначительное улучшение в показателях ориентировки на листе бумаги по словесной инструкции отмечается с 9-ти лет и к 11 годам составляет всего 14,3%, то у нормально развивающихся детей этот показатель составляет 85,7%.

Обобщая вышеизложенное, можно констатировать, что у детей с ЛСУО при выполнении заданий на ориентировку на ограниченной плоскости по словесной инструкции затрудняются в их выполнении и по результатам значительно отстают от своих здоровых сверстников. Во втором задании учащимся предлагалось разложить на листе бумаги тот же набор предметов после показа (по памяти). В ходе нашего исследования мы размещали на своем листе бумаги линейку, ручку, резинку и точилку для карандаша в определенной последовательности. Учащиеся, придерживаясь этой последовательности размещения предметов, должны по памяти у себя на листе бумаги правильно их разложить (в той же последовательности, как на листе у экспериментатора). Учитывая, что у детей с ЛСУО недостаточно развито зрительное запоминание пространственного расположения предметов, мы несколько раз объясняли предлагаемое задание. В задании каждому испытуемому давали лист бумаги размером форматом А4, на левой стороне которого, друг под другом, были изображены треугольник, ломаная линия из пяти звеньев и ломаная линия из десяти звеньев. Образцы расположены на вертикальной оси листа и вычерчены по опорным точкам. Задание заключалось в том, чтобы нормально развивающиеся дети и дети с ЛСУО учащиеся по образцу левой стороны листа нанесли данные фигуры на правой стороне листа по готовым ориентирам — точкам. Им предлагалось соединить точки и получить фигуры, изображенные на левой стороне листа. Анализируя рисунки испытуемых, мы выделили три группы выполненных заданий: правильное пространственное изображение линий; с незначительными ошибками; с грубыми ошибками, где графический результат совсем не соответствовал образцу. Полученные данные проведенных экспериментов говорят о том, что детям с ЛСУО легче дается выполнение задания по показу, чем по словесной инструкции. Правильное выполнение задания по показу у детей 8 лет отмечалось у 25,0% учащихся, 9 лет — у 42,9%, 10 и 11 лет — 53,8% и 46,7% соответственно. Такие низкие результаты в выполнении задания на ориентировку на листе бумаги по памяти у детей с ЛСУО, видимо, являются следствием недостаточного развития зрительной памяти и кратковременной памяти

вообще. Анализ выполненной работы испытуемыми показывает, что некоторые дети с ЛСУО очень медленно выполняли задания. Часто вместо горизонтального расположения предметов им придавали вертикальное положение. Были случаи, когда отдельные предметы не клались на бумагу, собирались только в одном углу листа и т. д. При этом многие откровенно признавались, что забыли расположение предметов и сразу отказывались от выполнения задания, говорили: «не запомню», «не смогу», «забыл», «не знаю» и т. п. Обобщая сказанное, можно заключить: у детей с ЛСУО недостаточно развито умение ориентироваться на листе бумаги по наглядной инструкции (по памяти); у детей данной группы 8-11 лет сравнительно лучше развито зрительное запоминание пространственного расположения предметов с последующим его воспроизведением, чем выполнение того же задания по словесной инструкции; испытуемые с ЛСУО значительно уступают своим нормально развивающимся сверстникам по всем изучаемым показателям. Данные проведенного нами обследования, как правило, показывали, что у детей с ЛСУО сформированы базовые навыки пространственной ориентации и понимания расстояний, однако сохраняются трудности в дифференциации направлений, микроориентировке и воспроизведении движений. Результаты свидетельствуют о необходимости целенаправленной работы по развитию пространственного мышления, памяти и моторных навыков с использованием наглядного и практического материала. Следующая группа констатирующих экспериментов была направлена на определение умений и навыков пространственного изображения предметов на листе бумаги посредством графических действий (проведение линий в разных направлениях по образцу). Результатами исследования установлено, что рисунки 8 летних учащихся специальной (вспомогательной) школы почти в 75,0% случаев содержали грубые ошибки и графические изображения совсем не были похожи на представленные образцы. Такие ошибки пространственного изображения графических действий были выявлены и у 9 летних (57,1%), 10 летних (46,2%) и даже 11 детей (53,3%). Как свидетельствуют эти данные, улучшения результатов выполнения этого задания в зависимости от возраста незначительны, тогда как у нормально развивающихся детей с возрастом они значительно выше. Дальнейший анализ выполненных графических рисунков детей с ЛСУО показывает, что допущенные ими пространственные графические ошибки имеют разнообразный характер. В основном это искажение углов рисунка, уменьшение или увеличение размеров проводимых линий, несоблюдение направления линий. Более всего искажались предпоследние и последние элементы фигур, а начало часто вычерчивалось сравнительно правильно. Среди учащихся 8-9 лет были и такие, которые проводили линии рядом с образцом, стремясь повторить его. Некоторые испытуемые изображали другие фигуры на листе.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ И МЕЖПОЛУШАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НОРМАЛЬНЫХ ДЕТЕЙ И ДЕТЕЙ С ЛЕГКОЙ СТЕПЕНЬЮ УМСТВЕННОЙ ОТСТАЛОСТИ**

##### **Исследование латеральной организации функций обследуемых детей контрольной и экспериментальной групп**

Нейропсихологическое исследование некоторых особенностей межполушарных отношений в двигательной сфере у детей с различными формами отклонений в психическом развитии представляет несомненный интерес. Оно может показать ряд

новых аспектов проблемы формирования межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия в онтогенезе. В качестве обследуемых моделей для данного исследования были выбраны дети с ЛСУО. Такой выбор был обусловлен рядом причин. В современной психологии аномального развития существуют представления о том, что это недоразвитие носит тотальный характер и сказывается преимущественно на формировании высших уровней всех психических функций, в частности праксиса. У детей с ЛСУО отмечается недостаточная точность движений, неспособность их предварительно планировать и контролировать, дефицит пространственных представлений и пространственно-моторных координаций. При ЛСУО снижены пороги тактильной чувствительности, что может приводить к изменениям в работе кинестетической составляющей движений. Умственное отставание в развитии носит относительно парциальный характер и является обратимым при применении адекватных психолого-педагогических коррекционных воздействий. Несмотря на то, что различным формам умственной отсталости посвящено большое количество исследований, нюансы развития межполушарных связей в двигательной сфере таких детей пока не привлекали внимания физиологов, нейропсихологов и педагогов. Между тем известно, что при данном виде дизонтогенеза очень часто имеет место дисфункция подкорковых образований мозга, а именно они играют принципиальную роль в становлении межполушарных отношений на этапе раннего онтогенеза. В возрасте 8-11 лет ребёнок обычно уже учится в школе, и влияние отклонения в развитии пока ещё не очень значительно. Кроме того, именно с этого возраста для обследования детей можно адекватно применять батарею нейропсихологических методик. Дети с ЛСУО воспитывались в семье и посещали занятия в выше названных школах (см. Главу «Материал и методы»).

### **Оценка моторной и общей асимметрии у нормально развивающихся детей и детей с легкой степенью умственной отсталости 8–11 лет**

Частота встречаемости вариантов ответа на вопросы адаптированного теста-опросника для определения моторной (мануальной) асимметрии в группе нормально развивающихся детей большинство действий учащиеся выполняли правой рукой. В первом тесте (письмо) у детей правая рука доминировала в 83,8% случаев, левая рука – в 16,2%. По результатам второго теста количество детей, предпочитающих рисовать правой рукой, так же, как и в первом случае, составило 83,8%, левой – 16,2%. Некоторое разнообразие мы получили по результатам третьего теста. При бросании мяча у 73,0% детей ведущей была правая рука, а у 10,8% – левая; также было выявлено некоторое количество детей, использующих обе руки (16,2%).

По результатам анализа ответов на четвертый и пятый вопросы было обнаружено, что ловить мяч и держать ножницы в правой руке предпочитают 75,7% детей, в левой – 16,2%, а количество детей, способных выполнять это действие обеими руками, составило 8,1%. Результаты ответов на шестой вопрос теста, держать зубную щетку большинство детей ответили, что они держат ее в правой руке 83,8%, 13,5 % в левой руке и 2,7% детей способны держать зубную щетку как в правой, так и в левой руке. По результатам ответов на седьмой вопрос теста, держать обеденную ложку большинство детей ответили, что они держат ее в правой руке 75,7%, 13,5 % в левой

руке и 10,8% детей способны держать ложку как в правой, так и в левой руке. Несколько иная картина была получена по результатам восьмого теста. Количество детей, способных держать расческу как в правой, так и в левой руке 5,4% по сравнению с предыдущими тестами, хотя большинство детей все же правши – 75,7% и 18,9% – левши. В следующем тесте количество детей, пользующихся левой рукой при открывании крышки коробки, составило 14,3%, что практически одинаково, как в предыдущих тестах. Правая рука доминирует в 82,8% случаев, также выявлено незначительное количество детей, пользующихся обеими руками, – 2,9%. При использовании молотка правая рука доминирует в 85,3% случаев, левая – в 11,8%, также есть дети, способные держать молоток в обеих руках. Количество таких детей выявлялась в 2,9%. В тесте «замок» правая рука доминировала в 56,8% случаев, левая – в 43,2%. В тесте «поза Наполеона» у 54,1% детей ведущей была правая рука, а у 45,9% – левая рука. В тесте «хлопок», в котором учащимся предлагалось поаплодировать в ладоши, правая рука доминирует у 86,5% детей, а левая – всего у 13,5%. По результатам четырнадцатого вопроса теста, правой рукой поднимают предмет с пола 85,3% учащихся, 14,7% делают это левой рукой. Результаты определения моторной (мануальной) асимметрии в группе детей с ЛСУО были иными. Как и в предыдущем исследовании, большинство действий эти дети выполняют правой рукой (тесты 1–10). В первом тесте (письмо) у детей правая рука доминировала в 73,2% случаев, левая рука – в 26,8%. По результатам второго теста количество детей, предпочитающих рисовать правой рукой, так же, как и в первом случае, составило 68,9%, левой – 25,9%, а 5,2% детей с ЛСУО могли рисовать обеими руками. Примерно такая же тенденция сохраняется по результатам третьего теста. При бросании мяча у 74,4% детей ведущей была правая рука, у 18,9% – левая; также было выявлено некоторое количество детей, использующих обе руки – 6,7%.

По результатам анализа ответов на четвертый вопрос было обнаружено, что ловить мяч в правой руке предпочитают 73,8% детей, в левой 23,1% детей, и при необходимости обеими руками могут пользоваться 3,1%. Держать ножницы в правой руке предпочитают 91,8% детей, в левой – 8,2%. Несколько иная картина была получена по результатам шестого вопроса теста. Правой рукой держали зубную щетку 76,8%, левой – 18,6%, а в обеих руках 4,6%. По результатам ответа на седьмой вопрос теста, обеденную ложку держали в правой руке 88,9% детей с ЛСУО, левой – 6,3%, а в обеих руках – 4,8% детей.

Не выявлено детей, способных держать расческу как в правой, так и в левой руке, хотя большинство детей все же правши – 93,6%, 6,4% – левши. В следующем вопросе теста количество детей, пользующихся левой и правой рукой при открывании крышки коробки, примерно одинаково – 38,6% и 36,8% соответственно, обеими руками при этом пользуются 24,6% обследованных. При использовании молотка правая рука доминирует в 86,3% случаев, левая – в 13,7%. В тесте «замок» правая рука доминировала в 65,8% случаев, левая – в 34,2%. В тесте «поза Наполеона» у 56,6% детей с ЛСУО ведущей была правая рука, а у 43,4% – левая рука. В тесте «хлопок», в котором учащимся предлагалось похлопать в ладоши, правая рука доминирует у 43,8% детей, а левая – у 56,2%. Правой рукой поднимают предмет с пола 40,9% учащихся,

44,8% делают это левой рукой, и 14,3% выполняют это действие обеими руками. Для определения скрытых признаков левшества, которые чаще всего неизвестны самому испытуемому и не подвержены влиянию обучения, были использованы пробы «переплетение пальцев рук», «перекрест рук на груди» и «аплодирование». Согласно нашим полученным данным, они дополняют сведения о наличии у испытуемых признаков моторной асимметрии. По итогам проведенного исследования по определению лево- и праворукости нами были получены следующие результаты. В контрольной группе ( $n = 73$ ) в возрастной подгруппе 8–9 лет большинство детей — правши (76,3%), при этом левши составляют 18,4%, а амбидекстры в этой возрастной группе составляют 5,3%. В возрастной категории 10–11 лет доля правой увеличивается до 80,0%, левой снижается до 17,1%, амбидекстрия представлена лишь в 2,9% случаев.

Таким образом, в контрольной группе наблюдается устойчивое преобладание правой, с небольшой долей других форм латеральности и тенденцией к усилению праворукости с возрастом.

В экспериментальной группе, а именно у детей с ЛСУО ( $n = 58$ ), напротив, фиксируется более высокая доля левой, особенно среди детей младшей возрастной подгруппы. Среди детей 8–9 лет правшей — 63,3%, левой — 30,0%, амбидекстров — 6,7%. В подгруппе 10–11 лет доля правшей возрастает до 71,4%, левой — составляет 28,6%; амбидекстрия в этой возрастной категории отсутствует. Сравнительный анализ показывает, что в экспериментальной группе наблюдается снижение доли правшей и увеличение числа левой по сравнению с контрольной группой. Данные различия наиболее выражены в младшем возрасте (8–9 лет), что может свидетельствовать о влиянии экспериментального фактора на проявление и формирование латеральных предпочтений. На следующем этапе исследования, нами были рассчитаны коэффициенты асимметрии: коэффициент функциональной асимметрии (КФА), коэффициент мануальной (моторной) асимметрии (КМА) и коэффициент общей асимметрии (КОА), как в контрольной, так и в экспериментальной группах по результатам проведенных тестов (см. Главу «Материал и методы»). КФА в контрольной группе составил 71,2% с преобладанием правой руки по результатам ответов на предложенные тесты у 52 участников, а преобладание левой руки – 28,8% участников (21), что имел статистически достоверную разницу данных ( $\chi^2=11,345$ ;  $p<0,001$ ). Результаты КФА в экспериментальной группе показали, что левая рука в 1,23 раза – 55,2% (32) преобладала над показателями правой руки, и составила 44,8% (26 участник), однако разницу данных статистически не достоверна ( $\chi^2=2,366$ ;  $p>0,4$ ). Данные о распределении по показателю КМА в контрольной группе преобладающее число детей демонстрирует доминирование правой руки — 57 человек, что составляет 78,1% от общего числа. Леворукость зафиксирована у 16 испытуемых (21,9%). В экспериментальной группе также наблюдается преобладание праворуких — 39 детей, или 67,2%, тогда как число леворуких оказалось несколько выше, чем в контрольной группе, и составило 19 человек, или 32,8% ( $p<0,01$ ).

Таким образом, несмотря на сохраняющееся доминирование праворуких испытуемых в обеих группах, в экспериментальной группе доля леворуких детей

оказалась несколько выше по сравнению с контрольной ( $p < 0,01$ ), что может свидетельствовать о влиянии специфики проводимого вмешательства или особенностей контингента данной выборки.

Нами был рассчитан КОА нормально развивающихся детей и детей с ЛСУО, также были представлены сравнительные данные по показателям функции у праворуких участников обеих исследуемых групп. В контрольной группе доля праворуких, имеющих высокий уровень КФА, составляет 71,23% (52 из 73 человек), тогда как в экспериментальной группе этот показатель значительно ниже и равен 44,83% (26 из 58 человек) ( $p < 0,05$ ). Аналогичная тенденция наблюдается для коэффициента моторной асимметрии (КМА): в контрольной группе показатель составляет 78,08% (57 из 73), а в экспериментальной — 67,24% (39 из 58) ( $p < 0,01$ ). Что касается коэффициента общей асимметрии (КОА), то он также выше в контрольной группе -74,66% по сравнению с экспериментальной - 56,04% ( $p < 0,04$ ).

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о снижении показателей КФА и КМА правой руки у участников экспериментальной группы по сравнению с контрольной, что имеет статистически достоверную разницу ( $\chi^2 = 7,715$ ;  $p < 0,04$ ), которая может указывать на влияние изучаемого фактора, как на состояние двигательных функций.

Усредненные результаты расчета в целом по группам показали, что в группе детей с ЛСУО различные виды асимметрии менее выражены, что может свидетельствовать о слабой степени дифференцированности функций полушарий и их более выраженной эквипотенциальности. Нами были проведены также исследования выполнения проб праксиса в обследуемых группах, а именно праксисы поз по зрительному образцу, кинестетическому образцу и перенос поз справа налево и наоборот. Если сопоставить в целом здоровых детей и детей с ЛСУО, то оказывается, что дети обеих групп довольно успешно справляются с выполнением проб праксиса позы по зрительному образцу. Что касается латеральных различий, то здоровые дети 8–9 лет и дети с ЛСУО несколько лучше выполняют эти пробы левой рукой. В другой возрастной группе (10–11 лет) пробы либо выполняются одинаково успешно правой и левой рукой, либо доминирует правая рука, что свидетельствует о стабилизации ведущей руки к этому возрасту.

Пробы на праксис позы по кинестетическому образцу, как уже было отмечено ранее, являются для здоровых детей и детей с ЛСУО более сложными. Однако и в этом виде праксиса у здоровых детей различия в успешности выполнения проб правой и левой рукой относительно невелики, а вот в группе ЛСУО преимущество правой руки делается с увеличением возраста более заметным.

Таким образом, у здоровых детей к 8 годам в праксисе позы левая рука «обгоняет» правую, что, вероятно, говорит об установившейся роли правого полушария в контроле за кинестетическими ощущениями. Немного забегаая вперед, заметим, что это предположение подтверждается и тем, что в возрасте 11 лет у них практически исчезает разница при переносе поз.

В группе ЛСУО такого преимущества не наблюдается, хотя видно, что положительная возрастная динамика, отмечающаяся при выполнении проб

кинестетического праксиса левой рукой, более отчетлива, чем при выполнении правой рукой. У здоровых детей и у детей с ЛСУО разных возрастов также выявляются некоторые различия в успешности переноса поз с одной руки на другую по кинестетическому образцу. Так, перенос поз с левой руки на правую удается детям с ЛСУО 8-летнего возраста хуже, чем перенос с правой руки на левую. Наоборот, в 11-летнем возрасте большее число детей с ЛСУО справляется с переносом поз с правой руки на левую. Здоровые дети 8 лет в целом успешнее переносят позы с правой руки на левую, дети 10 лет – с левой руки на правую.

Таким образом, тенденция возрастных изменений в переносе поз в группе здоровых детей и в группе ЛСУО одинакова. Можно лишь отметить, что в группе ЛСУО эта тенденция является менее плавной.

Некоторые пробы динамического праксиса (например, пробу «кулак – ребро – ладонь») здоровые дети и дети с ЛСУО успешнее выполняют правой рукой, причем ее преимущество наиболее заметно в младшей возрастной подгруппе (8–9 лет). По-видимому, эти данные позволяют говорить о том, что проявления ведущей роли левого полушария в динамической составляющей праксиса начинают отмечаться довольно рано. С возрастом эта роль стабилизируется и устанавливается преимущественный контроль левого полушария за динамическими характеристиками движений. Проба на реципрокную координацию, непосредственно оценивающая межполушарное взаимодействие на уровне передних отделов мозга и мозолистого тела, выполняется одинаково успешно здоровыми детьми и детьми с ЛСУО младшей возрастной подгруппы. Вероятно, в этом возрасте межполушарное взаимодействие, обеспечиваемое подкорковыми структурами мозга, функционирует приблизительно одинаково у здоровых детей и у детей с ЛСУО. По мере увеличения хронологического возраста (а значит, по мере созревания коры и мозговых комиссур) отставание детей с ЛСУО от здоровых сверстников делается все более заметным. Наиболее характерными ошибками в обеих группах являются трудности включения в задание, неравномерный темп деятельности, одновременное выполнение или сбой в одной из рук (причем чаще в правой). У здоровых детей отмечается положительная возрастная динамика представлений о координатах пространства и в сфере пространственного праксиса. С увеличением возраста у них, например, уменьшается частота «зеркальных» ошибок. При ЛСУО также отмечается положительная возрастная динамика в этом виде праксиса, однако дети этой группы, как правило, существенно отстают от своих здоровых сверстников. С увеличением возраста у них при выполнении проб пространственного праксиса не так быстро уменьшается количество «зеркальных» ошибок, отмечаются симптомы, в целом нетипичные для здоровых детей, например, случаи упрощения позы-образца. У некоторых детей с ЛСУО наблюдаются и своеобразные, практически не встречающиеся в норме нарушения координатных пространственных представлений: они могут правильно показать правую и левую руку у психолога и ошибаются, показывая правую и левую руку у себя. Подобная диссоциация может свидетельствовать как о нестойкости базисных представлений о системе координат, опирающихся на «схему тела», так и о возможных отклонениях от

«нормативной» последовательности формирования пространственных представлений при ЛСУО.

### **Оценка сенсорной асимметрии у нормально развивающихся детей и детей с ЛСУО 8–11 лет**

**Слуховая асимметрия.** Наиболее важное средство общения человека — речь, а ее развитие обусловлено также сохранностью слухового анализатора. Частоты и интенсивности, характерные для речи, находятся в центре зоны слышимости человека: от 20 до 16 000 Гц. Вне слышимости человека оказываются ультразвуковые частоты более 16 кГц и инфразвуковые — менее 20 Гц. Тест «Прислушаться к тиканию часов» - острота слуха на оба уха различна. Показана лучшая чувствительность левого уха. Преобладание левого уха было у 50,0% испытуемых, правого — у 7,0%, симметрия — у 43,0% при исследовании аудиометром. Исследование проводилось в МЦ «Наири», в специальной звукоизолируемой комнате (свободное воздушное поле). Детям из обеих исследуемых групп надевали на уши беруши сначала на левое, потом на правое ухо и определяли результаты на данном этапе исследования. При исследовании камертоном — у 50,0%, 36,0% и 14,0% испытуемых соответственно. В различении высоты дихотических аккордов (1650 Гц и 1750 Гц), попеременно предъявлявшихся то на одно, то на другое ухо при уровне звукового давления 80 дБ, левое ухо преобладало у 75,0%, правое — у 25,0% испытуемых.

**Зрительная асимметрия.** Зрением человек воспринимает «электромагнитное излучение в диапазоне волн от 400 до 750 нм». В бинокулярном зрении зрительные впечатления каждого глаза обладают неодинаковой силой и качеством; «перевешивает впечатлительная способность одного из глаз», и это превалирование чаще на правом глазу. У 92,6% обеих исследованных групп установлена асимметрия: правосторонняя — у 62,6%, левосторонняя — у 30,0%, без преобладания (симметрия) — у 7,4%. Бинокулярное зрение — «сложение разных монокулярных функций», которое «совершеннее» функций каждого из глаз в отдельности. Одной из главных функций зрительного анализатора, рассматриваемой в аспекте межполушарных отношений, является бинокулярное зрение. В ходе определения асимметрии зрительного анализатора выявлено, что 60,0% детей с ЛСУО 8–11-летнего возраста имеют правый ведущий глаз, левый — 15,8% и 24,2% — смешанный тип. Несмотря на то, что зрение бинокулярное, зрительные впечатления каждого глаза обладают разной способностью, то есть один глаз приобретает ведущее значение (чаще превалирование правого глаза), а другой — подчиненное. У большинства обследованных детей в возрасте 8–11 лет с ЛСУО выявлено функциональное преобладание правого глаза, что проявляется в различных зрительных и зрительно-моторных тестах. Этот феномен может быть обусловлен нейрофизиологическими особенностями межполушарной асимметрии, характерной как для нормально развивающихся детей, так и для детей с когнитивными нарушениями. Для детей с ЛСУО характерно замедление темпов развития высших психических функций, включая речь, память и восприятие. Однако при этом могут сохраняться или компенсаторно усиливаться определённые нейрофизиологические связи, в частности — те, которые обеспечивают взаимодействие зрительной и речевой систем.

Таким образом, функциональное доминирование правого глаза у данной категории детей может рассматриваться как отражение сохранной или частично компенсированной деятельности левополушарных структур, ответственных за переработку вербального и семиотического материала. Кроме того, необходимо учитывать, что в условиях когнитивного дефицита сенсорные системы нередко выступают в качестве дополнительных механизмов компенсации. Это делает особенно актуальным изучение зрительной асимметрии и зрительно-речевых корреляций в системе диагностических и коррекционно-развивающих мероприятий для детей с ЛСУО.

## ВЫВОДЫ

1. У детей с лёгкой степенью умственной отсталости макрогемодинамические процессы мозга имеют специфические особенности, проявляющиеся в изменении уровня, распределения и динамики мозгового кровотока в состоянии спокойного бодрствования. Эти различия включают более выраженную межполушарную асимметрию кровенаполнения, повышенную вариабельность гемодинамических показателей и замедление скорости адаптивных реакций сосудистой системы на функциональные нагрузки. Полученные данные свидетельствуют о дисгармоничном функциональном взаимодействии структур мозга, при этом отдельные зоны правого и левого полушарий демонстрируют более выраженную эквипотенциальность, что указывает на компенсаторное перераспределение функций в условиях частичной функциональной недостаточности.
2. У нормально развивающихся детей в возрасте 8–11 лет наблюдается закономерная динамика возрастного развития макрогемодинамики: стабилизация показателей кровотока, повышение согласованности межполушарного взаимодействия и снижение вариабельности региональной гемодинамики. У детей с лёгкой степенью умственной отсталости эти возрастные изменения выражены менее явно. Сохраняются локальные дисбалансы и более высокая вариабельность показателей, особенно в бассейнах правого и левого полушарий. Эти данные свидетельствуют о замедленном или дисгармоничном формировании функциональной организации гемодинамических процессов, при этом обе гемисферы демонстрируют усиленную эквипотенциальность, что проявляется в перераспределении нагрузки между ними.
3. Определено, что характер межполушарной асимметрии кровенаполнения, градиенты регионального кровотока и моторная асимметрия рук непосредственно влияют на функциональную организацию макрогемодинамических процессов. У детей с лёгкой умственной отсталостью отмечается более выраженный дисбаланс регионального кровотока, особенно в бассейнах правого и левого полушарий. Это способствует ухудшению когнитивных функций, снижению точности пространственной ориентировки и замедлению интеграции сенсомоторной информации. Одновременно наблюдается усиление эквипотенциальной активности отдельных областей полушарий, что может служить компенсаторным механизмом для частичной нейтрализации функционального дисбаланса.

4. Выявлены значимые нарушения пространственной ориентации у детей с лёгкой степенью умственной отсталости по сравнению со здоровыми сверстниками. Нарушения имеют выраженный латерализованный характер: снижается точность ориентировки, скорость обработки пространственной информации и согласованность межполушарной интеграции. Эти данные подтверждают тесную взаимосвязь между дисгармонией мозговой гемодинамики и когнитивно-психологическими функциями, а также демонстрируют влияние выраженной асимметрии полушарий на эффективность пространственной обработки.
5. Обнаружены устойчивые психофизиологические зависимости: чем выше выраженность межполушарной асимметрии мозгового кровотока, тем глубже наблюдаются нарушения пространственной ориентировки и когнитивной активности. Это свидетельствует о функциональной значимости сбалансированного и согласованного кровотока для нормальной когнитивной деятельности, интеграции сенсомоторной и пространственной информации, а также подчеркивает потенциал раннего выявления и коррекции подобных нарушений с использованием интервенций, направленных на восстановление межполушарного взаимодействия.
6. Установлено, что глубина межполушарной асимметрии и уровень межполушарного взаимодействия тесно коррелируют с выраженностью нарушений пространственной ориентации. Дисбаланс гемодинамических процессов в правом и левом полушариях напрямую влияет на когнитивные функции и скорость обработки сенсорной информации. Результаты открывают возможность разработки методов коррекции межполушарного взаимодействия, способствующих улучшению когнитивных и пространственных функций у детей с лёгкой степенью умственной отсталости, с акцентом на стимулирование равномерной функциональной активности полушарий и снижение компенсаторной нагрузки на отдельные области мозга.
7. Результаты подчеркивают необходимость комплексного учета межполушарной асимметрии и макрогемодинамических особенностей при планировании образовательных, коррекционных и реабилитационных программ для детей с лёгкой степенью умственной отсталости. Важной является индивидуализация подходов, ориентированная на балансировку межполушарной активности, оптимизацию кровоснабжения и поддержание функциональной эквипотенциальности мозговых структур для повышения когнитивного и пространственного потенциала.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Диагностическая стратегия
2. Индивидуализация образовательных и коррекционных программ
3. Комплексный междисциплинарный подход
4. Мониторинг и оценка эффективности
5. Научно-методическое сопровождение
6. Стратегия комплексного развития
7. Дополнительные рекомендации

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Азатян Т.Ю.** Развитие пространственной ориентировки у умственно отсталых детей. Монография., Ер., 2013, Эдит Принт., 182 с.
2. **Азатян Т.Ю.** Современные подходы к развитию пространственно-временных представлений у детей с нарушением умственного развития. Актуальные проблемы формирования образовательного пространства СНГ. Проблемы моделирования национально-региональных образовательных пространств. под общей редакцией И.И. Соколовой, М.С. Якушкиной. Санкт-Петербург, 2014. с. 198-203
3. **Азатян Т.Ю., Григорян С.В.** Специфика интегративной деятельности мозга и особенности межполушарного взаимодействия умственно отсталых детей. Современные аспекты реабилитации в медицине. Материалы VIII международной конференции, НИИ курортологии и физической медицины, Ереван 2017, с. 79-82.
4. **Азатян Т.Ю., Григорян С.В.** Возрастная динамика реоэнцефалографических показателей умственно отсталых детей с межполушарной асимметрией мозга. Вопросы теоретической и клинической медицины, Научно-практический журнал, Том 21 N1 (118) Ереван, 2018, с. 27-29.
5. **Азатян Т.Ю.** Своеобразие пространственной ориентировки и подходы по ее формированию у детей с отставанием в умственном развитии. Научная мысль ежеквартальный научно-методический журнал 4(30) т.6. 2018 с. 154-157. Филиал СПб государственного экономического университет г. Череповец.
6. **Азатян Т.Ю., Григорян С.В.** Сравнительный анализ градиентов кровенаполнения различных бассейнов мозга у здоровых и умственно отсталых детей по результатам реоэнцефалографии. Научная мысль ежеквартальный научно-методический журнал 4(30) т.6. 2018 с. 40-46. Филиал СПб государственного экономического университета г. Череповец.
7. **Azatyany T.** Sensory Asymmetry assessment of 8-11 years old children with and without learning disabilities. Armenian Journal of Special Education Scientific Methodological Journal Vol.3 Issue 1 p.98-104, Yerevan 2021  
**DOI:** <https://doi.org/10.24234/se.2021.3.1>
8. **Азатян Т.Ю.** Межполушарная асимметрия мозга у детей с нарушениями умственного развития /8-11лет/ в условиях развивающего обучения «Воспитательное пространство современного профессионального образования». Сборник материалов международной научно-практической конференции ноябрь, 2021, Москва, с.141-145.
9. **Azatyany T.** Brain interhemispheric interaction in children with mental disabilities with spatial orientation disorders. Armenian Journal of Special Education Scientific Methodological Journal Vol.5 Issue 1 (2022), Yerevan, p.103-113.  
**DOI:** <https://doi.org/10.24234/se.v5i1>
- 10 **Azatyany T., Stepanyan L.** A study of spatial orientation and constructive praxis disorders in Normally developing and mentally retarded children aged 8-11 Georgian Medical News, No 5 Vol (338) 2023 p. 74-77.

11. **Azatyany T.** The problem of interhemispheric assymetry in determining individual lateral preferences in children with intellectual disabilities Health Problems of Civilization Health Problems of Civilization 3/2023 Vol.17 p. 236-245.  
DOI : <https://doi.org/10.5114/hpc.2023.129260>
12. **Azatyany T.** The rheoencephalographic study of the interhemispheric asymmetry og cerebral blood flow in healthy and mentally retarded children. Georgian Medical News, Vol. 339 No. 6 2023, p.42-46.
13. **Azatyany T., Grigoryan S.** Modern methods for assesing motor and sensory inter-hemispheric assymetry of the brain in children of primary and secondary school age (8-11 years old). Bulletin of stomatology and maxillo-facial surgery Vol. 19, № 4, 2023, p.112-118. DOI: 10.58240/1829006X-2023.19.4-112
14. **Азатян Т.Ю.** Анализ реоэнцефалографического исследования межполушарной асимметрии мозгового кровотока у здоровых и умственно отсталых детей 8-11 лет. Медицина, наука и образование, Ереван 2023, No. 36 с. 39–44.  
<https://doi.org/10.56936/18291775-2023.36-39>
15. **Азатян Т.Ю.** К вопросу межполушарной асимметрии здоровых и умственно отсталых детей. Национальная академия наук Республики Армения, Доклады, том 123 N 3-4, 2023, с. 111-118.DOI: 10.54503/0321-1339-2023.123.3-4-111
16. **Азатян Т.Ю.** Современные аспекты изучения функциональной межполушарной асимметрии мозга. Наука в спорте: современные проблемы Научно-методический журнал, № 3 (10), 2023, с. 112–121.  
DOI:10.53068/25792997-2023.310-122
17. **Азатян Т.Ю., Степанян Л.С., Григорян С.В.** Исследование функциональной асимметрии полушарий головного мозга как основы профиля латеральной организации. Армянский журнал психического здоровья, Официальное издание ассоциации армянских психиатров, том.14, N 2, Ереван 2023, с. 26–32. DOI: 10.55436/1829202X-13.2023.14.2-26
18. **Azatyany T.** The study of spatial representations of children with different degrees of interhemispheric interaction. Georgian Medical News, Vol. 345 No. 12, 2023, p 128-132.
19. **Azatyany T.** Features of the development special representations in children with mental disabilities. Day of Defectology, Novosibirsk,2024, no. 2, pp. 154–159.
20. **Azatyany T.** Assessment of motor and sensory interhemisphere brain asymmetry in children. Медицинская наука Армении НАН РА т. LXIV № 1, Ереван 2024, с. 46-52. DOI:10.54503/0514-7484-2024-64.1-46
21. **Azatyany T., Stepanyan L.** Effect of the correctional approach on the regulation of neural functions in children with mental disabilities with interhemispheric brain asymmetry. Georgian Medical News, Vol. 350 No. 5, 2024, p 16-22.
22. **Azatyany T.** Features Of the development spatial representations in children with intellectual disabilities. Afrcan journal Biomedical Research Vol. 28(2s) (March2025),1729-1732.  
DOI:<https://doi.org/10.53555/AJBR.v28i2S.7050>
23. **Azatyany T.** Analysis of the research study of the peculiarities of interhemispheric asymmetry and interhemispheric interaction of normal and children with intellectual disabilities. Georgian Medical News, 2025, Vol. 360 No. 3 p.20-24.

## ԹԵՐԵԶԱ ՅՈՒՐԻՒ ԱԶԱՅԱՆ

### ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

#### ՏԱՐԱԾԱԿԱՆ ԿՈՂՄՆՈՐՈՇՄԱՆ ԽԱՆԳԱՐՈՒՄՆԵՐՈՎ ՄՏԱՎՈՐ ՀԵՏԱՄՆԱՅՈՒԹՅՈՒՆ ՈՒՆԵՑՈՂ ԵՐԵՒԱՆԵՐԻ ԳԼԽՈՒՂԵՂԻ ՄԻՋԿԻՍԱԳԼԳԱՅԻՆ ԱՆՀԱՄԱԶԱՓՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Սույն ատենախոսության մեջ ուսումնասիրվել են 8–11 տարեկան երեխաների մոտ ծախս և աջ կիսագնդերի միջև առաջացող անհավասարաչափության առանձնահատկությունները՝ տարածական կողմնորոշման խանգարումներով թեթև աստիճանի մտավոր հետամնացություն ունեցող երեխաների (ԹԱՄՀ) դեպքում: Գլխուղեղի միջկիսագնդային անհամաչափությունը դիտարկվում է որպես ճանաչողական և զգայաշարժողական գործունեության ապահովման հիմնական մեխանիզմ, իսկ կոմիսսուրալ համակարգի ուսումնասիրությունը հնարավորություն է տալիս բացահայտելու հոգեբանական գործառնությունների ինտեգրման նեյրոֆիզիոլոգիական հիմքերը: Ժամանակակից հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ միջկիսագնդային անհամաչափությունը հաստատուն հատկանիշ չէ. այն փոփոխվում է՝ կախված ֆունկցիոնալ ակտիվությունից, տարիքից և կլինիկական պայմաններից, ինչը դարձնում է այն երեխայի գլխուղեղի վիճակի և նրա ճանաչողական կարողությունների կարևոր հայտանիշ: Հետազոտության ընթացքում վերլուծվել են 302 երեխայի բժշկական և հոգեբանամանկավարժական փաստաթղթերը, որոնցից 168-ը նորմալ զարգացող էին, իսկ 134-ը՝ ԹԱՄՀ ունեցող: Փորձարարական աշխատանքի համար ընտրվել է 131 երեխա՝ 73 նորմալ զարգացող և 58 ԹԱՄՀ ունեցող: Մտավոր հետամնացության աստիճանը գնահատվել է ըստ բժշկական ցուցանիշների, սոցիալական հարմարվողականության, ինտելեկտուալ գործունեության մակարդակի և հանրակրթական դպրոցի ծրագրի յուրացման աստիճանի: Մակրոհեմոդինամիկայի ուսումնասիրության համար կիրառվել է ՌԷԳ, որը թույլ է տալիս չափել ռեոգրաֆիկ ցուցանիշը, զարկերակային ալիքի տարածման ժամանակը, անոթների ծայրամասային դիմադրությունը, երակային տոնուսը և անոթների առաձգականությունը ապահովելով կիսագնդերի արյան հոսքի և դրանց ֆունկցիոնալ փոխազդեցության համալիր գնահատում: ԹԱՄՀ ունեցող երեխաների մոտ հայտնաբերվել է ռեոգրաֆիկ ցուցանիշի նշանակալի նվազում ճակատային և մաստոիդային (ականջի հետևի) հատվածներում, զարկերակային ալիքի տարածման ժամանակի կրճատում և երակային տոնուսի բարձրացում, ինչը վկայում է անոթների առանձգականության նվազման և երակային արտահոսքի դժվարացման մասին: Այս խմբի մոտ արյան հոսքի կիսագնդային անհամաչափությունը արտահայտված է ավելի թույլ ճակատային հիպերֆրոնտալ գրադիենտները հանդիպում են ավելի հազվադեպ, գրադիենտի գործակիցը նվազել է 41%-ով, իսկ մաստոիդային երակային հիպերգրադիենտները դիտվել են համապատասխանաբար 44% և 31,3% երեխաների մոտ: ՌԷԳ-ի գրադիենտների և տարիքային ցուցանիշների միջև նշանակալի կոռելյացիայի բացակայությունը վկայում է անոթային տոնուսի կարգավորման մեխանիզմների դանդաղ ձևավորման մասին, մինչդեռ նորմալ զարգացող երեխաների մոտ 10–11 տարեկանում արդեն ձևավորվում են հատուկ հիպերֆրոնտալ գրադիենտներ, որոնք ապահովում են գլխուղեղի ճակատային բաժինների արյան առավելագույն մատակարարումը: Գործնական կողմնորոշման և կառուցողական պրաքսիսի ուսումնասիրությունը ցույց է տվել զգալի տարբերություններ ԹԱՄՀ ունեցող և նորմալ զարգացող երեխաների միջև: Օրինակ՝ սեփական ձեռքի ճիշտ նույնականացումը

հաջողվել է միջինը 46,7% ԹԱՄՀ ունեցող երեխաների և 81,7% նորմալ զարգացողների մոտ: Արտացոլված կողմնորոշման դեպքում արդյունքները նվազել են՝ համապատասխանաբար 31,0% և 72,6%, հատկապես ցածր լինելով 8-9 տարեկանների մոտ (18,8-28,6%): Իրենց աջից և ձախից գտնվող առարկաների որոշումը նույնպես ցույց է տվել տարբերություններ՝ 27,6% ԹԱՄՀ ունեցողների և 83,6% նորմալ զարգացողների մոտ, ընդ որում՝ 8-9 տարեկանները ունեցել են առավել մեծ դժվարություններ (12,5-28,6%): Թղթի վրա կողմնորոշումը բանավոր հրահանգով ճիշտ են կատարել միայն 19% ԹԱՄՀ ունեցող երեխաները՝ համեմատած 76,7%-ի՝ նորմալ զարգացողների դեպքում: Այս տվյալները վկայում են, որ ԹԱՄՀ ունեցող երեխաների մոտ տարածական կողմնորոշման հմտությունները բավարար ձևավորված չեն, հատկապես բանավոր հրահանգների և դիմացը կանգնած անձանց նկատմամբ կողմնորոշման դեպքում, մինչդեռ տեսողական և գործնական հենարանները զգալիորեն բարձրացնում են առաջադրանքների կատարման արդյունավետությունը: Նեյրոֆիզիոլոգիական և նեյրոհոգեբանական ցուցանիշների համակողմանի վերլուծությունը ցույց է տվել, որ ԹԱՄՀ ունեցող երեխաների մոտ մակրոհեմոդինամիկական գործընթացները բնութագրվում են արտահայտված միջկիսագնդային անհամաչափությամբ, ցուցանիշների բարձր տատանողականությամբ և անոթային համակարգի դանդաղ ադապտացմամբ: Արյան հոսքի խանգարումները և կիսագնդերի միջև փոխազդեցության խախտումները անմիջականորեն ազդում են ճանաչողական և զգայաշարժողական գործառույթների վրա՝ նվազեցնելով տեղեկատվության մշակման ճշգրտությունն ու արագությունը: Կիսագնդերի ասիմետրիայի աստիճանը սերտորեն կապված է տարածական կողմնորոշման խանգարումների արտահայտվածության հետ, ինչը ընդգծում է անհատականացված կրթական և ուղղորդող ծրագրերի անհրաժեշտությունը՝ ուղղված կիսագնդային ակտիվության համակարգակշռմանը: Աշխատանքի արդյունքները հնարավորություն են տալիս ճշգրտելու և բացահայտելու տարիքային առանձնահատկությունները մակրոհեմոդինամիկայի զարգացման և կիսագնդային ֆունկցիաների դիսբալանսի ձևավորման գործընթացում, որոնք ազդում են ճանաչողական և սենսոմոտոր ցուցանիշների վրա: Հետազոտության տեսական նշանակությունը երեխայի ճանաչողական և տարածական զարգացման մեջ կիսագնդերի փոխազդեցությունների դերի վերաիմաստավորման մեջ է, իսկ գործնական արժեքը՝ կիսագնդային համակարգման խախտումների ախտորոշման և շտկման մեթոդների կիրառման հնարավորության մեջ՝ կրթական, հոգեբանական և բժշկական աջակցության արդյունավետությունը բարձրացնելու նպատակով:

Այսպիսով, կատարված հետազոտությունը զգալի ներդրում է նեյրոֆիզիոլոգիական և նեյրոհոգեբանական տեսության մեջ՝ վերաբերելով բարձրագույն հոգեկան գործառույթների համակարգային կազմակերպմանը: Այն հստակեցնում է միջկիսագնդային ֆունկցիոնալ անհամաչափության տարիքային և նոզոլոգիական առանձնահատկությունները մտավոր հետամնացության դեպքում՝ ձևավորելով գլխուղեղի միջկիսագնդային անհամաչափությանը որպես հոգեկան գործունեության կազմակերպման համընդհանուր սկզբունք՝ կլինիկական, մանկավարժական և գիտական ոլորտներում բացելով նոր հեռանկարներ տեսական մոդելավորման ու կիրառական աշխատանքների համար:

**SUMMARY**

**A STUDY OF INTERHEMISPHERIC ASYMMETRY OF THE BRAIN OF  
MENTALLY RETARDED CHILDREN WITH SPATIAL ORIENTATION  
DISORDERS**

In this work, we investigated the features of interhemispheric asymmetry in children aged 8–11 years with mild mental retardation (MMR) and spatial orientation disorders. Interhemispheric asymmetry of the brain is considered a key mechanism for ensuring cognitive and sensorimotor activity, and the study of the commissural system allows us to identify the neuropsychological basis for the integration of mental functions.

Modern research shows that interhemispheric asymmetry is not a static characteristic, but changes depending on functional activity, age, and clinical conditions, making it an important indicator of the state of the child's brain and its cognitive abilities. The study analyzed medical and psychological-pedagogical documentation of 302 children, of which 168 were normally developing and 134 with MMR. A sample of 131 children was selected for the experimental work: 73 normally developing and 58 MMR. The degree of mental retardation was assessed based on medical indications, social adaptation, level of intellectual functioning and mastery of the school curriculum. To study macrohemodynamics, rheoencephalography was used, which allows for the measurement of the rheographic index, pulse wave propagation time, indicators of peripheral vascular resistance, venous tone and vascular elasticity, which provides a comprehensive assessment of interhemispheric blood flow and the functional interaction of the hemispheres. In children with MMR, a significant decrease in the rheographic index in the frontal and mastoid regions, a reduction in the pulse wave propagation time and an increase in venous tone were detected, which reflects a decrease in vascular elasticity and difficulty in venous outflow. Interhemispheric asymmetry of blood flow in this group is less pronounced: hyperfrontal gradients are less common, the gradient coefficient is reduced by 41%, and hypermastoid gradients of small and large caliber veins were detected in 44% and 31.3% of children. The absence of a reliable correlation between rheoencephalogram gradients and age indicates a slow formation of mechanisms regulating vascular tone, while in normally developing children, by the age of 10–11 years, mature hyperfrontal gradients of arterial and venous tone are formed, ensuring optimal blood supply to the frontal lobes. A study of practical orientation and constructive praxis revealed significant differences between children with MMR and typically developing peers. Thus, correct identification of one's own hand was successfully performed on average by 46.7% of children with MMR vs 81.7% of healthy children. With mirror orientation, the indicators decreased to 31.0% in children with MMR and 72.6% in normally developing children, with particularly low values noted in the younger group (8–9 years old – 18.8–28.6%). Identifying objects to the right and left of oneself also showed significant differences: 27.6% in children with MMR vs 83.6% in healthy children, with children aged 8–9 years demonstrating the

greatest difficulties (12.5–28.6%). Orientation on a sheet of paper following verbal instructions was performed correctly by only 19% of children with MMR vs 76.7% of their peers without deviations, while with visual instructions the indicators improved to 41.4%, remaining below the norm (94.5%). The obtained data confirm that children with MMR have underdeveloped spatial orientation skills, especially when given verbal instructions and when orienting themselves to people standing opposite them, while visual and practical supports significantly improve the success of task completion. A comprehensive analysis of neurophysiological and neuropsychological parameters showed that in children with MMR, macrohemodynamic processes are characterized by pronounced interhemispheric asymmetry, high variability of parameters, and delayed adaptation of the vascular system. Disturbances in blood flow and imbalances in interhemispheric interactions directly affect cognitive and sensorimotor functions, reducing the accuracy and speed of information processing. The degree of interhemispheric asymmetry closely correlates with the severity of spatial orientation disorders, which emphasizes the need for individualized educational and corrective programs aimed at balancing interhemispheric activity. The results of the study make it possible to clarify and identify age-related features of the development of macrohemodynamics and the imbalance of hemispheric functions that affect the cognitive and sensorimotor indicators of the mechanisms of formation and disturbances of interhemispheric interaction in children with MMR. The theoretical significance of the study lies in the development of ideas about the role of interhemispheric interactions in the cognitive and spatial development of a child, and the practical significance lies in the possibility of using methods for diagnosing and correcting interhemispheric coordination disorders to improve the effectiveness of educational, psychological, pedagogical and medical support for children with MMR. Thus, the conducted study makes a significant contribution to the neurophysiological and neuropsychological theory of the systemic organization of higher mental functions, clarifying the age-related and nosological features of lateralization in mental retardation. The results of the study provide a comprehensive understanding of the functional asymmetry of the brain as a universal principle of organizing mental activity, opening up prospects for further theoretical modeling and practical application in clinical, pedagogical, and scientific practice.

