

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ФАКУЛЬТЕТ ПСИХОЛОГИИ

На правах рукописи

ЛЫСЕНКО ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА

**ДИНАМИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛУШАРИЙ В ПРОЦЕССАХ
ЗАПОМИНАНИЯ И УЗНАВАНИЯ У БОЛЬНЫХ С
ОДНОСТОРОННИМИ ПОРАЖЕНИЯМИ МОЗГА**

19.00.04 – Медицинская психология

(психологические науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата психологических наук

Научный руководитель:

доктор психологических наук, профессор

Микадзе Юрий Владимирович

Москва – 2018

Содержание

Введение	5
Глава 1. Взаимодействие и функциональная специализация полушарий головного мозга	15
Глава 2. Транскраниальная ультразвуковая доплерография в изучении динамики взаимодействия полушарий мозга и их функциональной специализации	22
<i>2.1. Методы определения латерализации психических функций</i>	22
<i>2.2. Измерение скорости кровотока в мозговых артериях с помощью метода доплерографии</i>	25
<i>2.3. Взаимодействие полушарий мозга с использованием показателей скорости кровотока</i>	30
<i>2.3.1. Когнитивные задания и стимульный материал в изучении взаимодействия полушарий</i>	30
<i>2.3.2. Популяционные исследования</i>	37
<i>2.3.3. Установка, ментальные усилия, управляющие функции</i>	39
<i>2.3.4. Больные с разными формами патологии</i>	43
<i>2.4. Постановка проблемы исследования</i>	46
Глава 3. Методы и материалы исследования	49
<i>3.1. Характеристики выборки</i>	49
<i>3.2. Методы, методики и процедура проведения исследования</i>	53
<i>3.3. Процедура описания и оценки экспериментальных данных</i>	58
Глава 4. Описание полученных результатов	61
<i>4.1. Результаты обследования здоровых участников</i>	62
<i>4.1.1. Межполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами</i>	62

4.1.2. <i>Внутриполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами.....</i>	67
4.2. <i>Результаты обследования больных с односторонними сосудистыми поражениями мозга.....</i>	69
4.2.1. <i>Межполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с сосудистыми поражениями правого полушария.....</i>	69
4.2.2. <i>Внутриполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с сосудистыми поражениями правого полушария.....</i>	74
4.2.3. <i>Межполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с сосудистыми поражениями левого полушария.....</i>	75
4.2.4. <i>Внутриполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с сосудистыми поражениями левого полушария.....</i>	79
4.3. <i>Результаты обследования больных с односторонними опухолевыми поражениями мозга.....</i>	81
4.3.1. <i>Межполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с опухолевыми поражениями правого полушария.....</i>	81
4.3.2. <i>Внутриполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с опухолевыми поражениями правого полушария.....</i>	85
4.3.3. <i>Межполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с опухолевыми поражениями левого полушария.....</i>	86

<i>4.3.4. Внутрислошарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с опухолевыми поражениями левого полушария.....</i>	<i>89</i>
<i>4.4. Результаты, полученные методом доплерографии и дихотического прослушивания, для оценки доминантности полушарий по речи</i>	<i>91</i>
Глава 5. Обсуждение полученных результатов.....	94
Заключение.....	111
Список сокращений.....	115
Список литературы.....	116
Приложение 1.....	137
Приложение 2.....	146
Приложение 3.....	152
Приложение 4.....	170

Введение

Актуальность исследования. Проблема межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия является одной из ведущих для целого ряда нейронаук: нейроанатомии, нейрофизиологии, нейробиологии, нейропсихологии. Особое значение для анализа функциональной неравнозначности полушарий и оценки их взаимодействия приобретает нейрокогнитивный подход, в котором разрабатываются представления о связи нейрофизиологической активности разных отделов мозга с выполнением тех или иных когнитивных операций (Солсо, 2006; Balota et al., 1999; McRae et al., 2005; Price et al., 2005, 2010; Alario et al., 2006; Nickok et al., 2009; Friederici et al., 2011). В отечественной нейропсихологии изучение проблемы мозговой организации психической деятельности и, в частности, исследование проблемы функциональной специфичности различных отделов головного мозга, проводится с помощью анализа состояния психических функций, верифицированного в условиях локальных поражений мозга (Лурия, 1969, 1974; Хомская, 1972; Корсакова, 1995; Микадзе, 2004; Визель, 2015, 2016), либо контролируемых изменений в работе мозговых структур с применением нейровизуализационных методов (Рощина и др., 2001; Ахутина и др., 2012; Безденежных, 2015; Kozlovskiy et al., 2016; Marakshina et al., 2016).

В последнее время в неврологии и нейрохирургии значительно увеличился запрос на поиск новых медицинских неинвазивных (в отличие, например, от WADA-теста) методов определения функциональной

специализации и доминантности полушарий, что и определило актуальность избранной темы.

Большое значение для контроля активности мозга при выполнении психической деятельности имеют различные нейровизуализационные методы, такие как электроэнцефалография (ЭЭГ), исследование связанных с событием потенциалов, позитронно-эмиссионная томография, магнитно-резонансная томография (МРТ), диффузионная тензорная визуализация, транскраниальная магнитная стимуляция, транскраниальная ультразвуковая доплерография (ТКДГ). Их использование в исследованиях связи мозга и поведения позволило значительно расширить представления о морфо-функциональной организации психических процессов, установить корреляции между паттернами активности мозговых зон и определенными когнитивными навыками. Недостаточная **степень разработанности** этого направления предполагает расширение использования нейровизуализационных технологий в изучении многих нерешённых пока ещё вопросов, касающихся проблемы «Мозг и психика».

Одним из методов, получающих в последнее время все более широкое распространение при изучении функциональной асимметрии полушарий, стал метод ТКДГ. Он используется в сочетании с разными видами когнитивных заданий, в ходе выполнения которых измеряется изменение скорости кровотока (СК) в разных сосудистых системах левого и правого полушарий (Markus et al., 1992; Silvestrini et al., 1994; Rihs et al., 1995; Bulla-Hellwig et al., 1996; Tieks et al., 1998; Vingerhoets et al., 1999; Stroobant et al., 2000, 2009; Whitehouse et al., 2009; Bracco et al., 2011; Washburn et al., 2012; Li et al., 2014; Bleton et al., 2015, 2016). Об интересе к применению этого метода можно судить по количеству опубликованных статей, которое увеличилось с 15 за период 1987-1991 гг. до 274 за 2007-2011 гг. (Washburn et al., 2012).

Различные методы, направленные на выявление взаимосвязи между работой мозга и выполняемой субъектом психической деятельностью, могут

иметь, наряду с рядом достоинств, определенные ограничения и недостатки. Становится очевидной необходимость постановки таких исследовательских задач в области изучения функциональной специализации полушарий и межполушарного взаимодействия, при решении которых используется сопоставительный анализ результатов разных методов, в частности, нейровизуализационных и нейропсихологических (Washburn et al., 2012).

Целью настоящей работы является установление закономерностей динамики взаимодействия полушарий при выполнении когнитивных заданий с разными видами стимульного материала (вербального и невербального) у здоровых участников и сравнительный анализ динамики взаимодействия полушарий с учетом их функциональной специфичности у больных с односторонними поражениями мозга и у здоровых участников (по данным, полученным с применением ТКДГ).

Термин «вербальный» в нашей работе используется для обозначения словесной формы предъявляемого в слуховой и зрительной модальностях стимульного материала; термин «невербальный» – для обозначения несловесной формы (картинки, фигуры, фотографии лиц) зрительно предъявляемого стимульного материала.

Объект исследования: функциональная специфичность полушарий при выполнении когнитивных заданий, связанных с запоминанием и узнаванием вербального и невербального стимульного материала.

Предмет исследования: особенности функциональной специфичности полушарий при выполнении когнитивных заданий, связанных с запоминанием и узнаванием вербального и невербального стимульного материала у больных с односторонними очаговыми поражениями головного мозга и у здоровых участников.

В исследовании сформулированы следующие **гипотезы:**

1) в переработке разных вариантов вербальных стимулов структуры левого полушария (ЛП) будут выполнять преобладающую, доминирующую роль по

сравнению со структурами правого полушария (ПП), в то время как в переработке разных вариантов невербальных стимулов доминирующая активность ПП над ЛП будет выражена в меньшей степени, что будет отражаться в показателях усиления СК;

2) выполнение когнитивных заданий с разными вариантами вербального и невербального стимульного материала будет сопровождаться совместным и неравнозначным усилением СК в соответствующих зонах головного мозга у больных с односторонними поражениями мозга;

3) закономерности в усилении СК при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с односторонними очаговыми поражениями головного мозга и у здоровых участников будут проявляться сходным образом.

В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие **задачи** исследования:

1) провести обследование здоровых участников с целью определения возможностей применения метода ТКДГ для выявления специфичного вклада каждого полушария мозга в выполнение когнитивных заданий, связанных с запоминанием и узнаванием вербального и невербального стимульного материала;

2) определить влияние выполнения когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом на усиление СК в средней мозговой артерии (СМА) и задней мозговой артерии (ЗМА) в норме и патологии;

3) подобрать для проведения исследования оптимальные варианты когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом, при которых наблюдается усиление СК в исследуемых сосудах ЛП и ПП головного мозга;

4) провести обследование больных с односторонними локальными поражениями опухолевого и сосудистого происхождения с применением

метода ТКДГ для выявления влияния латерализации мозгового поражения на особенности взаимодействия полушарий по данным мозгового кровотока;

5) сопоставить результаты выполнения когнитивных заданий с вербальными стимулами по показателям усиления СК с результатами дихотического прослушивания и определить потенциальные возможности использования ТКДГ для определения доминантности полушарий по речи.

Теоретико-методологической основой исследования являются представления о системно-динамической локализации высших психических функций А.Р. Лурия (Лурия, 1969); представления о роли каждого полушария в переработке вербального и невербального материала в норме и патологии в отечественной нейропсихологической школе (Хомская, 1972; Лурия, 1974, 1978; Симерницкая, 1978; Корсакова и др., 2003; Микадзе и др., 2004, 2010) и в нейрокогнитивном подходе (Клацки, 1978; Milner, 1968; Gazzaniga, 1970; Klatzky et al., 1971); о применении постнеклассического принципа методологии исследования в решении теоретических и практических задач психологической науки (Зинченко, 2011).

Эмпирическую базу исследования составили 20 больных с локальной сосудистой патологией мозга (10 с поражением ПП и 10 с поражением ЛП); 40 больных с локальными опухолевыми поражениями мозга (у 21 очаг находился в ПП, у 19 очаг находился в ЛП); 57 здоровых участников. Все участники были праворукими. Больные находились на стационарном лечении в Национальном научно-практическом центре нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко в 2014-2016 гг. Независимо от локализации очага, по данным общего нейропсихологического обследования ни у одного из них не отмечалось нарушений речевых, мнестических, зрительных гностических функций такой степени выраженности, которая могла бы препятствовать проведению исследования.

Методы исследования

1. Общее нейропсихологическое обследование по А.Р. Лурия для описания состояния исследуемых высших психических функций (память, внимание, мышление, речь, гностические функции) у больных с локальными поражениями головного мозга.

2. Запоминание и узнавание серий вербальных и невербальных стимулов, сравнение невербальных стимулов. При запоминании и узнавании вербального материала использовались разные виды стимулов (конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы), запоминание и узнавание которых проводилось в разных условиях: одномодальное запоминание и узнавание («слух-слух», «зрение-зрение») и кроссмодальное запоминание и узнавание («слух-зрение», «зрение-слух»). Невербальный материал предъявлялся в зрительной модальности.

3. Методика дихотического прослушивания.

4. Метод ТКДГ. Обследование участников проводилось в лаборатории патологии мозгового кровообращения Национального научно-практического центра нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко.

Научная новизна. Впервые установлены закономерности, характеризующие взаимосвязь между выполнением когнитивных заданий с разными вариантами вербальных и невербальных стимулов и изменением СК в бассейнах СМА и ЗМА ЛП иПП. Эти закономерности, выявляемые с помощью метода ТКДГ, отражают особенности динамики взаимодействия полушарий в связи с функциональной специализацией полушарий в норме и патологии.

Выявлено наличие выраженной доминантности ЛП при запоминании и узнавании всех вариантов вербальных стимулов и невыраженного преобладанияПП над ЛП при использовании невербальных стимулов у больных с сосудистыми поражениямиПП и здоровых участников. Результаты, полученные в группах больных с сосудистыми поражениями ЛП,

опухолевыми поражениями ПП и ЛП, свидетельствуют о том, что наряду с ведущей ролью ЛП в переработке вербальных стимулов, ПП также включено в этот процесс. Соотношение в преобладании активности ПП над ЛП при использовании невербальных стимулов у указанных групп больных выражено более ярко, чем у здоровых и больных с сосудистыми поражениями ПП. Показано, что выявленные у здоровых участников закономерности в динамике межполушарных взаимодействий, зависящих от разных вариантов вербального и невербального стимульного материала, сохраняются и при односторонних очаговых поражениях мозга.

Теоретическая значимость. Применение методов нейропсихологических исследований в сочетании с ТКДГ вносит вклад в теоретические основы изучения функциональной асимметрии и взаимодействия полушарий, в исследование роли разных полушарий в когнитивных функциях и компенсаторных процессах. Неинвазивный способ исследования функциональной специализации полушарий дает возможность изучить особенности психических функций не только у больных с органическими поражениями мозга, но и в группе здоровых участников.

Практическая значимость. Сформулированы предпосылки использования неинвазивного объективного способа определения функциональной специализации и доминантности полушарий по речи с применением метода ТКДГ в нейрохирургической и неврологической практике. Подтверждена возможность использования ТКДГ, как простого и экономного метода, в оценке активности и взаимодействия полушарий при выполнении когнитивных заданий.

Достоверность и надежность результатов обеспечена достаточным количеством участников в контрольной и экспериментальных группах исследования; обоснованным сочетанием использования методик с вербальными и невербальными стимулами при выполнении когнитивных заданий и измерением изменений СК; предварительным отбором больных на

основе общего нейропсихологического обследования. Использовались адекватные статистические методы для обработки данных: достоверность показателей изменения СК внутри одной группы оценивалась с помощью критерия Вилкоксона, для двух независимых выборок – с помощью критерия Манна-Уитни; для сравнения значений нескольких переменных внутри выборки использовался однофакторный дисперсионный анализ; критерий Спирмена использовался для определения степени согласованности изменения СК и коэффициента правого уха ($K_{пу}$).

Положения, выносимые на защиту:

1) при выполнении когнитивных заданий, связанных со сравнением, запоминанием и узнаванием вербального и невербального стимульного материала, отмечается неравнозначный вклад полушарий (по показателям ТКДГ в артериях ЛП и ПП);

2) закономерности межполушарной асимметрии усиления СК при выполнении когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом, выявленные у здоровых участников, проявляются сходным образом у больных с односторонними очаговыми поражениями мозга;

3) различия в усилении СК в СМА и ЗМА одного полушария отражают неодинаковость внутримушарной функциональной активности при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с односторонними очаговыми поражениями мозга и у здоровых участников;

4) доминантность полушарий по речи, выявленная на основании результатов ТКДГ при выполнении когнитивных заданий с вербальными стимулами и результатов дихотического прослушивания, проявляется сходным образом у больных с односторонними очаговыми поражениями мозга и у здоровых участников;

5) использование ТКДГ в сочетании с выполнением когнитивных заданий является новым способом определения функциональной специализации полушарий головного мозга и их взаимодействия в клинической практике.

Апробация результатов исследования: результаты исследования обсуждались на заседании кафедры нейро- и патопсихологии факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, 2018); докладывались на XIX, XX, XXI, XXII Международных конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (Москва, 2012, 2013, 2014, 2015); на Московском международном конгрессе, посвященном 110-летию со дня рождения А.Р. Лурии (Москва, 2012); на конференции, посвященной 85-летию со дня рождения Е.Д. Хомской «Современные проблемы нейропсихологии и психофизиологии» (Москва, 2014); на XVIII и XX Симпозиумах европейского общества по нейросонологии и церебральной гемодинамике (Португалия, Порто, 2013; Хорватия, Задар, 2015); на коллоквиуме кафедры биологической психологии университета имени Гумбольтов (Германия, Берлин, 2014); на VII и VIII Международных конгрессах по нейрореабилитации (Москва, 2015, 2016); на IX Всемирном конгрессе по нейрореабилитации (США, Филадельфия, 2016); на XI Пироговской медицинской научной конференции (Москва, 2016); на V Международной конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты восстановления сознания после травмы мозга: междисциплинарный подход» (Нижний Новгород, 2016); на XVIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Давиденковские чтения» (Санкт-Петербург, 2016); на 26 Европейской конференции по инсультам (Германия, Берлин, 2017); на V Международном Конгрессе памяти А.Р. Лурии «Луриевский подход в мировой психологической науке» (Екатеринбург, 2017).

Основные результаты диссертации изложены в 8 публикациях в научных журналах, из них: в 3, индексируемых в базе данных Web of Science; в 3, индексируемых в базе данных Scopus; в 1, индексируемой в базе данных RSCI.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 171 странице машинописного текста; состоит из введения, 5 глав, заключения, списка сокращений, списка литературы (включающего 174 источников, из них 40 на русском и 134 на иностранном языках), 4 приложений. Работа иллюстрирована 14 таблицами и 5 рисунками.

Глава 1. Взаимодействие и функциональная специализация полушарий головного мозга

Проблемы межполушарного взаимодействия и асимметрии тесно переплетены между собой, поскольку представление о наличии функциональной специфичности каждого из полушарий ставит вопрос о способах и механизмах их совместной работы. Функциональная специфичность определяется как особая роль каждого полушария в обеспечении тех или иных сторон (звеньев) психической деятельности.

Взаимодействие двух полушарий как основа реализации любого вида психической деятельности связана с решением вопроса о координации и синтезе специфического вклада каждого полушария в интегративной деятельности всего мозга. Следует отметить, что существует несколько задач в исследовании проблемы межполушарного взаимодействия. Первая из них касается специфического вклада каждого полушария в интегративную работу всего мозга, представление о его содержательной стороне и возможностях во взаимодополнении содержательных аспектов деятельности в работе двух полушарий. Вторая – о механизмах синтеза во взаимодействии двух полушарий.

Под функциональной асимметрией полушарий понимается неравный вклад каждого полушария в обеспечение процессов психической деятельности. В связи с этим есть два подхода к определению понятия латеральности. В первом случае латеральность связывают с морфофункциональной организацией головного мозга, и асимметрию рассматривают как устойчивый признак. Во втором латеральность рассматривается в рамках динамического аспекта, под которым понимается

изменение в активности симметричных структур головного мозга, которое носит неустойчивый характер и является различным по степени выраженности. То есть ЛП и ПП могут брать на себя ведущую роль во время выполнения психической деятельности на разных ее этапах или степень участия полушарий в разных видах и при разных условиях выполнения психической деятельности может изменяться.

Основные подходы к вопросу о функциональной специализации полушарий и их взаимодействии связаны с концепциями эквипотенциальности, узкого локализационизма, доминантности и функциональной специфичности.

Одной из наиболее ранних теорий в развитии представлений о функционировании полушарий мозга является концепция эквипотенциальности, в основу которой закладывалась идея «парности». Считалось, что каждое полушарие имеет определенный набор психических функций, полностью соответствующих второму полушарию. В доказательство этому служили факты о возможности полной сохранности психики при одностороннем поражении мозга. Противоположный взгляд на проблему функциональной специализации полушарий связан с представлениями об асимметричности в анатомическом и в функциональном аспектах. На основании работ П. Брока, Х. Джексона было введено понятие о ведущем, доминантном полушарии мозга, которое стало одним из центральных в проблеме функциональной асимметрии и межполушарного взаимодействия. В концепциях функциональной специфичности полушария не разделяются на доминантное и субдоминантное, а предполагается наличие в каждом полушарии специфических механизмов, обеспечивающих их разный функциональный вклад в реализации психической деятельности (Milner, 1968; Gazzaniga, 1970). А. Р. Лурия рассматривал взаимодействие полушарий с точки зрения их функциональной специфичности и указывал, что роль каждого полушария меняется в зависимости от выполняемой

психической деятельности. Такую позицию можно соотнести с моделью кооперативного взаимодействия полушарий в переработке информации М. Аллена (Лурия, 1978; Allen, 1983). Говоря о доминантности полушарий, А. Р. Лурия указывал на ведущий характер ЛП и подчиненный ПП у правшей не только в регуляции речевых процессов, но и всех форм деятельности, связанных с речью (Лурия, 1978). Проблема функциональной специализации и взаимодействия полушарий активно изучалась и представителями ленинградской школы. Предполагалось, что чувственное восприятие опирается на иконическую систему, которая находится в ПП, а понятийное отражение окружающей действительности соотносится с символической знаковой системой, механизмы которой находятся в ЛП (Балонов и др., 1976).

Функциональное взаимодействие и асимметрия полушарий рассматриваются во многих работах под углом зрения специализации полушарий в переработке вербального и невербального материала. Среди известных концепций межполушарного взаимодействия в переработке вербального и невербального стимульного материала является концепция В. Milner о материальной специфичности (Milner, 1968). В ней ЛП связывается с переработкой вербального материала, ПП – с переработкой невербального материала независимо от модальности его предъявления. Однако не все авторы разделяют точку зрения о связи полушарий с переработкой определенного вида стимульного материала. Если результаты большинства исследований указывают на ведущую роль ЛП в работе с вербальным материалом, то однозначности в экспериментальных данных о связи ПП с переработкой невербальных стимулов не наблюдается. Так, подчеркивается доминантная роль ЛП в переработке вербальной информации: вербальное кодирование, категориальное сравнение, распознавание согласных-гласных звуков, при тахистоскопическом предъявлении правильное название слов и букв из правого поля зрения (Спрингер и др., 1983), слуховое предъявление

вербальных стимулов методом дихотического прослушивания в норме (Kimura, 1967) и у больных с левополушарным поражением (Симерницкая, 1978). В то же время однозначных результатов о связи ПП и переработки невербальных стимулов не получено (Спрингер и др., 1983; Гусева, 1995; Klatzky et al., 1971).

Дихотическое предъявление бессмысленных слогов также выявило преимущество ЛП, из чего следует необязательная смысловая нагрузка стимулов, но только обязательная связь их с языком (Kimura, 1967). В то же время Б. С. Котик указывает, что слова, звучащие на незнакомом языке, будут восприниматься как невербальные стимулы (Котик, 2009). Неоднозначность этих позиций была также продемонстрирована в другом исследовании, где в результате тахистоскопического предъявления вербальные стимулы лучше узнавались в левом поле зрения, невербальные – в правом поле зрения (Klatzky et al., 1971). Следовательно, важно не только то, какой стимул предъявляется участнику исследования, но и каким образом происходит переработка информации во время выполнения когнитивного задания. Например, при предъявлении знакомых лиц участник соотносит изображение с именем и перерабатывает невербальный материал как вербальный. И, наоборот, при восприятии букв незнакомого алфавита использует невербальный способ переработки информации (Спрингер и др., 1983). Такой подход в ряде случаев может использоваться в качестве компенсаторной стратегии. Больные с нарушениями вербальной памяти лучше запоминают материал посредством образного кодирования, с нарушениями зрительной памяти - применяют стратегию мысленной вербализации стимулов (Лурия, 1974; Корсакова и др., 2003). Таким образом, анализ работ показывает, что не имеется единой точки зрения на специализацию полушарий при переработке вербального и невербального материала.

Проблема функциональной специализации полушарий в переработке вербальных и невербальных стимулов рассматривается не только с точки зрения разных видов стимульного материала, но и в контексте процессов запоминания и узнавания и обеспечивающих их нервных механизмов ЛП и ПП. В обзоре, посвященном нейропсихологическим исследованиям памяти, значительное место занимает изложение нейропсихологической модели воспроизведения-узнавания (Микадзе и др., 2004). Далее эта модель находит развитие в работе Ю. В. Микадзе (Микадзе, 2010). В соответствии с ней указывается, что при переработке информации нервные механизмы каждого полушария мозга могут играть ведущую роль в выделении главных или второстепенных характеристик вербального/невербального материала. При этом, ведущая роль ЛП при кодировании вербального материала, определяется анализом и синтезом основных смысловых и лексических характеристик информации, а субдоминантного полушария - второстепенных зрительно-пространственных и акустических. Функциональная специализация ПП при кодировании невербального, образного материала определяется анализом и синтезом основных перцептивных характеристик. Значительное нарушение узнавания вербальных стимулов отмечается у больных с поражением левой височной области, невербальных стимулов у больных с поражениями правых теменных областей. Аналогичный анализ публикаций по указанной выше модели был также приведен в литературном обзоре диссертационной работы Е. В. Москаленко (Москаленко, 2014).

В исследовании Н. К. Корсаковой была показана связь процесса узнавания вербальных стимулов с доминантным по речи ЛП. Были получены экспериментальные данные, показывающие, что в группе больных с поражением ПП продуктивность узнавания была ниже, чем в группе здоровых испытуемых. В то же время, если локализация поражения у больных была в ЛП, то продуктивность узнавания была ниже не только по сравнению с группой нормы, но и по сравнению с больными с поражением

ПП (Корсакова, 1995). Подобные результаты были получены и в работах Ю. В. Микадзе и Е. В. Андреевой. Обнаружено, что при поражении ЛП (особенно задних отделов) независимо от модальности возникает наибольшее количество ошибок в узнавании, что свидетельствует о преобладании ЛП при узнавании материала (Микадзе и др., 2013; Андреева, 2013).

Работы, направленные на изучение вклада ЛП и ПП в переработку одномодального и кроссмодального стимульного материала, также не могут свидетельствовать об однозначности результатов (Долгополова, 1990; Москаленко, 2014). В диссертационном исследовании О. А. Долгополовой выявлено, что ведущая роль в кроссмодальном узнавании вербальных стимулов связана с ЛП. Отмечается, что снижение продуктивности узнавания больше выражена у больных с поражением ЛП. В процессах запоминания информация, подаваемая в зрительной модальности, первично перерабатывается структурами ЛП, а информация в слуховой модальности – структурами ПП. При актуализации полушария меняются функциями: ЛП связывают с переработкой информации в слуховой модальности, ПП – с переработкой в зрительной модальности.

В ряде исследований с использованием, в том числе, нейровизуализационных методов обнаружена взаимосвязь между активностью тех или иных областей коры и переработкой поступающей полимодальной информацией: это зона ТПО (Лурия, 1969; Уац, 2015), височная область (Doehrmann, 2009), лобная область (Noesselt, 2012), глубинные структуры мозга (Nagy, 2006). При исследовании кроссмодального узнавания выявлена активность префронтальных и височных медиобазальных областей коры головного мозга. Такой зависимости не было обнаружено в условиях одномодального предъявления стимулов. Авторы связывают кроссмодальную переработку стимулов с обращением к семантической памяти (Lehmann et al., 2005). Показано, что

при кроссmodalном предъявлении материал запоминается лучше по сравнению с одноmodalным (Shams et al., 2008). Особенно это заметно при запоминании в слуховой и узнавании в зрительной modalностях (Smith et al., 1998).

Анализ литературы показывает, что существует значительное количество неоднозначных по смыслу публикаций по проблеме функциональной специализации полушарий головного мозга в переработке вербального и невербального стимульного материала. В ряде работ фокус исследований направлен на определение доминантности полушария. Такой подход дает возможность установить, какое полушарие в большей степени участвует в переработке информации в текущий момент. Работы, посвященные нейропсихологическим аспектам динамики взаимодействия двух полушарий, представлены в меньшей степени, что предполагает поиск и разработку новых способов, методик и технологий для получения дополнительных данных в отношении исследуемой проблемы. Одним из перспективных путей ее решения становится кооперация в использовании нейропсихологических и нейровизуализационных методов исследования.

Глава 2. Транскраниальная ультразвуковая доплерография в изучении динамики взаимодействия полушарий мозга и их функциональной специализации

2.1. Методы определения латерализации психических функций

Методы определения латерализации психических функций можно разделить условно на инвазивные и неинвазивные. Одним из наиболее известных инвазивных методов является WADA-тест. Несмотря на несомненные достоинства этого метода, которые заключаются в высокой точности полученных результатов, можно отметить ряд его недостатков. К методологическим ограничениям относится отсутствие стандартизированной процедуры проведения (нет единого стимульного материала и единых критериев оценки выполнения заданий), временной лимит процедуры во время действия препарата, невозможность проверки валидности метода ретестами (Loring, 1995). Среди клинических недостатков можно выделить плохую переносимость метода пациентами, которая приводит к тяжелым осложнениям и даже летальным исходам, в отдельных случаях неравномерное внутричерепное распределение вещества может сказаться на точности полученных результатов (Jeffrey, 1991; Duncan, 1997).

Недостатком другого инвазивного метода для определения функциональной специализации психических функций – интраоперативной электрокортикальной стимуляции - является необходимость приведения в сознание пациента во время операции, что сопровождается болевыми ощущениями (Pelletier et al., 2007). В связи с рядом сложностей использования инвазивных методов, популярность стали набирать неинвазивные методы определения латерализации психических функций в

предоперационный период. Среди нейровизуализационных методов наиболее часто применяемым стал метод функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ). Данные, полученные указанным методом, подтверждаются результатами других методов. Например, результаты исследования с помощью фМРТ коррелировали с индексом асимметрии WADA, с результатами нейропсихологической оценки высших психических функций (Abou-Khalil, 2007). В других работах были показаны одинаковые результаты с методом WADA для речевых функций и памяти (Richardson, 2004; Gaillard, 2004; Weber, 2006). Однако, несмотря на ряд достоинств, фМРТ обладает и значимыми недостатками, основными среди которых являются необходимость проведения исследования в замкнутом пространстве, шум, возникающий от работы прибора и относительно дорогая стоимость процедуры обследования, что накладывает ряд ограничений в использовании (Pelletier et al., 2007).

К психологическим методам определения латерализации психических функций относятся тахистоскопия и дихотическое прослушивание, несомненным достоинством которых является их неинвазивность. Перекрестная проверка методов дихотического прослушивания и WADA, дихотического прослушивания и фМРТ подтвердили совпадение результатов на здоровых участниках и больных эпилепсией в 80% и 95% случаев соответственно (Lehericy, 2000; Fernandes, 2000). Существенный недостаток этих методов - высокая субъективность полученных результатов. В случае применения тахистоскопии от пациента требуется длительная зрительная фиксация на центральной точке во время всей процедуры предъявления стимульного материала, а в случае дихотического прослушивания – быть внимательным только к звуковым стимулам. Однако необходимость удержания внимания в течение длительного времени затруднительны для большинства пациентов. Методическая ограниченность методов

тахистоскопии и дихотического прослушивания в клинических условиях также является их недостатком (Hugdahl, 2005).

Метод ТКДГ сочетает в себе параметры неинвазивности и объективности, связанных с фиксацией таких показателей как СК. Были предприняты попытки применить этот метод в определении латерализации психических функций. Проведен ряд перекрестных проверок ТКДГ с другими методами. Надежность метода была подтверждена в ряде исследований: при сопоставлении данных усиления СК в ходе выполнения когнитивных заданий с вербальными стимулами и индексом WADA (Knecht et al., 1998; Knake et al., 2003; Haag et al., 2010; Witt et al., 2010), при сопоставлении значений результатов, полученных с использованием ТКДГ и фМРТ (Schmidt et al., 1999; Deppe et al., 2000), при сопоставлении ТКДГ и ЭЭГ в ходе выполнении заданий на вербальную беглость (Szirmai et al., 2005). В то же время результаты других сопоставительных исследований не показали однозначных результатов в отношении латерализации. Отсутствие взаимосвязи в оценке латерализации проявилось при сопоставлении данных, полученных с помощью ТКДГ и компьютеризированного метода тахистоскопии при предъявлении заданий с вербальными стимулами (Pelletier et al., 2007), ТКДГ и ЭЭГ при выполнении арифметических операций (Szirmai et al., 2005). Отмечается, что отсутствие одинаковой специализации исследуемых функций при сопоставлении результатов разных методов в некоторых случаях может быть связано с недостаточной адаптацией процедуры проведения эксперимента к условиям, которые в свою очередь зависели от ограничений применяемого метода и состояния участников исследования.

В целом, в большинстве работ установлено значительное совпадение результатов ТКДГ с другими методами исследования функциональной специализации, что дало возможность говорить о его использовании не только в исследовательских, но и практических целях.

2.2. Измерение скорости кровотока в мозговых артериях с помощью метода доплерографии

Впервые в литературе упоминается об использовании эффекта Допплера для измерения СК в 1961 г., а в 1972 г. Д. Ингвар и Н. Лассен, основываясь на этих знаниях, успешно замерыли кровотоки в мозговых артериях с применением радиоактивного изотопа ксенона-133. Позже технология была усовершенствована, появилась возможность замерять кровотоки с использованием ультразвука. Первые клинические исследования с помощью ТКДГ были опубликованы в 1982 году (Aaslid, 1982). Таким образом, метод ТКДГ стал широко применяться для диагностики интракраниальных нарушений (Шахнович, 1998).

Основными достоинствами этого метода являются его неинвазивность и безболезненность в применении, высокое временное разрешение и относительно недорогая стоимость. Отсутствие ряда ограничений в самой процедуре проведения ТКДГ, таких как замкнутое пространство во время исследования, наличие металлических имплантов или протезов, татуировок у пациентов, имеющих место при применении других методов (например, МРТ), делают ее удобной в использовании, что играет важную роль при применении в клинических условиях (Duschek et al., 2003; Knake et al., 2003; Pelletier et al., 2007; Washburn et al., 2012). К недостаткам ТКДГ относится низкое пространственное разрешение, которое ограничивает круг задач, решаемых с его использованием, отсутствие ультразвукового сигнала в связи с индивидуальными особенностями строения черепа у части популяции (Schultz et al., 2009).

В настоящее время на фоне быстрого роста исследований в изучении функциональной специализации полушарий нейрофизиологическими и нейровизуализационными методами усилилось внимание также и к возможному использованию для этих целей метода ТКДГ, который позволяет

измерять СК по внутричерепным сосудам. Если применять метод ТКДГ во время выполнения когнитивных заданий, то это дает возможность объективизировать измерения (как, например, в широко используемой в клинике пробе WADA) в отношении определенных видов стимульного материала (как, например, в пробе на дихотическое прослушивание) и делает его удобным в использовании при определении функциональной специализации полушарий. Процедура предполагает измерение показателей СК в артериях ЛП и ПП во время выполнения разных вариантов когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами (Hartje et al., 1994; Bulla-Hellwig et al., 1996; Stroobant et al., 2000, 2009; Knecht et al., 2000; Duschek et al., 2003; Knake et al., 2003; Lohmann et al., 2005; Pelletier et al., 2007).

Подробное описание процедуры ТКДГ представлено в ряде публикаций (Шахнович, 1998; Aaslid, 1987; Ringelstein et al., 1990; Stroobant et al., 2000; Tripp et al., 2007). Наиболее часто производят двухсторонний одновременный замер СК. Для этого используют шлем с парными ультразвуковыми датчиками для интракраниального мониторинга. Датчики располагаются напротив «височного окна», в котором кость имеет наиболее тонкое строение для лучшего прохождения ультразвукового сигнала, что позволяет успешно измерять СК в трех артериях, которые связаны с кровоснабжением разных областей коры и подкорковых структур. Это СМА, центральные ветви которой снабжают базальные ядра и внутреннюю капсулу головного мозга, а корковые ветви снабжают височные и теменные доли мозга, а также наружную и внутреннюю поверхность лобных долей. Это ЗМА, центральные ветви которой обеспечивают кровоснабжение зрительного бугра, заднего отдела гипоталамической области, задней части мозолистого тела, всего среднего мозга, а корково-подкорковые ветви снабжают затылочные и теменные области мозга, задние и медио-базальные отделы височной коры. Это ПМА, центральные ветви которой снабжают переднее

бедро внутренней капсулы, гипоталамическую область, передний рог бокового желудочка, передние отделы головки хвостатого ядра, а корковые ветви обеспечивают кровоснабжение медиальной поверхности лобной и теменной долей, часть орбитальной поверхности лобной доли наружную поверхность первой лобной извилины, верхнюю часть центральных и верхней теменной извилин, большую часть мозолистого тела (за исключением его самых задних отделов).

Для оценки изменения СК в ЛП и ПП могут использоваться как абсолютные значения изменения СК, так и относительные показатели. Абсолютные значения обычно носят индивидуальный характер и поэтому не могут быть достоверными значениями в сравнении результатов у разных участников. Поэтому, наиболее удобным является использование относительных показателей. Как правило, используют два основных способа подсчета. Это может быть изменение СК по отношению к состоянию покоя, выраженное в относительных процентах (Сайгутина, 2000; Vingerhoets et al., 1999; Lupo et al., 2015), либо индекс латерализации, который рассчитывается на основе интегральных вычислений (Bracco et al., 2011; Boban et al., 2014). В последнем случае принимается во внимание только факт роста СК относительно состояния покоя при выполнении когнитивного задания, но в полной мере не учитываются все его изменения относительно состояния покоя. Это, на наш взгляд, является определенным недостатком такой методики оценки изменений СК. Оба указанных способа оценки изменения СК успешно используются как в исследовательских, так и в практических целях.

В литературе опубликовано ограниченное количество клинических работ, в которых обсуждается изменение кровообращения в интракраниальных мозговых артериях при локальной патологии головного мозга. Под изменениями в кровообращении подразумеваются показатели СК в покое, которые вследствие патологии отличаются от нормативных значений. В

исследовании с использованием ТКДГ на 90 пациентах с опухолями головного мозга супратенториальной локализации в дооперационный период, авторы указывают, что изменения СК носили скорее тотальный, а не локальный характер (Сбоев и др., 2011). У части пациентов в связи с повышением внутричерепного давления, изменения СК становятся больше на 7-13% в ПМА, СМА и ЗМА на стороне поражения по сравнению с нормативными показателями. Вместе с этим отмечается, что степень злокачественности опухоли может влиять на изменение СК в сторону его понижения; у больных с высокой степенью злокачественности тотальный мозговой кровоток снижен в среднем на 25% по сравнению с пациентами, чьи опухоли головного мозга были низкой степени злокачественности (Сбоев, 2012). Например, глиобластома - одна из наиболее агрессивных опухолей мозга, образует автономную сосудистую систему внутри опухоли, забирая часть крови из сосудистой мозговой сети для собственного питания (Гусев и др., 2000). При анализе изменений СК в состоянии покоя при локальных сосудистых поражениях в большинстве случаев отмечается усиление СК на стороне поражения по сравнению с нормативными показателями при артериовенозных мальформациях (АВМ) и аневризмах (Фам-Хоа-Бинь, 1992; Петров, 2010). При АВМ усиление СК в состоянии покоя обычно происходит в той артерии, которая является источником ее питания. При этом изменения касаются и соотношений СК между артериями. Например, если кровоснабжение АВМ осуществляется из ПМА или ЗМА, то СК в этих артериях будет выше нормативных значений, а в СМА – ниже, тогда как в норме наблюдается обратное соотношение показателей (Фам-Хоа-Бинь, 1992).

В большинстве работ при выполнении когнитивных заданий регистрация кровотока осуществляется в СМА (Vingerhoets, 1999; Basic et al., 2003; Foel et al., 2004; Dorst et al., 2008; Schuepbach et al., 2009; Stroobant et al., 2009; Whitehouse et al., 2009; Groen et al., 2011; Bracco et al., 2011). Наиболее частое

использование в исследованиях СМА, с одной стороны, связано с анатомическим кровоснабжением областей мозга. Есть так называемые зоны перекрытия, в которых одну и ту же область мозга питают разные артерии, поэтому это положительно влияет на выбор СМА. С другой стороны, факт более быстрого и удобного лоцирования СМА по сравнению с другими артериями также влияет на более частое ее использование в исследованиях. Еще одна причина связана с тем, что часто задачей исследования является определение не локализации активности тех или иных областей, а участия конкретного полушария в осуществлении психической деятельности, поэтому оценивается только полушарная латерализация кровотока при выполнении когнитивного задания.

Гораздо реже можно встретить публикации, в которых регистрация кровотока наряду с СМА фиксировалась также в ЗМА и ПМА (Njemanze, 1992, 2007; Schuerbach et al., 2007; Dorst et al., 2008; Sorond et al., 2008; Boban et al., 2014; Lalic et al., 2015). Результаты этих исследований подтверждают одинаковую латерализацию усиления СК при выполнении одного и того же когнитивного задания в ЗМА и СМА, в ПМА и СМА, но разную степень его выраженности в зависимости от сосудистой системы. Например, при выполнении задания на планирование усиление СК отмечается выше в ПМА, чем в СМА, что может указывать на большее вовлечение передних отделов в осуществление функций планирования и контроля (Schuerbach et al., 2007). Восприятие разных цветов сопровождалось большим усилением СК в ЗМА, чем в СМА (Njemanze, 1992); заданий с вербальными стимулами в ПМА, а с невербальными - в ЗМА (Sorond et al., 2008; Boban et al., 2014; Lalic et al., 2015; Vleton et al., 2016). По изменениям СК в различных сосудистых системах можно сделать вывод о большей вовлеченности лобных отделов в выполнение заданий с вербальными стимулами и задних – в выполнение заданий с невербальными стимулами. Следовательно, вопрос о дифференциации гемодинамических показателей в разных сосудистых

системах и связи с когнитивной активностью тех или иных областей мозга, также может представлять исследовательский интерес.

Таким образом, ТКДГ в настоящее время зарекомендовал себя как современный, полноценный и доступный метод для измерения СК в мозговых артериях полушарий, который успешно применяется в клинических условиях и нейрокогнитивных исследованиях.

2.3. Взаимодействие полушарий мозга с использованием показателей скорости кровотока

2.3.1. Когнитивные задания и стимульный материал в изучении взаимодействия полушарий

В выполнение любой деятельности вовлекается как ЛП, так и ПП, но в отношении разных психических функций, разных видов и вариантов материала – вербального и невербального, их вклад не является равнозначным (Лурия, 1974; Симерницкая, 1978). В исследованиях с применением ТКДГ наиболее часто обращаются к когнитивным процессам в дихотомии вербальное-невербальное. Одним из важных аспектов этих работ является определение функциональной специализации полушарий по речи, которое устанавливается на основе большего усиления СК в артериях одного из полушарий при выполнении когнитивных заданий с вербальными стимулами. Выбор когнитивных заданий с невербальными стимулами предполагает при этом усиление СК в противоположном полушарии. Основной массив данных представлен на здоровых участниках (Dorst et al., 2008; Lust et al., 2010; Bracco et al., 2011; Li et al., 2014; Boban et al., 2014; Lalic et al., 2015; Vleton et al., 2016).

Целью исследования N. Foel было определение латерализации психических функций при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами, в котором приняло участие 75 здоровых лиц. Вербальный стимульный материал представлял собой название слов на

определенную букву (Verbal fluency test). Невербальным материалом выступил тест Лардмарка (Lardmark test), в котором требовалось следить и указывать за перемещением линии на экране. Выполнение заданий сопровождалось двухсторонним усилением СК в СМА. Результаты исследования показали, что у большинства лиц выполнение заданий с вербальным стимульным материалом сопровождалось большим усилением СК в ЛП, с невербальным – в ПП (Foel et al., 2004). Использование в других исследованиях такого же варианта вербальных стимулов при выполнении когнитивного задания здоровыми участниками, подтвердило строго левостороннюю латерализацию большего усиления СК в СМА (Basic et al., 2003; Stroobant et al., 2009; Dorst et al., 2008; Whitehouse et al., 2009; Bracco et al., 2011). Задачей работы J. Dorst было определение участия полушарий в выполнении пространственного задания на мысленное вращение куба. В качестве контрольной когнитивной нагрузки использовано задание с вербальными стимулами (Verbal fluency test). Здоровым участникам измеряли СК одновременно в СМА ЛП и ПП. Результаты исследования установили правостороннюю латерализацию усиления СК при вращении куба, тем самым подтвердив отсутствие преобладающего участия ЛП при решении пространственного задания (Dorst et al., 2008).

При выполнении разных вариантов когнитивных заданий с вербальными стимулами большая активность ЛП сопровождалась разной степенью ее выраженности по данным усиления СК. Это обнаружено в исследовании N. Stroobant. Участникам предлагали выполнять Verbal fluency test, составлять предложения, читать «про себя», относить слова к определенной семантической категории. Больше усиление СК наблюдалось в СМА ЛП в случае выполнении заданий, требующих экспрессивного ответа – при Verbal fluency test и составлении предложений (Stroobant et al., 2009). Такие же результаты были получены при исследовании детей, которым предлагалось словесно описать картинку и послушать рассказ. По данным СК в СМА

более выраженная достоверная латерализация усиления СК наблюдалась во время выполнения задания, требующего экспрессивного ответа (Stroobant et al., 2011). Результатами следующего исследования, построенного также на дихотомии вербальное-невербальное было наличие достоверной латерализации усиления СК в СМА ПП при просмотре видеоизображений и отсутствие достоверной латерализации при словесном описании предметов по картинке (Whitehouse et al., 2009).

В исследовании L. Врассо также предлагалось выполнить несколько заданий, среди которых было поиск и называние геометрических фигур, называние предметов по картинке, словесное описание расположения предметов в комнате, выполнение элементарных арифметических действий. По данным усиления СК отмечается достоверно большее его усиление в СМА ПП при назывании предметов по картинке и достоверно большее усиление СК в СМА ЛП при выполнении арифметических действий и описании расположения предметов в комнате (Врассо et al., 2011). Данные еще одного исследования, в котором предлагалось выполнение Verbal fluency test и сравнение геометрических фигур, свидетельствуют о большей активности ЛП при выполнении задания с вербальными стимулами и ПП при выполнении задания с невербальными стимулами по данным усиления СК в СМА (Li et al., 2014).

По результатам работ A. Whitehouse и A. Нааг было установлено что для разных видов материала степень выраженности изменения СК между полушариями проявляется неодинаково. Полученные данные свидетельствуют о достоверно большей вовлеченности ЛП по усилению СК при выполнении Verbal fluency test и неоднозначных результатах в отношении латерализации СК при выполнении заданий с невербальными стимулами. В качестве невербального стимульного материала в исследовании A. Whitehouse участникам предъявляли белые и красные круги и просили запомнить местоположение красных. После этого круги исчезали

и появлялись по одному красному кругу в разных частях экрана. Участников просили оценить правильность местоположения кругов на экране согласно изначальному изображению. Показатели СК при выполнении этого задания были выше в СМА ПП у большинства участников, однако 17 человек из 75 демонстрировали большее усиление СК в СМА ЛП как и при выполнении задания с вербальным стимульным материалом (Whitehouse et al., 2009). Невербальным стимульным материалом в исследовании А. Нааг выступало изображение куба, который требовалось запомнить, затем он предъявлялся в разных вращениях; требовалось узнать одинаковое изображение первому предъявленному, но в другой проекции. Правополушарную латерализацию по данным усиления СК в СМА продемонстрировало 30 человек из 48 (Нааг et al., 2010).

Е. Gutierrez-Sigut с сотрудниками была установлена взаимосвязь между активностью левой височной области мозга и восприятием на слух букв алфавита и слов. Участникам предъявлялись на слух буквы и конкретные существительные. По показателям усиления СК в СМА была выявлена большая активность ЛП при восприятии букв и слов, которая была выше при восприятии букв. Исключая возможность существования артефактов, исследователи также предъявляли невербальные стимулы в слуховой модальности, с помощью которых выявили противоположное, большее правополушарное усиление СК (Gutierrez-Sigut et al., 2015).

Анализ ряда публикаций не дает оснований для выбора когнитивного задания и варианта стимульного материала, которые бесспорно сопровождаются большим усилением СК по сравнению с другими заданиями. Это связано, в частности, с тем, что выборку ряда исследований составляли одновременно праворукие и леворукие участники, у которых динамика СК при выполнении одного и того же когнитивного задания была в разной степени выраженности и могла указывать на разную функциональную специализацию полушарий (Basic et al., 2003; Foel et al., 2004). Недостатком

таких работ, на наш взгляд, является отсутствие сравнения средних значений изменения СК по всей группе участников с эффективностью влияния определенного вида когнитивного задания и варианта стимульного материала.

Другие экспериментальные данные с применением ТКДГ указывают, что при выполнении заданий таких как Verbal fluency test, отнесение слов к одной семантической категории достигаются максимальные различия в СК между ЛП и ПП. При этом СК преобладает в ЛП по сравнению с аналогичным показателем при выполнении заданий на построение предложений и словесного описания пространства. Это может означать, что при предъявлении вербальных стимулов, связанных с пространственными характеристиками (построение предложений и описание пространства), наблюдается значительная активность также и ПП (Vingerhoets et al., 1999; Stroobant et al., 2009, 2011). Отмечается, что в заданиях, требующих экспрессивного речевого ответа, динамика СК больше, чем в заданиях, требующих импрессивного речевого выполнения (Vingerhoets et al., 1999; Dorst et al., 2008; Stroobant et al., 2009, 2011; Whitehouse et al., 2009). Эти данные подтвердились и в исследованиях с использованием фМРТ. В работах S. Lehericy и В. Weber показано, что называние глаголов, категорий существительных является более эффективным для определения латерализации психических функций, чем пассивное запоминание слов (Lehericy, 2000; Weber, 2006).

В литературе не удалось найти исследований с применением ТКДГ, в которых ставилась бы задача определения степени выраженности асимметрии полушарий по показателям СК в переработке вербального стимульного материала в виде слов, относящихся к разным частям речи и семантическим категориям и разные способы работы с ними. Отсутствие таких работ повлекло за собой анализ массива данных по этой теме с использованием других методов.

Опубликован ряд статей о переработке существительных и глаголов и активности разных отделов головного мозга у здоровых участников и больных с разными формами патологии с использованием нейровизуализационных методов, в которых были получены неоднозначные результаты. Данные одних исследований с применением МРТ, ПЭТ утверждают, что нет различий в активации областей коры при переработке конкретных существительных и глаголов. Независимо от вида стимульного материала наблюдается наибольшая активность в левой височной и левой лобной областях (Tyler et al., 2001; Berlinger et al., 2008). В другом исследовании указывается, что в целом в переработке существительных и глаголов участвуют разные нейронные сети, но первостепенная роль в активности отдана левой лобной области (Shapiro et al., 2003). Предполагается, что активность левой лобной области связана со смысловой нагрузкой глагола в предложении (Mcrae et al., 2005) и зависит от частоты употребления глаголов в языке (Tyler et al., 2004). Также было показано, что у пациентов с передними формами афазии чаще страдает извлечение из памяти глаголов, чем существительных (Aggujaro et al., 2006; Clepaldi et al., 2004).

Неоднозначные результаты с применением метода фМРТ получены при анализе разных вариантов процедуры работы со стимульным материалом (конкретные и абстрактные существительные) и активности определенных структур мозга. Чтение «про себя» абстрактных слов связывают с активацией веретенообразной извилины, премоторной областью, передней частью поясной извилины (Fiebach et al., 2003). Прослушивание конкретных и абстрактных слов связывают с веретенообразными извилинами (левой и правой), левой прецентральной лобной бороздой, левой теменной долей, левой премоторной областью (Fiebach et al., 2003). Зрительное распознавание конкретных и абстрактных слов ставят в зависимость от активации левой нижней лобной извилины, средней части нижней лобной извилины (Friederici

et al., 2000), запоминание конкретных и абстрактных существительных – с активностью нижней левой теменной областью, левой префронтальной областью (Fiebach et al., 2003). Исследование в активации зон мозга при выполнении заданий с абстрактными и конкретными глаголами, показало, что абстрактные глаголы больше активируют задние лобные структуры и височную кору (Rodriguez-Ferreiro et al., 2010).

Результаты ряда исследований в отношении восприятия, запоминания, узнавания нейтральных лиц, лиц с положительной и отрицательной эмоциональной экспрессией не привели к однозначным выводам в отношении мозговой организации мнестических процессов и процессов восприятия и их латерализации в полушариях мозга. Многие авторы считают, что при восприятии лиц основная активация происходит билатерально в экстрастриарной зрительной коре, особенно в веретенообразной извилине и в нижней височной извилине (Haxby et al., 1991, 1994, 1996; Sergent et al., 1992; Puce et al., 1996; Andreasen et al., 1996; Kanwisher et al., 1997). Другими авторами было показано, что веретенообразная извилина преимущественно отвечает за восприятие лиц (Gorno-Tempini et al., 2001). Метаанализ работ за 1996-2008 гг. с использованием фМРТ, посвященный восприятию лицевой экспрессии, указывает на активацию абсолютно разных областей и структур коры в зависимости от вида эмоции (Fusar-Poli et al., 2009).

В ряде исследований поднимался вопрос о связи восприятия лиц и латерализацией активности в полушариях. Исследования с помощью ТКДГ выявили большую активность ПП по данным усиления СК в СМА (Njemanze, 2004). Правополушарная латерализация активности при восприятии лиц была получена в исследовании с вызванными потенциалами (Mercure et al., 2008).

Гораздо меньше опубликовано работ, где задачей исследования было выявление латерализации в зависимости от восприятия эмоций. Получены

противоречивые данные о латерализации активности в полушариях при выполнении заданий, связанных с переработкой положительных и отрицательных эмоций с применением фМРТ. Одни исследователи связывают восприятие положительных эмоций с большей активностью ЛП, отрицательных – большей активностьюПП, другие склонны утверждать, чтоПП участвует больше в переработке как положительных, так и отрицательных эмоций (Tamietto et al., 2007; Abbot et al., 2014).

2.3.2. Популяционные исследования

Анализ публикаций последних лет показывает, что метод ТКДГ наиболее активно стали использовать для определения латерализации психических функций при выполнении различных заданий, связанных с изучением индивидуальных особенностей (пол, возраст, мануальный профиль функциональной асимметрии).

При исследовании фактора пола установлено, что более выраженное усиление СК в ЛП отмечается у женщин при словесном описании комнаты (Brasso et al., 2011). В другом исследовании женщины продемонстрировали более выраженную правостороннюю латерализацию СК при выполнении пространственных заданий на мысленное вращение геометрических фигур (Walter et al., 2000). Р. С. Njenmanze (2005) исследовал межполушарные различия усиления СК у мужчин и женщин при выполнении матриц Равена: женщины демонстрировали левополушарную латерализацию, мужчины – правополушарную. В его исследовании (2007) изучались межполушарные различия усиления СК при восприятии лиц. Выявлена большая активность по данным СК вПП у мужчин и отсутствие различий в усилении СК у женщин (Njenmanze, 2005, 2007). D. Schuerbach использовал в своем исследовании Висконсинский тест сортировки карточек, направленный на анализ способности к переключению и смене установки. Были найдены различия между скоростью его выполнения и показателями СК у мужчин и женщин. У

женщин в отличие от мужчин, чем больше требовалось времени на выполнение, тем ниже были показатели СК (Schuerbach et al., 2009). М. Misteli, исследуя управляющие функции, предлагал участникам выполнить Trail Making Test. По полученным результатам обнаружена такая же взаимосвязь между усилением СК и скоростью выполнения задания, что и в указанной работе D. Schuerbach (Misteli et al., 2011).

При исследовании влияния возраста на динамику СК при выполнении когнитивных заданий отмечается, что латеральные проявления в изменениях СК выражены менее четко у пожилых лиц, чем у молодых, независимо от вида стимульного материала – вербального или невербального (Groschel et al., 2007; Farzaneh et al., 2008; Sorond et al., 2008; Bracco et al., 2011; Shim et al., 2015). В исследовании L. Bracco приняло участие 70 праворуких лиц (35 мужчин и 35 женщин), которые были разделены на две группы по возрастному признаку: 21-40 и 41-60 лет. При регистрации СК в СМА предлагалось выполнить четыре задания: распознавание и называние геометрических фигур, словесное описание локализации объектов на картинке, словесное описание комнаты, выполнение арифметических действий. Результаты исследования показали достоверную левостороннюю латерализацию усиления СК при словесном описании комнаты и выполнении арифметических действий, и правостороннюю латерализацию усиления СК при описании локализации объектов на картинке в группе участников до 40 лет. Такой закономерности не было обнаружено в группе участников старшего возраста (Bracco et al., 2011).

Другим аспектом изучения динамики СК явился профиль функциональной асимметрии полушарий в зависимости от руки участников. Были получены неоднозначные изменения с помощью ТКДГ в гемодинамических показателях при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами. Результатами одних исследований явилось отсутствие различий в латерализации СК при

выполнении заданий с вербальными и невербальными стимулами у праворуких и леворуких участников (Whitehouse et al., 2009). S. Basic указывает на правополушарное или равномерно билатеральное усиление СК у части леворуких при выполнении когнитивных заданий с вербальными стимулами (Basic et al., 2003). Латерализация в одном полушарии (в ЛП либо в ПП) обнаружена при выполнении когнитивных заданий как с вербальными, так и с невербальными стимулами (Foel et al., 2004). К. Lalic выявил правополушарную латерализацию усиления СК при выполнении заданий с вербальными и левополушарную при выполнении заданий с невербальными стимулами у леворуких участников (Lalic et al., 2015).

2.3.3 Установка, ментальные усилия, управляющие функции

В последние годы проведены исследования по влиянию установки на выполнение заданий, выявлению ментальных усилий и роли управляющих функций с использованием ТКДГ на функциональную специализацию и взаимодействие полушарий.

N. B. Schultz изучала влияние установки при выполнении задания на латерализацию СК в отношении функции внимания. Во время эксперимента участникам предлагалось следить за картинкой и давать быстрый и точный ответ (стрелять/не стрелять) на целевые/нецелевые стимулы. Установлено, что в работу включались сразу оба полушария, но СК была выше в ЛП по сравнению со СК в ПП. Такой же результат был получен и в другом ее исследовании, где от участников требовалось найти целевые объекты, которые были отмечены черными точками (Schultz et al., 2009, 2010). Результаты этих исследований не соответствуют ранее полученным данным (Warm et al., 2009), где при выполнении такого же задания не наблюдалась большая активность ЛП по данным усиления СК. Эффект установки выявлен в работе, где в качестве невербальных стимулов предлагались музыкальные отрывки. При пассивном прослушивании музыки не было

выявлено межполушарных различий усиления СК, но при задании узнать мелодию СК усиливалась больше вПП, чем вЛП (Duschek et al., 2003).

На результаты исследования с использованием ТКДГ метода оказывают влияние условия выполнения заданий. Оказалось, что время выполнения задания и устойчивость внимания на объект меняют латерализацию согласно показателям СК в артериях полушарий. Так, например, при увеличении времени выполнения задания участниками была выявлена преимущественно правосторонняя латерализация усиления СК (Hitchcock et al., 2003; Helton et al., 2007; Warm et al., 2009). В другом исследовании, по данным усиления СК, указывается факт одинаковой активности обоих полушарий при выполнении задания найти заданные предметы на картинках, но длительная установка на поиск объектов смещает асимметрию в пользуПП (Schultz, 2009).

Сравнительный анализ динамики СК и продуктивности выполнения когнитивных заданий между группами участников, которые были сформированы согласно различным критериям, позволяет оценить уровень затраченных ментальных усилий¹. Под ментальными усилиями понимается успешность выполнения задания, которая связана с временными показателями. В таких исследованиях на основе стратегии крайних значений¹ формировались группы, участники которых показывали высокие и низкие результаты продуктивности. После этого при сопоставлении с данными СК анализировались полученные различия в усилении СК между индивидами с высокими и низкими показателями выполнения заданий (Unsworth et al., 2008; Duschek et al., 2008; Kleider et al., 2010; Chein et al., 2011; Becker et al., 2015). Результаты большинства исследований подтвердили факт, что более успешное или более быстрое выполнение сопровождается большим усилением СК по отношению к показателям этих значений в покое. В указанной работе S. Duschek при исследовании

¹ Для оценки успешности выполнения когнитивных заданий использовались количественные показатели, выраженные в балльных значениях

слухового внимания сравнивалась СК в двух группах во время выполнения простого задания, требующего быстрого ответа. Более успешное выполнение сочеталось с относительно высокими показателями усиления СК билатерально по сравнению с менее успешным выполнением (Duschek et al., 2008). А. Веcker при исследовании устойчивого внимания обнаружил, что участники с более высоким самоконтролем совершали меньше ошибок, чем участники с низким самоконтролем и это выражалось в большем усилении СК в артериях полушарий (Becker et al., 2015).

В работе D. A. Washburn участникам эксперимента предлагалось выполнить батарею тестов на внимание (ASAP battery), затем формировались группы по результатам - с более успешным и менее успешным выполнением. Баллы, полученные при обследовании по этой методике, имели положительную достоверную корреляцию с успешностью выполнения теста Струпа, а также временем, затраченным на ответ. Результаты выполнения ASAP проявились и в изменениях СК. Также как и в исследовании А. Веcker, успешность выполнения была напрямую связана с показателями усиления СК в обоих полушариях – они были выше при более успешном выполнении (Washburn et al., 2005).

Похожая стратегия по крайним результатам использовалась для анализа выполнения заданий, описанная N. B. Schultz. Участникам в течение определенного времени необходимо было выстреливать в целевые стимулы, появляющиеся на экране. Целевые стимулы задавались в инструкции. После выполнения задания выборку делили по времени реакции, затраченной на ответ и по точности - правильности выполнения задания. У всех участников с помощью ТКДГ замерялись показатели динамики СК. В группе участников, которые тратили меньше времени на ответ, фиксировалась более выраженная левосторонняя латерализация усиления СК по сравнению с другой группой, участникам которой требовалось больше времени на выполнение задания (Schultz et al., 2009). Это позволяет предположить, что

качество выполнения задания зависит от уровня затраченных ментальных усилий, что находит свое отражение в разном характере изменения СК.

Одним из относительно новых направлений исследований в нейрopsихологии с применением ТКДГ может стать анализ связи управляющих функций и показателей усиления СК. Под управляющими функциями понимаются процессы торможения, переключения, планирования, контроля и слежения (Lyon et al., 2005; Banich, 2009; Latzman et al., 2010; Barkley et al., 2011; Wiebe et al., 2011). Результаты исследований, описанных выше и сгруппированных по факторам пола, возраста, исследования внимания, затрачивания ментальных усилий, могут быть рассмотрены с позиции исследования управляющих функций. Такой подход позволит внести вклад в понимание латерализации умственных усилий в ситуации выбора, целедостижений и целеполаганий. В рамках этого направления опубликованы исследования, в которых ставилась задача определения степени латерализации СК при выполнении заданий, требующих внимания и контроля (Schuerbach et al., 2004, 2007; Duschek et al., 2008). Выполнение задания сказывается на латерализации СК и степени ее выраженности у разных участников. Так, например, в исследовании D. Schuerbach ставилась задача оценивать эффекты устойчивости и потери стратегии выполнения заданий по динамике СК в СМА ЛП иПП. Результаты указывают на обнаружение максимума усиления СК в бассейнах передних отделов головного мозга, что может свидетельствовать о большей их вовлеченности в процесс (Schuerbach et al., 2004). Позже эти же авторы опубликовали работы, где утверждали, что функция планирования у больных шизофренией снижена по сравнению со здоровыми участниками (Schuerbach et al., 2007). В исследовании S. Duschek применялся метод ТКДГ для здоровых лиц при выполнении арифметических заданий. Анализ результатов показал, что усиление СК наблюдалось больше в ЛП при выполнении когнитивного задания, требующего последовательного сложения, которое

подразумевает наличие способности к планированию действий (Duschek et al., 2008).

2.3.4. Больные с разными формами патологии

Гораздо меньше опубликовано работ по исследованию изменений характера СК при выполнении когнитивных заданий на пациентах с различными формами патологии по сравнению со здоровыми. Это пациенты с дислексией (Illingworth et al., 2009), эпилепсией (Janszky, 2003; Strzelczyk et al., 2010; Witt et al., 2010), инсультом (Silvestrini et al., 1995; Silvestrini et al., 1998), шизофренией (Feldmann, 2006; Schuerbach et al., 2007; Weber et al., 2006; Egger et al., 2014), гипертонзией (Duschek et al., 2004), пожилые пациенты с признаками и без признаков депрессии (Tiemeier, 2002), пациенты с болезнью Гентингтона (Deckel et al., 1998), травматическим поражением спинного мозга (Bleton et al., 2015), локальным поражением мозжечка (Lupo et al., 2015), болезнью Альцгеймера (Sabayan et al., 2012).

В зависимости от патологии, ставились разные цели. В исследованиях с участием больных эпилепсией требовалось узнать о возможной пригодности ТКДГ для определения функциональной специализации мозга по речевым функциям. Полученные результаты, при сопоставлении с другими методами, подтвердили возможность применения этого метода в клинических условиях для определения доминантности полушарий по речи (Janszky, 2003; Strzelczyk, 2010; Witt et al., 2010). Целью исследования, проведенного на больных с дислексией, было определение степени участия ЛП при выполнении когнитивного задания. Пациентам предлагали читать рассказ вслух. Результаты показали менее выраженную активность ЛП по сравнению со здоровыми участниками по показателям усиления СК. Отсутствие возможной атипичной латерализации объясняется разными

компенсаторными перестройками и степенью выраженности дефекта (Illingworth et al., 2009).

М. Silvestrini с сотрудниками на больных с поражением ЛП и ПП в результате ишемического инсульта, было показано, что происходит снижение активности ЛП при выполнении Verbal fluency test только у пациентов с афазией при левостороннем поражении. Такие результаты не были получены у здоровых участников, а также у больных с поражением ПП и больных с поражением ЛП, но без речевых нарушений. Полученные данные подтверждают, что с помощью метода ТКДГ можно выявить степень выраженности активности ЛП в результате мозгового поражения (Silvestrini et al., 1995, 1998).

Исследование, проведенное на больных с травмой спинного мозга, при выполнении ими задания с вербальными стимулами (Verbal fluency test) и невербальными стимулами (мысленное вращение геометрических фигур) по показателям СК была выявлена неярко выраженная атипичная доминантность полушарий. Авторы предполагают, что этот вид патологии также может снижать функциональную активность полушарий при сравнении своих результатов с данными изменения СК, полученными при других неврологических расстройствах – болезнях Альцгеймера, Паркинсона (Bleton et al., 2015).

D. Schuerbach с сотрудниками проверяли предположение о том, что функция планирования, связанная с третьим функциональным блоком мозга по А. Р. Лурия, страдает у больных шизофренией. Это подтвердилось при выполнении когнитивного задания, где требовалось планировать деятельность. Результаты указывают на меньшее усиление СК у больных шизофренией, чем у здоровых лиц на стадии вхождения в задание (Schuerbach et al., 2007). Меньшая активность обоих полушарий по показателям СК у больных шизофренией по сравнению со здоровыми участниками была отмечена при выполнении Trail Making Test, что также

подтверждает снижение функций планирования и контроля (Egger et al., 2014).

Было показано, что определенные органические повреждения мозга и соматические заболевания могут приводить к более выраженному усилению СК по сравнению со здоровыми участниками. Так у больных с правополушарным поражением мозжечка отмечалась большая вовлеченность ПП по данным усиления СК по сравнению со здоровыми участниками при выполнении задания на распознавание негативных эмоций (злость, печаль и т.д.). Авторы приходят к выводу, что при мозговом поражении требуется больше усилий при распознавании эмоций, что выражается в большем усилении СК (Lupo et al., 2015). Аналогичный результат получен при исследовании больных детей с серповидно-клеточной анемией: несмотря на вид когнитивного задания и успешность его выполнения, СК была значительно выше при сравнении с результатами здоровых детей (Krall, 2003, 2004; Sanchez, 2010).

Анализ литературы показывает, что активно развивается направление определения функциональной специализации полушарий, в котором используются разные виды когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом в сочетании с методом ТКДГ. Полученные результаты по динамике взаимодействия полушарий головного мозга представляют как теоретический, так и практический интерес. Метод ТКДГ имеет ряд определенных преимуществ перед другими методами, и литературные данные позволяют предположить возможность его использования для оценки функциональной специализации каждого из полушарий и степени возможного их совместного участия в интегративной работе двух полушарий. В то же время анализ исследовательских интересов использования ТКДГ в отношении решения проблемы функциональной специализации полушарий и их взаимодействия показывает, что многие

вопросы остаются открытыми. Не решены вопросы о взаимосвязи СК с разными вариантами когнитивных заданий, степенью выраженности СК в зависимости от вариантов стимульного материала и психологического содержания специфической роли каждого полушария в интегративной работе мозга. Не обнаружено опубликованных работ о влиянии односторонних поражений мозга на функциональную специализацию полушарий по данным мозгового кровотока. Решение этих вопросов позволит в исследовательском плане лучше понять структуру психических функций и их мозговую организацию, а в практическом - решить задачи, связанные с определением доминантности полушарий по речи.

2.4. Постановка проблемы исследования

На основе рассмотренных в обзоре работ с применением метода ТКДГ можно сформулировать две основные проблемы, которые будут рассмотрены в настоящем исследовании. Первая носит теоретический характер и касается изучения специфики динамики взаимодействия и функциональной специализации полушарий в ходе выполнения когнитивных заданий с разными вариантами вербального и невербального стимульного материала у здоровых участников и у пациентов с односторонними очаговыми поражениями. Вторая - практический, и связана с анализом возможности использования метода ТКДГ в диагностических целях для определения функциональной специфичности полушарий, в частности, для выявления доминантности полушарий по речи в клинических условиях.

Целью настоящей работы является установление закономерностей динамики взаимодействия полушарий при выполнении когнитивных заданий с разными видами стимульного материала (вербального и невербального) у здоровых участников и сравнительный анализ динамики взаимодействия полушарий с учетом их функциональной специфичности у больных с

односторонними поражениями мозга и у здоровых участников (по данным, полученным с применением ТКДГ).

Термин «вербальный» в нашей работе используется для обозначения словесной формы предъявляемого в слуховой и зрительной модальностях стимульного материала; термин «невербальный» – для обозначения несловесной формы (картинки, фигуры, фотографии лиц) зрительно предъявляемого стимульного материала.

Объект исследования: функциональная специфичность полушарий при выполнении когнитивных заданий, связанных с запоминанием и узнаванием вербального и невербального стимульного материала.

Предмет исследования: особенности функциональной специфичности полушарий при выполнении когнитивных заданий, связанных с запоминанием и узнаванием вербального и невербального стимульного материала у больных с односторонними очаговыми поражениями головного мозга и у здоровых участников.

В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие **задачи** исследования:

1) провести обследование здоровых участников с целью определения возможностей применения метода ТКДГ для выявления специфичного вклада каждого полушария мозга в выполнение когнитивных заданий, связанных с запоминанием и узнаванием вербального и невербального стимульного материала;

2) определить влияние выполнения когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом на усиление СК в средней мозговой артерии (СМА) и задней мозговой артерии (ЗМА) в норме и патологии;

3) подобрать для проведения исследования оптимальные варианты когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом, при которых наблюдается усиление СК в исследуемых сосудах ЛП и ПП головного мозга;

4) провести обследование больных с односторонними локальными поражениями опухолевого и сосудистого происхождения с применением метода ТКДГ для выявления влияния латерализации мозгового поражения на особенности взаимодействия полушарий по данным мозгового кровотока;

5) сопоставить результаты выполнения когнитивных заданий с вербальными стимулами по показателям усиления СК с результатами дихотического прослушивания и определить потенциальные возможности использования ТКДГ для определения доминантности полушарий по речи.

Глава 3. Методы и материалы исследования

3.1. Характеристики выборки

Для участия в исследовании были привлечены 20 больных с сосудистыми поражениями головного мозга (10 – с правополушарной и 10 с левополушарной локализацией), 40 больных с локальными опухолевыми поражениями головного мозга (21 – с правополушарной и 19 с левополушарной локализацией), 57 психически и физически здоровых лиц. Больные находились на стационарном лечении в Национальном научно-практическом центре нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко в 2014-2016 гг. Все участники были праворукими. В работе были использованы данные из историй болезни пациентов, в частности, топический диагноз, верифицированный по результатам МРТ и протоколам операций (Таблицы 1 и 2, Приложение 1). Более подробная характеристика здоровых и больных с односторонними поражениями мозга представлена в таблицах 1, 2, 3.

Характеристика экспериментальных групп по результатам общего нейропсихологического обследования

По результатам общего нейропсихологического обследования группы больных в количестве 75 человек для участия были отобраны больные, указанные выше в таблицах 1-3. У них не наблюдалось выраженного нарушения психических функций, достигающего уровня, затрудняющего выполнение предлагаемых когнитивных заданий. Были исключены больные с выраженными мнестическими и речевыми нарушениями, расстройствами зрительного и слухового гнозиса и с проявлениями утомляемости, так как выполнение когнитивных заданий требует относительную сохранность этих функций.

Таблица 1. Средние демографические показатели участников исследования

Параметры оценки	Здоровые участники	Больные с сосудистыми поражениями мозга	Больные с опухолевыми поражениями мозга
Выборка (количество человек)	57	20	40
Пол (мужчины/женщины)	20/37	6/14	20/20
Возрастные границы	18-58 (средний возраст $28 \pm 5,1$ лет)	18-60 (средний возраст $39 \pm 12,5$ лет)	19-60 (средний возраст $33 \pm 9,2$ года)
Уровень образования	полное среднее, среднее специальное, неполное высшее, высшее	полное среднее, среднее специальное, неполное высшее, высшее	полное среднее, среднее специальное, неполное высшее, высшее

Более подробное описание экспериментальной выборки представлено в Приложении 1.

В нейропсихологическом статусе больных с локальными опухолевыми поражениями ЛП нами наблюдалось сужение объема в слухоречевой памяти, метрические и пространственные ошибки, единичные трудности в оценке и воспроизведении ритмических структур, персевераторные проявления, у отдельных больных единичные амнестические западения при назывании предметов по картинкам. При локализации опухолевого поражения в ПП при исследовании слухоречевой и зрительной памяти отмечается нарушение

порядка воспроизведения элементов, единичные метрические и пространственные ошибки, ошибки импульсивного характера в ряде

Таблица 2. Характеристика больных с сосудистыми поражениями головного мозга

Параметры оценки	Количество больных с поражением правого полушария	Количество больных с поражением левого полушария
Локализация	лобные отделы – 3 поясная извилина – 1 височные отделы – 1 затылочные отделы – 1 СМА – 2 ПМА- передняя соединительная артерия – 2	лобные отделы – 3 височные отделы – 1 теменные отделы – 1 СМА – 4 ПМА – 1
Клиническая форма проявления	каверномы – 2 аневризмы – 4 АВМ – 4	каверномы – 3 аневризмы – 5 АВМ – 2

предъявляемых проб, у отдельных больных повышенный эмоциональный фон.

У больных с локальными поражениями сосудистого происхождения отмечалась менее выраженная нейропсихологическая симптоматика по сравнению с группами больных с опухолевыми поражениями. При локализации нарушений в ЛП у отдельных больных отмечается незначительное сужение объема слухоречевой памяти, метрические и пространственные ошибки, у одного больного незначительные perseverаторные проявления. При расположении патологического очага в

ПП у некоторых больных встречались единичные метрические и зеркальные ошибки, у одного больного трудности в оценке ритмических структур по типу переоценки.

Таблица 3. Характеристика группы больных с опухолевыми поражениями головного мозга

Параметры оценки	Количество больных с поражением правого полушария	Количество больных с поражением левого полушария
Локализация	лобные отделы – 8 височные отделы – 9 лобно-височные отделы – 1 лобно-теменные отделы – 2 теменные отделы – 1	лобные отделы – 8 височные отделы – 6 височно-островковые отделы – 2 лобно-островковые отделы – 1 лобно-височно-островковые отделы – 1 теменные отделы – 1
Клиническая форма проявления	астроцитомы – 13 глиомы – 6 глиобластомы – 2	астроцитомы – 13 глиомы – 4 глиобластомы – 1 солитарный метастаз – 1

В целом, по результатам общего нейропсихологического обследования, характер выявляемых нарушений соответствовал синдромам, которые обычно наблюдаются при локальной патологии в ЛП и ПП.

3.2. Методы, методика и процедура проведения исследования

Общее нейропсихологическое обследование проводилось по методу синдромного анализа А. Р. Лурия для оценки состояния высших психических функций (зрительный гнозис, память, мышление, речь, внимание и тд.) (Лурия, 1969).

Метод функциональной транскраниальной доплерографии, использовался для оценки изменений СК при выполнении когнитивных заданий. Обследование проводилось в лаборатории патологии мозгового кровообращения Национального научно-практического центра нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко². Метод применялся для определения изменения СК в СМА и ЗМА полушарий при выполнении различных когнитивных заданий.

На голове участника закреплялся шлем для интраоперационного мониторинга. Плотное соприкосновение ультразвуковых датчиков с кожей обеспечивалось нанесением медицинского геля. СК последовательно измерялась в исследуемых артериях билатерально - сначала в СМА ЛП иПП, потом в ЗМА ЛП иПП. СК измерялась в два этапа – в состоянии покоя и при выполнении когнитивного задания.

Методика дихотического прослушивания использовалась для определения доминантности полушарий по речи.

При дихотическом прослушивании в разные наушники одновременно предъявляли различные вербальные стимулы в виде слов. Предъявлялось по 16 проб, каждая из которых содержала по 4 пары вербальных стимулов. После каждой из 16 проб участник должен был воспроизвести все слова, которые запомнил. В середине проведения методики (через 8 проб) наушники менялись местами.

² Автор выражает благодарность за помощь в работе заведующему лабораторией д. м. н., профессору А. Р. Шахновичу, сотруднику лаборатории врачу-нейрохирургу к. м. н. С. М. Абузайду

Инструкция: «Сейчас Вам в оба уха будут говорить разные слова. В перерыв требуется сказать все, что Вы смогли запомнить».

Методики предъявления вербальных и невербальных вариантов стимульного материала использовались при выполнении когнитивных заданий (запоминание и узнавание, сравнение) для изучения влияния изменений СК в СМА и ЗМА ЛП и ПП.

Вербальный стимульный материал предъявлялся в одномодальных и кроссмодальных условиях.

Запоминание и узнавание вербальных стимулов в одномодальных условиях

Запоминание и узнавание серий слов, которые предъявлялись в слуховой модальности. Задание включало запоминание 8 слов (целевые стимулы) с последующим узнаванием их среди 12 стимулов (4-х целевых и 8 дистракторов). Использовались три серии стимульного материала: в первой серии – конкретные существительные, во второй – абстрактные существительные, в третьей – глаголы.

Инструкция для задания на запоминание и узнавание слов в одномодальных условиях предъявления (в слуховой модальности): «Сейчас я Вам прочитаю слова, которые нужно запомнить. После паузы я прочитаю список слов, включающий некоторые из тех слов, которые Вы запомнили. Когда я закончу читать, Вам необходимо сказать, какие из запомненных Вами слов встретились еще раз».

Запоминание и узнавание предметных изображений, которые предъявлялись в зрительной модальности. Задание включало запоминание 8 предметных изображений (целевые стимулы) с последующим узнаванием их среди 12 стимулов (4-х целевых и 8 дистракторов). Использовалась одна серия стимульного материала, где в виде предметных изображений выступали конкретные существительные.

Инструкция для задания на запоминание и узнавание слов в одномодальных условиях предъявления (в зрительной модальности): «Сейчас я Вам покажу

изображения предметов, которые нужно запомнить. После паузы я покажу Вам другие изображения, включающие некоторые из тех, что Вы запомнили. Когда я закончу показывать, Вам необходимо сказать, какие из запомненных Вами изображений предметов встретились еще раз».

Запоминание и узнавание вербальных стимулов в кроссmodalных условиях

Запоминание серии из 8 слов (конкретных существительных) предъявлялись на слух с последующим узнаванием их среди зрительно предъявляемых изображений, названия которых совпадают с запомненными словами. Для узнавания предъявлялось 12 изображений (4 – с именами, соответствующими целевым стимулам и 8 дистракторов).

Инструкция для задания на запоминание и узнавание слов в кроссmodalных условиях (запоминание в слухоречевой модальности, а узнавание в зрительной): «Сейчас я Вам прочитаю список слов, которые нужно запомнить. После паузы я буду Вам показывать картинки с изображениями различных предметов, названия некоторых из них совпадают с теми словами, что Вы запомнили. Когда я закончу читать, Вам необходимо сказать, какие из запомненных слов Вам встретились среди названий изображений предметов».

Запоминание серии из 8 изображений предъявлялось зрительно с последующим узнаванием их названий среди 12 конкретных существительных, которые предъявлялись на слух (4 – с именами, соответствующими целевым стимулам и 8 – дистракторов).

Инструкция для задания на запоминание и узнавание слов в кроссmodalных условиях (запоминание в зрительной модальности, а узнавание в слухоречевой): «Сейчас я Вам покажу изображения предметов, которые нужно запомнить. После паузы я буду читать слова, среди которых будут названы те предметы, которые Вы запомнили зрительно. Когда я закончу читать, Вам необходимо сказать, какие из запомненных зрительно предметов встретились при прочтении на слух».

Выбор вербальных стимулов осуществлялся по словарю частотности современного русского языка (Ляшевская и др., 2009). Были отобраны слова из разных частей речи и семантических групп, имеющие примерно одинаковую частотность употребления.

Когнитивное задание со всеми вариантами и модальностями вербального стимульного материала выполнялись 20 здоровыми участниками, 20 пациентами с сосудистыми поражениями. 40 пациентам с опухолевыми поражениями предлагалось выполнение когнитивного задания с использованием конкретных существительных в одномодальных и кроссмодальных условиях.

Невербальный стимульный материал предъявлялся в зрительной модальности.

Запоминание и узнавание серий изображений предъявлялись в зрительной модальности. Требовалось запомнить 1 стимул и узнать его среди 10 дистракторов. Использовались разные наборы стимулов: с включением стимула для запоминания (1 целевой стимул и 9 дистракторов) или его исключением (10 дистракторов). Использовались три серии стимульного материала: в первой серии – фотографии лиц (заимствованы из методики RBMT III версии), во второй – трудновербализуемые рисунки (заимствованы из нейропсихологического альбома А. Р. Лурия), в третьей – трудновербализуемые матрицы.

Инструкция для заданий на запоминание и узнавание серии изображений: «Сейчас я Вам покажу изображение, которое нужно запомнить. После небольшой паузы я покажу Вам другие изображения, которые могут включать или не включать изображение, которое требовалось запомнить. Когда я закончу показывать, Вам необходимо сказать, встретилось запомненное Вами изображение или нет»;

Сравнение фотографий лиц (заимствованы из методики RBMT III версии) предъявлялись в зрительной модальности. Требовалось сравнить 2 стимула, предъявленных одновременно. Каждый набор состоял из 10 пар стимулов.

Инструкция для задания на сравнение фотографии лиц: «Сейчас я Вам покажу фотографии лиц, которые нужно сравнить. Если они одинаковые – поднимите указательный палец правой руки, если разные – указательный палец левой руки»

Сравнение фотографий лиц с выражением эмоций (заимствованы из базы П. Экмана). Требовалось сравнить 2 стимула (эмоции), предъявленных одновременно. Каждый набор состоял из 10 пар стимулов.

Использовались две серии стимульного материала: в первой серии – фотографии лиц с положительными эмоциями, во второй – фотографии лиц с отрицательными эмоциями.

Инструкция для задания на сравнение фотографий лиц с эмоциональной экспрессией: «Сейчас я Вам покажу фотографии лиц с выражением эмоций. Если эмоции одинаковые – поднимите указательный палец правой руки, если разные – указательный палец левой руки».

Когнитивное задание с невербальным стимульным материалом, требующего запоминания и узнавания, выполнялось 28 здоровыми участниками; требующего сравнения фотографий лиц – 37 здоровыми участниками. Когнитивное задание на сравнение фотографий лиц с эмоциональной экспрессией выполнялось 29 здоровыми участниками, 20 больными с сосудистыми поражениями, 40 больными с опухолевыми поражениями.

Весь стимульный материал состоял из двух наборов (первый для предъявления при измерении СК в СМА, второй – при измерении СК в ЗМА). Предъявление стимулов осуществлялось с интервалом в 3 секунды. Стимульный материал в зрительной модальности предъявлялся на карточках формата А6 в цветном изображении. Примеры стимульного материала представлены в Приложении 2.

3.3. Процедура описания и оценки экспериментальных данных

Выполнение всех когнитивных заданий сопровождалось усилением СК в СМА и ЗМА ЛП иПП. Мозговой кровоток имел небольшие колебания даже в состоянии покоя у участников исследования. Программное обеспечение доплерографа позволяло определить средние значения СК в исследуемых артериях головного мозга как в состоянии покоя, так и при выполнении когнитивного задания. Для оценки усиления СК при выполнении когнитивных заданий у каждого участника в группе подсчитывали изменения средних значений СК при выполнении задания по сравнению с его средним значением в состоянии покоя в процентах: $[(СКк - СКп) \div СКп] \times 100\%$, где СКк – среднее значение СК при выполнении когнитивного задания, СКп – среднее значение СК в состоянии покоя. На основании усиления скорости кровотока для каждого участника в группе (далее по тексту – «усиление скорости кровотока»), рассчитывали среднее значение усиления СК по исследуемой группе как среднее арифметическое значений всех участников (далее по тексту – «усиление СК»).

Чтобы показать различия в степени выраженности изменения СК между ЛП иПП использовался специфический сравнительный коэффициент усиления СК, отражающий степень преобладания активности ведущего полушария, релевантного заданию. При выполнении когнитивного задания с вербальным стимульным материалом использовали коэффициент К, $[К = \text{среднее значение усиления СКк ЛП} \div \text{среднее значение усиления СКк ПП}]$; для когнитивных заданий с невербальным стимульным материалом К, $[К = \text{среднее значение усиления СКк ПП} \div \text{среднее значение усиления СКк ЛП}]$. Суммарный сравнительный коэффициент усиления СК, отражающий степень преобладания активности ведущего полушария, релевантного заданию представлял собой среднее арифметическое значений, полученных при выполнении когнитивных заданий со всеми вариантами вербального стимульного материала или невербального стимульного материала – $K_{\text{сумм}}$.

Для оценки интервала времени, в течение которого необходимо проводить измерение СК, сравнивалось изменение СК на разных этапах выполнения когнитивного задания с разными вариантами вербального стимульного материала.

При выполнении когнитивного задания на запоминание и узнавание конкретных существительных в слуховой модальности приняло участие две группы здоровых лиц. В первой группе измерение СК проводилось отдельно на этапе процесса запоминания, отдельно на этапе процесса узнавания. Во второй группе - измерение СК было общим для процессов запоминания и узнавания. В результате сравнения изменений показателей СК в СМА и ЗМА между процессом запоминания как отдельного этапа и процессом запоминания и узнавания как единого измерения двух этапов; процессом узнавания как отдельного этапа и процессом запоминания и узнавания как единого измерения двух этапов, в большинстве случаев выявилось отсутствие достоверных различий ($p \geq 0,055$)³ (Таблица 1 Приложения 3). Это дало возможность упростить процедуру эксперимента, сократить его трудоемкость и в дальнейшем рассматривать измерение СК как единое в процессах запоминания и узнавания в группах здоровых участников и больных с опухолевыми и сосудистыми унилатеральными поражениям головного мозга.

После проведения методики дихотического прослушивания подсчитывалось количество правильно воспроизведенных стимулов с правого и левого ушей. Эффект правого уха определялся коэффициентом правого уха ($K_{пу}$) по формуле: $K_{пу} = ((П-Л) \div (П+Л) \times 100\%)$, где П — суммарное количество правильно воспроизведенных стимулов из тех, что были предъявлены на правое ухо; Л — соответственно на левое.

³ p – здесь и далее вероятность ошибки, с которой может произойти описываемое событие

Обработка полученных результатов проводилась с использованием методов математической статистики. Достоверность показателей изменения СК внутри одной группы оценивалась с помощью критерия Вилкоксона, для двух независимых выборок – с помощью критерия Манна-Уитни; для сравнения значений нескольких переменных внутри выборки использовался однофакторный дисперсионный анализ; критерий Спирмена использовался для определения степени согласованности изменения СК и $K_{пу}$ (Наследов, 2006; Кричевец и др., 2010). Статистическая обработка данных была произведена с использованием программы SPSS Statistics 18.0.

Глава 4. Описание полученных результатов

В главе описываются результаты исследования межполушарных и внутриполушарных различий усиления СК при выполнении когнитивных заданий. Для выявления функциональной специфичности полушарий и динамики их взаимодействия использовались разные варианты вербального и невербального стимульного материала. Активность полушарий и внутриполушарные показатели активности оценивались по усилению СК в СМА ЛП, СМА ПП, ЗМА ЛП, ЗМА ПП, в бассейн которых входят височные, теменные, затылочные области, наружная и внутренняя поверхность лобных долей.

В таблице 1 приложения 4 в качестве примера приведены данные усиления скорости кровотока у каждого здорового участника исследования при выполнении когнитивного задания на запоминание и узнавание вербальных стимулов (конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы). Аналогичные результаты были получены у каждого здорового участника при выполнении когнитивных заданий на запоминание и узнавание невербальных стимулов (фотографии лиц, трудновербализуемые рисунки, трудновербализуемые матрицы); на сравнение невербальных стимулов (фотографии лиц, фотографии лиц с положительными эмоциями, фотографии лиц с отрицательными эмоциями); на запоминание и узнавание конкретных существительных в одномодальных («слух-слух», «зрение-зрение») и кроссмодальных («слух-зрение», «зрение-слух») условиях предъявления. Аналогичные результаты были получены также у каждого больного с сосудистыми поражениями ПП и ЛП при выполнении когнитивных заданий на запоминание и узнавание вербальных стимулов (конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы); на сравнение невербальных стимулов (фотографии лиц с

положительными эмоциями, фотографии лиц с отрицательными эмоциями); на запоминание и узнавание конкретных существительных в одномодальных («слух-слух», «зрение-зрение») и кроссмодальных («слух-зрение», «зрение-слух») условиях предъявления. Был обследован также каждый больной, входящий в выборку участников с опухолевыми поражениями ПП и ЛП, при выполнении когнитивных заданий на сравнение невербальных стимулов (фотографии лиц с положительными эмоциями, фотографии лиц с отрицательными эмоциями), на запоминание и узнавание конкретных существительных в одномодальных («слух-слух», «зрение-зрение») и кроссмодальных («слух-зрение», «зрение-слух») условиях предъявления.

Данные, приведенные в таблицах 4-13 настоящей главы, являются средними значениями усиления СК при выполнении указанных выше когнитивных заданий по той или иной обследованной группе.

4.1. Результаты обследования здоровых участников

4.1.1. Межполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами

Общие результаты исследования усиления СК в ЛП и ПП при использовании когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у здоровых участников представлены в сводной таблице 4. Согласно полученным данным выполнение когнитивных заданий с вербальным стимульным материалом сопровождалось большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению со СК в артериях ПП; выполнение заданий с невербальными стимулами – большим усилением СК в артериях ПП по сравнению с аналогичным показателем в ЛП. Различия в усилении СК (как в СМА, так и в ЗМА) при выполнении когнитивных заданий со всеми вариантами стимулов являются статистически достоверными ($p < 0,01$) (Таблица 2 Приложения 3).

Таблица 4. Средние значения усиления СК (%) при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами по сравнению с состоянием покоя у здоровых участников

	Вид стимулов	Вид когнитивного задания	Вариант стимульного материала	СМА		ЗМА	
				ЛП	ПП	ЛП	ПП
Здоровые участники	вербальные стимулы	запоминание и узнавание	конкретные существительные	17,50	8,87	22,50	12,10
			абстрактные существительные	16,40	8,78	21,06	12,67
			глаголы	15,25	7,22	21,61	11,86
			конкретные существительные "слух-слух"	12,94	7,64	19,78	13,13
			предметные изображения "зрение-зрение"	13,94	8,35	21,70	12,47
			конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"	11,82	8,42	19,93	12,20
			предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"	13,35	7,55	22,16	14,08
	невербальные стимулы	запоминание и узнавание	трудновербализуемые рисунки	10,00	13,21	17,93	29,07
			фотографии лиц	10,36	14,00	18,18	27,68
			трудновербализуемые матрицы	10,29	13,14	17,32	26,14
		Сравнение	фотографии лиц	11,10	15,86	17,57	28,57
			фотографии лиц с положительными эмоциями	10,42	17,99	15,20	29,06
			фотографии лиц с отрицательными эмоциями	9,94	19,37	13,60	29,99

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ПП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами вербального стимульного*

материала (конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы) ($p < 0,001$) (Таблица 2 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ЛП, чем ПП (для СМА и ЗМА) в переработке вербального стимульного материала (см. таблицу 5).

Таблица 5. Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами (К) у здоровых участников

	Вид стимулов	Вид когнитивного задания	Вариант стимульного материала	СМА	ЗМА
Здоровые участники	вербальные стимулы, К	запоминание и узнавание	конкретные существительные	1,97	1,86
			абстрактные существительные	1,87	1,65
			глаголы	2,11	1,82
			конкретные существительные "слух-слух"	1,69	1,50
			предметные изображения «зрение-зрение»	1,67	1,74
			конкретные существительные и предметные изображения «слух-зрение»	1,40	1,63
			предметные изображения и конкретные существительные «зрение-слух»	1,77	1,57
	невербальные стимулы, К	запоминание и узнавание	трудновербализуемые рисунки	1,32	1,62
			фотографии лиц	1,31	1,52
			трудновербализуемые матрицы	1,28	1,51
		Сравнение	фотографии лиц	1,43	1,63
			фотографии лиц с положительными эмоциями	1,73	1,91
			фотографии лиц с отрицательными эмоциями	1,95	2,20

При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p = 0,453$) и ЗМА ($p = 0,758$), не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 4 Приложения

3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при запоминании и узнавании глаголов для СМА в пользу ЛП и равнялся 2,11 (см. таблицу 5).

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ПП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ЛП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами невербального стимульного материала* ($p < 0,001$) (Таблица 2 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ПП, чем ЛП (для СМА и ЗМА) в переработке невербального стимульного материала (см. таблицу 5). При оценке достоверности различий К между разными вариантами невербальных стимулов в СМА и ЗМА, выявлено, что максимально эффективным видом стимульного материала оказалось сравнение фотографий лиц с отрицательными эмоциями ($p = 0,038$) (Таблица 4 Приложения 3). $K = 2,20$ для ЗМА в пользу ПП (см. таблицу 5).

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ПП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с вербальными стимулами (конкретные существительные) в *одномодальных и кроссмодальных условиях* ($p < 0,01$) (Таблица 2 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ЛП, чем ПП (для СМА и ЗМА) в переработке конкретных существительных в одномодальных и кроссмодальных условиях (см. таблицу 5). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p = 0,679$) и ЗМА ($p = 0,412$) в

одномодалных условиях не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 4 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при предъявлении «зрение-зрение» для ЗМА в пользу ЛП и равнялся 1,74 (см. таблицу 5). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,148$) и ЗМА ($p=0,722$) в *кроссмодалных условиях* не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 4 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при предъявлении «зрение-слух» для ЗМА в пользу ЛП и равнялся 1,77 (см. таблицу 5).

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ПП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ЛП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении *разных видов когнитивных заданий*, различающихся по процедуре предъявления стимульного материала – *запоминании и узнавании, сравнении* ($p<0,001$) (Таблица 2 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ПП, чем ЛП (для СМА и ЗМА) (см. таблицу 5). Оценка достоверности различий К между разными вариантами невербальных стимулов в СМА ($p=0,679$) и ЗМА ($p=0,784$) при *запоминании и узнавании* не выявила максимально эффективного стимульного материала (Таблица 4 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при выполнении задания с трудновербализуемыми рисунками для ЗМА в пользу ПП и равнялся 1,62 (см. таблицу 5). Оценка достоверности различий К между разными вариантами невербальных стимулов в СМА и ЗМА при *сравнении*, выявила, что максимально эффективным видом стимульного материала оказалось сравнение фотографий лиц с

отрицательными эмоциями ($p=0,038$) (Таблица 4 Приложения 3). $K = 2,20$ для ЗМА в пользу ПП (см. таблицу 5).

Суммарные сравнительные коэффициенты усиления СК ($K_{\text{сумм}}$) для вербального материала и для невербального материала представлены на рисунке 1. Согласно полученным данным величина суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для вербального материала больше величины суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для невербального материала ($p<0,01$) (Таблица 17 Приложения 3).

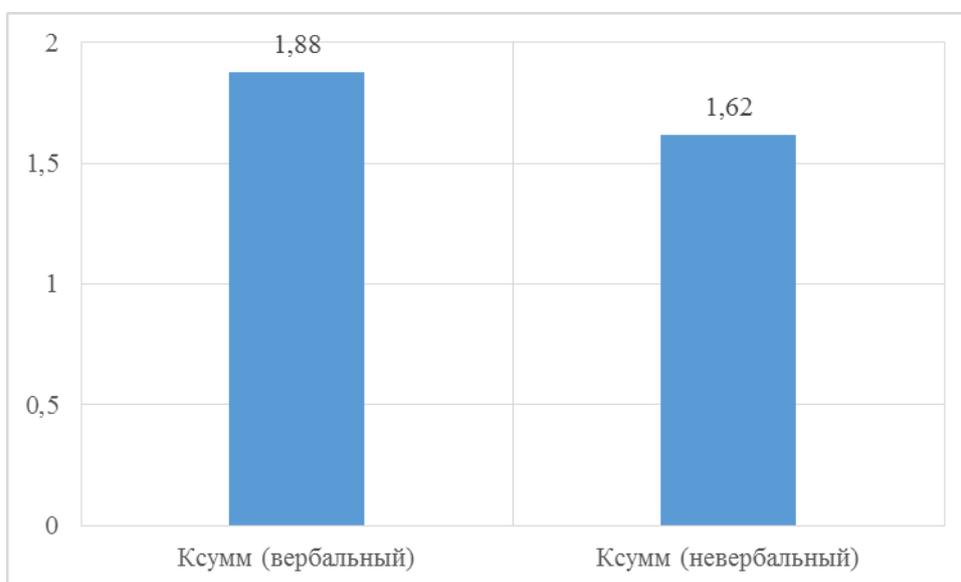


Рисунок 1. Суммарные специфические сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у здоровых участников (различие значимо при $p<0,01$)

4.1.2. Внутрислошарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами

Проведена оценка достоверности различий влияния варианта стимульного материала на усиление СК в артериях обоих полушарий. При выполнении заданий с разными вариантами вербального и невербального стимульного материала, а также модальностями предъявления вербального стимульного материала не было выявлено такого стимульного материала, который максимально влиял на усиление СК в СМА ЛП, СМА ПП, ЗМА ЛП, ЗМА

ПП, о чем свидетельствуют результаты дисперсионного анализа (Таблица 3 Приложения 3).

Результаты внутрислоушарных различий усиления СК при использовании когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами представлены в таблице 4. Согласно полученным данным, выполнение всех когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом сопровождалось большим усилением СК в ЗМА по сравнению с СМА (как в ЛП, так и в ПП). Различия в усилении СК при выполнении когнитивных заданий со всеми вариантами стимулов являются статистически достоверными ($p < 0,01$) (Таблица 2 Приложения 3). Достоверность внутрислоушарных различий с большим усилением СК в ЗМА по сравнению с СМА (как в ЛП, так и в ПП) верна, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами вербального стимульного материала* (конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы), при выполнении когнитивного задания *разными вариантами невербального стимульного материала*, при выполнении когнитивного задания с вербальными стимулами (конкретные существительные) в *одномодалых и кроссмодалых условиях, разных видов когнитивных заданий*, различающихся по процедуре предъявления стимульного материала ($p < 0,01$) (Таблица 2 Приложения 3).

Таким образом, при исследовании здоровых участников были получены следующие основные результаты:

— имеет место достоверно большее усиление СК (как в СМА, так и в ЗМА) в артериях ЛП по сравнению с аналогичными показателями в ПП при выполнении всех вариантов когнитивных заданий с вербальным стимульным материалом (в том числе в одномодалых и кроссмодалых условиях предъявления) и достоверно большее усиление СК в артериях ПП по сравнению с аналогичными показателями в ЛП при выполнении всех

вариантов заданий с невербальным стимульным материалом;

— имеет место достоверно большее усиление СК в ЗМА по сравнению с СМА как в ЛП, так и в ПП при выполнении всех когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом.

4.2. Результаты обследования больных с односторонними сосудистыми поражениями мозга

4.2.1. Межполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с сосудистыми поражениями правого полушария

Результаты межполушарных различий в усилении СК при использовании когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами представлены в таблице 6. Согласно полученным данным выполнение когнитивных заданий с вербальным стимульным материалом сопровождалось большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению со СК в артериях ПП; выполнение заданий с невербальными стимулами – большим усилением СК в артериях ПП по сравнению с аналогичным показателем в ЛП. Различия в усилении СК (как в СМА, так и в ЗМА) при выполнении когнитивных заданий со всеми вариантами стимулов являются статистически достоверными ($p < 0,01$) (Таблица 5 Приложения 3).

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ПП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами вербального стимульного материала* (конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы) ($p < 0,01$) (Таблица 5 Приложения 3).

Таблица 6. Средние значения усиления СК (%) при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами по сравнению с состоянием покоя у больных с сосудистыми поражениями ПП

	Вид стимулов	Вид когнитивного задания	Вариант стимульного материала	СМА		ЗМА	
				ЛП	ПП	ЛП	ПП
Больные с сосудистыми поражениями ПП	вербальные стимулы	запоминание и узнавание	конкретные существительные	19,03	5,56	28,80	9,01
			абстрактные существительные	17,99	5,35	25,50	9,63
			Глаголы	17,58	5,19	25,96	8,81
			конкретные существительные "слух-слух"	19,03	5,56	28,80	9,01
			предметные изображения "зрение-зрение"	15,29	3,96	21,22	7,76
			конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"	16,98	5,24	25,55	8,98
			предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"	17,12	4,77	23,10	8,98
	невербальные стимулы	Сравнение	фотографии лиц с положительными эмоциями	9,47	11,92	12,20	21,66
			фотографии лиц с отрицательными эмоциями	9,73	12,07	12,28	22,37

Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ЛП, чем ПП (для СМА и ЗМА) в переработке вербального стимульного материала (см. таблицу 7). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,906$) и ЗМА ($p=0,321$), не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 7 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был

наибольшим при запоминании и узнавании конкретных существительных для СМА в пользу ЛП и равнялся 3,42 (см. таблицу 7).

Таблица 7. Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами (К) у больных с сосудистыми поражениями ПП

Больные с сосудистыми поражениями ПП	Вид стимулов	Вид когнитивного задания	Вариант стимульного материала	СМА	ЗМА
	вербальные стимулы, К		запоминание и узнавание	конкретные существительные	3,42
абстрактные существительные				3,36	2,65
Глаголы				3,39	2,95
конкретные существительные "слух-слух"				3,42	3,12
предметные изображения "зрение-зрение"				3,86	2,73
конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"				3,24	2,85
предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"				3,59	2,57
невербальные стимулы, К					Сравнение
	фотографии лиц с отрицательными эмоциями	1,24	1,82		

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ПП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ЛП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами невербального стимульного материала* ($p < 0,01$) (Таблица 5 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К,

также свидетельствуют о большей активности ЛП, чем ЛП (для СМА и ЗМА) в переработке невербального стимульного материала (см. таблицу 7). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,797$) и ЗМА ($p=0,747$), не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 7 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при сравнении фотографий лиц с отрицательными эмоциями для ЗМА в пользу ЛП и равнялся 1,82 (см. таблицу 7).

Результаты усиления СК при выполнении заданий с конкретными существительными в таблицах 6-9 описываются как в контексте разных вариантов вербального стимульного материала, что соответствует данным в строке таблиц «конкретные существительные», так и в контексте разных модальностей предъявления, что соответствует данным в строке таблиц «конкретные существительные «слух-слух».

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ЛП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с вербальными стимулами (конкретные существительные) в *одномодальных и кроссмодальных условиях* ($p<0,01$) (Таблица 5 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ЛП, чем ЛП (для СМА и ЗМА) в переработке конкретных существительных в *одномодальных и кроссмодальных условиях* (см. таблицу 7). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,422$) и ЗМА ($p=0,317$) в *одномодальных условиях* не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 7 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при предъявлении «зрение-зрение»

для СМА в пользу ЛП и равнялся 3,86 (см. таблицу 7). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,580$) и ЗМА ($p=0,625$) в *кроссmodalных условиях* не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 7 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при предъявлении «зрение-слух» для СМА в пользу ЛП и равнялся 3,59 (см. таблицу 7).

Суммарные сравнительные коэффициенты усиления СК ($K_{\text{сумм}}$) для вербального материала и для невербального материала представлены на рисунке 2. Согласно полученным данным величина суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для вербального материала больше величины суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для невербального материала ($p<0,01$) (Таблица 17 Приложения 3).

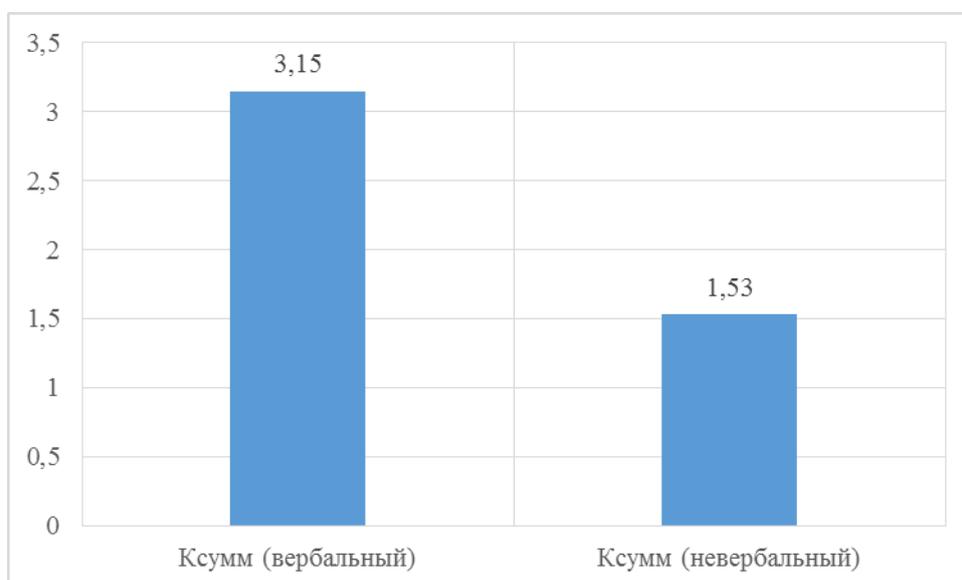


Рисунок 2. Суммарные сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с сосудистыми поражениями ПП (различие значимо при $p<0,01$)

4.2.2. Внутрислошарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с сосудистыми поражениями правого полушария

Проведена оценка достоверности различий влияния варианта стимульного материала на усиление СК в артериях обоих полушарий. При выполнении заданий с разными вариантами вербального и невербального стимульного материала, а также модальностями предъявления вербального стимульного материала в большинстве случаев не было выявлено такого стимульного материала, который максимально влиял на усиление СК в СМА ЛП, СМА ПП, ЗМА ЛП, ЗМА ПП, о чем свидетельствуют результаты дисперсионного анализа (Таблица 6 Приложения 3). Исключение составило выполнение заданий с конкретными существительными в *одноmodalных условиях*. Было выявлено достоверно большее усиление СК в СМА ПП при запоминании и узнавании в условиях предъявления «слух-слух», чем «зрение-зрение» ($p=0,011$) (Таблица 6 Приложения 3).

Результаты внутрислошарных различий усиления СК при использовании когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами представлены в таблице 6. Согласно полученным данным, выполнение когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом сопровождалось большим усилением СК в ЗМА по сравнению с СМА (как в ЛП, так и в ПП). Различия в усилении СК при выполнении когнитивных заданий для большинства вариантов стимулов являются статистически достоверными ($p<0,05$) (Таблица 5 Приложения 3). Достоверность внутрислошарных различий с большим усилением СК в ЗМА по сравнению с СМА (как в ЛП, так и в ПП) верна, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами вербального стимульного материала* (конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы), при выполнении когнитивного задания с

разными вариантами невербального стимульного материала, при выполнении когнитивного задания с вербальными стимулами (конкретные существительные) в одномодальных и кроссмодальных условиях ($p < 0,05$) (Таблица 5 Приложения 3). Исключение составляет отсутствие достоверных различий в усилении СК между СМА и ЗМА в ЛП при запоминании и узнавании абстрактных существительных ($p = 0,123$), фотографий лиц с положительными эмоциями ($p = 0,168$), фотографий лиц с отрицательными эмоциями ($p = 0,202$) (Таблица 5 Приложения 3).

4.2.3. Межполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с сосудистыми поражениями левого полушария

Результаты межполушарных различий в усилении СК при использовании когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами представлены в таблице 8. Согласно полученным данным выполнение когнитивных заданий с вербальным стимульным материалом сопровождалось большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению с СК в артериях ПП; выполнение заданий с невербальными стимулами – большим усилением СК в артериях ПП по сравнению с аналогичным показателем в ЛП. Различия в усилении СК (как в СМА, так и в ЗМА) при выполнении когнитивных заданий со всеми вариантами стимулов являются статистически достоверными ($p < 0,01$) (Таблица 8 Приложения 3).

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ПП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами вербального стимульного материала* (конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы) ($p < 0,01$) (Таблица 8 Приложения 3).

Таблица 8. Средние значения усиления СК (%) при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами по сравнению с состоянием покоя у больных с сосудистыми поражениями ЛП

	Вид стимулов	Вид когнитивного задания	Вариант стимульного материала	СМА		ЗМА	
				ЛП	ПП	ЛП	ПП
Больные с сосудистыми поражениями ЛП	вербальные стимулы	запоминание и узнавание	конкретные существительные	12,73	7,59	20,20	8,76
			абстрактные существительные	11,53	7,53	18,38	7,97
			глаголы	11,58	7,45	19,00	7,78
			конкретные существительные "слух-слух"	12,73	7,59	20,20	8,76
			предметные изображения "зрение-зрение"	9,28	5,96	16,03	6,97
			конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"	11,44	7,09	18,42	8,22
			предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"	10,37	6,95	17,28	7,79
	невербальные стимулы	Сравнение	фотографии лиц с положительными эмоциями	5,70	16,07	9,86	23,98
			фотографии лиц с отрицательными эмоциями	6,17	17,67	10,10	25,36

Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ЛП, чем ПП (для СМА и ЗМА) в переработке вербального стимульного материала (см. таблицу 9). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,490$) и ЗМА ($p=0,581$), не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 10 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был

наибольшим при запоминании и узнавании глаголов для ЗМА в пользу ЛП и равнялся 2,44 (см. таблицу 9).

Таблица 9. Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами (К) у больных с сосудистыми поражениями ЛП

Больные с сосудистыми поражениями ЛП	Вид стимулов	Вид когнитивного задания	Вариант стимульного материала	СМА	ЗМА
	вербальные стимулы, К		запоминание и узнавание	конкретные существительные	1,68
абстрактные существительные				1,53	2,34
Глаголы				1,55	2,44
конкретные существительные "слух-слух"				1,68	2,31
предметные изображения "зрение-зрение"				1,56	2,30
конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"				1,61	2,24
предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"				1,49	2,22
невербальные стимулы, К		Сравнение	фотографии лиц с положительными эмоциями	2,82	2,43
			фотографии лиц с отрицательными эмоциями	2,86	2,51

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ПП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ЛП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами невербального стимульного материала* ($p < 0,01$) (Таблица 8 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ПП, чем ЛП (для СМА и ЗМА)

в переработке невербального стимульного материала (см. таблицу 9). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,928$) и ЗМА ($p=0,887$), не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 10 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при сравнении фотографий лиц с отрицательными эмоциями для СМА в пользу ЛП и равнялся 2,86 (см. таблицу 9).

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ПП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с вербальными стимулами (конкретные существительные) в *одномодальных и кроссмодальных условиях* ($p<0,01$) (Таблица 8 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ЛП, чем ПП (для СМА и ЗМА) в переработке конкретных существительных в *одномодальных и кроссмодальных условиях* (см. таблицу 9). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,411$) и ЗМА ($p=0,867$) в *одномодальных условиях* не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 10 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при предъявлении «слух-слух» для ЗМА в пользу ЛП и равнялся 2,31 (см. таблицу 9). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,514$) и ЗМА ($p=0,884$) в *кроссмодальных условиях* не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 10 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при предъявлении «слух-зрение» для ЗМА в пользу ЛП и равнялся 2,24 (см. таблицу 9).

Суммарные сравнительные коэффициенты усиления СК ($K_{\text{сумм}}$) для вербального материала и для невербального материала представлены на рисунке 3. Согласно полученным данным величина суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для невербального материала больше величины суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для вербального материала ($p < 0,01$) (Таблица 17 Приложения 3).

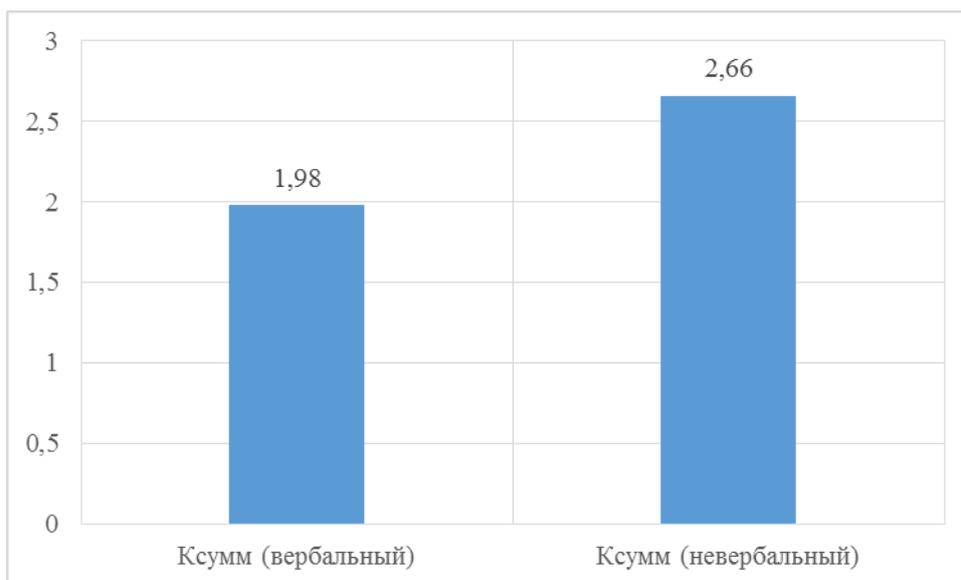


Рисунок 3. Суммарные сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с сосудистыми поражениями ЛП (различие значимо при $p < 0,01$)

4.2.4. Внутриполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с сосудистыми поражениями левого полушария

Проведена оценка достоверности различий влияния варианта стимульного материала на усиление СК в артериях обоих полушарий. При выполнении заданий с разными вариантами вербального и невербального стимульного материала, а также модальностями предъявления вербального стимульного материала в большинстве случаев не было выявлено такого стимульного материала, который максимально влиял на усиление СК в СМА ЛП, СМА

ПП, ЗМА ЛП, ЗМА ПП, о чем свидетельствуют результаты дисперсионного анализа (Таблица 9 Приложения 3). Исключение составило выполнение заданий с конкретными существительными в *одномодальных условиях*. Было выявлено достоверно большее усиление СК в СМА ЛП при запоминании и узнавании в условиях предъявления «слух-слух», чем «зрение-зрение» ($p=0,028$) (Таблица 9 Приложения 3).

Результаты внутрислоушарных различий усиления СК при использовании когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами представлены в таблице 8. Согласно полученным данным, выполнение когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом сопровождалось большим усилением СК в ЗМА по сравнению с СМА (как в ЛП, так и в ПП). Различия в усилении СК при выполнении когнитивных заданий для большинства вариантов стимулов являются статистически достоверными ($p<0,05$) (Таблица 8 Приложения 3). Достоверность внутрислоушарных различий с большим усилением СК в ЗМА по сравнению с СМА (как в ЛП, так и в ПП) верна, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами вербального стимульного материала* (конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы), при выполнении когнитивного задания *разными вариантами невербального стимульного материала*, при выполнении когнитивного задания с вербальными стимулами (конкретные существительные) в *одномодальных и кроссмодальных условиях* ($p<0,05$) (Таблица 8 Приложения 3). Исключение составляет отсутствие достоверных различий в усилении СК между СМА и ЗМА в ПП при запоминании и узнавании конкретных существительных в *одномодальных и кроссмодальных условиях*, абстрактных существительных и глаголов (Таблица 8 Приложения 3).

При исследовании больных с сосудистыми поражениями ПП и ЛП показано:

— имеет место достоверно большее усиление СК (как в СМА, так и в ЗМА) в артериях ЛП по сравнению с аналогичными показателями в ПП при выполнении всех вариантов когнитивных заданий с вербальным стимульным материалом (в том числе в одномодальных и кроссмодальных условиях предъявления) и достоверно большее усиление СК в артериях ПП по сравнению с аналогичными показателями в ЛП при выполнении всех вариантов заданий с невербальным стимульным материалом;

— имеет место достоверно большее усиление СК в ЗМА по сравнению с СМА как в ЛП, так и в ПП при выполнении большинства когнитивных заданий с вербальным (в том числе в одномодальных и кроссмодальных условиях предъявления) и невербальным стимульным материалом.

4.3. Результаты обследования больных с односторонними опухолевыми поражениями мозга

4.3.1. Межполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с опухолевыми поражениями правого полушария

Результаты межполушарных различий в усилении СК при использовании когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами представлены в таблице 10. Согласно полученным данным выполнение когнитивных заданий с вербальным стимульным материалом сопровождалось большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению со СК в артериях ПП; выполнение заданий с невербальными стимулами – большим усилением СК в артериях ПП по сравнению с аналогичным показателем в ЛП. Различия в усилении СК (как в СМА, так и в ЗМА) при выполнении когнитивных заданий со всеми вариантами стимулов являются статистически достоверными ($p < 0,01$) (Таблица 11 Приложения 3).

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ПП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ЛП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами невербального стимульного*

Таблица 10. Средние значения усиления СК (%) при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами по сравнению с состоянием покоя у больных с опухолевыми поражениями ПП

	Вид стимулов	Вид когнитивного задания	Вариант стимульного материала	СМА		ЗМА	
				ЛП	ПП	ЛП	ПП
Больные с опухолевыми поражениями ПП	вербальные стимулы	запоминание и узнавание	конкретные существительные "слух-слух"	16,02	9,53	21,41	14,50
			предметные изображения "зрение-зрение"	15,05	8,16	20,21	12,71
			конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"	15,78	10,50	21,40	14,50
			предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"	16,36	9,31	21,95	13,08
	невербальные стимулы	Сравнение	фотографии лиц с положительными эмоциями	10,08	19,43	11,21	21,60
			фотографии лиц с отрицательными эмоциями	14,14	30,20	15,32	31,05

материала ($p < 0,01$) (Таблица 11 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ПП, чем ЛП (для СМА и ЗМА) в переработке невербального стимульного материала (см. таблицу 11). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p = 0,750$) и ЗМА ($p = 0,707$), не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 13 Приложения 3).

Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при сравнении фотографий лиц с отрицательными эмоциями для СМА в пользу ЛП и равнялся 2,14 (см. таблицу 11).

Таблица 11. Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами (К) у больных с опухолевыми поражениями ЛП

Больные с опухолевыми поражениями ЛП	Вид стимулов	Вид когнитивного задания	Вариант стимульного материала	СМА	ЗМА
	вербальные стимулы, К		запоминание и узнавание	конкретные существительные "слух-слух"	1,68
предметные изображения "зрение-зрение"				1,84	1,59
конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"				1,50	1,48
предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"				1,76	1,68
невербальные стимулы, К		Сравнение	фотографии лиц с положительными эмоциями	1,93	1,93
			фотографии лиц с отрицательными эмоциями	2,14	2,03

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ЛП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с вербальными стимулами (конкретные существительные) в *одномодальных и кроссмодальных условиях* ($p < 0,01$) (Таблица 11 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ЛП, чем ЛП (для СМА и ЗМА) в переработке конкретных существительных в одномодальных и кроссмодальных условиях (см. таблицу 11). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,396$) и ЗМА ($p=0,452$) в

одномодалых условиях не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 13 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при предъявлении «зрение-зрение» для СМА в пользу ЛП и равнялся 1,84 (см. таблицу 11). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,385$) и ЗМА ($p=0,379$) в *кроссмодалых условиях* не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 13 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при предъявлении «зрение-слух» для СМА в пользу ЛП и равнялся 1,76 (см. таблицу 11).

Суммарные сравнительные коэффициенты усиления СК ($K_{\text{сумм}}$) для вербального материала и для невербального материала представлены на рисунке 4. Согласно полученным данным величина суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для невербального материала больше величины суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для вербального материала ($p<0,05$) (Таблица 17 Приложения 3).

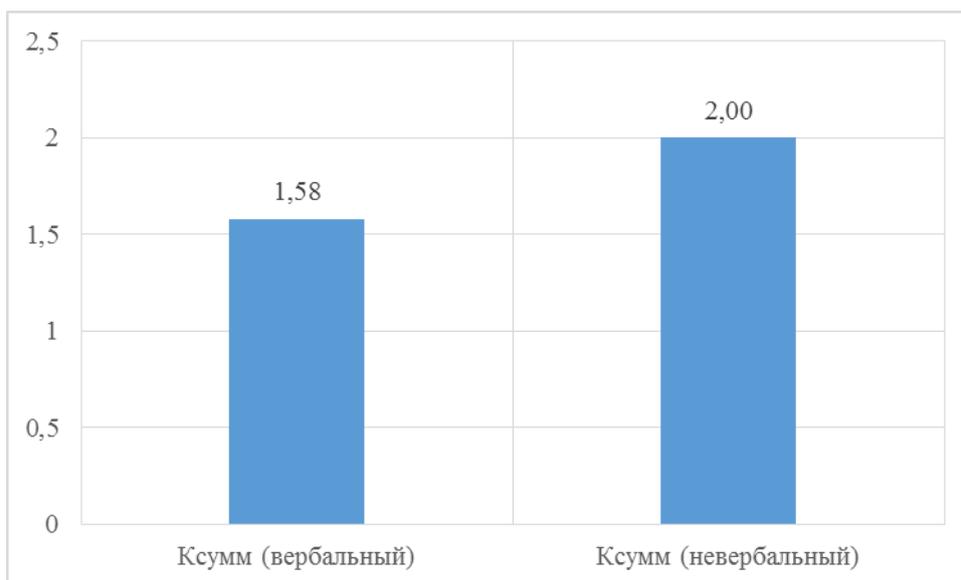


Рисунок 4. Суммарные сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с опухолевыми поражениями ПП (различие значимо при $p<0,05$)

4.3.2. Внутрислошарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с опухолевыми поражениями правого полушария

Проведена оценка достоверности различий влияния варианта стимульного материала на усиление СК в артериях обоих полушарий. При выполнении заданий с вербальным стимульным материалом (конкретные существительные в одномодальных и кроссмодальных условиях) и невербальным стимульным материалом не было выявлено такого стимульного материала, который максимально влиял на усиление СК в СМА ЛП, СМА ПП, ЗМА ЛП, ЗМА ПП, о чем свидетельствуют результаты дисперсионного анализа (Таблица 12 Приложения 3).

Результаты внутрислошарных различий усиления СК при использовании когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами представлены в таблице 10. Согласно полученным данным, выполнение когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом сопровождалось большим усилением СК в ЗМА по сравнению с СМА (как в ЛП, так и в ПП). Различия в усилении СК при выполнении когнитивных заданий для большинства вариантов стимулов являются статистически достоверными ($p < 0,05$) (Таблица 11 Приложения 3). Достоверность внутрислошарных различий с большим усилением СК в ЗМА по сравнению с СМА (как в ЛП, так и в ПП) верна, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами невербального стимульного материала*, при выполнении когнитивного задания с вербальными стимулами (конкретные существительные) в *одномодальных и кроссмодальных условиях* ($p < 0,05$) (Таблица 11 Приложения 3). Исключение составляет отсутствие достоверных различий в усилении СК между СМА и ЗМА в ЛП при запоминании и узнавании конкретных существительных в одномодальных условиях «зрение-зрение» (Таблица 11 Приложения 3).

4.3.3. Межполушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с опухолевыми поражениями левого полушария

Результаты межполушарных различий в усилении СК при использовании когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами представлены в таблице 12. Согласно полученным данным выполнение когнитивных заданий с вербальным стимульным материалом сопровождалось большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению с СК в артериях ПП; выполнение заданий с невербальными стимулами – большим усилением СК в артериях ПП по сравнению с аналогичным показателем в ЛП. Различия в усилении СК (как в СМА, так и в ЗМА) при выполнении когнитивных заданий со всеми вариантами стимулов являются статистически достоверными ($p < 0,05$) (Таблица 14 Приложения 3).

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ПП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ЛП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с *разными вариантами невербального стимульного материала* ($p < 0,05$) (Таблица 14 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ПП, чем ЛП (для СМА и ЗМА) в переработке невербального стимульного материала (см. таблицу 13). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p = 0,859$) и ЗМА ($p = 0,447$), не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 16 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при сравнении фотографий лиц с отрицательными эмоциями для ЗМА в пользу ПП и равнялся 2,09 (см. таблицу 13).

Таблица 12. Средние значения усиления СК (%) при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами по сравнению с состоянием покоя у больных с опухолевыми поражениями ЛП

Больные с опухолевыми поражениями ЛП	Вид стимулов	Вид когнитивного задания	Вариант стимульного материала	СМА		ЗМА	
				ЛП	ПП	ЛП	ПП
вербальные стимулы		запоминание и узнавание	конкретные существительные "слух-слух"	16,33	9,93	20,80	14,94
			предметные изображения "зрение-зрение"	14,88	8,10	20,65	12,28
			конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"	16,27	9,32	22,37	12,50
			предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"	15,68	8,14	21,62	12,46
невербальные стимулы		Сравнение	фотографии лиц с положительными эмоциями	10,61	17,43	14,31	26,79
			фотографии лиц с отрицательными эмоциями	11,32	19,41	14,38	30,64

Межполушарные различия с большим усилением СК в артериях ЛП по сравнению с аналогичным показателем в артериях ПП (для СМА и ЗМА) являются статистически достоверными, в том числе, при выполнении когнитивного задания с вербальными стимулами (конкретные существительные) в *одномодальных и кроссмодальных условиях* ($p < 0,01$) (Таблица 14 Приложения 3). Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении указанных вариантов заданий – К, также свидетельствуют о большей активности ЛП, чем ПП (для СМА и ЗМА) в переработке конкретных существительных в *одномодальных и кроссмодальных условиях* (см. таблицу 13). При оценке достоверности различий К между разными

Таблица 13. Сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами (К) у больных с опухолевыми поражениями ЛП

Больные с опухолевыми поражениями ЛП	Вид стимулов	Вид когнитивного задания	Вариант стимульного материала	СМА	ЗМА
	вербальные стимулы, К		запоминание и узнавание	конкретные существительные "слух-слух"	1,64
предметные изображения "зрение-зрение"				1,84	1,68
конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"				1,75	1,82
предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"				1,93	1,74
невербальные стимулы, К		Сравнение	фотографии лиц с положительными эмоциями	1,64	1,87
			фотографии лиц с отрицательными эмоциями	1,71	2,09

вариантами вербальных стимулов в СМА и ЗМА в *одномодальных условиях* было выявлено, что К был достоверно максимальным в ЗМА при предъявлении в условии «зрение-зрение» (Таблица 16 Приложения 3). При оценке достоверности различий К между разными вариантами вербальных стимулов в СМА ($p=0,581$) и ЗМА ($p=0,631$) в *кроссмодальных условиях* не было выявлено максимально эффективного стимульного материала (Таблица 16 Приложения 3). Качественный анализ различий показал, что К был наибольшим при предъявлении «зрение-слух» для СМА в пользу ЛП и равнялся 1,93 (см. таблицу 13).

Суммарные сравнительные коэффициенты усиления СК ($K_{\text{сумм}}$) для вербального материала и для невербального материала представлены на рисунке 5. Согласно полученным данным величина суммарного

сравнительного коэффициента усиления СК для невербального материала больше величины суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для вербального материала ($p < 0,01$) (Таблица 17 Приложения 3).

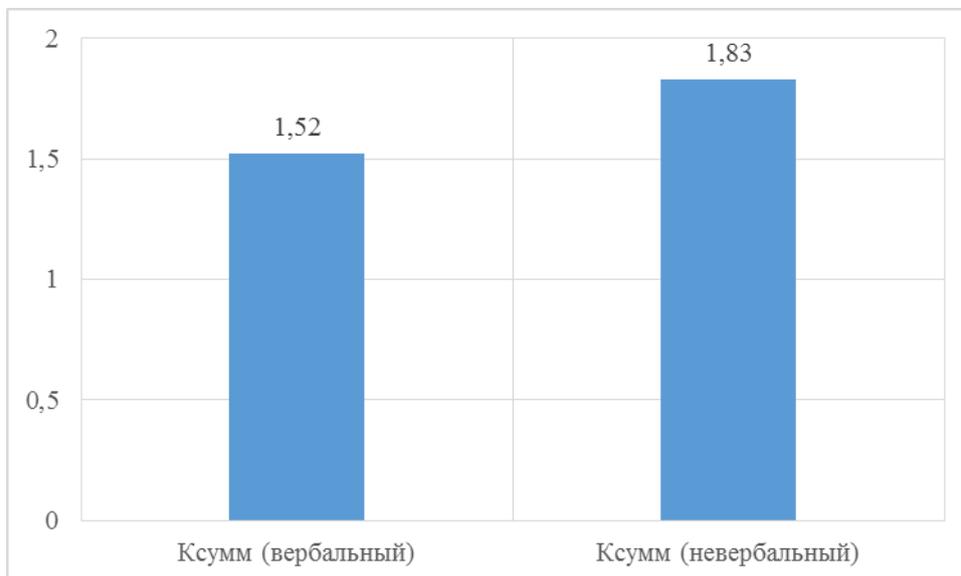


Рисунок 5. Суммарные сравнительные коэффициенты усиления СК, отражающие степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с опухолевыми поражениями ЛП (различие значимо при $p < 0,05$)

4.3.4. Внутрислоушарные различия при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у больных с опухолевыми поражениями левого полушария

Проведена оценка достоверности различий влияния варианта стимульного материала на усиление СК в артериях обоих полушарий. При выполнении заданий с вербальным стимульным материалом (конкретные существительные в одномодальных и кроссмодальных условиях) и невербальным стимульным материалом не было выявлено такого стимульного материала, который максимально влиял на усиление СК в СМА ЛП, СМА ПП, ЗМА ЛП, ЗМА ПП, о чем свидетельствуют результаты дисперсионного анализа (Таблица 15 Приложения 3).

Результаты внутрислоушарных различий усиления СК при использовании когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами представлены в таблице 12. Согласно полученным данным, выполнение когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом сопровождалось большим усилением СК в ЗМА по сравнению с СМА (как в ЛП, так и в ПП). Различия в усилении СК при выполнении когнитивных заданий для большинства вариантов стимулов являются статистически достоверными ($p < 0,05$) (Таблица 14 Приложения 3). Достоверность внутрислоушарных различий с большим усилением СК в ЗМА по сравнению с СМА (как в ЛП, так и в ПП) верна, в том числе, при выполнении когнитивного задания *разными вариантами невербального стимульного материала*, при выполнении когнитивного задания с вербальными стимулами (конкретные существительные) в *одноmodalных и кроссmodalных условиях* ($p < 0,05$) (Таблица 14 Приложения 3). Исключение составляет отсутствие достоверных различий в усилении СК между СМА и ЗМА в ЛП при запоминании и узнавании конкретных существительных в одноmodalных условиях «зрение-зрение» и между СМА и ЗМА в ПП при запоминании и узнавании конкретных существительных в одноmodalных условиях «слух-слух» (Таблица 14 Приложения 3).

При исследовании больных с опухолевыми поражениями ПП и ЛП показано:

— имеет место достоверно большее усиление СК (как в СМА, так и в ЗМА) в артериях ЛП по сравнению с аналогичными показателями в ПП при выполнении когнитивных заданий с вербальным стимульным материалом в одноmodalных и кроссmodalных условиях предъявления и достоверно большее усиление СК в артериях ПП по сравнению с аналогичными показателями в ЛП при выполнении всех вариантов заданий с невербальным стимульным материалом;

— имеет место достоверно большее усиление СК в ЗМА по сравнению с СМА как в ЛП, так и в ПП при выполнении большинства когнитивных заданий с вербальным (в одномодальных и кроссмодальных условиях предъявления) и невербальным стимульным материалом.

4.4. Результаты, полученные методом доплерографии и дихотического прослушивания, для оценки доминантности полушарий по речи

Показатели усиления скорости кровотока каждого участника исследования (здоровые, больные с односторонними сосудистыми поражениями ПП, больные с односторонними сосудистыми поражениями ЛП, больные с односторонними опухолевыми поражениями ПП, больные с односторонними опухолевыми поражениями ЛП), которые указывают на большую активность ЛП при выполнении заданий с вербальным стимульным материалом, соотносились с показателями $K_{пу}$ этих же участников, полученными с помощью метода дихотического прослушивания. В качестве примера приведены результаты усиления скорости кровотока каждого здорового участника (Таблица 1 Приложения 4). Значения $K_{пу}$ для всех групп участников исследования представлены в таблице 14. Значения $K_{пу}$ были положительными у большей части здоровых участников и больных с односторонними поражениями мозга, что указывает на доминантность ЛП по речи. В группе здоровых участников результаты $K_{пу}$ трех человек из двадцати ($K_{пу} = -5\%$, -4% , 0%) и в группе больных с опухолевыми поражениями ЛП $K_{пу}$ одного из девятнадцати пациентов ($K_{пу} = -8\%$) свидетельствуют об отсутствии выраженного преобладания какого-либо из полушарий по речи.

Таблица 14. $K_{пу}$ (%) по дихотическому прослушиванию участников исследования

№ участника в каждой группе	Группы участников исследования				
	здоровые участники	больные с сосудистыми поражениями ПП	больные с сосудистыми поражениями ЛП	больные с опухолевыми поражениями ПП	больные с опухолевыми поражениями ЛП
1	40	14	25	4	-8
2	14	89	40	40	81
3	12	18	38	100	50
4	-4	91	84	22	70
5	15	3	28	100	94
6	38	38	32	100	24
7	35	56	57	44	27
8	12	41	44	48	5
9	64	38	24	20	28
10	53	72	33	27	40
11	17			17	21
12	10			27	37
13	-5			24	47
14	77			56	28
15	55			29	30
16	7			46	26
17	19			37	23
18	29			53	46
19	21			40	36
20	0			48	
21				35	

В то же время, по показателям усиления скорости кровотока при выполнении когнитивного задания с вербальным стимульным материалом у этих участников наблюдалась такая же закономерность, что и у других участников с положительными $K_{пу}$ (Таблица 2 Приложения 4).

Зависимость соотношений между степенью усиления СК при выполнении задания с вербальными стимулами (конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы) и выраженностью показателей $K_{пу}$ была выявлена в группе больных с сосудистыми поражениями ЛП с

использованием корреляционного анализа (Таблица 18 Приложения 3). Минимальные значения усиления СК в СМА ЛП при запоминании и узнавании конкретных и абстрактных существительных и глаголов соответствовали минимальным значениям $K_{пу}$, более выраженные показатели усиления СК в СМА ЛП – более высокими значениями $K_{пу}$ в целом по группе. Такие же корреляции между степенью усиления СК в СМА ЛП при запоминании и узнавании конкретных существительных в одномодальных и кроссмодальных условиях и выраженностью показателей $K_{пу}$ были выявлены в группах больных с поражениями ЛП опухолевого и сосудистого происхождения. В группе больных с сосудистыми поражениями ЛП это наблюдалось при сопоставлении показателей усиления СК в СМА ЛП при выполнении задания в одно – и кроссмодальных условиях «слух-слух», «зрение-зрение», «слух-зрение» и «зрение-слух» и показателей $K_{пу}$. Для группы больных с опухолевыми поражениями ЛП - при сопоставлении показателей усиления СК в СМА ЛП при выполнении в условиях «зрение-зрение» и «слух-зрение» и показателей $K_{пу}$ (Таблица 18 Приложения 3).

Глава 5. Обсуждение полученных результатов

В проведенном исследовании был получен ряд закономерностей усиления СК в артериях ЛП и ПП с применением метода ТКДГ при выполнении когнитивных заданий у больных с односторонними поражениями мозга и у здоровых участников. Выявлены определенные тенденции в показателях усиления СК, свидетельствующие о наличии межполушарных и внутриполушарных различий, связанных с большей активностью ЛП или ПП, а также тех или иных структур головного мозга (входящих в бассейн СМА и ЗМА) при выполнении когнитивных заданий с разными вариантами вербальных и невербальных стимулов.

Для оценки изменений СК, отражающего степень активности отделов мозга, находящихся в бассейнах СМА и ЗМА и участвующих в переработке информации при выполнении когнитивных заданий, были использованы два разных способа вычисления показателей. Первый из них состоял в подсчете изменения СК относительно состояния покоя и выражался в процентах – $[(СКк - СКп) \div СКп] \times 100\%$. Второй из них – сравнительный коэффициент усиления СК, отражающий степень преобладания активности ведущего полушария (К), для вербального стимульного материала $K = [\text{среднее значение усиления СКк ЛП} \div \text{среднее значение усиления СКк ПП}]$ и для невербального стимульного материала $K = [\text{среднее значение усиления СКк ПП} \div \text{среднее значение усиления СКк ЛП}]$.

Оценка динамики взаимодействия полушарий по показателям усиления СК при выполнении когнитивных заданий показала следующее. Анализ данных, полученных при обследовании группы здоровых участников с использованием первого варианта оценки, показывает, несмотря на отсутствие статистических различий, качественный анализ выраженных

тенденций позволяет предположить, что при выполнении заданий с вербальными стимулами наибольшие усиления СК наблюдаются в ЗМА ЛП (по сравнению с другими артериями) при запоминании и узнавании конкретных существительных (по сравнению с абстрактными существительными и глаголами) (см. таблицу 4). Можно отметить, что полученные результаты соответствуют данным фМРТ исследования, в котором отмечается активность нижних теменных областей при запоминании и узнавании конкретных существительных (Fiebach et al., 2003), поскольку в зону кровоснабжения ЗМА входит и теменная область. Наибольшее среднее значение усиления СК в СМА ЛП также наблюдается при запоминании и узнавании конкретных существительных (см. таблицу 4). СМА в отличие от ЗМА участвует в кровоснабжении более широких областей коры, таких как височные, теменные, наружная и внутренняя поверхность лобных долей. Показатели усиления СК в СМА указывают на активацию упомянутых структур и могут быть сопоставлены с данными фМРТ исследований, в которых переработка конкретных существительных ставилась в зависимость от активности премоторной, префронтальной (Fiebach et al., 2003), левой височной и левой лобной областей (Tyler et al., 2001; Rodriguez-Ferreiro et al., 2010).

Качественный анализ тенденций усиления СК показывает на неравнозначную вовлеченность ПП в зависимости от вариантов стимулов в выполнении когнитивного задания с разными вариантами вербального стимульного материала. Большую активность ПП по данным усиления СК в СМА ПП в переработке конкретных существительных, чем в переработке абстрактных существительных и глаголов можно связать с особенностями их запоминания и узнавания. Запоминание конкретных существительных может опираться не только на значение слова, но и на образ предмета, который это слово обозначает. В то же время такой закономерности в усилении СК не было выявлено при анализе результатов по усилению СК в ЗМА ПП при

выполнении когнитивного задания с другими вариантами вербальных стимулов, такими как абстрактные существительные и глаголы. Отсутствие менее выраженного усиления СК при запоминании и узнавании абстрактных существительных и глаголов можно связать с особенностями стимульного материала. Одним из условий выбора слов для исследования было примерно одинаковая их частотность употребления в русском языке, все стимулы были высокочастотными. Образ предмета, скрывающийся за символическим обозначением слова, возможно, было легче представить участнику эксперимента в случае, если слово не носило малоупотребительный характер. Этот факт отразился в отсутствии закономерностей усиления СК в ЗМА ПП при выполнении когнитивного задания с разными вариантами вербального стимульного материала. То есть, усиление СК в ЗМА ПП носило примерно одинаковый характер для всех вариантов вербальных стимулов, что также подтверждается отсутствием статистических достоверных различий.

Оценка динамики взаимодействия по показателю соотношения активности полушарий выявила следующее. При использовании второго варианта оценки, результаты качественного анализа указывают, что К был наибольшим в случае запоминания и узнавания глаголов в СМА (см. таблицу 5). Полученный результат может свидетельствовать о более выраженной активности ЛП по сравнению с ПП или, наоборот, о наименее выраженной активности ПП при переработке этого вида материала. Установленная закономерность указывает на возможно большее участие левой лобной области при переработке глаголов, что коррелируется с результатами ранее опубликованных работ с использованием фМРТ (Ахутина и др., 2012; Tyler et al., 2001; McCrae et al., 2005; Rodriguez-Ferreiro et al., 2010). В то же время среднее значение усиления СК (первый вариант оценки) при переработке этого вида стимулов было меньше показателей, полученных при запоминании и узнавании конкретных существительных.

Оценка активности полушарий при выполнении заданий с невербальными

стимулами с помощью двух способов, описанных выше, указывает, что наиболее эффективным когнитивным заданием с невербальным стимульным материалом оказалось сравнение фотографий лиц с отрицательными эмоциями. Об этом свидетельствуют данные усиления СК в ЗМА ПП и К по показателям усиления СК для ЗМА, которые в этом случае оказались максимальными (см. таблицы 4 и 5). Поэтому, наибольшую активность при выполнении указанного задания можно связать с задними отделами ПП. Полученный результат находится в соответствии с результатами отечественной школы (Кок, 1967; Лурия, 1969; Доброхотова, 1974), а также данными ТКДГ (Njemanze, 2004) и психофизиологических (Tamietto et al., 2007; Mercure et al., 2008; Abbot et al., 2014) исследований. Использование других вариантов невербального стимульного материала за исключением фотографий лиц с отрицательными эмоциями также сопровождалось большим усилением СК в сосудах ПП, преимущественно в ЗМА. Активность ПП при сравнении фотографий лиц, сравнении фотографий лиц с положительными эмоциями, в целом подтверждают данные, полученные в других исследованиях (Балонов и др., 1976; Гусева, 1995; Njemanze, 1992; Troisi et al., 1999). При выполнении задания на запоминание и узнавание трудновербализуемых рисунков и матриц, где необходимо участие также и зрительно-пространственного компонента в реализации этого процесса, наиболее активным также оказалось ПП по данным усиления СК в ЗМА ПП. Аналогичные результаты, связанные с большей активностью ПП при выполнении пространственных заданий, были получены в ряде ТКДГ-исследований (Whitehouse et al., 2009; Bracco et al., 2011; Bleton et al., 2016).

Анализ результатов, полученных при выполнении когнитивного задания на запоминание и узнавание конкретных существительных в одномодальных и кроссмодальных условиях, позволяет утверждать, что сохраняется большее усиление СК в сосудах ЛП и менее выраженное усиление СК в сосудах ПП. При выполнении задания в одномодальных условиях наиболее эффективным

по средним значениям усиления СК явилось предъявление в условиях «зрение-зрение», при этом максимальное усиление СК наблюдалось в ЗМА ЛП, К тоже был наибольшим для ЗМА. При выполнении задания в кроссmodalных условиях наиболее эффективным по средним значениям усиления СК видом явилось запоминание и узнавание в условиях «зрение-слух».

Разные способы оценки активности полушарий не указывают на возможную вовлеченность одинаковых областей головного мозга в процесс переработки информации. Максимальное усиление СК наблюдалось в ЗМА ЛП, однако К был больше для СМА (см. таблицы 4 и 5). Среди всех вариантов предъявления стимульного материала (одноmodalных и кроссmodalных) максимальные различия между полушариями выявлены при запоминании и узнавании в условиях «зрение-слух» по данным средних значений усиления СК. Вместе с этим установлено, что ПП принимает больше участие при выполнении заданий в условиях «зрение-слух», что соотносится с предположением о первичной переработке слуховой и зрительной информации структурами ПП (Долгополова, 1990). Полученные результаты можно поставить в соответствие с результатами других исследований о ведущей роли ЛП в процессах узнавания кроссmodalных вербальных стимулов (Долгополова, 1990; Москаленко, 2014), а также активным участием префронтальных и височных медиобазальных областей коры головного мозга (Lehmann, 2005). Относительно лучшее запоминание кроссmodalного материала по сравнению с одноmodalным (Shams, 2008) можно соотнести с тем, что процесс кроссmodalного запоминания требует больших усилий и этот факт отражается в показателях усиления СК.

Оба способа оценки активности полушарий применяются в зависимости от ситуации, в которой тот или иной способ будет наиболее эффективным. В случае, если обсуждается активность определенного полушария, то использование способа по усилению СК при выполнении когнитивного

задания относительно состояния покоя является наиболее показательным. Если обсуждается соотношение активности двух полушарий при выполнении когнитивного задания, то использование сравнительного коэффициента усиления СК оказывается предпочтительным. Анализ литературных данных свидетельствует, что в качестве индикатора активности полушарий значительно чаще используют способ оценки усиления СК в процентах относительно состояния покоя (Сайгутина, 2000; Vingerhoets et al., 1999; Lupo et al., 2015). Для интерпретации данных, полученных в группах больных с локальными поражениями мозга, использовались оба способа оценки усиления СК, отражающих активность полушарий.

Группам больных с опухолевой и сосудистой патологией головного мозга среди когнитивных заданий с вербальными стимулами требовалось выполнить задание на запоминание и узнавание конкретных существительных в одномодальных и кроссмодальных условиях предъявления. Среди когнитивных заданий с невербальными стимулами требовалось выполнить задание на сравнение фотографий лиц с положительными эмоциями и на сравнение фотографий лиц с отрицательными эмоциями. В то же время для решения вопросов, связанных с возможностью использования метода ТКДГ для определения доминантного по речи полушария, группе больных с сосудистой патологией также предъявлялись и задания с остальными вариантами вербального стимульного материала (абстрактные существительные и глаголы).

Качественный анализ выявленных тенденций показал, что при выполнении когнитивного задания с разными вариантами вербального стимульного материала в группах больных с сосудистыми поражениями ПП и ЛП согласно усилению СК относительно состояния покоя наиболее эффективным оказалось запоминание и узнавание конкретных существительных, которое сопровождается большим усилением СК в ЗМА ЛП (см. таблицы 6 и 8). Это соотносится с данными, полученными на

здоровых. В то же время оценка с использованием коэффициента активности К, указывает на максимальные различия между ЛП и ПП при использовании разных вариантов вербальных стимулов. Для больных с сосудистыми и опухолевыми поражениями ПП максимальные показатели К отмечаются для СМА с большим усилением СК в ЛП при запоминании и узнавании конкретных существительных (см. таблицы 7 и 11), что предполагает более активное участие сохранного ЛП в переработке указанного варианта стимулов. Это коррелирует с аналогичными результатами фМРТ-исследований, в которых у здоровых обнаружена активность левой лобной области в переработке конкретных существительных (Tyler et al., 2001; Rodriguez-Ferreiro et al., 2010). Средние значения сравнительного коэффициента усиления СК, отражающего степень преобладания активности ведущего полушария (К), в группе больных с сосудистыми поражениями ЛП указывает на максимальные различия между полушариями при запоминании и узнавании глаголов для ЗМА с большим усилением СК в ЗМА ЛП (см. таблицу 9). Это не в полной мере соотносится с данными, полученными при обследовании здоровых участников, у которых задание с глаголами оказалось также более предпочтительной нагрузкой согласно значению К. Однако наибольшие межполушарные различия усиления СК отмечены для СМА с большим преобладанием СК в ЛП. Полученные результаты могут быть связаны с тем, что поражение ЛП в группе отмечалось преимущественно в лобных отделах. Возможно, в переработке информации большее компенсаторное участие начали принимать сохраненные задние отделы, что проявилось в максимальных различиях значений усиления СК в ЗМА.

Выполнение когнитивного задания с невербальным стимульным материалом (сравнение фотографий лиц с положительными и отрицательными эмоциями) по усилению СК относительно состояния покоя указывает, что во всех группах больных наиболее эффективным оказалось

сравнение фотографий лиц с отрицательными эмоциями по максимальному усилению СК в ЗМА ПП (см. таблицы 6, 8, 10, 12). По показателю соотношения активности полушарий (К) также выявлено предпочтение этого варианта стимулов, однако межполушарные различия проявились неодинаково для СМА и ЗМА. У больных с сосудистыми поражениями ПП и опухолевыми поражениями ЛП они были максимально выражены для ЗМА (см. таблицы 7 и 13), у больных с сосудистыми поражениями ЛП и опухолевыми поражениями ПП – для СМА с преобладанием усиления СК во всех случаях в сосудах ПП (см. таблицы 9 и 11).

При выполнении когнитивного задания с вербальными стимулами в одноmodalных и кроссmodalных условиях предъявления, разные способы оценки изменения СК, отражающие активность полушарий, во всех группах больных не позволили сделать единый вывод о наиболее эффективной modalности предъявления стимульного материала. Результаты подробно представлены в главе 4. Можно предположить, что modalность стимульного материала является еще менее устойчивой характеристикой, влияющей на изменения показателей СК в определении функциональной специализации полушарий и их взаимодействия в обеспечении психических функций.

В целом, анализируя результаты, можно отметить, что первый способ оценки, который базировался на изменениях СК относительно состояния покоя, всегда приводит к выявлению одинаковых вариантов вербального и невербального стимульного материала по средним значениям усиления СК у больных с односторонними поражениями мозга и здоровых.

Внутриполушарная активность при выполнении когнитивных заданий с вербальным и невербальным стимульным материалом проявлялась с разной степенью выраженности и преобладала по показателям усиления СК в ЗМА по сравнению с СМА у больных с односторонними поражениями мозга и у здоровых. Это может быть вызвано двумя причинами. С одной стороны, все варианты невербального стимульного материала и часть вербального были

предъявлены в зрительной модальности, что проявилось в большей активности затылочных и теменных отделов, кровоснабжение которых находится в зоне действия ЗМА. С другой стороны, стимулы, предъявляемые в слуховой модальности, также могли привести к большему усилению СК в ЗМА, так как ЗМА осуществляет кровоснабжение, в том числе, и височных медиобазальных отделов коры головного мозга.

Согласно полученным результатам в группе здоровых участников исследования при выполнении когнитивного задания со всеми вариантами вербальных стимулов усиление СК происходит в обоих полушариях, при этом большее усиление СК отмечается в ЛП по сравнению с аналогичными показателями в ПП. При выполнении когнитивных заданий со всеми вариантами невербальных стимулов наряду с усилением СК в обоих полушариях относительно состояния покоя, большее усиление СК выявлено в ПП по сравнению с ЛП. Это свидетельствует о специфической динамике взаимодействия двух полушарий в обеспечении переработки вербальной и невербальной информации с преобладанием активности структур ЛП при использовании вербального стимульного материала и ПП при использовании невербального стимульного материала. В то же время можно видеть вариативность этой динамики при использовании разных вариантов вербального и невербального стимульного материала. Таким образом, можно говорить об общих, базовых, а также специфических закономерностях в проявлении динамики взаимодействия двух полушарий. Полученные результаты в целом находятся в соответствии с результатами ранее проведенных исследований (Балонов и др., 1976; Корсакова, 1995; Микадзе, 2004; Андреева, 2013; Vingerhoets, 1999; Basic et al., 2003; Foel et al., 2004; Dorst et al., 2008; Schuepbach et al., 2009; Stroobant et al., 2009; Whitehouse et al., 2009; Groen et al., 2011; Bracco et al., 2011). Также они могут служить обоснованием того, что метод ТКДГ можно применять для выявления различий в функциональной специфичности полушарий при решении

определенных когнитивных задач, требующих оценки вовлеченности и степени участия каждого полушария в их совместной работе.

Для оценки соотношения активности работы двух полушарий использовались суммарные сравнительные коэффициенты усиления СК: $K_{\text{сумм}}$. $K_{\text{сумм}}$ представлял собой среднее арифметическое значений K , полученных при выполнении когнитивных заданий со всеми вариантами вербального или невербального стимульного материала. $K_{1\text{сумм}}$ и $K_{2\text{сумм}}$ для *здоровых участников* представлены на рисунке 1. Величина суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для вербального материала больше величины суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для невербального материала ($p < 0,01$). Это позволяет высказать предположение о том, что для вербального материала роль ЛП является доминирующей, ведущей. В то время как для переработки невербального материала в отношении ПП аналогичный вывод может выглядеть неоднозначным. Более правильным представляется вывод о значительном вовлечении в совместную работу двух полушарий с невыраженным преобладанием активности структур ПП при выполнении когнитивных заданий с невербальным стимульным материалом.

Анализ литературных данных показал отсутствие в открытой печати сведений, посвященных определению функциональной специализации и взаимодействию полушарий с применением метода ТКДГ у больных с локальными поражениями мозга. Поэтому, далее при обсуждении полученных нами результатов практически не удастся привлекать для этого опубликованные другими авторами материалы.

Данные динамики взаимодействия полушарий, полученные с использованием суммарных сравнительных коэффициентов при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами, указывают, что выявленные закономерности в соотношениях активности

полушарий у здоровых участников, сохраняются и у больных с сосудистыми поражениями ПП. Изменение указанной выше закономерности на противоположную наблюдается у больных с сосудистыми поражениями ЛП, опухолевыми поражениями ПП и ЛП.

Анализ полученных результатов в группе больных с *сосудистыми поражениями ПП* при сравнении с результатами здоровых участников свидетельствуют о сохранении закономерности в соотношении активности полушарий при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами (см. рисунок 2). При сравнении величин $K_{\text{сумм}}$ для вербального и для невербального материала ($p < 0,01$) видно, что при поражении ПП, функциональная активность ЛП в выполнении когнитивных заданий с вербальными стимулами сохраняет выраженный доминантный характер, при выполнении заданий с невербальными стимулами ПП преобладает в активности, но имеет тенденцию быть менее выраженным. Качественный анализ различий показал, что при поражении ПП соотношение в активности полушарий по сравнению со здоровыми участниками имеет тенденцию в сторону увеличения при выполнении вербальных заданий и уменьшения при выполнении невербальных заданий (ср. рисунок 1). Это, возможно, происходит за счет увеличения активности ЛП в переработке вербальных и снижения активности ПП в переработке вербальных и невербальных стимулов, что также отражается в показателях усиления СК (см. таблицу 6). Можно говорить о некой компенсаторной стратегии, в результате которой сохранное ЛП берет на себя часть функций поврежденного ПП при выполнении когнитивных заданий независимо от вида стимульного материала (вербального и невербального).

Полученные результаты в группе больных с *сосудистыми поражениями ЛП* при сравнении с результатами здоровых участников, свидетельствуют об изменении закономерности в соотношении активности полушарий при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными

стимулами. Это подтверждается тем, что величина суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для невербального материала больше величины суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для вербального материала (см. рисунок 3). При сравнении средних значений $K_{\text{сумм}}$ для вербального материала с результатами, полученными в группе здоровых участников, отмечается, что активность ЛП при выполнении когнитивных заданий с вербальными стимулами сохраняет ярко выраженный доминантный характер (ср. рисунок 1). В то же время выполнение когнитивных заданий с невербальными стимулами сопровождается несколько более выраженной активностью ПП при сравнении средних значений $K_{\text{сумм}}$ для невербального материала у указанных групп участников. Вероятно, в отношении переработки вербальных стимулов это происходит за счет незначительного снижения активности ЛП и более значительного снижения в активности ПП по средним значениям показателей усиления СК в группе больных по сравнению со здоровыми участниками. Анализируя рисунки 1 и 3, можно предположить, что в переработке невербальных стимулов наблюдается снижение активности ПП и значительное снижение активности пораженного ЛП по сравнению со здоровыми участниками (см. таблицу 8). Некоторое усиление СК относительно состояния покоя свидетельствует о снижении активности ЛП, однако в результате патологии при выполнении когнитивных заданий с вербальными стимулами ведущая роль ЛП сохраняется. При выполнении заданий с невербальным стимульным материалом сохранное ПП частично компенсирует функции поврежденного ЛП, что ведет к его более активной задействованности в процесс переработки информации.

Анализ полученных результатов в группе больных с *опухолевыми поражениями ПП* при сравнении с результатами здоровых участников свидетельствует об изменении в соотношении активности полушарий при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными

стимулами. Величина суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для невербального материала больше величины суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для вербального материала ($p < 0,05$) (см. рис. 4). При сравнении средних значений $K_{\text{сумм}}$ для вербального материала и для невербального материала с группой здоровых участников, можно отметить тенденцию, что ЛП остается преобладающим полушарием при выполнении задания с вербальным стимульным материалом, однако его роль в переработке невербального стимульного материала выражена значительно меньше. В то же время ПП, играющее в норме менее выраженную роль в переработке вербальной информации, в этом случае увеличивает свою активность. Можно предположить, что, при запоминании конкретных существительных наряду с речевой осуществляется и образная переработка информации, используется не только значение, но денотат. Образная стратегия переработки подтверждается и определенным возрастанием средних значений показателей усиления СК в ПП при выполнении заданий с вербальными и невербальными вариантами стимулов по сравнению с аналогичными значениями усиления СК, полученными у здоровых участников (см. таблицу 10).

Результаты, полученные в группе больных с *опухолевыми поражениями ЛП* при сравнении с результатами здоровых участников, свидетельствуют об изменении закономерности в соотношении активности полушарий при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами. Величина суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для невербального материала больше величины суммарного сравнительного коэффициента усиления СК для вербального материала ($p < 0,01$) (см. рисунок 5). Несмотря на то, что ЛП сохраняет ведущую роль в переработке вербального стимульного материала, а ПП – в переработке невербального стимульного материала, отмечается тенденция, при которой ПП принимает более активное участие, а ЛП менее активное участие в

переработке вербальной и невербальной информации по сравнению с результатами в группе здоровых. Вероятно, при запоминании конкретного существительного, образ предмета находит свое отражение в активном участии ПП при выполнении когнитивных заданий. Это соответствует также и средним значениям усиления СК, которые при выполнении задания с вербальными стимулами в ПП были выше, чем у здоровых участников (см. таблицу 12). Средние значения усиления СК указывают, что отмечается меньший вклад ЛП как второстепенного в переработку невербального вида стимульного материала по сравнению с аналогичным показателем у здоровых участников исследования. Возможно, больные с поражениями ЛП компенсаторно чаще начинают использовать образ, который скрывается за значением слова, что приводит к большему вовлечению структур ПП.

Следует отметить, что при опухолевых поражениях ПП и ЛП соотношение активности полушарий по усилению СК для невербальных стимулов становится больше, чем соотношение для вербальных стимулов (по сравнению с нормой). То есть значимое участие двух полушарий в переработке невербальной информации приводит к тому, что поражение любого полушария отражается на показателях соотношения активности ЛП и ПП. Поражение ПП и ЛП для вербального материала незначимо сказывается на соотношении активности полушарий. Можно предположить, что при локальных поражениях компенсация проявляется больше за счет включения соседних областей того же полушария в процесс переработки информации.

Определение *доминантности полушарий* по речи рассматривается в литературе как одно из практических применений метода ТКДГ (Knake et al., 2003; Pelletier et al., 2007). С этой точки зрения представляется важным вопрос о процедуре и видах когнитивных заданий, которые могут использоваться для создания протокола определения доминантности полушария по речи. Важным моментом является также вопрос о возможных

изменениях кровообращения в полушариях при органических поражениях мозга, которые могут исказить картину усиления СК при выполнении заданий с вербальными стимулами и сделать непригодным метод ТКДГ для определения доминантности в клинических условиях.

Для выяснения указанных выше вопросов была предпринята попытка анализа изменения межполушарных и внутриполушарных показателей СК при выполнении когнитивных заданий с вербальным стимульным материалом у больных с органической патологией головного мозга. Было показано, что выполнение задания с вербальными стимулами сопровождается большим усилением СК в ЗМА ЛП как у здоровых участников, так и у больных с односторонними поражениями независимо от патологии и латерализации поражения. Также проводился сравнительный анализ показателей изменения СК при выполнении заданий с вербальными стимулами и результатов дихотического прослушивания при обследовании больных с односторонними поражениями мозга и здоровых участников. В проведенном исследовании для большей части популяции показатели $K_{пу}$ и усиления СК, полученные с помощью указанных методов, совпадают. В то же время, можно предположить в отношении небольшого числа участников исследования, что если показатель усиления СК указывает на преобладание активности ЛП при переработке речевых стимулов, а метод дихотического прослушивания не выявляет доминирование ЛП, то метод ТКДГ, возможно, следует рассматривать как более чувствительный. Для этого утверждения нужно также учитывать, что в этих случаях не было выявлено других признаков, указывающих на возможную скрытую инвертированность доминантности, таких как, например, леворукость. Это может свидетельствовать о большей подверженности процедуры дихотического прослушивания влиянию разных дополнительных факторов, которые могут изменять определяемые показатели.

Проанализирована взаимозависимость индивидуальных показателей, полученных с помощью методов ТКДГ и дихотического прослушивания. Разная степень активности ЛП, измеряемая на основе усиления СК при переработке вербальной информации сопоставлялась со значениями $K_{пу}$. Была выявлена зависимость между усилением СК и $K_{пу}$ в группах больных с односторонними поражениями опухолевого и сосудистого происхождения левосторонней латерализации; чем выше были результаты $K_{пу}$ по дихотическому прослушиванию, тем больше усиление СК в ЛП относительно состояния покоя в целом по группе. Предполагается, что поражение ЛП сопровождается мобилизацией ресурсов доминантного по речи полушария, и это приводит к равной степени затрат ментальных усилий независимо от степени выраженности доминирования ЛП. Сопоставительный анализ данных указанных методов не обнаружил аналогичных результатов в группах здоровых и больных с правополушарными сосудистыми и опухолевыми поражениями. Возможно, поражение ПП нивелирует эффект сниженной активности ЛП при высокой степени доминантности, который наблюдается у здоровых участников. Особенно это заметно при сравнении результатов средних значений усиления СК больных с опухолевыми поражениями ПП и здоровых участников (см. таблицы 4 и 10). Зависимость между степенью активности ЛП по показателям усиления СК и выраженностью доминирования ЛП согласно $K_{пу}$ по дихотическому прослушиванию была обнаружена только в отдельных группах, что не дает возможность в полной мере распространять полученный результат на более широкую выборку.

Результаты в оценке доминантной роли полушарий для вербального стимульного материала с помощью метода ТКДГ указывают на преобладающую активность ЛП для больных с односторонними поражениями и здоровых участников, что находится в соответствии с результатами ранее проведенных исследований на здоровых (Basic et al.,

2003; Stroobant et al., 2008, 2009; Dorst et al., 2008; Whitehouse et al., 2009; Bracco et al., 2011).

Анализ литературы, посвященный перекрестной проверке метода ТКДГ и пробы WADA на больных эпилепсией в предоперационный период (Knecht et al., 1998; Knake et al., 2003; Witt et al., 2010; Haag et al., 2010), ТКДГ и фМРТ (Schmidt et al., 1999; Deppe et al., 2000), ТКДГ и ЭЭГ (Szirmai et al., 2005) на здоровых участниках, показал пригодность использования метода ТКДГ в определении доминантности полушарий по речи. Проведенное нами сопоставление данных, полученных у больных с локальными поражениями мозга, с помощью метода ТКДГ и дихотического прослушивания, указывает на преобладание ЛП. Это отражается в большем усилении СК при выполнении когнитивных заданий с вербальными стимулами и в положительных значениях показателей $K_{пу}$.

Таким образом, сопоставление результатов методов ТКДГ и дихотического прослушивания показывает, что оба метода указывают на латерализацию речевых функций у больных с односторонней патологией мозга и у здоровых участников. Это свидетельствует о пригодности использования метода ТКДГ для определения доминантности по речи в клинических условиях при обследовании больных с очаговыми поражениями мозга.

Заключение

В диссертационной работе представлены результаты нейропсихологического исследования динамики взаимодействия полушарий головного мозга в процессах запоминания и узнавания при выполнении когнитивных заданий с разными вариантами вербального и невербального стимульного материала, в котором принимали участие 60 больных с локальными поражениями головного мозга опухолевого и сосудистого происхождения и 57 здоровых.

В работе рассматривалось предположение о наличии динамики, отражающей изменения во взаимодействии полушарий мозга при запоминании и узнавании разных вариантов вербального и невербального стимульного материала, которая может быть зафиксирована на основании показателей усиления скорости кровотока с помощью метода доплерографии. Были выдвинуты гипотезы о функциональной специфичности полушарий и неравнозначности их участия в совместной работе, об особенностях проявления преобладающей роли одного из них в переработке определенного вида стимульного материала, а также гипотеза о сохранении тенденций в усилении скорости кровотока, выявленных при выполнении когнитивных заданий больными с односторонними поражениями мозга и здоровыми участниками.

Решение задач, поставленных в рамках предложенных гипотез, в **итоге** позволили достигнуть цели исследования, заключающейся в установлении закономерностей динамики взаимодействия полушарий при выполнении разных видов и вариантов когнитивных заданий, и сформулировать по результатам работы следующие **выводы**:

1. запоминание и узнавание вербального или невербального материала приводит к разной динамике межполушарных и внутриполушарных

взаимодействий как у здоровых участников, так и у больных с односторонними локальными сосудистыми и опухолевыми поражениями, что обнаруживается в показателях усиления скорости кровотока;

2. межполушарное взаимодействие при использовании разных видов и вариантов стимульного материала у здоровых участников характеризуется следующими особенностями:

– при выполнении всех когнитивных заданий с вербальными стимулами преобладающая роль принадлежит структурам левого полушария по сравнению с правым; в динамике их взаимодействия более специфичным является решающее вовлечение в работу левого полушария;

– при выполнении всех когнитивных заданий с невербальными стимулами доминирование правого полушария менее выражено, активную роль играет также и левое полушарие; в динамике их взаимодействия более специфичным становится соразмерное вовлечение в работу обоих полушарий;

3. определены внутриполушарные различия в усилении скорости кровотока при выполнении всех когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами у здоровых участников. Выявлено одновременное и неравнозначное усиление скорости кровотока в средней мозговой и задней мозговой артериях обоих полушарий, что свидетельствует об их взаимодополняющем участии в обеспечении психических функций и специфическом характере их взаимодействия. Ведущую роль в процессах запоминания и узнавания вербального и невербального стимульного материала играют структуры мозга, входящие в бассейн задней мозговой артерии левого и правого полушарий;

4. показано, что общие закономерности межполушарных и внутриполушарных различий в усилении скорости кровотока при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными

стимулами у больных с опухолевыми и сосудистыми односторонними поражениями мозга и у здоровых участников проявляются сходным образом;

5. установлен различный характер в степени выраженности соотношения активности полушарий при выполнении когнитивных заданий с вербальными и невербальными стимулами, отражающий динамику их взаимодействия у больных с односторонними поражениями мозга:

– у больных с сосудистыми поражениями правого полушария сохраняются закономерности в соотношении активности полушарий, обнаруженные при обследовании у здоровых участников;

– у больных с сосудистыми поражениями левого полушария, опухолевыми поражениями левого и правого полушарий при выполнении всех когнитивных заданий с вербальными стимулами снижается степень доминирования левого полушария и увеличивается участие в переработке информации правого полушария; при выполнении когнитивных заданий с невербальными стимулами отмечается большее увеличение активности структур правого полушария по сравнению с увеличением активности структур левого полушария;

6. установлена возможность использования метода доплерографии в сочетании с выполнением когнитивных заданий при определении доминантности полушария по речи у здоровых участников и у больных с односторонними локальными поражениями мозга, которая подтверждена сопоставлением результатов, полученных указанным методом, и методом дихотического прослушивания.

Полученные в работе результаты позволяют сформулировать некоторые **рекомендации** и обозначить **перспективы дальнейшей разработки темы**. Метод транскраниальной ультразвуковой доплерографии можно рекомендовать для определения доминантности полушарий по речи в

клинических условиях при обследовании больных с очаговыми поражениями мозга. Перспективой дальнейшей разработки темы является установление закономерностей во взаимодействии полушарий у больных, имеющих системные, а не локальные поражения мозга.

Список сокращений

АВМ – артериовенозная мальформация

ЗМА – задняя мозговая артерия

К – сравнительный коэффициент усиления СК, отражающий степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальным или невербальным стимульным материалом

К_{сумм} – суммарный сравнительный коэффициент усиления СК, отражающий степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий с вербальным или невербальным стимульным материалом

К_{пу} – коэффициент правого уха

ЛП – левое полушарие

МРТ – магнитно-резонансная томография

ПМА – передняя мозговая артерия

ПП – правое полушарие

ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография

СК – скорость кровотока

СКк – скорость кровотока при выполнении когнитивного задания

СКп – скорость кровотока в состоянии покоя

СМА – средняя мозговая артерия

ТКДГ – функциональная транскраниальная ультразвуковая доплерография

фМРТ – функциональная магнитно-резонансная томография

ЭЭГ – электроэнцефалография

Список литературы

1. Андреева, Е. В. Феномен кроссmodalных взаимодействий: современное состояние проблемы в зарубежной психологии / Е. В. Андреева // Российский научный журнал. – 2013. – № 1. – С. 219-225.
2. Ахутина, Т. В. Структурно-функциональная организация использования глаголов и существительных в зависимости от стратегии их актуализации / Т. В. Ахутина, Р. М. Власова, Е. В. Печенкова, В. Е. Сеницын // Вопросы психологии. – 2012. – № 4. – С. 128-138.
3. Балонов, Л. Я. Функциональная специализация и особенности нервной организации доминантного и недоминантного полушария / Л. Я. Балонов, В. Л. Деглин, Д. А. Кауфман, Н. Н. Николаенко, Н. Н. Трауготт // Труды НИИ психиатрии. – 1976. – Т. 78 – С. 22-25.
4. Балонов, Л. Я. О роли доминантного и недоминантного полушарий в регуляции эмоциональных состояний и эмоциональной экспрессии / Л. Я. Балонов, В. Л. Деглин, Н. Н. Николаенко // — Труды НИИ психиатрии. —1976. – Т. 78 — С. 143-146.
5. Безденежных, Б. Н. Системная эквивалентность мозговых потенциалов P300 и P600 в задачах сенсомоторного выбора и категоризации слов / Б. Н. Безденежных // Психологический журнал. – 2015. – Т. 36. № 5. — С. 64-74.
6. Визель, Т. Г. О характере полушарных интеграций / Т. Г. Визель // Асимметрия. – 2015. Т. 9. № 4. — С. 39-47.
7. Визель, Т. Г. Казусы межполушарных взаимодействий / Т. Г. Визель // Асимметрия. – 2015. – Т. 10. № 2 (35). — С. 48-50.
8. Гусев, Е. И. Неврология и нейрохирургия / Е. И. Гусев, А. Н. Коновалов, Г. С. Бурд // М.: Медицина, 2000. – 347 с.

9. Гусева, М. В. Оpozнание отфильтрованных изображений лиц больными с поражениями теменно-височных отделов левого и правого полушарий головного мозга / М. В. Гусева. Нейропсихология сегодня: сборник статей; под.ред. Е. Д. Хомской. – М.: Изд-во МГУ, 1995. — С.64-70.
10. Доброхотова, Т. А. Эмоциональная патология при очаговом поражении головного мозга / Т. А. Доброхотова — М.: Медицина, 1974 – 160 с.
11. Долгополова, О. А. Межполушарная организация вербальной памяти на модели узнавания в норме и патологии : автореф. дис...канд.психол.наук: 19.00.04 / Долгополова Ольга Александровна —М., 1990. – 24 с.
12. Зинченко, Ю. П. Методологические проблемы фундаментальных и прикладных психологических исследований / Ю. П. Зинченко // Национальный психологический журнал. – 2011. – 1(5). – С. 42-49.
13. Зинченко, Ю. П. Теоретико-методологические основания психологических исследований: детерминация и социальное значение / Ю. П. Зинченко. — М.: Изд-во МГУ, 2011. – 308 с.
14. Клацки, Р. Память человека: структуры и процессы / Р.Клацки. — М.: Мир, 1978. – 319с.
15. Кок, Е. П. Зрительные агнозии / Е. П. Кок – М.: Медицина, 1967. – 246 с.
16. Корсакова, Н. К. Клиническая нейропсихология: Учеб. пособие для студ. вузов / Н. К. Корсакова, Л. И. Московичюте. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 144 с.
17. Корсакова, Н. К. О динамическом взаимодействии полушарий мозга в процессе узнавания вербальных стимулов / Н. К. Корсакова. Нейропсихология сегодня: сборник статей; под ред. Е.Д. Хомской. – М.: Изд-во МГУ, 1995. — С.45-49.

18. Котик, Б. С. История и современное состояние проблемы межполушарного взаимодействия / Б. С. Котик. Межполушарное взаимодействие: хрестоматия; под ред. А. В. Семенович, М. С. Ковязиной. – М.: Генезис, 2009. – С. 10-43.
19. Кричевец, А. Н. Математика для психологов / А. Н. Кричевец, Е. В. Шикин, А. Г. Дьячков. – М.: Изд-во «Флинта», 2010. – 372 с.
20. Лурия, А. Р. Высшие корковые функции человека / А. Р. Лурия. — М.: Изд-во МГУ, 1969. – 504 с.
21. Лурия, А. Р. Нейропсихология памяти / А. Р. Лурия. — М.: Педагогика, 1974. – в 2 т.
22. Лурия, А. Р. Предисловие. Доминантность полушарий / Э. Г. Симерницкая. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 25 с.
23. Ляшевская, О. Н. Частотный словарь современного русского языка / О. Н. Ляшевская, С. А. Шаров. // М.: Азбуковник, 2009. – 1087 с.
24. Микадзе, Ю. В. Нейропсихологические исследования памяти: итоги и перспективы / Ю. В. Микадзе, Н. К. Корсакова. Хрестоматия по нейропсихологии под ред. Е.Д. Хомской. — М.: Институт общегуманитарных исследований, Московский психолого-социальный институт, 2004. – С. 374-379.
25. Микадзе, Ю. В. Межполушарное взаимодействие в процессах воспроизведения и узнавания / Ю. В. Микадзе // Четвертая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. – Томск: 2010. – Т.2. – С.414-415.
26. Микадзе, Ю. В. Влияние латерализации мозгового поражения на состояние межфункциональных и межсистемных взаимодействий / Ю. В. Микадзе, Е. В. Андреева // Психологические исследования. —2013. — 6 (28). — С. 12.
27. Москаленко, Е. В. Нарушение кроссмодального узнавания вербальных и образных стимулов при поражениях правого и левого полушарий

- мозга: дис...канд.психол.наук : 19.00.04 / Москаленко Евгения Владимировна. – М., 2014. – 160 с.
28. Наследов, А. Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных / А. Д. Наследов. – СПб., 2006. – 389 с.
29. Петров, А. Е. Динамика кровотока при эмболизациях артериовенозных мальформаций головного мозга : автореф. дис...канд.мед.наук 14.01.18, 14.03.03 / Петров Андрей Евгеньевич. – СПб, 2010. – 19 с.
30. Рощина, И.Ф. ЭЭГ-корреляты «мягких» нарушений высших корковых функций / И. Ф. Рощина, С. И. Гаврилова, Г. А. Жариков, Н. Л. Горбачевская, И. В. Колыхалов, А. Г. Васильева, С. Е. Жигульская, А. Ф. Изнак, Н. В. Чаянов // Физиология человека. – 2001. – № 1. – С. 5-13.
31. Сайгутина Н. В. Особенности мозговой гемодинамики при головных болях различной этиологии: автореф. дис...канд.мед.наук 14.00.16 / Сайгутина Наталья Владимировна. – Барнаул, 2000. – 19 с.
32. Сбоев, А. Ю. Допплерографическая характеристика мозгового кровообращения при опухолях головного мозга супратенториальной локализации у лиц молодого и среднего возраста / А. Ю. Сбоев, В. Т. Долгих, В. И. Ларькин // Сибирский медицинский журнал. – 2011. – № 4. – С. 63-66.
33. Сбоев, А. Ю. Особенности мозгового кровообращения у пациентов с опухолями головного мозга супратенториальной локализации : автореф. дис...канд.мед.наук 14.01.11, 14.03.03 / Сбоев Антон Юрьевич. – Екатеринбург, 2012. – 24 с.
34. Симерницкая, Э. Г. Доминантность полушарий / Э.Г. Симерницкая — М.: Изд-во МГУ, 1978. – 25 с.
35. Солсо, Р. Л. Когнитивная психология / Р. Л. Солсо. – СПб. : 2006. – 589 с.

36. Спрингер, С. Левый и правый мозг. Асимметрия мозга / С. Спрингер, Г. Дейч. — М.: Мир, 1983. — 253 с.
37. Фам-Хоа-Бинь. Церебральная гемодинамика при артериовенозных мальформациях головного мозга (клинико-доплерографическое исследование) : автореф. дис...канд.мед.наук 14.00.28 / Фам-Хоа-Бинь. — М., 1992. - 19 с.
38. Хомская Е. Д. Мозг и активация / Е. Д. Хомская — М.: Изд-во МГУ, 1972. – 384 с.
39. Шахнович, В. А. Транскраниальная доплерография / В. А. Шахнович. – М.: Клин. Рук-во по черепно-мозговой травме, 1998, Т.1. — С. 406-420.
40. Шахнович, В. А. Нарушения венозного кровообращения головного мозга по данным транскраниальной доплерографии. Ультразвуковая доплеровская диагностика сосудистых заболеваний; под ред. Ю. М. Никитина, А. И. Труханова. – М.: Изд-во Видар., 1998. – С. 249-260.
41. Aaslid, R. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries / R. Aaslid, T. M. Markwalder, H. Nornes // *Journal of Neurosurgery*. – 1982. – Vol. 57 – P. 769–774.
42. Aaslid, R. Visually evoked dynamic blood flow response of the human cerebral circulation / R. Aaslid // *Stroke*. – 1987. – № 18. – P. 771–775.
43. Abbot, J. The perception of positive and negative facial expressions by unilateral stroke patients / J. Abbot, T. Wijeratne, A. Hughes, D. Perre, A. Lindell // *Brain and Cognition*. – 2014. – Vol. 86. – P. 42-54.
44. Abou-Khalil, B. An update on determination of language dominance in screening for epilepsy surgery: the Wada test and newer noninvasive alternatives / B. Abou-Khalil // *Epilepsia*. – 2007. – Vol. 48. – P. 442-455.
45. Aggujaro, S. Neuro-anatomical correlates of impaired retrieval of verbs and nouns: interaction of grammatical class, imageability and actionality / D.

- Crepaldi, C. Pistarini, M. Taricco, C. Luzzatti // *J. Neurolinguistics*. – 2006. – Vol. 19. – P. 174–194.
46. Alario, F. X. The role of the supplementary motor area (SMA) in word production / F. X. Alario, H. Chainay, S. Lehericy, L. Cohen // *Brain Res.* – 2006. – Vol. 1076. – P.129–143.
47. Allen, M. Models of hemispheric specialization / M. Allen // *Psychological Bulletin*. – 1983. – 93(1). – P. 73-104.
48. Andreasen, N. C. Neural substrates of facial recognition / N. C. Andreasen, D. S. O’Leary, S. Arndt, T. Cizadlo, R. Hurtig, K. Rezaei // *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*. – 1996. – № 8. – P. 139-146.
49. Balota, D. A. Word frequency, repetition, and lexicality effects in word recognition tasks: Beyond measures of central tendency / D. A. Balota, D. H. Spieler // *Journal of Experimental Psychology: General*. –1999. – Vol. 128. – P. 32– 55.
50. Banich, M. T. Executive Function: The Search for an Integrated Account / M. T. Banich // *Current Directions in Psychological Science*. – 2009. – 18 (2). – P. 89-94.
51. Barkley, R. A. The Nature of Executive Function (EF) Deficits in Daily Life Activities in Adults with ADHD and Their Relationship to Performance on EF Tests / R. A. Barkley, K. R. Murphy // *Journal of Psychopathology & Behavioral Assessment*. – 2011. – 33(2). – P. 137-158.
52. Basic, S. Determination of cortical language dominance using functional transcranial Doppler sonography in left-handers / S. Basic, S. Hajnsek, Z. Poljakovic // *Clinical Neurophysiology*. – 2003. – 115(1). – P.154-160.
53. Becker, A. The effects of self-control on cognitive resource allocation during sustained attention: a transcranial Doppler investigation / A. Becker, J. P. Mardell, J. P. Tangney, L. D. Chrosniak, T. H. Shaw // *Brain Research*. – 2015. – 233(7). – P.2215-2223.

54. Berlingeri, M. Nouns and verbs in the brain: grammatical class and task specific effects as revealed by fMRI / M. Berlingeri // *Cognitive neuropsychology*. – 2008. – 25(4). – P.528-558.
55. Bleton, H. A cerebral blood flow evaluation during cognitive tasks following a cervical spinal cord injury: a case study using transcranial Doppler recordings / H. Bleton, E. Sejdic // *Cogn Neurodyn*. — 2015. – Vol. 9(6). – P. 615-626.
56. Bleton, H. Cognitive tasks and cerebral blood flow through anterior cerebral arteries: a study via functional transcranial Doppler ultrasound recordings / H. Bleton, S. Perera, E. Sejdíć // *BMC Med Imaging*. — 2016. Vol. 16. – P. 22.
57. Boban, M. Hemodynamic monitoring of middle cerebral arteries during cognitive tasks performance /M. Boban, P. Črnac, A. Junaković, B. Malojčić // *Psychiatry and Clinical Neurosciences*. – 2014. – 68 (11). – P. 795–803.
58. Bracco, L. Cerebral hemodynamic lateralization during memory tasks as assessed by functional transcranial Doppler (fTCD) sonography: effects of gender and healthy aging / L. Bracco, V. Bessi, F. Alari // *Cortex*. — 2011. – 47(6). — P. 750-758.
59. Bulla-Hellwig, M. Hemispheric asymmetry of arterial blood flow velocity changes during verbal and visuospatial tasks / M. Bulla-Hellwig, J. Vollmer, A. Gotzen, W. Skreczek, W. Hartje // *Neuropsychologia*. — 1996. — Vol.34. — P. 987-991.
60. Chein, J. M. Domain-general mechanisms of complex working memory span. / J. M. Chein, A. B. Moore, A. R. Conway // *Neuroimage*. – 2011. – 54(1). – P. 550-559.
61. Crepaldi, D. Naming of nouns and verbs in aphasia: Preliminary results of a word retrieval task in a sentence context / D. Crepaldi, S. Aggujaro, L.S. Arduino, G. Zonca, G. Graziella, M. Inzaghi, M. Colombo, G. Chierchia, C. Luzzatti // *Brain and Language*. – 2004. – Vol. 91. – P. 150–151.

62. Deckel, A.W. Cerebral blood flow velocity decreases during cognitive stimulation in Huntington's disease / A. W. Deckel, D. Cohen, R. Duckrow // *Neurology*. – 1998. – 51(6). – P.1576-1583.
63. Deppe, M. Assessment of hemispheric language lateralization: a comparison between fMRI and fTCD / M. Deppe, S. Knecht, K. Papke // *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. – 2000. – 20(2). – P. 263-268.
64. Doehrmann, O. Objects meaning, and the brain: Neuroimaging studies on the impact of semantics on cortical integrative processing / O. Doehrmann - Maastricht: Datawyse. Universitaire Pers Maastricht (cumulative Ph.D. thesis), 2009. – 149 p.
65. Dorst, J. Functional transcranial Doppler sonography and a spatial orientation paradigm identify the non-dominant hemisphere / J. Dorst, A. Haag, S. Knake // *Brain Cognition*. – 2008. – 68 (1). – P. 53-58.
66. Duncan, J. S. Imaging and epilepsy / J. S. Duncan // *Brain*. – 1997. – Vol. 120. – P. 339-377.
67. Duschek, S. Functional transcranial Doppler sonography as a tool in psychophysiological research / S. Duschek, R. Schandry // *Psychophysiology*. – 2003. – 40 (3). – P. 436–454.
68. Duschek, S. Cognitive performance and cerebral blood flow in essential hypotension / S. Duschek, R. Schandry // *Psychophysiology*. – 2004. – 41(6). – P. 905-913.
69. Egger, S. Lateralization of cerebral hemodynamics in schizophrenia during the trail making test: a functional transcranial Doppler sonography study / S. Egger, J. Ernst, S. Grimm, H. Boeker, S. Vetter, E. Seifritz, D. Schuepbach // *Abstracts of the 22nd European Congress of Psychiatry*. – 2014. – 29(1). – P. 1.
70. Farzaneh, A. Cerebral blood flow regulation during cognitive tasks: Effects of healthy aging / A. Farzaneh, B. Soronda, M. David, J. M. Schnyerd, C.

- Serradorb, P. William, F. Milberge, A. Lewis // *Cortex*. – 2008. – Vol. 44. – P. 179 – 184.
71. Feldmann, D. Association between two distinct executive tasks in schizophrenia: a functional transcranial Doppler sonography study / D. Feldmann, D. Schuepbach, von B. Rickenbach // *BMC Psychiatry*. – 2006. – Vol. 24. – P.6-25.
72. Fernandes, M. Comparing the fused dichotic words test and the intracarotid amobarbital procedure in children with epilepsy / M. Fernandes, M. L. Smith // *Neuropsychologia*. –2000. – Vol. 38 – P. 1216-1228.
73. Fiebach C. J. Processing concrete words: fMRI evidence against a specific right-hemisphere involvement / C. J. Fiebach, A. D. Friederici // *Neuropsychologia*. – 2003. – Vol. 42. – P. 62-70.
74. Flöel, N. Behavior Hemispheric lateralization of spatial attention in right- and left-hemispheric language dominance / N. Flöel, A. Buyx, C. Breitenstein // *Brain Research*. – 2004. – 158 (2). – P. 269-275.
75. Friederici, A. D. The Brain Basis of Language Processing: From Structure to Function / A. D. Friederici // *Physiol Rev*. – 2011. – Vol. 91. – P. 1357-1392.
76. Fusar-Poli, P. Functional atlas of emotional faces processing: a voxel-based meta-analysis of 105 functional magnetic resonance imaging studies / P. Fusar-Poli // *J. Psychiatry Neuroscience*. – 2009. – 34 (6). – P. 418-432.
77. Gaillard, W. D. FMRI language task panel improves determination of language dominance / W. D. Gaillard, L. Balsamo, B. Xu // *Neurology*. – 2004. –Vol. 63– P. 1403-1408.
78. Gazzaniga, M. S. The bisected brain / M. S. Gazzaniga //N.Y.: Appleton-Century-Crofts, 1970. – 171 p.
79. Groen, M. A. Where were those rabbits? A new paradigm to determine cerebral lateralisation of visuospatial memory function in children / M. A.

- Groen, A. J. Whitehouse, N. A. Badcock, D. V. Bishop // *Neuropsychologia*. – 2011. – 49(12). – P. 3265-3271.
80. Groschel, K. Effects of physiological aging and cerebrovascular risk factors on the hemodynamic response to brain activation: A functional transcranial doppler study. *Society Proceedings / K. Groschel, C. Terborg, A. Riecker, O.W. Witte, A. Kastrup // Clinical Neurophysiology*. – 2007. – Vol. 118. – P. e99–e116.
81. Gorno-Tempini, M. L. Identification of famous faces and buildings: A functional neuroimaging study of semantically unique items / M. L. Gorno-Tempini, C. J. Price // *Brain*. – 2001. – Vol. 124. – P. 2087-2097.
82. Gutierrez-Sigut, E. Language lateralization of hearing native signers: A functional transcranial Doppler sonography (fTCD) study of speech and sign production / E. Gutierrez-Sigut, R. Daws, H. Payne, J. Blott, C. Marshall, M. MacSweeney // *Brain & Language*. – 2015. –Vol. 151. – P. 23-34.
83. Haag, A. Language lateralization in children using functional transcranial Doppler sonography / A. Haag, N. Moeller, S. Knake// *Developmental Medicine and Child Neurology*. – 2010. –52(4). – P. 331-336.
84. Hartje, W. Transcranial Doppler ultrasonic assessment of middle cerebral artery blood flow velocity changes during verbal and visuospatial cognitive tasks / W. Hartje, E. B. Ringelstein, B. Kisting, D. Fabianek, K. Willmes // *Neuropsychologia*. – 1994. – 32 (9). – P. 1443–1452.
85. Haxby, J. V. Dissociation of object and spatial visual processing pathways in human extrastriate cortex / J. V. Haxby, C. L. Grady, B. Horwitz, L. G. Ungerleider, M. Mishkin, R. E. Carson // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 1991. – Vol. 88. – P. 1621-1625.
86. Haxby, J. V. The functional organization of human extrastriate cortex: A PET rCBF study of selective attention to faces and locations / J. V. Haxby, B. Horwitz, L. G. Ungerleider, J. M. Maisog, P. Pietrini, C. L. Grady //

- Journal of Neuroscience. – 1994. – № 14. –P. 6336-6353.
87. Haxby, J. V. Face encoding and recognition in the human brain / J. V. Haxby, L. L. Ungerleider, B. Horwitz, J. M. Maisog, S. L. Rapoport, C. L. Grady // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 1996. – Vol. 93. – P. 922-927.
88. Helton, W. S. The abbreviated vigilance task and cerebral hemodynamics / W. S. Helton, T. D. Hollander, J. S. Warm // Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology. – 2007. – 29(5). – P. 545-552.
89. Hickok, G. The functional neuroanatomy of language / G. Hickok // Physics of Life Reviews. – 2009. –№ 6. – P. 121–143.
90. Hitchcock, E. M. Automation cueing modulates cerebral blood flow and vigilance in a simulated air traffic control task / E. M. Hitchcock, J. S. Warm, G. Matthews // Theoretical Issues in Ergonomics Science. – 2003. – Vol. 4(1-2). – P. 89-112.
91. Hugdahl, K. Symmetry and asymmetry in the human brain. European Review / K. Hugdahl // Academia Europaera. – 2005. – Vol. 13. – P. 119-133.
92. Illingworth, S. Atypical cerebral lateralisation in adults with compensated developmental dyslexia demonstrated using functional transcranial Doppler ultrasound / S. Illingworth, D. Bishop // Brain & Language. – 2009. – Vol. 111. – P. 61–65.
93. Janszky, J. Automatismes with preserved responsiveness and ictal aphasia: contradictory lateralising signs during a dominant temporal lobe seizure / J. Janszky, A. Balogh, A. Hollo, A. Szucs, C. Borbely, P. Barsi, J. Vajda, P. Halasz // Seizure. – 2003. – Vol. 12. – P.182–185.
94. Jeffrey, P. J. Mapping the distribution of amobarbital sodium in the intracarotid Wada test by use of Tc-99m HMPAO with SPECT / Jeffrey P. J // Radiology. – 1991. – Vol. 178. – P. 847-850.
95. Kanwisher, N. The fusiform face area: A module in human extrastriate

- cortex specialized for face perception / N. Kanwisher, J. McDermott, M. Chun // *Journal of Neuroscience*. – 1997. – Vol. 17. – P. 4302–4311.
96. Kimura D. Functional Asymmetry of the Brain in Dichotic Listening / Kimura D. // *Cortex*. – 1967. — №3. — P.163-178.
97. Klatzky, R. Specialization of the Cerebral Hemispheres in Scanning for Information in Short-Term Memory / R. Klatzky, R. Atkinson // *Perception and Psychophysics*. – 1971. – № 10. – P. 335—338.
98. Kleider, H. M. Shooting behavior: How working memory and negative emotionality influence police officer shoot decisions / H. M. Kleider, D. J. Parrott, T. Z. King // *Applied Cognitive Psychology*. – 2010. – Vol. 24. – 707–717.
99. Knake, S. Language lateralization in patients with temporal lobe epilepsy: a comparison of functional transcranial Doppler sonography and the Wada test / S. Knake, A. Haag, H. M. Hamer, C. Dittmer, S. Bien, W. H. Oertel, F. Rosenow // *Neuroimage*. – 2003. – Vol. 19. – P. 1228-1232.
100. Knecht, S. Noninvasive determination of language lateralization by functional transcranial Doppler sonography: A comparison with the Wada test / S. Knecht, M. Deppe, A. Ebner, H. Henningsen, T. Huber, H. Jokeit, E. B. Ringelstein // *Stroke*. – 1998. – Vol. 29– P. 82–86.
101. Knecht, S. Reproducibility of functional transcranial Doppler sonography in determining hemispheric language lateralization./ S. Knecht, M. Deppe, E. B. Ringelstein, M. Wirtz, H. Lohmann, B. Drager, T. Huber, H. Henningsen// *Stroke*. – 1998. – Vol. 29. – P. 1155–1159.
102. Knecht, S. Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. / S. Knecht, B. Drager, M. Deppe, L. Bobe, H. Lohmann, A. Floel, E. Ringelstein, H. Henningsen // *Brain*. – 2000. – 123 (12). – P. 2512–2518.
103. Kral, M. Transcranial Doppler ultrasonography and neurocognitive functioning in children with sickle cell disease / M. Kral, R. Brown, P.

- Nietert, M. Abboud, S. Jackson, G. Hynd // *Pediatrics*. – 2003. – 112(2). – P.324-331.
104. Kozlovskiy, S. A. Formation of face-selective detectors: Erp- and dipole-source localization study / S. A. Kozlovskiy, A. V. Popova, S. D. Shirenova, A. A. Kisel'nikov, A. M. Chernorizov, N. N. Danilova // *International Journal of Psychophysiology*. — 2016. — Vol. 108. — P. 68–68.
105. Lalic, K. Blood flow velocity changes in anterior cerebral arteries during cognitive tasks performance in left-handed subjects / K. Lalic, M. Boban, A. Junakovic, Z. Garami, B. Malojcic // *Cerebrovasc Dis*. – 2015. – 39 (suppl 1). – P. 19-19.
106. Latzman, R. D. The Factor Structure and Age-Related Factorial Invariance of the Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS) / R. D. Latzman, K. E. Markon // *Assessment*. –2010. – 17(2). – P. 172-184.
107. Lehericy, S. Functional MR evaluation of temporal and frontal language dominance compared with the Wada test / S. Lerericy, L. Cohen, B. Bazin // *Neurology*. – 2000. – Vol. 54. – P. 1625-1633.
108. Lehmann, S. The role of multisensory memories in unisensory object discrimination / S. Lehmann, M. Murray // *Cognitive Brain Research*. – 2005. – 24 (2). – P. 326-334.
109. Li, M. An analysis of cerebral blood flow from middle cerebral arteries during cognitive tasks via functional transcranial Doppler recordings / M. Li, H. Hanrui, M. Boningerb, S. Ervin // *Neuroscience Research*. — 2014. – 2(9). — P. 1-8.
110. Lohmann, H. Language lateralization in young children assessed by functional transcranial Doppler sonography / H. Lohmann, B. Drager, S. Muller-Ehrenberg, M. Deppe, S. Knecht // *Neuroimage*. – 2005. – № 24. – P.780-790.

111. Loring, D.W. Wada memory asymmetries predict verbal memory decline after anterior temporal lobectomy / D. W. Loring // *Neurology*. – 1995. – Vol. 45. – P. 1329-1333.
112. Lupo, M. Inability to Process Negative Emotions in Cerebellar Damage: a Functional Transcranial Doppler Sonographic Study / M. Lupo, E. Troisi, R. F. Chiricozzi, S. Clausi, M. Molinari, M. Leggio // *Cerebellum*. – 2015. – 14(6). – P. 663-669.
113. Lust, J. M. Functional cerebral lateralization and dual-task efficiency—testing the function of human brain lateralization using fTCD // J. M. Lust, R. H. Geuze, A. G. Groothuis, A. A. Bouma // *Behavioural Brain Research*. – 2010. – № 5. – P. 40-49.
114. Lyon, G. R. Attention, Memory, and Executive Function / G. R. Lyon; Eds. N. A. Krasnegor. Baltimore, MD: Paul H. Brookes Publishing Company, 2005. — 199 p.
115. Marakshina, J. A. Comparative analysis of the stop-signal and go/no go task performance: a fmri study / J. A. Marakshina, N. S. Buldakova, A. V. Vartanov, J. A. Isakova, V. V. Popov, A. A. Baev, S. A. Kozlovskiy // *Psychophysiology*. — 2016. — Vol. 53 (S1). — P. 33–33.
116. Markus, H. S. “Cognitive activity” monitored by non-invasive measurement of cerebral blood flow velocity and its application to the investigation of cerebral dominance / H. S. Markus, M. Boland // *Cortex*. — 1992. — Vol. 28. — P. 575–581.
117. McRae, K. A basis for generating expectancies for verbs from nouns / K. McRae, M. Hare, J. Elman, T. Ferretti // *Journal Memory & Cognition*. – 2005. – Vol. 33 (7). – P. 1174-1184.
118. Milner, B. Material-specific and generalized memory loss /B. Milner // *Neuropsychologia*. – 1968. –№ 6. – P. 215-234.

119. Misteli, M. Gender characteristics of cerebral hemodynamics during complex cognitive functioning / M. Misteli, S. Duschek, A. Richter // *Brain Cognition*. – 2011. – 76(1). – P.123-130.
120. Mercure, E. Differential Lateralization for word and faces: Category or Psychophysics? / E. Mercure, F. Dick, H. Halit, J. Koufman, M. Jonson // *Journal of cognitive Neuroscience*. – 2008. – 20 (11). – P. 2070-2087.
121. Nagy, A. Multisensory integration in the basal ganglia/ A. Nagy // *European Journal of Neuroscience*. – 2006. – Vol.24. — P. 917-924.
122. Njemanze P. C. Cerebral lateralization and color perception: A transcranial Doppler study./ P. C. Njemanze, C. R. Gomez, S. Horenstein // *Cortex*. –1992. – 28 (1). – P. 69-75.
123. Njemanze, P. C. Asymmetry in cerebral blood flow velocity with processing of facial images during head-down rest / P. C. Njemanze // *Aviation Space and Environmental Medicine*. – 2004. – Vol. 75. – P. 800-805.
124. Njemanze, P. C. Cerebral lateralization and general intelligence: Gender differences in a transcranial Doppler study / P. C. Njemanze// *Brain and Language*. – 2005. –Vol. 92. –P. 234-239.
125. Njemanze, P. C. Cerebral lateralization for facial processing: Gender-related cognitive styles determined using Fourier analysis of mean cerebral blood flow velocity in the middle cerebral arteries / P. C. Njemanze// *Laterality*. – 2007. – 12 (1). – P. 31-49.
126. Noesselt, T. Coding of multisensory temporal patterns in human superior temporal sulcus/ T. Noesselt // *Frontiers in Integrative Neuroscience*. – 2012. – Vol. 6. — P. 64 – 78.
127. Pelletier, I. Non-invasive alternatives to the Wada test in the presurgical evaluation of language and memory functions in epilepsy patients / I Pelletier, H. Sauerwein, F. Lepore, D. Saint-Amour, M. Lassonde // *Epileptic Disorders*. – 2007.– 9(2). – P. 111- 126.

128. Price, C. J. The anatomy of language: a overview of 100 fMRI studies published in 2009 / C. J. Price // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* – 2010. – P. 62-88.
129. Price, C. J. Meta-analyses of object naming: effect of baseline / C. J. Price, J. T. Devlin, C. J. Moore, C. Morton, A.R. Laird // *Hum Brain Mapp.* – 2005. – Vol. 25(1). – P. 70-82.
130. Puce, A. Differential sensitivity of human visual cortex to faces, letter strings, and textures: A functional magnetic resonance imaging study / A. Puce, T. Allison, M. Asgari, J. C. Gore, G. McCarthy // *Journal of Neuroscience.* – 1996. – Vol. 16. – P. 5205-5215.
131. Richardson, M. P. Pre-operative verbal memory fMRI predicts post-operative memory decline after left temporal lobe resection / M. P. Richardson, B. A. Stange, P. J. Thompson // *Brain.* –2004. –Vol. 127 – P. 2419-2426.
132. Rihs, F. Determination of cognitive hemispheric dominance by “stereo” transcranial Doppler sonography / K. Rihs, B. Gutbrod, H. Steiger, M. Sturzenegger, H. Malttle // *Stroke.* — 1995. — Vol.26. — P. 70-73.
133. Ringelstein, E. Transcranial Doppler sonography: Anatomical landmarks and normal velocity values / E. Ringelstein, B. Kahlscheuer, E. Niggemeyer, S. Otis // *Ultrasound in Medicine and Biology.* – 1990. – № 16. – P. 745–761.
134. Rodriguez-Ferreiro, A. Neural correlates of Abstract Verb Processing / A. Rodriguez-Ferreiro, S. Gennari, R. Davies, F. Guesto // *Journal of Gognitive Neuroscience.* – 2010. – № 1. – P. 1-13.
135. Sabayan, B. Cerebrovascular hemodynamics in Alzheimer’s disease and vascular dementia: A meta-analysis of Transcranial Doppler studies / B. Sabayan, S. Janses, A. M. Oleksik, M. J. P. Osch, M. A. Buchem, P. Viet, A. Craen, R. C. Westendorp / *Ageing Research Reviews.*– 2012. – Vol. 11. – P.271-277.

136. Sanchez, C. E. Cerebral blood flow velocity and language functioning in pediatric sickle cell disease / C. E. Sanchez, J. Schatz, C. W. Roberts // Journal of the International Neuropsychological Society. – 2010. – 16(2). – P. 326-334.
137. Schmidt, P. Determination of cognitive hemispheric lateralization by "functional" transcranial Doppler cross-validated by functional MRI / P. Schmidt, T. Krings, K. Willmes // Stroke. – 1999. –30(5). – P. 939-945.
138. Schuepbach, D. Rapid cerebral hemodynamic modulation during set shifting: evidence of time-locked associations with cognitive control in females / D. Schuepbach, M. Huizinga, S. Duschek // Brain and Cognition. –2009. – 71(3). – P. 313-319.
139. Schuepbach, D. Rapid cerebral hemodynamic modulation during mental planning and movement execution: evidence of time-locked relationship with complex behavior / D. Schuepbach, H. Boeker, S. Duschek, D. Hell // Clinical Neurophysiology. – 2007. – 118(10). – P. 2254-2262.
140. Schuepbach, D. Cerebral hemodynamics and processing speed during category learning /D. Schuepbach, J. P. Bader, D. Hell, R. W. Baumgartner // Neuroreport. – 2004. – 15(7). – P.1195-1198.
141. Schultz, N. B. A transcranial Doppler sonography study of shoot/don't-shoot responding / N. B. Schultz, G. Matthews, J. S. Warm, D. A. Washburn // Behavior Research Methods. – 2009. – 41(3). – P. 593-597.
142. Schultz, N. B. Lateral asymmetries in cerebral blood flow velocity related to attention-task performance / N. B. Schultz, H. A. Phillips, D. A. Washburn // Poster presented at the annual meeting of the Psychonomic Society, 2010.
143. Shams, L. Benefits of multisensory learning / L. Shams, A. Seitz// Trends in cognitive sciences. – 2008. – 12(11). – P. 411-417.

144. Shapiro, K. Grammatical processing of nouns and verbs in left frontal cortex / K. Shapiro, A. Caramazza // *Neuropsychologia*. – 2003. № 4. – P. 1189-1198.
145. Sergent, J. Functional neuroanatomy of face and object processing / J. Sergent, S. Ohta, B. MacDonald // *Brain*. – 1992. – Vol. 115. – P. 15-36.
146. Shim, Y. Cognitive correlates of cerebral vasoreactivity on transcranial Doppler in older adults / Y. Shim, B. Yoon, D. Shim, W. Kim, J. An, D. Yang // *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. – 2015. – 40-1 (2). – P. 1-8.
147. Silvestrini, M. Bilateral simultaneous assessment of cerebral flow velocity during mental activity / M. Silvestrini, L. Cupini, M. Matteis, E. Troisi, C. Caltagirone // *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. — 1994. — Vol.14. — P. 643–648.
148. Silvestrini, M. Involvement of the healthy hemisphere in recovery from aphasia and motor deficiency in patients with cortical ischemic infarction: A transcranial Doppler study/ M. Silvestrini, E. Troisi, M. Matteis, L. Cupini, C. Caltagirone // *Neurology*. – 1995. – Vol.45. – P. 1815–1820.
149. Silvestrini, M. Correlations of flowvelocity changes duringmental activity and recovery from aphasia in ischemic stroke / M. Silvestrini, E. Troisi, M. Matteis, C. Razzano, C. Caltagirone // *Neurology*. – 1998. – Vol. 50. – P.191–195.
150. Smith, R. E. Presentation modality affects false memory / R. E. Smith, R. R. Hunt // *Psychonomic Bulletin & Review*. – 1998. – Vol. 5. – P.710-715.
151. Sorond, F.A. Cerebral blood flow regulation during cognitive tasks: effects of healthy aging / F. A. Sorond, D. M. Schnyer, J. M. Serrador // *Cortex*. – 2008. – 44(2). – P.179-184.

152. Stroobant, N. Variation in brain lateralization during various language tasks: A functional transcranial Doppler study / N. Stroobant, D. Buijs, G. Vingerhoets // *Behavioural Brain Research*.— 2009. — Vol. 199. — P. 190-196.
153. Stroobant, N. Language lateralization in children: A functional transcranial Doppler reliability study / N. Stroobant, J. V. Boxstael, G. Vingerhoets // *Journal of Neurolinguistics*. — 2011. — № 24. — P.14–24.
154. Stroobant, N. Transcranial Doppler ultrasonography monitoring of cerebral hemodynamics during performance of cognitive tasks: a review / N. Stroobant, G. Vingerhoets // *Neuropsychology Review*.—2000. — 10(4). — P. 213-231.
155. Strzelczyk, A. Prospective evaluation of a post-stroke epilepsy risk scale / A. Strzelczyk, A. Haag, H. Raupach // *Journal of Neurology*. — 2010. — 257(8). — P. 1322-1326.
156. Szirmai, I. Correlation between blood flow velocity in the middle cerebral artery and EEG during cognitive effort. *Brain Research* / I. Szirmai, I. Amrein, L. Pálvölgyi // *Cognitive Brain Research*. — 2005. — 24(1). — P. 33-40.
157. Tamietto, M. Fast recognition of social emotions takes the whole brain: interhemispheric cooperation in the absence of cerebral asymmetry / M. Tamietto, M. Adenzato, G. Geminiani, B. de Gelder // *Neuropsychologia*. — 2007. — 45 (4). — P. 836-843.
158. Tiecks, F. P. Temporal patterns of evoked cerebral blood flow during reading / F. P. Tiecks, R. L. Haberl, D. W. Newell // *Journal of Cerebral Blood Flow*. — 1998. — Vol.18. — P. 735-741.
159. Tiemeier, H. Cerebral haemodynamics and depression in the elderly / H. Tiemeier, S. L. Bakker, A. Hofman // *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. — 2002. — 73(1). — P. 34-39.

160. Tripp, L. D. Transcranial doppler sonography /L. D. Tripp, J. S. Warm; Eds. R. Parasuraman, M. Rizzo, R. Parasuraman, M. Rizzo. – Neuroergonomics: The brain at work. New York, NY US: Oxford University Press, 2007. – P. 82-84.
161. Tyler, L. K. Neural processing of nouns and verbs: the role of inflectional morphology / L. K. Tyler, P. Bright, P. Fletcher, E. A. Stamatakis // *Neuropsychologia*. – 2004. – Vol.42. – P. 512-523.
162. Tyler, L. K. The neural representation of nouns and verbs: PET studies / L.K. Tyler, K. Russell, A. Fadili, P. Moss // *Brain*. – 2001. – Vol. 124. – P. 1619-1634.
163. Unsworth, N. Speed and accuracy of accessing information in working memory: an individual differences investigation of focus switching / N. Unsworth, R. W. Engle // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*. – 2008. –34(3). – P. 616-630.
164. Vingerhoets, G. Lateralization of cerebral blood flow velocity changes during cognitive tasks. A simultaneous bilateral transcranial Doppler study / G. Vingerhoets, N. Stroobant // *Stroke*. — 1999. — Vol.30 (10). — P. 2152 - 2158.
165. Walter, K. D. Spatial perception and mental rotation produce gender differences in cerebral hemovelocity: A TCD study / K. D. Walter, A. E. Roberts, S. S. Brownlow // *Journal of Psychophysiology*. – 2000. – 14(1). – P. 37-45.
166. Warm, J. S. Cerebral hemodynamics and vigilance / J. S. Warm, R. Parasuraman; Eds. R. Parasuraman, M. Rizzo. – Neuroergonomics: The brain at work. New York: Oxford University Press. – 2010. – P. 146-158.
167. Washburn, D. A. Transcranial Doppler Sonography in Studies of Mental Effort / D. A. Washburn, N. B. Schultz, H. A. Phillips. Ed.by Dr. Thoires K. Sonography. 2012. — P. 227 – 248.

168. Washburn, D. A. Individual Differences in Metacognitive Responsiveness: Cognitive and Personality Correlates / D. A. Washburn, J. D. Smith, L. A. Tagliatela // *Journal of General Psychology*. – 2005. – 132(4) – P. 446-461.
169. Weber, B. Presurgical language fMRI in patients with drug-resistant epilepsy: effects of task performance /B. Weber, J. Wellmer, S. Scur // *Epilepsia* –2006. – Vol. 47– P. 880-886.
170. Whitehouse, A. J. Reliability of a novel paradigm for determining hemispheric lateralization of visuospatial function/ A. J. Whitehouse, N. Badcock, M. A. Groen, D. V. Bishop // *Journal of the International Neuropsychological Society*. – 2009. – 15(6). – P. 1028-1032.
171. Whitehouse, A. Hemispheric division of function in the results of independent probabilistic biases / A. Whitehouse, D. Bishop // *Neuropsychologia*. – 2009. – 47. – P. 1938-1943.
172. Wiebe, S. A. The structure of executive function in 3-year-olds/ S. A. Wiebe, T. Sheffield, J. Nelson, C. Clark, N. Chevalier, K. Espy // *Journal of Experimental Child Psychology*. – 2011. – 108(3). – P. 436-452.
173. Witt, J-A. Cross-validation of the Animation Description Paradigm applied to determine language dominance via functional transcranial Doppler sonography / J-A. Witt, K. Prömler, V. Maydych, C. Helmstaedter // *Epilepsy & Behavior*. – 2010. –17(4). – P. 611-611.
174. Yau, J. M., Dissecting neural circuits for multisensory integration and crossmodal processing [Электронный ресурс] / J. M. Yau, G. C. DeAngelis, D. E. Angelaki//*Phil. Trans. R-Soc. B* 370: 20140203. –Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2014.0203>

Приложение 1

Таблица 1. Клинические и нейропсихологические характеристики пациентов с опухолевыми поражениями ПП и ЛП

ФИО, пол, возраст	Верифицированный диагноз/ данные МРТ	Результаты общего нейропсихологического обследования
Поражение правого полушария		
Д.А.Г., м, 38 лет	Астроцитома правой височной доли/ опухоль правой височной доли (медиальные и конвекситальные отделы)	Модально-специфические нарушения слухоречевой памяти, нарушение порядка вербальных стимулов, упрощение программы, неудержание промежуточного результата, а также выраженные эмоционально-личностные нарушения в виде пароксизмов смеха и эйфоричного фона настроения
Л.А.И., м, 44 года	Астроцитома правой височной доли/ опухоль правой височной доли	Нарушение слухоречевой памяти по модально-специфическому типу, персевераторные проявления, наличие метрических ошибок
Т.Т.И., ж, 29 лет	Астроцитома лобно-височной области справа, симптоматический судорожный синдром/ внутримозговое объемное образование лобно-височной области справа	На первый план выходят зрительно-пространственные ошибки, ошибки в акустическом неречевом гнозисе по типу недооценки сложных ритмов по образцу, эмоционально пониженный фон настроения

У. М. Н., м, 30 лет	Астроцитомы правой лобной доли/ опухоль правой лобной доли	Умеренно выраженные метрические ошибки в зрительно-пространственном восприятии и незначительная слабость в мнестической сфере
Ф. Д. В., м, 33 года	Астроцитомы правой лобной доли. Симптоматическая эпилепсия/ опухоль правой лобной доли	На первый план выходят выраженные нарушения динамического праксиса, отставания в левой руке, а также незначительная слабость мнестической сферы
Х. С. И., м, 26 лет	Доброкачественная глиома медиальных отделов правой височной области/опухоль медиальных отделов правой височной области	Наличие в различных пробах пространственных ошибок, а также единичных ошибок, связанных с импульсивностью, нарушением порядка воспроизведения, распределения внимания
Ч. Е. А., м, 20 лет	Глиома правой лобной доли/ опухоль правой лобной доли	На первый план выходят нарушение порядка стимулов (как в праксисе, так и в слухоречевой модальности при запоминании слов), метрические ошибки и незначительная фрагментарность восприятия
Ш. И. М., м, 27 лет	Астроцитомы правой височной области. Состояние после удаления от 2010, 2014 гг, химиолучевой терапии	На первый план выходят зрительно-пространственные и метрические ошибки, трудности в локализации

		прикосновений
Б. А. С., ж, 30 лет	Астроцитома правой лобной доли/ опухоль правой лобной доли	Умеренно выраженные метрические ошибки в зрительно-пространственном восприятии и незначительная слабость в мнестической сфере
С. Я. А., м, 41 год	Диффузная опухоль лобно-теменной области справа	Выполнение проб доступно
Г. Г. С., м, 30 лет	Доброкачественная глиома правой височной доли/ опухоль правой височной доли	Невыраженное проявление пространственных трудностей
Ж. Н. А., ж, 44 года	Глиома правой теменной области/ объемное образование правой теменной области	Пространственные ошибки, проявление не критичности и псевдологических рассуждений, персевераторные проявления, трудности распределения внимания и импульсивность
Г. Е. В., м, 32 года	Олигоастроцитома правой височной доли/ астроцитома правой височной доли	Не выявлено ошибок в предъявляемых пробах
Ю. Ю. В., ж, 38 лет	Астроцитома правой височной доли. Симптоматическая эпилепсия/ опухоль правой височной доли	Легкие мнестические нарушения, нарушения внимания
Т. Е. И., м, 34 года	Глиобластома правой лобной области/ опухоль правой лобной области	Трудности распределения внимания, наличие персевераторных ошибок, элементы импульсивности, тенденция к микрографиям
У. А. А., м, 20 лет	Остатки доброкачественной глиомы правой височной области	На первый план выходят незначительное сужение объема слухоречевой и

		зрительной памяти, номинативные трудности с наличием облегчающей роли подсказки, нарушение порядка воспроизведения элементов при запоминании
Ш. С. Н., ж, 38 лет	Анапластическая астроцитома правой лобной области	Элементарные персеверации, повышенный эмоциональный фон
К. Е. Г., ж, 49 лет	Глиобластома правой лобной доли/ внутричерепная диффузно растущая опухоль правой лобной доли	Невыраженные пространственные трудности, персеверации, трудности локализации прикосновений на левой руке
Д. В. В., ж, 33 года	Астроцитома правой височной области/ внутричерепная опухоль правой височной области	Невыраженное сужение зрительной памяти, ошибки в практике позы пальцев при переносе на левую руку
С. Е. В., м, 32 года	Олигоастроцитома правой лобной доли/ опухоль правой лобной доли	Незначительно снижена произвольная регуляция действий
Б. И. В., м, 30 лет	Глиома правой лобно-теменной области	Выполнение проб доступно
Поражение левого полушария		
Б.Д.М., ж, 19 лет	Олигодендроглиома левой височной доли/ опухоль левой височной доли	На первый план выходят модально-специфическое нарушение слухоречевой памяти (сужение объема, литеральные парафазии, семантическая организация улучшает запоминание)
Г.О.В., ж, 39 лет	Диффузная астроцитома левой лобной области/ диффузная опухоль левой лобной доли	Мнестические, регуляторные, эмоционально-личностные нарушения

К.Д.В., м, 33 года	Астроцитома левой лобной доли/ объемное образование левой лобной доли	Выполнение проб доступно
Л.Ю.В., ж, 39 лет	Анапластическая олигоастроцитома левой височной области. Состояние после операции и лучевой терапии. Прогрессия опухоли. Симптоматическая эпилепсия	Невыраженная тормозимость слухоречевых следов и сужение объема зрительной памяти, письмо с отдельными персеверациями
М.Т.И., ж, 27 лет	Анапластическая астроцитома левой височной доли/ опухоль левой височной доли	Невыраженные нарушения слухоречевой памяти - сужение объема, повышение тормозимости следов. Некоторая инертность в оценке ритмов, недостаточность копирования домика и чертежа
Н.Т.В., ж, 44 года	Опухоль левой лобной доли (астроцитома). Симптоматическая эпилепсия	На первый план выходят трудности вхождения в задание, элементарные персеверации, инертность и пространственные ошибки
С.Е.М., ж, 24 года	Глиома средней височной извилины слева. Симптоматическая эпилепсия/ опухоль средней височной извилины слева	На первый план выходят метрические ошибки, нарушение порядка стимулов (в слухоречевой модальности), переоценка структуры в акустическом неречевом гнозисе
Х.Г.Д., ж, 39 лет	Астроцитома лобно-височно-островковой области слева/ опухоль левой височной и островковой области	На первый выходят нарушения слухоречевой памяти по модально-неспецифическому типу, зеркальные и метрические ошибки
Ч.О.С., ж, 43 года	Доброкачественная глиома	На первый план выходят

	левой височной области/ опухоль левой височной области	незначительные амнестические западения, модально-специфические нарушения слухоречевой памяти, координантные ошибки и трудности вхождения в задания
М. Д. К., м, 35 лет	Астроцитомы левой лобной области	Элементарные персеверации
К. В. А., м, 30 лет	Глиома лобно-височно-островковой доли слева	Незначительное сужение слухоречевой памяти
А. З. З., ж, 23 года	Астроцитомы левой лобной области/ опухоль левой лобной области	Выполнение проб доступно
Н. О. В., ж, 50 лет	Солидарный метастаз в левую лобную область	Сужение объема слухоречевой памяти, персевераторные проявления, а также пространственные трудности
М. А. Ф., м, 42 года	Олигоастроцитомы левой заднелобной области	Наличие персевераторного компонента при выполнении заданий, а также псевдологические рассуждения, резонерство
Л. М. Д., ж, 26 лет	Анапластическая астроцитомы левой лобно-височно-островковой области/ опухоль лобно-височно-островковой области слева	Легкая инертность психических процессов с незначительным снижением мнестических функций
К. Л. Н., ж, 60 лет	Глиобластома левой лобно-островковой области/ опухоль лобно-островковой области слева	На первый план выходят трудности усвоения инструкции, некоторые номинативные трудности, незначительное сужение объема слухоречевой

		памяти, персеверации
С. С. И., м, 25 лет	Анапластическая астроцитомы задних отделов нижней лобной извилины слева/ опухоль заднелобной области слева	Выполнение проб доступно
З. А. И., м, 23 года	Олигоастроцитомы медиальных отделов левой височной доли/ опухоль медиальных отделов левой височной области	Невыраженная нестойкость слухоречевых следов
Х. М. М., м, 48 лет	Продолженный рост диффузной астроцитомы левой теменной доли	На первый план выходят зеркальные и пространственные ошибки

Таблица 2. Клинические и нейропсихологические характеристики пациентов с сосудистыми поражениями ПП и ЛП

ФИО, пол, возраст	Верифицированный диагноз	Результаты общего нейропсихологического обследования
Поражение правого полушария		
П. А. В., ж, 26 лет	Кавернома заднелобной области справа. Симптоматическая эпилепсия	Невыраженные пространственные ошибки с самокоррекцией
Т. А. Г., ж, 29 лет	Аневризма СМА справа	Выполнение проб доступно
Г. Х. М., ж, 46 лет	Аневризма СМА справа	Единичная метрическая ошибка

Б. О. Г., ж, 30 лет	АВМ правой височной области	Невыраженные трудности в зрительно-пространственной сфере. Трудности удержания ритма в пробе на слуховой гнозис
Ч. М. О., ж, 42 года	Аневризма М 3 сегмента СМА справа	Пространственные ошибки с самокоррекцией, метрические ошибки
С. В. А., м, 42 года	Аневризма бифуркации СМА справа	Выполнение проб доступно
Д. А. С., ж, 28 лет	Кавернома правой лобной доли	Невыраженные трудности в восприятии ритмов
П. А. Д., ж, 18 лет	Кавернома правой лобной доли	Выполнение проб доступно
К. О. И., ж, 53 года	Аневризма ПМА справа	Пространственные ошибки
У. В. Д., м, 30 лет	АВМ правой теменной доли	Выполнение проб доступно
Поражение левого полушария		
Л. М. В., м, 28 лет	АВМ левой затылочной доли. Состояние после повторных кровоизлияний	Пространственные ошибки
П. А. Д., ж, 41 год	Кавернома левой заднелобной области	Пространственные ошибки в счете, зеркальные ошибки
В. О. А., м, 51 год	АВМ полюса левой лобной доли. Эписиндром	Выполнение проб доступно
Е. Н. В., м, 21 год	АВМ левой лобной доли	Выявлены метрические ошибки
Н. Х. М., ж, 39 лет	Кавернома средней трети левой поясной извилины	Невыраженное сужение объема в слухоречевой памяти
И. А. М., ж, 58 лет	Аневризма левой СМА	Невыраженное сужение объема слухоречевой памяти, метрические

		ошибки
К. Т. В., ж, 43 года	АВМ левой височной области	Метрические и зеркальные ошибки
С. К. В., м, 60 лет	Аневризма ПМА- передней соединительной артерии слева	Невыраженное сужение объема в слухоречевой памяти
Е. М. М., м, 58 лет	Аневризма СМА слева	Ошибки в динамическом праксисе при выполнении левой рукой, пространственные ошибки
Г. П. Г., ж, 40 лет	Аневризма ПМА- передней соединительной артерии слева	Зеркальные ошибки при копировании с перешифровкой

Приложение 2

Примеры наборов вербальных стимулов

Конкретные существительные

Запоминание: ножницы, плед, кинжал, береза, цветок, трубка, плечо, кольцо.

Узнавание: словарь, врач, ножницы, берег, ручка, кинжал, кость, старик, береза, абрикос, карета, плечо.

Абстрактные существительные

Запоминание: хворь, краткость, авторитет, намерение, пояснение, трусость, глупость, истина.

Узнавание: строгость, хитрость, хворь, понятие, глубина, авторитет, мужество, прощение, пояснение, сознание, причина, глупость.

Глаголы

Запоминание: хотеть, думать, держать, кричать, понять, остаться, вызвать, касаться.

Узнавание: мыслить, решить, хотеть, поймать, врать, держать, заметить, успеть, понять, оценить, копать, вызвать.

Конкретные существительные

Слухоречевое запоминание: флаг, конь, дом, зонт, мяч, окно, журнал, топор.

Слухоречевое узнавание: часы, конверт, мяч, палатка, парашют, топор, помидор, картина, конь, дверь, велосипед, окно.

Слухоречевое запоминание: рельсы, змея, барабан, пробка, цветок, катушка, бусы, крышка.

Узнавание предметных изображений, участнику предъявлялись изображения следующих наименований: ракушка, рыба, барабан, кот, шкаф, крышка, рак, волк, катушка, скрепка, мед, рельсы.

Запоминание предметных изображений, участнику предъявлялись изображения следующих наименований: лиса, очки, ромашка, плита, роза, веник, улитка, ваза.

Узнавание предметных изображений, участнику предъявлялись изображения следующих наименований: весы, мешок, веник, пистолет, варежка, ваза, свеча, тарелка, лиса, метла, вертолет, плита.

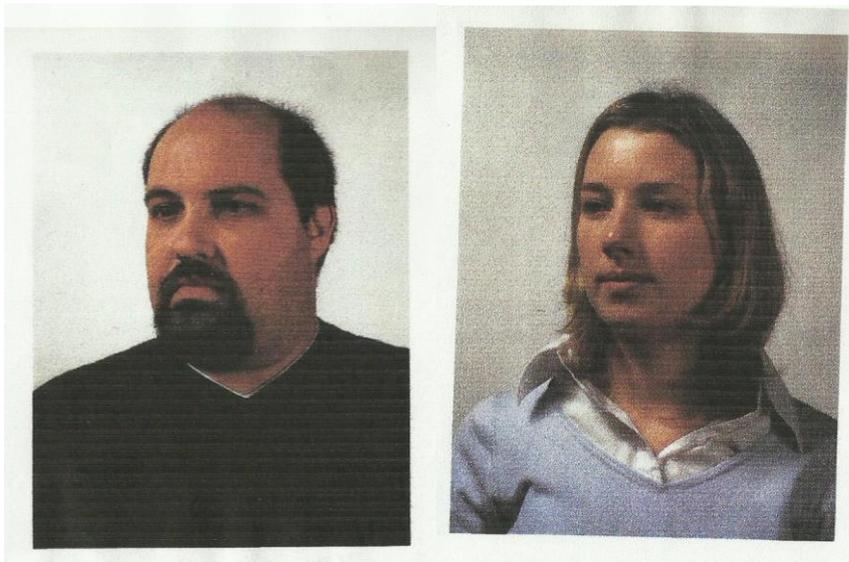
Запоминание предметных изображений, участнику предъявлялись изображения следующих наименований: термометр, лук, чайник, перчатка, пуговица, расческа, спичка, гриб.

Слухоречевое узнавание: ворон, груша, чайник, чемодан, слон, лук, мыло, глобус, спичка, петух, часы, пуговица.

Примеры из наборов невербальных стимулов

Стимулы из набора для запоминания и узнавания

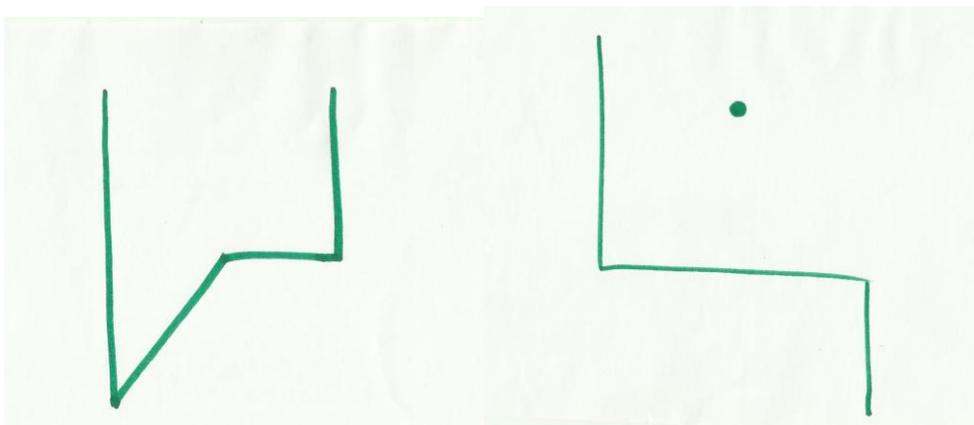
Фотографии лиц



Целевой стимул

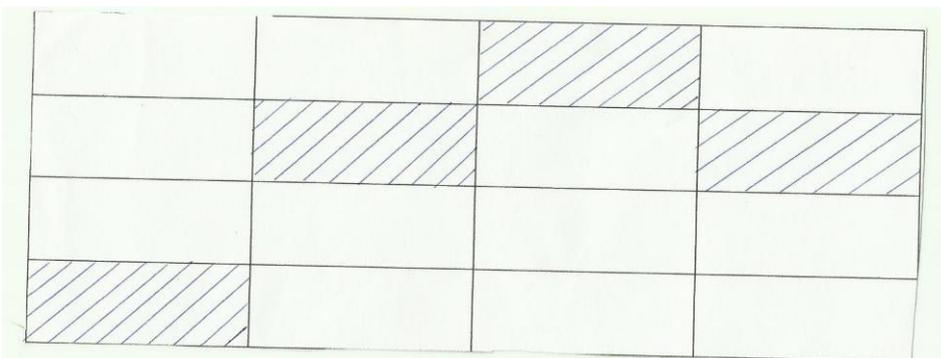
Дистрактор

Трудновербализуемые рисунки

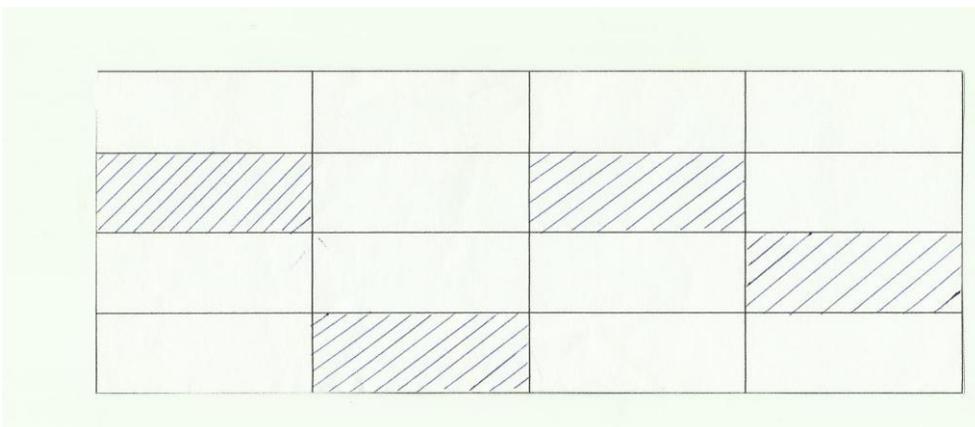


Целевой стимул

Дистрактор

Трудновербализуемые матрицы

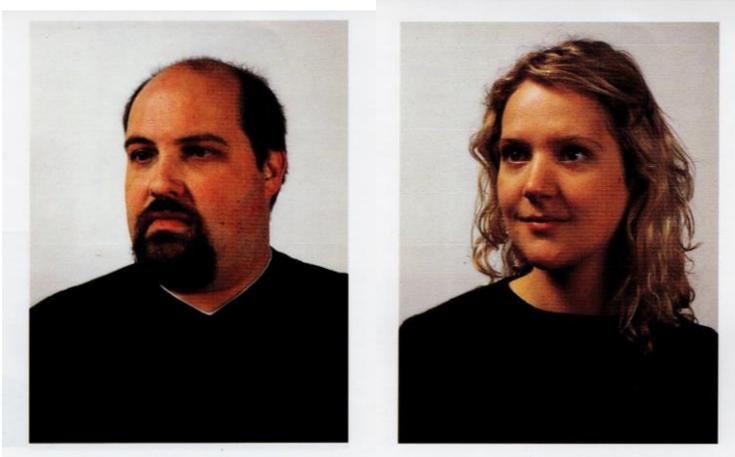
Целевой стимул



Дистрактор

Стимулы из набора для сравнения

Фотографии лиц



Фотографии лиц с положительными эмоциями



Фотографии лиц с отрицательными эмоциями



Приложение 3

Результаты статистического анализа

Таблица 1. Достоверность различий в усилении СК для ЗУ и З, ЗУ и У* у здоровых участников (по критерию Манна-Уитни)

Условие сравнения	Статистика Манна-Уитни	Величина, р
СМА ЛП ЗУ и З	129,0	0,055
СМА ЛП ЗУ и У	62,5	0,100
СМА ПП ЗУ и З	186,0	0,705
СМА ПП ЗУ и У	126,0	0,045**
ЗМА ЛП ЗУ и З	198,5	0,968
ЗМА ЛП ЗУ и У	121,0	0,032
ЗМА ПП ЗУ и З	152,5	0,198
ЗМА ПП ЗУ и У	182,5	0,636

*- ЗУ – запоминание и узнавание как единое измерение СК; З – запоминание как отдельное измерение СК; У – узнавание как отдельное измерение СК;

** - в таблице 1 и далее в других таблицах приложения 3 жирным шрифтом выделены достоверные значения ($p \leq 0,05$)

Таблица 2. Достоверность межполушарных и внутриполушарных различий в усилении СК у здоровых участников (по критерию Вилкоксона)

Вид стимулов	Вариант стимульного материала	СМА ЛП-СМА ПП	ЗМАЛП-ЗМАПП	СМАЛП-ЗМАЛП	СМАПП-ЗМАПП
вербальные стимулы, К	конкретные существительные	0,001	0,001	0,009	0,008
	абстрактные существительные	0,001	0,001	0,001	0,001
	Глаголы	0,001	0,001	0,001	0,002
	конкретные существительные "слух-слух"	0,001	0,001	0,004	0,001
	предметные изображения "зрение-зрение"	0,001	0,001	0,001	0,002
	конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"	0,002	0,002	0,001	0,007
	предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"	0,001	0,001	0,001	0,001
невербальные стимулы, К	трудновербализуемые рисунки	0,0	0,0	0,0	0,0
	фотографии лиц запомнить	0,0	0,0	0,0	0,0
	трудновербализуемые матрицы	0,0	0,0	0,0	0,0
	фотографии лиц сравнить	0,0	0,0	0,0	0,0
	фотографии лиц с положительными эмоциями	0,0	0,0	0,001	0,0
	фотографии лиц с отрицательными эмоциями	0,0	0,0	0,006	0,0

Таблица 3. Достоверность различий влияния варианта стимульного материала на усиление СК в артериях полушарий у здоровых участников (ANOVA)

Артерии	Варианты стимульного материала				
	конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы	конкретные существительные «слух-слух», «зрение-зрение»	конкретные существительные «слух-зрение», «зрение-слух»	запоминание и узнавание фото лиц, трудновербализуемых матриц, трудновербализуемых рисунков	сравнение фото лиц, фото лиц с положительными эмоциями, фото лиц с отрицательными эмоциями
СМА ЛП	0,315	0,408	0,201	0,835	0,564
СМА ПП	0,171	0,475	0,397	0,691	0,390
ЗМА ЛП	0,729	0,405	0,355	0,864	0,210
ЗМА ПП	0,845	0,695	0,281	0,311	0,813

Таблица 4. Достоверность различий влияния сравнительных коэффициентов, отражающих степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий (К), на усиление СК в артериях у здоровых участников (ANOVA)

Артерии	Варианты стимульного материала				
	конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы	конкретные существительные «слух-слух», «зрение-зрение»	конкретные существительные «слух-зрение», «зрение-слух»	запоминание и узнавание фото лиц, трудновербализуемых матриц, трудновербализуемых рисунков	сравнение фото лиц, фото лиц с положительными эмоциями, фото лиц с отрицательными эмоциями
СМА	0,758	0,679	0,148	0,679	0,179
ЗМА	0,453	0,412	0,722	0,784	0,038

Таблица 5. Достоверность межполушарных и внутриполушарных различий в усилении СК у больных с сосудистыми поражениями ПП (по критерию Вилкоксона)

Вид стимулов	Вариант стимульного материала	СМАЛП-СМАПП	ЗМАЛП-ЗМАПП	СМАЛП-ЗМАЛП	СМАПП-ЗМАПП
вербальные стимулы, К	конкретные существительные	0,005	0,005	0,038	0,022
	абстрактные существительные	0,005	0,005	0,123	0,009
	Глаголы	0,005	0,005	0,041	0,022
	конкретные существительные "слух-слух"	0,005	0,005	0,038	0,022
	предметные изображения "зрение-зрение"	0,005	0,005	0,015	0,009
	конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"	0,005	0,005	0,019	0,013
	предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"	0,005	0,005	0,05	0,007
невербальные стимулы, К	фотографии лиц с положительными эмоциями	0,007	0,005	0,168	0,005
	фотографии лиц с отрицательными эмоциями	0,005	0,005	0,202	0,005

Таблица 6. Достоверность различий влияния варианта стимульного материала на усиление СК в артериях полушарий у больных с сосудистыми поражениями ПП (ANOVA)

Артерии	Варианты стимульного материала			
	конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы	конкретные существительные «слух-слух», «зрение-зрение»	конкретные существительные «слух-зрение», «зрение-слух»	фото лиц, фото лиц с положительными эмоциями, фото лиц с отрицательными эмоциями
СМА ЛП	0,802	0,067	0,73	0,789
СМА ПП	0,849	0,011	0,543	0,864
ЗМА ЛП	0,586	0,056	0,51	0,967
ЗМА ПП	0,863	0,33	0,997	0,798

Таблица 7 Достоверность различий влияния сравнительных коэффициентов, отражающих степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий (К), на усиление СК в артериях у больных с сосудистыми поражениями ПП (ANOVA)

Артерии	Варианты стимульного материала			
	конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы	конкретные существительные «слух-слух», «зрение-зрение»	конкретные существительные «слух-зрение», «зрение-слух»	фото лиц, фото лиц с положительными эмоциями, фото лиц с отрицательными эмоциями
СМА	0,906	0,422	0,580	0,797
ЗМА	0,321	0,317	0,625	0,747

Таблица 8. Достоверность межполушарных и внутриполушарных различий в усилении СК у больных с сосудистыми поражениями ЛП (по критерию Вилкоксона)

Вид стимулов	Вариант стимульного материала	СМАЛП-СМАПП	ЗМАЛП-ЗМАПП	СМАЛП-ЗМАЛП	СМАПП-ЗМАПП
вербальные стимулы, К	конкретные существительные	0,005	0,005	0,014	0,386
	абстрактные существительные	0,005	0,005	0,013	0,838
	Глаголы	0,005	0,005	0,009	0,515
	конкретные существительные "слух-слух"	0,005	0,005	0,014	0,386
	предметные изображения "зрение-зрение"	0,005	0,005	0,009	0,515
	конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"	0,005	0,005	0,022	0,285
	предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"	0,005	0,005	0,013	0,594
невербальные стимулы, К	фотографии лиц с положительными эмоциями	0,007	0,005	0,008	0,015
	фотографии лиц с отрицательными эмоциями	0,005	0,005	0,028	0,012

Таблица 9. Достоверность различий влияния варианта стимульного материала на усиление СК в артериях полушарий у больных с сосудистыми поражениями ЛП (ANOVA)

Артерии	Варианты стимульного материала			
	конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы	конкретные существительные «слух-слух», «зрение-зрение»	конкретные существительные «слух-зрение», «зрение-слух»	фото лиц, фото лиц с положительными эмоциями, фото лиц с отрицательными эмоциями
СМА ЛП	0,701	0,028	0,566	0,654
СМА ПП	0,993	0,209	0,88	0,15
ЗМА ЛП	0,718	0,076	0,591	0,894
ЗМА ПП	0,727	0,166	0,769	0,652

Таблица 10. Достоверность различий влияния сравнительных коэффициентов, отражающих степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий (К), на усиление СК в артериях у больных с сосудистыми поражениями ЛП (ANOVA)

Артерии	Варианты стимульного материала			
	конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы	конкретные существительные «слух-слух», «зрение-зрение»	конкретные существительные «слух-зрение», «зрение-слух»	фото лиц, фото лиц с положительными эмоциями, фото лиц с отрицательными эмоциями
СМА	0,490	0,411	0,514	0,928
ЗМА	0,581	0,867	0,884	0,887

Таблица 11. Достоверность межполушарных и внутриполушарных различий в усилении СК у больных с опухолевыми поражениями ПП (по критерию Вилкоксона)

Вид стимулов	Вариант стимульного материала	СМАЛП-СМАПП	ЗМАЛП-ЗМАПП	СМАЛП-ЗМАЛП	СМАПП-ЗМАПП
вербальные стимулы, К	конкретные существительные "слух-слух"	0,00	0,00	0,026	0,009
	предметные изображения "зрение-зрение"	0,00	0,001	0,073	0,006
	конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"	0,00	0,00	0,007	0,02
	предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"	0,002	0,00	0,018	0,004
невербальные стимулы, К	фотографии лиц с положительными эмоциями	0,00	0,00	0,007	0,00
	фотографии лиц с отрицательными эмоциями	0,00	0,00	0,013	0,00

Таблица 12. Достоверность различий влияния варианта стимульного материала на усиление СК в артериях полушарий у больных с опухолевыми поражениями ПП (ANOVA)

Артерии	Варианты стимульного материала		
	конкретные существительные «слух-слух», «зрение-зрение»	конкретные существительные «слух-зрение», «зрение-слух»	фото лиц, фото лиц с положительными эмоциями, фото лиц с отрицательными эмоциями
СМА ЛП	0,557	0,768	0,272
СМА ПП	0,196	0,359	0,198
ЗМА ЛП	0,998	0,765	0,503
ЗМА ПП	0,679	0,388	0,761

Таблица 13. Достоверность различий влияния сравнительных коэффициентов, отражающих степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий (К), на усиление СК в артериях у больных с опухолевыми поражениями ПП (ANOVA)

Артерии	Варианты стимульного материала		
	конкретные существительные «слух-слух», «зрение-зрение»	конкретные существительные «слух-зрение», «зрение-слух»	фото лиц, фото лиц с положительными эмоциями, фото лиц с отрицательными эмоциями
СМА	0,396	0,385	0,750
ЗМА	0,452	0,379	0,707

Таблица 14. Достоверность межполушарных и внутриполушарных различий в усилении СК у больных с опухолевыми поражениями ЛП (по критерию Вилкоксона)

Вид стимулов	Вариант стимульного материала	СМАЛП-СМАПП	ЗМАЛП-ЗМАПП	СМАЛП-ЗМАЛП	СМАПП-ЗМАПП
вербальные стимулы, К	конкретные существительные "слух-слух"	0,00	0,00	0,016	0,071
	предметные изображения "зрение-зрение"	0,001	0,013	0,687	0,002
	конкретные существительные и предметные изображения "слух-зрение"	0,00	0,00	0,001	0,02
	предметные изображения и конкретные существительные "зрение-слух"	0,00	0,00	0,002	0,001
невербальные стимулы, К	фотографии лиц с положительными эмоциями	0,00	0,00	0,007	0,00
	фотографии лиц с отрицательными эмоциями	0,00	0,00	0,013	0,00

Таблица 15. Достоверность различий влияния варианта стимульного материала на усиление СК в артериях полушарий у больных с опухолевыми поражениями ЛП (ANOVA)

Артерии	Варианты стимульного материала		
	конкретные существительные «слух-слух», «зрение-зрение»	конкретные существительные «слух-зрение», «зрение-слух»	фото лиц, фото лиц с положительными эмоциями, фото лиц с отрицательными эмоциями
СМА ЛП	0,492	0,767	0,588
СМА ПП	0,205	0,322	0,285
ЗМА ЛП	0,070	0,678	0,970
ЗМА ПП	0,915	0,977	0,247

Таблица 16. Достоверность различий влияния сравнительных коэффициентов, отражающих степень преобладания активности ведущего полушария, при выполнении когнитивных заданий (К), на усиление СК в артериях у больных с опухолевыми поражениями ЛП (ANOVA)

Артерии	Варианты стимульного материала		
	конкретные существительные «слух-слух», «зрение-зрение»	конкретные существительные «слух-зрение», «зрение-слух»	фото лиц, фото лиц с положительными эмоциями, фото лиц с отрицательными эмоциями
СМА	0,749	0,581	0,859
ЗМА	0,025	0,631	0,447

Таблица 17. Достоверность различий между $K_{\text{сумм}}$ для вербального и невербального стимульного материала у здоровых участников и больных с односторонними поражениями мозга (по критерию Вилкоксона)

Группы	$K_{\text{сумм}}$ (вербальный)– $K_{\text{сумм}}$ (невербальный)
Здоровые участники	0,01
Больные с сосудистыми поражениями ПП	0,01
Больные с сосудистыми поражениями ЛП	0,01
Больные с опухолевыми поражениями ПП	0,05
Больные с опухолевыми поражениями ЛП	0,01

Таблица 18. Значимые корреляции между усилением СК при выполнении когнитивных заданий и показателями Кпу по дихотическому прослушиванию (по критерию Спирмена)

Группы	Когнитивные задания	Корреляция
здоровые участники	нет	Нет
больные с сосудистыми поражениями ПП	нет	нет
больные с сосудистым поражением ЛП	глаголы (СМА ЛП)	0,718
	абстрактные существительные (СМА ЛП)	0,666
	конкретные существительные "слух-слух" (СМА ЛП)	0,714
	конкретные существительные "слух-зрение" (СМА ЛП)	0,679
	конкретные существительные "зрение-зрение" (СМА ЛП)	0,730
	конкретные существительные "зрение-слух"(СМА ЛП)	0,641
больные с опухолевым поражением ПП	нет	нет
больные с опухолевым поражением ЛП	конкретные существительные "слух-зрение" (СМА ЛП)	0,454
	СМА ЛП конкретные существительные "зрение-зрение" (СМА ЛП)	0,473

значимые корреляции при $p < 0,05$

Приложение 4. Таблица 1. Пример. Усиление скорости кровотока при выполнении когнитивных заданий с вербальными стимулами у каждого здорового участника

№ участника	Конкретные существительные				Абстрактные существительные				Глаголы			
	СМА		ЗМА		СМА		ЗМА		СМА		ЗМА	
	ЛП	ПП	ЛП	ПП	ЛП	ПП	ЛП	ПП	ЛП	ПП	ЛП	ПП
1	12,00	6,00	9,00	8,00	12,00	6,00	11,00	9,50	12,00	6,00	14,50	8,00
2	13,25	6,50	20,00	10,00	11,75	10,25	20,00	9,50	10,50	5,00	20,00	10,00
3	17,50	9,50	25,00	14,00	17,50	6,00	25,00	15,50	14,00	6,00	17,00	14,00
4	25,00	11,50	20,00	9,00	21,00	13,00	22,00	11,00	29,00	15,00	20,00	9,00
5	17,00	6,75	22,50	18,00	19,50	12,25	20,00	20,00	17,00	8,00	17,00	10,00
6	18,00	5,50	17,00	10,50	18,00	5,50	21,00	15,00	18,00	8,00	17,00	10,00
7	15,00	9,25	20,00	11,75	13,00	9,25	17,00	14,25	12,00	6,00	20,00	11,00
8	16,00	7,50	30,00	16,50	13,25	5,00	25,00	17,00	16,00	10,00	30,00	33,00
9	12,00	5,00	28,50	9,00	12,00	5,00	14,00	5,00	12,00	4,50	28,50	9,00
10	12,00	7,00	19,00	9,75	12,00	8,50	19,00	15,00	11,00	7,00	18,00	11,00
11	22,00	12,00	18,00	12,50	17,00	12,00	18,00	12,50	9,50	5,00	18,00	12,50
12	12,75	5,00	22,00	9,00	12,75	5,00	22,00	9,00	12,50	5,00	22,00	9,00
13	21,00	9,50	27,00	11,00	21,00	9,50	30,00	11,50	14,00	8,00	30,00	9,00
14	26,50	7,00	18,00	12,50	21,00	7,00	20,00	12,50	14,00	7,00	20,00	12,50
15	22,50	15,50	28,30	15,00	28,80	18,75	34,50	15,00	25,40	7,00	34,50	12,50
16	13,50	11,20	27,50	24,25	22,50	11,20	22,20	17,10	18,30	7,00	33,00	17,10
17	19,50	9,20	17,50	16,30	13,40	10,00	24,55	15,00	14,40	8,50	15,75	12,50
18	21,40	6,00	18,50	10,00	15,50	6,00	13,00	10,00	16,50	6,00	17,00	10,00
19	19,40	16,60	28,50	8,00	14,20	8,30	20,00	8,00	15,50	8,30	20,00	6,00
20	14,00	11,00	34,00	7,00	12,00	7,00	23,00	11,00	13,40	7,00	20,00	11,00

Приложение 4. Таблица 2. Пример. Усиление скорости кровотока при выполнении когнитивных заданий с вербальными стимулами у отдельных здоровых участников и больного с опухолевым поражением ЛП

Группы	№ уч ас тн ик а	Конкретные существительные				Абстрактные существительные				Глаголы			
		СМА		ЗМА		СМА		ЗМА		СМА		ЗМА	
		ЛП	ПП	ЛП	ПП	ЛП	ПП	ЛП	ПП	ЛП	ПП	ЛП	ПП
Здоровые участники	4*	25,00	11,50	20,00	9,00	21,00	13,00	22,00	11,00	29,00	15,00	20,00	9,00
	13	21,00	9,50	27,00	11,00	21,00	9,50	30,00	11,50	14,00	8,00	30,00	9,00
	20	14,00	11,00	34,00	7,00	12,00	7,00	23,00	11,00	13,40	7,00	20,00	11,00
Больные с опухолевым и поражениям и ЛП	1	7,15	5,55	12,50	11,85								

*порядковый номер, присвоенный отдельному участнику в таблице 14, совпадает с порядковым номером участника таблицы 2 приложения 4