

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. Ломоносова
факультет психологии
кафедра нейро- и патопсихологии.**

Власова Роза Михайловна

**МОЗГОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ НОМИНАТИВНОЙ ФУНКЦИИ РЕЧИ:
НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ И НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИОННЫЙ
ПОДХОД**

Специальность 19.00.04 –
Медицинская психология (психологические науки)

Диссертация на соискание ученой степени
Кандидата психологических наук

Научный руководитель:
доктор психологических наук,
профессор Ахутина Т.В.

Москва – 2013

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. Номинативная функция речи и ее мозговая организация.....	16
1.1. Нейропсихологический и нейровизуализационный подходы к изучению речи.....	16
1.2. Мозговые механизмы понимания и порождения речи: согласованность классических нейропсихологических и современных нейровизуализационных данных	24
1.3. ФМРТ речи в клинической практике.....	28
1.4. Номинативная функция речи: данные афазиологии и нейровизуализации	34
1.5. Постановка проблемы исследования.....	41
ГЛАВА 2. Эмпирическое исследование мозговой организации номинативной функции речи.....	43
2.1. Констатирующий эксперимент.....	43
2.1.2. Называние предметов и действий по картинкам в группе нормы... 43	
2.1.3. Оценка эффективности задания «Называние действий по картинкам» в группе пациентов с поражением лобных долей мозга.....	53
2.2. Эксперимент, верифицирующий объяснительную модель.....	66
ГЛАВА 3. Обсуждение результатов	91
ВЫВОДЫ.....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
ЛИТЕРАТУРА.....	101
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	118

Введение.

Данная работа посвящена исследованию мозговой организации номинативной функции речи с применением методов нейропсихологии и нейровизуализации. В нейролингвистике под номинативной функцией речи принято понимать обозначение предметов, действий и их качеств определенным словом (Лурия, 2007). При этом, актуализация слова происходит не по ассоциации звукового образа и зрительного, а является сложной формой психической деятельности (Лурия, 2007; Glaser, 1992). Так, например, при назывании объекта по картинке необходимо распознать сам объект, соотнести с существующими в памяти знаниями об объекте, выделив его существенные признаки, то есть категоризовать его, а затем, из всего комплекса всплывших связей, выбрать наиболее подходящее название, в то время как остальные отторгиваются. Процесс называния завершается актуализацией звукового образа слова, соответствующего концепту, а затем, созданием или актуализацией артикуляторной схемы слова, соответствующей его звуковому образу (Лурия, 1969; DeLeon et. al., 2007). Таким образом, учитывая всю сложность и многокомпонентность описанного процесса, номинацию можно считать элементарной единицей речи, анализ которой позволит получить знания об основных мозговых механизмах, обеспечивающих речевую деятельность в целом (Glaser, 1992; Лурия, 2007).

Особое значение изучение номинативной функции речи приобретает с развитием и внедрением в клиническую практику методов нейровизуализации. Известно, что у 30-50% пациентов с первичными опухолями мозга после резекции опухоли возникает афазия с преобладанием в структуре синдрома номинативных трудностей (Davie et. al., 2009). Для сравнения, у пациентов, перенесших инсульт, нарушения речи возникают гораздо реже, только в 21-38% случаев (Berthier, 2005). Основным способом сокращения числа случаев возникновения нарушений речи после операции

является планирование тактики операции и объема резекции с учетом данных о локализации и латерализации речевых зон в коре головного мозга, получаемых посредством функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) (Rutten, Ramsey, 2010).

В практике картирования речи в коре головного мозга в нейрохирургической клинике наиболее распространенным является задание, связанное с номинацией. Это объясняется тем, что задача называния проста, не требует дополнительных сложных инструкций и может использоваться как на этапе предоперационного, так и внутриоперационного картирования мозга (Roux et al., 2003; Demonet et al., 2006; Rau et al., 2007;). Однако было показано, что использование данной задачи в фМРТ-исследованиях недостаточно эффективно приводит к обнаружению речевых зон. Так, если задняя речевая зона (задняя треть верхней височной извилины и борозды, угловая и надкраевая извилины) определяется относительно легко, то передняя речевая зона (треугольная и оперкулярная части нижней лобной извилины), по данным клинических работ, часто «молчит» (Kim et al., 2003, 2009; Rau et al., 2007). В связи с этим, появился практический запрос на повышение эффективности определения локализации и латерализации речевых зон в мозге путем модификации существующей задачи на называние при сохранении таких ее достоинств, как доступность для пациентов и удобство применения в клинике. В единичных англоязычных клинических исследованиях встречаются данные, что одной из наиболее эффективных для обнаружения передней речевой зоны модификаций задачи на номинацию предметов является задача на называние действий (Roux et al., 2003; Demonet et al., 2006). Данные клинической фМРТ согласуются и с данными афазиологии. Так, исследователи афазии давно обнаружили факт, что «глагольная слабость» наиболее отчетливо наблюдается при поражении левой лобной доли, а называние существительных страдает при поражении левой височной доли (Цветкова,

1972; Goodglass et al., 1966; Miceli et al., 1984; Hiils, Caramazza, 1991; Rapp, Caramazza, 1997). В западной традиции данный факт преимущественного участия левой лобной доли в назывании действий, в сравнении с предметами, объясняется отдельной репрезентацией глаголов и существительных в коре головного мозга человека (Goodglass et al., 1966; Miceli et al., 1984; Hiils, Caramazza, 1991). Иная трактовка может быть предложена на основе идеи Р.О. Якобсона - А.Р. Лурия о существовании двух стратегий актуализации слова: парадигматической (выбор слова из слов, связанных отношением сходства) и синтагматической (выбор слова из слов, связанных отношением смежности, контекстом) (Лурия, 1975; Якобсон, 1990, 1985). Обратим внимание на то, что, как правило, для называния существительных пациентам предъявляются изображения единичного предмета, предполагающие актуализацию слова по парадигматическим связям, а для называния глаголов – целостной ситуации, то есть, глагол актуализируется с опорой на контекст (по синтагматическим связям). По данным А.Р. Лурия, выбор слова из парадигм страдает при поражении задних отделов мозга, а выбор с учетом синтагматических связей – при поражении передних отделов мозга. Таким образом, диссоциированное нарушение употребления глаголов и существительных у пациентов с различными формами афазии может быть связано не с повреждением определенной части лексиконы, а с нарушением определенной стратегии актуализации слова, использование которой предполагается задачей, предъявленной пациенту. Например, при поражении лобной доли мозга ведущего по речи полушария нарушается актуализация слов по синтагматическим (контекстным) связям, поэтому пациент затрудняется назвать действие в ответ на предъявленное изображение ситуации, то есть, затрудняется выполнить задачу, требующую актуализации слов по синтагматическим связям. При этом, тот же самый пациент довольно успешно может справляться с называнием предметов по их изображению благодаря сохранным парадигматическим связям.

В современной нейролингвистике данная объяснительная модель, учитывающая различные стратегии актуализации слова, совершенно не используется, и из спора исследователей о отдельной репрезентации в коре головного мозга глаголов и существительных ускользает то, какое влияние может оказывать стратегия актуализации слова на мозговые механизмы употребления слов, относящихся к различным частям речи. Более того, ни разу до сих пор не проверялось экспериментально наличие двух стратегий извлечения слова у испытуемых без патологических изменений ЦНС.

Выбор метода обусловлен тем, что область нейровизуализационных исследований мозговой организации психических процессов является одной из самых современных и активно развивающихся в нейронауке. Наиболее распространенным среди нейровизуализационных методов стал метод функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ), обладающий такими достоинствами, как неинвазивность, отсутствие лучевой нагрузки на испытуемого и хорошее пространственное разрешение (Роеппел, Никок, 2004; Tharin, Golby. 2007; Rutten, Ramsey, 2010). В России до сих пор случаи применения фМРТ единичны, они имеют место в ведущих клиниках страны (Терновой, 2002; Морозов и др., 2003; Жуков и др., 2010; Белопасова и др., 2011). В последние три года на базе радиологических отделений клиник стали создаваться коллективы из психологов, врачей и лингвистов, занимающихся исследованием фундаментальных проблем нейронаук. Такие коллективы созданы, например, в НИИ Нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко, ГБУЗ «Центр патологии речи и нейрореабилитации» ДЗМ и ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России (Болдырева и др., 2007, 2009; Печенкова и др., 2011; Березуцкая, 2011; Малютина и др., 2011).

С увеличением доли работ с применением фМРТ появляются вопросы:

1) что нового дают методы нейровизуализации по сравнению с методами

нейропсихологии; 2) зачем нужна классическая нейропсихология, когда есть нейровизуализационные технологии.

Во-первых, еще А.Р. Лурия отмечал, что экспериментально-патологический метод исследования мозговой организации психических функций, которым были получены все данные отечественной нейропсихологии, имеет свои ограничения, так как пораженный мозг функционирует принципиально иначе, чем интактный. Современные же методы нейровизуализации, в частности, фМРТ, позволяют исследовать те же классические вопросы нейропсихологии, но на модели интактного мозга.

Во-вторых, получение данных даже совершенными техническими средствами должно направляться определенной методологией. Без этого нейровизуализационные исследования легко запускают новый виток «френологии» и накопления всех свойственных для нее противоречий (Kosslyn, 1999; Bates, Dick, 2000; Uttal, 2001; Hubbard, 2003; Mobbs, Hall, 2005), в качестве такой методологии может быть использована теория системной динамической организации и локализации ВПФ Выготского-Лурия.

В-третьих, существует острая потребность в использовании фМРТ в клинической практике картирования функционально значимых зон в коре головного мозга, у пациентов, идущих на нейрохирургическое лечения, для сохранения их качества жизни в послеоперационном периоде (Rutten, Ramsey, 2010). При всех своих достоинствах, использование фМРТ в клинике сталкивается со значительными трудностями. Так, эффективность применения метода и качество получаемых данных зависят от тщательного и стабильного выполнения активирующей задачи пациентом во время сканирования. По опубликованным данным эффективность обнаружения зон, связанных с пониманием речи довольно высока и составляет 91%, а с порождением речи только 77%, при этом, основной причиной неудач считается недоступность задачи для испытуемого в силу нарушений,

возникших у него вследствие заболевания (Kim, Singh, 2003). Предварительное нейропсихологическое обследование позволяет определить объем и характер помощи, необходимой пациенту во время сканирования, максимально индивидуализировать процедуру исследования для каждого конкретного пациента с учетом специфики его нарушений и, таким образом, значительно повысить эффективность применения нейровизуализационного метода. Однако этого бывает недостаточно, отдельной одновременно практической и теоретической задачей является разработка активирующих задач для клинического применения метода фМРТ.

Таким образом, с одной стороны, на данный момент существует острая необходимость разработки заданий (активирующих задач), которые бы давались испытуемым во время фМРТ-исследования и позволяли с высокой эффективностью определять локализацию и латерализацию речевых зон в коре головного мозга у пациентов, идущих на нейрохирургическое лечение. С другой стороны, создание таких активирующих задач для фМРТ-исследования актуально также и в теоретическом отношении, поскольку применение методов нейровизуализации в сочетании с методологией и методами нейропсихологии позволит найти не только нужное для современной клинической практики средство определения локализации и латерализации речевых зон в мозге, но и получить новые для нейропсихологии данные. Так, например, проблематика психологических механизмов актуализации названий предметов и действий, а также строение функциональной системы, обеспечивающей эти процессы, является традиционной для нейропсихологии (Лурия, 1969; Goodglass, 1980; Gentner, 1981; DeLeon et. al., 2007). Тем не менее, до сих пор существует ряд дискуссионных вопросов, которые могли бы быть решены с применением метода фМРТ. Это, например, вопрос о механизмах диссоциированного нарушения употребления грамматических и лексико-семантических категорий у пациентов с локальными поражениями головного мозга (Rapp,

Caramazza, 1997; Hills, Caramazza, 1991; Clepaldi, et. al 2004), связанный с вопросом о роли передних и задних отделов левого полушария в назывании предметов и действий.

Цель исследования: 1. Разработка метода исследования локализации и латерализации речевых функций в коре головного мозга при нейрохирургической патологии. 2. Изучение мозговых механизмов номинативной функции речи методом функциональной магнитно-резонансной томографии и соотнесение данных фМРТ с данными, накопленными в нейропсихологии при изучении локальных поражений мозга.

Объект исследования: номинативная функция речи у здоровых испытуемых и больных с локальными поражениями мозга.

Предмет исследования: стратегии актуализации существительных и глаголов и их мозговые механизмы.

Гипотезы:

1. Наличие двух стратегий актуализации слова: синтагматической (по синтаксической сочетаемости) и парадигматической (по семантическим связям) может быть подтверждено методом функциональной магнитно-резонансной томографии.
2. По данным функциональной магнитно-резонансной томографии, извлечение слов по синтагматическим связям реализуется с ведущим участием левой лобной доли; актуализация слов по парадигматическим связям осуществляется с преимущественной опорой на задние отделы левого полушария.
3. По сравнению с называнием предметов по картинке (парадигматическая стратегия актуализации слов), называние действий по изображениям предметов, связанных с этим действием (синтагматическая стратегия), является более эффективной активирующей задачей, пригодной для

использования в клинической практике с целью локализации передней речевой зоны посредством функциональной магнитно-резонансной томографии.

Задачи исследования:

1. Анализ данных литературы по проблеме номинативной функции речи и ее мозговой организации с целью теоретико-методологического обоснования эмпирического исследования.
2. Сравнение данных о мозговых механизмах номинативной функции речи, получаемых при изучении интактного мозга и локальных поражений мозга.
3. Разработка активирующей задачи, позволяющей воспроизводить эффекты различных паттернов активации при употреблении глаголов и существительных у людей без неврологических и психических нарушений.
4. Разработка и апробация активирующей задачи для локализации речевых зон в предоперационном обследовании пациентов.
5. Разработка процедуры нейропсихологического сопровождения функционального магнитно-резонансного исследования пациентов, идущих на нейрохирургическое лечение, и проверка эффективности этой процедуры.
6. Анализ мозговых механизмов двух стратегий актуализации слова в свете полученных данных.

Теоретико-методологической базой исследования являются: теория системной динамической локализации высших психических функций Выготского-Лурия, нейролингвистический подход к анализу речи (Лурия, 1975, 1979; Леонтьев, 2003; Ахутина, 1989, 2008; и др.); представления Р.О. Якобсона и А.Р. Лурия о существовании двух стратегий актуализации слова: парадигматической и синтагматической (Jakobson, 1964; Якобсон, 1985, 1990; Лурия, 1963, 1975).

Материалы и методы.

Испытуемые. В исследовании приняли участие 40 добровольцев без неврологических нарушений в анамнезе и 8 нейрохирургических пациентов с патологией, локализованной в лобной доле ведущего по речи полушария.

Исследование проводилось в соответствии с Хельсинской декларацией, разработанной Всемирной медицинской ассоциацией для регулирования этических аспектов, касающихся проведения экспериментов на людях. Все испытуемые-добровольцы дали письменное информированное согласие на участие в исследовании, обработку и публикацию данных. фМРТ-исследование пациентам проводилось по назначению лечащего врача.

Методы.

1. Определение профиля латеральной организации с помощью опросника М. Аннет и проб «кулак на кулак», «часы», «подзорная труба» (Хомская, 2006).
2. Нейропсихологическое обследование с использованием проб, предложенных А.Р. Лурия (1969), и «Методики оценки речи при афазии» (Цветкова, Ахутина, Пылаева, 1981) пациентов в рамках предоперационного обследования.
3. фМРТ исследование на томографе SiemensAvanto 1.5 T. T1-взвешенные вспомогательные анатомические изображения (176 сагиттальных срезов с размером воксела – 1x1x1 мм) получены при помощи последовательности MPRAGE (TR/TE/FA – 1900 мс/ 2.9 мс / 15°). T2*-взвешенные функциональные изображения получены с помощью ЭП-последовательности (EPI) с параметрами TR/TE/FA – 2520 мс / 50 мс / 90°. Всего 30 срезов, каждый из которых содержал 64x64 воксела размером 3.6x3.6x3.8 мм., изображения были ориентированы параллельно плоскости, проходящей через переднюю и заднюю комиссуры (АС/РС). фМРТ-исследование производилось рентгенлаборантами под руководством врача-рентгенолога, кандидата

медицинских наук, заведующей отделением функциональных методов лучевой диагностики ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России, доцентом курса лучевой диагностики и лучевой терапии факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова Мершиной Е.А.

Научная новизна работы. В данном исследовании с использованием метода фМРТ показано, что актуализация слов по парадигматическим связям происходит с преимущественной опорой на височно-теменную область, а по синтагматическим связям - с опорой на оперкулярную часть нижней лобной извилины и заднюю часть верхней височной извилины, независимо от части речи, к которой относится актуализируемое слово. Таким образом, впервые показано, что диссоциированное нарушение употребления глаголов и существительных может наблюдаться не за счет отдельной репрезентации частей речи в коре головного мозга, а за счет различий в мозговых механизмах стратегий, используемых для актуализации определенной части речи. Впервые методом фМРТ на модели интактного мозга подтверждено существование двух стратегий актуализации слова (парадигматической и синтагматической) и показаны различия в обеспечивающих их мозговых механизмах. Анализ времени ответа испытуемых при выполнении задачи на актуализацию глаголов и существительных позволил обнаружить важный, ранее не описанный в литературе факт, что актуализация глаголов по парадигматическим связям – менее привычная и автоматизированная для человека задача, чем нахождение глагола в контексте, в то время как для существительных парадигматическая и синтагматическая стратегии одинаково привычны и по трудности не различаются.

Теоретическая значимость работы. Подтверждено на материале фМРТ-исследования представление о существовании двух стратегий в речи: синтагматической и парадигматической, введенное в нейролингвистику Р.О. Якобсоном и А.Р. Лурия (Jakobson, 1964; Якобсон, 1985; Лурия, 1963,

1975), и показано значительное влияние этих стратегий актуализации слова на мозговые механизмы номинативной функции речи. Значимость этого подтверждения обусловлена тем, что в современных нейролингвистических объяснительных концепциях представление о двух стратегиях актуализации слова совершенно не фигурирует, и не учитывается влияние стратегии актуализации слова на мозговые механизмы процесса употребления глаголов и существительных при планировании фМРТ-исследований речи и интерпретации полученных данных, хотя использование данной концепции было продуктивным в 70-80-х гг. в области исследований речи на материале локальных поражений мозга (Whitaker, 1971; Blumstein, 1973; Kean, 1977; Ахутина, 1975; Полонская, 1978). Таким образом, в данной работе, представление о парадигматической и синтагматической стратегиях актуализации слова впервые введено в спор специалистов о механизмах различий паттернов активации головного мозга при употреблении глаголов и существительных. На модели интактного мозга показана правомерность взгляда отечественных нейропсихологов на различие механизмов нарушения употребления глаголов и существительных пациентами с поражениями мозга лобной и височной локализации.

Практическая значимость работы. Результаты исследования позволили разработать активирующую задачу и протокол проведения фМРТ-исследования для локализации речевых зон мозга, обладающие высокой эффективностью. Предложенный протокол нейропсихологического сопровождения функционального картирования мозга способствует повышению качества получаемых в фМРТ-исследовании данных. Созданная в рамках исследования активирующая задача, а также протокол нейропсихологического сопровождения фМРТ-исследования успешно применяются в Центре лучевой диагностики ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечена достаточным объемом исследуемых выборок; использованием адекватных для изучения мозговой организации психических функций методов получения эмпирического материала; сочетанием качественного анализа и статистической обработки данных с применением дисперсионного анализа ANOVA, непараметрического критерия Манна-Уитни, углового преобразования Фишера и корреляционного анализа с использованием коэффициента Пирсона. Статистический анализ данных проводился с использованием пакета SPSS 17.0 и приложения Microsoft Office Excel 2007.

Положения, выносимые на защиту:

1. По данным фМРТ, в функциональную систему процесса актуализации слова вовлечены лобные, височные, височно-затылочные и височно-теменные области коры головного мозга.
2. Актуализация существительных по парадигматическим и синтагматическим связям происходит с одинаковой эффективностью, актуализация глаголов происходит эффективно только по синтагматическим связям, что связано с функциональной ролью глагола в построении предложения.
3. По данным фМРТ, актуализация слов по синтагматическим связям происходит с преимущественной опорой на оперкулярную часть нижней лобной извилины и заднюю треть верхней височной извилины ведущего по речи полушария, а актуализация слов по парадигматическим связям в большей степени опирается на височно-теменные области мозга ведущего по речи полушария.
4. Активирующая задача на «называние действий по картинкам орудий и объектов действия» в сравнении с «называнием предметов по картинкам» более эффективна для локализации и латерализации передней речевой зоны методом фМРТ у нейрохирургических пациентов.

5. Разработанная процедура нейропсихологического сопровождения фМРТ-исследования пациентов, идущих на нейрохирургическое лечение, показала свою эффективность и может быть рекомендована для внедрения в клинику.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждались на заседаниях лаборатории нейропсихологии и кафедры нейро- и патопсихологии факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова; докладывались на Московском семинаре по когнитивной науке (Москва, 2011); ежегодном съезде Международного Радиологического Сообщества RSNA (Чикаго, 2011); на конференции «Когнитивная наука в Москве: новые исследования» (Москва, 2011); на II конференции по функциональному нейроимиджингу (Москва, 2012); на V Международной конференции по когнитивной науке (Калининград, 2012); на V и VI Всероссийском национальном конгрессе лучевых диагностов и терапевтов «Радиология-2011, 2012» (Москва, 2011, 2012); «Национальном съезде радиологов» (Москва, 2012).

Разработанная в рамках исследования активирующая задача, а также протокол нейропсихологического сопровождения фМРТ-исследования успешно внедрены в работу Центра лучевой диагностики ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России при прехирургическом обследовании пациентов с опухолями головного мозга и симптоматической эпилепсией.

Результаты исследования используются в курсе «Основы нейропсихологии», в практикуме по коррекционно-развивающему и восстановительному обучению на факультете психологии МГУ имени М.В. Ломоносова.

ГЛАВА 1. Номинативной функции речи и ее мозговая организация.

1.1. Нейропсихологический и нейровизуализационный подходы к изучению речи.

В своей обобщающей работе «Основные проблемы нейролингвистики» А.Р.Лурия писал, что есть два пути для того, чтобы описать те звенья, которые последовательно включаются в формирование речевого сообщения и показать ту роль, которую каждое из них играет в этом процессе. Первый из них - экспериментально-генетический - позволяет проследить процесс развития высказывания в детском возрасте. Второй - экспериментально-патологический - заключается в анализе тех нарушений в процессе формирования высказывания, которые возникают при локальных поражениях головного мозга различного генеза. Данный метод долгое время использовался для описания мозговых механизмов речи и иных психических функций. Поскольку замечанию Х. Джексона, о том, что локализовать поражение, не то же самое, что локализовать функцию, которая при этом поражении возникает, не было уделено заслуженное внимание, исследователи, использовавшие экспериментально-патологический метод в области функционального картирования мозга, руководствовались зачастую следующей логикой *«если при данном поражении, нарушается именно эта функция, то эта область мозга эту функцию и реализует»*. В процессе накопления данных появилось множество противоречий, которые в рамках логики «узкого локализационизма» не могли быть разрешены. Иное понимание мозговой организации психических функций было предложено в рамках теории системной динамической локализации высших психических функций (Лурия, 1969). В основе такого понимания лежат следующие принципы, впервые предложенные Л.С. Выготским, а затем детально разработанные А.Р. Лурия. Принцип системного строения высших психических функций, подразумевает, что психическая функция соотносится

с мозгом как многокомпонентная функциональная система, различные звенья которой связаны с работой определенных мозговых структур. Реализация каждой функции опирается на сложную систему совместно работающих зон, располагающихся в разных областях мозга, каждая из которых вносит свой специфический вклад в осуществление психических процессов. Принцип динамической организации, или позднее, функциональной многозначности мозговых структур, подразумевает взаимозаменяемость в определенных пределах одних звеньев функциональной системы другими, а также то, что одно и то же звено может вовлекаться в реализацию нескольких различных функций (Лурия, 2006). Так, в конце 40-х годов в рамках экспериментально-патологического метода появился нейропсихологический метод (Лурия, 2001). В основе нейропсихологического подхода к исследованию речи лежит представление о том, что построение речевого высказывания включает ряд звеньев, каждое из которых осуществляется при непосредственном участии ряда совместно работающих участков мозга, которые обеспечивают этот сложный процесс. Каждый участок мозга вносит свой специфический вклад в построение функциональной системы, лежащей в основе речевого высказывания. Систематический анализ тех изменений в психических процессах, которые наступают в результате локальных поражений тех или иных отделов мозга, позволил показать, что каждое поражение нарушает речевую деятельность особым образом, то есть, нарушения речи, возникающие в результате снижения тонуса коры, модально-специфических форм обработки информации или в результате нарушения регуляции деятельности, отличаются друг от друга (Лурия, 2007).

В последние десятилетия XX века центр тяжести с экспериментально-патологического метода исследования мозговой организации психических функций сместился к нейровизуализационным методам, и наиболее распространенным стал метод функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ). По англоязычным данным каждый день в мире

публикуется около четырех работ, выполненных с использованием данного метода (Culham et al., 2006).

фМРТ является неинвазивным косвенным нейровизуализационным методом. Неинвазивность подразумевает возможность исследовать структуры и функционирование центральной нервной системы в пространстве и времени без нарушения целостности организма человека. Косвенным же метод называется потому, что, в отличие от, например, электрофизиологических методов (электроэнцефалографии и магнитоэнцефалографии), он регистрирует не непосредственную активность нервных клеток, а косвенные признаки ее активности: увеличение кровотока в области, активно включенной в выполнение определенной задачи. Идея, лежащая в основе метода, заключается в том, что активность нервных клеток приводит к изменению метаболизма, то есть метод регистрирует метаболические события и события кровотока, связанные с активностью нервной ткани. На людях, приматах и грызунах было показано, что приток крови по сосудам увеличивается пропорционально активности нервной ткани, прилегающей к ним. Наиболее распространенный метод регистрации изменения кровотока – это регистрация изменения уровня оксигенации крови, регистрируемый сигнал получил название оксигенационно-контрастной зависимости (англ. – blood oxygenation level dependent, BOLD). Увеличение нейронной активности приводит к увеличению тока крови в капиллярах в месте активности нейронов. Приток оксигенированной крови превышает потребности нейронов в ней, таким образом, увеличивается отношение оксигемоглобина к дезоксигемоглобину. Железо в дезоксигемоглобине является парамагнетиком и приводит к снижению сигнала T^*_{2} , относительный прирост оксигемоглобина приводит к увеличению T^*_{2} сигнала – формируя основу для оксиген-зависимого сигнала (BOLD-сигнала). Это изменение может быть зарегистрировано с помощью высокопольного магнитно-резонансного томографа (используются

томографы не менее 1.5 Т). Для каждого вокселя (пространственная трехмерная единица регистрации данных) изменение оксиген-зависимого сигнала во время выполнения активирующей задачи сравнивается с его же уровнем в контрольном условии, таким образом, выделяются участки коры головного мозга наиболее активные в момент выполнения экспериментального условия. При этом показатель оксиген-зависимого сигнала относительный, а не абсолютный, измеряется в процентах от фонового (при выполнении контрольного условия). Прирост сигнала при выполнении экспериментального условия, как правило, составляет от 0,5% до 5%, т.е. метод обладает очень низким соотношением сигнал/шум, поэтому, чтобы достичь выделения сигнала, данные усредняются по множеству повторений активирующей задачи, и подвергаются статистической обработке (Matthews, 2001).

Помимо множества преимуществ, необходимо отметить и ряд недостатков, присущих данному методу. При изучении активности мозга через показатели метаболизма и кровотока теряется много качественной и количественной информации. Качественная потеря информации заключается в том, что разнообразные виды нейронной активности, такие как, потенциалы действия, возбуждающие и тормозные постсинаптические и пресинаптические потенциалы и подпороговые деполяризации, сводятся к одному измерению – изменению кровотока. Потеря количественной информации заключается в значительной потере временного разрешения, так, если нейрофизиологические события измеряются в миллисекундах, то показатели кровотока – в секундах, и латентный период между появлением стимуляции и достижением максимума сигнала составляет от 5 до 8 секунд (Matthews, 2001).

фМРТ-исследования обычно осуществляются по одному из двух экспериментальных планов: блочному (blocked design) или плану, связанному с событием (event-related design). В блочном плане испытуемый

выполняет определенное количество блоков активирующей задачи, чередующихся с блоками контрольного условия, которые при анализе противопоставляются друг другу. Количество и содержание контрольных и экспериментальных блоков определяются заранее, еще на этапе планирования эксперимента.

План, связанный с событием, построен иначе. На фоне множества событий контрольного условия происходит экспериментальное событие. При таком дизайне испытуемый не может проследить логику предъявления стимулов, в отличие от блочного, где стимулы одного условия группируются вместе и регулярно повторяются. Кроме того, план, связанный с событием, позволяет произвольно выбрать для анализа события и анализировать соответствующие им изменения паттерна активации, исходя из того, каким образом человек выполнял задачу (на основе поведенческих данных), уже после завершения исследования. Например, если человек называет предметы по картинкам, то после окончания эксперимента, при проведении обработки данных, в экспериментальное условие можно включить те случаи, когда испытуемый затруднился однозначно назвать предмет, а в контрольное те, которые не вызвали трудностей номинации. Недостатком плана «связанного с событием» является меньшая чувствительность к изменению сигнала, нежели у «блочного», из-за небольшого количества сопоставлений событий экспериментального и контрольного условий. Таким образом, чтобы добиться высоких уровней статистической значимости получаемых данных, приходится значительно увеличивать время сканирования испытуемого при использовании плана, связанного с событием.

Широкие возможности фМРТ для выявления тех областей мозга, которые специфически активны при выполнении определенной задачи, привели к тому, что многие исследователи попали в ловушку неолокализации, пользуясь логикой: **«если при выполнении данного задания, задействуется определенная психическая функция, и**

активированы определенные области мозга, то именно эти области за эту функцию и отвечают». Но чем больше публиковалось исследований, тем очевиднее становилось, что нет однозначного соответствия между определенными психическими функциями и конкретными анатомическими структурами. Например, в случае классических речевых зон Брока и Вернике ведутся дискуссии о том, можно ли продолжать говорить об их существовании, как функциональных зон мозга и, если да, то какие именно структуры мозга в них входят. При первом описании афазии Брока поражение локализовалось в нижней лобной извилине и распространялось в островок и полосатое тело. На данный момент в зону Брока принято включать только корковые структуры: треугольную и оперкулярную части нижней лобной извилины. Традиционно нейролингвисты считают, что зона Брока обеспечивает синтаксические операции, поскольку при повреждении данной области мозга речь становится аграмматичной при относительной сохранности лексикосемантической стороны речи (Лурия, 1947; Muller, Basho, 2004; Ullman, 2006; Higuchi et al., 2009; Nickok, 2009). Это подтверждается нейровизуализационными исследованиями, которые также показывают, что данная область более активно вовлекается в понимание синтаксически сложных предложений в сравнении с простыми (Price, 2010). Вместе с тем специализация данной области исключительно в синтаксических операциях ставится под вопрос, поскольку она также участвует и в лексико-семантических, и в фонетических процессах, а также ряде невербальных функций (Muller, Basho, 2004). Так, например, было показано, что при выполнении трех различных активирующих задач: лексико-семантического выбора, зрительно-моторных координаций и распознавание тонов, единственный участок активации общий для всех трех задач, располагался именно в треугольной и оперкулярной частях нижней лобной извилины левого полушария (Muller, Basho, 2004), хотя ни одна задача не была связана с синтаксическими операциями. На этом этапе

нашего обзора нельзя не вспомнить о принципе многозначности мозговых компонентов психических функций, введенный в отечественной нейропсихологии и описанный выше. Также нельзя не отметить, что теперь помимо «общих аргументов», «аргументов опирающихся на данные афазий у взрослых» и «основанных на данных нормального развития языка и его нарушений», выдвинутых Э. Бейтс (Бейтс, 2011), против узкой специализации и модульности языка (Пинкер, 2004) существуют аргументы, основанные на данных нейровизуализационных исследований.

Ситуация, которая складывается вокруг споров о составе и функциях речевых зон, напоминает притчу о слоне и слепых людях, которые ощупывали его с разных сторон и не могли получить целостной картины.

При обобщении данных, полученных в целом ряде исследований, был сделан вывод, что зона Брока является частью системы «зеркал в мозге» (Риццолатти Дж., Синигалья К., 2012). Именно функциональное строение позволяет зоне Брока участвовать в реализации ряда сложных сукцессивных, иерархически организованных процессов, независимо от их модальности: речевых или двигательных или даже понимания музыкального синтаксиса (Muller, Basho, 2004; Higuchi et al., 2009).

Подобные факты вовлечения классической речевой зоны в ряд неречевых процессов (по сути, функциональной многозначности структур) не могут быть объяснены с точки зрения однозначной привязки психической функции к конкретному мозговому субстрату, что заставляет пересмотреть подход к локализации психических функций в головном мозге в рамках современных нейровизуализационных исследований. Это и было сделано в ряде методических и методологических статей, авторы которых пытались осмыслить и преодолеть этап «узкого локализационизма» в когнитивной нейронауке. Наиболее радикально эту ситуацию выразил В. Р. Уттал в своей книге «Неофренология: ограничения возможностей локализации когнитивных процессов в мозге». (Uttal, 2001). Он утверждает, что

психические функции молярны и далее не делимы, не могут быть локализованы в коре головного мозга. Он предлагает снова вернуться к изучению функций, описывая информацию на входе в систему обработки информации человека и на выходе, после обработки, предположив, что все происходящее между этими двумя точками - «черный ящик», как это было у бихевиористов. На данную книгу было получено множество не менее радикальных критических отзывов, которые с одной стороны соглашались с автором по поводу наличия методологических проблем в нейровизуализационных исследованиях, но при этом, предлагали иные способы преодоления этого кризиса (Hubbard, 2003; Mobbs, Hall, 2005). Противники радикальной позиции Уттала считают, что накоплению противоречивых данных и развитию неолокализационистской логики способствовал распространенный неверный способ построения исследования: «дать задачу испытуемому и описать полученную активацию» без выдвижения предварительных гипотез и продуманных объяснительных моделей (Kosslyn, 1999). Выход из этой ситуации, видится в изменении логики построения исследования. Необходим предварительный психологический анализ психических функций и выделение их структурных компонентов, затем, выдвижение и проверка гипотез о соотношении этих компонентов с определенными участками мозга, их реализующими. После этого, отдельное исследование с варьированием различных условий может быть посвящено определению специфического вклада, которое каждый компонент активации вносит в реализацию психической функции. Нельзя не отметить насколько сильно эти положения соотносятся с положением о многокомпонентном строении ВПФ и учении о факторе в отечественной нейропсихологии (Лурия, 1969).

Переоткрытие в нейровизуализационных исследованиях принципов системного динамического строения психических функций, на данный момент уже решает возникшие противоречия. Такой переход от

неолокализации к системно-динамическим представлениям будет показан ниже, на примере современных исследований речи методом фМРТ, и его можно назвать *фундаментальным приложением* нейропсихологического подхода к нейровизуализационным исследованиям.

1.2 Мозговые механизмы понимания и порождения речи: согласованность классических нейропсихологических и современных нейровизуализационных данных

В рамках нейропсихологического подхода путем систематического изучения нарушений речи при локальных поражениях мозга были сформулированы следующие представления о структурно-функциональной организации порождения и понимания речи.

Так, всякое высказывание начинается с замысла. При поражении лобных долей мозга, которым приписывается функция программирования регуляции и контроля деятельности, наблюдается нарушение активного формирования высказывания, на фоне сохранности повторной и диалогической речи, не требующих активного формулирования мысли (Лурия, 2007). Поражение заднелобной области левого полушария приводит к нарушению механизмов программирования высказывания во внутренней речи, в этом случае становится невозможным подготовка развернутого высказывания и потому - при сохранной способности повторять отдельные фразы и называть предметы - процесс формирования плавного развернутого высказывания нарушается (Лурия, 2007; Ахутина, 2002).

Поражение вторичных отделов левой височной области у правшей приводит к нарушению фонематического слуха, «отчуждению смысла слова» и распаду выбора лексических элементов речи, при сохранении способности к активному поиску этих элементов. Поражение теменно-затылочных отделов левого полушария приводит к нарушению симультанных синтезов, таким образом, затрудняется организация отдельных элементов информации

в сложные системы. Это приводит к нарушению формирования сложных логико-грамматических отношений и поиска значений в «категориальной системе значений» (Лурия, 1947, 1969, 2007, Ахутина, Малаховская, 1985). Таким образом, при данной локализации поражения возникают трудности называния предметов и вербальные парафазии при сохранности звукоразличения, кратковременной слухоречевой памяти и зрительного образа, скрывающегося за словом. Актуализация слова страдает из-за нарушения системы связей и отношений, скрывающейся за словом - значение слова без всего комплекса своих связей распадается, и пациент испытывает трудности при его актуализации (Лурия, 1947).

Как отмечалось ранее, нейропсихологический метод – лишь один из путей объективного исследования мозговой организации речи. Интерпретация данных, полученных этим методом, осложняется рядом условий, характерных для патологического состояния мозга, и потому, по словам А.Р. Лурия, функциональные изменения при патологии «...не являются простым сколком с нормального протекания этих же процессов» (Лурия, 2007, с.49). Кроме того, каждый случай заболевания индивидуален, и поэтому очень трудно набрать однородные клинические выборки для исследования и широких обобщений.

Нейровизуализационные исследования, как правило, проводятся на небольших выборках здоровых испытуемых и обращены к какому-либо одному небольшому аспекту речевой деятельности. Факты, полученные в отдельных исследованиях, обобщаются в метааналитических статьях, таким образом, совершаются попытки построения целостной концепции мозговой организации речи, как она видится на сегодняшний день.

Общепринятыми в таких концепциях мозговой организации речи являются следующие положения. Порождение речи – сложный многокомпонентный процесс, начинающийся с появления замысла, а заканчивающийся моторной реализацией высказывания. После появления

замысла высказывания, слова, соответствующие этим идеям, должны быть выбраны и выстроены последовательно в соответствии с правилами синтаксиса и морфологии. В тот же момент происходит выбор между словами со сходным значением. Слова с релевантным значением должны быть выбраны, а с нерелевантным – отторжены. Подчеркивается последовательный характер организации речевого высказывания, который прослеживается на всех уровнях его построения, от разворачивания замысла высказывания через подбор слов и построение целостного высказывания, до построения артикуляторных схем и, непосредственно, его моторной реализации (Hickok, 2009; Price, 2010, 2012; Friederici, 2011). Необходимо обратить внимание на то, что современное понимание структуры речевого процесса почти дословно совпадает с тем, что было описано на материале локальных поражений мозга (Лурия, 2007, Рябова, 1967, Ахутина, 2007).

Рассмотрим мозговые механизмы представленных выше компонентов речи. Функция инициации речевого высказывания приписывается левой медиальной лобной области и скорлупе в левом полушарии (Crosson et al. 1999; Price, 2010). В отечественной нейролингвистике этот процесс обозначается как создание внутреннеречевой схемы высказывания (Ахутина, 2007).

Заметим, что в таких метааналитических статьях уже не принято использовать термины «зона Брока» и «зона Вернике», как анатомических областей, узкоспециализированных на конкретных речевых процессах – синтаксических и фонетических, соответственно. Как уже было отмечено выше, существование, функции и состав этих зон являются скорее областью дискуссий, чем данностью. Это связано с тем, что в рамках классических зон обнаружены функционально различные субрегионы. Так, оперкулум левого полушария принято целиком включать в зону Брока, тем не менее, даже эта анатомическая структура функционально неоднородна. За сукцессивную организацию как вербальных (в том числе синтаксических), так и

невербальных элементов отвечает задняя часть оперкулума, а вентральный оперкулум связан исключительно с артикуляторным планированием. При этом оперкулярная часть нижней лобной извилины не функционирует независимо, а испытывает нисходящие влияния – от эталонов артикуляции, которые задают определенную вероятность следования одного элемента речи за другим, и, таким образом, данная структура участвует как в понимании, так и в порождении речи (Brown et al., 2009; Price, 2010).

При собственно моторной реализации речевого высказывания активируются следующие области: моторная и премоторная кора билатерально, мозжечок, дополнительная моторная кора, верхняя височная извилина, височно-теменная кора, передняя часть инсулы, скорлупа слева. Важно отметить, что ни одна из этих структур мозга не является специфически речевой, их участие так же показано и в порождении неречевых звуков, таких как кашель, чихание, поцелуй, смех, плач, которые не содержат фонем (Chang, 2009). Премоторная кора функционально подразделяется на три части. Ее вентральная часть отвечает за контроль движений языка, более дорзальная – гортани и самая дорзальная совмещает в себе функции планирования речевых движений и движений пальцами руки (Brown et al., 2009; Риццолатти, Синигалья, 2012).

Последним этапом в формировании речевого высказывания можно считать контроль и коррекцию высказывания прямо в момент его реализации. Это возможно благодаря кольцевой связи между эфферентными и афферентными звеньями системы. Существует несколько каналов получения такой обратной афферентации от речи: во-первых, слуховой, в широком смысле этого слова, во-вторых, более специфический - канал фонетической обработки воспринимаемой речи, в-третьих, канал восприятия сомато-сенсорной информации, получаемой от движений, производимых при говорении. Общее слуховое восприятие речи активирует верхнюю височную область билатерально. При произношении трудных сочетаний звуков,

подключаются высшие уровни фонетического анализа для контроля за речью, возникает активация в височной покрывке и надкраевой извилине (Demonet, 2006). Zheng и соавторы (2010), получили такие данные, когда маскировали произносимое человеком слово шумом или подавали в наушники слово, иное, чем то, которое произносил человек. Разница в активации между этими условиями может быть объяснена только тем, что есть взаимодействие между афферентной и эфферентной системами в момент самого высказывания. Коррекция реализуемого высказывания происходит после сравнения эталонов того, что должно быть, с тем, что реально получается. Нетрудно заметить, как сильно эти новые данные нейровизуализации перекликаются с идеями об обратной афферентации П.К. Анохина и рефлекторном кольце Н.А. Бернштейна, а также, с выделением афферентной моторной афазии, как еще одного независимого типа нарушения речи А.Р. Лурия.

Таким образом, можно сказать, что по результатам 20 лет нейровизуализационных исследований мы не узнали чего-то принципиально нового о структурно-функциональной организации речи, кроме более точного описания структур, входящих в ее состав на модели интактного мозга.

1.3 фМРТ речи в клинической практике.

Основной сферой практического приложения метода фМРТ является картирование функционально значимых зон в рамках нейрохирургического лечения опухолей, артериовенозных мальформаций и симптоматических эпилепсий (Rutten, Ramsey, 2010). И хотя данный метод еще не получил статус полноправного клинического метода исследования, по данным клинических работ, его использование оправдано, так как позволяет на 50% сократить время операции, спланировать хирургический доступ и отобрать кандидатов на внутриоперационное картирование

функций (Kim, Singh, 2003).

Назначение фМРТ-исследования пациенту происходит в том случае, если лечащий врач видит, что зона предполагаемого хирургического вмешательства находится вблизи от функционально значимых зон мозга. Область мозга называется функционально значимой, если ее повреждение вызывает стойкое нарушение двигательных или познавательных функций человека и снижает качество его жизни. На этом месте справедливо может возникнуть вопрос, раз структурно-функциональное строение коры головного мозга уже известно, зачем же локализовать функции у конкретного пациента? Это необходимо, поскольку даже в норме в сфере анатомических особенностей мозга существуют большие индивидуальные различия, вызванные как генетическими, так и средовыми факторами. Тем более при наличии патологии, благодаря пластичности индивидуального мозга и функциональным перестройкам, расположение функциональных зон относительно анатомических ориентиров может еще в большей степени варьировать (Kolb, Gibb, 2007).

Как уже говорилось выше, в области фундаментальных нейровизуализационных исследований уже совершается переход от узколокализационистских представлений к «системно-динамическим», в то время как клиническое фМРТ все еще руководствуется упрощенными представлениями о функциональной организации коры головного мозга. Эти представления основываются на описании ограниченных зон, связанных с порождением и пониманием речи (зоны Брока и Вернике) и игнорируют всю сложность структурно-функционального строения речи (Rutten, Ramsey, 2010). Так, в статье Smits et. al (2006) в разделе «нейроанатомия речи» излагается устаревшая концепция Вернике-Лихтгейма, а в работе по сравнению активирующих задач для предоперационного обнаружения речевых зон авторы искренне удивлены тем, что при выполнении задач на понимание речи активируются не только височные, но и лобные структуры, а

при порождении речи, не только лобные, но и височные (Pouratian et al., 2002).

При использовании функционального картирования для планирования нейрохирургических операций выдвигаются специфические требования к локализации зон. С одной стороны, на уровне отдельных локализуемых функциональных областей, важно минимизировать ошибку второго рода, т.е. случаи, когда области активации, на самом деле принимающие участие в реализации исследуемой функции, ошибочно исключаются из анализа. С другой стороны, на уровне мозга как целого, важно добиться более точной латерализации исследуемой функции. Несмотря на то, что при функциональном картировании имеется тенденция к билатеральной активации гомологичных зон, важно выявить, какое полушарие (левое или правое) может считаться ведущим по данной функции и повреждение какого из гомологов будет критично (Fernandez et al., 2003; Tharin, Golby, 2007.).

Качество данных, получаемых методом фМРТ, зависит не только от технических характеристик томографа, параметров сканирования, подбора активирующей задачи, но и от того, насколько хорошо испытуемый выполняет предложенное ему задание и следует инструкциям врача. Поэтому в случае клинической фМРТ существует специфика в организации процедуры исследования. Задание для функционального картирования мозга методом фМРТ должно быть подобрано так, чтобы пациент мог его выполнять на протяжении всего исследования и на должном уровне. Для этого перед фМРТ-картированием целесообразно проводить предварительное нейропсихологическое обследование пациента. Это помогает выбрать активирующую задачу, доступную для выполнения пациентом, если он уже имеет нарушения картируемой функции или не способен удерживать инструкцию и переключаться между заданиями в ходе чередующихся серий основных и контрольных проб. Поэтому, в отличие от экспериментального использования метода, где процедура исследования строго

стандартизирована, в клинической практике процедура модифицируется с учетом тех когнитивных и двигательных нарушений, которые уже существуют у пациента. Например, при невозможности пациента следовать инструкции нужно присутствие ассистента рядом во время сканирования, который бы побуждал пациента, как к началу выполнения активирующей задачи, так и смене деятельности в нужный момент; либо при трудностях пространственной ориентировки у пациента, нужно дополнительное маркирование правой и левой сторон. При этом важно иметь несколько вариантов одного и того же задания, проверенных на здоровых добровольцах, чтобы подбирать вариант для каждого пациента в индивидуальном порядке (Rutten, Ramsey, 2010).

Результаты фМРТ-картирования хорошо совпадают с золотыми стандартами картирования мозга в сфере моторных и гностических функций, хуже в сфере речевых (Tharin et al. 2007). Наибольшие трудности в функциональном картировании речевых зон связаны с выявлением зоны Брока. Активирующие задачи, предназначенные для этого, дают недостаточно надежные результаты. Так, у пациентов идущих на нейрохирургическое лечение, зрительная кора обнаруживается в 100% случаев, Вернике – 91% случаев, а зона Брока только в 77% случаев (Kim, Singh, 2003). Среди причин неуспеха при локализации авторы называют нарушения психических функций пациента, не дававшие ему выполнять активирующую задачу, и некорректируемые движения головой при выполнении задания (Kim, Singh, 2003).

Кроме того, результаты, полученные методом фМРТ, имеют невысокую надежность и валидность. Так, воспроизводимость результатов в области Брока составляет 55% у здоровых испытуемых (Mayer et al., 2006) и 48,9 % у пациентов (Fernandez et al., 2003). Сопоставление результатов картирования речи методом фМРТ с золотым стандартом картирования функций в коре головного мозга – прямой стимуляции коры во время

нейрохирургических операций, - показали, что результаты двух способов картирования отстоят друг от друга на 2 сантиметра.

Валидность и надежность результатов можно повысить, используя несколько заданий, направленных на локализацию и латерализацию определенной функции. Этот подход к локализации определенных речевых зон назвали «комбинированным анализом» (Roux et al., 2003; Roberts et al., 2003).

Также совершено множество различных попыток увеличения эффективности активирующих заданий для локализации зоны Брока посредством разработки новых парадигм исследования. Так, в специальных работах (см., например, Kim et al., 2009) и в нашем исследовании (Власова и др. 2011) было показано, что задание на актуализацию ассоциативных рядов - «ассоциации на заданную букву» гораздо лучше активирует зону Брока, чем простое название предметов по картинкам. Однако надо отметить, что чаще всего на процедуру фМРТ для выявления передней речевой зоны направляют пациентов с различной патологией, локализованной в левой лобной доле. Данная группа пациентов даже без афатических нарушений испытывает значительные затруднения при выполнении заданий на актуализацию ассоциативных рядов в силу снижения функций программирования, регуляции и контроля деятельности (Лурия, 1969; Henry, Crawford, 2004). Поэтому, для данной группы пациентов довольно эффективное задание по результатам исследования на норму не пригодно, оно не приводит к получению активации в искомой зоне, поскольку они не могут выполнять данное задание на достаточно высоком уровне. Распространенная в клинике парадигма названия по картинкам, удобна по многим причинам. Во-первых, реалистичные картинки легче распознать на экране, чем строки букв для чтения. Во-вторых, сама задача привычна для пациентов и используется в момент предварительного нейропсихологического исследования и во время внутриоперационного картирования, что должно увеличить согласованность

данных и облегчить их соотнесение (Rau et al., 2007). Однако исследования последних лет показали, что данная активирующая задача недостаточно эффективна для выявления локализации и латерализации речевых функций (Kim et al., 2009; Rau et al., 2007; Demonet et al., 2006). В связи с этим появился практический запрос на повышение эффективности определения локализации и латерализации речевых зон в мозге, путем модификации задачи на называние при сохранении доступности задач для пациентов и удобства их применения в клинике. В англоязычной литературе встречаются данные, что одной из наиболее эффективных для обнаружения передней речевой зоны модификаций задачи на номинацию предметов является задача на называние действий (Roux et al., 2003; Demonet et al., 2006). Было показано, что задание на называние глагола в ответ на предъявленное на слух существительное более чувствительная проба для обнаружения зоны Брока, нежели просто называние предметов. Так называние про себя действий приводит к обнаружению зоны Брока с совпадением с последующим внутриоперационным картированием у пациентов в 54 % случаев, в то время как просто называние предметов лишь в 45% случаев (Roux et al., 2003). Данные клинической фМРТ согласуются и с данными афазиологии. Так, исследователи афазии давно обнаружили тот факт, что «глагольная слабость» наиболее отчетливо наблюдается при поражении левой лобной доли, а называние существительных страдает при поражении левой височной доли (Цветкова, 1972; Goodglass et al. 1966; Miceli et al. 1984; Rapp, Caramazza, 1997; Hills, Caramazza, 1991). Однако вопрос о механизмах такой диссоциации употребления глаголов и существительных, как по данным афазиологии, так и по данным нейровизуализационных исследований остается дискуссионным. В следующем разделе будут подробнее рассмотрены предлагаемые решения данного вопроса и предложена объяснительная модель, позволяющая непротиворечиво систематизировать получаемые нейролингвистами данные.

1.4 Номинативная функция речи: данные нейропсихологии и нейровизуализации

В данной работе мы рассматриваем только одну из составных частей речевой деятельности, а именно владения словарем. Оно может изучаться двумя способами: 1) употребление и понимание слова в контексте, 2) оперирование одним определенным словом в определенном задании вне контекста (Цветкова, Ахутина, Полонская, Пылаева, 1979).

В соответствии с представлениями Л.С. Выготского и А.Р. Лурия слово имеет сложное строение, и в нем можно выделить, во-первых, его внешнюю сторону, произносимую и воспринимаемую слухом и, во-вторых, значение. Две основные части значения принято обозначать терминами «предметная отнесенность» и «категориальное значение». Предметная отнесенность позволяет человеку произвольно вызывать образы соответствующих предметов, а категориальное значение слова дает возможность анализировать предметы, выделять в них существенные свойства, относить предметы к определенной категории. В понятии «категориальное значение» слова отражено наличие связей и отношений, которые стоят за предметами внешнего мира.

Употребление слова представляет собой, как говорилось выше, процесс выбора нужного значения из всплывающих альтернатив, с выделением одних, нужных, систем связей и торможением других, несоответствующих данной задаче. Принято выделять два основных типа связей между единицами речи: «парадигматическое соотношение отдельных лексических значений, которое образует понятие и которое является актом «симультанного синтеза» отдельных элементов информации, и синтагматическое объединение отдельных слов в целые высказывания, выступающее как «серийная организация речевых процессов» (Лурия, 2007, с.37). Они составляют два самых общих условия, необходимых для превращения мысли в речь и для развертывания высказывания (Лурия, 2007).

Нарушения номинативной функции речи возникают как при поражении задних отделов головного мозга, так и при поражении передних, они проявляются в обследовании в невозможности называния предметов по картинке, литеральных и вербальных парафазиях, в компенсаторном использовании вместо одного слова словосочетания (Цветкова, Ахутина, Полонская, Пылаева, 1979). При этом и для пациентов с акустико-мнестической формой афазии и для пациентов с моторной формой афазии легче актуализировать частотные, недлинные, простые по звуковому составу слова и легче актуализировать существительные, нежели глаголы. Общие признаки нарушения номинации сочетаются со специфическими. Так, для больных с моторной афазией было характерно преобладание литеральных парафазий и отказов, а для больных с акустико-мнестической афазией – поиск слова и вербальные парафазии. Кроме того, на успешность называния в случае акустико-мнестической афазии значительное влияние оказывает, прежде всего, такой параметр слова как частотность. Для больных с моторной афазией дополнительно были значимы параметры звуковой сложности и длины слова (Цветкова, Ахутина, Полонская, Пылаева, 1979).

Хотя в упомянутом исследовании и было показано, что в целом для пациентов употребление существительных более простая задача, нежели употребление глаголов независимо от формы афазии, с начала 60-х годов XX века существует множество работ, в которых показано диссоциированное нарушение называния глаголов и существительных (Цветкова, 1972; Goodglass et al. 1966; Miceli et al. 1984; Rapp, Caramazza, 1997; Hiils, Caramazza, 1991). В соответствии с одной точкой зрения эти факты свидетельствуют в пользу отдельной репрезентации глаголов и существительных в мозговом субстрате: «глагольная слабость» вызывается поражением левой лобной доли, а проблемы с называнием существительных - поражением левой височной доли (Rapp, Caramazza,

1997). Иная трактовка этого феномена дается в школе А.Р. Лурия, которая будет изложена позднее.

На данный момент исследователи пытаются показать различия в паттернах активации при употреблении глаголов и существительных у здоровых испытуемых и найти на новом этапе развития нейролингвистики данные, подтверждающие концепцию отдельной репрезентации в мозговом субстрате различных частей речи. В одних исследованиях репрезентации глаголов и существительных в коре головного мозга методом фМРТ такие различия обнаружены. Они заключаются в большем объеме активации и появлении дополнительной активации в нижней лобной извилине и средней височной извилине в случае употребления глаголов в сравнении с существительными (Perani et al., 1999; Berlinger et al., 2008, Xi Yu et al., 2011, Sahin et al., 2006). В других работах такие различия не были обнаружены (Tyler et al., 2001, 2004; Liljestrom et al., 2008, 2009; Siri et al., 2008, Ping Li et al., 2004, Federmeier et al., 2000). Так, Siri (2008) предположила, что различия в употреблении глаголов и существительных могут быть связаны с тем, что глагол, как правило, подразумевает действие, а существительное - предмет. Чтобы определить, на каком уровне появляются различия: семантическом или лексико-грамматическом она просила испытуемых называть одни и те же картинки то глаголами с флексиями, то глаголами в начальной форме, то отглагольными существительными. Если бы различия возникали на семантическом уровне, то не было бы различий между всеми условиями, если на грамматическом, то были бы между глаголами с флексиями и без, а если дело просто в трудности задачи, то появление дополнительной активации происходило бы в условии на название отглагольного существительного из-за большей сложности этого задания (необходимость оторвать более непосредственную реакцию - назвать картинку глаголом). В результате не удалось получить различий ни на

семантическом, ни на грамматическом уровне. Только *более трудная задача* вызывала появление дополнительной активации в нижнелобной извилине (Siri et al., 2008).

В ряде работ отмечается решающая роль *наличия грамматических флексий* в задании. Так, если глаголы и существительные предъявляются испытуемому для семантической категоризации (Perani et al., 1999; Palty et al., 2007) или чтения (Tyler et al., 2001) в начальной форме, различия в паттернах активации для различных частей речи отсутствуют, а при маркировании флексиями возникает дополнительная активация в области левой нижней лобной извилины для глаголов. Авторы этих работ полагают, что различия связаны скорее не с частью речи, а с тем, что глаголы выполняют основную грамматическую роль в предложении, и для их маркировки в большинстве языков предусмотрено больше флексий, чем для существительных. То есть, к дополнительной активации в области нижней лобной извилины приводит не само по себе употребление глагола, а необходимость выбора между множеством возникающих альтернативных форм глагола. Позднее это предположение пытались проверить на материале китайского языка, поскольку, в отличие от европейских языков, китайский язык не имеет флексий. Тем не менее, результаты двух исследователей на материале одного и того же языка и с использованием похожих задач (испытуемый решал, подходят ли пары слов по смыслу друг к другу) принципиально расходятся. В исследовании Xi Yu и коллег (2011) различия для грамматических классов удалось получить, несмотря на отсутствие флексий, а в исследовании Ping Li и коллег (2004) такие различия получены не были и результаты последнего были проинтерпретированы в пользу предположения Tyler et al. (2003) о роли флексий в возникновении различий в паттернах активации при употреблении глаголов и существительных.

В исследовании на материале омофонов Tyler (2004) было показано, что слова, которые могут быть и глаголом и существительным (ср. русские омофоны «печь», «течь»), но при этом чаще встречаются только в одной своей роли, при предъявлении в начальной форме воспринимаются либо только как существительное, либо только как глагол, и не дают при прочтении различий в паттернах активации. И только, если слово появляется с артиклем, что однозначно определяет слово в английском языке как существительное, или с местоимением, что однозначно определяет глагол, различия в паттерне активации возникают. Без *грамматического контекста* различий ни в локализации активированных областей, ни в объеме активации не прослеживается.

Еще более интересные результаты были получены в исследовании на материале финского языка Liljestrom et al. (2009, 2012), где испытуемым предъявлялось два типа изображений: 1) статичное изображение объекта на зашумленном фоне – для называния объекта по картинке; 2) изображение объекта в контексте действия с ним – для называния действия и для называния предмета, включенного в действие. Таким образом, по двум типам стимулов испытуемый последовательно выполнял три типа задачи. В данном исследовании не было обнаружено влияния части речи, но обнаружено влияние *типа задачи*, так, при назывании предмета в контексте действия с ним, не наблюдалось различий в паттернах активации в сравнении с называнием действий. Однако различия появлялись, если глаголы назывались по сюжетным картинкам, а существительные – по единичному изображению предмета на зашумленном фоне. Полученные данные были объяснены тем, что более трудная перцептивная задача – распознавание изображения предмета в контексте действия – приводит к неспецифическому возрастанию активации в ряде областей, в том числе и нижнелобной извилине, из-за повышения произвольного контроля. Сходные данные получены и в исследовании Sahin et al. (2006), в котором

испытуемые выполняли три типа задачи: 1) чтение единичного слова (предъявлялся глагол или существительное); 2) дополнение предложения глаголом; 3) дополнение предложения существительным. При анализе всех трех условий в целом, для употребления глаголов в сравнении с существительными была получена специфическая для употребления глаголов активация, расположенная в латеральной височной и дорзолатеральной лобной коре. В случае сравнения мозговых коррелятов употребления глаголов и существительных для дополнения предложения (то есть, в случае включения слова в контекст) различий для разных грамматических категорий обнаружено не было.

В последующих исследованиях с факторной структурой эксперимента так же было показано ведущее влияние *типа задач*, выполняемых испытуемым, на паттерн активации, связанный с использованием глаголов и существительных, а не принадлежность слова к определенной части речи (Berlingery et al., 2008; Palti et al., 2007; Sahin, Pinker, 2006).

Поскольку однозначных данных в пользу отдельной репрезентации в мозговом субстрате глаголов и существительных получить не удалось, исследователи пытаются рассматривать новые переменные, которые могут объяснить возникновение диссоциированного нарушения употребления глаголов и существительных у пациентов с афазиями и различия в паттернах активации у испытуемых группы нормы в процессе употребления глаголов и существительных. Например, помимо принадлежности слова к определенному грамматическому классу, на данный момент исследователи указывают на меньшую перцептивную представленность названий действий в сравнении с названием предметов и большую длину и частотность глаголов в сравнении с существительными, различия в их грамматической роли в предложении, большее разнообразие флективных форм у глаголов в сравнении с существительными в большинстве языков и т.д. (Tyler et al., 2004; Siri et al., 2008; Berlingery et al., 2008; Palti et al., 2007).

Непротиворечиво систематизировать данные, полученные методами нейровизуализации, позволяет концепция Лурия-Якобсона, которая уже была ранее продуктивно применена в качестве альтернативного объяснения природы диссоциированного нарушения употребления глаголов и существительных на материале афазий (Jakobson, 1964, Якобсон, 1985; Лурия, 1963, 1975).

В школе А.Р. Лурия вслед за Р.Якобсоном различаются два пути извлечения слова: парадигматический (выбор слова из слов, связанных отношением сходства, т.е. из одного семантического поля) и синтагматический (выбор слова из слов, связанных отношением смежности, т.е. на основе его устойчивых синтаксических связей). По данным А.Р. Лурия (1975), выбор слов из парадигм первично страдает при поражении задних отделов мозга, а выбор с учетом синтагматических связей - при поражении передних отделов мозга. Сравнительный анализ использования больными с афазией существительных и глаголов, проведенный Н.Н.Полонской (1978), показал, что их актуализация страдает и при передних и при задних формах афазии. При этом больные с передними формами афазий отстают от больных с височными формами афазий в заданиях на ассоциативные ряды, вставку глаголов во фразу, построение предложения по картинке, но опережают в пробе на называние действий. Полученные результаты были проинтерпретированы в пользу концепции о двух путях извлечения слова. Так, у пациентов с височными формами афазии нарушается выбор слова из соответствующей парадигмы, что отчетливо видно в пробе на называние и предметов и действий по картинкам, требующей максимально точного выбора слова. Поиск существительных во фразе облегчается их контекстными связями. У пациентов с моторными формами афазии нарушение синтагматических механизмов проявляется в первую очередь глагольной слабостью, потому что глагол - организатор, главный держатель синтагматических связей. При слабости синтагматических связей глагола

актуализация возможных синтагматических альтернатив (связанных с глаголом имен существительных) затруднена, поиск нужных для фразы слов идет по словарю в целом, как в ситуации называния, что затрудняет и замедляет выбор слов. В свою очередь, актуализированные для фразы существительные не вызывают соответствующую глагольную ассоциацию и поиск глагола для фразы тоже оказывается затруднен. Таким образом, нарушаются обе основные функции глагола: первично – грамматическая (организация словосочетания и предложения) и вторично – номинативная функция (называние действия) (Полонская, 1977, 1978). Похожая ситуация знакома многим людям с недостаточным знанием иностранного языка, когда слова во фразе не актуализируются автоматически, а их надо произвольно искать.

1.5 Постановка проблемы исследования.

Существует практический запрос на повышение эффективности локализации и латерализации речевых зон в мозге, путем модификации задачи на называние при сохранении доступности задачи для пациентов и удобства ее применения в клинике. В англоязычной литературе встречаются данные, что одной из наиболее эффективных для обнаружения передней речевой зоны модификаций задачи на называние предметов является задача на называние действий (Roux et al., 2003). Данные клинической фМРТ согласуются и с данными афазиологии. Так, исследователи афазии давно обнаружили тот факт, что «глагольная слабость» наиболее отчетливо наблюдается при поражении левой лобной доли, а называние существительных страдает при поражении левой височной доли (Цветкова, 1972; Goodglass, et al., 1966; Miceli, et al., 1984; Rapp, Caramazza, 1997; Hills, Caramazza, 1991). В западной традиции преимущественное участие левой лобной доли в назывании действий в сравнении с предметами объясняется отдельной репрезентацией глаголов и существительных в коре головного

мозга человека (Rapp, Caramazza, 1997). Однако на данный момент накоплен большой массив нейровизуализационных данных и данных афазиологии, противоречащих этому объяснению (Crepaldi et al., 2004; Aggujaro et al., 2006; Tyler et al., 2001, 2004; Liljestrom et al., 2008, 2009; Siri et al., 2008). Преодолеть возникшие противоречия пытаются путем описания присущих этим двум грамматическим категориям различий в образности, роли в предложении, частотности, длине слов и т.д. (Tyler et al., 2004; Siri et al., 2008; Berlingery et al., 2008; Palti et al., 2007). Иная трактовка может быть предложена на основе идеи Р.Якобсона-А.Р. Лурии о существовании двух стратегий актуализации слова: парадигматической (выбор слова из слов, связанных отношением сходства) и синтагматической (выбор слова из слов, связанных отношением смежности, т.е. на основе его контекстных связей) (Якобсон, 1990, 1985). По данным А.Р. Лурия, выбор слова из парадигм страдает при поражении задних отделов мозга, а выбор с учетом синтагматических связей – при поражении передних отделов мозга. Данный подход был успешно использован для объяснения феномена диссоциированного нарушения употребления глаголов и существительных у пациентов с передними и задними формами афазий (Полонская, 1977, 1978), в современных нейролингвистических объяснительных концепциях представление о двух стратегиях не фигурирует, хотя оно было популярно в 70-80-х гг. (Whitaker, 1971; Blumstein, 1973; Kean, 1977; Ахутина, 1975; Полонская, 1978).

Следующая глава работы посвящена двум экспериментам: констатирующий эксперимент призван проверить существование феномена большего участия лобных долей мозга в употреблении глаголов в сравнении с существительными у русскоязычных испытуемых, а так же проверить эффективность новой парадигмы для локализации и латерализации зоны Брока у пациентов с патологией лобных долей мозга. Второй эксперимент, верифицирующий объяснительную модель, направлен на проверку влияния

стратегии актуализации слова на мозговую организацию употребления глаголов и существительных.

ГЛАВА 2. Эмпирическое исследование мозговой организации номинативной функции речи.

2.1. Констатирующий эксперимент: названия предметов и действий по картинкам по данным фМРТ-исследования в группе нормы

Данный эксперимент призван проверить существование феномена большего участия задней нижнелобной области коры головного мозга человека в процессах актуализации названий действий в сравнении с процессами актуализации названий предметов у русскоязычных испытуемых. Одновременно с этим, он служил целям сравнения эффективности двух задач на называние (называние предметов и называние действий по изображениям предметов) с целью разработки и апробации эффективного протокола локализации зоны Брока у пациентов, идущих на нейрохирургическое лечение с патологией, локализованной в лобной доле ведущего по речи полушария.

Применение в клинической практике задачи на называние по картинкам удобно по многим причинам. Во-первых, реалистичные крупные картинки легче распознать на экране, чем строки букв для чтения. Во-вторых, сама задача привычна для пациентов и используется в момент предварительного нейропсихологического исследования и во время внутриоперационного картирования, что должно увеличить согласованность данных и облегчить их соотнесение. Однако эффективность данной парадигмы в области локализации передней речевой зоны недостаточна (Rau et al., 2007). Одной из эффективных альтернатив парадигмы на называние предметов по картинкам можно считать актуализацию названий действий в ответ на предъявление названия предмета на слух (Roux et al., 2003). Однако восприятие звуковых

стимулов в томографе затруднено из-за производимого томографом шума во время сканирования и требует специального оборудования. Поэтому мы решили заменить звуковое предъявление стимуляции зрительным. Как правило, картинки для называния действий содержат изображение целой ситуации (Малютина и др. 2012), но восприятие целостной ситуации за ограниченный промежуток времени во время сканирования является довольно трудной комплексной задачей для испытуемого. В рамках данного исследования мы сделали попытку соединить два изложенных варианта задач, связанных с актуализацией глагола. В нашей модификации активирующей задачи испытуемый называл действие в ответ на зрительное предъявление реалистичного изображения предмета.

Испытуемые:

В исследовании приняли участие 18 добровольцев без неврологических нарушений. Среди них 8 мужчин и 10 женщин, средний возраст 29,5 лет (от 20 до 50 лет). Все испытуемые были праворукими, профиль латеральной организации определялся с помощью проб: «кулак», «часы», «подзорная труба» и опросника М. Аннетт (приложение 1). Все испытуемые дали добровольное информированное согласие на участие в эксперименте.

Методика:

Исследование проводилось на томографе SiemensAvanto 1.5 T. T1-взвешенные вспомогательные анатомические изображения (176 сагиттальных срезов с размером воксела – 1x1x1 мм) были получены при помощи последовательности MPRAGE (TR/TE/FA – 1900 мс / 2.9 мс / 15°). T2*-взвешенные функциональные изображения были получены с помощью ЭП-последовательности (EPI) с параметрами TR/TE/FA – 2520 мс / 50 мс / 90°. Всего 30 срезов, каждый из которых содержал 64x64 воксела размером 3.6x3.6x3.8 мм, изображения были ориентированы параллельно плоскости, проходящей через переднюю и заднюю комиссуры (AC/PC).

Материалы:

Называние предметов по картинкам:

В активном условии на экране перед испытуемым появлялось реалистичное изображение предмета (предметы обихода и животные), испытуемый должен был проговорить название картинки про себя. В контрольном условии, когда перед испытуемым появлялось искаженное до неузнаваемости изображение тех же предметов, что и в экспериментальном условии, испытуемый должен был просто смотреть на изображение и больше ничего не делать. Всего было 10 активных и 10 контрольных блоков, по 7 картинок на блок, на называние одной картинки испытуемому давалось 3 секунды (рис. 1).

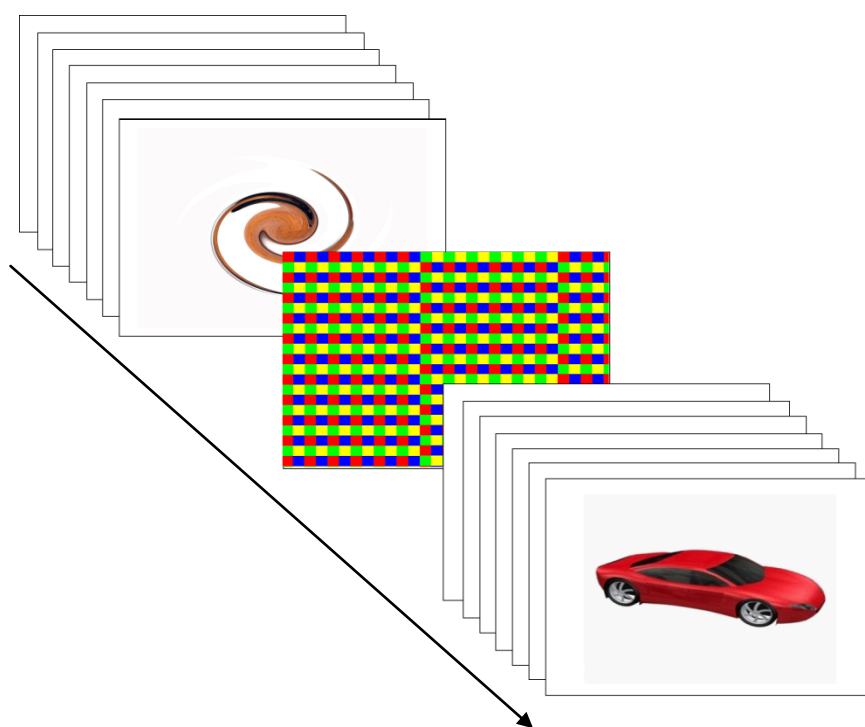


Рис. 1. Стимульный материал активирующей задачи «называние предметов по картинкам».

Называние действий по картинкам:

В активном условии на экране перед испытуемым появлялось реалистичное изображение предмета (предметы обихода), испытуемый должен был придумать действие, которое можно совершать с помощью предмета и проговорить название этого действия про себя. В контрольном условии перед испытуемым появлялось искаженное до неузнаваемости изображение тех же

предметов, что и в экспериментальном условии, и испытуемый должен был просто смотреть на изображение, ничего не делая. Всего было 10 активных и 10 контрольных блоков, по 7 картинок на блок, на одну картинку испытуемому давалось 3 секунды (рис. 2).

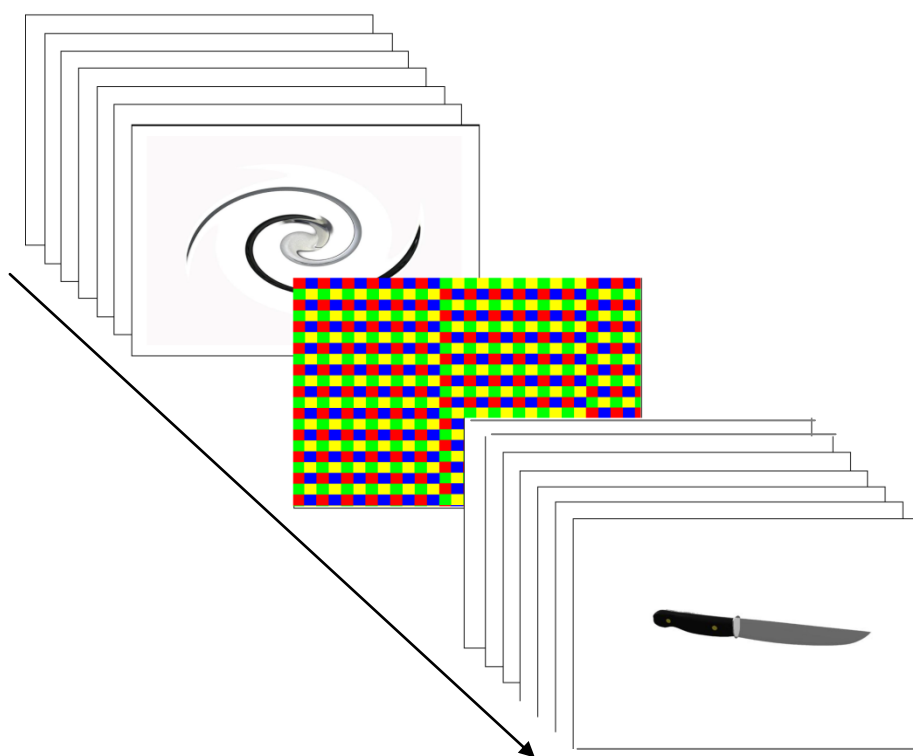


Рис. 2. Стимульный материал активирующей задачи «называние действий по картинкам».

Характеристика стимулов:

Слова, которые чаще использовали испытуемые для названия картинок значимо не различались по количеству слогов, но стимулы не были уравнены по частотности (существительные были значимо более высокочастотными, чем глаголы $U=953$, $p<0,001$). Поэтому отдельно проверялось влияние частотности слова на объем активации в нижней лобной извилине и индекс латерализации.

Обработка данных: полученные данные обрабатывались с использованием специализированного пакета SPM8, статистический анализ проводился с использованием статистического пакета SPSS 17.0 для Windows. Предварительная обработка изображений включала коррекцию изображений для исключения артефактов движений и неоднородности магнитного поля, затем пространственную нормализацию изображений, приведение их к координатам пространства MNI (атлас Монреальского неврологического института) и пространственное сглаживание с помощью фильтра Гаусса (8 мм.).

Индивидуальные карты строились с использованием общей линейной модели (Friston et al., 1995). Индивидуальные контрастные изображения использовались для построения групповых данных с использованием модели случайных эффектов. Локализация кластеров активации индивидуальных данных определялась с помощью автоматизированной процедуры для SPM8 (Tzourio-Mazoyer et al., 2002), и перепроверялась с использованием атласа (Меллер, Райф, 2008), локализация кластеров активации групповых карт определялась с использованием атласа (Меллер, Райф, 2008), полученные координаты кластеров активации представлены в пространстве MNI. Для анализа индивидуальных и групповых карт активации использовались статистические пороги $p=0,05$ с поправкой на множественные сравнения.

Для подсчета индекса латерализации зоны Брока (треугольная и оперкулярная части нижней лобной извилины) использовалась формула:

$$LI = \frac{V_{xleft} - V_{xright}}{V_{xleft} + V_{xright}}, \text{ где}$$

LI - индекс латерализации;

V_{xleft} – объем активации в вокселях в структурах левого полушария;

V_{xright} – объем активации в вокселях в структурах правого полушария.

Вероятностные карты активации:

С целью определения кластеров активации общих для двух различных активирующих задач, были построены вероятностные карты активации: для этого индивидуальные статистические карты испытуемых (spmT) усреднялись (порог $p > 0.05$ с поправкой на множественные сравнения) с помощью функции *Imcalc* для SPM8. Затем вероятностные карты активации накладывались на усредненное анатомическое изображение (усреднение производилось по всем испытуемым с помощью той же функции *Imcalc*). Активация, характерная для каждого задания отмечалась определенным цветом, пересечение кластеров активации между заданиями отмечалось желтым цветом.

Результаты.

При назывании предметов (актуализация имен существительных) по картинкам выявлены следующие кластеры активации с максимальной интенсивностью сигнала в средней затылочной извилине в оперкулярной части нижней лобной извилины билатерально, слева – в предцентральной извилине, инсуре и скорлупе; справа – в дополнительной моторной коре (рис.3, таблица 2). При назывании действий (актуализация глаголов) по картинкам выявлены области активации с пиками активации: билатерально на медиальной поверхности височных долей, слева – в предцентральной извилине, дополнительной моторной коре, скорлупе, в левом полушарии мозжечка, справа – в хвостатом ядре (рис.3, таблица 1).

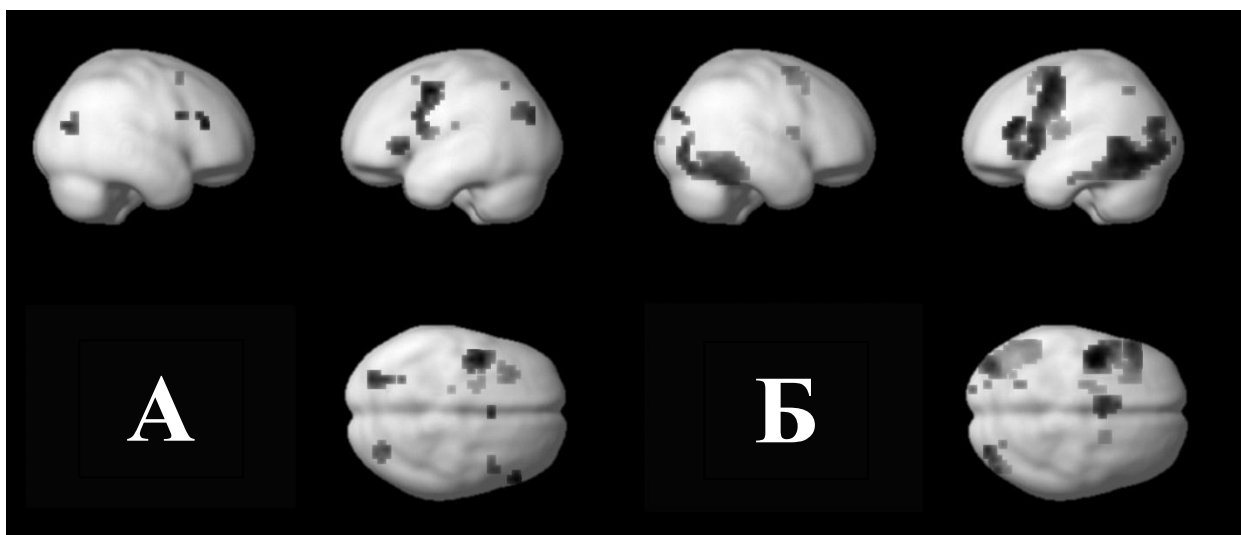


Рис. 3. А - активация соответствующая называнию существительных по картинкам; Б – активация соответствующая называнию глаголов по картинкам. $p=0,05$, с поправкой на множественные сравнения.

Таблица 1. Кластеры активации, соответствующие называнию глаголов по картинкам

Локализация	{x;y;z} мм	p(FWE-cor)	p(FDR-cor)	T-балл	Z-балл	Объем воксели	
S мозжечок 6	-34 -60 -22	0.000	0.009	13.74	6.43	361	
S нижняя височная изв.	-54 -52 -6	0.000	0.011	11.44	5.99		
S веретеновидная изв.	-30 -48 -14	0.000	0.011	11.41	5.99		
D веретеновидная изв.	34 -40 -18	0.000	0.010	12.80	6.26	186	
D веретеновидная изв.	34 -56 -14	0.000	0.010	12.18	6.15		
D веретеновидная изв.	42 -72 -18	0.005	0.245	7.85	5.04		
S предцентральная изв.	-42 -4 42	0.000	0.010	12.23	6.16	322	
S предцентральная изв.		0.000	0.011	11.69	6.04		
S оперкулярная часть		-46 0 50	0.000	0.045	9.82		5.61
нижней лобной изв.		-38 0 34	0.000	0.045	9.82		5.61
S дополнительная моторная область	-6 4 62	0.000	0.010	11.95	6.10	40	
	-6 16 46	0.025	0.672	6.95	4.72		
S скорлупа	-22 -8 14	0.001	0.127	8.69	5.30	21	
D хвостатое ядро	18 8 14	0.002	0.155	8.36	5.20	7	
S средняя затылочная изв.	-38 -84 18	0.005	0.245	7.84	5.03	9	
D верхняя затылочная изв.	30 -88 30	0.009	0.334	7.54	4.93	5	

Таблица 2. Кластеры активации, соответствующие называнию существительных по картинкам

Локализация	{x;y;z} мм	p(FWE- cor)	p(FDR- cor)	T- балл	Z- балл	Объем воксели
S средняя затылочная изв.	-26 -80 26	0.001	0.190	8.84	5.34	19
D оперкулярная часть нижней лобной изв.	42 12 26	0.001	0.190	8.59	5.27	9
S Прецентральная изв.	-38 4 42	0.001	0.190	8.53	5.25	74
S оперкулярная часть нижней лобной изв.	-42 8 26	0.001	0.190	8.41	5.21	
S оперкулярная часть нижней лобной изв.	-46 8 18	0.004	0.324	7.60	4.95	
S инсула	-34 24 -2	0.001	0.205	8.18	5.14	24
S скорлупа	-22 4 10	0.006	0.390	7.37	4.87	8
D средняя затылочная изв.	30 -76 14	0.009	0.441	7.15	4.79	5
D дополнительная моторная область	2 12 54	0.009	0.441	7.12	4.78	14

Кластеры активации общие для двух активирующих задач.

При наложении вероятностных карт активации на усредненное по группе анатомическое изображение, выявлены участки активации, совпадающие по локализации в двух заданиях (называние предметов и действий по изображению предмета) (рис. 4).

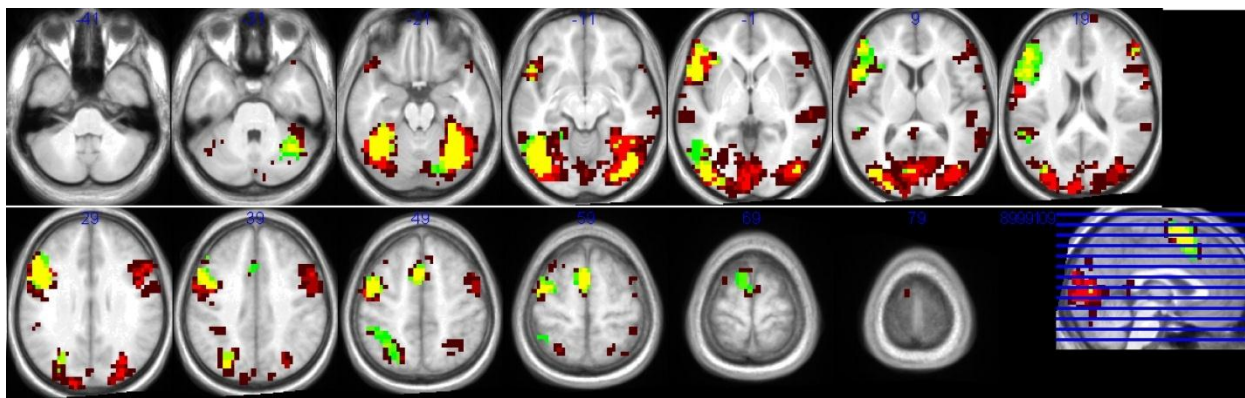


Рис. 4. Вероятностные карты активации ($p < 0,05$, с поправкой на множественные сравнения), красный – называние предметов; зеленый – называние действий, области перекрытия вероятностных карт – желтый.

Вероятностные карты активации для двух задач перекрываются в области дополнительной моторной коры (билатерально), прецентральной

извилины (в левом полушарии), нижней лобной извилины (левое полушария), средней височной извилины и височно-затылочной области билатерально, веретеновидной извилины билатерально и в правом полушарии мозжечка.

Показатели объема активации и индекса латерализации в двух активизирующих задачах.

В группе без неврологических нарушений активация в области треугольной и оперкулярной частей нижней лобной извилины (зона Брока) обнаружена в 72,2% случаев в задании на называние предметов и в 95% случаев при назывании действий, таким образом, можно говорить о том, что задача на называние действий значимо эффективнее локализует зону Брока, чем называние предметов (угловое преобразование Фишера $p < 0,001$) и этот же факт свидетельствует в пользу того, что в русском языке подтверждается существование феномена большего вовлечения задней нижнелобной области в процессы использования глаголов в сравнении с существительными.

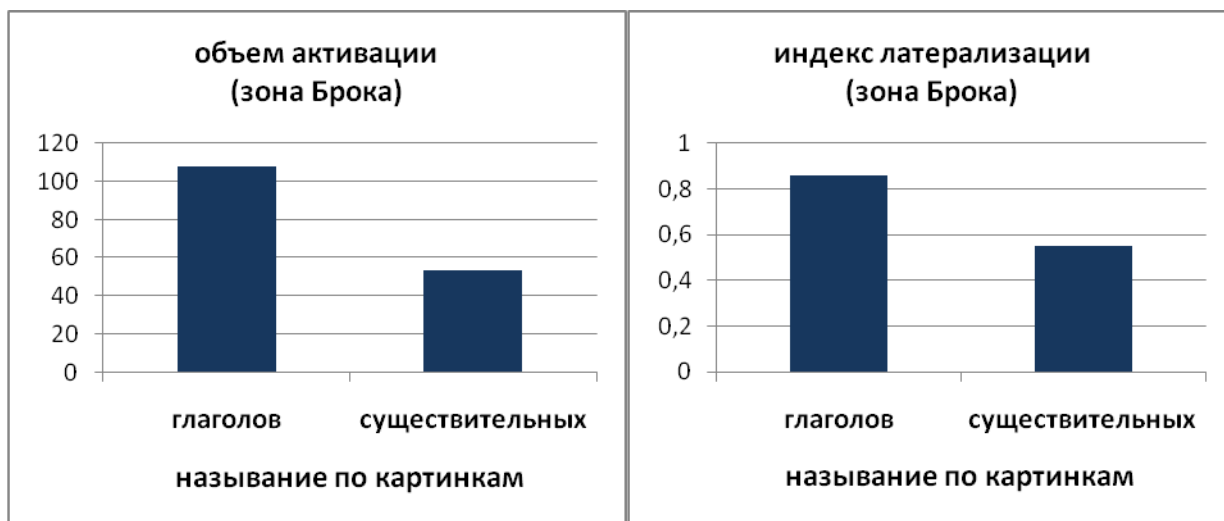


Рис. 5. Показатели объема активации и индекса латерализации в области зоны Брока (группа нормы).

Задание на называние действий на уровне тенденции к статистической значимости дает большие по объему кластеры активации в области зоны Брока ($p=0,064$) и статистически значимо лучше латерализует ее ($p=0,024$) (таблица 3, рис. 5).

Обнаружена положительная корреляция на уровне тенденции к статистической значимости между индексами латерализации, полученными по результатам двух фМРТ-проб $r=0,445$, $p=0,064$, и не получена между индексами латерализации по результатам фМРТ-проб и показателем опросника М. Аннет (таблица 3).

Влияние частотности слов на объем активации и индекс латерализации:

Использование в качестве независимой переменной частотности глагола для называния действия при анализе данных фМРТ показало, что нет специфических кластеров активации, связанных с частотностью на уровне значимости $p=0,001$ без поправки на множественные сравнения.

Таблица 3. Коэффициент корреляции между индексами латерализации

		LI_verbs	LI_nouns	Annet
LI_verbs	Корреляция Пирсона	1	,445	-,280
	Знч.(2-сторон)		,064	,260
	N	18	18	18
LI_nouns	Корреляция Пирсона	,445	1	-,167
	Знч.(2-сторон)	,064		,507
	N	18	18	18
Annet	Корреляция Пирсона	-,280	-,167	1
	Знч.(2-сторон)	,260	,507	
	N	18	18	18

2.1.2. Оценка эффективности задания «называние действий по картинкам» в группе пациентов с поражением лобных долей мозга.

Задача на называние действий с опорой на изображение предмета показала себя как более эффективная для определения локализации и латерализации зоны Брока в группе испытуемых без неврологических нарушений, чем обычная задача на называние предметов по их изображениям. Тем не менее, необходимо проверить, что применение той же самой задачи будет эффективным и в группе пациентов с патологией, локализованной в лобной доле ведущего по речи полушария.

Испытуемые: Группа пациентов из 8 человек, идущих на нейрохирургическое лечение, была направлена на фМРТ исследование с целью локализации и латерализации зоны Брока. Из них 5 женщин и 3 мужчины, средний возраст 28,9 лет (от 17 до 40). Демографические и клинические данные представлены в таблице 4.

Методы:

Протокол исследования включал предварительное нейропсихологическое обследование и беседу с пациентом о процедуре и целях фМРТ исследования, подробное объяснение инструкций и тренировку до укладки в томограф. С пациентами было проведено нейропсихологическое обследование в дооперационном периоде для определения возможных трудностей выполнения заданий, связанных с поражением головного мозга, которые могли бы препятствовать получению качественных результатов во время фМРТ-исследования. Необходимо было убедиться, что пациент может следовать инструкции, не имеет речевых нарушений и нарушений зрительного предметного гнозиса, препятствующих выполнению задания «Называние действий по картинкам». В раннем послеоперационном периоде (3-10 дней) проводилось повторное

нейропсихологическое исследование для определения динамики нарушений речи.

1. Нейропсихологическое исследование включало:

- 1) исследование речи - субтесты «Методики оценки речи при афазии» (Цветкова, Ахутина, Пылаева 1981 - далее сокращенно «ОР»): называние предметов, называние действий, понимание близких по звучанию слов, понимание простых необратимых и сложных обратимых грамматических конструкций, составление предложений по картинкам.
- 2) исследование программирование регуляция и контроля деятельности: оценивалась способность пациента следовать инструкциям, переключаться между заданиями и оттормаживать непосредственные реакции в течение всего исследования. Из специальных проб использовалась реакция выбора.
- 3) исследование памяти: пять трудновербализуемых фигур, две группы по три слова, пересказ текста.
- 4) исследование зрительного гнозиса: реалистичные, перечеркнутые и недорисованные изображения.

Бланки нейропсихологического исследования представлены в приложении 3.

2. фМРТ - исследование проводилось на томографе SiemensAvanto 1.5 T. T1-взвешенные вспомогательные анатомические изображения (176 сагиттальных срезов с размером воксела – 1x1x1 мм) были получены при помощи последовательности MPRAGE (TR/TE/FA – 1900 мс / 2.9 мс / 15°). T2*-взвешенные функциональные изображения были получены с помощью ЭП-последовательности (EPI) с параметрами TR/TE/FA – 2520 мс / 50 мс / 90°. 30 срезов, каждый из которых содержал 64x64 воксела размером 3.6x3.6x3.8 мм, изображения были

ориентированы параллельно плоскости, проходящей через переднюю и заднюю комиссуры (АС/РС).

Активирующая задача:

Называние действий по картинкам:

В активном условии на экране перед пациентом появлялось реалистичное изображение предмета (предметы обихода), пациент должен был придумать действие, которое можно совершать с помощью предмета и проговорить название действия про себя. В контрольном условии пациент должен был просто смотреть на искаженное до неузнаваемости изображение тех же предметов, что и в экспериментальном условии. Всего было 10 активных и 10 контрольных блоков, по 7 картинок на блок, на одну картинку испытуемому давалось 3 секунды (рис. 2).

Обработка данных: полученные данные обрабатывались с использованием специализированного пакета SPM8, статистический анализ проводился с использованием статистического пакета SPSS 17.0 для Windows. Предварительная обработка изображений включала коррекцию изображений для исключения артефактов движений и неоднородности магнитного поля, затем пространственную нормализацию изображений, приведение их к координатам пространства MNI (Монреальский неврологический атлас) и пространственное сглаживание с помощью фильтра Гаусса (8 мм). Индивидуальные карты строились с использованием общей линейной модели (Friston et al., 1995). Групповые карты активации в группе пациентов не строились из-за значительных различий между пациентами, вносимых патологическими изменениями в анатомию и физиологию головного мозга. Локализация кластеров активации индивидуальных данных определялась с помощью автоматизированной процедуры для SPM8 (Tzourio-Mazoyer et al., 2002), и перепроверялась с использованием атласа (Меллер, Райф, 2008), полученные координаты кластеров активации представлены в пространстве MNI. Для анализа

индивидуальных и групповых карт активации использовались пороги $p=0,05$ с поправкой на множественные сравнения.

Таблица 4. Демографические и клинические данные группы нейрохирургических пациентов

Пациент	Пол/возраст	Патология	Локализация	Операция
Иг.	Жен/26	Опухоль	правой лобной доли	Резекция, awake-краниотомия
Ив.	Жен/25	Опухоль	левой лобной доли	Резекция под общим наркозом
Ком.	Муж/33	Опухоль	левой лобной доли	Резекция под общим наркозом
Ков.	Муж/32	Кавернома	левой лобной доли	Резекция, awake-краниотомия
Никв.	Муж/21	Опухоль	левой лобно-теменной области	Резекция под общим наркозом
Саб.	Муж/26	Опухоль	левой лобной доли	Резекция под общим наркозом
Як.	Муж/17	Кавернома	левой лобной доли	Резекция под общим наркозом
Пряд.	Жен/40	микроАВМ	левой лобной доли	Резекция под общим наркозом

Результаты.

Нейропсихологическое исследование.

Функции программирования регуляции и контроля деятельности.

Все испытуемые, принявшие участие в исследовании, были способны понимать инструкции и следовать им, не допускали ошибок по типу импульсивности или инертности. Тем не менее, на наличие нарушений в сфере функций программирования регуляции и контроля деятельности все же указывают явления трудностей включения в задание, которые особенно хорошо прослеживались при запоминания двух групп по три слова и пяти трудновербализуемых фигур (пациенты Ива., Ков., Пря.). У части пациентов (Ива., Ков.) наблюдалось замедленное выполнения пробы «реакция выбора», что дополнительно указывает на затруднение отторгивания непосредственных реакций и необходимости подключения дополнительного контроля.

Таблица 5. Баллы по методике «ОР»

Пациенты	общий балл	Называние		составление фраз	понимание близких по звучанию слов	понимание фраз
		Предметов	действий			
Игн.	130	30	30	30	10	30
Ива.	126	28	30	28	10	30
Ком.	128	29	29	30	10	30
Ков.	130	30	30	30	10	30
Ник.	130	30	30	30	10	30
Саб.	128	29	29	30	10	30
Яку.	130	30	30	30	10	30
Пря.	129	29	30	30	10	30

Как видно по результатам количественной оценки речи в группе пациентов выявляются незначительные речевые нарушения по типу трудностей актуализации слова и вербальных парафазий, которые не могут препятствовать выполнению задания, предложенного в томографе.

Гнозис. Недорисованные изображения.

В сфере зрительного предметного гнозиса пациенты испытывали трудности только при выполнении пробы «незавершенные изображения». При узнавании реалистичных и перечеркнутых изображений в группе пациентов наблюдался «потолочный эффект». Наиболее часто встречались ошибки узнавания по типу фрагментарности, вербально-перцептивные и перцептивно-близкие ошибки.

Значительное снижение слухоречевой памяти в звене отсроченного воспроизведения наблюдалось у пациента Ива. и Яку. При этом, у пациентки Ива. наблюдалось снижение памяти по модально-неспецифическому типу (одинаково плохо справляется как с запоминанием вербального, так и невербального материала). У пациентов Ков., Пря. наблюдались трудности включения в задание (сужение объема воспроизведения при первой попытке при успешных последующих попытках воспроизведения).

Таблица 6. Выполнение пробы «недорисованные изображения»

Пациенты	Продуктивность	Ошибки				
		Фрагмент-арность	вербально-перцептивные	перцептивно-близкие	перцептивно-далекие	вербальные замены
Игн.	9	0	0	0	0	0
Ива.	7	1	0	0	1	0
Ком.	7	1	0	1	2	1
Ков.	7	1	2	0	0	0
Ник.	9	0	0	0	0	0
Саб.	10	0	1	1	0	0
Яку.	8	1	1	1	0	0
Пря.	8	0	1	0	0	0

Таблица 7. Профиль запоминания двух групп по три слова

№ предъявл	Предъявления			Отсрочено	ошибки
	1	2	3		
Игн.	6	6	6	5	Нет
Ива.	3	5	6	3	2 замены близкие по звучанию
Ком.	5	4	6	6	1 горизонтальный повтор
Ков.	3	5	5	4	2 горизонтальных повтора
Ник.	4	6	6	5	1 замена близкая по звучанию, 2 по смыслу,
Саб.	5	6	6	5	Нет
Яку.	6	6	6	2	2 замены близкие по звучанию
Пря.	3	5	6	5	2 горизонтальных повтора

Таблица 8. Профиль запоминания пяти трудновербализуемых фигур

№ предъявл	Предъявления			
	1	2	3	отсрочено
Игн.	4	4	5	5
Ива.	0,5	2,5	3	1,5
*Ком.	Нет	Нет	Нет	Нет
Ков.	0,5	3	5	5
Ник.	3	4	4	4
Саб.	3	4,5	5	5
Яку.	3,5	4,5	4	4
Пря.	4	4	5	4,5

*У пациента Ком. проба не проводилась из-за пареза в ведущей руке.

Результаты фМРТ-картирования зоны Брока.

В группе пациентов с патологией левой лобной доли зону Брока с помощью задания на называние глаголов удалось локализовать в 95% случаев. При этом объем активации в зонах интереса и индекс латерализации значимо не отличались от группы нормы ($U=49$, $p=0,2$ и $U=47$, $p=0,18$ соответственно).

Таблица 9. Объем активации и индекс латерализации в двух группах испытуемых

	называние глаголов			называние существительных		
	Объем активации воксели 4x4x4 мм		Индекс латерализа- ции	V воксели		Индекс латерлиза- ции
	Левое полуша- рие	Правое полуша- рие		Левое полушарие	Правое полуша- рие	
Норма	108,2	8,4	1	53,44	14	0,55
Пациенты	144	20	1			

Обсуждение результатов:

Для начала рассмотрим, какие компоненты активации, связанные с называнием предметов и действий, удалось обнаружить, то есть мозговые механизмы номинативной функции по данным фМРТ- исследования.

При назывании картинок задействованы различные, но взаимосвязанные познавательные процессы. Так, при назывании объекта по картинке необходимо распознать сам объект, выделив его существенные признаки, соотнести с существующими в памяти знаниями об объекте, актуализировать звуковой образ слова, соответствующего этому концепту, а затем, создать

или актуализировать соответствующую звуковому образу артикуляторную схему слова (Лурия, 1969, DeLeon et al., 2007). Данным процессам соответствуют мозговые структуры, их обеспечивающие. По данным нашего исследования в процесс актуализации слова вовлечен целый ряд областей мозга, рассмотрим их функциональную роль при реализации процесса называния. По данным литературы, дополнительная моторная кора связана с произвольной инициацией речевого действия (Crosson et al., 1999; Alario et al., 2006). Предцентральная извилина связана с артикуляторным планированием (Brown et al., 2009). Показано, что роль нижней лобной извилины (в левом полушарии) при назывании объектов заключается в селекции нужного значения из множества возникающих альтернатив (Thompson-Schill, et al., 1997, 1999; Kan, Thompson-Schill, 2004). Участие правого полушария мозжечка в процессе номинации можно объяснить его функциональной связью с левой нижнелобной областью, показанной рядом нейрофизиологических исследований (Feeney, Baron, 1986; Price, 1999), видимо, в содружестве с ней оно обеспечивает процесс селекции из множества возникающих альтернатив при назывании предметов и действий (Price et al., 2005). Стоит отметить, что вклад мозжечка в реализацию функций программирования, регуляции и контроля деятельности был показан и в отечественной нейропсихологии на материале патологии этой структуры различного генеза (Калашникова и др. 2001, 2004; Зуева и др. 2003; Budisavljevic, Ramnani, 2012)

Средняя, нижняя височные извилины и височно-затылочные области, в том числе веретеновидная извилина, в обоих полушариях нейропсихологическими и нейровизуализационными исследованиями мозга (Renzi 1987; Ralph et al., 2001) связываются с наличием в памяти зрительного образа, скрывающегося за словом. Эти структуры принято связывать с семантической памятью. Так, в исследовании Murtha et al. (1999) показано,

что веретеновидная извилина связана с зрительной репрезентацией слова в семантической памяти.

Таким образом, мы видим, что процесс номинации вовлекает как структуры, связанные с процессами инициации и управления актуализацией нужного концепта и соответствующего ему слова при назывании (лобные отделы мозга), так и структуры, связанные с хранением репрезентаций данного слова на различных уровнях (нижние височные и височно-затылочные области) (DeLeon et al., 2007).

Эффективность задач на называние.

В данном исследовании удалось воспроизвести на русскоязычной выборке испытуемых эффект большего участия нижней лобной извилины в назывании действий по сравнению с называнием предметов. Применение задачи на называние действий по картинкам в группе пациентов показало себя столь же эффективно, как и в группе нормы, что не соответствует публикуемым данным о применении фМРТ-картирования зоны Брока на клинических выборках. Где показано, что эффективность применения активирующих задач с целью обнаружения определенных функциональных зон в фМРТ-исследованиях снижается при переходе от выборки без неврологических нарушений к группам с патологией головного мозга различного генеза (Kim, Singh, 2003; Fernandez et al., 2003). Высокая эффективность нашего задания связана с применением предварительного нейропсихологического обследования пациентов для определения круга активирующих задач, которые пациент может выполнять во время сканирования. Задача на называние действия с опорой на изображение предмета оказалась доступной даже пациентам с гностическими и речевыми трудностями (Таблица 5, 6, 7, 8). Единственный случай, в котором выполнение задачи было недоступно, сопровождался грубыми нарушениями функций программирования регуляции и контроля деятельности (Приложение 7). В случае, когда задача на называние действий по картинкам

была недоступна испытуемому, использовались альтернативные задачи, например, чтение предложений, прослушивание фрагментов аудиокниги, счет, называние предметов вслух и т.д. Таким образом, после исключения из протокола сканирования заданий нерелевантных состоянию пациента, время сканирования уменьшалось, а эффективность использования заданий при их подборе индивидуально для каждого пациента на основе нейропсихологического обследования возрастала.

Полученные данные согласуются с данными, полученными на материале английского языка, согласно которым, называние глаголов более эффективная задача для локализации зоны Брока нежели называние существительных (Roux et al., 2003). Действительно, существует ряд исследований, указывающих на репрезентацию глаголов в лобных отделах мозга (Goodglass et al., 1966; Miceli et al., 1984; Rapp, Caramazza, 1997; Hiils, Caramazza, 1991). Но, тем не менее, помимо грамматического класса слова, которое испытуемый использовал для называния картинок существует еще факторы, которые могли повлиять на различия в объеме активации и индексе степени латерализации этой речевой зоны. Можно выделить неспецифические и специфические речевые факторы, которые могли увеличивать активность в левой лобной доле при назывании действий по картинкам.

К специфическим факторам относятся различия в частотности использованных глаголов и существительных для называния предметов и действий, а также возможные различия в способе актуализации слова: парадигматическом для извлечения существительных и синтагматическом для извлечения глаголов. К неспецифическому фактору относится сложность задачи, способствующая увеличению активации в лобных долях мозга. В исследованиях (Berlingery et al., 2007, 2008) было показано, что называние действий по картинкам требует больше времени у испытуемого, чем

называние предметов по картинкам и сопровождается большей активацией в области нижней лобной извилины.

В нашем случае, большая эффективность задачи на называние действий по картинкам могла быть связана с меньшей частотностью слов, которые использовали испытуемые для называния действий в сравнении с называнием предметов. Было показано, что более длинные и менее частотные слова оказывают большую нагрузку на рабочую память (Baddeley et al., 1975; Balota, Spieler, 1999), следовательно, могут способствовать появлению дополнительной активации в лобно-височных областях, связанных с обеспечением рабочей памяти. Тем не менее, в исследовании Tyler и коллег (2004), где также, как и в нашем, не удалось уровнять условия по частотности, было показано, что частотность не влияет на объем активации в лобно-височных областях мозга. На материале русского языка были получены сходные данные. Например, в задаче на называние действий по картинкам словами различной частотности, было показано, что с называнием действий низкочастотными глаголами в сравнении с высокочастотными связана активация, представленная билатерально в верхней лобной извилине, дополнительной моторной коре, медиальной лобной извилине, поясной извилине и в правом полушарии в сенсомоторной коре, средней и нижней лобной извилинах, верхней височной извилине (Малютина и др. 2012). Таким образом, согласно ряду исследований, интересующая нас область – левая нижнелобная извилина - не чувствительна к снижению частотности глаголов при назывании действий по картинкам и более низкая частотность использованных глаголов в сравнении с существительными не влияла ни на увеличение объема активации, ни на увеличения индекса латерализации. Наоборот, по данным Малютиной и др. 2012, меньшая частотность глаголов могла привести к уменьшению индекса латерализации зоны Брока, из-за того, что со снижением частотности связано появление дополнительной активации в области нижнелобной извилины в

правом полушарии (гомолог зоны Брока). Таким образом, влияние низкой частотности слов при назывании действий по картинкам, на различия в эффективности латерализации и локализации зоны Брока при использовании разных задач можно исключить.

Вторым фактором, который мог увеличить эффективность задания на называние действий в сравнении с называнием предметов по картинкам, является стратегия актуализации слова. Если при назывании предметов по картинкам слова актуализируются по парадигматическим связям, то при назывании действий по изображениям предметов задействуются синтагматические механизмы актуализации слова. По данным нейропсихологических исследований (Якобсон, 1990; Лурия, 1975, Полонская, 1977, 1978) синтагматические процессы опираются на передние отделы мозга, а парадигматические – на задние. Таким образом, возможно, что именно синтагматическая стратегия актуализации глаголов повышает эффективность задачи в обнаружении зоны Брока по сравнению с называнием предметов, приводя к большему вовлечению в процесс актуализации слова лобных долей мозга ведущего по речи полушария. Подобный эффект от возможного подключения синтагматических механизмов был получен и в исследованиях Liljestrom et al. (2008, 2009), где называние объекта, включенного в ситуацию манипуляции с ним приводила к появлению дополнительной активации в лобных долях в сравнении с называнием изображения того же самого предмета, но нарисованного на фоне, зашумленном линиями. Обсуждая полученные результаты, авторы не говорят о том, что могут различаться сами способы актуализации слова при предъявлении изображений единичных предметов и целостных ситуаций, а говорят лишь о том, что сама задача на распознавание целостной ситуации сложнее, что и приводит к появлению различий в паттернах активации коры головного мозга при назывании глаголов и существительных. Продолжая свои рассуждения, авторы предполагают, что и диссоциированное нарушение

употребления глаголов и существительных связано не с собственно нарушением номинативной функции, а с тем, что пациентам во время исследования предъявляются различные по перцептивной трудности картинки: в случае глаголов - целая ситуация, а в случае существительных – единичный предмет, таким образом, возникающие трудности приписываются нарушениям гнозиса, а не речи. Данное объяснение вызывает сомнение, поскольку диссоциированное нарушение употребления глаголов и существительных проявляется не только при назывании картинок, но и в свободной речи, и в специальных пробах, например, «вставке глагола в предложение» (Полонская, 1977, 1978, Лурия 2007). Данные, полученные в нашем исследовании, позволяют полностью опровергнуть предположение Liljestrom et al. (2008, 2009) о природе различий в паттернах активации коры головного мозга при актуализации глаголов и существительных у здоровых испытуемых и механизмах отдельного нарушения их употребления у пациентов. По нашим данным большее участие левой лобной доли в актуализации глаголов по сравнению с существительными сохраняется, хотя сам по себе стимульный материал двух разных задач не различался, в обоих случаях это реалистичное изображение единичного предмета, но очевидно, что при внешне сходном стимульном материале, задачи, стоявшие перед испытуемым коренным образом различались. Так, называя предмет по картинке, он должен был выбрать наиболее подходящее слово из слов, связанных отношением сходства (например, стул, лавка, табурет, мебель, то есть, актуализировал слово по парадигматическим связям), а в случае названия действия по изображению предмета, испытуемый актуализировал слово на основе контекстных связей (например, кастрюля – варить, готовить, то есть, по синтагматическим связям).

Влияние способа извлечения слова на появление дополнительной активации в области нижнелобной извилины при назывании действий в сравнении с задачей на называние предметов по картинкам ранее не

выдвигалась и не проверялась, поэтому нуждается в дополнительном исследовании, которому посвящена следующая глава работы.

Итак, мы обнаружили, что: 1) левая задняя нижнелобная область коры головного мозга больше задействована в назывании действий по картинкам предметов, используемых в действии, чем в назывании самих предметов; 2) называние действий по картинкам предметов, показало себя как более эффективная задача, направленная на локализацию и латерализацию зоны Брока, чем простое называние предметов по картинкам; 3) задание «называние действий по картинкам с изображением предметов» доступно для пациентов с локализацией патологии в левой лобной доле даже при наличии речевых расстройств и нарушения функций программирования регуляции и контроля деятельности легкой степени тяжести; 4) исключение из протокола сканирования задач нерелевантных состоянию пациента на основе предварительного нейропсихологического обследования позволяет сократить время исследования и повысить его эффективность.

2.2. Эксперимент, верифицирующий объяснительную модель: мозговая организация процесса употребления глаголов и существительных в зависимости от способа актуализации слова.

В предыдущих главах работы было показано, что ведущая роль левой лобной доли в употреблении глаголов в сравнении с существительными может быть связана не столько с тем, что эта часть речи репрезентирована в конкретном мозговом субстрате, сколько с тем, что глаголы чаще всего актуализируются по синтагматическим связям. Таким образом, есть вероятность, что именно способ актуализации слова (синтагматический) определяет преимущественное вовлечение левой лобной доли в процесс употребления глаголов в сравнении с существительными, которое было продемонстрировано в констатирующем эксперименте. Для проверки того,

что скрывается за различной степенью вовлечения передних и задних отделов мозга в процессы употребления глаголов и существительных: раздельная репрезентация этих частей речи в коре головного мозга или способ актуализации слова, мы провели с использованием фМРТ двухфакторный критический эксперимент (2x2), в котором актуализация слов, относящихся к каждой из частей речи – глаголам и существительным – производилась каждой из рассматриваемых стратегий (по парадигматическим и по синтагматическим связям). В случае справедливости нашей объяснительной модели, на уровень прироста сигнала в речевых зонах мозга (треугольной и оперкулярной частях нижней лобной извилины, верхней височной извилины и височно-теменной области) при выполнении экспериментальных задач будет влиять способ актуализации, а не часть речи актуализируемого слова. В случае же справедливости концепции раздельной корковой репрезентации глаголов и существительных будет наблюдаться противоположная картина.

Материалы и методы:

Испытуемые: В исследовании приняли участие 22 человека (15 женщин и 7 мужчин), средний возраст 25 лет, (19 – 37 лет). Все испытуемые были праворукими, профиль латеральной организации определялся с помощью проб: «кулак», «часы», «подзорная труба» и опросника «Аннет» (Приложение 2). Испытуемые были заранее ознакомлены с правилами безопасности, процедурой и общими целями исследования, давали письменное информированное согласие на добровольное участие в эксперименте.

Методика:

Исследование проводилось на томографе SiemensAvanto 1.5 T. T1-взвешенные вспомогательные анатомические изображения составили 176 сагиттальных срезов с размером вокселя – 1x1x1 мм, были получены при помощи последовательности MPRAGE с параметрами сканирования

TR=1900 мс., TE=2.9 мс., FA=15°. T2*-взвешенные функциональные изображения 30 аксиальных срезов, каждый из которых содержал 64x64 воксела размером 3.6x3.6x3.8 мм., были получены с помощью ЭП-последовательности (EPI) с параметрами сканирования TR=2520 мс., TE=50мс., FA= 90°. Срезы были ориентированы параллельно плоскости, проходящей через переднюю и заднюю комиссуры (АС/РС).

Время ответа регистрировалось с помощью MR-совместимого устройства Current Design fORP FIU-904.

Материалы:

Во время функционального сканирования испытуемые выполняли задачи с четырьмя условиями: А) дополнить ряд из двух существительных ассоциацией-существительным; Б) дополнить ряд из двух глаголов ассоциацией-глаголом; В) дополнить два слова до законченного предложения существительным; Г) дополнить два слова до законченного предложения глаголом (см. таблицу 10. А-Г).

Для условий с дополнением ассоциативных рядов выбирались пары слов с использованием ассоциативного словаря под ред. А.А. Леонтьева (1977), где первая или вторая ассоциация в ответ на заданное слово была парадигматической. Предложения составлялись таким образом, чтобы испытуемый завершал их вероятнее всего теми же словами, что и ассоциативные ряды.

Таблица 10. Стимульный материал

	Существительное	Глагол
Парадигматическая	А: Фрукты, яблоко ...	Б: Бежать, стоять ...
Синтагматическая	В: Девочка ест ...	Г: Девочка грушу ...

Таким образом, наш эксперимент имел факторную структуру, где первым фактором выступала стратегия актуализации слова, вторым - часть речи, к которой относилось актуализируемое слово.

Инструкция. На экране будут появляться строки из двух слов, их необходимо дополнить третьим. Ответ надо проговорить про себя и нажать на кнопку пульта в тот момент, когда придумали подходящее слово.

В качестве контрольного условия использовались строки из крестиков, повторяющие по размеру, длине и комбинации строки из слов. Оно моделировало зрительное восприятие графического материала без его семантической обработки.

Параметры предъявления стимуляции: выполнение задания разделялось на два подхода, каждый подход длился 9,5 минуты, состоял из 5 нерегулярно чередующихся блоков каждой из задач. Каждый блок включал четыре задачи одного условия. Всего в одном подходе содержалось по 20 задач каждого условия и двадцать задач контрольного условия. Между подходами человеку давалась небольшая пауза на отдых, во время которой испытуемый оставался в томографе. Строка каждого типа задачи на экране появлялась на 4,67 секунды, за это время испытуемый должен был дать ответ (рис.6).

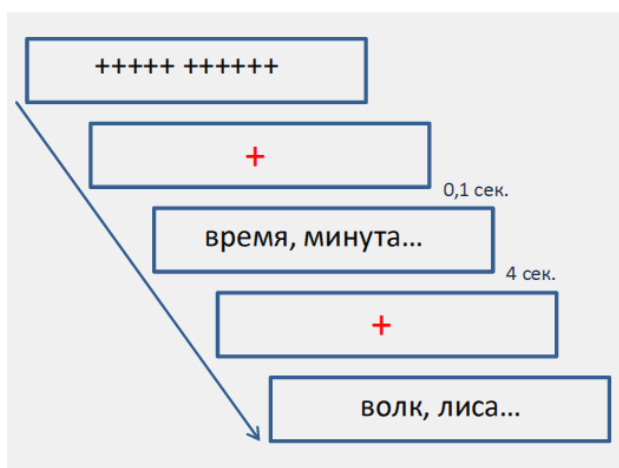


Рис. 6 параметры предъявления стимуляции (пример условия на дополнения ассоциативного ряда существительным).

Обработка фМРТ данных: Полученные данные обрабатывались с использованием специализированного пакета SPM8, статистический анализ проводился с использованием статистического пакета SPSS 17.0 для Windows. Предварительная обработка изображений включала коррекцию изображений для исключения артефактов движений и неоднородности магнитного поля, затем пространственную нормализацию изображений, приведение их к координатам пространства MNI (атлас Монреальского неврологического института) и пространственное сглаживание с помощью функции Гаусса (8 мм.). Индивидуальные карты активации строились с использованием общей линейной модели (Friston et al., 1995). Индивидуальные контрастные изображения использовались для построения групповых данных с использованием модели случайных эффектов. Локализация кластеров активации определялась с помощью автоматизированной процедуры для SPM8 (Tzourio-Mazoyer et al., 2002), и перепроверялась с использованием атласа (Меллер, Райф, 2008), координаты кластеров активации представлены в пространстве MNI (атлас Монреальского неврологического института).

Для анализа индивидуальных и групповых карт активации использовались статистические пороги $p=0,05$ с поправкой на множественные сравнения.

Анализ по функциональным зонам интереса. Помимо полного описания всех кластеров активации, полученных в результате фМРТ-исследования, для специального анализа по функциональным зонам интереса были выделены четыре области: 1) треугольная часть нижней лобной извилины и 2) оперкулярная часть нижней лобной извилины (указанные части нижней лобной извилины относятся к классической зоне Брока, но существуют данные (например, Newman et al., 2003) о различной функциональной специализации этих зон, поэтому анализировались они по отдельности); 3) задняя часть верхней височной извилины и борозды

(соответствует классической зоне Вернике); 4) угловая и надкраевая извилины (относятся к зоне ТРО). В данных зонах определялся показатель прироста уровня оксигенированной крови (BOLD-сигнал) в момент выполнения каждой из четырех задач в сравнении с контрольным условием. Используемый нами способ выделения функциональных зон интереса описан в работе Е. Fedorenko с коллегами (2010). А именно, зоны интереса для анализа создавались на основе групповых данных выполнения одного из подходов задачи с помощью функций программы «Marsbar» «build ROI» и «transform ROI» следующим образом: в одну зону интереса объединялись только те активированные воксели, которые попадали в интересующую нас структуру мозга. Результаты по одному из подходов выполнения задания использовались для выделения зон интереса, при этом, для, а по оставшемуся подходу вычислялся процент прироста BOLD-сигнала (единое значение по каждой зоне интереса). Таким образом, зоны интереса и данные, по которым вычислялся процент прироста сигнала, были независимыми. Для построения зон интереса у части испытуемых брался первый подход выполнения задания, а у части – второй, чтобы избежать систематического влияния эффекта утомления на получаемые результаты. Статистический анализ данных проводился с использованием пакета SPSS 17.0 для Windows.

Статистическая обработка данных. Полученные показатели времени ответа и прироста уровня оксигенации крови для различных условий эксперимента сравнивались с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) с повторными измерениями, с помощью статистического пакета SPSS 17.0 для Windows.

Исходя из основной гипотезы о влиянии способа актуализации слова на паттерн активации мозга для этого эксперимента были сформулированы 3 верифицируемые суб-гипотезы:

1. способ актуализации слова влияет на паттерн активации;

2. извлечение слов по синтагматическим связям реализуется с ведущим участием левой лобной доли;
3. актуализация слов по парадигматическим связям осуществляется с преимущественной опорой на задние отделы левого полушария.

Вероятностные карты активации по всем четырем условиям:

С целью определения кластеров активации общих для четырех различных условий эксперимента были построены вероятностные карты активации. Для этого индивидуальные статистические карты испытуемых (spmT) усреднялись (порог $p > 0.05$ с поправкой на множественные сравнения) с помощью функции `imcalc` для SPM8. Затем вероятностные карты активации накладывались на усредненное анатомическое изображение (усреднение производилось по всем испытуемым с помощью той же функции `imcalc`). Активация, характерная для каждого условия, отмечалась конкретным цветом, пересечение кластеров активации между заданиями отмечалось белым цветом.

Результаты.

Поведенческие данные. Измерение времени ответа во время выполнения заданий в томографе позволило нам выявить, что задачи на актуализацию глаголов и существительных по парадигматическим и синтагматическим связям различаются по трудности для испытуемых. Так, дополнение ассоциативного ряда оказалось в целом более сложной задачей, чем дополнение предложения $F(1, 21)=38, p < 0,001$, кроме того, обнаружен значимый эффект взаимодействия факторов: статистически значимый эффект стратегии актуализации слова более выражен при употреблении глаголов $F(1, 21)=15, p < 0,001$. Как показывает рис.7 А, актуализация глаголов по парадигматическим связям значимо более трудная задача, чем по синтагматическим $F(1, 21)=48,7, p < 0,0001$, а для существительных эти две стратегии по сложности значимо не различаются $F(1, 21)=2,7, p = 0,107$.

Похожий паттерн взаимодействия факторов способа актуализации слова и части речи прослеживается и по количеству пропусков ответов, которые допускали испытуемые в каждом условии (рис.7 Б). Так, очевидно, что актуализация глаголов по синтагматическим связям (дополнение предложения) значимо легче, чем все оставшиеся три условия эксперимента, а задача на парадигматическую актуализацию глаголов - самая сложная. Таким образом, мы должны судить о специфике мозговых механизмов, лежащих в основе актуализации глаголов и существительных, с учетом того, что употребление каждой части речи различается по трудности. В связи с этим полученные различия в объеме и локализации активации между различными частями речи могут быть связаны скорее с трудностью задания, чем его содержанием.

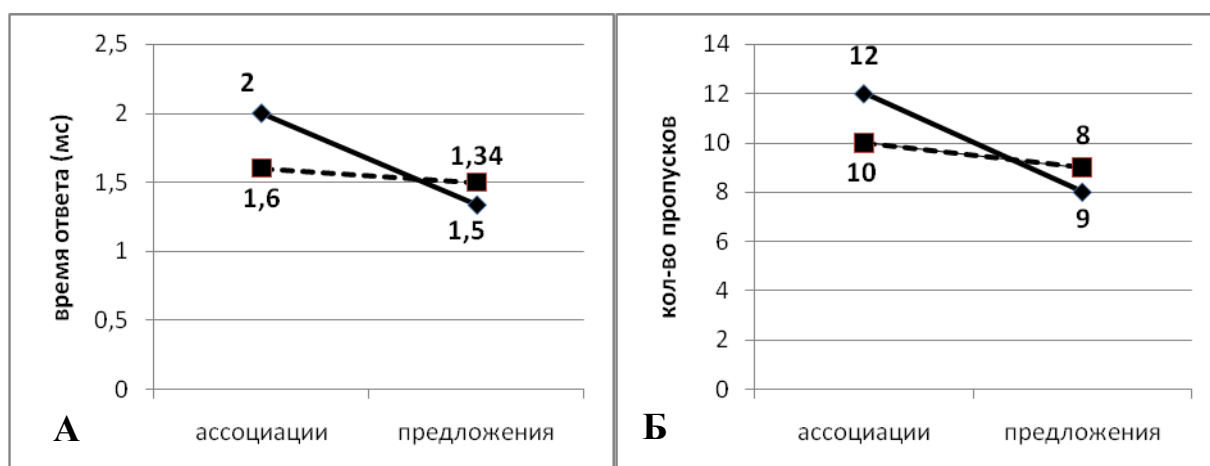


Рис. 7. Зависимость А - времени ответа (мс) и Б – количества пропусков в зависимости от типа задачи и части речи (пунктирная линия – актуализация глагола; сплошная линия – актуализация существительного).

С невозможностью уровнять по трудности задачи сталкивались и другие исследователи, но, тем не менее, обсуждали различия в мозговой организации употребления глаголов и существительных (Berlingery et al., 2008; Palti et al., 2007). Учитывая невозможность уровнять задачи по трудности, мы модифицировали обработку данных следующим образом.

Во-первых, мы проверяли гипотезу о влиянии способа извлечения слова на паттерн активации внутри только одного грамматического класса – класса существительных, поскольку для них не обнаружено значимых различий по трудности в случае актуализации по парадигматическим и синтагматическим связям.

Во-вторых, для того, чтобы определить, какие именно области мозга при выполнении более сложных задач могут активироваться больше в сравнении с легкими задачами, мы поделили все задачи, независимо от того, к какому условию они относились, на более легкие и более трудные. Деление производилось по медиане выборки показателя времени ответа испытуемых на каждую задачу: легкие задачи – время ответа меньше и равно 1.46 сек, трудные – больше. После этого данные были введены в модель для анализа результатов нейровизуализации и выявлены специфические кластеры активации, связанные с выполнением более сложной задачи в сравнении с более простой, независимо от типа самой задачи.

Перейдем к полученным данным. Ниже перечислены кластеры активации и соответствующие им пики активации в пространстве NMI, приведены только кластеры активации, объем которых составлял не менее 5 вокселей, на уровне значимости $p=0,05$ с поправкой на множественные сравнения.

Влияние трудности задачи. Для выявления тех компонентов активации, которые связаны с различной трудностью экспериментальных условий для испытуемого, время ответа было включено в анализ данных фМРТ. Обнаружено, что с возрастанием трудности задач появляется дополнительная активация в области инсулы, нижней лобной борозды, средней лобной извилины и дополнительной моторной коры в левом полушарии (Таблица 11, рис. 8).

В соответствии с нашими гипотезами мы можем ожидать, что извлечение существительных будет происходить при активации лобно-

височных отделов, причем *лобные* отделы будут больше представлены при извлечении существительных по синтагматическим связям (завершение предложений), а *височные, височно-теменные* отделы при извлечении по парадигматическим связям (ассоциативный эксперимент).

Таблица 11. Кластеры активации, характерные для более трудных задач в сравнении с более легкими независимо от характера самой задачи.

Локализация	{x,y,z} мм	p(FWE-cor)	p(FDR-cor)	T-балл	Z-балл	Воксели
Инсула/нижняя лобная борозда	-30 20 6	0.001	0.143	8.38	5.36	11
средняя лобная извилина	-46 24 30	0.006	0.351	7.14	4.92	6
дополнительная моторная кора	-6 20 42	0.009	0.351	6.91	4.83	4

В связи с разной сложностью двух способов извлечения глаголов мы можем ожидать, что в простой задаче синтагматического извлечения глаголов также как при синтагматической актуализации существительных будут больше активированы *лобные* отделы. Но значительную активацию *лобных* отделов мы также увидим и при выполнении задачи на актуализацию глаголов из парадигм, что связано с выполнением более сложной и менее привычной задачи, т.е. с увеличением доли контролируемых процессов в менее автоматизированной и потому наиболее сложной задаче (Temple, 2005; Jansma et al., 2001; Schneider, Chein 2003).

Паттерн активации, связанный с актуализацией слова, независимо от части речи и стратегии актуализации слова.

При актуализации слова в ответ на предъявленные строки слов возникают следующие пики активации: в левом полушарии - в треугольной части нижней лобной извилины, дополнительной моторной коре, постцентральной извилине, надкраевой извилине, верхней височной извилине, средней лобной извилине; билатерально - в предцентральной извилине, инсуле, шпорной борозде и таламусе (рис. 9).

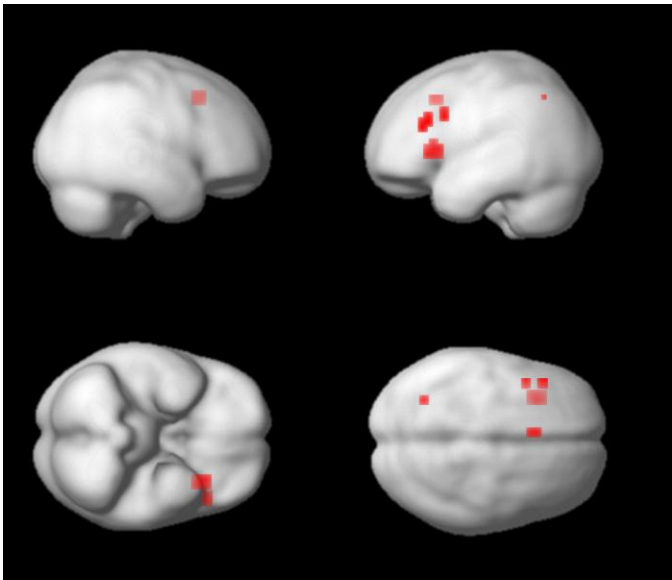


Рис. 8. Активация связанная с выполнением более сложных заданий в сравнении с более простыми.

При этом есть компоненты активации, которые возникают в каждом из четырех условий эксперимента, а есть и те, что варьируют от условия к условию. Чтобы определить инвариантные компоненты активации, связанные с чтением предъявленных слов и актуализацией нового слова, рассмотрим вероятностные карты по всем четырем условиям, наложенные на усредненные анатомические данные (рис. 10).

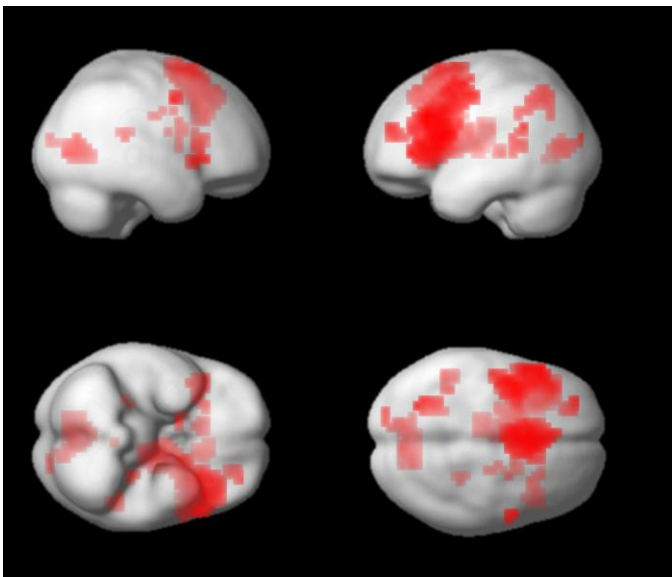


Рис. 9. Активация, связанная с актуализацией слова в ответ на графически предъявленные слова по всем 4 условиям.

На аксиальных срезах белым цветом отмечены те участки активации, которые совпадали во всех четырех условиях эксперимента (участки пересечения вероятностных карт). Среди них: дополнительная моторная кора билатерально, предцентральная извилина в левом полушарии, нижняя лобная извилина и инсула (билатерально, но больше слева), постцентральная извилина (билатерально, но больше слева), в левом полушарии - надкраевая извилина, верхняя височная извилина, веретеновидная извилина, а так же червь мозжечка и правое полушарие мозжечка (рис. 10).

Эти данные указывают на то, что процесс актуализации слова происходит с участием как лобных, так и височных отделов мозга.

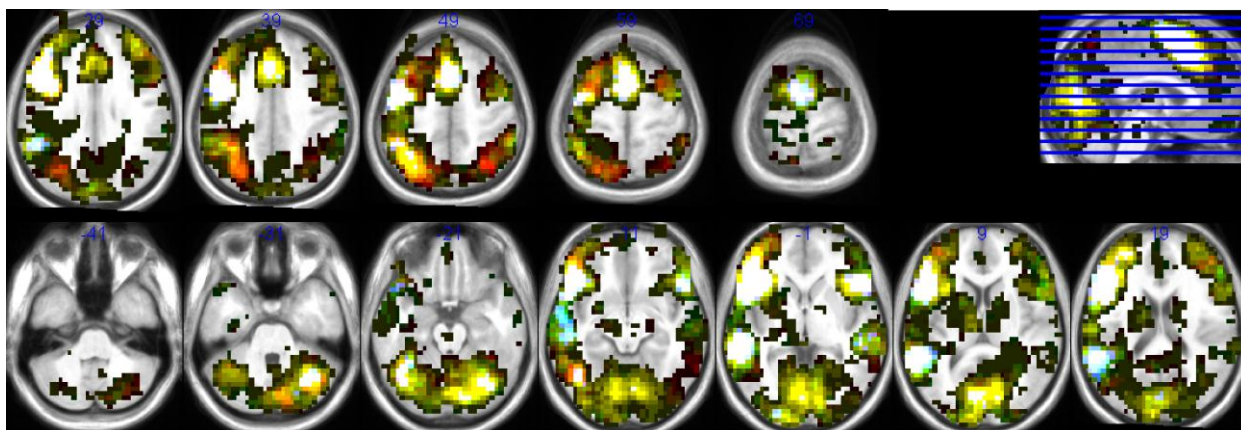


Рис.10. Перекрытие вероятностных карт активации по всем четырем условиям эксперимента: дополнение ассоциативного ряда существительным – красный; завершение предложения существительным – зеленый; дополнение ассоциативного ряда глаголом – желтый; завершение предложения глаголом – синий.

Поскольку запланированный нами анализ по зонам интереса часто подвергается критике за сосредоточение на конкретных структурах мозга и игнорировании участков активации, которые в них не попадают, но могут также вносить значительный вклад в реализацию изучаемой функции, для начала подробно рассмотрим паттерны активации, характерные для отдельных экспериментальных условий.

Завершение предложения. Употребление *существительных* (по сравнению с контрольным условием - фиксацией взгляда на строках из крестиков) вызывает следующую активацию: в левом полушарии – в нижнелобной области, дополнительной моторной коре и поясной извилине, средней лобной извилине, верхней и средней височной извилинах, а так же в правом полушарии в предцентральной извилине, затылочных извилинах, хвостатом ядре и нижней лобной области (рис. 11 Б, приложение 8: таблица 14).

При завершении предложений *глаголом* получены следующие кластеры активации в левом полушарии: нижнелобная область, дополнительная моторная кора, средняя лобная извилина, верхняя височная извилина, таламус. Билатерально активация представлена в затылочной области, а в правом полушарии - в поясной извилине и хвостатом ядре (рис. 11 Г, приложение 8: таблица 15).

В прямом сопоставлении *существительных* и глаголов в задании на дополнение предложений выявлена специфическая активация для каждой части речи. Для употребления *существительных* активация представлена билатерально - в верхней лобной извилине (больше слева), и поясной извилине; в правом полушарии - в затылочной, постцентральной и надкраевой извилинах. Для употребления глаголов в этом задании в сопоставлении с *существительными* значимых кластеров активации не выявлено. Этот факт легко находит свое объяснение в простоте задачи на нахождение глагола по его синтагматическим связям.

Продолжение ассоциативного ряда. Простое сопоставление активности, связанной с дополнением ассоциативного ряда *существительным*, с контрольным условием показало наличие значимой активации в левом полушарии - в височно-теменной области, нижней лобной извилине, поясной извилине и дополнительной моторной коре, таламусе;

билатерально - в затылочной коре; в правой полушарии - в постцентральной и нижней лобной извилинах (рис. 11 А, приложение 8: таблица 12).

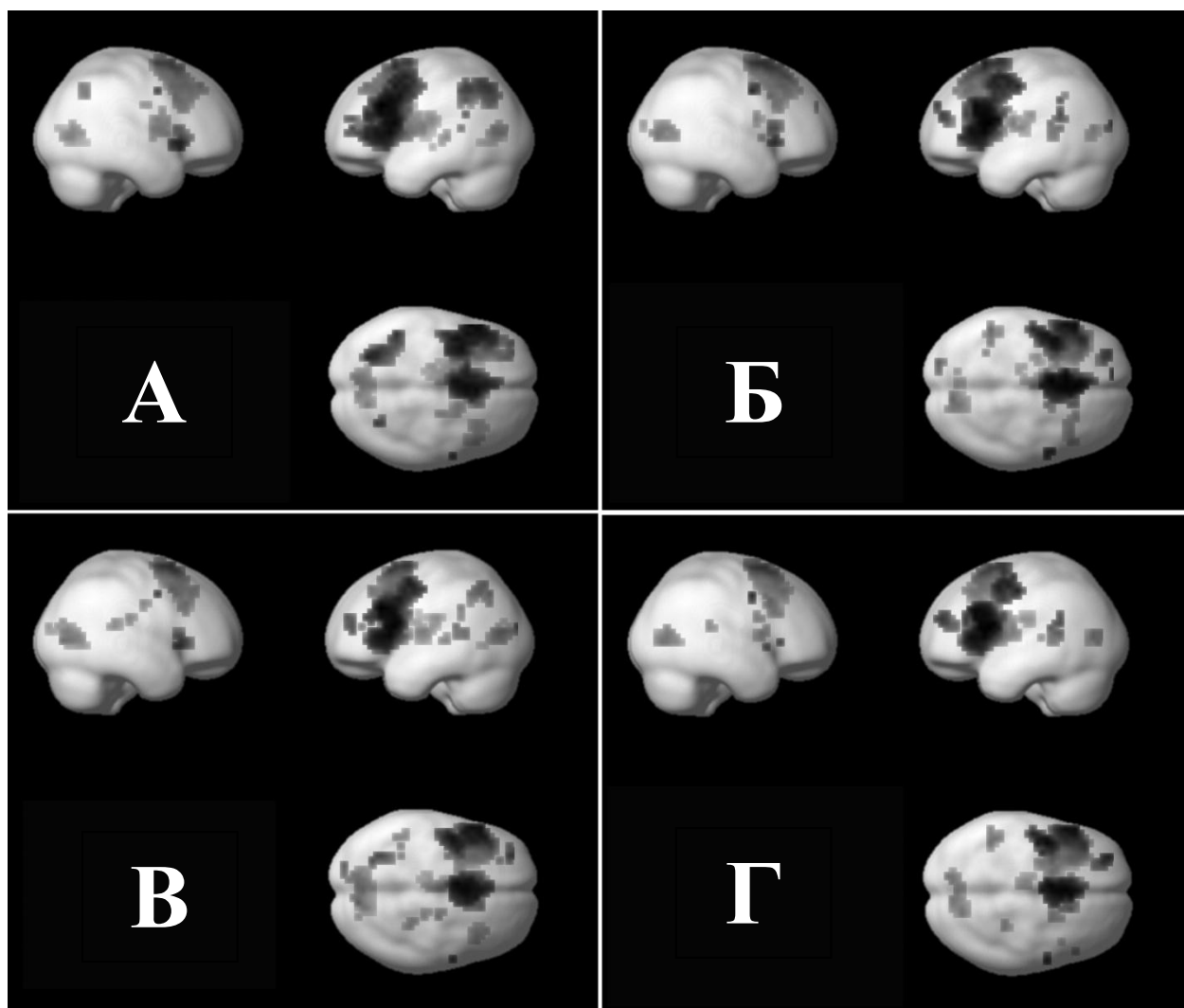


Рис. 11. Области активации, характерные для задания А - дополнение ассоциативного ряда существительным, Б - дополнение предложения существительным, В - дополнение ассоциативного ряда глаголом, Г - дополнение предложения глаголом, $p=0,05$, с поправкой на множественные сравнения.

Аналогичный контраст между глаголами и контрольным условием в задаче на дополнение ассоциативного ряда обнаружил активацию в левом полушарии - в нижней лобной области, поясной извилине и дополнительной моторной коре; билатерально - в затылочных извилинах и хвостатом ядре, теменной/височно-теменной области (постцентральная и надкраевая

извилины), верхней височной извилине, в правом полушарии - в инсуле и средней лобной извилине (рис. 11 В, приложение 8: таблица 13).

Часть речи: сопоставление актуализации глаголов и существительных.

Активация, характерная для существительных в отличие от глаголов независимо от задачи, для выполнения которых они актуализируются, обнаружена в области верхней лобной извилины в левом полушарии и в постцентральной извилине и надкраевой извилине билатерально (рис. 12 Б, приложение 8: таблица 17). Значимых кластеров активации специфичных для актуализации глаголов независимо от стратегии в сравнении с существительными обнаружено не было.

Стратегия актуализации слова: сопоставление актуализации слов по парадигматическим и синтагматическим связям.

Активация, характерная для актуализации слов по парадигматическим связям, локализуется преимущественно в левом полушарии в постцентральной и надкраевой извилинах, верхней лобной извилине, дополнительной моторной коре, инсуле, средней лобной извилине и таламусе. В правом полушарии она найдена в затылочных извилинах, орбитальной части нижней лобной извилины и хвостатом ядре (рис. 12 А, приложение 8: таблица 16). Для актуализации слов по синтагматическим связям в сравнении с извлечением из парадигм специфических кластеров активации не выявлено.

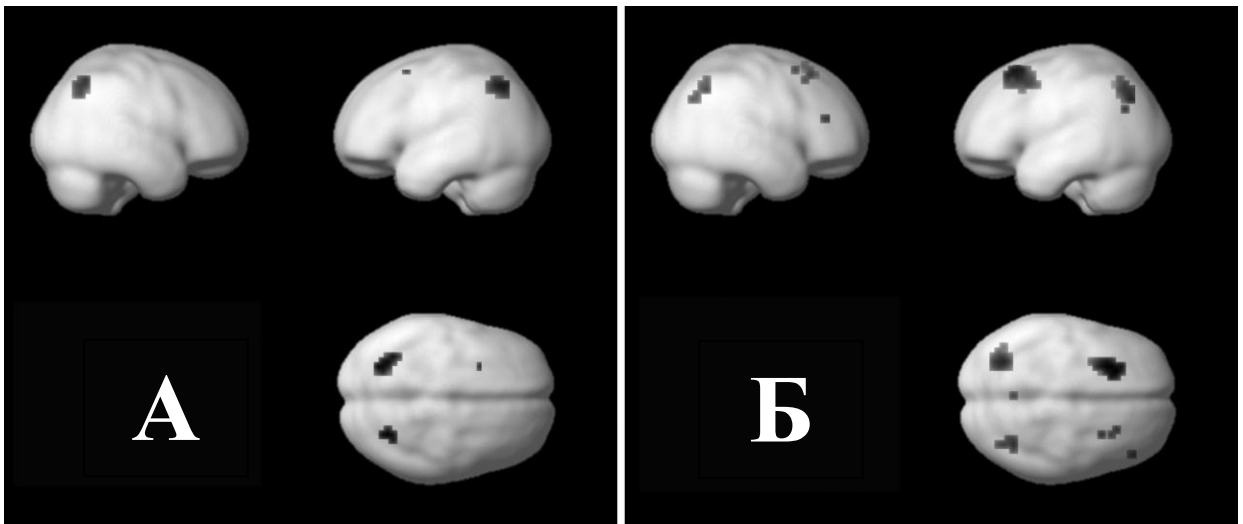


Рис. 12. Области активации, специфичные для использования парадигматической стратегии актуализации слова (А); употребления существительных, независимо от задачи (Б).

Рассмотрим подробнее степень вовлечения речевых зон мозга в процесс актуализации слова в зависимости от условий эксперимента.

На диаграммах прироста уровня оксигенации крови - показателя активности определенного участка мозга (рис.13, 14, 15, 16), видно, что в оперкулярной части нижней лобной извилины (рис 13) наблюдается большой прирост сигнала в случае извлечения слов по синтагматическим связям $F(1, 21)=5,19, p=0,033$), как и предполагалось в нашей гипотезе, и нет различий для актуализации глаголов и существительных ($F(1,21)=0,69, p=0,4$).

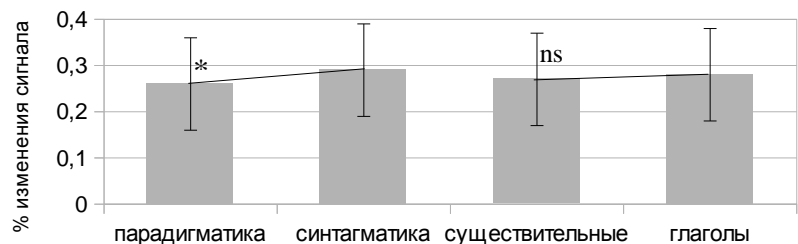
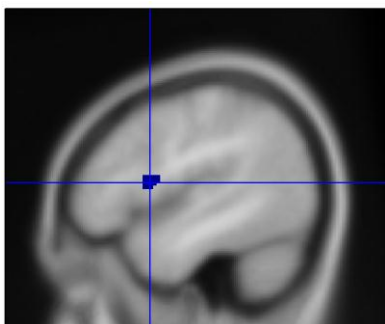


Рис.13. Прирост уровня оксигенации крови (%) в оперкулярной части нижней лобной извилины, центр зоны интереса {-44; 8; 11}.

В височно-теменной области (ТРО) ведущего по речи полушария, наблюдается противоположная картина: уровень активации выше в случае

актуализации слов по парадигматическим связям по сравнению с актуализацией слов по синтагматическими связям ($F(1, 21)=4,75, p=0,04$), независимо от части речи актуализируемого слова ($F(1, 21)=3,95, p=0,06$) (рис.14).

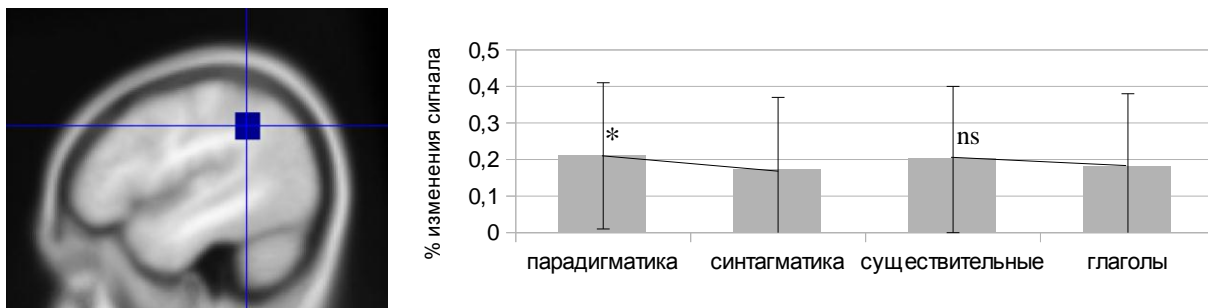


Рис.14. Прирост уровня оксигенации крови (%) в височно-теменной области, центр зоны интереса {-43; -46; 39}.

Казалось бы, противоречащие исходной гипотезе результаты обнаружены при сопоставлении экспериментальных условий по показателю прироста сигнала в треугольной части нижней лобной извилины и верхней височной извилине.

В треугольной части нижней лобной извилины (рис. 15) не обнаруживается различий между условиями актуализации слов по синтагматическим и парадигматическим связям ($F(1;21)=0,25, p=0,6$), как предполагалось, но, при этом наблюдается больший прирост сигнала в случае извлечения существительных в сравнении с глаголами ($F(1;21)=4,87, p=0,039$).

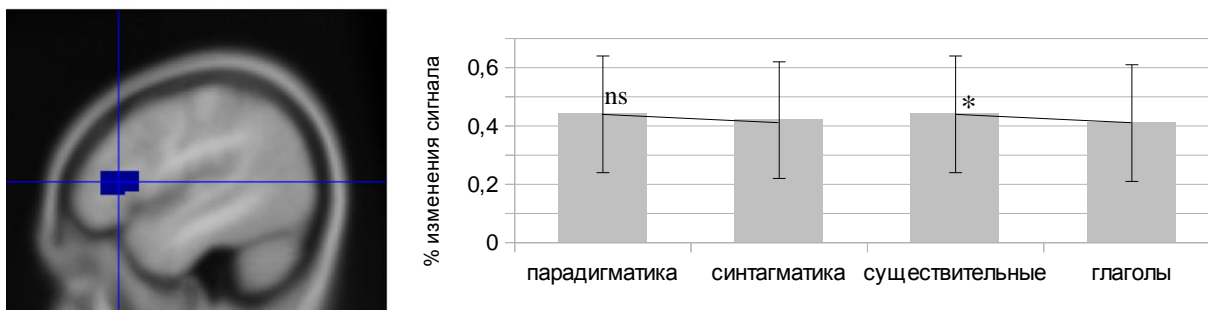


Рис.15. Прирост уровня оксигенации крови (%) в треугольной части нижней лобной извилины, центр зоны интереса {-47; 26; 8}.

В задней части верхней височной извилины и борозде (зона Вернике) (рис. 16) наблюдается значимый прирост сигнала в случае актуализации слов по синтагматическим связям ($F(1, 21)=28,9$, $p<0,001$), независимо от части речи актуализируемого слова ($F(1,21)=1,1$, $p=0,3$).

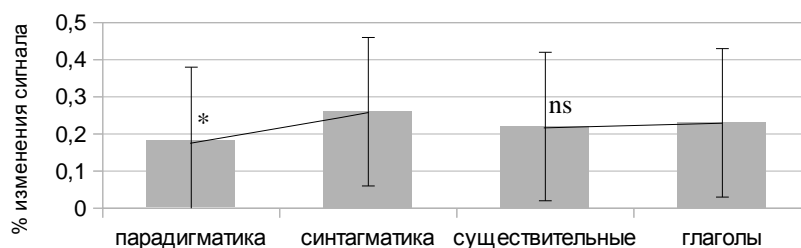
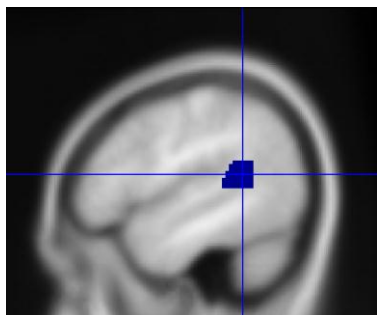


Рис.16. Прирост уровня оксигенации крови (%) в задней части верхней лобной извилины, центр зоны интереса {-47; -44; 12}.

Перейдем к подробной интерпретации полученных данных.

Обсуждение результатов.

Таким образом, наши данные анализа по зонам интереса демонстрируют, что извлечение и глаголов, и существительных по синтагматическим связям происходит с преимущественной опорой на оперкулярную часть нижней лобной извилины (рис. 13), а по парадигматическим - на височно-теменную область (рис. 14). При этом видно, если обратить внимание на объем и значимость кластеров активации, как ведущий кластер активации при актуализации существительных смещается с задних отделов мозга к передним при переходе от задачи на дополнение ассоциативного ряда к задаче на завершение предложения (приложение 8: таблицы 14, 15). Эти данные в полной мере соответствуют нашим гипотезам, основанным на концепции Лурия-Якобсона о мозговых механизмах парадигматических и синтагматических процессов.

Заметим, что вслед за А.Р. Лурия, наша гипотеза была сформулирована очень обобщенно: парадигматическая стратегия извлечения слова

происходит с опорой на *задние отделы мозга*, к которым относятся височные, теменные и затылочные доли. Анализ по зонам интереса данных фМРТ-исследования позволили выявить специфику анатомических зон мозга, обеспечивающих данную стратегию извлечения слова. Таким образом, можно говорить о том, что парадигматическая стратегия реализуется не просто с преимущественным участием задних областей мозга, но и о специфическом вкладе височно-теменной области в реализацию доступа к слову по смысловым (парадигматическим) связям. Этот факт соответствует данным о функциональной роли зоны ТРО в обеспечении речевого акта. Как правило, зона ТРО в левом полушарии в первую очередь связывается с обеспечением квазипространственных синтезов и забывается роль этой области в процессах актуализации слова. По данным афазиологии поражение данной области может сопровождаться трудностями называния предметов и вербальными парафазиями, но механизм этих нарушений оперирования словом совершенно иной, чем в случае сенсорной и акустико-мнестической афазий. При поражении данной области нарушаются категориальные связи слова, таким образом, беднеет значение слова, редуцируются пути его актуализации и возникают трудности припоминания слова (Лурия 1947; Ахутина, 1994; Ахутина, Малаховская, 1985).

В то время как мы видим, предсказанное нашей гипотезой, возрастание активации в височно-теменной области при переходе от завершения предложения к дополнению ассоциативного ряда, такого не происходит в области задней части верхней височной извилины. В противоположность нашим ожиданиям, последняя более активно вовлечена в актуализацию слов по синтагматическим, а не парадигматическим связям. Полученный результат можно объяснить следующим образом. Актуализация слова по парадигматическим связям, происходила в ответ на предъявление строки из двух слов в начальной форме, а для актуализации по синтагматическим связям, предъявлявшиеся испытуемым слова составляли незавершенное

предложение и были маркированы грамматическими флексиями (таблица 10). По данным литературы, понимание слов в начальной форме предполагает прямой доступ к височным, височно-теменным отделам, обеспечивающим переход от значения слова к его фонологической форме. При понимании же слова, маркированного грамматическими флексиями, невозможно напрямую найти соответствие между фонологической формой слова и его значением, для этого необходимо дополнительное подключение лобных отделов мозга, которые позволяют провести синтаксическую обработку, выделить основу слова, отделив ее от флексии, после чего уже основа слова может быть сопоставлена с фонологической формой и со значением. Можно думать, что этот процесс лобно-височного взаимодействия и вызывает дополнительную активацию в задней части верхней височной извилины, поскольку требует большего времени удержания слова в памяти. Аналогичные данные и их интерпретацию можно найти в работе (Marslen-Wilson, Tyler, 2005), где описывалась большая активация в верхней височной извилине при обработке регулярных глаголов прошедшего времени английского языка, по сравнению с неправильными глаголами.

Второй факт, не предсказанный нашими гипотезами, заключается в большем участии треугольной части нижней лобной извилины в актуализации существительных по сравнению с глаголами. Стоит отметить, что, несмотря на то, что и треугольная, и оперкулярная части нижней лобной извилины принято включать в одну функциональную зону Брока (Muller, Basho, 2004; Higuchi, 2009), существуют данные литературы, в соответствии с которыми, эти две подструктуры выполняют различные функции. Например, в исследовании Newman с коллегами (2003) было показано, что оперкулярная часть нижней лобной извилины вовлечена в синтаксические операции, а треугольная часть - в выбор слов, подходящего по смыслу, в соответствии с условиями задачи, которая стоит перед испытуемым. Это

согласуется с результатами нашего эксперимента, в котором мы получили большее вовлечение оперкулярной части нижней лобной извилины в синтагматическую стратегию актуализацию слова, независимо от части речи этого слова, и совершенно иной паттерн активации в треугольной части нижней лобной извилины. Она больше вовлечена в актуализацию существительных по сравнению с актуализацией глаголов, независимо от стратегии актуализации слова (синтагматической или парадигматической).

Следует отметить, что данный результат не может свидетельствовать в пользу гипотезы о отдельной корковой репрезентации глаголов и существительных, поскольку в соответствии с этой гипотезой, в левой нижнелобной области репрезентированы глаголы. Возможно, что активность в треугольной части нижней лобной извилины связана с выбором одной из всплывающих альтернатив при актуализации слова и пропорциональна количеству альтернатив, которые необходимо отторгнуть в процессе выбора (Thompson-Schill et al., 1997). Известно, что глаголы более многозначны, и в речи их используется относительно небольшое количество в сравнении с существительными (Gentner D. 1981), соответственно, класс существительных представлен гораздо шире, и требует большей активности со стороны части нижней лобной извилины, ответственной за селекцию релевантного замыслу значения из множества возникающих альтернатив (Thompson-Schill et al., 1997).

До этого момента мы обсуждали результаты анализа по зонам интереса, а именно, каким образом изменяется показатель оксигенации крови в момент выполнения испытуемыми экспериментальных задач в определенных областях коры головного мозга (треугольной и оперкулярной частях нижней лобной извилины, верхней височной извилине и ТРО). Этот вариант анализа позволяет проверить гипотезы относительно участия конкретных зон мозга в осуществлении определенных процессов, но зачастую, его применение критикуют за то, что от внимания исследователя

могут ускользать важные факты участия тех зон мозга в осуществление исследуемой функции, которые по разным причинам не были выделены в качестве зоны интереса (Fedorenko et al. 2010). Поэтому теперь перейдем к анализу всех мозговых структур, которые оказались по данным нашего исследования задействованы в процессах актуализации слова, и тому, какой вклад в эти процессы они вносят.

При актуализации слова в ответ на визуальное предъявление двух других слов получена активация ряда мозговых структур. Билатерально представлен компонент активации в дополнительной моторной коре с распространением в поясную извилину, согласно данным литературы, он связан с инициацией речевого акта (Crosson et al., 1999; Alario et al., 2006;). Роль нижней лобной извилины (в левом полушарии) заключается в селекции релевантного замыслу значения из множества возникающих альтернатив при порождении речи (Thompson-Schill et al., 1997, Kan, Thompson-Schill, 2004). Участие правого полушария мозжечка в процессе номинации можно объяснить его функциональной связью с левой нижнелобной областью, показанной рядом нейрофизиологических исследований (Feeney, Baron, 1986; Price, 1999), видимо, в содружестве с ней он обеспечивает процесс селекции из множества возникающих альтернатив при назывании предметов и действий (Price et al., 2005). Стоит отметить, что роль мозжечка в реализации функций программирования регуляции и контроля деятельности была отмечена еще в лаборатории А.Р. Лурия в 60-х годах и описана в забытой и недавно вновь обнаруженной работе как «псевдолобный синдром» (Budisavljevic, Ramnani, 2012). Позднее участие мозжечка в избирательности психической деятельности также было показано и в других работах отечественных авторов на материале патологии этой подкорковой структуры различного генеза (Калашникова и др. 2001, 2004; Зуева и др. 2003).

Предцентральной извилине приписывается роль артикуляторного планирования (Brown et al., 2009). Постцентральная и надкраевая извилины

связаны с семантической репрезентацией нужного слова (Wise et al., 2001). Задняя часть верхней височной извилины связана с фонетическим анализом и фонетической репрезентацией слов, активация в этой области возникает как в связи с необходимостью проговаривания актуализированного слова (Wise et al., 2001; Price, 1997, 2010; Vandenberghe et al., 1996), так и прочтением слов, предъявленных на экране. Стоит отметить, что височные компоненты активации при актуализации слова в ответ на другие, графически предъявленные слова, и при актуализации слова в ответ на предъявление изображений предметов, как в констатирующем эксперименте, различны. В случае предъявления изображений для называния активация располагается в нижневисочных и височно-затылочных областях коры головного мозга, а при предъявлении слов – в верхних височных областях. В случае графического предъявления слов-стимулов выраженное участие верхней височной извилины связано с фонетическим анализом при чтении предъявленных слов и назывании актуализированного слова. При назывании же слов по картинке компоненты активации в нижневисочных и затылочно-височных областях мозга связаны с большим участием в выполнении этой задачи зрительной репрезентации концепта.

Таким образом, мозговой механизм актуализации слова представляется латерализованным в левом полушарии и захватывающим ряд корковых и подкорковых структур.

В свою очередь, измерение времени ответа во время выполнения условий эксперимента позволило получить данные, которые ценны сами по себе, даже безотносительно к фМРТ-исследованию. Было обнаружено, что задачи на завершение предложения и дополнение ассоциативного ряда значительно различаются по трудности. Проблема уравнивания условий эксперимента по сложности в случае употребления глаголов и существительных связана с тем, что феноменология этих двух частей речи значительно различается. Так, например, глаголы хуже запоминаются и при

воспроизведении запомненного предложения чаще заменяются словами похожими по смыслу, чем существительные. В онтогенезе глаголы позже, чем существительные усваиваются детьми, глаголы более частотны и, как правило, на глагол приходится больше альтернативных значений, чем на существительное, таким образом, из-за их многозначности, глаголов в речи используется относительно небольшое количество. И главное, глаголы употребляются чаще в контексте предложения, и практически никогда сами по себе, в отличие от существительных, таким образом, они обладают богатыми контекстными (синтагматическими) связями, но бедными парадигматическими, отсюда продуктивность в глагольном ассоциативном эксперименте ниже, чем при ассоциативной актуализации существительных (Gentner, 1981; McRae et al., 2005). Именно эти различия, присущие глаголам и существительным, связанные с их функциональной ролью в речи, не позволяют сделать различные задачи на их употребление одинаковыми по трудности. С точно такой же ситуацией сталкивались исследователи, пытавшиеся построить факторный эксперимент, связанный с употреблением глаголов и существительных (Berlinger et al., 2008; Siri et al., 2008; Tyler et al., 2004) и, чтобы преодолеть возникшие трудности, учитывали фактор различия задач в трудности в анализе результатов, мы поступили аналогичным образом.

Результаты нашего исследования показывают, что извлечение и глаголов, и существительных, как по парадигматическим, так и по синтагматическим связям приводит к активации сходных по составу функциональных систем, включающих, как лобные, так и височно-теменные компоненты ведущего по речи полушария (рис. 9, 10, 11). Однако можно наблюдать, что каждая из указанных структур участвует в разной степени в актуализации слова в зависимости от стратегии актуализации и сложности данной стратегии для той или иной части речи (рис. 13, 14, 15, 16).

Таким образом, показано, что 1) употребление и глаголов, и существительных происходит с участием лобно-височных/височно-теменных отделов мозга ведущего по речи полушария, но данные области мозга вовлечены в разной степени в процесс актуализации слов в зависимости от способа их извлечения; 2) актуализация слов по синтагматическим связям происходит с опорой на оперкулярную часть нижней лобной извилины и височные отделы левого полушария, а по парадигматическим - на височно-теменную область; 3) задача на актуализацию глагола по парадигматическим связям значимо более трудная, чем актуализация глаголов по синтагматическим связям. В случае актуализации существительных эти две задачи по трудности значимо не различаются.

ГЛАВА 3. Обсуждение результатов.

Констатирующий эксперимент подтвердил существование в русскоязычной выборке феномена большего вовлечения нижней лобной извилины ведущего по речи полушария в процессы употребления глаголов по сравнению с существительными. Для объяснения механизмов возникновения этого феномена нами была привлечена концепция Лурия-Якобсона (Jakobson, 1964, 1956, Якобсон, 1985, 1990; Лурия, 1963, 2007), в соответствии с которой существует два типа связей между словами: синтагматические (или синтаксические, контекстные связи) - обеспечиваются передними отделами ведущего по речи полушария, и парадигматические (семантические связи) – обеспечиваются задними отделами ведущего по речи полушария. При назывании действия по изображению предмета, с помощью которого это действие совершается, автоматически актуализируется название предмета и, по синтагматической связи, название соответствующего действия. Итак, здесь действует синтагматическая стратегия актуализации названия действия. Актуализация же названия предмета по изображению самого предмета происходит по парадигматическим связям, т.е. выбирается слово из ряда семантически связанных слов, наиболее точно подходящее для называния предъявленного предмета. По нашему мнению появление дополнительной активации в нижней лобной извилине левого полушария при назывании действий по изображению предмета связано именно с подключением синтагматических связей в процесс актуализации слова, а не с частью речи, к которой относится актуализируемое слово.

Для того чтобы показать правомерность использования этой концепции был разработан и проведен эксперимент, верифицирующий объяснительную модель. Экспериментальная задача была построена так, что испытуемому приходилось извлекать глаголы и существительные то по парадигматическим, то по синтагматическим связям. Данные в пользу

гипотезы о преимущественной опоре синтагматической стратегии актуализации слова на левую нижнелобную область удалось обнаружить на материале завершения предложений существительными и глаголами, где данный кластер активации является основным (по объему и значимости). При переходе от актуализации существительных по синтагматическим связям к актуализации по парадигматическим связям, ведущий по объему и значимости кластер активации смещается из левой нижней лобной области в височно-теменную. В случае актуализации глаголов картина преимущественной опоры парадигматической стратегии актуализации слова на височно-теменную область не столь очевидна, поскольку нижняя лобная извилина одинаково активно включена в актуализацию глаголов, как по парадигматическим, так и по синтагматическим связям. Отсутствие динамики активности в левой нижнелобной области при переходе от синтагматической стратегии актуализации глаголов к парадигматической может объясняться дополнительным влиянием сложности задания на паттерн активации коры головного мозга. Так, на рис.7 отчетливо видно, что самым трудным заданием для испытуемых было извлечение глаголов по парадигматическим связям, и ему соответствовало возрастание уровня активации в верхних, медиальных и нижних лобных отделах мозга в левом полушарии, как это видно на рис.8. Поэтому в отличие от существительных, при выполнении этого задания ведущим стал не височно-теменной, а лобный компонент активации. Из-за увеличения сложности задания при извлечении глаголов по парадигматическим связям, кроме височно-теменных, отчетливо активируются лобные отделы. Это не противоречит нашей гипотезе, а дополняет ее. Как и ожидалось, в височно-теменной области при актуализации глаголов по парадигматическим связям уровень активации значимо выше, чем при актуализации по синтагматическим связям.

Большая трудность задачи на завершения ассоциативного ряда глаголом в сравнении с остальными задачами эксперимента, видимо, связана

с функциональной ролью глагола в речи. В отличие от существительного глагол практически никогда не употребляется вне контекста целостной ситуации и предложения, его описывающего (McRae К. 2005), он актуализируется, как правило, по синтагматическим связям. Следовательно, актуализация глагола по его парадигматическим связям является менее привычной и автоматизированной задачей для испытуемого, и потому доля контролируемых процессов в сравнении с автоматическими возрастает, что и приводит к появлению дополнительной активации в нижней лобной извилине (Temple, 2005; Jansma et al., 2001; Schneider, Chein 2003).

Полученные нами данные о различной трудности задач на употребление глаголов и существительных говорят о том, что парадигматические связи для актуализации глаголов являются менее эффективными, чем контекстные, в то время как существительное может извлекаться по обоим видам связей с одинаковой эффективностью. Похожие данные в группе нормы были получены и в исследовании Clepaldi и коллег (2004), но адекватной интерпретации ими не было предложено. Дополнительным подтверждением нашей трактовки данных о различной сложности задач на актуализацию глаголов и существительных по парадигматическим и синтагматическим связям служат данные афазий. Так, название действий по картинкам нарушается как при поражении лобных долей, так и височно-теменных областей коры головного мозга, так как страдающие синтагматические механизмы актуализации слова плохо компенсируются неэффективными по отношению к глаголам парадигматическими механизмами. В случае существительных их название больше страдает при поражении височных и височно-теменных областей, трудности поиска существительных в парадигме больные пытаются компенсировать путем включения искомого слова во фразу или контекст ситуации, т.е. за счет подключения синтагматической стратегии актуализации слова. Довольно давно было замечено, что выраженные

трудности припоминания слова у пациентов с задними формами афазий значительно редуцируются при включении припоминаемого слова в контекст ситуации или предложения, как это было описано А.Р. Лурия в монографии «Травматическая афазия» (1947) по неопубликованным работам К. Гольдштейна (1942) и С.М. Блинкова. Кроме того, при реабилитации пациентов с височными формами афазий широко используется прием введения слова в активную речь путем включения его во фразу и различные контексты (Лурия, 1947., Бейн, 1964, Шохор-Троцкая, 1972). То есть, по сути, используется компенсаторный механизм привлечения сохранных синтагматических связей слова при нарушенных парадигматических.

Концепция Лурия-Якобсона может быть продуктивно использована не только для объяснения механизмов большего вовлечения нижней лобной извилины в процессы употребления глаголов в сравнении с существительными в конкретном исследовании, но и для осмысления противоречий в области исследования репрезентации глаголов и существительных в коре головного мозга, накопленных к настоящему моменту.

Легко проследить, что различия в паттернах активации при употреблении глаголов и существительных, описанные в исследованиях (Perani et.al., 1999; Xi Yu et al, 2011, Sahin et al 2006; Ferdermeier et al., 2000), как правило, существуют только в качестве дополнительной активации в левой лобной и средней височной областях при употреблении глаголов в сравнении с существительными. То есть, как таковой, диссоциации и отдельной репрезентации частей речи в коре головного мозга методами нейровизуализации обнаружить не удалось. Более того, данные различия в паттернах активации при употреблении глаголов и существительных исчезают, если и глаголы, и существительные испытуемому необходимо актуализировать с использованием одинаковой стратегии. Например, завершать ими предложение как это было в экспериментах Sahin et al. (2006)

Ferdermeier, 2000 или же и действие, и предмет называть по изображению целостной ситуации, т.е. актуализировать по синтагматическим связям, как это было сделано в эксперименте Liljestrom et al. (2009).

Похожие феномены можно проследить и в исследованиях на материале афазий. Так, в исследовании Clepaldi и коллег (2004) пациенты с афазиями, у которых наблюдались выраженные трудности употребления глаголов при относительно сохранном употреблении существительных, выполняли два типа задач: называние по картинке и дополнение предложения глаголами и существительными. В итоге измерялась продуктивность актуализации обеих частей речи отдельно для каждого задания. В случае называния по картинке наблюдались более выраженные затруднения в актуализации глаголов в сравнении с существительными, как и ожидалось. В случае завершения предложения, продуктивность актуализации глаголов и существительных уравнивалась за счет того, что пациенты затруднялись актуализировать существительные для завершения предложения, так же как и глаголы. С точки зрения нашей объяснительной модели, за полученными результатами стоят следующие механизмы: сохраненные парадигматические связи позволяли испытуемым успешно актуализировать название предмета по картинке, но данная стратегия актуализации, как было показано выше, недостаточно эффективна для актуализации глаголов, поэтому наблюдалось относительно большее нарушение употребления глаголов в сравнении с существительными. При необходимости актуализации и глаголов, и существительных по нарушенным синтагматическим связям в задаче на завершение предложения оказывалось, что актуализация и глаголов, и существительных в равной степени затруднена. Авторы данного исследования объясняют свои результаты через нарушение аргументной структуры глагола, что отчасти родственно нашему способу объяснения, поскольку понятие «аргументная структура глагола» отражает его синтагматические связи. Позднее та же группа авторов воспроизвела свой

эксперимент методом фМРТ (Berlingeri et al., 2008), но, к сожалению, при интерпретации данных не продолжила развивать предложенную ими объяснительную модель, а попала в ловушку поиска частных причин различий в паттернах активации при употреблении глаголов и существительных, таких как образность или большая трудность выполнения определенной задачи в случае употребления глаголов по сравнению с существительными и наоборот.

Стоит обратить внимание на причины появления билатерально представленной активации при выполнении речевых заданий в нашем исследовании. Так, по данным литературы (Demonet et al., 2006) и результатам нашего исследования, можно наблюдать отчетливое участие и правого, и левого полушарий мозга в процессах порождения речи. При этом известно, что как правило, лишь поражение одного из полушарий ведет к нарушениям речи, в то время как поражение гомолога речевой зоны второго полушария не сопровождается выраженной симптоматикой. По нашему мнению, этот факт можно объяснить, привлекая различие инвариантных и вариативных звеньев функциональной системы, принятое в отечественной нейропсихологии, вобравшей в себя идеи физиологии активности Н.А. Бернштейна (1947) и учения о функциональных системах П.К. Анохина (1955). Данные локальных поражений мозга позволяют определить структуры критически важные для осуществления функции через ее нарушение при поражении определенного участка коры головного мозга. Результаты же фМРТ-исследования включают не только инвариантные звенья функциональной системы, критичные для реализации речевых функций, но и вариативные, которые связаны с конкретной задачей и условиями ее выполнения. Для различения вариативных и инвариантных звеньев функциональной системы речи мы предлагаем сопоставлять вербальные задания, различающиеся по ряду условий, например, как в нашем исследовании, задания различались по форме предъявления стимулов

испытуемому, а так же варьировались такие переменные как, стратегия актуализации слова и часть речи актуализируемого слова. В результате, при наложении вероятностных карт активации, как видно на рис.4 и рис. 10 совпали для всех условий только компоненты активации, латерализованные в коре левого полушария – ведущего по речи у правой, остальные же компоненты активации варьировали в зависимости от задачи, стоявшей перед испытуемым, т.е. являлись вариативными. Данный прием «комбинированного анализа» проб был предложен Ramsey и коллегами (2001) для определения латерализации речевых зон в коре головного мозга у пациентов, идущих на нейрохирургическую операцию, но теоретического обоснования правомерности применения этого методами авторы не предлагали.

На данный момент в области исследований речи методом функциональной магнитно-резонансной томографии наступил этап, на котором накопленные данные не могут быть систематизированы в рамках неолокационистских представлений о мозговой организации психических функций. К ним относится, например, данные об участии одной и той же структуры мозга в обеспечении нескольких различных функций (Chang et al., 2009; Muller, Basho, 2004), о полноценном участии сенсорной информации в процессе порождения речи (Zheng et al., 2010), а так же, о наличии билатерально представленной активации при выполнении речевых заданий. Область нейровизуализационных исследований находится в поиске новых методологических решений.

В свою очередь, в данной работе использование принципов теории системной динамической локализации психических функций позволила нам уйти от представлений о жесткой отдельной репрезентации глаголов и существительных в коре головного мозга и перейти к рассмотрению влияния задачи, которая стоит перед испытуемым, на мозговую организацию процессов употребления глаголов и существительных.

Выводы:

1. Называние действий с опорой на изображение предмета русскоязычными испытуемыми приводит к получению более крупных кластеров активации в области нижней лобной извилины и более эффективно локализует и латерализует переднюю речевую зону, чем простое называние предметов по картинкам. Данная задача может быть рекомендована для применения в предоперационном обследовании нейрохирургических пациентов для уточнения локализации передней речевой зоны.

2. По данным функциональной магнитно-резонансной томографии, в процессах употребления и глаголов, и существительных участвуют лобно-височные и височно-теменные отделы мозга ведущего по речи полушария; степень их участия зависит от стратегии актуализации - синтагматической или парадигматической.

3. Извлечение существительных по синтагматическим и по парадигматическим связям не различается по трудности. Извлечение глаголов по парадигматическим связям - более сложная и контролируемая операция, чем по синтагматическим.

4. По данным функциональной магнитно-резонансной томографии, актуализация слов по парадигматическим связям происходит с преимущественной опорой на височно-теменную область, а по синтагматическим связям - с опорой на оперкулярную часть нижней лобной извилины и заднюю часть верхней височной извилины, независимо от части речи, к которой относится актуализируемое слово.

5. Различия в способе актуализации слова, а также в доле автоматизированных и контролируемых процессов, необходимо учитывать нейropsихологам и нейролингвистам при анализе вовлеченности различных мозговых зон в процессы употребления глаголов и существительных.

Заключение.

Данная работа была инициирована практическим запросом на разработку и апробацию эффективной фМРТ парадигмы локализации и латерализации передней речевой зоны (зоны Брока). С этой целью было проведено сравнение двух задач, направленных на актуализацию слова: называние предмета по его реалистичному изображению и называние действия по изображению предмета, с помощью которого это действие совершается. В результате было показано, что называние действий является более эффективной задачей, чем называние предметов, для обнаружения зоны Брока (треугольная и оперкулярная часть нижней лобной извилины), так как с большей вероятностью приводит к появлению активации в нижней лобной извилине. Большее участие нижнелобной области в актуализации глаголов по сравнению с существительными, полученное в результате нашего эксперимента, полностью соответствует данным, представленным в мировой литературе. Так, по данным ряда работ с использованием поведенческих данных, а также различных методов регистрации активности головного мозга, было показано, что в процессы употребления глаголов большой вклад вносят передние, а в процессы употребления существительных – задние отделы головного мозга. Наиболее распространенной интерпретацией данного факта стало представление о раздельной репрезентации глаголов и существительных в коре головного мозга: глаголов в лобных долях, а существительных в височных долях ведущего по речи полушария. Для объяснения механизмов различий в паттернах активации при употреблении глаголов и существительных нами была привлечена концепция Лурия – Якобсона о существовании двух типов связей между словами: парадигматических (по сходству) и синтагматических (по смежности). Согласно данной концепции актуализация слов по синтагматическим связям происходит с опорой на передние отделы, а по парадигматическим на задние отделы ведущего по речи полушария. В

соответствии с нашим предположением, большее участие лобной доли в актуализации глаголов в сравнении с существительными связано не с распределенной и дифференцированной репрезентацией частей речи в коре головного мозга, а с тем, что в исследованиях, где были получены такие результаты, глаголы чаще актуализируются по синтагматическим, а существительные по парадигматическим связям. Привлечение данной концепции позволило нам перейти от логики «неолокализации» в интерпретации нейровизуализационных данных к логике системной динамической локализации психических функций в коре головного мозга.

Для проверки правомерности применения данной концепции был разработан и проведен эксперимент, верифицирующий объяснительную модель, результаты которого свидетельствовали в пользу наших предположений. Так, было показано, что в процессе употребления как глаголов, так и существительных участвуют и лобные, и височные/височно-теменные области мозга. Тем не менее, в зависимости от стратегии актуализации слова роль данных областей может меняться. Было показано ведущее участие височно-теменной области в процессе парадигматической стратегии актуализации слова, а так же большая вовлеченность оперкулярной части левой нижней лобной извилины и верхней височной извилины в процесс актуализации слова по синтагматическим связям.

Следует отметить, что использование концепции, впервые предложенной Р. Якобсоном, а затем разработанной в рамках нейропсихологии А.Р. Лурия, в качестве объяснительной модели оказывается не только продуктивной в рамках данной конкретной работы, но и позволяет систематизировать противоречивые данные о мозговой организации употребления глаголов и существительных, получаемых на современном этапе развития нейролингвистики.

Литература

1. Анохин, П.К. Особенности афферентного аппарата условного рефлекса и их значение для психики / П.К. Анохин // Вопросы психологии. - 1955. - №6. – С. 7-15.
2. Ахутина, Т.В. Нейролингвистический анализ динамической афазии. О механизмах построения высказывания/ Т.В. Ахутина // – М.: Теревинф, 2002. – С. 144.
3. Ахутина, Т.В. «Порождение речи: нейролингвистический анализ синтаксиса» / Т.В.Ахутина // - 2-е. изд. – М.: Издательство ЛКИ, 2007. – С. 216.
4. Ахутина, Т.В. Сигнификативное значение слова при афазии / Т.В. Ахутина, Е.В. Малаховская // Вестник Московского университета. Серия 14, Психология. – 1985. - №1. - С. 29-38.
5. Балонов, Л.Я. Слух и речь доминантного и недоминантного полушарий / Л.Я. Балонов, В.Л. Деглин // - Л.:Наука, 1976. – С. 218.
6. Бейтс Э. Модульность, специализация и развитие языка/ Э. Бейтс // «Когнитивная психология: история и современность»/ Под ред. М. Фаликман и В. Спиридонова// – М.: Ломоносовъ, 2011. - С. 63-78.
7. Березуцкая, Ю.Н. Локализация зон головного мозга, связанных с лексикосемантической и синтаксической обработкой предложений на материале русского языка / Ю.Н. Березуцкая, Е.В. Печенкова // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Тезисы конференции 16 июня 2011 г. / под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман / – М.: Ваш полиграфический партнер, 2011. - С. 28-33.
8. Бернштейн, Н.А. О построении движений / Н.А. Бернштейн // М. , 1947. – С. 254.
9. Болдырева, Г.Н. ФМРТ-ЭЭГ - исследование реакций мозга здорового человека на функциональные нагрузки / Г.Н. Болдырева,

- Л.А. Жаворонкова, Е.В. Шарова и др. // Физиология человека. – 2009. - Том 35. - №3. – С. 20-30.
10. Болдырева, Н.Г. Оценка реакций мозга человека на сенсорные воздействия по данным ЭЭГ и фМРТ (пилотные исследования здоровых испытуемых) / Н.Г. Болдырева, В.Н. Корниенко, Е.В. Шарова и др. // Доклады академии наук. – 2007. - Том 416. - №3. - С. 426-429.
11. Бейн, Э.С. Афазия и пути ее преодоления / Э.С. Бейн // - Л.: Ленинградское отделение, 1964. – С. 235.
12. Бейн, Э.С. Парафазии при различных формах афазии / Э.С. Бейн // Вопросы клиники и патофизиологии афазий / - М., 1969. - С. 117-139.
13. Белопасова, А. В. Восстановление речи у больных с постинсультной афазией и механизмы нейропластичности / А.В. Белопасова, Н.В. Шахпаронова, А.С. Кадыков // Неврологический журнал. – 2011. – №1. – С. 37-41.
14. Власова, Р.М. Сочетание функциональной магнитно-резонансной томографии и нейропсихологического обследования при предоперационной диагностике в нейрохирургии опухолей головного мозга / Р.М., Власова Е.В. Печенкова, В.Е. Сеницын, М.А. Степанян // Кубанский научный медицинский вестник. – 2010. - № 6. - С. 38-43.
15. Выготский, Л.С. Мышление и речь / Л.С. Выготский // М.: Лабиринт, 2005. - С. 352.
16. Выготский, Л.С. Сборник сочинений в 6 т. М. (1982-1984).
17. Жуков, В.Ю. Планирование хирургического доступа при удалении внутримозговых опухолей больших полушарий с использованием фМРТ, навигационных систем и электрофизиологического мониторинга / В.Ю. Жуков, В.А. Лошаков, И.Н. Пронин и др. // Журнал вопросы нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко. – 2010. - № 2. - С. 9-13.
18. Жукова, И.Л. Ассоциативные реакции в норме и при афазии / Е.В. Каширская, Т.В. Ахутина // «...СЛОВО НАШЕ ОТЗОВЕТСЯ: памяти

- Аллы Соломоновны Штерн и Леонида Вольковича Сахарного» // Перм. Ун-т. – Пермь, 2006 . - С. 170-187.
19. Зуева, Е.Б., Роль мозжечка в когнитивных функциях / Корсакова Н.К., Калашникова Л.А. // А.Р. Лурия и Психология XXI века. Доклады второй международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Р. Лурия под ред Т.В. Ахутиной и Ж.М. Глозман / Москва, 2003. – С. 90-98.
20. Калашникова, Л.А. Роль мозжечка в организации высших психических функций / Л.А. Калашникова // Журнал невролог и психиатр – 2001. - № 4. – С. 55 – 60.
21. Калашникова, Л.А. Когнитивные нарушения при инфарктах мозжечка / Ю.В. Зуева, О.В. Пугачева, Н.К. Корсакова // Журнал невролог и психиатр – 2004. - № 11. – С. 20 —26.
22. Леонтьев А.А. Основы психолингвистики / А.А. Леонтьев // М.: Смысл, СПб.: Лань. – 2003. – С. 287.
23. Лурия, А.Р. Травматическая афазия. Клиника, семиотика и восстановительная терапия / А.Р. Лурия // М.:Изд-во АМН, 1947, – С. 368.
24. Лурия, А.Р. Высшие корковые функции человека / А.Р. Лурия // М.: МГУ, 1969, - С. 502.
25. Лурия, А.Р. О двух основных классах афазических нарушений речи / А.Р. Лурия // Проблемы афазии и восстановительного обучения/ Под ред. Л.С. Цветковой. — М.:, 1975, С. 5-16.
26. Лурия, А.Р. Основные проблемы нейролингвистики / А.Р. Лурия // Изд. 2-е., - М.: Издательство ЛКИ, 2007, - С. 256 .
27. Лурия, А.Р. Основы нейропсихологии. / А.Р. Лурия // М.: «Академия», 2006, - С. 384 .

28. Лурия, А.Р. Этапы пройденного пути: научная автобиография / А.Р. Лурия // под ред. Е.Д. Хомской. – 2-ое изд. – М.: Изд-во Моск. Унта, 2001. – С. 192 .
29. Лурия, А.Р. Язык и сознание / А.Р. Лурия // Под ред. Е.Д. Хомской. — Ростов на Дону, 1998.
30. Малютина, С.А. Нейрофизиологические корреляты восприятия глаголов физического действия и инструментальных глаголов: данные функциональной магнитно-резонансной томографии / С.А. Малютина, О.В. Драгой, И.В. Иванова, А.К. Лауринавичуте, А.В. Петрушевский, Т. Майндль, Е.Ф. Гутырчик // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Тезисы конференции 16 июня 2011 г./ под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. – М.: Ваш полиграфический партнер, 2011. – С. 176-180.
31. Меллер, Т.Б. Атлас секционной анатомии человека на примере КТ- и МРТ-срезов: в 1. Т.: Голова и шея / Торстен Б. Меллер, Эмиль Райф / пер. с англ, под общ. Ред. Проф. Г.Е. Труфанова. – 2-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2010. – С. 272.
32. Морозов, С.П. Функциональная магнитно-резонансная томография головного мозга и ее роль в планировании нейрохирургических вмешательств. / В.Е. Сеницын, А.Г. Притыко, Б.П. Симерницкий, Б.В. Холодов // Мат-лы Невского радиол. форума «Из будущего в настоящее». - С-Пб, 2003. – С. 53-54.
33. Пайвио, А. Теория двойного кодирования и обучение / А. Пайвио // «Когнитивная психология: история и современность» Хрестоматия; пер. с англ. Под. Ред. М. Фаликман и В. Спиридонова.–М.: Ломоносовъ, 2011. – С. 1110-1117.
34. Печенкова, Е.В., Латерализация восприятия речи и музыки у людей с разным профилем функциональной асимметрии: фМРТ-исследование / Е.В. Печенкова, Р.М. Власова, М.В. Фаликман, М.В. Сеницына //

- Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Тезисы конференции 16 июня 2011 г./ под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. – М.: Ваш полиграфический партнер, 2011. – С. 197-202.
35. Пинкер, С. Язык как инстинкт / С. Пинкер // Общ. ред. В. Д. Мазо. — М.: Едиториал УРСС, 2004. – С. 456.
36. Полонская, Н.Н. Актуализация глаголов при афазии. / Н.Н. Полонская // Вестник МГУ. – 1978. - №2. – С. 62-67.
37. Полонская, Н.Н. Нарушение актуализации слов у больных с афазией / Н.Н. Полонская, Т.В. Ахутина, Л.С. Цветкова // Вестник МГУ. – 1977. - №4. – С. 66-76.
38. Риццолатти, Дж. Зеркала в мозге: о механизмах совместного действия и сопереживания / Дж. Риццолатти, К. Синигалья // М: Языки славянских культур, 2012. – С. 208.
39. Рябова, Т.В. Вопросы порождения речи и обучения языку./ Ред. А.А. Леонтьева, Т.В. Рябовой // М. МГУ, 1967. – С. 76-94.
40. Словарь ассоциативных норм русского языка /Под ред. А. А. Леонтьева// - М., Изд-во Моск. ун-та, 1977.
41. Терновой, С.К. Применение функциональной магнитно-резонансной томографии в нейрохирургии опухолей головного мозга/ Терновой С.К., Синицын В.Е., Морозов С.П. // Медицинская визуализация, 2002. - №2. - С. 5-10.
42. Хомская, Е.Д. Нейропсихология: 4-е издание. – СПб.: Питер, 2006. - С. 496.
43. Цветкова, Л. С. Афазия и восстановительное обучение /Л.С. Цветкова// - М.: МПСИ; Воронеж: Модэк, 2001. — С. 256.
44. Цветкова, Л.С. Исследование называния у больных с афазией / Л.С. Цветкова, Т.В. Ахутина, Н.Н. Полонская, Н.М. Пылаева // Проблемы афазии и восстановительного обучения. Под ред. Л.С. Цветковой./ – М., Изд-во Моск. ун-та, 1979. – С. 168.

45. Цветкова, Л.С., Ахутина Т.В., Пылаева Н.М. Методика оценки речи при афазии / Цветкова Л.С., Ахутина Т.В., Пылаева Н.М. // М.: МГУ, 1981, 66 с.
46. Цветкова, Л.С. Процесс называния предмета и его нарушение. / Л.С. Цветкова // Вопросы психологии. – 1974. - № 4. – С. 107-117.
47. Черниговская Т.В. (2004) «Мозг и язык: полтора века исследований»//Сборник статей к 140-летию кафедры общего языкознания Филологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, Теоретические проблемы языкознания.
48. Шохор-Троцкая, М.К. Логопедическая работа при афазии на раннем этапе восстановления / М.К. Шохор-Троцкая // Москва, «Медицина», 1972. – С. 137.
49. Якобсон, Р. О. Два аспекта языка и два типа афатических нарушений / Р.О. Якобсон // Теория метафоры /- М., 1990. - С. 110-132.
50. Якобсон, Р.О. Избранные работы. /Р.О. Якобсон// - М.: Прогресс, 1985. – С. 460.
51. 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. – 1076. P-129–143
52. Baddeley, A. D. Word length and the structure of short term memory. / A. D. Baddeley, N. Thompson, & M. Buchanan, // Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour. - 1975. – PP. 575–589.
53. 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, 128, 1999. – PP. 32–55.
54. Bartley, A.J. Genetic variability of human brain size and cortical gyral patterns / Bartley A.J., Jones, D.W., Weinberger, D.R. // Brain, 120, 1997. - P. 257-269.

55. Bates, E. Beyond Phrenology: Brain and Language in the Next Millennium / Bates, E., Dick F. // Brain and Language, 2000. – 71. –P. 18-21.
56. Berlingeri, M. Nouns and verbs in the brain: grammatical class and task specific effects as revealed by fMRI / M. Berlingeri // Cognitive neuropsychology, 25(4), 2008. - P.528-58.
57. Berthier, M. L. Poststroke aphasia: Epidemiology, pathophysiology and treatment. Drugs and Aging, 22, - 2005. – P. 163–182.
58. Binder J. R., Frost, Julie A. Thomas A. Hammeke, Robert W. Cox, Stephen M. Rao, Thomas Prieto. Human Brain Language Areas Identified by Functional Magnetic Resonance Imaging// The Journal of Neuroscience, 17(1), 1997. – P. 353–362
59. Blumstein, S. A phonological investigation of aphasic speech. Mouton: The Hague, 1973.
60. Brown, S. The somatotopy of speech: Phonation and articulation in the human motor cortex. / S. Brown, A. R. Laird, P. Q. Pfordresher, S. M. Thelen, P. Turkeltaub, M. Liotti // Brain and Cognition 70, 2009. - P. 31–41
61. Brown, J .W. Introduction and case reports of semantic jargon // In: Brown, J.W. (Ed.) // Jargonaphasia 1,169 Academic. - New York. - 1981.
62. Budisavljevic, S. Cognitive deficits from a cerebellar tumour: a historical case report from Luria's Laboratory / S. Budisavljevic , N. Ramnani // Cortex. - 2012. - 48(1). - P.26-35.
63. Chang, S.E., Common neural substrates support speech and nonspeech vocal tract gestures / Chang, S.E., M.K. Kenney, T.M. Loucks // Neuroimage. - 2009. - 47, – P. 314–325.
64. Kim, C. H. Localization of Broca's Area Using Functional MR Imaging: Quantitative Evaluation of Paradigms // J Korean Neurosurg Soc. - 2009. - 45(4) – P. 219–223.
65. 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. – 91, P. 150–151.
66. Crosson, B. Activity in the Paracingulate and Cingulate Sulci during Word Generation: An fMRI Study of Functional Anatomy / B. Crosson et al. // *Cerebral Cortex*. – 1999. – 9. – P. 307-316.
67. Culham, C.J. Functional Neuroimaging: Experimental Design and Analysis // *Handbook of Functional Neuroimaging of Cognition* // C.J. Culham, Ed. R. Cabeza & A. Kingstone // The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2006. – P. 53-82.
68. Damasio, A. and Geschwind, N. (1984) The neural basis of language *Ann. Rev. Neurosci.* 7, 1984. – P. 127–147
69. Davie, G.L. Aphasia in patients after brain tumour resection / Hutcheson, K.A., Barringer, D.A., Weinbers, J.S., Lewin, J.S. // *Aphasiology*. – 2009. – 23(9). – P. 1196–1206.
70. Day, J. Right-Hemisphere Language Processing in Normal Right-Handers / J. Day // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. – 1977. – vol.3. – №3, – P. 518-528.
71. DeLeon, J. Neural regions essential for distinct cognitive processes underlying picture naming / J. DeLeon, R. Gottesman, J. Kleinman, M. Newhart, D. Cameron, G.J. Heidler, A. Lee, A.E. Hillis // *Brain*, 130, 1, 2009. – P. 408-1422
72. Demonet, J-F. Renewal of the Neurophysiology of Language: Functional Neuroimaging / J-F. Demonet // *Physiol Rev*. – 2006. – vol.50. – P. 49-95.
73. Demonet, J-F. The anatomy of phonological and semantic processing in normal subjects / J-F. Demonet, et al. // *Brain*. - 1991. – 115., – P. 1753–1768
74. Dragoy, O., Malyutina, S., Akinina, Yu., Bos, L.S. Action naming: stimuli and normative data (unpublished).

75. Hirshorn, E.A. Role of the left inferior frontal gyrus in covert word retrieval: Neural correlates of switching during verbal fluency / Hirshorn, E.A., S.L. Thompson-Schill. // *Neuropsychologia* 44, 2006. – pp. 2547–2557
76. Fedorenko, E. A new method for fMRI investigations of language: Defining ROIs functionally in individual subjects. / E. Fedorenko, Po-Jang Hsieh, Alfonso Nieto-Castañón, Susan Whitfield-Gabrieli and Nancy Kanwisher. // *J Neurophysiol*, 2010. -104, P. 1177-1194.
77. Fedorenko, E. Neuroimaging of language: why hasn't a clearer picture emerged? / E. Fedorenko, N. Kanwisher // *Language and Linguistics Compass* - 2009. – 3/4. – P. 839–865.
78. Feeney, D. M. Diaschisis / D.M. Feeney, J.C. Baron // *Stroke*. - 1986. – 17. – P. 817–830.
79. Federmeier, K.D. Brain responses to nouns, verbs and class-ambiguous words in context / Federmeier KD, Segal JB, Lombrozo T, Kutas M. // *Brain*. - 2000. - 123(12). – P. 2552–2566.
80. Fernandez, G. Intrasubject reproducibility of presurgical language lateralization and mapping using fMRI. / Fernandez, G, Spetch K., S Weis, I. Tendoklar, M. Reuber, J. Fell, P. Klaver, J. Ruhlmann, C. Reul E. Elger // *Neurology*. - 2003. - 25;60(6). - P. 969-75.
81. Friederici, A. D. The Brain Basis of Language Processing: From Structure to Function / A. D. Friederici // *Physiol Rev*. - 2011. – 91. – P. 1357-1392.
82. Gentner, D. Some interesting differences between verbs and nouns. / D. Gentner // *Cognition and Brain Theory*. - 1981. -4. - P. 161-178.
83. Glaser, W.R. Picture naming/ W.R. Glaser // *Cognition*. – 1992. - Vol.: 42. - Issue: 1-3. - P. 61-105.
84. Giussani, C. Is Preoperative Functional Magnetic Resonance Imaging Reliable for Language Areas Mapping in Brain Tumor Surgery? Review of Language Functional Magnetic Resonance Imaging and Direct Cortical Stimulation

- Correlation Studies / C. Giussani, F-E. Roux, J. Ojermann, E.P., D. Sganzeela Pirillo, C. Papagnoc // *Neurosurgery* . - 2010. – 66. – P. 113-120.
85. Goodglass, H. Assessment of aphasia and related disorders / H. Goodglass, E. Kaplan // 2-nd Ed. Malvern: Lea, Fabiger, 1983.
86. Goodglass. Specific semantic word category in aphasia. / Goodglass, Klein, Carey, Jones. // *Cortex*. - 1966. -2. – P. 74-89.
87. Goodglass, H. Naming disorders in aphasia and aging // In *Language and communication in the elderly* / L. K. Obler, M. L. Albert (Eds.) // Toronto: Lexington Books, 1980. - P. 37–45
88. Hamilton A.F. The motor hierarchy: from kinematics to goals and intentions // in *Attention and Performance 22. The sensorimotor foundations of higher cognition.* / Hamilton AF de C & Grafton ST / P Haggard, Y Rosetti, M Kawato (Eds). // Oxford University Press, Oxford, UK, 2007.
89. Hart, J. Delineation of single word semantic comprehension deficits in aphasia, with anatomical correlation / Hart, J. and Gordon, B. // *Ann. Neurol.* - 1990.-27. - P. 226–231
90. Henry, J. D. A Meta-Analytic Review of Verbal Fluency Performance in Patients with Traumatic Brain Injury / J. D. Henry & J. R. Crawford // *Neuropsychology*. - 2004. – 18(4). – P. 621–628.
91. Hickok, G. The functional neuroanatomy of language / G. Hickok // *Physics of Life Reviews* 6. - 2009. – P. 121–143.
92. Higuchi, S. Shared neural correlates for language and tool use in Broca's area / S. Higuchi, T. Chaminade, H. Imamizu, M. Kawato // *NeuroReport*. – 2009. - Vol 20. - No 15.
93. Hills A.E. Category-specific naming and comprehension impairment: a double dissociation / Hills A.E., Caramazza A. // *Brain*. - 1991. – 114. – P. 2081-2094
94. Hubbard. E.M. A discussion and review of Uttal (2001) *The New Phrenology* / Hubbard. E.M. // *Cognitive Science Online*. - 2003. - Vol. 1. - P. 22-33.

95. Jakobson R. Two aspects of language and two types of aphasia disturbances / R. Jakobson // in: S. Jakobson, M. Halle. *Fundamentals of Language*. The Hague, 1956. - P. 49-70.
96. Jakobson, R. Towards a linguistic typology of aphasic impairments // Jakobson, R. / In A. V. S. deReuck and M. O'Connor (Eds.), *Disorders of language* (pp. 21–41). Boston: Little, Brown, 1964. - P. 21-42.
97. Jansma, J.M. Functional anatomical correlates of controlled and automatic processing / J.M. Jansma, N.F. Ramsey, Slagter H.A., Kahn R.S. // *J. Cognit. Neurosci*, 2001. V. 13(6). P. 730–743.
98. Kan I.P, Effect of name agreement on prefrontal activity during overt and covert picture naming / Kan I.P, Thompson-Schill S.L. // *Cogn Affect Behav Neurosci*. - 2004. - 4. – P. 43–57.
99. Kean, M. L. The linguistic interpretation of aphasic syndromes: Agrammatism in Broca's aphasia, an example. / M. L. Kean // *Cognition*. - 1977. – P. 5, 9–46.
100. Kim, P.E. Functional magnetic resonance imaging for brain mapping in neurosurgery / P.E. Kim, M. Singh // *Neurosurg. Focus*, 2003. - № 15 (11). - p. 1-7.
101. Kolb, B. Brain plasticity and recovery from early cortical injury. / B. Kolb, and R. Gibb // *Developmental psychobiology*, 2007. - № 49. – P. 107-118.
102. Kosslyn, S.N. If neuroimaging is the answer, what is the question? / S.N. Kosslyn // *Philosophical transactions of the Royal Society of London B*. - 1999. - № 354. – P. 1283-1294.
103. Liljestrom M. Comparing MEG and fMRI Views to Naming Actions and Objects / M. Liljestrom, A. Hultén, L. Parkkonen, R. Salmelin // *Human Brain Mapping* 30. – 2009. – P. 1845–1856.
104. Liljestrom. M. Perceiving and naming actions and objects / M. Liljestrom, A. Tarkiainen, T. Parviainen, J. Kujala, J. Numminen, J. Hiltunen // *NeuroImage*. - 2008. - № 41, - P. 1132–1141

105. Liu H.L. Correlation between temporal response of fMRI and fast reaction time in a language task / H.L. Liu //Magnetic Resonance Imaging. - 2004, - № 22. - P. 451–455.
106. Lurito J.T. Determination of cerebral hemisphere language dominance with functional magnetic resonance imaging / Lurito JT, Dziedzic M.// Neuroimaging Clin N Am. - 2001;11:355–363
107. Marslen-Wilson, W. D. The lexicon, grammar, and the past tense: Dissociation revisited / Marslen-Wilson, W. D., Tyler L. K., // Tomasello, M. & Slobin, D. (Eds.) Beyond Nature-Nurture: Essays in Honor of Elizabeth Bates. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2005. - P. 263-279.
108. Matthews, P.M. An introduction to functional magnetic resonance imaging of the brain. // Functional MRI. An introduction to methods. / Ed. P. Jezzard, P.M. Matthews, S.M. Smith. Oxford University Press, 2001. pp. 3-34.
109. Mayer A.R. Reproducibility of activation in Broca's area during covert generation of single words at high field: a single trial fMRI study at 4 T / Mayer A.R., Xu J., Pare-Blagoev J., Posse S. // NeuroImag. - 2006. – 32. – P. 129-137.
110. McRae K. A basis for generating expectancies for verbs from nouns / McRae K., Hare M., Elman J., Ferretti T. // Journal Memory & Cognition. - 2005. - 33 (7). – P. 1174-1184.
111. Menon, R.S. Spatial and temporal resolution in fMRI/ Menon, R.S., and Goodyear, B.G.// Functional MRI. An introduction to methods. / Ed. P. Jezzard, P.M. Matthews, S.M. Smith. Oxford University Press, 2001. - P. 145-158.
112. Mesulam, M. Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language and memory Ann.Neurol. - 1990. – 28. – P. 597–613.
113. Miceli, G. On the basis for the agrammatic's difficulty in producing main verbs/ Miceli, Silveri, Villa, Caramazza // Cortex. - 1984. – 20. – P. 207-220.

114. Mobbs, D. A reply to Uttal (2004)/ Mobbs D. Hall S.//A Behavior Analyst. - 2005. - 28. – P. 77-79.
115. Muller, R.-A. Are nonlinguistic functions in “Broca_s area” prerequisites for language acquisition? FMRI findings from an ontogenetic viewpoint / Muller Ralph-Axel, Basho Surina // Brain and Language. - 2004. – 89. – P. 329–336
116. Murtha, S. The neural substrate of picture naming / Murtha S, Chertkow H, Beauregard M, Evans A. // J. Cogn. Neurosci. - 1999. -11(4). – P. 399-423
117. Newman, SD. Differential effects of syntactic and semantic processing on the subregions of Broca's area / Newman SD, Just MA, Keller TA, Roth J, Carpenter PA // Cogn Brain Res - 2003 - №1. - P. 297–307.
118. Newman, J. A Neural Global Workspace Model for Conscious // Attention Neural Networks. – 1997, Vol. 10. - No. 7. - P. 1195–1206.
119. Nolte, J. The human brain an introduction to its functional anatomy // 4th ed. Mosby, 1998. - P. 606
120. Ogawa, S. Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation / S. Ogawa // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. - 1990. – 87. - P. 9868 – 9872.
121. Palti, D. Neural correlates of semantic and morphological processing of Hebrew nouns and verbs / Palti D, Ben Shachar M, Hendler T, Hadar U. // Hum Brain Mapp., 2007. - 28(4). – P. 303-14.
122. Pekkola, J. Primary auditory cortex activation: an fMRI study at 3 T / Pekkola J, Ojanen V, Autti T, Jääskeläinen IP, Möttönen R, Tarkiainen A, Sams M. // Neuroreport , 2005. - vol. 16. - №2.
123. Perani D. The neural correlates of verb and noun processing – A PET study / Perani D, Cappa SF, Schnur T, Tettamanti M, Collina S, Rosa MM, Fazio F.// Brain, 199. – 122. – P. 2337-2344.

124. Ping Li. Neural representations of nouns and verbs in Chinese: an fMRI study/ Ping Li, Zhen Jin, Li Hai Tan // NeuroImage, 2004. – 21. – P. 1533–1541
125. Poeppel D., Towards functional anatomy of language / Poeppel D., Hickok G. // Cognition, 2004. – 92. – P. 1-12.
126. Pouratian N. Utility of preoperative functional magnetic resonance imaging for identifying language cortices in patients with vascular malformations / Pouratian N., Bookheimer S.Y., Rex D.E., Neil A.M., Toga A.W. // Neurosurg Focus, 2002. - 13 (4). – P. 21–32.
127. Price C. J. The anatomy of language: a review of 100 fMRI studies published in 2009 / Price C. J.// Ann. N.Y. Acad. Sci. 2010. – P. 62-88
128. Price C.J. Meta-analyses of object naming: effect of baseline / Price CJ, Devlin JT, Moore CJ, Morton C, Laird AR // Hum Brain Mapp. 2005. - 25(1). – P. 70-82
129. Price K.J. The functional anatomy of word comprehension and production Trends in Cognitive Science, 1998. Vol. 2. №8 Vol. 2.- № 8. – P. 281-288.
130. Price, C.J. et al. (1997) Segregating semantic from phonological processing during reading / C Price, C Moore, G Humphreys, Wise // J. Cogn. Neurosci., 1997. – 9. –P. 727–733
131. Pugh, K.L. Cerebral organization of component processes in reading / Pugh KR, Shaywitz BA, Shaywitz SE, Constable RT, Skudlarski P, Fulbright RK, Bronen RA, Shankweiler DP, Katz L, Fletcher JM, Gore JC. // Brain, 1996. - 119. – P.1221–1238
132. Rapp, The modality specific organization of grammatical categories: Evidence from impaired spoken and written sentence production / Rapp, Caramazza // Brain and Language, 1997. – 56. –P. 248-286.
133. Rau, S. Reproducibility of activations in Broca area with two language tasks: a functional MR imaging study / Rau, S., Fesl, G., Bruhns, P., Havel, P.,

- Braun, B., Tonn, J.-C., Ilmberger, J. // *Am. J. Neuroradiol.* - 2007. - 28. – P. 1346- 1353.
134. Roberts, D. R. Reproducibility of functional MRI activation in clinical practice / Roberts, Donna R.; Wayne Kelley, Jr., BS; J. Scott Carroll, BS; Stephen J. Haines; Mark S. George // *Supplement to applied radiology.* - 2003. – P. 36-37.
135. Roux, F.-E. Language functional magnetic resonance imaging in preoperative assessment of language areas: correlation with direct cortical stimulation / F.E. Roux, Kader Boulanouar, Jean-Albert Lotterie, Mehdi Mejdoubi, James P. LeSage, Isabelle Berry // *Neurosurgery.* - 2003. - 52. – P.1335-1347.
136. Rutten, G.-J. The role of functional magnetic resonance imaging in brain surgery / G.-J. Rutten, N.F. Ramsey // *Neurosurgery Focus.* – 2010. - 28(2): E4.
137. Sabbah, P. Multimodal anatomic, functional, and metabolic brain imaging for tumor resection / P. Sabbah // *Clin Imaging.* -2002. - 26. – P. 6–12.
138. Shapiro, K.A. Cortical signatures of noun and verb production / K.A. Shapiro // *Proceedings of the National Academy of Science.* -2006. – 103. – P. 1644-1649.
139. Shapiro, K. Grammatical processing of nouns and verbs in left frontal cortex / K. Shapiro, A. Caramazza // *Neuropsychologia.* - 2003.- 4. –P. 1189-1198.
140. Siri, S. The neural substrates of naming events: effects of Processing demands but not of grammatical class / Siri S, Tettamanti M, Cappa SF, Della Rosa P, Saccuman C, Scifo P, Vigliocco G. // *Cerebral Cortex.* - 2008. - № 18. –P. 171-177.
141. Smits, M. Functional MR imaging of language processing: an overview of easy-to-implement paradigms for patient care and clinical research / M. Smits, E. Visch-Brink, C.K. Schraa-Tam, P.J. Koudstaal, A. Van der Lugt // *RadioGraphics.* - 2006; 26. – P. S145-S158.

142. Temple, L. Instructed learners' fluency and implicit/explicit language processes // Investigations in instructed second language acquisition // Ed. Housen A., Pierrard M., Berlin: Walter de Gruyter, 2005. - P. 31-51.
143. Tharin, S. Functional brain mapping and its application to neurosurgery / S. Tharin, A. Golby // Neurosurgery. - 2007, 60. – P. 185-202.
144. Thompson-Schill, S.L. Effects of repetition and competition on activity in left prefrontal cortex during word generation / Thompson-Schill, D'Esposito, Kan // Neuron. - 1999. - 23. –P- 513-522.
145. Thompson-Schill, S.L. Role of left inferior prefrontal cortex in retrieval of semantic knowledge: a reevaluation / S.L. Thompson-Schill, M. D'Esposito, G.K. Aguirre, M.J. Farah // Proc. Natl. Acad.Sci. U. S. A. 94. - 1997. – P. 14792–1479.
146. Tyler L.K. Voxel based correlational analyses: A study of spoken word processing / L.K. Tyler, E.A. Stamatakis // Journal of Cognitive Neuroscience. -2004. – 16. - Suppl. – P. 125
147. Tyler L.K. Neural processing of nouns and verbs: the role of inflectional morphology / Tyler LK, P. Bright, P. Fletcher, E.A. Stamatakis // Neuropsychologia. - 2004, 42. –P. 512-523.
148. Tyler. L.K. The neural representation of nouns and verbs: PET studies / L.K. Tyler, Russell, Fadili, Moss // Brain. - 2001, 124. – P. 1619-1634.
149. Tzourio-Mazoyer N. Automated Anatomical Labeling of Activations in SPM using a Macroscopic Anatomical Parcellation of the MNI MRI single-subject brain / Tzourio-Mazoyer N., Landeau B., Papathanassiou D., Crivello F., Etard O., Delcroix N., Mazoyer., Joliot M. // NeuroImage. - 2002. – 15. –P. 273-289.
150. Ullman M.T. Is Broca's area part of a basal ganglia thalamocortical circuit? / M.T. Ullman // Cortex. - 2006. – 42. – P. 480-485.
151. Uttal, W. R. The new phrenology: the limits of localizing cognitive processes in the brain / W. R. Uttal // Cambridge, MA: MIT Press. 2001.

152. Vandenberghe, R. Semantic system(s) for words or pictures: functional anatomy / Vandenberghe, R., Price, C, Wise R, Josephs O, Frackowiak RS. // *Nature*. - 1996. – 383. P - 254–256.
153. Wagner Recovering meaning: left prefrontal cortex guides controlled semantic retrieval / Wagner, Pare-Blagoey, Clark, Poldrack // *Neuron*. - 2001. – 31. – P. 329-338.
154. Wise, R. J. Separate neural subsystems within 'Wernicke's area' / R. J. Wise, , S. Scott, , S. C. Blank, , C. J. Mummery, K. Murphey, E. A. Warburton // *Brain*. - 2001. – 13(1). – P. 83-95.
155. Whitaker, H. A. On the representation of language in the human brain/ H. A. Whitaker // *Edmonton: Linguistic Research, Inc.* 1971. - P. 224.
156. Xi Yu Dissociative neural correlates of semantic processing of nouns and verbs in Chinese - A language with minimal inflectional morphology / Xi Yu, Sam Po Law, Zaizhu Han, Caozhe Zhu, Yanchao Bi // *NeuroImage*. - 2011. - 58. – P. 912-922
157. Zheng, Z.Z. Functional overlap between regions involved in speech perception and in monitoring one's own voice during speech production / Zheng, Z.Z., K.G. Munhall & I.S. Johnsrude // *Journal of Cognitive Neuroscience*. – 2010. – 22. – 8. – P. 1770-1781

Приложения

Приложение 1

**Данные по профилю латеральной организации испытуемых:
эксперимент 1.**

испытуемый	г.р.	пол	самоотчет	семья	рука-ухо- глаз	Аннет
Бор.	1975	муж	праворукий	нет	ППП	18
Стс.	1968	жен	праворукий	дочь	ПЛП	18
Ста.	1962	муж	праворукий	дочь	ППП	18
Зел.	1991	жен	праворукий	нет	ЛЛП	10
Ско.	1989	жен	праворукий	папа	ПЛЛ	15
Арт.	1992	муж	праворукий	бабушка	ППП	18
Шул.	1991	жен	праворукий	нет	ППП	17
Нас.	1969	муж	праворукий	нет	ППП	15
Шев.	1988	жен	праворукий	нет	ЛЛП	15
Дми.	1970	жен	праворукий	нет	ПЛЛ	14
Анц.	1988	жен	Правша	нет	ПЛП	16
Степ.	1990	жен	Правша	нет	ПЛП	16
Сит.	1977	муж	Правша	нет	ППП	17
Дер.	1988	муж	правша	нет	ПЛП	17
Пис.	1986	муж	правша	нет	ППП	17
Вол.	1986	муж	правша	нет	ПЛП	17
Фал.	1976	жен	правша	нет	ПЛП	16
Кож.	1990	жен	правша	нет	ППП	17

Приложение 2

**Данные по профилю латеральной организации испытуемых:
эксперимент 2.**

испытуемый	г.р	пол	самоотчет	семья	рука-ухо- глаз	Аннет
Роз.	1975	жен	праворукий	нет	ПЛП	18
Кар.	1990	жен	праворукий	нет	ППЛ	18
Хлеб.	1988	муж	праворукий	нет	ППП	18
Наз.	1991	жен	праворукий	нет	ПЛЛ	15
Ман.	1993	жен	праворукий	мама	ЛПП	13
Куш.	1990	жен	праворукий	нет	ПЛЛ	18
Вяз.	1992	жен	праворукий	нет	ППП	18
Сун.	1989	жен	праворукий	нет	ПЛП	18
Плат.	1990	муж	праворукий	нет	ППП	12
Ив.	1988	муж	праворукий	нет	ППП	17
Ром.	1990	муж.	праворукий	нет	ППП	16
Вил.	1977	жен	праворукий	отец	ППП	16
Тищ.	1987	муж	праворукий	нет	ППП	13
Гло.	1986	жен	амбидекстр	нет	ЛЛП	13
Мак.	1991	муж	праворукий	нет	ПЛП	8
Луч.	1989	жен	праворукий	сиблинг	ППЛ	16
Под.	1990	муж	праворукий	нет	ПЛП	16
Лит.	1985	жен	праворукий	нет	ППП	18
Печ.	1979	жен	праворукий	нет	ППП	17
Цир.	1984	жен	праворукий	нет	ПЛЛ	12
Пав.	1992	жен	праворукий	нет	ППП	14
Борщ.	1988	жен	праворукий	отец	ППЛ	15

Приложение 3: Бланки регистрации результатов нейропсихологического обследования

ОПРОСНИК АННЕТ

1. Были ли у Вас среди близких родственников лица, лучше владевшие левой рукой или обеими руками одинаково (нужное подчеркнуть)?
Кто?
 2. Были ли склонности в начале школьного обучения к зеркальному (отраженному) изображению букв, цифр?
Да
Нет
 3. Какой рукой в детстве Вы начинали:
рисовать – правой, левой, попеременно
писать – правой, левой, попеременно
есть – правой, левой, попеременно
 4. Какой рукой Вы:
пишите – правой, левой, попеременно
набираете номер телефона – правой, левой, попеременно
открываете замок ключом – правой, левой, попеременно
 5. Какой рукой Вы держите:
чашку – правой, левой, попеременно
ложку – правой, левой, попеременно
нож – правой, левой, попеременно
 6. Какой рукой Вы держите:
расческу – правой, левой, попеременно
зубную щетку – правой, левой, попеременно
ножницы – правой, левой, попеременно
 7. Как рукой Вы бросаете:
мяч – правой, левой, попеременно
камень – правой, левой, попеременно
палку – правой, левой, попеременно
 8. Какой рукой Вы:
подметаете пол – правой, левой, попеременно
забиваете гвозди – правой, левой, попеременно
зажигаете спичку – правой, левой, попеременно
- оценка: -1 – левой; 0 - попеременно; 1 – правой

Краткая оценка профиля латеральной организации

Кем себя считает испытуемый:

- **Правшой**
- **Левшой**
- Амбидекстром (может выполнять разные виды деятельности обеими руками)
(нужное обвести)

Есть ли родственники левши?

- **Нет**
- **Да**

1. Ведущая рука

Инструкция: «Пожалуйста, сожмите каждую руку в кулак. Поставьте кулак на кулак».

Наверху находится:

- правый кулак (П)
 - левый кулак (Л)
 - испытуемый сомневается, несколько раз меняет верхний кулак (А)
- (нужное обвести)

2. Ведущее ухо

Инструкция: «Представьте, что у Вас в руке часы. Послушайте, они идут?»

Рука подносится к:

- правому уху (П)
 - левому уху (Л)
 - испытуемый сомневается, подносит руку то к левому, то к правому уху (А)
- (нужное обвести)

3. Ведущий глаз

Инструкция: «Представьте, что у Вас в руке подзорная труба. Посмотрите в нее на что-нибудь»

Рука подносится к:

- правому глазу (П)
 - левому глазу (Л)
 - испытуемый сомневается, подносит руку то к левому, то к правому глазу (А)
- (нужное обвести)

Профиль латеральной организации испытуемого в системе «рука-ухо-глаз»

Обведите вариант ПЛО испытуемого	Тип
ППП	"чистый" правша
ППА ПАП ПАА ПАЛ ПЛА ППЛ ПЛП ПЛЛ	праворукий
ААА АПП АПА ААП АЛЛ АЛП ААЛ АЛА АЛЛ	амбидекстр
ЛПП ЛПЛ ЛЛП ЛПА ЛАП ЛЛАЛАЛ ЛАА	леворукий
ЛЛЛ	"чистый" левша

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РЕЧИ

Больной _____

Дата _____ Время _____

№ _____

1. ДИАЛОГ

2. НАЗЫВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ

1. Папа	1
2. Мама	
3. Дом	
4. Дорога	
5. Машина	
6. Девочка	2
7. Книга	
8. Стол	
9. Хлеб	
10. Телевизор	
11. Часы	3
12. Луна	
13. Нож	
14. Пальто	
15. Мяч	
16. Очки	4
17. Солнце	
18. Кровать	
19. Лестница	
20. Карандаш	
21. Сито/решето	5
22. Руль	
23. Перо	
24. Колесо	
25. Лопата	
26. Крокодил	6
27. Свечка	
28. Прищепка	
29. Кастрюля	
30. Пылесос	

4. НАЗЫВАНИЕ ДЕЙСТВИЙ

1. Идет	7
2. Пьёт	
3. Пишет	
4. Бежит	
5. Сидит	
6. Читает	8
7. Спит	
8. Ест	
9. Стоит	
10. Говорит	
11. Шьёт	9
12. Ловит	
13. Летит	
14. Моет	
15. Одевает	
16. Кормит	10
17. Плывёт	
18. Открывает /закрывает	
19. Плачет	
20. Строит	
21. Копает	11
22. Гладит	
23. Рисует	
24. Вяжет	
25. Рубит	
26. Подметает	12
27. Причёсывается	
28. Трёт	
29. Привязывает	
30. Черпает / набирает	

4. СОСТАВЛЕНИЕ ФРАЗ

1. Мальчик моет руки.	
2. Девочка режет колбасу.	
3. Мальчик забивает гвоздь.	
4. Дети лепят бабу	
5. Кошка пьёт молоко	
6. Мальчишки играют в мяч.	
7. Мальчик бежит к дереву.	
8. Мальчик лезет через забор.	
9. Солнце заходит за тучи.	
10. Няня стелет коврик около кровати.	
11. Колхозники грузят сено на машину.	
12. Мальчик уступает место женщине в трамвае.	
13. Девочка пришла навестить больную подругу.	
14. Врач приглашает больного в кабинет.	
15. Мужчина несёт лестницу, чтобы снять шар с дерева.	

5. ПОНИМАНИЕ ПРЕДМЕТОВ

1. Коза	
2. Трава	
3. Бочка	
4. Дрова – Коса	
5. Мишка – Точка	
6. Почка – Миска	
7. Трава - Бочка	
8. Точка - Мишка – Коса	
9. Трава - Дочка – Миска	
10. Коза - Дрова – Почка	

6. ПОНИМАНИЕ ФРАЗ

1. Мама моет стакан.	
2. Бабушка режет хлеб.	
3. Мальчик читает газету.	
4. Мальчик рисует кошку.	
5. Мальчик лежит на ковре.	
6. Клеёнка покрыта скатертью.	
7. Мальчика спасла девочка.	
8. Машина перевозится трактором.	
9. Мальчик спасён девочкой.	
10. Машину перевозит трактор.	
11. Бочонок перед ящиком.	
12. На бочонке ящик.	
13. В бочонке ящик.	
14. На ящике бочонок.	
15. Ящик за бочонком.	

Память.

1. Рассказ – Непосредственное воспроизведение (Из RBMT3 Rivermead Behavioral Memory Test Third Edition. Поведенческий Тест Памяти Ривермид-3)

Инструкция: Прочтите рассказ как описано в руководстве, а затем попросите испытуемого воспроизвести его.

Запись: Поставьте отметку около каждой «идеи» - смысловой части, воспроизведенной правильно полностью или частично.

Версия 1	Версия 2	Ответ	Прав.=1	Частич.=1/2
Через двадцать лет,	Иван			
сестры близнецы	Никитин			
Наталья	был спасён			
и Анна	во вторник вечером			
Черновы	после крушения его судна.			
смогли, наконец, воссоединиться.	Два рыбака			
Каждая из них	обнаружили обломки судна			
с рождения была удочерена	и оповестили службу береговой охраны.			
разными семьями.	Патрульная лодка			
Наталья обнаружила,	нашла Ивана Никитина вскоре после этого			
что у неё есть близнец,	и доставила			
когда ей понадобилась	в ближайший госпиталь,			
копия её свидетельства о рождении.	где его уже ждала			
Тогда она начала	жена			
искать свою сестру,	с двумя детьми.			
и эти поиски	Доктора сообщили, что он провёл			
заняли два года.	не менее четырёх часов в холодной воде			
Обе сестры говорят:	и в настоящий момент лечится			
«Когда мы встретились,	от последствий переохлаждения.			
это выглядело так, как будто смотришь на себя	Предполагается,			
в зеркало».	что он сможет полностью восстановиться.			

Сырой балл

	Общее количество «идей», воспроизведенных дословно или с использованием близкого синонима
	Общее количество «идей», воспроизведенных частично или с использованием приблизительного по смыслу синонима
	Вычтите один балл если испытуемому потребовалась подсказка
	Общий сырой балл (максимум=21)

2. Зрительно - пространственная память (фигуры).

«Посмотрите, запомните и нарисуйте эти фигуры точно в том же порядке» (3 раза)

Оценка

Продуктивность (за правильно выполненную фигуру – 1 б., за изменение и зеркальность – 0,5 б.)
считается отдельно для каждого из 3-х воспроизведений 1) _ 2) _ 3) _ + Отсроч. _

Кол-во пропусков фигур _____

Количество случаев трансформации фигуры в знак _____

Кол-во зеркально изображенных фигур _____

право-лево _____ верх-низ _____

Кол-во вертикальных и горизонтальных повторов _____

Несоблюдение строки _____

нет – 0 б.

есть - 1 б.

Нарушения порядка воспроизведения фигур

по левому типу _ по правому типу _

Ошибки левополушарного типа

Ошибки правополушарного типа

Изменения фигур: _____

Изменения фигур: _____

1. упрощение фигур _____

1. расчленение фигур _____

2. «обтаивание» фигур _____

2. дизметрические ошибки _____

3. «улучшение» гештальта фигур _____

3. нарушение пропорций и места деталей фигуры _____

Искажения фигур: _____

Искажения фигур: _____

4. контаминации _____

4. комплексные или топологические ошибки _____

5. комплекс изменений, т.е. изменение 2-х признаков _____

Общее число ошибок _____

3. Слухо – речевая память.

«Послушайте слова»:

1. **холод рама клин.** Повторите: _____ 2. **гость риск дождь.** Повторите: _____

1-ое воспроизведение:

1? _____ 2? _____

«А теперь постарайтесь запомнить эти слова».

1. **холод рама клин.** Повтори: _____ 2. **гость риск дождь.** Повтори: _____

2-ое воспроизведение:

1? _____ 2? _____

1. **холод рама клин.** Повтори: _____ 2. **гость риск дождь.** Повтори: _____

3-ье воспроизведение:

1? _____ 2? _____

4. Счет

Отсроченное воспроизведение слов (после счета). «Вспомните, какие были слова».

Если не делит слова на группы, то спрашивают: «Какая была первая группа, какая вторая».

1 группа _____ 2 группа _____

Оценка повторения:

Продуктивность (количество правильно повторенных слов + 0,5 б. за изменение

1 звука в слове без изменения слоговой структуры)

1) _____ 2) _____ 3) _____

Кол-во изменений 1-го согласного в стимульных словах _____

Кол-во изменений 1-го гласного в стимульных словах _____

Кол-во искажений стимульных слов (замены более 2-х звуков) _____

Кол-во нарушений порядка слов (изменения мест внутри ряда, реверсий - обратный порядок) _____

Другие ошибки (вертикальный повтор, пропуск и т.д.) _____

Оценка воспроизведения:

Продуктивность 1-3 проб + отср. (кол-во правильно воспроизведенных слов)

1) _____ 2) _____ 3) _____ + Отср. _____

Кол-во изменений 1-го согласного во всех воспроизведениях	___
Кол-во изменений 1-го гласного во всех воспроизведениях	___
Кол-во искажений стимульных слов (замены более 2-х звуков)	___
Кол-во замен на основе вербальной близости (близких по звучанию)	___
Кол-во семантических замен	___
Кол-во вpletений посторонних слов (не сходных по значению и звучанию) или контаминаций	___
Кол-во горизонтальных повторов (повтор слова в рамках 1 и 2-ой группы одного воспроизведения)	___
Кол-во вертикальных повторов (переход из одного воспроизведения в другое)	___
Кол-во пропущенных слов во всех воспроизведениях	___
Кол-во нарушений порядка слов (изменения мест внутри ряда, реверсий - обратный порядок)	___
Кол-во переходов слов в другую группу	___

Оценка (отсроченного воспроизведения слов)

удержание по группам - 0 б.
 удержание без деления на группы - 1 б.

5. Субтест Рассказ – Отсроченное воспроизведение

Инструкция: испытуемому предлагается вспомнить рассказ спустя промежуток времени.

Внесите в таблицу все 21 фрагмент рассказа, воспроизведенную испытуемым полностью или частично

Версия 1	Версия 2	Ответ	Прав.=1	Частич.=1/2
Через двадцать лет,	Иван			
сестры близнецы	Никитин			
Наталья	был спасён			
и Анна	во вторник вечером			
Черновы	после крушения его судна.			
смогли, наконец,	Два рыбака			
воссоединиться.				
Каждая из них	обнаружили обломки судна			
с рождения была	и оповестили службу			
удочерена	береговой охраны.			
разными семьями.	Патрульная лодка			
Софья обнаружила,	нашла Ивана Никитина			
	вскоре после этого			
что у неё есть близнец,	и доставила			
когда ей понадобилась	в ближайший госпиталь,			
копия её свидетельства о	где его уже ждала			
рождении.				
Тогда она начала	жена			
искать свою сестру,	с двумя детьми.			
и эти поиски	Доктора сообщили, что он			
	провёл			
заняли два года.	не менее четырёх часов в			
	холодной воде			
Обе сестры говорят:	и в настоящий момент			
	лечится			
«Когда мы встретились,	от последствий			
	переохлаждения.			
это выглядело так, как	Предполагается,			
будто смотришь на себя				
в зеркало».	что он сможет полностью			
	восстановиться.			

Поставьте здесь отметку, если испытуемому потребовалась подсказка.

Гнозис.

1. Зрительный гнозис.

1) перечеркнутые предметы

бабочка балалайка кувшин МОЛОТОК лампа ЦВЕТОК
расческа

2) недорисованные предметы

булавка чайник лампа ведро ножницы ключ очки сабля якорь клещи весы лейка

3) наложенные изображения

рыба ёлка тарелка кувшин расческа утюг МОЛОТОК

Оценка

Общее кол-во правильных ответов с 1 попытки (проводится в каждом из 3-х заданий) 1) 2) 3) Всего:

Кол-во вербально перцептивных ошибок (словами близк. по значению из 1-ой сем. группы)

Кол-во перцептивно близких ошибок (похожий предмет из другой семантической группы)

Кол-во ошибок на замену фигуры и фона

Кол-во ошибок фрагментарности восприятия (опознание по фрагменту)

Кол-во перцептивно далёких замен (название перцептивно не похожего объекта из другой семантической группы)

Кол-во вербальных замен (замены близким по значению словом)

Кол-во perseverации ответа

Приложение 4: пример заключения по данным фМРТ

Пациенту Никв. проведена функциональная МРТ головного мозга (моторные и речевые пробы)

Зона активации, полученная при движениях правой руки (сенсорная и моторная кора в левом полушарии) расположена преимущественно в области центральной борозды и постцентральной извилины, а также незначительно в области предцентральной извилины, **прилегает вплотную** к верхнему краю объемного образования.

Зоны активации, полученные при движении правой ногой (сенсорная и моторная кора в левом полушарии) расположены преимущественно в пред- и постцентральной извилинах и парасаггитально, находятся медиальнее объемного образования и **непосредственно не прилегают** к нему.

Зоны активации, полученные при прослушивании речи имеют лобные и височные компоненты. Височные компоненты активации расположены вдоль всей верхней височной борозды (билатерально) и в задней части верхней височной извилины (только в левом полушарии). Латерализованный компонент активации в задней части верхней височной извилины левого полушария (предположительно, зона Вернике) находится **в непосредственной близости** от объемного образования. Лобный компонент активации расположен в левом полушарии в предцентральной извилине, впереди от объемного образования и **в непосредственной близости** от него. Лобный компонент, предположительно, связан с проговариванием пациентом услышанного про себя.

Зоны активации, полученные при прочтении и повторении предложений про себя, также включают лобный компонент активации (в левом полушарии) и височный компонент активации (также преимущественно в левом полушарии). Лобный компонент активации расположен в предцентральной и нижнелобной извилинах, находится впереди от объемного образования **в непосредственной близости** к нему. Височный компонент активации находится вдоль верхней височной борозды и в задней части верхней височной извилины. В этой своей части он расположен **в непосредственной близости от** объемного образования.

Зоны активации, полученные при назывании действий, расположены преимущественно в левом полушарии. Компонент, расположенный в треугольной части нижней лобной извилины, в нижнелобной борозде и островковой доле (предположительно, зона Брока) находится вблизи от объемного образования). Компонент, расположенный вдоль всей предцентральной извилины (предположительно, связанный с речевой моторикой) **непосредственно прилегает** к переднему и верхнему краю объемного образования. Специфические зоны активации, предположительно связанные с речевой моторикой также получены при назывании предметов вслух, расположены вдоль предцентральной борозды билатерально и в левом

полушарии непосредственно прилегают к переднему и верхнему краю объемного образования.

Наблюдается значительное совпадение зон активации, полученных в различных речевых пробах. Совпадение зон активации в задней части верхней височной извилины левого полушария в пробах на прослушивание речи, чтение предложений про себя и называние предметов вслух дополнительно указывает на то, что **сенсорные речевые центры находятся преимущественно в левом полушарии**. Совпадение зон активации в треугольной части нижней лобной извилины левого полушария, полученных при назывании действий, назывании предметов, чтении предложений и прослушивании речи, также указывает на то, что **моторные речевые центры также латерализуются в левом полушарии** головного мозга.

Медицинский психолог:

Врач:

Приложение (описание проб фМРТ для пациента Никв, 1987 г.р)

1. Моторные пробы

Движения рук

Пациент производил циклические движения кистью руки, сжимая и разжимая ладонь так, что большой палец руки противопоставлялся остальным. Движения совершались в удобном для пациента темпе в диапазоне от 2 движений в секунду до 1 движения в 2 секунды. Движения правой и левой руки производились поочередно сериями, продолжавшимися по 21 сек. Всего было проведено по 10 серий движений каждой руки. Пациент был проинструктирован не двигать левой рукой во время движений правой и наоборот. Переключение движений с правой руки на левую и с левой на правую производилось по устной команде исследователя.

На цветовых картах активация, связанная с движениями правой рукой, обозначена красным и желтым цветом, левой рукой – зеленым и синим цветом.

Движения ног

Пациент производил циклические движения стопой ноги в удобном для него темпе в диапазоне от 2 движений в секунду до 1 движения в 2 секунды. Движения правой и левой стопой производились поочередно сериями, продолжавшимися по 21 сек. Всего было проведено по 10 серий движений каждой стопой. Пациент был проинструктирован не двигать левой ногой во время движений правой и наоборот. Переключение движений с правой ноги на левую и с левой на правую производилось по устной команде исследователя.

На цветовых картах активация, связанная с движениями правой ногой, обозначена красным и желтым цветом, левой ногой – зеленым и синим цветом.

2. Речевая моторика

Называние предметов.

Задание предназначено для выявления зон, связанных с управлением речевой мускулатурой. На экране перед пациентом примерно один раз в три секунды появлялись изображения узнаваемых предметов или спиралек, которые как предметы не распознавались. Предметы и спиральки чередовались блоками по 7 картинок в каждом. Пациент был проинструктирован называть предмет вслух, а спиральки просто рассматривать.

На цветовых картах активация, связанная с названием действий обозначена красным и желтым цветом. Активация, связанная с разглядыванием спиралек обозначена зеленым и синим цветом.

3. Порождение речи

Называние действий.

Задание предназначено для выявления моторного центра речи (зона Брока). На экране перед пациентом примерно один раз в три секунды появлялись изображения узнаваемых предметов или спиралек, которые как предметы не распознавались. Предметы и спиральки чередовались блоками по 7 картинок в каждом. Пациент был проинструктирован проговаривать про себя действие, которое можно совершать с узнаваемым предметом и просто смотреть на неузнаваемые спиральки.

На цветовых картах активация, связанная с названием действий обозначена красным и желтым цветом. Активация, связанная с разглядыванием спиралек обозначена зеленым и синим цветом.

4. Понимание речи

Слух и восприятие речи

Задание направлено на выявление сенсорного центра речи (зона Вернике). На фоне шума МР-томографа пациент прослушивал отрывки аудиозаписи (учебный текст) длительностью по 45 сек., перемежавшиеся фазами речи, прокрученной задом наперед. Всего было выполнено 9

прослушиваний отрывков речи и 9 фаз прослушивания "перевернутой" речи. Пациент был проинструктирован о том, что по окончании исследования ему будет необходимо пересказать содержание прослушанного текста, поэтому текст необходимо как можно лучше расслышать и запомнить. По окончании пробы был произведен опрос.

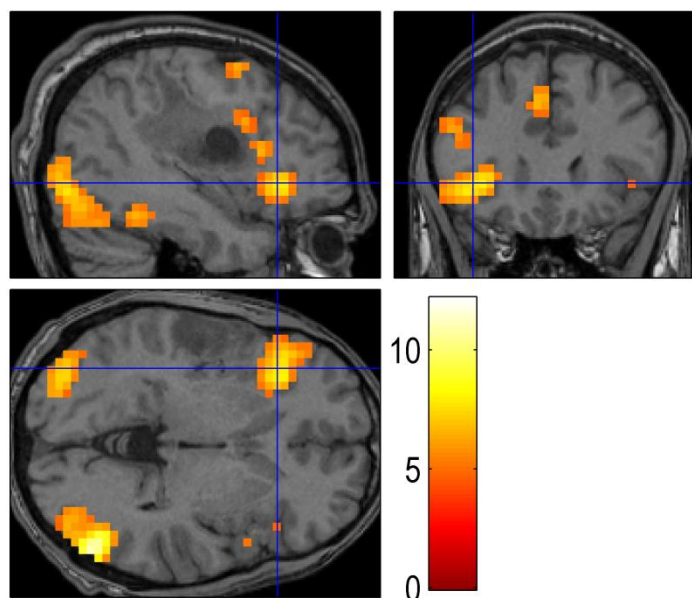
На цветовых картах активация, связанная с восприятием текста на слух, обозначена зеленым и синим цветом.

Чтение про себя (пассивная речь и повторение)

Задание направлено на выявление сенсорных и моторных центров речи. На протяжении всего исследования испытуемый смотрел на экран, на котором с частотой примерно один раз в секунду сменялись слова или строки из одинаковых букв. Исследование состояло из перемежавшихся 10 основных и 10 контрольных блоков, продолжавшихся по 21 сек. каждый. Во время основных блоков предъявлялись слова. Они появлялись на экране последовательно по одному и составляли предложения русского языка. В течение одного основного блока предъявлялось по два предложения из 11 слов. Испытуемому давалась инструкция «читать слова и повторять их про себя в уме». Во время контрольных блоков на экране предъявлялись строки из одинаковых букв (22 строки за один блок). Испытуемому давалась инструкция «по возможности повторять буквы про себя в уме».

На цветовых картах активация, связанная с восприятием и порождением осмысленной речи, обозначена красным и желтым цветом. Активация, связанная с опознанием букв, обозначена зеленым цветом.

Индивидуальные карты активации в задании «называние действий по картинкам» пациента Никв.



$p=0,05$, с поправкой на множественные сравнения.

**Заключения по данным нейропсихологического исследования
пациента Никв. 1987 г.р.**

№ истории болезни:xxxx

Дата обследования:xx.xx.xxxx

Диагноз: объемное образование левой лобной-теменной области.

ПЛО: ведущая рука – левая, ухо – левое, глаз – левый. По опроснику Аннет – «-15» баллов. Левши в семье – дедушка по отцу.

В дооперационном периоде в сфере речевых, мнестических, гностических функций, функций программирования регуляции и контроля деятельности нарушений не выявлено. Тем не менее, наблюдаются значительные в области динамического (тенденция к расштрению программы в правой руке).

Проведение фМРТ головного мозга с целью локализации и латерализации речевых и двигательных зон возможно в полном объеме.

Праксис.

Субтест	1 исследование	Максимальный балл
Динамический праксис	-3	0
Кинестетический праксис	Правая рука	5
	Левая рука	5
Пробы Хэда	9	9

Гнозис.

Субтест	1 исследование	Максимальный балл
Зрительный предметный гнозис		
Незаконченные изображения	10	12
Перечеркнутые изображения	7	7
Зрительно-пространственный гнозис		
Рисунок трехмерного объекта	0	0

Память.

Субтест	1 исследование	Максимальный балл
Две группы по три слова непосредственное воспроизведение)	6	6
Две группы по три слова (отсроченное воспроизведение)	6	6
Зрительно-пространственная память (непоср-ое воспр-ие)	4	5
Зрительно-пространственная память (отср-ое воспр-ие)	5	5

Количественная оценка речи.

Субтест	1 исследование	Максимальный балл
Диалог	30	30
Называние предметов	30	30
Называние действий	30	30
Составление фраз	30	30
Понимание речи в диалоге	30	30
Понимание слов, близких по звучанию	10	10
Понимание фраз	30	30
Понимание инструкций	30	30
Итого	220	220

**Заключение по данным нейропсихологического обследования
Шуш., 1964 г.р.**

№ истории болезни: xxxx.

Дата обследования: xx.xx.xxxx

Диагноз: объемное образование левой лобной-теменной области.

Профиль латеральной организации: ведущие рука, ухо и глаз – правые.

Пациентка ориентирована в месте и времени. Критика к своему состоянию отсутствует, дурашлива, собственных ошибок не замечает, при указании на них не реагирует. Настроение неадекватно приподнятое.

Наблюдаются грубые нарушения произвольной регуляции психической деятельности, выражающиеся в ошибках по типу потери инструкции, соскальзывании на побочные ассоциации при выполнении проб, забывании намерений, а также, трудностях включения в задание и концентрации внимания.

Семантическая и слухоречевая память значительно нарушены, особенно в звене отсроченного воспроизведения, при относительно сохранной зрительной и зрительно-пространственной памяти.

Таким образом, на первый план выходят снижение критичности к собственному состоянию, грубые нарушения произвольной регуляции психической деятельности, доходящие до невозможности следовать инструкции и значительные нарушения слухоречевой и семантической памяти, особенно в звене отсроченного воспроизведения.

Проведение функциональной магнитно-резонансной томографии представляется нецелесообразным.

Субтест	07.07.2011	Максимальный балл
Динамический праксис	-3	0
Кинестетический праксис	Правая рука	5
	Левая рука	5
Графомоторная проба	-3	0
Пробы Хэда	3	9

Гнозис.

Субтест	07.07.2011	Максимальный балл
Зрительный предметный гнозис		
Незаконченные изображения	10	12
Перечеркнутые изображения	6	7
Зрительно-пространственный гнозис		
Рисунок трехмерного объекта	-1	0

Память.

Субтест	07.07.2011	Максимальный балл
Ориентировка	12	14
Имена и фамилии	2	8
Рассказ (непосредственное воспроизведение)	6	21
Рассказ (отсроченное воспроизведение)	2,5	21
Узнавание изображений	13	15
Узнавание лиц	14	15
Две группы по три слова непосредственное воспроизведение)	5	6
Две группы по три слова (отсроченное воспроизведение)	0	6
Зрительно-пространственная память (непоср-ое воспр-ие)	1,5	5
Зрительно-пространственная память (отср-ое воспр-ие)	2	5

Количественная оценка речи.

Субтест	07.07.2011	Максимальный балл
Диалог	30	30
Называние предметов	29	30
Называние действий	27	30
Составление фраз	30	30
Понимание речи в диалоге	30	30
Понимание слов, близких по звучанию	8	10
Понимание фраз	26	30
Понимание инструкций	30	30
Итого	210	220