

Лысенко Е.С. Влияние вида когнитивного задания на функциональную специализацию полушарий по данным изменений мозгового кровотока



ЛЫСЕНКО Е.С. ВЛИЯНИЕ ВИДА КОГНИТИВНОГО ЗАДАНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ СПЕЦИАЛИЗАЦИЮ ПОЛУШАРИЙ ПО ДАННЫМ ИЗМЕНЕНИЙ МОЗГОВОГО КРОВотоКА

English version: [Lysenko E.S. The influence of cognitive task on the functional specialization of the hemispheres with the use of changes blood flow velocity](#)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

[Сведения об авторе](#)

[Литература](#)

[Ссылка для цитирования](#)

Обсуждаются результаты исследования функциональной специализации полушарий при выполнении вербальных и невербальных когнитивных заданий с применением метода функциональной транскраниальной ультразвуковой доплерографии (ФТКУЗДГ). Использование ФТКУЗДГ в подобных исследованиях обусловлено его неинвазивностью (в отличие, например, от WADA-теста) и объективностью (в отличие, например, от дихотического прослушивания). Для участия в исследовании было привлечено 57 психически и физически здоровых праворуких лиц. Получены предварительные результаты о влиянии выполнения определенного вида когнитивного задания на латерализацию усиления скорости кровотока в артериях полушарий.

Ключевые слова: головной мозг, полушария, функциональная специализация, доплерография, скорость кровотока, мозговые артерии, когнитивная нагрузка, вербальные стимулы, невербальные стимулы, доминантность по речи

Исследование функциональной специализации полушарий является предметом теоретического и практического интереса в ряде нейронаук. Внедрение в научные исследования нейровизуализационных методов позволило значительно расширить и уточнить представления о мозговой организации психических процессов. В то же время, кроме несомненных достоинств этих методов, их применение имеет и определенные ограничения, которые могут вызывать трудности в однозначной интерпретации полученных результатов. Поэтому полезным является сопоставление результатов, получаемых с помощью разных методов исследований, в частности нейровизуализационных и нейропсихологических, позволяющих наполнить нейрофизиологические данные психологическим содержанием.

Одно из таких направлений исследований представляют работы, в которых используются разные виды когнитивных заданий в сочетании с методом ФТКУЗДГ для определения функциональной специализации полушарий. Полученные в них данные делают возможным ставить вопрос о перспективах практического применения метода. Несомненным преимуществом в использовании этого метода являются его неинвазивность, безболезненность и относительно невысокая стоимость процедуры обследования, объективность фиксируемых показателей мозгового кровотока. К

недостаткам относится низкое пространственное разрешение, которое не позволяет четко локализовать усиление скорости кровотока в пределах одного полушария, что может накладывать ограничения на круг решаемых с его помощью задач [Duschek et al., 2003; Knake et al., 2003; Pelletier et al., 2007; Washburn et al., 2012]. В то же время метод может быть полезен при решении вопроса о степени функциональной активности каждого из полушарий в разных видах психической деятельности.

В реализацию любой деятельности вовлекается как левое, так и правое полушарие, но в отношении разных психических функций, разных типов материала – вербального и невербального, их вклад не является равнозначным [Лурия, 1974, 2000; Симерницкая, 1978]. В исследованиях с применением доплерографии наиболее часто обращаются к когнитивным процессам в дихотомии «вербальное-невербальное». Одним из важных аспектов этих работ является определение функциональной специализации полушарий по речи, которое устанавливается на основе большего усиления скорости кровотока в артериях одного из полушарий при выполнении вербальных заданий. Это условие реализуется при выборе когнитивных задач, таких как чтение вслух и чтение про себя, отнесение слов к семантическим категориям, построение предложений, задач на лексическую беглость, выбор синонимов и антонимов, при выполнении которых наблюдается большее усиление скорости кровотока в сосудах левого полушария по сравнению с правым.

Выбор невербальных когнитивных заданий предполагает при этом противоположное, правополушарное, усиление скорости кровотока. Это нашло свое подтверждение при выполнении зрительно-пространственных когнитивных нагрузок (визуальный поиск предметов, мысленное вращение куба, сравнение фигур), восприятию лиц, отрывков музыкальных произведений [Markus et al., 1992; Njemanze et al., 1992; Hartje et al., 1994; Silvestrini et al., 1994; Rihs et al., 1995; Bulla-Hellwig et al., 1996; Tiecks et al., 1998; Vingerhoets et al., 1999; Njemanze, 2007; Dorst et al., 2008; Stroobant et al., 2009; Whitehouse et al., 2009; Bracco et al., 2011; Boban et al., 2014]. Для оценки изменения скорости кровотока в сосудистых системах левого полушария (ЛП) и правого полушария (ПП) используются количественные критерии в виде абсолютных показателей (увеличение скорости кровотока при нагрузке) или относительных показателей (процентное соотношение состояния покоя и нагрузки, коэффициент межполушарного усиления скорости кровотока, индекс латерализации полушарий). Использование этих показателей позволяет оценить как индивидуальные, так и популяционные особенности изменений скорости кровотока, и они могут быть основанием для выбора наиболее оптимального вида когнитивной нагрузки в задаче определения функциональной специализации полушарий [Vingerhoets et al., 1999; Stroobant et al., 2009, 2011].

Одним из практических запросов использования метода доплерографии в сочетании с когнитивными нагрузками может быть неинвазивный способ определения доминантного полушария по речи. Для оценки изменения скорости кровотока в ЛП и ПП могут использоваться как абсолютные значения изменения скорости кровотока, так и относительные показатели. Абсолютные значения обычно носят индивидуальный характер и поэтому не могут быть достоверными значениями при сравнении результатов у разных испытуемых. Следовательно, наиболее удобным является использование относительных показателей. Способы их подсчета разные – это может быть использование процента изменения скорости кровотока по отношению к состоянию покоя [Vingerhoets et al., 1999] либо формулы индекса латерализации с использованием интегральных вычислений. В последнем случае принимается во внимание только факт роста скорости кровотока относительно состояния покоя при выполнении когнитивного задания, но не учитываются все его изменения относительно состояния покоя. Это является недостатком такой оценки изменений кровотока [Njemanze, 2007; Dorst et al., 2008; Stroobant et al., 2009; Whitehouse et al., 2009; Bracco et al., 2011; Boban et al., 2014].

Эмпирическое исследование

В исследовании ставилась задача выявить с помощью метода доплерографии роль левого и правого полушарий и специфичность проявляемой ими активности при выполнении когнитивных заданий с разными типами стимульного материала (вербального и невербального). Использовались разные виды стимулов (вербальные – конкретные существительные, абстрактные существительные, глаголы, невербальные – трудновербализуемые рисунки и матрицы, фотографии лиц с нейтральным выражением, с выражением положительных и с выражением отрицательных эмоций). Анализировались показатели изменения скорости кровотока в средних и задних мозговых артериях правого и левого полушарий мозга. Предполагалось провести сравнительный анализ различий в активации каждого из полушарий в зависимости от вида выполняемого когнитивного задания вербального и невербального типов.

Гипотезы исследования:

- 1) выполнение различных когнитивных заданий вербального и невербального типов сопровождается совместной и неравнозначной активностью двух полушарий мозга, специфика проявления которой может быть выявлена с помощью функциональной транскраниальной доплерографии;
- 2) метод функциональной транскраниальной доплерографии может быть использован для подтверждения доминантности левого полушария по вербальным функциям и преимущественной роли правого полушария в обеспечении невербальных функций.

Методы

Выборка

К исследованию было привлечено 57 участников. Экспериментальная группа, участникам которой предъявлялся вербальный стимульный материал, состояла из 20 человек от 18 до 37 лет (6 мужчин и 14 женщин). Экспериментальные группы, участникам которых предъявлялся невербальный стимульный материал, состояли из 37 человек от 18 до 58 лет (14 мужчин и 23 женщины) и 28 человек от 18 до 37 лет (10 мужчин и 18 женщин). Средний возраст первой выборки 24 $\pm$ 3,9 года, средний возраст второй выборки 28 $\pm$ 5,1 лет. Все участники эксперимента были праворукими и имели высшее и неполное высшее образование. У всех испытуемых получено согласие на участие в исследовании.

Процедура

Обследование проводилось с помощью метода функциональной транскраниальной доплерографии (лаборатория патологии мозгового кровообращения, НИИ нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко, руководитель: д.м.н., профессор А.Р.Шахнович). На голове испытуемого закреплялся шлем для интраоперационного мониторинга. Для обеспечения плотного соприкосновения ультразвуковых датчиков с кожей на них наносился медицинский гель. Скорость кровотока (СК) последовательно измерялась в исследуемых артериях билатерально – сначала в средней мозговой артерии (СМА), потом в задней мозговой артерии (ЗМА). СК измерялась дважды – в состоянии покоя и при выполнении когнитивного задания в см/с. Подсчитывался относительный показатель изменения СК при выполнении задания в сравнении с состоянием покоя в процентах $\{K(ск)=[V(\text{при когнитивной нагрузке}) : V(\text{в состоянии покоя})] \times 100\}$. Для того чтобы показать степень выраженности различий в изменении СК между ЛП и ПП, использовался сравнительный коэффициент $K(ск) \text{ лп/пп} = V(\text{при когнитивной нагрузке ЛП в \%}) : V(\text{при когнитивной нагрузке ПП в \%})$. Стимулы в слуховой модальности предъявлялись с интервалом 1 стимул в 1 секунду, в зрительной – 1 стимул в 5 секунд. Запоминание и узнавание проводилось про себя, для проверки выполнения задания от испытуемого требовался контрольный отчет после окончания регистрации СК. Все измерения проводились лично автором статьи после прохождения обучения под руководством сотрудника лаборатории нейрохирурга кандидата медицинских наук Абузайда С.М.

Методики

Когнитивные задания состояли из запоминания и последующего узнавания вербального и невербального материала. Измерение СК при когнитивной нагрузке проводилось непрерывно в течение всей процедуры запоминания и последующего узнавания, так как были получены данные, что процедура запоминания и процедура узнавания сопровождаются сходным увеличением СК [Микадзе и др., 2015].

В *вербальных когнитивных заданиях* при запоминании и узнавании (после короткой паузы) использовались конкретные существительные, абстрактные существительные и глаголы, которые предъявлялись в слуховой модальности. Требовалось запомнить 8 слов (целевые стимулы) и узнать некоторые из них (от 3 до 5 целевых слов) среди 8 дистракторов. Стимулы были уравнены по количеству букв и показателю частотности.

В *невербальных когнитивных заданиях* стимульный материал различался по процедуре предъявления. Проводилось запоминание и узнавание фотографий лиц, трудно вербализуемых рисунков и матриц, которые предъявлялись в зрительной модальности. Требовалось запомнить 1 целевой стимул и узнать, был ли он или нет среди 10 дистракторов. Другой процедурой было сравнение. Проводилось сравнение фотографий лиц, фотографий лиц с положительными и отрицательными эмоциями. Требовалось сравнить 2 стимула, предъявляемых одновременно. Если стимулы одинаковые – поднять указательный палец правой руки, если разные – указательный палец левой руки. Каждый набор состоял из 10 пар стимулов.

Результаты

Целью исследования было подтверждение предположения о совместном, но разном по проявлениям, участии двух полушарий в запоминании вербальной и невербальной информации. Специфическая роль полушарий в переработке разных видов материала проявляется в достоверном и более выраженном доминировании активности левого полушария при выполнении всех видов вербальных когнитивных заданий и преимущественной, но вариативной активности правого полушария при выполнении разных видов невербальных когнитивных заданий. Вывод о степени выраженности функциональной специализации полушарий в отношении разных видов вербального и невербального материала определялся на основе анализа межполушарных различий в усилении СК для каждого вида когнитивной нагрузки. Показатели изменения СК в СМА и ЗМА ($V_{СК}$) представлены в таблицах 2, 4, 6, сравнительные показатели соотношения между СК в ЛП иПП ($K_{СК}$) представлены в таблицах 3, 5, 7.

Запоминание и узнавание вербального материала

Таблица 1

Средние значения усиления скорости кровотока (%) при выполнении вербальных когнитивных заданий по сравнению с состоянием покоя ($N = 20$) в СМА и ЗМА

Стимулы	СМА		ЗМА	
	ЛП	ПП	ЛП	ПП
Конкретные существительные	17,5	8,87	22,36	13,05
Глаголы	15,25	7,22	21,61	11,86
Абстрактные существительные	16,4	8,78	21,09	12,79

Примечания. N – число испытуемых, 100% – исходные значения скорости кровотока (см/с).

Формула для вычисления значений относительного показателя изменения СК при выполнении задания в сравнении с состоянием покоя в процентах: $K(ск) = [V(\text{при когнитивной нагрузке}) : V(\text{в состоянии покоя})] \times 100\%$

Таблица 2

Сравнительный коэффициент активности полушарий при выполнении вербальных когнитивных заданий

Стимулы	СМА	ЗМА
Конкретные существительные	1,97	1,71
Глаголы	2,11	1,82
Абстрактные существительные	1,87	1,65

Примечания. Формула для вычисления значений степени

выраженности различий в изменении СК между ЛП и ПП использовался сравнительный коэффициент $K(ск) \text{ лп/пп} = V(\text{при когнитивной нагрузке ЛП в } \%) : V(\text{при когнитивной нагрузке ПП в } \%)$.

В соответствии с полученными результатами максимальное увеличение скорости кровотока в ЛП при выполнении разных вербальных заданий наблюдалось в случае использования в качестве когнитивной нагрузки запоминания и узнавания конкретных существительных в ЗМА (см. табл. 1). При этом максимальное различие в увеличении скорости кровотока между левым и правым полушариями имело место при запоминании и узнавании глаголов (см. табл. 2).

Межполушарные и внутриполушарные различия усиления скорости кровотока при выполнении вербальных когнитивных заданий[\[1\]](#)

Достоверные различия в усилении скорости кровотока при выполнении вербальных когнитивных заданий были получены:

– между полушариями в показаниях СК в СМА и ЗМА при выполнении заданий на запоминание абстрактных, конкретных существительных и глаголов ($p < 0,01$) с большим усилением скорости кровотока в сосудах левого полушария;

– внутри полушарий (между СМА и ЗМА в пределах одного полушария) при выполнении заданий на запоминание конкретных, абстрактных существительных и глаголов ($p < 0,002$) связанных с большим усилением скорости кровотока в ЗМА.

При попарном (различий усиления СК при выполнении двух заданий с разными типами стимульного материала в определенной артерии конкретного полушария) сравнении когнитивных заданий внутриполушарных различий усиления СК не было.

Таким образом, максимальное среднее значение изменения СК, указывающее на большую активность ЛП по сравнению с ПП и по сравнению с фоновыми значениями разных видов вербальной нагрузки, наблюдалось при запоминании и узнавании конкретных существительных как в ЗМА, так и в СМА левого полушария (см. табл. 1). Этот вид когнитивного задания с точки зрения максимального увеличения активации ЛП при вербальной нагрузке может рассматриваться как более оптимальный для возможного определения функциональной специализации по речи. Разброс (различия между значениями) показателей усиления СК в левом и правом полушариях для заданий с разными типами вербальных стимулов оказался незначительным, что проявилось в отсутствии значимых различий в попарном сравнении показателей.

Наибольшие различия при одновременной активации в ЛП и ПП наблюдались при использовании задания на запоминание глаголов (см. табл. 2). В то же время максимальное увеличение СК в ЛП при сравнении разных видов вербальных заданий было при запоминании существительных. Это ставит в последующих исследованиях вопрос о том, какие показатели являются более оптимальными в процедуре оценки активности полушарий по отношению к когнитивным нагрузкам: максимальное изменение скорости кровотока при нагрузке по сравнению с фоновыми значениями или использование относительных показателей увеличения скорости кровотока между левым и правым полушариями.

Запоминание и узнавание невербального материала

Таблица 3

Средние значения усиления скорости кровотока (%) при выполнении невербальных когнитивных заданий по сравнению с состоянием покоя в СМА и ЗМА

Стимулы	СМА		ЗМА	
	ЛП	ПП	ЛП	ПП
Трудновербализуемые рисунки (N = 28)	10	13,21	17,93	29,07
Фотографии лиц (N = 28)	10,36	14	18,18	27,68
Трудновербализуемые матрицы (N = 28)	10,29	13,14	17,32	26,14

Примечания. N – число испытуемых, 100% – исходные значения скорости кровотока (см/с). Формула для вычисления значений относительного показателя изменения СК при выполнении задания в сравнении с состоянием покоя в процентах: $K(ск) = V(\text{при когнитивной нагрузке}) : V(\text{в состоянии покоя}) \times 100\%$.

Таблица 4

Сравнительный коэффициент активности полушарий при выполнении невербальных когнитивных заданий

Стимулы	СМА	ЗМА
Трудновербализуемые рисунки	1,3	1,62
Фотографии лиц	1,35	1,52
Трудновербализуемые матрицы	1,27	1,51

Примечания. Формула для вычисления значений степени выраженности различий в изменении СК между ЛП и ПП использовался сравнительный коэффициент $K(ск) \text{ лп/пп} = (V(\text{при когнитивной нагрузке ЛП в } \%) : V(\text{при когнитивной нагрузке ПП в } \%))$.

В соответствии с полученными результатами максимальное увеличение СК в ЛП при выполнении разных невербальных заданий наблюдалось в случае использования в качестве когнитивной нагрузки запоминания и узнавания трудновербализуемых рисунков в ЗМА (см. табл. 3). Максимальное различие в увеличении СК между левым и правым полушариями имело место также при запоминании и узнавании трудновербализуемых рисунков (см. табл. 4).

Межполушарные и внутриполушарные различия усиления скорости кровотока при

выполнении невербальных когнитивных заданий

Достоверные различия усиления скорости кровотока при выполнении невербальных когнитивных заданий были получены:

- в ходе анализа межполушарных изменений в СМА и ЗМА при выполнении заданий на запоминание трудновербализуемых рисунков и матриц ($p < 0,02$) с большим усилением скорости кровотока в сосудах правого полушария;
- в сравнительном анализе внутрислошарных изменений (между СМА и ЗМА внутри одного полушария), при выполнении заданий на запоминание и фотографий лиц, трудновербализуемых рисунков и матриц ($p < 0,003$), связанных с большим усилением скорости кровотока в ЗМА;
- при попарном сравнении скорости кровотока при выполнении когнитивных заданий не было получено однозначных результатов (в сравнении с вербальным материалом). То есть изменение активности правого полушария в бассейнах СМА и ЗМА носит вариативный характер и зависит от типа невербальных стимулов.

Попарное сравнение для выявления возможных достоверных различий между разным вербальным или невербальным материалом (см. табл. 3):

- 1) в средней мозговой артерии левого полушария:
 - а) трудновербализуемые рисунки – фотографии лиц;
- 2) в средней мозговой артерии правого полушария, задней мозговой артерии левого полушария и задней мозговой артерии правого полушария достоверных различий не выявлено.

Для разных типов невербального материала характерны высокая вариативность показателей усиления СК больше в СМА и ЗМА правого полушария (см. табл. 3). Также отмечается, что в переработке невербального стимульного материала, такого как запоминание и узнавание трудновербализуемых рисунков и матриц, фотографий лиц, наблюдается усиление вербальной активности в попытках найти вербальный аналог невербальным стимулам. Это подтверждается большей активностью ЛП по показателям СК в ЗМА. Наибольшие различия при одновременной активации в ЛП и ПП наблюдались при использовании задания на запоминание трудновербализуемых рисунков (см. табл. 4).

Сравнение невербального материала

Таблица 5

Средние значения усиления скорости кровотока при выполнении невербальных когнитивных заданий по сравнению с состоянием покоя в СМА и ЗМА

Стимулы	СМА		ЗМА	
	ЛП	ПП	ЛП	ПП
Фотографии лиц с положительными эмоциями (N = 20)	9,11	18,63	13,29	28,73
Фотографии лиц (N = 37)	11,1	15,86	17,57	28,57
Фотографии лиц с отрицательными эмоциями (N = 20)	9,23	19,01	13,93	28,3

Примечания. N – число испытуемых, 100% – исходные значения скорости кровотока (см/с).

Формула для вычисления значений относительного показателя изменения СК при выполнении задания в сравнении с состоянием покоя в процентах: $K(ск) = [(V(\text{при когнитивной нагрузке}) : V(\text{в состоянии покоя})) \times 100\%$.

Таблица 6

Сравнительный коэффициент активности полушарий при выполнении невербальных когнитивных заданий

Стимулы	СМА	ЗМА
Фотографии лиц с положительными эмоциями	2,04	2,16
Фотографии лиц с отрицательными эмоциями	2,05	2,03
Фотографии лиц	1,43	1,63

Примечания. Формула для вычисления значений степени выраженности различий в изменении СК между ЛП и ПП использовался сравнительный коэффициент $K(ск)_{лп/пп} = V(\text{при когнитивной нагрузке ЛП в } \%) : V(\text{при когнитивной нагрузке ПП в } \%)$.

В соответствии с полученными результатами максимальное увеличение СК в ЛП при выполнении разных невербальных заданий наблюдалось в случае использования в качестве когнитивной нагрузки сравнения фотографий лиц с положительными эмоциями в ЗМА (см. табл. 5).

Максимальное различие в увеличении СК между левым и правым полушариями имело место также при сравнении лиц с положительными эмоциями (см. табл. 6).

Межполушарные и внутриполушарные различия усиления скорости кровотока при выполнении невербальных когнитивных заданий

Достоверные различия усиления скорости кровотока при выполнении невербальных когнитивных заданий были получены:

– в ходе анализа межполушарных изменений в СМА и ЗМА при выполнении заданий сравнения фотографий лиц, фотографий лиц с положительными и отрицательными эмоциями ($p < 0,001$) с большим усилением скорости кровотока в сосудах правого полушария;

– в сравнительном анализе внутриполушарных изменений (между СМА и ЗМА внутри одного полушария) при выполнении заданий на сравнение фотографий лиц, фотографий лиц с положительными и отрицательными эмоциями ($p < 0,02$), связанных с большим усилением скорости кровотока в ЗМА;

– при попарном сравнении скорости кровотока при выполнении когнитивных заданий не было получено однозначных результатов (в сравнении с вербальным материалом).

Попарное сравнение для выявления возможных достоверных различий между разными видами невербального материала (см. табл. 5):

- 1) в средней мозговой артерии левого полушария достоверных различий не выявлено;
- 2) в средней мозговой артерии правого полушария:
 - а) фотографии лиц – фотографии лиц с положительными эмоциями;
 - б) фотографии лиц – фотографии лиц с отрицательными эмоциями;
- 3) в задней мозговой артерии левого полушария:
 - в) фотографии лиц – фотографии лиц с положительными эмоциями;

4) в задней мозговой артерии правого полушария достоверных различий не выявлено.

Для разных типов невербального материала характерны высокая вариативность показателей усиления СК больше в СМА и ЗМА правого полушария (см. табл. 5). Отмечается, что при сравнении фотографий лиц большая активность ЛП по показателям мозгового кровотока в ЗМА, чем при сравнении фотографий лиц с положительными и отрицательными эмоциями. Это подтверждает аналогичный способ переработки невербального стимульного материала, как и в процедуре «запоминание и узнавание». При сравнении фотографий лиц с положительными и отрицательными эмоциями отмечается незначительная активность ЛП по данным СК в ЗМА в переработке информации. Наибольшие различия при одновременной активации в ЛП иПП наблюдались при использовании задания на сравнение фотографий лиц с положительными эмоциями (см. табл. 6).

Во время выполнения заданий с разными видами когнитивной нагрузки вербального и невербального типа в исследовании был выявлен ряд различий в активации полушарий. Выполнение вербальных когнитивных заданий сопровождалось большим усилением скорости кровотока в сосудах левого полушария, выполнение невербальных когнитивных заданий сопровождалось большим усилением скорости кровотока в сосудах правого полушария. Эти данные в целом повторяют полученные в других исследованиях результаты [Markus et al., 1992; Njemanze et al., 1992; Hartje et al., 1994; Silvestrini et al., 1994; Rihs et al., 1995; Bulla-Hellwig et al., 1996; Tiecks et al., 1998; Vingerhoets et al., 1999; Njemanze, 2007; Dorst et al., 2008; Stroobant et al., 2009; Whitehouse et al., 2009; Bracco et al., 2011; Boban et al., 2014].

Представляется интересным выявленный в исследовании факт вариативности усиления скорости кровотока для разных видов вербального и невербального стимульного материала. Так, показано, что в переработке вербального материала показатели скорости кровотока как в СМА, так и ЗМА правого (субдоминантного) полушария носят стабильный (мало отличающийся) характер для разных видов этого материала (см. табл. 1). Напротив, при переработке невербального материала показатели скорости кровотока в левом полушарии носят нестабильный (более вариативный) характер для разных видов невербальных стимулов (см. табл. 5). Полученные результаты могут свидетельствовать о различиях в степени доминирования ЛП иПП в процессах, связанных с переработкой вербального и невербального материала. Эти данные подтверждают ведущую роль левого полушария для вербального материала, в то время как в переработке разных видов невербального материала ведущая роль правого полушария не является столь однозначной. В зависимости от вида невербального стимула будут наблюдаться различия в степени вовлечения в переработку левого полушария. Можно сделать вывод, что особенности доминирования одного из полушарий при их взаимодействии в ходе переработки вербального и невербального материала носят разный характер.

Было показано, что средние значения усиления скорости кровотока в сосудах ЛП при выполнении задачи запоминания и узнавания как вербальных, так и невербальных стимулов различаются незначительно (см. табл. 1 и 3), в то время как при выполнении задачи сравнения невербального материала различия средних значений усиления скорости кровотока носят более выраженный характер (см. табл. 5). Это дает основание предположить, что активация и, следовательно, взаимодействие полушарий при выполнении задачи запоминания и узнавания и задачи сравнения носит разный характер. Таким образом, степень вариативности изменений скорости кровотока может зависеть не только от типа и вида материала, используемого в качестве когнитивной нагрузки, но и от характера выполняемой в задании задачи.

В большинстве зарубежных исследований измерение скорости кровотока с помощью метода доплерографии проводилось в средних мозговых артериях и связывалось либо с анатомо-функциональными особенностями мозговых зон, входящих в бассейн СМА, либо большим удобством лоцирования этих артерий. Остается открытым вопрос о роли других артериальных систем в когнитивной деятельности.

Результаты проведенного исследования показывают, что значимые изменения скорости кровотока выявляются и в задних мозговых артериях, а выполнение когнитивных заданий с разными типами и видами стимулов сопровождается неодинаковыми изменениями скорости кровотока в СМА и ЗМА. При этом выполнение определенных заданий может сопровождаться более выраженным изменением СК в ЗМА по сравнению с СМА.

О топографии и степени активации зон мозга можно судить, используя разные показатели оценки изменения скорости кровотока: а) отражающие среднее значение усиления скорости кровотока (в %) в определенной артерии каждого полушария и б) использующие коэффициент сравнительной активности полушарий при выполнении заданий. Если использовать первый вариант оценки, то результаты выполнения вербальных заданий показывают, что прирост наблюдается при запоминании и узнавании конкретных существительных, чем при запоминании абстрактных существительных и глаголов. Это является верным как для ЛП, так и для ПП (см. табл. 1). Большую активацию ПП в переработке конкретных существительных, чем при переработке абстрактных существительных и глаголов, можно связать с мозговыми процессами запоминания и узнавания, при работе которых запоминание может опираться не только на значение слова, но и на образ предмета, который это слово обозначает. В то же время, если использовать второй вариант оценки, то сравнительный коэффициент при одновременной активации полушарий был наибольшим в случае запоминания и узнавания глаголов в СМА (см. табл. 2). Этот результат может свидетельствовать о более выраженной активации левого полушария по сравнению с правым или, наоборот, о наименее выраженной активации правого полушария при переработке этого вида материала. В то же время показатель усиления СК (первый вариант оценки) при переработке этого вида стимулов был меньше показателей, полученных при запоминании и узнавании конкретных существительных. Использование разных коэффициентов активности полушарий при выполнении когнитивных заданий приводит к разным способам интерпретации результатов, что оставляет открытым вопрос об эффективности использования того или иного коэффициента в обработке полученных данных.

Выводы

1. Выполнение всех видов когнитивных заданий сопровождалось усилением скорости кровотока в сосудах обоих полушарий мозга, что подтверждает активацию двух гемисфер и необходимое их участие в осуществлении разных видов психической деятельности. При выполнении вербальных заданий наблюдается выраженное и стабильное изменение активности в левом полушарии по сравнению с правым полушарием, имеющее достоверный характер для всех видов стимульного материала. Полученные данные подтверждают возможность определения доминантной роли левого полушария по вербальным функциям с помощью метода доплерографии.

2. При выполнении невербальных когнитивных заданий наблюдается преимущественная активация правого полушария при выраженной вариативности его активности для разных видов невербального стимульного материала. В то же время отсутствие значимых различий при выполнении невербальных когнитивных заданий в значениях скорости кровотока левого и правого полушарий не позволяет однозначно постулировать доминантную роль правого полушария для невербальных функций.

Финансирование

Исследование выполнено при поддержке Российского гуманитарного научного фонда, проект 15-06-10636 «Исследование функциональной специализации полушарий мозга нейropsychологическими и ультразвуковыми методами в норме и патологии».

Литература

- Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М.: Моск.гос.университет, 2000.
- Лурия А.Р. Нейропсихология памяти. Нарушения памяти при локальных поражениях мозга. М.: Педагогика, 1974. Т. 1.
- Симерницкая Э.Г. Доминантность полушарий. М.: Моск.гос.университет, 1978.
- Микадзе Ю.В., Богданова М.Д., Лысенко Е.С., Шахнович А.Р., Абузайд С.М. Оценка латерализации церебральной гемодинамики при выполнении вербальных мнестических заданий методом функциональной транскраниальной доплерографии. Экспериментальная психология, 2015, 8(3), 62–73.
- Boban M., Črnac P., Junaković A., Malojčić B. Hemodynamic monitoring of middle cerebral arteries during cognitive tasks performance. Psychiatry and Clinical Neurosciences, 2014, 68(11), 795–803.
- Bracco L. Cerebral hemodynamic lateralization during memory tasks as assessed by functional transcranial Doppler (f TCD) sonography: Effects of gender and healthy aging. Cortex, 2011, 47(6), 750–758.
- Bulla-Hellwig M., Vollmer J., Gotzen A., Skreczek W., Hartje W. Hemispheric asymmetry of arterial blood flow velocity changes during verbal and visuospatial tasks. Neuropsychologia, 1996, 34(10), 987–991.
- Dorst J., Haag A., Knake S., Oertel W., Hamer H., Rosenow F. Functional transcranial Doppler sonography and spatial orientation paradigm identify the non-dominant hemisphere. Brain and Cognition, 2008, 68(2), 53–58.
- Duschek S., Schandry R. Functional transcranial Doppler sonography as a tool in psychophysiological research. Psychophysiology, 2003, 40(3), 436–454.
- Hartje W., Ringelstein E.-B., Kistingner B., Fabianek D., Willmes K. Transcranial Doppler ultrasonic assessment of middle cerebral artery blood flow velocity changes during verbal and visuospatial cognitive tasks. Neuropsychologia, 1994, 32(9), 1443–1452.
- Knecht S., Dräger B., Deppe M., Bobe L., Lohmann H., Floel A., Ringelstein E.-B., Henningsen H. Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. Brain, 2000, 123(12), 2512–2518.
- Markus H.S., Boland M. “Cognitive activity” monitored by non-invasive measurement of cerebral blood flow velocity and its application to the investigation of cerebral dominance. Cortex, 1992, 28(4), 575–581.
- Njemanze P.C., Gomez C.R., Horenstein S. Cerebral lateralisation and color perception: A transcranial Doppler study. Cortex, 1992, 28(1), 69–75.
- Njemanze P.C. Cerebral lateralisation for facial processing: Gender-related cognitive styles determined using Fourier analysis of mean cerebral blood flow velocity in the middle cerebral arteries. Laterality, 2007, 12(1), 31–49.
- Pelletier I., Sauerwein H., Lepore F., Saint-Amour D., Lassonde M. Non-invasive alternatives to the Wada test in the presurgical evaluation of language and memory functions in epilepsy patients. Epileptic Disorders, 2007, 9(2), 111–126.

Rihs F., Gutbrod K., Gutbrod B., Steiger H.J., Sturzenegger M., Mattle H.P. Determination of cognitive hemispheric dominance by "stereo" transcranial Doppler sonography. *Stroke*, 1995, 26(1), 70–73.

Silvestrini M., Cupini L.M., Matteis M., Troisi E., Caltagirone C. Bilateral simultaneous assessment of cerebral flow velocity during mental activity. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 1994, 14(4), 643–648.

Stroobant N., Vingerhoets G. Transcranial Doppler ultrasonography monitoring of cerebral hemodynamics during performance of cognitive tasks: A review. *Neuropsychology review*, 2000, 10(4), 213–231.

Szaflarski J.P., Binder J.R., Possing E.T., McKiernan K.A., Ward B.D., Hammeke T.A. Language lateralization in left-handed and ambidextrous people fMRI data. *Neurology*, 2002, 59(2), 238–244.

Tiecks F.P., Haberl R.L., Newell D.W. Temporal patterns of evoked cerebral blood flow during reading. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 1998, 18(7), 735–741.

Vingerhoets G., Stroobant N. Lateralization of cerebral blood flow velocity changes during cognitive tasks. A simultaneous bilateral transcranial Doppler study. *Stroke*, 1999, 30(10), 2152–2158.

Washburn D.A., Schultz N.B., Phillips H.A. Transcranial Doppler Sonography in Studies of Mental Effort. *Sonography*. MA: Rejeka-Coatia, 2012. pp. 227–248.

Whitehouse A., Badcock N., Groen M., Bishop N. Reliability of a novel paradigm for determining hemispheric lateralization of visuospatial function. *Journal International of Neuropsychological Society*, 2009, 15(6), 1028–1032.

Примечания

[1] Для выявления внутриполушарных (между СМА и ЗМА одного полушария) и межполушарных (между СМА и между ЗМА разных полушарий) различий в усилении скорости кровотока при выполнении разных видов заданий использовался критерий Вилкоксона.

Поступила в редакцию 23 ноября 2015 г. Дата публикации: 14 июня 2016 г.

Сведения об авторе

Лысенко Елена Сергеевна. Аспирант, кафедра нейро- и патопсихологии, факультет психологии, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, ул. Моховая, д. 11, стр. 9, 125009 Москва, Россия.

E-mail: lysenkoe2007@yandex.ru

Ссылка для цитирования

Стиль psystudy.ru

Лысенко Е. С. Влияние вида когнитивного задания на функциональную специализацию полушарий по данным изменений мозгового кровотока. *Психологические исследования*, 2016, 9(47), 7. <http://psystudy.ru>

Стиль ГОСТ

Лысенко Е. С. Влияние вида когнитивного задания на функциональную специализацию полушарий по данным изменений мозгового кровотока // *Психологические исследования*. 2016. Т. 9, № 47. С. 7. URL: <http://psystudy.ru> (дата обращения: чч.мм.гггг). [Описание соответствует ГОСТ Р 7.0.5-2008 "Библиографическая ссылка". Дата обращения в формате "число-месяц-год = чч.мм.гггг" – дата,

когда читатель обращался к документу и он был доступен.]

Адрес статьи: <http://psystudy.ru/index.php/num/2016v9n47/1289-lysenko47.html>

[К началу страницы >>](#)