

КОНФЕРЕНЦИЯ
«КОГНИТИВНАЯ НАУКА
В МОСКВЕ: НОВЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ»

16 ИЮНЯ 2011 г.

ТЕЗИСЫ



Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

зорную трансформацию перцептивного образа.

4. Разработанная методика позволяет изучать взаимодействие основных составляющих структуры сознания — чувственной ткани, предметного значения и личностного смысла, в процессе формирования перцептивного образа.

Литература

1. Компанейский Б.Н. Проблема константности восприятия формы и цвета вещей. Л., 1940.
2. Леонтьев А.Н. Избранные психологические произведения. М., 1983.
3. Леонтьев А.Н. О путях исследования восприятия / Под ред. А.Н. Леонтьева // Восприятие и деятельность. М., 1976.
4. Логвиненко А.Д. Зрительное восприятие пространства. М., 1981.
5. Логвиненко А.Д. Перцептивная деятельность при инверсии сетчаточного образа / Под ред. А.Н. Леонтьева // Восприятие и деятельность. М., 1976.
6. Столин В.В. Исследование порождения зрительного пространственного образа / Под ред. А.Н. Леонтьева // Восприятие и деятельность. М., 1976.
7. Luchins A.S., Luchins E.H. New experimental attempts at preventing mechanization in problem-solving/ Wason P.C., Johnson-Laird P.N. // Thinking and reasoning. UK, 1970.
8. Stratton G. Some preliminary experiments in vision without inversion of the retinal image / Psychol. Rev. Vol.3 1896.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЗОН ГОЛОВНОГО МОЗГА, СВЯЗАННЫХ С ЛЕКСИКОСЕМАНТИЧЕСКОЙ И СИНТАКСИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ ПРЕДЛОЖЕНИЙ НА МАТЕРИАЛЕ РУССКОГО ЯЗЫКА

Березуцкая Ю.Н.*, Печенкова Е.В.

ontheday@mail.ru

МГУ им. Ломоносова

Активное развитие методов нейровизуализации в последние двадцать лет позволило по-новому взглянуть на одну из основных проблем нейролингвистики — вопрос о мозговой локализации речевых функций. В

лингвистике принято выделять уровни языка — фонетический, семантический, морфологический и синтаксический — которые выступают как конструкты, оторванные от мозга и психики своего носителя. Однако для междисциплинарных исследований вопрос об общности или различии мозговых механизмов функций, стоящих за различными уровнями языка, приобретает принципиальное значение. Так, сторонники модульного подхода в когнитивной науке часто рассматривают наличие компактно организованных (локализуемых) специфических мозговых механизмов обработки синтаксиса как аргумент в пользу существования гипотетического языкового модуля, представляющего собой специализированный «умственный орган», сформировавшийся в ходе эволюции [1].

Согласно имеющимся в литературе данным, полученным как методом нейровизуализации, так и на больных с локальными поражениями мозга, в качестве мозговых механизмов синтаксиса могут выступать зона Брока (BA 44L, 45L), которая активируется, в частности, при обработке усложненных синтаксических конструкций (например, предполагающих неканонический порядок слов) [5], а также поле 22, в левом полушарии включающее зону Вернике, активация которого связана с функционированием морфосинтаксиса [2]. В связи с синтаксической обработкой в литературе также упоминается активация в области переднего виска (BA 38) [8], средневисочной извилины (BA 21) [2], среднелобной извилины (BA 9) и другие зоны (BA 5, 6, 23, 24, 35, 37, 39, 40, 47) [6]. В то же время лексикосемантическая обработка по большей части обеспечивается областями мозга, связанными с семантической памятью: задней и нижней частью височной доли (BA 37), обеспечивающей хранение информации, а также нижнелобной извилиной (BA 47), которая, предположительно, контролирует процесс ее кодирования и извлечения [4, 8]. Однако имеются также другие данные, согласно которым активация перечисленных областей не является специфической: так, отмечается активация поля BA47 при решении человеком задач, связанных с синтаксисом, а зоны Брока и передней части виска – при решении семантических задач [6].

Результаты фМРТ-исследования, проведенного Э. Федоренко с коллегами [3] на материале английского языка, и ставившего своей целью в рамках одного эксперимента индивидуально у каждого испытуемого локализовать зоны мозга, осуществляющие лексикосемантическую и синтаксическую обработку информации, скорее свидетельствуют против возможности выделить подобного рода специфические мозговые механизмы. Согласно полученным в этом исследовании данным, хотя изменение как лексикосемантического, так и синтаксического аспектов воспринимаемых человеком предложений и приводит к различиям в активации мозга, однако это происходит в пределах одних и тех же речевых зон.

Целью нашего исследования было воспроизведение предложенной Э. Федоренко методики и проверка гипотезы о возможности локализации указанных зон на материале русского языка, поскольку локализация речевых зон может варьироваться от языка к языку [7]. Так же, как и в оригинальном эксперименте, в нашем исследовании был использован двухфакторный экспериментальный план 2x2, в котором в качестве факторов выступали наличие или отсутствие в предъявляемом испытуемым материале лексикосемантической информации и синтаксической структуры:

		Лексикосемантическая информация	
		Есть (существующие слова)	Нет (псевдослова)
Синтаксическая структура	Есть (правильн. предложения)	1 условие Предложения, состоящие из слов русского языка <i>Саша пишет книгу с прошлой осени.</i>	3 условие «Предложения-абракадабры» из псевдослов <i>Я ушкал нольне ньеты от порана.</i>
	Нет (случайная последовательность)	2 условие «Предложения-списки» слов русского языка <i>Из интерес было банке знал мамы.</i>	4 условие «Предложения-списки» псевдослов <i>Вородит уж нома оmozан возбре к.</i>

Каждое предложение состояло из 6 слов и 11 слогов. Предложения условия 1 характеризовались наличием одной из 6 частотных синтаксических конструкций русского языка: тразитивной, битранзитивной, пассивной, комитативной, конструкции с относительными придаточными и с внешним посессором, что обеспечивало узнаваемость конструкций также в условии 3, предложения которого были получены из предложений условия 1 путем преобразования слов (только знаменательных частей речи) в псевдослова через замену триграмм. Аналогичным образом «предложения-списки» условия 4 были построены на основе стимулов условия 2. В качестве перцептивного контроля использовалось еще одно условие, в котором все символы стимулов условия 1 были заменены на знаки «+».

В пилотажном эксперименте добровольно приняли участие 9 человек (из них 4 женщины) без неврологических или психических заболеваний, с нормальным или скорректированным зрением, праворуких. Русский язык является для испытуемых родным.

Сканирование проводилось на 1.5 Т сканере SIEMENS MAGNETOM Avanto. T2*- функциональные изображения были получены с помощью

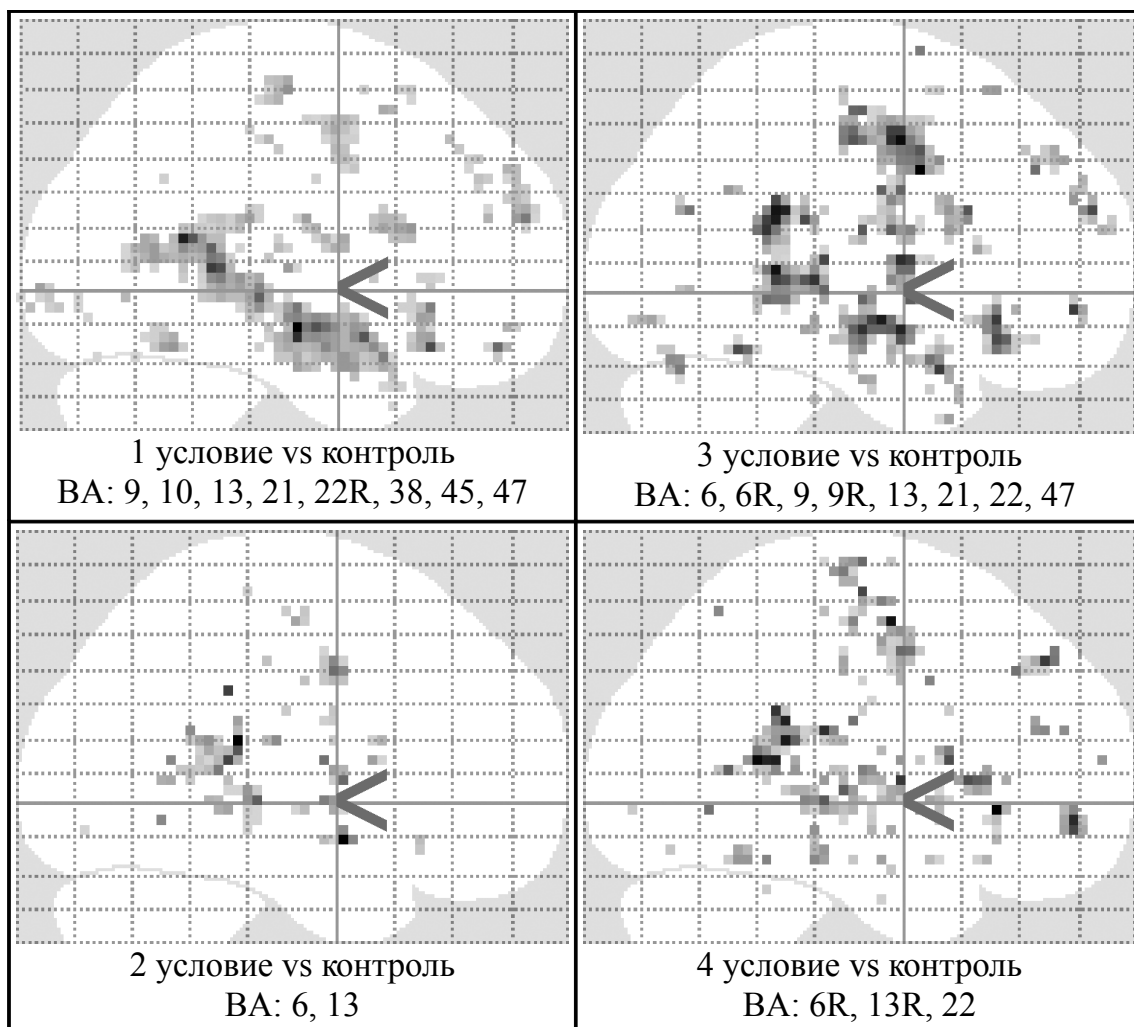
ЭП-последовательности с параметрами TR/TE/FA – 3060 мс/50 мс/90. 36 срезов толщиной 3 мм, содержащих по 64x64 воксела размером 3.6x3.6x3 мм, были ориентированы параллельно плоскости, проходящей через переднюю и заднюю комиссуры (АС/РС). Расстояние между срезами — 0.75 мм.

Процедура эксперимента с каждым испытуемым и, соответственно, получения функциональных изображений, была разделена на два этапа сканирования, каждый продолжительностью около 8 минут. Стимульный материал по одному слову визуально предъявлялся испытуемому, находящемуся в томографе. Предъявление осуществлялось блоками по 18 секунд, что включало 3 предложения, относящихся к одному условию, и соответствовало регистрации 6 функциональных изображений. Задача испытуемых заключалась в том, чтобы четко прочитывать про себя предъявляемый материал, однако, ничего не проговаривая вслух.

Обработка полученных данных осуществлялась при помощи пакета SPM8, работающего в среде MATLAB (v 7.5.0). Индивидуальные результаты каждого испытуемого обрабатывались методом общей линейной модели. Индивидуальные карты активации при попарном сравнении различных условий строились на основе t-тестов, а при оценке влияния экспериментальных факторов – на основе F-тестов. Групповые карты строились на основе соответствующих индивидуальных карт всех испытуемых (модель случайных эффектов, $p < 0,001$ без поправки на множественные сравнения, в результаты включались кластеры размером не менее 5 вокселей). Локализация полей по цитоархитектонической карте Бродмана проводилась при помощи онлайн-атласа TD (<http://www.talairach.org/daemon.html>) с предварительным преобразованием координат выделенных областей из пространства MNI в пространство Талариха.

Рисунок отражает групповые результаты по каждому из четырех экспериментальных условий в сравнении с контрольным. Сопоставление условий 1 и 4 показало значимо большую активацию в поле ВА21 в условии 1 и в поле ВА31 в условии 4. Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что эффект фактора «синтаксическая структура» оказался значимым в участках, относящихся к полям ВА 9, 10, 13, а эффект фактора «лексическая семантика» — в участках, относящихся к полям ВА 9, 22R.

Таким образом, полученные карты активации включают многие описанные в литературе речевые зоны (ВА6, 9, 21, 22, 38, 45, 47), однако зона в поле ВА22R, оказалась чувствительна не к синтаксической структуре, а к лексической семантике.



Наши результаты также существенно отличаются от результатов оригинального эксперимента Э. Федоренко и др. В исходном исследовании было выявлено большее количество речевых зон, однако не были выделены зоны, специфические для лексической семантики и синтаксиса. В оригинальном исследовании наибольшая активация речевых зон наблюдалась в условии 1 (правильные предложения из существующих слов) по сравнению с контролем и условием 4 («предложения-списки» из псевдослов), в то время как в нашем эксперименте наибольшая активация речевых зон наблюдалась в условиях 3 и 4 (псевдослова) по сравнению с контролем или условиями 1 и 2 (существующие слова). В эксперименте Э. Федоренко и др. также наблюдалась значительная активация зоны Брока при восприятии стимулов 1 и 2 условий, тогда как в нашем исследовании выделилась целая подгруппа испытуемых, у которых зона Брока не активировалась.

В числе возможных причин таких расхождений могут быть как различия в структуре двух языков, так и технические различия (недостаточность объема собранного материала для более строгого статистиче-

ского анализа и недостаточность силы магнитного поля томографа в 1.5 Т для регистрации слабо выраженных эффектов).

Таким образом, в ходе пилотажного эксперимента на материале русского языка было показано, что восприятие псевдослов вызывает активацию тех же зон, что и восприятие предложений с использованием реальной лексики русского языка, причем даже в большей степени. Кроме того, на основании полученных данных можно предположить, что в поле ВА22R имеется область, включенная в обработку лексической семантики, тогда как в полях ВА10, 13 имеются области, включенные в обработку синтаксиса.

В перспективе дальнейшего исследования – поиск причин несоответствия полученных данных результатам исследования [3] и проведение дополнительных экспериментальных серий, призванных проверить воспроизводимость обнаруженных эффектов.

Литература

1. Bates, E. (1994). Modularity, domain specificity and the development of language. *Discussions in Neuroscience*, 10:136-149.
2. Dronkers, N.F., Wilkins, D.P., Van Valin, R.D. Jr., Redfern, B.B. & Jaeger, J.J. (1994). A reconsideration of the brain areas involved in the disruption of morphosyntactic comprehension. *Brain and Language*, 47(3), 461-463.
3. Fedorenko, E., Hsieh, P.-J., Nieto-Castañon, A., Whitfield-Gabrieli, S. & Kanwisher, N. (2010). A new method for fMRI investigations of language: Defining ROIs functionally in individual subjects. *Journal of Neurophysiology*, 104.
4. Fiez, J.A. (1997). Phonology, semantics, and the role of the inferior prefrontal cortex. *Hum. Brain Mapping reanalysis. Cereb. Cortex* 6, 21–30. 5, 79–83.
5. Grodzinsky, Y. (2000) The neurology of syntax: language use without Broca's area. *Behav. Brain Sci.* 23, 1–71.
6. Kaan, E. & Swaab, T. (2002). The brain circuitry of syntactic comprehension. *Trends Cog Sci* 6(8), 350-356.
7. Luke, K.-K., Liu, H.-L., Wai, Y.-Y., Wan, Y.L., & Tan, L.H. (2002). Functional anatomy of syntactic and semantic processing in language comprehension. *Hum. Brain Mapping*, 16, 133–145.
8. Mazoyer, B.M., Tzourio, N., Frak, V., Syrota, A., Murayama, N., Levrier, O., et al. The cortical representation of speech. *J Cogn Neurosci* 1993; 5: 467–79.

Исследование поддержано грантом РФФИ № 10-07-00670-а.