

the actual waveform of the response is rigid and can be shifted in time that much without distortion. This variability provides valuable information on the role which “background” activity (permanently present in the records during the experiment) plays in the shaping of cortical responses to words.

We are grateful to Prof. T.Stroganova, A.Butorina and A.Nikolayeva for providing us with the reliable experimental data.

Referens

1. Adhikari A, Sigurdsson T, Topiwala MA, Gordon JA. Cross-correlation of instantaneous amplitudes of field potential oscillations: a straightforward method to estimate the directionality and lag between brain areas. *J Neurosci Methods*. 2010 Aug 30;191(2):191-200.

Локализация зон головного мозга, связанных с лексико-семантической и синтаксической обработкой предложений русского языка*

Березуцкая Ю. Н. /onthehay@mail.ru/, Печенкова Е.В., Мершина Е.А.

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Москва, Россия*

В литературе не существует единого мнения о том, возможно ли выделить специфические мозговые механизмы лексико-семантической и синтаксической обработки языка. С одной стороны, как данные, полученные при анализе локальных поражений мозга, так и методами нейровизуализации, указывают на наличие подобной специфики. В связи с синтаксической обработкой в литературе упоминаются активация левого полушария в области треугольной и оперкулярной частей нижней лобной извилины и задней трети верхней височной извилины (ВА 44, 45, 22 – поля, связанные с классическими зонами Брока и Вернике), в передней части височной доли (ВА 38) [4], в средневисочной извилине (ВА 21), среднелобной извилине (ВА 9) и других зонах (ВА 5, 6, 23, 24, 35, 37, 39, 40, 47) [3]. В связи с лексико-семантической обработкой указываются задняя и нижняя часть височной доли (ВА 37), предположительно, обеспечивающая хранение информации в семантической памяти, а также орбитальная часть нижнелобной извилины (ВА 47), предположительно, обеспечивающая контроль над процессом кодирования и извлечения информации [2, 4].

С другой стороны, существуют свидетельства против функциональной специализации речевых зон в отношении лексической семантики и синтаксиса. Так, согласно результатам факторного фМРТ-эксперимента, проведенного Э. Федоренко с коллегами [1] на материале английского языка, изменение указанных аспектов предложений приводит к различиям в активации мозга в пределах одних и тех же зон.

* Исследование поддержано грантами РФФИ № 10-07-00670-а и № 12-06-00268.

Целью нашего исследования было воспроизведение предложенной Э. Федоренко методики и проверка гипотезы о возможности локализации зон, связанных с лексико-семантической и синтаксической обработкой предложений на материале русского языка. Подобно оригинальному эксперименту, в нашем исследовании был использован двухфакторный экспериментальный план 2x2:

Таблица 1. Дизайн эксперимента

Лексико-семантическая информация

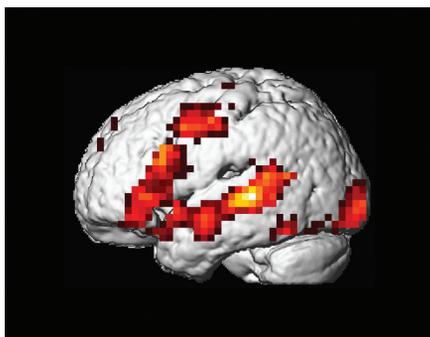
Синтаксическая структура		Есть (реальная лексика)	Нет (псевдослова)
	Есть (правильные предложения)	1 условие Предложения, состоящие из слов русского языка <i>Мы играли у Никиты во дворе.</i>	3 условие «Предложения-абракадабры» из псевдослов <i>Мы арсели у Везины во грев.</i>
	Нет (случайный набор слов)	2 условие «Предложения-списки» слов русского языка <i>Старого ряд или отвечал книги в.</i>	4 условие «Предложения-списки» псевдослов <i>Прусого рид или осталил столы в.</i>

Каждое предложение состояло из 6 слов и 11 слогов. Предложения условия 1 характеризовались наличием наиболее частотных синтаксических конструкций русского языка, что обеспечивало узнаваемость конструкций также в условии 3, где реальная лексика была заменена на псевдослова. В качестве контрольного условия использовались последовательности знака «+», повторяющие структуру стимулов условия 1.

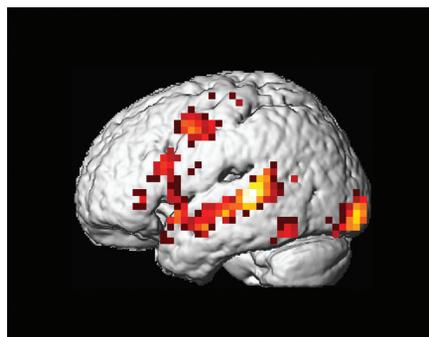
В эксперименте добровольно приняли участие 12 человек (8 женщин, 4 мужчины, средний возраст 27 лет) без неврологических или психических заболеваний, с нормальным или скорректированным зрением, праворуких. Русский язык являлся для испытуемых родным. Сканирование проводилось на 1.5 Т сканере SIEMENS MAGNETOM Avanto. T2*- функциональные изображения были получены с помощью ЭП-последовательности с параметрами TR/TE/FA – 2100 мс/50 мс/90. 25 срезов толщиной 4.3 мм, содержали по 64x64 воксела размером 3.6x3.6x4.3 мм. Процедура эксперимента была разделена на два этапа сканирования. Стимульный материал по одному слову визуально предъявлялся испытуемому, находящемуся в томографе. Задача испытуемых заключалась в том, чтобы четко прочитывать про себя предъявляемый материал.

Обработка полученных данных осуществлялась при помощи пакета SPM8. Индивидуальные результаты каждого испытуемого обрабатывались методом общей линейной модели. Групповые карты строились на основе соответствующих индивидуальных карт всех испытуемых (модель случайных эффектов, $p < 0,001$).

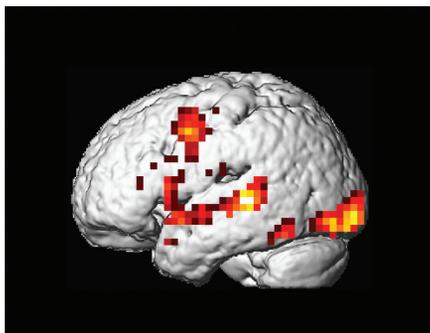
Рисунок отражает групповые результаты по каждому из четырех экспериментальных условий в сравнении с контрольным (последовательность знаков +):



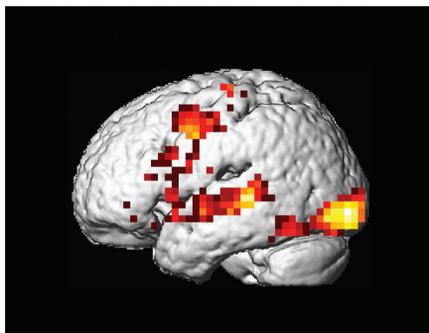
*1 условие vs контроль
BA 3, 4, 6, 9, 18, 19, 21LR
22LR, 37, 38, 44/45, 47,
скорлупа, миндалина*



*2 условие vs контроль
BA 3, 4, 6, 8, 18, 19, 21LR
22LR, 37, 38LR, 44,
скорлупа*



*3 условие vs контроль
BA 3, 4, 6, 18, 21LR, 22LR, 37,
верхушка мозжечка, гиппокамп,
миндалина, скорлупа*



*4 условие vs контроль
BA 3, 4, 6, 18, 19, 21LR
22LR, 44/45, верхушка мозжечка
гиппокамп, миндалина, скорлупа*

Рис. 1. Результаты сравнения каждого экспериментального условия с контрольным. Групповые данные.

При совпадении в локализации активированных областей, полученные данные демонстрируют значительные индивидуальные различия в количестве активированных вокселей. Двухфакторный дисперсионный анализ обнаружил значимый эффект фактора «синтаксическая структура» в участках, относящихся к полям BA 4, 6 (ДМК), 10/46, 21, 40, гиппокампу слева, а также эффект фактора «лексическая семантика» в участках, относящихся к полям BA 22R, 39, 40, 45, островковой доле, мозжечку слева. Основное сравнение (условие 1 vs условие 4) выявило различия в активации полей BA44/45, 21LR, 22LR, а также язычной извины, однако эти различия носят

скорее количественных характер. В целом, как и в оригинальном эксперименте [1], восприятие стимулов экспериментальных условий вызвало у испытуемых реакцию приблизительно одних и тех же зон мозга. В настоящее время в рамках продолжающегося исследования проводится проверка и уточнение полученных результатов.

Литература

1. Fedorenko E., Hsieh P.-J., Nieto-Castañón 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. P. 1177-1194.
2. Fiez J.A. 1997. Phonology, semantics, and the role of the inferior prefrontal cortex. *Human Brain Mapping*. № 5. P. 79–83.
3. Kaan E., Swaab T. 2002. The brain circuitry of syntactic comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*. V. 6. № 8. P. 350-356.
4. Mazoyer B.M., Tzourio N., Frak V., Syrota A., Murayama N., Levrier O., et al. 1993. The cortical representation of speech. *Journal of Cognitive Neuroscience*. № 5. P. 467–479.

Полушарные особенности ЭЭГ и фМРТ реакций мозга при реальных и воображаемых движениях*

*Болдырева Г. /gboldyreva@nsi.ru/, Жаворонкова Л., Шарова Е.,
Пяшина Д., Симонова О., Титова Л.*

*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,
Москва, Россия*

*НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко РАМН, Москва, Россия
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Москва, Россия*

Одним из аспектов изучения функциональной специализации мозга человека является анализ полушарной специфичности реактивных церебральных перестроек при функциональных нагрузках. В качестве модели для решения этой проблемы может быть исследование реакций мозга при выполнении двигательных заданий раздельно правой или левой рукой. Сочетанное использование в этих исследованиях ЭЭГ и фМРТ методов позволяет наиболее полно охарактеризовать структурно-функциональную организацию мозга и сопоставить нейрофизиологические и гемодинамические маркеры включения в реактивный процесс определенных церебральных структур. Особую значимость в плане разработки активно развивающегося в последнее время направления интерфейс мозг-компьютер приобретает изучение реактивных перестроек при мысленном представлении выполнения двигательных проб, что помимо теоретического интереса важно также в разработке методов реабилитации больных с двигательными нарушениями.

* Работа поддержана грантами РФФИ (проект №10-04-00485а, проект №11-04-12166-офи-М-2011) и РГНФ (проект №11-06-01-060).