

### *Литература*

1. Котик Б.С. 1974. Исследование латерализации речевой функции методом ди-хотического прослушивания. В сб.: Психологические исследования, вып. VI, М.
2. Benson R.R., FitzGerald D.B., LeSueur L.L. et al. 1999. Language dominance determined by whole brain functional MRI in patients with brain lesions. *Neurology*, 52 (4), 798-809.
3. Petrovich N., Holodny A.I., Tabar V. et al. 2005. Discordance between functional magnetic resonance imaging during silent speech tasks and intraoperative speech arrest. *J Neurosurgery*, 103(2), 267-74.
4. Roux F.E., Boulanour k., Lotterie J.A. et al. 2003. Language functional magnetic resonance imaging in preoperative assessment of language areas: correlation with direct cortical stimulation. *Neurosurgery*, 52(6), 1335-1345.
5. Ruff I.M., Petrovich Brennan N.M., Peck k.K. et al. 2008. Assessment of language laterality index in patients with brain tumor using functional MR imaging: effect of thresholding, task selection, and prior surgery. *Am. J Neuroradiology*, 29, 528-35.
6. Thiel A., Herholz k., Koyuncu A. et al. 2001. Plasticity of language networks in patients with brain tumors: a positron emission tomography activation study. *Ann Neurology*, 50, 620-629.
7. Ulmer J.L., Hacein-Bey L., Matheus V.P. et al. 2004. Lesion-induced pseudo-dominance at functional magnetic resonance imaging: implications for preoperative assessments. *Neurosurgery*, 55(3), 580-581.

## **Отображение общей активации на плоской проекции коры головного мозга человека при демонстрации и воображении видеосюжетов\***

*Верхлютов В.М.<sup>1</sup> /verkhliutov@mail.ru/, Ушаков В.Л.<sup>2</sup>,  
Соколов П.А.<sup>1</sup>, Ублинский М.В.<sup>3</sup>, Ахадов Т.А.<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup> Институт высшей нервной деятельности  
и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия*

*<sup>2</sup> НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия*

*<sup>3</sup> НИИ Неотложной Детской Хирургии и Травматологии,  
Москва, Россия*

Демонстрация натуральных изображений, и особенно видеofilмов (Jääskeläinen I.P. et al., 2008), вызывает насыщенный гемодинамический ответ. Можно предположить, что воображение натуральных сцен и связанных сюжетов так же вызовет обширную активацию. Вовлечение большого объема нейронных сетей ставит проблему их отображения. Наиболее оптимально задача может быть решена с использованием плоских карт коры головного мозга. Подобная карта может быть раз-

---

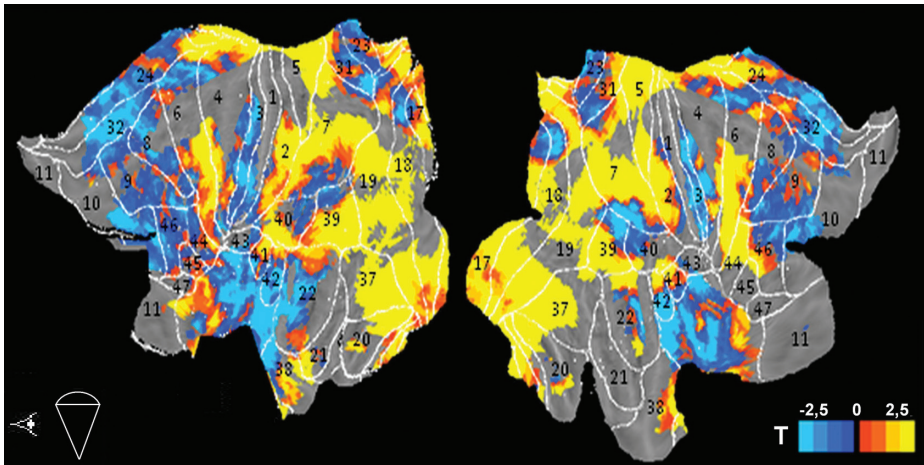
\* Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, грант № 10-04-01454, и Программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине».

бита на участки, ограничивающие анатомические структуры коры, либо на цитоархитектонические поля по Бродману. Первый тип обозначений часто встречается в работах по фМРТ, что связано с представлением данных на трехмерной поверхности мозга и удобно для нейрохирургической навигации. Разбиение коры Бродманом основано на особенностях клеточной архитектоники (Brodman K., 1909), что в свою очередь связано с функциональными особенностями корковых полей. Таким образом, корковая активация может совпадать с границами этих полей.

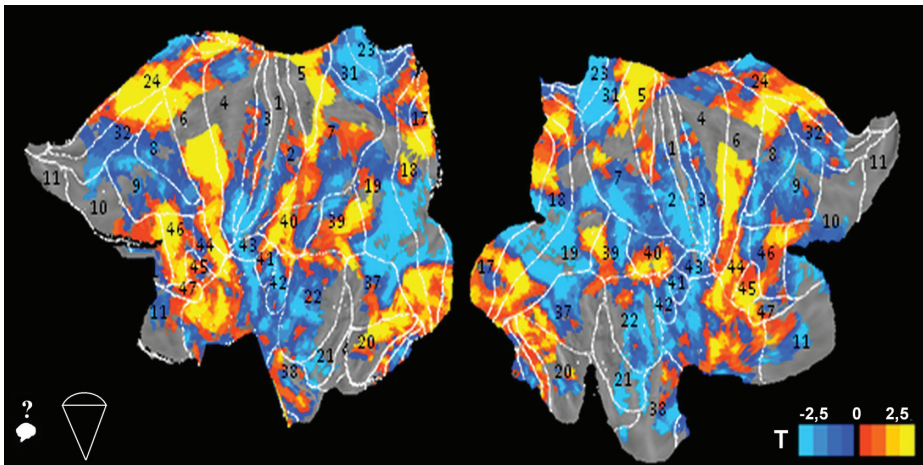
В экспериментах приняли участие 21 здоровых, праворуких испытуемых (студенты вуза). Испытуемые воображали или просматривали два вида сюжетов – «лекция» и «прыжок парашютом» в 9 экспериментах следующих один за другим в следующем порядке: 1) точка фиксации, вообразить прыжок; 2) точка фиксации, вообразить лекцию; 3) точка фиксации, просмотр прыжка (рис. 1); 4) точка фиксации, просмотр лекции; 5) просмотр лекции, просмотр прыжка; 6) просмотр прыжка, вообразить прыжок; 7) просмотр лекции, вообразить лекцию; 8) точка фиксации, вообразить прыжок (рис. 2); 9) точка фиксации, вообразить лекцию.

Обработку данных фМРТ проводили с использованием SPM 8, а отображения создавали программой CARET v5.62. Для каждого испытуемого выполняли выравнивание временной серии функциональных срезов с помощью преобразования твердого тела и корегистрацию (сопоставление функциональных и анатомических срезов) по методу максимизации совместных данных. Пространственную нормализацию анатомических и функциональных срезов выполняли с помощью минимизации квадратов разностей интенсивности между вокселями данных и шаблонов (Ashburner J., 2005). Воксели анатомических шаблонов мозга были представлены в координатах стандартного Тайлерах – пространства (Talairach J., Tournoux P., 1988). Нормализованные функциональные срезы сглаживали функцией Гаусса с изотропным ядром 6 мм. Проблему случайных колебаний BOLD-сигнала решали, используя в качестве зависимой переменной сумму интенсивностей сигнала в каждом вокселе в течение всей парадигмы, и включали фильтр верхних частот с пороговым значением 0,008 Гц. Для аппроксимации BOLD-сигнала применяли функцию гемодинамического ответа с величиной задержки 6 с. и две ее производные по времени, шесть функций преобразования твердого тела (смещение вдоль 3 направлений, вращение вокруг 3 осей), определенных после выравнивания временной серии функциональных срезов. Объектом дальнейшего статистического анализа была только функция гемодинамического ответа, отражающая ступенчатую природу уровня BOLD-сигнала. Для получения индивидуальных и популяционных зон активации и деактивации проводили статистическую обработку с помощью Т-критерия, который позволяет строить единые карты активации и деактивации.

Демонстрируемый подход к отображению данных позволил показать комплексную картину активации/деактивации при активном восприятии и воображении зрительных сцен (рис. 1, 2), изменение активности в границах цитоархитектонических зон (рис. 1, 2), особенности распределения функций в зрительной коре между центром и периферией (рис. 2) (Levy I. et al., 2001), идентифицировать зоны возможной активности «зеркальных нейронов» (рис. 1, 2) (Gallese V. et al., 1996).



*Рис. 1 Распределение T-критерия ( $-2.5 < T < 2.5$ ) в коре (плоская проекция) левого и правого полушарий при демонстрации видеосюжета «прыжок с парашютом» (экспериментальное задание 3). Границы полей по Бродману обозначены белыми линиями. Черные цифры номера полей по Бродману. Цветом обозначен уровень T-критерия. Желтый и светло голубой цвета кодируют  $T=|2.5|$  (при  $N=21$ ,  $T=|2.5|$ ,  $p < 0.01$ ).*



*Рис. 2 Распределение T-критерия ( $-2.5 < T < 2.5$ ) в коре (плоская проекция) левого и правого полушарий при воображении испытуемым видеосюжета «прыжок с парашютом» (экспериментальное задание 8). Обозначения как на рис.1*