

· 中枢神经影像学 ·

蒙汉双语者的汉语词汇命名加工脑机制的功能磁共振成像

赵澄, 王晓怡, 陈学志, 刘巨涛, 卢洁, 李坤成

【摘要】 目的:利用功能磁共振成像技术探讨蒙汉双语者及单汉语志愿者在汉语词汇信息加工差异的脑机制。方法:采用汉语词汇命名任务,15 例蒙汉双语健康志愿者(男 8 例,女 7 例)和 15 例汉语健康志愿者(男 7 例,女 8 例)进行 fMRI 研究。应用软件包 AFNI 分析其脑功能激活情况及差异。结果:熟练蒙汉双语者及单汉语志愿者在汉语信息加工过程中,均激活词汇信息加工的经典脑区,包括左侧颞上回后部、左侧顶下小叶、左侧额下回盖部、双侧辅助运动区等区域。在加工汉语词汇命名信息过程中蒙汉双语者双侧枕叶、双侧顶叶、扣带回后部、右侧颞上回和颞中回后部及左丘脑的激活显著比单汉语者增加。结论:蒙汉双语者的汉语加工特异脑区主要为右侧颞中回,功能磁共振成像研究能够为研究蒙汉双语者的脑加工神经机制提供影像学依据。

【关键词】 命名;蒙汉双语;汉语;功能磁共振成像;脑功能

【中图分类号】 R445.2; R741.02 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)12-1246-04

Functional MRI study of the chinese semantics processing in skilled mongolian-chinese bilingual people ZHAO Cheng, WANG Xiao-yi, CHEN Xue-zhi, et al. Department of Radiology, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the brain mechanism of the semantics processing in skilled Mongolian-Chinese bilingual people and single chinese speaking people with functional magnetic resonance imaging (fMRI). **Methods:** In this study, 15 right-handed skilled Mongolian-Chinese bilingual people and 15 Chinese healthy volunteers (male 7, female 8) undertook the task of the naming of Chinese words. fMRI data were acquired, then the activations of functional areas of the brain and the differences between the two types of people were analyzed by AFNI. **Results:** fMRI demonstrated that the classical brain areas, such as the left superior temporal gyrus, the left inferior parietal lobule, the cover portion in the left inferior frontal gyrus and bilateral supplementary motor areas were activated in the naming tasks of Chinese words in both Mongolian-Chinese bilingual and Chinese people. The Mongolian-Chinese bilingual people had more activations of bilateral occipital lobes, bilateral parietal lobes, cingulate rear of the right temporal gyrus and middle temporal gyrus and left thalamus as compared with single chinese speaking people. **Conclusion:** This study reveals that the brain functional specificity of the Chinese semantics processing takes place in the right middle temporal gyrus in skilled Mongolian-Chinese bilingual people. These findings will play important roles for the brain mechanism study of language processing in bilinguals.

【Key Words】 Naming; Mongolian-Chinese bilingual; Chinese; Functional magnetic resonance imaging; Function, brain

词汇命名任务是判断认知功能障碍常用的测查任务,也是认知神经科学领域中研究词汇音转换的经典范式。众多研究表明,对不同语种的词汇命名任务人脑的激活区域及强度不尽相同。我国内蒙古大部、东北以及新疆的部分区域分布着大量蒙汉双语者,但目前有关蒙汉双语脑加工机制方面的研究很少。脑功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)为第二语言的脑加工偏侧化研究提供了有效手段。本研究采用 fMRI 技术观察蒙汉双语健康志愿者及单汉语者在汉语词汇命名任务中激活脑区的差异,探讨蒙汉双语者在第二语言词汇命名加工过程中的脑机制。

材料与方法

1. 一般资料

将 15 例蒙汉双语健康志愿者[男 8 例,女 7 例,年龄 18~20 岁,平均(18.9±0.7)岁]及 15 例单汉语[男 8 例,女 7 例,年龄 18~20 岁,平均(18.8±0.7)岁]受试者纳入本研究,其中蒙汉双语者的母语为蒙语。两组被试均为右利手,视力正常或者矫正正常,教育年限及汉语学习年限均为 10 年以上;体内无金属植入物,既往无心、肺、肝、肾等重要脏器疾病史,无精神病史,头颅 MRI 平扫未见颅内病灶。所有志愿者均在实验前签署知情同意书。

2. 试验任务

试验采用的刺激材料是从舒华等修订(1989 年)的 Snodgrass 资料库中选出的 80 个与白描图相对应的双字词,如老虎、草莓、绵羊等,将材料随机分成两

作者单位:100053 北京,首都医科大学宣武医院放射科(赵澄、王晓怡、卢洁、李坤成);024200 内蒙古,赤峰市宁城县医院 CT-MR 科(陈学志、刘巨涛)

作者简介:赵澄(1980—),男,北京人,主管技师,主要从事磁共振扫描技术工作。

通讯作者:李坤成, E-mail:likuncheng1955@yahoo.com.cn

组,并对两组词的频率、名称一致性、概念一致性、表象一致性和视觉复杂性进行了控制(表 1)。本研究为蒙汉双语者语言认知系列研究的一部分,所用材料与前期研究相同^[1]。

表 1 操纵变量及控制条件匹配情况表

组别	频率	名称一致性	概念一致性	表象一致性	视觉复杂性
1	21.43	0.78	0.89	3.54	3.02
2	15.78	0.82	0.87	3.36	2.82

fMRI 试验测试后用 7 点量表测查两组被试对汉语词的熟悉程度,结果均在 6 以上。

研究采用组块设计,任务和控制条件等时交替出现,共 5 个任务组块,6 个控制组块。每个任务组块内有 8 个项目,每个项目呈现时间 2000 ms,间隔时间 1000 ms,基线为“十”字,扫描时间 4 min 24 s。在进行 fMRI 扫描时,要求被试注视计算机屏幕中央并保持头部不动,同时对呈现的汉语词做命名任务。

3. 扫描参数

采用 Philips Achieva x-series 3.0T MR 成像系统、标准 8 通道头颅线圈进行图像采集。首先采用 SE 序列行颅脑横轴面 T₁WI,扫描参数:TR 156 ms,TE 2.46 ms,层厚 4.0 mm,间隔 1.2 mm,视野 24.0 cm×24.0 cm,矩阵 256×256,扫描 25 层。然后采用单次激发平面回波成像(echo planar imaging,EPI)序列行 BOLD-fMRI,扫描层面与 T₁WI 相同,扫描参数:TR 2000 ms,TE 30 ms,翻转角 90°,层厚 4.0 mm,间隔

1.2 mm,视野 19.2 cm×19.2 cm,矩阵 64×64。最后采用三维反转恢复快速扰相梯度回波(3D TFE T₁WI)序列行矢状面连续 176 层覆盖全脑扫描,以进行三维重建及空间配准,扫描参数为:TR 7.6 ms,TE 3.7 ms,翻转角 8°,层厚 2.0 mm,间隔 1.0 mm,视野 25.6 cm×25.6 cm,矩阵 256×256。整个扫描过程中要求受试者保持头部不动,所有受试者均完成了实验要求,头动范围小于 1/2 体素。

4. 数据处理

采用国际上通用的 AFNI(Analysis of Functional NeuroImages)软件处理分析脑成像数据。预处理中首先去掉功能像前 4 个时间点的数据,然后进行时间平滑、头动校正和去线性漂移的处理,并对图像进行各向同性高斯平滑(全宽半高=6 mm),然后计算功能像的信号变化率,进行数据标准化,之后将功能像与三维全脑结构像对齐和空间标准化,并在此标准坐标系内以 2 mm×2 mm×2 mm 的体积单元进行重新采样。通过组别为固定因素、组内为随机因素的 ANOVA 组分析分别得到两组被试汉语词汇命名任务的脑激活结果,并比较两组被试间词汇命名任务的脑激活差异。采用 AlphaSim 程序对激活图进行校正,校正后体积 >184 mm³、F>28.12 且 P<0.005 定义为激活。差异激活图校正后体积 >120 mm³、F>4.26 且 P<0.01 定义为激活。根据脑激活差异结果作进一步 ROI 分析,以激活脑区峰值点坐标为球心,画 6 mm 的球形

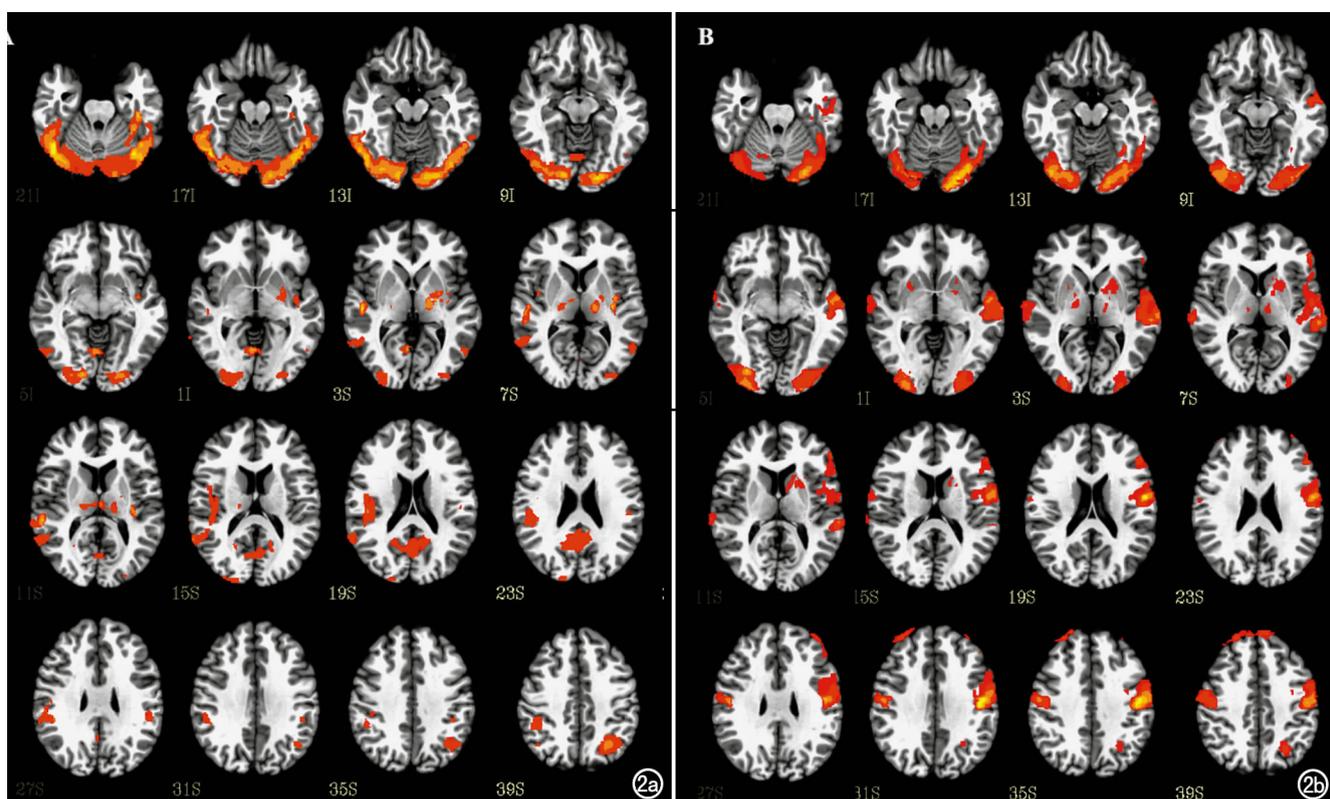


图 1 熟练蒙汉双语与单汉语被试在汉语词汇命名任务过程中的脑功能激活。a) 蒙汉双语者; b) 单汉语者。

ROI,同时做对侧区域的球形 ROI。

结 果

熟练蒙汉双语与单汉语健康志愿者在进行汉语词汇命名任务时,均显著激活双侧枕叶[布罗德曼分区(Brodmann area, BA) 17、18、19]、双侧扣带回后部(BA30)、双侧颞中回(BA21、22)、左侧顶下小叶(BA40)、左侧顶上小叶(BA7)、左侧额中回(BA6)及左侧额中额下回(BA9、45、47)等脑区(图 1)。

比较蒙汉双语与单汉语受试在词汇命名任务时激活脑区的差异,蒙汉双语者在双侧枕叶(BA18、19)、扣带回后部(BA20)、左侧丘脑、右侧颞上回(BA22)和颞中回后部(BA21)的激活比单汉语者显著增加(图 2)。蒙汉双语者与单汉语者在词汇命名任务时存在激活差异的脑区的 Talairach 坐标见表 2。以右侧颞中回的激活峰值点坐标为球心,画 6 mm 的球形 ROI,同时做

对侧区域的球形 ROI。取双侧颞中回标准化后的回归值做 ROI 分析,结果显示颞中回的功能激活有明显右侧优势(图 3),且蒙汉双语者的右侧颞中回激活较单汉语者显著增强($P < 0.05$)。

表 2 蒙汉双语与单汉语词汇命名任务激活差异的主要脑区

激活脑区	BA 分区	Talairach 坐标(x,y,z)	t 值
扣带回后部	30	-6, -34, 8	8.24
左枕中回	18、19	31, -81, 18	7.44
右颞中回	21	39, -74, 25	4.73

讨 论

本研究结果显示,蒙汉双语者在加工汉语词汇信息过程中,右侧颞中回和颞上回后部较单汉语者明显激活,蒙汉双语者对词汇信息加工的结果为第二语言的偏侧化研究提供了新证据。有学者利用 fMRI 对西班牙语和英语双语者作韵文任务的语音处理研究,提示

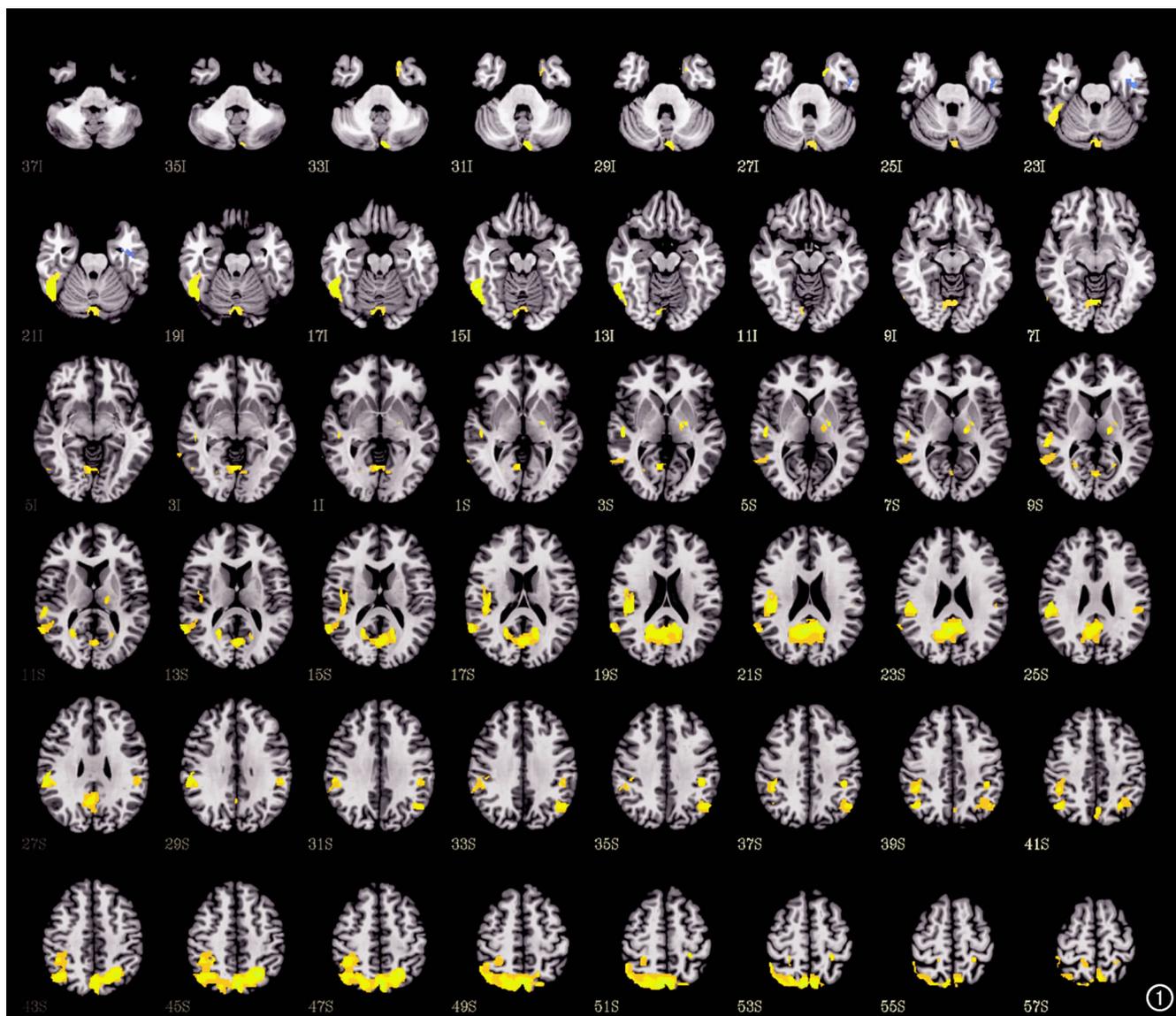


图 2 蒙汉双语者与汉语被试在汉语词汇命名任务过程中的脑功能激活差异图(校正后 $P < 0.05$)。橙黄色表示蒙汉双语者较汉语者激活显著的脑区,蓝色表示汉语被试较蒙汉双语者激活显著的脑区。

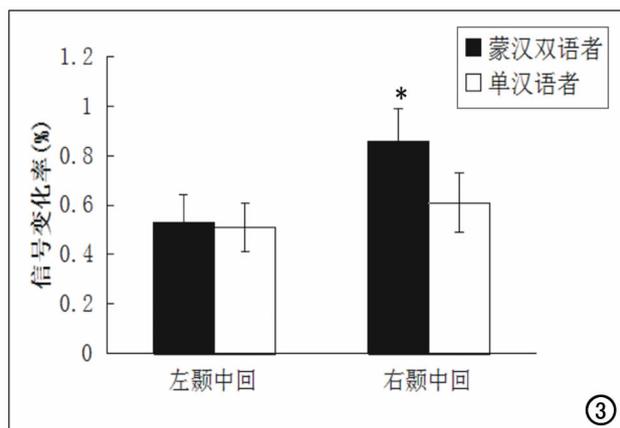


图3 蒙汉双语者与单汉语者在汉语词汇命名时双侧颞中回激活 ROI 分析, 两侧差异有显著性意义 ($P < 0.05$), 颞中回的功能激活有明显右侧优势, 且蒙汉双语者的右侧颞中回激活程度显著高于单汉语者。

右侧大脑半球在联合语言及语音任务时激活显著增加, 且激活主要位于右侧颞中回后部^[2]。英语语音和语义任务也显示右侧大脑半球显著激活^[3]。对双语者词汇产生任务的 fMRI 发现, 第一语言和第二语言任务时左前额叶均有显著地激活, 另外使用第二语言过程中右侧前额叶激活^[4]。对第一语言为汉语的汉英双语者执行单词语义理解任务, 发现两种语言任务作业时脑区激活分布存在明显重叠, 多数受试者以左侧脑区激活明显, 未发现特异性的汉语或英语加工脑区^[5]。

本研究利用 fMRI 技术研究熟练蒙汉双语者对汉语词汇命名加工的神经机制, 结果显示蒙汉双语者在加工汉语语音信息过程中, 右侧颞中回后部表现为更强激活, 与以前的研究中发现的第二语言的左侧优势不同^[6-9], 提示蒙汉双语者命名第二语言时词汇存在特殊性。本研究组前期对熟练蒙汉双语者的汉语语义判断加工机制的进行了 fMRI 研究, 结果显示主要激活脑区为左侧舌回、颞中回、顶上小叶、额中回及额下回等^[1], 提示蒙汉双语者对汉语语义判断和词汇命名的脑激活区存在差异。蒙汉双语者进行语义判断任务时, 因汉语与蒙语的语义加工区域重叠, 因此在长期的学习和语言训练过程中, 只是表现为同一语义加工区的加工深度不同。另一方面, 因汉语与蒙语的语音完全不同, 蒙汉双语者在学习蒙语和汉语的过程中所采用的策略不同, 从而导致涉及的语音加工区域及形音转换区域可能也会有所不同。在本研究中, 蒙汉双语

者进行汉语词汇命名时, 在右侧颞中回表现出比单汉语者相应区域更强的激活, 提示加工汉语时可能存在第二语言的神经加工机制。

由于蒙汉双语者脑加工机制与汉语者不同, 本结果对于蒙汉双语患者的临床研究具有指导意义。由于饮食习惯及天气条件, 蒙族脑卒中的发生率很高, 本研究结果对于这些人群发病后语言功能障碍的脑机制及其功能恢复有重要意义, 此外对于脑肿瘤等需要进行手术治疗的蒙汉双语患者, 本研究结果对保护患者的语言功能区也可提供有价值的信息。fMRI 作为揭示语言脑加工处理机制的新方法, 不仅能为蒙汉双语者的语言加工脑机制研究提供影像学依据, 而且随着研究的推广和深入, 今后将对临床诊治蒙汉双语患者累及语言的脑疾病具有重要价值。

参考文献:

- [1] 陈学志, 周连军, 杨倩, 等. 熟练蒙汉双语者语义加工脑机制的 fMRI 分析[J]. 中国医学影像技术, 2012, 28(8): 154-157.
- [2] Pillai JJ, Araque JM, Allison JD, et al. Functional MRI study of semantic and phonological language processing in bilingual subjects: preliminary findings[J]. Neuroimage, 2003, 19(3): 565-570.
- [3] van Heuven WJ, Schriefers H, Dijkstra T, et al. Language conflict in the bilingual brain[J]. Cereb Cortex, 2008, 18(11): 2706-2716.
- [4] Abutalebi J, Annoni JM, Zimine I, et al. Language control and lexical competition in bilinguals: an event-related fMRI study[J]. Cereb Cortex, 2008, 18(7): 1496-1505.
- [5] Clements-Stephens AM, Materek AD, Eason SH, et al. Neural circuitry associated with two different approaches to novel word learning[J]. Dev Cogn Neurosci, 2012, 2(suppl 1): S99-S113.
- [6] Willms JL, Shapiro KA, Peelen MV, et al. Language-invariant verb processing regions in Spanish-English bilinguals[J]. Neuroimage, 2011, 57(1): 251-261.
- [7] Binder JR, Medler DA, Desai R, et al. Some neurophysiological constraints on models of word naming[J]. Neuroimage, 2005, 27(3): 677-693.
- [8] Leonard MK, Torres C, Travis KE, et al. Language proficiency modulates the recruitment of non-classical language areas in bilinguals[EB/OL]. PLoS One, 2011, 6(3): e18240. DOI: 10.1371/journal.pone.0018240. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0018240>.
- [9] Schafer RJ, Constable RT. Variation in language networks in monolingual and bilingual English speakers: consequences for language mapping for surgical preplanning[J]. J Clin Exp Neuropsychol, 2009, 31(8): 945-954.

(收稿日期: 2013-05-10 修回日期: 2013-09-12)