

尼泊尔人尼泊尔语、英语和汉语三语阅读的 fMRI 定位

牟君¹, 谢鹏^{1,*}, 杨泽松², 吕发金³, 李勇¹, 罗天友³

(1. 重庆医科大学附属第一医院神经内科, 重庆市神经病学重点实验室, 重庆 400016; 2. 重庆医科大学附属第一医院血液内科, 重庆 400016; 3. 重庆医科大学附属第一医院影像科, 重庆 400016)

[摘要] 目的:利用功能磁共振成像(fMRI)探讨以尼泊尔语为母语,以英语和汉语为第二语言的尼泊尔人,进行三语阅读联想时,大脑激活区域的差异。方法:采用血氧水平依赖法(BOLD)组块设计,检测6名健康三语尼泊尔人,接受汉语单词、英语单词和尼泊尔语单词任务视觉刺激时,相关脑区激活特点,并分析其差异。结果:除负责视觉活动的枕叶为双侧激活,汉语任务主要激活了双侧额上回、额中回、中央前回、顶上小叶、颞上回及颞中回;英语任务主要激活了左侧额上回、中央前回、顶上小叶、颞上回、颞下回及小脑;尼泊尔语任务主要激活了左侧中央前回、额上回及颞上回。汉语任务主要是大脑半球双侧激活,英语任务及尼泊尔语任务大多为左侧大脑半球激活。结论:三种语言任务大脑激活区域及范围随语言的熟悉程度增加而递减。颞上回可能参与词汇的联想过程。

[关键词] 功能磁共振; 汉语; 英语; 尼泊尔语; 大脑功能

[中图分类号] R813 [文献标识码] A [文章编号] 1672-7347(2006)05-0759-04

Functional magnetic resonance image study on the brain areas involved in reading Chinese, English, and Nepali in Nepalese

MU Jun¹, XIE Peng^{1,*}, YANG Ze-song², LÜ Fa-jin³, LI Yong¹, LUO Tian-you³

(1. Department of Neurology, First Affiliated Hospital, Chongqing University of Medical Sciences, Chongqing Key Lab of Neurology, Chongqing 400016; 2. Department of Hematology, First Affiliated Hospital, Chongqing University of Medical Sciences, Chongqing 400016; 3. Department of Radiology, First Affiliated Hospital, Chongqing University of Medical Sciences, Chongqing 400016, China)

Abstract: **Objective** To explore the different brain areas activated by Chinese, English, and Nepali word tasks in Nepalese by using the functional magnetic resonance image (fMRI). **Methods** To determine the neuroanatomic functional brain areas responsible for Chinese, English and Nepali reading as well as sentence-formation, blood oxygenation level dependent (BOLD) block design by fMRI was performed in 6 healthy Nepalese volunteers. **Results** During Chinese reading, the activated areas included bilateral motor area, subfrontal gyri, superior temporal gyri, and superior parietal lobule; during English reading, the activated areas were left motor area, left subfrontal gyrus, left supra temporal gyrus, left insula and bilateral cerebellum; and the Nepali task demonstrated the activation of left anterior central gyrus, superior frontal gyrus, superior temporal gyrus. Aside from the bilateral occipital lobes, both English and Nepali activated areas were the left cerebral hemisphere dominant. **Conclusion** The more familiar with the language, the fewer areas are activated. Superior temporal gyrus might be involved in sentence-formation.

Key words: fMRI; Chinese; English; Nepalese; brain function

[J Cent South Univ (Med Sci), 2006, 31(5):0759-04]

语言是人类特有的高级认知功能。母语与第二、乃至第三语言的大脑处理加工机制是否相同,还存在争议^[1-3]。目前的文献报道有汉语、西班牙语、英语、日语的研究,大多数集中在母语和第二语言的探讨^[4]。第三语言的研究尚未见报道。

1 对象与方法

1.1 对象 健康志愿者6名,女性,年龄19~24(平均21.5)岁。受试者均为在校本科四年级尼泊尔留学生,以尼泊尔语为母语。出生后即开始学习英语,英语口语流利。学习汉语四年,均通过国家汉语水平测试,可进行日常交流。均为右利手,视力好,或矫正视力好。均无头颅外伤史,无药物成瘾史,无精神神经疾病史及心、肝、脾、肾等重大躯体疾病。受试者均签署了知情同意书。

1.2 扫描仪器 通用公司 Signa Highspeed MR/i 1.5T 超导型磁共振成像系统。磁场均匀度小于2 ppm,梯度场为25 mT/m,切换率200 mT/(m·ms)。配有 Functool 脑功能成像后处理软件包。

1.3 扫描参数 使用快速自旋回波(fast spin echo, FSE)序列,获取 T₁ FLAIR 图像。成像参数:TR 2 000 ms, TE 12 ms, IR 750 ms, FOV 24 × 18, 扫描层厚 8 mm, 间隔 2 mm, 矩阵 256 cm × 256 cm。fMRI 采用平面回波序列(echo planar imaging, EPI),血氧水平依赖法(blood oxygenation level dependent, BOLD)功能成像技术,单次激发。成像参数:TE 60 ms, TR 4 000 ms, FOV 24 × 24, 层厚 8 mm, 间隔 2 mm, 矩阵 64 cm × 64 cm。每序列成像 512 幅,每人三序列共成像 1 536 幅。

1.4 fMRI 刺激模式与检查过程

1.4.1 刺激模式 应用组块刺激模式(block design)。每序列 4 min,分为 12 块,每块 20 s。任务与对照时间均为 20 s。任务与对照交替,各 6 块。

1.4.2 检查过程 实验前向受试者详细介绍实验流程,确保受试者积极配合。受试者仰卧,使用标准正交头部专用线圈,用海绵垫固定头部,以减少头部的活动。采用常规磁共振 T1 加权横断位扫描后进行 BOLD EPI 功能成像扫描。每次扫描前均需进行床位校正、均场。扫描线与胼胝体膝部和压部的连线平行。层数为 8 层,扫描参数如上。每次任务的采集时间为 256 s。

1.4.3 语言材料的准备 英语词汇来源于全国英语四、六级考试词汇;汉语词汇来源于尼泊尔受

试者的汉语学习教材——《初级汉语教程》,均为双语词汇;尼泊尔语词汇来自生活常用词。每个任务 24 个单词,每张幻灯 4 个单词,共 6 张幻灯。各任务组词汇意思各不相同。执行任务时要求受试者注视单词并尽量理解其语义后,进行造句,即将屏幕上出现的四个词汇连成一句符合逻辑的话,不要出声,不要默读;对照任务时嘱受试者注视屏幕中心的红点,不做其它思维活动。

完成任务后受试者如实报告汉、英、尼 3 种单词任务的理解百分率及实验时的感受和情绪变化等心理状态。

1.5 扫描数据处理 使用 Functool 软件包对数据进行处理。T1 相未见大脑结构异常。有意义的功能区应显示有规律的时间-强度曲线,即在静止期内信号接近基线水平,而活动期内,信号则由低至最高,然后下降。本研究受试者激活区均显示出上述规律性信号时间-强度曲线变化。同时排除不符合上述规律性的信号时间-强度曲线变化的、由于大静脉回流、运动伪影等因素所致的假性激活区。

为消除受试者间的个体差异(如脑大小及体位变化等所致差异)的影响,准确地进行时间、空间定位分析,应用 Talairach 和 Tournoux 三维定位系统对所获图像进行标准化处理。按照语言任务的序列将功能信号的时间过程设定理想的参考波形(6 个方波),将每个像素的时间-强度曲线与参考波形进行对照分析,凡相关系数 ≥ 0.40 ($P < 0.01$) 的像素即可认为与实验任务有可靠的相关性。最后将功能信号与 T₁ WI 解剖图像融合,观察功能区的位置。

1.6 统计学处理 所有实验数据用 SAS 8.0 统计软件进行统计。应用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

2.1 实验后的资料采集 受试者可以清晰地看见屏幕上显示的词汇,词汇的理解率为 100%,受试者合作率 100%。没有受试者报告实验过程中产生恐惧、烦躁、不安情绪。受试者对汉语词汇的理解需要先翻译成尼泊尔语,但是造句时用汉语;对英语词汇的理解则不需要先翻译为尼泊尔语,造句也用英语;尼泊尔语则可造几个句子。部分受试者注视词汇时,脑中同时浮现图片,如“traffic; relative; cry; raining”中出现车祸并下雨

的场景,图片影像不清晰,但多与受试者自身的生活经历有关。

2.2 脑激活区域分析 汉语任务主要激活了双侧额上回、额中回、中央前回、顶上小叶、颞上回、颞中回及枕叶 ($P < 0.05$);英文任务主要激活了左侧额上回、中央前回、顶上小叶、颞上回、颞下回、小脑及枕叶 ($P < 0.05$);尼泊尔文任务主要激活了左侧中央前回、额上回及颞上回 ($P < 0.05$) (图 1)。汉语任务主要是大脑半球双侧激活,英语任务及尼泊尔语任务大部分激活脑区都集中在左侧大脑半球(图 2)。同一部位,英语任务及尼泊尔语任务的激活范围较汉语任务少。汉语任务独特激活基底节区(如丘脑、尾状核)和边缘系统(如海马,海马旁回、扣带回、杏仁核)(图 3)。3 种任务都伴随双侧顶上小叶的激活。造句任务,双侧颞上、中回(以右侧为主)有明显激活(表 1)。

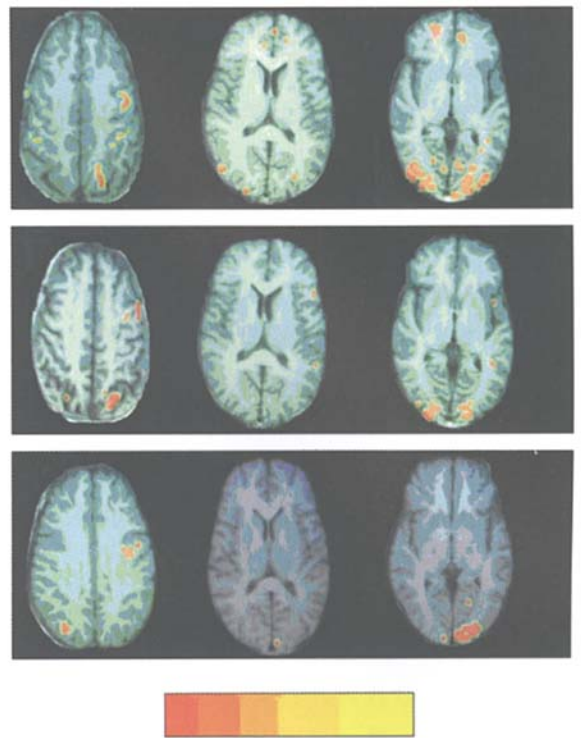


图 1 中文、英文、尼泊尔文任务功能磁共振激活脑区图
Fig. 1 fMRI showing the sentence forming of Chinese characters (A), English words (B) and Nepalese words (C)

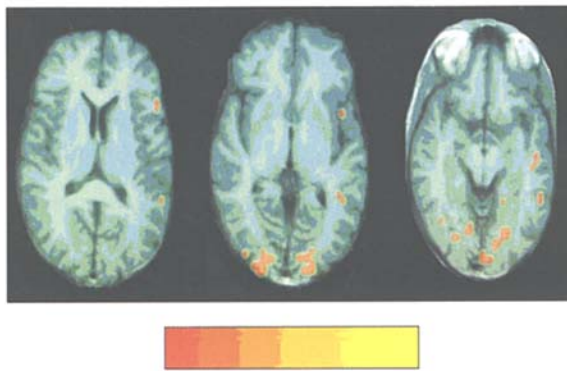


图 2 功能磁共振显示英文和尼泊尔文任务左颞上回相似激活模式
Fig. 2 fMRI showing consistent and similar activation in the left superior temporal gyrus for English and Nepalese tasks

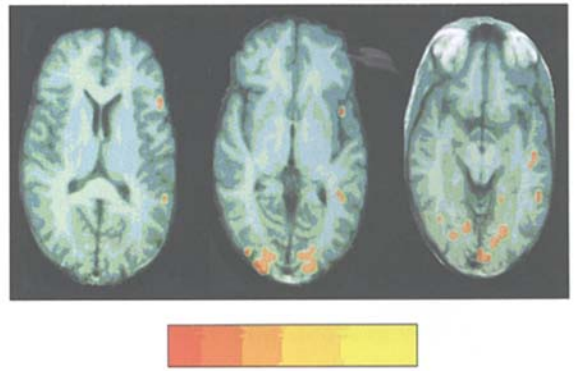


图 3 中文任务扣带回激活
Fig. 3 fMRI showing activation in the anterior cingulated gyrus for Chinese task

表 1 尼泊尔人汉语、英语与尼泊尔语任务脑激活区比较 ($n = 6$)

	汉语任务		英语任务		尼泊尔语任务	
	激活脑区	左侧半球	激活脑区	左侧半球	激活脑区	左侧半球
额上回	6	3	6	1	4	0
额中回	4	3	5	2	1	0
额下回	6	6	5	0	1	0
颞上回	2	2	4	1	6	1
顶上小叶	3	4	3	4	2	1
顶下小叶	0	1	0	1	0	0
枕叶	6	6	6	6	6	6
中央前回	5	5	5	2	5	0
小脑	3	3	5	2	0	0

表内数据表示激活的尼泊尔人数

3 讨 论

双语研究一直是心理语言学家和神经科学家关注的课题。本研究从分析比较两门第二外语的角度为语言的脑功能处理机制提供了独特的视角。

尼泊尔语是尼泊尔的官方语言^[5],书写用天城字体,即梵文和印度文所用的字体,属于印-欧语系(Indo-European)。除了尼泊尔语,英语在尼泊尔也颇为通行。尼泊尔的上层人士,政府官员和知识分子,一般均能读、写尼、英两种文字。本研究中的尼泊尔留学生在处理英文任务时,除了

负责视觉活动的枕叶为双侧激活,其余大部分激活脑区都集中在左侧大脑半球。尼泊尔留学生从出生后即开始学习英文。6岁后,语言学习的可塑性就基本结束,6岁以前接触两种语言的fMRI研究也显示,在加工两种语言时大脑活动没有差异^[6]。而6岁以后再学习第二语言就必须借助大脑右半球机制。这也可以解释本研究中汉语任务多双侧半球激活。而在尼泊尔语言任务中,大脑激活的区域极少,其中枕叶激活与视觉信息的处理有关,顶上小叶激活与语意的理解有关,推测颞上回可能参与词汇的联想过程。因此,三种语言任务大脑激活区域及范围随语言的熟悉程度增加而递减。

母语和第二语言的脑功能处理机制是否存在差异,仍然有争论^[1-3]。普遍认同的观点是双语者加工处理第二语言时,与母语的功能激活区存在明显重叠现象。提示两者的脑区激活模式相似。本研究的结果亦支持此观点。尼泊尔语和英语同属印-欧语系,虽然文字外观表象各异,激活脑区却相似。是否提示第二语言的处理机制与语言文字的字型结构无关呢?Frenck等^[4]发现以英语为母语、精通英、法两种语言的英国人,12岁以后学习法语的实验组与出生后学习法语的对照组,阅读两种语言时,激活脑区基本没有差异。那么第二语言的获得时间可能影响语言的脑处理机制的观点^[7],就受到了挑战。而汉语任务与英、尼语任务激活区域的差别,究竟是源于语言熟练程度的不同,还是汉字独特的外形构造,需要进一步

研究。

参考文献:

- [1] 刘丽虹,张积家,谭力海. 双语脑的研究:不同的语言是否有不同的皮层机制?[J]. 心理科学,2004,27(3):759-762.
- [2] Ding G, Perry C, Peng D, et al. Neural mechanisms underlying semantic and orthographic processing in Chinese-English bilinguals[J]. Neuroreport, 2003,14(12):1557-1562.
- [3] Chee M W, Weekes B, Lee K M, et al. Overlap and dissociation of semantic processing of Chinese characters, English words, and pictures:evidence from Fmri[J]. Neuroimage, 2000,12(4):392-403.
- [4] Frenck-Mestre C, Anton J L, Roth M, et al. Articulation in early and late bilinguals' two languages:evidence from functional magnetic resonance imaging[J]. Neuroreport, 2005,16(7):761-765.
- [5] Whitehouse P, User T, Ruhlen M, et al. Kusunda: an Indo-Pacific language in Nepal[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2004,101(15):5692-5695.
- [6] Chee, M W L, Caplan D. Mandarin and English single processing of visual presented sentences in Mandarin and English studies with Fmri[J]. Neuron,1999,5(23):127-137. idence from functional magnetic resonance imaging[J]. Neuroreport,2005,16(7):761-765.
- [7] Perani D, Paulesu E, Galles N S, et al. The bilingual brain. Proficiency and age of acquisition of the second language[J]. Brain,1998,121(P10):1841-1852.

(本文编辑 陈丽文)