维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号:0253-3626(2006)02-0211-04

英语单词语义理解脑区激活研究

李 勇[1],谢 鹏[1],吕发金[2],罗天友[2],牟 君[1],沈 彤[3]

(1. 重庆医科大学附属第一医院神经病学研究所; 2. 重庆医科大学附属第一医院放射科,重庆 400016;
3. 四川外语学院,重庆 400030)

【摘 要】目的:以 fMRI 为研究手段探讨英语单词语义理解任务时的脑区激活。方法:母语为汉语的汉英双语者 12 人,分为英语专业组及非英语专业组,执行英语单词语义理解任务,采集 fMRI 图像数据,了解语言任务作业时的脑区激活分布模式。结果:所有受试者均出现显著的脑区激活,除传统语言脑区 Wernicke 和 Broca 区外,还出现其它脑区激活,如小脑、边缘系统、基底神经节等。英语专业组执行英语任务时更多依赖右侧半球机制。结论:左侧半球主导语言认知功能,右侧大脑半球不同程度参与该过程。右侧半球执行英语任务作业机制与第二语言的熟练程度相关。不同受试者之间语言认知模式存在个体差异。

【关键词】汉英双语者;fMRI;脑激活模式

【中国图书分类法分类号】R814.46 【文献标识码】A 【收稿日期】2005-09-30

The investigation of cerebral activation for English semantic judgment task in Chinese by fMRI

LI Yong, et al

(*Department of Neurology, the First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】***Objective***: To determine the cerebral activation patterns associated with processing of English semantic judgment task by fMRI in native Chinese bilinguists. ***Methods***: 12 native Chinese bilinguists were divided into two groups with 6 in each group, English-specialized and non-English-specialized group, and performed English words semantic judgment task, whose fMRI images were collected. ***Results***: All subjects demonstrated significant activation of associated cerebral regions. Besides classical regions involved in language processing, such as Wernicke and Broca areas, there were other activated cerebral regions, including cerebellum, limbic system and basal ganglial nucleus, etc. The analysis of ROI implied that subjects in the specialized group were more dependent on the right hemisphere. ***Conclusions***: Left hemisphere dominates in language cognition, although which is also related to the right hemisphere to various degrees. Two hemispheres work by ways of both dissociation and coordination. It is possible that working strategy of the right hemisphere is related to proficiency of the second language. A variety of distinctions are shared by each subject for language cognitive patterns.

【Key words】Bilinguists; fMRI (functional magnetic resonance imaging); Cerebral activation patterns

既往常采用 Wada 实验[1]、损毁病例或神经电生理、PET 等技术进行语言学研究,存在有侵入性、有创伤及精度差等问题。功能磁共振成像(fMRI)技术可同时从形态和功能上探索脑高级皮质活动,是目前人们所掌握的无侵入、无创伤,能在活体条件下精确定位人脑高级皮质活动中枢及其功能的研究手段[2,3]。1991 年,Belliveau[4]等学者首次利用 MRI 开展视觉皮质研究,此后 fMRI 也被广泛应用于人类语言学的研究。

本实验以 fMRI 为研究手段,采用听觉刺激形式,探讨不同英语熟练程度的母语为汉语的汉英双语者英语单词语义理解加工过程脑激活模式,了解相应皮质活动中枢的分布及双侧大脑半球的工作策略,对传统观念进行验证,同时尝试新的发现,为探索人脑高级认知活动规律提供一个新视角。

1 材料及方法

1.1 受试者

12 名受试者,分为英语专业组和非英语专业组。非英语专业组为大学本科生或研究生,英语听说水平较熟练。英语

作者介绍:李 勇(1975-),男,硕士,
主要研究方向:认知神经科学。

维普资讯 http://www.cqvip.com

专业组,5 名为外语学院学生,过专业 8 级,1 名为英语教师。平均年龄 25 岁,经标准化表格调查确认均为右利手,初中时接触英语,无神经、精神疾患史、听力正常,且志愿、配合。实验前详细介绍该实验的设计原理和目的意义,并就实验可能发生的一些干扰因素如磁共振扫描时的噪声,幽闭恐怖症等作了分析并给予应对建议,以争取受试者积极配合,尽量减少实验误差。

1.2 设计方案

组块设计(block design)

刺激形式:声音刺激。

共 4min,分为 12 组块,每组块 20s。执行任务时要求受试者注意听英语单词并理解其语义,静息时喊受试者注意听 MRI 扫描时发出的节奏声,不做其它思维活动以便作为基线任务。完成任务后如实报告英语单词任务的理解百分率,实验时的感受,情绪变化等心理状态。

所有英语单词选自《新概念英语》中的常见名词。预先录制在电脑上,并通过磁共振音响系统按照实验设计方案播放。

1.3 功能成像

使用 GE Signa Highspeed MR/i 1.5T 超导 MRI 成像系统,T1-FLAIR 序列获取 T_1 WI 解剖图像。成像参数:TR 2000ms,TE 12ms,FOV 24×18,扫描层厚 8mm,间隔 2mm,矩阵 256×256。fMRI 采用平面回波序列(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 60ms,TR 4000ms,FOV 24×24,层厚 8mm,间隔 2mm,矩阵 64×64。

1.4 数据处理

使用 Functool 软件包对数据进行处理。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 T_1 WI 解剖图像融合,确定功能区的位置。

2 结 果

2.1 脑区激活图谱分析(图 1~4)

所有受试者积极配合并顺利完成试验,并能理解绝大多数英语单词的意义。部分受试者表示磁共振扫描时的噪音对单词语义理解有影响,个体不一。部分受试者在试验初期存在短暂轻度恐惧感及焦虑。另有部分受试者有跟随单词默读并随单词语义展开想象(如视觉意象)等现象。

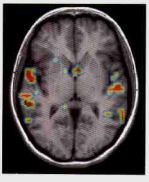


图 1 为一非专业组受试者英语单词任务时脑区激活模式分布图,可见双侧颞上、中回及基底节区被激活。

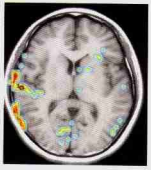


图 2 为一专业组受试者英语单词任务时脑区激活模式分布图,可见右侧颞上、中回、中央前后回左侧基底节区、额下回、颞上回及双侧纹周区等脑区被激活。

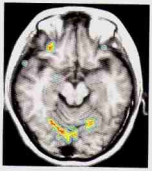


图 3 为另一受试者脑区激活图,可见右侧杏仁体及枕颞内侧回、小脑等区域被激活。



图 4 为另一非专业组受试者英语单词任务时脑区激活分布图,可见左侧顶下小叶区域被激活。

维普资讯 http://www.cqvip.com

所有受试者出现明显的脑区激活，不同受试者激活脑区分布有所不同，且个体差异明显。专业组与非专业组总体上激活脑区分布未见明显差异。

所有受试者双侧颞上回和颞中回被激活，多数受试者颞下回也被激活。

左侧额下回后部 Broca 区和颞上回后部的 Wernicke 区等传统语言区以及顶下小叶的角回和缘上回也可见激活区。

部分受试者出现其它脑区如额上回、额中回、海马及海马旁回、岛叶、扣带回、杏仁体、枕颞联合区、枕叶纹周、纹旁区等激活现象。

2.2 感兴趣区分析（表 1、表 2、图 5）

本实验发现几乎所有受试者的颞上回和颞中回被激活，而其余脑区激活分布不同受试者在不同任务下存在差异，因而选择双侧颞上、中回为感兴趣区，进行像素、体素测定，计算右侧感兴趣区体素在英语单词任务时所占双侧感兴趣区激活体素的百分数，籍此判断其优势性，同时进行组间比较。

表 1 非英语专业组右侧 ROI 体素百分数分析

受试者编号	1	2	3	4	5	6
体素百分数	41.51%	39.11%	33.79%	53.26%	60.30%	35.24%

表 2 英语专业组右侧 ROI 体素百分数分析

受试者编号	1	2	3	4	5	6
体素百分数	34.44%	54.71%	41.85%	17.85%	81.95%	50.00%

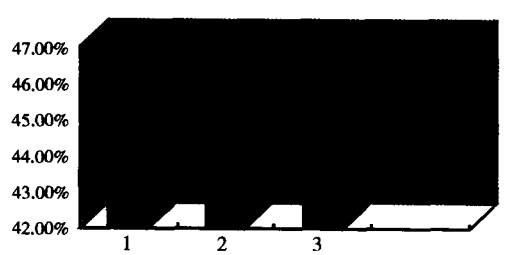


图 5 右侧半球 ROI 体素百分数平均数

1.非专业组 2.专业组 3.总体水平

3 讨 论

3.1 传统理论

传统理论认为，左侧大脑半球不仅支配对侧肢体，还具有视感觉语言中枢、听感觉语言中枢（Wernicke 区）以及运动语言中枢（Broca 区）。因而左侧大脑半球被称为语言优势半球。1965 年提出的关于语言的脑区定位的 Wernicke-Geschwind（W-G）模型就认为包含在语言加工中的各种加工过程分布于左半球皮质的特定区域。现代理论认为，人脑左侧半球具有支配语言、文字、数字计算、抽象、推理等局部信息加工功能，而右侧半球则在音乐理解、空间认知、形象思维等整体信息整合加工方面占优势。两侧半球各有其分工，故只有不对称性，没有所谓的优势半球之分[5,6]。

3.2 激活脑区分布的初步分析

双侧颞上回、颞中回在处理声音和听觉信息方面有重要作用，左侧更为重要，尤其是在语音转译、自我调控以及两半球信息交流等诸方面[7]。左侧颞上回（Brodmann22）与语音分析有关[8-10]，其后部属传统的 Wernicke 区，右侧颞上回则对音高、音调进行知觉和分析[11,12]。双侧颞区的激活与我们所采用的声觉刺激相对应。不少受试者额区激活，左侧额下回（Brodmann44/45）属传统理论中的 Broca 区，与语言的产生有关，额中回（Brodmann46）则参与注意及语言的工作记忆等加工过程。顶下小叶（Brodmann40/39，包括缘上回和角回）也出现激活与语音存储和语音的工作记忆有关[13,14]。纹周区及纹旁区（Brodmann18/19）激活可能与视觉联想有关。大脑皮质联合区域，如枕颞内侧回，颞顶交界区（Brodmann40/39/22）等的激活，推测应当与多方面感觉信息（如视觉、听觉及躯体感觉等）的整合有关。

本实验中，不少受试者报告听单词时有跟读或默读倾向，另有不少受试者出现轻度恐惧、焦虑等情绪波动。因此，这些受试者出现了小脑、基底节区、边缘系统（如海马，海马旁回、扣带回、杏仁核）以及岛叶等区域的激活。这些现象提示个体认知模式并不固定，可能受多重因素影响（如当时的心理状态）。

3.3 感兴趣区分析

大部分受试者处理加工英语单词任务时左侧大脑半球为优势半球，右大脑半球不同程度参与该过程。然而，专业组与非专业组之间却有所不同。12 例受试者有 3 例可能为双侧优势，而 1 例为明显右侧优势。双侧优势者中 1 例为非专业组（该受试者平素英语水平甚佳），另外 2 例和明显右侧优势者均为专业组。多数专业组受试者右侧半球处理加工英语单词任务时其感兴趣区激活体素百分数高于

维普资讯 http://www.cqvip.com

非专业组受试者右侧半球处理加工英语单词任务时其感兴趣区激活体素百分数,提示右侧半球执行英语任务作业机制可能与英语熟练程度相关[15]。

对于双语记忆表征,Potter[16]于 80 年代提出语言表征的层级模型,即单词联想模型和概念中介模型。单词联想模型认为在进行跨语言加工时,两种语言中的词汇可以通过词汇通路进行直接转换,不必通过概念的中介。概念中介模型则认为两种语言中的词汇均通过概念进行转换。随着第二语言熟练程度的提高,双语者的记忆表征有一个从单词联想模型发展到概念中介模型的过程。专业组受试者长期多机会接触第二语言,记忆表征可能更多借助概念中介模型,其语义提取过程更为简捷通达,因而更多依靠右侧半球机制。以上仅属推测,尚待进一步探讨。

本实验以声觉为刺激形式,由于样本含量较少,某些实验变量难于控制,fMRI 正处于发展成熟阶段,人类语言认知活动高度复杂多样,所得结论尚需进一步验证。将来可以扩大样本含量,改善试验设计,控制实验变量,并结合其它现代科技手段,进一步探索人类认知世界的奥秘。

参 考 文 献

[1] Wada J, Rasmussen T. Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance; experimental and clinical observations [J]. J Neurosurg, 1960;17:266-282.

[2] 张学军,刘买利,叶朝辉. 脑功能磁共振成像研究进展[J]. 中国神经科学杂志,2001;17:270-273.

[3] 张忠林, 沈天真, 陈星荣. 脑血氧水平依赖性功能 MR 成像研究与进展[J].国外医学临床放射学分册,2001;24:65-69.

[4] Belliveau JW, Kennedy DN, Mckinstry RC, et al. Functional mapping of the human visual cortex by magnetic resonance imaging[J]. Science, 1991;254(5032):716-719.

[5] 唐竹吾. 中枢神经系统解剖学[M]. 上海:上海科学出版社,1986;229-262.

[6] 郭念峰,匡培梓. 语言与思维.见:韩济生.神经科学纲要[M]. 北京: 北京医科大学 中国协和医科大学联合出版社,1993;737-747.

[7] 李恩中, 翁旭初, 韩 璎, 等. 语言与音乐刺激下脑功能活动的 MR 功能成像研究 [J]. 中华放射学杂志,1999;33:311-315.

[8] Fiez JA, Perersen SE. Neuroimaging studies of word reading [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1998;95:914-921.

[9] Herbster AN, Mintun MA, Nebes RD, et al. Regional cerebral blood flow during word and non-word reading [J]. Human brain map, 1997;5:84-92.

[10] Petersen SE, Fox PT, Snyder AZ, et al. Activation of extrastriate and frontal cortical areas by visual words and word-like stimuli [J]. Science, 1990;249:1041-1044.

[11] Zatorre R J, Evans A C, Meyer E, et al.Lateralization of phonetic and pitch processing in speech perception [J]. Science, 1992;256:846-849.

[12] 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):565-576.

[13] Paulesu E, Frith CD, Frackowiak RSJ. The neural correlates of the verbal component of working memory [J]. Nature, 1993;362: 342-345.

[14] Salmon E, Vander LM, Collette F, et al. Regional brain activity during working memory tasks[J]. Brain, 1996;119: 1617-1625.

[15] Ding Guosheng, Perry Conrad, Peng Danling, et al. Neural mechanisms underlying semantic and orthographic processing in Chinese-English bilinguals [J]. Neuroport, 2003;14 (12):1557-1562.

[16] Potter MC, So KF, Eckardt B, et al. Lexical and conceptual representation in beginning and more proficient bilinguals [J]. J Verb Learn and Verb behav, 1984;23: 23-38.

(上接第 189 页)

peroxide generation in metabolically responsive pancreatic beta cells [J]. J Biol Chem, 2005;17.

[5] Trembleau S, Germann T, Gately M, et al. The role of IL-12 in the induction of organ-spicific autoimmune diseasa[J]. Immunology Today, 1995;16:383-387.

[6] Rabinovitach AImmunoregulatary and cytockin imbalances in the pathogenesis of IDDM [J]. Diabetes, 1994;43:613-619.

[7] Takatori A, Ohta E, Inenaga T, et al. Protective effects of probucol treatment on pancreatic beta-cell function of SZ-induced diabetic APA hamsters[J]. Exp Anim, 2003;52(4):317-327.

[8] Antonio Ceriello, Enrico Motz. Is Oxidative Stress the Pathogenic Mechanism Underlying Insulin Resistance, Diabetes, and Cardiovascular Disease? The Common Soil Hypothesis Revisited [J] . Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology, 2004;24:816.

[9] 胡厚源,陈运贞. HDL 的体外氧化及丙丁酚的抗氧化作用[J]. 重庆医科大学学报, 2000;25:253-255.