

汉字语义加工性别差异的脑功能磁共振成像研究

王川红, 孙骏谟, 田志雄, 吴光耀

【摘要】 目的:用功能磁共振成像的方法研究汉字语义加工的脑功能区定位,着重讨论男性和女性语义加工时是否存在性别差异。方法:15例右利手大学生,男7例,女8例,执行汉字同义词判断任务,同时采集其脑部的fMRI数据,采用SPM 99进行数据分析,得到相关脑功能区,并对男性和女性语义任务时的脑激活区进行比较。结果:男性激活的脑区包括双侧额下回、左额中回、左颞上回及双侧小脑。女性激活的脑区包括双侧额下回、左额中回、双侧颞上回及双侧小脑。两者脑活动区直接比较,在进行语义任务的时候男性仅激活左侧颞上回,而女性可激活两侧颞上回。结论:男性和女性在进行汉字语义加工任务的时候,两者激活的脑区不完全相同,女性激活的脑区比男性广泛。

【关键词】 语义区别;性别差异;磁共振成像

【中图分类号】 R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2005)07-0569-03

Sex Differences in Chinese Characters Semantic Processing: A Functional MRI Study WANG Chuan-hong, SUN Jun-mo, TIAN Zhi-xiong, et al. Department of MRI, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, P. R. China

【Abstract】 Objective: To detect the location of the brain activations during Chinese characters reading using fMRI and to investigate the difference of the fMRI activation patterns of males and females during semantic processing. **Methods:** fMRI was studied on 15 right handed students during performing Chinese synonym judgement tasks, data analysis was carried out using spm 99. fMRI activation patterns of males and females in semantic processing were compared. **Results:** In males the activating areas were shown bilateral inferior frontal gyrus (IFG), left middle frontal gyrus, left superior temporal gyrus (STG) and bilateral cerebellum. In females the activating areas included bilateral IFG, left middle frontal gyrus, bilateral STG and bilateral cerebellum. The males only activate left STG while the females activate bilateral STG. **Conclusion:** Our findings reveal that the activating areas in males and females during Chinese characters semantic processing are not totally identical, the activating areas in females are more extensive.

【Key words】 Semantic differential; Sex differences; Magnetic resonance imaging

语言是通过应用符号达到交流的能力,理解和使用语言是人类特有的功能。汉语有其不同于拼音文字的书写系统。行为研究表明,汉字的认知加工很多地方不同于拼音文字的加工。目前国际上关于英语加工性别差异的研究报道较多,但关于汉字加工性别差异的研究报道很少。本实验应用脑功能磁共振成像(functional MRI, fMRI)技术,研究汉字刺激下大脑的活动情况,并对男性和女性语义加工脑区进行分析,探讨男性和女性语义加工是否有功能组织的性别差异。

材料与方 法

受试者:本实验选取 15 例右利手在校大学生,男 7 例,年龄 25~28 岁,平均 25.6 岁;女 8 例,年龄 22~25 岁,平均 24.1 岁。所有受试者均身体健康,无精神及神经系统疾病,母语均为汉语。

实验任务:由计算机编程的刺激程序通过投影仪

投射到屏幕上,受试者在 MRI 扫描仪内通过反光镜看到屏幕上的刺激内容。实验材料采用双字词,选自《现代汉语频率词典》^[1]。实验设计采用模块设计,每个实验包括 3 个实验任务(45s)和 3 个基线对照任务(45s),实验任务和基线对照任务交替进行,从实验任务开始。在实验任务中,受试者要求判断出现的词是否为同义词,每个词呈现 3s,是则按左键,否则按右键,计算机自动记录受试者执行任务的正确率。在基线对照任务时,受试者注视视野中间的“+”符号,不做任何判断。

扫描设备及参数:采用美国 Marconi Eclipse 1.5 T 磁共振成像系统,正交头线圈,仰卧位并头颅固定,横轴 T₁WI SE 序列:TR 500 ms, TE 10 ms, 翻转角 90°, 视野 24 cm×24 cm, 层厚 6 mm, 间隔 1 mm, 矩阵 256×256, 激励次数 1。

Bold-EPI 功能成像扫描:扫描像位置、层厚、间隔及视野均与 T₁WI 一致, TR 3000 ms, TE 40 ms, 翻转角 90°, 矩阵 128×128, 激励次数 1。

数据处理:功能图像数据用 SPM99 (Wellcom

作者单位:430071 武汉,武汉大学中南医院磁共振室

作者简介:王川红(1976-),男,湖北武汉人,硕士研究生,主要从事中枢神经影像诊断工作。

Department of Cognitive Neurology, Institute of Neurology, London, UK) 软件进行处理, 首先对图像数据进行格式转换, 再将功能图像序列进行空间配准, 并标准化到 Talairach 空间, 然后利用半高宽 (FWHM) 为 6 mm 对标准化的数据进行空间平滑。根据广义线性模型对平滑化后的数据进行统计学分析, 利用 t 检验检验实验任务与基线对照任务的差异, $P \leq 0.01$ 的像素构成统计参数图。最后用 Texas 大学的 Talairach 定位软件行功能区的空间定位及 BA 分区。

统计学处理: 采用 SPSS 10.0 统计软件对实验数据进行统计, 应用两样本 t 检验, $P < 0.05$ 有统计学意义。

结 果

1. 行为结果

男性和女性在语义任务判断的正确率上没有明显的性别差异, 两组的平均诊断符合率均在 0.9 以上。

2. 功能成像结果

男性中文语义任务激活脑区包括两侧额下回、左额中回、左颞上回、两侧小脑等(图 1、3), 女性中文语义任务激活的脑区包括两侧额下回、左额中回、两侧颞上回、两侧小脑等(图 2、4)。两者脑活动区直接比较, 显示大部分脑活动区相互重叠, 这些区域包括两侧额下回、两侧小脑等; 部分脑区不重叠, 主要为颞上回, 男性仅激活左侧颞上回, 而女性激活两侧颞上回(图 1~4), 但男性中有 1 例出现右颞上回激活。对男性和女性脑活动区的像素(z 值)进行 t 检验, 两侧额下回、左额中回、左颞上回、两侧小脑之间差异无显著性意义 ($P > 0.05$), 右颞上回两者差异有显著性意义 ($P < 0.05$, 表 1)。

讨 论

汉字与拼音文字相比, 有其特殊性。首先, 结构上

不同, 汉字是方块文字, 而拼音文字是线性排列文字; 其次, 汉字是表意文字, 字形与字义之间有密切联系; 而拼音文字则是通过读音直接表达其意义不同。找出汉字加工和拼音文字加工在神经结构和功能激活上的异同, 对探索人类语言加工的普遍性和特殊性具有重要意义。而且, 确定语言加工相关脑区的位置, 在临床上能指导神经外科手术前对语言相关皮层区及语言优势半球的确认, 有重要的临床意义。

本实验研究发现, 在阅读汉字词组的情况下, 男性和女性均出现广泛的脑激活区, 激活区域以左侧半球为主, 证实了汉字语言加工与西方(字母)语言加工时大脑的激活区一样, 以左侧大脑半球为主, 这与 Ma 等^[2] 研究结果一致。但研究发现除传统的 Broca 区和 Wernicke 语言区出现激活外, 左额中回出现激活, 阅读汉字时左额中回出现非常强烈的激活可能与汉字字符独特的方型布局有关。与英语为线形结构不同, 汉字是由许多笔划形成的方型结构, 所以汉字阅读需要精确的分析汉字的笔划和亚字单元, 这与 Tan 等^[3] 的研究结果一致。

对一些以语言为基础的能力观察发现, 男性和女性之间语言能力有轻微的性别差异, 女性的语言能力较好。McGlone^[4] 认为男性和女性语言能力性别差异的原因是两者存在“半球间”的性别差异, 女性与男性相比, 有更大的双侧半球语言表达区。他还发现左侧半球发生损伤时男性失语症更普遍, 而对女性来说, 只有在两侧半球发生损伤时才发生语言障碍。但 Kimura^[5] 研究认为, 男性和女性相比, 男性左侧半球语言区更散在, 而女性左侧半球语言区更加集中在前部, 右侧半球发生损伤后失语症的发生率男性和女性没有明显的性别差异; 但大多数女性失语症患者是左侧半球前部的病变, 男性左侧半球病变位置和失语症之间没有联系。因此, 他认为语言表达的性别差异存在着“半球内”而不是“半球间”的性别差异。但这些研究都是来自疾病的研究, 缺乏语言一侧化性别差异直接的证据。

fMRI 的出现已经开始帮助研究者以非侵袭性的方式在正常人中寻找语言一侧化性别差异的直接证据。

Shaywitz 等^[6] 的研究发现, 在受试者决定视觉出现的词语在语音基础上是否配对方面, 女性表现为双侧额下回激活, 而男性仅表现为左侧额下回激活。说明

表 1 男性与女性语义任务脑活动区与象素(z 值)比较

| 脑活动区 | 性别 | | | | t 值 | P 值 |
|------|------|---------------|------|--------------|-------|-------|
| | 男性 | 坐标(x, y, z) | 女性 | 坐标(x, y, z) | | |
| 左额下回 | 5.70 | -48, 18, 18 | 5.69 | -52, 16, 16 | 0.162 | 0.874 |
| 右额下回 | 5.71 | 48, 16, 16 | 5.72 | 56, 18, 24 | 0.204 | 0.809 |
| 左额中回 | 5.91 | -52, 6, 40 | 5.94 | -42, 40, 24 | 0.933 | 0.368 |
| 左颞上回 | 5.88 | -38, 14, -20 | 5.90 | -60, 12, -6 | 0.478 | 0.641 |
| 右颞上回 | 1.45 | 54, 12, -8 | 5.21 | 58, 8, -6 | 4.289 | 0.001 |
| 左侧小脑 | 8.02 | 42, -66, -22 | 8.13 | -34, -80, -2 | 1.467 | 0.166 |
| 右侧小脑 | 7.76 | -48, -60, -30 | 7.86 | 22, -74, -2 | 1.591 | 0.136 |

注: 表中 z 值为平均值。

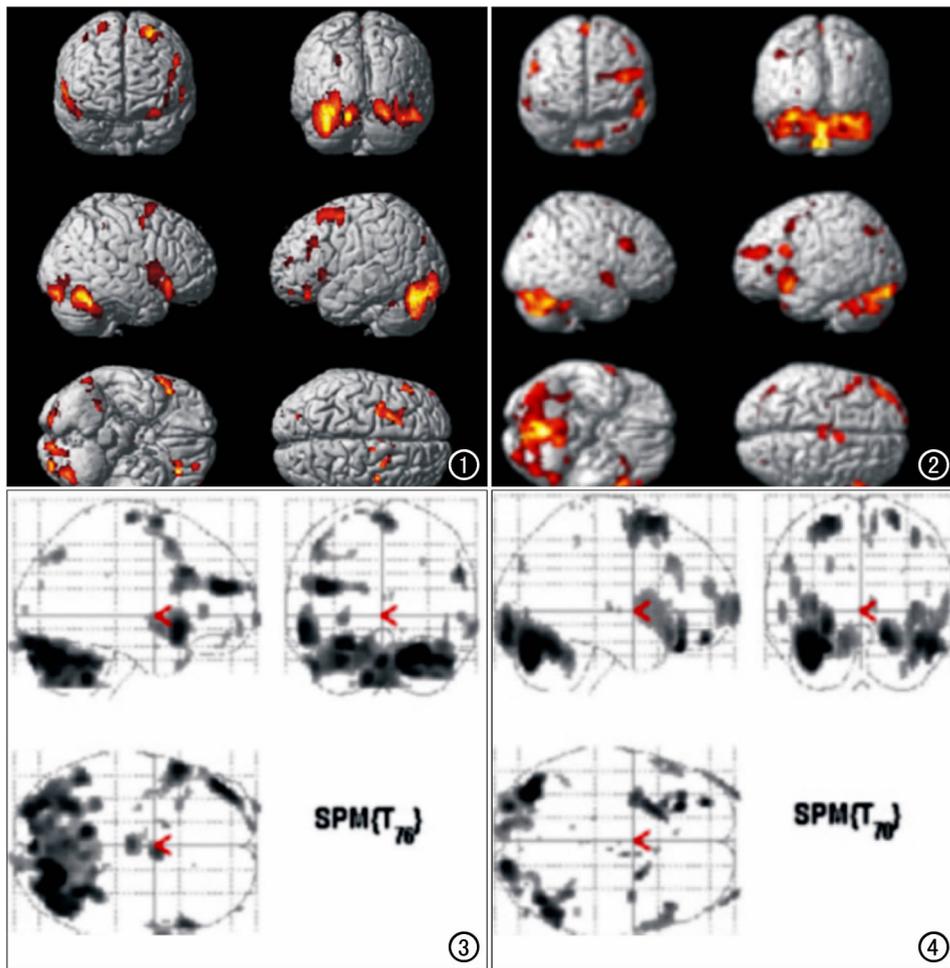


图1 男性左颞上回出现激活。 图2 女性双侧颞上回出现激活。 图3 黑色区域代表男性语义任务脑激活区。 图4 黑色区域代表女性语义任务脑激活区。

女性比男性有更大的两侧半球激活,这支持 McGlone 提出的“半球间”模式。Pugh 等^[7]报道在进行语音和语义加工时男性和女性之间有不同激活方式,女性比男性在语音和语义加工时在左侧半球重叠激活区更多,这反映了女性与语言有关的区域更加局限,支持 Kimura“半球内”的模式。Baxter 等^[8]的研究发现,女性比男性出现更多的右侧半球激活,特别是右颞上回。与女性比较,男性左侧半球的脑激活区更广泛。该结果既支持 McGlone 提出的“半球间”的模式,也对 Kimura 模式提供了一些支持。但是也并不是所有的神经影像研究结果都支持男性和女性存在语言功能组织的性别差异,Frost 等^[9]在进行语言理解任务研究时发现,男性和女性之间的激活区都表现为非常相似的左侧化,两者没有明显的性别差异。本研究中,进行语义加工任务的时候,男性仅激活左侧颞上回,而女性激活两侧颞上回,两者在右颞上回差异存在显著性意义,说明男性和女性的语言加工性别差异存在显著性意义。女性进行语言任务时表现为更多的右侧半球激

活,结果进一步支持 McGlone “半球间”模式,但本次实验中激活的脑区与以往的研究结果部分不一致^[6-9],这可能与实验中所选取的任务不一样有关。

总之,本研究说明男性和女性在语义加工上存在功能组织的性别差异有显著性意义。目前的研究因为样本量比较小,得出的结论可能比较有限。将来的研究一方面需要扩大样本量,另一方面需要设计较好的诱导大脑激活的语义加工任务。

参考文献:

- [1] 北京语言学院语言教学研究所, 频率最高的前 8000 个词词表. 现代汉语频率词典[M]. 北京:北京语言学院出版社,1986. 657-820.
- [2] Ma L, Tang Y, Wang Y, et al. Mapping Cortical Areas Associated with Chinese Word Processing Using Functional Magnetic Resonance Imaging[J]. Chin Med J, 2003, 116(2):176-180.
- [3] Tan LH, Liu HL, Perfetti CA, et al. The Neural System Underlying Chinese Logograph Reading[J]. Neuroimage, 2001, 13 (5): 836-846.
- [4] McGlone J. Sex Differences in the Cerebral Organization of Verbal Functions in Patients with Unilateral Brain Lesions[J]. Brain, 1977, 100(4):775-793.
- [5] Kimura D. Sex Differences in Cerebral Organization for Speech and Praxic Functions[J]. Canad J Psychol, 1983, 37(1):19-35.
- [6] Shaywitz BA, Shaywitz SE, Pugh KR, et al. Sex Differences in the Functional Organization of the Brain for Language[J]. Nature, 1995, 373(6515):607-609.
- [7] Pugh KR, Shaywitz BA, Shaywitz SE, et al. Cerebral Organization of Component Processes in Reading[J]. Brain, 1996, 119 (4): 1221-1238.
- [8] Baxter LC, Saykin AJ, Flashman LA, et al. Sex Differences in Semantic Language Processing: a Functional MRI Study, Brain and Language, 2003, 84(2):264-272.
- [9] Frost JA, Binder JR, Springer JA, et al. Language Processing is Strongly Left Lateralized in Both Sexes Evidence from Functional MRI[J]. Brain, 1999, 122(2):199-208.