

情感语言语境联想刺激模式的 fMRI 研究

牟君, 谢鹏^{*}, 杨泽松^{***}, 吕发金^{**}, 李勇, 罗天友^{**}

(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)

【摘要】目的: 建立功能核磁共振成像(functional Magnetic Resonance Image, fMRI)的语言情感刺激模式, 探讨阅读联想具有正性情感(Positive Emotion)及负性情感(Negative Emotion)的语言时, 大脑激活区域的差异。方法: 健康志愿者 6 名, 均为在校研究生, 以汉语为母语。平面回波序列(Echo Planar Imaging, EPI), 血氧水平依赖法(Blood Oxygenation Level-dependent MRI, BOLD)组块设计(Block Design)获取功能成像。嘱受试者注视具有正性或负性情感的二字中文词汇, 理解其语义后进行联想。结果: 受试者理解率和合作率为 100%。受试者报告可以区分出两组任务代表不同的情感。一组产生兴奋、高兴的情绪, 甚至想笑; 而另一组产生悲伤、难过、不安的情绪。负性语言任务激活的区域较正性语言任务激活的区域广泛。负性任务趋向于双侧激活, 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; 正性语言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。负性语言任务还见到扣带前回、杏仁体、丘脑、尾状核头及胼胝体的激活。正性语言任务及负性语言任务可见到枕叶的双侧激活。结论: 情感的处理具有偏侧性。负性情感更易被诱发, 并伴随更多的脑区被激活。枕叶可能参与情感处理。

【关键词】功能磁共振; 情感; 语言; 正性情绪; 负性情绪

中图分类号: R395.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3611(2006)01-0100-03

Functional Magnetic Resonance Image Study on the Brain Areas Involved in Reading Emotion-positive and Emotion-negative Language

MU Jun, XIE Peng, LU Fa-jin, et al

Neurology Department, First Affiliated Hospital, Chongqing University of Medical Sciences, Chongqing 400016, China

【Abstract】Objective: To explore the different brain areas activated by emotion-positive and emotion-negative word tasks, during the functional magnetic resonance image (fMRI) process. Methods: 6 healthy volunteers, with Han as their mother tongue, were required to think around the given words of either positive emotion or negative emotion. Functional images were collected by BOLD block design. Results: With 100% comprehension and cooperation, the subjects were able to tell two different emotions. The emotion-negative words were prone to activate more areas than the positive ones, which involved superior frontal gyrus, superior temporal gyrus, superior parietal lobule on both hemisphere. The areas activated by emotion-positive words were mainly left hemisphere dominant. Conclusion: Negative emotion was easier to provoke and more areas were implicated in the process, which lay a basis for the research of patients with emotion and language disorders.

【Key words】fMRI; Emotion; Language; Emotion-positive; Emotion-negative

情感是人类的高级认知功能。对人类情感认知的研究模式主要建立在认知心理学实验模式基础上。实验材料主要以情绪图片, 情绪面孔和语言文字材料为主。其中最经典的实验模式为情绪的 Stroop 实验(Emotional Stroop Paradigm)。虽然人类情绪产生和加工的脑功能机制仍然不清楚, 功能核磁共振成像(functional Magnetic Resonance Image, fMRI)技术为情感障碍的神经解剖基础及功能机制的研究提供了新的途径。

1 对象与方法

1.1 对象

健康志愿者 6 名, 女性 5 名, 男性 1 名, 年龄 24 - 28 岁, 平均 25.5 岁。均为在校研究生, 以汉语为母语。右利手, 视力好或矫正视力好。无头颅外伤史, 无酒、药物依赖史, 精神神经疾病史, 无心、肝、脾、肾等重大躯体疾病史。

1.2 扫描仪器与扫描参数

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⁻¹·ms⁻¹。配有 Functool 脑功能成像后处理软件包。使用快速自旋回波(Fast Spin Echo, FSE)序列, 获取 T1FLAIR 图像。成像参数: TR 2000ms, TE 12ms, FOV 24x18, 扫描层厚 8mm, 间隔 2mm, 矩阵 256x256。fMRI 采用平面回波序列(Echo Planar Imaging, EPI), 血氧水平依赖法(Blood Oxygenation

* 通讯作者; ** 重庆医科大学附属第一医院影像科; *** 重庆医科大学附属第一医院血液内科

Level Dependent, BOLD) 功能成像技术, 单次激发。成像参数: TE 60ms, TR 4000ms, FOV 24x24, 层厚 8mm, 间隔 2cm, 矩阵 64x64cm, IR 750ms。每序列成像 512 幅, 每人两序列共成像 1024 幅。

1.3 fMRI 刺激模式与检查过程

1.3.1 刺激模式 本研究应用组块刺激模式(Block Design)。每序列 4 分钟, 分为 12 块, 每块 20 秒。任务组与对照组时间均为 20s。具体模式为: 任务—对照—任务—对照—任务—对照—任务—对照—任务—对照—任务—对照。

1.3.2 检查过程 实验前向受试者简要介绍该实验的设计原理和目的意义, 并就实验进行中可能发生的一些干扰, 如磁共振扫描时的机器噪声, 幽闭紧张等作了解释并给予应对建议, 争取受试者主动配合, 尽量减少实验误差。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。提供耳塞, 最大程度减少噪音。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与压部连线平行。层数为 8 层, 扫描参数如上。功能成像正性语言任务与负性语言任务分别采集。每次采集时间为 256s。

1.3.3 语言材料的准备 选择常见能引起高兴和悲伤的二字中文词汇各 60 个, 经 20 名在校研究生按能引起正性和负性情绪的程度排序。每个任务选择排在前面的 24 个词汇, 每张幻灯片 4 个词汇, 共 6 张幻灯片。以上语言材料预先录制在电脑上, 通过高清晰度的投影仪, 投影于扫描床正前方的白纸上。词汇的空间排布、字型大小和颜色都一致。执行任务组时要求受试者注视单词并尽量理解其语义后, 对屏幕上出现的四个词汇进行联想, 如“艾滋、下岗、空难、癌症”; 不要出声, 不要默读; 对照任务时嘱被试者注视屏幕中心的红点, 不做任何思维活动以便作为基线任务。完成任务后由受试者如实报告正性语言和负性语言的理解百分率、实验时的感受、情绪变化等心理状态。

1.4 扫描数据处理

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 T₁WI 解剖图像融合, 观察功能区的位置。

1.5 统计学处理

所有实验数据用国际公认 SAS8.0 统计软件进行统计。应用 ² 检验。

2 结 果

2.1 实验后的资料采集

受试者可以清晰的看见屏幕上显示的词汇。汉语词汇的理解率为 100%,。受试者严格遵照任务——对照要求的思维——思维停顿模式, 合作率 100%。受试者报告可以区分出两组任务代表不同的情感。一组产生兴奋、高兴的情绪, 甚至想笑。而另一组产生悲伤、难过、不安的情绪。部分受试者注视词汇时, 伴随图片浮现, 如“空难, 残骸, 尸体, 哭泣”中出现空难场景, 亲属在旁哭泣。图片影像不清晰。没有想动嘴, 想跟读的冲动。受试者的联想内容多与自己的经历有关。

2.2 功能激活区信号强度时间曲线

T₁ 相未见大脑结构异常。有意义的功能区应显示规整有规律的时间-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。本研究所有受试者激活区均显示出上述规律性信号强度时间曲线变化。同时排除不符合上述规律性的信号强度时间曲线变化的、由于大静脉回流、运动伪影等因素所致的假性激活区。

2.3 正性语言与负性语言激活区

负性任务趋向于双侧激活。负性语言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; 正性语言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。负性语言任务还见到扣带回、杏仁体、丘脑、尾状核头及胼胝体的激活。正性语言任务及负性语言任务可见到枕叶的双侧激活, 但是负性语言任务激活的范围较正性语言任务广 ($P<0.05$)。见附表。

附表 正性语言与负性语言脑活动区比较(n=6)

激活脑区	负性语言		正性语言	
	左侧半球	右侧半球	左侧半球	右侧半球
额上回	6/6	3/6	6/6	1/6
额中回	4/6	3/6	5/6	2/6
额下回	6/6	6/6	5/6	0/6
眶回	1/6	2/6	1/6	0/6
颞上回	2/6	2/6	4/6	1/6
颞中回	3/6	2/6	2/6	0/6
颞下回	3/6	2/6	3/6	0/6
顶上小叶	3/6	4/6	3/6	4/6
顶下小叶	0/6	1/6	0/6	1/6
枕叶	6/6	6/6	6/6	6/6
中央前回	3/6	2/6	0/6	2/6
小脑	3/6	3/6	5/6	2/6

3 讨 论

本研究中激活的区域涉及到语言、情感的处理、内脏活动乃至运动系统。左侧额下回, 通常认为与语义的处理有关^[1], 负性语言大脑半球双侧都激活, 而正性语言却只激活了左侧半球。推测人脑的默认情感为正性, 更乐于接触代表正性的语言, 而相对负性语言, 大脑要更集中注意力, 动用更多的脑区进行分析, 判断及联想, 包括边缘系统结构, 如扣带前回、杏仁体、及尾状核头等。正性及负性语言任务都类似程度的激活小脑, 由于实验严格控制默读及跟读的情况, 故考虑可能与小脑的运动计划功能有关。也有研究表明, 小脑是边缘系统、额、顶、颞叶情感通路的中继站, 因为小脑的毁损, 可引起小脑情感认知综合征^[10]。

人类的情感一直是各国科学家研究的热点, 但是其产生和加工的脑功能机制仍然不清楚。长期以来对人类情感认知的研究模式主要建立在认知心理学实验范式基础上。其中最经典的实验模式为情绪的 Stroop 实验 (Emotional Stroop Paradigm)。经典的 Stroop 实验^[2]要求受试者判断色词所呈现的颜色。由此衍生的情绪 Stroop 实验显示, 情感词汇的情绪色彩也能对颜色命名产生影响。发现焦虑个体命名具有威胁性含义的词汇的颜色时, 所需的时间更长。研究者认为^[3], 焦虑个体比正常情绪个体更容易将注意力专注于消极情绪信息, 即受到词义的干扰, 提出焦虑个体对负性情绪存在注意偏向 (attentional bias)。

神经影像技术为人类情绪产生和加工的脑机制提供的新的研究手段, 使我们有机会对实验心理学的一些猜想和结论进行证实。Herrington^[4] 用 fMRI 对情绪 Stroop 实验的神经生理基础进行了研究, 结果发现受试者在判断中性、正性和负性词汇的颜色时, 正性词汇的颜色判断倾向于激活双侧背侧前额 (dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC), 且以左侧为主。由此推测背侧前额可能与正性情感的处理有关。Kensinger^[5] 要求受试者仅注视一组代表某一物体的词汇 (如: “蛇” 这个字); 或同时注视代表某一物体的词汇和相应的图片 (如: “蛇” 这个字及蛇的图片), 其中一半具有感情色彩 (如老鼠, 蛇)。然后让受试者听某一物体的词汇, 并判断这一物体的图片是否出现过。结果发现, 注视情绪词汇和图片时, fMRI 伴较多眶回及杏仁核的激活, 推测这些区域可减少错误的发生率, 可能与记忆相关脑区 (如海马) 形成神经环路有关。

由于情绪的主观体验差异较大, 所以设计合适

的刺激模式来成功诱发某种情绪是研究的关键。尽管目前研究中主要采用的情绪图片、情绪面孔及语言文字材料, 都能一定程度的代表人类情感特点, 但是仍然和真实情景的情绪诱发有一定差距^[6]。本研究中的语境联想刺激模式, 又向模拟真实情感更进了一步。但是由于样本含量较少, 所得结论尚需进一步验证。深入研究可以完善试验设计, 扩大样本含量, 尽量控制实验变量, 并结合其它现代科技手段, 以增加结论的可信度。

人类情感的研究与注意、记忆是密不可分的。不同的情感刺激模式由于其侧重面不同, 结果往往有差异。故今后的研究方向主要应着重于联合运用多种刺激模式及神经影像手段, 如 PET (正电子发射断层摄影), fMRI, ERP (诱发电位), EEG (脑电图), MEG (脑磁图) 等, 从不同角度及层面, 明确正常人群的情感处理机制及神经环路。

临床上以情感紊乱为主要表现的情感障碍的患者^[7,8], 如抑郁症、躁狂症、双相情感障碍, 以及由于脑血管病变、外伤、肿瘤切除而选择性损坏某一情感处理相关脑区 (前额叶、杏仁核、海马等) 的患者, 也为情感机制的研究提供了新的视角。

参 考 文 献

- 1 Poldrack RA, Wagner AD, Prull MW, et al. Functional specialization for semantic and phonological processing in the left inferior prefrontal cortex. *Neuroimage*, 1999, 10: 15- 35
- 2 Macleod CM. Half a century of research on the Stroop effects: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 1991, 109: 163- 203
- 3 Mathews A, MacLeod C. Selective Processing of Threat cues in anxiety states. *Behavior Research and Therapy*, 1986, 95: 15- 20
- 4 Herrington JD, Mohanty A, Koven NS. Emotion-modulated performance and fMRI evidence for the influences of encoding processes. *Neuropsychologia*, 2005, 43(10): 1429- 1443
- 5 Kensinger EA, Schacter DL. Emotional content and reality-monitoring ability: fMRI evidence for the influences of encoding processes. *Neuropsychologia*, 2005, 43(10): 1429- 43
- 6 杨小东, 罗跃嘉. 注意受情绪信息影响的实验范式. *心理学进展*, 2004, 12(6): 833- 841
- 7 Turhan Canli, Heidi Sivers, Moriah E, et al. Brain activation to emotional words in depressed vs healthy subjects. *Neuroreport*, 2004, 15(17): 2585- 2588
- 8 Greg JS, Stuart RS, Michael E, et al. Can't Shake that Feeling: Event-Related fMRI Assessment of Sustained Amygdala Activity in Response to Emotional Information in Depressed Individuals. *Biol Psychiatry*, 2002, 51: 693- 707

(收稿日期: 2005- 07- 12)