

# 基于情绪面孔的阈下启动脑区激活研究综述

朱雪玲<sup>1</sup>, 袁福来<sup>2</sup>, 彭仕芳<sup>2</sup>

(1.国防科学技术大学人文与社会科学学院军事心理学研究室,  
长沙 410074;2.中南大学湘雅医院健康管理中心,长沙 410008)

**【摘要】** 目的:了解基于情绪面孔的阈下启动效应主要激活脑区及无意识情绪加工的神经机制。方法:检索PubMed、Medline、Ovid、Scienedirect等数据库,要求:①使用基于阈下启动范式的情绪面孔加工的fMRI研究;②采用Talairach和MNI坐标系统报告激活脑区。对符合要求的文献使用GingerALE2.0软件计算脑区激活似然估计(ALE)值得到脑区分布。结果:基于情绪面孔的阈下情绪启动效应能引发杏仁核、海马和梭状回的强烈激活。结论:人脑存在特定的无意识情绪加工唤醒机制,杏仁核、海马和梭状回是无意识情绪加工的关键脑区。

**【关键词】** 阈下情绪启动;情绪面孔;fMRI;无意识

中图分类号:R395.1 文献标识码:A 文章编号:1005-3611(2013)06-0905-02

## Review of Brain Activity of Subliminal Affective Priming Effect by Emotional Faces

ZHU Xue-ling, YUAN Fu-lai

Military Psychology Laboratory, School of Humanities and Social Sciences,  
National University of Defense Technology, Changsha 410074, China

**【Abstract】** Objective: To investigate the brain areas activated by subliminal affective priming effect by emotional faces and to explore the neural mechanisms of unconscious emotional faces processing. Methods: Literatures in PubMed, Medline, Ovid, Scienedirect were reviewed according to the following requirements: ①Exploring subliminal affective priming effect by emotional faces applying fMRI techniques; ②Using Talairach or MNI coordinates to report activated brain areas. Calculated ALE value of the included articles through Ginger ALE 2.0 software, and created the ALE map. Results: Unconscious emotional faces robustly activated amygdala, hippocampus and fusiform gyrus. Conclusion: The findings suggest that the specific arousal systems in the brain can be activated without consciousness, and that amygdala, hippocampus and fusiform gyrus play an important role in unconscious emotional processing.

**【Key words】** Subliminal affective priming; Emotional faces; fMRI; Unconscious

面孔表情是人类表达情绪的非语言方式,反映人类对情绪最直接实际的反应。采用情绪面孔作为刺激材料研究无意识情绪加工历来是无意识领域重要的研究内容<sup>[1,2]</sup>。近十几年来,脑成像技术的快速发展特别是fMRI技术的出现,使得基于情绪面孔的阈下启动脑机制研究成为热点。以往的研究大多探讨了单一情绪面孔无意识加工的脑机制,如愤怒<sup>[4]</sup>、恐惧<sup>[3]</sup>、厌恶<sup>[5]</sup>、快乐<sup>[6]</sup>,鲜有文献撇开情绪的分类,从整合的角度探讨情绪面孔加工的脑区激活问题。

本文通过元分析技术,对基于阈下启动实验范式的无意识情绪面孔加工的fMRI研究进行综合分析,并使用激活似然估计<sup>[7]</sup>(Activation Likelihood Estimation, ALE)计算合并后的大脑激活区域,探究基于情绪面孔的阈下情绪启动效应主要激活脑区。

**【基金项目】** 国家自然科学基金青年科学基金项目(81301211);国防科学技术大学校科研计划项目(JC12-08-01);2013年湖南省海外人才与智力引进项目  
通讯作者:彭仕芳

## 1 方 法

### 1.1 文献筛选

使用“subliminal affective priming”、“emotional faces”、“fMRI”、“unconscious”、“angry” or “fear” or “sad” or “surprised” or “disgusted” or “happy” or “neutral”等关键词在PubMed、Medline、Ovid、Scienedirect中搜索截止到2013年5月的文献。根据以下标准选择文献:①使用情绪面孔作为实验刺激材料的fMRI研究;②实验范式使用阈下启动范式(不包括双眼竞争、分心任务等);③结果必须报告标准化后的空间坐标,包括MNI或Talairach坐标。符合如下条件的文献予以排除:①被试为精神疾病患者;②实验范式指向其他心理过程,如注意、记忆;③未报告激活的空间坐标值。

### 1.2 分析工具及处理程序

元分析工具为GingerALE2.0软件。分析在Talairach空间标准下进行,将以MNI空间标准报告的坐标通过Lancaster转换为Talairach坐标。根据激

活坐标,采用三维高斯模型,建立ALE地图。具体参数如下:FDR(false discovery rate)、 $P<0.05$ 、簇像素大小 $>100\text{ mm}^3$ 。

### 1.3 纳入文献描述<sup>[8-17]</sup>

符合要求的文献有10篇,样本总量为195人,激活坐标有193个,纳入文献的详细描述见表1。

表1 纳入文献描述

作者,发表时间	被试人数	阈下刺激材料	控制条件	提取坐标数
Nomura et al., 2004	9	愤怒面孔	中性面孔	9
Killgore et al., 2004	12	悲伤、快乐面孔	中性面孔	26
Phillips et al., 2004	8	愤怒、厌恶面孔	中性面孔	55
Liddell et al., 2005	22	恐惧面孔	中性面孔	18
Williams et al., 2006	15	恐惧面孔	中性面孔	8
Sabatini et al., 2009	10	愤怒面孔	中性面孔	15
Duan et al., 2010	18	惊讶、快乐面孔	中性面孔	39
Suslow et al., 2010	56	悲伤、快乐面孔	中性面孔	6
Yang et al., 2012	27	恐惧面孔	中性面孔	6
Prochnow et al., 2013	18	悲伤、愤怒、快乐面孔	中性面孔	11

## 2 ALE元分析结果

对10篇文献的195个样本、193个坐标进行激活似然估计,得到三个主要的激活簇,见表2。最大ALE值代表该脑区的激活概率。无意识情绪面孔主要激活脑区为右侧杏仁核、左侧海马和右侧梭状回。

表2 ALE元分析激活簇结果

脑区	半球	坐标			体积( $\text{mm}^3$ )	最大ALE( $\times 10^{-3}$ )
		X	Y	Z		
杏仁核	右	27	4	-19	4720	5.23
海马	左	-16	-6	-15	2866	3.71
梭状回	右	49	-78	-3	1023	2.80

## 3 讨 论

元分析结果发现,阈下情绪面孔特别是负性情绪面孔(恐惧、厌恶、悲伤和愤怒)能诱发杏仁核的明显激活,这与以往的研究结论一致<sup>[18]</sup>。杏仁核作为边缘系统的重要成员,历来被认为是无意识情绪刺激认知加工的关键脑区。于是有研究者提出猜测,杏仁核对情绪信息(尤其是面孔表征)的快速加工,很可能避开了前额皮层的调节,绕过了有意识知觉的过程,是一个独立的反应通道<sup>[19]</sup>。还有证据表明,杏仁核的不同区域对不同类型的阈下情绪面孔进行反应,特别是焦虑得分比较高的人表现更明显<sup>[20, 21]</sup>。值得注意的是,相比左侧,杏仁核在无意识情绪面孔加工中右偏侧化现象明显,即右侧的激活概率更高,激活范围更大,这与以往的研究结果一致<sup>[22]</sup>。

阈下情绪面孔能够高度激活海马,极有可能与海马的记忆功能有关<sup>[23]</sup>,海马的唤醒能够使情绪面孔这类高度显著刺激的加工得到巩固,这样也许有

助于熟悉面孔的再认以及快速面部表情的识别。结合杏仁核的高度激活,可以看出在无意识情绪面孔的刺激下,海马-杏仁核综合体处于过度激活的状态,并且这种激活不依赖自上而下的皮质调节过程。

梭状回是颞叶的一部分,是脑内特异性面孔识别的功能定位区,在情绪面孔刺激的认知加工中起着重要作用<sup>[24]</sup>。最新的研究发现,在细微的面部表情识别和从事重要的社交活动时梭状回也会高度激活。本研究进一步揭示,相比左侧,右侧梭状回在无意识自动化情绪面孔加工中起着重要作用。

本研究采用ALE元分析发现,无意识情绪加工存在特定的神经机制,右侧杏仁核、左侧海马和右侧梭状回是无意识情绪面孔加工的关键脑区。但本研究没有揭示这三个重要脑区之间以及与其它脑区之间的神经活动相互关系;同时本研究中使用的ALE方法也有一定的缺点,如未考虑激活的强度,容易忽略一些激活水平较低和负激活的脑区。

### 参 考 文 献

- 1 王妍,罗跃嘉.大学生面孔表情材料的标准化及其评定.中国临床心理学杂志,2005,13(4):396-398
- 2 王妍,罗跃嘉.面孔表情的ERP研究进展.中国临床心理学杂志,2004,12(4):428-431
- 3 姚树桥,张江华,石湖清.无意识愤怒面孔加工的脑区激活似然估计(ALE)元分析.中国临床心理学杂志,2011,19(5):572-574
- 4 Kim MJ, Loucks RA, Neta M, et al. Behind the mask: The influence of mask-type on amygdala response to fearful faces. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 2010, 5: 363-368
- 5 Morris JS, Ohman A, Dolan RJ. Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala. Nature, 1998, 393: 467-470
- 6 Eickhoff SB, Laird AR, Grefkes C, et al. Coordinate-based activation likelihood estimation metaanalysis of neuroimaging data: A random-effects approach based on empirical estimates of spatial uncertainty. Human Brain Mapping, 2009, 30: 2907-2926
- 7 Laird AR, Fox PM, Price CJ, et al. ALE meta-analysis: controlling the false discovery rate and performing statistical contrasts. Human Brain Mapping, 2005, 25: 155-164
- 8 Nomura M, Ohira H, Haneda K, et al. Functional association of the amygdala and ventral prefrontal cortex during cognitive evaluation of facial expressions primed by masked angry faces: An event-related fMRI study. Neuroimage, 2004, 21: 352-363
- 9 Phillips ML, Williams LM, Heining M, et al. Differential ne-

发展的<sup>[13]</sup>,随着儿童注意力提高和自控能力增强,不必要的肢体动作逐渐减少,因此对动作的模仿行为也随之减少。此外,是否有眼神交流信号对一年级动作模仿的被试比例存在显著影响<sup>[5]</sup>,说明一年级儿童就已具备对眼神的敏感性。

### 3.3 表情和动作无意识模仿的差异

综合表情和动作无意识模仿的数据发现,小学生表情无意识模仿的发展特点总体为随着年龄的增长而增多,动作模仿则相反,反映了表情模仿和动作模仿发展特点的差异。动作模仿在一年级儿童中表现较多,随着儿童注意力的提高和自控能力的增强,动作模仿随之减少;而表情模仿随着儿童社会认知能力的增强出现明显分化(对高兴表情模仿增多),二者都是社会适应的表现。这也暗示了儿童模仿行为具有阶段性,不同阶段的突显特征有差异,如儿童期的模仿主要表现为表情和动作的复制,随着年龄的增长,个体对他人行为的模仿可能更多地表现为语言和思维方式的模仿,整体趋势为越来越内化、隐蔽化、高级心理过程化,有待后续研究的进一步证实。

### 参 考 文 献

- 1 Chartrand TL, van Baaren R. Chapter 5 Human Mimicry, 2009, 41: 219-274
- 2 Grafton ST. Embodied cognition and the simulation of action to understand others. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2009, 1156(1): 97-117
- 3 Heyes C. Automatic imitation. *Psychological Bulletin*, 2011, 3(137): 463-483
- 4 Iacoboni M, Woods RP, Brass M, et al. Mirror properties in a sulcus angularis area. *NeuroImage*, 2000, 11(5): S821
- 5 Wang Y, Newport R, Hamilton AFDC. Eye contact enhances mimicry of intransitive hand movements. *Biology Letters*, 2011, 7(1): 7-10
- 6 Rizzolatti G, Craighero L. The mirror-neuron system. *Annual Review Neuroscience*, 2004, 27: 169-192
- 7 Jones SS. Imitation in infancy the development of mimicry. *Psychological Science*, 2007, 18(7): 593-599
- 8 郑信军. 7~11岁儿童的同伴接纳与心理理论发展的研究. *心理科学*, 2004, 2(27): 398-401
- 9 郭晓丽,江光荣. 暴力电子游戏对儿童及青少年的影响研究综述. *中国临床心理学杂志*, 2007, 2(15): 188-190
- 10 Sato W, Yoshikawa S. Spontaneous facial mimicry in response to dynamic facial expressions. *Cognition*, 2007, 104(1): 1-18
- 11 Bourgeois P, Hess U. The impact of social context on mimicry. *Biological Psychology*, 2008, 3(77): 343-352
- 12 佟月华,宋尚桂. 小学生情绪理解的发展特点. *心理科学*, 2009, 3(32): 709-711
- 13 许政援,吴念阳,闵瑞芳. 3—6岁幼儿控制自己行为能力的发展特点和影响发展的因素. *心理学报*, 1987, 19(1): 18-24

---

(上接第906页)

- 10 Killgore WD, Yurgelun-Todd DA. Activation of the amygdala and anterior cingulate during nonconscious processing of sad versus happy faces. *Neuroimage*, 2004, 21: 1484-1496
- 11 Liddell BJ, Brown KJ, Kemp AH, et al. A direct brainstem-amygdala-cortical 'alarm' system for subliminal signals of fear. *Neuroimage*, 2005, 24: 235-243
- 12 Williams LM, Liddell BJ, Kemp AH, et al. Amygdala-prefrontal dissociation of subliminal and supraliminal fear. *Human Brain Mapping*, 2006, 27: 652-661
- 13 Sabatini E, Della Penna S, Franciotti R, et al. Brain structures activated by overt and covert emotional visual stimuli. *Brain Research Bulletin*, 2009, 79(5): 258-264
- 14 Duan X, Dai Q, Gong Q, et al. Neural mechanism of unconscious perception of surprised facial expression. *Neuroimage*, 2010, 52: 401-407
- 15 Suslow T, Konrad C, Kugel H, et al. Automatic mood-congruent amygdala responses to masked facial expressions in major depression. *Biological Psychiatry*, 2010, 67: 155-160
- 16 Yang J, Cao Z, Xu X, et al. The amygdala is involved in affective priming effect for fearful faces. *Brain and Cognition*, 2012, 80(1): 15-22

- 17 Prochnow D, Kossack H, Brunheim S, et al. Processing of subliminal facial expressions of emotion: A behavioral and fMRI study. *Social Neuroscience*, 2013
- 18 Davis M, Whalen PJ. The amygdala: Vigilance and emotion. *Molecular Psychiatry*, 2001, 6(1): 13-34
- 19 徐茜,蒋毅. 无意识的情绪面孔加工及其潜在神经机制. *科学通报*, 2012, 57(35): 3358-3366
- 20 Vizuetta N, et al. Dispositional fear, negative affectivity, and neuroimaging response to visually suppressed emotional faces. *Neuroimage*, 2012, 59: 761-771
- 21 Dunsmoor JE, Prince SE, Murty VP, et al. Neurobehavioral mechanisms of human fear generalization. *Neuroimage*, 2011, 55: 1878-1888
- 22 Costafreda SG, Brammer MJ, David AS, et al. Predictors of amygdala activation during the processing of emotional stimuli: A meta-analysis of 385 PET and fMRI studies. *Brain Research Reviews*, 2008, 58: 57-70
- 23 Squire LR, Wixted JT. The cognitive neuroscience of human memory since H.M. *Annual Review of Neuroscience*, 2011, 34: 259-288
- 24 钟明天,殷婷,蚁金瑶,等. 威胁性情绪面孔对正常人脑的激活模式. *中国临床心理学杂志*, 2012, 20(3): 285-287

(收稿日期:2013-05-29)

(收稿日期:2013-05-09)