

社会情绪的神经基础*

徐晓坤¹ 王玲玲¹ 钱星¹ 王晶晶¹ 周晓林^{1,2,3}

(¹东南大学学习科学研究中心, 南京 210096) (²北京大学心理学系, 北京 100871)

(³中国科学院心理健康重点实验室, 北京 100101)

摘要 该文提出了社会情绪概念的界定及其分类, 回顾并总结了近年来对社会情绪神经基础的研究结果, 指出了现有的研究范式和方法存在的局限, 并对该领域未来的研究方向和研究重点做了进一步展望。

关键词 社会情绪, 神经基础, 脑功能成像。

分类号 B842

1 关于社会情绪

1.1 社会情绪的界定

情绪是多重神经系统基于对刺激的评价而产生的反应, 即生理系统(包括身体和神经)协调、适应性的相位变化, 它是大脑的高级功能之一^[1]。Adolphs 将情绪分为 6 个复杂程度依次增加而又连续统一的层次: 行为状态、动机状态、心境、情绪系统、基本情绪和社会情绪。对动物情绪的研究主要集中在“动机状态”(奖赏和惩罚)上, 而对人类情绪的研究主要集中于“基本情绪”(高兴、恐惧、厌恶、悲伤、生气), 精神病学和社会心理学的研究则有时会涉及到更加复杂的社会情绪^[2]。

社会情绪是人类区别于其他物种的一个显著特征, 因此对社会情绪的神经机制进行研究有着非常重要的意义。社会情绪的产生和发展要晚于基本情绪。它依赖于社会情

境, 并要求个体对自身在社会情境中的处境和状态有更加广泛的表征。社会情绪有调节社会行为的功能, 它不仅对单个个体、还常常对个体所处的社会群体产生广泛的影响^[3]。社会情绪有助于个体了解自身或他人的处境与状况, 适应社会的需要, 求得更好的生存和发展, 个体所处的情绪状态也会影响道德判断、推理和决策等高级认知过程。

1.2 社会情绪的种类

我们认为, 社会情绪大致可分为三类, 即自我意识情绪(self-conscious emotions)、自我预期的情绪(self-anticipatory emotion)和依恋性社会情绪(attachment-related social emotion)。个体在社会环境中, 由于关注他人对自身或自身行为的评价所产生的情绪可称为自我意识情绪, 它可分为正性和负性两类, 负性的包括内疚、害羞、尴尬等, 正性的如自豪等。在面临机会选择或竞争情境时, 个体对不同行为方式的后果做出预期, 并根据自身的期望和价值取向调节对社会信息的认知和加工过程, 这一过程引发的情绪可以称为自我预期的情绪, 例如后悔与嫉妒等。相对于前两类情绪, 依恋性社会情绪

收稿日期: 2005-04-06

* 得到国家攀登计划(批准号: 95-专-09)、国家自然科学基金(30070260, 30470569, 60435010)、教育部科学技术重点项目基金(01002, 02170)和中国科学院知识创新工程方向性项目(KGCX2-SW-101)的资助。

通讯作者: 周晓林, E-mail: xz104@pku.edu.cn

更多地涉及到人与人之间的情感连结,其中既有母亲对子女或子女对母亲的依恋,即通常意义上所说的母爱(maternal love/maternal attachment);也有男人和女人之间的依恋关系,即我们狭义上所说的情爱,包括恋爱(romantic love)和性爱(sexual love);以及深入他人主观世界,了解其感受并产生共鸣,也就是我们所说的共情(empathy)。

2 社会情绪的神经基础

由于社会情绪的复杂性,目前研究社会情绪行为表现和功能的方法和手段存在很大的局限性,对社会情绪的神经机制的探讨更是难以入手。近年来,随着神经成像技术的快速发展,以电信号为基础的方法(EEG、ERP),以血氧动力学为基础的方法(PET、fMRI),以及对神经递质的研究等,使我们可以更精确地研究大脑的结构和机能,了解社会情绪的神经机制。

2.1 自我意识情绪的神经基础

内疚(guilt)和羞耻(shame)作为两种典型的社会情绪,具有复杂的内部联系,因此经常被结合起来研究。内疚是个体危害了别人的行为,或违反了道德准则,而产生良心上的反省,对行为负有责任的一种负性体验^[4]。羞耻是当个体把消极的行为结果归因于自身能力不足时而产生的指向整个自我的痛苦体验^[5]。Shin 等人^[6]让被试先回忆并记录自己内疚的经验,然后让被试看他们自己写的这些故事,同时使用正电子断层扫描(PET)技术来研究内疚情绪体验过程中的区域性脑血流(rCBF)变化。结果发现,相较于中性条件,内疚情绪状态下边缘系统前部脑血流活动增加,其中包括双侧前颞极(bilateral anterior temporal poles),前扣带回(anterior cingulated gyrus)和左侧脑岛前叶和额下回(left anterior insular cortex

/inferior frontal gyrus),但是并不包括眶额皮层(orbitofrontal cortex)。Shin 等人的研究结果与之前的许多相关研究^[7-9]都证明了边缘系统前部(anterior paralimbic regions)在调节个体的消极情绪方面的作用,但是否能就此推论出内疚有特定的神经基础,甚至类推到羞耻,依然有很大疑问。

与上述的内疚与羞耻类似,尴尬(embarrassment)^[10]也是一种负性的自我意识社会情绪。和内疚相比,尴尬更多地与违反社会传统有关,例如服饰衣着、社交礼仪和卫生习惯等。它更多地依赖于社会和文化背景,并且在个体十分关注现实或假想中的他人对自己的消极评价时产生。首先研究尴尬神经机制的是 Berthoz 等人^[11]。他们利用磁共振功能成像(fMRI)研究无意违反(尴尬)和故意违反社会准则过程中情绪脑机制的区别,结果显示,故意或无意违反社会准则时激活的脑区相似,但故意违反时相应脑区的反应要强烈得多。这个结果表明,两者可能具有相似的神经机制,都包括理解别人行为(包括前额叶中部、颞顶交界区以及颞极)和不认同别人行为(包括眶额皮层侧部以及前额叶中部)的反应阶段。最近 Takahashi 等人利用磁共振成像比较了内疚和尴尬的区别^[10],被试的任务是看一些分别含有内疚、尴尬和中性情绪的语句。功能图像的分析结果显示,内疚和尴尬情绪都激活了内侧前额叶(MPFC),颞上沟(STS)和视觉皮层(visual cortex);与内疚情况相比,尴尬在右颞侧、双侧海马以及视皮层的激活度更高,这些脑区都与心理理论(theory of mind, ToM)相关。所以他们认为,对所有的“自我意识情绪”的处理都含有 ToM 处理过程,并且尴尬的处理过程要比内疚更加复杂。

2.2 自我预期的情绪的神经基础

面临选择时,个体需要分别考虑选择和放弃的机会成本;而当个体最终意识到做出了错误选择,就会体验到一种不同于普通失望情绪的后悔(regret)情绪。Camille等人使用了一种简单的轮盘赌博任务(gambling task)^[12],要求健康被试和眶额皮层(OFC)受损的病人在两个具有不同风险概率的轮盘中作出选择,实验结束时被试通过一个9点量表对自己的情绪(高兴-悲伤)做出评价。结果发现,当被试得知自己做出的选择收益不如放弃的选择收益时,正常被试会体验到较为强烈的后悔情绪,而OFC损伤的病人则不会产生后悔情绪。总的来说,这类病人缺乏将未选择与已选择的行为可能得到的利益进行比较的能力。

真实或想像中的对手,可能令个体失去某些有价值的关系,而个体对这种潜在威胁的知觉所产生的相应情绪称为嫉妒(jalousy)^[13]。心理动力学认为,嫉妒是后天的习得产生的效应,尤其与童年经历有关。与他人比较,发现自己在才能、名誉、地位或境遇等方面不如别人而产生的一种由羞愧、愤怒、怨恨等组成的复杂情绪状态,嫉妒心理是一种憎恨心理,具有明显的与人对抗的特征。过去对嫉妒情绪研究主要局限于使用量表测量^[14],而我们目前正在用故事诱发范式对其神经机制进行fMRI研究。

2.3 依恋性社会情绪的神经基础

母爱通常被定义为母亲在与她的孩子的互动交往中产生的一种情感和情绪体验。Davidson等^[15]将它描述为不同与目的驱动的奖赏(reward)体系的后目标积极情绪(post-goal attainment)。初分娩的母亲(不包括产后抑郁症患者)面对新生儿时,这种情绪最为强烈。Nelson以及Nitschke等^[16]

以fMRI为实验技术手段,选取新生儿母亲为被试,要求她们看自己3~5月大的孩子的照片,结果发现了包括枕叶、双侧脑岛前叶、右侧海马、右侧中央前回、右侧背外侧前额叶和双侧小脑在内的很多区域的激活。Nelson等认为,母爱是涉及视觉加工、运动行为、情绪反应和记忆的多层面复杂的反应。Nitschke等人^[17]进一步改进和完善了实验方法,重点考察了眶额皮层(orbital frontal cortex, OFC)与母爱的关系。实验要求母亲分别看自己孩子、他人的孩子以及成人的面孔照片。结果发现,母亲在看自己孩子的照片时,相较于看不熟悉的孩子时,在双侧眶额皮层有明显的激活;在所有的条件中,母亲在看自己孩子照片时的情绪最为积极正性。由此可见,眶额皮层的激活与愉快的情绪评价成正相关。上述研究说明了眶额皮层在母亲对孩子的情感反应中的重要作用。

情爱,主要是恋爱,被认为是所有情绪情感状态中最强势的、压倒一切的情感状态,多产生于异性之间,如恋人之间浪漫的爱情和夫妻配偶之间的情感连结,当然也包括性爱。Bartels等^[18]以fMRI的技术手段研究恋爱的神经基础。以处于热恋状态的人为被试,让他们看不同人的照片。结果显示,相对于看朋友照片,被试在看恋人照片时激活了以下脑区:脑岛中部、前扣带回、尾状核和双侧壳核;同时抑制了以下脑区:后扣带回、杏仁核、右后侧前额叶、顶叶和颞叶中部。这些激活点的联合性不同于之前的一些情绪研究,由此Bartels等认为,情爱具有一个独特的神经网络区域,对情感状态的加工也存在分区特异性。

Thomas^[19]综述了对社会依恋的研究,提出了社会依恋的神经回路。目前所知,中脑-皮层-边缘(mesocorticolimbic)的多巴

胺 (DA) 确实在老鼠的母爱行为和某种野鼠的配偶关系中具有很重要的作用。此外, 中脑-皮层-边缘回路和两种神经肽-荷尔蒙 (oxytocin, OT) 和后叶加压素 (vasopressin, AVP) 在社会依恋 (包括母爱和情爱) 中起重要作用。

Bartels 等^[20]将母爱依恋的相关激活脑区与早期关于情爱的研究结果、以及关于社会依恋神经递质的研究结果结合起来分析, 发现两种情感依恋类型的激活脑区都存在各自的特定区域, 同时在大脑奖赏系统 (reward system) 存在重叠, 这一区域也是富有某种荷尔蒙和后叶加压素受体的脑区; 同时两种情感依恋类型都抑制了与消极情绪、社会判断和心理理论相关的脑区活动, 即抑制了评估他人意图和情感的脑区活动。

共情是基于日常生活中对自己和他人行为的普遍经验^[21], 以此模拟并试图了解他人的情绪状态。Laurie 等^[22]认为, 动作表征调节情绪活动的神经机制可能是共情产生的基础。颞上皮层和额下皮层是动作表征的关键区域, 并且通过脑岛与边缘系统相连。因此他们假设, 脑岛是动作表征到情绪的关键传递者。在他们的实验中, 向被试呈现一些面部表情的图片, 要求被试模仿或者只是简单地观看, 同时进行 fMRI 扫描。模仿和观看表情图片激活的大脑神经网络有很大一部分是相似的, 但是在前运动区包括额下回、颞上回、脑岛和杏仁核, 模仿任务比观看任务的激活程度更高。

Singer 等运用功能成像技术^[23], 比较了被试自身接受痛觉刺激时和观察到他们的恋人接受痛觉刺激时脑区的激活, 发现双侧前脑岛、前扣带回喙部、脑干和小脑在两种情况下均有激活。前脑岛和前扣带回的激活程度与个体的共情能力分数相关, 而后脑岛

/次级体感皮层、感觉运动皮层和前扣带回尾部与个体的痛觉感受能力相关。实验结果表明, 前脑岛和前扣带回在体会“自身”和“他人”的疼痛的条件下都有激活, 痛觉网络中的情感特质 (而非感觉特质) 引发了共情。

Decedy 使用 PET 研究了同情的神经机制^[24]。实验前, 由半专业的演员讲述悲伤或是中性的故事, 同时伴以与故事情绪相符或相冲突的动作表达, 录制成短片。在被试观看这些短片的同时进行 PET 扫描。每个短片结束后, 要求被试对表演者的情绪做出评价。悲伤的故事相对于中性的故事有更多的、与情绪加工相关的脑区的激活, 同时一系列属于“共享表征”网络的皮层也有更大的激活, 包括右侧的顶叶下部皮层。不论故事的内容如何, 动作表达都激活了左侧的额上回。当故事表达的情绪和动作表达的情绪相冲突时, 引发了显著的皮电反应, 腹中侧前额叶和额下回的脑血流量也显著增加, 而这两个区域都与处理社会冲突有关。总的来说, 这些结果支持一个同时基于共享表征和情感网络的模型。

Tom 利用 fMRI 对共情和宽恕 (forgiveness) 进行了研究^[25]。在实验中要求被试在社会情景下进行推理。实验结果发现, 共情以及宽恕都激活了眶额皮层、左侧额上回、楔前叶 (precuneus)。共情判断还激活了左前侧颞回的中部以及左侧额下回, 而宽恕则激活了扣带回后侧。Tom 等认为, 脑区激活不同的原因可能是由于社会联系的不同。

3 社会情绪与其他社会认知系统的神经联系

在社会交往中, 个体的认知、情绪和行为是相互影响的。因此, 我们可以推测, 社会情绪的加工任务中的神经机制与社会认

知或心理理论任务的神经机制存在着密切的联系（见图 1）。

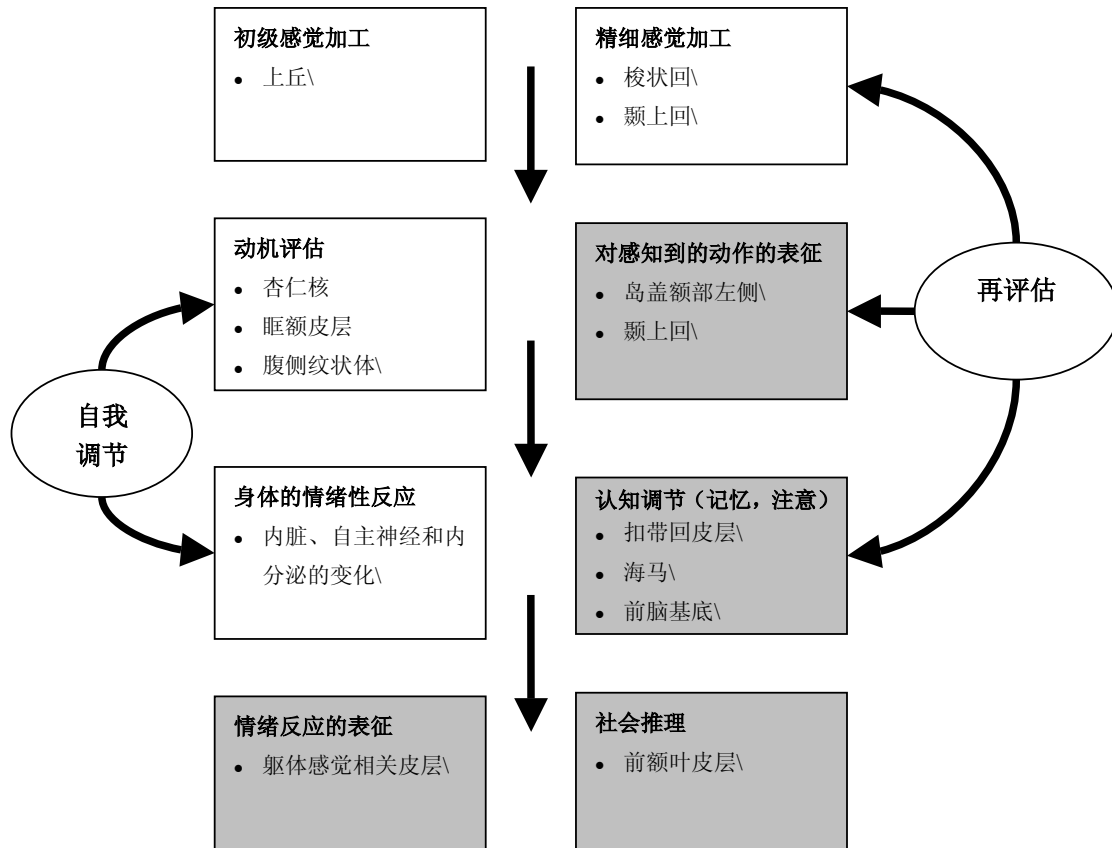


图 1. 社会认知过程及相关的神经基础

（该图描述了社会信息加工系统中的一些核心特征：选择性（对不同类型的信息做出区分）、分类性、概括性和对过去经验的结合运用。社会认知的某些成分（图中灰色部分）对人们掌握社会知识起到了重要作用。再评估和自我调节是两种特殊的反馈调节机制，人们通过这两种机制反馈的信息，反过来再对社会性刺激的反应和评估进行调节。）——经 Adolphs 同意引用。

3.1 与心理理论 (ToM) 的联系

社会情绪的产生基于社会认知。个体首先接收来自于社会环境的信息，包括认知加工对象的面部表情、身体姿势、生物性运动等线索，对这些线索进行进一步的精细感觉加工，在头脑中形成对加工对象的动作表征；然后根据这些动作表征对社会交往中的

对象的心理状态（如动作意图等）做出推测。这些线索同时激活了躯体感觉标记系统，个体结合以往的经验做出恰当的情绪反应。

综合以上的研究可以看出，很多社会情绪，尤其是自我意识情绪，如内疚、害羞、尴尬等，都涉及到对他人心理状态的推测和表征，对他人想法和行为的解释和预测，即

我们通常所说的“心理理论”。Gallagher等回顾了对心理理论的功能成像研究^[26],总结出旁扣带回皮层前部、颞上沟和双侧颞极等脑区总是被激活。在社会认知系统中,我们利用心理理论推测他人有关的心理状态,由此产生各种社会情绪,因此心理理论可以说是社会情绪产生的基础。

3.1.1 旁边缘系统 (paralimbic regions) 和颞上沟 (superior temporal sulcus, STS)

Gallagher^[27]等运用正电子断层扫描技术 (PET),让被试与电脑玩一种“石头,剪子,布”的游戏。这种游戏在三种实验条件下进行,即分别告诉被试游戏的对手是真人控制、预设的程序或随机的程序,而实际上所有条件下的对手都是随机程序。实验结果显示,当被试认为对手是真人时,双侧旁边缘系统前部 (anterior paralimbic) 有更显著的激活,说明这一区域与推测他人意图有关。在 McCabe^[28]有关合作的 fMRI 实验中,当被试认为合作的对象是真人时,也有旁边缘系统的激活。

一般认为 STS 是个纯粹的感觉区域。

Gallagher^[29]要求被试看一些故事或卡通图画,结果发现,无论是否要求推测主角人物的心理状态,当故事的主角是人时,右侧颞上沟有显著激活。其他一些功能成像的研究还发现,观看手的运动、身体运动、嘴巴的运动和读唇都会激活 STS,这些实验结果说明生物运动、眼动和目光注视的方向都和 STS 有关。但是 Iacoboni^[30,31]的研究发现,与单纯的观察任务相比,被试进行模仿任务时 STS 的激活更显著。他认为模仿过程激活了被试已经建立起的有关动作经验的前馈模型,被试对需要模仿的动作的后果做出感觉预期,因而激活了 STS。

3.1.2 内侧前额叶 (medial prefrontal cortex)

在以往有关心理理论的研究中观察到的内侧前额叶的激活区域,是介于前扣带回的边缘和旁扣带回沟上的额叶内侧之间。Gallagher^[29]使用言语性的故事理解任务与相对应的视觉性理解任务 (静态的单帧卡通图片),结果发现,对言语性和视觉性故事的理解引发了被试对他人心理状态的归因,这两个任务都激活了 BA 6 和 8/9 区;Brune^[32]等要求被试推测动画剧本中角色的心理活动,发现了 BA 6, 8, 9 区的激活;Castelli 等^[33]以正常人作为被试,要求他们观察以几何图形绘制角色的运动,并对其意图进行推理,也在 BA 9 区发现了激活。

3.1.3 颞顶联合区 (temporo-parietal region)

在有关 ToM 的研究中,常常可以观察到颞顶联合区的激活^[29,32,33],这一区域并且对旋转运动与生物体运动也相当敏感;此外,在向被试呈现人类面孔时,这一区域也会激活^[34]。这些研究说明,作为 ToM 系统的一部分,颞顶联合区起到了检测运动线索的作用,继而指挥系统的其它部分去推测观察到的生物运动的意图^[35,36]。

3.2 与奖赏系统 (reward system) 的联系

人类和动物都有趋利避害的行为倾向,产生这种倾向的关键是对刺激的奖赏和惩罚价值进行表征和预期,运用这个预期作为决策的基础并指导行为。这一过程中所涉及的脑机制就是奖赏系统。上文关于母爱的研究发现,奖赏系统与情感体验尤其是人类的情感依恋密切相关。情感依恋抑制了与社会评估和消极情绪体验相关的脑区活动,进而弱化了社会距离感。这也可以解释为什么爱的力量可以给人动力和愉快的感觉^[37]。

O'Doherty^[38]综述了有关人脑奖赏系统的研究,总结出以下区域总是被激活:腹、内侧前额叶 (包括眶额部和内侧前额叶)、

杏仁核、纹状体和中脑。这些区域间的活动联系紧密,可以将它们看作一个整合的神经网络。其中眶额皮层对具有奖赏价值的刺激进行编码,杏仁核和腹侧纹状体对奖赏预期进行表征,而眶额部和中部前额叶以及背侧纹状体对行为选择的过程进行调节。

4 总结及未来的研究方向

到目前为止,对社会情绪的研究仍然主要集中在现象学和理论层面上,而对其神经机制方面的研究仍然较少。现有的研究,对社会情绪的界定较为模糊,所采用的实验范式也比较单一,大多是采用被动的视觉图片呈现诱发情绪,是否能有效和准确的诱发了所研究的情绪,尚未有明确的定论。现有的行为层面上的研究已经积累了不少可行的情绪诱发方式和情绪评估手段,问题在于如何把行为实验的情绪诱导范式和电生理或脑功能成像的技术手段很好地结合起来,系统研究社会情绪的神经基础。社会情绪如何产生,如何被知觉,与认知过程的关系如何,不同的情绪是否有不同的神经回路,大脑的不同部位在情绪产生和识别过程中如何相互作用,社会情绪经怎样的回路调控社会行为,这些问题的探讨还需进一步研究。

参考文献

- [1] Damasio A R. The feeling of what happens: body and emotion in the making of consciousness. New York: Harcourt Brace, 1999, 203~204
- [2] Adolphs R. Neural systems for recognizing emotion. *Current Opinion in Neurobiology*, 2002, 12: 169~177
- [3] Adolphs R. Cognitive neuroscience of human social behavior. *Nature Reviews Neuroscience*, 2003, 4: 165~178
- [4] Hoffman M L. Empathy and Moral Development: Implication for caring and justice. UK: Cambridge University Press, 2000, 175~189
- [5] Weiner B. An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 1985, 92: 548~573
- [6] Shin L M, et al. Activation of anterior paralimbic structures during guilt-related script-driven imagery. *Biological Psychiatry*, 2000, 48: 43~50
- [7] George M S, Ketter T A, Parekh P I, et al. Blunted left cingulate activation in mood disorder subjects during a response interference task (the Stroop). *Journal of Neuropsychiatry Clinical Neurosciences*, 1997, 9: 55~63
- [8] Rauch S L, et al. A symptom provocation study of post traumatic stress disorder using positron emission tomography and script-driven imagery. *Archives of General Psychiatry*, 1996, 53(5): 380~387
- [9] Shin L M, et al. Regional cerebral blood flow during script-driven imagery in childhood sexual abuse-related PTSD: A PET investigation. *American Journal of Psychiatry*, 1999, 156: 575~584
- [10] Takahashi H, et al. Brain activation associated with evaluative processes of guilt and embarrassment: an fMRI study. *NeuroImage*, 2004, 23: 967~974
- [11] Berthoz S, et al. An fMRI study of intentional and unintentional (embarrassing) violations of social norms. *Brain*, 2002, 125: 1696~1708
- [12] Camille N, Coricelli G, Sallet J, et al. The Involvement of the Orbitofrontal Cortex in the Experience of Regret. *Science*, 2004, 304: 1167~1170
- [13] Parker G, Barrett E. Morbid jealousy as a variant of obsessive-compulsive disorder. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 1997, 31: 772~773
- [14] Marazziti D, Di Nasso E, et al. Normal and obsessional jealousy: a study of a population of young adults. *European Psychiatry*, 2003, 18: 106~111
- [15] Davidson, R J, Pizzagalli D, Nitschke, J B, Putnam, K. Depression perspectives from affective neuroscience. *Annual Review of Psychology*, 2002, 53: 545~574
- [16] Nelson E E, Nitschke J B, et al. Motherly love: An fMRI study of mothers viewing pictures of their infants. *NeuroImage*, 2001, 13: Supplement, 450J.B
- [17] Nitschke J B, et al. Orbitofrontal cortex tracks positive mood in mothers viewing pictures of their newborn infants. *NeuroImage*, 2004, 21: 583~592
- [18] Bartels A, Zeki S. The neural basis of romantic love. *NeuroReport*, 2000, 11: 3829~3834
- [19] Thomas R. Is social attachment an addictive disorder? *Physiology & Behavior*, 2003, 79: 351~357

- [20] Bartels A, Zeki S. The neural correlates of maternal and romantic love. *NeuroImage*, 2004, 2: 1155~1166
- [21] Gallese V. The manifold nature of interpersonal relations: The quest for a common mechanism. *Philosophical Transaction: Biological Sciences*, 2003, 358: 517~528
- [22] Carr L, et al. Neural mechanisms of empathy in humans: A relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 2003, 100: 5497~5502
- [23] Singer T, Seymour B, O'Doherty J, et al. Empathy for Pain Involves the Affective but not Sensory Components of Pain. *Science*, 2004, 303: 1157~1162
- [24] Decety J. Neural correlates of feeling sympathy. *Neuropsychologia*, 2003, 41: 127~138
- [25] Farrow T, Zheng Y. Investigating the functional anatomy of empathy and forgiveness. *Neuroreport*, 2001, 12: 2433~2438
- [26] Gallagher H L. Functional imaging of 'theory of mind'. *Trends in Cognitive Sciences*, 2003, 7: 77~83
- [27] Gallagher H L, et al. Imaging the intentional stance. *NeuroImage*, 2002, 16: 814~821
- [28] McCabe K, et al. A functional imaging study of cooperation in two-person reciprocal exchange. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 2001, 98: 11832~11835
- [29] Gallagher H L, et al. Reading the mind in cartoons and stories: an fMRI study of 'theory of mind' in verbal and nonverbal tasks. *Neuropsychologia*, 2000, 38: 11~21
- [30] Iacoboni M, et al. Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, 1999, 286: 2526~2528
- [31] Iacoboni, M, et al. Reafferent copies of imitated actions in the right superior temporal cortex. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 2001, 98: 13995~13999
- [32] Brunet E, Sarfati Y, et al. A PET investigation of the attribution of intentions with a nonverbal task. *Neuroimage*, 2000, 11: 157~166
- [33] Castelli F, Happe F, Frith U, Frith C. Movement and mind: a functional imaging study of perception and interpretation of complex intentional movement patterns. *Neuroimage*, 2000, 12: 314~325
- [34] Chao L, et al. Are face-responsive regions selective only for faces? *Neuroreport*, 1999, 10: 2945~2950
- [35] Cipolotti L, et al. Fractionation of visual memory: evidence from a case with multiple neurodevelopmental impairments. *Neuropsychologia*, 1999, 37: 455~465
- [36] Blair R J, et al. Fractionation of visual memory: agency detection and its impairment in autism. *Neuropsychologia*, 2002, 40: 108~118
- [37] Elliott R, Newman J L, et al. Differential response patterns in the striatum and orbitofrontal cortex to financial reward in Humans: A parametric functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, 2003, 23: 303~307
- [38] O'Doherty J P. Reward representations and reward-related learning in the human. *Current Opinion in Neurobiology*, 2004, 14: 769~776.

The Neural Bases of Social Emotions

Xu Xiaokun¹, Wang Lingling¹, Qian Xing¹, Wang Jinjin¹, Zhou Xiaolin^{1,2,3}

¹The Research Center of Learning Science, Southeast University, Nanjing 210096, China)

²Department of Peking University, Beijing 100871, China)

³Key Laboratory of Mental Health, Chinese Academy of Science, Beijing 100101, China)

Abstract: Social emotions depend on a social context and arise later in development and evolution than basic emotions (happy, sad, angry etc) and require an extended representation of oneself as situated within a society. This article categorized social emotions and reviewed recent findings concerning the neural bases of different social emotions. The advantages and limitations of various experimental paradigms and the neural relations between social emotions and other social cognition processes are discussed.

Key words: social emotion, neural substrate, functional neural image.