

## 共情的神经生物基础\*

潘彦谷 刘衍玲 马建苓 冉光明 雷 浩

(西南大学心理学部心理健康教育研究中心; 认知与人格教育部重点实验室(西南大学), 重庆 400715)

**摘 要** 共情指个体感知或想象他人的情感, 并部分体验到他人感受的心理过程。共情包括情感共情和认知共情两个独立成分。情感共情的神经网络包括前脑岛(AI)、前扣带回(ACC)以及镜像神经系统(MNS), 认知共情的核心脑区是腹内侧前额叶(vmPFC)。共情的神经网络在个体发展中逐渐成熟并受到认知评价的调节。另外, 催产素和催产素受体基因多态性与共情密切联系。未来应该深入研究躯体感觉皮质在疼痛共情中的作用, 共情和亲身情感体验的神经网络的区别, 开展催产素改善共情缺陷个体的干预研究, 采用脑成像基因技术研究基因多态性与共情神经网络的关系以及提高共情研究范式的生态效度。

**关键词** 共情; 脑机制; 神经发展; 认知调节; 催产素

**分类号** B845

共情(Empathy)指个体感知或想象他人的情感, 并部分体验到他人感受的心理过程(Singer & Lamm, 2009)。共情与怜悯(compassion)、同情(symathy)、共情关怀(empathic concern)等概念类似, 但它们又存在区别。共情的特征是个体的情感反映了情感共享(与他人同感受), 然而怜悯、同情、共情关怀的特征是个体的情感内在地指向他人(同情他人)。共情可以帮助个体更好地理解 and 预测他人的情绪和行为, 共情也可以促进利他与合作行为, 因此共情在人际交往中扮演了非常重要的角色(de Vignemont & Singer, 2006)。De Waal (2008)认为共情是长期进化的结果, 是利他行为的近因动机。Bartal, Decety 和 Mason (2011)研究老鼠的共情和亲社会行为, 证明共情激发个体的利他行为具有生物学根源。最近几年采用脑成像技术(fMRI)、事件相关电位技术(ERP)以及特定脑区损伤病人研究等方法研究共情的神经生物机制, 取得了丰硕的成果。研究发现共情包括情感共情和认知共情两个相互独立的成分, 每个成分涉及

不同的神经网络。并且, 共情的神经网络随着个体发展逐渐成熟。同时, 共情的神经网络受到个体认知评价的调节。另外, 研究还发现催产素对共情有重要的作用。因此, 本文将从以上几个方面对共情的已有研究进行梳理, 并对其未来的研究进行展望。

### 1 共情的脑机制

脑损伤病人研究证明, 共情包括情感共情和认知共情两个独立的成分。情感共情指个体无意识的情绪感染和情绪识别。认知共情指个体对他人的情感的理解。Dziobek 等人(2008)采用多向共情测验量表(MET)研究孤独症病人, 发现孤独症病人的认知共情能力受损, 但是情感共情能力与正常被试没有差别。Harari, Shamay-Tsoory, Ravid 和 Levkovitz (2010)在边缘性人格障碍病人研究中也发现情感共情和认知共情的分离。他们研究发现, 与健康被试相比, 边缘性人格障碍病人表现出更低的认知共情能力和更高的情感共情能力。Shamay-Tsoory, Aharon-Peretz 和 Perry (2009)通过对脑损伤病人的研究发现, 大脑腹内侧前额叶(vmPFC)损伤病人认知共情能力低, 但情感共情能力正常; 大脑额下回(IPG)损伤病人情感共情能力低, 但认知共情能力正常。这些研究证明了共情包括两个独立的成分。

收稿日期: 2012-03-05

\* 西南大学 211 工程国家重点学科基础心理学资助项目(NSKD11059)和中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(swu1009101)资助。

通讯作者: 刘衍玲, E-mail: ssq@swu.edu.cn

## 1.1 情感共情的神经网络

### 1.1.1 前脑岛(AI)和前扣带回(ACC)

个体在理解他人的情感和行为时, 依赖相应神经表征的激活。Preston 和 De Waal (2002)指出, 观察或者想象一个处于特殊情感状态的人将自动激活观察者相应的神经表征, 同时出现相关的自主反应和躯体反应。

共情的神经科学研究采用的主要范式是疼痛共情研究。疼痛共情指个体感知或者想象他人的疼痛, 并且自身体验到疼痛的心理过程。Singer 等人(2004)较早采用 fMRI 研究疼痛共情, 他们在实验中设置两种条件, 一种条件是让被试接受疼痛刺激, 另一种条件是让被试观察信号, 信号出现暗示他们的爱人正在接受疼痛刺激。结果发现, 两种条件下, 被试的背部前扣带回(dACC)、前脑岛(AI)、脑干和小脑都激活, 而且前脑岛和前扣带回的激活程度与被试自我报告的共情得分呈正相关。但是只在被试亲身经历疼痛刺激时, 次级躯体感觉皮质和后脑岛激活。随后, Morrison, Lloyd, Di Pellegrino 和 Roberts (2004)采用 fMRI 技术研究疼痛共情, 他们也设置了两种条件, 一种条件是让被试手指接受中等程度的针刺, 另一种条件是让被试观看他人的手指接受同样的针刺。结果发现, 两种条件下被试的右侧背部前扣带回(dACC)都激活, 但是只在被试亲身接受针刺时, 初级躯体感觉皮质激活。这两个研究证明疼痛共情激活疼痛脑区的情感动机部位(背部前扣带回和前脑岛), 没有激活疼痛脑区的躯体感觉部位。

与前面研究不同, 后来的研究发现疼痛共情也激活疼痛脑区的躯体感觉部位。Benuzzi, Lui, Duzzi, Nichelli 和 Porro (2008)研究发现, 疼痛共情激活顶叶和左边后脑岛皮质, 这些大脑皮质参与疼痛的躯体感觉加工。Cheng, Yang, Lin, Lee 和 Decety (2008)采用脑磁图描记术方法研究疼痛共情。结果发现, 疼痛共情抑制躯体感觉皮质的磁振动, 从而证明疼痛共情激活躯体感觉皮质。最近, Lamm, Decety 和 Singer (2011)通过疼痛共情脑成像研究的元分析发现, 疼痛共情的核心神经网络是双边前脑岛和前扣带回。另外, 该元分析还发现, 只有采用图片范式(采用形象的疼痛图片诱导共情)的研究发现疼痛共情激活躯体感觉皮质, 而采用线索范式(采用抽象的疼痛线索信号诱导共情)的研究没有发现躯体感觉皮质的激活。这

些研究结果证明, 前脑岛和前扣带回在疼痛共情中具有重要作用。疼痛共情是否激活躯体感觉皮质, 依赖研究范式的不同, 采用图片范式激活躯体感觉皮质。

前脑岛和前扣带回皮质在共情中的重要作用在其他感觉和情绪中也得到证实, 比如嗅觉、味觉、恐惧、焦虑以及积极情绪等。例如, Wicker 等人(2003)曾研究了嗅觉共情。他们在实验中设置两种条件, 一种条件是让被试观看厌恶表情的电影, 另一种条件是让被试闻厌恶气体。结果发现, 两种条件下被试前脑岛区域都激活。同样, Jabbi, Swart 和 Keysers (2007)也在实验中设置两种条件研究味觉共情, 一种条件是让被试观看别人品尝令人愉快或不愉快食物的视频, 另一种条件是让被试自己品尝相同的食物。结果发现, 两种条件下被试的前脑岛区域激活相似。另外, 该研究还发现前脑岛(AI)的激活与共情的个体差异(共情问卷测量)正相关。最近, Fan, Duncan, de Greck 和 Northoff (2011)通过元分析发现, 与疼痛共情相似, 被试观看他人的恐惧、高兴、焦虑等情绪产生共情反应时, 被试的前脑岛和前扣带回皮质也激活。这些研究证明, 除了疼痛共情, 其他形式的共情也激活前脑岛和前扣带回皮质。

与此相反, 也有初步研究发现前脑岛和前扣带回皮质不是必然在各种共情中都激活。Blakemore, Bristow, Bird, Frith 和 Ward (2005)研究发现, 被试观看他人身体部位被正常触摸, 被试自己的躯体感觉皮质也激活, 但边缘结构(包括前脑岛和前扣带回)没有激活。但是, 目前这样的反面证据还不充分, 这可以是未来深入研究的方向。

### 1.1.2 镜像神经系统(MSN)

镜像神经系统(MNS)位于大脑的额下回(IFG)的背部区域和顶下小叶(IPL)的头部区域。观看他人的情绪与自己体验相同的情绪时, 镜像神经系统都会激活。研究证实, 镜像神经系统在共情中有重要作用。

近来, Pfeifer, Iacoboni, Mazziotta 和 Dapretto (2008)采用 fMRI 技术研究证明镜像神经系统的激活与共情的情感成分有非常显著的关系。他们在实验中让儿童被试模仿或者观察不同的表情, 同时用 fMRI 扫描他们的大脑, 然后用共情量表评估儿童的共情倾向。结果发现, 儿童的共情倾向得分与大脑镜像神经元区域(IFG)和情感表征区

域(杏仁核)的激活程度显著正相关,相关系数分别为 0.81 和 0.54。另外, Carr, Iacoboni, Dubeau, Mazziotta 和 Lenzi (2003)研究发现,前脑岛(AI)把边缘系统(limbic system)与镜像神经系统(MNS)连接起来,在共情中具有重要的桥梁作用。例如,当观察者看到他人愤怒时,镜像神经系统自动激活,然后通过前脑岛把神经冲动传递给边缘系统的杏仁核,杏仁核也被激活,从而观察者同样也体验到愤怒情绪。

但是, Molenberghs, Cunnington 和 Mattingley (2009)对镜像神经系统(MNS)参与共情模仿的研究进行元分析却发现,顶上小叶、顶下小叶(IPL)、背部前运动皮质以及额叶都在共情模仿中激活,但是额下回(镜像系统的主要部位)没有激活。并且,顶上小叶(非镜像神经元区域)和顶下小叶(IPL, 镜像神经元区域)同等程度地激活。这个元分析证明顶叶和额叶的大部分区域,而不只是镜像神经元区域在共情模仿中有关键作用。因此,镜像神经系统在共情中的作用有待进一步研究。

## 1.2 认知共情的核心脑区

认知共情指个体理解他人的情感,与情感心理理论的含义相同(Walter, 2012)。心理理论包括情感心理理论和认知心理理论两个不同成分。情感心理理论指个体对他人的情感的理解,而认知心理理论指个体对他人的想法的理解。认知共情只是心理理论的一部分,只包括理解他人的情感,不包括理解他人的想法。因此,共情与心理理论是两个交叉概念,交叉点就是认知共情(情感心理理论)。关于认知共情的脑成像研究发现,认知共情激活心理理论的神经网络的一部分,同时也激活情感加工的脑区(如杏仁核)。心理理论激活的神经网络包括:内侧前额叶(mPFC)、颞上沟(STS)、颞顶交接处(TPJ)、颞极(TP) (Frith & Singer, 2008; Van Overwalle & Baetens, 2009)。

Mitchell (2009)研究发现内侧前额叶(mPFC)的腹侧部位(vmPFC)和背侧部位(dmPFC)具有不同的功能。Shamay-Tsoory 和 Aharon-Peretz(2007)研究 49 个脑损伤病人,发现大脑腹内侧前额叶(vmPFC)损伤病人在理解他人情感(认知共情)的任务上表现差,但在理解他人想法的任务上表现正常。相反, Kalbe 等人(2010)采用经颅磁刺激技术,研究发现大脑背内侧前额叶(dmPFC)与理解他人想法有关。这两个研究证明,内侧前额叶

(mPFC)的腹侧部位(vmPFC),而不是背侧部位(dmPFC)在认知共情中有重要作用。

Shamay-Tsoory 等人(2009)研究 30 名脑损伤病人,结果发现,腹内侧前额叶(vmPFC)损伤病人认知共情能力受损,但情感共情能力正常。同样, Schnell, Bluschke, Konradt 和 Walter (2011)采用健康被试研究发现,相对于理解他人的想法,认知共情更强地激活左侧的腹内侧前额叶(vmPFC)。最近, Lev-Ran, Shamay-Tsoory, Zangen 和 Levkovitz (2012)采用经颅磁刺激方法研究腹内侧前额叶(vmPFC)在理解他人情感(认知共情)中的作用,结果发现,对腹内侧前额叶(vmPFC)的损伤导致被试理解他人情感的能力受损。这些研究证明,腹内侧前额叶(vmPFC)在认知共情中具有非常重要的作用。

## 1.3 小结

根据以上分析,共情可以分为情感共情和认知共情。情感共情指个体无意识的情绪感染和情绪识别,其涉及的神经网络包括:参与自我疼痛的前脑岛(AI)和前扣带回(ACC),参与共情模仿的镜像神经系统(MNS),其包括额下回(IFG)和顶下小叶(IPL)。认知共情指个体理解他人的情感,其神经基础主要是腹内侧前额叶(vmPFC)。

# 2 共情神经网络的个体发展

通过共情的个体神经发展研究,可以更好地理解共情的神经机制。Decety (2010)认为个体从出生到成年,共情发展经历了三个阶段:情绪唤醒、情感理解和情感调节。

## 2.1 情绪唤醒

情绪唤醒指个体对他人的情绪的无意识反应。婴儿在早期就能感知和反应他人的情绪。当其他婴儿开始哭叫时,新生儿和婴儿立刻变得非常痛苦(Dondi, Simion, & Caltran, 1999; Martin & Clark, 1982)。即使在缺少明显情绪线索的环境下, 18~25 个月的孩子也会同情处于困境的他人(Vaish, Carpenter, & Tomasello, 2009)。情绪唤醒与大脑镜像神经系统(MNS)有关。Nyström (2008)采用脑电研究证明婴儿在 6 个月时,镜像神经元就开始起作用。Pfeifer 等人 (2008)研究发现,儿童镜像神经系统的激活与情感共情显著相关。

## 2.2 情感理解

情感理解指个体理解他人的情感。情感理解

能力大约在 2~3 岁时开始发展,直到青春晚期成熟。Hughes 和 Dunn (1998)对 50 名 47~60 个月的儿童开展纵向研究,发现儿童理解他人想法和情感的能力随着时间明显提高。后来, Tonks, Williams, Frampton, Yates 和 Slater (2007)对 9~15 岁青少年的研究发现,情感理解能力不断发展,直到青春晚期才成熟。

情感理解与心理理论有相似之处,只包括心理理论的情感成分,不包括心理理论的认知成分 (Walter, 2012)。Zaki, Weber, Bolger 和 Ochsner (2009)研究发现,准确地理解他人情感依赖于镜像神经系统(MNS)和心理理论的脑区。较早研究发现,心理理论涉及的神经网络是内侧前额叶(mPFC)与颞顶交接处(TPJ)的颞上沟(STS)后部的连接 (Brunet, Sarfati, Hardy-Baylé, & Decety, 2000)。

为了探索心理理论的神经网络的发展, Sabbagh, Bowman, Evraire 和 Ito (2009)对 4 岁儿童心理理论的神经机制的研究发现,背内侧前额叶(dmPFC)和颞顶交接处(TPJ)的右侧部位的脑电  $\alpha$  波激活程度的个体差异与儿童在心理理论任务上的成绩呈正相关,这个研究证明背内侧前额叶(dmPFC)和颞顶交接处(TPJ)的右侧部位的成熟是学前儿童心理理论发展的关键神经基础。同样, Moriguchi, Ohnishi, Mori, Matsuda 和 Komaki (2007)对 9~16 岁青少年的心理理论开展比较研究,结果发现,在心理理论任务上,个体大脑的内侧前额叶(mPFC)的背部区域激活程度与年龄呈正相关,内侧前额叶(mPFC)的腹侧区域激活程度与年龄呈负相关,然而,颞上沟(STS)的激活没有这种年龄相关的改变。这个研究证明儿童到青少年,在理解他人心理时,内侧前额叶(mPFC)的激活逐渐从腹侧区域转移到背侧区域。

### 2.3 情感调节

情感调节指个体对情感的控制。情感调节的发展贯穿童年期到青春期,并且它的发展与执行功能和元认知能力的发展同步。Zelazo, Craik 和 Booth (2004)研究发现,抑制控制能力的提高与元认知能力的发展同步。Ochsner, Bunge, Gross 和 Gabrieli (2002)研究发现,前额叶(PFC)的腹侧区域和背侧区域以及前扣带回(ACC)的背侧区域参与情感调节。后来, Phillips, Ladouceur 和 Drevets (2008)研究发现,前额叶的腹内侧部位发展相对

较早,主要参与情感行为控制,然而前额叶的外侧部位发展较晚,主要参与更高级的执行功能。因此,情感调节涉及的大脑区域主要是背外侧前额叶(dlPFC)和腹内侧前额叶(vmPFC),直到成年早期才成熟。

### 2.4 共情神经网络发展的研究

最近, Decety & Michalska (2010)采用 fMRI 技术研究儿童到成年人的疼痛共情神经网络的发展变化。研究发现:(1)被试越年轻,参与疼痛共情的杏仁核、后脑岛和内侧眶额叶激活程度越高;(2)参与疼痛共情的脑岛激活随着年龄增长,逐渐从脑岛后部转移到脑岛前部;(3)参与疼痛共情的眶额叶激活逐渐从年轻被试的眶额叶内侧部位转移到成年被试的眶额叶外侧部位;(4)随着年龄的增长,涉及疼痛共情的脑区成熟顺序是:杏仁核和后脑岛——眶额叶——腹内侧前额叶——背外侧前额叶。同样, Killgore 和 Yurgelun-Todd (2007)对儿童到青少年的比较研究发现,当他们对情绪面部表情反应时,儿童被试的边缘结构(如杏仁核)更多激活,而青少年被试的额叶皮质更多激活。这两个研究支持了情感加工从儿童到成年发展的观点:边缘情感加工系统活动逐渐减弱,前额系统活动逐渐增强。

### 2.5 小结

人类在出生后短期内就有执行基本情绪(包括快乐度和唤醒度)的神经网络,并且结合感知觉和躯体内脏信息来创造有意义的表征,婴儿可以用这些表征来安全地驾驭世界。个体理解他人情感能力随着年龄逐渐提高,可能在一个相对年轻的年龄逐渐成熟,并且有一个重要的神经基础,尤其依赖于腹内侧前额叶皮质(vmPFC)和颞顶交接处(TPJ)。个体调节情感的能力发展最晚,直到成年早期才成熟,其神经基础是背外侧前额叶皮质(dlPFC)和腹内侧前额叶皮质(vmPFC)。

## 3 共情的调节机制

关于共情的认知加工过程有两种观点:自下而上的加工和自上而下的加工。以往大家认为共情是自动产生的,无意识的,完全自下而上的加工过程。目前主导观点认为,共情由自下而上和自上而下两种加工过程交互作用形成。自下而上的加工过程指个体观察他人的情感,共情相关脑区自发激活,产生共情反应。但是,个体对环境因

素的认知评价会影响共情反应,其主要是通过改变共情神经网络激活程度实现的。自上而下的加工过程可以调节共情反应,使人类对他人的共情反应更灵活。现在主要从注意、情境评估、不同视角、共情者和被共情者的关系以及共情者的知识和经验几个方面分析自上而下的加工过程可以调节共情反应。

### 3.1 注意和情景评估

Gu 和 Han (2007)采用 fMRI 技术研究注意对共情的影响,他们让被试观看疼痛的情境图片(某人的手指受到伤害),并且设置两种条件,一种条件是要求被试评价疼痛的程度,结果被试出现疼痛脑区的激活;另一种条件是要求被试数图片中手指的数目(为了把被试注意力从疼痛上分散),结果被试的疼痛脑区(脑岛或扣带回皮质)没有激活。这个研究证明对疼痛线索的注意可以调节共情反应。

Lamm, Nusbaum, Meltzoff 和 Decety (2007)采用 fMRI 技术研究证明,感知觉输入不能独自决定共情者的神经和行为反应,情境评估对其有调节作用。他们让被试观看活组织检查(在他人已麻醉的手上注射)的图片,结果发现,被试疼痛脑区(前脑岛和前扣带回)激活,但是,其激活受到情境评估神经网络的调节,这些神经网络包括内侧眶额叶皮质(OFC)和颞顶交接处(TPJ)。内侧眶额叶皮质(OFC)与重新评估看起来反感而实际上中性的活检刺激有关,颞顶交接处(TPJ)与自我他人区分和自我意识有关。这个研究证明情境评估可以调节共情反应。

### 3.2 视角

视角分为他人视角和自我视角。他人视角指个体把注意力集中在他人的情感和想法上,自我视角指个体明确地想象自己处于他人的情境中。社会心理学家研究发现,疼痛共情时,采用他人视角促进共情关怀和利他行为,而采用自我视角将导致更高的自我痛苦以及自私动机(通过回避或者厌恶反应减少痛苦)(Singer & Lamm, 2009)。Lamm, Batson 和 Decety (2007)采用 fMRI 研究共情中自我视角和他人视角的神经激活效应,结果发现,自我视角更强地激活疼痛脑区的情感动机部位,如双边前脑岛、杏仁核等,他人视角更弱地激活杏仁核。另外,不同视角因素对大脑视觉皮质激活没有影响。Avenanti, Paluello, Bufalari 和

Aglioti (2006)采用经颅磁刺激技术(TMS)研究疼痛共情时不同视角对大脑运动皮质激活的影响,结果发现,不同视角因素对大脑初级感觉运动皮质激活没有影响。这两个研究证明,疼痛共情时,自我视角更强地激活疼痛脑区的情感动机部位(双边前脑岛和杏仁核等),但是不同视角对疼痛脑区的初级感觉部位激活没有调节效应。

### 3.3 共情者和被共情者的关系以及共情者的专业知识和经验

共情者和被共情者的关系也会调节共情反应。研究证明,竞争游戏关系导致一个相反的共情反应。当个体看到竞争对手失败后的痛苦表情时,自己可能会产生快乐情感反应。相反,当个体看到竞争对手胜利后的高兴表情时,自己可能会产生消极情感反应。Singer 等人(2006)采用 fMRI 技术研究感知公平对共情的影响,结果发现,当观察者认为处于疼痛中的个体是公平的和被喜欢的时候,观察者共情相关脑区(前脑岛和前扣带回)激活,但是,当观察者认为处于疼痛中的个体是不公平的和不被喜欢的时候,男性观察者的共情相关脑区(前脑岛和前扣带回)没有激活。同样,Cheng, Chen, Lin, Chou 和 Decety (2010)研究陌生人和爱人对共情的影响,结果发现,相对于观看陌生人的疼痛,观看自己爱人的疼痛时,观察者疼痛共情脑区激活更强。Xu, Zuo, Wang 和 Han (2009)研究种族对共情的影响,结果发现,相对于相同种族,不同种族个体的疼痛更弱地激活观察者的共情脑区。

Cheng 等人(2007)采用 fMRI 技术研究共情者的专业知识和经验对共情的影响。他们让医生被试和控制组被试观看疼痛情景和中性情景的视频剪辑,结果发现,相对于中性情景,控制组被试观看疼痛情景视频时,疼痛共情脑区激活,但是,医生被试观看疼痛情景视频时,疼痛共情脑区没有激活,只有执行功能相关脑区(背外侧前额叶和内侧前额叶皮质)和注意相关脑区(中央前回、上部顶骨沟、颞顶连接处)激活。这个研究证明,个体的专业知识和经验可以抑制共情脑区的激活。

### 3.4 共情调节的 ERP 研究

以上证据都是采用 fMRI 研究认知评价调节共情相关脑区激活,从而证明认知评价对共情的调节作用。但是,认知评价对共情的调节发生在共情加工过程的哪个阶段呢? de Vignemont 和

Singer (2006)曾经提出过两种观点,一种观点认为认知评价发生在共情的后期阶段:他人情绪线索自动引发个体共情反应,同时个体对环境进行评估,进而调节共情反应;另一种观点认为认知评价发生在共情的早期阶段:首先他人情绪线索和环境因素共同引起认知评价,然后产生共情反应。

Fan 和 Han (2008)采用 ERP 技术研究疼痛共情的认知过程。他们给健康被试呈现两种情景(疼痛情景和中性情景),呈现情景的载体有两种类型(图片和卡通画,图片令人感觉真实,卡通画让人感觉虚假),然后让被试完成两种任务,一种任务是注意图片或者卡通画里的疼痛线索,另一种任务是计数(把注意力从疼痛线索上转移)。结果显示,在疼痛情景和中性情景刺激两种条件下,被试前额叶的 140ms 波与中央顶叶的 380ms 波均出现差异,而且早期的 140ms 波受到刺激呈现类型(图片和卡通画)的调节,后期的 380ms 波受到任务类型(注意疼痛线索和计数)的调节。研究结果说明共情的早期阶段受到刺激真实性的调节,后期阶段受到注意的调节,这个研究结果也支持了共情的两阶段模型(早期情感共享和后期认知调节)。

后来,Decety, Yang 和 Cheng (2010)也采用 ERP 研究共情,他们给医生被试和控制组被试呈现描述疼痛和非疼痛的视觉刺激。结果显示,在疼痛刺激和非疼痛刺激两种条件下,控制组被试前额皮质的 N110 与顶叶皮质的 P300 均出现差异,然而,医生被试没有出现这种效应。研究结果说明医生的专业知识和经验调节了疼痛共情的加工过程,在共情的早期阶段抑制负面情绪唤醒,以免医生出现共情疲劳。

这两个 ERP 研究证明了认知评价对共情的调节在共情的前后两个阶段都可以发生,不同影响因素发生的阶段不同,疼痛刺激真实性的影响发生在共情的早期阶段,注意的影响发生在共情的后期阶段,医生专业知识和经验的影响发生在共情的早期阶段。

#### 4 共情的内分泌机制

关于共情的内分泌机制,目前研究较多的是催产素(Oxytocin)。催产素对哺乳动物特别重要,因为它有利于哺乳动物的出生、哺乳、母性行为的发展以及社会互动。催产素倾向于减弱对压力体验的行为反应和自主反应,减弱害怕和焦虑情

绪,并增加对压力刺激的耐受,催产素可以促进各种社会互动(Carter, 2007)。

##### 4.1 催产素对共情的促进作用

Guastella, Mitchell 和 Dadds (2008)研究发现,催产素增加男性被试对人类面孔眼睛区域的注视时间,这可能有利于个体对他人情绪的识别。对他人情绪的识别是情感共情的重要成分。Domes, Heinrichs, Michel, Berger 和 Herpertz (2007)研究发现,催产素能够提高男性被试在眼睛读心测验(Reading the Mind in the Eyes Test)中推断他人情感状态的能力。推断他人情感状态是认知共情的主要成分。Bartz 等人(2010)研究发现,催产素可以提高男性被试的共情准确性,但是这种作用只在社会能力较差被试上有效。

催产素对共情的促进作用在共情缺陷个体研究中也得到证实。Guastella 等人(2010)研究孤独症青少年(共情能力较低),结果发现,催产素提高 12~19 岁男性孤独症被试的情感识别能力。同样, Pedersen 等人(2011)研究发现,催产素可以改善精神分裂症患者的心理理论水平(包括认知共情)和社会知觉能力。精神分裂症患者的共情能力较差。这些证据表明,外部催产素干预可以提高个体的共情能力。另外,共情体验提升被试血浆中催产素水平,说明催产素可能是共情的生理信号(Barraza & Zak, 2009)。

在基因研究方面,Rodrigues, Saslow, Garcia, John 和 Keltner (2009)研究催产素受体基因与共情的关系,结果发现,相对于 GG 型个体,催产素受体多态性片段 rs53576 为 AG 或 AA 型个体表现更少共情反应,同时表现出更多压力反应。最近, Wu, Li 和 Su (2012)研究催产素受体基因与共情的关系,结果也发现,催产素受体基因的不同类型与共情有密切关系,携带某种类型催产素受体基因的个体会表现更高或者更低的共情能力。这些证据说明,催产素受体的基因多态性与个体的共情能力密切相关。

从外在催产素干预影响共情和催产素受体基因多态性影响共情两方面的证据,可以推测:携带某种类型催产素受体基因可能会导致个体催产素分泌减少,从而造成个体共情能力缺陷,外在催产素干预可以改善共情缺陷个体的共情能力。

##### 4.2 催产素促进共情的神经机制

催产素是通过改变大脑神经网络激活影响共

情反应的。Hurlemann 等人(2010)研究发现催产素提高男性被试对正负情绪刺激的情感共情能力,而且杏仁核损伤病人没有这种增强效应。这个研究说明杏仁核在催产素促进共情中有重要作用。Perry 等人(2010)研究发现,催产素增强男性被试镜像神经元的激活。镜像神经元在情感共情中有重要作用。

最近, Riem 等人(2011)采用 fMRI 技术研究催产素调节女性被试大脑神经网络对婴儿哭泣的反应。结果发现,催产素注入减弱大脑右侧杏仁核激活,并增强脑岛和额下回(IFG, 镜像神经元脑区)激活。研究者对此结果的解释是,女性感知令人害怕的社会刺激时,催产素减弱杏仁核的活动,避免女性被焦虑或厌恶情绪困扰,从而促进女性对婴儿哭泣的回应能力,同时,催产素可能通过增强情感共情相关脑区(脑岛和额下回)的激活,促进女性对婴儿的共情,从而提高女性对婴儿哭泣的回应能力。但是,另一个使用疼痛共情范式的 fMRI 研究没有发现催产素增强男性被试共情脑区(前脑岛等)的激活,只是当被试亲身体验疼痛时,催产素减弱杏仁核的激活(Singer et al., 2008)。这两个研究结果的不一致可能是被试的不同性别造成的,前一个研究使用的是女性被试,后一个研究使用的是男性被试。因此,未来研究催产素促进共情的神经机制时可以考虑性别差异。

## 5 总结与展望

共情是进化来的促进人类亲社会行为和人际交往的普遍情绪。共情可以分为情感共情和认知共情。情感共情指个体的情绪感染、情绪识别,在婴儿时期就已出现,主要涉及皮层下脑区:脑岛(Insula)、前扣带回(ACC)以及镜像神经系统(MNS)。认知共情指个体对他人情感的理解,涉及的主要脑区为:腹内侧前额叶(vmPFC)。共情的神经网络随着年龄逐渐发展,在成年早期趋于成熟。共情的神经网络受到认知评价的调节。催产素可以提高共情能力。催产素受体基因多态性与共情有关。催产素可能是通过增强脑岛和额下回激活促进共情反应的。未来可以在以下方面开展进一步研究:

### 5.1 深入研究躯体感觉皮质在疼痛共情中的作用

关于个体躯体感觉皮质是否参与疼痛共情的

研究结果不一致。Lamm 等人(2011)通过元分析发现,只有采用图片范式的疼痛共情研究发现躯体感觉皮质参与疼痛共情。图片范式指在呈现疼痛刺激时,把个体遭受疼痛刺激的躯体部位呈现在图片上,被试能亲眼看到。另一种常用研究范式是线索范式,指采用信号暗示目标个体正遭受疼痛,但观察者被试不能看到目标个体遭受疼痛的躯体部位。这说明只有当被试看到他人疼痛的躯体部位时,疼痛共情才激活躯体感觉皮质。

Danziger, Faillenot 和 Peyron (2009)研究先天疼痛不敏感病人,这种病人没有疼痛的直接经验,实验中让病人被试观看他人疼痛的图片(呈现疼痛躯体部位的图片或呈现疼痛面部表情的图片),结果发现,被试大脑的前扣带回和前脑岛正常激活,并且,与健康被试相比,病人被试的共情能力可以正向预测被试大脑的腹内侧前额叶(vmPFC)和后侧扣带回(PCC)的激活程度。这个研究证明缺乏疼痛经验的个体也可以产生疼痛共情,它不依靠个体的躯体感觉皮质。Keysers, Kaas, & Gazzola (2010)也认为,躯体感觉皮质的激活与疼痛共情没有特定的匹配关系,而只是对他人躯体部位的直接反应。这两个研究证明,疼痛共情不需要躯体感觉皮质的参与。因此,未来应该深入研究躯体感觉皮质在疼痛共情中的作用。

### 5.2 进一步研究共情和亲身情感体验的区别

疼痛共情与亲身疼痛体验激活的神经网络有重叠也有区别。虽然,研究发现在疼痛共情和疼痛两种条件下,前脑岛和前扣带回区域激活有重叠。但是,重叠的脑区激活不能证明神经网络的一致。Zaki, Ochsner, Hanelin, Wager 和 Mackey (2007)研究发现,亲身疼痛体验时,中脑和导水管周围灰质与前脑岛联通更强,相反,疼痛共情时,背内侧前额皮质与前扣带回和前脑岛联通更强,颞上沟、后扣带回、楔前叶与前扣带回联通更强。另一个研究也证明,疼痛共情和疼痛激活了不同的有关前扣带回的神经网络(Morrison, & Downing, P. E., 2007)。这两个研究证明,疼痛共情和亲身疼痛体验时,与前扣带回和前脑岛有关的神经网络激活有差异,这可能是疼痛共情与疼痛的区别的神经基础,以便个体能区分疼痛共情和疼痛。因此,未来应该进一步探讨疼痛共情和疼痛的神经网络的差别,以便发现共情与亲身情感体验认知机制的不同。

### 5.3 开展催产素改善共情缺陷个体的干预研究

Hurlmann 等人(2010)研究证明,催产素主要促进情感共情,而不影响认知共情。相反, Pedersen 等人(2011)研究发现催产素可以改善精神分裂症患者的心理理论水平(包括认知共情),证明催产素也可以促进认知共情。这两个研究结果的不一致,目前尚未有相关研究探讨其中的原因,因此,未来可以研究催产素对情感共情和认知共情的不同作用。

已有研究发现催产素可以提高青少年男性孤独症个体的情感识别能力(Guastella, et al., 2010),提高社会能力较差个体的共情准确性(Bartz, et al., 2010)。研究催产素对共情缺陷个体(比如孤独症)的改善作用有利于开发针对共情缺陷个体的干预措施,因此,未来应该更多地研究催产素对共情缺陷个体的干预作用。

另外,大部分关于催产素对共情作用的研究使用男性被试,未来可以使用女性被试或者男女混合被试研究催产素对共情的作用机制。

### 5.4 联合脑成像和基因技术研究基因多态性与共情神经网络的关系

研究发现,催产素受体基因多态性与共情相关(Rodrigues, et al., 2009; Wu, et al., 2012)。但是,基因多态性与共情神经网络的关系尚不清楚。Walter 等人(2010)较早采用脑成像基因技术研究精神病患者的基因多态性与共情神经网络的关系,发现携带某种基因类型的精神病患者的认知共情神经网络功能紊乱。但是目前这样的研究很少,因此,未来可以把脑成像技术和基因技术结合起来研究基因多态性与共情神经网络的关系,从而发现基因、神经网络以及共情三者之间的关系。

另外, Lackner, Bowman 和 Sabbagh (2010)研究发现,多巴胺与学前儿童的心理理论水平有关,从而促进认知共情。多巴胺在大脑前额叶成熟中有重要作用,而认知共情涉及的主要脑区就是大脑前额叶。因此,未来可以研究多巴胺等其他神经化学物质对共情作用的神经机制。

### 5.5 提高共情研究范式的生态效度

目前共情研究主要采用图片范式或者线索范式诱导共情。图片范式主要激活情感共情的神经网络,线索范式主要激活认知共情的神经网络。但是这与实际生活中的共情效果不完全相同,研究的生态效度较低。Zaki 和 Ochsner (2009)指出,

认知神经科学的研究范式需要更加自然化,目前采用的主流研究范式生态效度较低,不能反映实际生活中的社会认知现象,他们已经开始尝试社会认知的自然研究范式,他们在实验中给被试呈现动态的社会线索和推断任务,这种研究范式已经显示了较好的可行性和实用性。Lombardo 等人(2010)采用自然范式研究认知共情,他们在实验中给被试呈现复杂的社会任务,结果发现,被试在完成社会任务时,共情的两个神经系统相互作用。这些研究结果表明,研究范式的改进可以使研究结果更符合实际生活。因此,未来应该不断提高共情研究范式的生态效度。

致谢:感谢陈锋杰女士对本文英文摘要和关键词的细致修改。

### 参考文献

- Avenanti, A., Paluello, I. M., Bufalari, I., & Aglioti, S. M. (2006). Stimulus-driven modulation of motor-evoked potentials during observation of others' pain. *Neuroimage*, 32(1), 316–324.
- Barraza, J. A., & Zak, P. J. (2009). Empathy toward strangers triggers oxytocin release and subsequent generosity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1167(1), 182–189.
- Bartal, I. B. A., Decety, J., & Mason, P. (2011). Empathy and pro-social behavior in rats. *Science*, 334(6061), 1427–1430.
- Bartz, J. A., Zaki, J., Bolger, N., Hollander, E., Ludwig, N. N., Kolevzon, A., et al. (2010). Oxytocin selectively improves empathic accuracy. *Psychological Science*, 21(10), 1426–1428.
- Benussi, F., Lui, F., Duzzi, D., Nichelli, P. F., & Porro, C. A. (2008). Does it look painful or disgusting? Ask your parietal and cingulate cortex. *The Journal of Neuroscience*, 28(4), 923–931.
- Blakemore, S. J., Bristow, D., Bird, G., Frith, C., & Ward, J. (2005). Somatosensory activations during the observation of touch and a case of vision-touch synaesthesia. *Brain*, 128(7), 1571–1583.
- Brunet, E., Sarfati, Y., Hardy-Baylé, M. C., & Decety, J. (2000). A PET investigation of the attribution of intentions with a nonverbal task. *Neuroimage*, 11(2), 157–166.
- Carr, L., Iacoboni, M., Dubeau, M. C., Mazziotta, J. C., & Lenzi, G. L. (2003). Neural mechanisms of empathy in humans: A relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(9),

- 5497–5502.
- Carter, C. S. (2007). Sex differences in oxytocin and vasopressin: Implications for autism spectrum disorders? *Behavioural Brain Research*, 176(1), 170–186.
- Cheng, Y., Chen, C., Lin, C.-P., Chou, K.-H., & Decety, J. (2010). Love hurts: An fMRI study. *Neuroimage*, 51(2), 923–929.
- Cheng, Y., Lin, C. P., Liu, H. L., Hsu, Y. Y., Lim, K. E., Hung, D., et al. (2007). Expertise modulates the perception of pain in others. *Current Biology*, 17(19), 1708–1713.
- Cheng, Y., Yang, C. Y., Lin, C. P., Lee, P. L., & Decety, J. (2008). The perception of pain in others suppresses somatosensory oscillations: A magnetoencephalography study. *Neuroimage*, 40(4), 1833–1840.
- Danziger, N., Faillenot, I., & Peyron, R. (2009). Can we share a pain we never felt? Neural correlates of empathy in patients with congenital insensitivity to pain. *Neuron*, 61(2), 203–212.
- de Vignemont, F., & Singer, T. (2006). The empathic brain: how, when and why? *Trends in Cognitive Sciences*, 10(10), 435–441.
- De Waal, F. B. M. (2008). Putting the altruism back into altruism: The evolution of empathy. *Annual Review of Psychology*, 59, 279–300.
- Decety, J. (2010). The neurodevelopment of empathy in humans. *Developmental Neuroscience*, 32(4), 257–267.
- Decety, J., & Michalska, K. J. (2010). Neurodevelopmental changes in the circuits underlying empathy and sympathy from childhood to adulthood. *Developmental Science*, 13(6), 886–899.
- Decety, J., Yang, C. Y., & Cheng, Y. (2010). Physicians down-regulate their pain empathy response: An event-related brain potential study. *Neuroimage*, 50(4), 1676–1682.
- Domes, G., Heinrichs, M., Michel, A., Berger, C., & Herpertz, S. C. (2007). Oxytocin improves “mind-reading” in humans. *Biological Psychiatry*, 61(6), 731–733.
- Dondi, M., Simion, F., & Caltran, G. (1999). Can newborns discriminate between their own cry and the cry of another newborn infant? *Developmental Psychology*, 35(2), 418–426.
- Dziobek, I., Rogers, K., Fleck, S., Bahnemann, M., Heekeren, H. R., Wolf, O. T., et al. (2008). Dissociation of cognitive and emotional empathy in adults with Asperger syndrome using the Multifaceted Empathy Test (MET). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(3), 464–473.
- Fan, Y., Duncan, N. W., de Greck, M., & Northoff, G. (2011). Is there a core neural network in empathy? An fMRI based quantitative meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(3), 903–911.
- Fan, Y., & Han, S. (2008). Temporal dynamic of neural mechanisms involved in empathy for pain: An event-related brain potential study. *Neuropsychologia*, 46(1), 160–173.
- Frith, C. D., & Singer, T. (2008). The role of social cognition in decision making. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1511), 3875–3886.
- Gu, X., & Han, S. (2007). Attention and reality constraints on the neural processes of empathy for pain. *Neuroimage*, 36(1), 256–267.
- Guastella, A. J., Einfeld, S. L., Gray, K. M., Rinehart, N. J., Tonge, B. J., Lambert, T. J., et al. (2010). Intranasal oxytocin improves emotion recognition for youth with autism spectrum disorders. *Biological Psychiatry*, 67(7), 692–694.
- Guastella, A. J., Mitchell, P. B., & Dadds, M. R. (2008). Oxytocin increases gaze to the eye region of human faces. *Biological Psychiatry*, 63(1), 3–5.
- Harari, H., Shamay-Tsoory, S. G., Ravid, M., & Levkovitz, Y. (2010). Double dissociation between cognitive and affective empathy in borderline personality disorder. *Psychiatry Research*, 175(3), 277–279.
- Hughes, C., & Dunn, J. (1998). Understanding mind and emotion: Longitudinal associations with mental-state talk between young friends. *Developmental Psychology*, 34(5), 1026–1037.
- Hurlmann, R., Patin, A., Onur, O. A., Cohen, M. X., Baumgartner, T., Metzler, S., et al. (2010). Oxytocin enhances amygdala-dependent, socially reinforced learning and emotional empathy in humans. *The Journal of Neuroscience*, 30(14), 4999–5007.
- Jabbi, M., Swart, M., & Keysers, C. (2007). Empathy for positive and negative emotions in the gustatory cortex. *Neuroimage*, 34(4), 1744–1753.
- Kalbe, E., Schlegel, M., Sack, A. T., Nowak, D. A., Dafotakis, M., Bangard, C., et al. (2010). Dissociating cognitive from affective theory of mind: A TMS study. *Cortex*, 46(6), 769–780.
- Keysers, C., Kaas, J. H., & Gazzola, V. (2010). Somatosensation in social perception. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(6), 417–428.
- Killgore, W. D. S., & Yurgelun-Todd, D. A. (2007). Unconscious processing of facial affect in children and adolescents. *Social Neuroscience*, 2(1), 28–47.
- Lackner, C. L., Bowman, L. C., & Sabbagh, M. A. (2010). Dopaminergic functioning and preschoolers' theory of mind. *Neuropsychologia*, 48(6), 1767–1774.
- Lamm, C., Batson, C. D., & Decety, J. (2007). The neural

- substrate of human empathy: Effects of perspective-taking and cognitive appraisal. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(1), 42–58.
- Lamm, C., Decety, J., & Singer, T. (2011). Meta-analytic evidence for common and distinct neural networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. *Neuroimage*, 54(3), 2492–2502.
- Lamm, C., Nusbaum, H. C., Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2007). What are you feeling? Using functional magnetic resonance imaging to assess the modulation of sensory and affective responses during empathy for pain. *Plos One*, 2(12), e1292.
- Lev-Ran, S., Shamay-Tsoory, S. G., Zangen, A., & Levkovitz, Y. (2012). Transcranial magnetic stimulation of the ventromedial prefrontal cortex impairs theory of mind learning. *European Psychiatry*, 27(4), 285–289.
- Lombardo, M. V., Chakrabarti, B., Bullmore, E. T., Wheelwright, S. J., Sadek, S. A., Suckling, J., et al. (2010). Shared neural circuits for mentalizing about the self and others. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(7), 1623–1635.
- Martin, G. B., & Clark, R. D. (1982). Distress crying in neonates: Species and peer specificity. *Developmental Psychology*, 18(1), 3–9.
- Mitchell, J. P. (2009). Inferences about mental states. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1521), 1309–1316.
- Molenberghs, P., Cunnington, R., & Mattingley, J. B. (2009). Is the mirror neuron system involved in imitation? A short review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(7), 975–980.
- Moriguchi, Y., Ohnishi, T., Mori, T., Matsuda, H., & Komaki, G. (2007). Changes of brain activity in the neural substrates for theory of mind during childhood and adolescence. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 61(4), 355–363.
- Morrison, I., & Downing, P. E. (2007). Organization of felt and seen pain responses in anterior cingulate cortex. *Neuroimage*, 37(2), 642–651.
- Morrison, I., Lloyd, D., Di Pellegrino, G., & Roberts, N. (2004). Vicarious responses to pain in anterior cingulate cortex: Is empathy a multisensory issue? *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4(2), 270–278.
- Nyström, P. (2008). The infant mirror neuron system studied with high density EEG. *Social Neuroscience*, 3(3-4), 334–347.
- Ochsner, K. N., Bunge, S. A., Gross, J. J., & Gabrieli, J. D. E. (2002). Rethinking feelings: An fMRI study of the cognitive regulation of emotion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(8), 1215–1229.
- Pedersen, C. A., Gibson, C. M., Rau, S. W., Salimi, K., Smedley, K. L., Casey, R. L., et al. (2011). Intranasal oxytocin reduces psychotic symptoms and improves Theory of Mind and social perception in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 132(1), 50–53.
- Perry, A., Bentin, S., Shalev, I., Israel, S., Uzevovsky, F., Bar-On, D., et al. (2010). Intranasal oxytocin modulates EEG mu/alpha and beta rhythms during perception of biological motion. *Psychoneuroendocrinology*, 35(10), 1446–1453.
- Pfeifer, J. H., Iacoboni, M., Mazziotta, J. C., & Dapretto, M. (2008). Mirroring others' emotions relates to empathy and interpersonal competence in children. *Neuroimage*, 39(4), 2076–2085.
- Phillips, M., Ladouceur, C., & Drevets, W. (2008). A neural model of voluntary and automatic emotion regulation: implications for understanding the pathophysiology and neurodevelopment of bipolar disorder. *Molecular Psychiatry*, 13(9), 833–857.
- Preston, S. D., & De Waal, F. B. M. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*, 25(1), 1–20.
- Riem, M. M. E., Bakermans-Kranenburg, M. J., Pieper, S., Tops, M., Boksem, M. A. S., Vermeiren, R. R. J. M., et al. (2011). Oxytocin modulates amygdala, insula, and inferior frontal gyrus responses to infant crying: A randomized controlled trial. *Biological Psychiatry*, 70(3), 291–297.
- Rodrigues, S. M., Saslow, L. R., Garcia, N., John, O. P., & Keltner, D. (2009). Oxytocin receptor genetic variation relates to empathy and stress reactivity in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(50), 21437–21441.
- Sabbagh, M. A., Bowman, L. C., Evraire, L. E., & Ito, J. (2009). Neurodevelopmental correlates of theory of mind in preschool children. *Child Development*, 80(4), 1147–1162.
- Schnell, K., Bluschke, S., Konradt, B., & Walter, H. (2011). Functional relations of empathy and mentalizing: An fMRI study on the neural basis of cognitive empathy. *Neuroimage*, 54(2), 1743–1754.
- Shamay-Tsoory, S. G., & Aharon-Peretz, J. (2007). Dissociable prefrontal networks for cognitive and affective theory of mind: A lesion study. *Neuropsychologia*, 45(13), 3054–3067.
- Shamay-Tsoory, S. G., Aharon-Peretz, J., & Perry, D. (2009). Two systems for empathy: a double dissociation between emotional and cognitive empathy in inferior frontal gyrus versus ventromedial prefrontal lesions. *Brain*, 132(3), 617–627.
- Singer, T., & Lamm, C. (2009). The social neuroscience of

- empathy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156(1), 81–96.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303(5661), 1157–1162.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J. P., Stephan, K. E., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2006). Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature*, 439(7075), 466–469.
- Singer, T., Snozzi, R., Bird, G., Petrovic, P., Silani, G., Heinrichs, M., et al. (2008). Effects of oxytocin and prosocial behavior on brain responses to direct and vicariously experienced pain. *Emotion*, 8(6), 781–791.
- Tonks, J., Williams, W. H., Frampton, I., Yates, P., & Slater, A. (2007). Assessing emotion recognition in 9–15-years olds: Preliminary analysis of abilities in reading emotion from faces, voices and eyes. *Brain Injury*, 21(6), 623–629.
- Vaish, A., Carpenter, M., & Tomasello, M. (2009). Sympathy through affective perspective taking and its relation to prosocial behavior in toddlers. *Developmental Psychology*, 45(2), 534–543.
- Van Overwalle, F., & Baetens, K. (2009). Understanding others' actions and goals by mirror and mentalizing systems: A meta-analysis. *Neuroimage*, 48(3), 564–584.
- Walter, H. (2012). Social cognitive neuroscience of empathy: Concepts, circuits, and genes. *Emotion Review*, 4(1), 9–17.
- Walter, H., Schnell, K., Erk, S., Arnold, C., Kirsch, P., Esslinger, C., et al. (2010). Effects of a genome-wide supported psychosis risk variant on neural activation during a theory-of-mind task. *Molecular Psychiatry*, 16(4), 462–470.
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J. P., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2003). Both of us disgusted in *My insula*: The common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, 40(3), 655–664.
- Wu, N., Li, Z., & Su, Y. (2012). The association between oxytocin receptor gene polymorphism (OXTR) and trait empathy. *Journal of Affective Disorders*, 138(3), 468–472.
- Xu, X., Zuo, X., Wang, X., & Han, S. (2009). Do you feel my pain? Racial group membership modulates empathic neural responses. *The Journal of Neuroscience*, 29(26), 8525–8529.
- Zaki, J., & Ochsner, K. (2009). The need for a cognitive neuroscience of naturalistic social cognition. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1167(1), 16–30.
- Zaki, J., Ochsner, K. N., Hanelin, J., Wager, T. D., & Mackey, S. C. (2007). Different circuits for different pain: Patterns of functional connectivity reveal distinct networks for processing pain in self and others. *Social Neuroscience*, 2(3–4), 276–291.
- Zaki, J., Weber, J., Bolger, N., & Ochsner, K. (2009). The neural bases of empathic accuracy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(27), 11382–11387.
- Zelazo, P. D., Craik, F. I. M., & Booth, L. (2004). Executive function across the life span. *Acta Psychologica*, 115(2), 167–183.

## Neurobiological Underpinnings of Empathy

PAN Yan-Gu; LIU Yan-Ling; MA Jian-Ling; RAN Guang-Ming; LEI Hao

(Research Center of Mental Health Education, Department of Psychology, Southwest University;  
Key Laboratory of Cognition and Personality of Ministry of Education, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** Empathy occurs when an observer perceives or imagines someone else's affect and this triggers a response such that the observer partially feels what the target is feeling. It includes two independent elements: emotional empathy and cognitive empathy. Neural network of emotional empathy includes AI, ACC and MNS. The main brain region of cognitive empathy is vmPFC. Neural network of empathy matures gradually in the individual development and it is regulated by cognitive appraisal. Oxytocin and gene polymorphism of oxytocin receptor relate to empathy closely. Future researches need to focus on the function of somatosensory cortex on pain empathy, neural network difference between empathy and personal emotions, facilitation of oxytocin on defective individual's empathy ability, relationship between gene polymorphism and neural network of empathy by using imaging genetic technology and improvement of ecological validity of empathy research paradigm.

**Key words:** empathy; brain mechanism; neurodevelopment; cognitive regulation; oxytocin