

• 研究前沿(Regular Articles) •

## 共情特质的神经生物学基础\*

岳 童 黄希庭

(西南大学心理学与社会发展研究中心; 西南大学心理学部, 重庆 400715)

**摘 要** 共情特质的个体差异是心理学研究领域中的一个重要主题。近些年来, 研究者开始关注导致人们共情能力高低有别的神经生物学基础问题。研究发现, 不论是情感共情特质还是认知共情特质, 其个体差异均在大脑进行共情反应、脑结构态及静息态功能连接上有所体现。它们共同说明, 人们的共情能力与其具身模仿能力、情感加工能力及情绪理解能力密切相关。不仅如此, 共情特质也具有高度的可遗传性, 一些基因类型与该能力存在着紧密的关系。在今后的研究中, 需要扩展对共情特质结构的进一步认识, 关注环境和基因在影响共情特质上存在的交互作用, 并努力将理论研究成果应用于共情能力训练和提高的临床实践中。

**关键词** 共情特质; 脑机制; 脑结构; 静息态; 基因

**分类号** B845

### 1 引言

共情是指个体在认识到自身所产生的感受来源于他人的前提下, 通过观察、想象或推断他人的情感而产生的与之同形的情感体验状态(De Vignemont & Singer, 2006)。它可以使个体快速的与他人的情绪状态形成关联, 在人们的社会交往和相互合作中发挥着非常重要的作用, 是漫长的进化过程赋予人类的基本适应功能之一(De Waal, 2008)。共情是一个研究历史悠久、内涵极其丰富的概念, 可以从不同的角度进行分析。目前, 大部分研究者都认同共情反映包含两大成分: 情感共情(emotional empathy)和认知共情(cognitive empathy)(Eisenberg & Eggum, 2009; Fan, Duncan, de Greck, & Northoff, 2011; Gladstein, 1983)。其中, 情感共情反应指的是对他人情绪的替代性分享过程; 而认知共情反应是指个体对他人情感的理解过程。

前人研究发现, 情感共情和认知共情分别有

其所对应的神经基础(潘彦谷, 刘衍玲, 马建苓, 冉光明, 雷浩, 2012)。其中, 情感共情与人们不自觉的模仿过程有关。镜像神经系统为这一心理特性提供了神经生物学基础, 其最早发现于猴子的前运动皮层 F5 区(Rizzolatti, Fadiga, Gallese, & Fogassi, 1996)。在人类大脑中也有类似的结构, 主要包括额下回, 顶下小叶, 后顶叶皮质和颞上沟等脑区(Molenberghs, Cunnington, & Mattingley, 2012)。研究者认为, 镜像神经系统内储存了特定行为模式的编码, 这种特性不单能让个体自动的执行基本的动作, 同时也让个体在看到别人进行同样的动作时, 不用细想就能够心领神会(Bastiaansen, Thioux, & Keysers, 2009)。前人研究表明, 镜像神经系统(特别是额下回)与人们的内感觉网络(interoceptive network)(如脑岛和前扣带回)(Bernhardt & Singer, 2012)及边缘系统之间存在密切的连接关系(Carr, Iacoboni, Dubeau, Mazziotta, & Lenzi, 2003; Jabbi & Keysers, 2008), 可能正是通过这种无意识的具身模仿过程, 使得人们自动的感染到了他人的情绪。而认知共情的神经基础既包括心理理论神经系统的成分, 如内侧前额叶、颞上沟、颞顶联合区、颞极等(Frith & Singer, 2008; van Overwalle & Baetens, 2009), 又包涵情感加工

收稿日期: 2015-11-20

\* 西南大学心理学与社会发展研究中心重点项目“积极共情对幸福感的影响及其作用机制研究”(16SKB011)。

通讯作者: 黄希庭, E-mail: xthuang@swu.edu.cn

的相关脑区(如脑岛、前扣带回等)。其中,腹内侧前额叶在认知共情过程中发挥着核心的桥梁作用(Shamay-Tsoory, Aharon-Peretz, & Perry, 2009),它与脑岛和前扣带回等主管情感加工的脑区存在着紧密的功能连接关系,可以使得被试通过自我投射的方式来感受他人的情感(Meyer et al., 2013)。最近脑损伤的研究结果也表明,额下回在情感共情反应过程中起到了关键作用,右侧前额叶皮层与认知共情过程密切相关,而前脑岛和前扣带回对于这两种共情反应过程都是不可或缺的,并可能在其中起到了整合的作用(Hillis, 2014)。总之,作为一种短暂的情绪反应状态,情感共情和认知共情是两种既相互独立又高度相关的心理和神经成分(岳童, 黄希庭, 2014; Schulte-Rüther & Greimel, 2011)。

然而,共情不仅仅是一种短暂的情绪反应状态,也是一种稳定的人格特质。不同个体在共情能力高低有别,这种人格特质上的差异一直以来都是共情研究领域中的重要主题之一。在以往的研究中,研究者大多都是通过编制相关测量工具,在被试自我报告的基础上对人们的共情特质进行考察,而这些问卷也基本是从情感共情和认知共情两个方面来构建相关题项的。典型的测量共情特质的量表有人际反应指针量表(Interpersonal Reactivity Index, IRI) (Davis, 1983), 基本共情量表(Basic Empathy Scale, BES) (Jolliffe & Farrington, 2006)及认知和情感共情量表(Questionnaire of Cognitive and Affective Empathy, QCAE) (Reniers, Corcoran, Drake, Shryane, & Völlm, 2011)等。以目前较为常用的 IRI 为例,它包括 4 个分量表:共情关注(empathic concern)和个体忧伤(personal distress)维度分别用来测量个体的情感共情能力,而想象(fantasy)和观点采择(perspective taking)两个分量表用来考察人们的认知共情能力。近些年来,随着功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)技术的发展,特定脑区损伤病人研究的开展及行为遗传学(behavior genetics)在心理学研究中的应用,越来越多的研究者也开始关注人们的共情能力是否也有其特定的神经生物基础。针对这一问题,本文在梳理和总结相关文献基础上,将分别从大脑的任务态、结构态和静息态等角度综述共情特质差异背后的神经基础,并初步探讨影响共情能力的遗传因素,以此对未

来可能的研究方向提出展望。

## 2 共情特质在大脑激活模式上的差异

创设特定的共情情境以探讨大脑在执行该任务时相关脑区血氧含量和血流量的变化是以往研究者考察共情反应神经机制的重要方法之一。如前文所述,既然大脑在有关共情反应的任务态下会涉及到一系列脑区的参与,那么共情特质水平不同的个体在进行共情反应时,相应脑区在激活模式上是否也会存在差异呢?

很多研究结果表明,在进行情感共情反应时,人们在共情特质上的差异主要反映在脑岛、前扣带回和额下回等脑区的活动上。首先,情感共情能力高的个体其内感觉系统的激活程度更强。例如, Singer (2006), Singer 等(2004)的研究发现,被试在 IRI 量表上共情关注维度的得分可以正向预测其在疼痛共情反应中前脑岛和背侧前扣带回的活动。在 Pfeifer, Iacoboni, Mazziotta 和 Dapretto (2008)的研究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,然后用改编的 IRI 量表测量它们的特质共情水平。结果发现,被试右侧脑岛、左侧杏仁核的激活程度和儿童的情感共情能力呈现显著正相关。这些研究结果说明,善于分享他人情感的个体,可能自身情感加工能力也更强。其次,在观察他人情绪时更多的利用镜像神经系统可能也是高特质共情者情感共鸣能力比较突出的重要原因。例如, Kaplan 和 Iacoboni (2006)的研究中发现,被试在 IRI 量表上情感共情维度上的得分可以正向预测他们在观察他人动作时额下回的激活程度。镜像神经系统的活动也可以用脑电波  $\mu$  节律抑制来表示,有研究发现女性在观看他人疼痛时的  $\mu$  节律比男性有更加明显的抑制,且抑制的程度与情绪共情量表上的得分显著的正相关(Woodruff, Martin, & Bilyk, 2011; Yang, Decety, Lee, Chen, & Cheng, 2009),这说明女性可能比男性更善于利用镜像神经系统与他人情感产生共鸣。最后,前人一系列的研究均表明,催产素(Oxytocin)在提高个体的共情能力方面起着非常重要的作用(Bos, Panksepp, Bluthé, & van Honk, 2012; Panksepp & Panksepp, 2013),而这种促进作用主要是通过增强情感共情相关脑区的活动来实现的,这进一步证实了高低特质共情者在神经激活模式上的差异。例如, Perry 等人

(2010)研究发现,催产素可以增强男性被试镜像神经元的激活,从而提高个体的情感共情能力。Riem 等人(2011)也发现,催产素可以通过提高脑岛和额下回的激活程度来增强女性对婴儿哭泣的反应水平。

人们认知共情水平的差异在大脑激活模式上也有所体现。大量基于脑损伤病人的研究结果表明,内侧前额叶与认知共情能力存在密切的关系。例如,有研究发现在内侧前额叶上遭到损伤的患者不仅在自我报告的认知共情能力(IRI 量表上观点采择和想象分量表)上相比于正常组被试有显著降低,而且在情感识别、心理理论任务上也有较差的表现(Shamay-Tsoory, 2009)。Leopold 等人(2012)的研究也发现,腹内侧前额叶损伤的病人在情感观点采择任务表现上有明显的不足。另外,女性的认知共情能力往往要显著的高于男性(Ang & Goh, 2010; Gouveia, Milfont, Gouveia, Neto, & Galvão, 2012),而最近的脑成像研究也揭示了导致这种性别差异的神经激活模式上的原因。例如,Derntl 等人(2010)发现在情感观点采择任务中女性比男性更多的激活了杏仁核、海马、颞上沟及额下回等脑区,而男性则在颞顶联合区比女性有更强的激活。这表明,女性在认知共情过程中更多的用到了情绪加工的区域,因而较容易对他人的情感感同身受;而男性被试则在该过程中仅仅去推测他人的心理状态,但较少的被他人的情绪所感染。这种加工倾向性上的不同可能是男女在认知共情过程中表现出性别差异的重要原因。

总之,以上结果说明,人们共情特质的差异会在大脑进行共情任务时的神经激活模式上有所表现:情感共情特质能力较高的个体,更多的激活了镜像神经系统和内感觉系统;而认知共情特质水平较高的个体,心理理论系统与情绪加工脑区之间可能存在更强的联系。

### 3 共情特质在脑结构上的差异

研究者发现,很多人格特质都与大脑结构存在着对应关系(Coutinho, Sampaio, Ferreira, Soares, & Gonçalves, 2013; DeYoung et al., 2010; Xu & Potenza, 2012)。因此,从结构模态的角度来探讨个体特定行为倾向背后的神经基础,是近些年来人格心理学研究领域中的重要研究取向之一。由于大脑结构包括脑灰质和白质,分别富含神经元

胞体和神经纤维(或神经元间的连接),接下来本文便将从这两个方面来论述共情特质的个体差异是如何反映在大脑结构中的。

基于体素的形态学分析(voxel-based morphometry, VBM)技术可以定量计算大脑局部灰质的体素多少和信号强度的大小,常用来探究脑功能的结构基础。例如,Cheng 等人(2009)的研究从大脑结构的角度揭示了共情特质性别差异存在的原因。他们发现,女性较之于男性在额下回的三角部和顶下小叶上有更大的灰质体积,且额下回的三角部的灰质大小可以正向预测个体自我报告的特质情感共情的水平。额下回和顶下小叶都属于镜像神经系统的一部分,这进一步的说明,男性和女性在具身模仿能力上的不同可能造成了他们共情特质上的差异。Hooker, Bruce, Lincoln, Fisher 和 Vinogradov (2011)采用 VBM 的方法,探讨了精神分裂症(schizophrenia)患者观点采择能力与大脑灰质结构之间的关系,结果发现腹内侧前额叶灰质体积的减小可能是导致他们观点采择能力较差的重要原因。Cheetham, Hänggi 和 Jancke (2014)探讨了 IRI 量表中“想象”这一共情维度的脑结构基础,结果发现该人格特质与海马和背内侧前额叶等脑区的灰质体积存在紧密的联系,进而可从神经水平上推知“想象”特质水平较高的个体更善于将自我投射到特定的场景中去想象他人的感受。Banissy, Kanai, Walsh 和 Rees (2012)采用 VBM 的方法,全面探讨了个体在 IRI 量表4个维度上的得分与大脑结构之间的关系。结果发现,在情感共情成分上,共情关注维度得分与左侧楔前叶、左侧额下回及左前侧扣带回的灰质体积成反比,而个体忧伤维度得分与左侧躯体感觉皮质的灰质体积成反比,但是与左侧脑岛的体积成正比;在认知共情成分上,观点采择维度上的得分与左侧前扣带回的灰质体积增加有关,而想象力维度得分与右背外侧前额叶皮层灰质体积增加有关。Eres, Decety, Louis 和 Molenberghs (2015)探讨了被试在认知和情感共情量表上的得分与大脑灰质结构之间的对应关系,结果也发现情感共情与脑岛皮层的灰质体积呈显著正相关,而被试自我报告的认知共情水平越高,中扣带回/背内侧前额叶等脑区的灰质体积越大。

弥散张量成像(Diffusion tensor imaging, DTI)技术可以考察出各个脑区之间的白质纤维束联结,

以及结构联结在不同组群上的差异,从而从结构上揭示共情相关脑区的白质纤维束连接情况。Bernhardt, Klimecki, Leiberg 和 Singer (2014)的研究发现,前脑岛在额叶前部,额缘及中线结构网络系统中充当着主要枢纽的作用。也就是说,那些较容易产生共情情感的人可能在前脑岛和额叶前部等参与社会认知的神经网络中有着更强的结构整合。另外, Parkinson 和 Wheatley (2014)探讨了个体特质情感和认知共情上的差异在白质纤维束的结构连接上的反映。结果发现,被试在共情关注维度上的得分与边缘系统内部,以及主管知觉与情感脑区之间的纤维束连接通路的各向异性分数(fractional anisotropy, FA)成正比。然而,观点采择维度得分较高的被试并没有在结构连接方面表现出明显的特点。对于这种结果,研究者认为可能是由于情感共情的发生过程更加快速和自动化,因此更加依赖于不同脑区间的结构联结。相反,而对于认知共情来说,由于其在人类成长过程中出现的较晚,且各个脑区之间的作用并不是自动发生的,因此可能并没有形成稳定的结构连接所致。Fujino 等人(2014)发现,精神分裂症患者相比于正常组的被试在 IRI 量表的“个体忧伤”维度上有更高的得分,而在“想象”维度上有更低的得分。其中,精神分裂症患者在胼胝体上的各向异性分数与其自我报告自我忧伤的水平成反比,说明无法进行有效自我-他人区分可能是导致他们情感共情能力高于常人的一个重要原因;另外,被试下额枕束、丘脑前辐射等脑区的各向异性分数与精神分裂被试的想象维度得分呈正相关关系,说明语义加工等认知能力上的不足是导致其认知共情能力下降的重要原因。

从以上研究可以看出,个体共情特质上的差异也有其所对应的脑结构基础。总的来说,这种对应关系与共情产生时的神经环路是可以大致相互印证的,它们可能共同说明:个体的共情水平越高,其动作模仿能力越为突出(反映在镜像神经系统的大脑结构上),情感加工能力也更强(反映在前脑岛及边缘系统的脑结构上),也更善于理解他人的情感(反映在内侧前额叶的脑结构上)。

#### 4 共情特质在大脑静息态功能连接上的差异

静息态的功能磁共振成像(resting state

functional magnetic resonance imaging, R-fMRI)技术在近些年的研究中越来越受到关注。它无需实施特定的认知任务,考察的是在无外部输入输出信息的情况下大脑功能的自发活动。相比于任务激活范式中单个脑区分离的研究,基于静息态功能磁共振成像不仅整合了任务激活研究获得的脑区认知功能信息,而且反映了那些区域的内部功能连接模式。近些年来, R-fMRI 方法已经被广泛应用于探讨脑-行为之间的关系,如在人格特质上的个体差异是如何在大脑静息态功能连接中反映的(Di Martino et al., 2009; Andrews-Hanna et al., 2007; Cox et al., 2010)。对于共情这一特质,目前研究者也利用该方法进行了一些初步性的探讨。

Cox 等人(2012)采用了低频振幅(amplitude of low frequency fluctuations, ALFF)技术,探讨了正常被试的共情特质在人脑内在功能连接上的表现。他们用人际反应指数量表测量了被试的特质共情水平,以其中共情关注和观点采择两个维度相减的得分作为相对共情能力(relative empathic ability, REA)的指标,即相对的情感共情能力和认知共情能力。结果发现,情感共情主导的被试在社会情感区域(腹侧前脑岛,眶额叶皮层,杏仁核以及前扣带回)之间有更强的功能联结,而认知共情主导的被试在主管内感受,自动监控以及社会认知加工的脑区(脑干,颞上沟,腹侧前脑岛)之间有更强的功能联结。另外, Takeuchi 等人(2014)探讨了 248 名健康被试共情化倾向与大脑静息态功能连接之间的关系,结果发现高共情化的个体内侧前额叶与楔前叶/中部扣带回之间存在着更强的功能连接。鉴于这些脑区都是默认网络的一部分,该研究的作者认为这说明了默认网络在共情特质中的重要作用,即高共情特质者可能更善于利用内侧前额叶及楔前叶来推测他人的情绪状态。总之,这两个研究表明,大脑中与共情相关的脑区在非任务状态也存在着复杂的网络系统。

#### 5 共情特质在基因水平上的差异

探索遗传因素对共情能力的影响是共情研究中的一个重要问题,迄今为止已有很多学者从行为遗传学的角度对此进行了探讨。一系列双生子研究均发现,人类的共情能力具有高度的可遗传性,约能解释观点采择能力 67%和共情反应能力

34%~47%的变异(Hughes & Cutting, 1999; Knafo, Zahn-Waxler, van Hulle, Robinson, & Rhee, 2008)。最近, Knafo 和 Uzefovsky (2013)对探讨共情特质个体差异的双生子研究进行了元分析, 结果也发现基因因素可以分别解释认知和情感共情 30%和 26%的变化。而且, 在情绪症状较高的双生子群体中, 遗传因素对共情特质的贡献更大。这说明, 个体共情能力的差异在很大程度上受基因表达的影响。

从已有的研究结果来看, 某些基因类型与人们的共情能力之间存在着非常密切的联系。Rodrigues, Saslow, Garcia, John 和 Keltner (2009)的对 192 名不同民族的被试采样结果表明, 催产素受体(oxytocin receptor, OXTR)基因 rs53576 位点上 AG 或 AA 型的被试相比于 GG 型的个体表现更少的共情反应。其中, 携带 A 等位基因的被试不论是在认知共情任务还是特质共情水平(在 IRI 量表上的得分)上均有明显的降低。Wu, Li 和 Su (2012)进一步发现, 催产素受体基因的某些单核苷酸多态性(single nucleotide polymorphism, SNP)位点, 如 rs2254298, rs2268491, rs13316193 和 rs4686302, 与认知共情有关, 基因型为 CT 者比基因型为 TT 者表现出更强的认知共情能力; 而在 rs237887 和 rs4686302 等位点上, G 等位基因携带者要比 A 等位基因携带者表现出更强的情感共情能力。Uzefovsky 等人(2015)发现, 拥有催产素受体 rs53576-A 等位基因的个体情感共情能力更差, 而精氨酸加压素受体 1A (arginine vasopressin receptor 1a, AVPR1a)基因与被试更低的认知共情能力有关。另外, Uzefovsky 等人(2014)还发现, 多巴胺 D4 受体(Dopamine D4 receptor, DRD4)与个体的认知共情而非情感共情有关, 且这种关系仅仅存在于女性被试群体中。还有研究者发现 5-羟色胺 2A 受体基因(serotonin receptor 2A gene, HTR2A)与个体共情特质中的观点采择能力有关, 其中在 T102C (rs6313)位点上携带更多 C 等位基因的被试换位思考的能力更低, 并存在更多的人际交流问题(Gong, Liu, Blue, Li, & Zhou, 2015)。最后, 精神分裂症患者往往在认知共情能力上有明显的不足, 而这可能与一种精神分裂症易感基因 ZNF804A 有关。有研究表明, 该易感基因的携带者在背内侧前额叶及左后侧颞上沟/颞顶联合区的激活水平较弱, 也更少的激活镜像神经系统, 而这些脑区在共情反应过程中起到了的非常重要

的作用(Walter, 2012)。

总之, 共情特质的个体差异也有其遗传基础。但是, 目前的研究所得出的结论还是比较初步的, 随着神经基因学(neurogenetic)的发展, 未来可望对导致共情特质差异的遗传基础提供更为详细的视角和证据。

## 6 总结与展望

共情是一种重要的人格特质。这种人格特质差异背后的神经生物基础目前已受到越来越多研究者的重视, 并取得了不少的研究成果。总的来说, 共情特质的差异在大脑任务态、结构态和静息态上均有所体现, 它们共同说明: 个体的共情特质与其具身模仿能力, 情感加工能力及情绪理解能力存在密切的关系。不仅如此, 共情特质还有遗传生物学基础, 很多基因类型可以决定人们共情能力的高低。在上述研究基础上, 未来还可以在如下几个方面做进一步的探讨。

首先, 以往关于情感共情特质的研究一直以来都存在一个问题, 即研究者往往更关注个体对他人消极情感的共情能力(Morelli, Lieberman, & Zaki, 2015)。事实上, 人们不仅能对他人的消极情感产生共鸣, 同样也可以分享他人的积极情感, 这种对他人积极情绪状态理解和间接分享的能力即积极共情(positive empathy) (Morelli et al., 2015; Sallquist, Eisenberg, Spinrad, Eggum, & Gaertner, 2009)。分享他人幸福快乐的能力往往被人们视为一种美德, 在构建和谐的社会关系过程中发挥着重要的作用。从已有的研究结果来看, 积极共情特质与传统研究中的消极共情特质虽存在高度相关, 但却是两种相互独立的心理结构 (Andreychik & Migliaccio, 2015; Morelli et al., 2015; Sallquist et al., 2009)。然而, 这些结论都是建立在基于自我报告的相关研究基础之上的, 目前还未有在神经层面上展开过对积极共情特质的探讨。因此, 未来需要进一步扩展对共情特质结构的研究, 更为全面的讨论积极共情特质的神经生物基础问题, 以对共情这种重要的人格特质做更为全面的了解。

其次, 虽然共情特质具有可遗传性, 但遗传基因的差异并非造成人们共情能力高低有别的决定性因素, 个体的成长经历、父母的教养方式、社会文化等环境因素也会其产生重要的影响。这就意味着, 共情特质的个体差异可能是基因与环



境相互作用的结果。对于该问题,研究者已经开始尝试进行了一些初步性的探讨。例如,Cheng 等人(2007)发现非医师组观看疼痛刺激录像时与经历疼痛有关的脑区(如脑岛、前扣带回和躯体感觉皮质)有了明显激活,而医师组仅仅激活了与心理理论相关的脑区(如内侧前额叶和颞顶联合区),这说明医师特殊的工作经历(经常面对疼痛刺激情境)可能抑制了他们情感共情能力的表达。Knafo 和 Uzefovsky (2013)的研究发现,低经济地位会降低基因对共情特质的影响,但随着被试年龄的增加,基因对共情能力的影响会逐渐提高,说明遗传和生长环境会共同对个体的共情能力产生影响。不仅如此,Luo 等人(2015)最近的研究结果还发现,个体的共情能力还受基因-文化交互作用的影响,即催产素受体 rs53576 可以调节文化特质(集体主义)与共情特质之间的关系。但目前这方面的研究很少,得出的结论也十分有限。因此,今后应从更为系统、动态的角度,深入细致的考察基因与环境间的相互作用对共情特质个体差异的影响。

最后,共情能力是一种重要的促进人际关系的手段,对人们的社会交往起着关键的作用。但是,由于先天或后天的原因,一些人会缺乏基本的共情能力,如自恋型人格障碍患者(*narcissistic personality disorder*, NPD),反社会型人格障碍患者(*antisocial personality disorder*)等等(Abdallah, 1998; Blair et al., 1995)。这些人在共情能力上的缺陷会导致一系列社会问题的发生,从人际交流障碍,校园里的欺辱行为,到比较严重的暴力犯罪等。这提醒研究者,如何通过教育或训练手段来有效改善某些人群的共情能力是非常有意义的课题。而探讨共情特质的变化是如何在大脑神经水平上反映的,对于共情能力的改善有重要的理论参考价值和广阔的应用前景。最近一个在实验室中的研究发现,通过短期的共情能力训练,被试看到他人遭受痛苦时相比于控制组在前脑岛和前扣带回等共情反应核心脑区的活动有了明显的增强(Klimecki, Leiberg, Lamm, & Singer, 2013)。这可以用赫布理论(Hebbian Theory)来解释,即对神经元进行反复刺激会使它们之间的突触强度增加。在今后的研究中,可在这个方面做更为深入的探讨,以应用于临床实践中,为某些与共情有关的心理疾病提供康复效果的脑指标,并开展具

有针对性的改善相关人群(如暴力罪犯,恐怖分子等)共情能力的训练项目。

## 参考文献

- 潘彦谷, 刘衍玲, 马建苓, 冉光明, 雷浩. (2012). 共情的神经生物基础. *心理科学进展*, 20(12), 2011-2021.
- 岳童, 黄希庭. (2014). 共情的神经网络. *西南大学学报(社会科学版)*, 40(5), 87-94.
- Abdallah, T. (1998). The Satisfaction with Life Scale (SWLS): Psychometric properties in an Arabic-speaking sample. *International Journal of Adolescence and Youth*, 7(2), 113-119.
- Andrews-Hanna, J. R., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., Lustig, C., Head, D., Raichle, M. E., & Buckner, R. L. (2007). Disruption of large-scale brain systems in advanced aging. *Neuron*, 56(5), 924-935.
- Andreychik, M. R., & Migliaccio, N. (2015). Empathizing with others' pain versus empathizing with others' joy: Examining the separability of positive and negative empathy and their relation to different types of social behaviors and social emotions. *Basic and Applied Social Psychology*, 37(5), 274-291.
- Ang, R. P., & Goh, D. H. (2010). Cyberbullying among adolescents: The role of affective and cognitive empathy, and gender. *Child Psychiatry & Human Development*, 41(4), 387-397.
- Banissy, M. J., Kanai, R., Walsh, V., & Rees, G. (2012). Inter-individual differences in empathy are reflected in human brain structure. *NeuroImage*, 62(3), 2034-2039.
- Bastiaansen, J. A. C. J., Thioux, M., & Keysers, C. (2009). Evidence for mirror systems in emotions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1528), 2391-2404.
- Bernhardt, B. C., Klimecki, O. M., Leiberg, S., & Singer, T. (2014). Structural covariance networks of the dorsal anterior insula predict females' individual differences in empathic responding. *Cerebral Cortex*, 24, 2189-2198.
- Bernhardt, B. C., & Singer, T. (2012). The neural basis of empathy. *Annual Review of Neuroscience*, 35, 1-23.
- Blair, R. J. R., Sellars, C., Strickland, I., Clark, F., Williams, A. O., Smith, M., & Jones, L. (1995). Emotion attributions in the psychopath. *Personality and Individual Differences*, 19(4), 431-437.
- Bos, P. A., Panksepp, J., Bluthé, R.-M., & van Honk, J. (2012). Acute effects of steroid hormones and neuropeptides on human social-emotional behavior: A review of single administration studies. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 33(1), 17-35.
- 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.
- Cheetham, M., Hänggi, J., & Jancke, L. (2014). Identifying with fictive characters: Structural brain correlates of the personality trait 'fantasy'. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(11), 1836–1844.
- Cheng, Y., Chou, K.-H., Decety, J., Chen, I.-Y., Hung, D., Tzeng, O.-L., & Lin, C.-P. (2009). Sex differences in the neuroanatomy of human mirror-neuron system: A voxel-based morphometric investigation. *Neuroscience*, 158(2), 713–720.
- Cheng, Y. W., Lin, C.-P., Liu, H.-L., Hsu, Y.-Y., Lim, K.-E., Hung, D., & Decety, J. (2007). Expertise modulates the perception of pain in others. *Current Biology*, 17(19), 1708–1713.
- Coutinho, J. F., Sampaio, A., Ferreira, M., Soares, J. M., & Gonçalves, O. F. (2013). Brain correlates of pro-social personality traits: A voxel-based morphometry study. *Brain Imaging and Behavior*, 7(3), 293–299.
- Cox, C. L., Gotimer, K., Roy, A. K., Castellanos, F. X., Milham, M. P., & Kelly, C. (2010). Your resting brain CAREs about your risky behavior. *PLoS One*, 5(8), e12296.
- Cox, C. L., Uddin, L. Q., Di Martino, A., Castellanos, F. X., Milham, M. P., & Kelly, C. (2012). The balance between feeling and knowing: Affective and cognitive empathy are reflected in the brain's intrinsic functional dynamics. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(6), 727–737.
- Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44(1), 113–126.
- 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.
- Derntl, B., Finkelmeyer, A., Eickhoff, S., Kellermann, T., Falkenberg, D. I., Schneider, F., & Habel, U. (2010). Multidimensional assessment of empathic abilities: Neural correlates and gender differences. *Psychoneuroendocrinology*, 35(1), 67–82.
- DeYoung, C. G., Hirsh, J. B., Shane, M. S., Papademetris, X., Rajeevan, N., & Gray, J. R. (2010). Testing predictions from personality neuroscience. Brain structure and the big five. *Psychological Science*, 21, 820–828.
- Di Martino, A., Shehzad, Z., Kelly, C., Roy, A. K., Gee, D. G., Uddin, L. Q., ... Milham, M. P. (2009). Relationship between cingulo-insular functional connectivity and autistic traits in neurotypical adults. *The American Journal of Psychiatry*, 166(8), 891–899.
- Eisenberg, N., & Eggum, N. D. (2009). Empathic responding: Sympathy and personal distress. In J. Decety & W. J. Ickes (Eds.), *The social neuroscience of empathy* (pp. 71–83). Cambridge, MA: MIT press.
- Eres, R., Decety, J., Louis, W. R., & Molenberghs, P. (2015). Individual differences in local gray matter density are associated with differences in affective and cognitive empathy. *NeuroImage*, 117, 305–310.
- 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 & Biobehavioral Reviews*, 35(3), 903–911.
- 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.
- Fujino, J., Takahashi, H., Miyata, J., Sugihara, G., Kubota, M., Sasamoto, A., ... Murai, T. (2014). Impaired empathic abilities and reduced white matter integrity in schizophrenia. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 48, 117–123.
- Gladstein, G. A. (1983). Understanding empathy: Integrating counseling, developmental, and social psychology perspectives. *Journal of Counseling Psychology*, 30(4), 467–482.
- Gong, P. Y., Liu, J. T., Blue, P. R., Li, S., & Zhou, X. L. (2015). Serotonin receptor gene (HTR2A) T102C polymorphism modulates individuals' perspective taking ability and autistic-like traits. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 575.
- Gouveia, V. V., Milfont, T. L., Gouveia, R. S. V., Neto, J. R., & Galvão, L. (2012). Brazilian-portuguese empathy quotient: Evidences of its construct validity and reliability. *The Spanish Journal of Psychology*, 15(2), 777–782.
- Hillis, A. E. (2014). Inability to empathize: Brain lesions that disrupt sharing and understanding another's emotions. *Brain*, 137(4), 981–997.
- Hooker, C. I., Bruce, L., Lincoln, S. H., Fisher, M., & Vinogradov, S. (2011). Theory of mind skills are related to gray matter volume in the ventromedial prefrontal cortex in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 70(12), 1169–1178.
- Hughes, C., & Cutting, A. L. (1999). Nature, nurture, and individual differences in early understanding of mind. *Psychological Science*, 10(5), 429–432.
- Jabbi, M., & Keysers, C. (2008). Inferior frontal gyrus activity triggers anterior insula response to emotional facial expressions. *Emotion*, 8(6), 775–780.
- Jolliffe, D., & Farrington, D. P. (2006). Development and validation of the Basic Empathy Scale. *Journal of Adolescence*, 29(4), 589–611.
- Kaplan, J. T., & Iacoboni, M. (2006). Getting a grip on other

- minds: Mirror neurons, intention understanding, and cognitive empathy. *Social Neuroscience*, 1(3-4), 175-183.
- Klimecki, O. M., Leiberg, S., Lamm, C., & Singer, T. (2013). Functional neural plasticity and associated changes in positive affect after compassion training. *Cerebral Cortex*, 23, 1552-1561.
- Knafo, A., & Uzevovsky, F. (2013). Variation in empathy: The interplay of genetic and environmental factors. In: M. Legerstee, D. W. Haley, & M. H. Bornstein (Eds.), *The developing infant mind: Integrating biology and experience*. New York: The Guilford Press.
- Knafo, A., Zahn-Waxler, C., van Hulle, C., Robinson, J. L., & Rhee, S. H. (2008). The developmental origins of a disposition toward empathy: Genetic and environmental contributions. *Emotion*, 8(6), 737-752.
- Leopold, A., Krueger, F., dal Monte, O., Pardini, M., Pulaski, S. J., Solomon, J., & Grafman, J. (2012). Damage to the left ventromedial prefrontal cortex impacts affective theory of mind. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(8), 871-880.
- Luo, S. Y., Ma, Y., Liu, Y., Li, B. F., Wang, C. B., Shi, Z. H., ... Han, S. H. (2015). Interaction between oxytocin receptor polymorphism and interdependent culture values on human empathy. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10, 1273-1281.
- Meyer, M. L., Masten, C. L., Ma, Y., Wang, C., Shi, Z., Eisenberger, N. I., & Han, S. (2013). Empathy for the social suffering of friends and strangers recruits distinct patterns of brain activation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8, 446-454.
- Molenberghs, P., Cunnington, R., & Mattingley, J. B. (2012). Brain regions with mirror properties: A meta-analysis of 125 human fMRI studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(1), 341-349.
- Morelli, S. A., Lieberman, M. D., & Zaki, J. (2015). The emerging study of positive empathy. *Social and Personality Psychology Compass*, 9(2), 57-68.
- Panksepp, J., & Panksepp, J. B. (2013). Toward a cross-species understanding of empathy. *Trends in Neurosciences*, 36(8), 489-496.
- Parkinson, C., & Wheatley, T. (2014). Relating anatomical and social connectivity: White matter microstructure predicts emotional empathy. *Cerebral Cortex*, 24(3), 614-625.
- Perry, A., Bentin, S., Shalev, I., Israel, S., Uzevovsky, F., Bar-On, D., & Ebstein, R. P. (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.
- Reniers, R. L. E. P., Corcoran, R., Drake, R., Shryane, N. M., & Völlm, B. A. (2011). The QCAE: A questionnaire of cognitive and affective empathy. *Journal of Personality Assessment*, 93(1), 84-95.
- Riem, M. M. E., Bakermans-Kranenburg, M. J., Pieper, S., Tops, M., Boksem, M. A. S., Vermeiren, R. R. J. M., ... Rombouts, S. A. R. B. (2011). Oxytocin modulates amygdala, insula, and inferior frontal gyrus responses to infant crying: A randomized controlled trial. *Biological Psychiatry*, 70(3), 291-297.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3(2), 131-141.
- 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.
- Sallquist, J., Eisenberg, N., Spinrad, T. L., Eggum, N. D., & Gaertner, B. M. (2009). Assessment of preschoolers' positive empathy: Concurrent and longitudinal relations with positive emotion, social competence, and sympathy. *The Journal of Positive Psychology*, 4(3), 223-233.
- Schulte-Rüther, M., & Greimel, E. (2011). Brain networks supporting empathy. In R. P. Ebstein, S. G. Shamay-Tsoory, & S. H. Chew (Eds.), *From DNA to social cognition* pp. 47-61. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Shamay-Tsoory, S. G. (2009). Empathic processing: Its cognitive and affective dimensions and neuroanatomical basis. In J. Decety & W. Ickes (Eds.), *The social neuroscience of empathy* (pp. 215-232). Cambridge, MA: MIT press.
- 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. (2006). The neuronal basis and ontogeny of empathy and mind reading: Review of literature and implications for future research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(6), 855-863.
- 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.
- Takeuchi, H., Taki, Y., Nouchi, R., Sekiguchi, A., Hashizume, H., Sassa, Y., ... Iizuka, K. (2014). Association between resting-state functional connectivity and empathizing/systemizing. *NeuroImage*, 99, 312-322.



- Uzefovsky, F., Shalev, I., Israel, S., Edelman, S., Raz, Y., Mankuta, D., ... Ebstein, R. P. (2015). Oxytocin receptor and vasopressin receptor 1a genes are respectively associated with emotional and cognitive empathy. *Hormones and Behavior*, 67, 60–65.
- Uzefovsky, F., Shalev, I., Israel, S., Edelman, S., Raz, Y., Perach-Barzilay, N., ... Ebstein, R. P. (2014). The Dopamine D4 receptor gene shows a gender-sensitive association with cognitive empathy: Evidence from two independent samples. *Emotion*, 14(4), 712–721.
- 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.
- Woodruff, C. C., Martin, T., & Bilyk, N. (2011). Differences in self- and other-induced Mu suppression are correlated with empathic abilities. *Brain Research*, 1405, 69–76.
- Wu, N., Li, Z., & Su, Y. J. (2012). The association between oxytocin receptor gene polymorphism (OXTR) and trait empathy. *Journal of Affective Disorders*, 138(3), 468–472.
- Xu, J. S., & Potenza, M. N. (2012). White matter integrity and five-factor personality measures in healthy adults. *NeuroImage*, 59(1), 800–807.
- Yang, C.-Y., Decety, J., Lee, S., Chen, C. Y., & Cheng, Y. W. (2009). Gender differences in the mu rhythm during empathy for pain: An electroencephalographic study. *Brain Research*, 1251, 176–184.

## The neurobiological underpinnings of trait empathy

YUE Tong; HUANG Xiting

(Research Center for Psychology and Social Development, Southwest University; School of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** Individual differences in trait empathy is one of the important research topics in psychology. In recent years, an increasing number of studies have been done to reveal the neurobiological underpinnings of trait empathy. As these studies found out, both trait emotional empathy and trait cognitive empathy show individual differences in the brain's empathic responses, brain structures and resting-state functional connectivity. Such findings imply that trait empathy is closely related with imitative ability, emotional processing capacity and emotion understanding level. Moreover, with several types of genes related to it, trait empathy is also highly inheritable. Further studies are needed to extend the understanding of the structure of empathy, explore the interaction of environment and gene in shaping individual differences in trait empathy, and apply theoretical findings to the clinical practice of training and improving empathy ability.

**Key words:** trait empathy; brain mechanism; brain structure; resting-state; genetics