人类共情领域认知神经科学: 研究展望与应用启示

魏高峡^{1,2,3*}, 满晓霞^{4,5}, 盖力钊^{1,2,3}, 姚颖^{1,2,3}, 胡卓尔^{1,2,6,7}, 张澍^{1,2,3}, 陈丽珍^{1,2,3},
沈浩冉^{1,2,3}, 高媛媛^{1,2,3}, 左西年^{2,3}

1. 中国科学院心理研究所心理健康重点实验室, 北京 100101;

2. 中国科学院心理研究所行为科学重点实验室, 北京 100101;

3. 中国科学院大学心理学系, 北京 100101;

4. 山东省体育科学研究中心, 济南 250102;

5. 北京师范大学, 北京 100875;

6. 中国科学院大学中丹学院, 北京 100049;

7. 中丹科教中心, 北京 100049

* 联系人, E-mail: weigx@psych.ac.cn

收稿日期: 2020-10-16; 接受日期: 2020-12-04; 网络版发表日期: 2021-02-24

国家自然科学基金(批准号: 31671163)、中国科学技术协会学科发展项目(批准号: 2018XKFZ03)、中国科学院心理健康重点实验室开放课题、中国科学院行为科学重点实验室开放课题和中国科学院心理研究所项目(批准号: Y9CX402008)资助

摘要 共情是人类的高级情感能力之一, 能够抑制攻击倾向, 激发亲社会行为。良好的共情能力有助于和谐人际关系的形成, 对个体自身的身心健康及社会稳定都具有积极作用。一直以来, 行为学测评技术在共情研究领域占据主导地位, 在儿童青少年时期的研究已取得较为丰硕的成果。随着现代脑成像技术的发展, 共情研究进入新的历史阶段, 人类共情领域认知神经机制的探索逐步展开。本文通过梳理人类共情的毕生发展规律, 论述了共情及其发展的神经机制, 并在此基础上展望了学科未来发展方向, 即未来研究需进一步探索共情毕生发展规律的脑机制; 开发高信效度测评工具以完善共情研究体系; 搭建大数据跨文化研究平台, 实现多学科协同创新发展。此外, 基于基础研究结论, 本文阐述了共情相关认知神经研究对教育和健康领域的启示。教育方面, 基于儿童青少年大脑发展规律, 应寻找共情发展的关键期, 开展建设学校、家庭和社会共同培育的共情能力体系; 健康方面, 首先, 结合共情的脑科学研究发现, 预测和识别异常共情发展; 其次, 可结合机器学习, 开发临床共情相关的应用技术与产品; 最后, 以镜像神经系统为窗口, 开展共情相关的类脑研究等。这些探索将在国家教育和健康战略规划以及科技发展等层面产生重要的现实意义。

关键词 共情, 神经机制, 毕生发展, 教育, 健康

共情(empathy)是个体在与人交往过程中理解、共享他人情绪状态的倾向^[1], 是产生亲社会行为的基础^[2], 在人类生存和社会交往中发挥着十分重要的作用。已有研究发现, 人类毕生发展过程中, 青少年时期

引用格式: 魏高峡, 满晓霞, 盖力钊, 等. 人类共情领域认知神经科学: 研究展望与应用启示. 中国科学: 生命科学, 2021, 51: 702–716

Wei G X, Man X X, Ge L K, et al. Empathy in human from a cognitive neuroscience perspective (in Chinese). Sci Sin Vitae, 2021, 51: 702–716, doi: 10.1360/SSV-2020-0258

和成人期的共情具有不同的发展规律。认知共情和情绪共情在个体发育早期发展轨迹存在差异。总体而言, 青少年时期的共情能力随年龄增长而迅速发展; 老年时期的共情更多受到人格特点和个体经验的影响, 表现出相对稳定的变化趋势。近20年来, 脑成像技术的出现和发展打破了传统心理学行为主义实验范式的主导格局, 使得直接观察、发现与共情有关的大脑神经机制成为可能。研究者采用事件相关电位和磁共振成像技术在高时间和空间分辨率上探索共情形成和发生的神经机制, 获得了初步的神经科学证据。这些研究发现为人类共情的学习和教育提供了有益的思考和积极的启发, 也为共情能力的培养提供了有力的科学支持。

1 共情的毕生发展

共情是一种涉及观察、记忆、知识学习和推理等过程的复杂心理现象, 是具有不同组成成分的多层次心理结构^[3,4]。大多数研究者认为共情结构中至少包括情绪和认知两个维度^[5~7], 它们被称为双过程发展模式。其中, 认知共情是指辨别或者命名他人情感状态的能力以及观点采择的能力, 而情绪共情指的是对他人的情感状态做出反应的能力^[8]。两种成分相互补充, 协同工作, 其中任何一种共情能力的受损或者缺失都会导致个体出现情绪失调或情感障碍。双过程发展模式认为, 认知共情与情绪共情在人类毕生发展阶段有着不同的发展轨迹。

1.1 儿童青少年时期的共情发展

大多数研究证据认为, 认知共情是一种更为高级的共情, 发展相对较晚。1~2岁婴儿认知共情能力开始出现快速发展^[9]。3~4岁时, 儿童能够了解到他人与自己有不同的情绪和想法。6岁时, 儿童的观点采择能力初步形成。10岁左右, 儿童观点采择能力才比较完善^[10]。随着个体采择能力提高^[10], 认知共情能力才随之发展成熟^[11]。目前对青少年认知共情的发展轨迹争议相对较小。总体而言, 认知共情发展与额叶脑区发展几乎一致, 随着认知功能提高而日趋发展成熟, 但认知共情也呈现出显著的阶段性特点^[12]。脑成像的研究结果显示, 7~40岁时, 与认知功能相关的腹内侧前额叶脑区(medial prefrontal cortex, mPFC)激活程度较高, 在老年阶段随前额叶功能减退^[13,14], 这些研究结果

很好地解释了认知共情在不同年龄阶段发展水平差异的原因。

情绪共情是一种较为原始的共情, 更多依赖于镜像神经元系统神经表征的发展。情绪共情在婴儿期至成年期阶段呈现下降趋势, 到老年阶段反弹上升, 呈现出U形发展轨迹^[12]。研究发现, 婴儿会对其他婴儿的哭泣产生共鸣与哭泣, 通过自己经历痛苦来回应他人的痛苦线索。研究者认为, 这是共情的早期迹象^[15~17]。大量研究指出, 婴儿从一出生开始就可以对他人的情绪做出反应, 除了情绪传染^[18], 婴儿会对成人的表情做出情绪反应并模仿^[19~21]。这表明, 婴儿期的情绪共情能力以模仿和情绪共鸣为主。研究发现, 14~18个月左右的幼儿已经能清楚地将自己和他人区分开, 从而对他人的痛苦表现出更多不同的、以他人为导向的共情反应^[22]。有趣的是, 一项针对9个月月龄婴儿的纵向追踪研究表明, 对负性情绪刺激做出更多反应的婴儿, 如果后期获得足够的情绪管理调节能力, 那么在18个月时会表现出更高的共情水平^[23]。发展到两岁时, 儿童对养育者和陌生人的共情反应已出现显著差异。有研究发现, 儿童对母亲的痛苦更为敏感, 但对实验研究者的共情表现则相对较少^[24]。同时也有研究发现, 即使面对处于消极状态但情绪上没有表现出痛苦的患者, 18个月大的孩子也会表现出关心和同情, 即早期的婴幼儿共情并不一定需要有情绪线索, 仅凭情景线索也能完成共情行为^[25]。总之, 婴儿期共情反应在很大程度上依赖于自我意识的发展^[26]。婴幼儿在3岁后, 个体通过情绪共鸣方式盲目模仿他人情绪的行为逐渐消失^[9]。目前针对青少年时期共情的纵向追踪研究相对较少, 且主要集中在青春期中后期。一项持续了2年的追踪研究采用面部肌电的研究方法, 测量了10~12岁青少年情绪共情的变化。结果表明, 随着年龄增长, 个体情绪共情的强度出现显著下降^[27]。另一项对13~16岁青少年的研究也有类似发现, 情绪共情水平受年龄影响明显, 呈现出显著的随年龄变化的趋势^[28]。

在共情发展的过程中, 性别差异是一个重要的调节变量, 具体表现为女性的情绪共情水平显著高于男性, 这种差异在学龄期之后表现逐渐显著^[29]。即便在控制青春期状态和父母教育的情况下, 女性的共情水平也高于男性^[30]。此外, 脑成像研究从神经科学的角度同样证实了情绪共情存在显著性别差异。例如, 在相同情绪刺激条件下, 女性的杏仁核激活程度明显高

于男性^[31]。但也有研究采用客观指标(观点采择范式推断或图片评定任务)去推断他人的情绪共情, 结果却未发现显著的性别差异^[32]。此外, 青少年时期的认知共情发展同样存在性别差异, 女性的认知共情能力高于男性^[33]。研究者推测, 存在性别差异的主要原因是女性比男性更擅长利用镜像神经系统。因此, 在理解他人情绪时, 女性的认知共情表现好于男性^[34]。

1.2 成年期的共情变化

目前, 几乎所有对共情年龄差异的研究都是基于横断面的实验设计, 无法真正探索共情随年龄发展变化的趋势。尽管以往的横断面研究显示, 老年人的共情得分低于年轻人, 但有一项研究通过追踪12年的结果发现, 随着时间的推移, 老年人自我报告的共情水平并没有显著下降^[35]。对成年期共情不同组分发展规律进行研究时, 出现了研究结论并不一致的现象, 这种不一致可能与共情的测量工具、评价标准、实验设计等不一致有关。

有研究发现, 个体从成年期到老年期阶段的情绪共情水平呈现稳定并逐渐上升的特点^[12,36,37]。此外, 随着年龄的增长, 情绪共情与亲社会行为也会逐渐增加。与情绪共情相比, 认知共情年龄差异的研究结果更加多样化和复杂化。由于老年群体的情绪加工能力有所降低, 大多数老年人表现出较低的认知共情水平^[12,38~40]。另外, 老年人在识别面部表情、身体和声音表情方面比年轻人表现更差, 这种年龄差异在愤怒和悲伤情绪方面最为明显^[41]。但是当老年人进行具有生态效度且与年龄相关的实验任务时, 他们在共情准确性(empathic accuracy)方面的表现并不比年轻人差^[39]。

成年期的共情研究通常采用自我报告法, 这种方法一方面不能很好地反映实际的共情能力; 另一方面, 被试可能会做出能够获得社会赞许的回答, 从而使其共情水平被高估^[39]。此外, 也有研究通过心理测量技术对共情水平进行评价。例如, 认知共情的测量主要基于情绪识别和心理理论任务。然而, 基于实验任务表现去测量认知共情, 存在的主要问题是生态学效度偏低。目前, 有研究者采用共情准确性作为效标, 一定程度上提高了研究的生态学效度^[42], 即老年人在投入足够的认知资源在实验任务上时, 其认知共情能力更能反映其真实共情水平。

2 共情及发展的神经机制

共情作为一种复杂的心理现象, 其研究依然处在初级阶段。然而, 随着神经科学的日益发展, 关于共情神经机制的研究取得了极大进展^[10,43]。研究共情的神经机制对于建立共情模型、探究共情与其他心理现象或认知功能的联系等都有重要意义。

2.1 镜像神经网络

镜像神经元是一系列特殊的具有感觉运动特性的细胞, 最早发现于猴子的前运动皮层F5区^[44], 这些特殊的视觉运动神经元在执行动作以及观察类似动作时会释放动作电位。研究者同时发现, 人类身上也存在着具有相同性质的镜像神经系统^[45]。个体在观察到他人进行某种活动或感知他人情绪状态时均会激活该系统, 进而引起相应躯体反应和自主反应, 从而使观察者产生匹配的认知和情绪状态^[46]。镜像神经系统与内感觉网络及边缘系统之间功能上的连接关系, 使得人们理解、感受和分享他人的情感成为可能^[47]。因此, 镜像神经系统的激活水平往往被看作预测个体基本共情能力的重要指标^[48,49], 它的发现为人类共情的发生提供了有价值的神经生物学解释。

已有大多数研究表明, 镜像神经网络是共情脑机制的重要组成部分。共情所包括的脑区主要有额下回(inferior frontal gyrus, IFG)、颞上沟(superior temporal sulcus, STS)、顶下小叶(inferior parietal lobule, IPL)、前扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)、腹内侧前额皮层(ventromedial prefrontal cortex, vmPFC)、躯体感觉皮层(somatosensory cortex)以及皮层下脑区, 如杏仁核(amygdala)、前脑岛(anterior insula, AI)、后扣带回(posterior cingulate gyrus, PCG)等。其中IFG, STS和IPL是镜像神经系统的关键脑区。因此, 研究者认为, 共情加工机制涉及到了包括镜像神经系统及相关边缘系统在内的更广泛的大脑网络^[50]。

功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)的研究表明, 共情反应在一定程度上能够激活大脑中与自我表征有关的区域, 该区域恰恰是镜像神经系统所在的脑区^[47]。研究者发现, 情绪共情所涉及的主要是镜像神经网络, 包括IFG、STS和顶额叶皮层。具体而言, STS编码动作的早期描述后, 将这一信号发送给后顶叶的镜像神经元; 后顶叶镜像神经

元接收信号后, 继续对精确动作进行编码, 然后再将编码后的信息传递给IFG的镜像神经元. 因而, IFG主要是负责编码动作的最终目标, 将这些信息发送给脑岛, 从而通过边缘系统的脑区, 如杏仁核产生相应的情绪反应^[51]. 研究者让被试观察模拟情绪面孔图片, 发现被试的镜像神经系统、边缘系统和岛叶均出现激活, 表明镜像神经系统负责调控情绪模拟^[52]. 在情绪共情的研究中, 疼痛的共情反应被认为是研究共情行为较为经典的实验范式, 获得了较为一致的研究结果. 研究者发现, 被试在观察其他人的疼痛反应时除了显著激活AI和ACC, 还延伸到了镜像神经网络所包括的IFG脑区^[32]. 另一项研究也发现, 被试观察疼痛图片时, 背外侧和背内侧的PFC的激活相对增加, 同时IPL和IFG的激活也增加, 而这一网络与人类镜像神经网络部分相重叠. 这些结果的一致性支持了共情共享表征的假设^[47]. 因此, 镜像神经元是自动化有意识的共情产生的神经基础^[53].

认知共情的脑区主要涉及IFG(主要是环扣带回区域)、后顶叶、颞顶联合区(temporal parietal junction, TPJ)以及颞极^[54,55]. 一项关于认知共情的脑结构成像研究发现, 认知共情主要与IFG、前部和内侧ACC以及海马的灰质体积有关^[56-58]. 由于镜像神经系统不仅参与了行为的模拟, 还可能参与了对他人意图的理解. 研究者推测, 认知共情与镜像神经系统也有密切关系^[47]. 因此, 镜像神经系统可能共同参与了情绪共情和认知共情的加工. 需要提及的是, 关于认知共情的产生, 除了镜像神经系统, 研究者还发现认知共情的发生依赖于心理理论发生的伺服脑区, 主要包括mPFC和内侧眶额皮层^[59]. 一项涉及心理理论任务的脑影像学元分析研究发现, 所有的心理理论任务均激活了mPFC和双侧TPJ, 这两个脑区在个体进行他人心理状态的推断时均表现出显著激活^[60]. 由此推断, 认知共情的发生与mPFC和双侧TPJ的活动有密切关系. 值得关注的是, 几项脑损伤研究表明, 内侧眶额皮层对于认知共情的发生起重要作用, 具体表现为该脑区受损的被试无法产生适当的认知共情能力^[61].

2.2 共情产生的其他关键脑区

由于共情的研究范式较多, 涉及到的共情任务包括对疼痛、厌恶以及开心等不同情绪的观察^[62-67]、想象^[68,69]和评估^[70-72]. 脑成像研究发现, 共情产生的心

理过程除了涉及镜像神经网络, 还包括其他更加广泛的脑区. 但加工过程是否由某一个或几个核心的脑区参与, 还未获得一致性的结论. 一项纳入了40项共情任务的磁共振成像元分析发现, 无论是认知共情还是情感共情任务均共同激活了背侧前扣带回-前部内侧扣带回-辅助运动区(dACC-aMCC-SMA)这一神经环路以及双侧前脑岛^[73,74]. 值得关注的是, 认知共情与情感共情涉及的脑机制也有所不同^[74]. 背侧前中扣带回(dorsal aMCC)更多参与了认知共情, 而右侧前脑岛则只负责参与情感共情的加工. 更有意思的是, 这项研究发现, 认知共情任务在aMCC上不因具体情绪种类而异, 即无论是针对疼痛、害怕、厌恶、焦虑还是开心的实验任务, 被试均激活了aMCC. 该结果提示, 这些核心脑区起到的作用更多与共情本身有关, 而不是具体情绪的加工过程^[74].

在共情的产生机制中, 前脑岛是一个不可忽视的脑区, 不仅是因为所有的共情任务几乎都涉及到该脑区的激活, 而且左右脑岛所参与的共情加工过程存在差异, 即右侧前脑岛仅参与了情感共情的加工^[74]. 有研究者曾发现了左右脑岛在功能和结构上的差异^[75]. 该脑区被认为是边缘旁神经环路(丘脑和PAG)的一部分, 该环路与直下而上的本体感受性和外部感受性的信息传输有关, 直接参与了从身体传来的感觉信息的加工^[75-78]. 因此, 与这些皮层下脑区存在的功能和结构上的连接, 使得右侧脑岛优先参与了情感共情的活动. 另有结构磁共振成像研究发现, 个体的脑岛皮层密度越高, 情感共情水平越高^[58]. 这些功能和结构上的研究证据提示, 脑岛对于共情产生具有至关重要的作用.

2.3 共情相关的主要大脑网络

已有研究发现, 情绪共情还与大脑的多个网络密切相关. 例如, 个体的特质情绪共情水平与默认网络(default mode network)、凸显网络(salience network)以及中央执行网络的功能链接模式显著相关.

默认网络包括mPFC、边侧顶叶(lateral parietal cortex)和楔前叶(precuneus)/后扣带回. 该网络在个体处于安静且非注意状态时会自动激活, 被认为参与了与自我参照和内部注意有关的心理活动. 一项横向对照研究发现, 低共情水平的个体, 默认网络内部的mPFC和ACC之间功能连接强度显著降低, 提示默认

网络内部脑区功能活动的降低与自我参照的心理能力受损有关^[79]。

凸显网络包括楔叶、脑岛、前扣带回和梭状回, 该网络负责对外界刺激产生反应以及感觉信息的整合。在情绪共情发生过程中, 个体需要识别他人的情绪, 并从自身内部体验这些情绪感受。该过程的发生直接影响到个体的内部身体状态, 进而影响到凸现网络的神经活动。有研究采用静态磁共振成像技术探索了个体的特质共情对凸显网络内部局部脑区活动的影响, 结果表明, 个体共情分数与凸现网络内部的梭状回和楔叶活动强度呈正相关。研究者推测, 由于楔叶和梭状回都是视觉系统的一部分, 特别是梭状回, 该脑区参与了面孔识别和高水平的物体表征。因此, 凸显网络可能负责将外部刺激加工到意识层面, 并与内部信息进行整合, 进而调控情绪感受的主观意识, 影响个体的情绪共情水平。此外, 双侧的中央执行网络会参与情绪信息的加工和决策, 共情感受发生与该网络活动也具有密切关联^[80]。

2.4 共情发展的核心脑区

镜像神经系统对共情具有重要作用, 共情的发展与其在毕生发展过程中的变化息息相关。研究表明, 在婴儿期, 个体就存在镜像神经活动^[81], 且镜像神经系统在0~8个月之间迅速发展, 并在40个月时逐渐接近成熟^[82]。在儿童期, 该系统会继续发展, 并在青春期达到活动峰值^[83]。相比于生命早期, 老年期镜像神经系统存在着功能上的衰退。有研究发现, 尽管老年人有更高的情绪共情水平, 但相关的镜像神经系统脑区(如脑岛、扣带回等)则有着更低程度的激活^[84]。有研究者认为, 可能是由于老年人认知功能的衰退, 抑制了镜像神经系统的激活水平, 导致情绪共情水平升高^[12]。

除了镜像神经系统, 共情的发展还与认知功能的脑区相关。前额叶皮层的成熟对共情发展, 尤其对认知共情具有重要影响。一方面镜像神经系统包含了部分前额叶皮层, 另一方面前额叶皮层是负责执行功能的主要脑区^[85]。已有研究表明, 执行功能的发展影响着认知共情的发展^[86]。Decety等人^[87]研究发现, 随着年龄增长, 个体的认知共情得分与负责执行功能的腹侧前额叶皮层的活动之间的相关性显著增加。前额叶皮层相较于大脑皮层其他部分发育较晚, 在儿童早期

发展, 青春期有所下降, 随后在成年期呈现较稳定的持续发展直至20岁左右^[88]。这样的发展轨迹可以部分解释认知共情的发展轨迹, 即成熟时间相对较晚, 且随着年龄增长认知共情提高。老年期的认知共情及执行功能开始减弱, 这与老年期前额叶皮层的衰退密切相关^[88]。

总的来看, 共情发展主要依赖于镜像神经系统、前额叶和顶叶皮层的发展。当然, 其背后更精密、详细的神经机制仍有待研究。未来研究如采用标准化的共情测量工具, 与fMRI和EEG(electroencephalography)等影像技术的结合, 将进一步加深人们对共情神经机制的了解(图1)。

3 学科未来发展方向的预测和展望

共情是理解、帮助他人的前提, 培养不同年龄阶段良好的共情能力有助于减少欺凌、强霸和攻击性行为, 有利于提高公民道德修养, 促进和谐社会的构建。当前共情领域的研究发展需求集中体现在深化基础研究的同时, 扩展教育、健康等领域的成果转化与应用。因此, 学科未来发展方向主要着眼于以下3个方面(图1)。

3.1 继续推进基础性研究, 探索人类共情毕生发展规律的脑机制

以往对共情机制的研究主要采用小样本的实验室研究范式^[56-58], 所得出的结论可能存在一定的统计效力偏低现象。在今后的相关基础研究中, 致力于基于大数据队列研究设计, 将行为学和脑成像技术手段进行有机结合, 发现共情在人类毕生发展过程中不同年龄阶段的关键脑区, 明确共情发展的敏感期及其发展特点, 这将有助于深入阐明共情发展的脑机制, 加深对人类社会性适应等心理健康内容的理解, 同时也为识别和诊断社会性情感障碍的神经系统疾病提供科学参考, 为相应共情干预和培养措施的制定提供明确的目标。此外, 基于镜像神经网络在共情加工过程中的重要作用^[47,50], 亟需建立公认的用以表征镜像神经元对他人进行感知、理解、模仿等共情功能的神经计算模型, 用于预测和识别个体共情能力, 并在教育、司法、医疗部门开展多部门合作攻关, 加大对基础研究结果的转型和孵化。

图 1 共情神经机制的发展方向及应用(网络版彩图)

Figure 1 Future direction and application towards neural mechanism of empathy (color online)

3.2 创新研究范式, 开发信效度较高的共情评价测量工具

共情研究兴起于西方, 经过一段时间的沉淀, 已经形成特定的研究范式. 一部分研究采用现实情境或呈现图片影片形式的观察任务, 通过被试对刺激物的主观反应进行测评. 例如, Feshbach编制的儿童情感移入倾向测试(Feshbach & Roe Affective Situations Test for Empathy), 让被试根据4套涉及愉快、悲伤、愤怒和恐惧情境的图片和故事进行主观报告, 主试通过一定评定标准获得个体共情能力分数^[89]. 随着计算机技术的普及, 近年来的测评任务大多采用电脑测查的方式进行. 比如, 疼痛共情的测量主要通过呈现疼痛图片来诱导共情, 要求被试对实验材料所诱发的自身情绪或心理感受进行评分, 或者对实验材料中他人的情绪或心理感受进行评分.

另一部分共情研究则以问卷或量表形式对被试的共情水平进行测量, 包括测量情绪共情的情感共情问卷(the Questionnaire Measure of Emotional Empathy, QMEE)、情绪感染量表(Emotional Contagion Scale, ECS), 测量认知共情的霍根共情量表(Hogan Empathy Scale, HES)、杰弗逊共情量表(Jefferson Scale of Empathy, JSE), 同时测量情绪共情和认知共情的人际反应指针量表(Interpersonal Reactivity Index, IRI)、共情商数量表(Empathy Quotient, EQ)等. 其中, QMEE被广泛用于情绪共情的测量. 然而, 后续研究表明, QMEE分数反映更多的是一般性的情绪唤醒(emotional arousal)而非共情^[90]. HES共包含64个条目, 涉及社会自信、温和、敏感性和不一致性4个因子, 但该量表信效度较低, 信度仅为0.61^[91]. JSE也被广泛用于认知共情

的测量, 该量表主要关注医护领域工作者的共情能力, 包括观点采择、同情关怀、患者角度3个因子, 研究表明, JSE中文版的内部一致性系数为0.75, 重测信度为0.66^[92]. 人际反应指针量表包括观点采择、想象、同情关心和个人痛苦4个维度, 其内部一致性在0.71~0.77之间, 重测信度为0.62~0.80, 是一项在共情研究领域受到广泛认可的测评工具, 已被证实可用于正常人群^[93]和精神疾病患者^[94]的共情能力测量中. 值得一提的是, 近期有研究者对疼痛共情量表(the Empathy for Pain Scale, EPS)进行了汉化工作, 共获得了4个场景下的12个条目, 分属于身心不适反应和移情反应2个维度结构, 并获得了Cronbach's α 系数0.914, 信度0.896的良好检验效果, 可以在中国人群中进行广泛推广^[95].

此外, 还有一部分测量工具是采用具有生态学效度的实际场景测查方式来评估个体的共情水平. 例如, Block^[96]的人际知觉测验主要是让儿童通过讲故事的方式, 感知并推断他人的情感状态, 用于评价个体的情感观点采择能力. 相似的评价工具还有Piaget和Inhelder^[97]设计的三山任务, 要求儿童通过变化视觉表象的角度, 对山的样子进行判断. 该测验能评估儿童对空间观点的采择能力. 此外, 错误信念任务也可以用来测量共情水平, 通过让被试考虑他人持有的不合理信念, 来推测其心理过程进而预测行为结果, 该任务主要用于儿童和青少年的心理理论发展^[98].

尽管研究者在共情的测评领域做了大量的工作, 但现有共情测评工具还存在一定的局限性. 首先, 问卷测量的适用人群有限, 主要集中在成年人和特殊群体(如医护人员、孤独症患者等). 尽管也有研究修订了部分共情量表, 使之适用于中国文化背景. 例如, 苏彦

捷团队修订的儿童共情问卷(Empathy Questionnaire)和中国青少年版认知和情感共情量表, 具有较好的内部一致性和跨时间稳定性, 可以作为我国儿童和青少年的共情能力测评工具, 应该着力在国内的脑科学项目中加以推广。但至今仍未有一套结合各年龄段发展特点, 贯穿个体毕生发展始终的完备的测量工具系统, 无法从毕生发展的视角探索共情能力的发展轨迹变化。其次, 共情测评工具的汉化工作亟待开展。研究者除了探索不同年龄人群的特定测评工具, 还应应对产后抑郁、老年人退休适应等处于过渡期的特定人群进行测评工具的汉化和研发。同时, 在将国外测量工具进行汉化的同时, 尝试纳入客观评价指标, 提高汉化共情测量的信度与效度, 开发系统的共情测量工具成为当前亟待解决的研究目标。最后, 随着脑成像技术的发展, 探索共情的心脑关联已成为可能, 但目前尚无标准化的认知共情和情感共情研究范式, 影响了脑成像研究结果的一致性。因此, 未来研究需结合fMRI和fNIRS(functional near-infrared spectroscopy)等新技术创新研究范式, 揭示不同种类共情、共情与行为、共情与经验习得等热点问题的基本神经机制。

3.3 拓展研究设计思路, 创建大数据的跨文化研究平台

由于中西方历史、文化、思维方式等方面的差异, 不同地域人群具有不同的共情特点。因此, 共情研究设计既需要与国际接轨, 也需要与本土特点相契合。未来研究设计可纳入跨文化、跨种族研究, 比较中西方不同背景下人类共情的异同, 探寻中国传统文化促进共情能力提升的理论意义和现实路径。不仅如此, 基于共情毕生发展理论, 大规模队列研究等研究设计方案也可纳入研究者未来考量的范围。队列研究具有良好的外推性^[99], 通过大样本和长时间的观察, 发现共情与人类年龄、神经发育、认知发展、行为习惯及环境变化等因素的关系, 厘清共情能力发展的关键时间节点, 提高共情能力的保护性因素和降低共情能力的危险性因素等, 可以为采取有效方式进行干预奠定基础。此外, 值得注意的一点是, 包容、开放的科学研究文化是未来研究发展趋势, 研究的顶层设计中还需进一步加强国家或地区间的交流合作, 通过搭建研究数据共享平台, 推动多学科协同创新发展, 从而深化对数据的挖掘与解读, 拓宽共情研究视域。

4 对教育和健康领域的启示作用

4.1 从不同文化视角出发, 开发基于脑科学的共情训练技术

共情可以通过后天的训练提高^[100]。国外的共情训练主要基于两种模式: 经验主义和人文主义。经验主义是通过体验式(经验分享)进行学习; 人文主义模式则注重发展个体的自我概念^[101]。共情训练在护士学生群体中进行了大量的研究。研究者对药物专业学生进行过9个月基于人文主义的共情训练, 每次干预时长8 h, 干预后, 学生的共情能力显著提高, 更能理解患者感受^[102]。另一项对护士学生进行了3年的队列干预研究发现, 通过经验主义与人文主义相结合的方式, 学生除了在领导者帮助下建立了良好的人际关系外, 在平衡情绪共情量表(the Balanced Emotional Empathy Scale, BEES)上的得分也得到了显著提升^[103]。即便是为期3天的经验主义模式下的共情干预训练, 实验组学生在Jefferson共情-健康职业量表(the Jefferson Scale of Empathy-Health Profession, JSE-HPS)上的得分也得到了提升, 但这种效果在干预结束的90天后消失^[104]。此项研究提示, 共情训练的有效性具有时间衰减效应, 训练效果并不能终生维持。总之, 国外特殊学生群体的干预方式效果显著, 但如何应用于低年级的学生群体依然是一个问题。虽然共情训练的效果在各项研究中均表现出较为显著的效果, 但还缺乏统一的标准化训练范式, 干预时长这一关键影响因素还未有针对性的探索。

国内研究者的共情训练主要聚焦在中小学及大学生等群体, 主要以团体辅导方式进行。小学是发展亲社会行为的重要时期, 这一阶段可能是共情干预的敏感年龄段。有研究者对32名小学生随机分组, 进行每周一次, 每次45 min, 共10次的团体心理辅导。结果发现, 共情训练后的小学生, 其共情能力显著提高, 亲社会行为也明显增加^[105]。在青少年年龄阶段的训练大多采用8周的干预时间。通过干预的初中生共情能力得到了显著提高, 人际关系同时获得改善^[106]。另几项为期2~3个月的共情训练在初中生群体中得到了类似的结果^[107,108]。此外, 采用相同团体辅导的共情训练形式应用在大学生群体上, 也获得了较为显著的效果, 经过团体辅导后的大学生的共情能力得到了提升, 人际关系同时也得到了改善^[109]。

总之, 国内外的共情训练范式虽然存在模式的差异, 但干预效果普遍较好。值得注意的是, 目前共情训练形式还较为单一, 还未见与已有神经科学研究相结合的大脑共情训练技术。共情在神经科学领域取得的现有进展, 将极大地启发教育和健康领域研究者的思考, 推进其应用广度和深度。

4.2 依据儿童青少年大脑发育规律, 培育儿童青少年共情能力

情绪共情发展较早, 从婴儿期到成年期的发展轨迹呈现出随年龄增加而下降的趋势^[12]。因而, 学前教育即幼儿期应该着手进行对情绪共情的教育和培养。另有神经科学证据表明, 杏仁核的发育和情绪共情出现的时间是一致的, 杏仁核和新皮层相互作用能直接影响共情的表达, 它是情绪共情产生的重要皮层下结构。研究发现, 单次鼻内剂量的神经肽催产素可通过降低杏仁核功能活动, 增强右杏仁核与脑岛、后扣带回的功能连接来增强情绪共情^[110]。关于大脑毕生发展规律的研究表明, 杏仁核是幼年时期受外部应激影响最为敏感的脑结构之一^[111]。此外, 镜像神经元是人类知觉-行为耦合的认知神经机制, 也是共情的重要神经生物学基础。孩子早期就是通过观察、模仿建立对世界的认知。一项关于自闭症儿童的研究发现, 镜像神经元功能异常会干扰孩子模仿能力的发展, 影响其对自我-他人表征的形成, 损伤其共情能力^[112]。因此, 在共情主要脑区发展的关键年龄阶段, 保护大脑结构和功能, 避免不良养育环境和应激对相关脑区的影响, 对共情的培养具有重要的启示意义。例如, 在情绪共情发展早期, 养育者应尽量营造健康的养育环境, 如建立安全的依恋关系, 避免母亲与幼儿长期分离等, 均为共情的发展提供了良好的养育条件。

与情绪共情相比, 认知共情的发展相对较晚, 个体到青春期后伴随采择能力提高而逐渐发展成熟^[11,12]。研究显示, 共情能力高的个体社会适应性更好, 表现出的亲社会行为也更多^[1]。反之, 共情能力低者则体现出更高的冷漠特质^[113], 容易引起攻击性和反社会行为^[114]。一项关于校园欺凌的元分析研究也指出, 欺负行为与共情水平呈负相关, 而愿意帮助受害者的旁观者则显现出较高的共情水平^[115]。此外, 研究还发现, 网络欺凌者在认知共情方面得分相对较低^[116]。由此可见, 从认知学习的角度, 培养学生的认

知共情能力, 是防止校园欺凌行为出现的突破口。寻找合适的共情促进手段, 是当前基础教育工作不可忽视的工作内容。

青少年共情能力提升具有较大的空间, 可以考虑以下几点。

首先, 学校应开展团体共情训练, 提高中小学生的认知共情水平。例如, 有研究依据“共情发展模型”理论, 通过团体辅导对初一学生进行共情训练, 仅通过8次干预就有效提升了学生的共情能力^[117]。学校可以将团体辅导与心理健康室的日常工作有机结合起来, 将共情教育列入学生心理健康和人格教育的主要内容, 利用学校教育的优势, 拓宽共情的培养途径。

其次, 可以将学校教育和家庭教育有机结合, 制定个性化的共情培养策略。已有研究表明, 镜像神经元的发现使得人可以通过以镜像机制为基础的“具身”方式体验并分享与他人相似的认知图式和情绪感受。学校体育运动活动是一个以观察和模仿动作以及预测动作意图为基础的动作技能学习过程, 这些过程正是镜像神经系统发生的基础, 包含这些过程的体育运动活动也是镜像神经系统重塑的过程。同时, 大量神经科学证据证实, 镜像神经系统也是共情发生的核心机制。因此, 可以尝试从体育运动的技能学习角度, 加强学生的观察和模仿能力, 从而提高个体的共情水平。

最后, 家庭教育是影响孩子早期共情培养的关键环境变量。父母的教养方式和对孩子做出回应的敏锐程度对儿童共情发展具有重要作用^[118]。一项涉及8个国家儿童的研究显示, 父母积极的教养方式可以促进儿童亲社会行为的发展, 同时, 儿童早期建立起的稳定的亲社会倾向, 也会促使父母在接下来的时间对孩子做出更加积极的回应, 从而形成良性互动^[119]。

今后, 青少年共情能力的提高的可考虑遵循以下原则: (i) 遵循青少年的年龄特征。不同共情成分在各年龄阶段表现出不同的特征, 要根据具体的年龄发展关键期, 寻找不同年龄段适宜的干预技术。(ii) 尊重个体差异现象。儿童青少年共情的发展存在显著的性别差异, 女生的共情能力显著高于男生, 有必要针对男生群体特征, 发展适用于这一群体的特异性干预技术。(iii) 应采用循序渐进的方式, 在干预课程设置中考虑共情的发展速度, 灵活组合各种干预技术, 探索综合性的共情训练效果。

4.3 探索共情在临床领域的应用, 促进个体身心健康

首先, 探索和发展共情相关脑区的连接组, 通过建立共情相关脑区毕生发展常模, 绘制人类共情毕生发展脑图谱, 从生长发育的角度比较正常群体和疾病等非典型群体的大脑差异, 为各类神经系统疾病的早期评估与诊断提供直接参考。例如, 自闭症儿童共情水平低于普通儿童^[120], 存在社交障碍等沟通问题^[121]。虽然自闭症早在3岁之前就已发病, 但鉴于儿童表达能力受限, 现有评估与诊断标准都建立在3岁之后, 该病症要到3岁以后才能确诊^[122]。自闭症诊断的迟滞性可能导致自闭症儿童错过最佳干预时机。因此, 结合行为指征, 参照脑区常模, 开发共情神经网络异常表现指标等生物学标记, 建立神经影像学诊断的客观评价标准, 对于提高自闭症等神经系统疾病的早期预警、预后评估及疗效评价具有重要价值。

其次, 研发新的计算方法, 模拟包括镜像神经系统在内的大尺度复杂神经网络拓扑结构及其动力学行为。共情与模仿是人类理解、学习的基础。幼儿时期, 儿童通过观察他人的口型、动作进行学习内化, 并最终在与他人的互动中实现信息的自主输出, 这是一种社会性的学习机制。如果该阶段幼儿发展出现偏差, 会诱发口吃、阅读障碍、感觉统合失调等一系列问题。大脑结构决定其功能, 而行为和功能的训练也能优化其结构。因此, 根据神经网络的系统建模, 在共情发展关键期, 通过体育锻炼、正念训练等干预手段针对性地提高个体共情能力, 促进镜像神经系统的发展, 优化镜像神经网络功能连接, 既有助于对儿童上述不良问题的预防与矫正, 也有助于验证大脑可塑性的程度及其局限。此外, 学习与共情在观察和模仿上具有共同的行为表征, 那么学习与记忆网络是否和镜像神经网络存在共同的底层机制? 通过神经网络拓扑结构及其动力学行为模拟, 探究镜像神经网络与学习和记忆网络的耦合机制, 是一个值得关注的研究方向。

再次, 基于机器学习的分析方法, 通过聚类、决策等算法创新临床共情相关的应用技术与产品。机器学习是一种自动确定方法和参数, 以寻找问题最优解决

方案的计算策略^[123]。目前, 机器学习技术与心理学和精神病学的结合, 一部分用于模拟人类高级认知功能^[124,125], 另一部分用于抑郁症、精神分裂症、焦虑症等神经疾病的个体诊断、预后、治疗的预测等方面^[123,126~128]。然而, 将机器学习这一新技术应用到共情领域的研究还较少, 大都处于探索阶段, 比如结合共情和其他行为指标对疾病进行诊断分类^[129], 通过面部肌肉活动预测认知和情绪共情^[130], 或者利用静息态fMRI数据预测共情水平^[131]。近期, 有一项研究基于静息态的脑成像技术, 采用机器学习的方法对不同共情特质水平的被试进行了成功分类, 发现个体在安静状态下共振网络和控制网络能够较为准确地预测个体特质共情水平^[131]。机器学习的脑影像研究为这一领域带来了新的发展空间, 克服了问卷报告等测量工具的主观性, 特别是采用大脑功能和结构相结合的综合影像学指标, 有助于对个体共情倾向进行有效评估^[131], 并有利于对与共情相关的大脑疾病进行早期识别、预测和诊断。今后, 在有足够多的跨中心、多站点的实验数据和临床数据积累的基础上, 可以建立更加优化的评估和预测模型, 将机器学习与现有的实验设计结合, 为临床共情领域提供更有前景的研究方向。

最后, 在当前人工智能飞速发展的时代背景下, 开展共情领域的类脑研究。智能信息的识别、提取与处理是目前人工智能发展的瓶颈问题, 而赋予机器共情能力可能是这一问题未来突破的着力点。实现人、计算机、环境三者之间自然、和谐交互是人工智能发展的主要趋势。镜像神经网络的非线性特质为未来机器控制的非线性处理带来了启发。通过镜像神经系统的建构与仿真, 可使机器能够像人类大脑一样完成神经编码、计算结构等信息处理过程, 具备共情及心理解读能力, 从而获得更加友好的用户体验。假如机器可以被赋予共情能力——无异于机器具有了“灵魂”, 这很可能是人工智能领域面临的终极挑战, 在医疗及健康等应用领域也会迎来诸多重大机遇。此外, 以共情为突破口开展精神分裂症、情感障碍等临床疾病的干预与治疗将为公共卫生健康领域带来新的契机和启发。

参考文献

- 1 de Waal F B M. Putting the altruism back into altruism: the evolution of empathy. *Annu Rev Psychol*, 2008, 59: 279-300

- 2 Balconi M, Canavesio Y. Emotional contagion and trait empathy in prosocial behavior in young people: The contribution of autonomic (facial feedback) and Balanced Emotional Empathy Scale (BEES) measures. *J Clin Exp Neuropsychol*, 2013, 35: 41–48
- 3 Yan Z Q, Su Y J. Evolution in research topics on empathy: evidence from bibliometrics (in Chinese). *J Psychol Sci*, 2017, 3: 189–197 [颜志强, 苏彦捷. 共情研究主题的变化——来自文献计量学的证据. *心理科学*, 2017, 3: 189–197]
- 4 Decety J, Jackson P L. The functional architecture of human empathy. *Behav Cogn Neurosci Rev*, 2004, 3: 71–100
- 5 Zaki J, Ochsner K N. The neuroscience of empathy: progress, pitfalls and promise. *Nat Neurosci*, 2012, 15: 675–680
- 6 Wei Q, Su Y J. Different empathy components of preschool children (in Chinese). *Psychol: Tech Appl*, 2019, 7: 523–535 [魏祺, 苏彦捷. 学龄前儿童中的共情及其不同成分. *心理技术与应用*, 2019, 7: 523–535]
- 7 Wang X S, Su Y J. Revision of QCAE empathy scale for Chinese adolescents (in Chinese). *Psychol: Tech Appl*, 2017, 7: 536–547 [王协顺, 苏彦捷. 中国青少年版认知和情感共情量表的修订. *心理技术与应用*, 2017, 7: 536–547]
- 8 Gladstein G A. Understanding empathy: Integrating counseling, developmental, and social psychology perspectives. *J Counsel Psychol*, 1983, 30: 467–482
- 9 Hoffman M L. Empathy, its development and prosocial implications. *Nebr Symp Motiv*, 1977, 25: 169–217
- 10 Cui F, Nan Y, Luo Y J. A review of cognitive neuroscience studies on empathy (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2008, 16: 250–254 [崔芳, 南云, 罗跃嘉. 共情的认知神经研究回顾. *心理科学进展*, 2008, 16: 250–254]
- 11 Schwenck C, Göhle B, Hauf J, et al. Cognitive and emotional empathy in typically developing children: The influence of age, gender, and intelligence. *Eur J Dev Psychol*, 2014, 11: 63–76
- 12 Huang H Q, Su Y J. The lifespan development of empathy: A dual processes perspective (in Chinese). *Psychol Dev Educ*, 2012, 28: 434–441 [黄菁菁, 苏彦捷. 共情的毕生发展: 一个双过程的视角. *心理发展与教育*, 2012, 28: 434–441]
- 13 Decety J, Michalska K J. Neurodevelopmental changes in the circuits underlying empathy and sympathy from childhood to adulthood. *Dev Sci*, 2010, 13: 886–899
- 14 Richter D, Kunzmann U. Age differences in three facets of empathy: Performance-based evidence. *Psychol Aging*, 2011, 26: 60–70
- 15 Field T, Diego M, Hernandez-Reif M, et al. Depressed mothers' newborns show less discrimination of other newborns' cry sounds. *Infant Behav Dev*, 2007, 30: 431–435
- 16 Geangu E, Benga O, Stahl D, et al. Contagious crying beyond the first days of life. *Infant Behav Dev*, 2010, 33: 279–288
- 17 Hoffman M L. 11-Development of prosocial motivation: Empathy and guilt. In: Eisenberg N, ed. *The Development of Prosocial Behavior*. New York: Academic Press, 1982. 281–313
- 18 Sagi A, Hoffman M L. Empathic distress in the newborn. *Dev Psychol*, 1976, 12: 175–176
- 19 Field T. Individual differences in the expressivity of neonates and young infants. In: Feldman R S, ed. *Development of Nonverbal Behavior in Children*. New York: Springer, 1982. 279–298
- 20 Field T M, Woodson R, Greenberg R, et al. Discrimination and imitation of facial expression by neonates. *Science*, 1982, 218: 179–181
- 21 Meltzoff A N, Moore M K. Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science*, 1977, 198: 75–78
- 22 Eisenberg N, Spinrad T L, Sadovsky A. Empathy-related responding in children. In: Killen M, Smetana J G, eds. *Handbook of Moral Development*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2006. 517–549
- 23 Abramson L, Paz Y, Knafo-Noam A. From negative reactivity to empathic responding: Infants high in negative reactivity express more empathy later in development, with the help of regulation. *Dev Sci*, 2019, 22: e12766
- 24 Zahn-Waxler C, Radke-Yarrow M, Wagner E, et al. Development of concern for others. *Dev Psychol*, 1992, 28: 126–136
- 25 Vaish A, Carpenter M, Tomasello M. Sympathy through affective perspective taking and its relation to prosocial behavior in toddlers. *Dev Psychol*, 2009, 45: 534–543
- 26 Roth-Hanania R, Busch-Rossnagel N, Higgins-D'Alessandro A. Development of self and empathy in early infancy: Implications for atypical development. *Infants Young Child*, 2000, 13: 1–14
- 27 Zhou Q, Eisenberg N, Losoya S H, et al. The relations of parental warmth and positive expressiveness to children's empathy-related responding and social functioning: A longitudinal study. *Child Dev*, 2002, 73: 893–915
- 28 Mestre M V, Samper P, Frías M D, et al. Are women more empathetic than men? A longitudinal study in adolescence. *Span J Psychol*, 2009, 12: 76–83
- 29 Chen W Y, Lu J M, Liu L Q, et al. Gender differences of empathy (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2014, 22: 1423–1434 [陈武英, 卢家楣, 刘连

- 启, 等. 共情的性别差异. 心理科学进展, 2014, 22: 1423–1434]
- 30 Lam C B, Solmeyer A R, McHale S M. Sibling relationships and empathy across the transition to adolescence. *J Youth Adolesc*, 2012, 41: 1657–1670
- 31 Domes G, Schulze L, Böttger M, et al. The neural correlates of sex differences in emotional reactivity and emotion regulation. *Hum Brain Mapp*, 2010, 31: 758–769
- 32 Lamm C, Decety J, Singer T. Meta-analytic evidence for common and distinct neural networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. *NeuroImage*, 2011, 54: 2492–2502
- 33 Gouveia V V, Milfont T L, Gouveia R S V, et al. Brazilian-portuguese empathy quotient: Evidences of its construct validity and reliability. *Span J Psychol*, 2012, 15: 777–782
- 34 Cheng Y, Lee P L, Yang C Y, et al. Gender differences in the mu rhythm of the human mirror-neuron system. *PLoS ONE*, 2008, 3: e2113
- 35 Grün D, Rebusch K, Diehl M, et al. Empathy across the adult lifespan: longitudinal and experience-sampling findings. *Emotion*, 2008, 8: 753–765
- 36 Carstensen L L, Isaacowitz D M, Charles S T. Taking time seriously: A theory of socioemotional selectivity. *Am Psychol*, 1999, 54: 165–181
- 37 Sze J A, Gyurak A, Goodkind M S, et al. Greater emotional empathy and prosocial behavior in late life. *Emotion*, 2012, 12: 1129–1140
- 38 Bailey P E, Henry J D, Von Hippel W. Empathy and social functioning in late adulthood. *Aging Mental Health*, 2008, 12: 499–503
- 39 Blanke E S, Riediger M. Reading thoughts and feelings in other people: Empathic accuracy across adulthood. In: Srinivasan N, ed. *Emotion and Cognition. Progress in Brain Research*. Amsterdam: Elsevier, 2019. 305–327
- 40 Henry J D, Phillips L H, Ruffman T, et al. A meta-analytic review of age differences in theory of mind. *Psychol Aging*, 2013, 28: 826–839
- 41 Ruffman T, Henry J D, Livingstone V, et al. A meta-analytic review of emotion recognition and aging: Implications for neuropsychological models of aging. *Neurosci Biobehav Rev*, 2008, 32: 863–881
- 42 Ickes W, Stinson L, Bissonnette V, et al. Naturalistic social cognition: Empathic accuracy in mixed-sex dyads. *J Personal Soc Psychol*, 1990, 59: 730–742
- 43 Weng J, Zhou L P. The neural mechanism of empathy (in Chinese). *Sci Soc Psychol*, 2010, 5: 8–12+22 [翁娟, 周路平. 共情的神经机制. 社会心理科学, 2010, 5: 8–12+22]
- 44 di Pellegrino G, Fadiga L, Fogassi L, et al. Understanding motor events: a neurophysiological study. *Exp Brain Res*, 1992, 91: 176–180
- 45 Mukamel R, Ekstrom A D, Kaplan J, et al. Single-neuron responses in humans during execution and observation of actions. *Curr Biol*, 2010, 20: 750–756
- 46 Preston S D, de Waal F B M. Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behav Brain Sci*, 2002, 25: 1–20
- 47 Bernhardt B C, Singer T. The neural basis of empathy. *Annu Rev Neurosci*, 2012, 35: 1–23
- 48 Yue T, Huang X T, Liu G Y. The effects of oxytocin on empathic response and its mechanisms (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2018, 26: 442–453 [岳童, 黄希庭, 刘光远. 催产素对共情反应的影响及其作用机制. 心理科学进展, 2018, 26: 442–453]
- 49 Yue T, T Huang X T. The neurobiological underpinnings of trait empathy (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2016, 24: 1368–1376 [岳童, 黄希庭. 共情特质的神经生物学基础. 心理科学进展, 2016, 24: 1368–1376]
- 50 Mohandas E, Rajmohan V. Lithium use in special populations. *India J Psychiatry*, 2007, 49: 211–218
- 51 Blair R J R. Responding to the emotions of others: dissociating forms of empathy through the study of typical and psychiatric populations. *Conscious Cogn*, 2005, 14: 698–718
- 52 Fogassi L, Ferrari P F. Mirror neurons and the evolution of embodied language. *Curr Dir Psychol Sci*, 2007, 16: 136–141
- 53 Zhang Q Y, Lu J M. What is emotional contagion? The concept and mechanism of emotional contagion (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2013, 21: 1596–1604 [张奇勇, 卢家楣. 情绪感染的概念与发生机制. 心理科学进展, 2013, 21: 1596–1604]
- 54 Fletcher P C, Happe F, Frith U, et al. Other minds in the brain: a functional imaging study of “theory of mind” in story comprehension. *Cognition*, 1995, 57: 109–128
- 55 Frith U. Mind blindness and the brain in autism. *Neuron*, 2001, 32: 969–979
- 56 Banissy M J, Kanai R, Walsh V, et al. Inter-individual differences in empathy are reflected in human brain structure. *NeuroImage*, 2012, 62: 2034–2039
- 57 Cheetham M, Hänggi J, Jancke L. Identifying with fictive characters: structural brain correlates of the personality trait ‘fantasy’. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2014, 9: 1836–1844

- 58 Eres R, Decety J, Louis W R, et al. Individual differences in local gray matter density are associated with differences in affective and cognitive empathy. *NeuroImage*, 2015, 117: 305–310
- 59 Carrington S J, Bailey A J. Are there theory of mind regions in the brain? A review of the neuroimaging literature. *Hum Brain Mapp*, 2009, 30: 2313–2335
- 60 Schurz M, Radua J, Aichhorn M, et al. Fractionating theory of mind: A meta-analysis of functional brain imaging studies. *Neurosci Biobehav Rev*, 2014, 42: 9–34
- 61 Shamay-Tsoory S G, Aharon-Peretz J, Perry D. Two systems for empathy: a double dissociation between emotional and cognitive empathy in inferior frontal gyrus versus ventromedial prefrontal lesions. *Brain*, 2009, 132: 617–627
- 62 Singer T, Seymour B, O'Doherty J P, et al. Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature*, 2006, 439: 466–469
- 63 Grosbras M H, Paus T. Brain networks involved in viewing angry hands or faces. *Cereb Cortex*, 2006, 16: 1087–1096
- 64 Blakemore S J, Bristow D, Bird G, et al. Somatosensory activations during the observation of touch and a case of vision-touch synaesthesia. *Brain*, 2005, 128: 1571–1583
- 65 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
- 66 Keysers C, Wicker B, Gazzola V, et al. A touching sight: SII/PV activation during the observation and experience of touch. *Neuron*, 2004, 42: 335–346
- 67 Wicker B, Keysers C, Plailly J, et al. Both of us disgusted in *My* insula: The common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, 2003, 40: 655–664
- 68 Lamm C, Batson C D, Decety J. The neural substrate of human empathy: Effects of perspective-taking and cognitive appraisal. *J Cogn Neurosci*, 2007, 19: 42–58
- 69 Jackson P L, Brunet E, Meltzoff A N, et al. Empathy examined through the neural mechanisms involved in imagining how I feel versus how you feel pain. *Neuropsychologia*, 2006, 44: 752–761
- 70 Moriguchi Y, Decety J, Ohnishi T, et al. Empathy and judging other's pain: An fMRI study of alexithymia. *Cereb Cortex*, 2007, 17: 2223–2234
- 71 Gu X, Han S. Attention and reality constraints on the neural processes of empathy for pain. *NeuroImage*, 2007, 36: 256–267
- 72 Jackson P L, Meltzoff A N, Decety J. How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *NeuroImage*, 2005, 24: 771–779
- 73 de Waal F B M, Preston S D. Mammalian empathy: behavioural manifestations and neural basis. *Nat Rev Neurosci*, 2017, 18: 498–509
- 74 Fan Y, Duncan N W, de Greck M, et al. Is there a core neural network in empathy? An fMRI based quantitative meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev*, 2011, 35: 903–911
- 75 Craig A D. How do you feel—now? The anterior insula and human awareness. *Nat Rev Neurosci*, 2009, 10: 59–70
- 76 Kober H, Barrett L F, Joseph J, et al. Functional grouping and cortical-subcortical interactions in emotion: A meta-analysis of neuroimaging studies. *NeuroImage*, 2008, 42: 998–1031
- 77 Craig A D. Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Curr Opin Neurobiol*, 2003, 13: 500–505
- 78 Craig A D. How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Nat Rev Neurosci*, 2002, 3: 655–666
- 79 Kim S J, Kim S E, Kim H E, et al. Altered functional connectivity of the default mode network in low-empathy subjects. *Yonsei Med J*, 2017, 58: 1061–1065
- 80 Bilevicius E, Kolesar T A, Smith S D, et al. Trait emotional empathy and resting state functional connectivity in default mode, salience, and central executive networks. *Brain Sci*, 2018, 8: 128
- 81 Cuevas K, Cannon E N, Yoo K, et al. The infant EEG mu rhythm: Methodological considerations and best practices. *Dev Rev*, 2014, 34: 26–43
- 82 Lepage J F, Théoret H. The mirror neuron system: grasping others' actions from birth? *Dev Sci*, 2007, 10: 513–523
- 83 Kilner J M, Blakemore S J. How does the mirror neuron system change during development? *Dev Sci*, 2007, 10: 524–526
- 84 Beadle J N, de la Vega C E. Impact of aging on empathy: Review of psychological and neural mechanisms. *Front Psychiatry*, 2019, 10: 331
- 85 Miller E K, Cohen J D. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annu Rev Neurosci*, 2001, 24: 167–202
- 86 Eisenberg N, Michalik N, Spinrad T L, et al. The relations of effortful control and impulsivity to children's sympathy: A longitudinal study. *Cogn Dev*, 2007, 22: 544–567

- 87 Decety J, Michalska K J, Kinzler K D. The developmental neuroscience of moral sensitivity. *Emot Rev*, 2011, 3: 305–307
- 88 Teffer K, Semendeferi K. Human prefrontal cortex: evolution, development, and pathology. *Prog Brain Res*, 2012, 195: 191–218
- 89 Lennon R, Eisenberg N, Carroll J. The assessment of empathy in early childhood. *J Appl Dev Psychol*, 1983, 4: 295–302
- 90 Mehrabian A, Young A L, Sato S. Emotional empathy and associated individual differences. *Curr Psychol*, 1988, 7: 221–240
- 91 Cross D G, Sharpley C F. Measurement of empathy with the Hogan Empathy Scale. *Psychol Rep*, 1982, 50: 62
- 92 An X Q, Yang H, Xu J P, et al. Compilation and evaluation of Jefferson empathy scale (in Chinese). *Nurs Res*, 2008, 22: 2063–2064+2066 [安秀琴, 杨辉, 徐建萍, 等. 杰弗逊共情量表的编译及评价. 护理研究, 2008, 22: 2063–2064+2066]
- 93 Davis M H. Social Psychology Series. Empathy: A social psychological approach. Madison: Westview Press, 1994.
- 94 Montag C, Heinz A, Kunz D, et al. Self-reported empathic abilities in schizophrenia. *Schizophr Res*, 2007, 92: 85–89
- 95 Shang J, Ye X C, Wang Y, et al. Sinicization of the empathy for pain scale and its reliability and validity test in medical students (in Chinese). *Chin J Mod Nurs*, 2020, 9: 1140–1145 [尚静, 叶旭春, 王怡, 等. 疼痛共情量表的汉化及其在医学生中的信效度检验. 中华现代护理杂志, 2020, 9: 1140–1145]
- 96 Block J H. Issues, problems, and pitfalls in assessing sex differences: a critical review of “the psychology of sex differences”. *Merrill-Palmer Quarterly Behav Dev*, 1976, 22: 283–308
- 97 Piaget J, Inhelder B. The Psychology of the Child. New York: Basic Books, 1969
- 98 Bloom P, German T P. Two reasons to abandon the false belief task as a test of theory of mind. *Cognition*, 2000, 77: B25–B31
- 99 Li L M, Lv J. Advances in large prospective cohort studies (in Chinese). *Chin J Epidemiol*, 2015, 36: 1187–1189 [李立明, 吕筠. 大型前瞻性人群队列研究进展. 中华流行病学杂志, 2015, 36: 1187–1189]
- 100 Kiosses V N, Karathanos V T, Tatsioni A. Empathy promoting interventions for health professionals: a systematic review of RCTs. *J Compass Health Care*, 2016, 3: 7
- 101 Bas-Sarmiento P, Fernández-Gutiérrez M, Baena-Baños M, et al. Empathy training in health sciences: A systematic review. *Nurse Educ Pract*, 2020, 44: 102739
- 102 Shapiro J, Morrison E, Boker J. Teaching empathy to first year medical students: Evaluation of an elective literature and medicine course. *Educ Health*, 2004, 17: 73–84
- 103 Cunico L, Sartori R, Marognolli O, et al. Developing empathy in nursing students: a cohort longitudinal study. *J Clin Nurs*, 2012, 21: 2016–2025
- 104 Lor K B, Truong J T, Ip E J, et al. A randomized prospective study on outcomes of an empathy intervention among second-year student pharmacists. *Am J Pharm Educ*, 2015, 79: 18
- 105 Tang N. The influence of empathy training on prosocial behavior of primary school students (in Chinese). Dissertation for Master's Degree. Changsha: Hunan Normal University, 2015 [唐宁. 共情训练对小学生亲社会行为的影响. 硕士学位论文. 长沙: 湖南师范大学, 2015]
- 106 Guo Z Y. Empathy training for junior high school student interpersonal intervention (in Chinese). Dissertation for Master's Degree. Chongqing: Chongqing Normal University, 2013 [郭志映. 共情训练提升初中生人际关系的干预研究. 硕士学位论文. 重庆: 重庆师范大学, 2013]
- 107 Yan Y P. Empathy training effects on middle school students' interpersonal skills (in Chinese). Dissertation for Master's Degree. Changsha: Hunan Normal University, 2013 [颜玉平. 共情训练对中学生人际交往能力的影响. 硕士学位论文. 长沙: 湖南师范大学, 2013]
- 108 Hong M. The research of empathy training on improving the peer relationships of junior middle school students (in Chinese). Dissertation for Master's Degree. Changsha: Hunan Normal University, 2015 [洪淼. 共情训练对改善初中生同伴关系的研究. 硕士学位论文. 长沙: 湖南师范大学, 2015]
- 109 Chen X. Improving interpersonal relationship by empathy training (in Chinese). Dissertation for Master's Degree. Nanjing: Nanjing Normal University, 2008 [陈翔. 通过共情训练改善大学生人际关系的研究. 硕士学位论文. 南京: 南京师范大学, 2008]
- 110 Geng Y, Zhao W, Zhou F, et al. Oxytocin enhancement of emotional empathy: Generalization across cultures and effects on amygdala activity. *Front Neurosci*, 2018, 12: 512
- 111 Lupien S J, McEwen B S, Gunnar M R, et al. Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition. *Nat Rev Neurosci*, 2009, 10: 434–445
- 112 Chen G H. A series of studies on the imitation ability of children with autism pedigree (in Chinese). Dissertation for Doctoral Degree. Shanghai: East China Normal University, 2009 [陈光华. 自闭症谱系儿童模仿能力系列研究. 博士学位论文. 上海: 华东师范大学, 2009]
- 113 Muñoz L C, Qualter P, Padgett G. Empathy and bullying: exploring the influence of callous-unemotional traits. *Child Psychiatry Hum Dev*, 2011, 42: 183–196

- 114 Frick P J, White S F. Research review: the importance of callous-unemotional traits for developmental models of aggressive and antisocial behavior. *J Child Psychol Psychiatry*, 2008, 49: 359–375
- 115 Zych I, Ttofi M M, Farrington D P. Empathy and callous-unemotional traits in different bullying roles: A systematic review and meta-analysis. *Trauma Violence Abuse*, 2019, 20: 3–21
- 116 Zych I, Baldry A C, Farrington D P, et al. Are children involved in cyberbullying low on empathy? A systematic review and meta-analysis of research on empathy versus different cyberbullying roles. *Aggress Violent Behav*, 2019, 45: 83–97
- 117 Zhu L. The empathy training for junior school freshmen (in Chinese). Dissertation for Master's Degree. Nanchang: Nanchang University, 2017 [朱琳. 团体辅导提升初一学生共情能力的实验研究. 硕士学位论文. 南昌: 南昌大学, 2017]
- 118 Vreeke G J, van der Mark I L. Empathy, an integrative model. *New Ideas Psychol*, 2003, 21: 177–207
- 119 Pastorelli C, Lansford J E, Luengo Kanacri B P, et al. Positive parenting and children's prosocial behavior in eight countries. *J Child Psychol Psychiatry*, 2016, 57: 824–834
- 120 Li P. Investigation and analysis of cognitive style of autistic children and their parents (in Chinese). Dissertation for Master's Degree. Hangzhou: Zhejiang Normal University, 2017 [李鹏. 自闭症儿童及其父母认知风格的调查与分析. 硕士学位论文. 杭州: 浙江师范大学, 2017]
- 121 Chen S S. Eye movement study on face processing characteristics of autistic children: exploration of indicators of social cognitive impairment (in Chinese). Dissertation for Doctoral Degree. Tianjin: Tianjin Normal University, 2012 [陈顺森. 自闭症幼儿面孔加工特点的眼动研究: 社会认知缺陷指标的探索. 博士学位论文. 天津: 天津师范大学, 2012]
- 122 Kang Y Q, Chong X, Wu N. Autism spectrum disorders early warning: occurrence, development and influencing factors of joint attention and empathy (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2018, 26: 1223–1231 [康一奇, 种霞, 吴南. 自闭症早期预警: 联合注意和共情的发生发展及影响因素. 心理科学进展, 2018, 26: 1223–1231]
- 123 Dwyer D B, Falkai P, Koutsouleris N. Machine learning approaches for clinical psychology and psychiatry. *Annu Rev Clin Psychol*, 2018, 14: 91–118
- 124 Xiao B, Imel Z E, Georgiou P, et al. Computational analysis and simulation of empathic behaviors: a survey of empathy modeling with behavioral signal processing framework. *Curr Psychiatry Rep*, 2016, 18: 49
- 125 Varoquaux G, Thirion B. How machine learning is shaping cognitive neuroimaging. *Gigascience*, 2014, 3: 28
- 126 Fusar-Poli P, Hijazi Z, Stahl D, et al. The science of prognosis in psychiatry: a review. *JAMA Psychiatry*, 2018, 75: 1289–1297
- 127 Koutsouleris N, Kahn R S, Chekroud A M, et al. Multisite prediction of 4-week and 52-week treatment outcomes in patients with first-episode psychosis: a machine learning approach. *Lancet Psychiatry*, 2016, 3: 935–946
- 128 Chekroud A M, Zotti R J, Shehzad Z, et al. Cross-trial prediction of treatment outcome in depression: a machine learning approach. *Lancet Psychiatry*, 2016, 3: 243–250
- 129 Wang Y, Li Y, Wang Y, et al. Diagnosis and classification of high-functional autism spectrum disorder and attention deficit hyperactivity disorder by combining empathy and executive function (in Chinese). *Chin J Behav Med Brain Sci*, 2020, 29: 120–124 [王月, 李赞, 王瑶, 等. 共情联合执行功能对高功能孤独症谱系障碍与注意缺陷多动障碍的诊断分类研究. 中华行为医学与脑科学杂志, 2020, 29: 120–124]
- 130 Drimalla H, Landwehr N, Hess U, et al. From face to face: the contribution of facial mimicry to cognitive and emotional empathy. *Cogn Emot*, 2019, 33: 1672–1686
- 131 Christov-Moore L, Reggente N, Douglas P K, et al. Predicting empathy from resting state brain connectivity: A multivariate approach. *Front Integr Neurosci*, 2020, 14: 3

Empathy in human from a cognitive neuroscience perspective

WEI GaoXia^{1,2,3}, MAN XiaoXia^{4,5}, GE LiKun^{1,2,3}, YAO Ying^{1,2,3}, HU ZhuoEr^{1,2,6,7}, ZHANG Shu^{1,2,3},
CHEN LiZhen^{1,2,3}, SHEN HaoRan^{1,2,3}, GAO YuanYuan^{1,2,3} & ZUO XiNian^{2,3}

1 Key Laboratory of Mental Health, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2 Key Laboratory of Behavioral Science, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

3 Department of Psychology, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

4 Shandong Research Center of Sports Science, Jinan 250102, China

5 Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

6 Sino-Danish College, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

7 Sino-Danish Centre for Education and Research (SDC), Beijing 100049, China

Empathy is a high-order human emotional ability that helps suppress aggressive tendencies and stimulates prosocial behaviors. A strong sense of empathy facilitates interpersonal relationships and positively influences an individual's social stability and sense of wellbeing. Empathy at a behavioral level could be measured by traditional questionnaire or scales, which has yielded increasingly accumulated findings in previous decades. With the advent of brain imaging technologies, researchers have shifted their focus to the exact neural correlates underlying the effect of empathy on our lives. This review revealed the principles of human empathy from a perspective of life span, demonstrated the current findings related to empathic neuroscience, and offered directions for future studies: (i) further investigation is warranted to explore the relationship between empathy and brain development with a developmental approach; (ii) measurements with high reliability and validity across all ages should be developed to characterize the growth curve of human empathy; (iii) research platforms with multi-modal dataset across cultures are encouraged to be established for collaborations among different research centers. It also highlighted the importance of basic research for future applications in education and health. There are two facets to be addressed when considering applications: firstly, it is promising to identify critical period(s) of empathic development and apply the findings to school education; secondly, it is of great significance to predict and diagnose the individuals with abnormal empathy based on the basic research in empathic neuroscience, to develop relevant techniques and products as well as conduct the brain-inspired empathy research with a focus on MNS, which will provide a new window for children education and public health.

empathy, neural mechanisms, life-span development, education, health

doi: [10.1360/SSV-2020-0258](https://doi.org/10.1360/SSV-2020-0258)