

运动对人类共情的影响及其认知神经机制研究进展

满晓霞^{1,2}, 林萱¹, 魏高峡^{3,4*}, 李佑发^{1*}

1. 北京师范大学中国基础教育质量监测协同创新中心, 北京 100875
2. 山东省体育科学研究中心, 济南 250102
3. 中国科学院心理研究所心理健康重点实验室, 北京 100101
4. 中国科学院大学心理系, 北京 100049

摘要 运动兴趣和运动方式可以正向预测共情能力, 而运动经验、运动量与共情的关系则尚不清晰。综述了运动促进共情的认知神经机制的两条通路, 包括运动通过激活镜像神经系统促进情感共情、运动通过促进认知控制系统促进认知共情; 总结了当前研究的不足: 研究设计不够严格, 研究样本缺乏同质性, 现有研究结果难以比较; 研究对象多集中于健康人群, 对临床等特殊人群关注不够; 运动影响共情的认知神经机制研究方面, 目前采用的技术还较为单一, 数据可重复性方面存在局限。建议未来加强3个方面的研究: (1) 严格把控实验设计, 明确运动兴趣、运动经验、运动量和运动方式等改善共情不同成分的剂量效应; (2) 尝试开发自闭症、阿尔茨海默症等共情受损人群运动处方; (3) 推动学科交叉融合与技术创新, 深化运动对共情影响的认知神经机制研究。

关键词 运动; 共情; 认知神经机制

共情是感知、理解他人情绪与意图, 并做出相应回应的能力, 对人类建立和维持社会关系具有重要作用。Watt^[1]指出共情是人类缓解痛苦、建立和维持社会关系的必要过程, 在人类的发展中发挥着

重要作用。Boele等^[2]研究证实, 在幼年时期, 与亲子和同伴关系较差的青少年相比, 亲子和同伴关系质量较高的青少年共情能力更好; 高质量的人际关系能够促进共情技能的发展, 而良好的共情能力可

收稿日期: 2022-01-17; 修回日期: 2022-04-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(31671163); 中国科学技术协会学科发展项目(2018XKFZ03); 中国科学院心理研究所项目(Y9CX402008); 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

作者简介: 满晓霞, 助理研究员, 研究方向为运动认知神经科学, 电子信箱: 201931630003@mail.bnu.edu.cn; 魏高峡(通信作者), 研究员, 研究方向为运动认知神经科学, 电子信箱: weigx@psych.ac.cn; 李佑发(共同通信作者), 教授, 研究方向为儿童青少年体质健康与大脑发育, 电子信箱: liyoufa@bnu.edu.cn

引用格式: 满晓霞, 林萱, 魏高峡, 等. 运动对人类共情的影响及其认知神经机制研究进展[J]. 科技导报, 2022, 40(10): 30-38; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2022.10.003

能是青少年时期人际关系的保护性因素。而对成年人的研究中, Eisenberg^[3]与 Hudson-Flege 等^[4]发现共情与亲社会行为密切相关, 提高共情能力可以降低暴力犯罪行为发生。Khanjani 等^[5]探讨了老年时期的共情能力, 认为与年龄相关的共情能力下降可能是导致老年人社会功能退化的原因之一。可见, 提高共情能力、延缓共情衰退对于提升个体幸福感、改善生存质量、促进社会和谐意义重大。相较于其他提高共情的手段, 运动具有经济、环保、无毒副作用、场地要求灵活、人群覆盖面大和效率高等独特优势, 可以作为干预共情的首要备选方案。但是, 以往研究对运动是否可以有效改善共情还存在争议, 运动与共情关系研究体系还不十分明晰, 对其背后机制的探讨分析还不够深入。因此, 本研究梳理运动与共情研究的基础上, 综述运动对共情的影响及其认知神经机制, 并展望该领域未来重点研究方向。

1 共情的概述

1.1 共情概念

共情涉及社会学、心理学、神经科学等诸多领域, 其核心概念和操作定义多种多样, 迄今尚无统一标准。1983年, Davis^[6]提出共情是分享他人的情感体验, 具有高度共情能力的人能够从他人的角度出发, 并倾向于对他人的不幸感到担忧。Singer 等^[7]将共情定义为情绪共享, 指出共情能力涵盖以下4方面: 一是共情者产生某种情绪状态; 二是共情者产生的情绪与其所关注的人产生的情绪类似; 三是这种相似的情绪是通过共情者观察或者模仿他人情绪产生的; 四是共情者能分清自我与他人, 能够意识到当下自己产生的情绪是由于他人原因造成的。与上述强调情绪成分的研究不同, Dohrenwend^[8]指出与自发情绪反应相比, 共情更是一种认知加工任务。虽然在某些具体观点上存在争议, 但 Cuff 等^[9]均支持共情是一种在特质和状态水平上都起作用的多维构念这一观点。此外, Eklund 等^[10]分析了52篇共情相关文献, 发现共情概念集中在以下几个方面, 即共情者理解他人、感受

他人、分享他人的世界、具有自我-他人差异。

1.2 共情维度

共情维度的划分有多种方式。第一, 经典的共情二元结构论将共情划分为认知和情感2个维度。Dohrenwend^[11]指出认知共情即理解他人内心状态、目的意图; 情感共情即与他人产生相同或相似的感觉。第二, Van der Graaff 等^[12]的研究为共情涉及认知、情感和行为3个维度提供了证据支持。其中, 行为共情方面, 王阳等^[13]主张行为共情是共情产生的继发性行为, 认为当共情者理解他人情绪并产生共鸣时, 会产生诸如亲社会等行为或行为倾向。Raine 等^[14]则认为行为共情即躯体共情, 主张行为共情是对他人生理、躯体、表情等的模仿, 是共情的子成分, 而非共情导致的行为结果。Manson 等^[15]的研究与 Meinecke 等^[16]的研究都支持行为共情是模仿他人语言和动作这一观点, 并将之称为行为镜像; Chartrand 等^[17]阐述了动作镜像, 指出动作模仿包括模仿面部表情、举止、姿势和手势等, 其中, Dimberg 等^[18-19]具体描述了语言镜像, 指出语言模仿包括模仿句法、语言风格、语速和语气;。第三, Andreychik 等^[20]从共情方向性切入, 将共情分为积极共情和消极共情2种维度。共情可以产生正、负两种情绪状态, 而同情仅有消极情绪体验, 这也是共情有别于同情的依据之一。第四, 共情测量常用的人际反应指数量表 (interpersonal reactivity index, IRI), 将共情划分为观点采择、共情关注、想象力、个人痛苦4个维度, 这也是常用的共情维度划分方式。第五, 疼痛共情作为一种特殊的共情形式独立存在。由于人们在观察到他人疼痛时会产生相应“看着都疼”的反应, 这种特殊现象引起很多研究者的兴趣, 围绕疼痛共情开展了一系列研究。

1.3 共情的认知神经基础

早期研究将共情视为一个整体。1967年, MacLean^[21]在神经科学文献中提到“共情”, 他认为共情是一种不可分割的、复杂的认知过程, 并假设共情主要与前额叶皮层 (prefrontal cortex, PFC) 相关。后人研究提供的证据并不支持上述假设, 相反, 后期研究认为共情相关神经环路是可分离的, 且情绪共情涉及古老的皮层下结构。例如, Marsh^[22]的研

究指出,对负性情绪的共情与背侧前扣带皮层(dorsal anterior cingulate cortex, dACC)和杏仁核(Amygdala)的活动有关;对积极情绪的共情与内侧前额叶皮层(medial prefrontal cortex, mPFC)的活动有关;认知共情与mPFC、颞顶交界处(junction of temporal parietal lobe, TPJ)和楔前叶(precuneus cortex, PC)的活动有关;共情关注与Amygdala、腹侧纹状体(ventral striatum, VS)、膝下前扣带皮层(subgenual anterior cingulate cortex, sgACC)和中脑水管周围灰质(periaqueductal gray, PAG)的活动有关。

随着研究推进, Yu等^[23]基于共情二元结构理论,提出了认知共情与情感共情双通路模型。该模型中情感共情依赖于一条低层次通路,自动、快速、高效,主要涉及镜像神经系统(mirror neuron system, MNS);认知共情则是高层次通路,复杂、缓慢、需要意识和努力参与,涉及mPFC、PC和TPJ。Bekkali等^[24]的元分析研究纳入1044名被试,从情绪共情、认知共情和行为共情三重维度考察共情与MNS的关系,结果表明,情绪共情和认知共情与MNS活动中度相关,行为共情与MNS活动相关不显著。

从神经网络角度分析,岳童等^[25]将共情神经网络分为核心情感系统、心理理论系统和MNS 3个部分,其中核心情感系统包括前脑岛(anterior insula, AI)、前扣带回皮层(anterior cingulate cortex, ACC)及Amygdala等大脑边缘系统;心理理论系统主要有mPFC、TPJ、颞上沟(superior temporal sulcus, STS)、颞极(Temporal pole, TP)等;MNS主要涉及额下回(inferior frontal gyrus, IFG),后顶叶皮质(posterior parietal cortex, PPC)和STS等脑区。

2 运动对共情的影响

2.1 运动兴趣对共情的影响

运动兴趣直接影响个体参与运动的投入程度与坚持程度,是重要的运动变量,然而目前关于运动兴趣与共情关系的研究还非常有限。早期Kalliopuska^[26]的研究发现个体对运动的积极兴趣有助

于促进共情发展。后期Arufe等^[27]发现,在经常参加运动的青少年群体中,运动兴趣与共情无关,但在久坐青少年群体中,运动兴趣与共情呈正相关;此外,运动对共情子维度间的关系同样发挥作用,在久坐青少年中,情感共情与认知共情呈正相关关系,而在经常运动的青少年中,情感共情与认知共情的这种正相关表现略弱于前者。虽然目前运动兴趣与共情关系的研究还不多,但已有研究提供了有意义的启发,未来可以进一步纳入运动兴趣、运动动机、运动参与程度、运动年限、共情等变量构建结构方程模型,深化运动兴趣对共情影响的研究。

2.2 运动经验对共情的影响

运动经验涉及从事运动时长、对运动的理解、运动技能的掌握等诸多方面。现有关于运动经验与个体共情能力的关系研究结果并不一致。Habibi等^[28]招募6~7岁儿童参加3次/周,2 h/次的高强度足球训练,其共情能力测查结果与未参加体育锻炼的儿童以及进行音乐训练的儿童之间不存在显著差异。类似的,Balcikanli等^[29]考察230名轮椅篮球运动员共情特征,发现拥有不同运动经验的国家级运动员与普通运动员在观点采择、共情关注和想象力3个共情子维度上均无显著差异。但是也有研究纳入拥有更多运动经验的被试,得出不同结论。Aktas等^[30]测查高年级体育专业大学生共情能力,发现运动年龄与共情2个子维度共情关注和观点采择均显著正相关,说明运动经验越丰富,共情能力越强。Shima等^[31]招募189名拥有超过6年运动经验的个人项目大学生运动员、187名团体项目大学生运动员和128名普通大学生,分别使用共情问卷和国际身体活动问卷评估受试者自我报告的共情和身体活动量。结果显示,情感共情与参与者的运动经验无关,但认知共情方面,个人项目运动员和团队项目运动员都高于无运动经验的普通大学生。此外,Arribas等^[32]还考察了14个国家50名男性精英皮划艇运动员,将获得世锦赛奖牌1~3枚的33人设为一级专家组,奖牌数超过3枚的17人设为二级专家组;结果显示,二级专家组共情能力显著高于一级专家组。

综上,运动经验与共情关系研究结果不一致,

有可能与被试人群选择不同有关。年龄、身份等人群特征直接关系到其可以接触的运动项目、所能从事的运动时长、对运动本质的领悟、对项目技战术能力地掌握等。这也提示,未来研究可纳入更多运动相关指标,扩大不同人群被试样本来量以进一步检验、充实该领域研究成果,推动研究向纵深发展。

2.3 运动量对共情的影响

运动量包括运动强度、运动时间和运动频率。已有研究认为,运动量可以调节共情,且运动量各子维度对共情调节效果不同。目前,针对运动量子维度干预共情的研究数量不多、研究程度不深,特别是运动量子维度间的交互作用对共情的影响鲜有涉及。具体而言,运动时间方面,Weiss等^[33]报道的积极青少年发展计划项目中,8~10岁女性被试参与了2次/周,90 min/次,持续10周的课外运动与技能培养活动,项目开展前后进行对比发现,参加锻炼的女孩共情能力有所提高。同样是针对女性被试,Bahmani等^[34]采用3次/周,45~60 min/次,持续8周的无氧运动,发现运动干预可以提高女性多发性硬化症患者的共情水平。但是,也有研究结论与之不同。Atan^[35]将每周至少4 d完成2 h运动的200名体育专业大学生与200名未进行运动锻炼的非体育专业大学生进行比较,两组共情能力无显著差异。运动强度与运动频率方面,Kwon^[36]考察了参加校篮球、排舞、羽毛球、瑜伽以及足球项目俱乐部的青少年,发现运动强度对学生的共情技能无影响,参与运动的频率与共情技能呈正相关。

2.4 运动方式对共情的影响

首先,根据运动消耗能量不同,将其分为有氧运动和无氧运动2种类型。有氧运动方面,Yüksel等^[37]开展的动物实验表明,6周转轮跑运动可以显著降低小鼠焦虑,增加类似共情的行为;其机制可能与运动后小鼠体内催产素水平升高有关。Elena^[38]则通过人体研究证实,在5~19岁时参加篮球、手球、排球课程的学生,其共情水平高于未参加任何体育锻炼的学生,说明运动可以培养共情能力。无氧运动方面,Bahmani等^[34]采用耐力训练、协调性训练和以抗阻训练为主的控制性训练3种方案对多发性硬化患者共情能力实施干预,结果显示,随

着时间的推移患者共情能力得到改善;此外,与以抗阻为主的控制性训练相比,耐力训练和协调性训练对被试共情的改善作用更加明显。

其次,根据不同运动项目分析,Kozdras^[39]发现练习2年以上柔道项目的儿童与无任何武术格斗练习的儿童相比,柔道练习儿童的共情水平更高;Sezen-Balcikanli等^[40]采用IRI测查110名13~18岁青少年曲棍球运动员共情能力,结果显示女运动员在观点采择、想象力和共情关注3个共情子维度的平均得分均高于男性运动员,提示曲棍球运动与共情能力相关,且运动改善共情的作用对女性的影响更大。此外,Aktas等^[30]对体育专业本科生的共情测量提示,接触性运动项目(足球、篮球、手球、摔跤、跆拳道、拳击、击剑)与非接触运动(排球、网球、游泳、乒乓球、田径、羽毛球)在共情关注和观点采择2个维度上均无显著差异。

最后,深入项目内部分析,Sood^[41]考察了男子篮球运动员在赛场上不同位置的选手,发现控球后卫、得分后卫、大前锋、小前锋和中锋5个位置上的队员在共情方面无差异。同样,Balcikanli^[29]分析了轮椅篮球运动员前锋、中锋、后卫不同场上位置队员之间,共情水平也无差异。

综上所述:第一,不同能量消耗项目、不同种类运动项目均能对共情产生积极影响;与具体采取什么方式“动”相比,“动”起来本身更加重要。第二,如果同一项运动项目的不同分工(例如场上位置)对共情影响无差异,那么是否可以推断运动技术对共情的作用有限,而运动促进共情是否主要基于运动体能有待更多研究进行验证;同时,该假设也为研究揭示运动对共情影响的行为机制提供了新的思路。第三,现有运动干预共情的研究文章数量有限,且多停留在描述性层面,研究不够深入。例如,究竟哪种项群的运动项目促进共情效果更好,一次运动多长时间对共情影响更大等,由于目前研究成果缺乏可比性,尚无法回答上述类似问题。第四,既然已有研究证实运动可以影响共情行为,那么其背后的认知神经机制是什么,运动可以重塑大脑的结构与功能,脑的变化是否是运动影响共情的中介变量等。这一系列问题有待进一步梳理、研究。

3 运动影响共情的认知神经机制

情感共情与认知共情是公认的共情经典二元结构,在此基础上提出的情感与认知共情双通路神经模型亦是经典的理论假说。以下将从共情双层神经通路切入,进一步梳理运动对共情影响的认知神经机制,为解密“大脑黑箱”提供参考。

3.1 运动对共情低层通路:镜像神经系统的影响

Jeon^[42]研究发现,镜像神经系统(MNS)是一个由神经元群组成的网络,当个体执行某一动作或观察另一个体的动作时,这些神经元群就会放电。镜像神经元理论是情感共情的经典假说之一,魏高峡等^[43]的研究中指出,MNS包括了顶下小叶(inferior parietal lobule, IPL)、IFG、STS、AI、Amygdala、躯体感觉皮层(somatosensory cortex, SC)、腹内侧前额叶(ventromedial prefrontal cortex, vmPFC)等大脑区域。

运动对MNS的影响目前研究结果不一。一方面,有研究证实,运动对MNS的作用是多方面的。第一,运动经验对于MNS发展起着重要作用。Heyes^[44]的研究指出,人类在婴儿期获得足够的感觉运动经验以支持镜像神经元进行联想学习;MNS对动作的编码取决于个体在其发展过程中所获得的感觉运动经验的类型。第二,运动技能可以影响MNS。Zhao等^[45]研究发现动作的平均模仿时间与MNS中辅助运动区(supplementary motor area, SMA)、初级SC和角回(angular gyrus, AG)的激活水平呈负相关;运动协调性可以调节MNS的激活和模仿,在低运动协调性组中,较高的MNS激活与较强的模仿能力相关。第三,一次急性运动也可以对MNS产生影响。例如Xu等^[46]对健康青年人进行急性中等强度运动干预,干预前、后分别完成动作观察任务并进行功能近红外成像(functional near-infrared spectroscopy, fNIRS)扫描,发现运动后被试IFG和运动前区(premotor area, PA)氧合血红蛋白(Oxy-Hb)有显著改善,说明适度运动可以改善MNS的激活。

另一方面,Govindaraj等^[47]针对特殊人群的研究未能发现运动与MNS变化的关系。对精神分裂

症患者进行6周瑜伽干预,干预组除接受常规治疗外再附加6周,20次/周的瑜伽治疗;对照组保持原有治疗不变;测量基线和干预后的社会认知得分和MNS活动情况,其中MNS采用经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)进行测量。结果显示:干预前后,两组MNS激活均有提高,但两组之间差异无统计学意义。可见,6周的附加瑜伽疗法可以改善精神分裂症患者的社会认知能力,但社会认知的变化与MNS活动的变化无关。

以上研究结论的差异,可能有以下3方面原因。第一,与纳入被试人群不同有关。特殊人群所患疾病、患者应用的治疗药物和其他干预手段等都可能干扰运动对MNS的作用效果。第二,与MNS检测采用技术手段不同有关。例如,fNIRS与TMS在作用原理、设备构造、具体操作等诸多方面均存在差异,这可能导致研究结果的偏差。第三,运动干预方案不同也可能是观测不到阳性结果的原因之一,比如运动强度、时间、频率等没有达到足以产生刺激效果的阈值。

3.2 运动对共情上层通路:认知控制系统的影响

根据Yu等^[23]共情双通路模型,认知共情涉及mPFC、PC和TPJ等认知加工相关脑区。一方面,长时运动可以重塑认知加工相关脑区大脑皮层。Yogev-Seligmann等^[48]将27名遗忘性轻度认知障碍患者随机分为有氧训练组和平衡与肌力训练组,进行为期16周的干预,干预前、后评估联想记忆编码时大脑激活情况和复杂信息处理时的神经同步情况;结果显示,有氧组在记忆编码过程中表现出了额叶(frontal lobe, FL)活动的增加,且干预后FL和TPJ的神经同步性提高。类似的,Chirles等^[49]发现12周中等强度步行运动后,轻度认知障碍患者后扣带皮层(posterior cingulate cortex, PCC)与PC的功能连接增加,据此推测:运动训练对认知的保护作用可能是通过增强神经募集机制实现的。此外,Tao等^[50]分别采用太极拳、八段锦、骑健身车3种方式对膝关节骨性关节炎患者进行12周运动干预,并考察共情疼痛评分和认知控制网络静息状态功能连接(resting state functional connectivity, rsFC)。结果显示:与对照组相比,所有运动组的双侧背外侧

前额叶(dorsal lateral prefrontal cortex, dlPFC)、与双侧SMA和TPJ的rsFC均显著降低,且dlPFC-SMA rsFC的降低与膝关节疼痛的改善显著相关。

另一方面,一次急性运动同样可以对认知控制相关脑区产生影响。例如,Schneider等^[51]招募11名9~10岁学龄儿童完成15 min中等强度自行车运动,运动完成后被试PC皮层脑电 α 波(7.5~12.5 Hz)活动显著增加;研究推测运动后注意力和认知功能的增加与PC同步状态升高有关。对特殊人群的研究中,Kelly等^[52]招募17名帕金森病(Parkinson's disease, PD)患者参与完成为期16周,3天/周高强度抗阻训练,组间进行跑步机走路或原地骑行等积极性休息;在16周干预结束后,被试完成一次急性运动,在急性运动前、后分别扫描fMRI、完成PDQ-39生活质量问卷;研究发现一次急性运动后被试右侧vmPFC ALFF信号增强,且帕金森患者生活质量与右侧vmPFC ALFF值呈正相关。

综上,无论长时运动还是短时急性运动均能对大脑认知控制脑区产生影响。但是目前运动强度的研究主要集中在中、高强度等级,低强度运动对认知控制脑区影响的报道不多。中、高强度运动可以影响大脑的机制是什么,运动时间与运动强度交互作用对大脑是否有影响等有待进一步研究。目前,运动强度对脑的作用认识还比较浅显,而这恰恰也是后续研究可以继续着力的支点。

4 结论

1) 在行为学方面,已有较多证据表明体育运动能够促进人类的共情。不同运动方式、不同运动时长均能对共情产生有益影响;而对共情增益的多少取决于运动强度、运动兴趣、运动经验等因素的综合作用。目前研究存在问题主要集中在:研究问题选择还浮在表面,没有抓住运动关键变量挖深、挖细;实验设计不够严谨,样本同质性不足,导致研究结果无法进行比较;研究内容聚焦在对认知共情和情绪共情的探讨,对疼痛共情、消极共情、积极共情等其他角度的研究切入较少,未能刻画出运动干预共情效果的全貌;该领域成果池中,国外研究成

果占比较大,国内相关研究有待丰富。

2) 现有运动干预共情的研究主要涉及健康人群,对临床人群关注不够,然而,这些特殊群体对共情改善的需求实则更加迫切^[3]。例如Cari-lene等^[53]对自闭症群体研究发现,自闭症核心症状社会交往受限与其共情能力损伤有关。Demichelis等^[54]通过对31项研究进行元分析发现,阿尔茨海默症老年人认知共情存在严重缺陷。Henry等^[55]也指出,在许多神经退行性疾病中,共情等核心社会认知能力的缺陷是常见表现症状;共情等社会认知能力缺损,从根本上破坏了建立和维持支持性社会关系的能力,从而消除了良性社会互动为患者带来的有益刺激。自闭症和阿尔茨海默症等疾病目前均无有效治愈方法,患者能力会持续退化直至完全不能自理。Cai等^[56]的研究证实小篮球运动可以改善3~6岁自闭症儿童社会交往障碍。因此,如果能将运动作为治疗手段,开发不同疾病人群运动处方,通过运动干预提高临床人群共情能力,对于促进患者康复、减轻患者痛苦、缓解家庭经济及社会医疗负担意义重大。

3) 随着fMRI、fNIRS等脑成像技术的发展与应用,运动促进共情研究取得了重要进展,但是这些技术本身固有的不足也制约了相关研究进一步深入。例如fMRI Bold信号可以反映神经元活动,但其成像的时空精度、测量数据的可重复性等问题制约了该技术对神经元活动描绘的准确性。fNIRS仅能考察大脑皮层血流变化,对皮层下核团无能为力。单一技术手段必然存在局限,多模态成像技术将是未来研究的趋势。可以预见,光遗传、机器学习、机器仿真等先进研究方法与技术或早或晚,也将进入到运动与共情领域的研究应用中。

现有研究存在的局限既是不足之处也是发展空间,建议未来可以在以下方面继续深耕,进一步完善运动与共情关系的清晰全景图像。(1) 运动影响共情具体的剂量效应,以及在影响共情行为过程中运动与睡眠、营养、心境状态等变量是如何交互作用。(2) 运动影响共情背后的行为机制,以及共情必须涉及他人,但为什么不包含交互练习的个人运动项目也能够促进共情。(3) 从运动可以重塑大

脑的角度着眼,究竟运动引发了哪些脑区的变化,才导致运动促进共情的行为变化,这些脑区是否可以作为运动干预共情的靶点。(4) 运动需要克服物理阻力及生理惰性,大脑中产生的是负性体验编码。共情与亲社会行为密切相关,是一种积极的正性编码。那么,运动导致的负面体验编码是如何转化为共情正性编码,进而促进亲社会动机和利他行为。(5) 研究已经证实,运动促进共情与运动影响大脑相关脑区的功能有关,那么与运动重塑大脑相关脑区的结构是否相关。(6) 运动影响共情的底层神经网络包含哪些,其整个编码过程是怎样的,运动影响共情的神经机制是否能为计算机共情仿真提供借鉴,从而为破解人工智能发展的瓶颈问题提供助力。

运动认知神经科学是一门新兴前沿交叉学科,运动与共情关系作为该学科的重要课题,此类有趣而有意义的研究问题还有很多。一方面,运动影响共情的前沿基础研究能够深化人类对自身行为的理解,推动相关知识体系的演进,为探秘脑科学提供新的路径,具有重要的理论意义;另一方面,运动影响共情相关运动处方的开发、相关运动课程的设计等,对缓解病患痛苦、带动生产力转化、扩大创新创业、形成市场效益等方面具有积极的实践意义。

参考文献(References)

- [1] Watt D. Toward a neuroscience of empathy: Integrating affective and cognitive perspectives[J]. *Neuropsychanalysis*, 2007, 9(2): 119-140.
- [2] Boele S, Van der Graaff J, De Wied M, et al. Linking parent-child and peer relationship quality to empathy in adolescence: A multilevel meta-analysis[J]. *Journal of Youth and Adolescence*, 2019, 48(6): 1033-1055.
- [3] Eisenberg N. Emotion, regulation, and moral development [J]. *Annual Review of Psychology*, 2000, 51(1): 665-697.
- [4] Hudson-Flege M D, Grover H M, Meçe M H, et al. Empathy as a moderator of sexual violence perpetration risk factors among college men[J]. *Journal of American College Health*, 2020, 68(2): 139-147.
- [5] Khanjani Z, Mosanezhad Jeddi E, Hekmati I, et al. Comparison of cognitive empathy, emotional empathy, and social functioning in different age groups[J]. *Australian Psychologist*, 2015, 50(1): 80-85.
- [6] Davis M H. Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach[J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1983, 44(1): 113-126.
- [7] Singer T, Klimecki O M. Empathy and compassion[J]. *Current Biology*, 2014, 24(18): 875-878.
- [8] Dohrenwend A M. Defining empathy to better teach, measure, and understand its impact[J]. *Academic Medicine*, 2018, 93(12): 1754-1756.
- [9] Cuff B M P, Brown S J, Taylor L, et al. Empathy: A review of the concept[J]. *Emotion Review*, 2016, 8(2): 144-153.
- [10] Eklund J H, Meranius M S. Toward a consensus on the nature of empathy: A review of the concept[J]. *Patient Education and Counseling*, 2021, 104(2): 300-307.
- [11] Dohrenwend A M. Defining empathy to better teach, measure, and understand its impact[J]. *Academic Medicine*, 2018, 93(12): 1754-1756.
- [12] Van der Graaff J, Meeus W, de Wied M, et al. Motor, affective and cognitive empathy in adolescence: Interrelations between facial electromyography and self-reported trait and state measures[J]. *Cognition and Emotion*, 2016, 30(4): 745-761.
- [13] 王阳, 温忠麟, 付爱月, 等. 共情的维度及辨析[J]. *心理学进展*, 2020, 10(12): 1923-1930.
- [14] Raine A, Chen F R. The cognitive, affective, and somatic empathy scales for children[J]. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 2018, 47(1): 24-37.
- [15] Manson J H, Bryant G A, Gervais M M, et al. Convergence of speech rate in conversation predicts cooperation [J]. *Evolution and Human Behavior*, 2013, 34(6): 419-426.
- [16] Meinecke A L, Kauffeld S. Engaging the hearts and minds of followers: Leader empathy and language style matching during appraisal interviews[J]. *Journal of Business and Psychology*, 2019, 34(4): 485-501.
- [17] Chartrand T L, Lakin J L. The antecedents and consequences of human behavioral mimicry[J]. *Annual Review of Psychology*, 2013, 64: 285-308.
- [18] Dimberg U. Facial electromyography and emotional reactions[J]. *Psychophysiology*, 1990, 27(5): 481-494.
- [19] Dimberg U, Thunberg M, Elmehed K. Unconscious facial reactions to emotional facial expressions[J]. *Psychological Science*, 2000, 11(1): 86-89.
- [20] Andreychik M R, Lewis E. Will you help me to suffer less? How about to feel more joy? Positive and negative empathy are associated with different other-oriented motivations[J]. *Personality and Individual Differences*, 2017, 105: 139-149.
- [21] MacLean P D. The brain in relation to empathy and medical education[J]. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 1967, 144(5): 374-382.

- [22] Marsh A A. The neuroscience of empathy[J]. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 2018, 19: 110–115.
- [23] Yu C L, Chou T L. A dual route model of empathy: A neurobiological prospective[J]. *Frontiers in Psychology*, 2018, 9: 2212.
- [24] Bekkali S, Youssef G J, Donaldson P H, et al. Is the putative mirror neuron system associated with empathy? A systematic review and meta-analysis[J]. *Neuropsychology Review*, 2021, 31(1): 14–57.
- [25] 岳童, 黄希庭. 共情的神经网络[J]. *西南大学学报(社会科学版)*, 2014, 40(5): 87–94, 182–183.
- [26] Kalliopuska Mirja. The relation of empathy and self-esteem with active sporting[C]//Biennial Meeting of the International Society for the Study of Behavioral Development. Japan: The Educational Resources Information Center, 1987: 12–16.
- [27] Arufe-Giráldez V, Zurita-Ortega F, Padial-Ruz R, et al. Association between level of empathy, attitude towards physical education and victimization in adolescents: A multi-group structural equation analysis[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, 16(13): 2360.
- [28] Habibi A, Ilari B, Crimi K, et al. An equal start: Absence of group differences in cognitive, social, and neural measures prior to music or sports training in children [J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2014, 8: 690.
- [29] Balcikanli G S, Lhan E L, Esentürk O K, et al. The pro-social-antisocial behavior and empathic skill levels of wheelchair basketball players in sports[J]. *International Journal of Disabilities Sports and Health Sciences*, 2019, 2(1): 1–11.
- [30] Aktas I, Sezen-Balçikanli G. The levels of empathy and social problem solving skills of physical education and sports teacher candidates[J]. *Journal on Educational Psychology*, 2018, 11(4): 8–14.
- [31] Shima T, Tai K, Nakao H, et al. Association between self-reported empathy and sport experience in young adults[J]. *Journal of Physical Education and Sport*, 2021, 21(1): 66–72.
- [32] Arribas-Galarraga S, Cecchini J A, Luis-De-Cos I, et al. Influence of emotional Intelligence on sport performance in elite canoeist[J]. *Journal of Human Sport and Exercise*, 2020, 4(15): 772–782.
- [33] Weiss M R, Kipp L E, Reichter A P, et al. Girls on the run: Impact of a physical activity youth development program on psychosocial and behavioral outcomes[J]. *Pediatric Exercise Science*, 2019, 31(3): 1–11.
- [34] Bahmani D S, Razazian N, Robert W, et al. Physical activity interventions can improve emotion regulation and dimensions of empathy in persons with multiple sclerosis: An exploratory study[J]. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 2019, 37: 1–30.
- [35] Atan T. Empathy levels of university students who do and not do sports[J]. *Universal Journal of Educational Research*, 2017, 5(3): 500–503.
- [36] Kwon S J. A relationship between personality and empathy in teenagers' school sports club participation[J]. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 2018, 14(5): 746.
- [37] Yüksel O, Ateş M, Kızıldağ S, et al. Regular aerobic voluntary exercise increased oxytocin in female mice: The cause of decreased anxiety and increased empathy-like behaviors[J]. *Balkan Medical Journal*, 2019, 36(5): 1–12.
- [38] Elena L. Study related to the empathy among young generation[J]. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health*, 2020, 20: 247–254.
- [39] Kozdras G P. Empathy in children practising judo compared to their non-practicing peers[J]. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 2019, 14(Suppl 2): 40–42.
- [40] Sezen-Balcikanli G, Sezen M. The relationship between empathy and antisocial-prosocial behaviours in youth field hockey players[J]. *International Journal of Learning and Change*, 2019, 11(1): 57–65.
- [41] Sood M. A comparative analysis of emotional intelligence among basketball players[J]. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*, 2017, 2(2): 626–629.
- [42] Jeon H, Lee S H. From neurons to social beings: Short review of the mirror neuron system research and its socio-psychological and psychiatric implications[J]. *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience* 2018, 16(1): 18–31.
- [43] 魏高峡, 满晓霞, 盖力锟, 等. 人类共情领域认知神经科学: 研究展望与应用启示[J]. *中国科学: 生命科学*, 2021, 51(6): 702–716.
- [44] Heyes C. A new approach to mirror neurons: Developmental history, system-level theory and intervention experiments[J]. *Cortex*, 2013, 49(10): 2946–2948.
- [45] Zhao W, Hui M, Zhang X, et al. The relationship between motor coordination and imitation: An fNIRS study [J]. *Brain Sciences*, 2021, 11(8): 1–13.
- [46] Xu Z, Wang Z R, Li J, et al. Effect of acute moderate-intensity exercise on the mirror neuron system: Role of cardiovascular fitness level[J]. *Frontiers in Psychology*, 2020, 11: 1–11.
- [47] Govindaraj R, Naik S S, Mehta U M, et al. Yoga therapy for social cognition in schizophrenia: An experimental medicine-based randomized controlled trial[J]. *Asian Journal of Psychiatry*, 2021, 62: 102731.
- [48] Yogeve-Seligmann G, Eisenstein T, Ash E, et al. Neurocognitive plasticity is associated with cardiorespiratory fitness following physical exercise in older adults with amnesic mild cognitive impairment[J]. *Journal of Alzheimer's Disease*, 2021, 81(1): 91–112.

- [49] Chirles T J, Reiter K, Weiss L R, et al. Exercise training and functional connectivity changes in mild cognitive impairment and healthy elders[J]. *Journal of Alzheimer's Disease*, 2017, 57(3): 845–856.
- [50] Tao J, Liu J, Tu Y, et al. Different types of exercise relieve pain symptoms of knee osteoarthritis by modulating the cognitive control network[J]. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2018, 61: e127.
- [51] Schneider S, Vogt T, Frysch J, et al. School sport—A neurophysiological approach[J]. *Neuroscience Letters*, 2009, 467(2): 131–134.
- [52] Kelly N A, Wood K H, Allendorfer J B, et al. High-intensity exercise acutely increases substantia nigra and prefrontal brain activity in Parkinson's disease[J]. *Medical Science Monitor*, 2017, 23: 6064–6071.
- [53] Cari-lene M, Steven D S, Bruno H, et al. The feeling of me feeling for you: Interoception, alexithymia and empathy in Autism[J]. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2018, 48(9): 2953–2967.
- [54] Demichelis O, Coundouris S, Grainger S, et al. Empathy and theory of mind in Alzheimer's Disease: A Meta-analysis[J]. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 2020, 26(10): 963–977.
- [55] Henry J D, Von Hippel W, Molenberghs P, et al. Clinical assessment of social cognitive function in neurological disorders[J]. *Nature Reviews Neurology*, 2016, 12(1): 28–39.
- [56] Cai K, Yu Q, Herold F, et al. Mini-Basketball training program improves social communication and white matter integrity in children with autism[J]. *Brain Sciences*, 2020, 10(11): 803.

The effects of exercise on human empathy: Research progress, prospect and cognitive neural mechanism

MAN Xiaoxia^{1,2}, LIN Xuan¹, WEI Gaoxia^{3,4*}, LI Youfa^{1*}

1. Collaborative Innovation Center of Assessment for Basic Education Quality, Beijing Normal University, Beijing 100875, China
2. Shandong Provincial Sports Science Research Center, Jinan 250102, China
3. CAS Key Laboratory of Mental Health, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China
4. Department of Psychology, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract The empathy is the ability to perceive and understand other people's emotions and intentions and to respond accordingly, and it is of great significance for human beings to establish and maintain social relations. A large number of studies have shown that the exercise can promote the empathy. Specifically, it is known that, from the exercise interest and the exercise mode, one can positively predict the empathy, while the relationship between the exercise experience, the exercise volume, and the empathy is not clear; The exercise promotes the empathy through two possible cognitive neural mechanisms: The exercise promotes the emotional empathy by activating the mirror nervous system, and the exercise promotes the cognitive empathy by promoting the cognitive control system. However, this hypothesis still lacks adequate evidences. Generally, more evidences are needed to solve the following problems: Current research results are not comparable due to their different and insufficient research designs; Most of the studies focused on the healthy people while ignoring the clinical people who need to improve their empathy; In the most researches of the cognitive neural mechanism, only one technology instead of the multimodal imaging technology is used, with the limitations in the data repeatability. It is suggested that future researches should: 1) further refine the experimental design, clarify the dose-effects of the exercise interest, the exercise experience, and the exercise volume on different components of the empathy; 2) pay attention to the development of the exercise prescriptions for people with empathy defects such as the autism and Alzheimer's disease; 3) promote interdisciplinary integration and technological innovation, and deepen the research of the cognitive neural mechanism of the impact of the exercise on the empathy.

Keywords exercise; empathy; cognitive neural mechanism ●



(责任编辑 卫夏雯)