脑损伤对道德行为的影响及相关伦理困境

杨帅¹, 赵翼¹, 王洪^{2,3}, 黄希庭^{3*}

1. 重庆邮电大学马克思主义学院, 重庆 400065;

2. 重庆师范大学教师教学发展中心, 重庆 401331;

3. 西南大学心理学部, 重庆 400715

* 联系人, E-mail: xthuang@swu.edu.cn

2020-01-26 收稿, 2020-04-19 修回, 2020-04-20 接受, 2020-04-20 网络版发表

教育部人文社会科学研究青年基金(15YJC190023)资助

摘要 以道德的全脑协同活动为前提, 尝试厘清特定脑区损伤对道德行为的影响。脑损伤引起的道德后果主要表现为不道德行为。在大脑皮层, “自我”功能丧失通常是额叶损伤的结果, 额叶损伤可导致暴力攻击等问题行为; 眶额叶损伤还可能引起风险决策、社会情感、自我信息矫正等方面障碍, 腹内侧前额叶损伤则可能产生学习适应、抽象事件判断、自我控制等功能受损。在大脑皮层下, 一些患者的严重暴力侵害行为和杏仁核损伤有关; 下丘脑、苍白球、隔核等损伤的行为后果通常与基本生理需求的不恰当满足有关, 主要表现为性道德失调; 还有些脑区损伤的影响被放置于特定脑神经网络中进行了探讨。基于脑损伤研究所提出的道德脑机制假设, 通常将心理过程或心理能力作为中间要素, 而非寻求道德和脑的直接对应关系。脑损伤在道德领域的研究和应用面临着诸多伦理争议, 主要围绕患者的道德行为评价、道德功能提升、污名化等。未来亟待探讨脑损伤影响道德行为的认知神经机制、确立与完善脑损伤后遗症的多样化图谱及扎根中国土壤开展研究等。

关键词 脑损伤, 道德行为, 大脑皮层, 大脑皮下, 伦理困境

1848年之前, 铁路建筑工头Gage是位受人尊敬的公民、模范工人、充满魅力的男人。就在当年六月的一天, Gage因工作失误被铁钎穿中头部, 在眶额叶上留下了一个大洞。伤愈后, 他的语言、记忆、运动等基本技能没有受到影响, 但性情大变, 从友好、能干、充满活力, 变得傲慢、不负责任、放荡不羁, 认识他的人发现“他不再是从前的Gage”。该病例得到了其治疗医生Harlow持续20多年的密切关注, 他将病人精神和行为的显著变化归因于脑损伤, 并在医学期刊上进行了详尽描述, 这在当时引起了轰动, 也为脑叶切除术(lobectomy)的发展积累了重要的脑定位实践资料^[1]。20世纪30年代因饱受战争、经济萧条等影响, 西方国家的心理机构人满为患, 绝望的病人和医生愿意尝试任何可

能有效的办法, 脑叶切除术被引入治疗严重精神分裂症和强迫症^[2]。此后成千上万的人接受了手术, 据不完全统计1936~1956年的美国和欧洲就有超过60000例, 但鉴于对大脑的认知及医疗技术的局限, 手术的弊端和后遗症立即暴露出来。1953年的数据显示, 手术死亡率高达0.85%~2.5%, 术后出现癫痫的接近10%, 约6%的病人会选择自杀而不是承受进一步电击治疗, 这还不包括疾病复发后自杀的群体^[1,3]。手术还破坏了病人的高级思维, 许多“严重的精神病患者”转变为暴力分子、弱智或罪犯^[4], 有的甚至成了没有情感的“僵尸”, 冷漠、退缩、沉闷、缺乏活力, 正如一位妻子所描述“他(丈夫)的灵魂似乎被摧毁了”^[1,5,6]。

脑损伤的道德行为后果备受关注, 对脑定位、脑

引用格式: 杨帅, 赵翼, 王洪, 等. 脑损伤对道德行为的影响及相关伦理困境. 科学通报, 2020, 65: 1922–1935

Yang S, Zhao Y, Wang H, et al. Effects of brain lesion on moral behavior and relevant ethical dilemma (in Chinese). Chin Sci Bull, 2020, 65: 1922–1935, doi: 10.1360/TB-2019-0807

神经环路、精神疾病的神经生物学表现等的探讨都具有重大意义,在临床和社会生活之间发挥了关键的桥梁作用^[7]。但是,如何评价脑损伤病人的某些不道德行为、病人该为相应的越轨甚至犯罪行为负多大责任、治疗或增强患者大脑功能是对是错等争论,已构成了突出的伦理问题。2003年有学者提出神经伦理学概念,致力于通过行为背后大脑机制的理解,探讨怎样处理疾病、正常、道德、生活方式和生活哲学等社会问题^[2]。尽管相关领域开展了大量研究,但个案研究较多、样本研究有限,且从现有科学水平出发,还远不足以对以上问题做出准确回应。本文拟通过梳理典型案例及相关研究,尝试厘清特定脑损伤所引起的道德行为后果,探讨道德行为的脑机制,并围绕脑损伤导致患者的自由意志、道德提升、污名化等伦理困境开展讨论,还提出了未来的研究方向。

1 道德行为和脑功能定位的关系概述

关于道德行为和脑功能定位,前者涉及多种道德能力,后者指与心理功能相联系的特定大脑网络结构^[8]。道德行为指与善恶观念相联系的活动,包括善行和恶行,即道德的行为和不道德的行为^[9,10]。目前对道德行为脑基础的认识主要基于功能成像和脑损伤研究^[11],其中正常被试的功能成像研究聚焦在道德行为中由道德判断、道德情绪、道德意识等驱动的部分;脑损伤研究则多围绕道德行为异常进行探讨,这种异常通常表现为不道德行为。不道德行为指违背人们广泛认可的道德规范且不被他人接受的行为^[12,13]。有研究指出,不道德表现为一系列复杂行为,小到日常谈话中因麻木迟钝造成的人际冒犯,大到暴力侵犯与谋杀^[14];也有研究认为,不道德的主要后果是暴力行为,但这种说法尚存争议^[15]。综合现有研究,本文探讨的重点是脑损伤可能引起的与道德心理功能缺失相关的行为,包括道德认知有关的难于理解他人和社交规则等缺乏心理边界或脱离具体情境的冒犯等脱离社交常规的行为,道德情感有关的缺乏共情、责任感的失信等违反社会准则的行为,行为控制有关的难以自制、失控的攻击性与反社会行为等僭越社会规范的行为。在某个特定脑损伤案例中通常会伴随多种道德问题行为出现。

一些研究对脑功能定位和道德行为的关系进行了梳理。王云强和郭本禹^[16]通过分析道德判断、移情、内疚、钦佩等脑机制,认为与道德有关的脑区包括:与

道德认知加工有关的背外侧前额叶、颞叶前部、颞顶连接处等;与道德情绪加工有关的腹内侧前额叶、眶前额叶、前扣带回、杏仁核等;与道德情绪本身有关的腹内侧前额叶、前扣带回、前脑岛等。Greene和Haidt^[17]梳理了参与道德判断的功能脑区,认为腹内侧前额叶负责加工感知刺激中的社会情绪成分,并将情绪信息整合到道德判断中,背外侧前额叶负责道德判断中的抽象推理和逻辑判断;前扣带回和下顶叶负责感知和表征道德情境中的社会性信息,后扣带回和楔前叶负责加工与自我有关的情绪刺激,与道德判断中的情绪性信息有关;杏仁核负责社会情绪的加工,尤其对道德情境中的消极情绪敏感。Roberts等人^[14]基于脑损伤的综述性研究认为,可能造成不道德行为的脑区损伤包括杏仁核、前扣带回、额下回、眶额叶、后侧颞上沟、颞顶连接处、腹内侧前额叶、前脑岛等的损伤。Christen和Müller^[8]认为,直接参与不道德行为的皮层结构主要有右侧眶额叶和右侧腹内侧前额叶,皮下结构主要有杏仁核、海马和基底核。关于特定不道德行为有研究者认为,与暴力行为有关的脑区损伤包括额叶、左侧边缘系统、小脑扁桃体、脑岛等的损伤以及胎儿期药物滥用导致的全脑损伤、问题养育环境导致的注意力失调有关的脑区损伤等^[18]。还有研究认为,反社会人格障碍与前额叶、杏仁核、纹状体、海马及全脑的功能异常都有关系^[19]。

需要指出的是,尽管道德行为呈现出某些脑区的重要性,但从未有证据表明特定脑区损伤与特定的道德行为改变之间存在着必然联系,也没有证据显示脑损伤与持续性道德行为改变之间具有清晰的因果关系。研究证实,一些脑损伤患者并未表现出反社会行为,一些患者在损伤后的行为改变是暂时的、可逆的,还有些患者的行为及人格改变与家庭、职业和社会环境相适应^[8]。一项针对279名曾在越南服役的脑损伤老兵的研究显示,实验组的攻击性显著强于控制组,且腹内侧前额叶损伤的被试攻击性最强。但是,并非所有额叶损伤者都有攻击性行为,有些其他脑区损伤的,甚至控制组被试也表现出较强的攻击和暴力行为倾向^[20]。事实上,个体所表征的大部分信息都是全脑表达、脑区间协同活动的结果^[21]，“全脑”这个概念在道德领域脑损伤的相关研究中也反复提及^[18,19]。

2 大脑皮层损伤与道德行为改变

以道德心理的全脑协同功能为前提,已有研究试

图找出特定脑区在调节道德行为中的特殊价值,以进一步探索道德的神经生物学基础及认知心理学模型等,为精准的医疗干预提供了科学依据.其中,大脑皮层所受关注最多,主要涉及额叶、额叶特定脑区(眶额叶、腹内侧前额叶)和颞叶.

2.1 额叶损伤的影响

额叶是大脑的命令和控制中心,几乎参与所有高级心理活动,尤其在决策、自我控制和复杂信息处理等方面^[22].额叶损伤的案例之多,以至于20世纪风靡一时的脑白质切除术也被命名为额叶切除术.但是,关于额叶损伤如何改变道德行为,人们的理解并不比其他领域更广泛、更深入,而是仅能从脑损伤后遗症的描述窥见一斑.在Freeman于1942年报告的200个额叶切除术病例中,大约14%的病人遭受后遗症的折磨.病人失去了必要的社会生活技能,变得懒惰、粗鲁、喧闹、不安、空虚和不可训练.如果曾有酗酒、吸毒、犯罪或攻击性等反社会倾向,手术则可能使其摆脱最后残留的罪恶感和羞耻感,变得更加放纵^[15].关于额叶损伤后果,早在1944年就有学者指出“使人丧失高级认知、情绪方面的能力”、“导致暴力倾向或奴性盲从”^[23],该时期文献提到最多的是“失去自我”、“灵魂消失”、“变成另外一个人”^[2,3].

婴幼儿期额叶损伤对道德发展具有潜在风险.有研究者报告了两个额叶损伤的案例^[24],20岁的女性案例A在15个月大时被车辆碾过,3岁开始表现出对惩罚反应迟钝和破坏性行为;青春期的A破坏性更加明显,不守规矩、激烈对抗、长期撒谎、虐待他人、过早和危险的性行为,曾逃离家庭和治疗机构并因行窃多次被逮捕;成年后的A情感不稳定,无法胜任工作,并将过错和社会困难归咎于他人.23岁的男性案例B在三个月大时实施了右侧额叶肿瘤切除手术,小学期的B缺乏活力、社交活动有限,在行为控制和同伴互动上有轻微困难;高中毕业后问题行为升级,把活动限制在看电视和听音乐上,居住环境肮脏,无法胜任工作,攻击他人,做没有明显动机的撒谎,从事计划不周的小偷小摸,还因鲁莽的金融行为导致巨额债务.两名患者均未表示过内疚或悔恨,并对未来缺乏实质性规划,但智力测验及神经心理学评估指标正常.这两个患者均来自中产家庭、无家族病史、兄弟姐妹表现正常,且受过高教育的父母在抚养中投入了大量的时间和精力,这说明问题行为可能主要受早期脑损伤影响.还有研究

者探讨了额叶损伤后的行为变化轨迹,33岁的女性患者于26年前额叶受损,在情绪情感的自我调节和社会行为等高级认知方面表现出明显的神经心理缺陷.分析发现,脑损伤后患者并未立刻表现出行为缺陷,而是经历一段时间的延迟,行为缺陷逐渐显现,并在青春期停止发展,这种特殊的模式可能是大脑发育和社会认知发展综合作用的结果^[25].可见,婴幼儿期的脑损伤可能会影响成年后的道德行为,且行为后果表现多样,发展轨迹也并非简单的线性模式.

此外,某些特定群体具有较大概率僭越社会规范,被认为可能与额叶功能受损有关.研究者将反社会人格障碍组和健康组、药物依赖组进行对比,发现在没有明显脑损伤的情况下,反社会人格障碍组前额叶灰质体积减少了11.0%,且应激反应期间的自主神经活动明显降低^[26].Yang等人^[27]也证实,较高精神疾病评分与较小前额灰质体积紧密相关.还有研究以“额叶”、“攻击性”、“暴力”、“犯罪”、“反社会人格障碍”、“精神变态”等为关键词搜索文献进行分析,结果认为,前额叶损伤与攻击性行为、反社会人格障碍存在关联,但没有研究证明额叶功能障碍能够预测暴力犯罪的特定模式^[28].可见,额叶损伤和道德行为改变存在重要但非必然的联系.

2.2 额叶特定区域损伤的影响

眶额叶(OFC)损伤影响道德行为的现象最早为科学领域所关注,最著名的案例就是被铁钎穿过的Gage.OFC是额叶位于眼眶后面的部分,主要参与风险决策并对奖赏预期价值、奖赏概率等信息进行加工^[29,30].来自20世纪70年代的案例显示,35岁的E.V.R.曾是位成功的专业人士,拥有幸福的婚姻和两个孩子.在诊断出OFC的脑膜瘤接受手术后,他的智力和记忆力表现良好,解决问题的能力在实验室环境没有变化,但是社会执行功能深受损害,因无法从错误中吸取教训,其决策一再导致消极后果.很快,他经历了一场导致破产的灾难性投资和两次离异,第二次婚姻仅持续6个月,此后再也无法保持稳定工作以养家糊口^[31].OFC还参与调节情绪、动机和社会性行为^[32],其损伤可能会导致社会情感障碍.一项样本研究进行了探讨,Hornak等人^[33]发现,与额叶其他部位损伤相比,双侧OFC损伤病人在社会行为问卷中得分较低,这些表现包括不在意他人的悲伤、快乐或厌恶情绪,不关心他人的想法,不与家人亲近,不与他人合作,缺乏耐心且容易冲动,在建立

和保持亲密关系上有困难等。最后, OFC对自发和准确的自我知觉具有重要价值, 在信息校正或过度自信等非社会性信息判断中发挥特定的功能^[21]。Beer等人^[34]根据与健康被试的对比研究发现, 在自我表露的谈话任务中, OFC损伤病人对陌生实验者表现得过度亲昵, 过分披露非实验任务要求的自我情感经验, 例如详细描述亲密的性行为等。在起绰号的戏弄任务中, 比控制组更多地表现出不恰当的亲密或敌对的戏弄行为, 更多的持续性眼神接触、侵犯性身体姿势、顽皮的手势和声音, 也更少表现出脸红、顺从等歉意倾向。Beer等人^[35]在另一项研究中针对谈话任务全程录像, 发现那些自评为社交任务表现良好的OFC损伤病人, 在看了录像之后显现出尴尬的神情, 证实了OFC在自我知觉中的价值。

腹内侧前额叶(VMPFC)位于眼睛的正上方, 其损伤影响道德行为的现象近年来颇受关注。VMPFC主要参与保持精确的心理表征, 将过去和未来的事件连贯起来, 进行维持、推理、控制和抑制加工^[21,36], 其损伤可能会妨碍学习新知识、适应新情境等方面的能力。研究显示, 与其他脑区损伤的控制组相比, 所有被试在认知智力上没有差异, 但VMPFC等脑区损伤的实验组在情绪智力测验中得分显著较低; 在个人决策判断中, 控制组随着实验试次的增加成绩越来越好, 但实验组得分一直处于较低水平^[37]。Rolls等人^[38]证实了VMPFC损伤对学习能力的损害, 患者在简单的视觉辨别测验中对先前的奖励刺激能持续做出反应, 并报告意外情况已经出现, 但却无法适当地改变自身行为。同时, 被试的测试得分与行为问卷得分呈显著相关, 后者反映了去抑制性和社交不当的程度。VMPFC还是奖赏加工的重要脑区, 对事件价值的抽象和内部的信息敏感, 负责在奖赏加工中编码和评估刺激的价值^[21], 其损伤可能会损害抽象道德事件的判断, 产生道德功利主义的偏好。研究显示, 与真实或实际的道德后果相比, VMPFC患者在伤害未遂(包括谋杀未遂)的道德可接受度上更高, 显著高于控制组^[39], VMPFC损伤患者对个人道德违规行为的认可程度也较高, 比对照组更愿意批准有害的行为以最大限度地获得好的结果, 即做出功利性道德判断^[40,41], VMPFC损伤的患者还更有可能在高冲突困境中支持功利主义结果, 而不管这种困境是否带来直接和间接的伤害, 或是否从自我和他人的角度提出^[42]。最后, VMPFC还被认为具有调节多种生理活动的功能, 主要调节杏仁核的激活, 尤其在调

节皮层-皮下通路中的自我控制功能上发挥关键作用^[36]。有研究者将VMPFC损伤对道德行为的影响后果看作是一种神经系统综合征, 表现为冲动、不受约束, 对行为后果漠不关心, 甚至道德紊乱、攻击性和暴力行为等, 被称为“获得性社会病(acquired sociopathy)”^[43]。Grafman等人^[20]通过攻击性/暴力态度与行为的家庭观察和自我报告的评估证实, VMPFC病变患者的攻击/暴力量表得分显著高于对照组和其他脑区病变患者, 说明VMPFC损伤会增加攻击性和暴力行为的风险。

2.3 颞叶损伤的影响

颞叶位于大脑外侧裂下方、顶枕裂前方, 主要负责处理听觉信息。颞叶内侧面属于边缘系统, 其损伤可能会导致大脑皮层控制减弱、边缘结构激活紊乱, 从而引发暴力攻击、越轨行为等问题^[44]。在一项研究中^[44], 案例1为13.5岁的男孩, 曾于5岁时在右侧颞叶中部发现了脑瘤, 追踪检查中脑瘤没有继续生长, 但他逐渐表现出强烈的攻击和反社会行为, 必须服用药物住院治疗。随着年龄增长患者的暴力行为升级, 期间多次尝试自杀、暴力攻击, 还做出在高速路上玩滑板等怪异行为。病灶切除后, 患者摆脱了攻击性行为障碍, 重返家庭, 学业表现良好。他对以前的反社会行为记忆犹新, 但不再有攻击性冲动。案例2为曾被两个幼儿园开除的5.5岁男孩, 患者有长达22个月的攻击性行为病史, 表现为无缘无故尖叫、间歇性愤怒发作、实施暴力攻击等。患者同样在右侧颞叶中部发现了肿瘤, 手术后有了显著的行为改善, 还通过专门提升数学和阅读的教育顺利进入常规一年级。两名患者术后均未发现新的神经功能缺损或癫痫发作。还有两项更早的研究分别报告了左侧颞叶脑瘤的10岁女孩、右侧颞叶脑瘤的13岁男孩的案例, 前者呈现出癫痫发作和攻击性行为, 后者则表现为病态的暴怒、混乱和吐痰行为, 两名患者的病灶切除后行为问题均有所改善^[45,46]。这些案例说明, 儿童期颞叶损伤可能会产生相应问题行为, 且能够通过手术予以缓解。

颞叶脑容量减少及神经退行性疾病也可能会引发暴力攻击等问题, 主要表现为反社会人格和行为障碍。关于全脑和颞叶等多个脑区的检测发现, 反社会人格障碍患者普遍存在全脑和颞叶容量减少的现象^[47]。研究证实, 冲动侵犯性人格障碍罪犯的颞叶脑容量比对照组小20%, 尽管还有证据表明其执行功能受损, 但额

叶体积并没有明显减少^[48]。还有研究选取16岁左右的青少年进行额叶、颞叶脑容量检测发现,反社会行为障碍青少年的双侧颞叶灰质体积均显著减少,且行为障碍程度和右侧颞叶灰质容量呈显著负相关,但额叶容量与控制组无显著差异^[49]。尽管如此,前文提及的多项研究却证实额叶损伤与反社会人格障碍有密切关系^[16,27],但这还需进一步探讨。颞叶新皮质与额叶新皮质存在广泛纤维联系,其损伤的影响还通过一类反社会行为的典型病例体现出来,即被称为额颞叶痴呆(frontotemporal dementia)的疾病。额颞叶痴呆是由额和(或)颞叶不对称性萎缩引起的神经退行性疾病,病人主要呈现出僭越社会规范、反社会行为、道德情感异化、缺乏共情、难以自制、强迫行为等特点,一些典型行为包括强迫性吃喝、忽视个人卫生、不接受肢体接触、不讲究社交策略和礼仪等;超过半数的病人无法遵从法律规范,表现为偷窃、违法的驾驶行为、工作中的不道德行为、身体攻击或暴力,以及着装暴露、不雅、恋童癖等不恰当性行为等^[50]。Mendez和Shapira^[51]探讨了道德情感的作用,发现额颞叶痴呆患者在道德两难问题中偏好有计划的而非情感的方式进行反应,他们能够做出合理的道德判断,但道德情感发生了改变,这是未来亟待关注的方面。

3 大脑皮下损伤与道德行为改变

道德心理功能不仅依赖于特定脑区,而且依赖于连接皮层和皮下结构的分布式功能神经网络。因此,以下讨论不仅包括大脑皮层下特定脑区损伤的影响,还将某些作为神经环路结点发挥作用的脑区放置于特定神经网络中予以探讨。

3.1 杏仁核损伤的影响

杏仁核是边缘系统的组成部分,位于前颞叶背内侧部,是应激性行为反应以及自主神经和神经内分泌反应的执行部位^[52]。杏仁核在处理社会和情感信息方面起着关键作用,参与发送与恐惧、奖惩、社交以及性功能相关的动机信号,能够帮助个体习得行为的伤害性特点、输入潜在威胁信息、生成恐惧情绪等,以避免相应行为的出现^[15]。

杏仁核损伤可能会造成狂怒反应、无端攻击等问题行为。活跃于20世纪70年代的神经学家Mark和Ervin坚信“极端的治疗方法极度适合极端的疾病”。为应对不受控制的暴力行为和癫痫发作,他们主张对病人实

施杏仁核损毁术(amygdalotomy),在大约20年内,经评估筛选后共实施了约20例手术,资料显示术后许多患者得到改善,但并未完全得到治愈^[6]。1970年出版的富有争议的著作《暴力和大脑》详细记录了他们的工作。其中来自1955年的案例显示,病人在接受杏仁核刺激后变得愤怒并攻击精神科医生。另一项案例为21岁的女孩Julia,她在2岁时患上脑炎,10岁时开始癫痫发作,主要症状为无法控制的愤怒、突然爆发的暴力及癫痫。Julia曾两次企图自杀,两次袭击无辜路人,一次用剪刀刺进护士的胸膛。经检测,癫痫活动来自两侧杏仁核,实施手术后Julia的行为问题有所改善,有“冲动性愤怒”但不再有愤怒攻击,可以住在家里,在唱诗班唱歌,参加成人教育课程并通过高中同等学力考试,但癫痫和精神问题始终没有得到完全解除^[6]。历史上还有一起举世震惊的暴力犯罪也被认为可能与杏仁核损伤有关。1966年美国发生了随机枪击事件“奥斯汀塔楼事件”,前海军军人Whitman在杀害母亲和妻子后爬上钟楼向行人开枪,造成16人死亡、30余人受伤。遗言中他要求对自己的大脑进行解剖。法医发现,在他大脑中藏着一颗压迫到杏仁核、直径约2 cm的肿瘤,并给出“恶性脑瘤压迫到杏仁核可能使得他无法控制自己的情绪和行为”的鉴定。但是,其杀戮行为是否由肿瘤引起谁也说不清楚,毕竟很多人也有脑损伤或脑肿瘤,但并没有成为暴力杀手^[1,53]。

尽管如此,杏仁核损毁术确实能改善30%~40%患者的严重行为障碍、攻击性和暴力行为^[54]。动物研究也证实,刺激杏仁核可以缓解创伤后应激障碍,后者与兴奋过度和严重的情绪或社会功能障碍有关^[6]。总之,杏仁核受损会导致情感迟钝和反应过度等情感及社交上的困扰,其结构和功能障碍可能会使得心理变态者和犯罪分子无法识别威胁信号,变得无所畏惧,更容易发生反社会行为^[53,55]。

3.2 下丘脑、苍白球、隔核损伤的影响

大脑皮下区域涉及基本生理功能的调节,其损伤的主要后果之一是和基本生理需求的不恰当满足有关。在道德领域中最典型、研究最多的是性道德紊乱,已有研究涉及的脑区包括下丘脑、苍白球和隔核等。

下丘脑位于大脑腹面、丘脑的下方,是植物性神经的皮层下最高中枢,也是体温、摄食、饮水、睡眠、性行为、打斗和活动水平等生理功能的调节中枢。在一项案例^[56]中,70岁的男性病人因中风损伤到下丘

脑等脑区,期间表现出性欲高涨、半身抽搐、记忆和执行功能紊乱、判断力下降等问题。另一项40岁的男性案例^[57]中,患者迷恋儿童色情并沉迷女色,着迷于搜集色情杂志、访问色情网站,在向继女提出性要求时被妻子赶出家门,最终因猥亵儿童而定罪。作为性罪犯他开始接受治疗,期间由于再次向女性提出性要求而被赶出治疗程序。接受判决的前一天,他向医生诉说头疼及强烈的性需求。经检测,在右侧额叶发现了鸡蛋状的脑肿瘤,且已经渗透到控制性驱动力的下丘脑。肿瘤切除后,患者恋童癖的症状完全消失,回归了家庭。但几个月后,他又秘密搜集色情读物,检查显示肿瘤重新长了出来,再次切除后,异常性行为再次消退。一些行为和人格障碍也可能与下丘脑损伤有关。以下丘脑-垂体功能紊乱、神经和精神症状为主要临床特点的颅咽管瘤(craniopharyngioma)的研究显示,多数肿瘤切除的儿童会不同程度地受到下丘脑综合征(hypothalamic syndrome)的影响,表现为社会融合困难、学业失败等^[58];还有的患者发展出了沉迷赌博、偷窃上瘾、强迫性书写等问题行为,以及执迷于信仰和思想道德上的偏见等认知问题^[59]。来自深度脑刺激的研究显示,刺激下丘脑可引起轻度的人格改变、情绪异常、去抑制、性欲亢进和病态赌博等问题;当刺激定位于下丘脑的后内侧(posteromedial)可诱发患者的攻击性行为,定位于后部(posterior)则有可能改善破坏性行为和神经发育迟滞问题^[15]。

苍白球位于基底神经节中央区域,是基底神经节间接环路的重要中继核团,主要参与调节运动功能。多项研究证实苍白球受损伤可能会引发性道德失调。有研究报告了两个案例^[60],其中一个曾是曾以内敛且完美主义倾向为特征的82岁男性,患者表现出性欲增强且无法控制,花很多时间谈论性话题,不恰当地碰触他人、撩别人的裤子或衬衣,光着身子到处游走等。经检查发现,其急性和剧烈的人格改变可能主要与右侧苍白球病变有关。另一个因帕金森氏症接受苍白球切开手术的59岁男性案例中,病人此前没有精神病史、异常性行为或药物成瘾行为,但手术后变得极度的性欲亢奋,经常强行和妻子发生性行为,并骚扰妻子的女性朋友。患者花大量时间反复浏览色情网站,找脱衣舞娘寻欢,最后因猥亵5岁的孙女而被起诉。患者为自己的行为感到羞耻,对性冲动的想法感到厌烦,迫切希望遏制本能冲动,在服用多巴胺后,性行为逐渐减少但却恶化了帕金森氏症状。另有研究佐证了苍白球损伤对道

德行为的影响,帕金森症病人在接受苍白球切开手术后产生了难以抑制的、不恰当的性行为,且至少持续6个月之久^[61]。以上案例中的患者通常还伴有肢体震颤、体位不稳、步态疲劳等运动问题。

隔核是边缘系统的一个重要结构,所发出的纤维投射到边缘系统各部皮层及脑干网状结构,被认为是边缘系统的枢纽及各种冲动的整合中枢。隔核在产生情绪与动机、调节内脏活动、形成与巩固学习记忆、睡眠与觉醒等的作用逐渐被重视。当刺激或损伤动物的隔核时,可观察到愤怒反应以及进食、性、防御和生殖行为的改变^[62]。有研究报告了隔核损伤导致性欲亢奋的案例^[63],在采用脑室-腹腔分流装置(ventriculo-peritoneal shunt)治疗脑积水后,病人发展出了不恰当的性行为。其中一位75岁的病人开始使用露骨的性语言,试图接近和抚摸女性病人,并极具性意图地爬上他人的病床。与手术前相比,这都是非常明显的、需要克制的人格变化。还有研究认为,隔核是调节性行为的关键点,与额叶、下丘脑和杏仁核构成了重要的解剖联系,任何一个部位损伤都会对性行为产生特定影响。其中,下丘脑损伤可能会降低性活动,双侧杏仁核损伤导致的性欲亢奋则被称为Klüver氏综合征^[8]。

3.3 脑神经网络中皮下脑区损伤的影响

人类道德行为是神经环路协调高级神经心理的过程,某个脑区也总是以神经网络或环路的一个节点在发挥作用。在脑损伤研究历史上,即使是人们熟知的由额叶切除术导致的损伤案例,严格意义上也只能称为“以额叶为主要损伤部位的案例”。因为在Moniz等人^[2]的工作中,把脑白质切断器送到大脑目标区域或切断纤维,主要是通过切断脑白质的连接纤维,使前额叶和大脑其他部分分离。已有研究围绕神经网络中的相关脑区损伤进行了探讨。

扣带回位于大脑半球内侧面的扣带沟与胼胝体沟之间,属于边缘系统的皮质部分,其损伤可能会通过破坏相应神经连接而影响道德行为。前扣带回与杏仁核、导水管周围灰质、腹侧纹状体、眶额叶和前岛叶等相互关联,构成了吻侧边缘系统(rostral limbic system),主要功能是评估来自内外部刺激的动机,调节语境依存行为^[64]。研究显示,癫痫患者的前扣带回活动过度可损害意识、改变情感状态及表达、影响骨骼运动和自主活动,癫痫发作间歇期可能会表现出精神病或反社会行为。在其他临床病例中,前扣带回活动增强还

可能导致抽搐、强迫症和异常的社会行为^[64]。Hornak等人^[33]证实,扣带回损伤患者在识别非语言情感表达方面受到严重损害,难以识别语音和面部表情中传递的情感信息,这些都可能都会导致日常社交困难,并引起道德方面的问题行为。

小脑-额叶连接的破坏可能会引起小脑功能障碍和轻度额叶功能失调。一项对24个儿童期接受良性小脑肿瘤切除手术的病例研究显示,术后患者智力正常,但在注意力、记忆、处理速度和干扰方面存在严重问题:57%的患者有轻微异常,33%的有行为缺陷,12.5%的存在注意力缺陷,还有部分患者表现出缄默症、厌食症、恐惧症、成瘾问题、脾气失控等精神症状^[65]。另一项对148个儿童病例的研究显示,28%的儿童在良性小脑肿瘤切除后产生后颅窝综合征(posterior fossa syndrome),表现为缄默、口咽运动障碍、情绪不稳、各类精神紊乱和孤独症行为,检测证实这可能与手术后代谢功能减退有关^[66]。

某些神经外科手术也会导致人格和行为的快速负面变化。虽然没有证据显示脑部肿瘤切除和人格变化的直接关系及其程度,但与晚期癌症病人相比,脑部肿瘤切除手术的病人具有较高的情感和社会功能紊乱,包括愤怒、无助、疲乏、情感失调、冷漠和适应不良等^[67]。此外,囊切除术(capsulotomy)可能产生的后遗症包括攻击性、执行功能减退、性脱抑制等;神经束切断术(subcaudate tractotomy)也会使部分患者呈现出不良的人格特质^[8]。总之,脑部神经外科手术很可能会影响道德行为。这与难于进行准确脑定位、神经网络损伤等有关,也与遗传基因、激素的分泌与调节等有关,还与脑损伤前的人格特征及社会关系等有关^[8,15],是内外环境综合作用的结果。

综上所述,道德行为的脑机制异常复杂。从脑损伤的现有研究发现,至少以下脑结构及(或)所在神经环路在道德行为中发挥作用:额叶(包括眶额叶、腹内侧前额叶等)、颞叶、杏仁核、下丘脑、苍白球、隔核等。Roberts等人^[14]从心理加工出发,认为脑损伤患者的道德行为改变不是由单一原因导致,而是由三种认知失败造成:理解他人困难,相应心理过程有社会认知和心理理论,脑基础分别为杏仁核与后侧颞上沟、颞顶连接处与腹内侧前额叶;控制行为困难,相应心理过程有奖惩学习和反应抑制,脑基础分别为眶额叶、额下回;情感共鸣能力缺失,相应心理过程有共情反应和厌恶伤害,脑基础分别为前岛叶与扣带回、腹内侧前额叶。

Christen等人^[8]从心理能力出发,尝试构建“道德心理结构-基本心理功能网络-大脑功能分区”三者间的映射关系。其中,道德心理结构是一系列道德行为相关的能力(如道德信念)的合集;基本心理功能网络指受特定脑损伤影响的一系列基本心理能力(如记忆)的合集;大脑功能分区指与局部病灶相关区域大小相适应的多个大脑分区(如额叶)。由于某个特定的道德能力总是对应着多个基本心理能力,某个特定的基本心理能力又对应着多个大脑功能分区,反之亦然,由此在三者之间形成了两个未知的网状映射连接。分析发现,以上两个假设都没有寻求“道德-脑”的直接对应关系,而是将心理过程或心理能力放置于两者之间来探讨,这极大地丰富了基于正常研究群体提出的道德脑机制模型^[16]。可见,以脑损伤研究探讨道德脑机制具有明显的优势,许多道德行为在伦理或法律上不允许被诱发产生,但在脑损伤个案中却可以进行系统地观察和记录,并通过案例的积累分析找出要素间的内在关联,构建理论假设。但其劣势也很突出,表现为在生态效度上经不起检验,研究对象的可控性差,以及无法针对可能引起的所有损伤进行全面评估等。因此,未来应在更广阔的背景中开展研究,以产生更具解释性的理论和应用价值。

4 伦理困境

现代认知神经科学技术出现以前,人们对大脑道德功能的认识多数来自脑损伤研究,反过来,用于改善或提升道德行为的神经外科手术也主要基于对大脑功能的有限理解,而这从一开始就充满了风险。1949年葡萄牙神经科医生Moniz获得诺贝尔生理/医学奖,以表彰他“发现了大脑额叶前区白质切除术对某些精神疾病的治疗价值”,这项技术最终被认为是治疗精神疾病的最具灾难性的神经外科手术^[1],直到今天仍被视为诺贝尔奖历史上最大的污点。而20世纪70年代曾宣称“社会在追求进步的过程中已经超越了旧的自由和个人尊严”的Mark和Ervin,也因“将暴力看作精神外科可以治疗的脑部疾病”遭到唾弃^[6]。可见,仅仅围绕脑损伤的道德后果本身开展研究并简单地加以应用,很容易落入相应的伦理陷阱。现代认知神经科学最令人信服的特征之一,是能够帮助从生理、心理、社会功能等多个角度充分理解疾病,为严重精神疾病的功能缺陷提供启示^[2]。本文基于神经科学史上的脑损伤案例,但也试图跳出案例本身分析可能存在的伦理问题,以减少盲目性和偏见。

4.1 道德行为评价的困境

马克思曾言“道德的基础是人类精神的自律”，但在脑损伤案例中，许多出现道德问题的患者似乎难以自律。那么，特定脑损伤患者是否拥有足够的自由意志或自律能力？又该如何评价其不道德行为呢？这是认知神经科学发展亟待回应的问题。

“人是否有自由意志”的争论在人类历史上构成了宏大的哲学命题，最初是关于事物发展由偶然性还是必然性决定的问题。在古希腊的原子论中，德谟克利特认为原子沿直线向下坠落，伊壁鸠鲁却认为原子在下落中会莫名其妙地偏离原有轨迹。爱因斯坦认为“上帝不掷骰子”，真正的、确定的规律藏在不确定性背后，只是还没有被发现。现代科学也试图通过实验来证实或证伪“自由意志”，最著名的当属生理学家Libet引入的神经学论据。研究发现，关于某个感官刺激的最初感知体验往往落后于刺激本身约0.5 s，Libet认为这不仅表明大脑在行动之前就有了决定动作的迹象，还展示了在做决定时大脑活动可能先于意识，由此提出，自由意志是否只是脑部多巴胺和神经电信号的代名词？但是，Libet^[68,69]也指出，包括心理功能的所有事件都由之前事件决定，实验本身并不足以证实决定论。当提及由高级心理活动支配的道德行为，在大脑的复杂运作之下脑损伤患者的“自由意志”、“理性”更是值得怀疑。

人具有相对的自由意志。这既是判定刑事责任能力的重要依据，也是脑损伤患者能否得到亲人理解支持、他人包容接纳及社会对其进行道德评判的参照基础^[19]。法律作为行为规范体系，隐含着许多关于人类心理和行为的假设，全球大部分国家的刑法都假设正常人拥有自由意志，并以此作为惩罚罪犯的前提之一^[70]。脑损伤在一定程度上损害了某些患者的自由意志，使其丧失部分刑事责任能力。理论上讲，患者的行为不能简单地被看作心理问题、道德败坏或违法犯罪，还应考虑背后的神经生物学基础，以及病人和受害者的身份。但现实要复杂得多，行为层面的标准化问卷和测试很容易实现，但很难直接评估出受损大脑的剩余功能及神经可塑性的潜力，更无法证明犯罪时当事人不能意识到个人行为。一项案例^[8]展现了法律评判中的复杂性，一位很受欢迎的儿科医生因在医疗实验中猥亵7岁女童而被逮捕，辩护律师认为他的行为由脑损伤所致，但没有科学证据来说明脑损伤与行为之间的关系，最后被判定有罪服刑8年。Bass和Nussbaum^[71]建议采用

生物学指标对不同类型的罪犯进行评估，通过确定人身危险性，对是否可以减刑假释做出判断。但目前大脑正常或异常还没有严格的区分标准，神经生物学指标与犯罪的关联也不是必然的、精准的。因此，要将神经生物学异常作为减轻处罚的依据，还需大量的研究和更确凿的证据，尤其是纵向追踪研究的支持。

4.2 道德功能提升的困境

人为提升或增强大脑道德功能是对是错，构成了认知神经科学发展的另一个重要议题。这是因为，任何对亲密关系、自主性和身份的干预都存在一定风险。当前，提升人类大脑功能在药理学上正接近于技术巅峰，但在伦理上不断触及底线，特别在证明干预正当性方面还有很大分歧^[72]。

分歧的根源首先来自哲学层面的拷问。一是，是否存在真正意义上的道德正义。Shook^[73]将强化个体对他人的道德提升模式称为“道德正义”，将道德的去强化称为“道德宽容”，认为凌驾于某些权利和自由之上的道德正义是有问题的，建议政府谨慎地禁止相应的技术滥用。二是，是否存在道德评判的普适法则。关于脑损伤患者道德行为的评价，普适伦理法则理应是最佳的，即道德法则应对每个人具有同等效力。然而哲学界反对的声音不绝于耳。例如，Beauchamp和Childress^[74]的*Principles of biomedical ethics*通常被看作生物伦理学的黄金标准，却也受到来自多方的批评。现实中由于文化差异，普适伦理更无立足之地。一个典型的、具有巨大争议的话题来自性道德领域，例如卖淫、童婚、同性恋、婚前性行为、婚外性行为、滥交、离婚、一夫多妻制等习俗在某些社会文化中被完全接受，在另一些文化中被谴责甚至判定为非法。当研究者仅考虑脑损伤与道德行为的关系，而模糊道德评价的社会文化等可变性因素所造成的伦理风险就在于可能会抑制道德理论上的正当争论，更无法指导道德提升有关的医疗干预决策。当前，尽管批评意见各异，但似乎在某个观点上得到了初步统一，即认为集体利益比个人权利更重要^[8]。

分歧的现实性因素是关于医疗干预价值的争论。由于干预引起的道德行为变化通常难以衡量，但对患者的影响却是终身的。这个问题涉及医疗干预的可能性和局限性，有些医疗干预解除了患者的神经生理痛苦，但却诱发出难以容忍的道德行为问题；另一些干预提升了道德功能，但患者却变得空虚不安、“没有了灵

魂”；有些医疗干预或停止干预很快能改变或停止人格和行为变化，有些则是缓慢甚至不可逆的。特别在通过药物或技术提升心理功能的安全性、自主性和平等性方面，存在很大隐患^[70]：一是所产生的消极效果通常需要长期观察追踪才能明确，这些不确定性伴随着很大风险；二是强制性用于某些群体，如儿童、士兵、患者等，涉及一系列伦理问题，其选择自由的问题突出；三是作为提高个体社会竞争优势的手段，相应药物或技术手段的应用可能会加剧已经存在的的社会不公，对正常群体而言，道德情操的提升还应依赖于社会实践而非医疗干预。

4.3 污名化困境

污名化指公众对特定群体的负面评价、偏见和歧视。污名化对患者是个巨大的挑战，造成的后果甚至比脑损伤本身更糟糕。脑损伤患者的康复不仅在于消除症状，更重要的是使患者能够根据其角色、能力及个人兴趣充分参与社会生活当中，而污名化正是实现这些目标的严重障碍^[75,76]。

减少脑损伤患者污名化的初级障碍是公众认知局限性。脑损伤患者通常被看作缺乏理性、失去控制、具有潜在威胁，这种负面评价、消极情感体验和歧视反过来进一步加深其不利社会处境。与身体残疾或纯认知障碍相比，某些脑损伤影响了患者的社交能力，有的构成了道德的问题行为，有的则是无争议的不道德行为，如猥亵儿童、暴力攻击等^[19]。但事实上，大多数患者并不会做出让公众恐慌的行为，现有证据也反复强调，脑损伤与特定的行为改变之间并不存在必然联系^[8]。难题在于，公众尝试理解患者的意愿有限，也很难维持对于实施无争议不道德行为患者的同情。更何况，患者道德行为的生物学解释对污名化的影响非常复杂，提升公众认知水平并不必然会降低其污名化程度，也有可能产生相反效果。研究表明，如果脑损伤被解释为不可逆、基于基因或对第三方构成威胁，相应解释反而会加深病耻感^[77]。从生理损伤和心理痛苦出发，患者在实施不道德行为时理应得到帮助和理解，公众应尽量减少道德层面的谴责，避免污名化和标签化。但是，某些患者的确在客观上对社会治安带来了巨大的危害和隐患，且矫治难度很大；某些患者正是因为先天的或不可逆的缺陷，暴力行为难以预测和控制，轻易减刑可能给社会造成更大隐患^[19]。因此，另一个很现实的伦理困境就摆在面前，即更好地理解脑损伤如何导

致道德行为改变，可能会削弱公众支持脑损伤患者重返社会的意愿^[8]。

5 未来研究方向

道德的脑机制是21世纪人类尝试攻克科学难题之一，具有毋庸置疑的基础性、交叉性、前沿性，以及重要的现实应用价值。自Gage案例被关注的100多年来，脑损伤领域的研究为这一课题贡献了丰富的临床资料，提供了独特的研究视角，但是还需要不断深化和拓展才能做出更多实质性贡献。未来亟待从以下方面开展研究。

5.1 脑损伤影响道德行为的认知神经机制

科学方法的基本动力旨在产生尽可能精确和确定的因果知识。本文主要基于脑损伤角度梳理特定脑区在道德行为中的特别重要性，当变换视角从道德行为出发则会发现，额叶、颞叶、杏仁核损伤都与反社会人格障碍有关，可能引发暴力攻击，而下丘脑、苍白球、隔核损伤都可能导致性道德失调。那么，同一个功能脑区损伤在各个案例的道德行为改变中分别发挥何种作用，同一种道德行为在不同脑损伤案例中的表现有何异同，背后的认知神经机制是什么，等等问题都亟待回应。

未来要探索道德的脑基础，就不应仅停留在宏观或中观层面，还应从微观层面继续拓展深化，关注其中的认知神经机制。除Roberts等人^[14]、Christen等人^[8]提到的特定心理过程和基本心理能力，梳理已有研究还发现，脑损伤影响道德行为的过程还可能和工作记忆、源记忆、洞察力等损伤有关。有一个极端依赖原典型性反应驱动行为的案例。研究中额叶损伤病人来到办公室，研究者把注射针头放在桌子上，并脱掉裤子，背对着病人，病人不经任何提示，捡起针头在医生的屁股上扎了一针^[2]。该案例中，行为的刺激驱动性而非目标驱动性、思维僵化、洞察力缺失等构成了病人道德不当的几个重要原因。其中，工作记忆负责在过去、现在和未来之间建立联系，对于避免刺激驱动非常重要^[36]；源记忆负责信息来源有关的知识或信息学习时的情境，对于灵活应对情境变化具有重要作用；洞察力则能保证个体既具有积极偏差的自我知觉又不至于偏离实际太远。以上三种基本心理能力分别都依赖于额叶的完整^[2,35]，对照病人额叶损伤的事实，说明其工作记忆、源记忆、洞察力可能受到了损害。这证实了前

文提到的假设,即脑损伤通过影响某些通用的心理过程或心理能力而影响道德行为。当前,科学研究已经从简单记录脑损伤与道德行为之间的关系发展到采用经颅磁刺激或药物进行无创干预的实验研究^[8],这为找到潜在的因果关系提供了可能,但还存在定性描述多、定量研究少、相关分析多、因果推断少、关注点分散、协同分析难等问题^[16~19]。未来持续开展相关研究不仅有助于提升对大脑功能的认识,更加深入地剖析脑损伤患者的生理、心理和社会功能变化,而且能够拓展脑损伤研究的价值,帮助更好地理解研究结果的推论强度和局限性,对于实施精准的医疗干预也具有重要指导意义。

5.2 脑损伤后遗症多样化图谱的确立和完善

“时间是治愈一切伤痛良药”在脑损伤案例中并不总是正确。有研究提到,接受前额切除手术的707名4~30岁的精神分裂症患者,尽管多数有所改善,但73%的人住院或在家处于“空闲依赖状态”^[1]。对某些个体(如Gage、E.V.R.)而言,脑损伤则彻底将其推上一条不归路,让家庭回归和社会融入成为奢望。促进患者的康复治疗和社会回归是脑损伤研究的直接目的,但脑损伤后遗症的长期性、病理表现的多样化极大地降低了该过程的可控性。

脑损伤后遗症多样化图谱的确立和完善是一项长期而重要的任务。如果说探讨脑损伤和道德行为关系的目的在于描述和解释,那么脑损伤后遗症的研究价值就在于预测和控制,准确的评估是病人康复与治疗、社会融入与社会监管的参照标准,也是保障患者康复效果最大化的基础。当在道德领域中讨论脑损伤后遗症时,由于个体与环境的交互作用、神经可塑性及再生机会及有效医疗手段的发展,既不能对患者的临床表现进行简单平均,也很难提供统一的标准来衡量相应医疗干预价值,因此对症状进行有效的识别和分类是关键^[8,78]。Christen和Müller^[8]将脑损伤和道德行

为改变的关系用两个维度进行呈现,第一个维度为发病的时间进程,即在人格和行为上的突然或渐进的发展变化;第二个维度是社会心理功能丧失的可逆性与补偿性,包括痊愈和功能转化。据此将脑损伤分为4类:一为高可塑性的快加工,个体的人格和行为由突然的脑损伤造成,而且能够治疗成功或自然痊愈;二为低可塑性的快加工,个体的人格和行为在几分钟、几小时或几天内快速改变,但改变后难以修复;三为高可塑性的慢加工,个体的人格和行为的改变过程是渐进的,且可逆的;四为低可塑性的慢加工,个体的人格和行为变化是慢性的,且修复的可能性很低。严重脑损伤的康复和治疗异常复杂,但相应工作基本停留在症状学水平,诊断标准也主要依靠症状间的组合、病情严重程度、病程演变来制定^[78]。因此,未来有必要对神经心理学和社会心理学结果开展长期随访研究,将案例研究和基于统计证据的研究相结合,积累特定后遗症知识,用于患者和医学专家之间的共享决策过程^[8]。

Eagleman^[53]曾指出“这颗三磅重的大脑是迄今宇宙间发现的最复杂物质”。在道德行为的装饰下,脑损伤患者的道德心理“黑箱”还有很多亟待解开的谜题,相应伦理争议也日趋热烈。尽管目前该领域吸引了大批学者,但在中国文化背景下的原创性研究尚需加强。道德是时代性、文化性很强的话题,且与群体价值取向密切相关,当探寻道德行为的本质、将研究成果付诸实践及解决相应伦理争议时,都必须考虑这些特性。与西方不同,中国道德文化强调责任先于自由、义务先于权利、群体高于个人、和谐高于冲突。基于西方脑损伤案例的研究有助于解决西方社会的问题,但对于指导我国经济社会发展中遇到的理论和现实难题,其意义可能要打折扣。因此,未来有必要以此为鉴,扎根中国土壤探索人类道德行为本质,而对中国传统道德文化宝藏的挖掘和脑损伤案例的积累分析,不仅能帮助患者进行更好的康复治疗与社会融入,而且能够促进道德理论发展。

致谢 感谢匿名审稿专家的宝贵建议,阿姆斯特丹大学(University van Amsterdam)刘洋博士、郑州大学张瑞平副教授所做的协助。

参考文献

- 1 Faria M A. Violence, mental illness, and the brain—A brief history of psychosurgery: Part 1—From trephination to lobotomy. *Surg Neurol Int*, 2013, 4: 49
- 2 Gazzaniga M S, Ivry R B, Mangun G R. Cognitive Neuroscience (in Chinese). Zhou X L, Gao D G, Trans. Beijing: China Light Industry Press,

2011. 483–550 [Gazzaniga M S, Ivry R B, Mangun G R. 认知神经科学. 周晓林, 高定国, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 2011. 483–550]
- 3 Swayze V W. Frontal leukotomy and related psychosurgical procedures in the era before antipsychotics (1935–1954): A historical overview. *Am J Psychiat*, 1995, 152: 505–515
- 4 Kragh J V. Shock therapy in Danish psychiatry. *Med Hist*, 2010, 54: 341–364
- 5 Faria M A. Violence, mental illness, and the brain—A brief history of psychosurgery: Part 2—From the limbic system and cingulotomy to deep brain stimulation. *Surg Neurol Int*, 2013, 4: 75
- 6 Faria M A. Violence, mental illness, and the brain—A brief history of psychosurgery: Part 3—From deep brain stimulation to amygdalotomy for violent behavior, seizures, and pathological aggression in humans. *Surg Neurol Int*, 2013, 4: 91
- 7 Vaidya A R, Pujara M S, Petrides M, et al. Lesion studies in contemporary neuroscience. *Trends Cogn Sci*, 2019, 23: 653–671
- 8 Christen M, Müller S. Effects of brain lesions on moral agency: Ethical dilemmas in investigating moral behavior. *Curr Top Behav Neurosci*, 2013, 19: 159–188
- 9 Luo G J. Ethics (in Chinese). Beijing: People's Publishing House, 2015. 382 [罗国杰. 伦理学. 北京: 人民出版社, 2015. 382]
- 10 Luo G J. The Exploration of Marxist Ethics (in Chinese). Beijing: China Renmin University Press, 2018. 5–6 [罗国杰. 马克思主义伦理学的探索. 北京: 中国人民大学出版社, 2018. 5–6]
- 11 Wang P, Zhang G L. A review of the relation between social cognition and brain functional location (in Chinese). *J Psychol Sci*, 2005, 28: 135–137 [王沛, 张国礼. 脑功能定位在社会认知研究中的作用及其启示. 心理科学, 2005, 28: 135–137]
- 12 Wang Y Y, Zhu T. Ethical leadership, instrumentalism ethical climate and employee's unethical behavior: The moderate effect of perceived insider status (in Chinese). *J Psychol Sci*, 2014, 37: 1455–1460 [王永跃, 祝涛. 伦理型领导、工具主义伦理气氛与员工不道德行为: 内部人身份感知的调节作用. 心理科学, 2014, 37: 1455–1460]
- 13 Wang P, Wang Z J, Li S K. Good people do bad things: Unethical behavior from the perspective of bounded ethicality (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2013, 21: 1502–1511 [王芃, 王忠军, 李松谔. 好人也会做坏事: 有限道德视角下的不道德行为. 心理科学进展, 2013, 21: 1502–1511]
- 14 Roberts S, Henry J D, Molenberghs P. Immoral behaviour following brain damage: A review. *J Neuropsychol*, 2019, 13: 564–588
- 15 Fumagalli M, Priori A. Functional and clinical neuroanatomy of morality. *Brain*, 2012, 135: 2006–2021
- 16 Wang Y Q, Guo B Y. Is morality hardwired into the brain? The recent advances and prospects of cognitive neural mechanism researches of morality (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2017, 62: 2867–2875 [王云强, 郭本禹. 大脑是如何建立道德观念的: 道德的认知神经机制研究进展与展望. 科学通报, 2017, 62: 2867–2875]
- 17 Greene J, Haidt J. How (and where) does moral judgment work? *Trends Cogn Sci*, 2002, 6: 517–523
- 18 Karalis D, Kleisiari-Karalis A. Biology and criminal behavior: Neurotransmitters, neurohormones and brain damages. *Encephalos*, 2019, 56: 60–66
- 19 Liu Y P, Zhao H, Li S S, et al. The neurobiological evidence of antisocial personality disorder and its judicial implications (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2019, 27: 1726–1742 [刘宇平, 赵辉, 李姗姗, 等. 反社会人格障碍的神经生物学基础及其司法启示. 心理科学进展, 2019, 27: 1726–1742]
- 20 Grafman J, Schwab K, Warden D, et al. Frontal lobe injuries, violence, and aggression: A report of the vietnam head injury study. *Neurology*, 1996, 46: 1231
- 21 Yang S, Huang X T, Fu Y L. Medial prefrontal cortex: Neural basis of the *Self* (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2012, 20: 853–862 [杨帅, 黄希庭, 傅于玲. 内侧前额叶皮质——“自我”的神经基础. 心理科学进展, 2012, 20: 853–862]
- 22 Yang S, Fu M Q, Zhang R P, et al. The neural basis of effects of social economic status on brain development (in Chinese). *Psychol Res*, 2017, 10: 3–10 [杨帅, 符明秋, 张瑞平, 等. 社会经济地位影响大脑发展的神经基础. 心理研究, 2017, 10: 3–10]
- 23 Ögren K, Sandlund M. Psychosurgery in Sweden 1944–1964. *J History Neurosci*, 2005, 14: 353–367
- 24 Anderson S W, Bechara A, Damasio H, et al. Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nat Neurosci*, 1999, 2: 1032–1037
- 25 Eslinger P J, Grattan L M, Damasio H, et al. Developmental consequences of childhood frontal lobe damage. *JAMA Neurol*, 1992, 49: 764–769
- 26 Raine A, Lencz T, Bihle S, et al. Reduced prefrontal gray matter volume and reduced autonomic activity in antisocial personality disorder. *Arch Gen Psychiatry*, 2000, 57: 119–127
- 27 Yang Y, Raine A, Lencz T, et al. Volume reduction in prefrontal gray matter in unsuccessful criminal psychopaths. *Biol Psychiatry*, 2005, 57: 1103–1108
- 28 Brower M C. Advances in neuropsychiatry: Neuropsychiatry of frontal lobe dysfunction in violent and criminal behaviour: A critical review. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2001, 71: 720–726
- 29 Roesch M R, Olson C R. Neuronal activity related to anticipated reward in frontal cortex: Does it represent value or reflect motivation? *Ann N Y Acad Sci*, 2007, 1121: 431–446
- 30 Clark L, Bechara A, Damasio H, et al. Differential effects of insular and ventromedial prefrontal cortex lesions on risky decision-making. *Brain*, 2008, 131: 1311–1322

- 31 Damasio A. Individuals with sociopathic behavior caused by frontal damage fail to respond autonomically to social stimuli. *Behav Brain Res*, 1990, 41: 81–94
- 32 Rolls E T, Critchley H D, Browning A S, et al. Face-selective and auditory neurons in the primate orbitofrontal cortex. *Exp Brain Res*, 2006, 170: 74–87
- 33 Hornak J. Changes in emotion after circumscribed surgical lesions of the orbitofrontal and cingulate cortices. *Brain*, 2003, 126: 1691–1712
- 34 Beer J S, Heerey E A, Keltner D, et al. The regulatory function of self-conscious emotion: Insights from patients with orbitofrontal damage. *J Pers Soc Psychol*, 2003, 85: 594–604
- 35 Beer J S, John O P, Scabini D, et al. Orbitofrontal cortex and social behavior: Integrating self-monitoring and emotion-cognition interactions. *J Cogn Neurosci*, 2006, 18: 871–879
- 36 D'Esposito M, Postle B R, Rypma B. Prefrontal cortical contributions to working memory: Evidence from event-related fMRI studies. *Exp Brain Res*, 2000, 133: 3–11
- 37 Bar-On R. Exploring the neurological substrate of emotional and social intelligence. *Brain*, 2003, 126: 1790–1800
- 38 Rolls E T, Hornak J, Wade D, et al. Emotion-related learning in patients with social and emotional changes associated with frontal lobe damage. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1994, 57: 1518–1524
- 39 Young L, Bechara A, Tranel D, et al. Damage to ventromedial prefrontal cortex impairs judgment of harmful intent. *Neuron*, 2010, 65: 845–851
- 40 Moretto G, Ládavas E, Mattioli F, et al. A psychophysiological investigation of moral judgment after ventromedial prefrontal damage. *J Cogn Neurosci*, 2010, 22: 1888–1899
- 41 Ciaramelli E, Muccioli M, Ládavas E, et al. Selective deficit in personal moral judgment following damage to ventromedial prefrontal cortex. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2007, 2: 84–92
- 42 Thomas B C, Croft K E, Tranel D. Harming kin to save strangers: Further evidence for abnormally utilitarian moral judgments after ventromedial prefrontal damage. *J Cogn Neurosci*, 2011, 23: 2186–2196
- 43 Saver J L, Damasio A R. Preserved access and processing of social knowledge in a patient with acquired sociopathy due to ventromedial frontal damage. *Neuropsychologia*, 1991, 29: 1241–1249
- 44 Nakaji P, Meltzer H S, Singel S A, et al. Improvement of aggressive and antisocial behavior after resection of temporal lobe tumors. *Pediatrics*, 2003, 112: e430
- 45 Caplan R, Comair Y, Shewmon D A, et al. Intractable seizures, compulsions, and coprolalia: A pediatric case study. *J Neuropsych Clin N*, 1992, 4: 315–319
- 46 Kaplan P W, Kerr D A, Olivi A. Ictus expectoratus: A sign of complex partial seizures usually of non-dominant temporal lobe origin. *Seizure*, 1999, 8: 480–484
- 47 Barkataki I, Kumari V, Das M, et al. Volumetric structural brain abnormalities in men with schizophrenia or antisocial personality disorder. *Behav Brain Res*, 2006, 169: 239–247
- 48 Dolan M C, Deakin J F W, Roberts N, et al. Quantitative frontal and temporal structural MRI studies in personality-disordered offenders and control subjects. *Psychiatry Res-NeuroImag*, 2002, 116: 133–149
- 49 Kruesi M J P, Casanova M F, Mannheim G, et al. Reduced temporal lobe volume in early onset conduct disorder. *Psychiatry Res-NeuroImag*, 2004, 132: 1–11
- 50 Mendez M F. The unique predisposition to criminal violations in frontotemporal dementia. *J Am Acad Psychiatry*, 2010, 38: 318–323
- 51 Mendez M F, Shapira J S. Altered emotional morality in frontotemporal dementia. *Cogn Neuropsychiatry*, 2009, 14: 165–179
- 52 Yang Q. Central control of the hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis for stress response (in Chinese). *Prog Physiol Sci*, 2000, 31: 222–226 [杨权. 下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴应激反应的中枢控制. *生理科学进展*, 2000, 31: 222–226]
- 53 Eagleman D. Incognito-The secret lives of the brain (in Chinese). Tang L, Trans. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 2013 [Eagleman D. 隐藏的自我-大脑的秘密生活. 唐璐, 译. 长沙: 湖南科技出版社, 2013]
- 54 Fountas K N, Smith J R. Subdural electrode-associated complications: A 20-year experience. *Stereotact Funct Neurosurg*, 2007, 85: 264–272
- 55 Fountas K N, Smith J R. Historical evolution of stereotactic amygdalotomy for the management of severe aggression. *J Neurosurg*, 2007, 106: 710–713
- 56 Absher J R, Vogt B A, Clark D G, et al. Hypersexuality and hemiballism due to subthalamic infarction. *Neuropsychiatry Neuropsychol Behav Neurol*, 2000, 13: 220–229
- 57 Burns J M, Swerdlow R H. Right orbitofrontal tumor with pedophilia symptom and constructional apraxia sign. *JAMA Neurol*, 2003, 60: 437–440
- 58 Pierre-Kahn A, Recassens C, Pinto G, et al. Social and psycho-intellectual outcome following radical removal of craniopharyngiomas in childhood. *Childs Nerv Syst*, 2005, 21: 817–824
- 59 Nyffeler T, Regard M. Kleptomania in a patient with a right frontolimbic lesion. *Neuropsychiatry Neuropsychol Behav Neurol*, 2001, 14: 73–76
- 60 Mendez M, Shapira J S. Pedophilic behavior from brain disease. *J Sexual Med*, 2011, 8: 1092–1100

- 61 Shannon K M, Penn R D, Kroin J S, et al. Stereotactic pallidotomy for the treatment of Parkinson's disease: Efficacy and adverse effects at 6 months in 26 patients. [Neurology](#), 1998, 50: 434–438
- 62 Yin Q K. Progress in functional anatomy of septum (in Chinese). *Chin J Stereotact Funct Neurosurg*, 2003, 16: 177–179 [尹乾坤. 隔区的功能性解剖研究进展. 立体定向和功能性神经外科杂志, 2003, 16: 177–179]
- 63 Gorman D G, Cummings J L. Hypersexuality following septal injury. *JAMA Neurol*, 1992, 4: 308–310
- 64 Devinsky O, Morrell M J, Vogt B A. Contributions of anterior cingulate cortex to behaviour. [Brain](#), 1995, 118: 279–306
- 65 Steinlin M. Neuropsychological long-term sequelae after posterior fossa tumour resection during childhood. [Brain](#), 2003, 126: 1998–2008
- 66 Catsman-Berrevoets C E, Aarsen F K. The spectrum of neurobehavioural deficits in the Posterior Fossa Syndrome in children after cerebellar tumour surgery. [Cortex](#), 2010, 46: 933–946
- 67 Andrewes D G, Kaye A, Murphy M, et al. Emotional and social dysfunction in patients following surgical treatment for brain tumour. [J Clin Neurosci](#), 2003, 10: 428–433
- 68 Libet B. Do we have free will? *J Consc Stud*, 1999, 6: 47–57
- 69 Libet B. Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. [Behav Brain Sci](#), 1985, 8: 529–539
- 70 Hu C P, Deng X H, Zhou Z J, et al. Neurolaw: A marriage between young cognitive neuroscience and old law (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2011, 56: 3041–3053 [胡传鹏, 邓晓红, 周治金, 等. 神经法学: 年轻的认知神经科学与古老的法学联姻. 科学通报, 2011, 56: 3041–3053]
- 71 Bass S L S, Nussbaum D. Decision making and aggression in forensic psychiatric inpatients. [Crim Justice Behav](#), 2010, 37: 365–383
- 72 Macpherson I, Roqué M V, Segarra I. Moral enhancement, at the peak of pharmacology and at the limit of ethics. [Bioethics](#), 2019, 33: 992–1001
- 73 Shook J R. Is moral enhancement a right, or a threat to rights? [Roy Inst Philos Suppl](#), 2018, 83: 209–231
- 74 Beauchamp T L, Childress J F. Principles of Biomedical Ethics. 6th ed. New York: Oxford University Press, 2009
- 75 Zhao H B, Xia M, Cao B, et al. Application of contact intervention to reduce public stigma of mental disorders (in Chinese). [Adv Psychol Sci](#), 2019, 27: 843–857 [赵鹤宾, 夏勉, 曹奔, 等. 接触干预在减少精神障碍公众污名中的应用. 心理科学进展, 2019, 27: 843–857]
- 76 Yue T, Wang X G, Huang X T. Mental illness self-stigma: A risk factor of mental rehabilitation (in Chinese). [Adv Psychol Sci](#), 2012, 20: 1448–1456 [岳童, 王晓刚, 黄希庭. 心理疾病自我污名: 心理康复的一个高危因子. 心理科学进展, 2012, 20: 1448–1456]
- 77 Müller S, Heinz A. Stigmatisierung oder entstigmatisierung durch biologisierung psychischer krankheiten? *Nervenheilkunde*, 2013, 32: 955–961
- 78 Liu W L, Chen Z B. Summary of Clinical Diseases (in Chinese). Beijing: People's Health Press, 2012. 421–460 [刘文励, 陈志斌. 临床疾病概要. 北京: 人民卫生出版社, 2012. 421–460]

Summary for “脑损伤对道德行为的影响及相关伦理困境”

Effects of brain lesion on moral behavior and relevant ethical dilemma

Shuai Yang¹, Yi Zhao¹, Hong Wang^{2,3} & Xiting Huang^{3*}

¹ School of Marxism, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China;

² Center for Teaching and Learning Development, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China;

³ School of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China

* Corresponding author, E-mail: xthuang@swu.edu.cn

When talking about the relationship between moral behavior and brain functional localization, the former involves various moral abilities, and the latter refers to the specific brain network structures related to psychological functions. Moral behavior refers to the behavior that is beneficial or harmful to others or society, including good behavior and bad behavior. The moral consequence caused by brain injury is mainly demonstrated by immoral behavior, which is of great theoretical and practical value. By summarizing studies on whole-brain coordinated activities of morality, the present study attempts to clarify the influence of specific brain damages on moral behavior. The results showed that for the cerebral cortex, injury to the frontal cortex (i.e., the command and control center of the brain), leads to self-functional damage and further servility or blind obedience. In particular, the frontal cortex injury during infancy may cause risks for moral development. Next, orbital frontal cortex (OFC) injury mainly causes impairment in risky decision-making, social emotion, and self-information correction. Corresponding moral consequences include ignoring social etiquette and norms, and difficulties in establishing and maintaining close relationships. Also, injury to the ventral medial prefrontal cortex (VMPFC) may result in the damage of learning adaptation, abstract event judgment, self-control, and other functions. Relevant moral consequences are moral utilitarian preference and “acquired social disease”, which is expressed as impulse behavior. Furthermore, temporal cortex injury leads to potential decreased control of the cerebral cortex and disorder of activation of limbic structure that results in violent attacks and other problems. In the subcortical area, amygdala injury leads to some patients’ serious violence; and injuries of hypothalamus, globus pallidus and septum lead to improper satisfaction of basic physiological needs, mainly manifested as sexual moral disorders. The effects of some other brain localization injuries are discussed in specific neural networks. With regard to the brain mechanism of morality, research on brain injury does not aim to explore the direct relationships between morality and the brain, but to investigate the role of intermediate elements such as the psychological process (e.g., social cognition) and mental ability (e.g., memory ability). It is easy to fall into the ethical dilemmas when the relationship between brain injury and moral consequences is simply analyzed and then applied. The first dilemma concerns whether patients with brain injury have enough free will or self-discipline, and if not, how to evaluate their immoral behavior. The second dilemma is, whether there exists universal moral and ethical principles, and if not, how to evaluate the value of intervention and treatment that are applied to improve the morality of patients with brain injury. The third dilemma is, whether the realization of certain moral changes owing to brain injury can reduce patients’ stigmatization, and if not, what is the next step. Studies along with these research lines are called for in the future: The cognitive neural mechanism of moral behavior, the diversification of the sequelae of brain lesions, generalization of these research findings to the Chinese people, and so on.

brain lesions, moral behavior, cerebral cortex, sub-cortical, ethical dilemma

doi: [10.1360/TB-2019-0807](https://doi.org/10.1360/TB-2019-0807)