

特色专题

神经科学技术若干伦理问题及其监管研究

冯龙飞¹, 翟晓梅^{2,3}

摘要 神经科学技术的主要对象是人脑,而人脑在人的属性中占据重要位置,是具有人之所以为人的特殊属性。因此,通过梳理神经科学技术在脑隐私、个人同一性、人的尊严、安全性及对现行法律规范挑战等方面存在的伦理问题,进而从国家科技伦理委员会、科学+伦理+法律协同治理模式、公众参与、建立技术研究与应用的指南和标准等方面提出了科技伦理治理的一些政策建议,以帮助神经科学技术朝着人类福祉最大化方向发展。

关键词 神经科学技术;伦理治理;人脑;伦理审查;人类福祉

近年来,我国科学发展硕果累累、成绩斐然,但现代科学与社会的整体关系也是最不稳定的。调查显示^[1],公众尊重科学和科学家,大多数人也相信科学使社会的受益大于其带来的风险或伤害,但许多人对某些特定的科学进展却表示出较大的担忧,甚至认为其是危险的,其中一类担忧与新兴神经科学技术的发展有关。神经科学技术的对象是人脑,它可以揭示人脑如何产生复杂的行为和思想,这些知识可以进一步帮助认识人类思想、情感、感知、行动、身份和记忆的核心机制。随着神经科学技术的不断发展,其结果可能会改变人类对意识和人性等的理解。因此,神经伦理学有责任探讨有效的应对策略,为促进神经科学的研究和技术向善发展发挥作用。

1 神经科学技术发展现状

神经科学又称神经生物学,是专门研究神经系

统的结构、功能、发育、演化、遗传学、生物化学、生理学、药理学及病理学的一门科学^[2]。从广义上来讲,神经科学是研究脑结构与功能的科学。长期以来,人类都渴望揭开脑的奥秘,并改善人类健康。近40年来,由于受到分子遗传学、信息和通信技术及神经成像技术的促进,人类对脑的了解远超历史上所有有关脑的知识,其中一些新获得的知识很具有变革性。随着神经科学对脑和心的性质提供的深刻见解,其中许多认识还转化为对神经系统疾病的诊断、预防 and 治疗的改进^[3],例如,随着对精神障碍和物质使用障碍形成了新的概念,认识到这些疾病在脑功能障碍中有其生物学根源,成瘾基本上是健康和疾病问题,也就是一种脑病,这类神经科学的进展具有重要的公共政策含义。另外,科学家已经可以通过神经调控手段操纵大鼠进行较为复杂的行为,例如,控制其运动路线和进食^[4]。此外,如果受试者梦到的事物已经预先储存在资源库内,那么使用脑成像技术可以将受试者睡眠时梦到的内容与资源库内可对应的图像关联并呈现^[5],通过脑成像技术可以将受试者的梦境可视化。通过神经科学技术还可以抑制或增强人脑的某些功能,如平衡和认知功能,甚至可以

1. 宜春学院医学伦理委员会,宜春 336000

2. 中国医学科学院/北京协和医学院生命伦理学研究中心,北京 100010

3. 北京协和医学院群医学及公共卫生学院,北京 100010

收稿日期:2023-12-01;修回日期:2024-09-10

基金项目:江西省社科规划项目(22ZX05);江西省学位与研究生教育教学改革研究项目(JXYJG-2022-194);中国工程院重点咨询项目(2019-XZ-53)

作者简介:冯龙飞,副教授,研究方向为生命伦理学,电子信箱:fenglongfei@163.com

引用格式:冯龙飞,翟晓梅.神经科学技术若干伦理问题及其监管研究[J].科技导报,2025,43(4):54-60;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2023.11.01773

改变人的社会行为^[6]。神经科学技术的不断发展,已经在逐步揭示人类对脑的洞见。

2 神经科学技术的生物学基础

神经科学技术可以干预到人脑,而人脑有别于人体其他器官,它在人类生活中有一种特殊的地位。在人类身体运动、自主能力、自我意识,以及个体与他人的关系中,人脑起着核心作用,而人脑功能与人类对身份、道德责任、自由、隐私、权威、人格和正常性的理解密切相关。

2.1 脑是人类感知、行动、语言、情感和存在的基础

人脑是人类的重要器官,最深刻地区分了人类与所有其他物种,包括其他灵长类动物。人脑大概1350 g,包含近1000亿个神经元细胞,拥有一个特别的神经元结构网络,每一个神经元细胞通过突触链接另外一个神经元细胞,就像一个电路图,而且每一个部分都有多种功能和状态,因此,人脑号称是宇宙中最复杂的物体^[7]。人脑是人类感知、行动、语言、情感和存在的基础。因此,对直接或间接作用于人脑的神经科学技术干预措施进行理性的思考和谨慎的分析是非常必要的。

2.2 脑是身心功能整合的核心器官

脑研究在过去的50年里取得了重要进展,但目前科学家还没有绘制出结构清晰和功能动态系统的脑全面模型,因此,人脑发挥思考功能的过程在很大程度上仍然是未知数。心和脑之间的确切关系、心理状态和脑状态之间的确切关系至今还是很有争议的议题^[8]。当然,人类的智力,如感知、思想、记忆、感觉对人脑的依赖是毋庸置疑的。

脑的一个特殊性体现在其作为一个重要器官的作用。通过人脑这个特殊的器官,人的整个身体得以精确的控制,体现出来的就是人类生存、感知、行动能力、语言和情感的基本维度。由于人脑是管理躯体存在的核心,它为人类在这个世界上作为物质存在的感觉提供了基础。从神经科学,特别是从脑损伤的研究中可以了解到,这种存在的感觉是建立在脑的无意识过程之上的,这个过程既为有意识的体验准备材料,又管理身体的常规自主系统,如呼吸、消化等无意识行为。这些无意识的过程,就像人

们有意识的过程一样,对人们看待自己和他人的看待自己的方式,对维护人们的独立和关系发挥着重大作用^[9]。

2.3 脑是个体自主性的决定因素

对每个人来说,脑与“我”有着独特的联系。个体通过行动、追求、与他人的关系,以及主观的自我意识和能力来发展和践行“自主”这个概念。通过个人生活与他人的关系发展实现自我身份是充实人类生活的一个核心方面。然而,损伤或疾病有可能在最基本的层面上破坏这种可能性,它损伤了形成和保持一种联系的自我感觉的能力,例如,如果个体经历了严重的记忆丧失,这可能会在不同程度上影响其身份意识^[7]。脑损伤可能威胁到这种自我实现的理想,这是由于个人身份与个体的自主意识密切相关。作为自主的人,能够采取行动的原因是个体对自己的认同,而不是没有反思地遵从他人。人类重视对自己行为的理性控制和一定程度的人格一致性的能力,部分原因是个体对“我们是谁”的意识发展。然而,一些严重的神经退行性疾病和心理健康障碍有可能在这些动机和个人行为之间造成分离,即使在认知或情感功能没有受到损害的情况下,严重的运动障碍(如锁定综合征)通过阻止个人交流或将其欲望付诸行动,结果以最基本的方式破坏自主性。可见,脑是个体自主性的决定因素。

3 神经科学技术引发的伦理思考

随着神经科学技术的出现,神经科学技术研究者、神经领域的临床医生积极地应用这些技术来开展神经医学科学研究,目的是阐明健康个体的脑机制,获得有关脑功能的新知识,识别各种脑部疾病引发的综合征,解开其致病机制,并开发出更有效的治疗办法。然而,随着各种神经科学技术相关研究不断深入,临床研究与应用引发的伦理问题也越来越凸显出来,其引发的相关伦理问题大致可以分为4类,一是随着神经科学技术的发展,直接使用新技术所产生的问题,例如,神经药物可以提高个体的认知能力;二是在生物医学科学领域培育脑组织时引发的特殊问题,例如,使用干细胞治疗神经退行性病变或者使用人脑组织进行人兽嵌合,那么人类应该如

何去对待拥有类似人的意识的动物脑;三是对神经科学领域的不断深入研究将动摇现行的伦理和法律。随着人类对意识的神经基础的新的认识,个体该如何承担责任,处于植物状态的人将如何被对待,如果认为脑部结构决定了人的行为,那么思想、精神、灵魂是否全部可以还原为大脑活动;四是神经科学技术本身的安全性问题,例如,电极植入的深度脑刺激作为一项新兴的神经科学技术,对人类长期和潜在影响的数据仍然不足,脑刺激的侵入性和密集性也可能存在长期尚不确定的风险,是否能够使患者持续受益,或需长达几十年时间的证明^[10]。

3.1 神经科学技术在功能应用中的伦理问题

目前的神经科学技术可以帮助身体有障碍的人更好的生活,例如,身体瘫痪的人可以通过脑机接口技术来控制电脑屏幕上的鼠标、发邮件,并浏览网页。毫无疑问,这类技术有着潜在的应用价值,但同时也让人类产生了一些担忧。如果能够通过脑科学设备窥探到个体的思想,那么对于那些即将参加面试和应聘的人来说,招聘过程如果把测谎和窥探脑隐私成为其中的一个环节的话,人的隐私权将荡然无存。然而,与传统外部空间和生理隐私相比,思想隐私或脑隐私才能被称为真正的个人隐私,也是个人最重要的隐私,它们关乎个体理性、人格和尊严的形成,关系到人之为人之根本,思想隐私或脑隐私甚至可以被认为是人类价值的根本,是人类尊严得以存在的基本保证。

同时,对于可以提高神经表现的增强技术和药物来说,也面临诸多伦理问题,如安非他明、莫达非尼等增强药物的使用将大大提高使用者的专注力和日常生活表现,但它们将挑战个人同一性,甚至践踏了人的尊严,同时还带来分配正义等问题,这将冲击人类正常的认知标准。

3.2 神经科学研究中人兽嵌合体中的伦理问题

2019年4月,中国科学院昆明动物研究所的科学家在猕猴脑中嵌入了人类基因进行脑发育机制研究,此项研究在学界引起了很多争论。一方面,这个实验是合理的,因为它可以让人类更好地了解人脑的发育过程,从而可以帮助人类治疗一些疾病,如自闭症、帕金森等^[11]。另一方面,也出现2方面的担忧。一是涉及动物伦理问题。尽管有些人体试验可以给

人类社会带来很多益处,但是此类试验还是应该禁止的,因为这些试验给受试者带来了巨大的安全风险。同时,在有意识、能够感觉到疼痛的动物身上开展此类实验也应该被禁止^[12]。2015年,美国国立卫生研究院(NIH)决定将不再支持任何在黑猩猩身上做的实验,欧洲的很多国家也禁止在猿类身上做实验,如黑猩猩、大猩猩^[13]。二是这一研究跨越了一条道德的底线,如果脑细胞中的人类基因被用来移植在动物身上,人类就创造了“类人的动物脑”,这不仅仅担心的是动物可能遭受的痛苦,还有如何对待这个新的事物,它一半属人,一半属动物,但器官又是组成人的基本单位,到底人类应该如何对待它呢?尽管不是有意在动物身上培育出人脑,但是有些人类干细胞会发展成脑细胞并嵌合到动物脑中,因此就出现了所谓的人化动物。总的来说,对于这类实验没有共识表明要禁止,但是有共识表明此类实验的发展一定要谨慎^[14]。

3.3 神经科学技术或动摇现行伦理原则和法律规范

神经科学技术的发展与生命伦理的传统领域休戚相关,在传统生命伦理学看来,处于植物状态的人既然没有意识和感知,那就不应该去维持其生命。然而,神经科学新进展将质疑这些想法,因为新的神经科学技术可以探测到这些病人是有一定的意识的^[15]。另外,神经科学研究成果对自由意志和个人责任等概念提出了新的挑战。如果认为心只是脑内发生生物活动的物理产物,那么还有没有自由意志?这个问题其实很难回答,因为人类在理解精神活动如何从脑的结构和功能中突现方面尚没有取得足够的进展。

现在基础科学共同体和临床科学共同体都广泛接受精神分裂症、躁郁症和抑郁症都属于脑病,其发生都是由于脑功能障碍所致。精神障碍属于脑病的事实也已逐渐进入公众意识中,这有望减少污名化并增加有效治疗人数。但承认精神障碍是脑病也面临一些困难的问题,如果一个人犯罪是由于脑病,那么这个人应该负责任吗?如果没有责任,那么社会如何在刑法公正和法律政策中衡量这一事实?

3.4 神经科学技术带来的安全性担忧

当人类对神经科学技术的出现表示好奇的时候,它的安全性是一个不能忽略的重要问题。功能

磁共振成像(fMRI)技术作为一项先进神经科学技术,其较强的磁波可能会对受试者造成严重的身体和心理影响,如果受试者体内植入器官辅助性装置还可能导致其严重伤害,甚至死亡。另外,fMRI梯度的快速切换可能导致个体严重心律失常。当然,非侵入性的神经调控装置越来越简便,相比其他神经调控手段使用风险更小,更易被广泛应用,但是多次重复使用的长期风险仍有待观察和证实。

4 神经科学技术的伦理治理思考

神经科学随着对人类生命的深度探测,能够改变人类千百年来对脑的认识,这就很有可能给人类带来难以预测的风险。另外,人类神经系统是一个异常复杂的动力学系统,具有多层时空结构和多种反馈机制,人类对它的了解还很少,在未全面把握其原理之前而不加约束地应用是非常危险的。伦理治理在防患未然方面积累了丰富的经验,可以通过有效规范对相关研究活动进行价值的引领和道德的规制,因此,伦理治理可能是目前比较合适应对这一风险的一剂良药。

4.1 完善科技伦理治理顶层设计,发挥国家科技伦理委员会职能

1998年,原卫生部成立了国家部委的医学伦理专家委员会。20多年来,该委员会在医学领域的新技术研究和应用的监管方面发挥了非常重要的作用。之后,科技管理部门和其他权威管理部门也相继出台了一些管理规范。2019年7月24日,中央全面深化改革委员会通过《国家科技伦理委员会组建方案》,将科技伦理及其科技伦理委员会提到了前所未有的高度,党的十九届四中全会通过的《中共中央关于坚持和完善中国特色社会主义制度,推进国家治理体系和治理能力现代化,若干重大问题的决定》进一步指出:“健全符合科研规律的科技管理机制和政策体系,改进科技评价体系,健全科技伦理治理体系”^[16],2023年9月,科学技术部等10部门印发了《科技伦理审查办法(试行)》。党中央的这一系列战略部署,对做好科技治理工作具有重大指导意义。我国目前神经科学技术领域的研究和创新直接呈现出对人类自身,以及未来人类社会的深远的影响。神

经科学技术的显著特点之一是具有跨多学科领域的特点,不同领域相互融合发展的大趋势已经形成,彼此相关的研究和应用越来越多。在治理规范上,各部委和权威管理部门建立有各自的规章和制度,彼此之间存在疏漏或标准不一致的地方,管理孤岛和伦理监管漏洞现象严重。针对我国新型科技飞速发展的现状,新成立的国家科技伦理委员会应该团结相关部门,打破监管壁垒,弥合不同部委和相关部门之间的管理漏洞,对不同机构开展的前沿科学技术研究和应用(生命科学、医学、人工智能等)进行统一的伦理指导和监管。

同时,国家科技伦理委员会应该为弥补我国对新兴科技实质伦理学研究的薄弱点做出努力,并且及时公开发表研究报告,对我国学术界科技研发、应用、实践提供指导,为实现相关科技研究和应用的统一规范和监管提供制度保障。一言以蔽之,国家科技伦理委员会应该加强统筹规范和指导协调,推动构建覆盖全面、导向明确、规范有序、协调一致的科技伦理治理体系。

4.2 推进科学、伦理、法律协同治理模式

科技治理体系已经成为党和国家着力推进建设的重要治理体系之一,科技治理与科技管理只有一字之差,内涵却有许多不同。科技管理侧重于科技体系内部的目标设定、计划执行及后期评估,其手段单一,重点在于让做什么,不让做什么。而科技治理则强调多主体参与、多种治理手段共用,公平正义地实现治理目标。

《涉及人的临床研究伦理审查委员会建设指南(2019版)》指出:“科学性的评价意见应在伦理审查委员会的文档中备案”。因为,“凡是不科学的,也必定是不符合伦理的”^[17],因此,伦理治理除了考量伦理维度外,还应该对项目的整个研究方案进行科学的评估,而伦理学的价值判断也往往基于科学的事实判断。在神经科学技术发展的伦理治理中,由于神经科学技术存在着“风险/受益”不确定、模糊等特点,因此,科学的伦理治理显得尤为重要。在选用科研成果作为伦理学的证据进行辩护时,应考虑到科研成果的质量。总体而言,科研成果作为伦理学的证据时,质量分为3类。第一类为直接使用,即科研成果可以直接作为伦理学辩护的证据,该成果放之四

海而皆准。第二类为中间地带,大多数科研成果均处于中间地带,可否作为伦理学辩护的证据,需要考虑科研成果所适用的环境、文化背景、受试群体的价值观等。第三类为无法使用,也就是从科学角度来说结果正确无误,但无论科研成果在何种环境、文化背景下,适用于何种群体,都不可以使用。因此,在筛选科研成果时应考虑以下因素:被用于分析的个人或者社区受到伤害的概率;对个人或者社区成员的伤害程度;数据的信度;数据是否可反复使用,还是偶然性的事实;数据是否经过了同行评审。

除此之外,伦理治理还需要结合法律治理。伦理准则应体现社会追求的价值和原则。理论上来说,伦理是关于好和坏的原则和理论的表达和理解,即什么是符合社会要求的,什么不是。而立法(法律、法令、规则、规定)比伦理准则有更强的实际的约束力。通过综合法律制度,可以进一步加强伦理治理的约束力,尤其是面对神经科学技术可能的风险和危害,法律治理显得更为重要和急迫,例如,我国2021年开始施行的《中华人民共和国生物安全法》,这部法律也将为神经科学技术的法律监管提供法律规范和保障。

作为新兴科技的神经科学技术提出了人类自身将走向何方的伦理问题,这已经大大超出了伦理治理所关注的领域,建议在伦理规范与法律规范协同治理基础上,推进科学、伦理、法律协同治理模式,这应该成为对新兴科技发展协同治理的新模式。

4.3 促进公众的参与和监督

科学家既是科学知识、方法的生产者,也是科学知识的传播者,而公众是科学技术发展动力来源,也是未来科技成果的承担者和体验者。科学家专注于自己的领域,而公众会提出许多科学家可能无法想象的问题。公众也许不能理解相关的科学问题,但是科学技术已经镶嵌于社会之中,影响到人们的工作、家庭生活、娱乐等方方面面,公众可以成为科学灾难的预警者和觉察者。在神经科学技术的发展中,确保公众的参与和监督,赢得公众的理解和支持,直接关系到神经科学技术的发展方向^[18]。

为了促进公众参与和了解神经科学技术活动,应该充分发挥新媒体技术在传播知识方面的作用。通过新媒体,公众不但可以学习神经科学的基本知

识,还能够使用该工具对神经科学技术可能带来的风险进行监督。另外,媒体作为一种信息源,可以有效地引导公众对某个话题或议题进行思考和讨论,提高公众对某些问题的理解和认识。在保证公众能够充分参与和了解的基础上,利用互联网对公众进行赋权,借助舆论影响,实现对某些神经科学事件进行有效的监督。通过促进公众的参与和监督,可以促进神经科学家和公众之间更广泛的对话。

4.4 建立技术研究与应用的指南和标准,产品纳入医疗器械监管体系

由于神经科学技术风险的“不确定性”,神经科学技术的安全性是不能忽略的一个重要问题。在开展涉及人的相关神经科学技术研究与应用前,应对科研与应用的适宜性与安全风险予以严格的准入许可与监管。在精神疾病干预过程中使用的神经科学技术往往带有一定的侵入性,例如,fMRI技术的磁波对个体有较强的身体和心理的影响,深度脑刺激(DBS)侵入技术对个体形成产生短期和长期的生理及心理的影响等^[19]。在治疗帕金森病、抑郁症等严重脑病时,与传统的烧蚀性神经外科手术相比,深度脑刺激带来的伤害更少,但它仍需要将电极植入人脑,设备插入时可能会发生意外出血,因此,它还是一项具有巨大风险的侵入性干预手术,这种侵入性对患者的精神和生活构成了一定的影响^[20]。DBS的侵入性、干预的资源密集性及持续受益可能需要几十年的时间去证明,因此,需要仔细审查科学和道德程序。对于脑机接口技术来说,当向用户和从用户的脑中传输数据时,风险和滥用的可能性都要高得多。脑机接口植入技术目标之一就是在保证安全性和可持续性的情况下,逐步提高读取和写入的神经元数量,如果能够读取和写入脑信号神经元,首先引发的是对数据安全和脑隐私问题的担忧。就像生物医学研究的很多领域面临的担忧一样。一方面,新技术的出现可以提升临床和技术的应用,例如,脑机接口技术可以识别昏迷但有意识的患者的思想过程,或者是帮助瘫痪患者与周围环境交流,甚至是控制假肢等,这些临床的应用虽争议不大,但是有一些商业公司在没有对此技术进行科学评估的情况下就已经开始推进技术的广泛应用^[21]。另一方面,有些商业公司为了营销而去获取消费者对产品的偏好,有些雇

主通过神经科学技术去获取求职者对工作的态度,这样的商业用途也引发了很多担忧。目前,在精确地解读人类的思想方面尚无具体的操作指南,神经科学技术的不断发展可能会给人类思维带来革命性的变化,这种尖端技术可能会让人类付出代价。因此,为了防止技术被滥用,有必要尽快着手制定该领域的伦理指南和标准,如果偏离了基本伦理准则,最终会偏离技术应用的根本目的。

此外,为确保相关设备、器械及耗材等的安全性与适用性,保护神经科学研究人员、受试者、公众等各方一致性的利益,对涉及人神经观察与干预的相关产品应该进行针对性管理,相关产品应参照或纳入医疗器械监管体系,即便这些产品今后预期的应用场景可能并非仅限医疗目的。另外,各类产品研发试验及使用前,应由包括神经医学专家在内的医学共同体对产品的安全性与适用性进行独立的第三方评估,建议由国家医药权威主管部门在产品试验研发与上市前阶段进行注册审查审批,未经国家权威管理部门颁发研发或上市许可的,严禁向人类受试者或患者提供。

5 结论

神经科学技术的研发与应用面临的诸多伦理问题具有特殊的含义,完善相关伦理治理体系,推动神经科学技术的高质量发展和安全良性互动具有重要意义。党中央的一系列战略部署对做好我国神经科学技术治理工作具有重大指导意义,传统的伦理治理工作为此积累了一定的经验,值得借鉴和参考。在此基础上,对相关伦理问题进行了深入的探讨,希望能够为神经科学技术的研发和应用提供切实有效的伦理指导,但仅有这些是不够的,科学共同体应该主动应对,在这些问题出现之前尽可能积极地做好准备,最终让神经科学技术真正造福人类。

参考文献(References)

- [1] Focquaert F. Neurobiology and crime: A neuro-ethical perspective[J]. *Journal of Criminal Justice*, 2019, 65: 101533.
- [2] Gilpin N W, Taffe M A. Toward an anti-racist approach to biomedical and neuroscience research[J]. *Journal of Neuro-*

science, 2021, 41(42): 8669-8672.

- [3] Froemke R C, Young L J. Oxytocin, neural plasticity, and social behavior[J]. *Annual Review of Neuroscience*, 2021, 44: 359-381.
- [4] Smith K S, Bucci D J, Luikart B W, et al. Dreads: Use and application in behavioral neuroscience[J]. *Behavioral Neuroscience*, 2021, 135(2): 89.
- [5] Bernal J, Kushibar K, Asfaw D S, et al. Deep convolutional neural networks for brain image analysis on magnetic resonance imaging: A review[J]. *Artificial Intelligence in Medicine*, 2019, 95: 64-81.
- [6] 顾心怡, 陈少峰. 脑机接口的伦理问题研究[J]. *科学技术哲学研究*, 2021, 38(4): 79-85.
- [7] Baldwin T, Kitzinger J. Novel neurotechnologies: Intervening in the brain[R]. London: Nuffield Council on Bioethics, 2013: 72-73.
- [8] Tumati S, Paulus M P, Northoff G. Out-of-step: Brain-heart desynchronization in anxiety disorders[J]. *Molecular Psychiatry*, 2021, 26(6): 1726-1737.
- [9] Smith L G F, Milliron E, Ho M L, et al. Advanced neuroimaging in traumatic brain injury: An overview[J]. *Neurosurgical Focus*, 2019, 47(6): E17.
- [10] Krauss J K, Lipsman N, Aziz T, et al. Technology of deep brain stimulation: Current status and future directions[J]. *Nature Reviews Neurology*, 2021, 17(2): 75-87.
- [11] CNN. Chinese scientists defend implanting human gene into monkeys' brains[EB/OL]. (2019-04-12) [2023-11-27]. <https://edition.cnn.com/2019/04/12/asia/monkey-brain-human-china-intl/index.html>.
- [12] Akpan C O, Ogar J N, Bassey S A. Examining the ethics of research in animal experimentation[J]. *Bulletin of Pure and Applied Sciences*, 2020, 39(1): 230-241.
- [13] Lauren M, Alexander W. Nonhuman primate welfare[M]. Switzerland: Springer, 2023:31-55.
- [14] Capps B. Do chimeras have minds? The ethics of clinical research on a human-animal brain model[J]. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics*, 2017, 26(4): 577-591.
- [15] Northoff G. Minding the brain: A guide to philosophy and neuroscience[M]. London: Bloomsbury Publishing, 2017, 50.
- [16] 中共中央关于坚持和完善中国特色社会主义制度推进国家治理体系和治理能力现代化若干重大问题的决定[EB/OL]. (2019-11-05)[2023-11-27]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-11/05/content_5449023.htm?ivk_sa=1024320u&wd=&eqid=b1eba68e0005979e00000006646ac4e8&wd=&eqid=99de5b07000d0f91000000036491728d.
- [17] 邱仁宗, 翟晓梅. 有关机构伦理审查委员会的若干伦理

- 和管理问题[J]. 中国医学伦理学, 2013, 26(5): 545–550.
- [18] Bidwell D, Schweizer P J. Public values and goals for public participation[J]. Environmental Policy and Governance, 2021, 31(4): 257–269.
- [19] Rueda J. Socrates in the fMRI Scanner: The neurofoundations of morality and the challenge to ethics[J]. Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics, 2021, 30(4): 604–612.
- [20] Unterrainer M, Oduncu F S. The ethics of deep brain stimulation(DBS) [J]. Medicine, Health Care and Philosophy, 2015, 18: 475–485.
- [21] Smalley E. The business of brain–computer interfaces[J]. Nature Biotechnol, 2019, 37(9): 978.

Research on some ethical issues and regulation in neuroscience technology

FENG Longfei¹, ZHAI Xiaomei^{2,3}

1. Medical Ethics Committee, Yichun University, Yichun 336000, China;
2. Bioethics Research Center, Chinese Academy of Medical Sciences/Peking Union Medical College, Beijing 100010, China
3. School of Population Medicine and Public Health, Peking Union Medical College, Beijing 100010, China

Abstract The main object of neuroscience technology is the human brain, which occupies an important position in the attributes of human beings, a crucial characteristic of human beings. Therefore, by sorting out various ethical issues existing in the functional application of neuroscience technology, human–animal chimerism, existing laws and regulations, some policy suggestions on the ethical governance of science and technology were made from the aspects of National Scientific & Technology Ethical Committee, science+ethics+law collaborative governance model, public participation, and the establishment of guidelines and standards for technology research and application, to advance neuroscience technologies and maximize human welfare.

Keywords neuroscience technology; ethical governance; human brain; ethical review; human welfare ●



(责任编辑 卫夏雯)