



赵勇, 高级工程师, 上海实验动物研究中心实验动物使用和管理委员会主席、科研管理部副部长, 中国实验动物学会理事, 中国兽医协会理事兼实验动物专业委员会副会长, 上海市实验动物学会理事兼设施与资源专业委员会主任委员。取得中国兽医协会实验动物专科医师资格, 受聘为中国实验动物学会实验动物资源鉴定与评价评审专家, 兼任华东师范大学应用伦理专业学位硕士研究生行业产业导师。从事上海市实验动物行政许可及行政审批的事中事后监管工作多年, 对各种类型的实验动物设施具有丰富的管理经验。主持完成“实验动物设施动态氨浓度检测新技术研究”“屏障环境中实验动物质量控制哨兵动物设置方法研究”“实验动物设施与环境动态质量、运行能力的检测与评价”“生物医药研发过程中动物实验伦理原则贯彻研究”等多项省部级科研项目, 发表《屏障环境“实验动物机构质量和能力的通用要求”的践行与探索》《屏障环境的哨兵动物应用设置》《动物实验伦理判定与人格特质相关性研究》等多篇实验动物管理与应用相关文章, 获得多项实验动物领域相关专利。

动物实验伦理的三个维度: 基于生命价值、动物福利和风险防范的阐释

赵勇

(上海实验动物研究中心, 上海 201203)

[摘要] 动物实验伦理审查是基于动物实验的必要性、科学性以及实验人员专业技能和科研条件等因素, 对动物实验做出可为或不可为的伦理判定。由于文化传统、宗教信仰、人格特质以及在动物实验过程中分工角色等的不同, 人们对待实验动物和动物实验的态度也存在较大差异。动物实验伦理如何与生命科技发展方骖并路, 并始终发挥科技伦理的前瞻引导作用和底线保障功能, 是需要不断探索、实践和研究的课题。目前, 保障实验动物福利已成为社会普遍关注的伦理共识。但是, 对待不同类别动物实验的态度和原则理念, 以及在开展活体动物实验过程中如何真正有效地保证动物福利质量, 则更应该纳入实验动物科技伦理管理范畴。本文基于生物技术在实验动物领域的深度应用, 考量动物实验行为对科技伦理理念发展的促进作用, 系统阐释了实验动物的特殊生命价值地位以及实验动物与生物安全、生态安全的关系, 并列举了不同种类实验动物的福利质量评估方法, 证明生命价值观的哲学思想是动物实验伦理的核心, 动物实验的质量和意义决定着实验动物生命价值实现的伦理水平, 动物福利技术则为动物实验提供高水平的伦理保障。伦理学理论与实验动物生命科技的紧密结合是动物实验伦理的客观要求。生命价值、动物福利与风险防范共同构成了动物实验伦理审查的核心内容, 是提高动物实验伦理审查质量, 避免出现伦理偏差的根本因素。

[关键词] 实验动物; 伦理审查; 生命价值; 动物福利; 风险防范

[中图分类号] Q95-33 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2024)04-0445-10



Three Dimensions of Animal Experiment Ethics: Analysis Based on Value of Life, Animal Welfare, and Risk Prevention

ZHAO Yong

(Shanghai Laboratory Animal Research Center, Shanghai 201203, China)

Correspondence to: ZHAO Yong (ORCID: 0009-0009-9034-6593), E-mail: zhaoyong@slarc.org.cn

[ABSTRACT] Ethical review of animal experiments is based on factors such as the necessity of the experiment, its scientific validity, the professional competence of the experimenters, and research conditions, to determine the ethical permissibility of an animal experiment. Attitudes towards laboratory animals and animal experiments vary significantly due to differences in cultural traditions, religious beliefs,

[作者简介] 赵勇(1974—), 男, 本科, 高级工程师, 研究方向: 兽医公共卫生及实验动物学。E-mail: zhaoyong@slarc.org.cn。ORCID: 0009-0009-9034-6593

personality traits, and roles within the experimentation process. How animal experiment ethics can advance in tandem with the advancements of life sciences, while consistently providing forward-looking guidance and safeguarding fundamental ethics, is a subject that requires continuous exploration, practice, and research. Ensuring the welfare of laboratory animals has now become a widely accepted ethical consensus. However, attitudes and principles towards different types of animal experiments, and the methods to genuinely and effectively ensure the welfare quality of animals during live animal experiments, should be central to animal experiment ethics. Based on the deep integration of biotechnology in the field of laboratory animals, this paper considers the contribution of animal experimentation to the development of scientific ethical concepts. It systematically elucidates the special value of life in laboratory animals and their relationship with biosafety and ecological safety. It also outlines welfare quality assessment methods for different species of laboratory animals, demonstrating that the philosophical ideology of the value of life is the core of animal experiment ethics. The quality and significance of animal experiments determine the ethical level at which the value of life in laboratory animals is realized, and animal welfare technologies provide a robust ethical guarantee for animal experiments. The close integration of ethical theories with life sciences in laboratory animals is an objective requirement for animal experiment ethics. The value of life, animal welfare, and risk prevention collectively form the core elements of ethical review in animal experiments, serving as fundamental factors in improving the quality of ethical reviews and avoiding ethical deviations.

[Key words] Laboratory animals; Ethical review; Value of life; Animal welfare; Risk prevention

探究生命的奥秘是人类的本源使命，人类开展活体动物实验必然面对生命伦理、生态伦理（也称环境伦理）、科技伦理等诸多问题。动物实验伦理审查是建立在动物实验的必要性、科学性，以及实验人员专业技能和科研条件等基础上，对动物实验可为或不可为进行的伦理判定。自2000多年前亚里士多德发表的《动物志》记载应用家畜、家禽以及野生动物开展解剖学和胚胎学研究，到科研人员培育出标准的实验动物用于生物医药和生命科学研究，实验动物科学的发展本身即彰显了人类生命伦理水平的提升。进入21世纪，人源化实验动物、人-非人动物嵌合体等生命科技应用已成为社会现实，这对人类与动物的主客体关系、人类医学伦理、生命科学基础研究与应用伦理等传统边界提出了严峻挑战。同时，随着对实验动物研究的不断深入，科研人员更应重视实验动物“福利措施”的确切效果，从实验动物生命价值角度审视动物实验行为，并关注基因编辑等生物科技探索带来的安全风险。科学审慎地应用活体动物开展实验，不仅是人类基于善待生命的考量，更是维护人与自然和谐关系和人之本性的内在驱动。中国自古崇尚“自律”“中庸”文化，在人与自然的互动关系中也追求“天地位焉，万物育焉”的“致中和”态度，秉持自我约束的自然伦理观（如万物有灵论、德感主义观、整体宇宙

观等），并将人的性情与自然界的状态联系在一起，以实现感性与理性的结合统一。

生命价值是指人们对生命存在形式总体的价值判断，包含个体生命理性存在的物理价值和思想意识形态的精神价值两个方面^[1]。动物实验伦理蕴含于人类的生命价值观之中。实验动物是人工培育出来用于科学研究、教学、生产、检定以及其他科学实验的特殊生命体。人类希望保障动物福利，并给予实验动物更好的照料，这是理性层面上动物实验伦理的重要内容。随着生命科技的发展，人类干预自然生命的能力取得了前所未有的突破，但生态平衡、生物安全等问题也随之而来。防范生物技术滥用、界定实验动物的生命价值以及规范生命科技活动，都需要动物实验伦理与时俱进，通权达变，始终保持对科学发展的前瞻性和科技应用的指导作用。

1 实验动物的生命价值思辨

生命体与外部世界相互作用表现出的物质属性与精神属性共同确立了“生命价值”。人的社会关系与社会贡献确立了人的生命价值，实验动物虽未直接涉及人类社会关系，但它们的生命伦理意义同样依赖于其生命价值的贡献程度。动物实验伦理是人类对待实验动物和开展动物实验时所遵循的社会道德标准和原则

理念,是人类世界观、价值观在动物实验具体行为中的表现。人与动物的关系是人与自然和谐相处的重要组成部分,只有遵循自然界的“秩序”,才能实现人类理想的伦理境界。

1.1 实验动物的“伦理地位”

生命伦理是人类对待植物、动物以及人类本身等自然界中生命体,所遵循的道德价值原则和行为规范。尽管所有动物都被认为有感知能力,但因物种、环境和与人类关系的差异,野生动物、伴侣动物和畜牧业养殖动物在伦理上的定位并不相同。例如,在2023年1月,苏格兰议会就在已建立的《保护野生哺乳动物法案》基础上进一步提升了对野生哺乳动物的保护措施,通过了《用犬狩猎(苏格兰)法案》,限制使用工作犬狩猎野生哺乳动物^[2]。在生命科学和生物医药领域,实验动物扮演着为人类和其他动物的替难者角色,具有特殊的伦理地位。近年来,基于免疫遗传学的进步,国内外正在陆续尝试将基因编辑猪的心脏、肝脏、肾脏等异种器官移植给人体的临床应用,人-非人动物嵌合体的出现将更加直接地影响实验动物的伦理地位。

实验动物是人类利用某些具有与人类相同或相似生理特征的野生动物、家畜、家禽等,通过建立标准的饲养条件定向培育,有效控制其病原微生物质量和遗传质量,然后通过研究生命现象来揭示其生命规律,进而将生物科技应用于人类和动物疾病防治等领域的标准化动物。人类培育实验动物的根本目的是生命科技应用,其在动物实验的角色地位优先于其他类型的动物。例如,观赏鱼、导盲工作犬等宠物伴侣动物,为人类提供肉、蛋、乳的畜牧业养殖动物,或是处于“物竞天择”生存状态的野生动物等,均已被人类赋予了不同的生命价值定位,利用它们开展动物实验,将改变其原有的生命轨迹,可能触及更复杂的伦理关系。

实验动物的伦理地位是生命伦理研究的重要内容之一。近代以来,人类利用实验动物解决生命科学的重大问题,已被世界各国普遍认可。甚至有人认为,只有通过动物实验才能真实、全面地破解生命过程中的各种生理、病理机制。原国家质量监督检验检疫总局和国家标准化委员会在2018年颁布了《实验动物福利伦理审查指南》(GB/T 35892—2018),该指南整合国内外伦理思想,提出了在动物实验伦理审查中需要遵循的8项原则,即:3R原则[replacement(替代)、reduction(减少)、refinement(优化)]、动物福利原则、动物实验伦理原则、利益平衡原则、必要性

原则、公正性原则、合法性原则、符合国情原则等^[3]。这些原则是从人类自律意识出发,强调在开展生命科学研究时必须最大限度地善待和保护实验动物。从科技伦理发展视角,电磁学、脑科学与类脑研究以及人工智能技术的高速发展将促进实验动物科学与更多学科发生广泛融合。其中,人-非人动物嵌合体的研究与应用对生命伦理的挑战将越来越激烈,这可能会改变实验动物的伦理地位。可以想象,嵌合体中异种动物器官与人体器官的比例提升到一定程度,实验动物或将成为人类道德共同体的组成部分。2022年斯坦福大学神经科学家Sergiu Pasca团队成功地将用人类干细胞培养的大脑器官移植到新生幼大鼠的体感大脑皮层,创造了人-大鼠神经元相互作用的混合大脑,并证实了人-大鼠神经元能够相互融合并发挥信号接收和传递功能,再一次揭示了生命的物质统一性^[4]。这一发现与中国道家思想基本吻合:万物的最初本原是“道”,天人合一、万物并生的“齐物论”认为一切事物归根到底都是相同的,任何生命存在本身就具有其伦理权威性。

1.2 实验动物的生命价值实现

1.2.1 科技创新与实验动物生命价值的蜕变通路

科研活动为实验动物的生命赋予了科学意义,无意义的重复性实验必然损害实验动物的生命价值。科研项目的原创性及其意义是评估科学研究价值的重要因素,动物实验质量及其创新性影响着实验动物的生命价值,而原创性研究也意味着实验动物将承受更多更大的不确定性风险,所以需要进行科技伦理审查,以确保研究的合理性和必要性。

1.2.2 科学实验质量决定着实验动物的生命价值水平

据报告,新药研发的临床成功率普遍低于10%^[5],在很大程度上归咎于动物实验的质量不高。临床前动物实验无法真实呈现人类疾病发展状态等局限性或是主要原因之一^[6]。无效的动物实验不仅无法获得可靠的药效数据,还浪费了实验动物的生命。反之,高质量的动物实验则可以彰显科技向善和生命伦理的重要性。苏格拉底曾说,知识就是德性和美德,德性(知识)就是至善,无知的行为首先已远离了伦理。基于此,国内也有学者认为,知识与伦理共生,高质量的科学研究堪比艺术,而哲学、伦理本身就是生活的艺术,有社会价值的科学研究既彰显“美德”,同时体现科学的“艺术”性^[7]。人们常常感动于身边触动灵魂

的事件就是源于对生命意志的敬畏, 展现了人内心深处蕴含着的纯洁与向善。2023年Lee等通过脑机接口(brain-machine interface, BMI)技术, 将电极植入大鼠的海马体, 验证了大鼠在360度沉浸式虚拟现实(virtual reality, VR)中, 可以通过大脑活动导航到目标地点, 该研究展示了大鼠的认知能力, 也证实了啮齿动物具有类人的想象力^[8]。随着对其他物种的深入了解, 人类的伦理德性境界得以提升。在探索宇宙万物规律的过程中, 人类与其他动物的情感交流不断加强, 表现出人类对动物的爱, 从而在生命科学领域彰显人类的“美德”。

1.2.3 循序渐进是动物实验伦理的保障

伦理关系以人的利益关系和利益活动为中介, 动物实验伦理同样受意识形态、感性认知和科技理性的影响, 是人对动物实验行为做出的直觉判断。实验动物基础研究应符合客观规律, 并遵守基本的实验法则。为了防控科研风险, 动物实验亦应遵循一定的原则, 即从简单到复杂、从个体到群体、从单因素到多因素组合, 由表及里、由浅入深, 循序渐进展开。实验前期采用模拟实验(或预实验)以减少动物使用数量, 并熟练实验技能, 可提高动物实验成功率, 为动物实验伦理提供保障。基础研究行为与生命科技应用行为的伦理定位截然不同, 基础研究成果的临床应用应秉持更加审慎的态度, 并遵守国家相关法律法规, 如《基因工程安全管理办法》《生物技术研究开发安全管理办法》《人类基因组编辑研究伦理指引》等。人类基因编辑技术的应用可比喻为“扮演上帝”, 操纵生命密码^[9]。循序渐进也是实现从“能不能做”到“可不可以做”的伦理演进过程。人类即使有足够的知识来进行某些操作, 也并不意味着这些行为符合伦理。人类如果获得了创造和改造生命的能力, 是否就已经掌握了一种理应属于生命本身的力量, 而这种能力的使用必须受控于伦理框架之内。

1.3 动物实验伦理审度

人们对自然的敬畏之心蕴含于伦理的本原作用, 也是源于被自然界生命的意志所感染。伴随生命科学的演进, 人类对各种动物生命现象的了解逐步深入, 发现了更多种类动物不同层级的“共情”能力, 这种“共情”背后彰显出动物同样具有伟大的生命意志。“生命意志”是普遍存在于不同生命个体, 甚至不同物种动物之间的情感交流和利他的生命奉献本能。Hernandez-Lallement等^[10]进行的实验动物共情实验

证实, 大鼠已超出了“情感感知”和“同情安慰”的共情层级, 表现出更高层级的“营救与帮助”行为反应。因此, 动物生命伦理地位的提升, 是基于人类对动物生命属性的不断深入了解和相互作用关系。伦理认知可帮助我们为实验动物及时提供确切可靠的动物福利措施。随着科技发展, 动物实验伦理水平不断提升, 将实现科研人员生命价值与实验动物生命价值的互相成就。

近年来, 受欧美动物福利思想影响, 中国一些机构的动物伦理审查着眼于动物福利较多, 审视论证实验动物的生命伦理较少。此外, 伦理审查组织机构建设和审查质量管理相对薄弱。为此, 2023年10月, 科技部联合国家其他9个部门共同发布《科技伦理审查办法(试行)》(国科发监〔2023〕167号), 该办法规定: 从事生命科学、医学、人工智能等科技活动的单位, 研究内容涉及科技伦理敏感领域的, 应设立科技伦理(审查)委员会, 委员会由具备相关科学技术背景的同行业专家, 以及伦理、法律等相应专业背景的专家组成。实验动物伦理委员会做出的伦理判定应具有社会代表性、权威性和专业性, 伦理委员应具有较高的个人修养、良好的社会口碑和品格, 委员的产生应贯彻民主选拔程序, 应考虑不同性别、专业判断能力以及对善待实验动物的态度等人文因素。

在数字化时代, 信息的交互达到了前所未有的速度, 导致不同思想和意识形态间的碰撞加剧, 而社会伦理价值观的发展却滞后于信息数据技术的快速发展。信息时代已经为公民参与讨论重大社会事件的道德标准和原则创造了基础条件。这也为应用伦理方法学的创新提供了机遇。

2 实验动物的福利保障评估

人的“福利”泛指人生活中额外获得的幸福和利益等“待遇”。而实验动物福利特指为实验动物创造“福祉”, 即提供良好的生活条件, 保障其处于接近自然的自由生活状态, 降低实验痛苦, 避免遭受不必要的伤害。中国传统上常使用“爱护”这个词语来描述人类与其他弱势物种间的关系。这种“爱护”更能体现人类对动物从精神伦理层面落实到动物保护技术层面的伦理理念。生命价值观的哲学思想是动物实验伦理的核心, 动物福利技术则为动物实验提供伦理保障, “道”与“术”的紧密结合是动物实验伦理的客观要求。科研的质量和意义决定着实验动物生命价值实现

的伦理水平，了解不同种类实验动物的生理需求并提供良好的福利条件是确保动物实验数据真实准确的基本保障。国家标准《实验动物 福利伦理审查指南》(GB/T 35892—2018)对实验动物福利的定义为“人类保障实验动物健康和快乐生存权利的理念及其提供的相应外部条件的总和”^[11]。多年来，国际上公认满足动物自由站起、卧下、转身、舔梳和伸展四肢等行为是保障豢养动物的基本生活条件，并形成了五项动物福利基本原则：(1) 保证动物生理需要，使动物免受饥渴之困，提供保持动物生长发育所需要的营养等；(2) 保护动物心理需要，使动物免除恐惧和压迫，避免遭受精神痛苦；(3) 提供环境条件保障，包括适当的房舍或安逸的栖息场所，让动物能够躲避极端天气等自然危害；(4) 提供卫生健康条件，预防和减少动物伤、病与疼痛，使患病动物能够得到及时的治疗；(5) 保障动物天性表达，通过提供足够的活动空间和条件，满足群体互动等正常动物行为需求。由于实验动物具有特殊使命，需根据动物实验的具体情况来落实实验动物福利，这包括动态评估术中术后护理质量和实验动物受到的伤害累积情况，采取措施以减少实验动物的痛苦，注重保障实验动物的特殊生理需求，在必要的情况下采取干预手段，及时实施仁慈终点。

2.1 福利保障要素

2.1.1 环境条件

根据不同种属实验动物的生理需求，国家标准《实验动物 环境及设施》(GB 14925—2023)对实验动物生存环境的温湿度、光照度、空气质量、环境噪声，以及饲养笼具空间等参数提出了要求^[12]。例如：为大鼠、小鼠等昼伏夜行习性的动物设置较低的环境照度，并根据需要提供筑巢材料和藏匿条件等福利；采用合适的笼具托盘以满足兔类食用软粪的习性，有利于其补充蛋白质和B族维生素等营养需求；为猪、鸭等动物提供洗浴、游泳用水等福利条件；为犬、马、羊等体型较大，天性喜爱运动的动物设置专用的运动场地，并定时遛放；在非人灵长类动物群体中，为统治者提供独特的栖息位置。总之，实验动物的饲养环境应尽可能接近其习惯的生活条件，甚至可以设置模拟自然界环境的背景音乐等以安抚实验动物。此外，在运输实验动物的过程中，也应保证实验动物运输空间的舒适度，确保动物运输笼具无毒无味、安全牢固、具有通风和保温等功能，并方便清洁和消毒。

2.1.2 营养条件

良好的营养条件有利于动物健康成长，能提高动

物抵抗疾病能力和术后康复能力。不同种类实验动物在不同生长阶段所需要的蛋白质、糖类、脂肪、矿物质、维生素等营养不尽相同，在妊娠期、哺乳期、术后恢复期以及代谢障碍疾病动物模型等不同生理状况和实验条件下，应保障实验动物的特殊需要，提供营养均衡的全价饲料。例如：为满足啮齿类动物的磨牙需要，饲料通常被加工成杆状，质地较硬，啃食性强；为满足草食动物需求，饲料中应添加较高比例的粗纤维；为犬、猫、猴提供松脆的膨化饲料；而豚鼠和非人灵长类动物的肝脏由于缺乏左旋葡萄糖内酯氧化酶，需通过饲料或饮水适量补充维生素C等。

2.1.3 免疫、防疫与卫生条件

计划免疫是动物福利的基本保障之一。接种疫苗有利于提高实验动物对疫病的抵抗能力，保障动物实验免受疫病影响。但有时为避免抗体对动物实验结果的影响，不能给实验动物接种疫苗，这种情况下更应该关注动物饲养环境的卫生条件，做好防疫工作。此外，还应该加强实验动物设施的动态运行管理，包括：对动物饲料、饮水、用品、用具和设施环境进行定期清洁、消毒；注重动物实验的无菌操作、术中术后护理和日常疾病诊疗；为群居性动物提供合笼饲养条件；控制应激因子，为实验动物提供精神卫生健康等福利保障。

2.2 福利质量评估

动物福利措施是否得当，需要评估实验动物的福利质量。体貌形态、社交行为、生理生化和运动状态等指标均可以反映实验动物的福利质量水平。

2.2.1 体质检查

实验动物外科检查具有快速、方便、无创等优点，是评价福利水平的基本方法，但对兽医和从业人员的专业技能要求较高。针对实验动物健康状况的外科检查评估指标一般包括：动物的体质量超常或减少；发育状态是否均衡；体脂率水平高低；动物体温是否异常；被毛（皮肤）是否蓬乱、肮脏或有尿液、粪便沾染，是否存在皮屑、变色、溃疡、结痂或毛发竖立、脱毛等现象；体表或下颌等皮下是否有肿块；眼鼻、乳腺、生殖器官或泌尿系统等自然孔道是否有异常分泌物；是否存在面部不对称、面部瘫痪、头部突然倾斜或失去平衡以及关节肿胀等神经症状；是否呈现弓背或腹部拖地等姿态；是否存在口腔内牙齿错咬合、过度生长、畸形、变色、松动或缺失，牙龈外伤、出血或流涎等症状；眼睑、结膜或巩膜、第三眼睑是否异常，存在眼常闭或眼底发红、变色，眼周区域肿胀

或眼窝凹陷等症状；耳郭颜色是否异常、溃疡，结疮，肿胀。同时，实验动物也会出现一些非病理性不良状况，如指甲（犬第5脚趾）、牙齿（啮齿类动物）过长等。有些动物在疾病状态下会出现一些典型的外观变化，例如：鼠痘病毒（ectromelia virus）感染早期的小鼠在头部、四肢、尾部会出现水肿或疱疹；肺支原体感染并发中耳炎的小鼠会出现斜颈，眼鼻分泌物增多；呼肠孤病毒Ⅲ型感染的小鼠由于排泄含有大量油脂的粪便，而出现油污毛等临床表现。

2.2.2 生理、生化指标评估

实验动物的生理生化等临床指标能够反映出大量的动物健康信息，但此类指标也受到动物种类、品种品系、年龄、性别、身体状况、精神状态、创伤经历、应激水平以及采集样本的环境条件等多种因素影响。有些临床检查存在一定破坏性，会对实验动物造成影响。实验动物的一般临床检查包括血液学检查、血液生化检查、尿液检查、粪便检查等。实验动物血液学检查包括红细胞、白细胞、血小板等参数，可帮助诊断动物是否存在贫血和感染，并推断这些问题的可能原因；血液生化检查可反映动物肝脏、肾脏、心脏的功能状态；尿量多少、尿液的酸碱性及尿液内是否含有蛋白、红细胞等指标同样可以反映动物机体的健康状况。必要时还可应用动物B超、心电图、CT等设备进一步检查，以更准确地判断各器官、组织的生理状况。

2.2.3 行为指标检查

实验动物行为指标分为自然行为指标和异常行为指标。行为指标检查一般是在动物正常生理状态条件下进行。应用行为指标进行福利质量评估时，需要建立整体的评估方法，使用单方面行为指标分析可能会导致判断错误。动物的自然行为包括嬉戏、梳理（相互或自我梳理）、筑巢、觅食（定期饮食偶尔饮水）、标记领土、社会行为、探索行为、挖掘或挖洞、“鸣叫”或“牙齿打颤”、休息或伸展、躺下或翻身等。动物的异常行为包括刻板行为（不正常的重复行为）、过度梳理或摩擦、剃毛行为、食物和水的消耗减少（包括拒绝习惯性食物）、长时间未进食或无法进食、与饲养员和同伴的互动改变（甚至进行攻击）、隐藏/自我隔离或逃跑、疼痛相关反应缺乏（包括面壁静止）、尖叫等。

近年来，科研人员陆续对不同种类动物分别开展了面部形状变化与疼痛强度的相关性研究。例如：通

过观测大鼠、小鼠眼眶收紧、鼻子隆起、脸颊肿胀、耳须后拉等5个面部动作单位状态，建立了“小鼠面部疼痛表情量表（mouse grimace scale, MGS）”^[13]和“大鼠面部疼痛表情量表（rat grimace scale, RGS）”^[14]来判断疼痛程度；确定了包括眼眶收紧、眉毛下沉、脸颊收紧和驼背姿势在内的4个动作单元与食蟹猴潜在疼痛相关^[15]；猫的耳朵位置、眼眶收紧、口吻张力、胡须变化和头部位置5个动作单元与猫术后疼痛之间存在显著相关关系^[16]；犬的耳朵内收动作常表现为积极的状态，而眨眼、舔嘴唇、下巴下垂、舔鼻子、耳朵压平等则更常见于消极情绪中^[17]。这些动物行为指标均可作为判断实验动物福利状况的依据。目前，已有科研人员采用机器视觉学习方法，建立了小鼠情绪状态定量评估技术，开展面部表情与神经元的相关性研究^[18]。

2.3 动物福利技术应用

动物实验伦理是科技人员将伦理原则贯彻于动物实验全过程的重要工作，而实验动物福利则依赖于动物实验人员的专业技能能力。在动物实验过程中，合理应用疼痛管理和实施仁慈终点也是必要的动物福利干预措施，这些措施为动物实验伦理提供了保障。

2.3.1 麻醉与镇痛

麻醉和镇痛是动物福利的特殊干预手段，应该得到充分重视^[19]。在对实验动物开展创伤性操作或手术时，需要进行充分的麻醉和镇痛；进行一些非伤害性操作前，可以采取引导麻醉、助眠等浅麻醉方式，同时可对实验动物进行人性化制动，尽量缓解动物的紧张状态^[20]。选择合适的疼痛管理方案是保障动物实验顺利进行的基本条件。实验动物麻醉和镇痛的方式错误，或者麻醉和镇痛效果不充分，将会对动物造成创伤应激反应，进而严重影响实验结果的准确性^[21]。如果需要规避镇静剂、镇痛剂对实验结果的影响而不能使用镇静（痛）剂时，为最大限度地保障动物福利，应该限定在最短时间内完成实验，尽可能地缩短实验动物承受痛苦的时间。

2.3.2 累积伤害的评价与仁慈终点

动物实验的人道干预点不同于科学研究的终点。当实验动物已经处于不可逆的濒死状态，或者因恶病质状态而经受极大痛苦，失去基本的生理状态，继续实验已对科学研究没有任何意义，或者已经可以明显判断后面的结果，这种情况下即可以实施仁慈终点。包括：实验动物出现攀爬困难，无法取得笼盒中一定

高度的食物和饮水,采取笼底放置饲料或者果冻类饮食仍未改善动物采食状况;实验动物破溃伤口感染、肿瘤出现大溃疡或者渗出性溃疡,给予镇痛、抗生素治疗等支持性护理仍未改善病情;小鼠移植瘤模型的肿瘤体积和质量超出了人道干预点的状况;肿瘤小鼠饮食废绝,短时间内体重下降20%以上等状况。

当实验动物个体在科学活动中达到其一生最大参与度,为避免其受到更多的伤害,这一时间点即确定为累积终点^[22]。累积终点的评估应包括动物生理影响、心理影响,以及对动物身体造成的伤害性操作清单。生理影响包括组织创伤、疾病、营养不良等因素;心理影响包括疼痛、恐惧、焦虑,以及动物生活方式改变的压力影响等;伤害性操作清单包括各种损伤操作的类型,使用药物的理化特性,给药的途径、剂量和频率,动物经历实验的次数、持续时间、间隔频率和造成身体损伤的严重程度,以及为缓解伤害采取的干预措施与效果评估。实验动物一生中只经历一次严重影响动物福利的实验操作,这是科研人员普遍认可的伦理共识。

3 动物实验的风险防范

风险防范是指某一行动可能产生多种结果,通过风险评估,在行动前采取预防措施,避免给人们的生命、财产和生活等方面造成损失和影响。在21世纪,基因工程技术、干细胞技术赋予人类深度干预自然生命的能力。同时,随着虚拟现实技术、脑机接口技术、仿生数字生命技术、异种移植,以及现代神经科学、合成生物学、核医学等科学技术的高速发展,也带来了技术安全、生物安全、生态安全和科技伦理等问题。2022年3月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于加强科技伦理治理的意见》,提纲挈领地提出了科技伦理治理的方针、原则、制度等方面的统筹性指导方针,对科技伦理治理进行了顶层设计。而2023年10月发布的《科技伦理审查办法(试行)》进一步将涉及实验动物的科技活动明确纳入科技伦理审查管理,并对高风险科技活动制定了两级审查、复核的“清单制”管理模式。

3.1 生物安全

实验动物生物安全关注人类与动物之间的相互影响,重点预防人兽共患病和动物传染病,以及从业人员接触动物导致过敏和遭受实验动物攻击等问题。中

国《实验动物管理条例》明确规定了实验动物的微生物等级,为排除动物烈性传染病和人兽共患病建立了严格的防控体系。近年来,为了开展生命科学研究和新药研发,科研人员模拟人体内环境创建了整合人类免疫系统的各种疾病动物模型,在免疫缺陷情况下异种生物内环境将为病原体突破种属屏障提供了条件,增加了病原微生物产生宿主跳跃的风险。

另外,实验动物的微生物质量与当地野生动物、家畜、家禽等疫病防控状况存在密切关系。2018年非洲猪瘟传入中国,严重影响了实验动物猪的生物安全。在2001年间,多地实验室发生了普通级小鼠携带汉坦病毒,导致科研人员出现肾综合征出血热(hemorrhagic fever with renal syndrome, HFRS)的不良事件^[23],推动国家修订了1994年发布的《实验动物微生物学和寄生虫学监测等级(啮齿和兔类)》(GB 14922—1994)标准,取消了普通级小鼠和大鼠的微生物等级分类。中国是世界上受HFRS影响最严重的国家之一。近年来各地HFRS野生宿主动物监测显示:湖北省(取样时间为2022年,取样地点包括十堰、荆门、荆州、黄石、咸宁、襄阳、宜昌)的野生鼠携带汉坦病毒的总体阳性率为6.49%^[24];黑龙江省(取样时间为2018—2019年,取样地点包括嫩江市、讷河市、虎林市、宁安市、绥芬河市、宝清县、同江市、抚远市、友谊县、桦川县)的野生鼠携带汉坦病毒的总体阳性率为20.23%^[25];浙江省(取样时间为2021年,取样地点为舟山海岛岱山县)的野生鼠携带汉坦病毒的总体阳性率为13.6%^[26];云南省(取样时间为2020年,取样地点为泸西县、楚雄市、祥云县)的野生鼠携带汉坦病毒的总体阳性率为14.18%^[27]。由此可见,全国多地的汉坦病毒阳性检出动物的数量一直居高不下,仍需不断加强监控,预防生物安全事件的发生。根据中国实验动物信息网的动态数据统计,目前各省市发放的实验动物生产许可证内容涵盖了小鼠、大鼠、仓鼠、豚鼠、兔、猪、犬、猴、羊、猫、长爪沙鼠、树鼯、雪貂、鸡、鸭、斑马鱼共16个种类的实验动物,而实验动物使用许可内容除以上具有生产许可的实验动物外,还包含了马、牛、驴、鹿、羊驼、狐、貉、旱獭、田鼠、高原鼠兔、棉鼠、鹅、鸽、鹌鹑、蟾蜍共15个种类的非标准化实验用动物。针对非标准实验动物的生产与使用活动,更应加强生物安全管理,做好风险评估,并确保非标准实验动物与标准实验动物严格隔离,以避免病原体交叉感染。

3.2 生态安全

“生态”泛指一切生物的关系和状态，而生态安全是指人类活动与自然环境相互作用达到的安全平衡状态。生态安全关注的是整个生态系统的健康稳定性，包括生物多样性、水资源、土壤、气候等多个方面。生态安全与生物安全相互关联、互为补充。现代生物科技已具备了打破自然界物种平衡的能力，这给生物的自然栖息地和生物多样性带来了新的挑战。例如，基因修饰实验动物逃逸可能带来人造遗传物质扩散至自然界的风险，被称为“基因逃逸”。因此，生物基因滥用或误用也是生态安全关注的重要内容。2010年，美国马里兰州J. Craig Venter研究所的科学家合成了能够通过细胞分裂来延续自己生命的细菌细胞，这个被称为JCVI-syn3.0^[28]的生命有机体仅有473个基因。当人类获得超自然能力，使生命体可以被任意创造，是否也削弱了人类本身作为自然生命的价值？在开展实验动物基因工程研究与应用时，既要遵从自然生命伦理，又要尊重人类道德。希腊哲学家苏格拉底指出，真、善、美是人类伦理的本质追求。多姿多彩的世界正是基于自然界物种的多样性。生态学问题既无法由不具备生物多样性保护意识和生态系统专业知识的社会科学家完全解决，也难以由对社会经济、政治、法律、文化缺乏专业理解的生态学家来全面回答^[29]。因此，生态安全已超越了自然科学和社会科学的边界，必须开展广泛的跨学科研究与实践^[30]。

3.3 科技伦理安全

人们对待实验动物和动物实验的态度因文化传统、宗教信仰、人格特质以及动物实验过程中的角色分工不同，存在较大差异。实验动物在推动生命科技发展的同时，为人类更深入地了解动物创造了条件，同时也反作用于人类的伦理认知。人类与其他物种的区别在于人类意志、共情能力层级，以及源于“灵长类”的责任意识。那么，其他物种动物是否也会产生类似人类的意识认知？基于康德哲学的观点认为，只有当人-动物嵌合体的嵌合比例和不同嵌合器官权重达到“人”的标准，即具备逻辑推理能力和先验能力时，才需要考虑其对人类尊严的影响^[31]。2024年2月，为促进脑机接口、人-非人动物嵌合体等领域的规范研究，国家科技伦理委员会人工智能伦理分委员会研究编制了《脑机接口研究伦理指引》，要求对脑机接口研究的关键技术、性能指标、获取途径应公开透明，以保障人们在获取脑机接口技术的机会方面具有公平性；同时，生命科学伦理分委员会研究编制了《人-非人动物

嵌合体研究伦理指引》，要求相关科研机构和科研人员开展嵌合体相关研究的目标、研究内容、人体生物材料与实验动物来源、实验设施环境、研究人员资质、操作方法和研究结果发布等应严格遵守国家法律、行政法规和相关规定^[32]。展望未来，人-动物、人-非人、动物-非人嵌合体的生物样本来源、信息数据来源与质量管理等均可能触发意识形态风险。

在国际和国内政治、经济、文化等领域，意识形态的差异具有多样性、复杂性特点。尽管如此，国际上仍有较为公认的实验动物福利理念和原则。为了推动动物实验伦理共识的形成，更加需要伦理理论和伦理学方法的不断创新。一是要加强国际交流与合作，推动国际意识形态对话与沟通以化解矛盾，促进中华文明与世界先进文明交流融合；二是要加强实验动物科普工作，提升全社会实验动物科技伦理认知水平，特别是提高实验动物从业人员的职业道德水平；三是促进科研创新和新技术方法的伦理审查与监管，防止实验动物科学技术滥用和误用；四是追求动物实验的高质量发展和高层级伦理状态，促进社会伦理理论革新^[33]。体现生命伦理的核心是人类对生命之博爱，促进中国动物实验伦理理念与科学艺术的融合和共赢。

综上所述，科学发展不断推动人类生命伦理水平提升，尊重生命、敬畏自然应该成为实验动物科技工作者的根本伦理理念。多维度开展动物实验伦理审查，有利于促进动物实验伦理理论体系的健康发展。科技伦理委员会在履行动物实验伦理审查职责和监管过程中，从生命价值、动物福利和风险防范入手，有利于把握动物实验伦理审查的核心内容，避免伦理偏差。

[利益声明 Declaration of Interest]

作者声明本文不存在利益冲突。

[参考文献 References]

- [1] PERSSON I, SAVULESCU J. The meaning of life, equality and eternity[J]. *J Ethics*, 2019, 23(2):223-238. DOI: 10.1007/s10892-019-09296-0.
- [2] MONEAGLE H L. From Canada to Scotland: the incorporation of ethical wildlife control principles: a review[J]. *Laws*, 2023, 12(3):52. DOI: 10.3390/laws12030052.
- [3] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 实验动物福利伦理审查指南: GB/T 35892—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
State Administration for Market Regulation, National Standardization Administration. Laboratory animal—Guideline for ethical review of animal welfare: GB/T 35892—2018[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018.
- [4] REVAH O, GORE F, KELLEY K W, et al. Maturation and circuit

- integration of transplanted human cortical organoids[J]. *Nature*, 2022, 610(7931): 319-326. DOI: 10.1038/s41586-022-05277-w.
- [5] SUN D X, GAO W, HU H X, et al. Why 90% of clinical drug development fails and how to improve it?[J]. *Acta Pharm Sin B*, 2022, 12(7):3049-3062. DOI: 10.1016/j.apsb.2022.02.002.
- [6] CEKANOVÁ M, RATHORE K. Animal models and therapeutic molecular targets of cancer: utility and limitations[J]. *Drug Des Devel Ther*, 2014, 8:1911-1921. DOI: 10.2147/dDDT.s49584.
- [7] 王蕾, 彭玉凌. 死亡哲学与生命伦理的思辨[J]. *成都大学学报(社会科学版)*, 2015(6):1-6.
WANG L, PENG Y L. An analysis of the death philosophy and life ethics[J]. *J Chengdu Univ (Soc Sci)*, 2015(6):1-6.
- [8] LAI C X, TANAKA S, HARRIS T D, et al. Volitional activation of remote place representations with a hippocampal brain-machine interface[J]. *Science*, 2023, 382(6670):566-573. DOI: 10.1126/science.adh5206.
- [9] PERSSON E. Synthetic life and the value of life[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2021, 9: 701942. DOI: 10.3389/fbioe.2021.701942.
- [10] HERNANDEZ-LALLEMENT J, ATTAH A T, SOYMAN E, et al. Harm to others acts as a negative reinforcer in rats[J]. *Curr Biol*, 2020, 30(6):949-961.e7. DOI: 10.1016/j.cub.2020.01.017.
- [11] 孙德明, 李蔚鸥, 王天奇, 等. 实验动物福利伦理审查的标准化与我国新国标解读[J]. *中国比较医学杂志*, 2018, 28(10):133-137. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2018.10.023.
SUN D M, LI W O, WANG T Q, et al. Standardization of ethical review for laboratory animal welfare and interpretation of the new national standards in China[J]. *Chin J Comp Med*, 2018, 28(10):133-137. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2018.10.023.
- [12] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. 实验动物 环境及设施: GB 14925—2023[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
State Administration for Market Regulation, National Standardization Administration. *Laboratory animal—Environment and housing facilities: GB 14925-2023[S]*. Beijing: Standards Press of China, 2023.
- [13] LANGFORD D J, BAILEY A L, CHANDA M L, et al. Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse[J]. *Nat Methods*, 2010, 7(6):447-449. DOI: 10.1038/nmeth.1455.
- [14] SOTOCINAL S G, SORGE R E, ZALOUM A, et al. The Rat Grimace Scale: a partially automated method for quantifying pain in the laboratory rat via facial expressions[J]. *Mol Pain*, 2011, 7:55. DOI: 10.1186/1744-8069-7-55.
- [15] PATERSON E A, O'MALLEY C I, MOODY C, et al. Development and validation of a cynomolgus macaque grimace scale for acute pain assessment[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1):3209. DOI: 10.1038/s41598-023-30380-x.
- [16] EVANGELISTA M C, WATANABE R, LEUNG V S Y, et al. Facial expressions of pain in cats: the development and validation of a Feline Grimace Scale[J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1):19128. DOI: 10.1038/s41598-019-55693-8.
- [17] BREMHORST A, SUTTER N A, WÜRBEL H, et al. Differences in facial expressions during positive anticipation and frustration in dogs awaiting a reward[J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1):19312. DOI: 10.1038/s41598-019-55714-6.
- [18] DOLENSEK N, GEHRLACH D A, KLEIN A S, et al. Facial expressions of emotion states and their neuronal correlates in mice[J]. *Science*, 2020, 368(6486): 89-94. DOI: 10.1126/science.aaz9468.
- [19] 胡骥, 马大青. 实验动物全身麻醉和镇痛的规范和建议[J]. *中华麻醉学杂志*, 2022, 42(3):257-259. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20220214.00301.
HU C, MA D Q. Specifications and suggestions for general anesthesia and analgesia in experimental animals[J]. *Chin J Anesthesiol*, 2022, 42(3):257-259. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20220214.00301.
- [20] FLECKNELL P A. 3-Anaesthesia[M]//FLECKNELL P A. *Laboratory Animal Anaesthesia*. 2nd ed. London: Academic Press, 1996:15-73.
- [21] FLECKNELL P A. Introduction[M]//FLECKNELL P A. *Laboratory Animal Anaesthesia*. 2nd ed. London: Academic Press, 1996:21.
- [22] COHEN S, HO C. Review of Rat (*Rattus norvegicus*), Mouse (*Mus musculus*), guinea pig (*Cavia porcellus*), and Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) Indicators for Welfare Assessment [J]. *Animals*, 2023, 13(13):2167. DOI: 10.3390/ani13132167.
- [23] 方喜业, 陈化新, 杨果杰. 流行性出血热与实验室感染[J]. *中国实验动物学杂志*, 2001, 11(3):180-183. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2001.03.015.
FANG X Y, CHEN H X, YANG G J. Epidemic hemorrhagic fever and its laboratory infection[J]. *Chin J Comp Med*, 2001, 11(3):180-183. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7856.2001.03.015.
- [24] 李阳丽, 胡兵. 湖北省肾综合征出血热宿主带毒监测及病毒分子进化特征研究[J]. *中国病原生物学杂志*, 2024, 19(5):539-543. DOI: 10.13350/j.cjpb.240509.
LI Y L, HU B. Surveillance of host virulence and molecular evolution of hemorrhagic fever with renal syndrome in Hubei Province[J]. *J Pathog Biol*, 2024, 19(5):539-543. DOI: 10.13350/j.cjpb.240509.
- [25] 胡泉博, 陈淑红, 华华, 等. 2018年和2019年黑龙江省肾综合征出血热宿主鼠类监测分析[J]. *中华卫生杀虫药械*, 2022, 28(3):218-221. DOI: 10.19821/j.1671-2781.2022.03.008.
HU Q B, CHEN S H, HUA H, et al. Surveillance on host rodents of hemorrhagic fever with renal syndrome in Heilongjiang Province in 2018 and 2019[J]. *Chin J Hyg Insectic Equip*, 2022, 28(3): 218-221. DOI: 10.19821/j.1671-2781.2022.03.008.
- [26] 叶润, 张逸龙, 勒斌, 等. 舟山市岱山县鼠类种群结构及携带病原体初步调查[J]. *中华卫生杀虫药械*, 2022, 28(3):258-263. DOI: 10.19821/j.1671-2781.2022.03.018.
YE R, ZHANG Y L, LE B, et al. Investigation of rodent-borne pathogens and population structure in Daishan County of Zhoushan City[J]. *Chin J Hyg Insectic Equip*, 2022, 28(3):258-263. DOI: 10.19821/j.1671-2781.2022.03.018.
- [27] 杨卫红, 杨晓龙, 杨丽芬, 等. 云南省2020年肾综合征出血热病例分析和部分地区宿主动物调查[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2022, 33(3):394-399. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2022.03.015.
YANG W H, YANG X L, YANG L F, et al. Case analysis of hemorrhagic fever with renal syndrome and investigation of host animals in Yunnan Province in 2020[J]. *Chin J Vector Biol Contr*, 2022, 33(3):394-399. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.

- 2022.03.015.
- [28] PELLETIER J F, SUN L J, WISE K S, et al. Genetic requirements for cell division in a genomically minimal cell[J]. *Cell*, 2021, 184(9):2430-2440.e16. DOI: 10.1016/j.cell.2021.03.008.
- [29] BRISTER E. Disciplinary capture and epistemological obstacles to interdisciplinary research: lessons from central African conservation disputes[J]. *Stud Hist Philos Biol Biomed Sci*, 2016, 56:82-91. DOI: 10.1016/j.shpsc.2015.11.001.
- [30] 王伟晔, 翟大业, 刘金龙. 我国生物多样性保护自然-社会科学交叉融合与发展[J]. *生态学报*, 2024, 44(13):5459-5475. DOI: 10.20103/j.stxb.202305050931.
- WANG W Y, ZHAI D Y, LIU J L. Research on interdisciplinary integration and development of natural-social sciences for biodiversity conservation in China[J]. *Acta Ecol Sin*, 2024, 44(13):5459-5475. DOI: 10.20103/j.stxb.202305050931.
- [31] 丁璐璐, 赵思琪, 彭耀进. 人-动物嵌合体研究的技术-伦理张力[J]. *科学学研究*, 2024, 42(1):46-53. DOI: 10.3969/j.issn.1003-2053.2024.01.007.
- DING L L, ZHAO S Q, PENG Y J. Tension between technology and ethics of human-animal chimera research[J]. *Stud Sci Sci*, 2024, 42(1): 46-53. DOI: 10.3969/j. issn. 1003-2053.2024. 01.007.
- [32] 中华人民共和国科学技术部.«脑机接口研究伦理指引»和«人-非人动物嵌合体研究伦理指引»发布[A/OL]. (2024-02-02)[2024-07-30]. https://www.most.gov.cn/kjbgz/202402/t20240202_189582.html.
- Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. Ethics guidelines for brain-computer interface research and ethics guidelines for human-non-human animal chimera research were released[A/OL]. (2024-02-02)[2024-07-30]. https://www.most.gov.cn/kjbgz/202402/t20240202_189582.html.
- [33] 曹文斌. 动物伦理中的权利与福利问题研究[D]. 湘潭: 湘潭大学, 2019. DOI:10.27426/d.cnki.gxtd.2019.001645.
- CAO W B. Research on rights and welfare issues in animal ethics[D]. Xiangtan: Xiangtan University, 2019. DOI:10.27426/d.cnki.gxtd.2019.001645.
- (收稿日期: 2024-07-25 修回日期: 2024-08-06)
(本文编辑: 丁宇菁, 张俊彦, 富群华)

【引用本文】

- 赵勇. 动物实验伦理的三个维度: 基于生命价值、动物福利和风险防范的阐释[J]. *实验动物与比较医学*, 2024, 44(4): 445-454. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.108.
- ZHAO Y. Three dimensions of animal experiment ethics: analysis based on value of life, animal welfare, and risk prevention[J]. *Lab Anim Comp Med*, 2024, 44(4): 445-454. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2024.108.

ARRIVE2.0 指南中文解读版手册公开免费发行

ARRIVE 全称为 *Animal Research: Reporting of In Vivo Experiments*, 即《动物研究: 体内实验报告》, 是由英国国家研究用动物替代、优化和减少中心 (National Centre for the Replacement, Refinement and Reduction of Animals in Research, NC3Rs) (网址为 <https://www.nc3rs.org.uk/>) 提供基金支持并组织多学科专家拟定的一份旨在解决动物实验研究结果的可重复性问题、指导动物实验研究和实验设计、提高动物实验报告规范性的国际指南。

ARRIVE 指南已被国际科学界包括生物医学期刊出版领域公认为是最值得借鉴和遵循的国际规范之一, 适用于任何与活体动物相关的研究, 包括从哺乳动物到鱼以及无脊椎动物的生命科学全链条。一方面, 该指南可以用于指导整个动物实验研究和报告过程, 包括动物实验研究的计划、实施和撰稿阶段, 以及期刊审稿阶段。另一方面, 遵循该指南可以提高动物实验研究的透明度, 使得动物体内研究报告可以被更有效地评估, 从而为未来的进一步研究、政策制定和临床实践提供可靠的指导信息。

ARRIVE 指南相继发表过两个版本, 其中 ARRIVE 2.0 是在 2010 年版本的基础上进一步优化后制定的最新版, 2019 年发布于生命科学预印本平台 BioRxiv, 2020 年正式发表于 *PLoS Biology* 期刊。ARRIVE 2.0 指南的简要内容是一份指导动物实验研究报告写作的规范性清单, 包括 10 项关键条目 (共 22 个亚条目) 和 11 项推荐条目 (共 16 个亚条目); 其完整解读版则包括了具有更多背景信息的解释与说明性文件, 以及详细的实例解读, 以确保该指南可以在实践中被充分理解和应用。

2023 年《实验动物与比较医学》编辑部组织国内相关专家对 ARRIVE 2.0 指南的英文完整解读版进行了汉化编译和解读;



2024 年集结推出 ARRIVE 2.0 指南中文解读版手册 (《动物研究: 体内实验报告》即 ARRIVE 2.0 指南的解释与阐述), 公开免费赠阅发行 (包括印刷版、电子版和推广视频), 旨在帮助国内从事实验动物研究以及更广泛地利用实验动物 (或实验用动物) 进行生物医学研究的工作者提高动物体内研究方案设计、操作实施及论文写作的规范性和质量, 扎实推进我国实验动物与比较医学的高质量发展。

本次推广活动获得了上海市实验动物学会和上海市科技期刊学会的联合支持, 也得到了泰尼百斯和赛业生物的友情赞助。如欲获取电子版, 请您扫码填写以下问卷; 如需印刷版, 请联系《实验动物与比较医学》编辑部: 021-50793657。



《实验动物与比较医学》编辑部