

王贵平,周正宇. 关于我国实验动物福利伦理的思考及建议 [J]. 中国实验动物学报, 2023, 31(5): 683-689.

Wang GP, Zhou ZY. Reflections and suggestions on the ethics and welfare of laboratory animals in China [J]. Acta Lab Anim Sci Sin, 2023, 31(5): 683-689.

Doi:10.3969/j.issn.1005-4847.2023.05.016

关于我国实验动物福利伦理的思考及建议

王贵平,周正宇*

(苏州大学实验动物中心,江苏 苏州 215123)

【摘要】 实验动物作为“替难者”为人类的医学生命科学发展做出了重要贡献。尽管全世界范围内针对实验动物福利伦理的各种举措和法规不断被提出和应用,但随着实验动物的需求量和使用寿命的持续增加,实验动物的福利伦理矛盾和争议更加凸显。我国实验动物福利伦理工作起步较晚,具有亟需发展的必要性和紧迫性。现阶段需在参考国际标准和要求的基础上,结合我国的文化和现状,完善我国的法律法规。从实验动物行业出发,加快推进实验动物福利伦理认证和评价工作、完善伦理审查并逐步实现全程监督、提升兽医的工作地位和水平、加强从业人员的教育培训和意识建立等多方面着手,从而对践行实验动物的福利和权益产生实际效益。

【关键词】 实验动物;伦理;福利;评估

【中图分类号】 Q95-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1005-4847 (2023) 05-0683-07

Reflections and suggestions on the ethics and welfare of laboratory animals in China

WANG Guiping, ZHOU Zhengyu*

(Laboratory Animal Center, Medical College of Soochow University, Suzhou 215123, China)

Corresponding author: ZHOU Zhengyu. E-mail: zacharyzhou@suda.edu.cn

【Abstract】 Laboratory animals, as substitutes for suffering, have made important contributions to the development of medical life sciences for humans. Although various initiatives and regulations of the welfare and ethics of laboratory animals are continually being proposed and applied worldwide, because the demand and use of laboratory animals have been continuously increasing, the contradictions and controversy of laboratory animal welfare and ethics have become more prominent. Laboratory animal welfare ethics in our country were carried out relatively late. Therefore, the development of these ethics is necessary and urgent. At present, the laws and regulations of our country should be improved by referring to international standards and requirements, and combining them with our culture and current situation. Accelerating promotion of welfare ethics certification and evaluation starting from the laboratory animal industry, improving ethical review and evaluation, realizing the supervision of the whole process gradually, promoting the work responsibilities and status of veterinarians, and strengthening the education and awareness of practitioners will implement practical benefits for the welfare and rights of laboratory animals.

【Keywords】 laboratory animals; ethics; welfare; assessment

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

实验动物在教学、科研、生物制品开发和非临床安全测试等中的作用是无可替代的。随着科学

技术的不断进步,全世界的实验动物使用量与日俱增。最近 10 年诺贝尔生理学或医学奖获得者也大

【基金项目】 江苏省高等学校自然科学面上项目(21KJB310021),国家自然科学基金面上项目(31970505)。

Funded by the University Science Research Project of Jiangsu Province (21KJB310021), the National Natural Science Foundation of China (31970505).

【作者简介】 王贵平(1987—),女,博士,实验师,研究方向:非医疗健康干预。Email: gpwang1@suda.edu.cn

【通信作者】 周正宇(1973—),男,博士,教授,研究方向:动物模型与比较医学。Email: zacharyzhou@suda.edu.cn

多以实验动物作为研究对象。据估算,仅 2015 年一年全球用于科学研究的实验动物数量高达 1.921 亿只^[1];2021 年,全球实验动物市场规模约达 200 亿美元,仅 2017 ~ 2018 年间,美国实验动物的使用量可能高达 10 亿只^[2]。近几年我国实验动物需求量持续攀升,2015 年我国实验动物年使用量为 1159.54 万只^[3]。而据智研咨询产业研究报告显示,2021 年我国仅实验大小鼠需求量已达 4982.34 万只,已经成为全球第二大实验动物生产和使用国。

1 实验动物的福利伦理争议

伦理通常被定义为社会的各种道德准则,但伦理与道德不能混为一谈,因为道德更偏重于个体对自我的要求规范和探索感悟,而伦理则强调为促进社会秩序的优化,各种实体间发生交互关系时的价值原则(公平、正义以及和谐)^[4],是对文明生存方式的理性关照。脊椎动物具有复杂的中枢神经系统(相较于无脊椎动物)。已有许多研究证实动物是存在自我意识的^[5-6]。因为如果自我意识是人类所独有的,那么达尔文的进化论则无法成立了。人类思维如此丰富和复杂,不可能凭空而来或转瞬既得。2004 年神经科学家雅克·潘克谢普在《情感神经科学》一书中提出动物拥有丰富的情感。那么它们就可能和人类一样会经历痛苦、快乐和悲伤^[7]。如果每个人都认为实验动物可以被当作新生儿、智力障碍人士或古稀老人(众所周知这些人拥有与其他人同等的道德地位),那么实验动物是否需要被关怀被尊重?答案不言而喻。根据“5F 自由理论”,实验动物应享有不受饥渴,免于不适、恐惧和焦虑,表达天性,以及不受痛苦、伤害和疾病的自由^[8]。这体现在适宜的居住和营养条件及管理方法、对疾病的预防和及时治疗、有责任的关怀爱护、人道的操作及人道的安乐死等方面,统称为实验动物福利。

随着实验动物使用量的增加,关于实验动物福利伦理的矛盾和争议更加凸显。实验动物应该享受上述的五大基本权利,但实际上它们在被使用时可能遭受着或多或少的干涉或伤害。更有甚者,科研实验中还不乏存在着某些人对实验动物不合理、不人道的使用,甚至是故意伤害和折磨实验动物,反映出人类对实验动物的义务和实验动物自身权利之间的严重不平等。有质疑声音提出,已知存在多种替代方法,但每年仍有数以亿计的实验动物牺牲,是否有必要牺牲如此多的动物才能推动人类的

科技进步?

当然,不分青红皂白地全权捍卫实验动物权利,认为实验动物应该被视作与人类无区别的生命体,这种所谓的“伸张正义”也不能被广为接受。前国际伦理学学会主席彼得·辛格在他著名的《动物解放》一书中提出:不同物种之间存在不同程度的道德地位^[9]。尽管这乍一听可能与动物解放有些自相矛盾。但由于人类的心智能力,无疑高于其他物种,因此,笔者也认同对于实验动物的道德地位必须有不同的考量,重视实验动物的福利,而不是将它们与人类一视同仁,更利于不同物种的利益。因此如何更好地保障和落实实验动物福利或许才是化解实验动物福利伦理问题的有效抓手。

2 国内外实验动物福利伦理的法律法规现状

由于道德不具有强制属性,因此仅从道义论的角度或用道德标准来讨论实验动物福利伦理远远不够,而相关的法律法规正是规范和制约人们行为的有力工具。

国际上的实验动物福利伦理法规已发展了两百年,并已建立较完整的法律体系。1822 年英国的马丁提出了世界上第一部关于实验动物福利伦理的法案《禁止虐待动物法令》。直到 1947 年英国发布了第一部规定科学研究中实验动物福利伦理的《科学研究动物法案》。自 1959 年英国动物学家威廉·罗素和微生物学家雷克斯·博奇提出 3R(替代,减少,改进)原则以来,近几十年实验动物福利伦理工作在国际上已经取得了较大进步。1966 年美国出台了世界上第一部《实验室动物福利法》,此后日本、英国、法国、德国等众多国家都陆续建立了实验动物福利法律体系。此外,一些国际机构,诸如国际实验动物评估和认证协会(Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care, AAALAC)等也为保证实验动物福利做出了一定的贡献^[10]。

我国的实验动物福利立法起步较晚,仍待逐步与国际接轨。1988 年我国的第一部实验动物法规《实验动物管理条例》发布,其中仅第二十七条“从事实验动物工作的人员对实验动物必须爱护,不得戏弄或虐待”涉及了实验动物福利的内容;虽在修改后增加了“禁止虐待动物,减少动物不必要的痛苦,开展动物替代方法研究等”,但总体上内容模

糊,缺乏可操作性,仅为原则性的规定^[11]。科技部 2006 年发布《关于善待实验动物的指导性意见》,指出应善待动物,避免伤害和痛苦;保证动物能够实现自然行为,受到良好的管理和照料。但该指导性意见的内容过于宏观笼统,并未包含在实验动物饲养和使用过程中的福利和保护的具体规定,同样缺乏实操性。2018 年发布并实施的中华人民共和国国家标准《实验动物福利伦理审查指南》,进一步从人员资质、设施条件、动物来源、饲养、使用、运输和职业健康与安全的角度对动物福利伦理提出了规范要求。但该指南未在动物实验的科学性规范性方面做出详尽具体的要求,而是更注重了对动物质量和饲养环境的要求,缺乏在动物使用过程中的福利规范化要求。2021 年发布的《实验动物安乐死指南》对不同品种年龄的动物应用安乐死的方法和剂量进行了规定,但未提及执行安乐死的条件判断方法及评估细节,在判断是否需要执行安乐死方面缺乏可操作性。此外,2020 年两会期间已有委员提交《关于建立动物福利保护法律体系的提案》,但目前我国除野生动物保护法外,其他动物的福利和保护相关的法律仍十分缺乏。总体而言,我国实验动物福利立法还存在如下诸多问题:①立法以人类中心主义价值观为导向,强调动物质量和生物安全的功利性,动物福利的立场不足;②福利的条款内容较为模糊,缺乏可操作性;③立法层次低,权威性不足,尤其缺乏为虐待或残忍对待实验动物人员的处罚力度^[11]。

对实验动物福利伦理的维护,不仅彰显出社会文明程度的提升,和公民的仁慈敬畏之心,也关乎着我国对外贸易壁垒的消除和科学技术的长足发展。因此,在实验动物福利伦理法律法规方面,我国亟需完善立法,探索人的利益和动物福利的法律平衡点,细化相关法律条款,明确违反者的行政责任甚至刑事责任,同时借鉴国际组织和认证体系的经验,切实提高实验动物福利伦理的水平。

3 推进实验动物福利伦理实践的具体建议

我国上述法规存在权威性和可操作性不足的问题,而且在实验动物的使用主体(如实验、科研和教学人员)中的实施情况也十分有限,并未得到充分地监督。除需要完善法律法规外,我国实验动物福利伦理工作还存在如下问题:①缺少可执行的伦

理审查制度,伦理审查提前性不够、内容笼统宽泛、流于形式,且科研工作中的学位论文和中文期刊大多对伦理审查不做强制要求^[12];②科研和实验人员对实验动物福利伦理的观念不够、意识淡薄;③伦理审查申请获批后,缺乏对后续实操的全程监督和制约功能。因此笔者对于推进我国实验动物福利伦理实践提出如下建议。

3.1 全面成立实验动物使用与管理委员会并保证其职责规范地履行

为避免宏观模糊的管理现状,我国的各实验动物使用和生产机构应依据各自的研究领域和行业的具体情况制定详细的规范细则和指南;并成立各自的实验动物使用与管理委员会(Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC),作为实验动物福利伦理实施的管理者,负责本机构的实验动物福利伦理工作,具体包括实验动物的生产和使用的规范化管理、监督与指导;伦理审查的组织与实施;对实验动物的管理和福利伦理提供符合本机构实际情况的意见和建议;以及对本机构所有实验动物从业人员进行监督、培训和考核。

与成立相比,如何保证 IACUC 规范地履行其职责更为重要。首先, IACUC 必须与本机构的行政管理体系保持一定的独立性,避免其在行使职权时可能出现的利益冲突状况,保证 IACUC 在本机构实验动物使用和管理工作中的权威性和话语权;其次, IACUC 的委员组成必须包括科技专家、兽医和社会人士,且各委员的每种职务具备其相应的职能、不得身兼数职,保证委员间相互制衡机制的有效性;再次,为避免 IACUC 在伦理审查中缺乏专业度和流于形式,需要对福利伦理委员会成员及实验动物使用人员进行系统化培训并颁发证书,并在后期不定期组织学习和考核;且伦理审查制度及标准操作规程也需要不断地更新完善。最后, IACUC 除制定和实施伦理审查制度外,还应建立伦理审查相关配套制度,如麻醉和安乐死指南、人道终点指南等指导性文件,从而进一步保障伦理审查的规范化;并重视对实验过程的检查和监督, IACUC 委员组成应在现有规定的基础上,增加跟踪审查委员至少两名,及时上报跟踪审查情况,对实际操作与伦理审查申请不符的情况,尤其是违反实验动物福利伦理的情况进行处罚,并撤销已批准的伦理审查申请。

3.2 提升兽医的地位和工作水平

实验动物机构中,兽医具有举足轻重的重要

性,是各机构中直接负责和监管实验动物福利和权益的专业主体,既需要拟定实验动物管理和使用的计划、方案和监管办法、又是伦理审查申请的审核人和福利伦理的监督人。其工作职责贯穿于实验动物环境维护、饲养、运输、使用和安乐死的全过程。因此兽医的专业度和工作能力直接影响着本机构实验动物福利伦理的实施情况。

首先,兽医应具备相关专业背景,经过系统培训具有良好的专业技能;并在与实验动物工作中,始终秉持着关爱和怜悯的原则,和同情呵护实验动物的职业操守;其次,兽医需要在实验动物的伦理审查、采购运输、隔离检疫、预防和治疗临床疾病及其护理、手术及术中监护、疼痛和应激、麻醉及止痛、安乐死等过程中监督实验动物的管理和使用,例如:在确认实验用的动物种类数量是否与获批方案一致,在实验操作监管麻醉和止痛剂的种类和使用剂量是否合理,以及无菌手术、生理监测及术后护理等操作是否符合福利伦理的要求;再次,兽医还承担着对实验动物饲养设施条件和环境指标的监测,以及对饲养人员和实验人员进行专业培训和指导;并在实验动物饲养和使用过程中发生的疾病、伤害或不正常行为的观察和及时干预治疗;对污染动物及环境及时安乐死和消杀,防止生物安全危害事件的发生等;最后,保障兽医职责顺利并高效地履行,离不开各部门各岗位的人员相互配合,更需要管理者对兽医的支持和授权,提高兽医群体的工作地位和话语权。在出现利益冲突时,使兽医可以有充足的底气站在实验动物“代言人”的角度,为实验动物谋取充足的福利和尊重。

3.3 加强从业人员教育培训和意识建立

实验动物从业人员包括研究人员、高校教师、技术人员、学生以及相关的饲养和维保人员。定期对所有实验动物从业人员进行生命和伦理文化素养培训,提高其敬畏生命的意识,避免其久而久之将实验动物视作研究工具,忽视实验动物的利益和权利的现象^[13]。

在国际化大背景下,要增加实验动物从业人员操作技术培训,尤其是关于动物麻醉、镇痛、手术、安乐死和人道终点等的培训,使其在饲养管理和使用实验动物过程中,从福利和权益的角度为实验动物提供关怀,在不同情境下采取各种保障动物福利的有效措施。在实验过程中,熟练的抓取、保定、给药以及手术等操作技术,不仅可以避免或减少实验

动物遭受不必要的不适、应激甚至痛苦,也有利于规范实验操作,提高科研成功度和国际化认可度。

此外,科研人员进行动物实验设计通常以是否符合统计方法的需求为出发点,如动物数量是否满足群体规模、随机化分组和统计方法所需,因而在一定程度上容易存在过多使用实验动物的情况^[14]。通过对其伦理道德意识的培养和强化,促进科研人员在实验设计过程中,以实验动物的伦理和福利为共同立足点,考虑减少或替代方案,并改进实验动物的使用,从而在一定程度上保护实验动物的权利和福利。

3.4 有效地实践实验动物福利伦理要求,保障科研结果的可靠性

作为科学研究的关键要素,实验动物的健康状况、遗传背景和微生物状态都对科研实验的结果产生重要影响,尤其是当实验动物们的健康和福利受到损害时,实验动物的生理、免疫功能及其行为都可能发生负面改变、产生的实验数据偏差,进而导致科研结果的不可信或重复性不佳。

已有研究发现,灵长类和啮齿类实验动物如果在研究环境和操作实践中受到明显的应激刺激,可能会降低实验的重复性,并降低动物模型的代表性。例如,如果拽住小鼠尾巴对其进行固定并进行采血时,测得的血糖水平比使用采血固定装置(让小鼠钻进一个圆筒里)时显著升高^[15];对未经驯化或训练的实验猴进行采血时,测得的血糖水平也会不正常地显著升高^[16];而丰富环境可以延缓小鼠结肠癌细胞的生长^[17]。上述例子提示应用实验动物模拟人类的疾病时,维护动物的福利虽然不是疾病的治疗方法,但却可以提高动物模型的代表性。因此,认识到伦理审查的必要性,更好地关注积极的动物福利从而提高科学研究的可重复性,应该是严谨的科研工作者们的重要目标。

3.5 从实验动物的立场出发,落实福利评估和全程监督,并建立惩戒机制

从实验动物的立场出发,伦理审查在详述实验目的、意义和方法时,更需要关注实验全过程中实验动物的福利状况,尤其是:①说明动物使用量是否存在合理性,避免滥用;②在动物饲养和实验以及人道终点时给予的关怀和尊重的具体表现;③因实验造成的动物疼痛和痛苦的预期强度和持续时间,以及为缓解疼痛和痛苦而采取的具体行动(除了提供有关镇痛和其他减轻痛苦的麻醉手段外,还

表 1 加拿大动物保护委员会建议的小鼠福利评估指标^[19]

Table 1 Indicators to be considered for inclusion in welfare assessment tool generation for mice^[19]

因素 Consideration	指标 Indicator
环境条件 Environment	满足重要自然行为所需身体活动的条件 Environment allows physical performance of important natural behaviors
	适宜的居住条件和管理 Provision of appropriate housing and husbandry
	可能不利于动物福利的负面环境特征 Presence of negative environmental features that might impair welfare
	摄食和饮水量改变 Altered food and water intake
	体重改变 Weight change
	姿势或体态改变 Altered posture
	梳理行为变化 Altered grooming behavior
	皮毛状况、毛皮或皮肤损坏 Coat condition, damage to the fur or skin
	血泪症 Chromodacryorrhea
	异常刻板行为 Abnormal repetitive behaviors
动物的应激、疾病、疼痛或不适的一般指标 General animal-based indicators of stress, illness, pain or discomfort	社交行为或活动水平改变 Altered social behavior or activity levels
	眼睛微睁、下陷或呆滞 Partially closed, sunken, or dull eyes
	与人类的互动行为改变 Altered interactions with humans
	生理参数改变 Altered physiological parameters
	发声频率约为 20 kHz 20 kHz vocalization
	粪便中皮质酮含量 Fecal corticosterone
	探索行为 Exploratory behavior
	梳理 Grooming
	玩耍 Play
	发声频率约为 50 kHz 50 kHz vocalizations
中性或积极的福利状态指标 Animal-based indicators of neutral or positive welfare states	坐窝行为及其测试得分 Nest building and time to integrate into nest test (TINT test) and nesting consolidation test scoring
	面部表情状态 Facial grimace scale
	综合疼痛评分 Composite pain score
	挖洞任务 Burrowing task
	步态评分 Gait score
	侧偏行为 Cornering behavior
特定环境中的福利评估 Indicators for assessing welfare in specific contexts	

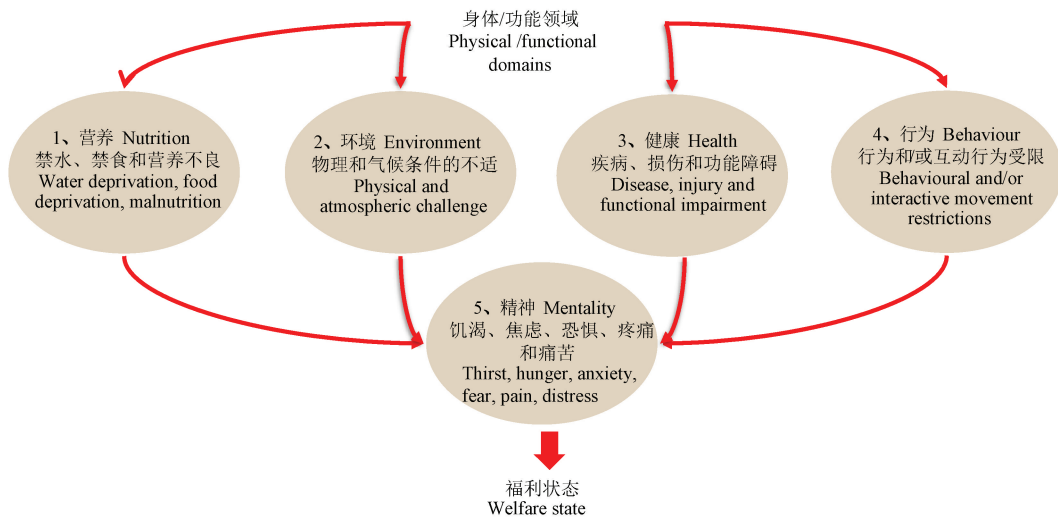


图 1 实验动物福利评估五领域模型^[18]

Figure 1 Five domains model of assessments of animal welfare^[18]

需承诺全程对实验动物的福利伦理进行评估,有效调整实验手段和方案);④对承受超出最大痛苦量(将福利和痛苦进行分级评分很有必要),或者发生了一些不可预见后果(如并发症等)的实验动物,是否及时执行必要的人道终点——安死术(时机),以及安死术的具体方法。

笔者在这里推荐将宠物和畜牧业的“五领域法”(见图 1)应用于实验动物福利进行全过程的评估和管理。营养、环境、健康和行为对动物来说可以作为积极和消极的影响最终影响精神领域,而精神领域的整体情感体验可等同于动物的福利状况^[18]。因此,对实验动物的福利评估可通过直接观察行为反应,合并评估神经内分泌、免疫学和心血管参数来完成。

以加拿大动物保护委员会建议使用的小鼠福利评估指标为例(见表 1),说明通过对环境、一般指标、中立或积极指标、以及特定条件指标,包括了营养、环境、健康、行为以及相关生理参数,从而实现实验过程中小鼠处于不同状态下的福利状况进行综合评估。

实验动物机构应建立违反福利伦理的惩戒制度,在伦理审查申请得到批准后,IACUC 仍需要对实验方案的实施全过程的福利伦理进行跟踪审查,并应对违反实验动物福利伦理的单位和个人予以惩戒:①对于违反实验动物福利伦理的单位,可责令暂停其相关的产品生产或项目开展;②对于违反实验动物福利伦理的人员,可直接暂停其所有动物实验或科研工作(如停止其进入实验动物设施权限

等);③对于严重违反实验动物福利伦理或屡教不改者的单位,则应取消其实验动物相关的产品生产或项目开展的资质;④对于严重违反实验动物福利伦理或屡教不改者的个人,应对其实验或科研数据的真实性有效性提出质疑,并取消其发表文章、申请课题或结题的资格,甚至要求其承担相应的法律责任。

4 小结

实验动物的福利伦理与医学生命科学的进步并不是完全对立的。既然人类社会承认了实验动物的道德地位,实验动物从业人员则不能仅将实验动物视作实验工具,而是要倾注关爱和理性,重视并保护其福利和权利,从而进一步推进医学生命科学更深入的发展。

参 考 文 献(References)

[1] Taylor K, Alvarez LR. An estimate of the number of animals used for scientific purposes worldwide in 2015 [J]. Altern Lab Anim, 2019, 47(5-6): 196-213.

[2] Kinter LB, DeHaven R, Johnson DK, et al. A brief history of use of animals in biomedical research and perspective on non-animal alternatives [J]. ILAR J, 2021, 62(1-2): 7-16.

[3] 王锡乐, 巩薇, 贺争鸣, 等. 中国大陆地区实验动物使用现状分析 [J]. 实验动物科学, 2017, 34(6): 42-48, 54.

Wang XL, Gong W, He ZM, et al. Analysis on the current situation of laboratory animals in Chinese mainland [J]. Lab Anim Sci, 2017, 34(6): 42-48, 54.

[4] 陈化, 马永慧. 从常识道德到专业伦理: 生命伦理学理论进

- 路的变迁 [J]. 中州学刊, 2021, 10: 93-100.
- Chen H, Ma YH. From common sense morality to professional ethics: the change of bioethics theory approach [J]. Acad J Zhongzhou, 2021, 10: 93-100.
- [5] Gallop GG Jr. Chimpanzees: self-recognition [J]. Science, 1970, 167(3914): 86-87.
- [6] Martin-Ordas G, Call J, Colmenares F. Tubes, tables and traps: great apes solve two functionally equivalent trap tasks but show no evidence of transfer across tasks [J]. Anim Cogn, 2008, 11(3): 423-430.
- [7] Adolphs R. What does the amygdala contribute to social cognition? [J]. Ann N Y Acad Sci, 2010, 1191(1): 42-61.
- [8] 苏达, 高利红. 实验动物伦理新原则的框架分析与我国相关立法发展方向 [J]. 中国比较医学杂志, 2022, 32(11): 107-112.
- Su D, Gao LH. Framework analysis of new principles of experimental animal ethics and the development direction of relevant legislation in China [J]. Chin J Comp Med, 2022, 32(11): 107-112.
- [9] 林红梅. 动物解放论与以往动物保护主义之比较 [J]. 西南师范大学学报:人文社会科学版, 2006, 4(32): 100-103.
- Lin HM. A Contrastive study between animal liberation theory and animal protectionism [J]. J Southwest Univ (Soc Sci Edit), 2006, 4(32): 100-103.
- [10] Gettayacamin M, Retnam L. AAALAC international standards and accreditation process [J]. Toxicol Res, 2017, 33(3): 183-189.
- [11] 王伟. 我国实验动物福利立法问题探赜 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017, 12: 275-277.
- Wang W. Discussion on the legislation of laboratory animal welfare in China [J]. Heilongjiang Anim Sci Vet Med, 2017, 12: 275-277.
- [12] 王亚辉. 医学期刊稿约中动物实验伦理标准的现状及完善建议 [J]. 编辑学报, 2022, 34(1): 48-52.
- Wang YH. Present situation and suggestions on improving the ethical standards of animal experiments in manuscripts of medical journals [J]. Acta Editologica, 2022, 34(1): 48-52.
- [13] 李闪闪, 郑小兰, 张新庆. 我国医学科研人员对实验动物伦理认知和态度分析 [J]. 科学与社会, 2021, 11(2): 110-122.
- Li SS, Zheng XL, Zhang XQ. Analysis of medical researchers' ethical cognition and attitude towards experimental animals in China [J]. Sci Soc, 2021, 11(2): 110-122.
- [14] 高建峰, 汤宏斌, 杨四军, 等. 医学生实验动物福利与伦理实践教学思考 [J]. 中国比较医学杂志, 2018, 28(11): 115-118.
- Gao JF, Tang HB, Yang SJ, et al. Thoughts on experimental animal welfare and ethical practice teaching for medical students [J]. Chin J Comp Med, 2018, 28(11): 115-118.
- [15] Nakamura Y, Suzuki K. Tunnel use facilitates handling of ICR mice and decreases experimental variation [J]. J Vet Med Sci, 2018, 80(6): 886-892.
- [16] Lapin BA, Gvozdk TE, Klots IN. Blood glucose levels in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) and cynomolgus macaques (*Macaca fascicularis*) under moderate stress and after recovery [J]. Bull Exp Biol Med, 2013, 154(4): 497-500.
- [17] Cao L, Liu X, Lin EJ, et al. Environmental and genetic activation of a brain-adipocyte BDNF/leptin axis causes cancer remission and inhibition [J]. Cell, 2010, 142(1): 52-64.
- [18] Mellor DJ, Beausoleil NJ, Littlewood KE, et al. The 2020 five domains model: including human-animal interactions in assessments of animal welfare [J]. Animals (Basel), 2020, 10(10): 1870.
- [19] Canadian Council on Animal Care (CCAC) Guidelines: mice appendix 6-indicators that may be used to assess the welfare of mice [EB/OL]. [2019-09-01] https://ccac.ca/Documents/Standards/Guidelines/CCAC_Guidelines_Mice.pdf (accessed on 6 June 2022).

[收稿日期] 2023-01-13