

章敏, 刘雁云, 顾欣, 等. 中医药院校实验动物学的特色创新教育 [J]. 中国比较医学杂志, 2024, 34(5): 100-105.

Zhang M, Liu YY, Gu X, et al. Characteristics and innovations in education of laboratory animal science in Traditional Chinese Medicine Colleges and Universities [J]. Chin J Comp Med, 2024, 34(5): 100-105.

doi: 10.3969/j.issn.1671-7856.2024.05.011

中医药院校实验动物学的特色创新教育

章敏^{1*}, 刘雁云², 顾欣³, 田代志¹, 杨阳¹

(1. 湖北中医药大学实验动物中心, 武汉 430065;

2. 湖北中医药大学基础医学院, 武汉 430065;

3. 湖北中医药大学药学院, 武汉 430065)

【摘要】 实验动物学在医学生教育及培养过程中有着举足轻重的地位。中医药院校实验动物学教学除紧跟实验动物学学科发展, 还应加强中医特色教育和特色创新教育, 根植于提高中医传统文化素养, 着眼于培养学生创新和拓展思维。通过传承教育、伦理教育、迁移教育、探讨教育、启发教育及延展教育等在日常教学中的体现, 结合实验动物学的中医渊源、中医药研究的动物福利、动物实验中的中医理论、动物模型的中医考量、实验动物的种属选择以及新发展方向的指导引领等具体内容, 旨在培养学生的科研创新能力和实践动手能力。着力于更优质的中医特色创新教育, 为祖国医学的发展提供坚实保障, 为传统医学的传承培养新型人才。

【关键词】 实验动物学; 中医药; 特色教育; 创新教育

【中图分类号】 R-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856 (2024) 05-0100-06

Characteristics and innovations in education of laboratory animal science in Traditional Chinese Medicine Colleges and Universities

ZHANG Min^{1*}, LIU Yanyun², GU Xin³, TIAN Daizhi¹, YANG Yang¹

(1. Laboratory Animal Center, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065, China.

2. School of Basic Medical Sciences, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065.

3. School of Pharmacy, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065)

【Abstract】 Laboratory animal science plays a crucial role in the education and training of medical students. To ensure effective teaching of laboratory animal science in Chinese medicine institutions, the principles of Chinese medicine characteristics and innovation should be incorporated. This pedagogical approach aims to enrich traditional cultural literacy in Chinese medicine and foster the students' capacities for innovation and critical thinking. Daily teaching of laboratory animal science should encompass various educational aspects, including inheritance, ethics, migration, exploration, inspiration, and extension education. By integrating these components and emphasizing the intersections of Chinese medicine with laboratory animal science, important areas, such as animal welfare in Chinese medicine research, the application of Chinese medicine theories in animal experiments, considerations for animal models in Chinese medicine, and the selection of experimental animal species, can be addressed. Additionally, this approach guides new research directions and effectively cultivates the students' scientific research, innovation, and practical abilities. The primary objective of this program is to nurture scientific innovation and practical competence among students while prioritizing the superior quality of

[基金项目] 湖北省科技厅科技创新基地条件平台专项(2021DFE028); 湖北省高等学校实验室项目(HBSY2021-87); 湖北省科技厅中医药创新发展联合基金项目(2024AFD323)。

[作者简介] 章敏(1976—), 女, 高级实验师, 博士, 研究方向: 实验动物学、中药药理学教学及科研工作。E-mail: 149403938@qq.com

innovative education in the context of Chinese medicine. Such efforts offer a solid foundation to advance traditional medical practices and nurture a new generation of professionals dedicated to preserving traditional medicine.

【Keywords】 laboratory animal science; Chinese medicine; characteristic education; innovative education

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

实验动物学是以实验动物和动物实验为研究对象,集成生物学、兽医学、医学、药学、生物医学工程等学科的理论和方法,为生命科学、医药学、农业、环境等领域发展提供实验动物资源和动物实验技术,是科技创新、产业发展及国家安全的基础,也是实验医学转化到临床医药学的桥梁^[1]。医学新知识的获取、新方法的应用都得益于动物实验^[2]。因此,实验动物学在医学生教育及培养过程中有着举足轻重的地位^[3]。

中医科研现代化是借助当代先进的科学技术,系统揭示人体健康与疾病本质的认识活动^[4]。因此,实验动物和动物实验作为先进的科学技术,也可以被认为是推动中医学术发展的核心力量和重要支撑之一。倡导中医药实验动物学是将实验动物学与中医固有的实验研究融为一体,在内容上为现代医学有关的理论方法所包容,在实验方法和思路上体现和忠实于中医的学术思想^[5]。

自本校开设“实验动物学”课程以来,总结近 30 年的教学工作,我们认为中医药院校实验动物学教学除紧跟实验动物学学科发展,还应加强中医特色教育以及特色创新教育。无论是实验动物福利伦理思想的建立,还是中医动物模型的建立和选取、实验动物相关的新兴发展方向等都是让学生的教育根植于提高中医传统文化素养,着眼于培养学生创新和拓展思维。

1 传承教育——实验动物学的中医渊源

传统中医学的研究途径几乎全是通过临床观察方法来认识疾病的发生、发展、变化规律及总结有效的防治措施,涉及到实验动物的内容从数量上来看确实不多,但古代典籍所记载的通过观察药物对动物的作用而获取药物知识却很丰富^[6]。虽然中医在几千年来的动物实验是直观的、简单和零星的,也没有逐步独立完善发展,但通过观察动物机能及相关机理确是有力地促进了中医药的发展。

在讲授实验动物学“绪论”章节关于“实验动物学发展简史”时,大多数的教材及教学内容主要是介绍古希腊的动物解剖观察,无菌豚鼠的培育解决了生物在无菌条件下生存的理论,以及近交系小

鼠的培育和无胸腺裸小鼠的发现等。而对于实验动物的中医渊源,动物之用于实验是源于古代人们对自然界动物自救治病本能的跟踪观察及人为对动物施加某种因素后的结果分析^[7]。具体表现在 3 个方面^[8]:(1)观察动物的治病本能。蛇衔草、刘寄奴等中药即由观察动物使用植物疗伤而得名。《抱朴子》云:“余数见人以蛇衔膏连已断之指,桑豆易鸡鸭之足,异物之益,不可诬也。”蛇在受伤后寻找药草疗伤,继而伤科草药蛇衔草被广泛应用于金创外伤,具有清热解毒、消痈散瘀的功效。(2)观察动物应用药物的效果。乌头是人们较早认识的麻醉药,中唐时期的《仙授理伤续断秘方》记载“酒调服草乌头”用于整骨,而这个临床用药经验也正是与“草乌醉鸟”或无意识的动物实验有关。在验证自然铜接骨作用时,《本草纲目》描述“赤铜屑主折伤、能焊人骨,六畜有损者,细研酒服,直入骨损处,六畜死后,取骨视之,犹有焊痕可验。”(3)观察动物对人为因素的反应。以动物实验结果断案亦是法医先河之举。《疑狱集》“张举烧猪”载:“张举吴人也,为句章令:有妻杀夫,因引火烧舍,乃诈称火烧夫死;夫家疑之,诣官诉妻;妻拒而不承,举乃取猪二口,一杀之,一活之,乃积薪烧之,察杀者口中无灰,活者口中有灰,因验夫口中果无灰,以此鞫之,妻乃伏罪。”古人通过对动物的观察,进行取向比类,并运用于对人类疾病的治疗。这些记载正反映了实验动物学与中医药学的渊源^[4],同时也培养了中医药专业学生学习实验动物学的兴趣。

2 伦理教育——中医药研究的动物福利

伦理教育是医学教育中不可或缺的一部分。中医施治遵循“医者仁心”“大医精诚”的从医道德,体现传统医学伦理学价值体系和规范。而随着中医药科学性探索的深入,同时带来了有关伦理的新问题、新挑战^[9]。医学生对待实验动物的态度,既是社会文明与发展程度的重要标志,也是科学素养与人文素质相互统一的体现。

加强实验动物伦理福利教育,引导医学生树立正确的伦理观,是培养良好医德的教育途径^[10]。另一个方面,动物实验所用到的实验动物,在整个实

验持续过程中获得的福利程度也会直接影响实验结果的准确性和科学性^[11]。动物福利本质上是倡导尊重实验动物、善待动物和敬畏生命。传统的实验动物伦理福利教学中,重点讲解实验动物享有的“不受饥渴”“生活舒适”“不受痛苦伤害和疾病”“生活无恐惧和悲伤感”以及“表达天性”等 5 项基本福利和“减少、替代、优化”的 3R 原则。结合中国传统文化,让学生不止限于实验动物福利就是现代医学产物的认识。儒家的“仁人爱物”“好生而恶杀”,将“恻隐之心”作为人性“四端之一”的思想,正是把超越狭隘的非人类中心主义“天人合一”境界视为人们道德成熟的标志^[12]。而“天人合一”也正是中医基础理论的实质内涵。道家“主而不宰”“类无贵贱”的思想,即人与自然万物和谐相处的道理。而佛家“扫地不伤蝼蚁命,爱惜飞蛾纱罩灯”的“好生之德”则更是反映出传统文化中源远流长的动物保护意识。实验动物的保护意识很好地契合了人与自然和谐共生理念。人与自然命运共同体理念也必然会以社会规范的力量进一步推动全社会关注动物福利,改善实验动物生存及使用状况^[13]。从 2006 年颁布《关于善待实验动物的指导意见》到 2018 年《实验动物福利伦理审查指南》正式实施,标志着我国实验动物福利伦理工作进入了新阶段。将实验动物伦理知识转化为实验过程中善待动物的具体行为,引导医学生将对实验动物的恻隐之心转化为敬畏生命的自觉行为^[14]。

在动物证候模型建立过程中,中医特色治疗手段如针刺、贴敷的操作,特色诊断指标如舌象、脉象的采集等,其操作是否存在动物伦理问题或应从动物伦理的何种角度进行判断还尚无标准可依。中医特色动物实验伦理审查也就存在缺乏科学性、规范性和统一性的情况^[9]。目前,教师们只能通过收集一些个案来告知学生,避免因在动物实验中使用中医特色诊疗手段不规范而出现的“跳坑”,让整个实验研究因为操作方式违反动物伦理而功亏一篑。例如,观察大鼠用药前后的舌象变化。在动物麻醉后,为了让观察到的舌质视野暴露得更加清晰和完整,学生使用了眼科镊和止血钳进行牵拉,并将该照片作为实验结果进行投稿,最终因违反实验动物伦理而被拒稿。

实验动物福利的保护不只是实验动物自身的需要,也是动物实验结果科学、可靠的基础^[15]。教学的同时应该将伦理意识落实到动物实验每个阶

段,尤其在动物实验方案的初始设计上。学生以研究者身份,从详尽、科学、合理、可行等角度,考虑将不必要的研究去除及动物实验替代方法;列出对动物可能造成的预期伤害;给药途径和剂量及其理由;实验方法与内容、麻醉与镇痛、安乐死与仁慈终点;实验分组、饲养空间是否合理;实验方案中是否包括执行安乐死的标准等^[16]。

3 迁移教育——动物实验中的中医理论

日常教学中,动物的血液采集是重要的实验操作训练之一。学生需要掌握根据动物机体受损伤程度、采血频率及采血量不同等情况选择合适的采血方法,以获得高质量的血液样本。在实际操作中,经心脏采血、腹主动脉采血、颈静脉采血、鼠尾采血、眼眶采血(眼眶后静脉丛)及摘眼球采血等多种方法对比,学生自主联系“肝开窍于目”“肝主藏血”等中医基础理论,提出与一般心脏、大血管采血不同,眼眶采血在体表,却之所以能适用于中等量采血,或成为避免小鼠死亡的血液指标连续监测方法,是因为“肝生气血”^[17]。肝藏血是血气化生的基础和保障,是血液营养物质合成交换的物质基础。由实验中的具体操作,联想迁移到“肝为血海”“肝受血而能视”等中医理论,在实验动物学教学过程中更加激发了学生们的兴趣。

再如,给学生开设“生大黄、制大黄对小鼠泻下作用比较研究”的实验中,实验方法要求试验当日小鼠禁食但不禁水。学生在实验过程中意外发现,其他实验参数不改变的情况下,动物禁食 24 h 或者仅禁食 4 h 但有少量取血操作后所得到的结论与原有实验设计的结论相差较大,以泻下功效著称的生大黄促泻作用反而不如生理盐水组。学生们推测,禁食 24 h 或在少量取血后可能会导致中医理论的“虚证”,而“虚证”可能会使胃肠排空减慢。而生理盐水在动物“虚”的情况下正好补充血容量、供给电解质,维持体液张力,较快地恢复原有肠道功能。这样与中医理论相联系的动物实验激发和培养了学生的创新和拓展思维。

4 探讨教育——动物模型的中医考量

动物实验所呈现的客观数据,能揭示事物本质,因而具有其科学性。对于中医药专业学生的培养,在他们迈入科研殿堂之初就能够具有科学合理地运用现代实验方法意识,利用动物和人所具有

的生理、病理共性,模拟中医病因病机理论来建立动物模型,就可以从现代分子、细胞、组织学等各个层次揭示中医理论的实质,补足中医临床客观化指标不足的短板,加速中医药现代化,促进中医药走向世界^[18]。

在中医药院校本科生中开设的实验动物学选修课中,我们选取了“独参汤对小鼠游泳时间的影响”“独参汤对小鼠耐常压缺氧的作用”两个实验并进行合并。教学目的旨在学生掌握实验动物抓取、保定、灌胃等初步操作。因操作简单、模型易控、结果明显,深受低年级学生欢迎。在此基础上,激发起学习兴趣 and 动手能力强的学生则通过开放性实验进行不断改进、验证。对实验造模条件,如游泳时给水的深浅、耐常压缺氧的容器大小,对其他中草药或组方、或炮制方法或给药时间等进行摸索,根据所得结论进行深入思考,学习效果尤为明显。

将中医动物模型的建立引入实验动物研究生教学初期,曾经有争议地开设过“艾叶注射法建立肝郁证动物模型”的论证。将小鼠腹腔注射 50% 的艾叶注射液,隔日 1 次。在注射第 45、60 天后取动物大脑皮层、丘脑、肝等组织做各类检测^[19]。这种单纯的复制模型法是否真的能与中医的肝郁证所匹配?学生们在进行深入思考后认为,根据中医基础理论,肝郁证是中医情志致病的证候。尽管艾叶可引起小鼠活动量增加,表现出兴奋、易撕咬等情况,但其症状并不能套用情志“怒”的表现,所形成的证候也不能完全代表肝郁证^[20]。并且过量应用艾叶引起的中毒性肝炎与中医临床肝郁证也相去甚远。近年,越来越多的情志相关证候研究将禁食、禁水、冰水游泳、热环境、水平震荡、夹尾刺激、昼夜颠倒等负性刺激联合呈现,或将药物结合上述刺激用以建立肝郁模型^[21]。让学生深刻体会到建立中医情志动物实验模型时,也需要基于情志理论内涵,不能一味追求表征。

中医模型所采用的方法及模型动物所表现出来的症状、体征是否是中医的“证”,是否符合中医理论的本质内涵。这虽然是中医资深专家们对使用动物模型研究中医理论一直延续的争议,但学生们参与其中的探讨却可能引发多角度、深层次的思考。这种不固守、敢突破的思考也能激发和培养学生的创新和拓展思维。

5 启发教育——实验动物的种属选择

实验动物的种属差异在动物实验初始设计阶

段就是不容忽视的。中医古籍《续医说》“鱼食巴豆而死,鼠食之而肥,类不可必推。”在相同的实验条件和环境下,不同种属的实验动物可能会存在较大差异。这种差异可能会影响到中药药效与毒性的发挥,引起中药药物代谢方式和代谢速率的改变,并对中医动物模型成功与否起到关键作用^[22]。这些实验动物学理论教授给学生,同时也让学生在实验教学课堂上亲手验证。

同样是在开设的“生大黄、制大黄对小鼠泻下作用比较研究”的实验中,在通过小鼠实验验证了生大黄的泻下作用确实优于制大黄的基础上,又给学生提供了大鼠和豚鼠,启发学生进行 3 种动物的“离体肠平滑肌对比实验”。学生们检测到相同的生大黄水煎液对大、小鼠离体回肠平滑肌产生松弛作用,而对豚鼠则产生明显的收缩作用。

由此,在“实验动物的选择和应用”这个章节的讲解中,除了教师将常规的动物选择原则讲深讲透外,还启发学生将动物各自特点带入中医药动物模型进行思考。总结既往中医药研究中实验动物的选择经验:“卫气营血”“血瘀”模型可选用大鼠、家兔;“寒证”“热证”模型选用雌性大鼠;“血虚”“脾虚”模型选用雄性大鼠或小鼠;“阳虚”“阴虚”模型选用雄性小鼠;“气虚”模型可选用家兔等^[6]。我们希望在今后的实验动物学的教学课堂下,学生们能查阅文献,综合分析;课堂上则陈述理由,展开讨论,验证前人们的宝贵经验。这种启发加验证式教育无疑激发和培养了学生的创新和拓展思维。

6 延展教育——新发展方向的指导引领

新兴发展的模式动物因与人类疾病的各个方面相似,被广泛应用于生物分析、表型分析及药效分析与评价等领域。斑马鱼是一种被广泛用作生理学、毒理学及分子遗传学研究的脊椎类模式动物^[23]。斑马鱼实验动物模型,具有筛选周期短、胚胎透明易观察、用药量少且实验简单等特点,并且适宜观察活体状态下药物的作用状态,较为直观地评估药物的治疗作用、毒性作用及不良反应等^[24]。斑马鱼的研究已延伸和扩展到中医药领域,特别是对具有多靶点、多途径、多环节作用的传统单味中药、复方和中成药等药效物质的筛选^[25]。伴随基因编辑动物模型技术日新月异,基因打靶、基因捕获、基因敲除等技术应用也越来越广泛。对于医药学学生而言,普及基因编辑技术原理、基因编辑动物

模型在医学研究中的应用知识是大有裨益的。

在教学过程中,教师及其团队的研究课题及研发成果也会作为新方向、新进展提供给学生进行讨论。例如,将湖北省科技厅实验动物资源开发及利用项目“便携式纳米膜富集泵生物气溶胶自动监测联动防控”中装备研制及数据检测融入于“实验动物环境与质量控制”章节;将湖北省高等学校实验室项目“高校实验室生物安全装备探索研究”融入于“动物实验与生物安全”章节。在承担中医药发展联合基金项目——“阳起石温肾壮阳物质基础及安全性评价”过程中,引导学生进行中药毒理学的开放性实验,促进学生从动物选择、伦理要求、实验条件、结果评估等多方面理论到实践的综合跨越。

将实验动物学相关的新技术、新领域引入到学生的综合性和创新性实验教学,既体现该学科教学内容的前瞻性,也激发了学生的创新和拓展思维。

7 结语及展望

实验动物学作为医学院校重要的应用基础学科,其教学质量对学生的科研创新能力和实践动手能力有着重要影响。通过对课程建设的思考与探索,我们发现:在教学思路中采用先进的理念和方法,能充分培养学生自主学习以及分析、解决问题的能力;在教学内容中融入学科前沿知识,可激发学生兴趣并加深对理论知识的理解;在实验课程中优化并规范动物实验的操作,不仅可以让学生懂得如何获取稳定、可靠的实验数据,还能强化学生对动物福利和伦理的认识^[26]。另一个方面,作为推进中医药现代化发展的重要手段,实验动物学在中医药教育,尤其是中医药研究生教育中的作用尤为突出^[27]。中医药院校应结合自身特点,着力于中医特色创新教育。通过更优质的特色教育、创新教育,为祖国医学的发展提供坚实保障,为传统医学的传承培养新型人才。

参考文献:

[1] 秦川. 医学实验动物学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
QIN C. Medical laboratory animal science [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2008.

[2] 吴艳玲, 张先, 崔振宇, 等. “双一流”模式下高校研究生实验动物学课程教学模式探索 [J]. 中国比较医学杂志, 2018, 28(11): 111-114.
WU Y L, ZHANG X, CUI Z Y, et al. Exploration of a teaching model of laboratory animal science for postgraduates under the “Double First Class” [J]. Chin J Comp Med, 2018, 28(11):

111-114.

[3] 孟寒, 张兆南, 杨子豪, 等. 基于“新三中心”的医学实验动物学教学模式创新 [J]. 中国比较医学杂志, 2023, 33(6): 90-94.
MENG H, ZHANG Z N, YANG Z H, et al. Teaching method innovations in medical laboratory animal science under the “new three centers” education concept [J]. Chin J Comp Med, 2023, 33(6): 90-94.

[4] 徐云浩, 王洋, 丁珊珊, 等. 中医科研现代化的系统反思 [J]. 中华中医药杂志, 2023, 38(1): 34-38.
XU Y H, WANG Y, DING S S, et al. Systematic reflection on the modernization of traditional Chinese medicine scientific research [J]. China J Tradit Chin Med Pharm, 2023, 38(1): 34-38.

[5] 陈民利, 苗明三. 实验动物学 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2020.
CHEN M L, MIAO M S. Laboratory animal science [M]. Beijing: China Press of Traditional Chinese Medicine, 2020.

[6] 杨镇源. 也谈实验动物学与中医药学的关系 [J]. 光明中医, 2007, 22(8): 7-8.
YANG Z Y. Talking about the relationship between the laboratory zoology and Traditional Chinese Medicine and Pharmacy [J]. Guangming J Chin Med, 2007, 22(8): 7-8.

[7] 王思成, 杨龙会, 邹移海, 等. 中医理论基础研究中动物实验若干问题的探讨 [J]. 中国中医基础医学杂志, 2010, 16(4): 286-288.
WANG S C, YANG L H, ZOU Y H, et al. Discussion on some questions about animal experiments in basic research on theories of Chinese medicine [J]. J Basic Chin Med, 2010, 16(4): 286-288.

[8] 李伊为, 张延英. 实验动物学 3 版 [M]. 北京: 科学出版社, 2022.
LI Y W, ZHANG Y Y. Laboratory animal science 3rd edition [M]. Beijing: Science Press, 2022.

[9] 李磊, 周智豪, 菅明杰, 等. 中医药研究中存在的实验动物伦理问题 [J]. 中医杂志, 2021, 62(10): 833-836.
LI L, ZHOU Z H, ZI M J, et al. Problems of animal ethics in conducting Chinese medicine experimental researches [J]. J Tradit Chin Med, 2021, 62(10): 833-836.

[10] 张慧楠, 刘丹, 李明凯, 等. 动物伦理教育在基础医学综合实验教学中的应用 [J]. 中国医学伦理学, 2017, 30(11): 1387-1390.
ZHANG H N, LIU D, LI M K, et al. Application of animal ethical education in comprehensive experimental teaching of preclinical medicine [J]. Chin Med Ethics, 2017, 30(11): 1387-1390.

[11] 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 G P, ZHOU Z Y. Reflections and suggestions on the ethics and welfare of laboratory animals in China [J]. Acta Lab Anim Sci Sin, 2023, 31(5): 683-689.

[12] 孙江, 何力. 我国动物福利立法价值初探 [J]. 理论导刊,

- 2008, 29(11): 38-40.
- SUN J, HE L. A preliminary study of the value of animal welfare legislation in China [J]. J Social Theory Guide, 2008, 29(11): 38-40.
- [13] 曹伟玲. 医学生动物实验伦理行为影响因素研究——基于理性行为理论和社会认知理论整合的视角 [J]. 医学与哲学, 2022, 43(13): 36-42.
- CAO W L. Research on influencing factors of medical students' ethical behavior in animal experiment—based on the integration of rational behavior theory and social cognitive theory [J]. Med Philos, 2022, 43(13): 36-42.
- [14] 雷宣, 明湘怡, 杨晗, 等. 某高校医学生实验动物伦理认知态度的十年对比研究 [J]. 中国医学伦理学, 2022, 35(5): 533-537.
- LEI X, MING X Y, YANG H, et al. A ten-year comparative study on ethical cognition of experimental animals among medical students in a university [J]. Chin Med Ethics, 2022, 35(5): 533-537.
- [15] 敬文宪, 张伶俐. 肿瘤研究中的实验动物福利问题探讨 [J]. 中国实验动物学报, 2023, 31(9): 1234-1240.
- JING W X, ZHANG L L. Discussing the welfare of laboratory animals in tumor research [J]. Acta Lab Anim Sci Sin, 2023, 31(9): 1234-1240.
- [16] 刘丽艳, 张宏馨, 边佳悦, 等. 实验动物福利伦理审查发现问题之思考 [J]. 中国比较医学杂志, 2023, 33(9): 63-68.
- LIU L Y, ZHANG H X, BIAN J Y, et al. Reflection of the problems found in the ethical review of experimental animal welfare [J]. Chin J Comp Med, 2023, 33(9): 63-68.
- [17] 袁秋全, 代喜平. 试论《内经》“肝生血气”理论对血证从肝辨治的启示 [J]. 时珍国医国药, 2019, 30(1): 168-169.
- YUAN Q Q, DAI X P. Implications of the theory of “the liver generates blood and qi” of the Neijing on the treatment of blood syndrome from the liver [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2019, 30(1): 168-169.
- [18] 时文远, 施斌, 袁朵, 等. 建立中医动物模型的思考 [J]. 中医学报, 2015, 30(1): 65-67.
- SHI W Y, SHI B, YUAN D, et al. Thinking of establishing animal model of TCM [J]. Acta Chin Med, 2015, 30(1): 65-67.
- [19] 彭成. 中医药动物实验方法 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
- PENG C. Methods of animal experimentation in Chinese medicine [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2008.
- [20] 彭新, 徐晟翔, 尹玉芳, 等. 中医情志研究动物实验模型的思考 [J]. 中国中医基础医学杂志, 2017, 23(8): 1174-1175.
- PENG X, XU S X, YIN Y F, et al. Reflections on animal experimental models for the study of emotions in traditional Chinese medicine [J]. J Basic Chin Med, 2017, 23(8): 1174-1175.
- [21] 张晓龙. 肝郁证动物模型实验研究评述 [J]. 中医学报, 2016, 31(3): 398-401.
- ZHANG X L. Review of experimental animal model of liver depression syndrome [J]. Acta Chin Med, 2016, 31(3): 398-401.
- [22] 沈阳, 王丽娜, 殷子斐. 实验动物种属差异性对中医药研究的影响 [J]. 中国中医药现代远程教育, 2020, 18(9): 152-154.
- SHEN Y, WANG L N, YIN Z F. Effect of species difference of experimental animals on traditional Chinese medicine research [J]. Chin Med Mod Distance Educ China, 2020, 18(9): 152-154.
- [23] 王洁, 冯驰, 董武, 等. 斑马鱼肝纤维化动物模型研究进展 [J]. 中国实验动物学报, 2023, 31(4): 531-540.
- WANG J, FENG C, DONG W, et al. Application and progress of zebrafish in the study of liver fibrosis [J]. Acta Lab Anim Sci Sin, 2023, 31(4): 531-540.
- [24] 刘晓金, 高燕, 丁晓彦, 等. 模式生物斑马鱼在中医药研究应用及安全评价现状 [J]. 中华中医药学刊, 2016, 34(7): 1641-1643.
- LIU X J, GAO Y, DING X Y, et al. Zebrafish model organism in research of Chinese medicine and safety evaluation [J]. Chin Arch Tradit Chin Med, 2016, 34(7): 1641-1643.
- [25] 王成, 龚利虹, 郭朝成, 等. 模式生物斑马鱼在中药药效物质筛选中的应用进展 [J]. 中草药, 2019, 50(24): 6125-6134.
- WANG C, GONG L H, GUO C C, et al. Application progress on model organism zebrafish in screening of pharmacodynamic substances of Chinese materia medica [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2019, 50(24): 6125-6134.
- [26] 石晓静, 杜春燕, 朱奎成, 等. 医学实验动物学教学改革探索 [J]. 基础医学教育, 2021, 23(11): 804-806.
- SHI X J, DU C Y, ZHU K C, et al. Exploration on teaching reform of medical laboratory animal science [J]. Basic Med Educ, 2021, 23(11): 804-806.
- [27] 王灵芝, 赵丕文, 张硕峰, 等. 关于中医药院校实验动物学课程改革的几点思考 [J]. 山东农业工程学院学报, 2020, 37(10): 180-183.
- WANG L Z, ZHAO P W, ZHANG S F, et al. The course reform of laboratory animal science in Chinese medicine colleges [J]. J Shandong Agric Eng Univ, 2020, 37(10): 180-183.