

苗晋鑫,曹利华,苗明三. 医学研究生动物实验课教学改革:培养学生主动学习和创新思维的能力 [J]. 中国比较医学杂志, 2024, 34(6): 100-105.

Miao JX, Cao LH, Miao MS. Educational reform of animal experiment courses for medical graduate students: cultivating students' active learning and innovative thinking abilities [J]. Chin J Comp Med, 2024, 34(6): 100-105.

doi: 10.3969/j.issn.1671-7856.2024.06.013

# 医学研究生动物实验课教学改革:培养学生主动学习和创新思维的能力

苗晋鑫,曹利华,苗明三\*

(河南中医药大学,豫药全产业链研发河南省协同创新中心,中医药科学院,郑州 450000)

**【摘要】** 动物实验课是医学及生命科学相关专业中重要的实践教学环节,对医学类研究生的实验技能、科学思维和创新能力的培养具有重要意义。然而,传统的动物实验课教学方式存在内容单一、研究生参与度不高等问题。为更好地促进研究生主动学习和创新思维的培养,本文旨在探讨动物实验课的教学改革。首先,介绍动物实验课教学改革的背景和意义,强调其对研究生能力培养的重要性。其次,提出动物实验课教学改革的原则,包括以研究生为中心、注重问题解决和实践探索、促进跨学科融合等,同时将中国实验动物福利伦理审查贯穿其中。然后,从课程设计、教学方法、评价方式等方面,详细阐述动物实验课教学改革的具体措施。在课程设计上,应注重选取有挑战性和探索性的实验项目,充分考虑研究生的兴趣和专业需求。在教学方法上,应鼓励研究生主动参与、探索和合作,引导他们进行问题解决和创新思维的培养。在评价方式上,应采用多样化的评价手段,如实验报告、小组讨论和项目展示等,以全面评估研究生的综合能力和创新思维。最后,通过实践验证和效果评估,总结动物实验课教学改革的经验和成果,并提出进一步完善的建议。

**【关键词】** 动物实验课;教学改革;主动学习;创新思维

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

## Educational reform of animal experiment courses for medical graduate students: cultivating students' active learning and innovative thinking abilities

MIAO Jinxin, CAO Lihua, MIAO Mingsan\*

(Academy of Chinese Medical Sciences, Collaborative Innovation Center of Research and Development on the Whole Industry Chain of Yu-yao, Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450000, China)

**【Abstract】** Animal experiment courses are important for developing students' practical skills in medical and life science education. They help to cultivate students' experimental skills, scientific reasoning, and innovative thinking ability. However, the traditional teaching method used in animal experiment courses tend to focus on a single topic and have minimal student participation. Courses should aim to promote students' active learning and innovative thinking abilities, and this paper discusses the ways teaching in animal experiment courses can be reformed. First, the paper

[基金项目] 河南省高等教育教学改革研究与实践项目(2021SJGLX047Y);岐黄学者(国中医药人教函2022-6)。

[作者简介] 苗晋鑫(1986—),男,医学博士,副研究员,硕士生导师,研究方向:新药开发及疾病动物模型研究及教学。

E-mail: miaojinxin2022@163.com

[通信作者] 苗明三(1965—),男,博士,教授,博士生导师,研究方向:中药药理学研究与教学。E-mail: miaomingsan@163.com

introduces the background and significance of teaching in animal experiment courses and emphasizes the importance of cultivating the students' abilities. Second, it puts forward the principles of improved animal experiment course teaching, including designing student-centered lessons, providing opportunities for problem solving and practical exploration, and promoting interdisciplinary integration. At the same time, we integrate an ethical review of the welfare of experimental animals in China. Then, from the aspects of course design, teaching method, and evaluation method, this paper expounds several concrete measures of teaching reform in animal experiment courses in detail. When designing a course, attention should be paid to the selection of challenging and exploratory experimental projects, and students' interests and professional needs should be fully considered. Using improved teaching method, students should be encouraged to actively participate in explorative and cooperative classes, be guided through problem solving tasks, and encouraged to cultivate innovative thinking. Diversified evaluation method, such as experimental reports, group discussions, and project presentations, should be used to comprehensively evaluate students' practical and innovative thinking abilities. Finally, with practical verification and effect evaluation, the experiences and outcomes from a reform of animal experiment course teaching are summarized, and suggestions for further improvements are put forward.

**【Keywords】** animal experiment course; educational reform; active learning; innovative thinking

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

动物实验课是指在生命科学、医学、生物技术等相关专业中,为医学生提供动物实验操作和实践训练的课程<sup>[1]</sup>。研究生阶段开展的动物实验课程,旨在通过动物实验的方式,让研究生学习和掌握生命科学的基本理论知识、实验技术和科学方法,培养学生的实验操作能力、数据分析能力和科学研究能力<sup>[2]</sup>。同时,实验课也能够培养学生的团队合作精神、沟通能力和实验安全意识,为将来从事相关基础科研和临床工作奠定基础。传统的动物实验课教学注重学生对实验过程的理解和技术操作的掌握,但忽视了培养学生的创新能力和综合素质。随着社会的不断进步和教育理念的更新,传统的课堂教学模式已经不能满足研究生的需求<sup>[3-4]</sup>。秦川等编写的《医学实验动物学》“十三五”规划教材结合时代所需,培养学生在动物实验课的应用与创新能力。现代教育更加强调研究生的综合素质培养,包括实践能力、创新能力、问题解决能力和团队合作精神等。同时,现代研究生对教学方式和内容有更高的期望和要求。他们希望能够参与到实验中去,进行实践探索和自主学习,而不仅仅是被动地接受知识传授。他们也希望能够在实验中培养自己的创新思维和问题解决能力。新型冠状病毒肺炎动物模型帮助快速了解 SARS-CoV-2 感染的发病机制、宿主的免疫反应、开发预防和治疗药物与疫苗方面发挥了重要作用<sup>[5-6]</sup>。后疫情时代的动物实验课要结合新形势,课程如何开展?因此,以研究生为中心的“新三中心”<sup>[7]</sup>动物实验课教学改革是为了适应教育现代化发展的需要,培养研究生的创新能力和实践能力,提高教学效果和研究生综合素质

而进行的一项重要改革。本文将详细论述动物实验课教学改革的原则、措施、实践与效果评估等内容,为研究生教学研究提供一定参考。

## 1 动物实验课教学改革的原则

首先,以坚持动物伦理为原则进行动物实验课教学改革。动物实验教学改革的首要原则是尊重和保护动物的福利<sup>[8-9]</sup>。教学活动应该获得伦理委员会的批准,动物教学活动应符合伦理规范和法律法规,动物饲养条件符合标准,并确保动物受到适当的照顾和对待,这对于树立研究生在开展动物实验前进行伦理审批报备的意识具有重要的引导意义。经调查,很多研究生对动物使用和 3R 原则相关法律法规了解不够或者完全不了解。而目前,专业教师通常重点讲授动物实验本身的原理、操作,而忽视了实验动物伦理知识的传授。加强动物伦理学教育是培养研究生良好医德、师德的重要途径。充分利用实验课传授动物伦理学知识,帮助学生树立敬畏生命、善待动物的意识。详细讲述在实验过程中,对动物可能造成的所有伤害及其防控措施,如麻醉、镇痛、特殊护理和安死术方法。在培养医学研究生时,将 Animal Models and Experimental Medicine 发表的关于实验动物福利伦理指南——中华人民共和国国家标准 GB/T 35892-2018 融入其课程设计和实践当中<sup>[10]</sup>。在实验之前,优化项目设计方案,符合动物福利伦理原则要求,使用动物替代方法,合理确定实验终结的指标,充分发挥实验动物的价值,避免不科学的过多或过度地使用实验动物造成的不必要伤害;在实验操作过程中,对动

物进行辅助性的安慰以减少动物的惊恐和疼痛,对动物手术时,进行必要的麻醉,术后注射镇痛剂、消炎药等。例如,在医学研究生实验技术课中,采用线栓法建立局灶性脑缺血再灌注大鼠模型时,要求学生善待动物,尽可能减轻动物痛苦。因此,首先腹腔注射 1% 戊巴比妥钠麻醉,手术时尽可能开创较小伤口,确保动物能快速恢复;在手术过程中,时刻注意动物的状态(呼吸),注意保暖,减少对动物不必要的伤害;术毕在缝合部位认真消毒,并腹腔注射青霉素,以防止术后伤口发生感染,然后将造模大鼠送保暖箱等待苏醒。实验动物福利伦理这一原则融入实践教学当中,是实验教学改革重点之一。

其次,动物实验课教学改革要明确教学目标和方法的改进。改革应旨在提高学生的教育效果、实践能力以及如何使学生更好地掌握实验技术。因此,教学目标应与课程内容和学生的实际需求相匹配。采用互动式、多媒体式、模拟仿真实验等的教学方法,激发研究生学习兴趣,并增强创新能力和实践能力。按照研究生的专业进行分小组讨论、学科专业问题解决、案例研究等,这样可以激发研究生积极参与针对其自身专业特征的问题讨论。

同时,动物实验课教学改革要强调实验设计和数据分析。医学统计课和动物实验课往往是独立教学的,研究生常常难以解决自己遇到的动物实验中得到的大量数据。因此,改革应加强对动物实验设计和数据分析的教学,如开展 SPSS、Python、SAS 等软件分析课程,从而培养学生科学研究和解决实际问题的能力。学生应学会设计常见的科学实验及收集和分析数据,并就实验结果进行合理的解释和推论,撰写实验论文。另外,改革要倡导替代方法和 3R 原则,鼓励教学过程中体外实验、计算机模拟和细胞培养等替代方法,从而减少对动物的伤害和提高动物的福利<sup>[11-12]</sup>。

再者,动物实验课教学改革要注重能力培养<sup>[13]</sup>。动物实验基本技术是医学研究生学生在动物实验中必备技能,要求学生在学好课本基础知识的同时,提升实验操作能力以适应时代发展需要,是实验动物学教学的根本内容和教改基础。因此,改革应加强学生能够独立进行动物实验的能力,加强常用实验动物的基本操作技术(如动物的抓取、灌胃、注射、固定、解剖、麻醉等)的培养,并强化研究生的卫生管理及防护意识。重点培养研究生善

待动物、合理利用动物,严格遵守动物福利政策以及职业道德操守,保障在操作过程中实验人员及动物的安全。

最后,改革要注重多学科合作和资源共享。研究生动物实验教学改革需要跨学科的合作和资源共享<sup>[14]</sup>。不同专业导师和实验室之间应该建立资源信息共享平台,加强合作,提供更好的实验设备、动物设施和培训资源,使相关实验动物得到最大化的利用<sup>[15]</sup>。

总之,医学研究生动物实验课教学改革的原则是尊重动物福利、提高教学效果、强调实验设计和数据应用分析、倡导替代方法和 3R 原则,强化实验技能和安全意识,并促进多学科合作和资源共享。这些原则将有助于改进动物实验教学的质量和教育效果,同时保护动物的权益。

## 2 动物实验课教学改革的措施

### 2.1 教学方法的改革

动物实验课应开展探索性的学习方法,更加注重学生的实践能力的培养;加强小组合作学习,增强研究生的合作精神和创新意识;改变教学方式方法,使用多媒体、仿真模拟实验等,提高研究生对相关知识的理解和记忆,激发学生的学习兴趣;设计动物实验课题,培养研究生科研设计以及独立承担科研项目的能力;加强交流合作提高教师科研、教学能力,更好地传授研究生先进学术思想和实验技能;最后,应加强学生个人防护能力,保障研究生个人安全。使学生在学习中能够全面发展,并为未来的科学研究和实践奠定坚实的基础。

首先,开展探索性学习方法<sup>[16]</sup>。鼓励研究生在实验前先进行背景知识的学习和研究,培养他们主动提出问题和解决问题的能力。教师不再只是讲授者,还是引导者和组织者。引导研究生通过 Embase、Cochrane Library、Pubmed 等数据库,进行文献检索、文献阅读、讨论和互动,了解实验的目的、设计和预期结果,培养他们的科学思维和实验设计能力。其次,增加实践操作机会。通过提供实践操作机会,让研究生亲自参与实验的设计、操作和数据收集。鼓励研究生积极参与实验操作过程,熟练掌握电泳仪、酶标仪、病理染色等技能,培养他们的观察力和实验技能<sup>[17]</sup>。

同时,加强小组合作学习<sup>[18]</sup>。积极组织研究生进行小组合作学习,让他们共同讨论专业领域内遇

到的实验问题。通过小组合作,研究生可以相互交流和分享经验,提高团队合作精神和解决问题的能力。鼓励学生在小组中扮演不同的角色,如实验设计者、操作者和数据分析者,培养他们的多元思维能力。此外,提高技术工具的应用能力。引入计算机模拟、虚拟实验平台和数据分析软件等先进的技术工具和设备,以增强学生的实验和数据处理能力。

其次,从教学方法上改革,重点增强研究生对实验技术的掌握。例如可以将实验操作的内容,制成动态的多媒体课件呈现在投影屏幕上,使学习内容变得生动有趣、容易记忆、理解和掌握,加深学生对自然科学知识的理解和记忆,激发学生的学习兴趣。采用多媒体技术让研究生先在计算机前进行某些复杂实验的模拟操作后,再进行实际操作,大大提高学生实验的效果。

设立研究性的学习项目。组织研究生参与项目的撰写、申报、立项、实施与结题,并让他们深入探究特定的科学问题,进行独立的实验设计和数据分析,从而让研究生更深入地理解科学原理和实验方法,培养他们的科学研究能力和创新思维。如“以糖尿病动物模型评价某味中药”为例,让研究生分析如何独立完成项目的撰写,在此过程中将“实验动物的选择与应用”“动物模型的制作与评价”等章节内容融入其中。鼓励研究生作为主持人进行高校针对学生设立的项目申报,如苗圃工程、创新基金等,培养其独自承担项目的能力。

再者,建立资源信息共享平台,加强多个实验平台之间的交流合作,提高教师的传道授业解惑能力。专业教师更要注重学术交流,保持科研学术思想的先进性,提高个人教学、科研、实验技术等能力。利用学校不同实验平台、动物设施和动物实验相应设施,与校内外课题组进行广泛学术交流与技术合作。

最后,加强研究生卫生管理、个人防护和规范实验操作技术<sup>[19]</sup>。要求研究生在接触实验动物、排泄物等材料时,须穿戴手套、口罩、实验服,禁止用手触摸面部、口、鼻、眼睛,禁止在实验室内饮食或存放食物。强调动物实验中研究生的自身防护,如抓取大鼠或其他大型动物时,需要有一定的安全措施。若实验操作过程中被动物攻击(咬伤或者抓伤),或者是实验人员伤口接触了实验动物的排泄物,应马上处理伤口,及时前往防疫部门注射相应疫苗(24 h 以内),切勿抱侥幸心理。

## 2.2 评价方式的改革

采用多元化的评价方法,不仅仅依靠传统的笔试和实验报告评分<sup>[20]</sup>,在理论考试的基础上(占总成绩的 20%),引入实验技能考核、科研素养考核和创新思维考核。

首先,开展实验技能考核。注重对研究生实践操作能力的评价,通过设置实验操作技能的考核项目和细则,观察和记录学生在实验中的操作流程和技术熟练程度,然后来评估他们的实验操作能力,占总成绩的 40%。

其次,科研素养考核和创新思维考核。引入口头报告、小组讨论、实验设计和执行能力的评估、科学思维和批判性思维的评估等多种评价方式,以全面了解研究生的实验能力、科学素养和创新思维能力。引入数据分析和解释评价,占总成绩的 10%。重视对研究生数据分析和解释能力的评价,通过要求研究生进行实验数据的收集、分析、作图,并让他们解释数据背后的科学原理和结果意义。通过评估研究生对数据的处理和解释能力,来了解他们对实验结果的理解和推理能力,占总成绩的 10%。同时,进行课堂参与评价方法。评估研究生在课堂上的积极参与程度和贡献,观察研究生的课堂参与、提问和回答问题的能力,评估他们对实验课内容的理解和掌握程度,以及他们在课堂上的表现和互动能力,占总成绩的 10%。最后,实施项目评估的评价方法。引入项目评估,让研究生参与老师们的研究性学习项目,并对他们的项目设计、实验执行、结果呈现等内容进行评估<sup>[21]</sup>。通过评估研究生在项目中的表现和成果,可以从一定程度上评估他们的独立研究和解决问题的能力,占总成绩的 10%。

采用综合考核方式包括:实验技能考核、科研素养考核和创新思维、理论考核,在总成绩中所占比例依次为 40%、40%、20%。其中实验技能考核包括实验动物基本操作、实验仪器操作、实验软件操作及数据处理能力等;科研素养考核和创新思维包括项目的研究思路、内容、方案设计等撰写,或者以论文形式如中医药证动物模型的发展、符合中医特点的病症结合动物模型评价等,学生以其为主旨完成 800~1000 字的小论文,共安排 1~2 次,以学术论文评判标准给予一定分数,拓宽研究生知识视野,培养研究生独立思维能力;理论考核是以基本知识为主融入动物实验相关前沿热点等进行理论考试。

改革动物实验课的评价方式,应以学生的实践能力、科学素养和伦理意识为核心,注重多元化评价方法的应用,旨在全面了解学生的实验能力、科学思维和创新能力的培养,培养具有综合素质和伦理意识的科学人才。

### 3 教学改革的实践与效果评估

#### 3.1 建立实践验证的方式

首先,确定改革的目标和预期的教学效果。这可能包括提高研究生的实验技能、培养科学思维能力、加强动物福利意识等。制定相应的评估指标,用于衡量这些目标的实现程度。其次,设计实验组和对照组。将参与教学改革的学生随机分配到实验组和对照组。实验组接受改革后的教学方法,而对照组继续接受传统的教学方法作为对比。通过自制评分量表,统计两组学生各项能力指标的差异。

然后,比较数据收集和分析。通过观察、问卷调查、测试成绩等方式收集,包括研究生的参与程度、学习成绩、实验技能掌握情况等数据。并使用适当的统计方法对数据进行分析,比较教学改革的实验组和传统教学方法的对照组之间的差异。重要的是,要进行教学效果和学生反馈评估。根据收集到的数据,评估改革的教学效果。可以考虑的评估指标包括学生的学习成绩改善情况、实验技能的提高、对动物福利的认识程度等。收集学生的反馈和评估意见,通过问卷调查、小组讨论、个别面谈等方式进行收集数据,了解他们对改革后教学方法的看法和体验。

最后,根据实践验证的结果和学生的反馈,对教学方法进行评估和解读,确定改革的优势和不足之处,并提出改进的建议。这可能包括进一步优化教学策略、调整课程设计、增加教师培训等。同时,根据实践验证的结果,进行持续改进并推广成功的教学方法。这可能涉及到教师培训、教材更新、课程评估等方面的工作,以确保改革的可持续发展和推广。

通过实践验证,可以对动物实验课的教学改革提供科学的依据和实证数据,为教学方法和策略的进一步改进提供指导,同时促进教师和学生的参与和反馈,不断提高教学质量和学生的学习效果。

#### 3.2 效果评估

首先,进行学习成绩评估。学习成绩是评估教学改革效果的重要指标之一。使用考试、作业、实

验报告等形式,比较改革前后研究生在知识理解、实验技能掌握等方面的成绩变化,并进行统计分析。其次,引入实验技能评估。可以通过评估学生在实验设计、操作技巧、数据分析和实验结果解读等方面的能力来衡量实验技能的提升程度。这可以通过观察研究生在实验中的表现、实验报告的质量和准确性等来评估。

同时,对研究生参与度进行评估。可以通过观察学生的提问、回答问题的能力、小组合作等方面,来评估学生在课堂中的积极参与程度。此外,可以通过问卷调查、小组讨论、个别面谈等方式,收集研究生的反馈和评估意见,了解他们对教学改革的想法和体验。这样可以提供有关教学方法和策略的实用信息,以便进行改进和调整。

最后,进行教师评估和同行评审。对教师的评估也是评估教学改革效果的一部分,可以通过同行评审、教师自评、教学观摩等方式评估教师在教学改革中的角色和表现。

综合使用多种评估方法可以获得更全面和准确的评估结果。评估的目的是为了提供科学的依据,评估动物实验课教学改革的效果,并为教学方法和策略的进一步改进提供指导,以提高教学质量和学生的学习效果。

### 4 总结

综上所述,通过动物实验课教学改革,可以促进学生主动学习和创新思维的培养,提高他们的实验技能和科学素养。同时,通过实践验证和效果评估,不断总结经验和改进教学方法,进一步完善动物实验课的教学模式和内容,以更好地满足学生的学习需求和培养目标。

#### 参考文献:

- [1] YANG Y N, TSAI H L, LIN Y C, et al. Role of vasopressin V1 antagonist in the action of vasopressin on the cooling-evoked hemodynamic perturbations of rats [J]. *Neuropeptides*, 2019, 76: 101939.
- [2] 姜锦鹏, 赵春芳, 应如海. 动物生理学实验课思政元素的挖掘与实践 [J]. *安徽农业科学*, 2022, 50(5): 280-282.  
JIANG J P, ZHAO C F, YING R H. Excavation and practice of ideological and political elements in animal physiology experiment course [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2022, 50(5): 280-282.
- [3] 朱大卫. 外科动物手术学实验课教学实践与心得探析 [J]. *现代职业教育*, 2020, 6(33): 194-195.  
ZHU D W. Teaching practice and experience of experimental

- course of surgical animal surgery [J]. Mod Vocat Educ, 2020, 6(33): 194-195.
- [4] 徐晓, 吕心瑞. 人体实验、动物实验及虚拟实验三位一体生理学实验教学改革探讨 [J]. 中国教育技术装备, 2021, 35(21): 110-112.  
XU X, LYU X R. Discussion on the reform of physiological experiment teaching in the trinity of human experiment, animal experiment and virtual experiment [J]. China Educ Technol Equip, 2021, 35(21): 110-112.
- [5] 苗晋鑫, 宋韶鹤, 王峥, 等. COVID-19 动物模型研究进展 [J]. 中国比较医学杂志, 2020, 30(7): 120-126.  
MIAO J X, SONG S H, WANG Z, et al. Research progress of COVID-19 animal model [J]. Chin J Comp Med, 2020, 30(7): 120-126.
- [6] YU P, QI F, XU Y, et al. Age-related rhesus macaque models of COVID-19 [J]. Animal Model Exp Med, 2020, 3(1): 93-97.
- [7] 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.
- [8] 董守良, 马明, 唐晓龙, 等. 动物福利原则下的混合式生理学实验教学改革 [J]. 基础医学教育, 2022, 24(7): 504-507.  
DONG S L, MA M, TANG X L, et al. Application of blended teaching mode in experimental teaching of physiology under the principle of animal welfare [J]. Basic Med Educ, 2022, 24(7): 504-507.
- [9] 罗晶晶, 郭英惠, 张荣, 等. 医学实验中实验动物伦理现状调查与反思 [J]. 基础医学教育, 2023, 25(5): 415-418.  
LUO J J, GUO Y H, ZHANG R, et al. A questionnaire survey on animal ethics in medical experiments for nursing students [J]. Basic Med Educ, 2023, 25(5): 415-418.
- [10] MACARTHUR CLARK J A, SUN D. Guidelines for the ethical review of laboratory animal welfare People’s Republic of China National Standard GB/T 35892-2018 [Issued 6 February 2018 Effective from 1 September 2018] [J]. Animal Model Exp Med, 2020, 3(1): 103-113.
- [11] 蒋亚君, 荣蓉, 刘晓宇, 等. 教学中动物实验替代方法应用进展 [J]. 中国比较医学杂志, 2020, 30(7): 133-138.  
JIANG Y J, RONG R, LIU X Y, et al. Alternatives to the use of experimental animals in education [J]. Chin J Comp Med, 2020, 30(7): 133-138.
- [12] 郭欣, 严火其. 实验室动物福利 3Rs 原则确立的行动者网络分析 [J]. 自然辩证法研究, 2021, 37(3): 71-76.  
GUO X, YAN H Q. An analysis of the establishment of the 3R principles from the perspective of actor-network theory [J]. Stud Dialectics Nat, 2021, 37(3): 71-76.
- [13] 张连江, 孙淑霞, 刘建博, 等. 大数据时代背景下提高学生动物实验技能的改革与实践 [J]. 黑龙江科学, 2021, 12(11): 41-43.  
ZHANG L J, SUN S X, LIU J B, et al. Reform and practice of the improvement of the animal experiment skill of the students under the background of big data [J]. Heilongjiang Sci, 2021, 12(11): 41-43.
- [14] 孙喆, 张莉, 李庆章, 等. 国家级精品资源共享课程“动物生物化学”实验教学准备工作 [J]. 实验技术与管理, 2015, 32(6): 221-223.  
SUN Z, ZHANG L, LI Q Z, et al. Experience in preparation of experimental teaching of national excellent resource sharing curriculum named Animal Biochemistry [J]. Exp Technol Manag, 2015, 32(6): 221-223.
- [15] 郭欣. 动物福利科学兴起的哲学研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2016.  
GUO X. Philosophical research on the rise of animal welfare science [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2016.
- [16] 郑毅. 高职公共体育教学中应用探索性学习模式探究 [J]. 辽宁师专学报(自然科学版), 2018, 20(4): 71-73.  
ZHENG Y. Research on applying the exploratory learning mode to public physical education teaching in higher vocational colleges [J]. J Liaoning Teach Coll Nat Sci Ed, 2018, 20(4): 71-73.
- [17] 饶玉良, 张亚东, 严钰锋. 医学功能学科实验融入动物伦理教育的思考与探究 [J]. 中国实验动物学报, 2023, 31(3): 397-401.  
RAO Y L, ZHANG Y D, YAN Y F. Exploration of animal ethics education for medical functional experiments [J]. Acta Lab Anim Sci Sin, 2023, 31(3): 397-401.
- [18] 黄璞玮, 陆先翠, 柴龙会, 等. 动物福利课程“小组合作”教学模式研究 [J]. 智慧农业导刊, 2023, 3(9): 111-114.  
HUANG P Y, LU X C, CHAI L H, et al. Research on “group cooperation” teaching mode of animal welfare course [J]. J Smart Agric, 2023, 3(9): 111-114.
- [19] 王春田, 王健. 基础医学动物实验教学经验初探 [J]. 中国民族民间医药, 2011, 20(5): 56.  
WANG C T, WANG J. Preliminary study on experimental teaching experience of basic medical animals [J]. Chin J Ethnomed Ethnopharmacy, 2011, 20(5): 56.
- [20] 张明珏, 姚刚, 朱清, 等. 学习范式下的“多元评价, 双轨驱动”考评体系构建与探究 [J]. 化工高等教育, 2023, 40(3): 31-38.  
ZHANG M J, YAO G, ZHU Q, et al. Construction and exploration of “multiple evaluations, dual-track driven” assessment system under learning paradigm [J]. High Educ Chem Eng, 2023, 40(3): 31-38.
- [21] 杨野, 林连兵, 陈媛, 等. “制药工程项目评估”课程教学研究 [J]. 教育教学论坛, 2022, 14(27): 141-144.  
YANG Y, LIN L B, CHEN Y, et al. Teaching research of the course of pharmaceutical engineering project evaluation [J]. Educ Teach Forum, 2022, 14(27): 141-144.