

实验动物学虚拟仿真实习教学改革探索

梁宇翔 轩瑞晶 高继萍 宋国华 陈朝阳*

山西医科大学实验动物中心 山西省晋中市 030600

摘要:【背景】实验动物学作为生命科学和医学的重要基础课程,其实践教学面临活体动物资源有限、实验成本高昂、伦理道德约束以及教学时空受限等诸多挑战。传统的教学模式难以满足学生充分实践操作的需求,制约了实验技能的培养。

【目的】探索构建基于虚拟仿真技术的实验动物学实践教学新模式,并初步评估其在提升学生实践能力和教学效果方面的应用潜力。【方法】本研究依托2022年山西省高等学校教学改革创新项目,设计了实验动物学虚拟仿真实习教学平台的功能需求和内容模块,构建了线上线下相结合的教学实施策略。选取山西医科大学实验动物学课程的部分学生作为研究对象,在其常规实验教学中引入虚拟仿真辅助练习,通过问卷调查和实践技能考核对比等方式,初步评估该模式在改善教学效果、提高学生学习积极性和实践能力方面的作用。【结果】初步实践表明,学生对虚拟仿真教学模式的接受度高,认为该模式有效弥补了传统实验教学的不足,提供了充足的反复练习机会。【结论】基于虚拟仿真技术的实验动物学实践教学模式为解决当前实验动物教学面临的挑战提供了可行途径,有助于提升教学质量和学生的实践技能。未来需进一步完善虚拟仿真系统,并开展更深入、更大范围的实证研究。【项目基金】山西省高等学校教学改革创新项目(No.J20220432)

关键词:实验动物学;虚拟仿真技术;教学改革;实习教学;教育技术

实验动物学是现代生物医药研究不可或缺的基础学科,也是医学院校相关专业学生必须掌握的核心课程^[1],其实验教学旨在培养学生熟练掌握实验动物的基本知识、饲养管理技能、动物模型构建方法以及人道处置等关键技术^[2]。然而,长期以来,实验动物学实践教学面临着多重挑战。首先,活体实验动物获取成本高、供应受限,且涉及复杂的动物伦理和福利问题,使得大规模、反复的实验操作难以实现。其次,高校实验室的场地、设备和师资力量通常有限,难以满足大量学生分组进行充分的动手实践。再者,部分实验操作具有潜在风险,不当操作可能对学生或动物造成伤害。这些因素共同导致学生实践机会不足,实验操作技能普遍欠缺,影响了后续科研能力的培养。近年来,随着信息技术的飞速发展,特别是虚拟现实(VR)、增强现实(AR)和三维建模等技术的成熟,虚拟仿真技术在教育领域的应用日益广泛,尤其在医学、生物学等实践性强的学科教学中展现出巨大潜力^[3,4]。虚拟仿真实验系统能够在安全、可控、可重复的环境中模拟真实实验过程,为学生提供“零风险”的实践平台,有效弥补传统实验教学的不足^[5]。尽管虚拟仿真技术在其他医学/生物学实验教学中已有探索和应用,但在实验动物学领域的系统性应用研究相对较少,尤其针对实验动物完整实

践流程(从动物选择、保定、给药、采样到简单手术操作、模型构建、观察评估等)的虚拟仿真教学模式构建与效果评估有待深入研究。本研究基于山西省高等学校教学改革创新项目的支持,旨在探索构建一套符合实验动物学教学特点的虚拟仿真实习教学模式,并在实践中进行初步应用和效果评估。通过分析该模式在解决当前教学困境、提高学生实践能力和学习积极性等方面的作用,为实验动物学教学改革提供新的思路和方法。

1、实验动物学实践教学面临的主要挑战

如引言所述,当前实验动物学实践教学主要面临以下突出挑战:(1)资源约束与高成本:活体实验动物的获取、饲养、繁育成本高昂,且数量有限,难以满足大班教学需求。特定品系或无菌动物更是稀缺资源。(2)伦理与福利压力:实验动物的使用涉及复杂的伦理问题,社会对减少、替代和优化(3R原则)实验动物使用的呼声日益增强,限制了学生在活体动物上进行大量的重复性操作。(3)教学条件限制:大多数高校实验室空间有限,设备不足,无法同时容纳大量学生进行实践。实验准备和后期处理工作量大。(4)学生实践机会不足:受上述因素制约,学生接触和操作活体动物的机会显著减少,导致实践技能掌握不牢,理论与实践脱节。

(5) 操作风险与安全隐患: 部分实验操作(如药物注射、采样、简单外科手术)对初学者存在一定风险,操作不当可能导致动物损伤或学生自身安全问题。应对这些挑战,积极探索和引入现代教育技术,创新教学模式,已成为实验动物学教学改革迫切任务。

2、基于虚拟仿真的实验动物学实践教学模式构建

本研究提出的实验动物学虚拟仿真实习教学模式,旨在通过整合虚拟仿真技术与传统教学方法,构建一个安全、高效、可重复的实践学习环境。该模式主要包括虚拟仿真教学平台的构建、教学内容的开发和教学实施策略的制定。

2.1 虚拟仿真实习教学平台的设计理念与功能模块

虚拟仿真教学平台是实现该模式的核心载体。平台设计应遵循以下理念:以学生为中心、突出实践操作、强化互动反馈、注重数据记录与评估。具体功能模块应紧密结合实验动物学的教学需求:

2.1.1 用户交互界面:设计直观、简洁的用户界面,方便学生快速上手。支持多种终端访问(PC端、移动端),实现随时随地学习。

2.1.2 真实场景模拟:利用高精度3D建模和渲染技术,构建逼真的实验动物(如小鼠、大鼠、兔等)模型、实验器具和实验室环境。模拟动物的形态、解剖结构、生理反应等。

2.1.3 核心操作模拟:开发针对实验动物学关键实践技能的仿真模块,例如:动物保定(不同动物、不同保定方法),给药途径模拟(皮下、腹腔、静脉、肌肉注射等,模拟不同部位和角度),采血技术(眼眶、尾静脉、心脏采血等,模拟操作流程和风险),简单生理指标监测(如体温、呼吸频率等模拟),无菌操作流程模拟,基础外科操作模拟(如皮肤切开、缝合、结扎等),动物模型构建模拟(如特定给药诱导疾病模型),人道处死方法模拟,饲养管理与观察(模拟动物行为、健康状况评估)

2.1.4 互动与反馈系统:学生在虚拟环境中进行操作时,系统应能实时判断操作的正确性、规范性和安全性,并提供即时、精准的文字、语音或视觉反馈。错误操作应有明确提示和后果模拟(如操作不当对动物造成的伤害)。

2.1.5 自主学习与定制功能:学生可根据自身进度和兴趣选择学习模块和练习次数。教师可根据教学需要设置不同的实验任务、参数和难度等级。

2.1.6 过程记录与评价系统:系统自动记录学生的学习

过程、操作步骤、错误次数和最终结果。生成学习报告和能力评估,帮助学生了解自身掌握情况,也为教师提供教学评估依据。

2.2 虚拟仿真实习教学内容的组织与整合

教学内容应紧密围绕实验动物学课程大纲和教学目标,将理论知识与实践技能有效结合。

2.2.1 内容体系构建:构建循序渐进的虚拟仿真教学内容体系,从基础的动物认知、保定、给药等单一技能模块,逐步深入到复杂的动物模型构建、术后护理、疾病观察等综合性实验项目。

2.2.2 与理论教学结合:虚拟仿真内容的设计应呼应课堂理论教学,将理论知识(如解剖学基础、药理学知识、伦理原则)融入仿真操作的提示和反馈中。

3、虚拟仿真实习教学模式的优势与实践效果

3.1 虚拟仿真教学模式的主要优势

笔者认为相较于传统的实验动物学教学模式,引入虚拟仿真技术具有以下显著优势:

3.1.1 突破时空限制,提高实践机会:学生可以随时随地通过网络访问虚拟仿真平台,自主安排学习时间和进度,进行反复练习,极大地增加了实践操作的机会和灵活性。

3.1.2 降低成本与节约资源:虚拟仿真实验无需消耗活体动物、耗材和试剂,显著降低了教学成本,符合实验动物使用的3R原则(减少、替代、优化)中的“替代”原则,有助于保护珍贵的动物资源。

3.2 实践案例分析

虽然从理论研究和实际应用都证明了虚拟仿真式教学模式的优势,并且在一些高校应用之后获得了满意的结果,但是在具体的理论研究的探讨和案例的实证分析下,可以更加直接地反映出虚拟仿真式教学模式在应用实践中的成效。

3.2.1 某高校实验动物学虚拟仿真实习案例

某学院动物实验学课程教学过程中积极利用虚拟模拟教学系统,将传统实验课堂通过虚拟模拟教育系统转化为将虚拟模拟与操作结合的学习方式,通过利用虚拟模型实现一些最基本的实验操作如动物管理、制备、注射药品等实验步骤,经过不断的虚拟模拟学习,更加熟练地掌握这些基本技能,充分理解整个实验过程后,再到现实实验操作中进行再实践,这样使得学生的实践能力进一步提高,更加准确地操作,有效提升实验教学质量。

3.2.2 教学改革后的教学效果评估

对该教学模式实验动物学教学的效果进行评估,包括学生动手操作能力、实验技能理解掌握情况及学生学习积极性等多种指标。实验动物学教学结合虚拟仿真的新教学模式的运用较常规方法教学明显提高了学生的动手操作能力。据调查学生普遍反映,应用虚拟仿真技术提高动手操作能力在难易程度复杂的实验项目上可以提供练习的机会以规避发生错误。虚拟仿真技能训练大幅度提高了他们的学习积极性及主动性,大多认为虚拟实验更促进了学生理论知识的增强和实际操作能力的培养。

讨论

初步实践结果与国内外关于虚拟仿真在医学教育中应用的积极报道基本一致[3, 4, 5]。虚拟仿真教学模式在实验动物学领域的应用,有效缓解了活体动物资源短缺和伦理压力带来的教学困境,符合现代教育技术发展的趋势和实验动物保护的国际潮流[6, 7, 8]。特别是其提供的安全、可重复的练习环境,对于初学者掌握实验动物基本操作至关重要。学生反馈积极,表明该模式符合学生的学习需求和认知特点。然而,本研究也存在一定的局限性:首先,研究样本量有限,且未严格设置随机对照组,评估结果的普适性有待进一步验证。其次,当前的虚拟仿真系统侧重于基础操作,对更复杂的综合性实验、动物模型构建的精细化模拟以及动物行为、病理变化的观察模拟仍需完善。最后,效果评估指标相对初步,缺乏对学生长期技能保持和迁移能力的跟踪评估。未来的研究应扩大样本量,建立严格的对照实验,采用更全面、更客观的评估指标体系(如 OSCE 评价、视频分析等),并开发更高级、更复杂的实验动物学虚拟仿真模块,探索虚拟仿真与人工智能、大数据分析等新技术的结合应用,以期更全面、深入地推动实验动物学教学改革。

结论

本研究探索构建的基于虚拟仿真技术的实验动物学实践教学模式,是应对当前实验动物教学面临挑战、提升教学质量和效率的有效途径。初步实践应用结果表明,该模式在增加学生实践机会、提高操作技能、激发学习兴趣以及节约教学资源等方面展现出积极成效,为实现实验动物学教学的 3R 原则和高质量人才培养提供了有力支撑。虽然目前虚拟仿真技术在实验动物学教学中的应用尚处于发展阶段,面临系统完善和更深入应用研究的需求,但其巨大的潜力预示着

它将在未来的实验动物学教学中发挥越来越重要的作用,是新时代背景下实验动物学教学改革的重要方向。本研究的初步探索为相关高校开展实验动物学虚拟仿真教学实践提供了参考。

参考文献:

- [1] 叶明霞, 孔利佳. 关于我校开展医学实验动物学教学现状的思考[J]. 实验动物与比较医学, 2012, 32(1): 25-27.
- [2] 陈菲. 医学实验动物学在临床医学研究中的应用探索[J]. 国际临床医学:2024, 6(3):86-88
- [3] 高安崇, 周靓, 王秀娜, 田静, 孙博兴. VR 技术在动物科学实践(实验)教学中的应用研究. 黑龙江畜牧兽医, 2019(7):157-159.
- [4] 王甜, 张大伟, 李佛生, 熊莉, 林宏辉. 生物科学与技术虚拟仿真实验教学中心的建设与应用[J]. 生物学杂志, 2024, 41(3): 121-.
- [5] 郭晶, 李旭勇, 刘文强. 虚拟仿真实验在动物生物化学实验教学中的应用[J]. 畜牧与饲料科学, 2017, 38(8): 81-81.
- [6] 张志远; 李文豪; 高建国. 基于虚拟仿真的实验动物学教学模式研究[J]. 教育技术与应用, 2023(12): 45-50.
- [7] 王海涛; 刘明哲; 杨柳. 虚拟仿真技术在医学实验教学中的应用[J]. 高等医学教育, 2022(6): 58-62.
- [8] 陈绍林; 赵树峰; 黄晓东. 实验动物学教学改革与虚拟仿真技术的结合[J]. 生物医学工程与临床, 2023(4): 85-89.

作者简介:

梁宇翔(1986-), 男, 汉, 博士, 实验动物中心讲师, 主要研究方向: 人类疾病动物模型

轩瑞晶(1984.08-), 女, 汉, 山西平陆人, 博士, 实验动物中心讲师, 主要研究方向: 人类疾病动物模型的构建与应用。

高继萍(1987.07-), 女, 汉, 山西汾阳人, 硕士, 实验动物中心高级实验师, 主要研究方向: 人类疾病动物模型的构建与机制研究

宋国华(1973-), 女, 汉, 博士, 实验动物中心教授, 主要研究方向: 人类疾病动物模型及发病机制的研究

陈朝阳(1972-), 男, 汉, 硕士, 实验动物中心教授, 主要研究方向: 人类疾病动物模型

课题项目: 2022 年山西省高等学校教学改革创新项目: 实验动物学虚拟仿真实习教学改革探索(No.J20220432)