

基于现代医学教育背景的 虚拟仿真实验教学平台 管理与评价机制

田甜¹, 吴亚茸¹, 耿智鼎², 严晶¹, 陈文飞^{2*}

¹曲靖医学高等专科学校, 医学技术学院, 云南 曲靖

²曲靖市第二人民医院, 口腔科, 云南 曲靖

收稿日期: 2025年6月8日; 录用日期: 2025年7月7日; 发布日期: 2025年7月15日

摘要

随着信息技术的高速发展, 虚拟现实(VR)、增强现实(AR)和混合现实(MR)等技术日益成熟, 在各行各业都有应用。其中, 虚拟仿真实验教学平台正在被广泛地应用于医学教育。目的是利用虚拟仿真技术的高仿真性、可操控性等为医学生打造一个沉浸式、高仿真、强交互性的数字化学习平台。同时, 平台可以提供立体化、沉浸式的学习方式, 在降低教学成本的前提下激发学生学习兴趣、提升学生实践能力, 提升其临床思维。本研究讨论了虚拟仿真实验教学平台的管理和评价机制, 通过分析虚拟仿真实验教学平台的特点、优势以及目前存在的问题给出相关解决方案。

关键词

虚拟仿真实验教学平台, 管理与评价, 现代医学

Management and Evaluation Mechanism of Virtual Simulation Experimental Teaching Platform Based on Modern Medical Education Background

Tian Tian¹, Yarong Wu¹, Zhiding Geng², Jing Yan¹, Wenfei Chen^{2*}

¹School of Medical Technology, Qujing Medical College, Qujing Yunnan

²Department of Stomatology, Qujing Second People's Hospital, Qujing Yunnan

Received: Jun. 8th, 2025; accepted: Jul. 7th, 2025; published: Jul. 15th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 田甜, 吴亚茸, 耿智鼎, 严晶, 陈文飞. 基于现代医学教育背景的虚拟仿真实验教学平台管理与评价机制[J]. 教育进展, 2025, 15(7): 353-360. DOI: 10.12677/ae.2025.1571225

Abstract

With the rapid development of information technology, virtual reality (VR), augmented reality (AR), and mixed reality (MR) technologies have become increasingly sophisticated and found applications across various industries. Among these, virtual simulation experimental teaching platforms are being widely adopted in medical education. The aim is to leverage the high fidelity, controllability, and other advantages of virtual simulation technology to create an immersive, highly realistic, and strongly interactive digital learning platform for medical students. Simultaneously, the platform can provide three-dimensional and immersive learning methods that stimulate students' interest in learning, enhance their practical skills, and improve clinical thinking while reducing teaching costs. This study explores the management and evaluation mechanisms of virtual simulation experimental teaching platforms. By analyzing the characteristics, advantages, and current challenges of these platforms, relevant solutions are proposed.

Keywords

Virtual Simulation Experimental Teaching Platform, Management and Evaluation, Modern Medicine

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

虚拟仿真实验教学这一创新教学模式在信息飞速发展的今天已逐步被运用于医学教育中，医学虚拟仿真实验平台是一个以虚拟现实(VR)、增强现实(AR)和混合现实(MR)等先进技术为核心组成的数字教学平台[1]。随着计算机图形学和交互技术取得突破性进展，医学教育虚拟仿真的应用范围也逐渐扩大，由于其依托 VR、AR、MR，用更加直观的手段使学生或者医务工作者能够“现场模拟”学习，使得医学教育不再局限于传统“填鸭式”教育的教学模式。我国在“十四五”规划中提出“加快数字化发展步伐，打造数字中国”战略，并且随着高校教学模式改革，虚拟仿真实验教学应运而生[2]。为了促进医学教育和现代信息技术的深度融合，我国有关部门最近出台了多项政策文件以加速医学虚拟仿真实验平台建设和应用，以便尽早推进虚拟仿真实验平台建设，使其成为取代传统实操教学的一项重要计划[3]。虚拟仿真实验平台的出现不仅降低了成本，还可通过更为立体和沉浸式的学习方法，激发学生的学习热情，增强他们的实践技能和临床思维能力，以期待实现更优秀的教学成果[4]。

对虚拟仿真实验教学的成效评估鲜少呈现，其和普通教育模式的成绩教学成效差异的评估主要针对学生成绩进行比较[5]。如何对这一教学模式进行科学地管理和评估，在实践中面临着许多的挑战。我们通过探讨医学虚拟仿真实验教学管理和评价机制，以期在理论和实践两个角度上对医学教育改革提出新的看法与评价，即在对虚拟仿真实验教学平台特点，优缺点进行分析的基础上提出科学管理和评价的方法，并构建了一套科学合理有效的评价系统，以期对教学实践起到理论支撑作用。

2. 医学虚拟仿真实验教学的现状与发展

2.1. 国内外研究现状

虚拟仿真实验教学在国内外的的发展呈现“技术先行、管理评价滞后”的特征。国内外研究虽在技术

应用层面进展显著,但在管理机制与评价体系的系统性研究上仍存在明显差距。早在二十世纪初,VR技术在欧美国家逐步被应用于医学教育领域,直到90年代初,我国多所大学才开始在VR技术领域开始进行深入研究并取得成果,直到2018年,我国公布了首批国家级虚拟仿真实验教学项目认定结果[6],虚拟现实技术在外科学、人体解剖学、机能学实验教学过程取得一系列应用成果[7]。

国外研究现状发达国家在管理评价机制上更具系统性,强调“以评促建”:管理机制专业化:加拿大高校建立“人类创客实验室”,配备专职技术团队,实现“虚实结合、能实不虚”的动态资源管理。英国开放大学开发虚拟仪器共享平台,形成校企协同的运维机制,保障技术更新与故障响应。评价维度多元化:注重过程性评价,美国高校通过移动端程序(实时采集实验操作数据评估临床决策能力。前沿趋势与理论支撑:美国新媒体联盟《地平线报告》将虚拟仿真列为教育改革核心领域,倡导构建“理论-实践-评价”闭环。评价体系依托认知理论、STEAM学习理论,强调沉浸感和交互性的量化分析[8]。

我国虚拟仿真实验教学的发展主要依托政策驱动。2013年教育部启动国家级虚拟仿真实验教学中心建设,至2015年已建成300个中心,覆盖理工、农林医药及人文社科领域。2017年教育部进一步推出示范性虚拟仿真实验教学项目建设计划,推动“线上线下融合”的智能化实验教学模式发展。然而,在管理评价领域的研究仍显薄弱:高校普遍缺乏针对虚拟仿真平台的专职管理团队,技术支持多依赖外部企业,导致平台维护滞后;教师培训体系不完善,仅聚焦基础操作技能(如VR设备使用),缺乏课程设计、跨学科整合等高阶能力培养;教学效果评价体系仍单一化地以学生成绩为主,仍缺乏教师能力多维评价标准。然而,国内外学者对虚拟仿真实验教学平台的研究均主要集中在教学模式的设计、技术支持、资源开发以及评价机制的建立等方面,关于虚拟仿真实验教学的管理机制和评价体系的研究相对较少[9]。然而,国内外学者对虚拟仿真实验教学平台的研究均主要集中在教学模式的设计、技术支持、资源开发以及评价机制的建立等方面,关于虚拟仿真实验教学的管理机制和评价体系的研究相对较少。

2.2. 虚拟仿真实验教学的特点与优势

虚拟实验教学借下述特点和优势来指导教育创新[10]:(1) 真实情境的重建和学习沉浸感的加深:采用三维建模和先进的人机交互技术,虚拟实验教学在医学教育领域搭建起全方位,沉浸式训练平台,成为推动传统教学模式改革的关键力量。在该平台中,虚拟模拟技术给用户带来强大沉浸感,实时交互感以及深度参与感,而虚拟模拟技术的核心机理在于促进人们与虚拟环境进行多维度沟通,包括视觉及触觉,听觉及动作反馈,从中展现了沉浸性、交互性及私密性的特别魅力。(2) 集合海量实验素材,适配多元教学场景:在精密仿真技术的辅助下,把真实世界中的教学实验设备、工具、环境精确复制到虚拟空间中,根据实验教学的步骤与逻辑,将它们细致地分类与设计。以互动技术与网络平台融合为动力,创造了既虚拟化又易于共享的实验教学环境。此外,虚拟实验在教学模式上突破了传统实验在时间、空间、资源等方面的限制,明显提高了教学效率,充分满足现代实验教学多样化的需要。(3) 倡导定制化学习方案,加速教学效率。

2.3. 虚拟仿真实验教学的问题与挑战

尽管虚拟仿真实验教学在教学模式和资源开发方面取得了显著成效,但仍面临以下问题:(1) 缺乏完善的课程设计标准:医学虚拟仿真实验教学平台应该贴近医学生课程标准,能够帮助学生达成学习目标。要看开展的实验是否满足:① 成本高昂,线下开展代价巨大;② 手术以及治疗过程承载对象不允许进行实验和试错;③ 实验条件特殊,过程或产物涉及有毒有害环节等。(2) 技术支持的智能化水平有待提升:虚拟仿真实验教学平台的建设需要满足医科教学的特殊性。我国VR技术起步较晚,但是发展较快,随着第三军医大的首套数字可视化人体数据交互系统问世,我国虚拟人体解剖和外科手术实验平台初具

雏形[11]。但是,目前VR技术仍无法提供良好触觉反馈;同时,VR设备可能会导致如恶心、眩晕、幻视等一系列的神经反应[7]。(3)平台管理和评价体系的科学适用性仍需进一步完善:虚拟仿真实验教学平台应该满足医学实验教育的专业需求,注重灵活性、实用性、趣味性,将平台开发重心放在交互性和真实性上[12]。基于上述背景、优势与挑战,本研究将重点探讨虚拟仿真教学平台的管理与评价机制。

3. 医学虚拟仿真实验教学的管理机制

3.1. 教学组织管理

3.1.1. 师资队伍的建设

首先,确保正确的教育方向,坚持以国家现行教育政策为指导,全面贯彻党的教育方针,确保教师队伍的师德师风建设,保证教育教学的正确方向;还要设立明确的准入标准,不断加强师资力量强化与更新,优先选拔具备扎实医学专业背景和先进教育技术基础的教师参与虚拟仿真教学。其次要构建系统化培训体系,定期开展教师教学方法和技术层面的培训,开展如何将虚拟仿真技术有效融入医学课程设计、如何利用平台特性(如沉浸性、交互性、可重复性)设计探究性学习活动、如何组织在线/混合式虚拟实验教学等专题培训,提升教师信息化教学能力,只有教师能够透彻理解并熟练运用虚拟仿真实验教学平台,才能够将其扎实的专业知识和技能与现代化的教学手段相结合,以促进教学质量的提高。同时,要完善管理与激励机制,建立多维评价体系,结合学生反馈、教学成果、科研成果等多方面对教师进行综合管理与评价,激发教师提高自身素质和教学水平。评价机制应当公平、公正、透明。同时结合激励机制,设立专项奖励或工作量认定,鼓励教师积极参与培训、投入虚拟仿真教学实践与研究,表彰优秀教学案例和创新成果。最后,要促进团队协作和共享,虚拟仿真实验教学涉及多个学科领域,需要师生的紧密配合。学校应鼓励,扶持教师组建跨学科的教学团队,共享资源和经验,共同提升教学效果,建立线上/线下协作平台(如虚拟教研室、共享资源库),制定团队协作规范,促进教学经验、技术技巧和课程资源的交流与共享,共同解决教学难题,提升整体教学水平。将师德师风要求贯穿于师资管理的全过程,建立相关监督与评估机制。

3.1.2. 课程设计与实施管理

教学计划为虚拟仿真实验教学奠定了基石,课程设计得当可以保证教学目标更易于达成。课程设计需要综合考虑教学内容,学生需求以及教学资源等多方面因素,建立科学合理的教学大纲。教师在实际教学实施过程中需要结合学生学习进度与实验结果动态调整教学内容与教学方法,动态管理可以保证教学效果提高,满足学生个性化需求。教学内容也并非固定不变,要重视知识前沿性与实践性,这需要经常进行更新与优化才能满足教学需求变化以及行业发展对教学提出的新需求。

3.2. 技术支持管理

虚拟仿真实验教学平台作为高新技术平台,在管理过程中,除了要对教学“关键帧”师资队伍进行管理,还需对平台运行基础框架的技术支持进行合理规范。虚拟仿真实验教学要想顺利实施,必须依靠先进的技术支撑,而在技术平台选择与维护上,选择适当的平台并进行技术维护,是保证教学环境能够稳定、高效地运转的根本。做好虚拟仿真实验教学还需进行资源库和共享平台的搭建,教学资源的共享是促进平台内容丰富、平衡地区资源差异的重要手段,通过资源库与共享平台的建设,可达到教学资源有效利用的目的。同时,建立健全应急机制、对技术故障迅速做出反应以保证教学顺利进行、促进师生使用感受等也是教学管理流程中重要的环节。师生还需要在技术应用方面进行训练,以保证技术使用规范安全,定期举办技术应用培训演练可促进技术的熟练应用。

4. 医学虚拟仿真实验教学的评价机制

教学评价旨在对教学效果有一个整体的认识,找出存在的问题,提高教学水平,评价原则要具有科学性,客观性,全面性,动态性等。为了持续改进与完善医学模拟仿真实验教学平台教学效果,不能仅仅根据学生成绩的提高等单一层面进行简单的评估,还需从课程内容的呈现和学生使用体验等方面进行综合有效的评价。

4.1. 课程内容设计评价

评价虚拟仿真实验教学平台能否有效应用于医学教育的核心前提,在于对其课程内容设计的科学性与适用性进行系统评估。课程内容评价应着重考察以下关键维度[13]:首先是必要性与替代性价值评价,医学是一门对实践要求极高的综合性学科,要求医学生在理论知识扎实的基础上能够灵活熟练地与实践相结合,但是部分医学实验由于其有毒有害性、不可逆性、检查有创性等特性使得医学实验教学过程中存在“做不了”、“做不到”、“做不好”的困境[14]。因此,虚拟仿真实验教学平台的课程设计的标准应该聚焦于是否解决传统医学实验教学中真实存在的“做不了”(如高危、高感染风险实验)、“做不到”(如罕见病例、大型设备操作)、“做不好”(如需要极高精度、可重复性差的实验)的困境,审视课程设计对实体实验局限性的弥补程度[12]。其次是实践能力与临床思维培养效率评价,能否利用虚拟仿真的独特优势(高度仿真、可重复操作、零损耗、可模拟复杂/紧急场景)来显著提升学生的临床操作技能、应急处理能力和系统性临床思维;是否贴合临床实际以及是否提供了充分的、安全的试错空间。最后是跨学科融合度评价,课程设计是否超越单一学科局限,促进医学工程学、信息学、人文社科等其他学科融合,是否能够培养学生利用其他学科处理医疗数据、病例、医患关系和应对伦理困境的能力[15]。

4.2. 教学效果评价

4.2.1. 学生使用体验评价

以学生为主要用户的虚拟仿真实验平台使用体验是整个评价体系的核心因素,它直接关系到教学效果及平台应用价值,学习体验并不只是指学生通过学习所掌握的知识与技能,还包括学生对学习环境的主观感受与情感体验。具体来讲,学习体验体现为学生接受虚拟仿真实验平台,使用时是否舒适和掌握学习内容,是评价一个平台设计合理与否,功能完善与否的一个重要标志。学生使用体验评价可从感知有用性,感知易用性、沉浸性、交互性和自我效能感5个维度来评估[16]:感知有用性就是学生利用虚拟仿真实验平台进行实验时,认为该平台有助于自己实现学习目标或者促进学习,若学生觉得该平台课程设计更符合实际需求,进而提升学习效率则会显著增强其对该平台的认同度;感知易用性即学生利用该平台进行学习时所感知到的使用难易程度、是否减轻了学习负担等,学生的使用意愿可作为判断虚拟仿真实验平台设计简明合理,功能直观明了的标准;沉浸性即学生对平台使用过程的投入水平,仿真度高给使用者身临其境之感,愈能激发学生兴趣并增加专注度与参与度;交互性则是学生-平台、学生-老师以及学生-平台之间的交流程度,较好的交互性能够通过知识共享来强化学习效果;自我效能感是指学生利用平台进行学习时对于自身能力的认可程度,借助模拟仿真实验平台,成功完成学习任务能够提高学生成就感与自信心,进而推动后续学习。从上述5个维度进行评估学习体验,既可以综合体现虚拟仿真实验平台中学生的真实情感,又可以为该平台的优化与完善提供科学依据,虚拟仿真实验平台可通过对这5个维度性能的持续改进,较好地适应学生学习需要,增强其学习体验,改善整体学习效果。

4.2.2. 学习效果评价

除了学生的主观感受外,客观指标对测量医学虚拟仿真实验的教学效果具有同等的重要性,客观的

评估标准可以更深入和精确地展现教学的成果[17]。学习效果一般可从知识掌握度、理论测试成绩和临床实践中的熟练度来考评,知识掌握度可通过学习前、后测的比较来分析学生知识结构是否完善,理论测试成绩则可以定量地反映出学生对于专业知识理解和运用的程度,对于医学生在临床实践中的熟练度,可以通过使用标准化评分(OSCE)来进行全面和系统的评估[18]。

值得关注的是,过程性评价对模拟医学教育具有重要意义,如虚拟仿真实验教学中学生操作路径的选择,学生的错误率和完成时间等数据可作为教学效果评价指标。这些客观数据既可以反映学生学习的效果,也可以为改进教学提供实证依据。把客观指标和主观评价结合起来可构建出一个更为综合的教学效果评估体系,该方法既可以弥补单一评价方式存在的局限,又可以对医学教育质量提升起到更加科学的引导作用。因此,构建医学虚拟仿真实验教学多元化评价体系并融合主客观指标对准确评价教学效果和优化教学设计有着十分重要的作用。

4.3. 教学质量评价

4.3.1. 教师多维能力体系对虚拟仿真教学质量的影响机制

在评估医学虚拟仿真实验教学质量的体系中,教师作为虚拟仿真实验教学平台的关键执行者,他们的专业技能和教学方法直接决定了医学教育数字化转型的效果。教师教学设计能力的高低决定着虚拟仿真资源是否符合课程目标,教师通过对课程目标及临床需求进行精准解析,并根据自身丰富临床经验与课程要求相结合去建构虚拟情景,使抽象的医学原理、复杂且危害大的实验操作及不便于线下进行教学的临床操作等具象化成为可以互动的仿真课程。这一设计过程实质上是沿用了“认知学徒制”的理论框架,即教师在真实的医疗场景下,通过结合专家操作核心技术来进行学校教育,指导学生在身临其境的情境下,完成由观察、练习到思考的深度学习闭环控制,以提升教学质量。教师技术操作熟练度也与教学实施质量密切相关。教师在把握虚拟仿真实验平台时,不能仅仅停留在熟练地调用设备基础功能上,而是要了解如何结合虚拟仿真实验平台自身特点和探究性教学策略,为了充分发挥虚拟仿真技术的优势尽可能地提高教学质量。

需要注意的是,专业的不断发展与跨学科协作能力也是至关重要的因素,在面对临床复杂案例仿真教学时,教师应具备充当“学科边界的溶解者”的意识,这就需要教师打破传统专科壁垒、借鉴融合医学教育理念、以多学科交互案例为基础搭建跨学科知识网络教学支架。在此过程中,基于团队学习的协同设计模式(例如,跨院系的教师工作坊)可有效促进多维度临床思维的嫁接与贯通。从专业发展的层面上讲,教师还需持续精进自己的专业知识和平台的使用技能,并通过加入虚拟教学的学术共同体和剖析学生的数字学习痕迹等方式、对仿真教学过程进行反思,使教学智慧不断迭代进化。另外教师需要有数字伦理意识并应规范虚拟实验中利用病人数据,作为“数字医德把关人”的教育者,教师有责任将患者的隐私权和数据安全的伦理观念转化为虚拟实验环境中的实际操作标准,学生接受情景化训练时,内化为遵循医患伦理职业价值观。

4.3.2. 教师能力导向的教学质量评估机制

虚拟仿真实验教学平台的教学质量评价需以教师多维能力为核心,构建动态化、立体化的综合评价体系,该体系从知识构建、实践创新与持续发展三个维度切入,通过多元化的理论测评体系与情景化的实践观察相结合,深度挖掘教师在教学中的综合素养。如:教师专业知识和技术掌握度即教师对虚拟仿真教育相关理论知识和实操技术的综合性掌握程度,通过测试、考试等方式分层次、分模块地评估教师对虚拟仿真实验理论和操作的掌握程度,实践能力注重教师在教学情境中的灵活应用能力,借助模拟课堂观察、案例研讨与问题解决情境设计,系统考察其教学设计创新性、技术操作流畅度及突发问题应对

能力,还可以通过教学反馈和持续学习的方式鼓励教师主动进行教学技能迭代。另外,通过教师参与度、模拟教学考评、课程设计成果展示等过程性指标对教师教学能力进行考评。最后,依据学生反馈以及学生理论成绩与实验水平等结果进行教学效果评估,并促进教师制定教学改进计划,提高虚拟仿真实验平台的教学质量和效果。能否持续进行课程维护[15],让平台成为“活平台”,长期的使用也是评判一个虚拟仿真实验教学平台好坏的重要指标。

5. 结论与展望

随着信息技术的迅猛发展,VR、AR和MR技术在医学教育中的应用日益广泛。虚拟仿真实验教学平台作为新兴的教学工具,因其高仿真性、强交互性及可重复性等优势,成为医学教育改革的重要手段。从学习方式到教育理念,该平台在诸多方面推动了传统医学教学的转型,尤其在提升学生实践能力、激发学习兴趣和增强临床思维方面展现出独特优势。然而,其发展过程中仍存在管理制度不完善、技术支持不足、教学评价体系单一等问题,亟需系统优化。

在管理机制方面,教师队伍的专业能力与团队协作水平对虚拟教学质量起决定性作用。目前,高校对虚拟仿真平台教师的技术培训及教学方法指导尚不系统,导致部分教师在教学实践中难以充分发挥平台优势。此外,课程设计缺乏统一标准,存在内容脱离临床实际、重复性不强等问题。平台的技术维护与资源更新亦面临挑战,如VR设备的操作门槛高、触觉反馈欠缺及技术故障应急机制不健全,均会影响教学连续性与学生体验。

在评价机制层面,当前虚拟仿真教学的效果评估仍以学生成绩为主,忽略了学习过程、学生体验与教师能力的全面考量。科学的评价机制应覆盖课程内容的实用性与针对性、平台使用的便捷性与沉浸感、学生的认知投入与自我效能感等多个维度。同时,还应注重教学数据的收集与分析,如操作路径、完成时长与错误率等客观指标,可作为评价学生综合能力和课程设置合理性的依据。教学质量评价还需将教师多维能力作为核心变量,包括其课程设计能力、技术整合能力以及跨学科教学能力,结合学生反馈与教学成果形成完整的教学闭环。

值得注意的是,虚拟仿真实验平台的应用不仅限于成本替代和资源拓展,其最终目标应是推动医学教育范式的深度变革。其潜力在于实现从“以教为中心”向“以学为中心”的转变,构建个性化、自主化、交互化的学习生态系统。因此,在平台的后续建设中,应推动师资队伍专业化发展,加强跨学科教学团队建设,持续优化课程资源和技术接口,并建立动态反馈驱动的教学评价体系。

综上所述,医学虚拟仿真实验教学平台具有显著的教育价值与发展潜力,但其管理与评价体系仍需进一步完善。通过优化教学组织管理、加强技术支持、建立多维评价体系,有望推动虚拟仿真教学平台在现代医学教育中的深度融合与广泛应用,从而全面提升医学人才培养质量。

基金项目

云南省教育科学规划课题项目(BE22060); 云南省教育厅科学研究基金项目(2023J1769)。

参考文献

- [1] 李森, 张力, 卞亚红, 等. 虚拟现实技术在医学教育应用中的新进展[J]. 中国医学教育技术, 2012, 26(3): 302-306.
- [2] 陈岩, 高洁. 如何提高虚拟仿真实验教学项目的学习效果?——基于国际经济与贸易专业 159 份问卷的分析[J]. 现代教育技术, 2021, 31(5): 75-81.
- [3] 教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2018(4): 118-125.
- [4] 吕新和. 虚拟现实技术在医学教育实践中的应用[J]. 中国现代教育装备, 2023(15): 33-34+45.

- [5] 艾美梅, 胡雪慧, 李俊杰, 等. 虚拟仿真技术在危重患者急救输液技术教学平台中的应用与效果研究[J]. 中国数字医学, 2025, 20(1): 64-69.
- [6] 教育部关于公布首批国家虚拟仿真实验教学项目认定结果的通知[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2018(6): 27-34.
- [7] 熊冉, 黄华兴, 曹月洲. 浅谈虚拟现实技术在模拟医学教育中的应用[J]. 科技风, 2023(31): 124-126.
- [8] 吕向丽, 刘春玲. 虚拟仿真技术在化学实验教学中的国内外研究现状分析[J]. 云南化工, 2022, 49(8): 73-75.
- [9] 柳洪洁, 宋月鹏, 马兰婷, 等. 国内外虚拟仿真教学的发展现状[J]. 教育教学论坛, 2020(17): 124-126.
- [10] 周明君, 颜南, 赵莲辉, 等. 虚拟仿真技术在医学实验教学中的应用[J]. 电子技术(上海), 2024, 53(2): 200-201.
- [11] 张绍祥, 王平安, 刘正津, 等. 首套中国男、女数字化可视人体结构数据的可视化研究[J]. 第三军医大学学报, 2003, 25(7): 563-565.
- [12] 穆春林. 基于电子信息技术虚拟仿真实验教学平台构建研究[J]. 家电维修, 2024(11): 65-67.
- [13] 刘金库, 张敏, 张浩然. 强化虚拟仿真实验教学课程内涵的举措及课程评价[J]. 化学教育(中英文), 2024, 45(20): 102-107.
- [14] 王曜晖, 周万津, 李春鸣, 等. 虚拟仿真实验教学项目在临床医学等专业学生培养中的应用[J]. 医学教育管理, 2020, 6(5): 483-486.
- [15] 施菊花, 顾鸣敏, 蒋益, 等. 医学虚拟仿真实验教学课程的建设与思考[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(1): 96-99.
- [16] 胡永斌, 黄荣怀. 智慧学习环境的学习体验: 定义、要素与量表开发[J]. 电化教育研究, 2016, 37(12): 67-73.
- [17] Cook, D.A., *et al.* (2011) Technology-Enhanced Simulation for Health Professions Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA*, **306**, 978-988. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.1234>
- [18] Harden, R.M. and Gleeson, F.A. (1979) Assessment of Clinical Competence Using an Objective Structured Clinical Examination (OSCE). *Medical Education*, **13**, 41-54. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1979.tb00918.x>