

虚拟仿真技术在口腔医学教学中的可视化分析

严佳雨 翟绪香

西安培华学院 医学院, 中国·陕西 西安 710125

摘要: 目的: 分析虚拟仿真技术在口腔医学教学中的研究现状、热点分布及发展趋势。方法: 检索中国知网(CNKI)中 2005—2025 年相关文献。运用 CiteSpace 6.3.R1 软件对文献发文量、机构、作者和关键词进行可视化分析。结果: 共纳入文献 373 篇, 发文量总体呈上升趋势; 研究机构、作者间合作较少, 呈现发散的特点; 共形成 6 个关键词聚类标签, 出现频次排名前 3 位的关键词分别是“口腔医学”“实验教学”“虚拟仿真”。结论: 虚拟仿真技术运用于口腔医学领域的临床教学和教学改革中仍为研究热点。

关键词: 虚拟仿真技术; 口腔医学; 可视化分析

Visual Analysis of Virtual Simulation Technology Research in the Field of Stomatology

Yan Jiayu, Zhai Xuxiang

School of Medicine, Xi'an Peihua University, China Shaanxi Xi'an 710125

Abstract: Objective: To analyze the current status, hotspot distribution, and development trends of virtual simulation technology in the field of stomatology. Methods: Relevant literature from 2005 to 2025 was retrieved from China National Knowledge Infrastructure (CNKI). CiteSpace 6.3.R1 software was used to conduct a visualization analysis of publication volume, institutions, authors, and keywords. Results: A total of 373 articles were included. The overall publication volume showed an upward trend; Collaboration among research institutions and authors was limited, exhibiting a dispersed pattern; six keyword clusters were identified, with the top three keywords by frequency being "oral medicine", "experimental teaching", and "virtual simulation". Conclusion: The application of virtual simulation technology in clinical teaching and educational reform within oral medicine remains a prominent research focus.

Keywords: Virtual simulation technology; Oral medicine; Visualization analysis

0 引言

虚拟仿真是一种具有低成本、高安全性、操作可逆性等显著特征的教学模式。该模式通过拓展实验教学内容的广度与深度、突破传统教学的时空限制,有效提升实践教学质量与学生学习成效^[1]。沉浸式虚拟实验环境借助高精度建模与实时渲染技术,使学生能够在虚拟场景中开展交互式实践训练,已成为信息化时代提升实践教学效能的核心手段^[2-4]。目前,我国已有 400 余项国家级虚拟仿真实验教学项目通过认定^[5],有力推动了该领域的标准化建设与应用普及。

尽管虚拟仿真技术在医疗卫生领域尤其是在临床前培训手术辅助方面的应用日益广泛,但国内口腔医学教育的实践教学环节仍主要依赖于物理模型^[6],如口腔仿真人头模与常规设备,口腔综合治疗椅等^[7],在教学体系方面促进学生理论知识内化与临床操作技能掌握方面存在显著局限性。此外,当前高等教育虚拟仿真实验教学体系仍存在结构性问题:一是学科分布失衡,项目建设高度集中于理科、工科领域,而医科特别是口腔医学等专业的虚拟仿真资源显著匮乏;二是类型覆盖不充分,不同属性课程中的

项目占比差异显著,并且尚未形成系统性支撑学生学习过程的教学设计范式。尤其在口腔医学教学中,兼具实时交互功能的虚拟仿真项目仍处于不完善状态,传统课程体系与新兴技术的有机融合路径亦亟待探索。

鉴于此,全面把握、对比剖析虚拟仿真技术在口腔医学领域的研究现状、热点分布及发展趋势,对于了解国内的理论研究与教学改革创新意义重大。本研究通过虚拟仿真技术在口腔医学领域研究的文献进行分析,以了解国内虚拟仿真技术在口腔医学领域研究现状,为相关研究提供建议及参考。

1 资料与方法

1.1 数据来源和检索策略

本研究以中国知网数据库作为文献来源,通过限定“学术期刊”类型,设置主题=(口腔医学/口腔科/口腔护理)AND(虚拟仿真/有限元仿真/模拟仿真/仿真分析)。检索时间跨度为 2005—2025 年。文献类型限定为期刊论文,其他检索条件为系统默认。检索期间排除与主题词无关、信息缺失或重复的文献、报纸、图书和会议,共纳入 373 篇文献。将检索获得的文献以“Refworks”

格式导出,并以“download_2025”命名后,建立 input、output、data 和 project 文件夹,转换为 CiteSpace 软件可以识别处理的格式,即命名为“download_2025_converted”文件夹。

1.2 工具和方法

采用 CiteSpace 6.3.R1 软件对纳入的文献进行可视化分析。时间跨度设置为 2005—2025 年,时间切片设置为 1 年。项目运算的关键词最大字数设置为 6 个字,绘制该领域研究的文献知识图谱。

2 结果

2.1 发文量分析

对 2005—2025 年发表的文献整体产出的时间分布特征进行统计发现发文量在逐年增长,尤其是 2021—2025 年,相关研究进入快速增长的阶段,2025 年即使未满一年,但发文量仍达到顶峰,表明近 20 年虚拟仿真技术应用与口腔医学领域受到研究者广泛关注,成为研究热点。本研究检索截至日期是 2025 年 5 月 15 日,但 2025 年年发文量仍达到顶峰,表明该领域研究的发展已初具规模,虚拟仿真技术应用于口腔医学领域逐渐得到认可。

2.2 作者合作可视化

在图 1 作者合作网络图谱中,节点代表作者,其大小与发文量呈正相关,节点越大则发表的论文越多;节点间的连线表征合作关系。该网络共包含 252 个节点和 216 条连线,网络密度为 0.0068。图 1 显示网络结构呈发散特征,尚未形成核心作者群体。其中,叶红强和周永胜以各发表 5 篇文献成为发文量最多的作者。在年轮式节点可视化中,年轮宽度代表作者年度发文量,呈现正相关关系;而单一节点呈现的多色环带,则表明该研究者于不同年份持续产出相关文献。叶红强在 2016、2022、2023 年均发表了相关文献;西玉立在 2012 和 2020 年均发表了相关文献。可以看出,北京大学口腔医学院和南京医科大学口腔医学院是虚拟仿真技术应用口腔医学领域研究的主要单位,叶红强、周永胜、刘云松有合作研究关系。



图1 作者合作网络图谱

2.3 研究热点分析

通过关键词共现网络的聚类分析,获得了如图 2 所示

的关键词聚类图谱。图中以“#”标识聚类,其编号越小表示该颜色编码区块包含的成员文献量越多;聚类的数量和轮廓值表明研究领域的深度和精确度差异较大^[8]。对关键词进行 K 聚类分析,形成 6 个聚类。分别是实验教学、教学、实践教学、减压器、有限元和仿真,集中反映了虚拟仿真技术在口腔医学领域的研究主题。

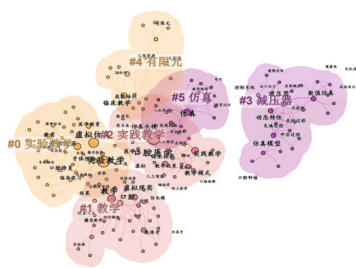


图2 关键词聚类图谱

对关键词进行聚类分析并绘制相关时线图谱,时间轴越往右越能够体现对应聚类的热点前沿,如图 3 分析可知, # 有限元是出现时间最晚的聚类; # 实践教学是持续时间最久且目前热度最高的聚类。

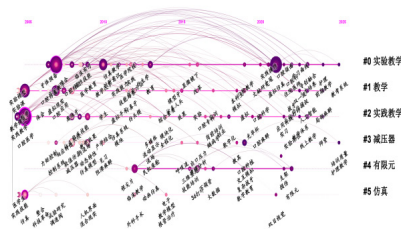


图3 关键词聚类时间线图谱

3 讨论

3.1 时间分布分析

从整体发文量看,虚拟仿真技术在口腔医学领域研究在近 20 年来分为 3 个阶段:(1)初始阶段:2005—2007 年的年均文献发表数量相对较少,表明该研究领域的关注度较低,共发表 17 篇;(2)发展阶段:2008—2019 年的发文量首次超过 24 篇,随后逐年迅速增加,共发表 170 篇。说明 2013 年教育部启动国家级虚拟仿真实验教学中心建设和 2017 年启动的示范性虚拟仿真实验教学中心认定工作^[1],显著促进了虚拟仿真实验教学研究在医科领域的应用;(3)稳定阶段:2020—2025 年发文量增速较快且稳定在 33 篇/年左右,共发表 186 篇,表明研究领域进入深层次发展阶段。

3.2 空间分布分析

统计机构的论文发表数量可用于分析研究成果的地域分布特征,进而评估机构的科研实力水平^[9,10]。而作者合作发表论文的关联网络,则能直观呈现研究者之间的科研协作模式,为深入剖析该领域学术团队的构成结构提供依

据^[11]。机构合作网络图显示,部分核心研究人员为代表的科研团队,虽呈现出一定的合作倾向,但合作机构的整体分布仍较为分散,彼此联系不够紧密,尚未形成稳定的机构、核心作者群体。综上所述,我国该领域仍存在作者合作不足、核心作者群不稳定的问题,多数研究者倾向独立开展研究。国内学者与机构需强化合作交流,依托优势互补驱动领域研究的创新发展。与此同时,该领域研究力量中存在大量小型团队与独立研究者,但其横向协作联动显著不足。未来可聚焦搭建高效沟通平台,推动核心研究群体的凝聚,进而提升该领域研究的整体深度与广度。

3.3 研究热点分析

2005—2017 年为虚拟仿真技术应用于实践教学的起步阶段。此阶段有 5 个关键词,分别是实践教学、减压器、仿真头模、数值仿真和动态特性。根据《教育信息化十年发展规划(2011—2020 年)》要求,教育部 2013 年发布《关于开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作的通知》以来,各高校结合自身的优势与专业特色,积极开展虚拟仿真实验中心的整合建设与申报工作^[4,5]。此通知促进了虚拟仿真技术和实践教学的相融合与发展。

2018—2020 年为虚拟仿真技术应用于实践教学的发展阶段。虚拟仿真技术的应用为医学实践类教学包括实验、实训、见习等带来了前所未有的变革,尤其是教育部 2017 年开展 2017—2020 年示范性虚拟仿真实验教学项目建设规划^[12],推进信息技术与高等教育实验教学的深度融合,虚拟仿真实验教学迅速发展;2019 年《教育部关于一流本科课程建设的实施意见》^[13]将虚拟仿真实验教学作为一流课程类型之一,对课程的建设 and 质量提升提出了进一步要求^[14]。

到 2025 年,虚拟仿真技术运用于口腔医学领域的临床教学和教学改革中仍为研究热点。党的二十大首次将“推进教育数字化”写入报告,要求实现教育数字化转型。高等教育虚拟仿真实验教学项目建设需要通过数据赋能,实现教学内容、教学方式、教育供给和教育治理的模式和流程再造^[15],进而实现高等教育高质量发展。

4 结语

本研究系统揭示了该领域的研究现状、热点分布及发展趋势。“口腔医学”“实验教学”“虚拟仿真”是近年的研究热点,凸显虚拟仿真技术与教育教学融合的实践导向;建议教育者需进一步推进虚拟仿真技术在口腔医学领域的研究,构建标准化教学应用框架。同时,应提升虚拟仿真资源的可及性与共享效率,强化虚拟仿真技术对实践教学的赋能作用。但是本研究仅聚焦国内研究,缺乏对国外虚拟仿真技术在口腔医学领域的研究现状及应用模式的对比分析,可能导致分析视角的片面性。未来需通过跨数据库

整合、国内外文献比较及实证研究,进一步夯实研究的全面性与实践指导价值。

参考文献:

- [1] 李平,毛昌杰,徐进.开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设提高高校实验教学信息化水平[J].实验室研究与探索,2013,32(11):5-8.
 - [2] Gao F, Qiu J, Chen L, et al. Effects of virtual reality simulation on medical students' learning and motivation in human parasitology instruction: a quasi-experimental study [J]. BMC Medical Education, 2023, 23(1): 630.
 - [3] 龙绍蓉,刘若丹,张玺等.人体寄生虫学教学改革的探讨[J].中国病原生物学杂志,2024,19(02):245-247.
 - [4] 吴文哲,季林丹,陈坤.虚拟仿真实验教学项目建设的挑战与对策[J].中国大学教学,2023,(10):69-74.
 - [5] 张慧琴,李中凯.近十年我国高校虚拟仿真实验教学研究发展述评[J].实验室研究与探索,2024,43(08):77-82.
 - [6] 王振慧,杨宏业.虚拟仿真技术在口腔医学教育中的应用[J].口腔医学研究,2022,38(09):811-814.
 - [7] 庞梦微,季平,宋锦璘等.一流本科教育背景下口腔虚拟仿真实验教学体系建设与应用[J].中国医学教育技术,2022,36(1):55-59.
 - [8] 侯庆哲,杨娜娜.护士心理健康研究进展及可视化分析[J].黑龙江科学,2025,16(08):126-128.
 - [9] 石力文,周俊,毛宗福等.基于 CiteSpace 的全球健康热点与前沿分析[J].现代预防医学,2019,46(10):1801-1805.
 - [10] 张瑾,尚学兰,尹玥.河南省疾病预防控制中心 2005—2017 年发表科技论文情况分析[J].现代预防医学,2020,47(06):1116-1119.
 - [11] 刘华雪,于文静,张爱华.基于 CNKI 数据库的 2007—2017 年社区老年护理研究的可视化分析[J].现代预防医学,2018,45(11):1992-1995.
 - [12] 中华人民共和国教育部.关于 2017—2020 年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知教高厅〔2017〕4 号[Z].2017.7.
 - [13] 中华人民共和国教育部.关于一流本科课程建设的实施意见(教高〔2019〕8 号[Z].2019.10.
 - [14] 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.
 - [15] 程莉莉.教育数字化转型的内涵特征、基本原理和政策要素[J].电化教育研究,2023,44(04):53-56.
- 作者简介:第一作者:严佳雨(1998.12-),女,汉族,陕西省渭南人,本科,助教,主要研究方向:临床护理学。