

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.12.040

•医学美学教育•

## 数字化虚拟仿真技术在口腔修复学实验教学中的应用效果

赵琦玥, 柴梅, 姜丽媛, 王玉华

(安徽第二医学院, 安徽 合肥 230601)

**[摘要]**目的 探讨在口腔修复学实验教学中应用数字化虚拟仿真技术的效果。方法 抽取2025年9月-2026年1月安徽第二医学院2024级口腔医学专业在校学生102人,以班级为单位分为对照组(1班)和试验组(2班),各51人。对照组采用传统教学模式,试验组采用基于数字化虚拟仿真技术的教学模式,比较两组考核成绩、技能操作过程得分、教学满意度。结果 试验组理论考核成绩、技能操作考核成绩、总成绩均高于对照组( $P<0.05$ );试验组牙体预备用时牙体、预备体精度牙体均高于对照组( $P<0.05$ );试验组教学满意度(98.04%)高于对照组(58.82%)( $P<0.05$ )。结论 在口腔修复学实验教学中引入数字化虚拟仿真技术能有效提升教学质量,有利于提高学生的考核成绩及技能操作过程得分,且学生对教学模式的满意度较高,应用价值确切。

**[关键词]** 口腔修复学;实验教学;数字化虚拟仿真技术

**[中图分类号]** G642; R783

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1004-4949(2026)12-0159-04

### Application Effect of Digital Virtual Simulation Technology in Experimental Teaching of Prosthodontics

ZHAO Qiyue, CHAI Mei, JIANG Liyuan, WANG Yuhua

(Anhui Institute of Medicine, Hefei 230601, Anhui, China)

**[Abstract]****Objective** To explore the application effect of digital virtual simulation technology in the experimental teaching of prosthodontics. **Methods** A total of 102 undergraduate students majoring in stomatology of Grade 2024 in Anhui Institute of Medicine from September 2025 to January 2026 were selected, and they were divided into the control group (Class 1) and the experimental group (Class 2) based on class units, with 51 students in each group. The control group adopted the traditional teaching mode, and the experimental group adopted the teaching mode based on digital virtual simulation technology. The assessment scores, skill operation scores and teaching satisfaction were compared between the two groups. **Results** The theoretical assessment score, skill operation score and total score of the experimental group were higher than those of the control group ( $P<0.05$ ). The tooth preparation time and preparation accuracy of the experimental group were better than those of the control group ( $P<0.05$ ). The teaching satisfaction rate of the experimental group (98.04%) was higher than that of the control group (58.82%) ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The introduction of digital virtual simulation technology into the experimental teaching of prosthodontics can effectively improve the teaching quality, elevate students' assessment scores and skill operation scores, and achieve high student satisfaction with the teaching mode, which has definite application value.

**[Key words]** Prosthodontics; Experimental teaching; Digital virtual simulation technology

口腔修复学(prosthodontics)是口腔医学专业的专业核心课程,是通过符合生理的方法采用人工装置来修复口腔及颌面部各种缺损并恢复其

形态、功能和美观,高度依赖实践技能和空间思维的临床科学,实验实训教学是连接理论与临床的桥梁。国外实验教学模式对更新的教学内容、

基金项目: 1. 安徽省省级重大教学研究项目(编号: 2024jyxm1304); 2. 安徽省省级一流核心示范金课《口腔材料学》(编号: 2024yljk133)

第一作者: 赵琦玥(1995.8-),女,安徽合肥人,本科,助理实验师,主要从事口腔医学实验实训教育及临床方面工作

通讯作者: 柴梅(1983.1-),女,安徽六安人,硕士,副教授,主要从事口腔修复学教育教学及临床方面工作

方法以适应新技术和临床需求为导向<sup>[1]</sup>, 强调口腔专业技术和教学方法与临床实践紧密结合。国内口腔医学专业传统实验实训教学模式存在诸多资源与教学短板, 具体问题如下: ①实验教学耗材弊端突出: 课程常规使用石膏牙、树脂牙、离体牙等进行实操技能练习, 相关耗材及成本较高、损耗率高, 且无法循环复用<sup>[2]</sup>; 同时, 实验实训耗材的不可逆操作特性使学生产生畏难情绪与焦虑, 削弱其学习的主动性与积极性<sup>[3]</sup>; ②个性化教学指导缺失: 口腔技能操作具有精细化的特点, 教学过程中指导教师无法同步观察全体学生的精细操作流程, 难以针对每位学生的操作细节开展精准指导, 导致教学指导针对性不足; ③评价标准缺乏客观性: 口腔修复学中常见的牙体预备, 全口义齿排列等项目, 当前教学评价主要依赖教师经验, 缺乏可量化的客观评价体系, 导致评价结果主观性较强。综上, 口腔实验实训传统教学模式存在耗材缺陷、指导局限、评价不规范等多重问题, 基于现代化口腔医学实训人才的培养需求, 亟需引入数字化虚拟仿真技术教学新模式, 优化现有教学体系, 弥补传统教学短板。依据“十四五”规划纲要, 持续推进虚拟仿真实验教学体系建设<sup>[4]</sup>, 解决实验耗材成本较高, 损耗率高的问题。依据《教师数字素养》教育行业标准, 利用数字技术资源创新教学模式<sup>[5]</sup>, 开展个性化指导, 通过虚拟仿真技术实现结果评价标准可量化。现有口腔数字化实训教学模式多集中单一数字化设备应用, 普遍存在虚仿教学融合度低, 实训评价标准适配性差, 全流程数字化实训体系缺失等问题, 未能系统性解决耗材、指导、评价三重教学短板<sup>[6]</sup>。基于此, 本研究旨在探究数字化虚拟仿真技术在口腔修复学实验教学中的应用效果, 现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 抽取2025年9月-2026年1月安徽第二医学院2024级口腔医学专业在校学生102人, 以班级为单位分为对照组(1班)和试验组(2班), 各51人。对照组男25人, 女26人; 年龄20~24岁, 平均年龄( $20.51 \pm 0.95$ )岁。试验组男23人, 女28人; 年龄19~23岁, 平均年龄( $20.22 \pm 0.58$ )岁。两组性别、年龄比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 研究可比。所有学生均知情同意, 并自愿参加项目。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 口腔医学专业全日制专科在校生, 既往完成口腔医学专业基础课程并通过实验实训课程考核; 在校同步完成口腔修复学理论及实验课程学习, 不存在无故缺勤、请假 $>5$ 次的情况。排除标准: 存在学习障碍; 沟通困难; 不配合考核、不完成问卷调查的情况。

1.3 方法 两组学生学习周期均为一学期。理论授课教师为同一人, 副教授职称, 从事临床教学工作 $\geq 10$ 年; 实验教学指导教师为同一人, 助理实验师职称, 从事实验教学工作 $\geq 4$ 年, 与理论授课老师共同指导学生。教学项目为口腔修复学下颌第一磨牙全瓷冠牙体预备。教学大纲、实验内容、考核标准均保持一致。

1.3.1 对照组 采用传统教学模式: 先进行理论学习, 课堂统一讲授, 观看2D教学视频。教师在仿头模树脂牙分组示教, 学生围观。操作细节因角度等原因难以观看清晰。技能操作环节学生在仿头模树脂牙上自主练习, 教师巡视指导。指导有限, 可能会忽略部分同学操作细节。最后在规定时间内完成一颗牙的全冠预备, 由2~3名教师根据评分标准进行主观考核打分。

1.3.2 试验组 采用基于数字化虚拟仿真技术的教学模式: 教学阶段分为理论学习、技能操作规范流程意识建立、技能操作练习及考核4个阶段, 在不同教学阶段均引入数字化教学新模式, 通过量化指标体现数字化赋能教学优势。数字化教学配置主要采用数据采集端口内扫描仪3Shape TRIOS、设计评估端CAD软件3Shape Dental System进行试验组教学及考核。①理论学习: 教师课堂统一讲授, 观看3D教学动画视频, 辅用AR等模型演示牙体预备量及牙体预备步骤; 操作步骤立体化、预备量可视化, 降低学生对牙体预备量的空间想象难度; ②通过牙体预备虚拟仿真软件进行口内牙体预备细节操作, 口外通过同屏示教机演示器械握持、支点选择等规范操作, 将难以直观看到的操作细节转化为直观视觉反馈; ③技能操作环节学生先在仿头模树脂牙上进行预备, 完成后使用扫描仪获取预备体三维数据, 与标准预备体进行偏差分析, 生成详细分析报告; 根据分析结果调整练习方式, 反复练习, 使评价客观化、过程数据化, 学习过程可见、可量、可优化; ④考核采用过程性+结果性联合的方法, 由教师对技能操作支点选取、握持姿势、体位规范性进行考核, 数字化扫描对预备体结果进行精度分析, 结合主观

经验与客观数据,全面反映学生综合能力;虚实结合的教学模式将传统教学“真实感、临场感”优势与数字化教学的“无风险、可重复、及时反馈”优势相结合;通过先理论学习,再传统实验实训教学练习,建立临床手感,掌握规范操作流程;引入数字化实操训练进行练习成果评价及模拟临床技能操作,解决实际问题;最后,通过综合评价反馈建立教学评价机制<sup>[7]</sup>,检验教学成果。

#### 1.4 观察指标

1.4.1记录两组考核成绩 本学期教学结束后,通过理论考核与实验考核评价教学最终效果。①理论考核:满分100分,主要考查口腔修复专业知识,包括牙体预备,牙列缺失的修复,可摘局部修复体设计等内容;②技能操作考核:满分100分,考查下颌第一磨牙全瓷冠牙体预备、操作规范性、预备体的整体精度、轴面聚合度、肩台清晰度与宽度等内容。总成绩=理论考核成绩×60%+技能操作考核成绩×40%。

1.4.2记录两组技能操作过程得分 教学考核结束后对学生牙体预备用时及预备体精度进行评估。预备用时得分:牙体预备用时限25 min,由2~3名教师根据评分标准进行主观考核打分,满分25分,用时成绩=25-预备用时,预备用时越短则得分越高;预备体精度得分:采用数据采集端口内扫

描仪3Shape TRIOS,设计评估端CAD软件3Shape Dental System进行考核,满分100分。

1.4.3记录两组教学满意度 教学考核结束后进行问卷调查,从学习兴趣、自信心、课堂满意度、数字化技术接受度等维度根据Likert 5级评分法,满分100分,≥80分为满意,64~79分为一般,<65分为不满意。满意度=满意率+一般率。

1.5 统计学方法 采用SPSS 27.0统计学软件进行数据分析,计数资料以 $n(\%)$ 表示,行 $\chi^2$ 检验;计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,行 $t$ 检验; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组考核成绩比较 试验组理论考核成绩、技能操作考核成绩及总成绩均高于对照组( $P < 0.05$ ),见表1。

2.2 两组技能操作过程得分比较 试验组牙体预备用时得分、预备体精度得分均高于对照组( $P < 0.05$ ),见表2。

2.3 两组教学满意度比较 试验组满意39例,一般11例,不满意1例,满意度为98.04%(50/51);对照组满意6例,一般24例,不满意21例,满意度为58.82%(30/51)。试验组教学满意度高于对照组( $\chi^2 = 23.182, P < 0.05$ )。

表1 两组考核成绩比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

| 组别       | <i>n</i> | 理论考核成绩       | 技能操作考核成绩     | 总成绩          |
|----------|----------|--------------|--------------|--------------|
| 试验组      | 51       | 81.96 ± 4.61 | 86.96 ± 3.96 | 86.49 ± 3.87 |
| 对照组      | 51       | 72.98 ± 5.13 | 75.51 ± 4.27 | 78.49 ± 4.07 |
| <i>t</i> |          | 9.298        | 14.038       | 10.184       |
| <i>P</i> |          | < 0.05       | < 0.05       | < 0.05       |

表2 两组技能操作过程得分比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

| 组别       | <i>n</i> | 预备用时得分       | 预备体精度得分      |
|----------|----------|--------------|--------------|
| 试验组      | 51       | 11.99 ± 2.17 | 87.53 ± 3.51 |
| 对照组      | 51       | 8.99 ± 2.23  | 75.40 ± 3.26 |
| <i>t</i> |          | 6.890        | 18.086       |
| <i>P</i> |          | < 0.05       | < 0.05       |

## 3 讨论

数字化赋能实验实训教学是教学手段的革新,是医学教育的探索与转型。积极响应推进智

慧教育政策,加强实践环节,建设智慧教育新型基础设施<sup>[8]</sup>,从教学效果与效率出发,数字化技术的应用能显著提升教学效率与质量<sup>[9]</sup>。数字化教学评估通过建立即时客观的反馈机制,加速“实践-认知-改正”的学习逻辑,并将复杂的三维操作分解为逐步可视化的参考,使学生能更专注于关键技术要点的掌握。而教师可以根据系统输出的数据,对每位学生的实验练习过程做出精确指导,实现个性化辅导,真正做到因材施教。创新人才培养机制,推动信息技术与教学深度融合,建设职业教育专业教学资源库,支持项目

式、混合式教学,培养复合型技术技能人才<sup>[10]</sup>。从经济性与可持续性角度而言,该教学模式能有效节约长期耗材成本。虚拟仿真与可重复使用的智能模型,在长期教学使用过程中成本大大降低,能够实现教学资源利用率的最大化。

本研究中,试验组理论考核成绩、技能操作考核成绩、总成绩优于对照组( $P<0.05$ )。分析认为,将理论知识引入数字化技术后,学生普遍接受程度较高,对知识内化程度更好,操作技能得到了有效提升。试验组预备体精度得分高于对照组( $P<0.05$ )。究其原因,数字化虚拟仿真技术实验教学中,数字化设备不仅提供的实时反馈功能,还能及时反馈牙体预备体在边缘清晰度、形态保持率及预留量均匀性上需要修改的方向,避免了传统教学中依赖手感、反复试错导致的过度预备或预备不足等问题,让学生在脱离数字化设备后仍然能将牙体预备量控制在精确范围内,相较于传统教学模式,大幅提高了学生对临床操作技巧的理解和掌握程度<sup>[11]</sup>。试验组牙体预备用时得分高于对照组( $P<0.05$ ),提示数字化虚拟仿真技术的应用使得学生的牙体预备效率增加。数字化平台将复杂的预备流程分解为清晰的步骤,学生可通过重复练习特定难点模块,实现针对性突破,从而提升了技能操作速度。虚拟仿真系统可引导操作者严格遵循生物力学操作规范,使其在学习初期即可形成规范的肌肉记忆,为后续开展安全、标准化的临床操作奠定基础。试验组教学满意度高于对照组( $P<0.05$ ),提示数字化技术引入口腔修复学试验教学获得了大多数学生的肯定。基于数字化虚拟仿真技术的教学模式,可为医学生搭建从新手阶段过渡至准临床医师的安全成长体系,构建“容错式”学习环境。学生可在无真实患者医疗风险的前提下,逐步完成知识建构、技能内化与临床综合能力的培养,规避了以患者健康为代价的传统实训弊端。同时,新一轮科技革命对医学人才培养质量提出了更高要求。数字化教学需推动技术与教学内容的深度融合,通过引入AI技术动态研判学生的知识掌握程度与临床技能熟练度,结合个体学习特征生成自适应学习路径,实现精准教学反馈与因材施教<sup>[12]</sup>。该模式打破了传统教学工具的局限,构建了全新的数字化教学生态平台<sup>[13, 14]</sup>,能够为学生提供沉浸式、连续性的规范化学习体验。

综上所述,在口腔修复学实验教学中引入数字化虚拟仿真技术能有效提升教学质量,有利于提高学生的考核成绩及技能操作过程得分,且学生对教学模式的满意度较高,应用价值确切。

### [参考文献]

- [1] Overskott HL, Markholm CE, Sehic A, et al. Different Methods of Teaching and Learning Dental Morphology[J]. Dent J(Basel), 2024, 12(4): 114.
- [2] 郑庆华, 王诗达, 王亚, 等. 人工智能背景下四川大学口腔医学教育新生态建设路径探索——以实验教学为例[J]. 数字与缩微影像, 2024(3): 15-17.
- [3] 谢海峰, 陆晓庆, 吴雨旻, 等. 本科生口腔修复学实验教学改革探讨[J]. 基础医学教育, 2022, 24(8): 612-616.
- [4] 中央网络安全和信息化委员会办公室, 教育部, 工业和信息化部, 等. 2024年提升全民数字素养与技能工作要点[Z/OL]. (2024-02-21)[2026-06-09]. [https://www.cac.gov.cn/2024-02/21/c\\_1710183257270007.htm](https://www.cac.gov.cn/2024-02/21/c_1710183257270007.htm).
- [5] 中华人民共和国教育部. 《教师数字素养》: JY/T 0646-2022[S/OL]. 2022-11-30(2022-11-30)[2026-06-09]. <https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2023-02/21/5742422/files/284e9526cd2c4076ac2479a88e02a555.pdf>.
- [6] 代树强. 人工智能驱动的技工教育课程体系重构与实践研究[J]. 教育理论与实践, 2025, 45(15): 54-59.
- [7] 刘爽, 黄思源, 庞国际. 医学数字化中的虚拟仿真实验系统设计[J]. 电子技术, 2024, 53(1): 224-225.
- [8] 李锋, 顾小清, 程亮, 等. 教育数字化转型的政策逻辑、内驱动力与推进路径[J]. 开放教育研究, 2022, 28(4): 93-101.
- [9] 蒙蒙, 余凡, 郭畅, 等. 数字化全口义齿技术在口腔修复规培教学中的应用探索[J]. 口腔颌面修复学杂志, 2026, 27(4): 315-320.
- [10] 王珏, 彭文英, 刘睿, 等. 数字化赋能以临床为导向的口腔材料学教学改革探讨[J]. 卫生职业教育, 2025, 43(19): 55-59.
- [11] 麦昱颖, 黄瑾, 黄琳惠, 等. 基于虚拟现实技术的口腔修复学实验教学探索[J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(6): 184-187, 191.
- [12] 陈立丽. 现代信息技术与高校教育教学深度融合的策略研究[J]. 中国管理信息化, 2021, 24(12): 233-234.
- [13] 王吉平, 罗江华, 余明媚. 高校实验教学数字化转型的四重逻辑[J]. 教育理论与实践, 2025, 45(33): 48-53.
- [14] 周榕杰, 李佩, 唐璇, 等. CBL结合翻转课堂教学模式在口腔修复学临床实习中的应用[J]. 重庆医学, 2021, 50(24): 4301-4303.