

# 混合现实技术与案例教学在“医学影像设备学”中的应用

——提升影像诊断教学效果的创新探索

高俊逸<sup>1,3</sup>, 朱振宇<sup>2</sup>, 张继<sup>1,3</sup>, 丁少华<sup>1,3</sup>

1. 南京医科大学附属泰州人民医院医学影像科 江苏 泰州 225300; 2. 江苏医药职业学院医学影像学院 江苏 盐城 224005; 3. 江苏医药职业学院泰州临床学院 江苏 泰州 225300

**[摘要]**目的: 探讨混合现实技术 (mixed reality, MR) 结合案例为基础的学习 (case-based learning, CBL) 在“医学影像设备学”教育中的应用效果, 旨在提高医学影像诊断学专业学生的理论与实践能力。

**方法** 通过将南京医科大学附属泰州人民医院影像诊断学专业的规培生分为试验组 15 名和对照组 15 名, 研究对比了这一教学模式与传统教学方法在学生理论成绩及教学满意度上的差异。结果: 试验组在理论成绩和教学满意度上均显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ), 表明 MR 结合 CBL 的教学模式显著提高了学生的学习成绩和满意度。结论: 新型教学模式在“医学影像设备学”中提高了教学效果, 增强了学生的专业素养, 对医学教育未来的发展提供了有益的启示, 尽管存在技术投入和维护的挑战, 但其在医学教育中的应用前景是积极的。

**[关键词]** 医学影像设备学; 混合现实技术; CBL

**[中图分类号]** G641 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1687-9534(2025)-0019-67 **[收稿日期]** 2025-01-09

住院医师规范化培训是一名医学影像学专业学生转变为合格影像诊断医师的必经之路, 是提高医疗质量水平的有效措施<sup>[1]</sup>。随着数字医学高速发展及其在临床的广泛应用, 医学影像学逐渐形成了集形态、功能和代谢模式为一体的综合影像诊疗体系。这对影像诊断医生提出了更高要求, 通过规范化培训不仅要学习掌握各类疾病的影像特征和影像诊断, 还需要系统全面掌握医疗成像设备的

结构、原理及操作, 这对于培养适应时代发展需求的医学人才具有重要意义。

“医学影像设备学”作为基础课程, 是影像诊断规培生必须掌握的。但目前多采用传统授课模式<sup>[2]</sup>, 学生被动学习, 处理实际问题时缺乏应对能力。由于医学影像设备庞大、复杂、昂贵, 理论知识难以具体化, 为增强学生专业素养, 在原有的以案例为基础的教学 (case-based learning, CBL) 方式上引入混合现实技术 (mixed reality, MR),

通过在现实场景中呈现虚拟场景信息，在现实与虚拟之间搭建一个信息交互的回路<sup>[3]</sup>，增强学生体验的真实感，将理论从书本抽离到现实中，实践操作设备结构，了解运行原理与结构组成，使教学更生动、新颖，对于影像专业规培生的临床教学有着显著意义。

## 一、研究对象与方法

### （一）研究对象

选取 2021-2023 级在南京医科大学附属泰州人民医院医学影像科进行住院医师规范化培训的医学影像诊断学专业的 30 名，随机将其分为对照组与试验组，每组 15 名（课程教学时间为 2023 年 6 月-12 月）。

### （二）教学方法

#### 1. 模型搭建

项目组结合理论知识，咨询专业设备工程师，实地观察研究大型医学影像设备（MR、CT、X 线等），选取主要零部件进行体素搭建并贴图渲染，构建 OBJ 格式数字设备模型，如图 1、2 所示。导出的模型结合 Unity 3D 软件实现 AR/VR 交互设计，对各设备零部件的运行轨迹做逻辑运算，最终导出虚拟仿真模型，在 PC 端、手机端等实现人机交互。

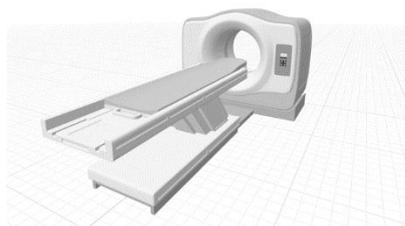


图 1 CT 设备数字三维模型

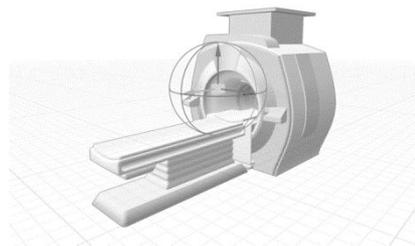


图 2 磁共振设备数字三维模型

#### 2. 教学用具

大型医学影像设备 (GE revolution CT、Siemens skyra 3.0TMR 等) 及相应虚拟仿真数字模型、手机、电脑、“医学影像设备学”教材、PPT、设备故障维修报告等。两组学员均按教学大纲内容进行教学。

#### 3. 混合现实设计

混合现实 (MR) 是一种将真实和数字空间相结合的技术，通常体现于进行空间映射的头显显示器，将真实情景信息融入虚拟世界中<sup>[4]</sup>。3D 数字模型上传虚拟平台根据算法进行各影像设备匹配初始设定，将 OBJ 转为 GLTF 格式，学生可通过手机或头显查看构建的三维医学影像设备并提出问题<sup>[5]</sup>，最后对设备重点结构的贴图、位置关系优化调整，上传至终端供教学规划及模拟交互使用。如图 3 所示。

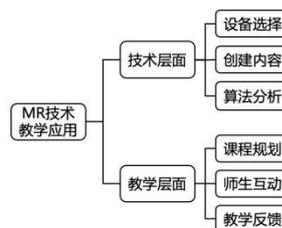


图 3 混合现实 (MR) 在教学中的应用设计流程图

混合现实技术的核心在于与真实世界的互动<sup>[6]</sup>，主要特点为（1）虚实融合 将模型数据内容通过虚拟的方式展示出来，学生可在真实环境中看到虚拟对象，增强可视化效果。（2）实时交互 提供“实中有虚”的半沉浸式体验，可通过手势交互、视网膜追踪等，更精准地控制设备，交互更自然。（3）三维注册 虚拟物体可与现实世界精确对准，通过显示设备，学生可同时看到真实环境和虚拟影像，加之手势、语音、视觉等方式互动，真正连通了虚拟世界和现实世界。

#### 4. CBL 案例教学设计

在设计教学中应用基于案例的学习教学法的方案时，目标是通过真实的案例，增强学生临床思维、问题解决和自主学习的能力，分四个步骤。（1）案例选择与设计：挑选与医学影像设备相关的真实临床案例，涵盖广泛的设备类型和临床应用。设计围绕诊断过程、设备操作原理、图像解析等，引导学生探索和解决实际问题。（2）课程结构安排：课程从基础到高级，每个主题模块先通过案例介绍影像设备和应用背景，再深入探讨技术原理和操作要点。通过分组讨论、角色扮演等环节，增强学生的参与感和实践能力。

（3）学习活动设计：结合 CBL 特点，设计以学生为中心的学习活动。如案例研讨会、模拟临床操作、同行评审等形式，鼓励学生搜集信息、交流思想、协作解决问题。此外，定期组织学生参与案例分析报告和演示，促

进知识的理解和应用。（4）评估与反馈机制：建立基于表现的评估体系，评价学生的知识掌握情况，考察其分析问题、应用知识解决实际问题的能力。通过模拟考试、案例分析报告、同学互评等方式，为学生提供反馈，帮助识别学习中的不足，鼓励持续改进。

#### （三）多元化教学方法实施

在课程教学中，采纳了将混合现实技术与 CBL 相结合的创新教学模式。此模式以学生为中心，注重实践操作，亦强化理论知识的掌握。首先，课程设计围绕真实临床环境中医学影像设备案例构建，让学生在探索影像设备的操作过程中，解决实际问题。学生在混合现实环境中接触到设备的三维模型，能够在虚拟空间里自由操作、观察设备的各组成部分，提高了学习的直观性和记忆深度，如图 4、图 5 所示。其次，采用 CBL 教学法，教师引导学生讨论分析案例，激发学生的思考和问题解决能力。每个案例都设计有与之相关的诊断难题，学生需团队合作，应用知识和技能进行分析讨论，并提出解决方案。

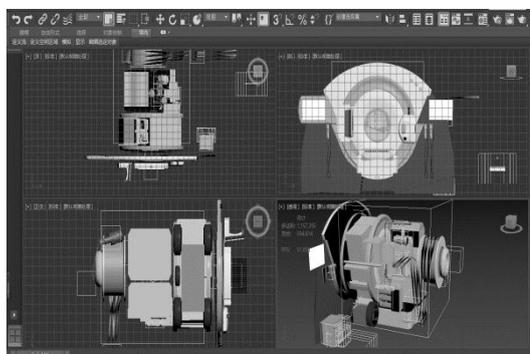


图 4 高度仿真设备结构



图 5 设备交互界面

为确保技术能有效支持教学目标，研究提供了专门的技术操作培训及持续的教学支持。学生通过模拟的临床场景，进行多次混合现实操作练习并记录，供师生共同回顾，在实际操作中不断进步。整个课程的实施过程注重反馈循环。学生完成每个模块后，都需自我评估并接受师生评价，从而帮助学生知识水平的提高，也便考察其实践和团队协作能力。多元化教学模式旨在培养学生的全面能力，为未来医学职业生涯奠定基础。

#### (四) 数据收集及分析

##### 1. 数据收集

(1) 定量数据：即理论考试成绩和教学满意度评分，通过预测试和后测试评估学生的知识掌握程度，使用问卷调查学生对教学模式的满意度和自我效能感。(2) 定性数据：通过半结构化访谈收集学生的反馈，了解其对混合现实技术和 CBL 结合教学模式的看法。

##### 2. 数据分析

定量数据使用统计软件进行 t 检验，比较实验前后学生的学习成效和自我效能感的

变化。定性数据采用内容分析法，对访谈内容进行编码和主题分析，以深入理解学生的体验和感受。

#### (五) 统计分析方法

研究采用混合方法研究设计，结合定量和定性分析，全面评估混合现实技术结合 CBL 在医学影像设备学教育中的应用效果。采用 SPSS 23.0 进行数据分析。计量资料以均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示。组间计量资料比较采用 t 检验；计数资料比较采用  $\chi^2$  检验。以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 二、结果

#### (一) 研究对象一般情况

对照组中男生 7 名，女生 8 名，年龄 21~29 岁，平均年龄 (25.36 ± 1.67) 岁，入科成绩 (70.29 ± 5.49) 分。试验组中男生 6 名，女生 9 名，年龄 21~27 岁，平均年龄 (24.07 ± 1.61) 岁，入科成绩 (72.00 ± 4.18) 分。两组学生在性别、年龄、入科成绩等一般资料无明显差异，具有可比性。此次教学课程研究所有入组规培学生均知情且同意。

(二) 两组学生理论成绩和教学满意度对比

表 1 可见，培训后试验组学员的理论成绩及教学满意度均高于对照组，差异均有统计学意义 (t 分别 = -5.24、-3.39, P 均 < 0.05)。

表 1 两组学生理论成绩和教学满意度对比

| 组别                                 | 理论成绩         | 教学满意度        |
|------------------------------------|--------------|--------------|
| 对照组<br>[n=15, ( $\bar{x} \pm s$ )] | 77.07 ± 8.12 | 77.0 ± 9.22  |
| 试验组<br>[n=15, ( $\bar{x} \pm s$ )] | 90.07 ± 5.13 | 87.67 ± 7.99 |
| t                                  | -5.24        | -3.39        |
| P                                  | < 0.001      | 0.0021       |

(三) 两组学生理论成绩统计学图表分析

根据两组理论成绩数据绘制统计学图表(图 6 所示)。左侧盒图可看出第二组(试验组)理论考试成绩数据的中位数和四分位范围高于第一组(对照组), 表明试验组同

学考试成绩普遍更高; 右侧直方图清晰显示两组数据的分布差异, 第二组(试验组)成绩数值集中分布在更高的值域。两张图表共同揭示了两组数据在分布和中心趋势方面的显著差异, 与之前的 t 检验结果一致, 即两组数据在统计学上存在显著差异。

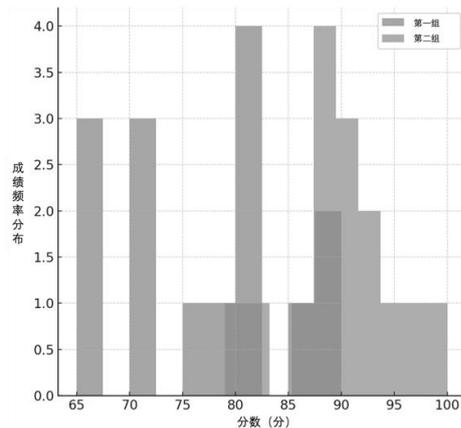
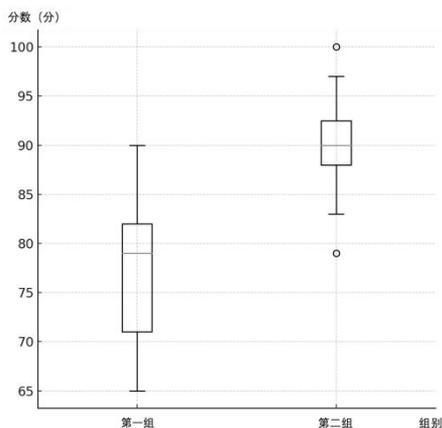


图 6 两组学生理论成绩统计学图表(盒图、直方图)

### 三、 讨论

(1) 教学模式的创新与实践: 混合现实结合 CBL 教学突破了空间限制, 提升了互动性<sup>[7]</sup>。在混合现实环境中, 学生能直观了解设备结构并模拟操作, CBL 则通过真实或模

拟场景引导学生应用理论分析问题。此模式结合理论与实践, 鼓励学生在无风险环境中犯错与学习, 培养批判性思维和问题解决能力。此外, 混合现实支持远程教学, 扩大了受众范围。整体上, 该模式将技术与教育结

合,为培养未来医学人才打下基础。(2)挑战与对策:混合现实技术需要较高投入,对预算有限的教学机构是挑战,同时教师与学生也需适应新技术,增加培训需求。应对方法包括与供应商合作,通过租赁或云服务降低成本,分阶段培训计划纳入教学发展中,组建跨学科团队优化资源配置。这些措施可有效应对挑战,推动医学教育发展。(3)对未来医学教育的启示:混合现实结合 CBL 拓展了教学边界,增强了学习体验,为学生提供无风险操作环境并促进理论与实践融合<sup>[8]</sup>。未来应探索虚拟现实、AI 等技术,注重学生反馈,激发创新思维,为医学教育走向更高效、个性化的未来奠定基础。

基金项目:2023 年度南京医科大学教育研究课题“三维虚拟仿真结合混合现实技术在医学影像教学中的研究与应用”

(2023ZC090);2023 年度泰州市人民医院院级教学研究课题“基于 Unity3D 的影像设备虚拟仿真教学系统构建与应用”

(JX-1-202302);2023 年度江苏医药职业学院校本教育研究课题“三维虚拟仿真在医学影像诊断教学中的研究与应用”

(Y202314);江苏医药职业学院校本自然科学基金“基于深度学习的三维医学图像配准与分割的算法研究”(20214113)

作者简介:高俊逸,男,1999-,江苏泰州人,学士,南京医科大学附属泰州人民医院,卫生技师,研究方向:数字医学;丁少

华,男,1988-,江苏泰州人,硕士,南京医科大学附属泰州人民医院,主管技师(通信作者),研究方向:数字医学

#### 参考文献:

- [1] 陈宇辰,殷信道.住院医师规范化培训在医学影像科的教学方法探索:以南京市第一医院医学影像科为例[J].教育教学论坛,2020,(14):266-269.
- [2] 王彪,吕俊宏.PBL 教学法在《医学影像设备学》课程教学中的应用[J].中国继续医学教育,2023,15(20):80-83.
- [3] 薛峰,潘桂洪,曾仁华,等.磁共振设备虚拟仿真软件的研究与应用[J].电子元器件与信息技术,2023,7(9):30-34.
- [4] 李忠海,徐钢,高淑贤,等.混合现实技术在外科临床教学中的应用及效果评价[J].中国高等医学教育,2022(9):67-69.
- [5] 于诗瑶.混合现实技术的教学特性与应用场景分析[J].中国信息技术教育,2023(19):94-96.
- [6] 高俊逸,何威震,沙冠辰,等.MRI 设备虚拟仿真教学系统的开发与应用[J].中国医学教育技术,2021,35(6):719-723.
- [7] 冯楠.医学影像设备学混合式教学探索[J].中国教育技术装备,2021(21):105-106.
- [8] 蔡惠芳,杨德武.医学影像设备课程教学现状分析及改革方案[J].中国医学装备,2016,13(3):137-139.

## The Application of Mixed Reality Technology and Case Teaching in "Medical Imaging Equipment Science"

—— Innovative exploration to improve the teaching effect of imaging diagnosis

Gao Junyi<sup>1, 3</sup>, Zhu Zhenyu<sup>2</sup>, Zhang Ji<sup>1, 3</sup>, Ding Shaohua<sup>1, 3</sup>

1. Department of Medical Imaging, The Affiliated Taizhou People's Hospital of Nanjing Medical University, Taizhou 225300, China;

2. Jiangsu Vocational College of Medicine, Yancheng 224005, China;

3. Taizhou Clinical College of Jiangsu Vocational College of Medicine, Taizhou 225300, China

**Abstract :** Objective To investigate the effectiveness of integrating Mixed Reality (MR) technology with Case-Based Learning (CBL) in the education of medical imaging equipment, with the aim of enhancing theoretical and practical abilities in medical imaging diagnosis students. Methods This study compared the differences in theoretical knowledge and teaching satisfaction between an experimental group of 15 students and a traditional group of 15 students from the diagnostic imaging residency program at Taizhou People's Hospital affiliated with Nanjing Medical University. Results The experimental group significantly outperformed the traditional group in both theoretical grades and teaching satisfaction ( $P < 0.05$ ), indicating that the MR combined with CBL teaching model significantly improved student learning outcomes and satisfaction. Conclusion The innovative teaching model enhanced educational effectiveness in medical imaging equipment studies and improved professional competencies among students, offering valuable insights for the future development of medical education. Despite challenges related to technology investment and maintenance, the prospects for its application in medical education are positive.

**Keywords :** Medical Imaging Equipment Studies; mixed reality technology; CBL; teaching model