

混合现实在住培生胸外伤临床教学及考核中的应用研究

吴书锐¹, 陈雷¹, 柳曦¹, 常子越², 张涛¹

¹中国人民解放军总医院第一医学中心胸外科, 北京 100853; ²中国人民解放军医学院研究生院, 北京 100853

摘要: 背景与目的: 针对传统胸外伤临床教学的不足, 探索混合现实(MR)技术的教学价值。方法: 将16名胸外科住院医师随机分为MR组($n=8$)和传统组($n=8$), 开展1周教学。通过知识测试和师生双向问卷评估效果。结果: 实验组客观性测试成绩和主观性评价结果多项优于对照组, 而且实验组在操作技能和基础知识方面的成绩提升较为明显; 学生和教师对实验组的主观性评价均高于对照组。结论: MR技术通过三维可视化、实时交互等特点, 显著提升胸外伤教学的沉浸感和教学效率, 尤其在解剖认知和临床技能培养方面优势突出, 为住培教学提供了创新性解决方案。

关键词: 胸外伤, 住培教学, 混合现实技术

Research on the application of mixed reality in clinical teaching and assessment of thoracic trauma for medical residents

Shurui Wu¹, Lei Chen¹, Xi Liu¹, Ziyue Chang², Tao Zhang¹

¹Department of Thoracic Surgery, the First Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; ²Graduate School of the PLA General Hospital, Beijing 100853, China

Abstract: Background and Purpose: To address the shortcomings of traditional clinical teaching for thoracic trauma, this study explores the educational value of mixed reality (MR) technology. Methods: Sixteen thoracic surgery residents were randomly divided into an MR group ($n=8$) and a traditional group ($n=8$) for a one-week teaching program. The effectiveness was evaluated through knowledge tests and bidirectional teacher-student questionnaires. Results: The experimental (MR) group outperformed the control (traditional) group in multiple aspects, including objective test scores and subjective evaluations. Notably, the MR group showed more significant improvements in procedural skills and foundational knowledge. Both students and teachers gave higher subjective ratings to the MR group compared to the control group. Conclusion: MR technology, with its features of three-dimensional visualization and real-time interaction, significantly enhances the immersion and efficiency of thoracic trauma teaching. It demonstrates particular advantages in anatomical understanding and clinical skill development, offering an innovative solution for residency training.

Keywords: Thoracic surgery, Medical education, Mixed reality

1. 引言

胸外伤是胸外科专科的常见病, 也是外科专业住院医师规范化培训的重要内容。中国医师协会2022版的《住院医师规范化培训内容与标准》中, 对外科方向的住培生, 要求在胸心外科轮转3个月, 最低需完成2例胸外伤、

血胸、气胸类疾病的收治, 并且要求最少完成3例胸腔闭式引流术的操作⁽¹⁾。而《北京市住院医师规范化培训内容与标准(2023年版)》中, 对规培学生在胸外科的轮转要求更高, 最低需完成3例胸外伤、血胸、气胸类疾病的收治⁽²⁾。而对于胸外科的常见病, 如肺癌和食管癌也仅要求3-5例。对比可见, 胸外伤在住培生临床教学中的重要性。

近年来, 我国大型医院的胸外科多为以肺癌、食管癌等胸部肿瘤的手术治疗为主, 而胸外伤的诊治相对关注减少⁽³⁾。这种病种分布特点造成了住培重点转向胸部肿瘤, 而对胸外伤逐渐忽视; 而且对胸外伤的临床教学仍停留在传统教学方式上, 多年来缺乏创新。这便造成了临床教学与实际需求的严重脱节, 难以达到住培的目的和要求。

胸外伤多为急诊, 往往病情较为复杂, 诊断和处理需要医生具备一定的专业知识和临床操作能力⁽⁴⁾。在胸外伤

收稿日期: 2025-4-28; 修回日期: 2025-5-23

基金项目: 北京市住院医师规范化培训质量提高项目(住培2023055); 北京市自然科学基金资助项目(7232353); 装备综合研究项目(LB2024B010100)

通讯作者/Corresponding author: 张涛/Tao Zhang, E-mail: thoracic_zt@163.com

的真实处理场景下，常难以进行临床带教。而依靠传统教学方法，如讲座、图像学习和模拟器操作等又难以达到住培生的教学需求，尤其是在提升决策能力和操作技能方面存在局限。

混合现实 (Mixed Reality, MR) 技术，作为一种结合了虚拟现实与增强现实特性的先进技术，已逐渐应用于多个领域，特别是在教育和培训中显示出其独特的优势。在医学教育领域，尤其是复杂的临床技能训练如胸外伤处理方面，MR技术提供了一个创新的教学平台，能够通过虚拟环境中的沉浸式体验，结合操作技能中的交互性，为学生提供既安全又接近真实的培训环境，让学生在无风险的情境中进行实践和探索^(5,6)。此外，MR技术还支持实时反馈和评估，为教师提供了崭新的教学评价工具，从而优化教学方法和内容，进一步提高教学效果^(7,8)。

中国人民解放军总医院第一医学中心的住培外科基地，每年承担着大量北京市住培生的临床教学任务。胸外科是国内最早应用混合现实技术的单位之一，有着丰富的临床经验；也较早地应用了混合现实技术辅助教学，并已初见成效。在本研究中，我们尝试在胸外伤教学及考核中应用MR技术，从客观及主观两个方面评价教学效果，探索临床教学新模式。

2. 对象与方法

2.1. 研究对象

(1) 按照住培轮转计划，从2024年2月至2024年5月来我科轮转学习的住培生中，每月抽取4名，共16名为研究对象。要求均为外科基地培训人员，计划在胸外科的时间均为2个月，且均为第2-3年级的学生。

(2) 入选标准：1. 均为外科专业住培生；2. 住培前专业为非胸外科专业；3. 尚未进行胸外科规培；4. 首次接触MR教学技术；5. 同意签署知情同意书。

(3) 排除标准为：1. 幽闭恐惧症；2. 畏光症。

(4) 研究分组：将入组住培生随机等分入实验组 (MR辅助教学法) 和对照组 (传统教学法)，每组8名。其中：实验组男性5名、女性3名，年龄24-28岁；对照组男性4名、女性4名，年龄24-29岁。

(5) 入科教育后常规入科考核，实验组成绩为 (63.25 ± 4.13) 分，对照组为 (63.25 ± 4.40) 分，两组一般资料具有同质性 ($P > 0.05$)。

2.2. 教学实施

(1) 教学安排：学生入科后的第2个完整周在正常临床带教基础上，进行为期1周的胸外伤专题教学。带教老师均为同一名高年资医师，该医师熟练掌握MR教具与传统多媒体教具。

(2) 教学内容：两组教学内容一致。周一通过小讲课形式介绍胸外伤的相关知识，具体包括：胸外伤相关的解剖学、影像学、临床表现、诊断、治疗原则、手术适应症和禁忌症、手术方式及选择、手术并发症、术后辅助治疗及预后等，时长1-2小时。周二对1例典型胸外伤病例进行病例讨论，该病例同时包括：肋骨骨折、血胸、气胸、肺挫伤，时长1-2小时。周三通过小讲课形式介绍胸腔闭式

引流术的操作要点、适应症、禁忌症、术后注意事项等。

(3) 教学方法：传统教学组主要依托书本知识、CT阅片等进行，操作技能采用传统的模拟方式进行。MR教学组在上述基础上引入MR教具，可以进行MR的图像识别和模拟操作等。

(4) MR教具：教师提前寻找合适的胸外伤病例，下载胸部CT数据并进行三维重建，通过混合现实系统呈现 (北京维卓致远)。学生可佩戴混合现实眼镜观看，可进行放大缩小、移动旋转、显示隐藏、改变颜色和透明度等操作，教师和学生实时进行临床教学。

2.3. 考核评价

(1) 考核安排：对16名学生均进行课前测和课后测。课前测安排在周一早上进行；课后测安排在周五下午进行。学生完成课后测后，与教师同时进行主观性评价的问卷调查。

(2) 考题设计：课前测和课后测均围绕胸外伤的诊治进行设计，百分制定量考核形式。考点涵盖：胸外伤相关解剖、病理生理、诊断、处置、胸腔闭式引流的操作要点等。包括4类题目：(1) 胸外伤基础知识20题；(2) 胸部CT重要解剖结构辨认10题；(3) 胸外伤的CT诊断10题；(4) 胸腔闭式引流的关键解剖结构、CT对应位置、操作步骤要点等10题。每题1分，总分100分。

(3) 问卷设计：教师与学生分别设计一份问卷。1. 对学生的问卷：从学习兴趣、主动性、学习方法适应性、学习效果、教学方式满意度等方面进行评价。2. 对教师的问卷：从学生的学习主动性、教学互动情况、知识掌握、学习效果及教学方式满意度等方面进行评价。调查问卷主要采用李克特量表，从“非常不满意”到“非常满意”分别被赋值为1到5分，1：非常不满意，2：不满意，3：不确定；4：满意，5：非常满意。一共设计5大类问题，每大类问题下有5个小题，总分为125分。

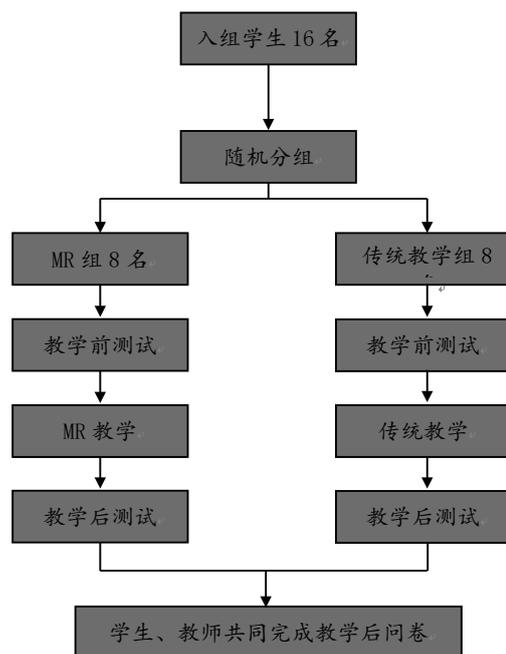


图1. 教学实施流程图。

表1. 两组的客观性测试评分 (分, $\bar{x} \pm s$)

	对照组(n=8)	实验组(n=8)	t	P
(1)课前测				
基础知识	28.00±2.62	27.75±3.11	0.174	0.864
解剖辨认	12.00±2.83	12.00±2.62	0.000	1.000
CT诊断	12.25±1.98	12.25±2.71	0.000	1.000
操作技能	11.00±3.02	11.25±3.01	-0.166	0.871
总分	63.25±4.40	63.25±4.13	0.000	1.000

(2) 课后测

基础知识	30.75±1.83	34.00±1.85	-3.529	0.003**
解剖辨认	14.50±2.56	17.50±0.93	-3.113	0.013*
CT诊断	15.75±1.67	18.75±1.04	-4.320	0.001**
操作技能	14.50±2.07	18.50±1.41	-4.513	0.000**
总分	75.50±2.56	88.75±3.20	-9.147	0.000**

(3) 成绩提高

基础知识	2.75±1.04	6.25±1.67	-5.041	0.000**
解剖辨认	2.50±1.41	5.50±2.56	-2.898	0.012*
CT诊断	3.50±0.93	6.50±2.07	-3.742	0.002**
操作技能	3.50±1.77	7.25±2.82	-3.188	0.007**
总分	12.25±2.49	25.50±2.98	-9.653	0.000**

注: * $P<0.05$, ** $P<0.01$

2.4. 数据分析

样本量估算来源于检验两个独立平均数公式, 计算的均数和标准差均参考了课题组先前一项目研究。经估算所需参与者的总人数至少为16人, 我们将这些人平均分为两组: 实验组和对照组, 每组至少8名。

采用SPSS 19.0软件对相关数据进行统计分析。数据结果采用均数±标准差($\pm S$)表示。由于部分内容采用配对设计, 采用配对t检验。差异有统计学意义, $P<0.05$ 。以上教学实施及考核流程按图1实施。

2.5. 实施流程

实施流程详见图1。

3. 结果

3.1. 客观性测试

MR教学组为实验组, 传统教学组为对照组, 两组在课前测和课后测的分项和总分、成绩提高值等均予列表显示(见表1)。

(1) 课前测: 包括基础知识、解剖辨认、CT诊断、操作技能等4个方面(表1-1), 两组间的前项得分和总分均无统计学差异($P>0.05$)。

(2) 课后测: 测试方式和内容同课前测, 具体得分和总分详见表1-2。两组间在上述4个方面分项得分和总分均存在差异($P<0.05$), 且通过自身前后对比, 两组学生的课后测成绩均较课前测成绩有所提高。

(3) 成绩提高值: 比较实验组与对照组的成绩提高值, 在4个分项成绩的表现上存在差异: 在操作技能的提升上,

表2. 两组学生主观性问卷 (分, $\bar{x} \pm s$)

	对照组(n=8)	实验组(n=8)	t	P
学习兴趣	17.25±1.67	21.00±1.31	-5.000	0.000**
主动性	17.88±1.64	21.63±1.41	-4.904	0.000**
适应性	18.63±1.41	20.63±1.69	-2.576	0.022*
学习效果	18.25±1.67	21.63±1.77	-3.926	0.002**
满意度	18.75±1.67	21.00±1.60	-2.750	0.016*
总分	90.75±3.20	105.88±3.27	-9.355	0.000**

注: * $P<0.05$, ** $P<0.01$

表3. 教师对两组学生的教学评价 (分, $\bar{x} \pm s$)

	对照组(n=8)	实验组(n=8)	t	P
学习主动性	18.88±1.55	21.25±1.67	-2.947	0.011*
教学互动	18.13±1.96	20.63±2.13	-2.441	0.029*
知识掌握	19.25±1.49	21.25±2.12	-2.183	0.047*
学习效果	18.63±1.06	22.25±1.28	-6.163	0.000**
满意度	20.00±0.76	23.00±1.07	-6.481	0.000**
总分	94.88±2.70	108.38±4.98	-6.739	0.000**

注: * $P<0.05$, ** $P<0.01$

实验组成绩提高7.25±2.82分, 明显高于对照组(3.50±1.77分); 在基础知识的提升上, 实验组成绩提高6.25±1.67分, 明显高于对照组(2.75±1.04分); 此外, 在解剖辨认和CT诊断的提升上, 实验组均高于对照组(5.50±2.56分 vs 2.50±1.41分; 6.50±2.07分 vs 3.50±0.93分)。

3.2. 主观性评价

(1) 学生的课后主观性评价: 在学生进行的课后问卷评价中(表2), 实验组在学习兴趣、主动性、适应性、学习效果、满意度等方面的得分上均高于对照组, 两组差异有统计学意义。

(2) 教师的课后主观性评价: 在教师进行的课后问卷评价中(表3), 实验组在学习主动性、教学互动、知识掌握、学习效果和教学方式满意度等方面的得分上均高于对照组, 两组差异有统计学意义。

4. 讨论

胸外科教学是住培外科专业基地教学的重要组成部分, 而胸外伤又是胸外科教学的重要内容, 占比很大。目前胸外科住培教育总体呈现“重肿瘤、轻外伤”的局面, 胸外伤教学长期滞后于住培教育的整体发展。MR作为一种将物理世界与数字世界相融合的技术, 近年来在医学获得广泛应用, 同时在医学教学中也取得长足发展⁽⁹⁾。MR呈现的360°虚拟视觉能够给学生提供高度沉浸式的体验, 可交互的虚实融合场景能够最大限度地还原外伤患者的真实伤情。

本研究将MR技术应用于胸外伤教学, 从客观性测试、主观性评价等方面评估了MR辅助教学的效果。可以看出, 经过胸外伤的临床教学, 两组学生的成绩均有所提高。由此可见, 无论是接受实验组的MR辅助教学, 还是接受对照组的传统教学, 在胸外伤教学上均能取得一定效果。

进一步比较实验组和对照组的成績, 可见两组学生在

课前测成绩无差异的情况下,经过不同方式的临床教学,实验组在客观性测试、主观性评价的大多数条目中优于对照组。在客观性评价的成绩提高值上,MR辅助教学组在基础知识、解剖辨认、CT诊断、操作技能4个方面全部高于传统教学组,尤其在基础知识和操作技能的提高上,MR组有相对更好的表现。而在主观性评价中,无论是学生还是教师,均在多个角度对MR辅助教学给出了更高评价。

我们可以将这些组间客观和主观的更高表现归因于MR的教学优势上。相比于传统的临床教学模式,MR将数字对象与真实环境相关联,将三维图像叠加到真实场景中⁽¹⁰⁾。教师和学生可以通过手势和语音命令进行操作,学生能够多角度查看由真实伤情构建的3D模型,对解剖结构、伤情伤势等能有更深入地观察和理解⁽¹¹⁻¹³⁾。此外,教师可对3D模型进行修改标注,且可与多人共享,为学生深入理解手术方案和操作要点等提供了巨大的便利。

随着图像处理和手术导航的不断发展,MR技术的临床应用领域已扩展到泌尿外科、骨科和颌面外科等多个外科分支⁽¹⁴⁾。然而,在教学领域,特别是对胸外科的临床教学,相关报道并不多,因此这方面的应用值得探索。

当然,尽管本研究证实MR适用于住培生的临床教学,但我们在教学实践中,也发现一些问题:首先,这一技术无论对于教师,还是学生都需要一个适应过程;其次,MR教具制作需要教师提前准备,多数需要医工专业的工程师协助;此外,国外报道使用MR设备有视觉诱发晕动病的可能⁽¹⁵⁾,但在本研究中并未发生,仍需要后续更大样本的研究。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

致谢:无。

作者贡献声明:吴书锐:数据整理、统计学分析、论文撰写;陈雷,柳曦:临床带教、数据收集;张涛:实验设计、研究指导、经费支持。

参考文献

1. 中国医师协会.中国医师协会关于印发住培内容与标准、基地标准(2022年版)的通知(医协函[2022]557号).(2022-08-05)[2022-10-15]. <https://www.ccgme-cmda.cn/news/15117/1/article>.
2. 中国医师协会.中国医师协会关于印发住培内容与标准、基地标准(2023年版)的通知(医协函[2023]280号).(2023-04-10)[2022-6-25]. <https://www.ccgme-cmda.cn/news/16470/1/article>.
3. 廖虎,梅建东,刘成武,等.中国三级医院胸外科学科临床发展

- 现状的调查研究.中华外科杂志. 2018;56:888-891.
4. 朱珊珊,赵夏,裴小丹. 4R危机管理理论下预警干预模式对胸外伤围手术期护理满意度及并发症的影响. 国际医药卫生导报. 2023;29:1747-1751.
5. Verhey JT, Haglin JM, Verhey EM, *et al.* Virtual, augmented, and mixed reality applications in orthopedic surgery. *Int J Med Robot.* 2020;16:e2067.
6. Du C, Li J, Zhang B, *et al.* Intraoperative navigation system with a multi-modality fusion of 3D virtual model and laparoscopic real-time images in laparoscopic pancreatic surgery: A preclinical study. *BMC Surgery.* 2022;22:139.
7. Leong SC, Tang YM, Toh FM, *et al.* Examining the effectiveness of virtual, augmented, and mixed reality (VAMR) therapy for upper limb recovery and activities of daily living in stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *J Neuroeng Rehabil.* 2022;19:93.
8. Verhey JT, Haglin JM, Verhey EM, *et al.* Virtual, augmented, and mixed reality applications in orthopedic surgery. *Int J Med Robot.* 2020;16:e2067.
9. 张涛,王彬,吴书锐.混合现实技术在胸外科临床教学中的应用研究. *创新教育研究.* 2022;10:894-902.
10. Butera G, Sturla F, Pluchinotta FR, *et al.* Holographic augmented reality and 3D printing for advanced planning of sinus venosus ASD/partial anomalous pulmonary venous return percutaneous management. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12:1389-1391.
11. Ryu S, Kitagawa T, Goto K, *et al.* Intraoperative holographic guidance using virtual reality and mixed reality technology during laparoscopic colorectal cancer surgery. *Anticancer Res.* 2022;42:4849-4856.
12. 李成润,于启林,杨博,等.全息多模态实时三维导航技术在肺部病变外科定位中的临床价值. *中华医学杂志.* 2020;100:2452-2456.
13. Sparwasser P, Haack M, Frey L, *et al.* Virtual und augmented reality in der Urologie. *Urologe.* 2022;61:133-141.
14. Sauer IM, Queisner M, Tang P, *et al.* Mixed reality in visceral surgery: Development of a suitable workflow and evaluation of intraoperative use-cases. *Ann Surg.* 2017;266:706.
15. Liao ML, Yeh CC, Lue JH, *et al.* Implementing virtual reality technology to teach medical college systemic anatomy: A pilot study. *Anat Sci Educ.* 2024;17:796-805.

引用本文 / Article Citation:

吴书锐,陈雷,柳曦,常子越,张涛.混合现实在住培生胸外伤临床教学及考核中的应用研究. *医学新视角.* 2025;2(2):89-92. doi:10.5582/npjm.2025.01002

Shurui Wu, Lei Chen, Xi Liu, Ziyue Chang, Tao Zhang. Research on the application of mixed reality in clinical teaching and assessment of thoracic trauma for medical residents. *The New Perspectives Journal of Medicine.* 2025;2(2):89-92. doi:10.5582/npjm.2025.01002