

混合现实技术在胸外科临床教学中的应用研究

张涛^{1*}, 王彬¹, 吴书锐²

¹中国人民解放军总医院第一医学中心胸外科, 北京

²中国人民解放军总医院第一医学中心肝胆胰外科医学部, 北京

收稿日期: 2022年4月2日; 录用日期: 2022年5月4日; 发布日期: 2022年5月11日

摘要

目的: 探索混合现实技术在胸外科临床教学中的应用价值。方法: 将学生按是否具有胸外科基础分成两个层次, 再随机等分入实验组(混合现实辅助教学法)和对照组(传统教学法), 通过学生的客观成绩、师生的主观评价, 观察混合现实技术在胸外科临床教学中的效果。结果: 实验组客观成绩和主观评价多项优于对照组, 而且混合现实对临床技能类的教学内容效果较好, 对无胸外科基础的学生提升效果较好。结论: 混合现实技术可用于辅助胸外科临床教学, 适用于临床技能教学, 尤其适用于基础薄弱的学生快速入门。

关键词

胸外科, 临床教学, 混合现实技术

Application of Mixed Reality in Clinical Teaching of Thoracic Surgery

Tao Zhang^{1*}, Bin Wang¹, Shurui Wu²

¹Department of Thoracic Surgery, The First Medical Centre of Chinese PLA General Hospital, Beijing

²Medical Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, The First Medical Centre of Chinese PLA General Hospital, Beijing

Received: Apr. 2nd, 2022; accepted: May 4th, 2022; published: May 11th, 2022

Abstract

Objective: To explore the application value of mixed reality (MR) in clinical teaching of thoracic surgery. **Methods:** The students were divided into two levels according to whether they had clinical

*通讯作者。

cal experience of thoracic surgery, and then randomly divided into experimental group (MR Assisted Teaching) and control group (Traditional Teaching). Through the test scores of students and the subjective evaluation of students and teachers, we studied the effect of MR in the clinical teaching of thoracic surgery. Results: The experimental group is better than the control group in many indicators of objective results and subjective evaluation, and MR has a better effect on clinical skills training and a better effect on the students without clinical experience of thoracic surgery. Conclusion: The application of MR in clinical teaching of thoracic surgery can improve clinical teaching effectively. MR is more suitable for clinical skill training, especially for students with weak foundation.

Keywords

Thoracic Surgery, Clinical Teaching, Mixed Reality

Copyright © 2022 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

胸外科是专业性较强的临床学科，传统的临床教学多采用临床教师带教的方式进行。很多教学内容临床缺乏相应患者，临床操作学生又没有动手机会；为了应付出科考试，教师甚至采用“划重点”的方法向学生集中传授。可见，传统教学已不能满足要求[1]，我们需要探索新的教学形式。

解放军总医院第一医学中心胸外科是国内最早应用混合现实(Mixed Reality, MR)技术的单位之一，有着丰富的临床经验[2]；随着临床教学改革的进行，我科也较早地应用了混合现实技术辅助教学，并已初见成效。混合现实技术是继虚拟现实(Virtual Reality, VR)、增强现实(Augmented Reality, AR)之后出现的一种新型数字影像技术，它将原始医学影像通过图像分割、三维重建等步骤生成虚拟三维模型，再通过用户佩戴的 HoloLens 等特殊眼镜投射到现实场景中，将虚拟模型与真实世界有机结合起来，实现现实世界、虚拟世界及用户间的实时交互。将混合现实应用于临床教学中，可将复杂的三维模型，立体地呈现于教学环境中，大大降低初学者的空间构想难度，为更好地理解手术操作提供了极大的便利[3]。本研究针对不同层次的学生进行混合现实辅助教学，探索临床教学新方式。

2. 对象与方法

2.1. 研究对象

选取 2018 年 10 月~2021 年 9 月我科“四生”学员 32 名为研究对象。其中，无胸外科基础的实习生、规培生与有胸外科基础的研究生、进修生各 16 名。要求在胸外科的时间均不低于 1 个月，且对本研究内容均知情同意。

2.2. 分组方式

将有或无胸外科基础的学生分别随机等分入实验组(混合现实辅助教学法)和对照组(传统教学法)，每组 16 名。其中：实验组男性 11 名、女性 5 名，年龄 23~38 岁，平均(27.6 ± 5.1)岁；包括实习生、规培生、研究生、进修生各 4 名。对照组男性 12 名、女性 4 名，年龄 22~34 岁，平均(28.1 ± 4.6)岁；包括实习生、进修生各 3 名，规培生、研究生各 5 名。常规入科前考核，实验组成绩为(76.3 ± 6.7)分，对照组

为(75.0 ± 5.9)分。两组一般资料具有同质性($P > 0.05$)。

2.3. 研究方法

教学内容：肺癌的外科诊治，包括胸部解剖学、影像学、病理学、临床表现、诊断和分期、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。

教学计划：1 周完成带教和两次考核，原则上安排在学生入科后的第一个完整周。周一早上进行课前测，随后进行临床教学，周五下午进行课后测。

教学方法：学生入科后分配 1 位带教老师，由具备带教资格的副主任医师或高年资主治医师担任。进入第一个完整周后，每日上午跟随带教老师学习，下午教学秘书讲授教学内容，时长 1~2 小时。其中，对照组采用传统教学方式，多媒体幻灯授课。实验组在传统教学基础上，引入混合现实系统，教师提前准备胸部 CT 并进行三维重建，通过混合现实系统呈现(北京维卓致远)，学生佩戴混合现实眼镜观看，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和讨论(图 1)。

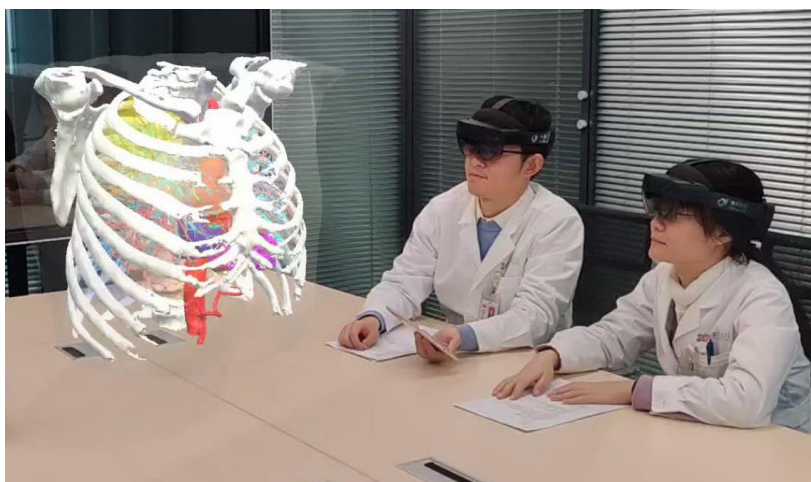


Figure 1. Clinical teaching assisted by mixed reality
图 1. 混合现实辅助临床教学

2.4. 教学评价

客观评价：分课前测和课后测，主要检测学生对临床知识和临床技能的掌握情况。

课前测：① 40 分钟内口头回答 50 个问题，每题 2 分，共 100 分。② 测试由两位教师组织，一人操作幻灯和教具并提问，另一人记录测试结果。③ 题目均围绕肺癌的外科诊治设计，包括 4 类题目：肺癌基础知识 20 题(包括肺癌的诊治进展 5 题)；胸部 CT 重要解剖结构辨认 10 题(取正常 CT 典型层面截图 10 幅，分别做成 PPT，在重要解剖结构处标记红点，让学生快速说出结构名称)；肺癌的 CT 诊断及鉴别诊断 10 题(取肺癌、肺炎等图像 10 套，每套取典型层面截图 4 幅，做成 PPT，让学生先判断良恶性再做出诊断，每步 1 分)；肺癌手术关键解剖结构的 CT 对应位置 10 题(将上述正常 CT 图像 3D 打印成教学模具，将上述标记红点的 PPT 再次展示，让学生指出红点在教具上的位置)。④ 测试结束后立即收走所有考试资料，不告知学生测试成绩，而且保证学习期间学生不能接触到测试题目。

课后测：与课前测的方式、题目、计分形式等均相同，测试完毕同样立即收走考试资料，仅告诉学生两次测试成绩，不得向学生讲解考题。带教老师不参与测试；测试老师不参与本阶段带教，且不得向带教老师透露测试题目。

主观评价：对学生和带教老师问卷调查：① 学生对学习兴趣、主动性、学习方法适应性、学习效果、教学方式满意度的评价；② 教师对学生学习主动性、教学互动情况、知识掌握、操作掌握及临床应用能力的评价。

2.5. 统计学处理

采用 SPSS19.0 软件对相关数据进行统计分析。数据采用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，组间比较采用 t 检验，以 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 课前测

实验组得分与对照组均无显著差异，但有胸外科基础的学生得分均高于无基础的学生(见表 1, 表 2)。

Table 1. Pre-test scores in experimental group and control group (scores, $\bar{x} \pm s$)

表 1. 实验组与对照组的课前测成绩(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	实验组	对照组	t	P
人数	16	16		
肺癌基础知识	20.4 \pm 6.3	19.1 \pm 6.6	0.550	>0.05
CT 结构辨认	7.9 \pm 4.5	7.1 \pm 4.8	0.455	>0.05
肺癌 CT 诊断	9.8 \pm 4.5	10.5 \pm 4.3	0.483	>0.05
手术结构对应	6.4 \pm 4.6	7.1 \pm 4.8	0.448	>0.05
总分	44.4 \pm 18.8	44.9 \pm 18.2	0.076	>0.05

Table 2. Pre-test scores of students with/without experience in thoracic surgery (scores, $\bar{x} \pm s$)

表 2. 有/无胸外科基础的学生课前测成绩(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	无基础	有基础	t	P
人数	16	16		
肺癌基础知识	14.3 \pm 3.5	25.3 \pm 2.6	10.077	<0.05
CT 结构辨认	3.6 \pm 2.3	11.4 \pm 2.5	9.063	<0.05
肺癌 CT 诊断	6.4 \pm 2.5	13.9 \pm 1.7	10.056	<0.05
手术结构对应	2.6 \pm 2.0	10.9 \pm 2.2	11.062	<0.05
总分	26.9 \pm 5.5	61.4 \pm 4.4	19.523	<0.05

3.2. 课后测

除肺癌基础知识无差异外，实验组得分均高于对照组；而且有胸外科基础的学生得分均高于无基础的学生(见表 3, 表 4)。

Table 3. Post-test scores in experimental group and control group (scores, $\bar{x} \pm s$)**表 3.** 实验组与对照组的课后测成绩(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	实验组	对照组	<i>t</i>	<i>P</i>
人数	16	16		
肺癌基础知识	30.6 ± 5.7	28.6 ± 7.0	0.887	>0.05
CT 结构辨认	15.6 ± 3.8	12.1 ± 4.0	2.524	<0.05
肺癌 CT 诊断	17.0 ± 3.2	13.9 ± 3.5	2.634	<0.05
手术结构对应	15.4 ± 2.6	10.5 ± 4.7	3.626	<0.01
总分	78.6 ± 13.3	65.1 ± 16.1	2.587	<0.05

Table 4. Post-test scores of students with/without experience in thoracic surgery (scores, $\bar{x} \pm s$)**表 4.** 有/无胸外科基础的学生课后测成绩(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	无基础	有基础	<i>t</i>	<i>P</i>
人数	16	16		
肺癌基础知识	24.8 ± 4.8	34.5 ± 3.1	6.817	<0.01
CT 结构辨认	11.4 ± 3.7	16.4 ± 3.2	4.085	<0.01
肺癌 CT 诊断	13.1 ± 3.3	17.8 ± 2.2	4.796	<0.01
手术结构对应	10.5 ± 4.8	15.4 ± 2.5	3.626	<0.01
总分	59.7 ± 12.4	84.1 ± 7.8	6.634	<0.01

3.3. 成绩提升

除肺癌基础知识无差异外, 实验组成绩提升均高于对照组, 无胸外科基础的学生成绩提升均高于有基础的学生(见表 5, 表 6)。

Table 5. Test improvement in experimental group and control group (scores, $\bar{x} \pm s$)**表 5.** 实验组与对照组的的成绩提升(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	实验组	对照组	<i>t</i>	<i>P</i>
人数	16	16		
肺癌基础知识	10.3 ± 1.9	9.5 ± 2.0	1.083	>0.05
CT 结构辨认	7.8 ± 2.5	5.0 ± 1.9	3.467	<0.01
肺癌 CT 诊断	7.2 ± 2.4	3.4 ± 1.7	5.171	<0.01
手术结构对应	9.0 ± 3.8	3.4 ± 2.3	5.084	<0.01
总分	34.3 ± 8.6	21.3 ± 5.4	5.152	<0.01

Table 6. Test improvement of students with/without experience in thoracic surgery (scores, $\bar{x} \pm s$)**表 6.** 有/无胸外科基础的学生成绩提升(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	无基础	有基础	<i>t</i>	<i>P</i>
人数	16	16		
肺癌基础知识	10.5 ± 2.4	9.3 ± 1.2	1.872	>0.05
CT 结构辨认	7.8 ± 2.6	5.0 ± 1.8	3.467	<0.01
肺癌 CT 诊断	6.7 ± 3.0	3.9 ± 2.0	3.056	<0.01
手术结构对应	7.9 ± 5.0	4.5 ± 2.4	2.449	<0.05
总分	32.8 ± 10.3	22.7 ± 5.5	3.456	<0.01

3.4. 不同层次的学生成绩提升对比

① 无论实验组还是对照组,在肺癌基础知识方面,无胸外科基础的学生成绩提升略高于有基础的学生,但均无统计学差异;在CT结构辨认、肺癌CT诊断及总分方面,无胸外科基础的学生成绩提升均高于有基础的学生,差异具有统计学意义,而且实验组的差值高于对照组(3.5分、3.5分、14.5分 vs 2.0分、2.0分、5.7分)。② 在手术结构对应方面,无胸外科基础的学生成绩提升高于有基础的学生,且实验组差值高于对照组(6.0分 vs 0.8分),而且对照组提升无统计学意义(见表7)。

Table 7. Test improvement of students with/without experience in experimental group and control group (scores, $\bar{x} \pm s$)**表 7.** 实验组与对照组中不同层次的学生成绩提升(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	实验组				对照组			
	无基础	有基础	<i>t</i>	<i>P</i>	无基础	有基础	<i>t</i>	<i>P</i>
人数	8	8			8	8		
肺癌基础知识	11.0 ± 2.1	9.5 ± 1.4	1.655	>0.05	10.0 ± 2.6	9.0 ± 1.1	1.000	>0.05
CT 结构辨认	9.5 ± 2.1	6.0 ± 1.5	3.862	<0.01	6.0 ± 1.9	4.0 ± 1.5	2.366	<0.05
肺癌 CT 诊断	9.0 ± 2.1	5.5 ± 1.1	4.141	<0.01	4.4 ± 1.6	2.4 ± 1.3	2.744	<0.05
手术结构对应	12.0 ± 2.6	6.0 ± 1.9	5.292	<0.01	3.8 ± 2.7	3.0 ± 1.9	0.646	>0.05
总分	41.5 ± 5.1	27.0 ± 3.3	6.782	<0.01	24.1 ± 5.5	18.4 ± 3.5	2.489	<0.05

3.5. 不同教学方式的成绩提升对比

无论有无胸外科基础,① 在肺癌基础知识方面,实验组成绩提升均略高于对照组,但均无统计学差异;② 在CT结构辨认、肺癌CT诊断、手术结构对应及总分方面,实验组成绩提升均高于对照组,差异具有统计学意义;而且无胸外科基础的学生的差值高于有基础的学生(3.5分、4.6分、8.2分、17.4分 vs 2.0分、3.1分、3.0分、8.6分)(见表8)。

Table 8. Test improvement between experimental group and control group of students in different levels (scores, $\bar{x} \pm s$)
表 8. 不同层次的学生实验组与对照组的成绩提升(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	无胸外科基础				有胸外科基础			
	实验组	对照组	<i>t</i>	<i>P</i>	实验组	对照组	<i>t</i>	<i>P</i>
人数	8	8			8	8		
肺癌基础知识	11.0 ± 2.1	10.0 ± 2.6	0.837	>0.05	9.5 ± 1.4	9.0 ± 1.1	0.798	>0.05
CT 结构辨认	9.5 ± 2.1	6.0 ± 1.9	3.564	<0.01	6.0 ± 1.5	4.0 ± 1.5	2.646	<0.05
肺癌 CT 诊断	9.0 ± 2.1	4.4 ± 1.6	4.901	<0.01	5.5 ± 1.1	2.4 ± 1.3	5.246	<0.01
手术结构对应	12.0 ± 2.6	3.8 ± 2.7	6.189	<0.01	6.0 ± 1.9	3.0 ± 1.9	3.240	<0.01
总分	41.5 ± 5.1	24.1 ± 5.5	6.527	<0.01	27.0 ± 3.3	18.4 ± 3.5	5.137	<0.01

3.6. 主观评价

除两项(学生对学习方法适应性的评价、教师对学生知识掌握的评价)无差异外,其他各项评分实验组均高于对照组(见表 9, 表 10)。

Table 9. Subjective evaluation of students in experimental group and control group (scores, $\bar{x} \pm s$)
表 9. 实验组与对照组的学生主观评价(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	实验组	对照组	<i>t</i>	<i>P</i>
人数	16	16		
学习兴趣	87.8 ± 6.3	80.6 ± 7.0	3.039	<0.01
主动性	91.0 ± 5.8	84.0 ± 4.3	3.854	<0.01
适应性	89.7 ± 7.4	85.6 ± 5.1	1.804	>0.05
学习效果	90.0 ± 3.7	84.1 ± 7.1	2.967	<0.01
满意度	90.9 ± 6.1	85.0 ± 6.3	2.700	<0.01

Table 10. Subjective evaluation of teachers in experimental group and control group (scores, $\bar{x} \pm s$)
表 10. 实验组与对照组的教师主观(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	实验组	对照组	<i>t</i>	<i>P</i>
人数	16	16		
主动性	91.6 ± 4.0	86.9 ± 5.7	2.688	<0.01
教学互动	91.2 ± 5.0	85.9 ± 5.2	2.936	<0.01
知识掌握	89.1 ± 5.8	87.5 ± 5.2	0.802	>0.05
操作掌握	90.3 ± 3.4	82.5 ± 5.5	4.847	<0.01
应用能力	89.1 ± 4.6	84.1 ± 6.1	2.623	<0.01

4. 讨论

4.1. 胸外科临床教学需要直观的辅助工具

胸外科患者常常年纪较大,病情复杂,有时会涉及全身多个系统,要求胸外科医生不仅要掌握全面的理论知识,还要具有熟练的操作能力,这给胸外科临床教学提出了更高要求[4]。混合现实技术在真实世界中叠加虚拟模型[5],应用于临床教学,具有直观、操作简便、无风险、可重复等优势,已逐渐成为临床教学的重要辅助工具[6]。

4.2. 混合现实有助于辅助胸外科临床教学

本研究显示:1) 实验组(混合现实辅助教学法)学生对胸外科临床教学的客观考核成绩总体优于对照组(传统教学法),由此可见,混合现实辅助教学能够提高胸外科临床教学效果。2) 学生和教师对混合现实辅助教学的主观评价总体优于对照组,提示这种新的教学形式主观上贴合教学双方的意向,适合于胸外科临床教学。3) 从课前测和课后测成绩看,有基础的学生客观考核成绩总体优于无基础的学生,但从自身成绩提升程度来看,无基础的学生明显高于有基础的学生。这提示混合现实教学方式更适于无胸外科基础的学生(实习生、规培生),或者说对这类学生来说辅助意义更大。同时,在教学过程中我们发现,无基础的学生常常主观上更乐于接受混合现实辅助教学。分析原因可能与混合现实的直观、生动、可交互等特性有关,对于涉及解剖、三维结构、手术操作的教学内容,混合现实具有明显优势;对于不具备胸外科基础的实习生、规培生,混合现实能够快速地弥补短板,而对于研究生、进修生,他们具备胸外科基础,甚至已经在胸外科工作数年,这些辅助教学手段意义就要小一些。可以看出,混合现实辅助教学方法降低了胸外科临床教学的门槛,利于快速理解和掌握教学内容,对胸外基础薄弱的学生意义更大。4) 无论课后测成绩,还是自身成绩提升,实验组与对照组在肺癌基础知识方面差别不大,而对于CT结构辨认、肺癌CT诊断、手术结构对应等临床技能类的测试,实验组则明显优于对照组。由此可见,混合现实辅助教学方式适合临床技能培训,尤其是涉及解剖结构、三维构想等技能的训练。应用混合现实技术,三维立体多角度显示可以帮助学生掌握复杂的解剖结构,对于理解手术操作大有裨益[7]。

综上,混合现实辅助教学方法适用于胸外科临床教学,这种新的教学形式能够激发学习兴趣、发挥学生的主观能动性,对于基础薄弱的学生辅助意义更大,尤其适于涉及三维立体构想、临床技能操作类型的教学内容。

4.3. 混合现实辅助教学的不足之处

当然,尽管混合现实适于医学教育培训,但我们在教学实践中,也发现一些值得注意的问题,混合现实作为新型辅助工具,需要一段时间去适应,对于年纪稍大的进修生接受会慢一些。另外,混合现实新型辅助工具类似游戏,学生可能会忽略教学的本质内容;这些都需要教师适时引导。

5. 结语

传统临床教学为了给学生介绍复杂的解剖结构或手术过程,需要借助图片、视频等途径,而混合现实技术能够立体地呈现解剖结构或手术场景,使临床教学变得更加直观,激发了学习兴趣,提高了学习效率。相信在不远的将来,混合现实辅助教学将会日趋完善,进一步改善教学体验,在临床教学中得到更加广泛的应用。

基金项目

1) 解放军总医院医学转化项目(ZH19014); 2) 北京市自然科学基金资助项目(4222057, 7182158)。

参考文献

- [1] 胡明根, 陈况, 马奔, 等. 微创外科时代肝胆外科医师教学培养模式的探讨[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2020, 13(2): 65-68. <https://doi.org/10.3877/cma.j.issn.1674-6899.2020.02.001>
- [2] 李焱润, 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[J]. 中华医学杂志, 2020, 100(31): 2452-2456. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112137-20200207-00214>
- [3] 陈忠仪, 刘宇清, 何炳蔚, 等. 基于混合现实的侧脑室穿刺训练系统在医学教育培训中的应用[J]. 创伤与急诊电子杂志, 2019, 7(1): 5-10. <https://doi.org/10.16746/j.cnki.11-9332/r.2019.01.002>
- [4] 马永富, 褚剑, 杨博, 等. 新形势下胸外科临床带教工作的思考[J]. 中国医院, 2015, 19(4): 72-73. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-0592.2015.04.031>
- [5] 史明霞, 张旭, 张涛. 肺部图像配准关键技术及研究现状[J]. 北京生物医学工程, 2017, 36(4): 427-432. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-3208.2017.04.017>
- [6] Coelho, G., Figueiredo, E.G., Rabelo, N.N., *et al.* (2020) Development and Evaluation of Pediatric Mixed-Reality Model for Neuroendoscopic Surgical Training. *World Neurosurgery*, **139**, e189-e202. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.03.170>
- [7] 史明霞, 张旭, 张涛. 基于 SIFT 特征的肺部非刚性配准应用研究[J]. 计算机技术与发展, 2017, 27(11): 181-186. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-629X.2017.11.039>