

· 临床教学 ·

虚拟现实技术应用于外科学研究生手术技能培训效果与评价

蒲军¹ 唐华¹ 全真¹ 杜威² 袁铭² 王领² 张帆²¹ 重庆医科大学附属第一医院泌尿外科 400016; ² 重庆捷记科技有限公司 401147

通信作者: 蒲军, Email: pj1788@tom.com

【摘要】 目的 探讨将虚拟现实(VR)技术应用于外科学研究生手术技能培训的可行性,并对其培训效果进行评价。**方法** 以创建肾切除术的 VR 软件为例,将该 VR 软件应用于外科学研究生的手术培训,并与传统教学方式进行比较,了解其培训效果。同时发放调查问卷,了解该 VR 软件的性能特点及技术优势。采用 SPSS 23.0 进行 *t* 检验。**结果** 采用 VR 软件培训组的考试成绩[(92.17 ± 0.38)分]明显优于传统教学方式培训组的考试成绩[(87.94 ± 0.43)分],差异有统计学意义($P < 0.001$)。共回收有效调查问卷 35 份,82%以上的调查对象认为 VR 手术教学具有训练画面逼真、立体感强、界面友好、操控简单、交互性良好、便于全维度观看、课程内容精彩丰富、学习效果好、能够激发学习兴趣等优势,100%调查对象认为 VR 手术教学能够替代传统手术教学方法。**结论** 将 VR 技术应用于外科学研究生手术技能的培训具有可行性;将 VR 技术应用于外科学研究生手术技能培训的效果明显优于传统教学方式,值得进一步推广应用。

【关键词】 虚拟现实技术; 外科学; 研究生; 手术技能; 培训**【中图分类号】** R-05**基金项目:** 重庆市教育委员会 2017 年研究生教育教学改革研究项目(yjg173076); 重庆医科大学 2017 年校级教育教学研究项目(JY170226)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20191223-00215

足,将很难适应课堂讨论的节奏,难以达到预期的教学目标。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突**作者贡献声明** 郑梓婷、阮文豪:负责课题设计、数据分析及论文撰写;闫文娟:负责课题整体安排与审订论文

参考文献

- [1] 卫书盛,侯本祥,李澎,等. 牙体牙髓病学教学中临床思维训练方法的探讨和实践[J]. 北京口腔医学, 2010, 18(5): 291-292. DOI: 10.3969/j.issn.1006-673X.2010.05.017.
- [2] 陈栋,曹栋,刘晚霞,等. CBL 结合 SP 在核医学甲亢核素治疗见习教学中的应用效果[J]. 中华医学教育探索杂志, 2017, 16(3): 307-309. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2017.03.023.
- [3] 许文伟,李际敏,谢翠华,等. 医学生作为标准化病人的利弊分析研究[J]. 中国高等医学教育, 2018(1): 56-57. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2018.01.028.
- [4] Plaksin J, Nicholson J, Kundrod S, et al. The benefits and risks of being a standardized patient: a narrative review of the literature [J]. Patient, 2016, 9(1): 15-25. DOI: 10.1007/s40271-015-0127-y.
- [5] 孙继军,王爱芹,李言君. 标准化病人在牙体牙髓病学临床见习中的应用[J]. 医药前沿, 2011, 1(23): 85-86. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1752.2011.23.055.
- [6] 刘尧,陈旭,程丹. 学生标准化病人在儿童口腔医学课间实习教学中的应用[J]. 口腔医学研究, 2012, 28(4): 376-378. DOI: 10.13701/j.cnki.kqxyj.2012.04.001.
- [7] 倪成励,张晨,陶冶. 教师扮演标准化病人在口腔医学生实习前的应用[J]. 安徽卫生职业技术学院学报, 2017, 16(3): 118-120. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8054.2017.03.067.
- [8] Ali M, Han SC, Bilal H, et al. iCBLs: an interactive case-based learning system for medical education [J]. Int J Med Inform, 2018 (109): 55-69. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2017.11.004.
- [9] 曹雪梅,张琳琳,孙婧婧. 探讨病例讨论在口腔内科学教学中的应用研究[J]. 科技信息, 2012(25): 123. DOI: 10.3969/j.issn.1001-9960.2012.25.086.
- [10] 胡琮佼,冯妍慧,施明妍,等. CBL 教学法在牙周病学本科临床见习中的应用[J]. 上海医药, 2018, 39(10): 3-5, 13. DOI: 10.3969/j.issn.1006-1533.2018.10.002.
- [11] 杨燕方,刘海霞,赵清娟,等. CBL 教学法在可摘局部义齿教学中的应用[J]. 口腔材料器械杂志, 2015(1): 50-52. DOI: 10.11752/j.kqel.2015.01.10.
- [12] 律娜,韩晓兰,王继年,等. 2 种教学方法在牙体牙髓病学教学中的应用比较[J]. 安徽医学, 2018, 39(3): 360-362. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0399.2018.03.035.

(收稿日期:2019-09-14)

(本文编辑:曾玲)

Effects and evaluation of application of virtual reality technology in surgical skills training for postgraduates

Pu Jun¹, Tang Hua¹, Quan Zhen¹, Du Wei², Yuan Ming², Wang Ling², Zhang Fan²

¹Department of Urology, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China; ²Jieji Technology Co., Ltd. of Chongqing, Chongqing 401147, China

Corresponding author: Pu Jun, Email: pj1788@tom.com

[Abstract] **Objectives** To explore the feasibility of applying virtual reality (VR) technology to surgical skills training for postgraduate students with VR technology and to evaluate its training effect. **Methods** Taking the VR software for nephrectomy as an example, the VR software was applied to the surgical training of the surgery postgraduates, and compared with the traditional teaching methods to evaluate its training effect. Meanwhile the questionnaires about the performance characteristics and technological advantages of VR software were distributed to participators. **Results** The examination performances in group with VR training were significantly better than that with traditional teaching methods (92.17 ± 0.38 vs. 87.94 ± 0.43 , $P < 0.001$). A total of 35 valid questionnaires were collected back. More than 82% of participators considered that VR surgery teaching had advantages of realistic training mode, strong three-dimensional effect, friendly interface, easy manipulation, favorable interaction, convenient full-scale viewing, splendid and plentiful course content, wonderful training effect and stimulating training interest. All of participators confirmed that VR surgery teaching can replace the traditional surgery training methods. **Conclusions** It is feasible to apply VR technology in surgical skills training for postgraduates. The effect of surgical skills training with VR technology for postgraduates is significantly superior to the traditional training methods, which is worth further popularization and application.

[Key words] Virtual reality technology; Surgery; Postgraduate students; Surgical skills; Training

Fund program: The Project of Chongqing Education Commission in 2017 on Educating and Teaching Reform of Postgraduate(yjg173076); The Project of Chongqing Medical University in 2017 on Educating and Teaching Research(JY170226)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20191223-00215

虚拟现实(virtual reality, VR)技术,是指采用以计算机技术为核心的现代高科技生成逼真的视、听、触觉一体化的特定范围的虚拟环境,使用户具有身临其境的沉浸感;并且用户能够借助必要的设备以自然的方式与虚拟环境中的对象进行交互作用、相互影响^[1]。

将 VR 技术引入外科学专业学位研究生手术技能的培训,不但可以充分发挥 VR 技术的沉浸感、交互性及想象力 3 个基本特征,而且充分利用 VR 技术具有可操作性、高度真实性、可重复性的优点,势必极大地提高外科学专业学位研究生手术技能培训的效果。本研究以肾切除术为例,将 VR 技术引入外科学研究生手术技能的培训,以探讨其可行性及对其效果进行评价。

1 对象与方法

1.1 肾切除术 VR 软件的开发

选取一名年龄为 45 岁的健康男性体检之 CT

图像作为原始图像资料。按常规 CT 检查方法进行准备及操作,采用西门子公司的 64 排螺旋 CT 机进行扫描,扫描范围 10~20 cm,采集时间 7~8 s,管电压为 120 kV,管电流为 770 mA,球管旋转速度 0.33 秒/周,层厚 1.0 mm。患者接受的平均辐射剂量 <1 mSv。使用双筒高压注射器通过静脉留置针以 3.5 mL/s 的速度注射非离子造影剂(碘海醇注射液),造影剂浓度为 350~370 mg/100 mL。

将原始 CT 数据导入到影通 3D 软件(晟视科技,杭州)中,调节灰度阈值使得所选图像掩膜(MASK)准确覆盖整个肾脏区域。对 MASK 进行 3D 重构得到滤波平滑后的肾脏三维模型。对肾脏三维模型进行 3D 分割操作,切除与肾脏三维模型粘连的腰椎及肋骨骨骼部分后,导出用于进行 VR 显示的肾脏部位三维模型。

使用 Unity 软件开发 360°全景立体工程,将三维模型导入到场景中,调节默认视角,建立摄像头视角,编写代码使摄像头可在场景可控范围内任意

走动(移动功能),导入 GOOGLE-VR 模块到 Unity,用 Unity 导出 VR 工程,便可在显示器中进行 360°全景立体显示。通过控制器对肾脏三维模型进行放大、缩小、旋转、透明(全景或局部)等一系列交互操作,使得肾脏、肾动脉、肾静脉、输尿管等结构立体显示于观察者的视野空间中;然后借助于特定编写的程序实现人机对话,模拟操作肾切除的整个手术过程。

1.2 肾切除术 VR 软件的应用

1.2.1 研究对象

随机选择 68 名重庆医科大学 2017 级外科学专业学位研究生参与研究(VR 手术教学组 36 人,传统手术教学组 32 人)。研究目的主要是:了解 VR 软件应用于外科学专业学位研究生手术技能培训在技术上是否可行;将 VR 软件应用于外科学研究生手术技能培训的效果。

1.2.2 研究方法与内容

两组所上课程均为《肾切除术》。VR 手术教学组授课方式为:先由带教教师简要讲述肾脏的应用解剖学、肾切除术相关手术知识,再介绍肾切除术的手术过程。然后每名研究生操作提前已经安装了肾切除 VR 软件的计算机,随着软件的运行,研究生可以身临其境地感觉皮肤切开、皮下软组织及肌肉组织的切开、肾周组织的切开、肾脏游离、肾动脉结扎切断、肾静脉结扎切断及输尿管结扎切断等真实的肾切除手术过程。由研究生在 VR 软件中模拟手术整个操作过程,直到掌握整个手术过程。传统手术教学组授课方式为:先由带教教师简要讲述肾脏的应用解剖学、肾切除术相关手术知识;再介绍肾切除术的手术过程;然后让研究生采用反复观看视频结合书本理论知识进行学习,直到掌握整个手术过程。两组学习完成后,都用相同的试卷进行笔试考试,考试内容涉及肾切除术的应用解剖学知识、术前准备、手术过程、手术关键步骤、术后处理、手术的难点等方面知识,均以百分制计算。考试毕由同一老师完成阅卷、成绩统计以及成绩分析工作。

考试结束后,给参与 VR 手术教学组的 36 人发放调查问卷,回收有效问卷 35 份,有效率 97.22%。问卷内容包括 VR 手术训练软件的新颖性、实用性、满意度等方面内容。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 23.0 统计软件对数据进行分析。计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验。检验

水准 $\alpha=0.05$ 。调查问卷结果采用百分比。

2 结果

2.1 两组笔试成绩比较

VR 手术教学组学生成绩[(92.17 $\pm$ 0.38)分]明显高于传统手术教学组[(87.94 $\pm$ 0.43)分],差异具有统计学意义($P<0.001$)。

2.2 VR 手术教学组调查问卷分析

82%以上的调查对象对 VR 手术教学持积极肯定的态度,认为 VR 手术教学具有训练画面逼真、立体感强、界面友好、操控简单、交互性良好、便于全维度观看、课程内容精彩丰富、学习效果好、能够激发学习兴趣等优势,100%调查对象认为 VR 手术教学能够替代传统手术教学方法(表 1)。

表 1 VR 手术教学组调查问卷分析[n(%)]

调查内容	同意	无法评价	不同意
训练画面逼真	30 (85.71)	0 (0.00)	5 (14.29)
立体感强	29 (82.86)	1 (2.85)	5 (14.29)
界面友好,便于学习	31 (88.58)	1 (2.85)	3 (8.57)
操控简单,容易上手	30 (85.71)	0 (0.00)	5 (14.29)
交互性良好	32 (91.43)	0 (0.00)	3 (8.57)
方便全维度观看	30 (85.71)	2 (5.71)	3 (8.58)
课程内容精彩丰富	29 (82.86)	1 (2.85)	5 (14.29)
学习效果好,记忆深刻	32 (91.43)	0 (0.00)	3 (8.57)
能够激发学习兴趣	33 (94.29)	0 (0.00)	2 (5.71)
能够替代传统手术教学	35 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

3 讨论

随着微创手术技术的广泛开展,传统的解剖学、手术学等教学课程内容及教学方法,越来越不能适应现代外科学向微创方向的发展,外科学研究生手术技能的培训面临着巨大的挑战。

VR 技术能模拟真实环境、感知环境、与环境进行相互交流^[2]。因此,如果将 VR 技术应用于教学活动中,能够让教师和学生体验到传统教学手段所不能达到的境界,超越了图像、文字、声音、视频带来的学习体验,让学生在虚拟的真实环境中实现操作、交流及自由移动。VR 技术于 1992 年首次被提出并应用于外科手术技能培训。目前,在人体解剖学学习及临床课程教学方面^[3]、基础研究及教学方面^[4]、临床诊断与治疗及临床培训方面^[5-6]都已经广泛使用 VR 技术。

本研究利用肾脏的 CT 检查图像为模板,利用计算机相关软件程序进行二次开发、重建,成功构建了

肾脏的 3D 结构图像,并且运用相关技术实现了用户与肾脏 3D 图像的相互交流与操控。因此,本研究表明,随着计算机技术、医学 CT 检查技术及 VR 技术的发展,采用 VR 技术对外科学研究生进行手术技能的培训在技术上是完全可以实现的。

本研究表明,VR 手术教学组学生成绩明显高于传统手术教学组。这是因为:利用 VR 技术对研究生进行手术技能的培训,能够充分利用 VR 的技术优势与特色,让学生在超越现实的虚拟环境中自由移动、交互和操作,体验到无法用简单的图文或者视频构造的情景^[7];再加上对 VR 软件展示内容和场景的新颖性及兴趣性,让他们的注意力高度集中,可以说是最有效率的培训方式。因此,利用 VR 技术对研究生进行手术技能的培训,是一种更符合人性、更有效率、更多元化的教学方式。

本研究对参与 VR 技术培训的研究生进行有关 VR 特点及 VR 优势的问卷调查。结果表明大部分参与者都对 VR 技术持肯定态度。这是因为 VR 技术能够利用计算机技术生成一个与现实世界相同的仿真世界,用户借助人机接口与计算机进行交互,从而在仿真环境中产生真实世界的体验;并且现代 VR 技术集成了双目立体视觉、立体声、触觉反馈、位置跟踪等先进技术,用户可以在虚拟环境中产生视觉感知、听觉感知、触觉感知和运动感知^[2,8-10]。正是基于这些特点与技术优势,VR 技术与传统教学手段相比具有天壤之别,培训的效果也更优。

利用 VR 技术对研究生进行手术技能培训具有以下优势:①具有新颖性,能够激发研究生的学习兴趣。②接受度高,容易被研究生认可与接受。③高度仿真,操作更接近真实手术过程,培训效果更优。④不受传统的标本、场地等限制,更加方便。⑤不受操作次数的限制,可以反复实践练习。⑥与真实的手术环境及手术步骤高度相似,不但能提高手术培训效果,更能缩短外科医生为病人实施手术的学习曲线。⑦便于对研究生进行大规模的培训,培训费用更低。⑧既可以开展现场培训,也便于对研究生开展线上培训,培训效率更高。⑨便于对研究生培训效果进行考核,评价结果更加客观科学。⑩便于与国际接轨,更新教学手段,提高研究生培养质量。

但将 VR 技术应用于研究生手术技能培训尚存在以下不足:①需要开发相应的软件,在日常的教学工作中要受到相应的资金支持及计算机技术支

撑的限制。②VR 技术所呈现的手术操作情形与真实的手术操作步骤还存在差距,技术方面还需要进一步完善与提高。③VR 技术应用于外科学研究生手术技能培训具有积极有效的辅助作用,但还是不能完全取代真实的手术技能培训。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 蒲军:对项目全面负责、提出论文构思、撰写论文;唐华、全真:负责 VR 技术教学实施、数据收集及数据统计分析;杜威、袁铭、王领、张帆:负责 VR 技术研发

参考文献

- [1] 职康康, 蒋庆君, 吴鉴今, 等. VR 教学系统在血管外科领域中的应用研究[J]. 中国医学教育技术, 2018, 32(5): 545-547. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201805018.
- [2] 李林林, 于振坤, 樊红光, 等. 虚拟现实技术在心血管外科手术教学培训中的初步应用研究[J]. 中国循环杂志, 2019, 34(3): 289-294. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2019.03.015.
- [3] Balsam P, Borodzicz S, Malesa K, et al. OCULUS study: virtual reality-based education in daily clinical practice [J]. Cardiol J, 2019, 26(3): 260-264. DOI: 10.5603/CJ.a2017.0154.
- [4] Bergmann J, Krewer C, Bauer P, et al. Virtual reality to augment robot-assisted gait training in non-ambulatory patients with a subacute stroke: a pilot randomized controlled trial [J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2018, 54(3): 397-407. DOI: 10.23736/S1973-9087.17.04735-9.
- [5] Ganry L, Hersant B, Sidahmed-Mezi M, et al. Using virtual reality to control preoperative anxiety in ambulatory surgery patients: a pilot study in maxillofacial and plastic surgery [J]. J Stomatol Oral Maxillofac Surg, 2018, 119(4): 257-261. DOI: 10.1016/j.jormas.2017.12.010.
- [6] Ford CG, Manegold EM, Randall CL, et al. Assessing the feasibility of implementing low cost virtual reality therapy during routine burn care [J]. Burns, 2018, 44(4): 886-895. DOI: 10.1016/j.burns.2017.11.020.
- [7] 蔡璇, 秦杰, 黄珊, 等. 虚拟现实技术在脊柱外科临床带教中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2019, 11(23): 18-20. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2019.23.008.
- [8] 胡旭颀, 张宗端, 郑斌, 等. 眼科专业研究生显微手术基本技能培训模式初探[J]. 中国高等医学教育, 2013(6): 117-118. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2013.06.063.
- [9] 孙昕, 闫丽, 卜宪庚, 等. 虚拟手术系统中软组织建模研究[J]. 中国继续医学教育, 2019, 11(8): 65-67. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2019.08.027.
- [10] 王雨艳, 于德水. 模拟手术技能在外科教学中的应用研究[J]. 中国继续医学教育, 2017, 9(24): 25-26. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2017.24.011.

(收稿日期:2019-12-23)

(本文编辑:曾玲)