·住院医师规范化培训·

混合现实技术在口腔颌面-头颈肿瘤规范化培训教学中的应用

杨子桧　李欢　许立志　杨耀武　雷德林　魏建华　杨新杰
军事口腔医学国家重点实验室，国家口腔疾病临床医学研究中心，陕西省口腔疾病临床医学研究中心，第四军医大学口腔医院颌面外科，西安　710032
通信作者：杨新杰，Email：yangxinjie@fmmu.edu.cn

【摘要】 目的　探讨混合现实技术（mixed reality，MR）在口腔颌面-头颈肿瘤规范化培训教学中的应用效果。**方法**　将在颌面肿瘤科接受住院医师规范化培训的20名医师分为两组，分别采用MR教学（试验组）及传统带教（对照组）。教学效果采用理论技能考试+问卷调查方法进行评价。采用SPSS 24.0进行 t 检验和Wilcoxon秩和检验。**结果**　试验组理论考核成绩（85.30 ± 3.59）优于对照组（80.20 ± 5.63），差异有统计学意义（t = 2.41，P = 0.027）；试验组技能考核成绩（89.20 ± 5.07）优于对照组（82.30 ± 6.36），差异有统计学意义（t = 2.68，P = 0.015）。问卷结果显示，MR教学使学员易于掌握头颈解剖知识与手术操作技巧，有助于活跃课堂氛围及师生间的互动交流，提高学员的学习兴趣。MR教学组学员对教学效果更为满意，且推荐该教学法用于口腔颌面-头颈肿瘤培训教学。**结论**　MR教学能提高学员对头颈解剖知识与手术操作技巧的理解与掌握，并增强学员的学习兴趣，取得良好的教学效果，在口腔颌面-头颈肿瘤规范化培训教学中具有重要的应用价值。

【关键词】 混合现实；　口腔颌面-头颈肿瘤；　临床教学；　医学教育
【中图分类号】 R739.8
基金项目：军事口腔国家重点实验室自主研究课题（2019ZA03；2018ZA03）；陕西省重点研发计划（2022SF-129）；空军军医大学军事医学项目（“珠峰工程”2019ZFB010；“砺剑行动”2022-fhjsyxrc15）；空军军医大学临床研究项目（2022LC2243）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210425-01351

Application of mixed reality in standardized resident training on oral and maxillofacial-head and neck tumor surgery

Yang Zihui, Li Huan, Xu Lizhi, Yang Yaowu, Lei Delin, Wei Jianhua, Yang Xinjie
State Key Laboratory of Military Stomatology and National Clinical Research Center for Oral Diseases, and Shaanxi Clinical Research Center for Oral Diseases, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Stomatology, Fourth Military Medical University, Xi'an 710032,China
Corresponding author: Yang Xinjie, Email: yangxinjie@fmmu.edu.cn

【Abstract】 Objective　To evaluate the effect of mixed reality (MR) in the standardized resident training on oral and maxillofacial-head and neck tumor surgery. **Methods**　Twenty resident doctors, who received standardized training in the department of maxillofacial oncology of our hospital, were randomly divided into experimental group and control group. The MR teaching method was used in the experimental group, while the traditional teaching method was used in the control group. The teaching effect was evaluated by theoretical and operational tests and a questionnaire survey. Statistical analysis was performed with the SPSS 24.0 software. Statistical comparisons were performed by the Students' t-test or the Wilcoxon rank correlation test. **Results**　The theoretical test results showed that the scores of the experimental group were significantly higher than those of the control group (85.30 ± 3.59 vs. 80.20 ± 5.63, t = 2.41, P = 0.027). The operational test results showed that the scores of the experimental group were significantly higher than those of the control group (89.20 ± 5.07 vs. 82.30 ± 6.36, t = 2.68, P = 0.015). The questionnaire survey results

showed that the MR teaching helped to easily acquire the knowledge of head and neck anatomy and operation skills. Besides, the doctors in the experimental group were more active and glad to communicate with others than those in the control group. In addition, the MR teaching method improved the learning interest of doctors. The doctors in the experimental group were more satisfied with the teaching effect than those in the control group, and they recommended that the MR teaching method be used in clinical training and teaching on oral and maxillofacial-head and neck tumor surgery. **Conclusion** MR teaching can help doctors understand and master the knowledge of head and neck anatomy and operation skills and improve their learning interest, achieving a good teaching effect, so it has important application value in the standardized resident training on oral and maxillofacial-head and neck tumor surgery.

【Key words】 Mixed reality; Oral and maxillofacial-head and neck tumor; Clinical teaching; Medical education

Fund program: Self-Topic Fund of the State Key Laboratory of Military Stomatology (2019ZA03; 2018ZA03); Key Research and Development Program of Shaanxi Province (2022SF-129); Qomolangma Project of Air Force Military Medical University (2019ZFB010); Operation Sharpen the Sward (2022-fhjsyxrc15); Medical Project of the Fourth Military Medical University (2022LC2243)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210425-01351

口腔颌面外科学是以研究口腔器官、面颈部软组织、颌面部骨、唾液腺等的病因、病理、预防及治疗为主要内容的口腔二级学科。其中的口腔颌面-头颈肿瘤手术对术者解剖知识和临床技能要求很高[1-2],一直是口腔颌面外科教学的难点。传统多媒体教学+手术带教难以直观展示肿瘤及毗邻解剖结构,且手术过程中视野有限,导致医生的学习效率低下,成长周期长[2-3]。混合现实(mixed reality,MR)技术是一种全新的数字化全息影像技术[4-5]。MR将数字化立体图像融入现实场景中,使人们获得一种虚实结合的沉浸式体验[6-7]。MR技术为医学教育领域带来新的变革[8]。MR应用于外科手术教学中,有望解决目前存在的解剖标本不足、影像图片不够立体、临床带教效率低下等问题[9]。本研究尝试将MR技术应用于口腔颌面-头颈肿瘤规范化培训教学中,现报道如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究以2019年1月至2020年6月间在颌面肿瘤科接受住院医师规范化培训的20名医师为研究对象。采用计算机软件进行随机抽签,将学员随机均分为两组。试验组采用MR全息沉浸式教学;对照组采用多媒体授课+临床带教。所有学员均系统学习了口腔颌面-头颈肿瘤相关的基础、临床课程,且在年龄、性别、入组成绩等方面差异无统计学意义。授课教师均取得副主任医师以上职称。

依据住院医师规范化培训与标准-口腔颌面外科培训细则,组织科内口腔颌面-头颈肿瘤临床教学。其中理论授课6学时、临床示教42学时。由带教医师讲解病例、临床表现、影像资料、解剖特点、手术操作技巧等,并示范手术操作。

1.2 教学准备

1.2.1 病例准备

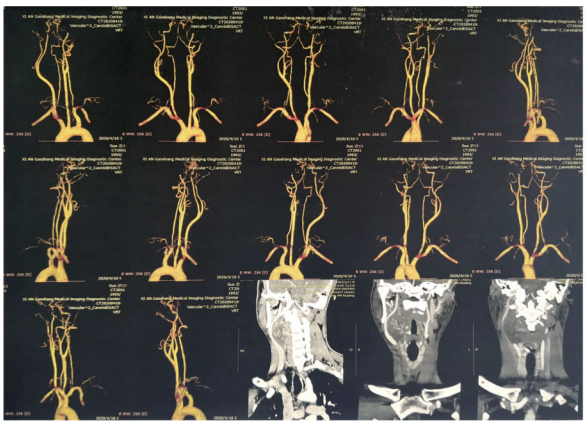
精心选择口腔颌面-头颈肿瘤典型病例6例,其中男性3例、女性3例。病例信息包括患者的基线信息、术前与术后头颈部CT、MRI等。

1.2.2 教学平台准备

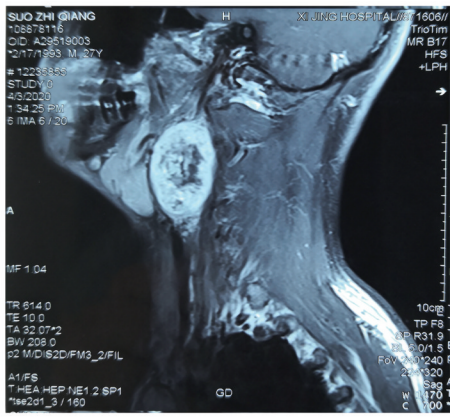
①MR全息成像系统,包括三维影像工作站、后台服务器、MR空间站。三维影像工作站内嵌智能分割算法,实现CT、MRI数据的高效三维重建;MR空间站和配套的后台服务器,让全息阅片和创新交互成功走入临床教学。

②MR个性化全息3D重建模型。教师课前将获得的DICOM格式的CT、MRI数据导入MR三维影像工作站,通过工作站内智能分割算法软件,进行三维重建;再把模型载入到混合现实设备当中,学员能清晰看到病人病灶的全息影像,并可以对影像进行缩放、旋转、移动、改变透明度等操作,并可将全息影像与患者自身相融合,以了解病灶与周围的解剖关系(图1)。

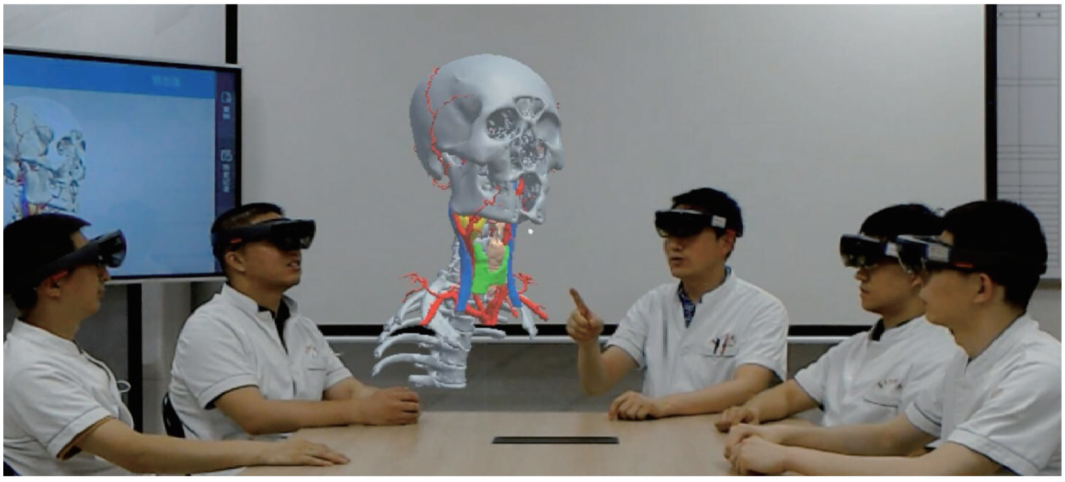
③微软Hololens眼镜,为头戴式的MR设备。借助Hololens眼镜,学员与带教教师共享手术视野,让示教更具互动性,轻松达成认知同步。



A. 患者头颈部CTA/CT



B. 患者头颈部MRI影像



C. MR全息3D阅片

图 1　MR 个性化全息 3D 影像呈现和阅片

④多媒体教学平台。对照组教师需准备传统的多媒体教学课件。

1.3　教学方法

1.3.1　课前讲解

对于试验组学员，教师基于患者个性化全息 3D 模型，在课堂讲解病例、临床症状、影像信息、解剖特点、治疗方案、手术操作过程。对于对照组学员，教师课堂采用多媒体教学，将病例、解剖、操作技巧等授课内容以图片或者视频形式呈现。

1.3.2　手术带教

对照组采用传统带教方法进行示教。试验组学员与教师佩戴 MR 眼镜，通过实时浏览 3D 重建影像，向学员讲解术区解剖结构间关系，并且将全息影像与瘤体区域重合，实现精准操作，学员直观感知手术操作过程及手术技巧。图 2 所示为 MR 临床教学情景。病例为一右侧颌骨成釉细胞瘤患者，行右侧下颌骨肿物切除术，同期采用腓骨瓣行右侧下颌骨修复重建。基于 MR 个性化全息 3D 模型，为学员直观、立体地呈现病灶解剖特点。术前借助 MR 可以将腓骨瓣及重要的血供进行定位、渲染，将手术设计生动地呈现于学员眼前；术中借助 MR 将虚拟的全息解剖影像与真实的患者头颈部进行融合，使学员清晰、直观感知手术操作过程及手术技巧；术后基于 MR 三维重建模型，带着学员复习肿物的解剖特点、手术设计及手术注意事项。

1.4　效果评价

1.4.1　理论及操作技能考核

课程结束后，由实习带教教师组成考核小组，对学员进行理论及操作技能考核。其中理论考核部分采用闭卷考试方式，考查学员对病例涉及的解剖特点、临床表现、诊断要点、鉴别诊断的掌握情况。技能操作考核下颌骨成釉细胞瘤切除及腓骨瓣修复重建术。学员在 3D 打印模型上模拟进行截骨、切除肿物、腓骨成形和摆位、钛板固定、确定咬



A. MR全息3D解剖教学　B. 术前借助MR进行手术设计讨论

C. 术中借助MR进行手术教学　D. 术后基于MR三维重建模型，复习解剖及手术要点

图2　MR临床教学情景

合关系等手术操作。考核包括术式选择，手术入路，手术器械操作是否规范，在模型上描述面神经下颌缘支、下牙槽神经、下牙槽动静脉的走行，肿物切除，腓骨制备、成形和摆位效果，钛板固定，咬合关系恢复情况，以及手术时间等。

1.4.2　问卷调查

问卷调查的内容包括：①是否喜欢该授课方法；②是否提高对本课程的学习兴趣；③ 是否有助于对解剖等理论知识的理解和记忆；④是否有助于对手术操作技巧的理解和记忆；⑤是否有助于课堂互动交流；⑥是否推荐其他头颈肿瘤手术教学内容采用该授课方法。每项分值：1、2、3、4、5分，1或2分为“不满意”，3分为“一般”，4或5分为“满意”。

1.5　统计学方法

采用SPSS 24.0软件进行统计分析。计量资料用（均数 ± 标准差）表示，组间比较采用两独立样本 t 检验；计数资料以例数或者百分比表示，组间比较采用Wilcoxon秩和检验。检验水准 α=0.05。

2　结果

2.1　理论及操作技能考核结果

试验组理论考核成绩（85.30 ± 3.59）优于对照组（80.20 ± 5.63），差异有统计学意义（t=2.41，P=0.027）；试验组技能考核成绩（89.20 ± 5.07）优于对照组（82.30 ± 6.36），差异有统计学意义（t=2.68，P=0.015）。

2.2　问卷调查结果

向学员发放调查问卷20份，均收到回复。在授课方法、提高学习兴趣、对理论知识和技能的理解记忆、互动交流等方面，试验组学员满意度均高于对照组（表1）。

表1　学员对传统授课方法及MR教学方法的评价

问卷项目	对照组			试验组			Z值	P值
	−	+	++	−	+	++		
喜欢该授课方法	5	3	2	0	3	7	−2.41	0.016
提高对本课程的学习兴趣	3	7	0	0	2	8	−2.40	0.016
有助于对解剖等理论知识的理解和记忆	4	5	1	0	1	9	−3.25	<0.001
有助于对手术操作技巧的理解和记忆	6	3	1	0	0	10	−4.11	<0.001
有助于课堂互动交流	1	7	2	0	2	8	−2.73	0.006
推荐其他头颈肿瘤手术教学采用该授课方法	0	8	2	0	0	10	−4.19	<0.001

注：“-”代表“不满意”，“+”代表“一般”，“++”代表“满意”。

3　讨论

医生的成长需要经历漫长的知识积累和技能培训过程，对于口腔颌面-头颈肿瘤外科医生来说更是如此[1]。由于解剖结构复杂、孔隙多、穿行的解剖结构关系密切，要想成为一名合格的口腔颌面-头颈肿瘤外科医师实非易事。口腔医学生普遍对口腔颌面-头颈肿瘤学存在畏难情绪，学习兴趣不高。MR 基于全息的沉浸式的影像呈现技术，为口腔颌面-头颈肿瘤的教学瓶颈提供新的可能。

本研究将 MR 应用于口腔颌面-头颈肿瘤规范化培训教学中。结果表明，MR 可提升学员对解剖结构及手术操作技巧的理解，提高教学效果，并增强学员的学习兴趣与信心。借助 MR 教学的优势，首先体现在解剖教学方面。传统教学往往依赖于 CT、MRI 等二维影像学平片，学员只能凭想象认识肿瘤的三维空间结构，且术中由于视野、出血等因素会影响对解剖结构的识别。因此，传统解剖教学效果不佳。MR 基于患者影像数据，可仿真构建出个性化虚拟人体，呈现强化的三维立体解剖模型。学员可以直观、立体地感知肿瘤及血管、神经等解剖结构的空间位置关系，加深对影像资料的理解[10]。本研究发现，MR 教学可提升学员对于枯燥头颈解剖知识的学习兴趣，并加深学员对于解剖知识的理解和记忆。其次，MR 利用注册技术可将虚拟模型固定在某个位置，教员与学员通过佩戴链接的 MR 设备实现视野同步，便于师生共同学习、探讨肿瘤解剖特点。问卷结果表明，MR 教学可提高学生的学习热情。最后，MR 将虚拟的三维模型与患者术区叠加，可指导学员辨识解剖结构，并加深学员对手术操作技巧的理解。MR 用于医学教育及手术培训是目前学者们关注的热点[9-10]。李涛等[11]将 MR 用于指导心血管影像诊断培训，应用数字化的全息影像，提高了学员的学习效率。余可谊等[12]应用 MR 进行经皮椎间孔入路腰椎间盘切除术临床教学，在 MR 设备创设的仿真学习情境下，将虚拟信息与现实融合，提高了教学的交互性和形象化，提高了教学效果。但本研究也发现，学员对 MR 教学的满意程度存在差异，可能与设备较为笨重，长时间佩戴容易疲劳，且学员对 MR 设备较为新奇，分散了部分学员的注意力有关。

目前，MR 应用于口腔颌面-头颈肿瘤教学仍存在以下不足。①MR 设备较为昂贵，限制其进一步地推广应用；②设备不够轻便，不宜长时间佩戴；③模型缺乏头颈部标本尤其是软组织测量数据支持[5]。因此，尚需进一步提高 MR 设备的性能，使 MR 为口腔颌面-头颈肿瘤临床教学变革提供更好的解决方案。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　杨子桧、李欢、许立志、杨耀武、雷德林、魏建华：提出论文构思、撰写论文；杨新杰：总体把关、审订论文

参考文献

[1] 嵇庆海. 谈头颈部肿瘤外科医师的培养：如何成为一名优秀的头颈部肿瘤外科医师[J]. 中国癌症杂志, 2017, 27(6): 401-405. DOI: 10.19401/j.cnki.1007-3639.2017.06.001.

[2] 阮敏, 季彤, 张陈平. 3D打印技术在口腔颌面-头颈肿瘤外科教学中的应用[J]. 上海口腔医学, 2016, 25(6): 762-765.

[3] 张世文, 李晓江, 邱有玉, 等. 头颈肿瘤外科课堂教学中内容整合与形式翻转思路[J]. 肿瘤预防与治疗, 2019, 32(7): 629-632. DOI: 10.3969/j.issn.1674-0904.2019.07.014.

[4] 刘琳, 李鸿波, 刘洪臣. 混合现实技术在口腔医学中的应用展望[J]. 口腔颌面修复学杂志, 2019, 20(2): 102-107. DOI: 10.19748/j.cn.kqxf.1009-3761.2019.02.009.

[5] 郭陟永, 丁张帆, 苗诚, 等. 混合现实技术在口腔颌面-头颈肿瘤手术中应用的初步探索[J]. 华西口腔医学杂志, 2020, 38(4): 470-474. DOI: 10.7518/hxkq.2020.04.021.

[6] 刘刚, 李晓莉, 龚连生, 等. 混合现实技术辅助全腹腔镜下胰十二指肠切除术[J]. 中国内镜杂志, 2020, 26(7): 72-75. DOI: 10.3969/j.issn.1007-1989.2020.07.013.

[7] 陈子豪, 黄可南, 丁新宇, 等. 混合现实技术在肺结节术前讨论及术中应用的研究[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2020, 27(7): 797-801. DOI: 10.7507/1007-4848.202002081.

[8] Incekara F, Smits M, Dirven C, et al. Clinical feasibility of a wearable mixed-reality device in neurosurgery [J]. World Neurosurg, 2018, 118: e422-e427. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.06.208.

[9] Nicola S, Stoicu-Tivadar L. Mixed reality supporting modern medical education [J]. Stud Health Technol Inform, 2018, 255: 242-246.

[10] Hu HZ, Feng XB, Shao ZW, et al. Application and prospect of mixed reality technology in medical field [J]. Curr Med Sci, 2019, 39(1): 1-6. DOI: 10.1007/s11596-019-1992-8.

[11] 李涛, 张兴华, 李欣, 等. 混合现实全息影像在心血管教学中的应用价值[J]. 安徽医药, 2020, 24(5): 1050-1053, 1062. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2020.05.050.

[12] 余可谊, 李子全, 蔡思逸, 等. 混合现实技术在经皮椎间孔入路腰椎间盘切除术临床教学中的应用[J]. 基础医学与临床, 2019, 39(6): 916-920. DOI: 10.16352/j.issn.1001-6325.2019.06.030.

（收稿日期：2021-04-25）

（本文编辑：唐宗顺）