

- 22]. <http://ybj.shaanxi.gov.cn/gk/zcwj/5072.htm>.
- [10] 陕西省医疗保障局,陕西省卫生健康委员会,陕西省药品监督管理局.关于落实第四批国家组织药品集中采购和使用工作的通知:陕医保发[2021]25号[A/OL].(2021-05-14)[2021-10-22]. <http://ybj.shaanxi.gov.cn/gk/tzgg/8874.htm>.
- [11] 蒋雨彤,谈在祥.我国药品带量采购政策实施效果及其优化建议[J].中国卫生事业管理,2022,39(4):287-291.
- [12] 江开达.精神疾病的特殊性与开展带量采购的思考[J].国际精神病学杂志,2021,48(3):398-401.
- [13] 罗晓云,廖万威,罗丹玲.国家集中采购药品在精神疾病治疗中的效用与经济性评价[J].中国处方药,2022,20(2):69-71.
- [14] 陈新谦,金有豫,汤光.新编药理学[M].18版.北京:人民卫生出版社,2019:139-161.
- [15] PANG YY, MA CL. Real-world pharmacological treatment patterns of patients with threatened miscarriage in China from 2014 to 2020: a cross-sectional analysis[J]. J Clin Pharm Ther, 2022, 47(2):228-236.
- [16] HUANG M, SHEN-TU J, HU X, et al. Comparative fasting bio-availability of dispersible and conventional tablets of risperidone: a single-dose, randomized-sequence, open-label, two-period cross-over study in healthy male Chinese volunteers [J]. Clinical Therapeutic, 2012, 34(6):1432-1439.
- [17] 孙秀琪.利培酮口服液与片剂在治疗痴呆患者病理性行为中的临床差异性研究[J].中华灾害救援医学,2020,8(12):709-711.
- [18] 刘洋.氨磺必利在精神分裂症患者中的疗效与安全性研究[D].汕头:汕头大学,2021.
- [19] 唐迪,丁锦希,陈焯.地方药品集中带量采购机制现状与思考[J].中国医药工业杂志,2022,53(2):264-271.
- [20] 贡雪芑,刘东,魏盈盈,等.公立医院药品集中带量采购中存在的问题及对策[J].中华医院管理杂志,2021,37(10):827-830.
- [21] 蒋雨彤,谈在祥.我国药品带量采购政策实施效果及其优化建议[J].中国卫生事业管理,2022,39(4):287-291.
- [22] 国家医疗保障局.关于国家组织药品集中采购和使用试点医保配套措施的意见:医保发[2019]18号[A/OL].(2019-02-28)[2021-10-23]. http://www.nhsa.gov.cn/art/2019/3/5/art_104_6447.html.
- (收稿日期:2022-05-06,修回日期:2022-07-19)

引用本文:马建军,焦点,刘志伟,等.泌尿外科教学中应用混合现实技术的探讨[J].安徽医药,2023,27(9):1895-1898.DOI:10.3969/j.issn.1009-6469.2023.09.045.

◇ 医药教育 ◇



泌尿外科教学中应用混合现实技术的探讨

马建军,焦点,刘志伟,武涛,马善金

作者单位:空军军医大学唐都医院泌尿外科,陕西 西安 710038

基金项目:国家自然科学基金项目(82002687);军队应用基础专项研究项目(22JSZ03)

摘要: **目的** 探讨混合现实(MR)技术在泌尿外科教学中的应用优势。**方法** 选取2021年3—12月在空军军医大学唐都医院泌尿外科规培的在读专硕研究生60人为研究对象,采用随机数字表法分成MR教学组和传统教学组,每组各30人。授课2个月后,以两组学生理论成绩、实践操作成绩及师生双向评价结果来评估教学效果。**结果** MR教学组理论考核的总成绩明显优于传统教学组[(84.72±8.93)分比(75.63±7.65)分, $P<0.001$],其中MR教学组80分及以上的人数为25人(83.3%),显著高于传统教学组和往年考核成绩(均 $P<0.05$),传统教学组各分数段的人数与往年考核结果相比差异无统计学意义(均 $P>0.05$);技能考核中,两组技能考试成绩与往年成绩相比均差异无统计学意义(均 $P>0.05$);师生双向评估中,与传统教学组相比,MR教学组临床思维启发好、学习压力小、掌握知识更轻松($P<0.05$),两组在教学满意程度、知识融会贯通方面差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** MR技术在泌尿外科教学中有其独特的优势,可增强医生的临床思维和外科技术学习能力。

关键词: 教育,医学; 教育技术; 混合现实; 泌尿外科; 腔镜手术; 分层解剖

Application of mixed reality technology in the teaching of urology surgery

MA Jianjun, JIAO Dian, LIU Zhiwei, WU Tao, MA Shanjin

Author Affiliation: Department of Urology, Tangdu Hospital, Air Force Medical University, Xi'an, Shaanxi 710038, China

Abstract: **Objective** To explore the advantages of mixed reality (MR) technology in urology teaching. **Methods** From March to December 2021, 60 postgraduate students enrolled in specialized master's degree training in the Department of Urology at Tangdu Hospital of Air Force Medical University were selected as the study subjects and were divided into MR teaching group and traditional teaching group using the random number table method, with 30 students in each group. After 2 months of teaching, the teaching results were assessed by the theoretical scores, practical operation scores, and two-way evaluation results of teachers and students in both groups. **Results** The total score of the theoretical assessment of the MR teaching group was significantly better than that of the tradi-

tional teaching group [(84.72±8.93) vs. (75.63±7.65), $P < 0.001$], of which the number of those who scored 80 points or more in the MR teaching group was 25 (83.3%), which was significantly higher than that in the traditional teaching group and the examination results of the previous years ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference between the number of people in each score band in the traditional teaching group and the previous years' assessment results ($P > 0.05$). In the skills assessment, there was no significant difference between the skills examination results of the two groups compared with the results of previous years ($P > 0.05$). In the two-way assessment of teachers and students, compared with the traditional teaching group, the MR teaching group inspired good clinical thinking, had less learning pressure, and mastered knowledge more easily ($P < 0.05$). There was no significant difference between the two groups in terms of teaching satisfaction and knowledge integration ($P > 0.05$).

Conclusion MR technology has unique advantages in urology teaching, which can enhance doctors' clinical thinking and surgical technology learning ability.

Key words: Education, medical; Educational technology; Mixed reality; Urology; Laparoscopic surgery; Layered anatomy

进入21世纪后,国际互联网和网络虚拟技术的快速发展,人们的生活习惯和学习方式也随之改变,不仅出现了“阿里巴巴”式的线上交易平台,教育方式也趋向于线上与线下共存。不同于其他的学科,外科医学教育注重言传身教,讲究面对面地传授理论知识和临床技能。2020年新冠疫情突袭全球,限制了人与人之间的聚集和交流,关于线上教学结合与临床医学特色的探索相继出现,如浙江大学医学院附属第一医院的线上教学查房模式^[1]、北京大学第三医院的线上超声医学教学^[2]以及PBL模式^[3]等。不过受制于线上模式的固有局限性,线上教学无法实现医学生与病人现实接触,学员无法进行体格检查、实践操作等临床技能,限制了外科医学生的发展。因此如何使外科医生的成长同互联网发展相适应,让外科医生合理利用互联网突破个人瓶颈,快速进入临床工作成为临床医学教育热点。伴随着人机交互模式概念的提出,混合现实(mixed reality, MR)在临床中的应用前景逐步扩大,在骨科教学模式的应用^[4-5]、耳鼻喉科术前规划^[6]、肝胆外科教学^[7]及脊柱外科教学的探讨^[8]等方面取得一定的成果。不同于其他外科手术,泌尿外科有相当比例的腔道手术,加之盆腔解剖结构复杂、术野小,学生学习过程困难多,使得其教学难度相对较高。探索如何利用MR辅助教学泌尿外科手术成为值得思考的崭新问题。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2021年3—12月在空军军医大学唐都医院泌尿外科轮转规培的外科专硕研究生共60人,随机数字表法平均分配至传统教学组和MR教学组中,每组30人。传统教学组年龄(24.2±1.2)岁,范围为22~28岁,男性26人,女性4人。MR教学组年龄(24.0±1.4)岁,范围为23~28岁,男性25人,女性5人。两组学生性别($\chi^2=0.13, P=0.717$)、年龄($t=1.96, P=0.552$)差异无统计学意义,可对比。

1.2 研究方法 (1)教学要求外科专硕研究生在住院医师规范化培训过程中,需要在泌尿外科学习1~

3个月,本次纳入的研究对象,均于泌尿外科规培2个月。传统教学组采用观看手术视频、解剖图谱及临床近距离观摩方式,一对一教学,考虑到手术安全和医患问题,手术过程中一般不让学生直接担任术者。(2)利用MR技术将典型手术病例的CT/MRI、超声及手术视频整合,创建全息影像学。制作膀胱肿瘤、前列腺增生、输尿管结石、肾癌及前列腺癌的三维解剖模型,将模型上传到云端平台。MR教学组使用Microsoft公司的HoloLens全息眼镜观看模型,由带教老师讲述解剖注意事项,并演示手术路径及操作要点。讲解过程中学生可以针对模型自行模拟,实现放大、缩小、旋转与相对自由的分层等,也可自由调出病人放射影像学图像、模型与影像交互学习加深知识点印象。(3)评估方法:分为理论考试和实操技能考核两部分,两部分的总分均为100分。既往5年泌尿外科采用的教学方式传统教学模式,考虑到对照的准确性,两教学组考核成绩与前5年专硕规培生(115人)出科考核成绩的平均成绩两两交叉互比。考核结束后利用调查问卷师生双向评估教学质量,包括学生对课程的接受和满意度调查以及老师对学生学习能力评价两部分。

1.3 统计学方法 所有数据采用SPSS 26.0软件分析。数据分析前统一行正态性检验,连续变量用独立样本 t 检验分析,以 $\bar{x} \pm s$ 表示;分类变量用 χ^2 检验或Fisher确切概率法,用人(%)表示。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 学生成绩与前5年平均考核成绩对比 MR教学组与传统教学组理论考核的总成绩分别为(84.72±8.93)分、(75.63±7.65)分($t=4.23, P < 0.001$)。MR教学组80分及以上的人数所占的比例高达83.3%,明显高于传统教学组和往年考核成绩的比例($\chi^2=6.24, P=0.012; \chi^2=9.52, P=0.002$)。MR教学组的所有学生成绩均超过了60分,传统教学组各分数段的人数与往年考核结果相比差异无统计学意义($P > 0.05$),见表1。MR教学组、传统教学组与往

年成绩实践考核的总成绩分别为(80.13±6.87)分和(78.58±6.54)分,差异无统计学意义($t=0.89$, $P=0.374$)。与传统教学组及往年考核成绩相比,MR教学组实操技能考核成绩差异无统计学意义($P>0.05$),见表2。

表1 各组泌尿外科轮转规培的外科专硕研究生理论考核成绩对比/人(%)

组别	人数	<60分	60~<80分	80~<90分	≥90分
往年成绩	115	7(6.1)	48(41.7)	45(39.1)	15(13.1)
传统教学组	30	2(6.7)	12(40.0)	13(43.3)	3(10.0)
MR教学组	30	0(0)	5(16.7)	18(60.0)	7(23.3)
χ^2 值 ^①			4.02	1.67	1.92
P 值 ^①		0.492 ^④	0.045	0.196	0.166
χ^2 值 ^②			6.44	4.22	
P 值 ^②		0.345 ^④	0.011	0.040	0.165 ^④
χ^2 值 ^③			0.03	0.18	
P 值 ^③		0.999 ^④	0.863	0.676	0.766 ^④

注:MR为混合现实。

①为传统教学组与MR教学组之间比较。②为MR教学组与往年成绩之间比较。③为传统教学组与往年成绩之间比较。④为采用Fisher确切概率法比较。

表2 各组泌尿外科轮转规培的外科专硕研究生实践考核成绩对比/人(%)

组别	人数	<60分	60~<80分	80~<90分	≥90分
往年成绩	115	3(2.6)	32(27.8)	56(48.7)	24(20.9)
传统教学组	30	1(3.3)	8(26.7)	15(50.0)	6(20.0)
MR教学组	30	0	6(20.0)	17(56.7)	7(23.3)
χ^2 值 ^①			0.37	0.27	0.10
P 值 ^①		>0.999 ^④	0.542	0.605	0.754
χ^2 值 ^②			0.75	0.60	0.09
P 值 ^②		0.999 ^④	0.385	0.437	0.769
χ^2 值 ^③			0.02	0.02	0.01
P 值 ^③		>0.999 ^④	0.899	0.899	0.917

注:MR为混合现实。

①为传统教学组与MR教学组之间比较。②为MR教学组与往年成绩之间比较。③为传统教学组与往年成绩之间比较。④为采用Fisher确切概率法比较。

2.2 教学评价结果 教学成果评价通过问卷调查进行,包括学生评价(教学模式满意程度、教学模式压力、启发临床思维)和教师评价(学生掌握知识、融会贯通程度)共2个方面5个维度。相较于传统教学组的学生,MR教学组的学生更易启发临床思维、学习压力更小,而且掌握知识更轻松($P<0.05$);不过两组之间在教学满意程度、知识融会贯通方面差异无统计学意义($P>0.05$)。见表3。

3 讨论

目前在泌尿外科的教学过程中,尚未有权威的教学模式可以有效将实践操作与理论知识相结合。

表3 泌尿外科各教学组对教学模式评价结果/人

项目	传统教学组 (n=30)	MR教学组 (n=30)	χ^2 值	P 值
教学模式满意程度				0.120 ^①
满意	16	23		
一般	9	6		
不满意	5	1		
教学模式学习压力			11.63	0.003
很大	10	5		
一般	14	6		
很小	6	19		
临床思维启发程度				0.025 ^①
满意	21	28		
一般	6	0		
不满意	3	2		
掌握知识的程度				0.031 ^①
很好	16	25		
一般	12	5		
很差	2	0		
融会贯通的情况				0.251 ^①
很好	17	23		
一般	10	5		
很差	3	2		

注:①为采用Fisher确切概率法比较。

泌尿外科手术微创化普及程度高,如传统的大手术前列腺癌根治、全膀胱切除术等,手术视野小,对术者解剖知识和手术操作水平要求高,使得医生的学习周期长^[9]。诸多现实的缺陷导致医学生培养效果不佳,据统计1名泌尿外科主治医师成长为独立的主刀医师一般需要至少10年的时间。如何降低培养医生的时间和教育成本,是需要解决的问题。

MR是在虚拟现实基础上更全面的模拟技术,可自然地将真实场景和虚拟场景融合在一起,其突出特点是现实感更加强烈,人机互动的效果及真实性更强,让人难以区分现实和虚拟世界,适用于医疗抢救模拟训练及培训外科医生临床技能等方面^[10]。通过交叉图形学、仿真技术、传感技术等多种技术,MR可以构建出虚拟的三维模型,在此基础上学生们通过手势旋转、语音命令等方式将模型放大、缩小,挑选不懂的部分单独讲解,以现场演绎的方式模拟生化反应、人体活体情况下的解剖细节,获得情景记忆,利于抽象性知识的理解和吸收,激发学生学习的热情,可有效解决传统教学难以获取解剖标本的难题,缓解时间和场地的限制^[11]。在MR教学系统中,授课老师和学生可以自由穿梭于虚拟和现实环境之间,利用不同类型的手术模型模拟手术、实践操作等技能训练,为住院医师培训教学提供了一种高效、立体的全新模式。

外科手术最大的困难之一是精准定位手术部位,MR系统可以抵消传统影像和超声受脂肪等的影响^[12],动态三维显示术中的情况,其误差目前仅有亚毫米级^[13]。一些风险程度相对较高的手术,受训医生在手术前可以通过反复观摩病变部位的特点,根据反馈的结果及时调整自己的不足,最大限度模拟真实的病人操作,便于形成肌肉记忆^[14]。研究发现将MR与手术规划联系起来,即可达到同虚拟手术规划一致的效果,证实MR可以明显降低手术难度,减少术中出血和术后并发症^[15]。研究发现,医生通过MR系统练习得到的经验,可以在临床实践中直接予以应用,显著缩短年轻外科医生学习手术的时间曲线^[16]。综上,MR技术与手术模型的结合,可降低青年医生对于临床的经验依赖^[17]。

本研究通过教学后考核及学生与老师对课堂的感受,综合对比评估MR教学模式和传统教学模式在泌尿外科教学中的优劣。通过理论考核,我们发现MR组的总成绩明显优于传统教学组,并且MR教学组80分及以上的人数多于传统教学组。从数据表现来看,MR教学组学生更易理解泌尿系统疾病的诊治要点,可以得出MR培养学员空间解剖结构是有其独特优势的,从而利于医生的快速进阶。实践考核的结果表明两组学生差异无统计学意义,可能的原因是外科手术,尤其是泌尿外科手术的操作过程还需要学生自己感悟手术不同阶段的力度和角度,2个月的学习周期过于仓促,虽然MR可以模拟全息影像,却不能代替真实操作的过程^[18]。从教学评价结果来看,MR教学组的学生学习压力小,学习氛围轻松,对教学模式更满意,利于学生在低焦虑状态下获得更好的学习体验^[19],虽然两种模式学生反馈知识融会贯通没有明显差别,但综合考虑考核成绩来看,MR模式优势更加突出。

从本研究来看MR的优势突出,不过一些技术难点仍需要克服。MR图像识别技术尚不稳定,手术时往往更新延迟,需要医生在操作过程中不断的调整视角,极其考验医生的水平,甚至会导致医生出现“晕机”等现象;目前用以临床的技术设备精度要求高,建模强调真实性,相关核算研究少;本研究初步证明了MR在泌尿外科教学中的优点,但因样本量较少,部分偏倚无法避免。未来需要多团队合作,进一步完善相关技术,增加手术及教学中的多样化模型的建立,增加相关研究的样本量。

本研究发现,MR技术在泌尿外科教学中有其独特的优势,可增强医生的临床思维和外科技术学习能力。

参考文献

- [1] 黄显博,叶琇锦. 新冠疫情时期临床医学线上教学查房模式探讨[J]. 中国高等医学教育, 2021(4): 104-105.
- [2] 孙彦,江凌,王淑敏,等. 疫情防控下超声医学线上教学的效果评价及双向教学反馈情况初探[J]. 基础医学与临床, 2021, 41(3): 463-466.
- [3] 张楠,廖海含,袁园,等. 微视频结合基于问题的教学模式在医学研究生科研能力培训中的应用[J]. 安徽医药, 2021, 25(10): 2117-2120.
- [4] 李宇晟,肖文峰. 基于混合现实技术的骨科教学模式的构建及应用[J]. 继续医学教育, 2021, 35(6): 28-30.
- [5] 刘书中,王以朋,周熹,等. 混合现实技术在骨科手术规划及教学培训中的应用进展[J]. 中国实验诊断学, 2021, 25(1): 156-158.
- [6] 李静,赵辉,王方园,等. 混合现实技术在耳鼻咽喉头颈外科教学中的应用与展望[J]. 中华耳科学杂志, 2021, 19(5): 873-876.
- [7] 蒋家云,王宏,胡鹏,等. 混合现实技术和柯氏模式在肝胆外科手术教学中的应用及效果评价研究[J]. 中国卫生产业, 2022, 19(3): 12-15.
- [8] 蒋佳霖,孙璟川,罗溪,等. 混合现实技术应用于脊柱外科教学的效果分析[J]. 中国医学教育技术, 2020, 34(2): 230-232, 243.
- [9] 张旭,范阳. 机器人手术在泌尿外科的应用现状与未来发展[J]. 加速康复外科杂志, 2021, 4(2): 49-54.
- [10] MA LC, MOR S, ANDERSON P L, et al. Integrating virtual realities and psychotherapy: SWOT analysis on VR and MR based treatments of anxiety and stress-related disorders[J]. Cogn Behav Ther, 2021, 50(6): 509-526.
- [11] 顾楚涵. 虚拟现实技术在医学中的应用[J]. 科技传播, 2019, 11(6): 129-130.
- [12] LI G, CAO Z, WANG J, et al. Mixed reality models based on low-dose computed tomography technology in nephron-sparing surgery are better than models based on normal-dose computed tomography[J]. Quant Imaging Med Surg, 2021, 11(6): 2658-2668.
- [13] CHU Y, YANG J, MA S, et al. Registration and fusion quantification of augmented reality based nasal endoscopic surgery[J]. Med Image Anal, 2017, 42: 241-256.
- [14] 罗文浩,阳天睿,李晔. 增强现实与混合现实技术在骨科教学的研究进展[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2021, 14(8): 733-736.
- [15] 武鹏,杨晓剑,王延柱,等. 混合现实技术联合达芬奇机器人在完全内生型肾肿瘤行肾部分切除术中的临床应用[J]. 微创泌尿外科杂志, 2018, 7(4): 225-229.
- [16] 叶哲伟,吴星火. 混合现实技术在骨科的最新应用进展[J]. 临床外科杂志, 2018, 26(1): 13-14.
- [17] 李春迎,陆正大,谢凯,等. 增强现实在医学领域中的应用现状研究[J]. 中国医疗设备, 2020, 35(9): 165-168.
- [18] MORO C, GREGORY S. Utilising anatomical and physiological visualisations to enhance the face-to-face student learning experience in biomedical sciences and medicine[J]. Adv Exp Med Biol, 2019, 1156: 41-48.
- [19] 李鹏,曹丽华. 大学生高等数学"学习兴趣""自我效能感""学习焦虑""学习动机"的关系研究[J]. 数学教育学报, 2021, 30(4): 97-102.

(收稿日期:2022-07-06,修回日期:2022-08-14)