

## 综 述

# 虚拟现实技术在医学中的应用

许彦劼综述,夏 明审校

**【摘要】** 虚拟现实技术的飞速发展,让其在许多领域有着巨大的应用潜力。文章简述了虚拟现实技术的基本特点,探讨其在现代医学上的应用,同时对虚拟现实技术存在的问题及其未来发展前景进行了讨论。

**【关键词】** 虚拟现实技术;医学;应用

**【中图分类号】** R245 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-271X(2018)02-0164-04

**【DOI】** 10.3969/j.issn.1672-271X.2018.02.013

## 0 引 言

虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术是一种用以代替或增强使用者真实体验的仿真系统。用户自然地沉浸其中,通过各种方式与传感系统交互来唤醒或是复制其对真实物质世界的感受<sup>[1-3]</sup>。该技术已在许多领域中有着广泛的运用,而从 1963 年至今,VR 技术展现出了其在医学领域中越来越多的应用可能。

## 1 虚拟现实技术的特点及其重要性

虚拟现实技术作为一种新的现代化技术,主要有 3 个特性,分别是沉浸性、交互性和构想性<sup>[2]</sup>。

**1.1 沉浸性(Immersion)** 沉浸性是 VR 技术最主要的技术特征,旨在利用计算机产生的三维虚拟环境,让人沉浸于数据空间中,以更自然、更直接的方式与数据交互,有一种身临其境的感觉。所谓的“沉浸感”就是要让用户觉得自己是虚拟环境的一部分,而不是一个旁观者。

**1.2 交互性(Interactivity)** 交互性是指在计算机生成的这种虚拟环境中,人们可以利用一些传感设备进行交互,感觉就像是在真实客观世界中一样,比如:当用户用手去抓取虚拟环境中的物体时,手就有握东西的感觉,而且可感觉到物体的重量。

**1.3 构想性(Imagination)** 构想性由于 VR 并不只是一种媒介或一个高层终端用户界面,它的应用能解决在工程、医学、军事等方面的一些问题,这些应用是 VR 与设计者并行操作,为发挥它们的创造性而设计的,这极大地依赖于人类的想象力,这就是 VR 的第三个特征:构想性。

在 20 世纪,我们对人体的结构与功能以及疾病的发生机制有了越来越深的理解。同时,这个过程也伴随着诊断和成像技术的进步以及治疗和处理疾病方法的改善。这样一个快速增长的知识库使我们不得不接受新知识、新技术以及新的教学方法<sup>[4]</sup>。

但同时,在欧美国家,随着医疗事业的现代化以及地区工作时间调整的指令,实习生的工作时间从 30 000 h 缩减到了 6000 h<sup>[5]</sup>。医学教育与其他基础学科的教学有所不同,它不但要传授必备的医学理论及原理,也需要学生在实践中摸索成长,传统的医学教学模式的局限性严重影响着医学教学的效果。这就意味着,对于像外科手术这样高度依赖精细操作的技能,“动手时间”的减少可能会对训练产生重大影响<sup>[6]</sup>。此外,随着学生人数的增加,床位紧张,以及患者和公众的期望的不断提高,新的教学方法的出现显得尤为迫切<sup>[7-8]</sup>。

而当下计算机技术的发展,特别是虚拟现实技术的应用,将对传统的医学教学模式产生巨大的影响<sup>[9]</sup>。虚拟现实技术是多媒体技术发展的更高境界,是这些技术更高层次的集成和渗透;它能给用户以更逼真的体验,它为人们探索宏观世界和微观世界以及种种原因不便于直接观察的事物的运动变化规律,提供了极大的便利。

基金项目:江苏高校品牌专业建设项目 PPZY2015B161

作者单位:221004 徐州,徐州医科大学临床医学系(许彦劼);  
221004 徐州,徐州医科大学江苏省麻醉学重点实验室 徐州医科大学附属医院麻醉科(夏 明)

通信作者:夏 明, E-mail: xiaming1980@xzhmu.edu.cn

## 2 虚拟现实技术在医学中的应用

虚拟现实技术应用于医学,称之为虚拟医学(Virtual Medicine)或仿真医学。1965 年 Robert Mann 首先提出了在医学中建立虚拟现实系统,并应用于康复工程的想法<sup>[10]</sup>。目前,随着信息科学和生命科学的飞速发展,不同学科间的交叉和渗透,使得新兴技术越来越多地应用到医学领域。在医学教学和仿真训练等方面,VR 技术有着不可替代和令人鼓舞的发展前景<sup>[11]</sup>。

**2.1 在医学教学中的应用** 由于虚拟现实技术具有沉浸性、交互性和构想性的特征,所以将其应用于医学教育的实验教学中,对医学职业技能的培养具有独特的优势,它可以模拟难以讲解的教学场景,使之可视化并具有可参与性。通过虚拟现实设备,使用者可以在一个几乎完全虚拟的环境中切身体验医学教科书中的一些需要动画、交互的页面<sup>[12]</sup>。如在学习人体解剖学时,传统的人体解剖学教学方法是以课堂教学为主,再结合图谱、模型并配以尸体解剖来加深学生的理解,尸体标本是传统人体解剖学教学必不可少的条件,标本缺乏严重影响着教学质量<sup>[13-14]</sup>。现四川大学已研发了一款《人卫 3D 系统解剖学》VR 版,通过计算机技术和生物技术的整合,将人体的物理、化学、生物信息数字化所建立出的数字化虚拟人体,能够完整地描述出人体的细胞、组织、器官、系统的解剖构成、生理及病理情况,提供器官或组织结构在人体空间的精确定位,并且可以根据需要任意放大、旋转和平移,还可以选择任意人体组织结构的三维模型,并将其从数字化虚拟人体中独立出来,再对其进行局部的观察。学生还可以利用专业的虚拟解剖手术器械,来模拟解剖手术的各种动作。如果使用专业的力反馈器械和系统并给予模拟解剖操作中的力回馈,则学生可以感受到人体组织的不同质感。虚拟现实技术能使学生在虚拟的人体标本上进行解剖观察和学习,不仅调动了学生的学习兴趣,而且将抽象的内容具体化、形象化,给学生留下深刻的记忆,也给教员提供了方便,且大大提高了教学质量。同时可缓解尸体标本缺乏的状态,降低教学成本,弥补教学条件的不足,减少了危险性。

**2.2 在临床工作中的应用** 目前在中国,医患间的不信任导致医疗纠纷激化,许多患者拒绝让年轻医

师做手术<sup>[15-16]</sup>。同时,每个专业的临床见习操作时间相对有限,且不同医院病例数量差异较大,多种因素最终导致了医学生在医学实践中的接触体验相对不平等或不充分。而虚拟现实技术能作为一个平台,给医学生们提供一个在远离患者、无风险的环境下进行重复练习的机会,让医学生和低年资医师从多个角度去观察、分析病例<sup>[17-19]</sup>。医务人员根据现有的医学检查设备,如利用从 CT、MRI 中获取的影像数据,通过虚拟现实技术,构造出一个虚拟的手术对象,并结合力反馈系统来模拟手术的各种动作,从而感受到人体组织的不同质感。医务人员可以随时使用虚拟的手术器械进行手术练习,从而解决临床中实际动手及亲身体会机会少的弊端。在虚拟环境中,住院医师可以针对一个手术术式反复操作,增强其技术的熟练度,对制定手术方案、寻找最佳手术路径、提高手术精准性等具有十分重要的现实意义,同时也不用担心对患者造成身体或心理上的伤害,避免医学伦理问题<sup>[20-22]</sup>。解放军总医院开发的膝关节镜仿真训练系统针对初学者、中职学员、高职学员开发了对应的虚拟训练模块,充分考虑不同学习者的需求,初学者利用力反馈交互设备来学习关节囊内部解剖结构;中职学员可通过中级模块查找关节囊内的预设定位点、囊内组织探查以及双手协同操作的能力;高级模块则为高职学员提供了常见的 4 种手术的虚拟,并可在系统提示下利用力反馈设备真实体验手术的操作过程。通过对不同级别的学员进行训练后发现,该系统能有效提高手术技能培训效果,目前该系统已在国家执业医师协会关节镜培训基地用于执业医师训练<sup>[23]</sup>。

通过虚拟手术操作,不仅可以使初学者对手术操作有感性认识和切身体会,而且可以将经验丰富的医师设计的手术方案及大致过程呈现在患者及其家属面前,以此来增强医患间的沟通与交流<sup>[24]</sup>。如对于复杂的手术,虚拟现实技术可以把各种诊断传感器搜集到的信息集成到手术所处的实际环境的模型中,医师可以在这个虚拟环境中观察、分析,预演手术的整个过程以便发现手术中可能出现的问题,检验手术方案的可行性,随时调整手术方式及手法<sup>[25]</sup>。这种模拟不仅能大大提高手术成功的概率,而且可以作为重要的医学教学资料。例如,VR 技术可用于构建精确的肝三维模型及其解剖结构的详细特征(包括肿瘤形态、大小、与周围组织

及血管的关系),这些可以帮助医师向患者阐明复杂的肝切除手术的风险和多种可能性<sup>[26-27]</sup>。另一方面借助这种设备,完全不需要特殊的手术对象、器材以及场所,从而大大降低医务人员培训的费用,并可减少医疗垃圾的生成<sup>[28]</sup>。而且对于在感染、放射条件下的手术练习,更是具备了传统手术练习不可比拟的优点。

此外,外科手术需要的不仅仅是医师的技术和技巧。研究发现,43%的手术失误涉及了医务人员之间的交流问题<sup>[29]</sup>。近年来,医疗团队的合作和沟通的重要性得到越来越多的重视,它是贯穿外科手术全程的一个重要组成部分。而这种沉浸式的环境将有助于医务人员建立融洽的关系和彼此之间的默契<sup>[30-32]</sup>。

**2.3 虚拟现实技术在远程手术中的应用** 远程手术(telesurgery)是指外科医师通过使用计算机及通信技术远距离地对患者实施或协助实施手术的一种先进的医疗方式<sup>[12]</sup>。在远程医疗中采用虚拟现实技术,可以将装备有基于虚拟现实技术的远程控制中心与患者所在的当地医院建立起远程医疗虚拟现实系统,医师只需对虚拟患者的模型进行手术,并通过高速网络将医师的动作传送到网络另一端的手术机器人,由机器人对患者进行手术;手术实际进展的录像也可通过机器人的摄像机实时地传回给医师的头盔立体显示器,并将其与虚拟患者叠加,以便医师实时掌握手术情况并发出手术指令。世界上第一例远程手术发生在 2001 年,医师在纽约,患者在法国,两地远隔 6230 公里,可谓一场横跨大西洋的手术<sup>[33]</sup>。此外,患者可以直接与虚拟手术医师面对面交流,医师也可以非常方便地了解患者各项生理特征,及时做出诊断意见。借助虚拟现实技术的补充,远程医疗已获得了更成熟的发展。

### 3 展 望

我们正处在信息技术高速发展的时代,现代教育正朝着网络化、信息化快速发展,这是大势所趋。医学领域由于其风险性和复杂性使得 VR 技术的介入成为必然。目前 VR 技术已在骨科、普通外科、神经外科、泌尿外科、胸外科、妇产科等众多学科的临床诊疗或手术教学方面得到了不同程度的应用,美军甚至将虚拟现实技术应用到士兵的平时心理

疾患的防控<sup>[34-35]</sup>。随着 VR 技术的成熟,它将在医学领域有更广阔的前景,但同时虚拟现实技术的应用也存在一些困难。首先,配置高质量的虚拟现实设备,资金投入大,同时维修与保养也是一笔不小的开销<sup>[36]</sup>;其次,在构建虚拟人体及虚拟手术系统时,要求高度真实感,但目前所建立的三维模型精度不能完全满足要求;此外,作为虚拟现实技术核心之一的力触觉反馈系统,其作用是给操作者提供立体真实感和沉浸感,但目前该系统所提供的触觉反馈与真实手术的感受尚有一定的差距,性能更佳的力触觉反馈系统仍有待开发<sup>[37]</sup>。目前,虚拟现实技术设计的图像与操作系统在实时性和生成速度上与实际手术操作还有一定的距离,虚拟现实的发展在医学中的应用还处在初级阶段,一方面是因为医学领域有着极强的专业性,专业技术的壁垒比较高;另一方面,也和医学教学人员对于 VR 技术的认识不够或理解存在偏差有一定的关系<sup>[38]</sup>。

随着医学技术和虚拟现实技术的发展,虚拟现实技术已经受到越来越多的重视和研究,结合计算机和人工智能的飞速发展,可以预料 VR 技术将会在医学上尤其是在医学教学中得到更加广泛、更加深入的应用,相信在不久的将来其巨大的潜力必将给医疗事业带来重大的变革,影响着现代医学的方方面面。

### [参考文献]

- [1] 黄新平, 杨 雪. 虚拟现实技术在医学职业教育实验教学中的应用研究[J]. 中国职业技术教育, 2013(5):83-87.
- [2] Badash I, Burt K, Solorzano CA, et al. Innovations in surgery simulation: a review of past, current and future techniques[J]. Ann Transl Med, 2016, 4(23):453-462.
- [3] Agha RA, Fowler AJ. The role and validity of surgical simulation[J]. Int Surg, 2015, 100(2):350-357.
- [4] Drolet BC, Sangisetty S, Tracy TF, et al. Surgical residents' perceptions of 2011 Accreditation Council for Graduate Medical Education duty hour regulations[J]. JAMA Surg, 2013, 148(5):427-433.
- [5] Egan C, Elliott R, Fleming P. European Working Time Directive and the use of simulators and models in Irish orthopaedics[J]. Irish J Med Sci, 2012, 181(1):143-146.
- [6] Beatson K, Ali Z, Spi L B, et al. The role of demonstrating anatomy for surgical trainees[J]. Clin Anat, 2016, 29(8):980-981.
- [7] Macinnes E, Rosser R, Morgan J, et al. Simulation in surgical training: Where are the trainers? [J] Int J Surg, 2013, 11(8):697-697.



- [8] Welch SA, Gawthorne JL, Berry MJ. Simulation in clinical teaching and learning[J]. *Med J Australia*, 2012, 197(6): 331-332.
- [9] 刘旭, 张鸿雁. 虚拟现实技术在医学教育中的应用研究[J]. *齐齐哈尔医学院学报*, 2011, 32(14): 2312-2313.
- [10] 钟季康. 医学虚拟现实—21 世纪的挑战[J]. *中国医疗器械杂志*, 2003, 27(3): 166-168.
- [11] Davies J, Khatib M, Bello F. Open surgical simulation-a review[J]. *J Surg Educ*, 2013, 70(5): 618-627.
- [12] Ryall T, Judd BK, Gordon CJ. Simulation-based assessments in health professional education: a systematic review[J]. *J Multidiscip Healthc*, 2016, 9(Issue 1): 69-82.
- [13] 季达峰. 虚拟现实模型在人体解剖教学中的应用[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2013, 31(4): 108.
- [14] Akhtar KSN, Chen A, Standfield NJ, et al. The role of simulation in developing surgical skills[J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2014, 7(2): 155-160.
- [15] Editorial. Violence against doctors: Why China? Why now? What next? [J] *Lancet*, 2014, 383(9922): 1013.
- [16] 朱丽颖, 徐从喆. 加强医院内涵建设降低医疗纠纷的实践[J]. *中国医院*, 2013, 17(2): 73-75.
- [17] Wei P, Feng ZQ, Xie XL, et al. FEM-based guide wire simulation and interaction for a minimally invasive vascular surgery training system [C]. The 11th World Congress on Intelligent Control and Automation. IEEE, 2014: 964-969.
- [18] Watson K, Wright A, Morris N, et al. Can simulation replace part of clinical time? Two parallel randomised controlled trials[J]. *Med Educ*, 2012, 46(7): 657-667.
- [19] Bokken L, Jijobis R. Instructiveness of real patients and simulated patients in undergraduate medical education: a randomized experiment[J]. *Acad Med*, 2010, 85(1): 148-154.
- [20] Tergas AI, Sheth SB, Green IC, et al. A pilot study of surgical training using a virtual robotic surgery simulator[J]. *J Soc Laparoend Surg*, 2013, 17(2): 219-226.
- [21] 孟美, 马充. 沉浸式虚拟现实在医学中的发展与应用[J]. *通讯世界*, 2016(2): 157-157.
- [22] Palter VN, Grantcharov TP. Virtual Reality in Surgical Skills Training[J]. *Surg Clin N Am*, 2010, 90(3): 605-617.
- [23] 高原, 谭珂, 潘新华, 等. 膝关节镜手术仿真训练系统应用效果评估[J]. *解放军医学院学报*, 2013, 34(3): 291-293.
- [24] 于洪波, 王博, 王旭东, 等. 髌突骨软骨瘤治疗的虚拟设计及教学模拟[J]. *中国医学教育技术*, 2015, 29(2): 187-190.
- [25] Gordon CR, Zor F, Siemionow M. Skin area quantification in preparation for concomitant upper extremity and face transplantation: a cadaver study and literature review[J]. *Transplantation*, 2011, 91(9): 1050-1056.
- [26] Chen G, Li XC, Wu GQ, et al. The use of virtual reality for the functional simulation of hepatic tumors (case control study) [J]. *Int J Surg*, 2010, 8(1): 72-78.
- [27] 曹雅, 于生元. Microsoft Kinect 体感技术在神经系统疾病中的应用[J]. *医学研究生学报*, 2017, 30(3): 329-332.
- [28] Shenai MB, Dillavou M, Shum C, et al. Virtual interactive presence and augmented reality (VIPAR) for remote surgical assistance[J]. *Neurosurgery*, 2011, 68(2): 200-207.
- [29] Khorsandi M, Skouras C, Beatson K, et al. Quality review of an adverse incident reporting system and root cause analysis of serious adverse surgical incidents in a teaching hospital of Scotland[J]. *Patient Safe Surg*, 2012, 6(1): 21-26.
- [30] Tran LN, Gupta P, Poniatowski LH, et al. Validation study of a computer-based open surgical trainer: SimPraxis simulation platform[J]. *Adv Med Educ Prac*, 2013, 4(4): 23-30.
- [31] Kneebone R, Arora S, King D, et al. Distributed simulation-accessible immersive training[J]. *Med Teach*, 2010, 32(1): 65-70.
- [32] Guerin KR, Riedel SD, Bohren J, et al. Adjutant: A framework for flexible human-machine collaborative systems [C]. International Conference on Intelligent Robots and Systems. IEEE, 2014: 1392-1399.
- [33] 嵇武, 黎介寿. 微创技术在腹部外科中的应用进展和展望[J]. *医学研究生学报*, 2008, 21(2): 191-194.
- [34] 刘思怡, 谭金海. 虚拟现实技术在外科手术培训中的应用与展望[J]. *临床外科杂志*, 2017, 25(8): 638-640.
- [35] 马骏涛, 牛晓芳, 祝茜, 等. 美军利用虚拟现实技术进行心理疾患防控对我军的启示[J]. *东南国防医药*, 2017, 19(5): 550-553.
- [36] Schwab B, Hungness E, Barsness KA, et al. The Role of Simulation in Surgical Education[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2017, 27(5): 450-454.
- [37] Salkini MW, Doarn CR, Kiehl N, et al. The role of haptic feedback in laparoscopic training using the LapMentor II[J]. *J Endourol*, 2010, 24(1): 99-102.
- [38] 张冠鑫, 刘小鸿, 陈晰辉, 等. 虚拟现实技术在上海市住院医师规范化培训中的应用及探讨[J]. *中国医学教育技术*, 2012, 26(2): 181-183.

(收稿日期: 2017-10-15; 修回日期: 2018-01-08)

(责任编辑: 左琦)