

虚拟现实技术在神经外科手术规划及教学培训中的应用

孔祥溢,王任直

中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院神经外科,北京 100730

【摘要】虚拟现实(VR)技术利用计算机技术对现实的运动进行模拟和声像演示,其特征包括构想性、交互性和沉浸性。VR技术已广泛应用于现代生物医学领域,给医疗的发展带来巨大而深远的影响。本文首先概述了VR技术在医学领域的应用,然后详述了VR技术在神经外科手术中的优势及其在神经外科教学培训的应用。

【关键词】虚拟现实;神经外科;教学;培训

【中图分类号】R612;O59

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2017)06-0641-03

Virtual reality technology in surgical planning and training of neurosurgery

KONG Xiangyi, WANG Renzhi

Department of Neurosurgery, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

Abstract: Virtual reality (VR) technology simulates the real movement and demonstrates the acoustic image through computer science. With the characteristics of immersion, interactivity and imagination, VR technology has already been widely applied to the field of modern biomedical sciences, and brought tremendous and far-reaching impact on the medical field. In this review, the authors briefly introduced the application of VR technology in medical field, and discussed the advantages of VR technology in neurosurgery and the application in the teaching and training of neurosurgery.

Keywords: virtual reality; neurosurgery; teaching; training

前言

虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术是一种近年来发展起来的高级计算机人机界面,其特征包括构想性、交互性和沉浸性。VR技术能通过模拟人类五官感觉,帮助人们在计算机虚拟环境中获得类似于现实的感觉(多维信息空间),并能通过语言、肢体语言等方法与之互动。虽然神经外科手术技术在近年来获得了突飞猛进的突破,但由于神经系统结构和功能的复杂性、疾病的多样性,其手术风险和难度依然很大。VR技术的不断发展和成熟,为制定神经外科手术计划、模拟手术入路、提高手术成效、降低手术风险、实现低成本训练青年神经外科医师等提供了可能。

1 VR技术及其在医学领域的应用概述

VR技术出现于20世纪60年代,此后获得了迅

速发展,使三维技术和多媒体技术逐步进入高级境界。VR技术涉及的领域非常广泛,包括光学、人工智能、动力学、建筑学、心理学、机械动力学等。VR技术的核心特征之一是沉浸性,作为一种新型的脑机接口方式,通过计算机、人工智能、机器学习等现代高新科学技术拟合形成逼真的具备真实五官一体化体验和感觉的虚拟交互环境,借助一定的设备,满足客户的对VR的需求;同时VR用户可以在VR环境中,与设备进行互动交流、互相作用、互相影响^[1-2]。VR技术应用范围广泛,可应用于外科手术、药物开发、心理学疾病诊疗、军队建设、工业设计和建筑设计等,并带来丰厚的经济效益和社会效益^[3-4]。

VR技术已广泛应用于现代生物医学领域,给医疗的发展带来巨大而深远的影响。VR技术与医学紧密结合的标志有:建立合成药物分子的结构模型、医疗操作模拟、解剖模拟、外科手术训练、临床医学教育等^[5]。在药物合成、生物化学研究领域,VR技术支持下的虚拟仿真设备可以让研究者测定各种药物、化合物的生化特性。如美国Duke University使用的Grobe III设备,可以清楚地呈现出药物在分子层面的特征和构成,以及药物分子与其他化合物之间的相互作用,从而加速

【收稿日期】2017-03-20

【基金项目】北京协和医学院2016年协和青年基金(3332016010)

【作者简介】孔祥溢,男,博士,住院医师,研究方向:外科学, E-mail: kongxy12@tsinghua.org.cn; Xiangyi_Kong@hms.harvard.edu

【通信作者】王任直, E-mail: wrzpunch@163.com

了药物研发的进程^[6]。

通过VR技术辅助下的外科手术模拟系统,外科医生在进行复杂、高难度手术之前可以先进行、模拟,反复斟酌真实手术的入路和操作要点,然后将训练成果运用到真实手术中。VR技术可以模拟操作的手术类型多种多样,其实质是系统根据解剖大数据和病人影像学特点精确拟合而成的三维模型^[7]。术前把患者的CT、MRI、X线影像等资料和数据输入VR模拟系统,外科医生即可对真实的手术情况进行模拟,制定切实可行、安全有效的手术计划,甚至帮助医生发现常规难以预想到的复杂问题^[7-8]。医学院学生、青年住院医师也可以通过VR系统进行手术操作的学习、模拟训练。在20世纪90年代,有学者以Silicon Graphics计算机平台为基础,开发了一套VR外科手术训练系统(含虚拟手术台、手术灯、外科器械、患者模型等),可以用来模拟普外科和骨科的手术操作^[9]。

2 VR技术在神经外科手术应用中的优势

VR技术已有60余年的历史了,目前广泛应用于各个医学亚专科。其中,VR技术在神经外科领域的应用、发展和普及尤为引人注目。VR技术能充分地神经外科的各项高新科技(如术中核磁共振、神经导航、功能影像技术等)结合,在神经外科疾病的诊断、治疗、评估预后及神经外科手术术前规划、模拟等方面展现出巨大的优势。

2.1 VR技术的解剖准确性高

VR技术将患者术前的影像学数据(如CT、磁共振血管造影MRA、血管成像CTA、数字减影血管造影DSA、经颅多普勒TCD)输入工作系统中进行处理、分析、整合,形成客观、细致的三维模拟图像,保证拟合出的三维图像与手术中实际的解剖位置关系高度吻合,甚至能完全重合^[10]。上海华山医院神经外科周良辅院士曾运用Dextroscope™术前VR规划系统对26例需要接受开路手术的患者成功实施术前多模态三维影像重建,手术影像清晰度高、分辨率高、结构化示图、立体感强,与真实手术场景非常相似,可以帮助医生快速、准确、彻底地分析病变特点及解剖关系,并进行视觉上的VR交互操作,并取得了良好的效果(经检验,融合误差小于2 mm)^[11]。荆俊杰等^[12]应用VR技术为50例脑Willis环前循环动脉瘤患者成功实施了责任动脉瘤或主要动脉瘤瘤颈夹闭,认为VR系统不仅可以直观地显示三维空间内的解剖结构,还可以模拟部分手术操作,其结果与实际手术基本符合。

2.2 VR技术确定最佳手术入路

术前通过VR工作站对开颅手术中涉及到的重要解剖结构(脑血管、脑组织、颅内神经、颅骨、病变灶等)

用不同颜色进行标记,从而准确、直观地确定术野、模拟手术路径;对骨质结构进行各种程度的“虚拟磨除”可以在VR环境下虚拟暴露手术范围,明确肿瘤灶、出血灶等与周围重要解剖组织结构的关系,提高手术的精度和安全性,大大减少副损伤^[13]。如复杂性岩斜区脑膜瘤,可以在VR环境下,分别模拟寰后入路、Kawase入路、寰前入路等各种不同的手术路径,进而比较各种路径的优劣,最终选择对患者最有利的方案。Stadie等^[14]通过VR技术,选择最佳方案,并最终成功实施手术,证实了术前计划制定的手术策略是正确的。

3 VR技术在神经外科教学培训中的应用

把VR技术应用于医学教学和医学培训的理念最早是在1994年由Chinnock提出的^[15]。Stadie等^[14]也认为借助VR技术可提高青年医师和医学生对医学理论的理解及对临床技能的掌握。VR技术便捷、虚拟真实场景、省时省力、经济实惠、可重复等特点为神经外科教学培训做出了一定贡献。

3.1 神经外科基础教学培训

神经外科基础教育培训的主要形式是理论授课,即课上理论教学配合传统神经解剖或应用手术解剖的图谱。学生大多感觉学习过程枯燥、不好理解、不好记忆。而VR技术可以将神经系统解剖、神经生理、神经病理、神经影像、颅脑外伤、颅内肿瘤、神经系统感染、脊柱脊髓疾病、神经血管性疾病、功能神经外科、神经外科微创治疗技术等教学模型存在一个数据库中,在显示屏上有意识地显示某些关键细节,学生可以将病人的各种神经系统病变分开或合在一起观察研究^[15]。

随着现代神经外科学的快速发展,各种神经影像技术(如三维CT重建、MRA、正电子发射计算机断层显像PET-CT、功能性磁共振成像MRI等)逐步应用到神经外科手术中;显微神经外科、锁孔入路、神经内镜等理念也逐步深入人心,这是神经外科领域的机遇,但同时也给青年神经外科医生、研究生等提出了更高的要求,需要更扎实地掌握显微神经解剖、应用解剖、神经生理等学科,并能与临床实际手术、病例分析、影像学资料等充分融会贯通并在头脑中形成清晰的三维立体图像——这也是神经外科基础教学和专科培训领域的最大难题之一。将VR技术应用于神经外科的教学培训中可以在很大程度上解决这个难题,将基础科学理论与实际临床病例、手术等结合起来。例如,VR技术可以重构颅脑血管MRA或CTA的影响信息,重构的三维影像可在计算机上清晰地显示出颅内病变(正常血管、动静脉畸形、动静脉瘘、动脉瘤等的形态、大小、位置及其与周围正常脑组织的毗邻关系),而且可以按照操作者的指令进行三维立体旋转,在所有角度上进行

立体即时测量,并能单独显示病变结构。操作者可以佩戴专门的VR眼镜学习、研究虚拟的三维图像,从而更好地理解神经解剖结构及其与正常病变的毗邻关系。

3.2 神经外科远程教学培训

由于教学设施、试验场所或资金等问题,难以开展神经外科的远程医学教学培训。利用VR技术可很好地缓解这种矛盾^[16-17]。借助VR技术,神经外科青年医师、研究生可在任意时间,在有网络的地点学习神经解剖、手术设计、手术技巧、神经生理、神经影像等各类知识,获得与现场学习一样的效果,并能更透彻、深刻地理解神经外科基础理论知识和临床实践技巧。在以往的动脉瘤夹闭手术培训,青年医师无法直接参与手术或尸头模拟,但利用VR技术可以进行VR远程手术操作或深度模拟神经外科大师手术,这相当于增加了青年医师动手学习的机会。

VR技术应用于神经外科远程教学培训的基础是基于网真医学,即远程呈现医学,把专家的知识通过通信网络传输到需要的远程位置,在远程医疗应用领域发挥其独特的优势。网真医学是VR技术的一个全新领域,能把高清音频、视频和交互式组件(软件和硬件)充分结合起来,在网络平台中构造“面对面”体验的全新VR分支。学习者可以进入某个共享网络空间的图形环境,远程控制操作或观察为目的进行人机通信和交互,帮助医生有效地进行诸如脑肿瘤切除手术、脑动脉瘤手术、脊柱脊髓手术的模拟操作^[18]。把网真医学应用于神经外科的远程教学培训可以确保以更有效的方式对神经外科青年医师进行培训,例如记录手术操作过程、探讨手术操作细节等,并可以进入虚拟的显微神经外科手术室,在虚拟环境中体验并记录包括手术入路选择、切皮、剪硬脑膜、分离、双极电凝、肿瘤内部切除、肿瘤包膜剥离、动脉瘤夹闭等在内的完整操作过程。上级医师也可以将操作中的常见问题反馈给学生,提高每个人对某个具体手术操作的训练。

4 结 语

VR技术是一项不断发展的高科技模拟手段,对神经外科手术规划、神经外科基础理论的教学和神经外科手术的专业培训有潜在的重大意义。随着VR技术与近年来发展起来的神经外科高新技术(影像、导航等)的联合,VR技术在神经外科疾病诊断、手术、教学、培训等方面起着越来越重要的作用。国内应该尽早建立并完善基于VR技术的培训系统,早日形成成熟的培训模式及培训效果评估体系,让神经外科医师和医学生通过虚拟手术,达到更好的教学培训效果。

【参考文献】

- [1] ABICHO K, LA CORTE V, PIOLINO P. Does virtual reality have a future for the study of episodic memory in aging? [J]. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil*, 2017, 15(1): 65-74.
- [2] SMITH M J, SMITH J D, FLEMING M F, et al. Mechanism of action for obtaining job offers with virtual reality job interview training [J]. *Psychiatr Serv*, 2017: 201600217.
- [3] MIKI T, IWAI T, KOTANI K, et al. Development of a virtual reality training system for endoscope-assisted submandibular gland removal [J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2016, 44(11): 1800-1805.
- [4] BOUCHARD S, ROBILLARD G, GIROUX I, et al. Using virtual reality in the treatment of gambling disorder: the development of a new tool for cognitive behavior therapy [J]. *Front Psychiatry*, 2017, 8: 27.
- [5] BASHIR G. Technology and medicine: the evolution of virtual reality simulation in laparoscopic training [J]. *Med Teach*, 2010, 32(7): 558-561.
- [6] 叶新财. VR技术及其应用分析 [J]. 总裁, 2009(7): 191.
- [7] YE X C. Virtual reality technology and its application analysis [J]. *President*, 2009(7): 191.
- [8] ROS M, TRIVES J V, LONJON N. From stereoscopic recording to virtual reality headsets: designing a new way to learn surgery [J]. *Neurochirurgie*, 2017, 63(1): 1-5.
- [9] PIROMCHAI P, IOANNOU I, WIJEWICKREMA S, et al. Effects of anatomical variation on trainee performance in a virtual reality temporal bone surgery simulator [J]. *J Laryngol Otol*, 2017, 131(S1): S29-S35.
- [10] 褚志涛. VR技术略论 [J]. 南京广播电视大学学报, 2007(4): 89-91.
- [11] CHU Z T. A brief review of VR technology [J]. *Journal of Nanjing Radio & Television University*, 2007(4): 89-91.
- [12] ROITBERG B Z, KANIA P, LUCIANO C, et al. Evaluation of sensory and motor skills in neurosurgery applicants using a virtual reality neurosurgical simulator: the sensory-motor quotient [J]. *J Surg Educ*, 2015, 72(6): 1165-1171.
- [13] 张晓晓, 吴劲松, 毛颖, 等. VR技术在神经外科术前计划中的应用 [J]. 中华显微外科杂志, 2006, 29(6): 415-418.
- [14] ZHANG X G, WU J S, MAO Y, et al. Application of virtual reality technique in preoperative planning of neurosurgery [J]. *Chinese Journal of Microsurgery*, 2006, 29(6): 415-418.
- [15] 荆俊杰, 王守森, 刘峥, 等. VR技术在颅内动脉瘤手术术前计划中的应用 [J]. 福州总医院学报, 2009, 16(1): 27-28, 79.
- [16] XING J J, WANG S S, LIU Z, et al. Application of surgical plan system based on virtual reality image in operation of aneurysms [J]. *Journal of Fuzhou General Hospital*, 2009, 16(1): 27-28, 79.
- [17] SCHIRMER C M, MOCCO J, ELDER J B. Evolving virtual reality simulation in neurosurgery [J]. *Neurosurgery*, 2013, 73(Suppl 1): 127-137.
- [18] STADIE A T, KOCKRO R A, REISCH R, et al. Virtual reality system for planning minimally invasive neurosurgery. Technical note [J]. *J Neurosurg*, 2008, 108(2): 382-394.
- [19] CHINNOCK C. Virtual reality in surgery and medicine [J]. *Hosp Technol Ser*, 1994, 13(18): 1-48.
- [20] ZYGOURIS S, NTOVAS K, GIAKOURIS D, et al. A preliminary study on the feasibility of using a virtual reality cognitive training application for remote detection of mild cognitive impairment [J]. *J Alzheimers Dis*, 2017, 56(2): 619-627.
- [21] CHALIL MADATHIL K, GREENSTEIN J S. An investigation of the efficacy of collaborative virtual reality systems for moderated remote usability testing [J]. *Appl Ergon*, 2017.
- [22] AVGOUSTI S, CHRISTOFOROU E G, PANAYIDES A S, et al. Medical telerobotic systems: current status and future trends [J]. *Biomed Eng Online*, 2016, 15(1): 96.

(编辑:谭斯允)