

- ANE B, et al. Intravascular complications of central venous catheterization by insertion site [J]. N Engl J Med, 2015, 373(13):1220-1229.
- [8] CHEN X X, TRIVEDI V, ALSAFLAN A A, et al. Ultrasound-Guided regional anesthesia simulation training: a systematic review [J]. Reg Anesth Pain Med, 2017, 42(6):741-750.
- [9] 潘根松, 樊蒙蒙. 冥想式教学法在芭蕾基训中的探索与研究[J]. 开封教育学院学报, 2019, 39(7):118-121.
- [10] 尤许许. 图解冥想术[M]. 北京: 中国华侨出版社, 2018.
- [11] KENG S L, SMOSKI M J, ROBINS C R. Effects of mindfulness on psychological health: a review of empirical studies[J]. Clin Psychol Rev, 2011, 31(6):1041-1056.
- [12] DAFOE T, STERMAC L. Mindfulness meditation as an adjunct approach to treatment within the correctional system[J]. J Offender Rehabil, 2013, 52(3):198-216.
- [13] CHIESA A, SERRETTI A. Are mindfulness-based interventions effective for substance use disorders? A systematic review of the evidence [J]. Subst Use Misuse, 2014, 49(5):492-512.
- [14] 杨虎生. 冥想训练条件对女排运动员心境状态影响的实验研究[J]. 运动, 2011(9):51-53.
- [15] 凌占一, 李洋. 论冥想训练对武术套路运动员运动性心理疲劳恢复的可行性[J]. 搏击·武术科学, 2008, 5(6):49-50.

(收稿日期:2020-06-28 修回日期:2020-12-16)

• 医学教育 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2021.08.038

网络首发 <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20210201.1749.004.html>(2021-02-02)

VR、AR、MR 技术在骨科临床教学中的应用*

李远栋, 刘爱峰, 张君涛, 杨莹, 王平[△]

(天津中医药大学第一附属医院骨伤科/国家中医药管理局区域中医骨伤科诊疗中心, 天津 300381)

[摘要] 随着计算机技术的发展, 医学正走向精准化与个体化, 故需要医学信息做到数字化。虚拟技术促进了医学数字化的进程, 虚拟技术包括虚拟现实(VR)、增强现实(AR)及混合现实(MR)技术, 在医学教学应用中体现出独特的优越性, 将虚拟技术应用于骨科临床教学是医学教育发展的必然趋势。该文论述 VR、AR、MR 技术在骨科虚拟解剖、手法复位、术前规划、手术培训及手术直播临床教学中的应用情况, 期望 VR、AR、MR 技术教学与传统教学相互融合, 进一步提升骨科临床教学质量及推动骨科医学的发展。

[关键词] 虚拟现实; 增强现实; 混合现实; 骨科临床教学

[中图分类号] R274.9

[文献标识码] B

[文章编号] 1671-8348(2021)08-1432-04

随着医学信息数字化的发展, 医学研究逐渐体现出精准化、智能化及个性化的特点, 作为信息产业的虚拟技术在各个领域中的研究与应用已成为热点^[1], 虚拟技术包括虚拟现实(virtual reality, VR)、增强现实(augmented reality, AR)和混合现实(mixed reality, MR)技术 3 类^[2]。在医学领域中, VR、AR、MR 技术应用于医学教学越来越被重视^[3], 因此, 该技术应用于骨科临床教学是医学教育发展的必然趋势, 将有助于骨科人才的培养及骨科技术的进步。现将 VR、AR、MR 技术在骨科临床教学领域中应用情况综

述如下。

1 VR、AR、MR 技术基本概述

VR 技术于 1962 年出现在 Sensorama 模拟装置中, 于 1989 年才被 LANIER 正式提出^[4], 是利用计算机技术模拟虚实融合的三维空间, 如同身在其中, 360 度的观看三维空间内的事物, 具有沉浸性、交互性及构想性等特点^[5]。AR 技术源于 1968 年的头戴式显示设备设计理念^[6], 是把虚拟信息通过计算机技术应用到真实世界, 将虚实世界呈现在同一画面中。具有虚实结合、实时交互和三维注册三大特点^[7]。近些

* 基金项目: 国家自然科学基金项目(81673994, 51573137); 天津市教委科研项目(2019KJ064); 王平劳模创新工作室-天津市教委资助项目(津教工[2016]3 号); 中医传承工作室-天津卫计委资助项目(津卫中[2017]193 号); 天津中医药大学第一附属医院“拓新工程”项目(201912)。

作者简介: 李远栋(1980—), 副主任医师, 硕士, 主要从事中医骨伤科临床与教学工作。 [△] 通信作者, E-mail: 33724755@qq.com。

年,MR 技术发展较快,是在真实的空间内呈现虚拟空间信息,将真实场景、虚拟空间和用户叠加在一起,并及时获取交互信息和及时反馈,具有结合虚拟和现实、在虚拟的三维空间内注册及实时运行的特点^[8-9]。

VR 技术构建的是“虚拟场景”是假的;AR 技术构建的是“虚拟场景”和“现实场景”的结合。AR 技术源于 VR 技术,能够扩大和增强用户感知周围环境的能力,而 MR 技术是 VR 技术与 AR 技术的合并,并将周围环境可视化,被视为 AR 技术的增强版,MR 技术比 VR 技术更丰富,比 AR 技术视角更广阔^[10]。

2 VR、AR、MR 技术在骨科临床教学中的应用

2.1 虚拟解剖

在传统的骨科临床教学中,解剖知识往往是通过教科书文字的叙述及图片的讲解、模型的展示及尸体标本的解剖获得,这些形式缺乏趣味性,降低了医学生学习的主动性,临床教学效果不佳。而 VR、AR、MR 技术可以将临床中的影像资料数据信息进行融合,构建出虚实结合的解剖环境,有助于提高教学的趣味性 & 医学生的学习主动性,继而提高临床教学效果。有学者通过随机对照研究发现,采用 VR 技术教学可以提高医学生的学习兴趣,加固医学生对知识的掌握,尤其是用于四肢及脊柱骨折等培训,均优于传统的教学方式,可以极大地提高教学效果和学习效率^[11-12]。随着电脑技术的发展,德国人利用可变螺距法(VHP)成像建立了虚拟人体解剖系统^[13],人体系统的解剖学教学模式也相继出现^[14]。齐义营等^[15]为了加强医学生对骨盆骨折解剖知识的掌握与理解,将三维虚拟技术与 3D 骨盆实体骨折模型相结合进行授课,效果满意。

2.2 手法复位

医学生在骨科医学知识的学习过程中,应加强对人体解剖三维立体结构关系的构建能力的培养,掌握解剖结构的毗邻关系。在手法复位骨折及脱位的操作中,医学生应掌握病变局部周围的解剖,避免并发症的发生,但对于年轻医学生来说,手法复位经验不足,成功率较低,故需要平台加强平时的模拟训练,VR、AR、MR 技术则能够满足此项技能的训练,并且具有重复性。高凡茹等^[16]通过分析实体骨折模型联合数据处理技术,开发出新的实体骨折模型,在手法复位过程中,实时完成手法效应信息的同步进行,解决了手法复位教学的实际困难。有学者建立了桡骨远端伸直型骨折虚拟三维复位模型,进一步加强了正骨手法的推广及对手法效应的机制研究,在手法操作过程中,可以清楚地看到正骨手法效应改善骨折断端的移位情况^[17]。

2.3 术前规划

每一台手术的顺利完成,由诸多因素决定,术前周密的规划是至关重要的因素之一。为能够对医学生术前规划能力的培养,保证手术的顺利完成,首先,可以通过虚拟技术对患者的影像资料进行进一步判读,进一步明确诊断;其次,通过虚拟技术构建虚拟手术环境,模拟术中的每一步操作,了解操作中可能出现的问题,找到解决问题的预案。VR、AR、MR 技术有助于最佳手术方案的制订,规避手术风险,提高手术的安全性及有效性。在脊柱手术方面,GOTT-SCHALK 等^[18]采用虚拟技术对颈椎侧块螺钉内固定术进行术前模拟,可以提高螺钉置入的准确率,同样,有学者利用椎体成形术治疗椎体压缩性骨折,术前进行仿真虚拟手术,有助于精准穿刺及手术的顺利完成^[19-20]。在四肢骨折手术方面,有学者利用虚拟仿真系统术前模拟髌骨骨折手术及足踝 Pilon 骨折手术,可以加强医生选择手术入路及钢板种类等的准确性^[21-22]。

2.4 手术培训

骨科手术技能的提高,需要不断的培训与练习,尤其是年轻的医学生,应多接受手术培训。VR、AR、MR 技术可以提高理想的孤儿手术训练平台,国内外学者借助虚拟技术对医学生进行手术培训,有助于提高骨科医学生的手术技能。AIM 等^[23]通过回顾性研究发现,VR 手术模拟器在关节镜培训中能有效提高受训者的手术技能。椎弓根螺钉内固定术虚拟培训系统作为手术培训的方法明显优于传统的培训方法^[24-25]。蒙德鹏等^[26]借助虚拟技术对上肢、下肢、骨盆、脊柱手术辅助教学较单纯传统教学方法效果更佳。CECIL 等^[27]通过在微创固定系统中建立虚拟骨科手术环境,对住院医师进行治疗股骨骨折手术培训,取得满意效果。同样,利用虚拟技术进行脊柱微创手术培训教学,可以显著提高临床教学质量^[28-29]。

2.5 手术直播

骨科手术要求无菌条件较高,医学生在进行手术观摩时会受到限制。虽然腔镜技术已得到广泛应用,但摄像的画面缺乏方位感及空间感,只能看到画面中的解剖结构,而不能观察到术者手术器械的操作方法,致使医学生失去学习手术的兴趣,并且,骨科手术逐渐趋向微创化,医学生很难进一步学习到手术操作技巧。借助虚拟技术,通过手术在线直播的方式,可以有效解决上述问题。上海市第六人民医院与国内好医术团队合作,首次借助虚拟技术在线完成中国首例骨科手术直播^[30],让在不同地点的 3 000 多名医学生同一时间内得到学习,既是骨科临床教学的创新,

又是提高骨科临床教学效果的有效方法。

3 结 语

随着计算机技术与人工智能技术的发展,VR、AR、MR 技术必将在医疗领域发挥巨大作用。在骨科临床教学中,VR、AR、MR 技术通过增加教学的趣味性和激发医学生的主动性而提高临床教学效果,但在临床实践技能操作中,VR、AR、MR 技术不能完全替代传统临床教学,带教教师仍应时刻纠正医学生的错误性判断与操作。在国内,VR、AR、MR 技术的硬件设备及软件开发发展较慢,但随着国家发改委《产业结构调整指导目录》的调整,VR、AR、MR 技术被列为“鼓励类”产业。相信我国 VR、AR、MR 技术必将与国际接轨,随着我国 VR、AR、MR 技术的进一步发展,VR、AR、MR 技术教学与传统教学必将融合到一起,在我国骨科临床教学中发挥更大的作用。

参考文献

- [1] TEPPER O M, RUDY H L, LEFKOWITZ A, et al. Mixed reality with holo lens: where virtual reality meets augmented reality in the operating room[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2017, 140(5):1066-1070.
- [2] ANDOLFI C, PLANA A, KANIA P, et al. Usefulness of three dimensional modeling in surgical planning, resident training, and patient education[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2017, 27(5):512-515.
- [3] 骆海玉. VR 虚拟现实技术在医学院教育中的运用[J]. *电子技术与软件工程*, 2017, 4:10.
- [4] 武娟, 刘晓军, 庞涛, 等. 虚拟现实现状综述和关键技术研究[J]. *广东通信技术*, 2016, 36(8):40-46.
- [5] 吉文军. 虚拟现实(VR)动画的交互性设计研究[D]. 北京:中央美术学院, 2017.
- [6] BARFIELD W, CAUDELL T. Fundamentals of wearable computers and augmented reality[J]. *Presence-Teleop Virt*, 2016, 25(1):78-79.
- [7] 王涌天, 陈靖, 程德文. 增强现实技术导论[M]. 北京:科学出版社, 2015.
- [8] 顾君忠. VR、AR 和 MR——挑战与机遇[J]. *计算机应用与软件*, 2018, 35(3):1-7, 14.
- [9] 王同聚. 虚拟和增强现实(VR/AR)技术在教学中的应用与前景展望[J]. *数字教育*, 2017, 3(1):1-10.
- [10] 鲁馨. 增强现实(AR)、虚拟现实(VR)和混合现实(MR)技术[J]. *办公自动化*, 2018, 34(375):36-38.
- [11] REBOLLEDO B J, HAMMANN-SCALA J, LEALI A, et al. Arthroscopy skills development with a surgical simulator: a comparative study in orthopaedic surgery residents[J]. *Am J Sports Med*, 2015, 43(6):1526-1529.
- [12] 张里程, 雷明星, 张浩, 等. 基于混合现实技术骨科教学模式的构建及应用[J]. *中国继续医学教育*, 2018, 10(36):13-16.
- [13] 王征, 季华, 安国防, 等. 数字化虚拟人在人体解剖学理实一体教学中的应用[J]. *浙江医学教育*, 2016, 15(5):7-10.
- [14] DYER E, SWARTZLANDER B J, GUGLIUCCI M R. Using virtual reality in medical education to teach empathy[J]. *J Med Libr Assoc*, 2018, 106(4):498-500.
- [15] 齐义营, 冯刚. 3D 打印模型结合三维人体解剖软件在骨科教学中的作用[J]. *全科医学临床与教育*, 2019, 17(12):1116-1117.
- [16] 高凡茹, 魏德健, 张俊忠, 等. 虚拟中医正骨系统实体骨折模型的制备[J]. *山东中医杂志*, 2017, 36(5):379-382.
- [17] 魏庆中, 易红赤, 赵文韬. 教学用桡骨远端伸直型骨折正骨手法模型的虚拟仿真[J]. *中国数字医学*, 2018, 13(7):6-9.
- [18] GOTTSCHALK M B, YOON S T, PARK D K, et al. Surgical training using three dimensional simulation in placement of cervical lateral mass screws: a blinded randomized control trial[J]. *Spine J*, 2015, 15(1):168-175.
- [19] 唐龙, 杨波, 章波, 等. 数字骨科学在微创治疗严重 OVCF 中的临床应用[J]. *中国数字医学*, 2015, 10(1):61-63.
- [20] WUCHERER P, STEFAN P, ABHARI K, et al. Vertebroplasty performance on simulator for 19 surgeons using hierarchical task analysis[J]. *IEEE Trans Med Imaging*, 2015, 34(8):1730-1737.
- [21] 李可歆. 骨科虚拟仿真系统结合 3D 打印在髌臼骨折手术中的应用研究[J]. *中国继续医学教育*, 2017, 9(16):90-92.
- [22] 韩曼曼, 崔权维, 乌日开西·艾依提, 等. 虚拟现实技术在足部骨折辅助手术中的应用[J]. *中国组织工程研究*, 2017, 21(3):378-382.

- [23] AIM F, LONJON G, HANNOUCHE D, et al. Effectiveness of virtual reality training in orthopaedic surgery [J]. Arthroscopy, 2016, 32 (1):224-232.
- [24] SHI J, HOU Y, LIN Y, et al. Role of Visuo-haptic Surgical Training Simulator in Resident Education of Orthopedic Surgery [J]. World Neurosurg, 2018, 111: e98-104.
- [25] 代飞. 探讨虚拟手术训练系统在骨科住院医师临床教学中的应用 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(63):370-371.
- [26] 蒙德鹏, 赵良瑜, 欧阳跃平, 等. 虚拟现实技术在骨科临床带教中的应用 [J]. 医学信息, 2018, 31 (22):17-19.
- [27] CECIL J, GUPTA A, PIRELA-CRUZ M, et al.

· 医学教育 ·

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2021.08.039

网络首发 <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20210315.1447.010.html>(2021-03-15)

(收稿日期:2020-07-11 修回日期:2020-12-26)

混合现实技术在住院医师规范化培训临床手术能力教学中的应用*

景涛¹, 邱阳², 李静尧², 刘建平¹, 汪鹏³, 王飞³, 王海东^{2,Δ}

(中国人民解放军陆军军医大学第一附属医院:1. 心血管内科;

2. 胸外科;3. 医学大数据与人工智能中心, 重庆 400038)

【摘要】 临床手术能力教学是贯穿整个住院医师规范化培训阶段的重点和难点内容,有效解决办法较少,临床手术能力教学的高效实施和保证培训效果关系到住院医师规范化培训质量。该院将多模态的数据、影像、3D重建、手术规划、手术导航等混合现实技术应用于住院医师规范化培训,在临床手术能力教学中提高了学员学习积极性、效率和质量,这种基于医疗大数据与人工智能技术平台的培训方法值得推广。

【关键词】 混合现实技术;临床手术能力教学;住院医师规范化培训

【中图分类号】 G642

【文献标识码】 B

【文章编号】 1671-8348(2021)08-1435-03

住院医师规范化培训是医学生毕业后教育的重要组成部分,以临床实践、专业必修课、公共必修课专业课为培训的主要内容,其中临床实践部分的教学学习,衔接了医学生的医学院校基本教育和继续医学教育两部分内容。提高住院医师规范培训的质量,为临床科室提供优秀的高层次医师,是铸造高级临床医学专家的必经之路。既往的手术教学方法具有较强的主观性和不可重复性,单个患者的病情判断和手术治疗的成功与否很大程度上取决于医生的临床经验和知识背景,而每例患者解剖结构的唯一性导致专业手术训练具有很大的不可重复性,是手术规范化培训总

结提高难以避免的难点之一^[1]。

近年来,迅速发展的混合现实技术在医学领域初步实现了制订个体化术前规划、为手术者提供术中实时的立体三维导航的作用,使手术更加精准、微创、高效。而对于住院医师规范化培训的学员,混合现实技术将有助于更加快速地掌握正常解剖和病理解剖结构的区别,熟悉手术策略及关键操作步骤^[2]。同时借助于混合现实技术还可以实现手术观摩练习的可重复性,加快学员学习进程、缩短学习曲线,降低培训过程中的医疗风险,提高培训质量^[3]。本院开展了混合现实技术研发、临床手术三维重建和手术导航验证工

* 基金项目:2019 重庆市技术创新与发展专项(CSTC2019jcsx-fxydX0054)。 作者简介:景涛(1972—),副教授、副主任医师,博士,主要从事冠心病介入手术治疗、科研及临床规培教学工作。 Δ 通信作者, E-mail: xxkwkwhd@sina.com。