

[24] Sullivan D T, Hirst D, Cronenwett L. Assessing quality and safety competencies of graduating prelicensure nursing students[J]. Nurs Outlook, 2009, 57(6): 323-331.

[25] Peterson-Grazioplene V, Bryer J. Assessing student perceptions of quality and safety education for nurses competencies in a baccalaureate curriculum[J]. J Nurs Educ, 2017, 56(7): 435-438.

[26] Mennenga H A, Tschetter L, Sanjaya L. Student perceptions of quality and safety competencies[J]. Int J Nurs Educ Scholarsh, 2015, 12(1): 155-161.

[27] Lee N, Jang H, Park S. Patient safety education and baccalaureate nursing students' patient safety competency: a cross-sectional study[J]. Nurs Health Sci, 2016, 18(2):

163-171.

[28] 卞薇, 吴燕, 周明芳, 等. 患者安全胜任力护理人员自评量表的编制及信效度评价[J]. 第三军医大学学报, 2016, 38(7): 776-780.

[29] 陈洁, 薄海欣, 张蒙. 低年资护士患者安全胜任力的现状调查及分析[J]. 中国实用护理杂志, 2018, 34(18): 1411-1414.

[30] 王青, 张欣, 刘华平. 患者安全护士胜任力评价量表的编制及信效度检验[J]. 中华现代护理杂志, 2018, 24(15): 1783-1788.

[31] Unhasuta K, Robinson M V, Magilvy K. Research plan for developing trauma core competencies for nurses in Thailand[J]. Int Emerg Nurs, 2010, 18(1): 3-7.

(本文编辑 韩燕红)

混合现实技术在护理教学中的应用及展望

李加, 张欣

Mixed reality technology in nursing education: a review Li Jia, Zhang Xin

摘要: 对混合现实技术的概念、特点, 混合现实技术在医学基础课程、护理情景教学、急救护理训练等护理教学领域中的应用现状, 现阶段的应用问题以及应用展望进行综述, 旨在促进混合现实技术在护理教学中应用与进一步发展。

关键词: 混合现实技术; 护理教育; 教学方法; 综述文献

中图分类号: R47; G424 文献标识码: A DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2021.20.110

随着计算机、空间定位、图像处理和人机交互等科学技术的快速发展, 混合现实(Mixed Reality, MR)技术在各领域的应用受到越来越多人的关注^[1-2]。MR技术是通过融合现实和虚拟产生新的可视化环境, 使学习者能够与其进行实时交互的一种技术^[3]。现有护理模拟教学多采用人体模型或标准化病人(Standardized patients, SP)等方式, 近年虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术和增强现实(Augmented Reality, AR)技术亦有一定的应用。这些方法都存在各自的局限性, 尤其是与实际临床情景存在一定的差距, 而MR技术因其虚实融合、精确匹配、实时交互等特点, 具有解决这些问题的巨大潜力。目前, MR技术在护理教学中的应用仍处于初步探索阶段。随着数字化技术在医学领域的普及和MR技术的发展, MR技术的应用前景不可估量^[4], 其在护理教学中的应用将会越来越广泛。笔者基于MR技术在护理教学中的应用现状、现存问题进行综述, 以期为其后续发展提供参考。

1 MR技术概述及特点

MR技术基于VR技术和AR技术发展而来^[5]。VR技术是通过构建数字化虚拟世界, 并借助相关设备实现视、听、触觉等的感官模拟, 从而达到身临其境效果的一种技术^[6]。此时, 学习者与真实世界完全隔

离, 仅与虚拟世界进行交互。AR技术是指将虚拟对象叠加到现实世界里, 从而增强学习者对现实的体验的一种技术^[7]。此时, 现实信息和虚拟信息仅进行简单的叠加, 无更深层次的关联。相比VR技术, MR技术保留了学习者实际感知现实世界和与其互动的功能; 相比AR技术, MR技术在融合了虚拟与现实的基础上, 实现与虚拟现实混合体的交互。1994年, Milgram等^[8]对MR技术的内涵进行探讨, 并首次提出虚拟连续体(Virtuality Continuum)的概念, 见图1。如图1示, 在虚拟连续体中, 两极分别代表了全部由现实对象组成的现实环境和全部由虚拟对象组成的虚拟环境, 而在两极之间的连续区域即为混合现实, 在该区域内, 虚拟与现实互相交融, 学习者难以区分现实与虚拟之间的界限。此概念强调了MR技术能够实现现实与虚拟无缝融合的观点。MR技术的特征主要有三方面^[9]: ①虚拟与现实的融合。既可以将虚拟对象添加到现实世界中, 也可以将真实物体添加到虚拟世界中。②虚拟模型与现实世界精确匹配性。在混合环境中, 虚拟空间与现实空间之间形成映射关系, 从而感知用户位置、姿势、手势等的变化并实时呈现相应的观察画面, 为用户提供沉浸式体验。③实时交互性。用户通过感觉通道与混合现实环境发生联系, 形成视觉、触觉、嗅觉等的感知, 并获得智能的交互和反馈。

2 MR技术在护理教学中的应用现状

MR技术的应用范围包括教育、医学、艺术等领域。医学方面, MR技术在医学教育、精准手术、医患沟通等

作者单位: 北京协和医学院护理学院(北京, 100043)

李加: 女, 本科在读, 学生

通信作者: 张欣, zhangxin99@263.net

收稿: 2021-03-05; 修回: 2021-05-10

方面有一定的应用^[10]。在医学教育领域,目前的应用研究主要集中在将 MR 技术应用于手术培训,尤其是考虑到实体标本紧缺、成本高等现实阻碍和 MR 技术的虚实融合、交互性、可反复使用等优势,其在骨科^[11-13]、整形外科^[14]、口腔科^[15-16]等对解剖要求较高的精细专业应用更多。目前,MR 技术在国外护理教育应用尚属起步,国内研究更是处于空白状态。

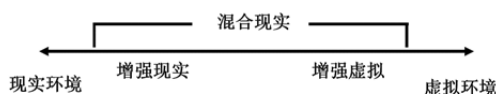


图 1 虚拟连续体

2.1 MR 技术在医学基础课程中的应用 现阶段,基础课程如人体解剖学、生理学、病理生理学等的讲授主要以图片、模型等辅助教学。这些方式虽有一定的作用,但学生理解起来仍有一定的困难。Maniam 等^[17]通过多学科合作开发了一款与微软 HoloLens 配合使用的 MR 解剖学教学应用程序,此应用程序实现了在现实世界中使用虚拟模型进行交互式学习解剖的目的。该程序目前开发出了颞骨解剖教学所需的部分功能。程序分为 3 个模块:①基础 HoloLens 教程。佩戴 HoloLens 后,学习者可进行该程序各功能的学习,如点击、拖拽、利用头部动作操作等。②颞骨外科解剖学探索。学习者可以对虚拟颞骨进行的操作包括,从不同角度和平面观察解剖结构,点击被标注的重要解剖结构并聆听讲解等。③颞骨的自由钻孔。学习者可以利用虚拟颞骨模拟实际的钻孔过程,从而理解不同结构之间的解剖关系,操作过程中,程序能够给予及时的反馈,从而纠正错误。与之类似的有凯斯西储大学的一个研究团队开发的一套基于 MR 技术的解剖系统^[18],操作者可以通过手势、眼神等对 MR 解剖图像进行操作,还可以通过远程的方式与之互动。功能方面,这些系统为 MR 解剖学教学资源开发提供了雏形,可以进一步开发,比如增加触觉感知功能^[19],从而提高模拟过程的真实感。教学层面,目前仍缺乏相关研究证明 MR 技术应用于现实医学基础课程的有效性,日后的研究可以从效果评价等方面着手探索,从循证的角度为 MR 技术在医学基础课程中的应用提供有力的客观依据。

2.2 MR 技术在护理情景教学中的应用 情景教学因其可及性在护理教学中应用广泛,但仍存在一定的局限性。Hauze 等^[20]尝试将 MR 技术应用到有关过敏性休克患者护理的教学中。研究中学生被随机分为三组,三组分别获得的学习资料为书面案例(含二维静态过敏反应图像),二维过敏反应模拟视频和书面案例,以及基于 MR 技术的过敏反应模拟和书面案例。第 3 组学生在佩戴微软 HoloLens 后,可以通过 MR 技术观察患者在过敏反应不同阶段的症状,虚拟

患者躺在现实中真实存在的病床上,学生可以在床周围走动,从各个角度观察虚拟患者。研究者计划通过题目(包括知识题和技能题)的形式了解各组学生在过敏反应患者处于不同阶段时的评估和干预的水平,从而定量探究 MR 技术在处理低频率、高风险护理临床问题时的有效性。由于这项研究仍在进行中,尚无法得知 MR 技术的应用效果。不过与之类似的研究证实了 MR 技术的作用,它使学习过程可视化、更真实,印象更加深刻,有利于反思、从同伴中学习,且有助于临床思维的培养。

SP 在护理教学中的应用日益广泛^[21],它能有效锻炼学生的临床思维以及将护理理论知识、操作应用于解决临床实际问题的能力,但与临床实际仍存在一定的差距。实际操作过程中,学生需要获取的信息通常只能通过 SP 的表演、口述获得,未来可以将 MR 技术应用到 SP 教学中,这样有利于模拟病情观察,提高 SP 教学的真实性。此外,MR 技术的应用还能实现 SP 中较难接触到的人群的模拟,如儿童。Chuah 等^[22]开发了一套通过 MR 技术训练学生临床沟通能力的系统。学习者可在 MR 环境中与虚拟患儿、家属进行模拟对话,用以练习儿童发育状态的检查。该系统中的虚拟患儿能准确模拟真实病理症状供学习者观察。在互动过程中,学习者还可以向虚拟儿童布置一些任务用于病情评估。研究从教育效益、可用性和虚拟感知三方面进行了评价。教育效益主要指参与者信心水平的变化;可用性包括系统可使用的频率、使用复杂性等条目;虚拟感知主要指参与者对虚拟人真实性的感受。研究表明,该系统对上述 3 个指标都有一定的作用,可用于反复练习与特殊人群进行沟通交流的技巧。

护生团队合作的态度和认知的提高可以通过跨专业团队合作模拟教学实现。有研究利用 MR 技术实现了护理、临床医学、职业治疗和营养学 4 个医学专业的学生的跨专业合作,研究中,各专业的学生都需要评估 1 例心肌梗死患者并确定该患者的优先临床问题或需求,研究发现,各专业学生的结论并不完全一致,而运用 MR 技术有助于突出各学科的重点并更好地理解不同学科如何进行专业分析、推理,是促进各学科协作发展的有效手段。

MR 技术的应用可以有效提高护理情景教学的真实性并扩充应用范围,未来的研究可以进一步探索如何在应用 MR 技术的情况下进行更好的课程设计与规划,过程中可以参考利用传统模拟技术进行护理情景教学的相关研究。

2.3 MR 技术在急救护理训练中的应用 护理教学中存在较难理解和掌握的操作技术,在实际应用中需融会贯通,如急救护理,这类学习通常依靠模拟训练完成,但是现有模拟的效果有待加强。MR 技术的应用可大幅增加模拟程度,提高训练者的沉浸感。Gi-

rau 等^[23] 创建了一个可用于急救培训的 MR 系统,该系统由虚拟环境、真实人体模型和虚拟人体模型构成,使用时需佩戴头戴显示器(Head Mounted Display, HMD)。虚拟环境模拟市中心十字路口发生事故时的场景,包括行人、车流、救护车等细节的画面和音效。真实人体模型与虚拟人体模型相关联,使用者对真实人体模型进行的操作都能够映射到虚拟人体模型上。该团队已经在系统中构建了两种急救情景,一种为发生胸部刺伤时,虚拟人体模型出现肺穿孔的症状,当使用者用手按压真实人体模型上与虚拟人体模型伤口对应部位数秒钟后,虚拟人体模型呼吸转为正常;另一种为模拟腿部利器伤时,与第一种情景类似,压迫数秒后达到止血效果。Stone 等^[24] 设计并开发了一个基于 MR 技术的 MERT(Medical Emergency Response Team)模拟基地,用于训练护士等急救成员战时伤员抢救,从而促进他们的知识、技能、态度/能力增长,以及在“特定任务”中的表现和团队凝聚力。该基地中,真实的元素包括基地外壳,内部配饰和高仿真模拟人。基地外壳模拟了机舱的场景,设计为类似“隧道”的结构;内部配饰有可折叠座椅、织带、仿制武器等,成本较低又能增加真实性;高仿真模拟人模拟了伤员创伤性截肢的状态,允许进行气管插管等操作。虚拟环境中,实际拍摄的飞行画面和发动机音效用于情景化,急救团队其他成员的虚拟模型和虚拟弹药箱等可供训练者进行交互。这些应用对提高模拟的真实感都有一定作用,但效果比较有限,尤其是交互性层面仍需进一步开发。

3 MR 技术在护理教学中应用的现存问题及展望

技术的应用与变革是推动医学教育的重要举措^[25]。目前,MR 技术在护理教学领域的应用仍处于初步探索阶段,目前面临的挑战主要有两个方面。首先,MR 技术在护理教学领域课程的开发十分有限,有待发展。MR 课程资源的开发对技术层面的要求较高,涉及到内容设计、三维建模、场景构建等专业知识,而如何让 MR 护理教学场景中虚拟与现实的组织和布局符合教学需要又涉及护理教学方面的专业知识,所以现阶段护理课程的开发无法仅通过技术人员或护理教师单独完成。未来,可以培养一批具备护理教学与 MR 相关技术双重背景的人才,或者形成技术人员与护理教师的团队,合作开发基于 MR 技术的护理教学资源。其次是技术成本,考虑到一套完整的 MR 设备及相关使用成本较高,普通护理院校可能无法购置而制约 MR 技术的应用。不过,可以预见 MR 技术将进入快速发展期^[26],鉴于 VR、AR、MR 三者在感知系统、显示设备、底层技术和开发工具等方面有相似处,可借助 VR、AR 技术现有的产业链发展 MR 技术^[27-29]。随着 MR 技术的不断成熟,其制造和应用成本会随之下降,但短时间内成本问题依然是制约 MR 技术在护理教学中推广使用的重要因素。

在线护理课程可以融入 MR 技术,从而弥补远程护理教学的不足。相比线下课堂,MOOC 等在线教学形式存在学习体验感不足、缺乏学习监督力度等问题,对学生的学习兴趣、在线学习满意度、在线学习效果等方面产生了负面影响,制约了远程教学的长足发展^[30]。MR 在线学习课堂可以使处于不同空间的老师、学生身临其境地“面对面”交流,从而提高教学效果。新冠疫情期间,密歇根大学便利用 HoloLens 实现了质量较高的临床接触和床旁教学^[31],这对于护理操作类课程尤其具有意义。未来,在利用 MR 技术进行护理操作类课程的教学过程中,通过 MR 相关设备,讲述者可以以自己的视角采集视野、护理操作、声音、感知等信息,并进行视角共享,这样学习者便可以对护理操作中的重难点、细节问题等有更直观、深入的理解。考虑到可重复性、便于提供反馈等特点,运用 MR 技术还有利于规范护理操作。护生可以通过 MR 技术在安全无风险的环境中反复练习护理操作,老师可以通过共享的视角或者录下的视频查看护生护理操作过程,从而提供指导和反馈。从宏观的角度来看,这一功能十分有意义,既弥补了在线护理教学与线下护理教学的差距,有助于远程护理教学的发展和应用,促进了护理教学资源的共享以及教育公平性,又提高了护理信息传输效率,实现了护理信息二维传输到全息立体传输的变革。

虽然利用技术是推动医学教育变革的决定性举措,MR 技术只是一种手段,重点应在于能否满足护理教学中的学习目标。有研究发现,相比通过基本技能或沉浸式模拟,护生通过 MR 训练系统习得基础生命支持(Basic Life Support, BLS)技能的效果反而最小,这可能与 MR 技术会分散护生注意力甚至造成感官过载,且护生不熟悉这种方式需要适应有关;研究还表明,相比沉浸式模拟,MR 训练系统更易让护生获得自信,尤其是考虑到护生在使用 MR 技术时产生的不知所措、恐惧等情绪^[32]。Barrie 等^[33] 提出,在教学初,教学重点应放在具体护理理论知识和护理操作的学习,仿真度不高的模型和护生熟悉的环境(普通的技能教室)即可满足此阶段教学活动要求,且这样更有利于以直接的方式传授最基本、最重要的内容;待学生初步掌握后,需根据实际情况判定是否需要为学生提供基于 MR 技术的教学活动。以急救护理教学为例,可以在学生已经具备一定的相关临床知识和技能后再开展 MR 教学,从而锻炼并增强他们的信心以及应对紧急情况的能力,为抢救等临床实践做准备。由此可见,课程的设计至关重要,如何在护理教学中更好地融入 MR 技术进而满足护理教学的目标是值得研究的课题。

4 小结

MR 技术由 VR、AR 技术发展而来,因其虚实融合、精确匹配、实时交互等特点目前已在医学基础课

程、护理情景教学、急救护理训练等领域中有一定的应用。现阶段,MR技术在护理教学中的应用存在课程开发不足、技术成本过高等不足。未来,研究者还可以进一步探索在线护理课程与MR技术结合,MR技术融入护理课程时课程的设计等问题。

参考文献:

- [1] 潘枫,刘江岳.混合现实技术在教育领域的应用研究[J].中国教育信息化,2020(8):7-10.
- [2] 贾婷婷,王凤泽,赵睿,等.混合现实技术在口腔医学中的应用进展[J].精准医学杂志,2019,34(6):553-555,560.
- [3] Hu H Z, Feng X B, Shao Z W, et al. Application and prospect of mixed reality technology in medical field[J]. *Curr Med Sci*, 2019, 39(1):1-6.
- [4] 张加尧,吴星火,冯晓波,等.混合现实技术在医学领域的应用[J].中华实验外科杂志,2019,36(1):179-181.
- [5] Mandal S. Brief introduction of virtual reality & its challenges[J]. *Int J Sci Eng Res*, 2013, 4(4):304-309.
- [6] Wu H K, Lee S W Y, Chang H Y, et al. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education[J]. *Comput Educ*, 2013, 62:41-49.
- [7] Selonen P, Belimpasakis P, You Y, et al. Mixed reality web service platform[J]. *Multimed Syst*, 2012, 18(3):215-230.
- [8] Milgram P, Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays[J]. *IEICE Trans Inf Syst*, 1994, 77(12):1321-1329.
- [9] 孔玺,孟祥增,徐振国,等.混合现实技术及其教育应用现状与展望[J].现代远程教育,2019(3):82-89.
- [10] 楼婷,柏晓玲,刘彬,等.混合现实技术在医学领域中的应用进展[J].全科护理,2020,18(22):2810-2813.
- [11] 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.
- [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.
- [13] 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.
- [14] 燕荣帅,李翔,肖晶晶,等.混合现实技术在整形外科教学中的应用探索[J].中国美容医学,2018,27(2):140-142.
- [15] 张钰芳,胡砚平,杨海东.混合现实技术在口腔颌面外科教学中的应用研究[J].中国继续医学教育,2020,12(29):66-69.
- [16] 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.
- [17] Maniam P, Schnell P, Dan L, et al. Exploration of temporal bone anatomy using mixed reality (HoloLens): development of a mixed reality anatomy teaching resource prototype[J]. *J Vis Commun Med*, 2020, 43(1):17-26.
- [18] Case Western Reserve University. Cleveland clinic collaborate with microsoft on earth-shattering mixed-reality technology for education[EB/OL]. (2015-04-29)[2020-12-20]. <https://case.edu/medicine/about/newsroom/our-latest-news/case-western-reserve-cleveland-clinic-collab->
- orate-microsoft-earth-shattering-mixed-reality-technology-education.
- [19] 张越琦,李学军.混合现实技术辅助神经外科精准手术研究进展[J].国际神经病学神经外科学杂志,2019,46(2):217-222.
- [20] Hauze S W, Hoyt H H, Frazee J P, et al. Enhancing nursing education through affordable and realistic holographic mixed reality: the virtual standardized patient for clinical simulation[J]. *Adv Exp Med Biol*, 2019, 1120:1-13.
- [21] 绳宇,姚秀钰,徐晓华.标准化病人在护理教育中应用的思考[J].中华护理教育,2017,14(2):150-153.
- [22] Chuah J H, Lok B, Black E. Applying mixed reality to simulate vulnerable populations for practicing clinical communication skills [J]. *IEEE Trans Vis Comput Graph*, 2013, 19(4):539-546.
- [23] Girau E, Mura F, Bazurro S, et al. A mixed reality system for the simulation of emergency and first-aid scenarios[J]. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*, 2019, 2019:5690-5695.
- [24] Stone R J, Guest R, Mahoney P, et al. A mixed reality simulator concept for future medical emergency response team training[J]. *J R Army Med Corps*, 2017, 163(4):280-287.
- [25] Nicola S, Stoicu-Tivadar L. Mixed reality supporting modern medical education[J]. *Stud Health Technol Inform*, 2018, 255:242-246.
- [26] 刘嘉霖,赵振宇,鲁志浩,等.混合现实技术在神经肿瘤临床教学中的应用[J].重庆医学,2020,49(10):1715-1717.
- [27] 茅洁.基于VR、AR、MR技术融合的大学体育教学应用研究[J].武汉体育学院学报,2017,51(9):76-80.
- [28] 陈一.混合现实技术在STEAM远程教育中的应用探析[J].信息通信,2019(3):268-270.
- [29] Hamacher A, Kim S J, Cho S T, et al. Application of virtual, augmented, and mixed reality to urology[J]. *Int Neurourol J*, 2016, 20(3):172-181.
- [30] 徐振国,张冠文,石林,等. MOOC学习者辍学行为的影响因素研究[J].现代教育技术,2017,27(9):100-106.
- [31] Thomas L. Patient rounds: ages-old care & learning concept gets technology upgrade, international collaboration [EB/OL]. (2020-12-22) [2021-02-20]. <https://ai.umich.edu/press-release/patient-rounds-ages-old-care-learning-concept-gets-technology-upgrade-international-collaboration/>.
- [32] Rushton M A, Drumm I A, Champion S P, et al. The use of immersive and virtual reality technologies to enable nursing students to experience scenario-based, basic life support training — exploring the impact on confidence and skills[J]. *Comput Inform Nurs*, 2020, 38(6):281-293.
- [33] Barrie M, Socha J J, Mansour L, et al. Mixed reality in medical education: a narrative literature review [C]// *Proceedings of the International Symposium on Human Factors and Ergonomics in Health Care*. Sage CA: Los Angeles, SAGE Publications, 2019:28-32.