

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20233546

· 综述 ·

虚拟仿真技术在医院感染预防与控制教学中应用的研究进展

刘芳¹, 茅一萍^{1,2}, 祁琪², 王珂璇¹, 涂佳佳¹

(1. 徐州医科大学护理学院, 江苏 徐州 221000; 2. 徐州医科大学附属医院感染管理科, 江苏 徐州 221000)

[摘要] 医院感染预防与控制教学中, 以虚拟仿真技术为基础的教学方式既能规避传统面对面教学方式带来的感染风险, 又有助于弥补医学生临床实践时间和试验资源不足的缺憾, 促进教学工作更好地进行。本文主要阐述虚拟仿真技术的概念、特点, 及其在医院感染预防与控制教学中的应用和发展历程等。

[关键词] 虚拟仿真技术; 医院感染预防与控制; 教学

[中图分类号] R181.3⁺2

Research progress in the application of virtual simulation technology in teaching of healthcare-associated infection prevention and control

LIU Fang¹, MAO Yi-ping^{1,2}, QI Qi², WANG Ke-xuan¹, TU Jia-jia¹ (1. School of Nursing, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, China; 2. Department of Infection Management, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, China)

[Abstract] In the teaching of healthcare-associated infection prevention and control, virtual simulation technology-based teaching method not only avoids the infection risks of traditional face-to-face teaching approaches, but also compensates for the shortage of clinical practice time and experimental resources for medical students, enhancing teaching effectiveness. This article mainly elaborates on the concept and features of virtual simulation technology, as well as its application and development in the teaching of healthcare-associated infection prevention and control.

[Key words] virtual simulation technology; healthcare-associated infection prevention and control; teaching

欧洲疾病预防控制中心(European Centre for Disease Prevention and Control, ECDC)基于微生物学检测技术, 确定医院获得性感染(healthcare-associated infection, HAI)的流行病学定义为, 入院时不存在感染或不处于潜伏期, 且于入院后 48 h 内发生的感染^[1]。发达国家医院感染事件发生率为 3.5%~12.0%, 发展中国家医院感染事件发生率为 5.7%~19.7%。HAI 是全球性的公共卫生问题, 世界卫生组织数据也表明, HAI 是医疗保健机构中最常见的医疗不良事件^[2-4]。医务人员的职业特点使其在工作中面临较多职业及非职业因素导致的感染, 个人防护学习认知的缺乏和防护技能不足更加重了感染暴露情况^[5]。医务人员作为医疗卫生机构

中的主要执业者, 在预防医院感染、保障医疗质量的临床工作中起着至关重要的作用; 而医学生作为医务人员的重要人力资源, 对医院感染预防与控制知识的掌握情况会在一定程度上影响临床医疗工作质量。在“互联网+”时代建立教育教学新模式的背景下, 虚拟仿真技术(virtual simulation, VS)作为一种新兴教学方式, 广泛应用于医学教学领域, 如急危重症护理学、基础护理学、病理学、药理学、免疫学等^[2,6-7]。研究^[3-4]表明, 将 VS 应用于医院感染预防与控制教学中, 不仅能够提升医学生理论知识及实践能力, 还能降低疫情暴发时面对面教学可能导致的感染风险, 是医院感染预防与控制教学的有效方法之一。本文综述了 VS 的概念、特点, 以及在医

[收稿日期] 2022-11-01

[基金项目] 江苏省现代教育技术研究重点课题(2021-R-92591); 江苏省“十四五”高等教育科学研究规划课题(YB025)

[作者简介] 刘芳(1994-), 女(汉族), 江苏省无锡市人, 硕士研究生, 主要从事感染管理研究。

[通信作者] 茅一萍 E-mail: 385524376@qq.com

院感染预防与控制教学中的应用等,以期为VS应用于医院感染预防与控制理论知识和防护技能教学提供借鉴。

1 VS的概念

VS是一种以系统仿真为基础、虚拟现实(virtual reality, VR)为核心的新型计算机技术,即通过计算机生成一种具有高度真实感,集合多媒体、人机互动、网络系统、图形、立体显示方式及模拟仿真等计算机技术的人工虚拟环境^[6,8]。VS可通过计算机平台模拟出传统教学方式难以直接做到或需要付出高昂费用才能提供的教学环境和实践内容,为学习者提供探索和学习途径^[9]。二十多年来,VS通过创建虚拟教学环境让学生沉浸和体验,这种临床浸入式试验教学证明VS是一种有效的教学工具。尤其在疫情防控的特殊时期,许多医学生未能如期进入临床学习和实践,VS作为临床实践的补充和代替被广泛应用。

2 VS的特点和在感染预防与控制教学中的应用优势

2.1 VS的特点 VS作为一种以计算机技术为基础的创新教学方式,与传统教学方式相比,具有以下特点。

2.1.1 沉浸感 VS主要通过计算机生成能够让学习者进行探索和交互的三维立体虚拟环境。学习者可融为虚拟世界的一部分,或沉浸在完全屏蔽又增强现实的虚拟情境中,体验身临其境的真实感和沉浸感^[7]。医学教育培训可通过VS设计医学生需要学习的临床技能体验,并利用这种沉浸感加强临床技能的学习和练习。

2.1.2 灵活性 无论常规时期还是疫情期间,保持一定的安全距离都有助于避免感染暴露,教育界有必要为医学生的临床培训找到安全有效的解决方案。教育专家建议使用虚拟教学作为面对面获取知识的传统方法的补充,如基于网络的VS技术,因为VS教学方式符合保持安全社交距离的要求,并且允许学生在任何地方登录平台进行学习,真正做到随时随地,无需教师集中讲解,可重复观看和练习^[8]。VS作为一种计算机操作教学平台,比传统教学方式更环保、高效、低成本。因为打破了时间、空间和金钱的局限性,VS运用于教学中具有极高的灵活性。

2.1.3 互动性 VS教学平台会针对学生学习过

程生成回复,即学生在进行虚拟练习的过程中会获得计算机即时、定量、客观的反馈,并可根据反馈进行学习上的调整。这个过程是一种双向交流,涉及用户自我反思,并有助于临床内容的深度学习^[9]。研究^[10]显示,多人虚拟现实将成为潮流,如医学生可在其中与其他医疗专业人员互动学习。

2.1.4 安全性 疫情期间,医学生进行临床实践时个人健康安全面临威胁^[10],而缺乏足够的临床实践会对医学生个人能力造成一定影响,因此寻找既有效又能保障医学生健康安全的学习方式成为亟待解决的问题。VS通过三维模拟现实情境,既可提供积极、安全的学习环境,又可保证操作内容全面、过程规范,医学生在体验真实学习环境的同时不必承担感染风险^[11]。我国教育部也大力提倡建设理念先进、覆盖全面、具有中国特色的虚拟教研室,以提供在现实生活中具有高度危险性,或资源条件难以达到又必须要掌握的学习内容^[12]。

2.2 VS在感染预防与控制教学中的应用优势

医院感染预防和控制和患者安全是贯穿医疗服务始终的主题,应该渗透到医学生的日常学习中。医学生如果发生医院感染将给医院、患者和自身都带来严重不良后果^[10-12]。医院感染控制与预防教学工作,应该从医学生抓起,从医学院校展开,不能期望医学生仅以临床实践培训或继续教育的方式习得^[13]。

在医院感染预防与控制教学中使用VS可带来诸多好处。传染病暴发事件的发生使社会对医学生医院感染预防与控制能力提出了更高的要求,试验设备、教学场地和学习资源不足的问题越发突出^[14],VS的出现正好在某种程度上解决了以上问题。新型冠状病毒疫情期间,医院患者增多,空间资源被占用,医学生实习计划中断,缺乏教育空间,临床教学质量受到负面影响。针对这种情况,伊朗某护理院校采取VS教学与面对面临床教育相结合的策略,帮助学生及时掌握最前沿的感染控制知识和技能,以应对突发公共卫生事件^[15]。此外,VS的应用使医学生有足够时间和机会掌握医学操作复杂的知识原理、医疗设备操作步骤和技能操作流程,这一优势克服了传统学习方式在时间和空间上的局限性,减少了学习资源的浪费,打破了实验室资源的限制等^[14]。VS教学还可以提高学习效率^[16]。临床前的自主模拟练习可减轻医学生在实际提供医疗服务时的急性和慢性焦虑情绪,使其在健康的心理状态下更高效地掌握医院感染预防与控制的知识。VS在线教学平台能够带来公平的学习机会、优化教育成本、实现

最前沿感染预防与控制教学资源, 并有望填补疫情期间课堂和临床实践之间的空白, 成为传统临床实践的理想替代品^[17-18]。将 VS 应用于医院感染预防与控制教学中, 能够保持操作内容的完整性, 降低学习过程中可能发生的感染风险, 提高学习效率和质量。

3 VS 在感染预防与控制教学中的研究现状

3.1 国外研究现状 二十世纪初期, 虚拟环境从虚构故事构想而来。随着科技的进步, 各种模拟器得到开发与应用。1950 年, 相关硬件设备应运而生, 并取得了一定成果^[17]。1965 年, 有着“虚拟现实之父”之称的美国学者苏泽兰首次提出通过计算机建立虚拟世界^[6], 经过一段时间的发展, 二十世纪末出现了 VS。

过去几十年信息技术飞速发展, VS 不再局限于生产、军事、航空等领域。随着世界卫生组织日益紧张和对医学教育界关注的增加, VS 逐渐被应用于医院感染预防与控制教学中^[12]。2011 年 Nakasone 等^[19]推出一款基于 VS 的生物安全培训的应用程序, 称为“开放式生物安全实验室”, 该程序以为医学生提供感染预防与控制知识技能培训为目的。哥本哈根大学医学院设立了 VR 模拟中心, 对医学专业学生开展外科手术部位感染 (surgical site infection, SSI) 的教学工作, 并在减少 SSI 导致的医疗保健相关感染方面取得一定成效^[20]。2020 年, 智利圣塞巴斯蒂安大学护理学院通过 VS 教学教授医院感染科目^[21]。2021 年, 韩国庆尚国立大学护理学院采用韩国 SAMWOO immersion 公司开发的 VR 模拟程序帮助在校医学生学习新生儿感染预防与控制知识, 该程序弥补了因新生儿重症监护病房 (neonatal intensive care unit, NICU) 的实际局限性导致的医学生临床学习时间不足的缺陷^[22]。在医院感染预防与控制教学领域应用 VS, 为医学生因临床实践时间不足、教学资源限制等因素导致的医院感染预防与控制能力不足、自我防护依从性差等问题提供了解决思路, 从而达到减少医院感染事件的发生、保障医疗服务质量和个人健康安全的目的。

3.2 国内研究现状 我国对 VS 的研究兴起于上世纪九十年代, 尚处于起步阶段。由于这项技术对计算机技术的要求较高, 限制了其在国内的发展和进步^[23]。

2013 年, 我国教育部在全国启动了国家级虚拟仿真实验教学中心的建设工作, 以建立 VS 实验室、开发教学软件和建设 VS 实训基地为主要研究

重心^[24]。我国关于 VS 应用于医院感染预防与控制教学的研究较少, 但也有部分高校做出了尝试。2017 年, 大连医科大学的国家级基础医学实验教学中心构建了基础医学 VS 实验平台, 其中包含了医院感染与控制相关的教学内容。东南大学建立了 3D 虚拟场景, 让学生通过角色扮演的方式处理公共卫生事件, 以掌握感染预防与控制技能, 这种让学生亲身经历并兼具趣味性的教学策略, 有助于学生具象化记忆感染预防与控制知识^[25]。2020 年, 武汉科技大学预防医学综合性 VS 实验设计项目组以 unity3D 虚拟现实引擎工具为基础开发建设平台, 设计了一项多学科交叉的、综合场景的结核病疫情处置实验教学, 教授预防专业医学生预防与控制传染病的技能^[24]。同年, 郑州大学公共卫生学院开发 VS 软件, 将公共卫生案例“发热伴血小板减少综合征”通过虚拟情景交互方式再现, 帮助学生巧妙掌握突发公共卫生事件时应采取的措施和解决方法^[26]。2021 年, 徐州医科大学组织医院感染预防与控制学科专家, 共同构建了全新的医院感染预防与控制 VS 教学项目, 并与公司合作共同开发 VS 系统, 现已投入使用。将 VS 技术用于医院感染与控制教学中作为一种有意义的尝试, 不仅丰富了该学科的教学内容和方式, 更有利于医学生更好地掌握医院感染预防与控制的理论知识, 提高技能水平。

4 总结与展望

疫情的影响为医学生感染预防与控制能力的培养敲响警钟, 如何在人力、财物、资源局限的情况下帮助学生掌握感染预防与控制知识, 应对突发公共卫生事件, 减轻医院和学校的工作负担, 成为亟待解决的问题。本研究论述的 VS 以其安全性、逼真性、低成本、高效价等优势逐渐兴起于医学教育界, 发展迅速, 应用广泛, 显示出了较好的教学效果^[12]。对于医院感染预防与控制这门应用性强的学科, VS 教学策略能够弥补实践教学资源的不足, 帮助学生理论联系实际, 并应用于实际, 有必要在教学中实施及推广。基于 VS 平台, 学生可通过人机互动、课后自主学习、情景模拟等方式增强实践效果。VS 教学平台有助于培养具有医院感染预防与控制能力的复合型医学人才, 注重对学生操作能力、创新能力和应急反应能力的培养, 提高学生独立解决临床实际问题的能力^[25]。在公共卫生事件大流行的社会背景下, 将 VS 应用于医院感染预防与控制教学工作

中,对提高医学生医院感染预防与控制知识和技能水平、培养医院感染预防与控制人才、促进医院感染预防与控制发展具有重要意义。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

- [1] Hauwermeiren Ev, Iosifidis E, Kärki T, et al. Development of case vignettes for assessment of the inter-rater variability of national validation teams for the point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European acute care hospitals [J]. *Journal of Hospital Infection*, 2019, 101(4): 455 - 460.
- [2] Yurrebaso Macho A, Ward Mayens AL, Picado Valverde EM, et al. Nursing students' perceptions on healthcare-associated infection control and prevention teaching and learning experience: development and validation of a scale in four european countries[J]. *Front Psychol*, 2021, 12: 701208.
- [3] 谭欣, 田凌云, 李莞, 等. 医院感染控制人员能力评估工具研究进展[J]. *护理学杂志*, 2022, 37(1): 99 - 102.
Tan X, Tian LY, Li W, et al. A review of tools for assessing competency of infection control professionals[J]. *Journal of Nursing Science*, 2022, 37(1): 99 - 102.
- [4] World Health Organization. Report on the burden of endemic health care-associated infection worldwide [EB/OL]. [2023 - 06 - 26]. <http://apps.who.int/iris/handle/10665/80135>.
- [5] 中国疾病预防控制中心新型冠状病毒肺炎应急响应机制流行病学组. 新型冠状病毒肺炎流行病学特征分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(2): 145 - 151.
Epidemiology Working Group for NCIP Epidemic Response, Chinese Center for Disease Control and Prevention. The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China[J]. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2020, 41(2): 145 - 151.
- [6] Kim MJ, Kang HS, De Gagne JC. Nursing students' perceptions and experiences of using virtual simulation during the COVID-19 pandemic[J]. *Clin Simul Nurs*, 2021, 60: 11 - 17.
- [7] Sharman J. Virtual reality in education[J]. *Br J Nurs*, 2021, 30(22): 1270.
- [8] Nassar AK, Al-Manaseer F, Knowlton LM, et al. Virtual reality (VR) as a simulation modality for technical skills acquisition[J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2021, 71: 102945.
- [9] Zaragoza-García I, Ortuño-Soriano I, Posada-Moreno P, et al. Virtual simulation for last-year nursing graduate students in times of COVID-19: a quasi-experimental study [J]. *Clin Simul Nurs*, 2021, 60: 32 - 41.
- [10] Tinôco JDDS, Enders BC, Sonenberg A, et al. Virtual clinical simulation in nursing education: a concept analysis[J]. *Int J Nurs Educ Scholarsh*, 2021, 18(1): 20200001.
- [11] Jallad ST, Işık B. The effectiveness of virtual reality simulation as learning strategy in the acquisition of medical skills in nursing education: a systematic review [J]. *Ir J Med Sci*, 2022, 191(3): 1407 - 1426.
- [12] 谢久凤, 张继冉, 谢慧, 等. 虚拟仿真实验教学的建设与应用现状研究[J]. *黑龙江科学*, 2021, 12(23): 30 - 33.
Xie JF, Zhang JR, Xie H, et al. Research of the construction and application of virtual simulation experiment teaching[J]. *Heilongjiang Science*, 2021, 12(23): 30 - 33.
- [13] Sotomayor-Castillo C, Nahidi S, Li C, et al. Infection control professionals' and infectious diseases physicians' knowledge, preparedness, and experiences of managing COVID-19 in Australian healthcare settings[J]. *Infect Dis Health*, 2021, 26(4): 249 - 257.
- [14] Smith SA, Mulligan NW. Immersion, presence, and episodic memory in virtual reality environments[J]. *Memory*, 2021, 29(8): 983 - 1005.
- [15] Kaveh O, Charati FG, Kamali M, et al. Clinical nursing education during the COVID-19 pandemic: perspectives of students and clinical educators[J]. *BMC Nurs*, 2022, 21(1): 286.
- [16] Dean SE, Halpern J, McAllister M, et al. Nursing education, virtual reality and empathy?[J]. *Nurs Open*, 2020, 7(6): 2056 - 2059.
- [17] Meese MM, O'Hagan EC, Chang TP. Healthcare provider stress and virtual reality simulation: a scoping review[J]. *Simul Healthc*, 2021, 16(4): 268 - 274.
- [18] Coyne E, Calleja P, Forster E, et al. A review of virtual-simulation for assessing healthcare students' clinical competency [J]. *Nurse Educ Today*, 2021, 96: 104623.
- [19] Nakasone A, Tang SY, Shigematsu M, et al. OpenBioSafety-Lab: a virtual world based biosafety training application for medical students [C]//2011 Eighth International Conference on Information Technology: New Generations. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2011: 157 - 162.
- [20] Masson C, Birgand G, Castro-Sánchez E, et al. Is virtual reality effective to teach prevention of surgical site infections in the operating room? Study protocol for a randomised controlled multicentre trial entitled VIP Room study [J]. *BMJ Open*, 2020, 10(6): e037299.
- [21] Althwanay A, Ahsan F, Oliveri F, et al. Medical education, pre- and post-pandemic era: a review article [J]. *Cureus*, 2020, 12(10): e10775.
- [22] Yu M, Yang MR, Ku B, et al. Effects of virtual reality simulation program regarding high-risk neonatal infection control on nursing students [J]. *Asian Nurs Res (Korean Soc Nurs Sci)*, 2021, 15(3): 189 - 196.
- [23] 张迪, 要嘉欣, 王晓晖, 等. 虚拟仿真技术在气胸实验教学中的应用[J]. *广东化工*, 2020, 47(5): 222 - 224.
Zhang D, Yao JX, Wang XH, et al. Application of virtual simulation technology in pneumothorax experimental education [J]. *Guangdong Chemical Industry*, 2020, 47(5): 222 - 224.
- [24] 张鸽. 新型冠状病毒肺炎疫情下医务人员医院感染三级预防模型构建[J]. *医学与社会*, 2021, 34(9): 1 - 6.

Zhang G. Construction of the three-level prevention model for nosocomial infections of medical staff under the epidemic of COVID-19[J]. *Medicine and Society*, 2021, 34(9): 1-6.

- [25] 晋乐飞, 范清堂, 陈帅印, 等. 虚拟仿真教学在公共卫生与预防医学专业研究生教学中的应用[J]. *河南医学研究*, 2021, 30(28): 5304-5307.

Jin LF, Fan QT, Chen SY, et al. Application of virtual simulation teaching in postgraduate teaching of public health and preventive medicine[J]. *Henan Medical Research*, 2021, 30(28): 5304-5307.

- [26] 李芳健, 周泉, 许松青, 等. 新冠肺炎疫情背景下加强临床医学专业公共卫生应急能力教学改革实践[J]. *高校医学教学研究(电子版)*, 2021, 11(4): 18-21.

Li FJ, Zhou Q, Xu SQ, et al. Exploration of strengthening the teaching reform of public health emergency response ability in clinical medicine specialty during COVID-19 epidemic[J].

Medicine Teaching in University(Electronic Edition), 2021, 11(4): 18-21.

(本文编辑: 翟若南)

本文引用格式: 刘芳, 茅一萍, 祁琪, 等. 虚拟仿真技术在医院感染预防与控制教学中应用的研究进展[J]. *中国感染控制杂志*, 2023, 22(8): 990-994. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20233546.

Cite this article as: LIU Fang, MAO Yi-ping, QI Qi, et al. Research progress in the application of virtual simulation technology in teaching of healthcare-associated infection prevention and control[J]. *Chin J Infect Control*, 2023, 22(8): 990-994. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20233546.