·儿科医学教育专题·

虚拟现实技术在儿科模拟医学教学中的应用前景

高彩娜[1] 洪云霞[2] 叶璟[1]
[1]浙江大学医学院附属儿童医院SICU 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心,杭州 310052;[2]浙江大学医学院附属儿童医院教育办 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心,杭州 310052
通信作者:叶璟,Email:yejingmail@zju.edu.cn

【摘要】 随着虚拟现实(virtual reality,VR)技术的不断发展和模拟医学教育在临床教学中的广泛应用,其在儿科模拟教学领域的前景越来越引人注目。研究表明,VR技术提供了一种沉浸式学习环境,极大地增强了学生的学习体验,从而有效提升了儿科临床教学的效果。此外,VR技术也拓展了儿科医学模拟教学方法。本文探讨了虚拟现实技术在儿科虚拟标准化病人、临床实践技能模拟教学、临床情景模拟中的应用,并探讨了ACEP SimBox模拟在儿科急诊VR模拟教学中的应用。未来的研究需要关注VR技术的进一步发展及其与模拟教学效果的深入分析,并探索VR与传统教学方法相结合的最佳途径。

【关键词】 虚拟现实技术; 儿科教学; 模拟医学教学
【中图分类号】 R-72
基金项目:2022年教育部产学合作协同育人项目(220600541075413);2022浙江大学医学院教改项目(jgyb20222039)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20231024-01645

Application prospects of virtual reality technology in simulation teaching in pediatrics

Gao Caina[1], Hong Yunxia[2], Ye Jing[1]
[1]Surgical Intensive Care Unit, Children's Hospital, Zhejiang University School of Medicine/National Clinical Research Center for Child Health, Hangzhou 310052, China; [2]Education Office, Children's Hospital, Zhejiang University School of Medicine/National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Hangzhou 310052, China
Corresponding author: Ye Jing, Email: yejingmail@zju.edu.cn

【Abstract】 With the development of virtual reality (VR) technology and wide application of simulation-based medical education in clinical teaching, VR has been attracting growing attention in the field of simulation teaching in pediatrics. Studies have shown that VR technology can effectively improve pediatric clinical teaching effects by providing an immersive learning environment and enhancing the learning experience of students. VR also expands the teaching methods of pediatric simulation education. This paper discusses the application of VR technology in virtual standardized patients, simulation teaching of clinical practice skills, and clinical scenario simulation in pediatrics, as well as the use of ACEP SimBox in VR simulation teaching in pediatric emergency care. Future research needs to focus on the further development of VR technology and its application in simulation teaching, and find the best way to combine VR with traditional teaching methods.

【Key words】 Virtual reality technology; Pediatric education; Simulation-based medical education
Fund program: 2022 Industry-Academy Cooperation Collaborative Education Project of Ministry of Education (220600541075413); 2022 Zhejiang University School of Medicine Teaching Reform Project (jgyb20222039)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20231024-01645

虚拟现实(virtual reality,VR)技术是一种将用户与计算机生成的虚拟环境进行交互的先进技术。在20世纪80年代,VR技术开始逐渐应用于医学教育领域。进入21世纪后,国外对VR技术的使用越

来越广泛，也变得更加全面和规范化。Moro 等[1]指出，VR 在医学教学中具有巨大的价值和发展前景。相比之下，国内的虚拟仿真技术起步较晚。根据教育部发布的《教育信息化十年发展规划（2011—2020）》，在未来 10 年内将建设 1 500 套虚拟仿真实验系统技术，以及国家级虚拟仿真实验教学中心，用于客观结构化临床考试，并列入医学生技能培训基地的建设计划中。VR 技术将声音、图像和动态演示融合在一起，将抽象的概念具体化。在儿科模拟医学教学的应用中，VR 技术提供了沉浸式学习环境，增强了学生的学习体验，有效提升了儿科教学效果。此外，VR 增加了儿科医学模拟教学方法。本文探讨了虚拟现实技术在儿科虚拟标准化病人、临床实践技能模拟教学、临床情景模拟中的应用，并探讨了 ACEP SimBox 模拟在儿科急诊 VR 模拟教学中的应用。

1　VR 技术在儿科教学中的必要性

1.1　VR 技术的分类

VR 技术是指通过计算机生成的数字化环境，利用感知设备（如头戴显示器、手柄、触觉反馈装置等）与用户进行交互，模拟真实世界的感官体验，创造出一种身临其境的感觉[2]。沉浸感、存在感和交互性是 VR 的 3 个基本特征[3]。沉浸感取决于所使用的技术，它可以是头戴式设备、凹面或 3D 投影，或者用户是主角的视频。存在感和交互性关系到个体对与环境相连的感知，以及在环境中行动、接受反馈和反应的能力。依据其搭载设备和使用环境的不同，大致可以分为沉浸式虚拟现实、桌面虚拟现实和增强现实等类别。

1.2　儿科模拟医学教育的复杂性

相较于成人，儿童由于年龄较小、语言表达能力有限，更容易受到恐惧、焦虑等情绪的影响，对医疗环境和操作过程的理解能力也有限，因此需要特别关注儿童的心理和情感状态。此外，儿童患者的身体结构和生理特点与成人不同，他们可能需要适应特殊的医疗设备和技术，如小型器械、插管等。在儿科临床教育中，需要根据儿童不同年龄段的特点进行个性化的教学，同时需要教师具备良好的沟通能力。

虚拟现实医学教育是指通过虚拟技术模拟病人的生理结构和病理机能、疾病症状和演变，以及给予病人诊疗的过程。它以现代计算机技术为核心，这种方法可以替代模型和真实患者，真实地模拟临床过程进行教学、实践训练和能力评估。因此，它是一种非常有效的现代教学法[4]。VR 通过高度模拟的患者和临床场景、各种局部功能模型、计算机-学生交互模型和临床虚拟模拟，使学习过程更接近现实的环境和医学伦理[5]。VR 目前在成人模拟教学中的应用已经相对成熟，但在儿科领域，由于涉及不同年龄段的儿童的生理病理特点，VR 技术的要求相对较高。儿科模拟医学教育注重培养学生的实践操作能力，通过使用儿科模拟器，学生可以进行实际的临床操作，如气管插管、注射、心肺复苏等。在儿童 VR 模拟器上进行各种操作，不必担心对真实患儿造成伤害。同时，利用 VR 技术创造的虚拟标准化病人可以锻炼学生的医患沟通能力。根据不同需求进行个性化教学，学生可以选择适合自己的学习内容和难度，并在教学过程中得到即时的反馈和指导。这种个性化教学方法可以提高学习效果，帮助学生更好地理解和掌握儿科医学知识。

基于儿科临床对象的复杂性，为减少对患儿安全的威胁，VR 模拟教学可以提高操作的安全性和可控性。它可以提供实践操作的机会、安全的学习环境、个性化的教学、团队合作和反思评估，为儿科医师的培养提供强有力的支持。

2　VR 技术在儿科模拟医学教学中的应用

近年来，解剖学和生理学等领域通过人体 3D 成像技术与 VR 设备的结合，使教师能够更好地讲解器官结构，改进了传统的临床教学方式，缩短了学习课时，并减少了材料的浪费。以此使学生能够获得沉浸式的学习体验，帮助他们更好地理解复杂的人体解剖和生理过程[6]。在儿科模拟医学教学中，通过运用 VR 技术，学生可以在模拟场景中实践儿童心肺复苏和临床技能操作，提升临床实践和诊治技能，从而提高应对真实场景的应急和临床处理能力。

2.1　VR 虚拟标准化病人在儿科模拟教学中的作用

VR 技术可以有效弥补传统标准化病人（standardized patients，SP）的不足之处。陈元等[7]研究发现，利用虚拟标准化病人教学有助于提升临床医学生的临床思维能力和沟通能力。涉及 SP 的模拟已经从本科医学教育扩展到研究生和规培生医学教育，成为一种评估病人护理、人际沟通和专业能力的手段。标准化病人允许学生在无风险的条件下进行试错，通过角色扮演，学生可以更好地理解儿科患者的特殊需求，学习如何有效地与患儿及其家属进行交流，培养良好的医患关系。涉及成人 SP 的儿科模拟也可以包括父母咨询或艰难的对话，例如临终谈话[8]。

2.2　儿科临床实践技能的 VR 模拟教学

高级 VR 仿真模拟器为医学生提供了一个无风险且接近真实的临床实践环境。使用这种仿真模拟器的教学策略可以系统地训练医学生在儿科急

救和一般病例管理方面的关键能力。高级VR仿真模拟器能够模拟多种生命体征,如呼吸状态、心跳和声音(如咳嗽、啼哭等),以及瞳孔反应等,从而提供了丰富的临床情景模拟[9]。

研究显示,通过使用VR仿真模拟器与情景模拟相结合的教学方法,能显著提高医学生处理婴儿急症的临床实践能力[10]。SimMan3G是一个更高级的全身VR模拟器,由于其逼真度和灵活性很高,SimMan3G可用于模拟更复杂的儿科病例。这种仿真模拟器能够产生全身的实时生理反应,包括心电图、脉搏、药物反应等,为医学生提供模拟患儿治疗的体验[11]。SimMan3G在儿科临床实习教学中的应用表明,它能够有效提升学生对复杂医疗程序的掌握程度和临床决策能力。

2.3 VR情境模拟对儿科临床技能提升的影响

VR技术能够创建逼真的虚拟环境,模拟各种儿科急救场景,例如突发心脏骤停和意外事故等[12]。医护人员可以使用虚拟现实头盔和手柄等设备与虚拟场景互动,并实时进行决策和操作。此外,VR技术可以提供即时反馈和评估。在虚拟模拟训练中,系统可以实时记录医护人员的操作和决策,并根据其表现给予反馈和评估。这有助于医护人员了解自己的不足之处,并及时进行改进和提高。Mahling等[13]在一项关于新生儿临床复苏难度增加的表现的研究中发现,随着复苏难度逐渐增加,参与者在新生儿复苏过程中的技术逐步提升。

3 VR技术在儿科急诊模拟教学中的优势和挑战

3.1 儿科急诊模拟教学的特点

在儿科急诊中,患者的年龄跨度很大,从新生儿到青少年都有可能出现。教育者需要根据不同年龄段儿童的特点,调整教学内容和方法,以保证教学的针对性和有效性。由于儿童的生理功能尚未完全发育成熟,其疾病的表现和处理方式可能与成人不同,因此教师需要对儿童常见的急诊疾病有深入的了解,并将这些知识传授给学生。同时,应强调儿童特殊疾病的早期识别和紧急处理方法。教育者应教导学生如何与儿童及其家庭进行有效的沟通,以获得必要的病史和症状信息。儿科急诊往往需要多学科的团队合作,包括医生、护士、急诊科、儿科、麻醉科等。因此,需要培养学生的团队合作意识和协作能力,以适应儿科急诊的工作环境。同时,应强调急诊团队的沟通和协调,以确保患者的安全和优质的医疗服务。教育者需要具备良好的沟通技巧和情绪管理能力,以便安抚儿童并建立良好的信任关系。儿科急诊教学着重强调实践技能的培养,因此教育者应该提供充足的实践机会,指导学生进行反复训练,以提高他们的操作水平和应对急诊情况的能力。

3.2 高仿真VR模拟ACEP SimBox在儿科急诊教学中的应用

VR技术的引入,为教学模式的改革带来了新的视角和实施策略。ACEP SimBox是高仿真VR模拟培训领域的一个创新案例。ACEP SimBox是由美国急诊医师学会(American College of Emergency Physicians,ACEP)提供的一套便携式VR模拟教学工具,旨在通过实践性的培训为急诊医学人员提供更真实的学习体验[14]。ACEP SimBox包含一系列针对不同紧急医疗情景设计的VR模块,每个模块都配备了必要的医疗设备、道具和电子设备,如患者模拟人形、监测设备和教学视频等。此外,它还配有详细的场景介绍、操作指南和性能评估工具,以确保教学过程的有效性和系统性。

ACEP SimBox利用VR技术提供儿科急诊常见的疾病和场景,如哮喘发作、外伤和中毒等。学生可以通过与虚拟患者进行互动来模拟真实的急诊情景,从而提升他们在面对实际患者时的应对能力和决策能力。

3.3 VR技术在儿科急诊教学中的优势

VR技术在儿科急诊教学中具有以下优势。①模拟真实场景:VR技术能够模拟真实的儿科临床场景,使学生能够进入各种不同的医疗环境,如急诊室、手术室和重症监护室等,从而更好地了解急诊和重症患儿的监护和治疗流程。②安全性:由于VR技术所提供的虚拟环境,学生可以在其中进行各种手术和治疗操作,而不必担心对真实患者造成伤害。③互动性:VR技术为学生提供了与患者的互动体验。例如,通过虚拟现实设备,学生可以与虚拟患者进行面对面的沟通和交流,从而提高他们的沟通技巧。④自主学习:VR技术能够为学生提供自主学习的机会。通过设计有趣且实用的教学内容,可以激发学生的兴趣和积极性,提高他们的参与度。学生可以根据自己的进度和需求进行学习,从而提高学习效果。

3.4 在线教学环境下的VR技术面临的挑战

在在线教学环境下,VR技术面临以下挑战。①成本高昂:VR技术的设备和软件开发成本较高,这可能限制了其在儿科模拟医学教学中的应用。②技术限制:目前的VR技术还存在一些技术限制,例如,分辨率不高、延迟等,这可能影响学生的学习体验和效果。③逼真度不够:虽然VR技术可以模拟真实的儿科临床场景,但其逼真度还有待提高,这可能对学生的学习效果产生一定的影响。④师资需求:使用VR技术进行儿科模拟医学教学需要

有专业的师资团队进行指导和管理,这可能增加了教学的难度。有研究指出,在开展虚拟仿真教学的高校中,74.1%的教师所在高校的培训对象有住院医师,67.3%的教师了解虚拟仿真教学,76.9%的教师表示在实际教学中未采用过虚拟仿真教学。经过虚拟仿真课程培训后,教师对虚拟仿真教学重要性的认知提升,对教授虚拟仿真课程的意愿增加,对虚拟仿真教学的优势持有更积极的态度,同时提升了开展虚拟仿真教学的能力[15]。为了解决这些挑战,首先应加大对VR技术在儿科模拟医学教育中的研究和开发投入,降低设备和软件的成本。其次,应建立和培养专业的技术团队,负责VR技术的开发和维护。最后,与医院和医疗机构合作,收集真实病例的数据和影像,以便更准确地模拟学习场景。

4　研究趋势与前景

总体来说,VR技术在儿科模拟医学教学中具有许多优势,但也面临一些挑战。随着技术的不断发展和进步,相信VR技术在儿科模拟医学教学中的应用将会越来越广泛。VR技术在儿科模拟医学教学中未来的研究趋势,在以下方面需加强。①个性化学习路径:通过数据分析和学习成果跟踪,个性化的虚拟教学内容将逐步实现,以满足不同学习者的需求。通过大数据和人工智能算法,VR教学平台可以提供量身定制的教案,从而提高学习者的参与度和学习效果。②多感官刺激与交互技术的融合:未来的VR模拟医学教学将结合触觉、嗅觉等多感官刺激,通过高级交互设备(如手套、触觉背心等)提供更加全面的模拟体验。③VR技术在评估和考核中的应用:VR技术在模拟考核中的应用将更加广泛,能够提供标准化的评估场景。通过虚拟现实技术记录和分析学生的操作流程,为学生的技能评估提供更多维度的量化指标。④临床研究与教育的结合:VR技术不仅限于教学,还可以扩展其应用到临床研究中。模拟病例可以用于研究干预措施的效果,进一步推动儿科医学的发展和创新。⑤更广泛的可及性和普及性:随着VR设备的成本降低和便携性提高,这种技术预计会更普遍地用于各级教育,打破传统医学教育的地理和物理限制,提供更平等的教学资源。

为了推动VR技术在儿科模拟医学教学中的应用和发展,需要进行多学科交叉合作:鼓励计算机科学、教育学、医学专家及从业人员进行跨学科合作,共同设计符合儿科教学需要的虚拟现实内容和教学策略。通过结合医学知识和教育技术,可以深入探索VR技术在儿科教学中的最佳实践方法。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　高彩娜:提出论文构思、撰写论文;洪云霞、叶璟:总体把关、审订论文

参考文献

[1] Moro C, Štromberga Z, Raikos A, et al. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy [J]. Anat Sci Educ, 2017, 10(6): 549-559. DOI: 10.1002/ase.1696.

[2] 李小娟, 白晋, 杜永洪, 等. 大型医疗设备课程中应用虚拟仿真教学仪器的思路与实践[J]. 中华医学教育探索杂志, 2020, 19(4): 435-439. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20190618-00100.

[3] Cipresso P, Giglioli IAC, Raya MA, et al. The past, present, and future of virtual and augmented reality research: a network and cluster analysis of the literature [J]. Front Psychol, 2018, 9: 2086. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.02086.

[4] 宋超, 章文, 洪云霞, 等. 医学虚拟仿真教学的人工智能化前景探讨[J]. 医学教育研究与实践, 2023, 31(5): 515-519. DOI: 10.13555/j.cnki.c.m.e.2023.05.001.

[5] Wang S, Ren X, Ye J, et al. Exploration of simulation-based medical education for undergraduate students [J]. Medicine, 2021, 100(20): e25982. DOI: 10.1097/MD.0000000000025982.

[6] 蔡小狄, 程晔, 陆国平, 等. 虚拟现实技术在儿科医学应用的思考[J]. 中国小儿急救医学, 2023, 30(10): 721-725. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2023.10.001.

[7] 陈元, 孙书珍, 成海燕, 等. 虚拟标准化病人用于儿科专业住院医师临床思维能力培养的探索[J]. 中国毕业后医学教育, 2023, 7(9): 749-752. DOI: 10.3969/j.issn.2096-4293.2023.09.018.

[8] Amsalem D, Martin A, Mosheva M, et al. Delivering difficult news: simulation-enhanced training improves psychiatry residents' clinical communication skills [J]. Front Psychiatry, 2021, 12: 649090. DOI: 10.3389/fpsyt.2021.649090.

[9] 李圆. 儿科见习教学中Simbaby模拟教学的应用分析[J]. 中国继续医学教育, 2018, 10(24): 8-10. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2018.24.004.

[10] 亢杨, 王兴, 季佳, 等. 情景模拟教学法在儿科医学生实习教学中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2022, 14(3): 55-58. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2022.03.015.

[11] 王臻, 李雅春. SimMan 3G模拟人在儿科实习教学中的应用[J]. 中国医学教育技术, 2017, 31(1): 70-72. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201701021.

[12] García Fierros FJ, Moreno Escobar JJ, Sepúlveda Cervantes G, et al. *Virtual*^{CPR}: virtual reality mobile application for training in cardiopulmonary resuscitation techniques [J]. Sensors, 2021, 21(7): 2504. DOI: 10.3390/s21072504.

[13] Mahling M, Wunderlich R, Steiner D, et al. Virtual reality for emergency medicine training in medical school: prospective, large-cohort implementation study [J]. J Med Internet Res, 2023, 25: e43649. DOI: 10.2196/43649.

[14] Vora S, Li J, Kou M, et al. ACEP SimBox: a pediatric simulation-based training innovation [J]. Ann Emerg Med, 2021, 78(3): 346-354. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2021.03.040.

[15] 肖淑媛, 王妍, 李会, 等. 虚拟仿真模拟教学平台在麻醉学科住院医师培养中的应用与建设[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2020, 41(9): 878-881. DOI: 10.3760/cma.j.cn321761-20200318-00114.

(收稿日期:2023-10-24)
(本文编辑:邬小梅)