·教育研究·

VR技术在中国医学教学中的实践与思考

甘淋玲[1]　沙川[2]　王博[2]
[1]重庆医药高等专科学校药学院　401331;[2]重庆医科大学教务处　400016
通信作者:王博,Email:wbcqmu@163.com

【摘要】 虚拟现实(virtual reality,VR)技术是科技化的新兴产物,在医学教学中极具潜力,它可以突破传统教学的限制,建立现代化教学模式,提高教师教学能力,提升教学质量,推动医学教育的发展。本研究就 VR 技术在中国医学教学中的必要性、应用实践进行了论述,并结合重庆医科大学虚拟实验平台建设的实例,对其在医学教学中的发展进行了思考与展望,以期为提高医学教学的综合质量提供新思路。

【关键词】 虚拟现实技术;　医学教学;　应用实践;　虚拟实验平台
【中图分类号】 R-012
基金项目:重庆市教育委员会 2017 年度高等教育教学改革研究一般项目(173042);重庆医科大学 2017 年教育教学研究重点项目(JY170103)
DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2019.09.002

Practice and thoughts of virtual reality technology in medical teaching in China

Gan Linling[1], Sha Chuan[2], Wang Bo[2]
[1]School of Pharmacy, Chongqing Medical and Pharmaceutical College, Chongqing 401331, China; [2]Dean's Office, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China
Corresponding author: Wang Bo, Email: wbcqmu@163.com

【Abstract】 Virtual reality technology is an emerging product of science and technology and has great potential in medical education. It can break through the limits of traditional teaching, establish a modern teaching model, improve teachers' teaching ability and quality, and thus promote the development of medical education. This study discussed the necessity and application practice of virtual reality technology in the medical education of China and explores its development in medical education with reference to the construction cases of the virtual experiment platform in Chongqing Medical University, so as to provide new ideas for improving the overall quality of medical education.

【Key words】 Virtual reality technology; Medical teaching; Application practice; Virtual experiment platform
Fund program: General Project of Higher Education Teaching Reform Project of Chongqing Education Committee in 2017 (173042); Key Project of Education and Teaching Research Project of Chongqing Medical University in 2017 (JY170103)
DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2019.09.002

医学是一门理论与实践并重的学科,医学教学不仅需要给医学生传授医学理论知识,更需要培养医学生的操作能力和临床实践能力。随着现代医学的快速发展,知识越来越系统化,教师的教学任务也日益繁重,而传统教学已无法适应快速的变化,限制了医学教学的发展。

虚拟现实(virtual reality,VR)是计算机技术与多媒体技术快速发展的产物,综合了计算机图形、计

算机仿真、人工智能、传感技术、显示技术以及网络并行处理等技术，能够创建出一个逼真的虚拟环境，并通过视觉、听觉和触觉等手段让使用者进行感知，使用者便可以在逼真的三维虚拟环境中直接观察、触摸、操作，产生身临其境的感觉和体验，实现交互仿真[1]。VR 目前已广泛用于娱乐、制造、军工、医疗、教育等行业。

1　VR 技术应用于中国医学教学的必要性

以教育信息化带动教育现代化，是中国教育事业发展的战略选择。虚拟现实、云计算、人机交互、智能化等技术的发展，为 VR 教育奠定了全面发展的基础，虚拟现实教室等运用的出现证明 VR 与教育结合有无限可能[2]。可见，VR 与教育的结合是教学发展的必然。

1.1　VR 技术三大特性符合现代教学理念

沉浸性（immersion）、交互性（interaction）、构想性（imagination）是 VR 技术的三大特性[3]，符合现代教学理念，通过 VR 把抽象的理论知识形象化，为用户创造出逼真的学习环境，使用户置身其中，并能与虚拟对象相互作用，充分实现理论教学与实践的结合。例如，VR 手术平台针对用户对不同手术训练的要求，如神经外科手术、骨科手术、牙科根管手术等[4-6]，通过模拟器为学习者创建手术环境，使学生于理论学习外，真实感受到手术操作。

1.2　VR 技术能够突破传统医学教学的局限

1.2.1　丰富教学形式

传统的医学教学以教师口头讲课为主，结合挂图、模型、标本等辅助教学工具，或配以动物实验、尸体解剖，而 VR 能够将文字、图像、声音、动画和视频等信息集于一体，将枯燥的理论知识形象化，使教师告别索然无味的教科书教学，教学方式更为生动、灵活。例如，教师利用 VR 形成的人体三维模型进行人体骨骼教学，可以多角度、全方位地向学生展示人体骨骼及骨科解剖结构立体关系，形象直观，强化教学效果[5]。依靠 VR 形成的多维度教学模型必将成为全新的教学模式。

1.2.2　扩展教学空间和时间

传统的医学教学以课堂为主，教师和学生均需要按时到特定教室，往往受制于时间与空间。基于 VR 技术构建的“虚拟课堂”可为教师提供移动化的电子教学场所，还能通过同一个虚拟环境同时实现理论教学、实践训练及测试的统一；虚拟课堂也能允许学生进行反复学习和训练[7]，使教学和学习更加自由、高效，极大地满足了信息时代的要求。

1.2.3　优化教学资源

实验操作在医学教学中占有较高比例，因此往往需要用到昂贵的仪器设备、实验动物、解剖用尸体等教学资源。许多院校可能因为经费等原因，不能保证每位学生进行实践操作，某些实验项目甚至无法开展；此外反复的实验也造成了资源的浪费。VR 技术可以对各类实验环境进行反复模拟，省去了实验物资的消耗，节约教学资源，降低教学成本，同时也可避免医学实验引发不必要的伦理纠纷[7]。

2　VR 技术在中国医学教学中的应用实践

自 1966 年美国麻省理工学院林肯实验室研制出世界上第一个头盔显示器（HMD）[8]，拉开了 VR 的序幕后，国内外已掀起了 VR 热潮。在医学教学方面，国外已用了比较成熟的 VR 系统，如德国汉堡大学的 VOXEL-MAN 虚拟人体、美国华盛顿大学的数字解剖学家系统等[8]。近十几年来，中国也对 VR 在医学教学研究中的应用进行了积极探索。

2.1　虚拟人体

国内对 VR 的研究可追溯到数字化可视人体研究。来自第三军医大学的课题组采集了首例中国男性和女性的数字化可视人体数据集，通过革新的三维重建和数据处理技术，成功实现了中国首套数字化可视人体数据的交互式三维系统，形成了数字人体解剖学和虚拟外科手术的雏形[9]。

目前，VR 虚拟人体在国内发展已相对成熟，已有多所高校利用 VR 虚拟人体进行医学教学。例如，上海中医药大学解剖教研室利用德国汉堡大学的 VOXEL-MAN 虚拟人体操作平台，将 VR 技术与传统针灸医学相结合，建立了针刺人体软组织时的生物力学数据库和力学反馈模型，通过虚拟人体的视觉和触觉对针灸手法进行展示，为针灸教学提供了仿真手段[10]。

2.2　医学图像模型

VR 三维模型在医学教学中的应用也愈发广泛。如西安医学院将临床中拍摄的弥散性血管内凝血（DIC）照片，通过虚拟现实造型语言（VRML）技术编程，建立了 DIC 三维模型的图片或视频，并将其应用于护理学专业病理生理学教学，使原本抽象的 DIC 概念具体化[11]。根据人颅脑图像数据，南方医科大学利用 VR 技术同样重建了颅脑的解剖结构，使

学生能够清晰地观察到颅脑的立体结构[12]。内蒙古医科大学采用三维重建软件 Mimics10.01 制作虚拟三维数字化骨盆图谱，应用于系统解剖学教学中，补充了教材绘图的不足[13]。

2.3　实践训练系统

中国医学教育研究者也正在积极探索并开发 VR 实训系统。2013 年，国内首个胸腔穿刺虚拟教学系统研制成功，上海交通大学附属第六人民医院将其应用于临床教学实践，该系统注重细节的把握，对局麻进针角度等有了严格的规定，有助于学生操作的规范化与标准化，并且学生可以自行练习且无次数限制[14]。2014 年，首都医科大学康复医学院联合北京碟和安谊公司，研制了虚拟现实训练教学系统，该系统包括演示模式和训练模式，能够为学生显示正确的操作方法，并能为学生的操作给予评价。研究显示，该 VR 实践训练系统得到了师生极高的满意度[15]。四川大学华西医学院也将情景模拟医疗纠纷教学法融入于临床技能教学中，为学生创造了由学生转变为医师的临床氛围，有助于医患沟通能力的提升[16]。

2.4　虚拟实验室系统

目前虚拟实验室系统在国内尚未完全成型，但已有很多专家学者进行了大胆的探索与实践。如许惠玉等[17]初步创建了临床免疫学及检验的虚拟实验室；彭坤等[18]利用 VR 技术构建了一套虚拟仿真半自动生化分析仪实训教学软件；李淑慧等[19]以 VR 构建了“临床生物化学检验”虚拟实验教学系统。

近年来，中国尤其重视虚拟仿真与实验室建设的结合、扩展与补充，推动实验教学的信息化。2014 至 2015 年间，国内已批准了 21 项医学类国家级虚拟仿真教学平台的建设，涵盖医学、基础医学、口腔医学、航海医学、灾害医学等，为医学实验教学多元化改革提供强有力工具。

重庆医科大学于 2015 年 1 月成功获批国家级医学虚拟仿真实验教学中心，根据自身科研与教学的需要积极投入虚拟仿真实验室的建设，并初见成效。图 1 为通过 VR 理念模拟打造的教学实验系统。该实验系统由两大部分构成，首先是由 VR 构建的医学图像模型教学区，在该区域，教师可充分利用虚拟仿真教学平台的资源，更新和丰富教学内容，使医学教学更加多元化。另一部分为实训系统，在该区间，教师可借助 VR 模拟多种实验教学环境，充分发挥学生的实践能力，并以小组为单位，使师生之间、学生之间能够相互交流。利用该教学实验平台，结合 PBL 教学、任务驱动教学、团队学习、混合式教学等多种手段，改进教学过程、保证和提高教学质量将成为信息时代教师的新型教学任务。图 2 为本校师生借助 VR 眼镜，在实验平台中进行教学与学习。

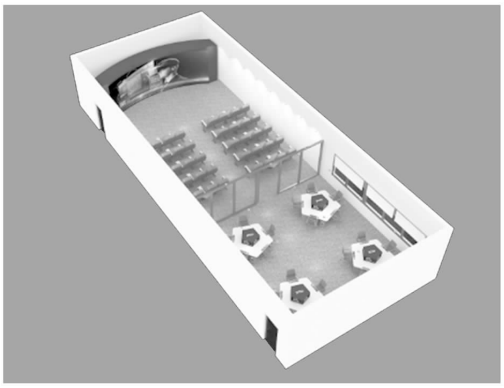


图 1　重庆医科大学 VR 教学实验系统



图 2　重庆医科大学 VR 教学现场

3　VR 技术的发展思考

VR 在中国医学教学的应用中已取得了一定的成果，但也存在许多需要突破的难点，需要在今后的建设中深思与解决。

3.1　VR 发展的难点

3.1.1　模拟基于构想，过于理想化、单一化

VR 模拟的虚拟环境是由设计者构想出来的，内容均为预先设定，过于单一、理想化，无法模拟现实突发情况。例如，真实实验可能会存在环境干扰、不同的个体反应、意外大出血、动脉血压测量时插管漏液等情况，即使操作规范，也无法阻止这些情况的发生。而 VR 无法对此类复杂多变的情形进行模拟，学生的应变能力及解决分析问题的能力无法通过 VR 进行锻炼，且容易造成思维定式，当实际实践中遇到此类情况，可能会措手不及，难以应对。

3.1.2　虚拟环境缺乏实物感与内心真实感

VR 所创造的模拟环境虽然逼真,但限于电脑操作,学生无法真实地使用实际操作中的各种设备与器材,缺乏实物感。又如,虽然学生可以利用 VR 构建的手术训练系统反复练习,掌握手术要领,但毕竟实验对象并非真正的人体,学生不会对操作存有心理负担,而实际操作带来的内心感受与此却大有不同。因此 VR 也无法较好地培养学生的心理素质。

3.1.3　教学方式模块化,缺少系统性

虚拟仿真实验的课程类别和数量较少,仍为单一的模块化教学,课程之间缺少联动性和系统性。而医学更是一门精细复杂的多学科科学,包括人体解剖学、人体生理学、病理学和药理学等,并且各学科间联系紧密。如果课程间缺少联系,学生所学的知识支离破碎,则达不到系统的学习要求。

3.1.4　教师与学生缺乏实时互动

师生的课堂实时互动能为学生及时答疑解惑,而 VR 教学虽然能够突破时间和空间的限制,却减少了教师与学生面对面的交流,无法实现师生实时互动,同时也缺少师生情感上的互动与交流,师生情谊相对弱化。

3.1.5　教师对 VR 教学掌握尚浅

VR 教学是一种全新的教学模式,教师本身可能仍无法完全掌握 VR 教学形式,特别是中青年教师,难以改变传统的教学思维模式,不知道如何通过新技术开展教学,从而限制了本身教学能力的发挥。而对于新教师,由于从未参加过实际教学,对课堂、特别是 VR 教学课堂更感陌生。

3.2　解决 VR 难题的对策思考

针对 VR 面临的难题,需要广大学者积极探索,并在实践中不断总结经验,提供解决难题的思路与方法。

首先,需要正确认识“真实”的重要性。虚拟“真实”的重要性在于创造一个虚拟的“真实”情景,情景越“真实”越能促进学习者的体验,因此依托于科技的发展,需要确保虚拟教学设备与实际设备在外观、操作感受上保持高度的一致,使学习者得到良好的心理认知。同时,同样需要重视现实的“真实”。在虚拟教学外,教师也需要同步加强现实教学,实现 VR 教学与传统教学的有机结合。比如,教师对于同一实验内容可以先通过虚拟实验室供学生进行模拟操作和反复训练,使学生掌握实验目的、实验原理、实验步骤和注意事项,并结合实际实验课让学生进行分组操作。在实际操作过程中,教师可以为学生提供实时的指导和答疑,既锻炼了学生分析、解决问题的能力,又提高了学生的动手能力和团队合作意识。

其次,要充分实现 VR 平台的组合作用。医学是一门综合学科,同样 VR 教学也需要更加全面化、系统化,而不是单单针对某项学科或某项操作的教学。希望在未来 VR 教学平台的开发道路上,能够关注学科间教学情境的模拟,实现 VR 的跨学科应用。

再次,由于教师本身对 VR 的掌握不深,在今后的 VR 教学建设中,研究如何利用 VR 技术来培训教师,提高教师能力也是重点。通过 VR 教学平台对教师进行培训,让接受培训后的新师资能够大胆地走上讲台,让接受培训后的中青年教师能够积极利用 VR 开展教学,并能够利用 VR 引擎自主开发课件。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明　甘淋玲:撰写论文;沙川:提出修改意见;王博:提出文章思路、审定论文

参考文献

[1] Weiss PL, Tirosh E, Fehlings D. Role of virtual reality for cerebral palsy management [J]. J Child Neurol, 2014, 29(8): 1119-1124. DOI: 10.1177/0883073814533007.

[2] 房菁. VR 教育在我国的发展现状研究[J]. 时代教育, 2016(21): 200. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8181.2016.21.145.
Fang J. Current status of the development of virtual reality education in China [J]. Time Education, 2016(21): 200. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8181.2016.21.145.

[3] 罗溪, 李松声, 王月帆, 等. 虚拟现实技术在高等医学教育中的应用[J]. 中国医学教育技术, 2016, 30(4): 420-423. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201604015.
Luo X, Li SS, Wang YF, et al. Application of virtual reality in higher medical education [J]. China Medical Education Technology, 2016, 30(4): 420-423. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201604015.

[4] Bernardo A. Virtual reality and simulation in neurosurgical training [J]. World Neurosurg, 2017, 106: 1015-1029. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.06.140.

[5] 李嘉, 袁娜. 虚拟现实技术在骨科临床教学中的应用[J]. 中国医学教育技术, 2017, 31(4): 392-395. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201704009.
Li J, Yuan N. Application of virtual reality technology in clinical teaching of orthopedics [J]. China Medical Education Technology, 2017, 31(4): 392-395. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201704009.

[6] Harrington CM, Kavanagh DO, Quinlan JF. Development and evaluation of a trauma decision-making simulator in Oculus virtual reality [J]. Am J Surg, 2018, 215(1): 42-47. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2017.02.011.

[7] Mariani AW, Pêgo-Fernandes PM. Medical education: simulation and virtual reality [J]. São Paulo Medical Journal, 2011, 129(6): 369-370.

[8] 林凤屏，陈必链，张彦定. 虚拟现实技术在医学教学中的应用探析[J]. 实验室科学，2016，19(6)：68-71. DOI: 10.3969 /j.issn.1672-4305.2016.06.019.
Lin FP, Chen BL, Zhang YD. Research on the application of virtual reality technology in medical teaching [J]. Laboratory Science, 2016, 19(6): 68-71. DOI: 10.3969/j.issn.1672-4305.2016.06.019.

[9] 张绍祥，王平安，刘正津，等. 首套中国男、女数字化可视人体结构数据的可视化研究[J]. 第三军医大学学报，2003，25(7)：563-565. DOI: 10.3321/j.issn:1000-5404.2003.07.002.
Zhang SX, Wang PA, Liu ZJ, et al. Visualization of the first Chinese visible human male and female body structure data [J]. Journal of Third Military Medical University, 2003, 25(7): 563-565. DOI: 10.3321/j.issn:1000-5404.2003.07.002.

[10] 姜雨晨，姜俊，王福波，等. 数字虚拟人体上针刺手法学的 VR 再现[J]. 中国组织工程研究，2016，20(44)：6643-6648. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2016.44.015.
Jiang YC, Jiang J, Wang FB, et al. Virtual reality of acupuncture manipulation in digital virtual human [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2016, 20(44): 6643-6648. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2016.44.015.

[11] 周芳，王爽，朱永香. VRML 虚拟技术在护理学专业病理生理学教学中的应用[J]. 护理研究，2013，27(11)：1046-1047. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6493.2013.11.047.
Zhou F, Wang S, Zhu YX. Application of VRML virtual technology in pathophysiology teaching of nursing specialty [J]. Chinese Nursing Research, 2013, 27(11): 1046-1047. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6493.2013.11.047.

[12] 欧阳汉斌，黄文华. 基于虚拟现实技术的颅脑虚拟解剖的应用[J]. 解剖学杂志，2011，34(5)：658-660. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1633.2011.05.024.
Ouyang HB, Huang WH. Application of virtual anatomy based on virtual reality technology in brain structures [J]. Chinese Journal of Anatomy, 2011, 34(5): 658-660. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1633.2011.05.024.

[13] 李筱贺，李志军，高尚，等. 虚拟三维数字化骨盆制作及在解剖学教学中的应用[J]. 中华医学教育探索杂志，2014，13(8)：853-856. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2014.08.026.
Li XH, Li ZJ, Gao S, et al. The application of the digital 3-D Reconstruction pelvic on anatomical teaching [J]. Chin J Med Edu Res, 2014, 13(8): 853-856. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2014.08.026.

[14] 陆耀红，邹扬，张锋，等. 胸腔穿刺虚拟训练系统用于临床教学的实践与思考[J]. 中国医学教育技术，2015，29(1)：70-73. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201501021.
Lu YH, Zou Y, Zhang F, et al. Application of virtual reality thoracentesis in clinical teaching and some reflections [J]. China Medical Education Technology, 2015, 29(1): 70-73. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201501021.

[15] 张通，李冰洁，金玲. 虚拟现实训练系统在康复医学教育中的应用[J]. 中国康复理论与实践，2015，21(7)：861-864. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2015.07.028.
Zhang T, Li BJ, Jin L. Application of virtual reality training system in rehabilitation medicine education [J]. Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice, 2015, 21(7): 861-864. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2015.07.028.

[16] 韩英，蒲丹，张超，等. 情景模拟医疗纠纷在临床技能教学中的运用[J]. 华西医学，2014，29(11)：2166-2168. DOI: 10.7507/1002-0179.20140654.
Han Y, Pu D, Zhang C, et al. Application of situational simulation of medical disputes in the teaching of clinical skills [J]. West China Medical Journal, 2014, 29(11): 2166-2168. DOI: 10.7507/1002-0179.20140654.

[17] 许惠玉，孙风永，曹元，等. 临床免疫学及检验虚拟实验室的创建[J]. 齐齐哈尔医学院学报，2009，30(18)：2304-2305. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1256.2009.18.054.
Xu HY, Sun FY, Cao Y, et al. Construction of a virtual laboratory for clinical immunology and testing [J]. Journal of Qiqihar Medical College, 2009, 30(18): 2304-2305. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1256.2009.18.054.

[18] 彭坤，王易振，张静文，等. 虚拟半自动生化分析仪实训教学系统的构建[J]. 重庆医学，2010,39(18)：2430-2432. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2010.18.014.
Peng K, Wang YZ, Zhang JW, et al. Construction of virtual semi-automatic bioanalytical analyzer training teaching system [J]. Chongqing Medical, 2010, 39(18): 2430-2432. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2010.18.014.

[19] 李淑慧，韩起，陈莎，等. 虚拟实验在《临床生物化学检验》教学中的应用探析[J]. 国际检验医学杂志，2013，34(1)：116-117. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2013.01.062.
Li SH, Han Q, Chen S, et al. Application of virtual experiment in the teaching of Clinical Biochemistry [J]. International Journal of Laboratory Medicine, 2013, 34(1): 116-117. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2013.01.062.

（收稿日期：2019-03-15）
（本文编辑：唐宗顺）