

基于开放式虚拟仿真平台的外科技能教学改革

肖焘^{1,2}, 傅蕾³, 揭志刚¹

¹南昌大学第一附属医院, 江西南昌市 330006; ²东京大学医学部附属病院, 日本东京 113-8655; ³南昌大学第三附属医院, 江西南昌市 330006

摘要: 外科技能教学质量直接影响各类外科医生培养的最终结局。当前技能教学仍以传统讲授形式为主, 课堂枯燥呆板, 学员主动参与度低, 教学效果欠佳。为此, 课题组开发了一个开放式的虚拟仿真实验平台, 并以此为基础革新传统外科技能教学。新模式下, 学员可以通过虚仿实验软件观察三维重建虚拟模型, 更好理解外科学解剖和技能操作内容。由于开放式虚仿系统后台位于网络云端, 可任意时段容纳数百人同时在线实验, 故学员能线上访问虚仿实验系统体验技能操作过程, 将枯燥的理论和抽象的技能要点通过游戏般的虚仿教学过程内化并掌握, 进而与后期临床实践紧密衔接。初步教学实践结果显示学生对新教学模式反馈积极, 新模式有效提升外科技能教学质量。

关键词: 外科技能教学, 虚拟现实技术, 三维重建, 虚拟仿真实验课程

Innovation in teaching surgical skills on an open virtual simulation platform

Tao Xiao^{1,2}, Lei Fu³, Zhigang Jie¹

¹The First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi, China; ²The University of Tokyo Hospital, Tokyo 113-8655, Japan; ³The Third Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi, China

Abstract: The quality of surgical skills teaching directly affects the outcome of various surgeons' cultivation. However, the current skill teaching mode is still dominated by traditional teaching methods. The classroom is dull, without the active participation of students, so the teaching effect is not satisfied. To this end, our research group has developed an open virtual simulation experiment platform, and based on this platform, the traditional teaching mode of surgical skills has been innovated. In the new mode, students can observe the three-dimensional reconstructed virtual model through the virtual simulation experiment software and better understand the critical points of surgical anatomy and operation skills. Since the technical support of an open virtual simulation system is located in the network cloud, it can accommodate hundreds of people for online experiments at any time. Students can access the virtual simulation experiment system online to experience the operation process and practice surgical skills. The boring theoretical knowledge and abstract surgical skills could be internalized and mastered through the game-like virtual imitation teaching process, then smoothly transitioned to the clinical practice. Preliminary teaching practice results show that students have positive feedback on the new teaching model, which effectively improves the teaching quality of surgical skills training.

Keywords: surgical skill teaching, virtual reality technology, three-dimensional reconstruction, virtual simulation experiment course

1. 引言

临床医学自诞生之日起就以实践科学为本体特征, 临床医学理论之所以能应用于救助病患并体现其科学价

值, 离不开实践技能的物质支撑。如果说临床理论是临床医学的灵魂, 那么实践技能则是临床医学的躯壳, 因此在临床医学教学中实践技能教学举足轻重。而外科学作为临床医学的重要组成部分, 则更加鲜明的体现了临床医学的实践科学特征, 无论是外科手术还是其他外科治疗都是直接以临床实践技能为依托, 绝大多数外科医生的成长都需要通过大量且扎实的临床技能训练得以实现。因此, 外科技能教学质量的优劣直接影响到各类外科医生培养的最终结局⁽¹⁾, 而如何提高临床技能教学的教育质量一直都是临床教育工作者的重要课题。

在当前我国外科教学一线, 技能教学仍以传统课堂教授形式为主。这种教学模式培养学员参与度低, 课堂

收稿日期: 2023-7-26; 修回日期: 2024-8-15

基金项目: 中国医药学研究生在线教育教学研究课题(重点项目, A-YXC20200202-05)、教育部产学合作协同育人项目(201901090002)

通讯作者/Corresponding author: 肖焘/Xiao Tao, E-mail: xiaotao@ncu.edu.cn

枯燥乏味难理解,教学效果不满意。而限于伦理和复杂医疗环境,学生在临床实训中鲜有临床技能实际操作机会⁽²⁾。虽然在传统技能教学中,学校会使用实验动物来部分替代人体辅助完成技能训练,但动物毕竟不同于人体结构,并不能帮助学员准确掌握临床实践技能。再则,这些实验动物价格不菲且不能重复使用,所以依然无法解决临床技能实训所面临的困境。由此可见,当前的外科技能教学模式显然难以适应新时代的外科学教育需求,如何为中国这样一个人口众多、经济欠发达,又有着巨量外科医生培养任务的特殊教学环境,寻找到具备即时性、廉价、可重复且又能完美模拟真实临床实践的实验技术成为有效提高临床实践技能培训质量的关键⁽³⁾。

2. 项目背景

从国内看,早在2018年4月13日我国教育部印发的《教育信息化2.0行动计划》中,就反复强调要“持续推动信息技术与教育深度融合,促进两个方面水平提高。促进教育信息化从融合应用向创新发展的高阶演进,信息技术和智能技术深度融合教育全过程,推动改进教学、优化管理、提升绩效”。再从国际来看,2020年9月欧盟委员会发布的《数字教育行动计划(2021-2027年)》也提出要在数字教育中运用数字技术开展教与学以及培养学习者的数字能力,明确欧盟层面未来需要推进“促进高性能的数字教育生态系统的发展”和“提高数字技能和能力以实现数字化转型”两大战略重点⁽⁴⁾。由此可见,积极利用信息技术有效改革创新医学技能教育是全球教育学界的普遍共识。

2022年10月16日,习近平总书记在中共二十大报告中提出要求:“推进教育数字化,建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国”。因此如何利用好新兴信息技术有效改善传统临床医学技能教育的不足是临床技能教育工作者亟待回答的问题。虽然早年的PPT+多媒体信息技术手段引入大大改善了外科学理论教学的面貌,相较于传统黑白板书,声光电手段使得理论教学内容生动形象,对学生更为友好,提高了学生学习效率。但在外科学技能教育领域,PPT+多媒体教学并不具有成熟的互动属性,本质上还是老师讲,学生听,学生主动参与具备现实局限⁽⁵⁾。

近年来,以虚拟现实技术为代表的现代信息技术在医学临床应用中大放异彩。虚拟现实技术(virtual reality, VR)是指利用计算机对现实场景进行三维模拟仿真的虚拟环境,集成了计算机图形、三维建模仿真技术、传感技术、人工智能、显示技术等,可提供使用者关于各种器官的模拟,进行可视化操作与交互⁽⁶⁾。虽然直至2016年虚拟现实技术才真正走进大众视野,因此被称为“虚拟现实元年”⁽⁷⁾。但其实早在本世纪初,虚拟现实技术就已经进入我国临床教学应用,2004年首都医科大学率先引进美国的HPS和高级智能型综合数字虚拟人,在国内开展模拟急诊医学教学。而在技能教学领域,由彭坤等利用虚拟现实技术构建的虚拟半自动生化分析仪实训教学系统,实现了理论学习与实践能力的培养相结合⁽⁸⁾。

虚拟现实技术在医学教育中的应用显得越来越重要,医学教育逐渐向模拟培训方向发展。早期,我国一些知名医院如北大医院等投入巨资购买进口虚拟手术平台建

设虚拟技能培训中心,在临床医生训练中取得了明显效果⁽⁹⁾。如今部分院校也已将这类封闭式的虚拟手术系统投入到外科学的技能教学实践中,并发现能够有效改善外科技能教学的效率^(10,11)。但这类虚拟手术平台封闭于复杂、昂贵的固态物理系统内,无法实现共享互融,且无法实现大量学员同时使用,更无法实现在线学习、随时使用。而且对绝大多数医学院校而言,尤其让占我国国土大半的欠发达中西部地区大量购入这类昂贵的手术平台用于教学显然不合实际。故这类封闭式的虚拟仿真教学系统离现实的外科技能教学需求相距甚远。这时,开放式虚拟仿真实验教学系统成为当前医学技能教学改革的可靠现实工具⁽¹²⁾。

开放式虚拟仿真实验教学系统属于共享类教学系统,以JAVA+ Eclipse为开发环境,MySQL作为数据库,采用B/S架构,为虚拟仿真实验教学与开放共享搭建起一个稳定、开放、兼容的运行平台。这种教学系统在功能上涵盖“线上”虚拟仿真实验教学项目的开放运行,以及“线下”实验教学管理的全过程,可实现流程化、规范化和信息化的管理模式⁽¹²⁾。开放式虚拟仿真教学系统也可以像虚拟手术平台一样逼真模拟外科技能操作,但不需要昂贵的物理平台支撑,只要普通多媒体教室就可以完成教学,而且这种教学系统数据支持在云端服务器,可不限区域多终端同时使用,由于具备良好的通用性,只要是按照其架构设计的教学软件均可上传服务器,任意授权网络用户均可使用,这显然更适合我国临床医学技能教育的实际环境。尤其在新冠疫情已经反复肆虐的近3年,线上平台能在疫情当下为外科技能教学提供了更为可靠且有效的替代教学方式,甚至在隔离检疫等特殊环境下成为唯一的有效教学方式⁽¹³⁾。此外,开放式虚拟仿真实验系统具备很好的共享属性,有利于在不同地区院校间实现共建共享。尤其像“实验空间”⁽¹⁴⁾,这类国家级虚拟仿真实验教学课程共享平台搭建后,各院校能在平台上组建外科学技能教学的群组课程,以集约化的发展模式创建基于开放式虚拟仿真实验平台的外科学技能教学新模式。

虽然开放式虚拟仿真实验平台能够有效改善外科学技能教学质量,但是在实际开发中却并不容易。由于外科学技能操作涉及人体解剖和病理解剖的大量场景建设,而其中有许多操作以局部解剖学的细节内容为基础开展,操作步骤中有很多动作必须配以精细的三维刻画才能清楚表达操作内容,因此单位课时的虚拟仿真内容建设工作量极大,开发难度也远大于其他学科的临床操作虚拟仿真平台。

此外,实际教学设计中如何将虚拟仿真实验平台有效融入临床教学也是一个复杂的课题,需要做到既利用好新兴信息化手段改善教学质量,但又不致削足适履,为了创新技能教学模式而舍弃基础性教学内容影响教学质量。

鉴于以上,本研究团队以南昌大学第四批校级示范性虚拟仿真实验教学项目为基础,先后通过南昌大学校级教改课题(NCUJGLX-19-131)、教育部产学研合作协同育人项目(201901090002)、中国医药学研究生在线教育教学研究重点课题(A-YXC20200202-05)等项目进行教学研究攻关。在南昌大学临床医学实验中心和“全国优秀教育工作者”揭志刚教授的指导下,学校多名老中青外科学

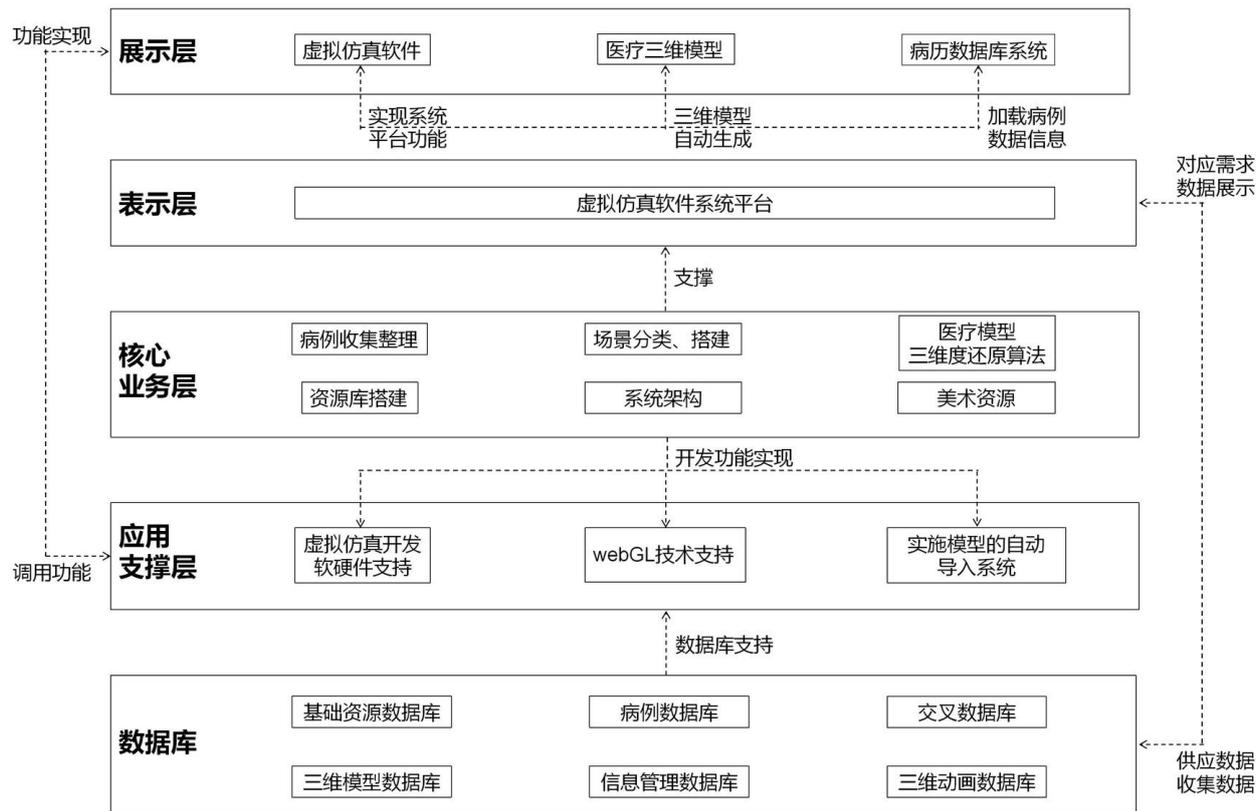


图1. 虚拟仿真教学平台的系统架构图。

一线教师反复讨论修改后设计了一套基于开放式虚拟仿真实验平台的外科学技能教学新模式，并以此为基础获批江西省虚拟仿真实验教学一流本科课程。在本文中我们就将研究团队在教改探索过程中的相关经验和教训进行详细阐述。

3. 项目内容

3.1. 开放性虚拟仿真实验平台的建设

如图1所示，支撑项目运行的平台架构共分为五层，包括展示层、表示层、核心业务层、应用支撑层、数据库层，每一层都为其上层提供服务或为对应的其他层提供数据支持，直至完成虚拟仿真教学实训程序构建。

根据上述系统架构，项目团队开发了系列外科学虚拟仿真实验教学系统，已初步运用于临床医学本科生及外科学专业型硕士研究生的外科学技能教学。这一虚拟仿真实验教学系统使学生可以通过3D动态模拟和交互式控制实现了三维交互式学习，可以从多个方位、多个视角、剖视、透视、360度旋转、对操作部位放大缩小等多种方式对操作步骤进行观看和学习，可以在各视角模式下显现技能操作细节并提供原理模式，在原理模式下可以清楚了解病例相关的病理机制和各个操作步骤间的相互关系。

3.2. 基于开放式虚拟仿真教学系统的教学方案设计

(1) 教师根据教学大纲要求，通过虚拟仿真实验教学软件系统讲解，向学生展示三维重建后的正常人体三维解剖结构与病理三维重建解剖图像，并同时告知需要掌握的重要知识点。

(2) 教师利用虚拟仿真教学软件演示技能操作过程，并通过软件设计的虚拟手术操作功能对各组织器官进行模拟大体解剖，逐层展示各组织及器官的名称、位置、结构，与病变组织或器官的解剖关系，详细讲述外科学技能操作的手术入路、操作平面、技巧方法等。

(3) 教师授课完成后大致讲解虚拟仿真教学平台的基本功能和操作要点，随后培训学员开始计算机线上通过虚拟仿真教学软件系统完成虚拟技能实践，实践完成后设置小组讨论，并布置课后作业。

(4) 授课结束后，教师在虚拟实验教学平台上对学生进行调查，主要从提高学习积极性、学习效率、自主学习能力、培养临床思维等方面进行调查，由三位不参与授课的临床外科教师结合问卷调查结果对教学新模式的教学效果做出客观评价。

4. 项目结果

本项目团队已成功开发腹腔镜阑尾切除术虚拟仿真手术平台，并取得软件著作权（国家版权局登记号：2022SR1119440）。项目团队设计了一套以开放式虚拟现实实验平台为依托的外科学临床技能教学新模式，以此教学模式为基础创建的《腹腔镜阑尾切除术技能训练虚拟仿



图2. 项目建设相关成果。

《真实实验教学》课程被评定为2021年江西省虚拟仿真实验本科教学一流课程。(见图2)

目前相关教学课程已初步在校内推广应用。在新的教学模式下,教师借助平台对学生进行指导,利用三维重建与虚拟现实技术构建可以满足学生与教师需求的3D图像,提升学生在教学过程中的主动参与意愿和学习兴趣。学员整体反馈学习主动性有显著加强,学员对新教学模式的满意度达到91%。从后期跟踪反馈信息来看,学员普遍反映该教学模式对学员后期的医院临床实践有着显著的辅助增益价值。

5. 结论与讨论

本研究团队创建的新教学模式能显著改传统外科临床技能教学的效率与质量,随着课程内容扩展丰满有望形成完整的外科学技能实验教学体系,研究达到预期目标。但在研发过程中,我们遇到了许多困难,同时在解决问题过程中积累了不少经验教训。

5.1. 教学改革过程中的问题

5.1.1. 软件创作过程中的技术问题

教学平台前期建设过程中发现虚仿场景整体偏暗但一直难以排除,最后经技术人员多次讨论后发现是linear空间和Gamma空间差异所导致。后期通过调整贴图格式解决了场景亮度问题。再例如软件引导对白的连贯性问题,学术团队与技术团队反复讨论比对,不断调整完成对白审核矫正。此外,虚仿软件内容设计中临床专业知识的体现深度把控也是技术实现中的一个突出矛盾,教学所选技能操作虽然为常规手术操作,但是细节不少,如果把所有的手术细节都呈现在产品上,不仅大大增加技术难度和工程复杂度,而且会导致学生实训操作困难,使其失去学习信心和乐趣,这些在实践过程中均需

要课题主要设计人员去平衡取舍。

5.1.2. 软件目标人群和市场定位问题

考虑到临床专业知识在产品中的内容表达量是非常现实的问题,专业知识表达量的多少直接决定了产品的整体技术工程强度,即:能否在有限的研发时间内包含诸多的临床内容。由于初期的软件设计主要是以学院教学为市场环境,因此产品设计服务对象上主要为外科学专业硕士研究生,因此我们根据外科专硕培养技能教学大纲要求和最终规培结业考核要求,来设计教学软件中的所有内容表达量与基本考核点。但研发后期,我们在实际设计过程中还增加了足够的知识冗余以更好的在最后测评中区别高级学员的操作能力差异,这是考虑到未来该平台在基层医师的继续教育中适用性问题而丰富的功能储备。但由此所增加的技术内容势必大大增加整体软件交付完成的进度和实际成本,这显然是课题设计之初所未曾想到的。

5.1.3. 教学模式打造过程中的标准化问题

虽然在实际教学过程中,对所有外科学在岗教师组织了集体备课,并反复探讨和交代了不同入组对象的教学方案。但在实际教学过程中,我们发现有些教师虽然有应用三维虚拟仿真教学平台,但在传统教学内容上并不愿意做出调整。而在规定学时中,如果仍大部保留传统教学内容则不可避免减少教师演示虚拟教学软件使用的讲解内容,这将增加学员课后独立使用教学软件的困难程度,减损虚拟仿真教学的趣味性和引导能力。

5.1.4. 外科技能教学体系建设的完整性问题

外科技能教学实训内容包括:脓肿切开引流、腹股沟疝、乳腺等诸多基本手术技能操作。因此,尚需体系化

构建外科学虚拟仿真技能教学内容,只有这样才能完整呈现新信息技术手段对外科技能教学改革的实际效能。显然,对于单个单位而言,成体系的外科三维虚拟仿真课程内容建设肯定是非常吃力的。

5.2. 研究建议

我们建议在利用三维重建和虚拟现实技术改革外科技能培训的实际过程中,务必还是让具备实际开发经验的教师团队来负责组织实施。因为整个开发过程中,需要系统构建和有效平衡好研究目标与现实基础之间的矛盾,从而以更快的时间实现新教学模式的高质量开发与应用。

其次,在实际教学模式的应用过程中,要多次组织教学研讨会,教研室内部完成一定量的公开课和示范课教学,从而标准化新教学模式,以更好的为学员有效利用开放式虚拟仿真教学平台创造条件,进而提高新模式教学的实际教学效果与质量。并建议利用好“实验空间”这类国家级虚拟仿真实验教学共享平台,实现已有虚拟仿真实验的课程院校间共享共建,从而在现实环境下尽快形成一套可行的课程体系支持教学改革的顺利推进。

此外,建议学校出台持续的经济和政策以有效支持开放式虚拟仿真教学项目的开发与运行,从而保护好教师团队改革创新传统教学模式的信心和能力。并在已投入的新模式教学应用中完善管理与运行机制,让虚拟仿真教学资源得到可持续性发展。

最后,建议设立虚拟现实技术教学创新工作坊,让各高校、各教学医院内有志于利用新型信息技术工具创新和改革传统外科技能教学模式的相关教师聚集在一起,互相沟通自身经验教训和处理方案,并联合组建区域性工作联盟以集团化、系统性的解决教学改革过程中遇到的困难和问题,并站在行业的高度指导后续的医学技能教学改革方向。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

致谢:无。

作者贡献声明:肖焘:论文构思及撰写论文初稿;傅蕾:

文稿修改及文献检索;揭志刚:审订论文。

参考文献

1. 杨强,孙梯业,颜伟,等.医学生临床实践技能评估指标体系的研究.中华医学教育杂志.2006;26:84-86.
2. Evans C H, Schenarts K D. Evolving educational techniques in surgical training. Surg Clin North Am. 2016;96:71-88.
3. Bresler L, Perez M, Hubert J, et al. Residency training in robotic surgery: The role of simulation. J Visc Surg. 2020;157:S123-S129.
4. 董丽丽,金慧,李卉萌,等.后疫情时代的数字教育新图景:挑战、行动与思考—欧盟《数字教育行动计划(2021-2027年)》解读.远程教育杂志.2021;39:16-27.
5. 刘勤勇,刘晓燕.信息化与医学教学变革.解放军医院管理杂志.2019;26:183-187.
6. 曾宁,范应方,杨剑,等.数字虚拟技术在肝胆外科临床教学中的应用研究.中国继续医学教育.2018;10:16-19.
7. 田继红,蒋岱.从虚拟现实(VR)发展看未来医学教育的变革.中国管理信息化.2017;20:209-210.
8. 彭坤,王易振,张静文,等.虚拟半自动化生化分析仪实训教学系统的构建.重庆医学.2010;39:2430-2432.
9. 霍刚.计算机虚拟现实技术在临床医学教育中的应用初探.继续医学教育.2008;02:24-27.
10. 鲍运平,程帆,朱正荣,等.虚拟仿真实验教学平台在普外科教学中的应用.中国继续医学教育.2022;14:98-102.
11. 陶维,张佳怡,王维.数字虚拟仿真系统在普通外科教学中的应用.中国继续医学教育.2020;12:38-40.
12. 张楠,刘寅.医学虚拟现实实验教学平台的建设和实践.实验室科学.2020;23:43-46.
13. 魏秀艳,李雨璘,胡一梅,等.新冠疫情影响下五年制临床医学专业临床实习应对策略研究.成都中医药大学学报(教育科学版).2021;23:30-32.
14. 顾黎,周明华.国家虚拟仿真实验教学项目共享服务平台对现代远程教育实验教学的启示.成人教育.2022;42:47-52.

引用本文 / Article Citation:

肖焘,傅蕾,揭志刚.基于开放式虚拟仿真平台的外科技能教学改革.医学新视角.2024;1(4):203-207. doi:10.5582/npjm.2024.01027

Tao Xiao, Lei Fu, Zhigang Jie. Innovation in teaching surgical skills on an open virtual simulation platform. The New Perspectives Journal of Medicine. 2024;1(4):203-207. doi:10.5582/npjm.2024.01027