

虚拟手术室系统辅助教学在外科教学中的应用

杨志浩¹ (通讯作者) 刘会² 张娜³ 王小霞² 郑春辉² 张桃艳²

1. 济南护理职业学院护理系、新泰市人民医院普外科, 山东 济南 250000

2. 济南护理职业学院护理系, 山东 济南 250000

3. 新泰市人民医院肾内血液科, 山东 新泰 271200

摘要: 随着人工智能 (AI) 技术的广泛应用, 针对传统医学教学在理论与实践衔接问题上的难一致性, 本研究构建并开发 VR 虚拟手术室场景软件, 借助简易的便携式模拟工具 (VR 眼罩、操作手柄) 等, 辅助外科教学。通过在常规教学如: 外科刷手、穿脱手术衣、切口铺单、备皮等之外, 额外增加虚拟教学内容如: 手术室场景识别、常用手术室医疗设备识别、手术器械拆卸与组装、术中胃管植入、术中标本采集及固定、手术角色参与配合、训练效果评价等内容。自 2024 年 9 月至 11 月, 虚拟手术室系统在济南护理职业学院 43 名护理专业学生中应用, 通过理论、操作考核及问卷调查评价教学效果, 结果显示: 学生的理论与操作考核通过率均为 100% (43/43), 97.7% (42/43) 的学生在理论考核中获得良好和优秀, 90.7% (39/43) 的学生在操作考核中获得良好和优秀; 问卷调查结果显示虚拟手术室系统在有助于理解外科教学内容、提高参与度及操作熟练度、提高学习积极性、总体教学效果提高、适应未来就业与教育改革创新 5 个方面中, 学生满意度评分 ≥ 4 分 (4 分为“满意”水平) 的个数占 95.6% (411/430), 证明虚拟手术室系统辅助教学效果良好, 学生的满意度较高。

关键词: 人工智能; 医学生; 外科手术; 虚拟手术室系统; 医学实训教学

医学实训是医学教育中至关重要的环节, 它是一种通过实践操作来巩固和强化医学理论知识的教学活动。外科学是一门实践性很强的学科, 多年来专科院校的外科教学偏重理论, 医学生实际操作机会少, 临床工作时适应期长, 动手能力差, 缺乏与病人沟通和处理实际问题的能力^[1]。手术室操作相对风险较高, 只有反复训练才能有效避免医疗事故发生, 然而在实际临床工作中能够参与手术和进入手术室观摩学习的人数有限, 而且手术过程中无法得到充分讲解, 当出现看不懂手术操作、辨认不清解剖结构等情况时就容易失去观摩手术的兴趣, 影响学习效果^[2]。由于手术室设备昂贵, 医学院校很难大量配备与临床手术室同等规格的设备用于教学, 虚拟教学作为一种新型手段, 在提升医学教育水平、提高学习效率等方面均有显著优势^[3]。本研究基于虚拟手术室模拟系统进行教改创新, 该系统高度还原真实手术室的环境, 借助 VR 技术让学习者仿佛置身于真实的手术场景中, 结合教材进行自主学习和实践, 提高了学习的主动性和积极性。系统在时间、空间和学习人数上不受现场手术观摩的限制, 而且购买和维护成本较低。本研究对该教学方式进行详细介绍, 并对其教学效果进行评估, 以期医学院校的外科实践教学提供参考。

1 虚拟手术室系统辅助教学在外科教学中的设计和实施

1.1 明确教学目标

本研究的教学目标旨在通过虚拟手术室系统辅助教学为医学生呈现外科手术的各种操作流程和手术室结构细节, 深化他们对外科技术的认识与理解, 此外通过改善外科实训的学习体验, 增强医学生对外科相关知识学习的实践感知, 优化学习效率, 激发对外科领域的热情和兴趣, 促进自主学习能力的提升。

1.2 构建虚拟手术室系统

本研究的虚拟手术室系统由虚拟现实服务器系统 (笔记本电脑、未来医疗之境软件)、虚拟现实头盔 (VR 眼镜与手柄)、力反馈设备、传输设备 (如网络便携式热点、5G 客户前端设备、无线局域网等) 和教学大屏等组件构成。此外利用虚拟现实头盔、力反馈设备灵活的拓展能力还可以根据具体需要对 VR 眼镜、手柄、力反馈末端外形进行改造, 以进一步提升训练效果。具体内容详见图 1, 由于电脑是常用的教学设备, 本系统的硬件成本主要为虚拟现实头盔 (VR 眼镜与手柄) 和力反馈设备的采购成本, 分别为 4000 元左右与 40000 万元左右, 值得一提的是本系统可以在不使用力反馈设备下应用, 在基本不影响训练

效果前提下大大降低了使用单位资金预算,这样具体资金长期使用成本主要是网络费用。力反馈设备:这是本系统的一大亮点,它能够根据用户在虚拟环境中的操作提供实时的力反馈。这种力反馈模拟了真实手术中的手感,从而帮助用户在训练过程中更好地掌握手术技巧。传输设备:包括网络便携式热点、5G 客户前端设备、无线局域网等,这些设备确保了系统的稳定性和实时性。



图1 虚拟手术室系统组成设备

1.3 确定教学内容

本教学方式在常规教学如:外科刷手、穿脱手术衣、切口铺单、备皮等之外,额外增加虚拟教学如:手术室场景识别、常用手术室医疗设备的识别、手术器械拆卸与组装、术中胃管植入、术中标本采集及固定、手术角色参与配合、训练效果评价等内容。教学团队由1位外科学教师,1位设备技术人员组成。外科学教师负责虚拟手术室内容讲解、指导、训练,设备技术人员参与设备连接、指导学生穿戴并使用交互设备。在训练过程中VR虚拟手术室的声音与画面同步传输至教学大屏,其余医学生实时观摩手术训练过程,并互动、讨论与提问,训练结束后的回放功能可以帮助学生巩固内化其在实时训练中获得的知识,对于观摩互动区比较复杂和有价值的问题,教师会在课下固定时间安排半小时的线下答疑环节,专门就这些问题进行讲解和讨论,确保学生的疑惑得到彻底解决。

1.4 确定教学效果评价方法

1.4.1 理论和操作考核

理论和操作考核具体安排如下:每位学生在授课计划围手术期教学结束后统一进行理论考核和操作考核,由外科学专职教师实施理论考核,内容主要为围手术期外科学相关知识共10题,题目从外科学考试题库中选取,考核成绩根据答对题目数量和正确率评定:答对6题以下视为不合格,答对6题为合格,答对7题和8题为良好,答对9题和10题为优秀,操作考核内容包括术前备皮、插胃管,常用手术器械识别,组装拆卸手术刀,外科洗手,消毒铺巾和穿脱手术服等外科基本技能,满分100分,60分以下为不合格,60~79分为合格,80~89分为良好,

90~100分为优秀。

1.4.2 教学方式满意度问卷调查

教学方式满意度问卷由外科教师设计,包括有助于理解外科知识内容、有助于提高参与度及操作熟练度、有助于提高学习积极性与灵活性、有助于提高总体教学效果、有助于适应未来就业与教育改革创新等5个方面的10个问题,采用李克特五级评分法,从“非常不同意”到“非常同意”,分别赋值1~5分所有问题均为必答项本问卷采用非匿名形式。问卷由授课教师负责学生在理论考核结束后统一在学习通软件电子问卷发放,在10分钟内完成,使用spss26软件进行数据管理和统计分析,由于李克特量表数据为离散分布且受限于固定范围采用Kruskal-Wallis检验进行评分分布比较 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 虚拟手术室系统辅助教学在教学中的教学效果

本研究选取2024年9至11月在济南护理职业学院全日制学习的43名专科护理学生,实习时长为3周。所有学生对本研究内容知情并自愿参加。

2.1 理论和操作考核成绩

考核结果显示,学生理论考核通过率为100.0%(43/43),学生的平均正确率为81.2%,其中有1名学生答对6题,14名学生答对7题,10名学生答对8题,15名学生答对9题,3名学生答对10题,良好和优秀的学生占比97.7%(42/43)。操作考核通过率为100%(43/43),均分为83.7分,其中60~79分7人,80~89分33人,90~100分3人,良好和优秀的学生占比83.7%(36/43)。

2.2 问卷调查结果

本研究共发放问卷43份,回收有效问卷43份,有效问卷回收率为100.0%,问卷的克隆巴赫系数为0.982,内部一致性信度良好,结果显示,学生对该教学方式的满意度评分在4分及以上的个数占比95.6%(41/43)。学生对各问题的满意度评分分布差异无统计学意义($H=0.145, P=0.93$)。具体情况详见表1。

3 虚拟手术室系统辅助教学在外科教学中应用的思考

3.1 虚拟手术室系统辅助教学的教学效果良好

该研究结果显示学生的理论和操作考核均达到了100.0%(43/43)的通过率。其中良好和优秀的比例分别为97.7%(42/43)和83.7%(36/43),这说明学生通过虚拟手术室系统辅助学习、训练,能够较为充分地学习和掌握外科相关知识,并在一定程度上提高了外科基本技能。然而,仍然有16.3%(7/43)的学生操作考核成绩为合格,这提

表1 43名护理专业学生的虚拟手术室系统辅助教学方式满意度评分分布比较[例(%)]

维度	具体问题	1分	2分	3分	4分	5分
①	有助于理解外科学教学内容	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (14.0)	37 (86.0)
	有助于理解现在外科手术的发展方向	0 (0)	0 (0)	2 (4.7)	4 (9.3)	37 (86.0)
②	有助于提高学习的参与度与互动性	0 (0)	0 (0)	1 (2.3)	5 (11.6)	37 (86.0)
	有助于提高实训操作的熟练度	0 (0)	2 (4.7)	0 (0)	3 (7)	38 (88.3)
③	有助于提高学习的积极性	0 (0)	0 (0)	2 (4.7)	7 (16.3)	34 (79.1)
	有助于提高学习的灵活性	0 (0)	0 (0)	3 (7.0)	4 (9.3)	36 (83.7)
④	有助于提高学习的趣味性	0 (0)	2 (4.7)	1 (2.3)	3 (7)	37 (86.0)
	有助于提高总体教学效果	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (14)	37 (86.0)
⑤	有助于医学生更好地适应未来的医疗工作	0 (0)	0 (0)	4 (9.3)	6 (14)	33 (76.7)
	有助于推进教育的改革创新	0 (0)	0 (0)	2 (4.7)	4 (9.3)	37 (86.0)

注:①表示“理解外科教学内容”;②表示“提高参与度及操作熟练度”;③表示“提高学习积极性”;④表示“总体教学效果”;⑤表示“适应未来就业与教育改革创新”

示虚拟手术室系统辅助教学方式在培养学生基本外科技能方面尚有一定的改进空间,可能需要进一步完善虚拟教学内容模块化开发以及与线下技能操作教学的深度融合。

3.2 学生对虚拟手术室系统辅助教学的满意度较高

本研究结果显示,学生对该教学方式的满意度评分在4分及以上的个数占比95.6%,且评分分布差异无统计学意义,这表明学生对教学方式的满意度在所有维度上都比较一致,学生在虚拟手术室系统辅助教学方式有助于理解外科知识内容、有助于提高参与度及操作熟练度、有助于提高学习积极性与灵活性、有助于提高总体教学效果、有助于适应未来就业与教育改革创新方面均较为满意。

本研究中,在有助于提高实训操作的熟练度,学生满意度评分较高,这可能得益于虚拟手术室系统高度还原真实手术室的环境,让学生仿佛置身于真实的手术场景中,增强学习的沉浸感和代入感,且在虚拟环境中,他们可以更加放松地大胆进行学习和实践。在推进教育的改革创新上,学生的满意度评分也较高,这可能得益于探索“人工智能+项目式学习”模式在医学教育中的应用,在教学过程中培养学生的团队协作能力、创新能力和解决实际问题的能力。

关于“有助于提高学习的积极性”“有助于提高学习的灵活性”“有助于医学生更好地适应未来的医疗工作”3个问题,评分为5分(“非常满意”)的学生人数在所有问题中相对较少,且满意度在3分及以下的相对偏多,但其满意度评分分布与总体无差异,这表明学生对这些方面的满意度仍然较高。不过本教学方式也存在一定的局限,如仅仅通过教学大屏观摩时学生可能受到周围学习环境的影响,缺乏实操训练也可能限制了对学生外科手术技能的提升。在未来的教学中,可以考虑更有效的教学设计,多条时间线的同时参与,个性化的教学方式以及小组讨论等

方式提高学生的参与感。随着虚拟手术室教学系统模块化的不断开发,可使学生在虚拟环境中得到更多模拟和练习有创操作的机会^[4]。

3.3 虚拟手术室系统辅助教学的综合优势与潜在风险

虚拟手术室系统辅助教学方式除了能够改善学生学习体验和提高教学效果,还具有其他优势。例如,在虚拟平行空间学习训练过程中,可以对知识点的识记和操作环节进行实时跟踪、评估,以供未来的个性化教学或科研使用。此外,当操作中的学生对于步骤、环节无法独立精准完成时,可以利用教学大屏直播系统一起讨论,及时高效地解决问题和指导操作训练^[5,6]。

虽然虚拟手术室系统辅助教学具有许多优势,但也存在一些潜在的风险。例如,在开启虚拟手术室阶段或者操作过程中可能出现技术故障,这不仅会影响教学效果,还可能因故障修复过程导致课程延迟甚至发生教学事故。因此,需要加强对环境、设备、教学设计等方面的管理,制定相应应急预案,提高教学团队处理非预期事件的能力,以确保教学过程安全有序进行^[7]。虚拟手术室系统还可能给教师及其教学团队带来额外压力,要求教师在教学过程中不仅要掌握最新的医学知识及人工智能教学方式,还要通过引导和鼓励来寻找解决方案,帮助学生克服挫折感,培养学生解决问题的能力 and 灵活性^[8]。

综上所述,本研究开发的虚拟手术室系统作为辅助教学工具在济南护理职业学院外科教学中的应用,结果表明,教学效果良好,学生满意度较高,但本研究仍存在一定的局限性。首先,样本量偏小,未来的研究可以考虑增加样本量以进一步验证结果;其次,本研究的评估主要局限于短期学习效果,需要进行更多的研究来评估虚拟手术室系统辅助教学方式对外科教学的长期影响;最后,本研究主要评估了学生的考核成绩和教学方式满意度,但对带教教

师、技术团队和高等教育的潜在影响尚待进一步探讨,对这些不同角色影响的进一步研究将有助于全面评估虚拟手术室系统辅助教学方式的效果,并指导其持续改进。相信随着虚拟现实技术在外科实践以及教学的各个领域的应用,一定会让未来的医学教学变得更完美^[9-15]。

参考文献:

- [1]杨凤琴.外科护理学操作技能教学方法改革的探讨[J].现代护理,2006,12(16):1564-1565.
- [2]李利义,张良,邱晓晓,等.高清腹腔镜手术视频录像在胃肠外科临床带教中的体会[J].教育教学论坛,2020,(12):347-349.
- [3]吴超,薛佩,王佳玉,等.虚拟现实技术在外科医学教育实践中的应用与探索[J].中华消化外科杂志,2023,22(S1):78-81.
- [4]秦芝宝.胸腔镜虚拟手术基础训练与医学重建的研究及实现[D].昆明:云南师范大学,2019.
- [5]聂良辉,刘向峰,程博.医院开展手术直播的意义及架构探讨[J].中国医疗器械信息,2019,25(19):53-54.
- [6]邱宾.手术云直播系统双向交互模块的实现[J].自动化技术与应用,2019,38(3):182-185.
- [7]曾德兰,包艳妮,庞黎明.大型胃肠外科手术视频直播会议护理工作的安全管理策略探讨[J].结直肠肛门外科,2019,25(4):477-480.
- [8]王静,齐惠颖,王路漫,等.医学本科生人工智能通识课程的设计和教学实践[J].中华医学教育杂志,2024,44(2):89-92.
- [9]GallagherAG,CatesCU.Virtual reality training for the operating room and cardiac catheterisation laboratory[J].Lancet,2004,364(9444):1538-1540.
- [10]李健文.医学技术创新之美[J].医学与哲学,2016,37(21):47-48.
- [11]郑民华,马君俊.理念革新:微创外科新视角[J].中华消化外科杂志,2020,19(5):478-481.
- [12]李树春,臧璐,郑民华.微创智能化诊断与治疗技术在胃癌中的应用[J].中华消化外科杂志,2021,20(5):492-496.
- [13]郑民华,马君俊.微创外科相关科技创新热点及其在胃肠外科中的应用[J].中华消化外科杂志,2021,20(S1):14-17.
- [14]StrumingerB,AroraS,Zalud-CerratoS,et al.Building virtual communities of practice for health[J].Lancet,2017,390(10095):632-634.
- [15]李树春,臧璐,郑民华.数字医学时代微创胃外科的技术实践与发展方向[J].中华消化外科杂志,2022,21(5):598-602.

作者简介: 杨志浩(1984-),男,汉族,山东省济南市,研究生,济南护理职业学院,副主任医师、外科学副教授,研究方向为腹部常见疾病、急症、外伤性疾病的诊断与治疗,尤其肝、胆、胰、脾、胃、结直肠、疝相关疾病的腔镜微创、介入射频消融及多镜联合手术诊疗;急诊外科、创伤中心所涉及的常见病与急危重症患者的治疗;医学高等教育;人工智能软件开发;人工智能在医学实训中的应用;人工智能辅助下医疗卫生人员培训。