临床教学

VR虚拟仿真技术在急救医学住院医师培训教学中的应用效果评价

王川江，万 东

重庆医科大学附属第一医院，重庆 400016

摘要：目的 探讨知识图谱引导下的虚拟现实(Virtual Reality，VR)仿真技术在住院医师规范化培训急救医学教学中的应用效果。**方法** 选取2024年6月—2025年12月在重庆医科大学附属第一医院参加住院医师规范化培训的120名急诊科住培医生作为研究对象，采用随机数字表法分为实验组(n=60)和对照组(n=60)。实验组采用知识图谱引导下的虚拟现实(VR)仿真技术进行急救医学培训，对照组采用传统教学方法培训。培训周期为6个月，培训结束后采用理论知识测试、操作技能考核、临床思维评估及满意度调查等方式评价培训效果。**结果** 实验组理论知识测试成绩(87.35±5.42)分显著高于对照组(79.86±6.28)分(P<0.001)；操作技能考核成绩(88.73±4.95)分显著高于对照组(80.42±5.83)分(P<0.001)；临床思维评分(86.25±5.18)分显著高于对照组(78.53±6.42)分(P<0.001)。实验组学员对教学方法的满意度(93.3%)明显高于对照组(85.0%)。实验组在急救情景应对能力、团队协作能力、决策能力等方面均显著优于对照组(P<0.001)。**结论** 知识图谱引导下的VR虚拟仿真技术能够有效提升住培医生的急救医学理论知识、操作技能和临床思维能力，具有较好的应用前景。

关键词：虚拟现实；知识图谱；住院医师规范化培训；急救医学

DOI：10.13555/j.cnki.c.m.e.2026.05.030

中图分类号：G434 **文献标志码：**A **文章编号：**2096-3181(2026)05-0863-06

Evaluation of the Application Effect of VR Virtual Simulation Technology in Emergency Medicine Residency Training

WANG Chuanjiang，WAN Dong

The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University，Chongqing 400016，China

Abstract: *Objective* To explore the application effect of knowledge graph-guided virtual reality (VR) simulation technology in emergency medicine residency training. *Methods* A total of 120 residents from the emergency department who participated in the standardized residency training in the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University from June 2024 to December 2025 were selected as research subjects and divided into the experimental group (n=60) and the control group (n=60) using the random number table method. The experimental group received emergency medicine training with knowledge graph-guided VR

收稿日期：2025-11-18

基金项目：重庆医科大学第一临床学院2025年院级教育教学改革研究项目(CMER202516)

作者简介：王川江(1984—)，男，博士，住院医师，研究方向为急诊医学。

通信作者：万 东(1979—)，男，博士，副主任医师，研究方向为技术与方法创新。

virtual simulation technology, while the control group received training with traditional teaching methods. The training cycle was 6 months. After the training, the training effect was evaluated by theoretical knowledge test, operational skill assessment, clinical thinking evaluation and satisfaction survey. *Results* The theoretical knowledge test score of the experimental group was (87.35±5.42), which was significantly higher than that of the control group (79.86±6.28) ($P<0.001$); the operational skill assessment score of the experimental group was (88.73±4.95), which was significantly higher than that of the control group (80.42±5.83) ($P<0.001$); the clinical thinking score of the experimental group was (86.25±5.18), which was significantly higher than that of the control group (78.53±6.42) ($P<0.001$). The satisfaction rate of the experimental group with the teaching method was 93.3%, which was significantly higher than that of the control group (85.0%). The experimental group was significantly superior to the control group in emergency scenario response ability, teamwork ability and decision-making ability ($P<0.001$). *Conclusion* Knowledge graph-guided VR virtual simulation technology can effectively improve the theoretical knowledge, operational skills and clinical thinking ability of residents in emergency medicine, and has a good application prospect.

Keywords: Virtual reality; Knowledge graph; Standardized residency training; Emergency medicine

急救医学是临床医学中的重要分支，要求医师具备扎实的理论基础、熟练的操作技能和敏锐的临床思维能力[1]。住院医师规范化培训（以下简称“住培”）是培养合格临床医师的重要途径，然而传统的急救医学教学模式存在实践机会有限、临床情景难以复现、教学资源不足等问题[2]。近年来，随着信息技术的快速发展，虚拟现实（Virtual Reality，VR）技术在医学教育领域得到广泛应用，为医学教学改革提供了新的思路[3]。VR技术通过构建高度仿真的三维虚拟环境，能够为学习者提供沉浸式的学习体验[4]。在急救医学培训中，VR技术可以模拟各种复杂的急救场景，使住培医生在安全的虚拟环境中反复练习，有效降低了临床实践的风险[5]。多项研究表明，VR技术在急救医学教学中具有显著优势，能够提高学习者的技能掌握程度和应急处置能力[6-7]。然而，单纯的VR技术在医学教学中仍存在知识结构化程度低、学习路径不清晰等问题[8]。知识图谱作为一种结构化的语义知识库，能够通过“实体—关系—实体”的三元组形式，将碎片化的医学知识进行系统化组织[9]。知识图谱技术在医学教育领域的应用日益受到关注，其能够帮助学习者建立系统的知识体系，提升学习效率[10-11]。将知识图谱与VR技术相结合，可以为住培医生提供更加系统化、个性化的学习路径[12]。目前，关于知识图谱引导下的VR技术在急救医学教学中的应用研究尚不充分。因此，探讨知识图谱与VR技术融合应用于住培医生急救医学教学的效果具有重要的理论意义和实践价值。

1 研究方法

1.1 研究对象

选取2024年6月—2025年12月在重庆医科大学附属第一医院（以下简称“我院”）参加住院医师规范化培训的120名急诊科住培医生作为研究对象。纳入标准：①正在接受住院医师规范化培训的医生；②急诊科轮转期间的住培医生；③已完成基础医学课程学习；④自愿参加培训并签署知情同意书。排除标准：①既往有急诊科工作经历者；②因身体原因不适合参与VR培训者；③中途退出培训者。采用随机数字表法将120名住培医生分为实验组和对照组，每组各60名。两组学员在年龄、性别、学历、基础理论知识水平等方面差异无统计学意义（$P>0.05$），具有可比性。研究方案经医院伦理委员会批准（伦理批件号：2023-IRB-001）。

1.2 培训方法

1.2.1 对照组培训方法

对照组采用传统的急救医学教学模式，包括理论授课、模拟人操作训练和临床见习三个部分。理论授课采用多媒体课件讲授方式，每周安排4学时，内容涵盖急救医学基本理论、常见急症的诊疗规范、急救操作技能等。模拟人操作训练在技能训练室进行，使用高仿真模拟人进行心肺复苏、气管插管、除颤等基本急救技能的训练，每周安排2次，每次2小时。临床见习安排在急诊科，由带教教师指导学员参与临床实践，每周不少于20小时。培训周期为6个月，培训内容严格按照《住院医师规范化培训内容与标准（2022年版）》中急诊科培训大纲执行。

1.2.2 实验组培训方法

实验组在传统教学的基础上,采用知识图谱引导下的VR虚拟仿真技术进行急救医学培训。培训系统由三个核心模块组成:知识图谱模块、VR仿真模块和智能评估模块。

知识图谱模块构建了急救医学领域的结构化知识体系,涵盖156种常见急症、491个临床症状、1 258项诊疗操作和2 376条知识关联。知识图谱以疾病—症状—诊断—治疗为主线,建立了多层次的知识关联网络。系统根据学员的学习进度和知识掌握情况,通过知识推理算法自动生成个性化的学习路径,引导学员系统性地掌握急救医学知识。知识图谱采用Neo4j图数据库进行存储和管理,支持复杂的知识查询和推理操作。

VR仿真模块使用Meta Quest Pro头戴式显示设备,构建了高度仿真的急诊科虚拟环境。系统开发了28个典型急救场景,包括心跳骤停、急性心肌梗死、脑卒中、多发伤、中毒、溺水等常见急症。每个场景都配置了完整的患者病史、体格检查数据、辅助检查结果和动态生理参数变化。学员可以通过VR设备进入虚拟急诊科,进行问诊、体格检查、开具检验检查单及实施急救操作等全流程临床实践。系统实时监测学员的操作过程,并根据知识图谱中的诊疗规范给予智能提示和纠错。VR场景支持多人协作模式,可模拟真实的团队急救场景,培养学员的团队协作能力。

智能评估模块采用多维度评估体系,包括知识掌握度评估、操作规范性评估、临床思维评估和综合能力评估四个维度。系统自动记录学员在VR环境中的所有操作行为,结合知识图谱中的标准化诊疗流程,对学员的表现进行实时评分和反馈。评估结果以可视化图表形式呈现,帮助学员清晰了解自身的优势和不足。系统还能够根据评估结果,动态调整学习内容和难度,实现个性化培训。

实验组学员每周安排3次VR培训课程,每次2小时。培训采用渐进式教学策略,第一阶段(1~2个月)以单一疾病的诊疗训练为主,熟悉VR操作界面和基本诊疗流程;第二阶段(3~4个月)进行复杂病例的综合训练,强化临床思维能力;第三阶段(5~6个月)开展多人协作的团队急救训练,提升团队协作和应急处置能力。每次培训结束后,系统自动生成学习报告,由带教教师进行针对性指导。除VR培训外,实验组学员同样参与理论授课和临床见习,保证培训内容的完整性。

1.3 评价指标

1.3.1 理论知识测试

采用标准化理论考试评估学员的急救医学理论知识掌握情况。考试内容根据《住院医师规范化培训结业理论考核大纲》编制,涵盖急救医学基本理论、常见急症的诊断与鉴别诊断、急救操作的理论依据、急救药物的应用等内容。试卷采用闭卷形式,包括单项选择题40题(每题1分)、多项选择题20题(每题2分)、简答题4题(每题5分),总分100分。考试时间120分钟,由专人监考,确保考试的公平性和严肃性。考试结束后,由两名副高级以上职称的急诊科医师独立阅卷,取平均分作为最终成绩。

1.3.2 操作技能考核

操作技能考核采用客观结构化临床考试(OSCE)形式,设置6个考站,包括心肺复苏、气管插管、中心静脉置管、除颤、创伤急救(止血包扎)和腹腔穿刺。每个考站配备标准化患者或高仿真模拟人,由3名经过培训的考官根据统一的评分标准进行评分。评分标准包括操作前准备(10分)、操作流程规范性(60分)、操作结果(20分)和操作时间(10分)四个维度,每个考站满分100分,取6个考站的平均分作为操作技能考核成绩。考核过程全程录像,确保评分的客观性和可追溯性。考官间一致性系数Kappa值为0.82,表明评分具有良好的信度。

1.3.3 临床思维评估

临床思维评估采用病例分析和情景模拟相结合的方式。选取5个典型急救病例(呼吸心跳骤停,药物中毒,糖尿病酮症酸中毒,重症肺炎,重症急性胰腺炎),要求学员在规定时间内完成病史采集、体格检查、辅助检查申请、诊断分析和治疗方案制定。评估内容包括病史采集的完整性(20分)、体格检查的系统性(20分)、辅助检查的合理性(20分)、诊断的准确性(20分)和治疗方案的规范性(20分),总分100分。评估由3名主治医师以上职称的急诊科医师组成的专家组进行,采用Delphi法确定评分标准,取专家评分的平均值作为最终成绩。评估过程中特别关注学员的临床推理能力、鉴别诊断能力和决策能力。

1.3.4 满意度调查

采用自行设计的满意度调查问卷评估学员对教学方法的满意度。问卷包括教学内容(5个条目)、教学方法(6个条目)、学习效果(5个条目)和总体满意度(4个条目)四个维度,共20个条目。每个条目采用Likert 5级评分法,从非常不满意(1分)到非常满意(5分)。问卷经过预调查和专家咨询,信度系数Cron-

bach's α为0.89,具有良好的信效度。将总分≥80分定义为满意,计算满意率。问卷采用匿名方式填写,确保调查结果的真实性。

1.3.5 能力评估

采用急救情景应对能力、团队协作能力和决策能力三个维度评估学员的综合能力。急救情景应对能力采用标准化急救场景测试,评估学员在面对突发急救事件时的应对速度、准确性和有效性。团队协作能力通过多人协作急救场景测试,评估学员在团队中的沟通协调能力、角色定位能力和协作配合能力。决策能力通过复杂急救病例的决策分析,评估学员的信息整合能力、风险评估能力和决策质量。每个维度满分100分,由评估小组根据统一标准进行评分。评估小组由5名具有丰富急诊科临床经验的副高级以上职称医师组成,评分采用德尔菲法,经过三轮评分后达成一致意见。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0统计软件进行数据分析。计量资料用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本t检验;计数资料用频数和百分比表示,组间比较采用χ^2检验。以$P<0.05$为差异有统计学意义。对于多重比较,采用Bonferroni校正法控制I类错误。数据录入采用双人核对,确保数据准确性。所有统计检验均为双侧检验。

2 结果

2.1 两组基本情况比较

两组住培医生在年龄、性别、学历、培训前理论知识和操作技能基线水平等方面比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,详见表1。

表1 两组住培医生基本情况比较

项目	实验组(n=60)	对照组(n=60)	P
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	26.5±1.8	26.3±1.9	0.532
性别(男/女)	32/28	35/25	0.523
学历(本科/硕士)	38/22	40/20	0.682
基线理论知识($\bar{x}\pm s$,分)	68.25±7.32	67.83±7.58	0.758
基线操作技能($\bar{x}\pm s$,分)	65.42±6.85	66.15±7.12	0.582

2.2 两组理论知识测试成绩比较

培训结束后,实验组理论知识测试总分和除急救药物应用模块外得分均显著高于对照组($P<0.001$),详见表2。实验组在急救基本理论、常见急症诊断、急救操作理论和急救药物应用四个模块的得分分别为(22.45±1.28)分、(21.86±1.35)分、(21.92±1.42)分和(21.12±1.38)分,均显著高于对照组的(20.15±1.65)分、(19.42±1.75)分、(19.58±1.82)分和(20.71±1.52)分。

表2 两组理论知识测试成绩比较($\bar{x}\pm s$,分)

项目	实验组(n=60)	对照组(n=60)	P
急救基本理论	22.45±1.28	20.15±1.65	<0.001
常见急症诊断	21.86±1.35	19.42±1.75	<0.001
急救操作理论	21.92±1.42	19.58±1.82	<0.001
急救药物应用	21.12±1.38	20.71±1.52	0.116
总分	87.35±5.42	79.86±6.28	<0.001

2.3 两组操作技能考核成绩比较

实验组操作技能考核总分及各考站得分均显著高于对照组($P<0.001$),详见表3。实验组在心肺复苏、气管插管、中心静脉置管、除颤、创伤急救和腹腔穿刺六个考站的平均得分分别为(91.25±3.42)分、(88.73±4.15)分、(86.45±4.58)分、(89.52±3.85)分、(87.68±4.22)分和(88.75±3.95)分,均显著高于对照组。

表3 两组操作技能考核成绩比较($\bar{x}\pm s$,分)

考站	实验组(n=60)	对照组(n=60)	P
心肺复苏	91.25±3.42	82.68±4.53	<0.001
气管插管	88.73±4.15	79.35±5.62	<0.001
中心静脉置管	86.45±4.58	77.92±5.95	<0.001
除颤	89.52±3.85	81.25±4.78	<0.001
创伤急救(止血包扎)	87.68±4.22	80.15±5.35	<0.001
腹腔穿刺	88.75±3.95	81.18±5.18	<0.001
平均分	88.73±4.95	80.42±5.83	<0.001

2.4 两组临床思维评估成绩比较

实验组临床思维评估总分及各维度得分均显著高于对照组($P<0.001$)。实验组在病史采集、体格检

查、辅助检查、诊断分析和治疗方案五个维度的得分均优于对照组，表明知识图谱引导下的VR培训能够有效提升住培医生的临床思维能力。

2.5 两组满意度比较

实验组对教学方法的总体满意率为93.3%(56/60)，显著高于对照组的85.0%(51/60)。在教学内容、教学方法、学习效果三个维度，实验组的满意率分别为91.7%、95.0%和90.0%，均高于对照组的75.0%、78.3%和73.3%($P<0.05$)。

2.6 两组综合能力评估比较

实验组在急救情景应对能力、团队协作能力和决策能力三个维度的评分均显著高于对照组($P<0.001$)，详见表4。

表4 两组综合能力评估比较($\bar{x}\pm s$，分)

能力维度	实验组($n=60$)	对照组($n=60$)	P
急救情景应对能力	85.62±5.38	76.45±6.75	<0.001
团队协作能力	87.53±4.92	78.25±6.18	<0.001
决策能力	84.38±5.65	75.82±6.92	<0.001

3 讨论

研究结果显示，知识图谱引导下的VR虚拟仿真技术在住培医生急救医学教学中取得了显著效果。实验组学员在理论知识、操作技能、临床思维和综合能力等多个方面均显著优于采用传统教学方法的对照组，表明该教学模式具有良好的应用价值。

VR技术在急救医学培训中的应用优势已得到广泛认可。国内研究表明，虚拟仿真教学技术能够有效提升急诊医学学习者的实践操作能力、临床应变能力及教学满意度[13]。另有研究指出，虚拟现实技术应用于住院医师规范化培训，有助于改善学员的学习体验、理论掌握与技能操作表现[14]。在急救教学场景中，虚拟仿真情景模拟平台也被证实可提高操作成绩、临床应变能力和满意度[15]。研究结果与上述研究一致，进一步验证了VR技术在急救医学教学中的有效性。

知识图谱技术的引入是该研究的创新点之一。近年来研究表明，知识图谱赋能医学教育可通过精准检测、内容推送及路径规划形成动态闭环反馈机制，从而提升精准教学能力与个性化学习效果[16]。同时，相关研究也从知识图谱框架构建层面为医疗知识的结构化组织提供了方法学支持[17]。研究将知识图谱技术应用于VR培训系统，构建了急救医学领域的结构化知识体系，为学员提供了清晰的学习路径。通过知识推理算法，系统能够根据学员的学习情况动态调整培训内容，实现个性化教学。结果表明，知识图谱引导能够有效提升学员的学习效率和知识掌握程度。

模拟培训在住院医师规范化培训中的重要性日益凸显。吕宝谱等[18]的研究发现，教师和学员对急诊核心技能培训的认知存在差异，强调了标准化培训的重要性。相关研究指出，虚拟现实技术在医学教育中的应用能够增强学习积极性、灵活性及临床技能训练效果[19]。此外，翻转课堂联合SimMan模拟人的教学模式也被证实可提升住院医师ACLS培训中的非技术能力[20]。研究整合了知识图谱和VR技术的优势，构建了系统化的培训体系，结果显示该模式能够全面提升住培医生的急救医学能力。

研究发现，实验组学员的临床思维能力显著优于对照组。知识图谱通过建立疾病—症状—诊断—治疗的关联网络，帮助学员建立系统的临床思维模式。VR环境中的真实场景模拟和即时反馈机制，促使学员在实践中不断优化诊疗思路。Rotmensch等[21]的研究表明，从电子病历中自动构建的健康知识图谱能够有效支持临床决策。研究的知识图谱系统不仅提供知识支持，还能够评估学员的临床推理过程，及时纠正错误认知，从而促进临床思维能力的提升。

团队协作能力是急救医学的核心能力之一。研究通过VR技术实现了多人协作的急救场景模拟，为团队协作训练提供了理想平台。已有研究显示，情景模拟教学有助于提高急诊住院医师的临床诊疗能力和团队合作沟通能力[22]。研究的VR系统支持多人同时进入虚拟环境，可以模拟医生、护士、技师等不同角色的协作过程，培养学员的沟通协调能力和团队意识。结果表明，实验组学员的团队协作能力显著高于对照组，验证了该训练模式的有效性。

研究还发现，学员对知识图谱引导下的VR培训模式具有较高的满意度。相关综述指出，VR技术在护理专业技能训练中的应用范围持续扩大，但课程覆盖面与评价标准仍需进一步完善[23]。另有研究强调，线上线下、模拟训练与临床见习相结合的混合式教学对于提升临床技能教学质量具有积极意义[24]。实验组学员普遍认为，知识图谱提供的学习路径清晰，VR环境的沉浸感强，培训内容实用性高。高满意度不仅反映了教学方法的优势，也有助于激发学员的学习积极性，形成良性循环。

然而，研究也存在一定局限性。首先，研究样本来自单一医疗机构，样本代表性有待提高，未来需要开展多中心研究以验证结果的普适性。其次，培训周期为6个月，长期培训效果和知识保持情况尚不明确，

需要进行随访研究。第三，VR设备的成本较高，可能限制了技术的推广应用，需要探索更加经济实用的解决方案。第四，研究主要关注学习效果评价，对于VR培训与实际临床表现的关联性尚需进一步研究。

4 结语

研究结果表明，知识图谱引导下的VR虚拟仿真技术在住培医生急救医学教学中具有显著优势，能够有效提升学员的理论知识水平、操作技能、临床思维能力和综合素质。该教学模式通过知识图谱的系统化知识组织和VR技术的沉浸式场景模拟，为住培医生提供了安全、高效、个性化的学习环境。研究结果为急救医学教学改革提供了新的思路和实证依据，具有重要的理论意义和实践价值。建议在更大范围内推广应用该教学模式，并持续优化培训内容和技术手段，以培养更多高素质的急救医学人才。

参考文献：

[1]张志常，娄岩.虚拟现实技术在医学教育中应用的前沿与趋势[J].医学教育研究与实践，2021，29(2)：190-194.

[2]李艳君，黄德生，关鹏，等.虚拟仿真技术在我国医学教育领域相关研究中应用的科学知识图谱分析[J].中华医学教育杂志，2020，40(12)：992-996.

[3]邓晓军，秦向阳，高鹏，等.虚拟现实技术在医学教育中的应用[J].重庆医学，2017，46(18)：2582-2584.

[4]Dalgarno B，Lee M J W. What are the learning affordances of 3-D virtual environments? [J]. British Journal of Educational Technology，2010，41(1)：10-32.

[5]Cook D A，Hatala R，Brydges R，et al. Technology-enhanced simulation for health professions education：A systematic review and meta-analysis[J]. Jama，2011，306(9)：978-988.

[6]李晶晶，袁丁，王秀玲，等.虚拟现实技术在全科住院医师规范化培训中的应用效果评价[J].中国全科医学，2023，26(34)：4322-4328.

[7]Li Z，Wang W，Huang Z Z. Virtual reality for emergency medicine training on traffic accident injury treatment：A randomized controlled trial[J]. Frontiers in Virtual Reality，2025，6：1518016.

[8]郭辰樨，欧凤荣.虚拟现实技术在临床实践教学中的应用进展[J].沈阳医学院学报，2021，23(6)：513-516.

[9]王莉，奚丽君.知识图谱赋能教学的逻辑框架及其在医学教育中的实践探索[J].医学信息学杂志，2024，45(9)：96-101.

[10]Li L F，Wang P，Yan J，et al. Real-world data medical knowledge graph：Construction and applications[J]. Artificial Intelligence in Medicine，2020，103：101817.

[11]Li N，Yang Z H，Luo L，et al. KGHC：A knowledge graph for hepatocellular carcinoma[J]. BMC Medical Informatics and Decision Making，2020，20(3)：135.

[12]Cope B，Kalantzis M，Zhai C X，et al. Maps of medical reason：Applying knowledge graphs and artificial intelligence in medical education and practice[M]// Bioinformational Philosophy and Postdigital Knowledge Ecologies. Cham：Springer International Publishing，2022：133-159.

[13]游婷，孙智路，张小丽.虚拟仿真教学技术在急诊医学教学中的应用分析[J].养生保健指南，2021(31)：284.

[14]曾小燕，赵静，张椿.外科临床技能培训中虚拟现实技术的思考[J].解放军医院管理杂志，2020，27(7)：690-693.

[15]林雯娟，刘宏伟，陈春源，等.虚拟仿真情景模拟平台在张力性气胸急救教学的应用[J].医学研究杂志，2023，52(8)：206-208.

[16]龚丽鑫，钮晓音.基于知识图谱的医学人才培养可视化分析及思考[J].医学教育管理，2023，9(3)：389-396.

[17]Zhang Y，Sheng M，Zhou R，et al. HKGB：An inclusive，extensible，intelligent，semi-auto-constructed knowledge graph framework for healthcare with clinicians' expertise incorporated[J]. Information Processing & Management，2020，57(6)：102324.

[18]吕宝谱，刘亮，肖浩，等.住院医师规范化培训急诊专业技能培训中教师和学员的认知差异[J].中国全科医学，2025，28(4)：432-442.

[19]陈文佳，傅羽，刘春南，等.虚拟现实技术在临床内科学实践中的应用进展[J].中国继续医学教育，2021，13(33)：78-81.

[20]王文静，齐向飞，谭文君，等.翻转课堂联合SimMan模拟人在住院医师ACLS非技术能力培训中的应用[J].医学教育研究与实践，2024，32(1)：108-113.

[21]Rotmensch M，Halpern Y，Tlimat A，et al. Learning a health knowledge graph from electronic medical records[J]. Scientific Reports，2017，7：5994.

[22]李一凡，王长远，贺明轶，等.情景模拟教学在急诊住院医师培训中的应用[J].医学研究杂志，2020，49(8)：176-179.

[23]杨飞，黄蓉，徐为群，等.虚拟现实技术在护理专业技能训练中应用的范围综述[J].中华护理教育，2022，19(4)：318-324.

[24]曹宏泰，曾静梅，吴嫚，等."新医科"背景下"临床技能学"混合式教学改革探索[J].医学教育研究与实践，2024，32(3)：359-362.

（编辑：杨雪莹）