·医学模拟教育·

高仿真智能模拟人联合情景模拟在放射科应急培训中的效果研究

朱正婷[1,2]　郑雨萍[1,2]　程漫丽[1,2]　刘洋[1,2]　闫雪秋[3]　任黎[3]　曲海波[2]　许华燕[2]
王韵[1,2]　宁刚[2]
[1]四川大学华西第二医院放射科护理单元，成都 610041；[2]出生缺陷与相关妇儿疾病教育部重点实验室，成都 610041；[3]四川大学华西第二医院医学模拟中心，成都 610041
通信作者：王韵，Email：532410227@qq.com

【摘要】 目的 探讨高仿真智能模拟人联合情景模拟在放射科应急培训中的应用效果，旨在提高放射科医护技人员对比剂不良反应的应急能力。**方法** 于2024年1月至7月，选取成都市某三甲医院的132名放射科医护技人员作为培训对象。采用高仿真智能模拟人联合情景模拟教学模式对参与者进行应急培训。培训结束后，比较医护技人员在培训前后对于对比剂不良反应理论知识的掌握程度及岗位胜任力的差异，并采用自制问卷调查参与人员应急培训的需求及满意度。采用SPSS 26.0进行数据分析，培训前后的理论成绩及岗位胜任力得分差异通过配对样本 t 检验进行比较。**结果** 培训后，医护技人员理论考核得分由(84.32 ± 10.19)分提高至(90.34 ± 7.87)分，差异有统计学意义(P<0.001)。培训后，参与人员在知识储备、操作技能、情景决策能力、职业素养、综合素养这5个方面的能力及总体岗位胜任力得分均高于培训前，差异有统计学意义(P<0.05)。应急培训的满意度评分为(4.17 ± 0.25)分。**结论** 高仿真智能模拟人联合情景模拟培训提高了放射科工作人员在临床突发事件中的应急能力和团队协作能力，得到了医护技人员的高度认可与满意，对临床应急工作和患者安全具有重要意义。

【关键词】 放射科；　情景模拟；　高仿真智能模拟人；　应急培训
【中图分类号】 R-05
基金项目：四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目(132)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20241211-02094

Study on the effect of high-fidelity intelligent simulator combined with scenario simulation in emergency response training of radiology department

Zhu Zhengting[1,2], Zheng Yuping[1,2], Cheng Manli[1,2], Liu Yang[1,2], Yan Xueqiu[3], Ren Li[3], Qu Haibo[2], Xu Huayan[2], Wang Yun[1,2], Ning Gang[2]
[1]Nursing Unit, Department of Radiology, West China Second University Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; [2]Key Laboratory of Birth Defects and Related Diseases of Women and Children, Ministry of Education, Chengdu 610041, China; [3]Medical Simulation Center, West China Second University Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China
Corresponding author: Wang Yun, Email: 532410227@qq.com

【Abstract】 Objective To explore the application effect of high-fidelity intelligent simulator combined with scenario simulation for emergency response training in the Department of Radiology, and to improve the emergency preparedness of medical, nursing, and technical staff in managing contrast agent adverse reactions. **Methods** From January to July 2024, 132 medical, nursing, and technical staff from the Department of Radiology of a tertiary hospital in Chengdu City, China were selected as the training subjects. The high-fidelity intelligent simulator combined with scenario simulation teaching mode was used to conduct emergency response training for the participants. The differences in theoretical knowledge and post competence regarding contrast agent adverse reactions among the staff were compared before and after the training. A self-made questionnaire was used to investigate their needs and satisfaction of the emergency response training. SPSS 26.0 was used for data analysis. The differences in theoretical knowledge and post

competence scores before and after training were compared using the paired samples *t* test. **Results** After the training, the average score of theoretical knowledge examination increased from (84.32 ± 10.19) points to (90.34 ± 7.87) points, and the difference was statistically significant (P<0.001). After the training, the scores of knowledge reserve, operational skills, situational decision-making ability, professional literacy, comprehensive literacy, and overall post competency were all significantly higher than those before the training (P<0.05). The satisfaction score of emergency response training was (4.17 ± 0.25) points. **Conclusions** High-fidelity intelligent simulator combined with scenario simulation training improved the emergency preparedness and teamwork of radiology staff in clinical emergencies. The training received high recognition and satisfaction from the participants, which is of great significance for clinical emergency response and patient safety.

【**Key words**】 Department of radiology; Scenario simulation; High-fidelity intelligent simulator; Emergency response training

Fund program: Sichuan Province Higher Education Talent Training Quality and Teaching Reform Project(132)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20241211-02094

随着医学影像技术的发展，增强对比剂在放射诊断中的应用日益广泛。全球每年含钆对比剂使用量约5 000万人次，碘剂使用量超过7 500万人次[1]。尽管对比剂通过增强组织显影提升了诊断的准确性，但其广泛使用也增加了不良反应的风险。国外研究显示，非离子碘对比剂总体不良反应发生率为0.73%~1.03%，严重急性不良反应发生率为0.01%~0.014 1%[2-3]。国内研究显示，含钆对比剂全身不良反应发生率为0.13%，急性不良反应发生率为0.09%[4]。不良反应主要累及胃肠道和皮肤系统，少数患者可进展为支气管痉挛、重度血压下降或心跳呼吸骤停等严重不良反应[5]。放射科由于存在设备空间限制、辐射暴露防护要求及医技群体急救意识和能力缺乏等情况，故在不良反应的识别、处理及上报等方面的执行率低于其他科室。因此，提升放射科医务人员识别、处理及应急反应等核心能力，建立“设备—人员—环境”三位一体培训模型非常关键。放射科对比剂不良反应应急培训主要包括传统示范教学法和分层培训法，但存在症状识别偏差、急救技能不足、团队协作效能低下等问题。高仿真模拟人通过预设程序能够精准模拟全功能临床情境下患者生命体征的动态变化，结合情景模拟教学法重构完整的临床情境。该教学模式以临床病例为基础，还原对比剂不良反应的真实场景及患者病情的动态变化，能快速提升培训者的临床技能、应急能力及团队协作能力[6]。该模式在重症医学、外科、麻醉等领域已取得良好效果，但在放射科的应用尚未得到充分验证。因此，本研究在放射科开展了高仿真智能模拟人联合情景模拟的应急培训，旨在提升医务人员的应急演练教学效果，加强不良反应管理。

1　对象与方法

1.1　研究对象

选取2024年1月至7月在成都市某三甲医院放射科工作的医护技人员作为研究对象。纳入标准：从事放射科工作时间≥1个月；自愿参加本研究；能够完成应急培训及相关调查。排除标准：处于孕期或休产假者；休病假者；外出进修者；中途未完成研究者。本研究已通过医院伦理委员会批准（批准号：K2019054），所有研究对象均已知情同意且自愿参加本研究。

1.2　培训方法

本研究采用高仿真智能模拟人联合情景模拟的方法进行培训，构建对比剂不良反应应急演练体系，包括3个步骤。

1.2.1　多学科教学团队建设

由科室主任、护士长、总技师长及医学模拟中心的专业教师组成应急演练领导小组，负责临床案例开发、应急演练考核及监督工作。放射科的专职教师负责开展对比剂不良反应的理论教学。医学模拟中心的专业教师负责模拟人的生理指标调控及程序设置。

1.2.2　应急演练前准备

理论知识培训：采用多媒体教学方法进行集中授课。内容涵盖对比剂的理化性质及使用、不良反应分级识别、急救药品及设备应用、生命支持技术等。根据医护技人员的知识基线实施分层教学，由放射科高年资带教教师与模拟中心专职教师联合授课，各院区每月进行2次，持续7个月。

应急演练案例设计：多学科团队根据临床真实

事件设计模拟场景，覆盖增强CT/MRI后儿童、成人及老年人可能发生的1至4级不良反应（包括皮肤瘙痒、恶心呕吐、呼吸困难、过敏性休克等）。例如：一名11岁、体重40 kg的男性患儿拟诊为脊柱肿瘤，在行增强CT扫描推注欧乃派克过程中出现皮肤瘙痒、恶心呕吐、胸闷气促，随后发展为过敏性休克。

高仿真智能模拟人准备：本研究使用Laerdal高仿真智能模拟人，该模拟人配备升级版的生理参数调控系统，支持实时远程操控、多参数监测反馈及案例导入功能。通过多分支决策树编程，可以自定义病情演变路径。模拟人能够调整心率、心电图、无创血压、血氧饱和度、呼气末二氧化碳分压等多种生命体征，并能模拟心肺复苏、气管插管、电除颤等急救操作。此外，还能通过远程操控实现病情的实时演变，真实模拟患者病情发展的全过程。

1.2.3　应急演练实践过程

由领导小组主持，在理论培训后一周，于放射科检查室开展医护技团队（1医/2护/2技）的原位模拟演练，演练时间约20 min。演练分为4个阶段（图1）：首先，护士发现患者出现速发性过敏反应（恶心、呕吐、躁动），技师立即停止扫描并呼叫医生，同时护士停止注射并监测患者的生命体征；随后，患者症状加重（脉搏细弱、呼吸困难、血压下降），责任医生判断为中重度过敏反应，随即下达医嘱给予肾上腺素、生理盐水、吸氧等措施，技师则启动急诊联络及转运准备工作；紧接着，患者病情进一步恶化（意识消失、心脏呼吸骤停），医生迅速下达医嘱进行静脉推注肾上腺素，行心肺复苏、除颤及辅助通气；最后，患者恢复自主意识，由医生和护士陪同进行转运。演练结束后，领导小组逐项点评模拟演练过程，规范操作标准，并组织全员进行复盘讨论。

1.3　评价方法

采用电子问卷对培训人员进行调查，其主要内容包括：①理论考核。在培训前后一周内对参与人员进行理论考核。考题根据培训目标选自科室教学题库，涵盖对比剂不良反应、过敏性休克、心肺复苏及电除颤等内容，共20题，总分100。②岗位胜任力评估。该问卷基于胜任力模型，并结合科室特性编制，经专家小组修订后形成。问卷包括知识储备、操作技能、情景决策能力、职业素养和综合素养5个维度，旨在反映个人表现、团队协作能力及综合能力。采用Likert 5级评分法（“非常符合”=5分至“非常不符合”=1分），问卷共20道题，总分100。该问卷的Cronbach's α系数为0.956，表明信度良好。③应急培训需求调查。采用自制调查问卷收集科室成员对培训形式、时长、内容等方面的具体需求。④应急培训满意度调查。自行设计满意度调查问卷，以了解参与人员对本次培训内容、开展形式、时间安排、授课条件及能力提升等方面的满意程度。各题均采用Likert 5级评分法（“非常满意”=5分至“非常不满意”=1分），共17题，总分85，采用均值进行满意度评价。

1.4　统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行统计学分析，计量资料用（均数 ± 标准差）进行描述，计数资料采用频数和百分比进行描述。研究对象在培训前后的理论成绩及岗位胜任力得分差异，采用配对样本t检验进

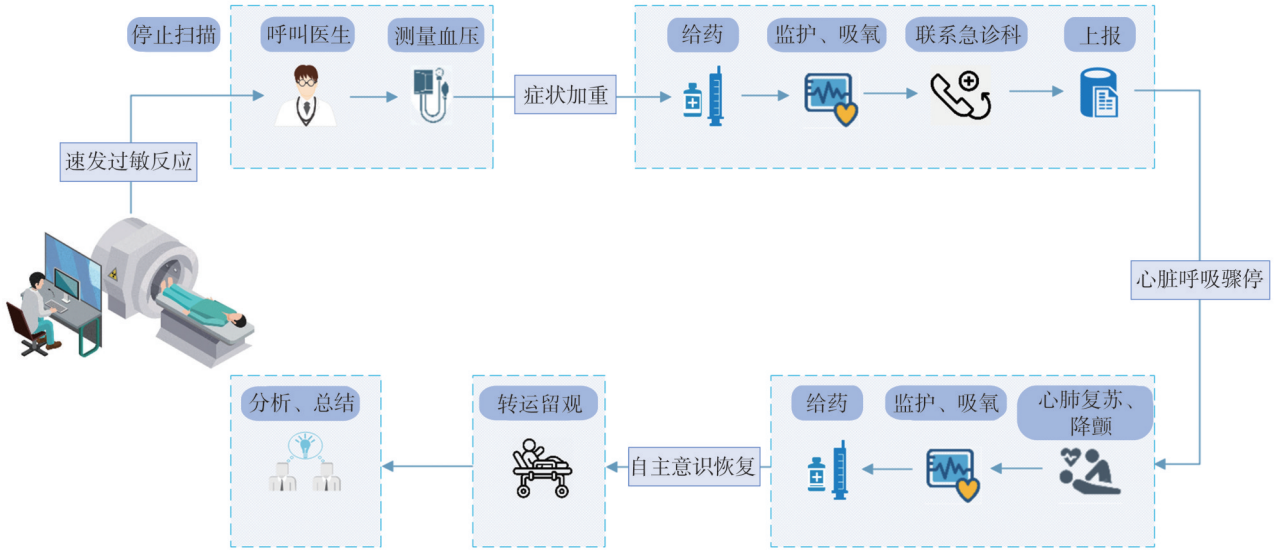


图1　对比剂不良反应应急演练四阶段操作流程

行比较。检验水准 α=0.05。

2　结果

2.1　研究对象的一般资料

参与本次应急培训的放射科医护技人员共 132 人，其中女性占 68.18%（90/132）；年龄为（30.46 ± 8.60）岁；未婚人员占 56.06%（74/132）；拥有本科学历者占 60.61%（80/132），硕士及以上学历者占 34.85%（46/132）；具备初级职称者占 48.48%（64/132）；工作年限≤3 年者占 57.58%（76/132）；规培人员占 30.30%（40/132），技师占 28.79%（38/132）（表 1）。

表 1　研究对象一般资料（n=132）

类别	项目	例（%）
性别	男	42（31.82）
	女	90（68.18）
婚姻	已婚	58（43.94）
	未婚	74（56.06）
学历	大专	6（4.55）
	本科	80（60.61）
	硕士	32（24.24）
	博士	14（10.60）
职称	初级	64（48.48）
	中级	28（21.21）
	高级	11（8.33）
	无职称	29（21.98）
工作年限	<1 年	33（25.00）
	1~3 年	43（32.58）
	>3 年	56（42.42）
职业	医生	34（25.76）
	护士	15（11.36）
	技师	38（28.79）
	规培人员	40（30.30）
	实习学生	5（3.79）

2.2　应急培训前后理论考核得分比较

结果显示，研究对象在应急培训前和培训后的理论考核得分分别为（84.32 ± 10.19）分和（90.34 ± 7.87）分。培训后的理论考核得分得到提升，差异有统计学意义（t=−7.64，P<0.001）（图 2）。

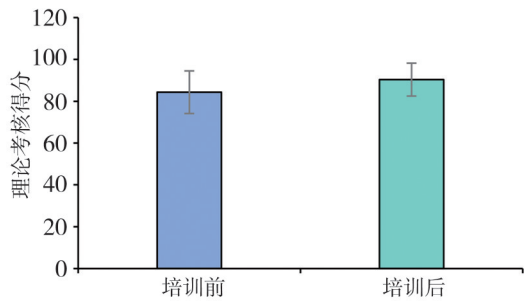


图 2　应急培训前后理论考核得分比较

2.3　应急培训前后岗位胜任力得分比较

结果显示，应急培训后，参与人员的知识储备、操作技能、情景决策能力、职业素养、综合素养及总体岗位胜任力得分均高于培训前，差异有统计学意义（P<0.05）（表 2）。对不同人群进行分层分析显示：医生和技师群体除综合素养外，其余各维度得分在培训后均得到提升（P<0.05）；护士群体仅有知识储备的差异有统计学意义（P<0.05）；规培实习生除职业素养外，其余各维度得分在培训后也均提升（P<0.05）（表 3）。

表 2　应急培训前后岗位胜任力得分比较

[n=132，($\bar{x} \pm s$)，分]

项目	培训前	培训后	t值	P值
知识储备	19.89 ± 3.08	20.94 ± 2.56	−6.95	<0.001
操作技能	14.83 ± 2.85	15.69 ± 2.46	−5.91	<0.001
情景决策能力	11.70 ± 2.12	12.27 ± 1.84	−4.33	<0.001
职业素养	16.49 ± 2.36	17.03 ± 2.22	−3.64	<0.001
综合素养	16.37 ± 2.36	16.81 ± 2.25	−2.85	0.005
岗位胜任力	79.28 ± 11.30	82.74 ± 9.99	−6.24	<0.001

2.4　应急演练培训需求及满意度调查

在培训前，对参与人员的应急演练培训需求进行了调查。结果显示，99.24%（131/132）的人认为有必要建立统一的培训规范，99.24%（131/132）的人认为应急演练培训非常重要，96.21%（127/132）的人表示愿意参加培训，72.73%（96/132）的人认为每次培训的时长应为 30 min，61.36%（81/132）的人认为应每月开展一次培训。目前，应急演练培训面临的主要问题依次是：重视程度不够（34.09%，45/132）、教学力量不足（33.33%，44/132）、经费投入不足（17.42%，23/132）。参与人员最期望的培训方式依次为：情景模拟演练（89.39%，118/132）、示教练习（58.33%，77/132）、集中专题授课（50.76%，67/132）。参与人员对应急培训的满意度评分为（4.17 ± 0.25）分，处于较高水平。

3　讨论

放射科具有高度专业性、工作环境特殊、高风险性等特点。对比剂的应用在提升影像质量和诊断效能的同时，可能诱发急性不良反应，甚至存在致命风险。然而，医技群体的急救意识不足，缺乏对比剂不良反应的识别、处理及应急等核心能力。因此，有必要建立基于放射科辐射安全下的应急演练培训模式，以规范医护技群体对比剂不良反应的处理流程，并提升其早期识别能力、团队协作能力和应急处理能力。

表 3　不同人群应急培训前后岗位胜任力得分比较[n=132,($\bar{x} \pm s$),分]

类别	项目	知识储备	操作技能	情景决策能力	职业素养	综合素养	岗位胜任力
医生	培训前	20.00 ± 3.21	14.47 ± 2.68	11.79 ± 1.90	16.24 ± 2.35	16.35 ± 2.45	78.85 ± 11.45
	培训后	20.94 ± 2.53	15.29 ± 2.30	12.32 ± 1.80	17.06 ± 1.84	16.85 ± 2.08	82.47 ± 9.65
	t值	−2.93	−2.96	−2.32	−2.69	−1.58	−3.14
	P值	0.006	0.006	0.027	0.011	0.124	0.004
护士	培训前	21.07 ± 3.58	18.13 ± 1.96	12.73 ± 2.55	17.07 ± 2.34	16.87 ± 2.36	85.87 ± 11.57
	培训后	22.00 ± 2.93	18.20 ± 1.70	12.93 ± 1.71	17.20 ± 1.90	17.60 ± 2.23	87.93 ± 9.47
	t值	−2.36	−0.19	−0.61	−0.46	−1.91	−1.63
	P值	0.034	0.855	0.550	0.653	0.077	0.125
技师	培训前	21.03 ± 2.02	15.08 ± 2.55	12.39 ± 1.73	17.63 ± 1.68	17.58 ± 1.87	83.71 ± 7.63
	培训后	21.89 ± 1.77	16.08 ± 2.21	12.95 ± 1.45	18.16 ± 1.82	17.63 ± 1.91	86.71 ± 7.04
	t值	−4.06	−3.29	−2.27	−2.65	−0.23	−3.64
	P值	<0.001	0.002	0.029	0.012	0.822	0.001
规培实习生	培训前	18.44 ± 3.06	13.78 ± 2.66	10.71 ± 2.07	15.53 ± 2.47	15.20 ± 2.16	73.67 ± 11.24
	培训后	19.78 ± 2.61	14.82 ± 2.42	11.44 ± 1.91	16.00 ± 2.46	15.82 ± 2.31	77.87 ± 10.47
	t值	−4.45	−4.35	−2.85	−1.49	−2.05	−3.76
	P值	<0.001	<0.001	0.007	0.142	0.046	<0.001

3.1　放射科应急培训的实践革新：高仿真智能模拟人联合情景模拟教学的应用

放射科人员工作场景的特殊性、对比剂不良反应临床暴露频率较低，导致其早期症状识别敏感度不足、急救操作规范化程度不够及应急能力欠缺。传统教学法，如讲授法、示范教学法，以教师为主导进行单向知识传递，难以模拟放射科临床突发事件的动态特征、紧急性及多角色交互的需求，因此无法有效提升医护技人员的临床应急反应能力和协作能力。

情景模拟教学法通过构建高仿真临床场景，模拟突发事件的演变过程，以任务驱动为核心，培养学习者在特定情境下的操作技能、决策分析能力及应急反应能力[7]。该方法强调实践性、启发性和互动性，有效促进了理论知识向临床能力的转化。

高仿真智能模拟人配置了多参数生理调控系统，能够呈现自主呼吸、颈动脉搏动等生理反应，并支持预设如呼吸衰竭、过敏性休克等急症的病理演变进程，精准复现患者病情的动态变化[8]。其数据捕获模块可实时记录急救干预的时间序列、操作技术参数及团队响应效能，从而增强多学科应急培训中团队的急救协作效率和决策能力。放射科对比剂引发的严重不良反应突发性强、进展迅速、情况危急且致死率高。该教学模式能够模拟临床突发事件及急危重症的特征，并构建安全可控的训练环境，可显著提升应急响应与团队协作能力。其反馈-强化学习机制也被证实在医学教育领域具有应用优势[9]。本研究还发现，培训人员在应用高仿真智能模拟人进行应急培训后，理论知识、岗位胜任力均得到显著提升，有效提高了医疗服务的质量与安全性。

由此可见，高仿真智能模拟人联合情景模拟教学在放射科对比剂不良反应应急培训中优势明显。该模式通过临床场景重现和压力适应训练，使医护技人员在可控的监测环境中完成急救技能的强化与决策优化，安全高效地提升了团队协作能力、急救水平和应急处理能力。

3.2　创新性多维能力提升：实现闭环式应急能力提升

本研究结果显示，基于高仿真智能模拟人的情景模拟应急培训模式显著提升了放射科医护技人员的理论考核成绩。Lei 等[10]的研究结果也得出了类似结论，即高仿真模拟训练通过情境复现可有效提高护生的专业素养、操作技能水平、临床决策能力及沟通能力，在护理教育中取得了较好的实践效果。此外，本研究中理论成绩的提升幅度高于 Kruse 等[11]针对放射科医生进行的高仿真模拟教学相关研究的结果。传统教学模式局限于单向知识传递，难以突破被动化知识架构的局限，导致学习效率低下，且难以满足动态的临床需求。而本研究基于放射科特殊的工作性质，针对不良反应的突发性、紧急性和高风险特征，构建了反馈-强化学习机制下的可控训练体系，有效促进了理论知识的转化与记忆。因此，未来放射科的应急培训可通过高仿真模拟培训建立“理论-实践-教学反思”的理论知识评估体系，以巩固医护技人员的应急理论知识。

本研究还发现，应急培训后参与人员的知识储备、操作技能、情景决策能力、职业素养、综合素养

及岗位胜任力均显著提升。对不同人群进行分层分析发现，医生和技师群体除综合素养外，其余各维度得分在培训后均显著提升；护士群体仅有知识储备维度得分提升；规培实习生除职业素养外，其余各维度得分在培训后也均显著提升。

王锦云和张少华[12]对普通病区护士进行了高仿真情景模拟教学培训，结果显示其综合应急能力显著提升。Ayed 等[13]的研究也得出了类似结果，即高仿真模拟教学提高了儿科护生的临床判断力。岗位胜任力作为实现岗位目标的综合能力体系，涵盖知识技能、个人特质等潜在或深层特征[14]。放射科对比剂急性不良反应进展迅速、病情严重，临床处理的时效性关乎患者生命，这对医护技人员的病情判断能力、急救组织能力、操作实践能力及职业素养提出了较高要求[15]。由于工作场景的特殊性，放射科医技人员、规培实习生相较于护士，接触不良反应的临床情景更少，缺乏团队协作及应急能力等综合素养。传统讲授式培训因单向知识传递和临床情境的缺失，难以有效培养学员的综合应急能力。而本研究采用的教学模式，通过还原对比剂不良反应急、危、快、重的临床特征，构建了病情评估、资源调配、团队协作的一体化训练体系，有效提升了放射科医护技人员在高压情境下的临床决策能力、急救能力、协作能力及综合能力[6]。因此，未来放射科应急培训可将高仿真模拟人联合情景模拟培训纳入月度质控体系，自动采集智能系统操作参数，通过“模拟-实践-反馈”闭环式学习，建立综合性评价体系，并形成周期性能力维持机制，以强化医护技团队协作与角色分工训练，促进医护技人员将对比剂不良反应应急理论知识转化为临床综合实践能力。

综上所述，高仿真智能模拟人联合情景模拟教学提高了放射科工作人员的理论知识水平和岗位胜任力，获得了医护技人员较高的满意度，并有效提升了科室的应急能力及团队协作能力。然而，本研究缺少与传统教学组的对比，且调查数据来源于自评问卷，因此可能受到时间因素、霍桑效应、选择性报告等偏倚的影响，从而限制结论的推广。未来研究可采用多中心、随机对照试验及客观结构化临床考试等方法，进一步验证高仿真模拟培训的优越性，以提升医护技人员的整体素养。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　朱正婷：设计研究方案、撰写及修改论文；朱正婷、郑雨萍、程漫丽：问卷设计、测试及资料收集；刘洋、闫雪秋、任黎：项目实施；曲海波、许华燕：统计分析、技术和材料支持；王韵、宁刚：提供研究建议、总体把关

参考文献

[1] Weinreb JC, Rodby RA, Yee J, et al. Use of intravenous gadolinium-based contrast media in patients with kidney disease: consensus statements from the American college of radiology and the national kidney foundation [J]. Radiology, 2021, 298(1): 28-35. DOI: 10.1148/radiol.2020202903.

[2] Cha MJ, Kang DY, Lee W, et al. Hypersensitivity reactions to iodinated contrast media: a multicenter study of 196 081 patients [J]. Radiology, 2019, 293(1): 117-124. DOI: 10.1148/radiol.2019190485.

[3] Suh YJ, Yoon SH, Hong H, et al. Acute adverse reactions to nonionic iodinated contrast media: a meta-analysis [J]. Invest Radiol, 2019, 54(9): 589-599. DOI: 10.1097/RLI.0000000000000568.

[4] 孙艳，郭小超，黄勇，等. MR 钆对比剂全身性不良反应的研究：18540 例连续病例分析[J]. 放射学实践，2016，31(12)：1159-1162. DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2016.12.012.

[5] Rašiová M, Schlager O, Heiss C, et al. Adverse reactions after intravascular iodinated contrast media administration and their management [J]. Vasa, 2024, 53(3): 193-203. DOI: 10.1024/0301-1526/a001122.

[6] Saragih ID, Tarihoran DETAU, Lin WT, et al. Outcomes of scenario-based simulation courses in nursing education: a systematic review and meta-analysis [J]. Nurse Educ Today, 2024, 136: 106145. DOI: 10.1016/j.nedt.2024.106145.

[7] 霍晓鹏，李小雪，李真，等. 基于症状管理理论的思维导图结合情景模拟教学在老年症状护理教学中的应用[J]. 中华医学教育探索杂志，2024，23(2)：174-178. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230728-01511.

[8] Brown WJ, Tortorella RAW. Hybrid medical simulation-a systematic literature review [J]. Smart Learn Environ, 2020, 7(1): 16. DOI: 10.1186/s40561-020-00127-6.

[9] Şentürk Erenel A, Yaman Sözbir Ş, Uzun Aksoy M, et al. Effect of scenario-based simulation training on the obstetrics and gynecology nursing clinical practicum [J]. J Nurs Res, 2021, 29(2): e142. DOI: 10.1097/jnr.0000000000000417.

[10] Lei YY, Zhu L, Sa YTR, et al. Effects of high-fidelity simulation teaching on nursing students' knowledge, professional skills and clinical ability: a meta-analysis and systematic review [J]. Nurse Educ Pract, 2022, 60: 103306. DOI: 10.1016/j.nepr.2022.103306.

[11] Kruse DE, Scriver G, Walsh R. High-fidelity simulation training improves resident knowledge of contrast reaction management, especially for junior residents [J]. Eur J Radiol Open, 2022, 9: 100444. DOI: 10.1016/j.ejro.2022.100444.

[12] 王锦云，张少华. 高仿真情景模拟教学在普通病区护士综合应急能力培养中的应用 [J/OL]. 中华危重症医学杂志(电子版)，2020，13(3)：235-236. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-6880.2020.03.018.

[13] Ayed A, Khalaf IA, Fashafsheh I, et al. Effect of high-fidelity simulation on clinical judgment among nursing students [J]. Inquiry, 2022, 59: 469580221081997. DOI: 10.1177/00469580221081997.

[14] McClelland DC. Testing for competence rather than for "intelligence" [J]. Am Psychol, 1973, 28(1): 1-14. DOI: 10.1037/h0034092.

[15] Boyd B, Zamora CA, Castillo M. Managing adverse reactions to contrast agents [J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2017, 25(4): 737-742. DOI: 10.1016/j.mric.2017.06.008.

（收稿日期：2024-12-11）
（本文编辑：邬小梅）