

· 科研 · 教学 · 培训 ·

基于急诊床旁超声多维联合教学模式在急诊住院医师规范化培训教学中的应用

刘荃乐 李尊江 吴绮琪 陈瑞 陈墩帆 李国炜 丁邦晗

广州中医药大学第二附属医院 广东省中医院 广州中医药大学第二临床医学院急诊科, 广州 510120

通信作者: 丁邦晗, Email: banghanding@139.com

【摘要】目的 探讨基于急诊床旁超声多维联合教学模式在急诊住院医师规范化教学中的应用价值。**方法** 选取 2020 年 1 月至 2022 年 12 月在广州中医药大学第二附属医院急诊科参加临床工作的住院医师规范化培训的学生, 将受试者随机分为教学改革组 (HC 组) 和传统教学组 (N 组), 比较两组不同教学模式在理论试题测试、操作测试及问卷调查的考核成绩。**结果** HC 组在理论考试总分、操作总分均高于 N 组, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。问卷调查结果显示, HC 组在提高学习效率、学习兴趣、自主学习能力、增强学习自信心、知识的掌握程度等项目的评价均高于 N 组, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论** 急诊床旁超声多维联合教学法较传统讲授式教学法可切实提高教学效果和教学质量, 在急诊规培医生教学中具有重要价值。

【关键词】 慕课; 思维导图; 问题导向; 急诊床旁超声教学; 住院医师规范化培训

基金项目: 广州中医药大学急症教研室 (A1-2601-22-427-003Z055); 广州中医药大学 2021 校级教学改革项目 (A1-2601-22-427-003Z077); 广东省自然科学基金 (2021A1515012224); 2024 年中医医院应急和救治能力建设项目 (01030409)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2024.06.024

急危重症教学知识点繁多, 学生对疾病的本质缺乏直观、动态理解, 传统讲授式的教学模式已无法生动形象地指导及培养学生的临床思维和实践能力。如何改革补充急危重症教学的方式, 突破多年不变的教学模式, 将“问题导向”和实践更紧密结合, 提高急危重症的教学质量是急诊教学的重点和难点。随着床旁超声可视化教学模式的融入, 本教学模式主要探讨多维联合教学模式对急诊住院医师规范化培训的学生 (简称: 住培生) 进行教学的效果, 旨在为急诊教学提供了新的思路, 培养更高水平的临床医生。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选择于 2020 年 1 月至 2022 年 12 月在广州中医药大学第二附属医院急诊科参加临床培训的住培生 100 名作为研究对象, 随机分为教学改革组 (HC 组) 和传统教学组 (N 组), 每组各 50 名。所有参与研究的住培生均完成基础医学、临床医学课程。2 组住培生教学时数与教学目标均相同, 带教教师均为急诊专业的高年资主治医师, 且均取得急危重症领域学术团体颁发的超声资质证书 (工作年限为 5 年以上)。

HC 组规培医师年龄 (22.75 ± 2.73) 岁, 其中男性 23 名, 女性 27 名, N 组规培医师年龄 (22.67 ± 1.94) 岁, 其中男性 26 名, 女性 24 名, 2 组住培生性别、年龄、学历、专业、工作时间比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

1.2 培训内容及模式

1.2.1 HC 组和 N 组分别采用不同教学法对急性呼吸衰竭进行教学。N 组采用传统的讲授式+演示教学方法: ①授课前教师根据教学大纲制作急性呼吸衰竭幻灯片+肺部超声并讲解内容, 学生提前预习教材, 授课后学生复习授课内容。②结合视频教学, 规培医师在带教老师指导下采用凸阵探头对超声设备模拟人进行扫查, 在超声模拟人上进行练习, 每人练习 2 次, 带教老师在旁指导。③带教老师在临床带教过程中, 针对需要进行超声扫查的患者, 采用传统的演示进行扫查, 规培医师在旁见习, 并在带教老师指导下进行扫查。HC 组采用“慕课-思维导图-问题导向-急诊床旁超声”多维联合教学方法: 授课前, 教师提出急性呼吸衰竭病因诊断的常见问题, 学生通过慕课方式提前预习。以思维导图教学法为基础, 教师根据教学大纲制作急性呼吸衰竭幻灯片, 将肺部超声教学内容制作成思维导图。授课时, 采用问题导向法、可视化超声教学, 教师引导学生探讨急性呼吸衰竭的常

见病因、超声特征、鉴别诊断、常见陷阱等，每一位学生都参与讨论，各抒己见，加强师生互动。并采用案例教学法，通过典型病例视频演示急性呼吸衰竭患者肺部超声检查操

作，教师引导学生逐个切面提炼观察要点，建立诊断的临床思维。授课后，住培生采用思维导图逐级逐节回顾和梳理所学内容见图 1。

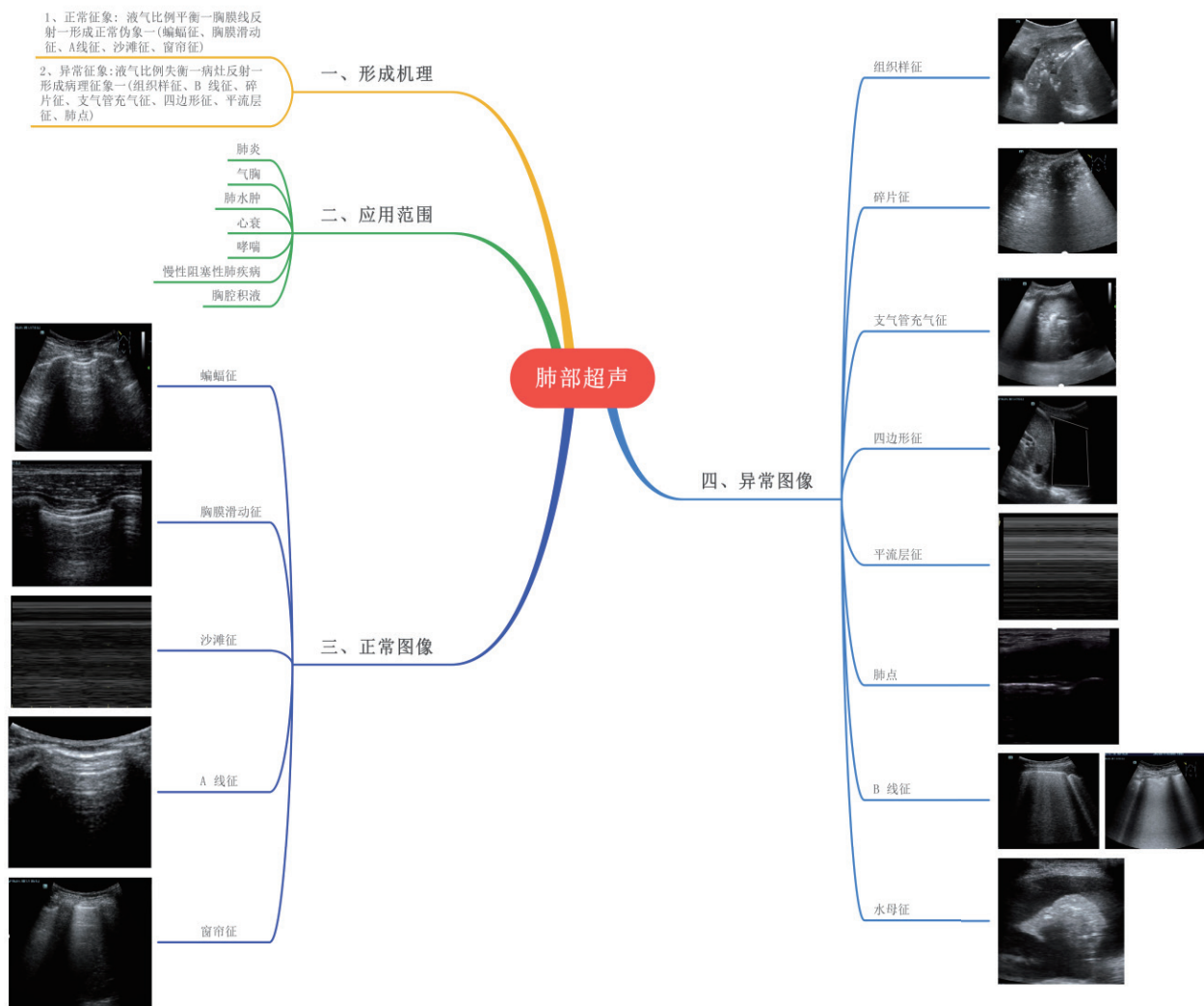


图 1 急诊床旁超声教学模式

1.3 考核指标及重点

学习结束后对 HC 组和 N 组住培生均进行考核，比较两组住培生的成绩，理论考核总分值 100 分，其中客观题 60 分，主观题 40 分。(1) 客观题：均为不定项选择题，以床旁超声结合急危重症的知识点为主。(2) 主观题：描述超声图像 (10 分)；根据临床信息、超声图像得出的可能诊断 (10 分)；需要鉴别的诊断 (10 分)；需要完善的检查 (10 分)。操作考核总分值 100 分，其中包含评估 (20 分)、超声设备的原理 (30 分)、操作评分 (40 分)、整体评价 (10 分)；(3) 问卷调查：2 组住培生对学习评价，包括教学满意度评价、教学整体评价。教学满意度评分：1 分表示很差，2 分表示比较差，3 分表示一般，4 分表示比较好，5 分表示非常好。教学整体评价分：1 分表示不满意，2 分表示一般，3 分表示满意。

1.4 统计学方法

应用 SPSS 25.0 统计学软件对数据进行统计分析。年龄、理论考试成绩、上机操作考核结果和问卷调查结果为计量资料用均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，采用成组 t 检验比较试验组和对照组的差异。性别为计数资料，以频数表示，2 组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

表 1 可见，笔试成绩在考核前后呈现出 0.01 水平显著性 ($t=-6.779, P=0.000$)，具体对比可知：改革前的平均值 (57.00) 低于改革后的平均值 (71.04)。分组对于操作考核呈现出 0.01 水平显著性 ($t=-8.733, P=0.000$)，具体对比差异可知：改革前的平均值 (62.98) 低于改革后的平均值 (75.68)。

综上，试验组的笔试成绩、操作成绩均显著高于对照组，即试验组的理论、操作掌握程度均显著高于对照组，差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。

表 1 理论及操作测试结果 (分, $\bar{x} \pm s$)

指标	分组		t 值	P 值
	HC 组 (n=50)	N 组 (n=50)		
笔试成绩	57.00 ± 12.00	71.04 ± 8.39	-6.779	0.000 ^b
操作考核	62.98 ± 6.94	75.68 ± 7.59	-8.733	0.000 ^b

注: ^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$

试验组的各方面教学满意度和总体教学满意度均显著高于对照组，差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 教学满意度 (分, $\bar{x} \pm s$)

指标	组别		t 值	P 值
	N 组 (n=50)	HC 组 (n=50)		
1. 经过这次床旁超声教学, 您对床旁超声的兴趣如何	2.06 ± 1.30	4.56 ± 0.50	-12.686	0.000 ^b
2. 经过这次床旁超声教学, 您的临床分析和解决问题的能力是否有所提高	2.42 ± 1.42	4.40 ± 0.81	-8.590	0.000 ^b
3. 经过这次床旁超声教学, 您的自学能力是否有所提高	1.90 ± 1.18	4.44 ± 0.50	-13.985	0.000 ^b
4. 经过这次床旁超声教学, 对您拓宽知识面是否有帮助	2.62 ± 1.31	4.66 ± 0.48	-10.360	0.000 ^b
5. 经过这次床旁超声教学, 对您觉得有否增加您的学习负担	2.34 ± 1.29	4.66 ± 0.48	-11.944	0.000 ^b
6. 经过这次床旁超声教学, 您觉得课堂气氛是否较课堂教学更加活跃	2.06 ± 1.25	3.96 ± 0.75	-9.189	0.000 ^b
7. 经过这次床旁超声教学, 使理论运用于实际的能力有否提高	2.44 ± 1.21	3.98 ± 0.82	-7.428	0.000 ^b
8. 经过这次床旁超声教学, 提出问题的积极性是否提高	2.12 ± 1.19	4.46 ± 0.50	-12.814	0.000 ^b
9. 经过这次床旁超声教学, 师生互动的机会是否增加	2.14 ± 1.18	4.14 ± 0.86	-9.705	0.000 ^b
10. 经过这次床旁超声教学, 急重症技术课程的总体满意度	2.74 ± 1.32	4.58 ± 0.50	-9.209	0.000 ^b
总均分	2.28 ± 1.09	4.38 ± 0.23	-13.277	0.000 ^b

注: ^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$

“教学操作演练状况”、“课外作业布置成效”在改革前后的比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。改革后的其余项目评价和总体教学评价均显著高于改革前, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 3。

3 讨论

3.1 急诊超声教学的重要性及意义

急诊床旁超声 (point-of-care ultrasound, POCUS) 是急诊医师借助超声影像技术, 运用急诊临床思维模式, 目标导向针对急危重症进行快速评估, 以指导早期诊断和临床决策, 是传统超声的补充和延伸^[1-2]。已有系统评价研究证实 POCUS 有助于提高呼吸困难、非创伤性低血压、休克、

表 3 教学评价 (分, $\bar{x} \pm s$)

指标	组别		t 值	P 值
	N 组 (n=50)	HC 组 (n=50)		
1. 对课程感兴趣程度	1.72 ± 0.76	2.14 ± 0.64	-2.998	0.003 ^b
2. 经过这次床旁超声教学, 您的临床分析和解决问题的能力是否有所提高	1.72 ± 0.78	2.26 ± 0.75	-3.519	0.001 ^b
3. 教学内容取舍	1.64 ± 0.69	2.28 ± 0.64	-4.798	0.000 ^b
4. 课堂信息量度	1.82 ± 0.63	2.28 ± 0.70	-3.454	0.001 ^b
5. 讲授思路条理	1.90 ± 0.58	2.20 ± 0.61	-2.528	0.013 ^a
6. 重点难点掌握	1.68 ± 0.65	2.28 ± 0.73	-4.334	0.000 ^b
7. 师生双向交流	1.76 ± 0.56	2.08 ± 0.70	-2.543	0.013 ^a
8. 语言表达能力	1.80 ± 0.61	2.20 ± 0.57	-3.395	0.001 ^b
9. PPT 设计水平	1.90 ± 0.61	2.16 ± 0.65	-2.055	0.043 ^a
10. 内容熟练程度	1.78 ± 0.82	2.36 ± 0.72	-3.766	0.000 ^b
11. 教材选用水平	1.72 ± 0.64	2.08 ± 0.78	-2.526	0.013 ^a
12. 课堂教学纪律	1.74 ± 0.72	2.26 ± 0.72	-3.596	0.001 ^b
13. 现代化教学手段	1.78 ± 0.65	2.16 ± 0.74	-2.735	0.007 ^b
14. 教学操作演练状况	1.94 ± 0.71	2.18 ± 0.75	-1.644	0.103
15. 课外作业布置成效	1.96 ± 0.67	2.06 ± 0.51	-0.840	0.403
16. 课堂教学特色	1.74 ± 0.66	2.02 ± 0.51	-2.356	0.021 ^a
17. 课堂教学方法	1.78 ± 0.74	2.18 ± 0.72	-2.747	0.007 ^b
18. 课程网站建设	1.76 ± 0.72	2.14 ± 0.67	-2.740	0.007 ^b
总均分	1.79 ± 0.48	2.18 ± 0.47	-4.196	0.000 ^b

注: ^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$

心肌炎、心包血肿等急危重症的诊断性^[3-4], 窄化鉴别诊断范围, 提高有效治疗效率。由于其无创、快速、动态、可重复操作等优势, 正越来越多地应用于急诊科临床评估及监测, 具有广阔的应用前景, 值得进一步推广。然而, 目前在临床教学方面, 对 POCUS 规范化培训的缺失是限制 POCUS 发展的重要原因之一。

3.2 当前急诊超声教学的形式、问题

急诊 POCUS 有别于超声科医师的检查, 急诊医师不仅要执行检查还要解释检查结果并指导临床诊治, 因此教学内容实践性较强。传统的讲授式教学以教师为主体, 即使教师能将知识点讲解得系统全面, 但学习过程单调, 形式以教师对学生的单向输出为主, 难以使学生操作能力得到锻炼, 亦即难以达到学以致用效果。

3.3 本教学模式的实践

慕课 (massive open online course, MOOC) 是以人工智能、大数据、云计算为核心技术基础的一种特色的远程教育方式^[5]。基于其“微课程”设计与“互联网”特性, MOOC 赋予学生高度自主灵活的学习时间, 还同时具有不受场景、区域限制的全周期“专题化”学习的特点。^[6]作为一种有效提升学习效率的教学方式, MOOC 正越来越多应用于急诊教学^[7]。

思维导图的应用使得传统教学模式存在的“课程时间有限”与“课程内容信息量太大、知识点太多”之间的矛盾得到缓解。本教学模式中的思维导图结合了图像、颜色

和关键词的视觉 - 空间排列的形式, 清晰地展示出各知识点之间的隶属关系, 实现逻辑思维的可视化, 有利于学生理解和记忆, 进而提高学生的分析和总结的能力^[8]。

问题导向式教学法 (problem based learning, PBL) 要求学生更多地参与到教学过程中, 在教师的引导下提出问题, 思考和探讨临床具体问题。在解决问题的过程, 学生能够主动地去掌握概念、机制和技能, 借此培养临床思维和解决临床问题的能力, 同时可以激发其学习热情, 调动学习积极性。PBL 教学法在急重症教学中的优势逐渐得到证实和认可^[9-10]。同时, 与思维导图法联合应用可在一定程度上弥补 PBL 的不足, 两种教学方法优势互补, 可以提高学习效率^[11-12]。

多维联合教学模式整合了不同教学方法的优势, 近年来被认可并应用于临床教学之中^[13-14]。本研究探讨的“急诊床旁超声多维联合教学模式”, 在教学形式上整合了在线学习资源、多媒体教学资源、实践操作、案例讨论及课堂教学等多种教学方法和资源; 教学目标是培养学生结合理论知识和自己获取的临床信息分析并处理临床实际问题的能力。因此尤其适用于急诊 POCUS 这一实操能力要求较高的教学内容。

3.4 联合教学模式的效果评估

考核成绩方面, HC 组住培生的理论考核及实操考核成绩均明显优于 N 组。教学满意度方面, 本研究通过住培生对应用超声技能的兴趣、对教学效果及自身能力的满意度等方面进行评价, 结果显示 HC 组满意度各项评价指标均优于 N 组。从教学内容取舍、课堂信息量度等 18 个项目对本次教学进行评价, 结果显示 HC 组住培生的总体教学满意度明显优于 N 组。说明“急诊床旁超声多维联合教学模式”应用于急诊规培教学可提高住培生的临床技能, 该教学改革方法具备可行性。

总之, 急诊床旁超声教学模式的不断完善和改进能有效提高住培生的临床操作技能, 同时整合医学教学模式的逐步开展有利于培养住培生的理论掌握、技能操作、预判应急处理以及解决问题能力等多方面综合技能, 同时激发住培生应用超声技能的兴趣, 提高自主学习探索的能力, 增加住培生的综合技能^[15]。进一步可望建立体系化的急诊床旁超声教学模式, 同时联合教学模式也为其他多学科人才培养提供了模式化的参考依据, 在临床教学过程中值得推广。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 刘荃乐: 研究设计、文章撰写; 李尊江、吴绮琪、陈瑞: 数据收集及整理、统计学分析; 陈墩帆、李国炜: 教学活动; 丁邦晗: 质量控制、数据校对

参 考 文 献

- [1] 床旁超声在急危重症临床应用专家共识组. 床旁超声在急危重症临床应用的专家共识 [J]. 中华急诊医学杂志, 2016, 25(1): 10-21. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2016.01.005.
- [2] Kok B, Wolthuis D, Bosch F, et al. POCUS in dyspnea, nontraumatic hypotension, and shock; a systematic review of existing evidence[J]. Eur J Intern Med, 2022, 106: 9-38. DOI: 10.1016/j.ejim.2022.07.017.
- [3] Wheeler F, Lahr R, Espinosa J, et al. Handheld bedside ultrasound in the diagnosis of myocarditis[J]. World J Emerg Med, 2024, 15(1): 73-74. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2024.010.
- [4] Alonso JV. Loculated pericardial hematoma diagnosed with point-of-care ultrasound[J]. World J Emerg Med, 2024, 15(3): ??????. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2024.039.
- [5] 马浩, 刘高明, 赵雷, 等. 创建虚拟慕课 (virtual MOOC) 在基础医学课程整合中的设计与应用 [J]. 中国高等医学教育, 2023(10): 37-38. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2023.10.015.
- [6] 王佳力, 全昌云, 张超. 大学生“慕课”建设的体会与启示 [J]. 高教学刊, 2023, 9(31): 130-133. DOI: 10.19980/j.CN23-1593/G4.2023.31.032.
- [7] 郭君平, 林彤彤, 胡铭, 等. MOOC 教学对大学生急救培训的效果研究 [J]. 中华急诊医学杂志, 2018, 27(10): 1184-1186. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.10.027.
- [8] Farrand P, Hussain F, Hennessy E. The efficacy of the ‘mind map’ study technique[J]. Med Educ, 2002, 36(5): 426-431. DOI: 10.1046/j.1365-2923.2002.01205.x.
- [9] 邢金燕, 韩小宁, 苑志勇, 等. 以问题为基础的病案式教学在重症医学规范化培训中的应用 [J]. 中华医学教育探索杂志, 2017, 16(6): 614-618. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2017.06.018.
- [10] 蒋云飞, 黄维, 顾双双, 等. 问题导向法在规培住院医师心肺复苏培训中的教学效果评价 [J]. 中华急诊医学杂志, 2021, 30(11): 1410-1412. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2021.11.028.
- [11] Gao XL, Wang L, Deng JJ, et al. The effect of the problem based learning teaching model combined with mind mapping on nursing teaching: a meta-analysis[J]. Nurse Educ Today, 2022, 111: 105306. DOI: 10.1016/j.nedt.2022.105306.
- [12] 米玉红, 陈焯, 陆艳辉, 等. 问题导向“集束化”培训模式助力急诊住院医师对致命性胸痛甄别思维体系的建立 [J]. 中华急诊医学杂志, 2023, 32(12): 1572-1576. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.12.027.
- [13] 王理, 吴红波, 钱安瑜, 等. 以岗位胜任力为目标的教考结合体系在急诊专业教学的探索 [J]. 中华急诊医学杂志, 2023, 32(1): 131-134. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.01.026.
- [14] 邹洪波, 苏虹. 多学科协作 (MDT) 联合情景模拟教学模式在临床实践教学中的应用探讨 [J]. 中国卫生产业, 2023, 20(7): 172-

175. DOI: 10.16659/j.cnki.1672-5654.2023.07.172.

27(6): 694-698. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.06.026.

[15] 潘龙飞, 王立明, 高彦霞, 等. 情景模拟联合多站式 Mini-CEX 评估法在急诊规培教学中的应用 [J]. 中华急诊医学杂志, 2018,

(收稿日期: 2024-01-15)

(本文编辑: 何小军)

虚拟现实技术在医学急救技能培训领域应用的范围

冯佳 郑琳琳 张玉萍 兰美娟 彭丹 郑苏炜 姚晓芳 许益萍

浙江大学医学院附属第二医院护理部, 杭州 310009

通信作者: 兰美娟, Email: lanmj@zju.edu.cn

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目 (2022KY169)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2024.06.025

虚拟现实 (virtual reality, VR) 技术是利用电脑模拟产生虚拟的三维空间, 用户直观体验模拟环境, 获得听觉、触觉及视觉等多感官反馈^[1], 目前已用于心肺复苏 (cardiopulmonary resuscitation, CPR)、气管切开、除颤等急救技能培训^[2-3]。在医学急救技能培训中, 除了单纯急救技术培训外, 评判性思维、情景意识、领导和协作能力等非技术技能也逐渐成为培训重点。研究证明^[4-6], VR 技术可以模拟各种急救场景和病情变化, 不仅能提高受训者技术技能水平, 还能培养团队合作、共情和决策等能力, 但在设备类型、研究设计、结局指标及干预效果等方面存在异质性。本研究采用 Arksey 等^[7]提出并由 Levac 等^[8]细化的范围综述方法, 汇总国内外文献, 以厘清本领域研究的现状和未来方向。

1 资料与方法

1.1 文献纳入和排除标准

纳入标准: ①研究对象为参与急救技能培训的医学专业者; ②研究内容为 VR 技术在医学急救技能培训中的临床应用; ③研究类型为原始研究, 包括随机对照研究 (randomized controlled trials, RCT)、类实验研究、横断面研究等。排除标准: ①非中、英文文献; ② VR 技术开发、VR 平台设计类研究; ③无法获取全文; ④重复发表。

1.2 检索策略

采用主题词与自由词相结合检索中国期刊全文数据库、万方数据库、维普、PubMed、Cochrane Library、Web of Science、Embase 数据库, 检索时限为建库至 2023 年 8 月 22 日。中文数据库以中国知网为例, 检索式: (SU%=‘虚拟现实技术’+‘虚拟现实’+‘模拟技术’+‘虚拟’+‘情景互动’+‘沉浸式游戏’+‘体感游戏’+‘混合现实’+‘增强现实’) AND (SU%=‘急救’+‘抢救’+‘急诊’+‘危

重症’+‘心肺复苏’) AND (SU%=‘培训’+‘技能’+‘实训’)。英文数据库以 PubMed 为例, 检索策略为图 1。

1.3 文献筛选和资料提取

文献导入 NoteExpress3.5.0 去重, 由 2 名研究者独立筛选, 提取作者、发表年份、国家、研究对象、样本量、研究类型、研究结果等信息资料并交叉核对, 出现异议则递交第 3 名研究者评判。

2 结果

2.1 文献筛选结果

初步检索后获得文献 3 164 篇, 最终纳入 28 篇。文献筛选流程见图 2。

2.2 纳入文献的基本特征

本研究纳入的 28 篇^[2-6, 9-31]文献中, 研究类型为 RCT 20 篇^[5, 6, 9-13, 15, 17, 19, 21-30]、横断面研究 6 篇^[2-3, 14, 18, 20, 31]、类实验研究 2 篇^[4, 16]; 发表国家为中国 16 篇^[5-6, 10-16, 18, 23-28]、德国 3 篇^[3, 9, 19]、波兰 2 篇^[21-22]、瑞典 2 篇^[30-31]、美国 1 篇^[2]、韩国 1 篇^[4]、澳大利亚 1 篇^[20]、英国 1 篇^[17]、西班牙 1 篇^[29]。纳入文献基本特征见表 1。

2.3 虚拟现实技术的干预形式

基于 VR 技术开展的急救操作培训包括 CPR、气管插管、气管切开等, 在临床^[2-3, 6, 12, 17, 19-23, 25, 27, 30-31]、麻醉^[9]、护理^[4-6, 10, 11, 13-15, 21, 24, 26, 28-29]、影像^[18]等不同专科的医护和医学生中均取得良好效果。VR 技术主要分为桌面式、分布式、沉浸式和增强式四种^[32]。在急救技能培训领域所应用 VR 可分为 3 种: 一是桌面式 VR 系统^[15, 26, 28-31], 通过鼠标、触摸屏等设备与计算机进行交互。成本较低、易实现, 但会受环境干扰, 缺乏体验感^[33]。二是沉浸式 VR 系统^[2-4, 6, 9, 10, 13, 14, 16, 19-20, 23-25, 27], 通过 VR 交互设备模拟某些特定情境, 例