

高保真模拟器在经胸超声心动图临床教学中的应用



王 霜¹, 王艾丽¹, 宋弯弯¹, 周建良²

1. 武汉大学中南医院心血管超声医学科 (武汉 430071)

2. 武汉大学中南医院心血管外科 (武汉 430071)

【摘要】目的 探讨高保真模拟器在经胸超声心动图临床教学中的应用价值。**方法** 选取 2023 年 11 月至 2024 年 11 月在武汉大学中南医院超声医学科轮转的住院医师规范化培训医师为研究对象, 并分为试验组和对照组, 两组均接受经胸超声心动图 10 个关键切面的理论及技能视频学习, 试验组采用高保真模拟器进行实操培训, 对照组通过传统模式培训, 培训后通过考核评分及问卷调查, 比较两组培训效果。**结果** 共纳入 24 名住院医师, 每组 12 人。培训前, 两组理论考核成绩无统计学差异 ($P > 0.05$)。培训后, 试验组实践技能考试成绩优于对照组 (82.08 ± 5.03 vs. 71.83 ± 0.83), 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。试验组学员对高保真模拟器的实用性、仿真性及教学效果总体持肯定态度。**结论** 高保真模拟教学法能有效提升住院医师经胸超声心动图检查技能, 可作为传统教学的有益补充。

【关键词】 模拟教学; 高保真模拟器; 经胸超声心动图; 住院医师规范化培训

【中图分类号】 R 540.4+5 **【文献标识码】** A

Application of high-fidelity simulators in clinical teaching of transthoracic echocardiography

WANG Shuang¹, WANG Aili¹, SONG Wanwan¹, ZHOU Jianliang²

1. Department of Cardiovascular Ultrasound, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

2. Department of Cardiovascular Surgery, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

Corresponding author: ZHOU Jianliang, Email: zjl20210802@whu.edu.cn

【Abstract】Objective To explore the application value of high-fidelity simulators in the clinical teaching of transthoracic echocardiography (TTE). **Methods** Residents receiving standardized training who rotated in the Department of Ultrasound Medicine, Zhongnan Hospital of Wuhan University, from November 2023 to November 2024, were selected as the research objects and divided into an experimental group and a control group. Both groups received theoretical and practical skill video learning of 10 key sections of TTE. The experimental group received practical training using high-fidelity simulators, while the control group received training through the traditional mode. After training, the training effects of the two groups were compared through

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202502040

基金项目: 湖北省卫生健康委员会临床医学教育教学改革研究 (西医) 项目 (HBJG-250020); 武汉大学大学生创新创业训练计划项目 (202510486164); 武汉大学本科教育质量建设综合改革项目 (ZG241359); 武汉大学医学部教学研究项目 (2025ZD18、2024YB44); 武汉大学中南医院住培 / 专培教学研究项目 (ZP-202422)

通信作者: 周建良, 博士, 主任医师, 博士研究生导师, Email: zjl20210802@whu.edu.cn

assessment scores and questionnaires. **Results** A total of 24 residents were included, with 12 in each group. Before training, there was no statistically significant difference in the theoretical assessment scores between the two groups ($P>0.05$). After training, the experimental group achieved better results in the practical skills exam than the control group (82.08 ± 5.03 vs. 71.83 ± 0.83), and the difference was statistically significant ($P<0.05$). The residents in the experimental group generally held a positive attitude towards the practicality, simulation effect and teaching effect of the high-fidelity simulators. **Conclusion** The high-fidelity simulation teaching method can effectively improve the TTE examination skills of the residents and can be used as a beneficial supplement to traditional teaching.

【Keywords】 Simulation teaching; High-fidelity simulator; Transthoracic echocardiography; Standardized training of resident physicians

切面扫描是超声心动图初学者必须掌握的重要技能之一。传统临床教学主要采用一对一的带教模式培训住院医师,但该模式面临诸多问题:如超声设备数量有限,学员实际操作机会较少,难以充分练习;部分患者因身体状况、时间限制或隐私顾虑,难以配合教学需求,导致学员实践机会不足;对真实患者重复练习同一操作可能引发患者不适或伦理问题,限制了学员熟练度的提升;学员担心操作不当可能对患者造成伤害,影响学习积极性和自信心;学员只能在特定时间段内接触患者,难以随时随地进行练习等。为解决传统教学方式在资源、效率、心理压力、时间和伦理等方面的问题,近年来高保真模拟教学法在超声教育领域得到了广泛应用^[1-4]。高保真模拟教学法通过让学员在模拟器上反复练习不仅显著提高了住院医师操作技能的熟练程度,还避免了因检查时间过长给患者带来的不适,缓解了临床教学的压力。多项研究表明,高保真模拟教学可有效提升住院医师超声检查技能水平^[5-6]。既往关于仿真模拟器应用于超声心动图的研究主要聚焦于本科生教育及围手术期应用^[7-8],专门针对我国住院医师规范化培训超声医师的研究报道较少。本研究采用高保真模拟教学方法培训住院医师的心脏超声检查技能,旨在探索和验证高保真模拟教学在心脏超声技能教学中的有效性,为医学教育创新提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2023 年 11 月至 2024 年 11 月间在武汉大学中南医院超声医学科轮转的住院医师规范化培训学员(以下简称“住培生”)作为研究对象。

纳入标准:①超声医学专业一年级的住培生;②超声理论课程学习结束;③未接触过任何超声技能培训。排除标准:①不能配合研究;②因个人原因终止住培。本研究已获得武汉大学中南医院伦理委员会审批(批号:科伦[2024121K])。

1.2 教学实施

将学员分为试验组与对照组,两组学员均接受经胸超声心动图常见切面的理论和技能视频学习。技能视频学习内容涵盖胸骨旁左心长轴切面、胸骨旁大动脉短轴切面、二尖瓣水平短轴切面、乳头肌水平短轴切面、心尖水平短轴切面、心尖四腔心切面、心尖三腔心切面、心尖两腔心切面、剑下四腔心切面、剑下双腔静脉切面 10 个关键切面的解剖结构解析与扫查技巧。教学安排为每周 1 次理论授课搭配 4 次技能实操培训,每两个月构成一个完整的培训周期。两组学员的技能培训均由固定的两名主治医师负责,且培训内容均为上述十个心脏超声切面的扫查。

技能实操培训方面,试验组学员利用高保真模拟器进行演练,每周培训 4 次,每次培训时长约 1 h,共计培训 2 个月。高保真模拟器由模拟超声机、模拟人和多功能操作台三部分组成(图 1)。模拟超声机具有真实超声诊断仪外观、各种功能按键、模式旋钮功能等,全面模拟真实的临床超声检查环境;模拟人体具有逼真的触觉特征,有临床超声操作所需的解剖标志,可触及的肋骨、胸骨及可按压凹陷的腹部和肋间隙等;多功能操作台具有基于磁力定位技术的探头位置和姿态实时捕捉系统,可以方便快捷地更换男性或女性仿真模拟人体,系统自动识别模拟人性别。试验组在训练初期由带教老师亲自操作模拟器进行示范,学员在旁观察学习。带教老师边操作模拟器



图1 高保真模拟器训练系统图示

Figure 1. Diagram of a high-fidelity simulator training system

边讲解心脏解剖结构、操作步骤、扫查技巧及典型图像特征，并实时调整操作训练系统上的按钮，进行灰度、焦点位置、整体增益及时间增益等参数的调整。在进行彩色多普勒超声检查时，带教老师适当调节多普勒频率、速度、范围、滤波及角度等设置。待学员掌握基本操作技巧后，便开始在模拟人身上进行切面扫查。此时，训练系统自动追踪、记录探头放置的位置，并在电脑屏幕上实时展示探头的标准放置位置，学员可依据图标提示及时纠正操作，一旦成功扫查到标准切面，系统会立即给予正面反馈，允许学员保存图像，否则需重新扫查。高保真模拟器的操作屏幕能实时展现三维立体结构及超声切面，以便学员直观地理解解剖空间结构及相邻关系，从而迅速掌握心脏超声扫查技术和正常图像识别。此外，学员还可在脱离老师指导的情况下进行自主练习，系统设定的标准统一，确保训练的客观性。

对照组则由住培生轮流扮演患者角色，利用实机进行技能培训，在同一位带教老师指导下进行，培训时间、时长及周期跟试验组一致。带教老师在机器旁边操作超声诊断仪边介绍心脏解剖结构、操作步骤、扫查技巧及典型图像特征，并实时调整超声诊断仪上的按钮，进行灰度、焦点位置、整体增益及时间增益等参数的调整。在进行彩色多普勒超声检查时，带教老师同样进行多普勒频率、速度、范围、滤波及角度等设置调节。待学员掌握基本操作技巧后，学员两两结伴进行切面扫查练习。

1.3 教学评估

考核评分：培训前统一参加理论知识考核，考核内容为常见经胸超声心动图切面组成及关键超声参数，由科室 2 名高级职称教师根据国际标

准心脏超声切面扫查规范制定，满分为 100 分，采用试卷形式进行考核，两组完成考核后统一上交，由带教老师进行集中批改。培训后，两组住培生均参加上机操作，试验组在模拟人身上进行切面扫查，对照组在同伴身上进行切面扫查，操作期间由带教老师进行评分，评分标准参照武汉大学中南医院超声科学员上机操作评分表，包括检查前准备、仪器调节、检查方法、口头描述、超声诊断、回答问题 6 个方面，总分 100 分，考核在培训第 2 个月的最后一周内组织完成。考核老师由科室内具有 5 年以上心脏超声检查经验的 3 名主治医师组成，对他们进行统一培训，保证评分公正性及规范性。3 名考官的平均分作为该学员考核的最终成绩。

问卷调查：在培训结束后一周内对试验组学员进行自编问卷调查。在文献^[9]基础上自主设计问卷（Cronbach's α 系数为 0.755），由带教老师现场发放调查问卷二维码，学员匿名填写。问卷主要包括超声模拟器的实用性、仿真性、高保真模拟教学法的培训效果、学员对模拟教学法的评价共 4 个维度的内容。共有 13 项单选题，分为“赞成（同意或非常同意）”“中立（不确定）”“反对（不同意或非常不同意）”3 个方面。共发放问卷 12 份，回收问卷 12 份，有效问卷回收率为 100%。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。计量资料以均数和标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间比较采用两独立样本 t 检验；计数资料采用频数和百分比（ $n, \%$ ）表示，组间比较采用卡方检验或 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入 24 名住培生，每组 12 人。试验组女生 7 人，男生 5 人，平均年龄（ 26.17 ± 2.29 ）岁；对照组女生 8 人，男生 4 人，平均年龄（ 26.00 ± 1.71 ）岁。两组学员在性别、年龄、学历方面差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），具有可比性，见表 1。

2.2 技能考核比较

培训前，两组学员理论考核成绩差异无统

表1 两组学员一般资料比较 (n, %)

Table 1. General information of the subjects in the two groups (n, %)

特征	试验组 (n=12)	对照组 (n=12)	χ^2/t 值	P值
性别			—	0.716 [#]
男	5 (41.67)	4 (33.33)		
女	7 (58.33)	8 (66.67)		
年龄 (岁)*	26.17 ± 2.29	26.00 ± 1.71	0.202	0.196
学历			—	0.615 [#]
本科	8 (66.67)	8 (66.67)		
硕士研究生	2 (16.67)	3 (25.00)		
博士研究生	2 (16.67)	1 (8.33)		

注: *计量资料以均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示; [#]组间比较采用Fisher确切概率法。

计学意义 ($P > 0.05$); 培训后, 试验组实践技能考核成绩显著高于对照组 (82.08 ± 5.03 vs. 71.83 ± 0.83), 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表2。

2.3 试验组学员问卷调查结果

在实用性、仿真性、高保真模拟教学法以及整体评价4个维度方面, 赞成百分比分别为97.22%、88.89%、91.67%、86.11%, 中立百分比分别为2.78%、11.11%、8.33%、13.89%。在具

体条目方面, “能够顺利在模拟器上进行图像调节” “能够顺利选择合适探头” “模拟器使用方法与真实心脏超声诊断仪相同” 等11个条目得到了超80%学员的赞成, 但在“图像显示与真实志愿者检查时图像显示相同” “培训效果不低于真实志愿者教学方法” 的条目上分别有4名、3名学员持中立态度, 所有条目不存在反对态度, 见表3。

表2 两组学员培训前后考核分数比较 ($\bar{x} \pm s$)Table 2. Comparison of skill examination scores between two groups before and after training ($\bar{x} \pm s$)

考核部门	试验组 (n=12)	对照组 (n=12)	t值	P值
培训前	53.92 ± 5.28	53.50 ± 6.02	0.18	0.859
培训后	82.08 ± 5.03	71.83 ± 0.83	5.25	<0.01

表3 试验组对超声模拟器及模拟教学方法的评价 (n, %)

Table 3. Evaluation of the ultrasound simulator and simulated teaching methods by the experimental group (n, %)

维度及条目	赞成	中立	反对
实用性			
能够顺利在模拟器上进行图像调节	12 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
能够顺利选择合适探头	12 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
模拟器使用方法与真实心脏超声诊断仪相同	11 (91.67)	1 (8.33)	0 (0.00)
仿真性			
3D切面显示清晰	12 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
图像显示与真实志愿者检查时图像显示相同	8 (66.67)	4 (33.33)	0 (0.00)
超声心动图切面的标志性解剖结构显示清晰	12 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
高保真模拟教学法			
能够提高获取10个超声心动图标准切面的能力	12 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
能够提高临床检查能力	10 (83.33)	2 (16.67)	0 (0.00)
能够帮助形成规范的检查顺序	11 (91.67)	1 (8.33)	0 (0.00)
可以增强心脏超声筛查的信心	11 (91.67)	1 (8.33)	0 (0.00)
整体评价			
培训效果不低于真实志愿者教学方法	9 (75.00)	3 (25.00)	0 (0.00)
向同行推荐超声模拟教学方法	10 (83.33)	2 (16.67)	0 (0.00)
支持超声模拟教学作为传统教学的补充	12 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

3 讨论

随着医疗科技的日新月异和临床诊疗需求的日益增长,超声技术在疾病的诊断、治疗及研究领域扮演着举足轻重的角色,这使得超声教学在医学教育体系中的地位愈发显著,超声技能培训已成为住院医师规范化培训不可或缺的一环^[10]。然而,传统教学方式在培养学生扎实的图像采集技能方面存在弊端,其侧重于理论知识的传授,忽视对学员实际操作能力的有效锻炼,学员仅凭这些传统手段很难真正掌握图像采集的核心技能^[11-13]。另外,超声诊断仪稀缺、新手对操作仪的不可控性均使得学员的学习曲线明显延长^[14]。在此背景下,超声医学教育中的模拟技术应运而生,成为一项至关重要的教学工具,它将超声技术手段与实践培训方法相融合,模拟不同临床场景进行沉浸式教学,显著提高培训的成功率^[15-17]。

超声模拟培训技术涵盖了从低保真模拟器(采用明胶材料精心制作的个性化模型)到高保真模拟器(集成先进软件的人体模拟器)、虚拟现实及增强现实技术的应用,以及利用模拟病理状态的标准化病人进行培训等多种形式。研究已证实,高保真 3D 模拟器在提升认知能力和心理运动技能方面具有显著效果,使操作者在图像采集、图像解读及操作技能上均得到明显提升^[18]。此外,高保真模拟教学还能有效增强学习者,尤其是新手的自信心,减轻其焦虑情绪,为顺利过渡到临床实践奠定坚实基础^[19]。

本研究发现大多数住培生对高保真模拟器及模拟教学方法持积极肯定态度,这主要源于高保真模拟器能够创造出与真实世界极为接近的模拟环境,具备操作简便、安全可靠以及可重复性高等优点,在临床学习资源相对匮乏的情况下,能够为学员提供更多便捷且高效的仿真学习机会,有效缩短培训周期,这一发现与国外的研究成果^[20]相吻合。另外,在关于“图像显示与真实志愿者检查时图像显示相同”“培训效果不低于真实志愿者教学方法”条目上,分别有 4 名和 3 名学员持中立态度。原因可能为模拟教学方法高度依赖于高保真模拟器的性能,如果高保真模拟器在逼真度或功能上存在不足,可能会对教学效果产生不利影响。其次,模拟教学缺乏真实操作中

的某些真实感,导致部分学员在某些方面无法完全体验到实际操作的感觉。由此可见,高保真模拟器更适合初学者或经验尚浅的学员进行初步练习,若要全面掌握心脏超声扫描技巧,仍然需要在真实患者身上进行实际操作,以获得对患者心脏状况进行正确评估和精准诊断的能力。

此外,两组培训前在理论知识上差异不具有统计学意义,且纳入学员均未接触过任何超声技能培训,提示两组在理论和实践操作方面具有一定可比性。培训后,试验组实践操作得分显著高于对照组,提示高保真模拟器较传统方法对提高学员的操作技能具有一定效果。但考虑到培训前研究对象均未接触过任何超声技能培训,研究仅对其进行理论考核,未对其操作评分,导致无法对每组培训前后的操作评分进行比较,后续研究可设计标准化的“操作基线测试”,通过培训前后的组内比较,同时结合两组的组间比较,形成“双重证据链”,使评估体系更精准化,从而更全面挖掘高保真模拟器的教学价值。

综上所述,模拟教学方法在提升超声医学科住培生的临床技能水平方面展现出了显著成效,能够在较短时间内获得令人满意的培训效果。然而,由于本次研究的样本量有限,仅涉及少数住培生参与且为单中心研究,因此研究结果尚不能完全反映出模拟教学法对学员长期技能保持及实际临床工作能力提升的全面影响。鉴于此,未来有必要规划更大规模、更广泛的研究,以进一步验证和确认模拟教学法的实际应用效果。此外,模拟教学方法的实施也对教师提出了更高的要求,需要投入更多的时间和精力,这在一定程度上可能与临床医务人员繁重的日常工作负担产生冲突。因此,为了有效推广模拟教学,必须积极协调临床医务人员参与教学工作的安排,确保他们有足够的时间和精力投入到模拟教学中,共同推动超声医学科住院医师规范化培训质量的不断提升。

伦理声明: 本研究已获得武汉大学中南医院伦理委员会审批(批号:科伦[2024121K])

作者贡献: 研究设计、论文撰写及修改:王霜;研究实施、数据分析:王艾丽;研究实施:宋弯弯;研究设计、论文审校:周建良

数据获取: 本研究中使用和(或)分析的数据可联

系通信作者获取

利益冲突声明: 无

致谢: 不适用

参考文献

- 1 Salim N, Shoaib A, Amir MA, et al. Impact of simulation-based training on transesophageal echocardiography learning: a systemic review and Meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2024, 49(8): 102679. DOI: [10.1016/j.cpcardiol.2024.102679](https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2024.102679).
- 2 Zeng Q, Wang K, Liu WX, et al. Efficacy of high-fidelity simulation in advanced life support training: a systematic review and Meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *BMC Med Educ*, 2023, 23(1): 664. DOI: [10.1186/s12909-023-04654-x](https://doi.org/10.1186/s12909-023-04654-x).
- 3 Huang J, Tang Y, Tang J, et al. Educational efficacy of high-fidelity simulation in neonatal resuscitation training: a systematic review and Meta-analysis[J]. *BMC Med Educ*, 2019, 19(1): 323. DOI: [10.1186/s12909-019-1763-z](https://doi.org/10.1186/s12909-019-1763-z).
- 4 Dromey BP, Peebles DM, Stoyanov DV. A systematic review and Meta-analysis of the use of high-fidelity simulation in obstetric ultrasound[J]. *Simul Healthc*, 2021, 16(1): 52-59. DOI: [10.1097/SIH.0000000000000485](https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000485).
- 5 Brandt LD, Kendle AP, Leung CG, et al. Bridging the procedures skill gap from medical school to residency: a simulation-based mastery learning curriculum[J]. *Med Educ Online*, 2024, 29(1): 2412399. DOI: [10.1080/10872981.2024.2412399](https://doi.org/10.1080/10872981.2024.2412399).
- 6 Østergaard ML, Rue Nielsen K, Albrecht-Beste E, et al. Simulator training improves ultrasound scanning performance on patients: a randomized controlled trial[J]. *Eur Radiol*, 2019, 29(6): 3210-3218. DOI: [10.1007/s00330-018-5923-z](https://doi.org/10.1007/s00330-018-5923-z).
- 7 Hempel C, Turton E, Hasheminejad E, et al. Impact of simulator-based training on acquisition of transthoracic echocardiography skills in medical students[J]. *Ann Card Anaesth*, 2020, 23(3): 293-297. DOI: [10.4103/aca.ACA_51_19](https://doi.org/10.4103/aca.ACA_51_19).
- 8 Arango S, Gorbaty B, Buyck D, et al. A free-access online interactive simulator to enhance perioperative transesophageal echocardiography training using a high-fidelity human heart 3D model[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2023, 37(2): 308-313. DOI: [10.1053/j.jvca.2022.10.012](https://doi.org/10.1053/j.jvca.2022.10.012).
- 9 Ding K, Chen M, Li P, et al. The effect of simulation of sectional human anatomy using ultrasound on students' learning outcomes and satisfaction in echocardiography education: a pilot randomized controlled trial[J]. *BMC Med Educ*, 2024, 24(1): 494. DOI: [10.1186/s12909-024-05337-x](https://doi.org/10.1186/s12909-024-05337-x).
- 10 Zhou Y, Xie Y, Fan M, et al. Dynamic sequential cross-sectional scanning increases detection rate of congenital heart disease in sonographers: a prenatal ultrasound training program[J]. *BMC Med Educ*, 2024, 24(1): 1190. DOI: [10.1186/s12909-024-06154-y](https://doi.org/10.1186/s12909-024-06154-y).
- 11 Recker F, Neubauer R, Dong Y, et al. Exploring the dynamics of ultrasound training in medical education: current trends, debates, and approaches to didactics and hands-on learning[J]. *BMC Med Educ*, 2024, 24(1): 1311. DOI: [10.1186/s12909-024-06092-9](https://doi.org/10.1186/s12909-024-06092-9).
- 12 Li X, Li H, Zhang H, et al. A novel step-by-step teaching method improves training outcomes in transvaginal ultrasound for postgraduate reproductive medicine students: an exploratory randomized controlled study[J]. *BMC Med Educ*, 2024, 24(1): 1270. DOI: [10.1186/s12909-024-06257-6](https://doi.org/10.1186/s12909-024-06257-6).
- 13 Barth G, Prosch H, Blaivas M, et al. Student ultrasound education, current views and controversies; who should be teaching?[J]. *Z Gastroenterol*, 2024, 62(10): 1718-1723. DOI: [10.1055/a-2356-7906](https://doi.org/10.1055/a-2356-7906).
- 14 Dromey BP, Peebles DM, Stoyanov DV. A systematic review and Meta-analysis of the use of high-fidelity simulation in obstetric ultrasound[J]. *Simul Healthc*, 2021, 16(1): 52-59. DOI: [10.1097/SIH.0000000000000485](https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000485).
- 15 Bailey S, Dietrich CF, Matthew J, et al. Simulation in obstetric and gynecologic ultrasound training: design and implementation considerations[J]. *J Clin Med*, 2025, 14(14): 5064. DOI: [10.3390/jcm14145064](https://doi.org/10.3390/jcm14145064).
- 16 Samsel K, Wasiak D, Situ-LaCasse E, et al. Real-time ultrasound-guided lumbar puncture: a comparison of two techniques using simulation[J]. *West J Emerg Med*, 2025, 26(3): 737-742. DOI: [10.5811/westjem.21163](https://doi.org/10.5811/westjem.21163).
- 17 Pillong L, Sprengart FM, Recker F, et al. Reflecting realities: gauging the pulse of simulator-based training in medical minds-resonance of simulator-based ultrasound training in medical education[J]. *BMC Med Educ*, 2025, 25(1): 664. DOI: [10.1186/s12909-025-07198-4](https://doi.org/10.1186/s12909-025-07198-4).
- 18 Arango S, Gorbaty B, Buyck D, et al. A free-access online interactive simulator to enhance perioperative transesophageal echocardiography training using a high-fidelity human heart 3D Model[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2023, 37(2): 308-313. DOI: [10.1053/j.jvca.2022.10.012](https://doi.org/10.1053/j.jvca.2022.10.012).
- 19 Dietrich CF, Sirli RL, Barth G, et al. Student ultrasound education-current views and controversies[J]. *Ultraschall Med*, 2024, 45(4): 389-394. DOI: [10.1055/a-2265-1070](https://doi.org/10.1055/a-2265-1070).
- 20 Taksoe-Vester C, Dyre L, Schroll J, et al. Simulation-based ultrasound training in obstetrics and gynecology: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Ultraschall Med*, 2021, 42(6): e42-e54. DOI: [10.1055/a-1300-1680](https://doi.org/10.1055/a-1300-1680).

收稿日期: 2025 年 02 月 13 日 修回日期: 2025 年 05 月 27 日
本文编辑: 桂裕亮 曹 越

引用本文: 王霜, 王艾丽, 宋弯弯, 等. 高保真模拟器在经胸超声心动图临床教学中的应用[J]. 医学新知, 2025, 35(9): 1115-1120. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202502040](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202502040).
Wang S, Wang AL, Song WW, et al. Application of high-fidelity simulators in clinical teaching of transthoracic echocardiography[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2025, 35(9): 1115-1120. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202502040](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202502040).