

## 重症超声专项培训在重症医学教学中的作用

王慧<sup>1</sup> 何伟<sup>2</sup> 丁欣<sup>3</sup> 王小亭<sup>3</sup> 段军<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中日友好医院重症医学科,北京 100029; <sup>2</sup>首都医科大学附属北京同仁医院重症医学科,北京 100005;

<sup>3</sup>北京协和医院重症医学科,北京 100005

通信作者:段军, Email: duanjun\_cjfh@126.com

**【摘要】** 目的 评估重症超声专项培训在重症医学教学中的应用效果。方法 采用观察性研究方法。选择中日友好医院 2020 年 3 月至 2021 年 9 月重症医学专业的 80 名进修医师作为研究对象,教学方案实施的重点为重症超声的使用、重症超声的基础知识和基本切面获取、标准切面的识别、异常超声图像的解读和分析以及临床病例的整合分析。通过柯氏 4 级模型评估培训前后学员的满意度、理论考试和操作考核成绩,以及将超声用于临床的综合应用能力、超声培训对临床结果的影响。结果 学员对于课程整体的满意程度(包括同意或非常同意)在 90% 以上。所有学员在经过超声专修培训后理论考试、异常图像解读和操作技能考核成绩均有明显提高[理论考试(分):76(68, 80)比 52(48, 60),异常图像解读(分):68(64, 76)比 40(28, 44),操作技能考核(分):36(32, 42)比 8(0, 13),均  $P < 0.05$ ],学员的超声实际应用能力亦有明显提高[病例考核成绩(分):72(64, 80)比 40(28, 44),病例分析成绩(分):20(16, 23)比 11(7, 15),图像解读成绩(分)13(11, 14)比 7(0, 11),均  $P < 0.05$ ]。总共 230 次床旁超声检查后,87 次检查得出了新的诊断,77 次检查确认了之前的诊断,并将治疗进行了更改,使用后对于整体临床决策的影响达到 71.3% (164/230)。重症心脏超声的使用率最高[41.7% (96/230)],其次是肺部超声[29.1% (67/230)],颅脑超声使用率最低[4.8% (11/230)]。心脏超声应用后,左室舒张功能不全和急性右室功能障碍的诊断率明显提高[分别为 28.1% (27/96)和 13.5% (13/96)]。结论 重症超声专项培训在重症医学教学中表现出了良好的教学效果。

**【关键词】** 重症医学; 重症超声; 专项培训

基金项目:北京市医药卫生住院医师规范化培训质量提高项目(2021072)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.04.017

### Application of critical care ultrasound special training in critical care medical education

Wang Hui<sup>1</sup>, He Wei<sup>2</sup>, Ding Xin<sup>3</sup>, Wang Xiaoting<sup>3</sup>, Duan Jun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Intensive Care Unit, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China; <sup>2</sup>Department of Intensive Care Unit, Beijing Tongren Hospital, CMU, Beijing 100005, China; <sup>3</sup>Department of Intensive Care Unit, Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100005, China

Corresponding author: Duan Jun, Email: duanjun\_cjfh@126.com

**【Abstract】** **Objective** To explore the application of critical care ultrasound special training in critical care medicine. **Methods** An observational study method was conducted. A total of 80 trainees from March 2020 to September 2021 in China-Japan Friendship Hospital were selected. The implementation of the teaching program focused on the use of critical care ultrasound, the acquisition of basic knowledge and basic section of critical care ultrasound, the recognition of standard section, the interpretation and analysis of abnormal ultrasound images, and the integrated analysis of clinical cases. The degree of satisfaction, the performance of theoretical and operational assessment, the comprehensive application ability of ultrasound in clinical application and the influence of ultrasound training on clinical outcomes were assessed by the Kirkpatrick Level 4 Model before and after training. **Results** Students' satisfaction with the course (including agree or strongly agree) was above 90%. After the ultrasound training, all the students had significantly improved their results, including theoretical examination, abnormal image interpretation and operational skills examination, and their practical ultrasonic application ability has significantly improved [theoretical examination: 76 (68, 80) vs. 52 (48, 60), abnormal image interpretation score: 68 (64, 76) vs. 40 (28, 44), operation skill test score: 36 (32, 42) vs. 8 (0, 13), all  $P < 0.05$ ], the students' practical application ability of ultrasound was also significantly improved [case assessment score: 72 (64, 80) vs. 40 (28, 44), case analysis score: 20 (16, 23) vs. 11 (7, 15), image interpretation score: 13 (11, 14) vs. 7 (0, 11), all  $P < 0.05$ ]. Out of a total of 230 bedside ultrasounds, 87 resulted in a new diagnosis, 77 confirmed a previous diagnosis, and treatment changes were made, resulting in a 71.3% impact on overall clinical decision making (164/230). The use rate of severe cardiac ultrasound was the highest [41.7% (96/230)], followed by lung ultrasound [29.1% (67/230)], and brain ultrasound was the lowest [4.8% (11/230)]. The diagnosis rates of left ventricular diastolic dysfunction and acute right ventricular dysfunction were significantly increased after cardiac ultrasound [28.1% (27/96) and 13.5% (13/96)]. **Conclusion** The special training of critical care ultrasound has shown good teaching effect in intensive care medicine teaching.

**【Key words】** Critical care; Critical care ultrasound; Special training

**Fund program:** The Quality Improvement Project of Standardized Resident Training in Beijing Medical and Health System (2021072)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.04.017

重症超声是在重症医学理论指导下,针对重症患者,以问题为导向,整合超声技术的多目标动态评估过程;是确定重症治疗方向及精细化滴定,调整治疗的重要手段<sup>[1]</sup>。正是由于重症超声需要融合理论知识、图像获取、图像解读和临床整合等的复杂特点,越来越多的医疗机构认识到了重症超声培训的必要性,因此,关于重症超声的培训体系也在各医疗机构以不同的形式不断发展和完善<sup>[2-5]</sup>。Shokoohi 等<sup>[3]</sup>开展了床旁超声的实践性学习模式,包括简单的理论课程学习、在正常模型的操作实践和真实患者的操作实践模式,并取得了良好的效果。目前大多数重症超声的培训模式为短期内(时限为 1~2 d)的理论教学、操作技能训练、图像辨识和解析,以及口头病例分析讨论,后续需要学员在各自单位进行一定数量的操作实践,而这部分内容依从性差,完成度不高。本研究旨在采用柯氏模型评估为期 6 个月结合模拟教学重症超声专项培训的教学效果,并分析模拟教学培训在重症超声教学中的应用价值,进而为重症超声在临床的应用提供依据。

### 1 资料与方法

**1.1 研究方法及对象:**采用非对照教育前后的观察性研究方法,选取 2020 年 3 月至 2021 年 9 月在中日友好医院外科重症医学科学习的 80 名进修医师作为研究对象。研究对象对本研究内容均已知情同意。

**1.2 教学实施:**本课程是中日友好医院外科重症医学科教学人员专门针对 6 个月学员特别设计的全面互动的教学方案。教学方案的重点为重症超声的使用,包括心脏、肺、腹部、肾脏、颅脑重症超声的基础知识和基本切面获取、标准切面的识别、异常超声图像的解读和分析,最后回归到临床病例的整合分析。课程形式包括理论课程的学习、模拟人标准切面的操作技能训练及临床真实场景中的重症超声流程化应用,并且学员定期进行临床超声病例汇报和讨论,以及由学员主导的临床超声查房,旨在提高学员的主动性和互动性。其中理论学习课每周 2 节,每节 45 min;6 个月为 1 个学习周期,每年开设 2 班,每班 20~30 人。培训过程穿插模拟人操作练习及真人模特练习,须由导师认定学员操作合格后方可进行临床实践操作。合格后的学员每周指定 2 名进入超声班,专门负责科内有需要患者的超声操作,并选取典型病例每周进行 1 次汇报。超声查房每周进行 2 次,教学方案实施流程见图 1。

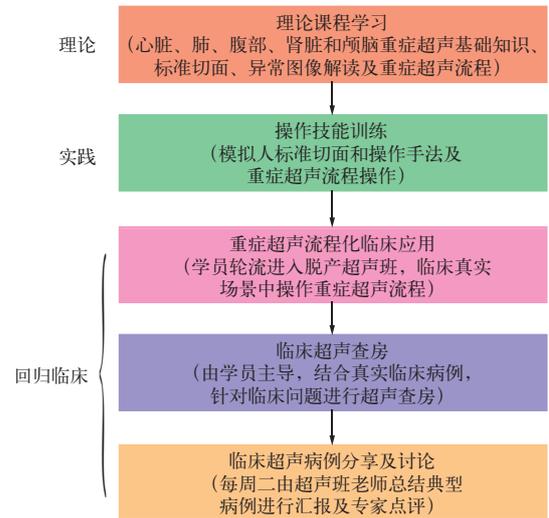


图 1 重症超声培训教学方案实施流程

**1.3 采用柯氏 4 级模型评价教学效果:**所有学员在入科进行培训前后均需参加理论知识考核和操作技能考核。理论知识考核的主要内容包括超声基础、重症心脏超声、重症肺部超声、重症腹部超声等,以及超声引导下的可视化操作等相关知识、正常切面和异常切面解读。操作考核参照中国重症超声研究组 (Chinese Critical Ultrasound Study Group, CCUSG) 制定的统一操作评分标准。考官为经过 CCUSG 考核认证的讲师。

通过柯氏 4 级模型评估培训效果,主要从反应、学习、行为和结果 4 个方面来衡量。学员反应层主要评估受训者对培训的态度和反应,可通过培训后满意度调查问卷来评定(表 1)。调查问卷包括 10 项关于课程的项目(调查学员通过 Likert 4 分制评分量表来表达对课程的满意度),以及 2 个开放性问题促使学员提出改进课程的方法。

学习层评估受训者的学习效果,即对培训项目的掌握程度,包括理论知识和异常图像的识别及基础切面的操作技能(包括心脏、肺、腹部、肾脏和颅脑超声)的掌握情况。理论知识包含 25 个相关知识的单选或多选题,异常图像的识别包含 25 个含临床异常图像的选择题,均在培训前后进行考核,满分为 100 分。操作考核主要为基础切面的考核,将 30 名学员分为 4 组,每组选取其中 1 名学员作为模特,各组学员均都在同一模特身上进行基础切面的操作考核,考核成绩满分为 50 分。

临床综合能力评估主要体现在超声与临床的结合,重在考核学员将超声应用于临床的综合思维能力。行为层(所学知识的临床应用,即临床病例

分析考核)和结果层(培训目标实现的程度)的评估在学员开始临床实践后进行。临床病例分析主要考核学员重症超声的应用能力,入科培训前学员准备自己单位的一份病例进行汇报分析。培训结束后学员选取自己操作分析总结的典型病例进行汇报,并对图像质量和临床思维进行考核,评分标准如下:病史描述完整,准确 10 分;病例分析 30 分;PPT 制作清晰,内容精练 10 分;超声图像标准,解读准确 20 分;表达清晰流畅,逻辑清晰 10 分;超时 1 min 扣 10 分;客观回答评委的提问,并提出自己的见解 10 分,总分为 100 分,记录学员考核成绩。

结果层的考核,以学员每次完成超声操作后的超声报告为依据,记录研究期间临床患者的超声操作数量,并通过描述性统计分析超声操作为患者的临床情况所带来的影响。

表 1 75 名重症超声培训学员满意度调查表

项目	非常不同意 [名(%)]	不同意 [名(%)]	同意 [名(%)]	非常同意 [名(%)]
1. 该课程对于我未来的实践工作很有帮助	0(0)	0(0.0)	7(9.3)	68(90.7)
2. 该课程值得在院内持续实施	0(0)	0(0.0)	11(14.7)	64(85.3)
3. 课程设计充分结合了学员的需求评估	0(0)	2(2.7)	10(13.3)	63(84.0)
4. 课程内容与设计非常合理	0(0)	0(0.0)	8(10.7)	67(89.3)
5. 理论课程非常有用	0(0)	0(0.0)	13(17.3)	62(82.7)
6. 模拟培训非常有用	0(0)	0(0.0)	8(10.7)	63(89.3)
7. 超声临床训练非常有用	0(0)	0(0.0)	17(22.7)	58(77.3)
8. 理论考试内容及方式能够公平评估	0(0)	1(1.3)	7(9.3)	67(89.4)
9. 操作考试能够公平评估	0(0)	2(2.7)	12(16.0)	61(81.3)
10. 该课程培训后将来我会更愿意临床操作	0(0)	0(0.0)	19(25.3)	56(74.7)
11. 如果对以上项目均不同意,请说明理由				
12. 对于课程改进,您还有什么建议?				

**1.4 统计学处理:**使用 SPSS 21.0 统计软件分析数据,不服从正态分布的计量数据以中位数(四分位数)[ $M(Q_L, Q_U)$ ]表示,连续变量通过 Wilcoxon 秩和检验(配对变量)或 Mann-Whitney(非配对变量)U 检验;计数及等级资料以名(构成比)表示。所有检测均为双尾。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。评估超声培训对临床影响的评估,对临床数据资料采用描述性统计方法。

**2 结果**

**2.1 研究对象基本情况:**本研究共纳入 80 名学员,其中有 5 名学员因个人原因未接受完整培训过程和

培训前后的问卷调查而退出研究。剩余 75 名学员包括 40 名女性(53.3%)和 35 名男性(46.7%)。学员平均年龄(34±6)岁。教育程度,本科占 50.7%,硕士占 42.6%,博士占 6.67%。其中既往有过超声经验,但仅部分了解,未系统学习过的学员占 63.2%。两组学员性别、年龄、工作年限、学历等的一般资料比较差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ; 表 2)。

表 2 有无超声基础两组学员一般资料的比较

项目	培训人数(名)	性别[名(%)]		年龄[岁, $M(Q_L, Q_U)$ ]
		男性	女性	
有超声基础	47	25(53.2)	22(46.8)	35(31, 39)
无超声基础	28	15(53.6)	13(46.4)	33(27, 36)
$\chi^2/Z$ 值		0.039		-1.559
P 值		0.990		0.090

项目	培训人数(名)	工作年限[年, $M(Q_L, Q_U)$ ]	学历[例(%)]		
			博士	硕士	本科
有超声基础	47	7(5, 9)	3(6.4)	22(46.8)	22(46.8)
无超声基础	28	7(5, 8)	2(7.1)	10(35.7)	16(57.2)
$\chi^2/Z$ 值		-1.915	0.891		
P 值		0.870	0.640		

**2.2 课程整体评价(表 1):**学员对于课程整体的满意程度(包括同意或非常同意)93.3%(70/75)。课程是否对学员未来的临床实践工作很有帮助得到大多数学员的正面回答,90.7%的学员认为非常有用,9.3%的学员认为有用。开放性建议包括:希望能够提供一对一操作培训;开通线上课程,以便上下夜班学员听课;课程完结之后颁发证书;尽量增加临床实践操作。

**2.3 理论及操作考核成绩评价(表 3~4):**所有学员在经过超声专修培训后,包括理论考试、异常图像解读和操作技能考核在内的各项成绩均较培训前明显提高( $P < 0.05$ )。总的技能水平以及各器官标准切面获取水平的成绩均较培训前明显提高(均  $P < 0.05$ ),其中心脏超声成绩升高最明显。

**2.4 超声应用于临床综合能力的评估(表 5):**临床综合能力评估主要体现在超声与临床的结合,重在考核学员将超声应用于临床的综合思维能力。经过培训及临床综合能力的锻炼,学员的超声实际应用能力得到明显提高,其中病例分析和超声图像解读两方面的成绩均较培训前明显提高(均  $P < 0.05$ )。

**2.5 超声培训对临床的影响评估(表 6):**学员在研究期间对 145 例患者进行了 230 次床旁超声检查。床旁超声检查主要在下列情况下进行,包括血流动力学不稳定 46.9%(108/230)、呼吸衰竭 27.8%(64/230)、深静脉穿刺 13.0%(30/230)、少尿 7.8%

(18/230)、昏迷 4.3%(10/230)。结果显示,床旁超声检查后,87 次检查得出了新的诊断,77 次检查确认了之前的诊断,并将治疗进行了更改,使用后对于整体临床决策的影响达到 71.3%(164/230)。重症心脏超声的使用率最高,其次是肺部超声和外周血管超声,颅脑超声的使用率较低。心脏超声应用后,原本无法明确诊断的左室舒张功能不全和急性右室功能障碍,新的诊断率分别达到了 28.1% 和 13.5%。

表 3 超声专修培训前后理论考试、异常图像解读及操作技能考试成绩比较 [M(Q<sub>L</sub>, Q<sub>U</sub>)]

时间	培训人数(名)	理论考试成绩(分)	异常图像解读成绩(分)	操作技能考核成绩(分)
培训前	75	52(48, 60)	40(28, 44)	8( 0, 13)
培训后	75	76(68, 80)	68(64, 76)	36(32, 42)
Z 值		-7.550 0	-7.430 0	-7.530 0
P 值		<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1

表 4 超声专修培训前后各器官标准切面考试成绩比较 [M(Q<sub>L</sub>, Q<sub>U</sub>)]

时间	培训人数(名)	心脏(分)	肾(分)	肺(分)	颅脑(分)	外周血管(分)
培训前	75	2( 0, 3)	1(0, 3)	2(1, 5)	0(0, 1)	3(2, 4)
培训后	75	16(14, 19)	4(4, 5)	9(8, 10)	4(3, 5)	5(4, 5)
Z 值		-7.531 0	-7.500 0	-7.184 0	-7.616 0	-6.118 0
P 值		<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1

表 5 重症超声学员超声专修培训前后临床病例考核成绩比较 [M(Q<sub>L</sub>, Q<sub>U</sub>)]

时间	培训人数(名)	病例考核成绩(分)	病例分析成绩(分)	超声图像解读成绩(分)
培训前	75	40(28, 44)	11( 7, 15)	7( 0, 11)
培训后	75	72(64, 80)	20(16, 23)	13(11, 14)
Z 值		-8.340 0	-6.270 0	-5.470 0
P 值		<0.000 1	<0.0010	<0.0010

表 6 重症医师超声培训后的临床检查结果

项目	心脏	肺部	肾脏	外周血管	颅脑
检查比例 [% (检查次数 / 总次数)]	41.7 (96/230)	29.1 (67/230)	8.7 (20/230)	15.7 (36/230)	4.8 (11/230)
新的诊断率 [% (诊断数 / 检查次数)]	33.3 (32/ 96)	58.2 (39/ 67)	30.0 ( 6/ 20)	22.2 ( 8/ 36)	18.1 ( 2/ 11)
特异性诊断率 [% (诊断数 / 检查次数)]					
左室收缩功能障碍	21.9(21/96)				
左室舒张功能障碍	28.1(27/96)				
急性右室功能障碍	13.5(13/96)				
心包积液	8.3( 8/96)				
瓣膜异常	15.6(15/96)				
肺间质疾病		34.3(23/67)			
胸腔积液		53.7(36/67)			
气胸		7.5( 5/67)			
灌注减少			15.0(3/20)		
后负荷增高			5.0(1/20)		
深静脉血栓				13.9(5/36)	

注:空白代表无此项

### 3 讨论

随着重症超声应用的规范和普及,重症超声已成为急危重症患者床旁评估的最快速有效的方法之一。因此,如何有效推进重症超声的高质量培训,将重症超声普及到每位重症医生是我们目前面临的关键问题。本研究观察实施重症超声培训方法所带来的影响和效果,结果显示:①重症专科培训项目在学员中获得很高的满意度;②经过重症专科培训,学员在重症超声理论知识、异常图像解读和操作技能方面均有了显著提高;③学员的重症超声临床应用能力也明显提高,能够独立完成操作,并结合临床情况对病情进行准确分析;④学员经过应用重症超声,对临床病例分析也产生一定程度的影响。

本课程的培训内容除了超声基础及理论知识外,也涵盖了常见的各种临床重症问题。因此,课程内容还包括心脏、肺、外周血管、肾脏和颅脑超声检查,从而使学员在临床工作过程中能快速识别急危重症,对于不稳定的临床情况做出鉴别诊断,并指导后续的治疗调整。本研究表明,培训后学员的心肺超声技能均明显提高,由于临床心肺情况出现异常的概率最高,因此,心肺超声为超声检查的基本操作,学员对于心肺超声的学习积极性最强,心肺相关的病理生理学知识以及病理情况被着重强调。同时学员在进入临床前,首先进行了异常图像的解读和学习,有助于提高学员的临床实践能力。因此,无论理论知识、异常图像解读或基本切面操作,学员培训后的成绩均有显著提高。本研究证实,经过重症超声专科培训后的学员,能够快速识别临床异常情况,获得相关超声图像,并正确做出解读和分析。

模拟培训作为重症超声培训的有效方法,目前已有初步研究显示能明显提高培训效果<sup>[6-7]</sup>。而且既往的研究也证实,模拟培训在经胸心脏超声应用中的有效性<sup>[8-10]</sup>。本研究也进一步证实,结合模特及模拟培训的操作培训能提高培训效果,也能推进床旁重症超声的广泛应用。传统的教学方法是以导师讲授为主,学员利用教材和讲义学习重症超声知识,然后利用现有患者进行练习,随机性较强<sup>[11]</sup>;而模拟教学方法既能保护患者的安全和权利,减少学员反复练习带来的院感风险,同时允许学员出错,保证学员在多次练习后能熟练操作。本研究中学员只能在模特及模拟训练系统上反复练习,通过操作考核后才可以应用于临床,因此,课程内容及培训方式,尤其是模特结合模拟超声培训等均在满意度调

查中获得了较高评价。

此外,既往多项研究采用的床旁超声培训时间较短,大多为1~2 d,这种培训方式只能教会学员理论知识,对于技能操作有初步的认识<sup>[12-13]</sup>。Killu等<sup>[14]</sup>研究发现,进行理论课程与技能操作培训后,需要3个月以上的加强练习才能使学员达到对操作完全自信的状态,本研究中大多数学员进行了为期6个月的培训学习,在第1个月加强理论学习和技能训练,考试合格后的学员将会有5个月的临床实践操作机会。这5个月的实践操作既强化了学员的理论知识、技能以及与临床结合的能力,也避免了部分学员由于培训结束后无法连续使用超声导致的知识遗忘,或培训技能不扎实情况下无法有效得到纠正等问题。

本研究显示,重症超声专修培训课程具有临床实用性,床旁超声检查使用后对于整体临床决策的更改率达到71.3%。与本研究结果类似,Manno等<sup>[15]</sup>对重症监护病房(intensive care unit, ICU)内患者实施ICU-超声操作流程,发现使用超声后的诊断更改率为25.6%。Manasia等<sup>[16]</sup>还发现,在通过心脏超声培训课程后,考试通过率能够达到94%,通过的学员在必要时进行临床操作,导致临床治疗决策的更改率达到37%。既往也有研究表明,围术期应用床旁超声检查常能发现新的心肺病理性异常<sup>[17]</sup>,与本研究类似。本研究表明,心肺超声评估在床旁超声中的使用率最高,并且对于随后临床决策的影响能给患者带来一定的获益。值得注意的是,左室舒张功能障碍是心脏超声检测中诊断率最高的疾病之一,这也符合既往文献中提到的舒张功能不全被严重诊断不足<sup>[18]</sup>。本研究显示,虽然肾脏、外周血管和颅脑超声的使用率较低,但阳性诊断率较高,因此,本研究也支持在ICU内心肺超声以外的其他器官应用。表明经过适当培训,重症相关超声能使ICU医生获益。

本研究的局限性在于本研究为单中心单一ICU内的研究,对于患者临床情况的解读和处理可能会存在偏差。而且本研究结果未与各类疾病的“金标准”进行对比,但在实施过程中会征求床旁超声专家的意见。同时本研究中的课程并不完整,未来还需要进行较多的修订和完善工作。

综上所述,重症超声专修班培训能有效提高学员的重症超声理论知识和操作技能,并且经过培训后,学员将重症超声应用在临床上,超声与临床思维

的结合有了显著提高的同时,对患者诊断和治疗的更改等也会产生影响,为患者带来明显的获益。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] 尹万红,王小亭,刘大为,等.重症超声应用及培训原则与质量控制标准[J].中华内科杂志,2022,61(6):631-643. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20220111-00031.
- [2] Gómez Betancourt M, Moreno-Montoya J, Barragán González AM, et al. Learning process and improvement of point-of-care ultrasound technique for subxiphoid visualization of the inferior vena cava [J]. Crit Ultrasound J, 2016, 8 (1): 4. DOI: 10.1186/s13089-016-0040-1.
- [3] Shokoochi H, Boniface K, Kaviany P, et al. An experiential learning model facilitates learning of bedside ultrasound by preclinical medical students [J]. J Surg Educ, 2016, 73 (2): 208-214. DOI: 10.1016/j.jsurg.2015.10.007.
- [4] So S, Patel RM, Orebaugh SL. Ultrasound imaging in medical student education: impact on learning anatomy and physical diagnosis [J]. Anat Sci Educ, 2017, 10 (2): 176-189. DOI: 10.1002/ase.1630.
- [5] 吕杰,吕姗,郭晓夏,等.在ICU进行肺部超声的培训方法探索 and 效果评价[J].中国中西医结合急救杂志,2022,29(2):222-226. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.02.020.
- [6] Ramsingh D, Alexander B, Le K, et al. Comparison of the didactic lecture with the simulation/model approach for the teaching of a novel perioperative ultrasound curriculum to anesthesiology residents [J]. J Clin Anesth, 2014, 26 (6): 443-454. DOI: 10.1016/j.jclinane.2014.01.018.
- [7] 侯文肖,刘良,周心蓓,等.航空医疗救援及模拟培训的发展状况[J].中国中西医结合急救杂志,2022,29(1):123-125. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.01.029.
- [8] Neelankavil J, Howard-Quijano K, Hsieh TC, et al. Transthoracic echocardiography simulation is an efficient method to train anesthesiologists in basic transthoracic echocardiography skills [J]. Anesth Analg, 2012, 115 (5): 1042-1051. DOI: 10.1213/ANE.0b013e318265408f.
- [9] Ramsingh D, Rinehart J, Kain Z, et al. Impact assessment of perioperative point-of-care ultrasound training on anesthesiology residents [J]. Anesthesiology, 2015, 123 (3): 670-682. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000776.
- [10] 陈俊杰,廖运全,岑仲然.超声可视化技术在重症医学进修医师教学中的应用效果分析[J].中国中西医结合急救杂志,2020,27(4):496-498. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2020.04.030.
- [11] Tokumine J, Matsushima H, Lefor AK, et al. Ultrasound-guided subclavian venipuncture is more rapidly learned than the anatomic landmark technique in simulation training [J]. J Vasc Access, 2015, 16 (2): 144-147. DOI: 10.5301/jva.5000318.
- [12] Ali KQ, Soofi SB, Hussain AS, et al. Simulator-based ultrasound training for identification of endotracheal tube placement in a neonatal intensive care unit using point of care ultrasound [J]. BMC Med Educ, 2020, 20 (1): 409. DOI: 10.1186/s12909-020-02338-4.
- [13] Shi D, Liu JH, Xu J, et al. Evaluation of a new goal-directed training curriculum for point-of-care ultrasound in the emergency department: impact on physician self-confidence and ultrasound skills [J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2021, 47 (2): 435-444. DOI: 10.1007/s00068-019-01126-0.
- [14] Killu K, Coba V, Mendez M, et al. Model point-of-care ultrasound curriculum in an intensive care unit fellowship program and its impact on patient management [J]. Crit Care Res Pract, 2014, 2014: 934796. DOI: 10.1155/2014/934796.
- [15] Manno E, Navarra M, Faccio L, et al. Deep impact of ultrasound in the intensive care unit: the "ICU-sound" protocol [J]. Anesthesiology, 2012, 117 (4): 801-809. DOI: 10.1097/ALN.0b013e318264c621.
- [16] Manasia AR, Nagaraj HM, Kodali RB, et al. Feasibility and potential clinical utility of goal-directed transthoracic echocardiography performed by noncardiologist intensivists using a small hand-carried device (SonoHeart) in critically ill patients [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2005, 19 (2): 155-159. DOI: 10.1053/j.jvca.2005.01.023.
- [17] Botker MT, Vang ML, Grofte T, et al. Routine pre-operative focused ultrasonography by anesthesiologists in patients undergoing urgent surgical procedures [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2014, 58 (7): 807-814. DOI: 10.1111/aas.12343.
- [18] Almontaser I, Brown A, Murphy R, et al. Comparison of echocardiographic measures of left ventricular diastolic function in early hypertension [J]. Am J Cardiol, 2007, 100 (12): 1771-1775. DOI: 10.1016/j.amjcard.2007.07.029.

(收稿日期:2023-04-07)  
(责任编辑:邸美仙)