·住院医师规范化培训·

经食道超声心动图模拟训练系统在麻醉规培带教中的应用

孙兆楚　龚婵娟　沈健
南京医科大学第一附属医院麻醉与围术期医学科，南京　210029
通信作者：沈健，Email：34514322@qq.com

【摘要】 目的　探讨经食道超声心动图（transesophageal echocardiography，TEE）模拟训练系统是否能够提高麻醉规培医师的教学效果。**方法**　将72名没有心脏超声基础的麻醉专业住院医师随机分为传统教学组（36人）和模拟训练组（36人）。授课前后均进行涵盖5个心超相关知识点的理论考核，规范化轮转2个月后对学员再次进行理论及操作考核，并记录临床相关指标。采用SPSS 23.0进行*t*检验、秩和检验、卡方检验或Fisher精确概率法。**结果**　两组学员授课前理论成绩差异无统计学意义。授课后模拟训练组学员理论成绩高于传统教学组，且切面识别及图像诊断题差异有统计学意义（$P<0.05$）。轮转后，两组学员理论成绩差异无统计学意义，但操作考核成绩模拟训练组明显优于传统组（$P<0.05$）。轮转期间，模拟教学组TEE相关并发症的发生率低，且临床操作技能评估量化评分较高（$P<0.05$）。**结论**　麻醉住院医师在进行TEE培训前预先接受模拟系统训练，能够更快地掌握操作技能，减少相关并发症发生，更准确地识别和获得TEE标准切面，对临床教学具有重要价值。

【关键词】 经食道超声心动图；　模拟教学；　住院医师；　麻醉学；　学习曲线
【中图分类号】 R-05
基金项目：南京医科大学教育研究项目（2019LX041）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220311-01427

Application of transesophageal echocardiography simulation training system in standardized training and teaching of anesthesia residents

Sun Zhaochu, Gong Chanjuan, Shen Jian
Department of Anesthesia and Perioperative Medicine, The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China
Corresponding author: Shen Jian, Email: 34514322@qq.com

【Abstract】 Objective　To explore whether the simulation training system for transesophageal echocardiography (TEE) can improve the effectiveness of standardized training of resident anesthesiologists. **Methods**　A total of 72 resident anesthesiologists without experience in cardiac ultrasound were randomly divided into traditional teaching group (36 residents) and simulation training group (36 residents). Before and after the teaching, theoretical examinations of 5 knowledge points related to cardiac ultrasound were conducted. After a standardized rotation of 2 months, the students were re-examined for both theories and operations, and clinical indicators were recorded. SPSS 23.0 was used for the *t*-test, rank sum test, chi-square test, or Fisher's exact test. **Results**　There was no significant difference in scores of theoretical examinations between the two groups of students before teaching. After teaching, the scores of the simulation training group were higher than those of the traditional teaching group, and the differences were significant in cross-sectional recognition and image diagnosis ($P<0.05$). After rotation, there was no significant difference in theoretical examination between the two groups of students, but the score of operation was significantly higher in the simulation training group than in the traditional teaching group ($P<0.05$). During the rotation period, the incidence of TEE-related complications was relatively low and the quantitative score of clinical operational skill assessment was relatively high in the simulation training group ($P<0.05$). **Conclusion**　Anesthesia residents who receive training with the simulation system before TEE training can quickly acquire operational skills, reduce related complications, and more accurately identify and obtain standard TEE sections, which has significant value for clinical teaching.

【Key words】 Transesophageal echocardiography; Simulation teaching; Resident; Anesthesiology; Learning curve

Fund program: Educational Research Project of Nanjing Medical University (2019LX041)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220311-01427

经食道超声心动图(transesophageal echocardiography,TEE)是临床上一项重要的超声检查方法。近年来,随着TEE监测技术的不断完善,其在麻醉领域中的应用范围日益扩展。TEE技术已经不仅仅局限于心脏手术,甚至在非心脏手术及重症监护领域,也被作为一项重要的血流动力学监测和诊断工具[1-2],得到了医学界的高度认同。因此,TEE的培训与教学需求不断增加。

传统教学中,TEE课程都是基于在手术室中进行的说教和实际操作培训,由于有限的教学资源,以及潜在的操作风险,很大程度上限制了学生的实践操作机会。同时,TEE培训需要有经验的教学师资进行教学。这些都使TEE培训一直是麻醉科教学的一个难点。

近年来,医学模拟教学在临床教学中备受推崇[3],为麻醉临床教学提供了新的思路和方法,同时在教育标准化与规范化等方面均显示出巨大的优势与潜力[4]。超声模拟训练系统使用仿真模拟人代替真实患者,可显示常用的标准切面,也可选择特定的疾病,再现其超声图像特点,给学习者提供一个无风险、可反复训练的,获得临床知识和技能操作的平台,高效解决了TEE教学中理论与实践严重脱节的问题,使其在促进人才培养和推动学科专业发展过程中具有很大的应用价值。本研究的目的是探讨TEE模拟训练系统在零基础麻醉医师心脏超声教学中的应用效果。

1　对象与方法

1.1　研究对象

本研究将具有心脏超声零基础的72名麻醉专业住院医师纳入研究,并按照随机数字表法将其分为传统教学组和模拟培训组,每组36人。两组住培学员年龄、性别比、年资及学历构成差异均无统计学意义(表1)。

1.2　方法

本研究由同一名获得TEE操作证的副主任医师进行理论培训及模拟操作教学。传统教学组接受PPT理论授课教学培训。模拟训练组则结合TEE模拟器,从心脏解剖、二维超声心动图成像原理、超声的操作技巧、标准切面的获取和简单的临床应用诊断等方面(图1)进行授课,并重点练习TEE探头置入,每月一次,每次培训1天。

培训授课前后所有麻醉医生均接受理论考核(满分100),考核内容涵盖TEE相关的基本原理、心

表1　两组学员的一般情况

组别	人数(例)	年龄[($\bar{x}\pm s$),岁]	性别比(男/女)	年资构成		学历构成	
				二年级	三年级	本科	研究生
传统教学组	36	25.12±0.88	12/24	15	21	6	30
模拟训练组	36	24.94±0.71	11/25	17	19	5	31

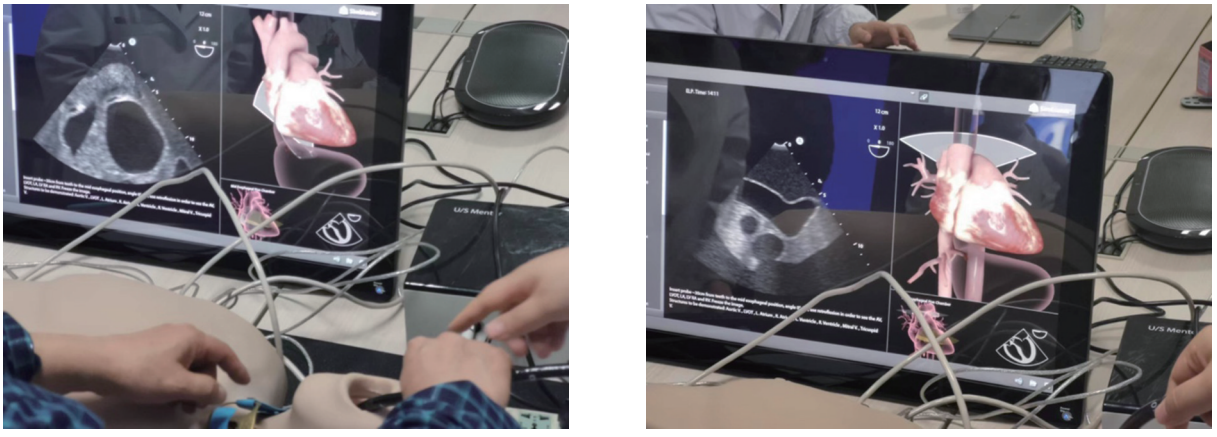


图1　TEE标准切面的获取

脏解剖、切面识别、临床应用、图像诊断等，各项满分20。然后由专人带教进行为期2个月的心脏外科麻醉培训，TEE操作例数均>50例。

轮转结束后由另一名持证医师对两组学员分别进行TEE理论及实践考核（实践考核包括完成5个规定切面需要的时间、图像质量评分及图像解读），记录两组学员成绩，评估教学的长期效果。轮转期间记录学员独立完成TEE操作的例数及并发症的发生率，并由带教教师对学员进行临床操作技能评估量化表评分（满分99）。同时，由同一名指导教师对每位学员的前20次操作进行记录，将每组学员单次操作的平均时间绘制成学习曲线，操作时间定义为食道探头置入至完成5个规定切面需要的时间。

1.3　统计学方法

数据采用SPSS 23.0进行统计分析。正态分布计量资料以（均数 ± 标准差）表示，组间比较采用两独立样本 t 检验；等级资料采用Mann-Whitney U 秩和检验；计数资料以例数或百分比表示，分析采用卡方检验或Fisher精确概率法。检验水准 α=0.05。

2　结果

2.1　两组学员理论成绩比较

两组学员在培训前的笔试结果差异无统计学意义。授课结束后两组学员理论成绩明显提高，且模拟训练组高于传统教学组。其中，切面识别及图像诊断题的分数模拟教学组较高（P<0.05），而其余题型两组间差异无统计学意义。经过两个月轮转后，两组学员理论考核总成绩差异无统计学意义，仅图像诊断题的分数模拟教学组较高（表2）。

2.2　轮转期间学员实践操作情况及操作考核成绩比较

模拟训练组学员轮转期间TEE相关并发症的发生率明显低于传统教学组，而临床操作技能评估量化评分则高于传统教学组（P<0.05）；两个月后的操作考核中，模拟训练组学员完成图像质量评分明显优于传统教学组（表3）。

2.3　两组学员操作时间学习曲线比较

两组学员完成TEE检查时间均随着操作次数的增加而逐渐缩短，模拟训练组前11次操作时间均明显短于传统教学组，而后两组操作时间趋于接近（图2）。

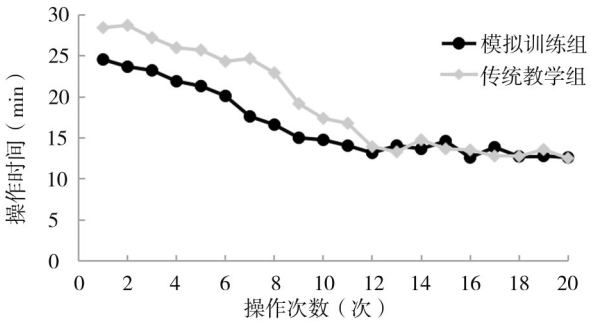


图2　两组学员操作时间学习曲线比较

3　讨论

TEE是心血管影像中非常重要的检查方法，在各种心脏病的诊断、心脏大血管手术、心脏病人非心脏手术、危重疑难患者手术及肝脏移植术中发挥

表2　授课前、后及轮转结束后理论成绩比较[n=36，($\bar{x} \pm s$)，分]

组别	时间	基本原理	心脏解剖	切面识别	临床应用	图像诊断	总成绩
传统教学组	授课前	12.4 ± 2.3	11.5 ± 2.1	8.8 ± 1.7	12.1 ± 2.0	9.8 ± 1.9	55.9 ± 8.4
	授课后	16.6 ± 2.5[b]	15.8 ± 2.4[b]	14.3 ± 2.1[b]	15.8 ± 2.6[b]	12.9 ± 2.3[b]	75.3 ± 5.1[b]
	轮转后	16.2 ± 2.6[b]	15.9 ± 1.9[b]	16.8 ± 2.5[b]	16.7 ± 2.3[b]	14.3 ± 2.2[b]	79.8 ± 5.1[b]
模拟训练组	授课前	11.9 ± 2.5	12.1 ± 2.3	9.1 ± 1.6	11.4 ± 2.3	10.2 ± 2.0	54.7 ± 8.2
	授课后	15.9 ± 1.9[c]	15.5 ± 2.1[c]	16.7 ± 2.2[ac]	15.6 ± 2.4[c]	15.8 ± 2.1[ac]	79.7 ± 5.0[ac]
	轮转后	15.4 ± 1.8[c]	16.2 ± 2.0[c]	17.1 ± 2.4[c]	16.1 ± 2.2[c]	16.2 ± 2.0[c]	81.1 ± 4.0[c]

注：a，与传统组比较，P<0.05；b，与培训前比较，传统教学组P<0.05；c，与培训前比较，模拟训练组P<0.05。

表3　轮转期间学员实践操作情况及操作考核成绩[n=36，($\bar{x} \pm s$)]

组别	完成例数（例）	并发症（%）	临床操作技能评估量化表评分（分）	操作时间（min）	图像质量评分（分）	图像解读（分）
传统教学组	63.0 ± 6.5	4.4 ± 1.4	79.3 ± 5.5	14.4 ± 3.0	75.7 ± 5.5	78.6 ± 6.3
模拟训练组	65.5 ± 7.1	3.1 ± 1.3	83.1 ± 5.3	13.8 ± 2.8	83.1 ± 5.2	80.4 ± 5.1
t值	1.54	4.16	3.02	0.94	5.85	1.37
P值	0.131	<0.001	<0.001	0.352	<0.001	0.174

着不可或缺的作用[5]。但是，目前TEE专业人才捉襟见肘。麻醉科凭借其专业敏感性，极早地认识到了围术期TEE的重要性和技术培训的必要性，率先提出了围术期基本TEE应用的操作纲要，并呼吁将其作为麻醉学科规范化培训必备科目[6]。近年来，TEE培训已逐渐成为麻醉医师技能培训的重要组成部分。然而，TEE作为一种半侵入式检查，具有很强的技术性，因此在麻醉住院医师培训教学中面临着诸多挑战。本院自2015年开始，不断借鉴国内外相关TEE指南及纲要，积极投身于TEE技术的培训，逐步建立和完善自身的教育培训模式。

本研究中，将传统教学与TEE模拟教学进行比较。结果显示，对缺乏心脏超声基础的麻醉医师进行TEE模拟培训，可使培训医师更快掌握TEE影像学相关知识，且能更好地结合临床病例进行深入学习，收获更好的教学效果。

TEE作为一种有创性操作更是限制了其在患者身上进行操作练习的可行性，使其成为麻醉教学的“瓶颈”。随着计算机技术的全面发展，TEE模拟训练系统的引入为解决这一矛盾提供了新的方法及思路[7]，也更适合国内医疗教学的实际形势。

TEE模拟训练系统能够为学员提供程序化、标准化的教学模式，培训教程中明确了各个标准切面的基本要求和操作技巧，实时显示相应的解剖图像，并可以根据学员水平选择探头放置图示及3D图像指导等教学辅助功能，标准化操作技能。同时，该系统还能对学员操作的正确性、时效性进行详细客观地评估，了解学员操作的准确性、稳定性，并及时洞察学习难点，针对性地制订或调整教学计划，使整个教学过程更加系统化。

本研究还表明，经过模拟培训的学员，在进行临床操作早期能够有效缩短操作时间，获得更准确的TEE图像，减少并发症的发生率，从而增加了学员的自信心及核心胜任力。当然，模拟人不能完全反映患者间的个体差异，本研究发现，经过两个月的临床操作实践，两组学员在理论知识及临床能力方面已有了显著提高，但是在个体化诊断上仍有待提高。

超声模拟训练系统可作为一种辅助教学工具，为初学者提供无风险、可反复训练的平台，规避了因操作失误导致医疗纠纷或事故的风险，提高了学习自主性和积极性。同时结合相应病例，联合多种训练模式，能有效提升学生的临床思辨能力及综合诊疗能力，在教育标准化与规范化等方面均显示出巨大的优势与潜力。

两种教学模式下学员的学习曲线各具特点。操作时间是衡量学习者TEE检查熟练程度的一个重要指标。学习初始阶段，操作者对操作流程和图像识别不熟悉，而随着操作次数的增加，操作时间均逐渐缩短。从学习曲线分析，模拟训练组前11次操作时间明显短于传统教学组，从第14次开始，两组操作时间趋于稳定。从学习曲线中可以分析出，从第8次开始，传统教学组进入了快速进步期。此阶段，学员经过初期的探索学习，操作技能已逐渐积累，操作时间明显减少。该阶段传统教学组学员的操作时间下降幅度比模拟训练组医师更为明显。随着操作经验的积累，各组学员的技术逐渐稳定，各项评价指标基本达到预设的目标值，学习曲线进入平台期。从学习曲线分析，模拟训练能够使学员更快掌握TEE操作的相关技术要点，更准确地识别和诊断TEE图像，在临床教学中存在一定优势。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 孙兆楚：教学设计、数据统计、论文撰写；龚婵娟：理论教学、实践操作培训；沈健：理论及实践考核

参考文献

[1] Rebel A, Klimkina O, Hassan ZU. Transesophageal echocardiography for the noncardiac surgical patient [J]. Int Surg, 2012, 97(1): 43-55. DOI: 10.9738/CC61.1.

[2] Smith WB, Robinson AR3rd, Janelle GM. Expanding role of perioperative transesophageal echocardiography in the general anesthesia practice and residency training in the USA [J]. Curr Opin Anaesthesiol, 2015, 28(1): 95-100. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000146.

[3] Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, et al. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review [J]. Med Teach, 2005, 27(1): 10-28. DOI: 10.1080/01421590500046924.

[4] 许文涵，孙琪，吴亮君. 模拟教学在医学生教育中的应用 [J]. 重庆医学，2016，45(2)：279-281. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2016.02.049.

[5] Cardiovascular Section of the Canadian Anesthesiologists' Society, Echocardiography CSO, Béïque F, et al. Canadian guidelines for training in adult perioperative transesophageal echocardiography. Recommendations of the Cardiovascular Section of the Canadian Anesthesiologists' Society and the Canadian Society of Echocardiography [J]. Can J Cardiol, 2006, 22(12): 1015-1027. DOI: 10.1016/s0828-282x(06)70317-8.

[6] 王晟，王锣，余海，等. 麻醉医生接受规范化围术期经食道超声心动图培训势在必行[J]. 麻醉安全与质控，2017，1(3)：117-120. DOI: 10.3969/j.issn.2096-2681.2017.03.002.

[7] Jelacic S, Bowdle A, Togashi K, et al. The use of TEE simulation in teaching basic echocardiography skills to senior anesthesiology residents [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2013, 27(4): 670-675. DOI: 10.1053/j.jvca.2013.01.016.

（收稿日期：2022-03-11）
（本文编辑：唐宗顺）