

经食管心脏超声在 ICU 机械通气患者中应用的学习曲线研究

陈娟 司向 徐海林 陈敏英 吴健锋 管向东

510080 广东广州, 中山大学附属第一医院 SICU

通讯作者: 管向东, Email: carlg@163.net

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2017.06.004

【摘要】目的 探讨经食管心脏超声(TEE)在外科重症医学科(SICU)中应用的学习曲线。**方法** 采用前瞻性观察性研究方法,连续纳入 2016 年 12 月至 2017 年 6 月中山大学附属第一医院 SICU 收治的需行 TEE 检查的机械通气患者 60 例,由同一位具有熟练经胸心脏超声(TTE)操作技能的医师对患者完成 TEE 检查。观察 TEE 插管情况(插管次数、一次成功插管时间、插管时间)、TEE 检查情况(TEE 检查评分、TEE 检查时间)及 TEE 并发症;按 TEE 检查顺序,每 12 例为一组进行统计学分析,通过学习曲线观察该 SICU 医师经过多少例 TEE 检查可以熟练掌握该技术。**结果** 随着该 SICU 医师完成 TEE 检查例数的增加,一次成功插管时间、全部插管时间均逐渐缩短;TEE 检查评分逐渐增加,TEE 检查时间逐渐缩短。① TEE 插管情况:60 例患者的插管次数均衡($F=0.258, P=0.904$)。该 SICU 医师完成 12 例 TEE 插管后,一次成功插管时间即明显缩短($s: 22.24 \pm 18.37$ 比 $34.88 \pm 1.65, P<0.05$),之后稳定在 16~23 s。学习曲线显示,完成 24 例 TEE 插管后即基本掌握插管技术。② TEE 检查情况:该 SICU 医师完成 24 例 TEE 插管后,TEE 检查评分明显升高(分: 40.08 ± 7.27 比 $23.67 \pm 9.70, P<0.05$),之后稳定在 40~47 分;完成 24 例 TEE 插管后,TEE 检查时间明显缩短(min: 39.97 ± 6.67 比 $58.22 \pm 14.19, P<0.05$),并在完成 36 例后进一步缩短(31.04 ± 7.84 比 $39.97 \pm 6.67, P<0.05$)。学习曲线显示,完成 36 例 TEE 检查即基本掌握 TEE 检查技术。**结论** 一位具有熟练 TTE 操作经验的 SICU 医师通过 36 次 TEE 检查,即可基本掌握该技术,48 次可达到较为熟练的程度,一次成功插管时间可稳定在约 20 s,检查时间稳定在约 30 min。

【关键词】 经食管心脏超声; 重症医学科; 学习曲线

基金项目: 广东省重大科技专项(2012A080204018);国家临床重点专科建设项目(2011-872)

Learning curve for transesophageal echocardiography applied in mechanically ventilated patients in intensive care unit Chen Juan, Si Xiang, Xu Hailin, Chen Mingying, Wu Jianfeng, Guan Xiangdong

Department of Surgical Intensive Care Unit, First Affiliated Hospital of Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510080, Guangdong, China

Corresponding author: Guan Xiangdong, Email: carlg@163.net

【Abstract】Objective To investigate the learning curve of transesophageal echocardiography (TEE) applied in mechanically ventilated patients in intensive care unit (ICU). **Methods** A prospective observation study was conducted. A total of 60 consecutive patients necessary for mechanical ventilation and TEE examination admitted to the Department of Surgical ICU of the First Affiliated Hospital of Sun Yat-Sen University from December 2016 to June 2017 were enrolled. The TEE examination was performed by the same ICU physician who was skilled in transthoracic echocardiography (TTE). The TEE probe intubation (trial numbers of TEE intubation, the duration for a successful intubation at the first attempt, the total time for successful intubation), TEE examination (the scores of TEE examination, the duration of TEE examination), and the complication during examination were observed, with learning curve established. According to the date of examination, a statistical analysis was carried out for each group of 12 cases. Through the learning curve, that TEE examinations in how many cases should be performed by the ICU physician to master the skill was observed. **Results** With the increase of TEE examinations performed by the physician, the duration for a successful intubation at the first attempt and the total time for successful intubation were gradually reduced; the scores of TEE examination were gradually increased, and the duration of TEE examination gradually reduced. ① TEE intubation: there was no statistical significant difference among the 60 patients in the number of intubation attempts ($F = 0.258, P = 0.904$). After the SICU doctor completed TEE intubations in 12 cases, the duration for a successful intubation at the first attempt was significantly reduced (seconds: 22.24 ± 18.37 vs. $34.88 \pm 1.65, P < 0.05$) and then tended to stabilize in the 16 - 23 seconds. The learning curve indicated that the physician could basically master the intubation skills after performing TEE intubations in 24 cases. ② TEE examination: after the physician completed TEE intubations in 24 cases, the TEE examination scores were increased significantly (40.08 ± 7.27 vs. $23.67 \pm 9.70, P < 0.05$), and then tended to stabilize in the 40 - 47 scores; after TEE intubations were performed in 24 cases, the examination duration was significantly shortened (minutes: 39.97 ± 6.67 vs. $58.22 \pm 14.19, P < 0.05$), and after 36 cases were completed, the duration could be further shortened (minutes:

31.04±7.84 vs. 39.97±6.67, $P < 0.05$). The learning curve indicated that the ICU physician could basically master the examination skills when TEE examinations were completed in 36 cases. In addition, no serious complications occurred during the TEE examination. **Conclusions** A SICU physician with skilled TTE experience can basically master the TEE technology through 36 times of examinations, and reach full mastery after 48 times, the duration for a successful intubation at the first attempt could be stabilized at 20 seconds, and the examination duration could be stabilized at 30 minutes.

【Key words】 Transesophageal echocardiography; Intensive care unit; Learning curve

Fund program: Major Science and Technology Projects Foundation of Guangdong Province, China (2012A080204018); National Clinical Specialty Construction Project of China (2011-872)

超声已成为管理重症患者的一种不可缺少的技术手段^[1],比如肺脏超声在重症患者肺部感染方面发挥越来越重要的作用^[2],床旁超声可以提前诊断高危型肺动脉栓塞^[3],超声引导下的经外周静脉置入中心静脉导管(PICC)可以提高置管的成功率^[4]。此外,重症心脏超声在重症医学科(ICU)患者血流动力学监测中具有诸多优势^[5]。

经胸心脏超声(TTE)能在床边快速、准确地评估患者血流动力学状态,明确循环衰竭的机制和原因^[6],但 TTE 的图像质量常受到患者体型、胸骨切开、胸腔引流管或机械通气等诸多因素的影响而导致 10%~30% 的检查失败^[7]。有研究显示,约 50% 的机械通气患者和 60% 的 ICU 患者检查并不充分^[8]。

经食管心脏超声(TEE)因其可通过自然腔道进入患者体内进行检查,能很好地避免外界因素的干扰,从而可以提供比 TTE 更高质量和分辨率的图像。特别是对于机械通气患者,TEE 较 TTE 有更好的可重复性及诊断能力^[9],并且 TEE 可以实现床边心脏功能的持续动态监测^[10]。但 TEE 需要操作者对心脏解剖结构有更深入的认识和更丰富的空间想象能力,较 TTE 有更强的操作者依赖性^[11],因此 ICU 医师需要通过一定的学习实践,才能获取可靠的图像及结果,以指导临床诊治。目前 TEE 在国内 ICU 的应用尚未开展,国外也鲜有研究报道术中或 ICU 内 TEE 的学习曲线。本研究探讨 TEE 在 ICU 中的应用的学习曲线,报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象:采用前瞻性观察性研究方法,连续纳入 2016 年 12 月至 2017 年 6 月中山大学附属第一医院外科 ICU(SICU)进行 TEE 检查的 60 例机械通气患者。

1.1.1 纳入标准:年龄>18 岁;机械通气者;TTE 检查成像困难或有关结构显示不够满意、致使诊断难以明确的患者。

1.1.2 排除标准:无法食管插管进行 TEE 检查者,

如吞咽困难,食管肿瘤、撕裂和穿孔者,食管憩室、活动性上消化道出血,食管手术后,食管静脉曲张,严重颈椎病变等。

1.1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,并经本院医学伦理委员会批准,所有治疗和检测均获得患者或家属知情同意。

1.2 研究方法:TEE 操作由同一人完成,操作者为具有 TTE 操作经验的 ICU 医师。TEE 按照美国超声协会(ASE)及心血管麻醉协会 2013 年制定的《围手术期食管超声心动图监测操作的专家共识》^[12]中建议的 20 个经典切面进行检查。

1.3 观察指标:分析 TEE 插管情况(TEE 插管时间、一次成功插管时间、插管次数),TEE 检查情况(TEE 检查评分、TEE 检查时间),以及 TEE 并发症发生率,建立 TEE 学习曲线。

1.3.1 TEE 插管情况:TEE 插管时间为 TEE 检查导管入口开始到食管中段四腔心位置的时间。一次成功插管时间为进行一次尝试即插管成功所需要的时间。插管次数为插管成功需要尝试的次数。

1.3.2 TEE 检查情况:TEE 检查时间为 TEE 检查导管入口到撤出的时间。TEE 检查评分由超声科专家评估,评分标准包括:① 20 个 TEE 切面图像获取评分(0~2 分),其中 0 分表示无法获取图像,1 分表示获取图像不规范标准,2 分表示获取图像规范标准;② 进行彩色多普勒超声检查各切面+1 分;③ 进行血流动力学监测各指标+1 分。

1.3.3 TEE 并发症:轻度并发症包括恶心、呕吐,口唇和咽部黏膜损伤、出血,一过性心律失常[室性期前收缩(早搏)、室上性心动过速];严重并发症包括严重心律失常[室性心动过速、心室纤颤(室颤)、心室停搏],食管穿孔、出血,心肌梗死、急性心力衰竭(心衰)等其他意外情况。

1.4 统计学方法:使用 SPSS 19.0 统计软件按照 TEE 检查顺序,每 12 例为一组进行统计分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 法对计量资料进行正态性检验,符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)

表示,组间比较采用单因素方差分析,方差齐时两两比较采用 LSD 检验,方差不齐时采用 Tamhane T_2 检验;非正态分布的计量资料以中位数(四分位数) [$M(Q_L, Q_U)$] 表示,多组间比较采用非参数 Kruskal-Wallis H 检验,两两比较采用 Nemenyi 法。计数资料以率表示,采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料比较:60 例机械通气患者中,男性 30 例,女性 30 例;年龄 18~84 岁,平均 (60.1 ± 16.9) 岁;急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II) 评分平均 (15.7 ± 8.1) 分;原发病主要为脓毒症 33 例(占 55%),其次为血管外科 12 例(占 20%)和心肺复苏(CPR)术后 7 例(占 11.7%);预后好转 27 例,自动出院 18 例,死亡 15 例。

2.2 TEE 插管情况(表 1):60 例 TEE 检查患者中插管成功 59 例,1 例尝试 4 次插管后仍未成功;1 次插管成功者 48 例,尝试 2 次插管成功者 9 例,尝试 3 次插管成功者 2 例。该 SICU 医师完成 12 例 TEE 插管后,1 次成功插管时间即明显缩短($P < 0.05$),之后 48 例患者的 TEE 1 次成功插管时间控制在 16~23 s。

2.3 TEE 1 次成功插管的时间学习曲线(图 1):

TEE 检查 1 次插管成功时间逐渐缩短,完成 24 例 TEE 插管后 1 次插管成功时间趋于稳定,即基本掌握插管技术。

2.4 TEE 检查情况(表 2):该 SICU 医师完成 24 例 TEE 插管后,TEE 检查评分明显升高($P < 0.05$),且维持在 40~47 分。完成 24 例 TEE 插管后,TEE 检查时间明显缩短($P < 0.05$),并在完成 36 例后进一步缩短。

2.5 TEE 检查学习曲线(图 2~3):TEE 检查评分及 TEE20 切面评分均呈上升趋势,TEE 检查时间呈下降趋势,完成 24 例检查后 TEE 各项评分逐渐趋于稳定。前 12 例患者 TEE 检查所需时间最长,波动最大;随操作例数增加,TEE 检查时间逐渐缩短,呈阶段性下降趋势,完成 36 例后,TEE 检查时间趋于稳定均衡,即基本掌握 TEE 检查技术。

2.6 TEE 检查患者并发症发生情况(表 3):60 例患者 TEE 检查过程中均未发生严重并发症;14 例患者发生轻度并发症,其中唇黏膜损伤出血、TEE 探头血迹及胃管移位发生率较高,各组均有发生;1~12 例患者中有 2 例发生心律失常,调整 TEE 探头角度后消失;13~24 例患者中有 1 例 TEE 插管过程中因麻醉诱导出现低血压;37~48 例患者中有 1 例 TEE 检查结束后出现呕吐;各种并发症操作是否熟练无关(均 $P > 0.05$)。

表 1 60 例 TEE 检查患者插管次数、1 次成功插管时间、全部成功插管时间比较

例序	例数 (例)	插管情况 [例(%)]				插管次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	1 次成功插管时间 (s, $\bar{x} \pm s$)	全部成功插管时间 (s, $M(Q_L, Q_U)$)
		1 次	2 次	3 次	失败			
1~12 例	12	10(83.3)	1(8.3)	1(8.3)	0(0)	1.25 ± 0.62	34.88 ± 11.65	34.0(27.5, 48.6)
13~24 例	12	9(75.0)	2(16.7)	0(0)	1(8.3)	1.42 ± 0.90	22.24 ± 18.37^a	20.4(11.0, 49.0)
25~36 例	12	10(83.3)	1(8.3)	1(8.3)	0(0)	1.25 ± 0.62	18.47 ± 8.82^a	21.3(10.8, 31.8)
37~48 例	12	9(75.0)	3(25.0)	0(0)	0(0)	1.25 ± 0.45	21.55 ± 10.01^a	21.1(14.3, 38.3)
49~60 例	12	10(83.3)	2(16.7)	0(0)	0(0)	1.17 ± 0.39	16.66 ± 4.95^a	16.3(13.1, 18.5)
$\chi^2/F/H$ 值			8.681			0.258	4.994	9.054
P 值			0.730			0.904	0.005	0.060

注:与 1~12 例比较, $^aP < 0.05$

表 2 60 例患者的 TEE 检查评分及检查时间比较($\bar{x} \pm s$)

例序	例数 (例)	TEE 检查评分 (分)	TEE 各部分检查评分(分)			TEE 检查时间 (min)
			TEE20 切面评分	彩色多普勒评分	血流动力学指标评分	
1~12 例	12	23.67 ± 9.70	23.00 ± 9.86	0.67 ± 0.66	0.00 ± 0.00	58.22 ± 14.19
13~24 例	12	30.00 ± 11.42	27.42 ± 9.57	1.67 ± 1.19	0.92 ± 0.90	43.33 ± 4.64
25~36 例	12	40.08 ± 7.27^{ab}	34.00 ± 4.77^{ab}	2.92 ± 2.81	3.17 ± 1.75^{ab}	39.97 ± 6.67^a
37~48 例	12	41.75 ± 5.62^{ab}	34.75 ± 4.29^{ab}	3.33 ± 2.57^a	3.67 ± 1.56^{ab}	31.04 ± 7.84^{abc}
49~60 例	12	46.17 ± 3.41^{ab}	38.08 ± 1.44^{ab}	4.17 ± 2.48^a	3.92 ± 1.08^{ab}	31.50 ± 4.82^{abc}
F 值		15.934	11.779	4.396	24.962	16.011
P 值		0.000	0.000	0.004	0.000	0.000

注:与 1~12 例比较, $^aP < 0.05$; 与 13~24 例比较, $^bP < 0.05$; 与 25~36 例比较, $^cP < 0.05$

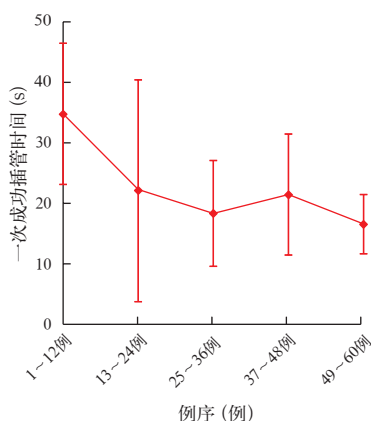


图 1 TEE 一次插管成功时间的学习曲线

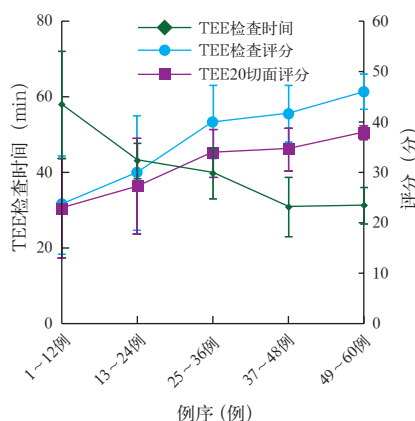


图 2 TEE 检查评分、TEE20 切面评分、TEE 检查时间的学习曲线

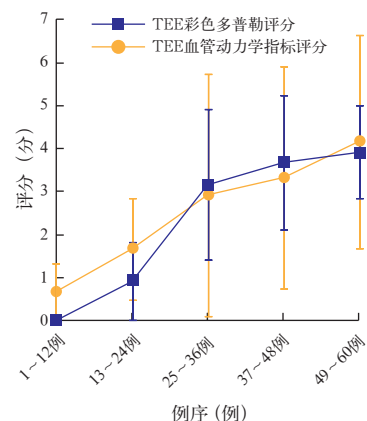


图 3 彩色多普勒评分、血流动力学指标评分的学习曲线

表 3 60 例患者 TEE 检查并发症比较

例序	例数 (例)	并发症〔例(%)〕						无并发症 〔例(%)〕
		唇黏膜损伤出血	TEE 探头血迹	呕吐	心律失常	胃管移位	插管过程中低血压	
总体	60	7(11.7)	6(10.0)	1(1.7)	2(3.3)	4(6.7)	1(1.7)	46(76.7)
1~12 例	12	2(16.7)	1(8.3)	0(0)	2(16.7)	1(8.3)	0(0)	7(75.0)
13~24 例	12	1(8.3)	2(16.7)	0(0)	0(0)	1(8.3)	1(8.3)	8(75.0)
25~36 例	12	1(8.3)	1(8.3)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	11(91.7)
37~48 例	12	2(16.7)	1(8.3)	1(8.3)	0(0)	1(8.3)	0(0)	9(83.3)
49~60 例	12	1(8.3)	1(8.3)	0(0)	0(0)	1(8.3)	0(0)	11(91.7)
χ^2 值		0.970	0.741	4.068	8.276	1.071	4.068	5.963
<i>P</i> 值		0.914	0.946	0.397	0.082	0.899	0.397	0.202

3 讨论

目前 TEE 在国内 ICU 的应用尚未开展,本报告 TEE 在 ICU 机械通气患者中应用的学习曲线,包括 TEE 插管和 TEE 检查学习曲线。结果显示,TEE 插管的学习曲线为 24 例,经过 24 例 TEE 插管,一次成功插管的时间可稳定在约 20 s; TEE 检查的学习曲线为 36~48 例,经过 36 例 TEE 检查,TEE 检查评分、20 切面评分、彩色多普勒评分及血流动力学指标评分曲线趋于平稳,各项检查评分均达到稳定状态,此时基本掌握 TEE 检查技术,但检查时间仍较长(约 40 min); 36~48 例 TEE 检查开始走向稳定,检查所需时间迅速降至约 30 min,经过 48 例 TEE 检查,所需时间趋于稳定,此时可熟练掌握 TEE 检查技术。

血流动力学是监测重症患者循环功能的重要内容^[13],特别是重症感染患者^[14],也是 ICU 患者血流动力学治疗的基础^[15]。重症超声因其具有动态、实时、可重复的特点,近年来已成为 ICU 确定重症治疗^[16-17]、尤其是血流动力学治疗方向及指导精细调整的重要手段^[18],特别是对休克或存在循环衰竭的重症患者,心脏超声可以在床边快速评估患者的心功能和液体反应性,指导血流动力学治疗^[19-20]。

TEE 作为评价心脏结构和功能的重要方法,在心血管病诊断、心脏外科手术及麻醉中得到广泛应用^[21],但在危重患者中的应用尚未普及。在 ICU 中,TEE 比 TTE 更有优势,特别是对术后患者,由于机械通气、胸壁水肿、胸腔引流管、伤口敷料以及胸腹壁切口可使视野阻断,而 TEE 通过自然腔道进入患者体内进行检查,能很好地避免外界因素的干扰^[22]。与 TTE 相比,TEE 监测结果更加精准、细化,但 TEE 耗时更长,对专业知识和心脏解剖结构要求更高。因此,掌握 TEE 需要经过系统学习及临床实践,并经过一定数量的操作后,才能获取可靠的图像及结果,进而达到一个较为稳定的状态,这最初的阶段即为学习阶段,学习曲线通常以该阶段所需的例数来衡量。

心脏超声专家需要更精细的鉴别心脏病、瓣膜病,因此 TEE 学习曲线较长。2003 年美国心脏病协会/美国心脏病学会(AHA/ACC)建议应用 TEE 协助心脏瓣膜手术前,应至少完成 150 例完整的 TEE 检查^[23]。Vignon 等^[24]研究显示,对于创伤导致的主动脉破裂,同样需要完成 150 例 TEE 检查才能降低假阳性和假阴性诊断的发生率。而 ICU 医师使用 TEE 则更多集中在快速评估心功能不全、低血容

量、心包填塞等循环衰竭的原因,学习曲线相对较短。2003 年 AHA/ACC 建议对于麻醉科医师需要进行至少 50 例围手术期 TEE 检查方能完成基本的认知技能^[25]。2011 年来自世界各地 13 个重症学会 29 名专家制定的共识中建议,ICU 医师需要进行 50 例完整的 TEE 检查方能达到高级心脏超声的要求^[25]。但这些检查例数均是基于专家共识,国外也鲜有报道术中或 ICU 内 TEE 的学习曲线。Bernhard 等^[26]报道 ICU 或麻醉医师通过 4 d TEE 课程学习,即可快速评估心功能情况、局段性室壁运动以及前负荷情况,但不包括实践操作内容。Charron 等^[27]报道 ICU 医师在 6 个月内至少完成 31 例 TEE 检查才可以获取 6 个 TEE 切面以及评估血流动力学的能力。本研究 TEE 检查为完成 20 个 TEE 切面,并进行彩色多普勒及血流动力学检查,检查例数较 Charron 等报道的增加,因此需要完成 36 例才能获得 TEE 检查的基本技能。

TEE 检查时间是评价学习曲线的重要因素,达到同样的检查效果所花费的时间越短,证明该技术掌握越熟练。本研究经过 36~48 例 TEE 检查,检查时间迅速下降并趋于稳定,表明熟练掌握 TEE 需要完成 48 例检查,这与专家共识中建议完成的例数基本符合。本研究 TEE 达到熟练期后检查时间约为 30 min,这与国外研究报道的 TEE 检查时间有所出入。Charron 等^[27]研究显示,经过 6 个月 TEE 训练,TEE 检查时间可由最初(20±5)min 缩短至(13±4)min; Benjamin 等^[28]对比了 TEE 与漂浮导管在 ICU 中的应用,结果显示床边进行 TEE 检查所需时间为(19±7)min。这可能与以下两方面因素有关:一是研究者需完成 TEE 20 切面的完整检查;二是研究者检查过程中留取了大量动态视频资料由超声科专家后期进行评分;二者均会导致检查时间明显延长。

本研究报告了 TEE 插管的学习曲线,经过 24 例 TEE 检查,一次成功插管时间可稳定在 20 s;但插管次数并不随插管例数的增加而有所减少,提示 TEE 熟练期仍会出现多次插管甚至插管失败的可能性。TEE 插管并发症如唇黏膜损伤、TEE 探头血迹差异也无统计学意义,表明插管并发症也与熟练程度无关。Na 等^[29]研究表明,喉镜引导下 TEE 插管管次数较盲插明显下降(次:1.4±0.5 比 1.1±0.4); Kavrut 等^[30]研究表明,使用喉镜引导,虽然增加了 TEE 插管所需时间,但会显著提高一次成功插管的成功率(90.5% 比 43.9%);并且两项研究均表明,喉

镜引导会显著降低插管引起的咽喉部损伤、TEE 探头血迹发生率。因此,喉镜引导下 TEE 插管可能会改善 TEE 插管的学习曲线,需要进一步研究。

TEE 检查并发症也是评价学习曲线的重要方面。本研究进行了 60 例 TEE 检查,无 1 例患者出现严重并发症,14 例(23.3%)患者出现轻度并发症。其中心律失常、插管过程中低血压发生率虽无统计学意义,但均发生在学习期,这与学习期探头前屈后屈操作不熟练以及插管过程中镇静方案不熟练密切相关,度过学习期后无相关事件发生。胃管移位发生率较高,各组均有发生,度过学习期后发生率未见明显下降,这可能与 TEE 经胃操作以及退管过快有关。另外,在度过学习期后,1 例患者退出 TEE 探头后出现呕吐,可能与肠内营养暂停时间不足有关。因此,需进一步总结 TEE 插管、操作、退管的经验,减少 TEE 并发症的发生,改善学习曲线。

本研究有以下不足之处:① TEE 检查的患者均为机械通气患者,因此本研究学习曲线不能用于非机械通气患者,非机械通气患者对 TEE 插管及快速实施检查有更高的技术要求;② TEE 检查评分为 TEE 超声专家对切面动态视频资料进行后期评分,无法对 TEE 检查过程中操作手法进行评价,但 TEE 对于手法的要求不及 TTE 高,因此可能对 TEE 学习曲线影响有限;③ TEE 检查的例数为 60 例,样本量仍较小,随着检查例数的进一步增加,TEE 操作熟练程度也会进一步提高,所花费的时间也会进一步缩短,可能对学习曲线有所影响,仍需要大样本量的研究分析,尽管如此,这并不影响早期基本 TEE 的学习曲线。

综上所述,本研究报告了 TEE 在 ICU 机械通气患者中应用的学习曲线,TEE 插管的学习曲线为 24 例,TEE 检查的学习曲线为 36~48 例,进行 36 例检查可基本掌握 TEE 检查技术,经过 48 例检查可达到较为熟练的程度。

参考文献

- [1] 王小亭,刘大为.重症超声是整合重症医学的有力武器[J].中华内科杂志,2013,52(8):631-633. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2013.08.003.
Wang XT, Liu DW. Intensive ultrasound is the powerful weapon for integration of intensive medicine [J]. Chin J Intern Med, 2013, 52(8): 631-633. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2013.08.003.
- [2] 樊凌华,李振伟,董绍群,等.肺超声在重症加强治疗病房中的应用[J].中国中西医结合急救杂志,2016,23(3):331-333. DOI:10.3969/j.issn.1008-9691.2016.03.031.
Fan LH, Li ZW, Dong SQ, et al. The application of lung ultrasound in intensive care unit [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2016, 23(3): 331-333. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2016.03.031.
- [3] 林慧艳,顾晓峰,李海玲.床旁超声在高危型急性肺栓塞患者中的诊断价值[J].中国中西医结合急救杂志,2016,23(2):191-192. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2016.02.021

- Lin HY, Gu XF, Li HL. The diagnostic value of bedside ultrasound in high-risk patients with acute pulmonary embolism [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2016, 23 (2): 191-192. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2016.02.021.
- [4] 柴颖, 王申. 患儿全麻下超声引导结合改良塞丁格技术行经外周静脉置入中心静脉导管的体会 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2016, 23 (2): 215-216. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2016.02.031
- Chai Y, Wang S. The experience of central venous catheter through peripheral vein under ultrasound combined with MST for children under general anesthesia [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2016, 23 (2): 215-216. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2016.02.031
- [5] 王小亭, 刘大为. 重视心脏多普勒超声在重症医学领域中的应用 [J]. 中华内科杂志, 2011, 50 (7): 539-540. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2011.07.002.
- Wang XT, Liu DW. Pay attention to the application of Doppler echocardiography in intensive care unit [J]. Chin J Intern Med, 2011, 50 (7): 539-540. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2011.07.002.
- [6] 张丽娜, 艾宇航, 刘志勇, 等. 重症医学医师主导的床旁目标导向超声心动图检查在 ICU 应用的可行性研究 [J]. 中华危重病急救医学, 2012, 24 (12): 739-741. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2012.12.012.
- Zhang LN, Ai YH, Liu ZY, et al. Feasibility of focused transthoracic echocardiography in intensive care unit performed by intensivists [J]. Chin Crit Care Med, 2012, 24 (12): 739-741. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2012.12.012.
- [7] Beaulieu Y. Bedside echocardiography in the assessment of the critically ill [J]. Crit Care Med, 2007, 35 (5 Suppl): S235-249. DOI: 10.1097/01.CCM.0000260673.66681.AF.
- [8] Vignon P, Mentec H, Terré S, et al. Diagnostic accuracy and therapeutic impact of transthoracic and transesophageal echocardiography in mechanically ventilated patients in the ICU [J]. Chest, 1994, 106 (6): 1829-1834.
- [9] Porembka DT. Importance of transesophageal echocardiography in the critically ill and injured patient [J]. Crit Care Med, 2007, 35 (8 Suppl): S414-430. DOI: 10.1097/01.CCM.0000270279.72607.29.
- [10] Au SM, Vieillard-Baron A. Bedside echocardiography in critically ill patients: a true hemodynamic monitoring tool [J]. J Clin Monit Comput, 2012, 26 (5): 355-360. DOI: 10.1007/s10877-012-9385-6.
- [11] 李旭, 姜智超, 白冰, 等. 两种不同教学方法在麻醉医师经食道超声模拟教学中的比较 [J]. 基础医学与临床, 2016, 36 (9): 1319-1322.
- Li X, Lou ZC, Bai B et al. Comparison of two methods of transesophageal echocardiography simulation training [J]. Basic Clin Med, 2016, 36 (9): 1319-1322.
- [12] Reeves ST, Finley AC, Skubas NJ, et al. Basic perioperative transesophageal echocardiography examination: a consensus statement of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2013, 26 (5): 443-456. DOI: 10.1016/j.echo.2013.02.015.
- [13] 郑卫萍. 调节脾脏血循环对肝脏血流动力学影响的人体内实验研究 [J/CD]. 实用器官移植电子杂志, 2014, 2 (1): 49.
- Zheng WP. Hemodynamic changes in the hepatic circulation after the modulation of the splenic circulation in an in vivo human experimental model [J/CD]. Prac J Organ Transplant (Electronic Version), 2014, 2 (1): 49.
- [14] 中华医学会急诊医学分会, 中华危重病急救医学杂志编辑委员会, 脓毒症并发弥散性血管内凝血诊治急诊专家共识专家组等. 脓毒症并发弥散性血管内凝血诊治急诊专家共识 [J]. 实用检验医师杂志, 2017, 9 (3): 129-132. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2017.03.001.
- Chinese Society of Emergency Medicine, Editorial Board of Chinese Critical Care Medicine, Expert Group of Chinese Emergency Medicine Expert Consensus on Diagnosis and Treatment of Sepsis Complicated with Disseminated Intravascular Coagulation. Chinese emergency medicine expert consensus on diagnosis and treatment of sepsis complicated with disseminated intravascular coagulation [J]. Chin J Clin Pathol, 2017, 9 (3): 129-132. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2017.03.001.
- [15] 刘大为, 王小亭, 张宏民, 等. 重症血流动力学治疗——北京共识 [J]. 中华内科杂志, 2015, 54 (3): 248-271. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2015.03.021.
- Liu DW, Wang XT, Zhang HM, et al. The treatment of hemodynamic for critical care patients: Beijing consensus [J]. Chin J Intern Med, 2015, 54 (3): 248-271. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2015.03.021.
- [16] 袁婷, 姚尚龙, 尚游. 超声在急性呼吸窘迫综合征合并急性肺源性心脏病诊断和治疗中的应用 [J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28 (6): 573-576. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.06.021.
- Yuan T, Yao SL, Shang Y. Application of thoracic ultrasonography for acute cor pulmonale patients in acute respiratory distress syndrome [J]. Chin Crit Care Med, 2016, 28 (6): 573-576. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.06.021.
- [17] 赵志伶, 杨夏末, 么改琦. 超声心动图在鉴别诊断急性呼吸窘迫综合征和急性心力衰竭中的价值 [J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27 (12): 1004-1006. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.12.014.
- Zhao ZL, Yang XM, Yao GQ. The value of TTE in differential diagnosis of ARDS and acute heart failure [J]. Chin Crit Care Med, 2015, 27 (12): 1004-1006. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.12.014.
- [18] 王小亭, 刘大为, 于凯江, 等. 中国重症超声专家共识 [J]. 中华内科杂志, 2016, 55 (11): 900-912. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2016.11.020.
- Wang XT, Liu DW, Yu KJ, et al. Experts' opinions on critical ultrasonography in China [J]. Chin J Intern Med, 2016, 55 (11): 900-912. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2016.11.020.
- [19] 张柳, 朱凤雪, 安友仲. 超声心排量与 PiCCO 监测重症患者血流动力学的对比研究 [J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28 (9): 796-800. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.09.006.
- Zhang L, Zhu FX, An YZ. Comparison of ultrasonic cardiac output monitor and pulse indicated continuous cardiac output monitor on determination of hemodynamic parameters in critical patients [J]. Chin Crit Care Med, 2016, 28 (9): 796-800. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.09.006.
- [20] 吴敬医, 张霞, 王箴, 等. 超声心动图评价感染性休克患者液体反应性的临床研究 [J]. 中华危重病急救医学, 2014, 26 (1): 36-40. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.01.008.
- Wu JY, Zhang X, Wang Z, et al. Clinical evaluation of transthoracic echocardiography predicting fluid responsiveness in septic shock [J]. Chin Crit Care Med, 2014, 26 (1): 36-40. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.01.008.
- [21] 王晟, 余海, 王铿, 等. 围术期经食管超声心动图操作纲要 [J]. 临床麻醉学杂志, 2016, 32 (4): 408-413.
- Wang S, Yu H, Wang E, et al. The operate guild of TEE during perioperative [J]. J Clin Anesthesiol, 2016, 32 (4): 408-413.
- [22] Kapoor M. "TEE or not to TEE?" [J]. Ann Card Anaesth, 2016, 19 (Suppl): S1. DOI: 10.4103/0971-9784.192571.
- [23] Quiñones MA, Douglas PS, Foster E, et al. ACC/AHA clinical competence statement on echocardiography: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association/American College of Physicians-American Society of Internal Medicine Task Force on Clinical Competence [J]. J Am Coll Cardiol, 2003, 41 (4): 687-708.
- [24] Vignon P, Rambaud G, François B, et al. Transesophageal echocardiography for diagnosis of traumatic injuries to the major intrathoracic vessels in 150 patients: the effect of the learning curve [J]. Ann Fr Anesth Reanim, 1998, 17 (10): 1206-1216. DOI: 10.1016/j.annfr.2009.05.004.
- [25] Expert Round Table on Ultrasound in ICU. International expert statement on training [J]. Intensive Care Med, 2011, 37 (7): 1077-1083. DOI: 10.1007/s00134-011-2246-9.
- [26] Bernhard M, Busch CJ, Hainer C, et al. Is a 4 days transoesophageal training course sufficient to diagnose shock related pathologies? [J]. Resuscitation, 2009, 80 (9): 1019-1024. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2009.05.004.
- [27] Charron C, Vignon P, Prat G, et al. Number of supervised studies required to reach competence in advanced critical care transesophageal echocardiography [J]. Intensive Care Med, 2013, 39 (6): 1019-1024. DOI: 10.1007/s00134-013-2838-7.
- [28] Benjamin E, Griffin K, Leibowitz AB, et al. Goal-directed transesophageal echocardiography performed by intensivists to assess left ventricular function: comparison with pulmonary artery catheterization [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 1998, 12 (1): 10-15.
- [29] Na S, Kim CS, Kim JY, et al. Rigid laryngoscope-assisted insertion of transesophageal echocardiography probe reduces oropharyngeal mucosal injury in anesthetized patients [J]. Anesthesiology, 2009, 110 (1): 38-40. DOI: 10.1097/ALN.0b013e318190b56e.
- [30] Kavrut ON, Kavakli AS. Use of McGrath MAC Videolaryngoscope to Assist Transesophageal Echocardiography Probe Insertion in Intubated Patients [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2017, 31 (1): 191-196. DOI: 10.1053/j.jvca.2016.03.150.