

◇综述◇

经胸心脏超声在危重症病人血流动力学监测中的应用进展

聂帅,穆心苇

(南京医科大学附属南京医院、南京市第一医院重症医学科,江苏 南京 210006)

摘要:危重症病人往往合并血流动力学不稳定,并且可危及病人生命,而对于此类病人血流动力学监测尤为重要,通常会使用肺动脉漂浮导管、脉波指示剂连续心排量监测(PICCO)等传统血流动力学手段进行监测,而这些监测手段有局限性,床旁心脏超声作为最直观的监测,可以从图像中得出最直接的病理原因,经胸心脏超声(TTE)因其无创的优势被广泛用于重症病人的监测,但因受机械通气等影响成像效果欠佳,经食管心脏超声(TEE)图像质量高于TTE,然而TEE受到需要专业技术人员操作、不能持续动态监测病人血流动力学变化等限制,使其在危重症病人中使用存在局限性。在此基础上更加适用于危重症病人的连续血流动力学监测技术经食管血流动力学心脏超声(h-TEE)应运而生,它具备了比传统TEE探头更小、更便于插入,可以保留在病人体内72 h的优点,可持续动态观察病人的心功能、容量状况,该研究就h-TEE的工作原理及操作方法、优点、应用现状、安全性及改进之处等方面进行综述。

关键词:经食管血流动力学心脏超声;危重症病人;血流动力学监测

doi:10.3969/j.issn.1009-6469.2017.02.001

The application progress of h-TEE in hemodynamic monitoring of critically ill patients

NIE Shuai, MU Xinwei

(ICU, Nanjing First Hospital, Nanjing Hospital Affiliated to
Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu 210006, China)

Abstract: Critically ill patients often associated with hemodynamic instability which may endanger the lives of patients. So the hemodynamic monitoring is particularly important for such patients. Normally, we would use some traditional hemodynamic monitoring methods, such as fiberoptic pulmonary artery catheter, PICCO and so on. But these methods have their own limitations. Bedside echocardiography is the most intuitive monitoring technology, which can exhibit the pathological causes from the image. Transthoracic echocardiography (TTE) is widely used in critical patients because of its non-invasive advantages but its imaging effect is poor due to the influence of mechanical ventilation. The image quality of Transesophageal echocardiography (TEE) is higher than TTE. However, professional technical personnel is needed and hemodynamic changes cannot be sustained dynamically monitored for TEE which limited its use in critically ill patients. On this basis, was developed, which is more suitable for the continuous hemodynamic monitoring of critically ill patients. Compared to conventional TEE, h-TEE has a smaller transducer which makes it easier to insert, it can retain in a patient for 72 hours, which ensures sustainable observing of dynamic cardiac function and capacity situation in patients. This article reviewed the working principle, operation method, advantages, application status and safety improvements of h-TEE.

Key words: Hemodynamic transesophageal echocardiography; Critically ill patients; Hemodynamic monitoring

经食管血流动力学心脏超声(h-TEE)又称为克拉里TEE,使用一次性、微型、单平面(角度=0°)二维经食管超声探头,通常经病人口咽插入食管,最多可以在食管内保留72 h连续使用,已经获得了美国食品药品监督管理局的认证。探头灵活可以前屈、后屈,与匹配的超声心动图机器相连,可以提供标准的图像(1个屏幕包括5个心动周期)。二维测量数

值包括左室舒张末期图像和心包积液^[1]。近年来随着重症超声技术的不断提高,通过床边微创的检查就可以获得重要的血流动力学资料进而指导治疗方案的调整,本研究就h-TEE在危重症病人诊疗中的应用进行综述。

1 h-TEE工作原理及操作方法

1.1 工作原理 相对于传统的经食管心脏超声(TEE)多个平面的检查,h-TEE更加关注危重症病人与血流动力学相关的3个平面^[1]:(1)食管中段上腔静脉平面:可以用来评估容量反应性和主动脉

瓣的形态及功能;(2)食管中段四腔心切面:可以用来评估 2 个心室的形态和功能、室间隔的运动能力、二尖瓣的形态与功能、发现心包压塞;(3)胃左室短轴:可以用来评估左室整体收缩功能、室间隔的运动能力、发现心包压塞。

运用 h-TEE 通过上述的 3 个平面可以获得的 7 项评估内容:(1)左室收缩功能:正常、减退(轻度/中度/重度);(2)右心收缩功能:正常、减退;(3)右室/左室指数:正常,增大(中度/重度);(4)房间隔的位置、活动度:活动过度、居中、左右偏;(5)室间隔的位置、活动度:正常、矛盾运动;(6)低血容量的信号:乳头肌接触、心腔容积减小、房间隔的过度运动、机械通气情况下塌陷的上腔静脉;(7)心包填塞的潜在表现。通过以上 3 个平面的 7 项评估内容,我们就可以直观的判断出病人目前的容量状况、心脏收缩功能、二尖瓣及主动脉瓣的形态及功能,发现可能存在的心包填塞。

1.2 操作方法 经口咽向食管插入 1 个微型的超声探头,医生经过 6 h 的专业超声人员培训即可独立进行操作^[1]。

2 h-TEE 与传统血流动力学监测手段的比较

2.1 传统血流动力学监测手段的优点和缺点 危重症病人往往合并血流动力学不稳定,并且可危及病人生命,常见的血流动力学不稳定包括:(1)持续心动过速(心率 > 100 次/分钟);(2)动脉血压低(平均动脉压 < 60 mmHg);(3)需要去甲肾上腺素(NE) ≥ 0.1 μg · kg⁻¹ · min⁻¹、肾上腺素(EP) ≥ 0.1 μg · kg⁻¹ · min⁻¹和/或多巴胺 ≥ 5 μg · kg⁻¹ · min⁻¹持续泵入维持循环;(4)乳酸酸中毒(pH < 7.2)和/或阴离子过剩(碱剩余 < 2 mmol · L⁻¹);(5)少尿(< 0.5 mL · kg⁻¹ · h⁻¹)和/或怀疑心包压塞(具备以上 2 个或者更多因素)^[2],而对于此类病人的血流动力学监测尤为重要,通常我们会使用肺动脉漂浮导管、脉波指示剂连续心排量监测(PICCO)等加强监测,通过测得的数据加以分析推

测出病人心功能、进行容量评估,近几十年来对于用肺动脉漂浮导管的使用存在争议,但是它仍被视为反映心室收缩力和容量状况的金标准。近来新出现的如动脉波形分析、降主动脉血流多普勒分析被用来指导容量和血管活性药物的使用。但是以上的这些监测手段都有优点和缺点^[3],见表 1。

2.2 经胸心脏超声(TTE)、TEE 的优缺点和 h-TEE 的优势 传统血流动力学监测与心脏超声相比最本质的缺陷就是不能直接用来分析心脏本身的病理生理变化,可靠性欠佳,缺乏对右心室的检测,对于 IABP 病人不适用等。对于危重症病人的快速评估、早期诊断和及时干预是至关重要的,床旁超声提供了越来越多急危重症病人的临床信息,被誉为可视“听诊器”,床旁超声受到广泛关注,在 2016 年关于床旁超声在急危重症临床应用的专家共识中进一步规范和推广急诊床旁超声的临床应用^[4]。床旁心脏超声作为最直观的监测,可以从图像中得出病理生理改变,TTE 因其无创的优势被广泛用于重症病人的监护,超声已成为重症监护病房(ICU)病人监测的必备手段^[5]。但在机械通气的病人中胸骨左旁和心尖部窗口会受到肺内气体的干扰,尤其是正压通气的病人,使得成像效果欠佳,甚至难以观察。而剑突下观察点则经常因为胸引管的原因无法观察,使得难以获得在标准切面上的图像。而 TEE 具有不受机械通气、肺内气体的影响,直接观测心脏运动,图像质量高于 TTE 等优点。因此在我国 TEE 已经越来越多的被用于 ICU 病人及心脏围术期的血流动力学的监测,并且取得了满意的效果^[6-8]。然而 TEE 需要专业技术人员操作、不能持续动态监测病人血流动力学变化等限制,使其 ICU 的危重症病人中使用存在局限性。在此基础上更加适用于 ICU 病人的连续血流动力学检测技术 h-TEE 应运而生^[9],它具备了比传统 TEE 探头更小、更便于插入,显著降低了插入探头操作时可能引起的并发症发生率^[10],并且可以保留在病人体内

表 1 主要血流动力学监测手段优缺点比较

方法	举例	缺点	优点
热稀释法	肺动脉漂浮导管	有创、需要经过培训	准确、肺动脉压力可监测
食管多普勒超声技术	食管多普勒超声设备(Cardio Q)	间断的、需要经过培训、主动脉内球囊反搏(IABP)不适用	无创
冰盐水稀释法	PICCO	准确性、专用的动脉导管、IABP 不适用	连续
波形分析	PICCO、经外周动脉连续性监测心排量(vigileo)	准确性、IABP 不适用	连续

72 h 的优点,这就确保了可持续动态观察病人的心功能、容量状况以及对容量的反应性、对血管活性药物的反应性等等,为血流动力学不稳定病人的治疗指明方向。并且非超声专业人员即可操作,ICU 医生只需要经过 6 h 的专业培训后,即可完成 h-TEE 的操作,并能获得需要的切面图像。对于治疗的指导意义与专业人员进行传统的 TEE 检查无差别,由此可见 h-TEE 更适用于 ICU 的病人血流动力学的监测^[1]。

3 h-TEE 的应用现状

3.1 指导血流动力学不稳定病人治疗方案调整及血管活性药物的使用与撤离 有研究已经证明目标导向治疗 (GDT) 的优越性,目标导向的液体管理更是可以降低病人住院天数、改善病人的预后^[11]。过度的液体限制增加了灌注不足和术后并发症的发生。GDT 的基本原则就是运用液体、血管活性药物、红细胞悬液及氧气的供给改善心血管的功能以此来优化组织的氧供。心输出量 (CO) 是决定组织氧供的一项重要指标。CO 取决于前负荷、后负荷、心肌收缩力、瓣膜功能、心律和心率,而这些都是可以运用心脏超声来直接观察到的。血流动力学不稳定导致了组织氧供的不足。因此在不能解释的危及生命的持续血流动力学不稳的病人时就需要及时改变治疗的方案,运用 h-TEE 通过上述的工作原理中的 3 个平面获得足够信息去进行 7 项内容的评估,由此得出病人血流动力学不稳定的原因^[1]:(1)有效循环血容量不足;(2)心肌收缩力不足(左室、右室、全心);(3)心包填塞的可能;(4)容量负荷过重;(5)血管张力低,针对以上原因对治疗方案进行调整,病人可从中获益,对预后、转归起到积极的作用。Vieillard 等^[12]的研究证明在 94 例病人中 62 例(66%)的病人通过 h-TEE 的检查后对治疗方案产生了直接的影响,同时也证明该治疗是与血流动力学状况相适应的。Hlaing 等^[13]所做的回顾性分析也证明,h-TEE 对 76.6% 的检查对象的治疗方案产生了积极的影响,尽管 h-TEE 不像传统的 TEE 那样可以提供全面、详尽的信息,但是它更加微创、并且可以提供连续的图像,对于血流动力学不稳定的病人可以更加快速、便捷的指导治疗方案。Fernman 等^[14]证实在 100 个安装了左室辅助装置的病人中,33 例病人因为术后的血流动力学不稳定而接受了平均 2 次的 h-TEE 检查,他们被发现普遍存在低循环血量、右室功能低下、容量负荷过重,根据 h-TEE 检测结果分析后改变了其中 72% 病

人的治疗方案,包括补液、血制品的运用、调整血管活性药物、利尿,并获得了确切的治疗效果。Maltais 等^[2]分析了 21 例术后运用了 h-TEE 检查的血流动力学不稳定的病人,2 例因为心包填塞及时的进行了二次手术;7 例病人被诊断出右心室功能不全;12 例病人存在有效循环血容量不足、其中的 11 例病人被证实存在容量反应性。而在全部的 21 例病人中,有 14 例病人(66%)的 h-TEE 检查结果与其他的血流动力学监测结果并非完全一致,正是有了 h-TEE 的检测结果改变了他们治疗方案并从中获益。Hirose 等^[15]证实 h-TEE 在发现心包填塞方面准确率为 100%,并且成功的指导了是否需要二次手术,为外科医生提供了明确的手术指征,h-TEE 还可以指导血管活性药物的使用与撤离。对于在心功能低下的病人,我们往往需要运用正性肌力药物辅助心功能,那么何时使用正性肌力药物?何时停用正性肌力药物?这都是 ICU 工作中经常遇到的实际问题。利用 h-TEE 的可连续性监测的特点,我们就可以动态的评估、指导正性肌力药物的使用与撤离,Ainsworth 等^[16]报道了 1 例 35 岁病人由于耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)感染导致的脓毒症继发了严重的左心功能不全,TTE 检查示左室射血分数(LVEF) 10%~15%,需要运用多巴酚丁胺来强心治疗,那么何时病人的心功能恢复,何时可以减量至停用多巴酚丁胺?现在我们可以不必再像以前通过一些心功能的相关数据去判断心功能的恢复情况,而是通过 h-TEE 直接观察心功能的恢复情况,并且逐步的减量多巴酚丁胺,动态观察心肌收缩力并没有因此而下降,由此来逐步安全的停用血管活性药物。

3.2 心、肺辅助装置的使用与撤离 对于血流动力学不稳定的病人我们还会通过一些临时的辅助装置来帮助病人平稳过度,如体外膜肺(ECMO)。辅助装置的使用时机和撤离时机同样我们也可以运用 h-TEE 进行指导。Cavarocchi 等^[17]在 21 例使用 ECMO 的病人中,运用一个程序化脱机流程,将整个脱机或者分为 4 个阶段,分别为全流量、半流量、 $1.2 \sim 1.5 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ 、正性肌力药物的反应性评估,如果病人能通过程序化脱机流程,就给予脱机,事实证明,运用 h-TEE 指导的 ECMO 脱机过程中没有 1 例并发症的发生,并且成功的指导了脱机后病人治疗方案。

4 讨论

综上所述,我们可以确定 h-TEE 对于血流动力

学不稳定病人的重要指导意义,那么 h-TEE 的安全性究竟如何呢? h-TEE 与传统 TEE 相比更加微创、并发症低,Kallmeyer 等^[18]关于 TEE 相关并发症的报道指出在 7 200 例病人中 TEE 引起的并发症发生率为 0.2% ,病死率为 0。在 TEE 使用病人中曾经有过 4 例咽后壁出血的严重并发症的报道,h-TEE 因其探头更小,创伤更小,目前还没有 h-TEE 相关并发症的报道^[1,19]。

h-TEE 因为其小巧的探头、可连续 72 h 动态观察、操作简便无严重并发症、对血流动力学不稳定病人的治疗具有重要的指导意义,已经成为国外 ICU 中重要的监测手段^[20],然而探头的变小,图像的质量也随之下降,与传统的 TEE 图像相比仍有差距^[1],并且探头无法与目前标准接口匹配,生产厂家未来仍需要在提高图像质量和提高设备兼容性上进行改善。h-TEE 的运用经验目前绝大多数在国外,国内尚无相关报道,对于我国目前 ICU 中危重症病人,h-TEE 是否可以完全替代传统的 TEE 检查仍需要进一步的临床研究去证实。

参考文献

- [1] TRESKATSCH S,BALZER F,KNEBEL F,et al. Feasibility and influence of hTEE monitoring on postoperative management in cardiac surgery patients[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*,2015,31(7): 1327-1335.
- [2] MALTAIS S,COSTELLO WT,BILLINGS FT,et al. Episodic monoplane transesophageal echocardiography impacts postoperative management of the cardiac surgery patient[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*,2013,27(4):665-669.
- [3] GEISEN M,SPRAY D,NICHOLAS FLETCHER S. Echocardiography-based hemodynamic management in the cardiac surgical intensive care unit[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*,2014,28(3): 733-744.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] FIELD LC,GULDAN GJ,FINLEY AC. Echocardiography in the intensive care unit[J]. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*,2011,15(1/2):25-39.
- [7] 周莹,朱达,尹万红,等. 超声心动图对重症监护室患者管理重要性的研究[J]. *国际麻醉学与复苏杂志*,2011,32(5):524-527.
- [8] 丁梅,杜洪印,喻文立,等. 经食道超声心动图在围术期应用进展[J]. *黑龙江医学*,2014,38(4):373-375.

- [9] BEGOT E,DALMAY F,ETCHECOPAR C,et al. Hemodynamic assessment of ventilated ICU patients with cardiorespiratory failure using a miniaturized multiplane transesophageal echocardiography probe[J]. *Intensive Care Med*,2015,41(11):1886-1894.
- [10] BEGOT E,CLAVEL M,PICCARDO A,et al. Hemodynamic monitoring using a single-use indwelling transesophageal echocardiography probe in an unstable patient after open-heart surgery[J]. *BMC Medical Imaging*,2015,15(1):31.
- [11] AYA HD,CECCONI M,HAMILTON M,et al. Goal-directed therapy in cardiac surgery:a systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*,2013,110(4):510-517.
- [12] VIEILLARD-BARON A,SLAMA M,MAYO P,et al. A pilot study on safety and clinical utility of a single-use 72-hour indwelling transesophageal echocardiography probe[J]. *Intensive Care Med*,2013,39(4):629-635.
- [13] HLAING M,JAYARAMAN A,FLYNN B,et al. The Impact of Miniaturized Hemodynamic Transesophageal Echocardiography (hTEE) on Decision-Making in Hemodynamically Unstable Patients in a Cardiothoracic Intensive Care Unit[J]. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*,2015,34(4):S70.
- [14] FEINMAN J,WEISS SJ. Hemodynamic transesophageal echocardiography in left ventricular assist device care:a complementary technology[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*,2014,28(5):1181-1183.
- [15] HIROSE H,GUPTA S,MISSAU J,et al. Cost Effectiveness of Detection of Tamponade After Postcardiac Surgery By Miniaturized Hemodynamic Transesophageal Echocardiogram (hTEE)[J]. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*,2014,33(4):S128-S129.
- [16] AINSWORTH C,BROWN G,PERKINS M,et al. Weaning Dobutamine in a Patient With Severe Cardiogenic Shock Using Hemodynamic Transesophageal Echocardiography[J]. *Chest*,2013,144(4):307A-307B.
- [17] CAVAROCCHI NC,PITCHER HT,YANG Q,et al. Weaning of extracorporeal membrane oxygenation using continuous hemodynamic transesophageal echocardiography[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*,2013,146(6):1474-1479.
- [18] KALLMEYER IJ,COLLARD CD,FOX JA,et al. The safety of intraoperative transesophageal echocardiography:a case series of 7200 cardiac surgical patients[J]. *Anesth Analg*,2001,92(5):1126-1130.
- [19] PLUYM M,YAGAN M. An Innovative Approach to Treating Recurrent Hemoptysis Caused by Fibrosing Mediastinitis[J]. *Chest*,2015,148(4):619A.
- [20] FLETCHER N,GEISEN M,MEERAN H,et al. Initial clinical experience with a miniaturized transesophageal echocardiography probe in a cardiac intensive care unit[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*,2015,29(3):582-587.

(收稿日期:2016-06-12,修回日期:2016-08-14)