

## 中国重症经食管超声临床应用专家共识(2019)



扫一扫下载全文

尹万红<sup>1</sup> 王小亭<sup>2</sup> 刘大为<sup>2</sup> 康焰<sup>1</sup> 晁彦公<sup>3</sup> 张丽娜<sup>4</sup> 张宏民<sup>2</sup> 武钧<sup>5</sup> 刘丽霞<sup>6</sup>  
朱然<sup>7</sup> 何伟<sup>8</sup> 中国重症超声研究组 重症血流动力学治疗协作组

<sup>1</sup>四川大学华西医院重症医学科,成都 610041;<sup>2</sup>中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院重症医学科 100730;<sup>3</sup>清华大学第一附属医院急诊/ICU,北京 100016;<sup>4</sup>中南大学湘雅医院重症医学科,长沙 410008;<sup>5</sup>上海交通大学医学院附属瑞金医院重症医学科 200025;<sup>6</sup>河北医科大学第四医院重症医学科,石家庄 050011;<sup>7</sup>中国医科大学附属第一医院重症医学科,沈阳 110001;<sup>8</sup>首都医科大学附属北京同仁医院重症医学科 100730

通信作者:王小亭,Email: icuting@163.com

**【摘要】** 经食管心脏超声(TEE)因其自身的特点和优势,非常适合重症患者诊治的需求而得以在ICU中应用。但由于重症患者诊治的特殊性,目前的应用方式尚未完全适应重症医学的特点,进而限制了其优势的发挥。因此我们结合自己的临床探索实践及国外研究,在重症医学理论指引下,将传统TEE拓展和改进并整合重症医学理念,确立了重症经食管心脏超声(TEECC)的概念,梳理了相关理念与应用规范,制定了《中国重症经食管超声临床应用专家共识(2019)》,旨在阐明TEECC的本质与特点,推动TEECC合理、规范的临床应用,建立规范的TEECC理论体系,引导TEECC实践和临床科研的规范的健康发展,逐步完善TEECC临床应用的理论与实践,提高临床救治水平。

**【关键词】** 重症经食管心脏超声; 重症医学; 共识

**基金项目:** 首都临床特色应用研究(Z181100001718209);四川大学华西医院临床研究孵化项目(2018HXFH032)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2019.12.002

# A Chinese consensus statement on the clinical application of transesophageal echocardiography for critical care (2019)

Yin Wanhong<sup>1</sup>, Wang Xiaoting<sup>2</sup>, Liu Dawei<sup>2</sup>, Kang Yan<sup>1</sup>, Chao Yangong<sup>3</sup>, Zhang Lina<sup>4</sup>, Zhang Hongmin<sup>2</sup>, Wu Jun<sup>5</sup>, Liu Lixia<sup>6</sup>, Zhu Ran<sup>7</sup>, He Wei<sup>8</sup>, Chinese Critical Ultrasound Study Group, Critical Hemodynamic Therapy Collaboration Group

<sup>1</sup>Department of Critical Care Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; <sup>2</sup>Department of Critical Care Medicine, Peking Union Medical College Hospital, Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China; <sup>3</sup>Department of Critical Care Medicine, the First Hospital of Tsinghua University, Beijing 100016, China; <sup>4</sup>Department of Critical Care Medicine, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China; <sup>5</sup>Department of Critical Care Medicine, RuiJin Hospital Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200025, China; <sup>6</sup>Department of Critical Care Medicine, The Fourth Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050011, China; <sup>7</sup>Department of Critical Care Medicine, The First Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China; <sup>8</sup>Department of Critical Care Medicine, Beijing Tongren Hospital, Beijing 100730, China

Corresponding author: Wang Xiaoting, Email: icuting@163.com

**【Summary】** Transesophageal echocardiography(TEE) is valuable in intensive care unit (ICU) because its application meets the requirements of diagnosis and treatment of critically ill patients. However, the current application has not fully adapted to the specialty of critical care. TEE could be more valuable in ICU when used with a new way that under the guidance of the theory of critical care and embedded into the treatment workflow. We have expanded and improved the application of traditional TEE and integrated the concept of critical care, established the concept of transesophageal echocardiography for critical care (TEECC). Chinese Critical Ultrasound Study Group (CCUSG) organized experts in the area to form the consensus based the previous studies and the long term practice of critical care ultrasound and TEE, aiming at clarifying the nature and characteristics of TEECC, promoting the rational and standardized clinical

application and the coming researches. The consensus of Chinese experts on clinical application of TEECC (2019) were 33 in total, of which the main items were as follows: (1) TEECC is a significant means, which is expanded and improved from the traditional transesophageal echocardiography according to characteristics of critically ill patients and is applied in ICU based on critically clinical scenarios and requirements by the critical care physician, to promote visualized, refined and precisely management of critically ill patients. (2) TEE possesses distinctive superiority in implementation in ICU. It has characteristics of images with good quality, operations with good stability and low-dependent of operators, monitoring with continuity, and visualization with all-dimensional and detail of heart and blood vessels. (3) As a means of refined monitoring that could result in precise diagnosis and treatment, TEECC expands the dimension of intensive monitoring and improves the performance of critical care. (4) Indications of TEECC application include clinical etiological searching and invasive procedures guiding when it acted as a traditional role; and also refined hemodynamic monitoring based on critical care rationale and over-all management under specific critical clinical scenarios. (5) TEE and TTE assessments are complementary; they are not alternative. Integrated assessment of TTE and TEE is required under many critical clinical scenarios. (6) TEE should be a necessary configuration in ICU. (7) All-round and significant information regarding to the mechanism of acute circulatory disorders can be provided by TEECC; it is a non-substitutable means of identifying the causes of shock under some special clinical scenarios. (8) Focal extracardiac hematoma can be accurately and rapidly detected by TEE in patients with open-thoracic cardiac surgery or severe chest trauma when highly suspected pericardial tamponade. (9) The priority of pathophysiologic mechanism of septic shock can be rapidly and accurately identified by TEE; even if its pathophysiological changes are complex, including hypovolemia and/or vasospasm and/or left and right heart dysfunction. (10) Causes of hemodynamic disorders can be rapidly and qualitatively evaluated so that the orientation of treatment can be clarified by TEECC. (11) A full range of quantitative indicators for refined hemodynamic management in critically ill patients can be provided by TEECC. (12) TEECC helps to accurately assess volume status and predict fluid responsiveness. (13) TEECC is specially suitable for accurate quantitative assessment of cardiac function. (14) Mini TEE provides long-term continuous hemodynamic monitoring. (15) Standard views are easy to be acquired by TEECC, which is a premise for accurate and repeatable measurements, and a guarantee for assessment of effect and risk of therapy. (16) Compared with invasive hemodynamic monitoring, TEECC is minimally invasive, with low infection risk and high safety. (17) In patients with acute cor pulmonale (ACP) under condition of right ventricular dysfunction and low cardiac output, TEECC is a key tool for assessment. (18) TEECC should be implemented actively when suspicious of left to right shunt in critically ill patients who occurred hypotension that hard to explain the cause. (19) TEECC should be implemented actively when suspicious of right to left shunt in critically ill patients who occurred hypoxemia that hard to explain the cause. (20) TEECC is preferred in hemodynamics monitoring under prone position of ventilated patients. (21) TEECC is an imperative means to achieve over-all management of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) therapy, especially for all-round hemodynamic monitoring. (22) Three basic views is recommended to be used to simplify TEE assessment during cardiac arrest so that reversible causes could be identified, and resuscitation could be guided. (23) The flow related echodynamic evaluation (TEECC-FREE) workflow is preferred in refined hemodynamics monitoring and therapy. (24) Simple workflow of TEECC could be implemented in special critical clinical scenarios. (25) Application of TEECC is highly secure; however, impairments of procedure should also be alert by operators. (26) Pitfalls in application of TEE should be paid attention to by the critical care physician. (27) Timely and rationally application of TEECC is in favor of diagnosis and treatment of critically ill patients and may improve the prognosis.

**【 Key words 】** Transesophageal echocardiography for critical care; Critical care medicine; Consensus

**Fund programs:** The Capital Characteristic Clinical Application Research (Z181100001718209); 1·3·5 Project for Disciplines of Excellence-Clinical Research Incubation Project, West China Hospital, Sichuan University (2018HXFH032)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2019.12.002

近年来,我国重症超声蓬勃发展,一定程度上推动了重症诊治的进步与变革。随着临床应用及科研的深入,重症专业医师对重症超声的要求越来越高,仅行经胸心脏超声(TTE)已不能满足重症诊治的需求,因此经食管心脏超声(TEE)被用于重症患者的救治。但由于重症诊治的特殊

性,传统的TEE需在重症理论的指引下进行拓展和改进,才能更佳地发挥TEE的优势,更好地服务于重症救治。为此,专家组结合多年的重症超声探索积累及TEE的特点和应用经验,确立了重症经食管心脏超声(Transesophageal echocardiography for critical care, TEECC)的概念,梳理了相

关理念与应用规范,制定了本共识,旨在阐明TEECC的本质与特点,推动合理、规范地使用TEECC,以及为后续的高质量、同质化临床研究奠定基础。

## 共识的形成

2019年1月成立了由28名重症医学专家组成的工作组,召开工作会议,讨论TEECC相关问题。经小组专家讨论认为,重症超声发展到目前阶段,急切呼唤着经食管超声这一重要模块的重症临床化应用。鉴于目前已有少量研究探索了经食管超声在ICU中的应用,但具体内涵尚不明晰;专家组在各单位也已序贯开展并已有一些积累,但应用方式尚多样;重症专业医师对其整体认识亦不统一等现状极大地阻碍了经食管超声在ICU的规范化全面应用,以及后继将要进行的临床科研,故目前有必要并有条件形成专家意见,以阐明TEECC的内涵及应用标准,统一理念及促成同质化,促进TEECC的发展以及重症超声体系的完备与成熟。根据既往经验及会议讨论决议,专家们确立了本共识的理论架构,包含七方面内容。

由10名重症医学专家组成工作组,其中6名分3组同时负责文献查阅和阅读,另外4名专家负责把握专题内涵的学术性和临床定位,之后工作组召开焦点讨论会,讨论和梳理文献内容,并根据已确立的理论框架进行整理,形成基本条目,再针对各个条目逐一展开讨论和修改,最终形成七个板块34个条目。

形成的条目初稿通过电子邮件的形式发送给中国重症超声研究组(CCUSG)和重症血流动力学治疗协作组的38名专家。根据意见条目的理论依据、科学性、创新性、可行性及专家权重进行综合评分,同时对临床相关结果类条目,参考推荐意见分级的评估、制定及评价(Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation, GRADE)系统评价方法,评估过程基本符合GRADE系统推荐原则。最终综合评分以0~9计分,确定各条目的推荐强度。其中,0~3分为不推荐,4~6分为弱推荐,7~9分为推荐。此评价过程重复2次,综合获得较为完善的共识条目和推荐程度。之后通过改良的德尔菲法,组织10名专家,结合最新的临床医学证据和重症医学发展前沿,分别对共识条目的相关专题进行审阅。并于2019年5月11日专家组召开讨论会集中讨论,记录每位发言者的意见和建议,所有参会专家针对每个拟共识条目进行讨论。根据会议所有专家达成共识的条目及其内容描述要求,在综合评分基础上,最终形成八个板块,推荐意见33条。随后,工作组根据会议意见,再次查阅增补文献,并于2019年6月29日完成专家意见终稿。

## TEECC的基本理念与自身特点

**共识意见1** TEECC是重症专业医师根据重症特点将

传统的TEE进行拓展和改进,基于重症临床事件与诊治需求实施,是推动可视化、精细化、精准化管理的重要手段(7.93分)

《中国重症超声专家共识》<sup>[1]</sup>和《重症超声临床应用技术规范》<sup>[2]</sup>明确了重症超声的概念,即重症超声是在重症医学理论指导下,运用床旁超声技术,针对重症患者进行的问题导向的、多目标整合的动态评估过程,是确定重症治疗尤其是血流动力学治疗方向及精细调整的重要手段。该概念实质上阐明了重症超声的临床属性和重症属性。尽管目前在重症治疗尤其在血流动力学治疗中,超声应用大多以TTE为技术基础,但作为重症超声的重要组成部分,TEE在重症专业医师手中亦应具有同等的角色特点。因此,重症专业医师应用TEE诊治重症患者时,需在操作技术层面根据临床特点对TEE进行拓展和改进,在临床应用基础上根据重症的救治特点和规范进行信息整合、解读和流程化改进,以适应重症医学更深更广的临床需要。其主要内涵为可视化、精细化及精准化管理重症患者。

**共识意见2** TEE具有图像质量高及稳定性好、可对心脏大血管全方位化与细节化显像、操作者依赖低、连续监测等特点,在ICU中实施具有独特的优势(7.88分)

TEE可为重症患者提供高质量的图像,更易识别瓣膜病变和心脏结构改变等。其原因在于,首先TEE是高频探头,成像分辨率更好;其次,TEE探头进入直接与心脏大血管毗邻的食管从而对心脏结构进行显像,不像TTE受ICU常见的水肿、肺气肿、肥胖、敷料、机械通气呼气末正压等干扰,因而图像质量更好。同时,由于切面获取无胸骨和肺遮挡,TEE可提供更全面的心血管切面和一些独有的切面,从而能够对心血管全方位及细节化显像。TEE的操作中探头容易固定,手法相对单一,部分切面的获取只需通过调整电子旋钮完成,因而操作者依赖低。Arntfield等<sup>[3]</sup>的研究证实,急诊科医师经过4h的TEE教学和模拟训练,即使在培训结束的6周后,亦能成功地完成TEE的评估,且急诊科医师进行TEE监测图像获取率高达98%;有研究发现,重症医师只需完成接近35例患者的TEE实践,即能具备TEE临床评估血流动力学的能力,而TTE需要至少100例的练习才能达到临床应用的要求<sup>[4]</sup>;并且TEE操作者内和操作者间重复测量一致性较好<sup>[5]</sup>(小于10%);均印证了TEE相对于TTE更加简单易掌握,操作者依赖低。而通过微型TEE(Mini TEE)<sup>[6]</sup>,可对重症患者连续监测72h左右,使得TEE具有了连续监测的能力,同时,监测过程不影响肠内营养的进行。表明TEE在ICU中具有独特的优势。

**共识意见3** TEE为高级超声技术在重症的应用提供了良好的平台(7.83分)

一般称斑点追踪技术、造影超声技术、心脏三维/四维成像技术等对ICU而言是“高级超声技术”,以区别于目前常规广泛应用的二维B超、M超、彩色多普勒及频谱多普勒超声。高级超声技术是对常规超声技术的拓展和补充,能提供更多维度和更细节化的信息,但非常依赖成像的稳定

性和良好的图像质量。而ICU常见的全身水肿、正压通气等常常干扰TTE成像,使得高级心脏超声技术的应用受到限制。而TEE对心脏的良好显像及稳定性等为高级超声技术的广泛应用提供了良好平台。有研究<sup>[7]</sup>通过经食管超声使用三维超声技术测量重症患者的心输出量(CO),与脉搏指示连续心输出量监测(PiCCO)的CO进行对比,发现了两者很好的相关性和一致性,97%的患者能实现TEE监测下三维心脏超声技术测量CO,图像获取及后处理时间平均为46 s和155 s,展示了其临床应用的可行性及价值,为将其他高级超声技术应用于TEE平台提供了希望。

#### 共识意见4 TEECC作为精细监测和指导精准诊治的手段,扩展重症监测维度,提高重症诊治效能(8.06分)

传统的血流动力学监测主要通过获取数据指标来实现,一定程度上依赖于相对正常的心脏结构,即数据指标的结构依赖性;同时,这些监测指标存在一定盲区,可能无法监测到某些反映局部结构功能变化的指标。而TEECC除了能测量常用的血流动力学指标,还能获取传统数字化监测不能获得的某些特定重要的指标[如三尖瓣环收缩期位移(TAPSE)、二尖瓣环收缩期位移(MAPSE)等],填补这个盲区;更重要的是,TEECC还能获取有无异常心内血流和心脏结构改变等重要信息,扩大了重症监测的维度。这些优势在重症思维和重症理论的整合下,能极大地提高重症诊治的效率和改善预后。已有的一些研究为这一结论提供了初步佐证。如,Slama等<sup>[8]</sup>对已行TTE检查的61例患者再行TEE检查作为补充,能发现14%的休克、19%的严重不可解释的低血氧或25%的怀疑心内膜炎的患者新的重要诊断,且需要立刻改变治疗。Khouri等<sup>[9]</sup>对77例TTE不能获取足够所需信息的重症患者行TEE检查,46例因超声检查而发生治疗方案或外科干预措施的改变。Vignon等<sup>[10]</sup>的研究中对111例ICU患者先行TTE检查,如不能解决临床问题或TTE明确提示需做TEE检查时行TEE检查,发现TEE比TTE诊断准确度更高,对治疗的影响更大。总体来讲,TEE检查对67.2%~88.4%的诊断和36.0%~70%的治疗产生了影响<sup>[11-13]</sup>。TEE还能观察俯卧位通气时左肺背侧病变密度面积改变,从而帮助评估俯卧位通气的有效性<sup>[14]</sup>,以及预测不可解释的低血压重症患者的死亡<sup>[15]</sup>。

#### 共识意见5 TEECC应用指征包括基于传统TEE方式的临床病因检查评估及引导有创操作;亦包括基于重症理念的精细血流动力学监测治疗及特定重症临床事件的全程管理(7.96分)

TEECC在ICU患者的应用首先是基于传统TEE应用方式的精确定性评估,评估临床病因或呼吸循环障碍的原因<sup>[16]</sup>,包括TTE无法得出结论而进一步行TEE检查;怀疑心内膜炎进行心脏细节化检查;怀疑心内结构异常而TTE无确切发现;怀疑大动脉病变(如夹层动脉瘤);筛查心内占位;怀疑可能存在心内分流;筛查右心、肺动脉血栓、上下腔静脉部位血栓;确诊局限性心包填塞;不可解释的低血氧;

不可解释的低血压等。其次是应用于引导大动静脉置管,如主动脉球囊反搏(IABP)管路安置等。

TEECC的另一重要应用指征是指导血流动力学的精细监测及治疗,特别是对难治性休克、复杂心内结构改变的休克管理,常规监测治疗6 h内未达到复苏目标者的休克管理等。此时往往需要通过TEE的精细测量,获取心内外血流与压力的相关数据,直接监测或间接获得中心静脉压(CVP)、肺动脉压(PAP)、肺血管阻力(PVR)、肺动脉楔压(PCWP)、每搏量(SV)、CO、体循环阻力(SVR)等血流动力学指标,结合结构及多维度模块化评估容量反应性<sup>[17]</sup>、右心功能、左心舒张及收缩功能等,可能需要整合其他监测手段或指标,充分体现TEECC的重症医学属性。

TEECC还用于特定临床情况的全程管理,如ECMO患者的特殊基础状态评估、方式选择、管路放置、过程监护及辅助撤离;心跳骤停原因分析和复苏效果监测<sup>[18]</sup>;俯卧位通气的循环呼吸监测<sup>[12]</sup>;重点监测右心指导急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者右心室保护性机械通气策略等<sup>[19]</sup>。

#### 共识意见6 TEE与TTE互相补充、不可互相替代;在许多重症临床事件中,需要TTE和TEE整合评估(8.19分)

TEE与TTE具有不同的图像获取方式及自身特点,其超声图像互为远近场,可以互相补充。如,在TTE检查时心房、心耳、瓣膜及降主动脉等大血管结构处在远场,由于超声波衰减及伪像干扰等原因通常成像质量较差,而在TEE检查时上述结构正好在近场,从而显像清晰;而TEE检查时的远场结构如心室腔、心尖等正好是TTE检查时的近场。因此TEE和TTE可相互补充,不可相互替代。尤其在机械瓣膜置换术后,机械瓣膜远处的图像均被机械瓣膜的声影遮挡,因此需要整合TTE与TEE的图像来评估瓣膜心房面和心室面的情况。另一方面,TEE主要用于心脏及大血管为主的血流动力学精细评估,而TTE对肺的病理生理评估又是血流动力学监测的重要组成部分,两者结合相得益彰。

#### 共识意见7 TEE应成为ICU的必要配置(7.58分)

随着重症医学的逐渐发展和愈加成熟,重症救治已向更精准和精细方向发展。救治需求的提升,呼唤着重症超声技术和可视化诊治手段的更加完善。TEE的上述特点,使其成为重症超声技术极为重要的一环及可视化诊疗的必备手段之一,契合了临床救治的精准与精细需求。因此,TEE应成为当今重症救治的必需工具之一。TEE不是其他监测不能胜任时的替补,或者众多检查手段中的可选检查之一,而是实施精准、精细诊断治疗的基础手段。故ICU内配置经食管超声探头是必要的。

### TEECC与循环障碍

#### 共识意见8 TEECC可全方位提供关于急性循环障碍机制的信息,是某些特殊情况下辨别休克原因不可替代的手段(7.93分)

休克的病因判断,既需要掌握血流动力学障碍的主要

机制,也需要全方位了解心脏结构改变的细节,同时要求简捷高效,这些均是 TEECC 的优势。TEECC 的流程化检查,能够分别从结构改变、血流改变及指标定量测量三个层面对血流动力学进行评估,既有结构又有功能,既有压力又有流量,既相互补充又相互印证,同时还能数据质控,因此能全方位提供关于急性循环障碍机制的重要信息,迅速辨别休克病因及指导精准治疗。

有研究发现<sup>[8]</sup>,对已行 TTE 的患者再行 TEE 作为补充,能发现 14% 的休克患者新的重要诊断且需要立刻改变治疗方案的情况。TEECC 还能识别脓毒性休克患者采用拯救脓毒症运动(SSC)指南推荐的常规指标未能发现的容量有反应性及潜在严重左心室收缩功能障碍<sup>[20]</sup>,识别脓毒症休克机械通气患者基于热稀释法血流动力学监测无法评估的情况,如严重瓣膜病变、左心室流出道梗阻等<sup>[21]</sup>。另外还包括一些特殊情况亦只有 TEECC 能胜任,如心内左向右分流、开胸心脏术后或严重胸部创伤后局灶性心包填塞等。因此,对特殊情况下常规手段未能找到原因的低血压,TEECC 可迅速辨别休克的原因<sup>[15]</sup>。

**共识意见 9 开胸心脏术后或严重胸部创伤患者,高度怀疑心包填塞时,TEE 能准确快速发现局灶心外血肿(8.25 分)**

有研究发现<sup>[22]</sup>,重症患者尤其是心脏术后或严重胸部创伤者,可能因包裹性积液或局部血肿、血块引起局部心包压塞,此时仅有特定的心腔会被压缩,可能并不存在心包压塞的典型体征,但其往往会造成严重的血流动力学障碍甚至死亡。立即行心脏超声检查是救治这部分患者血流动力学障碍的关键。而这种局限性心包压塞在常规 TTE 检查中很难发现,需要及时行 TEE 来迅速明确诊断。TEE 除了明确是否有局限性心包填塞,还能发现继发于收缩期二尖瓣前叶运动异常的动态左心室流出道梗阻及急性右心室衰竭等心脏术后并发症,同时还能对血流动力学的其他关键要素进行评估,如左心室收缩功能障碍、低血容量和心肌缺血等。因此开胸心脏术后或严重胸部创伤后,TEE 检查具有较大的价值。

**共识意见 10 感染性休克的病理生理异常非常复杂,包括低血容量和/或血管麻痹和/或左右心功能不全,TEE 可快速准确辨别优先病理生理机制(7.75 分)**

感染性休克循环衰竭的病理生理状态改变异常复杂,阐明其错综复杂的机制无疑是一种挑战,如低血容量、血管麻痹、双心室功能障碍(脓毒症心肌病)合并 ARDS 所致急性右心功能不全等。这些病理生理机制可贯穿脓毒症发生的全过程,从一种状态快速进展为另一种状态,脓毒症心肌病也可能表现出不同的单独或联合的症状,如左心室收缩或舒张功能障碍和右心功能障碍或衰竭。床旁超声非常适合对感染性休克进行血流动力学评估,可帮助临床医生了解患者的血流动力学状态,进而提出适当的治疗方案<sup>[23]</sup>。而 TEECC 可使重症专科医生对血流动力学进行全面监测,并对错综复杂、不同机制的循环衰竭进行诊断。初步复苏后,TEECC 可通过检查 SVC 和左右心室腔等提供全面的血

流动力学评估,较敏感地发现传统监测无法识别的容量有反应性及潜在的严重左心室收缩功能障碍<sup>[20]</sup>,尤其评估 ICU 患者舒张功能<sup>[24]</sup>,识别脓毒症休克机械通气患者基于热稀释法血流动力学监测无法准确评估的如严重瓣膜病变、左心室流出道梗阻等情况<sup>[21]</sup>。因此,虽然感染性休克的病理生理学异常复杂,但 TEECC 可快速辨别循环衰竭的优先病理生理机制:低血容量,血管麻痹,左右心功能不全。

## TEECC 与血流动力学管理

**共识意见 11 TEECC 可针对血流动力学异常进行快速定性评估,明确治疗方向(7.80 分)**

TEE 检查可在 15 min 内完成,相较于其他更耗时的有创监测手段,推荐其用于循环休克的监测<sup>[25]</sup>;重症理念打造的 TEECC 能快速准确识别循环衰竭机制<sup>[26]</sup>,是理想的 ICU 血流动力学监测手段<sup>[27]</sup>。TEECC 可快速进行定性评估,之后再行定量测量进行精细血流动力学管理。其快速评估主要在于发现急性心脏事件,如心包填塞尤其是局限性心包填塞、严重限制性心包疾病、新发节段室壁运动异常(提示急性冠状动脉综合征)、腱索断裂、室壁穿孔、急性心内膜炎、心腔或大血管腔内占位或血栓等情况,以及发现对血流动力学管理有重要提示意义的慢性心脏结构改变,从而为针对性的快速处理及后续的精细血流动力学管理提供支持。这些快速定性评估直接决定了后继的治疗方向,是精准救治的关键组成。

**共识意见 12 TEECC 可提供全面的定量指标,有助于精细血流动力学管理(7.78 分)**

通过获取心内外血流与压力的相关数据,经食管超声检查有望基于此获取一系列血流动力学参数。鉴于 TEE 成像质量比 TTE 更高,获取切面更多,其提供的参数将更全面更准确。研究发现,通过 TEE 能获取右心室充盈前向血流 E 峰的多普勒加速速率,能比较准确地评估 CVP,二者一致性高;通过 TEE 获取三尖瓣反流压差,与 CVP 相加,可估算肺动脉压,与有创监测肺动脉压一致性高(相关系数高达 0.98)<sup>[28]</sup>。TEE 测量三尖瓣反流峰速度平方与右心室流出道 VTI 的比值与 PVR 相关性好,可通过公式估算<sup>[29]</sup>。而通过左心室流出道血流速度-时间积分(VTI)和面积可计算获得 SV<sup>[30]</sup>,SV×心率=CO,而获取了 MAP、CVP、CO 后,可通过计算获得 SVR。从上述研究可以看出,TEE 监测血流动力学可直接或间接准确获得 CVP、PAP、PVR、PCWP、SV、CO、SVR 等一系列从右心前后负荷、肺循环阻力到左心前后负荷、CO、体循环阻力等的血流动力学指标,加之以 TEE 为平台的应力应变的测量和计算,整合到重症诊治中,TEECC 为推进重症患者精细的血流动力学管理提供了较好的基础<sup>[31-32]</sup>。

**共识意见 13 TEECC 有助于准确评估容量状态及预测容量反应性(7.82 分)**

TEE 的优势确保了其比 TTE 更能稳定和准确地测量腔静脉直径、VTI 和峰流速,其可视的特点又弥补了传统监测

指标的结构依赖性的缺陷,加之流程化评估的使用,以 TEECC 为手段评估容量反应性可获得更高的准确性。TEECC 评估容量反应性的可用参数主要为左心室流出道峰流速变异(最敏感指标)和上腔静脉变异(最具特异性指标)<sup>[33-34]</sup>,下腔静脉变异亦可评估容量反应性,但因 ICU 常见腹胀、肝脏手术下腔静脉吻合等对下腔静脉评估造成影响,上腔静脉可能更适于 ICU 患者的容量反应性评估<sup>[17]</sup>。TEECC 容量反应性评估的指标及其获取方式见表 1。

#### 共识意见 14 TEECC 可更准确定量评估心功能 (7.72 分)

重症患者心脏功能的定量评估非常重要。目前多种监测设备均能测量射血分数,部分设备能够测量右心射血分数,但这些监测存在很大缺陷。首先,射血分数是心脏全负荷、后负荷、内在收缩能力的综合反映,并非单纯的“收缩功能”;其次,左心的收缩包括圆周收缩、长轴收缩等细节,并非传统的数据化测量能评估;第三,目前的传统数据化监测均不能测量舒张功能。而心脏超声不但能分别评估右心功能、左心舒张功能、左心室收缩功能,还能准确地模块化评估左心圆周收缩、长轴收缩等细节。进行精细化测量的基础是图像质量佳及稳定。相对于 TTE,TEECC 能更清晰地

显示心内膜和心肌运动状态,切面获取成功率高,因此其为全方位实时、定量监测心脏功能提供了良好基础。其获取图像的稳定性又为指标的准确性提供了保障。表 2~4 分别列举了 TEECC 评估右心功能、左心舒张功能及右心功能的获取切面及指标。

#### 共识意见 15 微型 TEE 可提供长程的连续血流动力学监测 (7.97 分)

相对于传统有创血流动力学监测,重症超声是单次的间断监测而非连续监测。而微型 TEE 探头小,可通过单平面二维图像、彩色多普勒检查提供 72 h 左右的连续监测,监测过程不影响肠内营养。研究表明,简单培训后采用微型 TEE 评估重症患者血流动力学可行,图像质量足够,具有良好的操作者间一致性<sup>[6]</sup>。而多平面微型 TEE 虽不能行组织多普勒检查,但可完成二维图像、彩色多普勒和频谱多普勒检查。采用微型多平面 TEE 探头<sup>[35]</sup>对 ICU 循环呼吸衰竭的机械通气患者血流动力学评估是可行的,耐受性好,且与诊断密切相关,能对治疗产生潜在影响。多平面微型 TEE 对比标准 TEE 评估重症机械通气患者血流动力学研究<sup>[36]</sup>发现,微型 TEE 更易置管,尽管图像质量稍差,微型 TEE 与标准 TEE 在诊断急性循环和呼吸衰竭、对治疗方案的影响方

表 1 重症经食管心脏超声评估容量反应性的指标及其获取

| 指标          | 切面               | 阐述                                                                                                                                                                                                          |
|-------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 左心室流出道峰流速变异 | 经胃左心室长轴切面        | 获取标准经胃左心室长轴切面,尽量让取样线平行于升主动脉长轴,校正角度使最终测量角度与血流方向的夹角 $<20^{\circ}$ ,取样容积位于主动脉瓣,测得左心室流出道流速随呼吸变异的极大值和极小值,采用计算公式计算出变异指标                                                                                           |
|             | 经胃底深部左心室长轴切面     | 获取标准经胃底深部左心室长轴切面,清晰显示主动脉瓣及主动脉长轴,取样线与主动脉血流方向尽量平行(夹角在 $60^{\circ}$ 以内),采用校正角度使二者尽量平行,校正后血流与测量角度 $<20^{\circ}$ ,取样容积置于主动脉瓣下 0.5 cm 处(屏幕中主动脉瓣的上方),采用血流多普勒测量主动脉峰流速随呼吸的变异,测量 3 次,取平均值                             |
|             | 主动脉瓣长轴切面或左心室长轴切面 | 在标准切面尝试获取左心室流出道血流频谱,前提是在取样线角度 $<60^{\circ}$ 基础上校正角度使测量夹角 $<20^{\circ}$                                                                                                                                      |
| 上腔静脉变异      | 上腔静脉长轴切面         | 获取标准的上腔静脉长轴切面,方法有两种,一种先获取双房上下腔切面,使上腔静脉长轴显示在屏幕右侧(若 M 超取样线与上腔静脉长轴无法垂直,可将探头后退的同时调整电子平面角度使上腔静脉长轴更多的显示在屏幕中),另一种可先获取升主动脉短轴切面,将上腔静脉短轴置于屏幕正中线,增加电子平面角度 $90^{\circ}$ 以获取上腔静脉长轴切面,然后采用 M 超,使取样线垂直于上腔静脉长轴,获取上腔静脉随呼吸的变异 |
| 主动脉弓峰流速变异   | 食管上段主动脉弓长轴切面     | 获取标准食管上段主动脉弓长轴切面,屏幕左方显示升主动脉弓长轴呈椭圆形,与扇形声窗左缘(非标记点侧)平行,使取样线及校正后的测量角度尽量与主动脉弓长轴平行,取样容积置于主动脉弓的正中,获取主动脉弓峰流速,计算变异指标(该指标有待进一步研究)                                                                                     |
| 肺动脉瓣峰流速变异   | 食管上段主动脉弓短轴切面     | 获取标准食管上段主动脉弓短轴切面,扇形屏幕顶端(近场)见升主动脉弓短轴呈正圆形;屏幕左侧(非标记点侧)是肺动脉主干长轴与肺动脉主干两条血管壁平行,将取样线尽量与肺动脉主干长轴平行,然后校正角度使测量角度尽量与肺动脉主干血流方向平行,夹角 $<20^{\circ}$ ,取样容积置于肺动脉瓣上,获取肺动脉瓣峰流速,计算变异指标(该指标有待进一步研究)                              |

表2 右心功能定量评估相关切面获取及指标

| 指标                           | 切面           | 阐述                                                                                                                                        |
|------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 右心舒张末面积/左心舒张末面积(RV/LV ratio) | 食管中段四腔心切面    | 获取标准食管中段四腔心切面,可见扇形屏幕顶端为左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣相连,右心房和右心室在屏幕左侧(非标记点侧),室间隔竖直,四个腔室完全展开,心尖无纵向运动,二尖瓣和三尖瓣显示清楚。在舒张末期沿右心室和左心室内膜表面描计右心室舒张末面积和左心室舒张末面积  |
| 室间隔形态及运动                     | 经胃左心室短轴乳头肌切面 | 获取标准经胃左心室短轴乳头肌切面,可见屏幕正中为左心室短轴呈圆形,两个乳头肌呈半圆形贴壁;在屏幕左侧右心室呈新月形,两个心室之间为室间隔。观察室间隔形态,是否有D字征,是否有矛盾运动                                               |
| 离心指数                         | 经胃左心室短轴乳头肌切面 | 获取标准经胃左心室短轴乳头肌切面,可见屏幕正中为左心室短轴呈圆形,两个乳头肌呈半圆形贴壁;在屏幕左侧右心室呈新月形,两个心室之间为室间隔。由室间隔中点与左心室短轴圆心连线的左心室短轴直径为横径,过圆心与横径垂直的左心室短轴直径为纵径,由纵径/横径获得离心指数         |
| 三尖瓣环收缩期位移                    | 食管中段四腔心切面    | 获取标准食管中段四腔心切面,可见扇形屏幕顶端为左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣相连,右心房和右心室在屏幕左侧(非标记点侧),室间隔竖直,四个腔室完全展开,心尖无纵向运动,二尖瓣及三尖瓣显示清楚。将取样线通过右心室壁游离侧的三尖瓣瓣环根部,采用M超测量三尖瓣瓣环根部位移 |

表3 左心舒张功能评估相关切面获取及指标

| 指标                     | 切面           | 阐述                                                                                                                                                           |
|------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 左心收缩功能评估               | 见表4          |                                                                                                                                                              |
| 左心室室壁厚度                | 食管中段左心室长轴切面  | 获取标准食管中段左心室长轴切面,可见扇形屏幕顶端为左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣显示清晰,左心纵轴竖直,心尖无纵向运动;在屏幕右侧(标记点侧)可见主动脉瓣两个瓣及管型的主动脉长轴,主动脉长轴两个壁平行;在屏幕右侧可见右心室呈梭形(右心室正常大小时)。在舒张末期测量左心室室壁厚度              |
|                        | 经胃左心室短轴乳头肌切面 | 获取标准经胃左心室短轴乳头肌切面,可见屏幕正中为左心室短轴呈圆形,两个乳头肌呈半圆形贴壁;在屏幕左侧右心室呈新月形,两个心室之间为室间隔。在舒张末期测量左心室室壁厚度                                                                          |
| 左心房大小评估                | 食管中段四腔心切面    | 获取标准食管中段四腔心切面,可见扇形屏幕顶端为左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣相连,右心房和右心室在屏幕左侧(非标记点侧),室间隔竖直,四个腔室完全展开,心尖无纵向运动,二尖瓣及三尖瓣显示清楚                                                          |
|                        | 食管中段左心室长轴切面  | 获取标准食管中段左心室长轴切面,可见扇形屏幕顶端为左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣显示清晰,左心纵轴竖直,心尖无纵向运动;在屏幕右侧(标记点侧)可见主动脉瓣两个瓣及管型的主动脉长轴,主动脉长轴两个壁平行;在屏幕右侧可见右心室呈梭形(右心室正常大小时)。在该平面观察左心房有无明显增大             |
| 二尖瓣前向血流频谱E峰及A峰         | 食管中段四腔心切面    | 获取标准食管中段四腔心切面,可见扇形屏幕顶端为左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣相连,右心房和右心室在屏幕左侧(非标记点侧),室间隔竖直,四个腔室完全展开,心尖无纵向运动,二尖瓣和三尖瓣显示清楚。将取样线平行于二尖瓣前向血流,校正角度使二者夹角<20°,将取样容积置于二尖瓣瓣尖开口处,获取二尖瓣前向血流频谱 |
| 二尖瓣瓣环根部壁侧及膈侧组织多普勒e'和a' | 食管中段四腔心切面    | 获取标准食管中段四腔心切面,可见扇形屏幕顶端为左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣相连,右心房和右心室在屏幕左侧(非标记点侧),室间隔竖直,四个腔室完全展开,心尖无纵向运动,二尖瓣和三尖瓣显示清楚。将取样线通过左心室室壁壁侧(游离壁)及膈侧(室间隔)的二尖瓣瓣环根部,采用组织多普勒获取组织运动的e'和a'值  |

面具有非常好的一致性,二者均无并发症发生。因此微型TEE(单平面/多平面)可在ICU内提供长时间、安全、无创的、连续血流动力学评估。

**共识意见 16 TEECC易于获得标准化切面,是测量准确性和可重复性的前提(8.05分)**

心脏是一个立体结构,而心脏超声是通过相应的平面获取指标。故每次测量平面的一致性准确测量和重复测量的基础。TEECC测量的前提是满足标准切面前后的一致

性,包括对切面的角度均要统一和标准,常用的20个标准切面见表5<sup>[37-38]</sup>。

**共识意见 17 TEECC微创、感染风险小、安全性高(7.67分)**

传统的血流动力学监测手段如CVP测量、PiCCO、Swan-Ganz均需进行有创穿刺,存在血源性感染风险。而TEE操作不需要有创穿刺,无需深静脉通路,仅采用侵入性的方式向食管内置入探头,尽量少破坏患者皮肤、黏膜完整

表 4 左心收缩功能评估相关切面获取及指标

| 指标            | 切面                                                              | 阐述                                                                                                                                                                                          |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 辛普森法测射血分数     | 食管中段四腔心切面                                                       | 获取标准食管中段四腔心切面,可见扇形屏幕顶端为左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣相连,右心房和右心室在屏幕左侧(非标记点侧),室间隔竖直,四个腔室完全展开,心尖无纵向运动,二尖瓣和三尖瓣显示清楚。在舒张末期和收缩末期沿左心室内膜表面描记左心室舒张末和收缩末面积,通过辛普森法估计其左心室舒张末及收缩末容积,超声机自动计算获得射血分数                    |
| M 超测射血分数      | 经胃左心室短轴乳头肌切面                                                    | 获取标准经胃左心室短轴乳头肌切面,可见屏幕正中为左心室短轴呈圆形,两个乳头肌呈半圆形贴壁;在屏幕左侧右心室呈新月形,两个心室间为室间隔。将 M 超取样线经过左心室短轴圆心,采用 M 超测量左心室短轴舒张末直径和收缩末直径,超声机自动计算得到射血分数                                                                |
| 二尖瓣环收缩期位移     | 食管中段四腔心切面                                                       | 获取标准食管中段四腔心切面,可见扇形屏幕顶端为左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣相连,右心房和右心室在屏幕左侧(非标记点侧),室间隔竖直,四个腔室完全展开,心尖无纵向运动,二尖瓣和三尖瓣显示清楚。将取样线通过左心室壁游离侧(壁侧)的二尖瓣瓣环根部,采用 M 模式测量二尖瓣环收缩期位移                                            |
| 左心室流出道直径      | 食管中段主动脉瓣长轴切面                                                    | 在扇形屏幕顶端显示左心房,左侧为二尖瓣,左下为左心室长轴底部;在屏幕正中为主动脉瓣两个瓣;在屏幕右侧可见主动脉长轴呈管型,主动脉两个壁平行。在主动脉瓣瓣叶完全打开平行时,在瓣根部测量其直径                                                                                              |
|               | 食管中段左心室长轴切面                                                     | 在扇形屏幕顶端见左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣显示清晰,左心纵轴竖直,心尖无纵向运动;在屏幕右侧(标记点侧)可见主动脉瓣两个瓣及管型的主动脉长轴,主动脉长轴两个壁平行;在屏幕右侧可见右心室呈梭形。在主动脉瓣瓣叶完全打开平行时,在瓣根部测量其直径                                                              |
| 左心室流出道速度-时间积分 | 经胃左心室长轴切面                                                       | 获取标准经胃左心室长轴切面,取样线平行于左心室流出道及升主动脉,尽量让取样线平行于升主动脉长轴,校正角度使最终测量角度与血流方向的夹角 $<20^{\circ}$ ,取样容积位于主动脉瓣,测得左心室流出道血流频谱,描记获得速度-时间积分                                                                      |
|               | 经胃底深部左心室长轴切面                                                    | 获取标准经胃底深部左心室长轴切面,清晰显示主动脉瓣和主动脉长轴,取样线与主动脉血流方向尽量平行,取样线与主动脉血流方向夹角在 $60^{\circ}$ 以内,再采用校正角度使二者尽量平行,校正后血流方向与取样线夹角 $<20^{\circ}$ ,取样容积置于主动脉瓣下 0.5 cm 处(屏幕中主动脉瓣的上方),采用血流多普勒测量左心室流出道血流频谱,描记获得速度-时间积分 |
|               | 食管中段主动脉瓣长轴切面或左心室长轴切面                                            | 在标准切面尝试获取左心室流出道血流频谱,前提是取样线角度 $<60^{\circ}$ 基础上再校正角度使测量夹角 $<20^{\circ}$ ,取样容积置于主动脉瓣下 0.5 cm 处(屏幕中主动脉瓣的上方),采用血流多普勒测量左心室流出道血流频谱,描记获得速度-时间积分                                                    |
| 左心室心输出量       | 通过左心室流出道速度-时间积分和面积计算获得每搏量 <sup>[32]</sup> ,每搏量 $\times$ 心率=心输出量 |                                                                                                                                                                                             |

性,因此感染风险更小。另一方面,由于重症患者大多带有气管插管或气切导管进行气道保护,且随时处于严密监护状态,实施地点是在 ICU、抢救设备和人员力量齐备的状态下,故能最大程度地避免传统经食管超声检查面临的患者处于清醒状态、缺乏气道保护的情况下置入探头而产生呕吐误吸、喉痉挛甚至窒息等操作相关并发症。研究亦表明,TEE 在 ICU 的应用安全,患者耐受性好<sup>[9,13]</sup>,几乎所有患者均可行(包括 47% 机械通气患者),无并发症<sup>[10-11,13]</sup>或并发症少(2.6%),且无操作相关致命并发症发生<sup>[9,13]</sup>。因此,TEECC 安全性高。

### TEECC 与特定重症临床事件

**共识意见 18** 急性肺心病患者,右心功能不全合并低 CO 状态时,TEECC 是评估的关键手段(7.75)

右心是静脉回流的终点,所有血液均需经过右心克服肺动脉压后回到左心。右心与左心共用一个室间隔,右心容积增高或压力升高均能通过室间隔传递给左心,从而影响左心射血。急性肺心病患者会出现急性右心后负荷增高,进而影响右心容量负荷、收缩功能、舒张功能以及室间隔,最终影响左心舒张容积及整体收缩,导致低 CO 的发生。故对急性肺心病患者,心脏超声血流动力学检查有助于全面评估上述关键环节,找到低 CO 的主要矛盾及精细调控治疗。相比传统经胸心脏超声,TEE 能对重症患者更全方位和更准确的评估,还能识别右心室功能障碍,并指导 ARDS 患者右心室保护性机械通气策略<sup>[19]</sup>。因此 TEECC 是辨别因右心功能不全引发低 CO 的关键措施。

**共识意见 19** 当重症患者出现临床难以解释的低血压,怀疑心内左向右分流时,应积极行 TEECC 检查(8.14 分)

患者出现低血压,常规临床检查未能发现病因时,需考

表 5 经食管心脏超声常用的 20 个标准切面的获取及标准

| 序号 | 切面             | 标准                                                                                                                |
|----|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 食管上段主动脉弓长轴切面   | 屏幕左侧显示升主动脉弓长轴呈椭圆形,与扇形声窗左缘(非标记点侧)平行                                                                                |
| 2  | 食管上段主动脉弓短轴切面   | 扇形屏幕顶端(近场)可见升主动脉弓短轴呈正圆形;屏幕左侧(非标记点侧)是肺动脉主干长轴与屏幕左缘接近平行,从近场至远场依次是右心室流出道、肺动脉瓣、肺动脉主干,肺动脉主干两条血管壁平行,血流多普勒可见肺动脉血流由近场向远场流动 |
| 3  | 降主动脉短轴切面       | 扇形屏幕顶端显示降主动脉横切面呈正圆形                                                                                               |
| 4  | 降主动脉长轴切面       | 降主动脉长轴切面两侧血管壁水平横卧在扇形屏幕顶端                                                                                          |
| 5  | 食管中段主动脉瓣短轴切面   | 屏幕中心主动脉瓣短轴呈圆形,闭合时呈“Y”字形,开放时呈“等边三角形”                                                                               |
| 6  | 食管中段右心室流入流出道切面 | 扇形屏幕顶端(近场)显示左心房,右心房显示在屏幕左侧,三尖瓣显示清晰,右心室流入流出道呈管型横卧在屏幕下方(远场);屏幕右侧(标记点侧)为肺动脉瓣及肺动脉长轴                                   |
| 7  | 食管中段双心房上下腔切面   | 扇形屏幕顶端(近场)为左心房,屏幕下方(远场)为右心房,二者间由水平的房间隔隔开,下腔静脉横卧在屏幕左边,上腔静脉横卧在屏幕右边,腔静脉两条血管壁平行、边缘光滑锐利                                |
| 8  | 食管中段主动脉瓣长轴切面   | 扇形屏幕顶端显示左心房,左侧为二尖瓣,左下为左心室长轴底部;屏幕正中为主动脉瓣两个瓣;在屏幕右侧可见主动脉长轴呈管型,主动脉两个壁平行                                               |
| 9  | 食管中段升主动脉短轴切面   | 屏幕正中见升主动脉短轴呈圆形,其上方(扇形屏幕顶端)和右方(标记点侧)分别为右肺动脉干和肺动脉主干连接呈“7”字形;屏幕左侧右肺动脉与圆形升主动脉短轴夹角处可见上腔静脉短轴呈圆形/水滴形                     |
| 10 | 食管中段升主动脉长轴切面   | 屏幕顶端见右肺动脉短轴呈圆形,升主动脉长轴呈管状水平横卧在右肺动脉短轴下方                                                                             |
| 11 | 食管中段四腔心切面      | 扇形屏幕顶端可见左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣相连,右心房和右心室在屏幕左侧(非标记点侧),室间隔竖直,四个腔室完全展开,心尖无纵向运动,二尖瓣和三尖瓣显示清楚                              |
| 12 | 食管中段二尖瓣交界区切面   | 屏幕顶端见左心房,其下方为左心室长轴,心尖无纵向运动,中间二尖瓣显示清晰,二尖瓣可见后瓣P <sub>1</sub> 、P <sub>2</sub> 及部分前瓣,竖直的左心室室壁内侧可见两个乳头肌连接腱索和二尖瓣        |
| 13 | 食管中段两腔心切面      | 在扇形屏幕顶端可见左心房;屏幕右侧左心房边缘可见左心耳切面呈三角形,左心房下方为左心室长轴,心尖无纵向运动,中间二尖瓣显示清晰,二尖瓣可见前瓣与后瓣;屏幕左侧竖直的左心室壁内侧可见一个乳头肌连接腱索和二尖瓣           |
| 14 | 食管中段左心室长轴切面    | 扇形屏幕顶端见左心房,其下方为左心室长轴,中间二尖瓣显示清晰,左心纵轴竖直,心尖无纵向运动;屏幕右侧(标记点侧)可见主动脉瓣两个瓣及管型的主动脉长轴,主动脉长轴两个壁平行;屏幕右侧可见右心室呈梭形(右心室正常大小时)      |
| 15 | 经胃左心室短轴乳头肌切面   | 屏幕正中见左心室短轴呈圆形,两个乳头肌呈半圆形贴壁;屏幕左侧右心室呈新月形                                                                             |
| 16 | 经胃两腔心切面        | 屏幕正中见左心室横卧,心室壁平行,心尖无横向运动;屏幕右侧为左心房,左心房下方可见左心耳切面呈三角形,左心房与左心室间二尖瓣显示清晰,上方心室壁内侧可见乳头肌连接腱索和二尖瓣                           |
| 17 | 经胃左心室长轴切面      | 屏幕正中可见左心室横卧,心室壁平行,心尖无横向运动;屏幕右侧为左心房,左心房与左心室间二尖瓣显示清晰,左心房下方为主动脉瓣及主动脉长轴呈管状向屏幕右下方延伸,主动脉两个壁平行,左心室及主动脉下方为横卧的右心室呈梭形       |
| 18 | 经胃右心室流入道       | 屏幕正中可见右心室横卧,心室壁平行,心尖无横向运动;屏幕右侧为右心房,右心房与右心室间三尖瓣显示清晰                                                                |
| 19 | 经胃左心室底部短轴切面    | 屏幕正中见左心室短轴呈圆形,圆形正中可见二尖瓣完整前叶和后叶开合;屏幕左侧可见右心室呈新月形                                                                    |
| 20 | 经胃底深部左心室长轴切面   | 屏幕顶端见左心室心尖,其下方为左心室纵轴;在幕下方正中依次为主动脉瓣和主动脉瓣长轴,左心室心尖无纵向运动,主动脉两个壁平行;屏幕左侧可见右心室呈梭形纵向紧贴左心室;屏幕右侧下方为左心房,左心房及左心室完全展开,二尖瓣显示清晰  |

虑是否存在心内左向右分流。由于TEE能提供心脏大血管的独特声窗,具有清晰显示内膜、瓣膜、血流、分流、心内占位及异常结构等方面的巨大优势,能发现TTE不易发现的心内分流,因此对临床难以解释的低血压不除外心内左向右分流等结构改变时,需积极实施TEEC。整体而言,TEEC比监测指标、TTE更精细,对心脏功能及容量反应性等的评估更准确,故增加了TEEC在低血压监测和导向治

疗中的价值<sup>[33]</sup>。

**共识意见 20** 当重症患者出现临床难以解释的低血氧,怀疑心内右向左分流时,应积极行TEEC检查(8.27分)

常见的低氧血症由ARDS、肺栓塞、肺水肿等导致,通过胸部影像学及传统心脏超声检查均能鉴别诊断。而顽固性无法解释的低氧血症,应考虑是否存在心内右向左分流等

情况。由于 TEE 的优势,能发现 TTE 不易发现的心内分流,因此临床上无法解释的低血氧不能除外右向左分流时,应积极行 TEECC 检查。

#### 共识意见 21 TEECC 是俯卧位通气患者血流动力学监测的首选(7.62 分)

俯卧位通气的价值越来越受到重视。特别是对 ARDS 患者,俯卧位通气可单独或联合肺复张改善重力依赖区肺组织的膨胀程度,从而改善氧合,并可降低病死率。近年来关于 ARDS 管理共识提出,ARDS 患者存在右心功能不全的比例较高,俯卧位通气的降低右心室后负荷,改善患者的血流动力学状态。因此,俯卧位下监测血流动力学有助于评估效果,同时发现潜在的风险。心脏超声检查<sup>[39]</sup>可以根据俯卧位前后右心室大小、左右心室比例、是否存在 D 字征及根据三尖瓣反流情况估测肺动脉压等来评价右心室负荷的变化情况,有助于指导如何进行循环管理及评估俯卧位通气效果与持续时间。但在俯卧位情况下 TTE 无法完成标准检查,而 TEECC 却对俯卧位通气患者非常适用<sup>[12]</sup>。并且 TEECC 可对肺的局灶或均一性病变进行评估,并有针对性地评估重力依赖区肺复张情况,通过半定量评分的方式来预测患者俯卧位通气的有效性,指导实施俯卧位通气<sup>[14]</sup>。

#### 共识意见 22 TEECC 是 ECMO 治疗过程中实现全程管理,尤其是监测血流动力学必不可少的手段(7.69 分)

ECMO 作为严重心-肺衰竭的支持手段已在重症医学领域中的应用越来越多。TEE 对 ECMO 患者的特殊基础状态评估、方式选择、管路放置、过程监护及辅助撤离中均有应用<sup>[5]</sup>。在 ECMO 的起始阶段,TEE 可评估患者的容量、右心(大小、收缩、舒张、瓣膜)、左心(大小、收缩、舒张、瓣膜、室间隔)、基础状态(卵圆孔未闭、右心房基础畸形及外周血管情况)等;可发现已存在的机械性问题(如主动脉夹层,二尖瓣反流,主动脉瓣关闭不全,心包压塞等);可辅助判断 ECMO 的应用指征及不同 ECMO 类型的选择(如重度 ARDS 合并肺心病引发休克,可直接选择静-动脉 ECMO);置管过程中可使用 TEE 引导并用 TEE 确定导管位置,同时监测流量,还能实时指导导管位置的调整。在 ECMO 的运行过程中,重症超声除可监测心功能外,还可监测导管异位、导管或血管血栓、静脉或动脉堵塞、左心室血栓、心包积液、心包压塞、肺栓塞等并发症的发生。TEE 可通过评估 ECMO 流量减低后心脏的耐受情况,以及测量相应的心脏腔室大小、射血分数及组织多普勒测量的心肌收缩速度等来预测 ECMO 撤机成功率并指导撤机。撤机后监测血栓形成和血管梗阻等。可以看出,TEECC 在 ECMO 的全程管理中无处不在,并且可能是监测血流动力学状态仅有的选择。

### TEECC 在心脏骤停中的应用

#### 共识意见 23 与 TTE 比,TEECC 在心脏骤停救治中具有明显优势,建议临床推广应用(7.24 分)

当患者发生心跳骤停时,通过 TTE 检查来帮助诊断或

排除诊断会面临诸多困难,如球囊辅助通气可能导致胃充气进而影响剑突下心脏图像难以获取,而经胸心脏按压可能导致肋骨断裂、皮下气肿形成,使得超声图像无法获取。有研究表明,重症患者中约 50% 的患者无法获取适宜的图像,尤其在接受心脏按压时<sup>[40]</sup>;获取 TTE 检查会影响心脏按压的时间,可能导致按压中断超过指南限制的 10 s;此外一些胸部表面的敷料、粘贴的除颤电极板等亦会影响 TTE 检查的顺利完成。TEE 在此时具有明显优势:(1)直接紧贴心脏表面成像,几乎每一位患者均能获取质量适宜的图像;(2)TEE 可在心脏按压甚至除颤的时候同时进行,从而减少心脏按压的中断和脉搏检查的时间<sup>[41]</sup>;(3)可观察心室在按压时的充盈与射血,评估心脏按压的深度和效果。因此,James 等<sup>[42]</sup>于 2018 年发表了 TEE 应用于心肺复苏的指南,从如何快速获取超声机、日常维护与清洁,到 TEE 在心跳骤停患者的切面选择,指征、临床发现与应用及培训,甚至急诊医师应用 TEE 的未来方向等均做了相应的指导与描述。鉴于此,TEE 床旁快速应用应写入更多的心肺复苏相关指南中。

#### 共识意见 24 心脏骤停时推荐应用三个 TEE 基准切面简化评估,迅速查明可逆病因,指导复苏(7.87 分)

28 个完整 TEE 标准切面相对比较复杂,而 TEECC 倾向于应用简明扼要的流程进行评估。心脏骤停时,由于抢救时效性的需求,需要一个简单、目标性强的方案进行检查,因此在心跳骤停的应用指南<sup>[41]</sup>中推荐了 TEE 三个切面(经食管中段四腔心切面,经食管中段左心室长轴切面,经胃左心室短轴切面)的检查方案。评估内容包括,鉴别心脏活动(室壁收缩与心脏停滞),左心室收缩功能大体评估(心肌增厚、心内膜偏移及二尖瓣运动),评估右心室扩大(右心室:左心室比例增加,室间隔变平),心包积液的鉴别等。而亦有学者认为,甚至只需要 1~2 个切面即可快速评估心跳骤停的可逆病因<sup>[18,43]</sup>,并指导心肺复苏效果与预后的评估。

### TEECC 应用流程

#### 共识意见 25 基于 TEECC 的血流相关超声血流动力学评估流程(TEECC FREE)是精细血流动力学监测治疗的优选应用流程(7.93 分)

FREE 流程是基于经胸检查 3 个部位、每个部位四个切面的检查方案,所获取的内容以六步法思路为基础进行整合评估与分析,是规范化指导临床治疗的经典流程。FREE 流程的优点在于对心脏大血管进行模块化、细节化评估,融入了基础结构评估及精细测量,并以标准的血流动力学分析思路指导规范临床行为。但 TTE 的检查因图像质量和稳定性的问题,不一定能够胜任精细管理的需求。TEECC 的优势,使 FREE 流程的价值能够充分实现,且检查方案能整合到分析流程中,如,第一步,首先获取双心房上下腔切面,通过上腔或下腔静脉直径、变异及短轴形态判断容量状态及容量反应性;第二步,通过食管中段四腔心切面及经胃左心室短轴切面评估右心大小、室壁厚度、运动及室间隔受累

情况;第三步,通过获取右心室流入流出道切面评估三尖瓣反流及肺动脉宽度;第四步,同样在食管中段四腔心切面,以及获取经胃短轴基底部、乳头肌及心尖层面,评估左心室收缩及舒张功能、节段运动障碍等;第五步,在食管中段左心室长轴切面进行左心室流出道检查,经胃左心室长轴切面或经胃底左心室长轴切面测量左心室流出道血流及速度时间积分;第六步,再聚焦于其他特殊部位如瓣膜、心包、主动脉等进行检查。而慢性疾病导致的心脏结构改变的评估融合在每一步中。该 TEECC-FREE 流程,既整合了检查方案和评估思路以提高效率,又保留了 FREE 流程的模块化、精细化评估的优点,因此是精细血流动力学监测治疗的优先应用流程。

### 共识意见 26 在特殊重症临床事件中,可选择 TEECC 简易流程(7.87 分)

流程化检查,既有质控的内涵,又有助于规范临床决策及诊疗行为。故对重症超声而言,流程是必须和必要的。但在某些特定的临床环境,病情变化迅速,进展很快。因此,重症超声检查需要重点突出,目的明确,针对性强。TEECC 检查切面很多,提供信息丰富。在特定临床事件中,选定几个关键切面的组合形成简易流程,既体现了质控和整合信息的优势,也提高了诊疗效率。如在心肺复苏时,检查目的相对简单,即发现或排除急需处理的心跳骤停原因(心包填塞、大面积肺栓塞等),亦及时发现自主心跳恢复。因此推荐经典的三个切面检查,对三个切面的信息进行流程化分析,能满足救治需求,同时减少了检查环节,提高应用效率。

## TEE 在重症应用的质控

### 共识意见 27 TEECC 由重症专业医师实施是准确可信的(7.96 分)

重症超声的一大特点是以临床问题为导向的检查,因而 TEECC 的始动因素亦是明确的临床问题。在 TEE 的帮助下,重症医生对患者的病因进行判断,在床旁完成血流动力学的连续评估。TEE 的优势决定了其能较好地避免外界干扰,提供优质图像,具有更高的准确性和可重复性,因此操作者依赖更低,经过培训的重症专业医师容易掌握。研究发现,经过并不复杂的短期培训,急诊/重症医师即可完成 TEE 操作,图像获取率高达 98%<sup>[3]</sup>。重症医师在完成 35 例 TEE 实践后,即能利用其较好地评估血流动力学<sup>[4]</sup>。2019 年 *Chest* 发表了一项回顾性研究,比较了 2 个研究中心重症医师行 TEE 检查及心脏科医师行 TEE 或 TTE 检查,其中以心脏科医师检查为金标准,发现经过高级心脏超声培训、有经验的重症医师行 TEE 检查相比金标准来讲敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和准确度均较高,因此 TEE 由有经验的 ICU 医师实施是准确可信的<sup>[44]</sup>。

### 共识意见 28 TEECC 实施具有很高的安全性,但操作者亦应警惕操作相关损伤(8.27 分)

由于重症患者大多带有气管插管或气切导管,随时处

于严密监护状态,TEECC 实施地点是在 ICU,抢救设备和人员力量齐备的状态下进行,能最大程度地避免传统 TEE 在患者处于清醒状态、缺乏气道保护情况下进行探头置入而产生呕吐误吸、喉痉挛甚至窒息等操作相关并发症的风险,使操作更安全。另外,虽然血流动力学不稳定及顽固低氧是重症医学常见问题,是 TEECC 检查的重要指征,但越是呼吸循环不稳定的情况,越需要更快速精准的病因判断和针对性治疗,TEECC 的及时介入,避免了此类患者转运的高风险及延误时间等问题,体现了 TEECC 更加安全。

近期有多项研究肯定了 TEECC 的安全性。Arntfield 等<sup>[3]</sup>回顾了 2 年的急诊 TEE 数据发现,12 名不同急诊医师的 54 次 TEE 检查无相关并发症发生。Yunuen 等<sup>[13]</sup>的 152 例次 TEE 检查无并发症发生。ECMO 支持的患者由于全身肝素化,行 TEE 检查理论上有一定的口咽部及消化道出血风险,而 Nowak-Machen 等<sup>[45]</sup>的 53 例共 87 次 TEE 检查的 ECMO 患者,只有 2 例次(2.3%)发生了弥漫口咽部出血而未再行 TEE 检查,其他重复 TEE 检查中未发现口咽部出血。其他并发症也未见发生。因此认为,即使在全身抗凝的 ECMO 患者中行 TEE 检查依然安全。TEECC 的临床应用比想象的更安全。

虽然如此,TEECC 检查毕竟为有创操作,在患者特定情况下或操作者技能较低时,亦会带来损伤。操作者需要知晓其操作过程中可能带来的损伤,才能做好预防与观察,保护好患者。

### 共识意见 29 实施 TEE 时需关注 TEE 应用的局限性和误差(8.25 分)

任何设备及检查手段均存在局限性。重症专业医师需充分认识到其应用的局限性,才能合理地应用 TEE,充分发挥其优点,弥补其劣势。已存在的口咽、食管及胃部损伤、食管梗阻(癌、狭窄)、胃扭转、胃肠穿孔、食管及胃部手术、明确的胃底食管静脉曲张、活动性上消化道出血等情况,均是应用 TEE 的绝对禁忌;另外,患者颈椎损伤、食管炎症、憩室等属于相对禁忌,需权衡风险与获益方能实施。

### 共识意见 30 重症专业医师实施 TEE 需通过规范化培训认证(8.44 分)

TEE 的临床影响已得到充分证实。美国麻醉师学会和心血管麻醉师学会强调了各层级的 TEE 训练。然而,国内 ICU 医生对 TEE 了解和掌握仍十分有限。许多障碍继续限制着 TEE 的教育,包括设备、合适案例的数量,以及有限的缺乏丰富经验的教师等。TEE 的图像采集技术及判断需要物理、解剖学和生理学知识的相互整合,以及丰富的临床实践经验。要求 ICU 医师至少达到掌握 TEE 基础水平、能诊断和评估血流动力学不稳定的最常见病因。然而达到此种要求对我国绝大部分 ICU 医生来讲相当困难。因此 TEE 的操作需要经过特殊培训<sup>[46-47]</sup>,培训需要掌握图像获取、图像解读、TEE 相关操作及基本判读能力<sup>[13]</sup>。期待这种规范化的培训能让所有 ICU 医生在床旁常规应用 TEECC,将其作为一种基本技能服务临床。

### 共识意见 31 TEECC 操作规范性强,学习周期短,易于掌握(7.87 分)

TEE 的操作比 TTE 更简单。重症专业医师只需完成 35 例检查即能获得 TEE 评估血流动力学的能力,而 TTE 检查需要至少 100 例<sup>[4]</sup>。既往 TEE 均是由心脏科及心脏麻醉医师进行。而经过并不复杂的培训,TEE 即可由急诊/重症专业医师来完成。已为较多研究证实<sup>[48]</sup>。因此,重症专业医师的 TEE 培训切实可行,甚至比 TTE 更容易。

### 共识意见 32 及时合理应用 TEECC 有利于重症患者诊治,可能改善预后(7.95 分)

TEE 能更清楚的显示心脏结构,并能达到连续监测血流动力学目的。因此及时合理运用 TEECC 能帮助医生更快、更准地明确病因,精细监测血流动力学状态及导向治疗。目前有一些研究提示,TEE 可用于多种诊断,如血栓<sup>[49-50]</sup>、瓣膜改变<sup>[51]</sup>、主动脉夹层<sup>[52]</sup>等,能更好地了解重症患者的液体状态和心脏生理学<sup>[53]</sup>。因此,TEE 在重症患者的评估和管理中是一个非常有用的工具。但是仍期待 TEE 改变重症患者预后的更多更有力的研究。

### 共识意见 33 TEECC 可促进重症医学的进步与发展(8.04 分)

重症超声的日趋成熟,使重症患者的评估从独立的数据评估及静态图像评估跃进到整合的同步动态的形态结构、功能、病理生理评估,并有具体的数据指标,提升了评估与监测的维度,加深了对疾病过程的理解,拓宽了视野,带来更多的新发现和创新。同时,重症超声的特长实现了病理生理与病因的同步化管理,提高诊疗效率。而作为重症超声的重要组成部分及重症超声能力金字塔的顶端部分,TEECC 进一步提升了重症超声的优势,深入的认识了心脏血流、压力与结构的相互作用关系。特别是与 TTE 互补以及高级超声技术的无障碍应用,使得医生对结构与功能改变的认识更加深入,对心脏大血管病理生理的认识更加全面化、细节化。在重症理念的引领下进行研究与实践,TEECC 将助力其革新与治疗模式的进化。

总之,TEECC 将 TEE 本身的优势和重症理念进行了深度整合,从技术层面拓宽了重症超声的应用空间,提升了其精细评估的能力,亦为高级超声技术的应用提供了良好的平台。其在临床层面将推动 ICU 精准和精细化管理,是重症临床实践中必不可少的手段。其发展将开启重症患者血流动力学管理的可视化、精细化新时代。重症医学的发展催生了重症超声的出现,重症经食管超声作为重症超声及重症医学的重要组成部分,又推动着重症医学的发展。

**共识组名单:**四川大学华西医院重症医学科(尹万红、康焰、李易、周然、李杨婷、邹同娟、康慧);中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院重症医学科(王小亭、刘大为、张宏民、隆云、张青、丁欣、赵华、陈焕);清华大学第一附属医院急诊/ICU(晁彦公、曾琴兵、关键);中南大学湘雅医院重症医学科(张丽娜、艾宇航、李莉、艾美林、黄立);上海交通大学医学院附属瑞金医院重症医学科(武钧、陈德昌、汤耀卿、吴璟奕);河北医科大学第四医院重症医学科(刘丽

霞、胡振杰、霍焱、张倩、张涛);中国医科大学附属第一医院重症医学科(朱然、马晓春、陈铭铭、尹晓晗);首都医科大学附属北京同仁医院重症医学科(何伟、刘杨、刘娜);中山大学附属第一医院重症医学科(管向东、司向);哈尔滨医科大学附属肿瘤医院重症医学科(于凯江、刘海涛);浙江医院 ICU(严静、许强宏、王敏佳);山东省立医院(王春亭);美国匹兹堡大学医学中心重症医学科(陈秀凯);广西壮族自治区人民医院急诊科(吕立文、潘春喜);陆军军医大学第三附属医院重症医学科(艾山木);昆明医科大学第二附属医院重症医学科(朱炜华);杭州市第一人民医院重症医学科(朱英);中日友好医院外科 ICU(段军);上海儿童医学中心(任宏、赵飏);福建省立医院重症医学三科(尚秀玲);四川大学华西第四医院 ICU(曾学英、秦瑶);武汉大学中南医院重症医学科(蔡书翰);华北理工大学附属医院重症医学科(张军伟);首都医科大学宣武医院神经外科 ICU(陈文劲);广东省人民医院重症医学科(黄道政);山东大学齐鲁医院重症医学科(杜鹃);大连市中心医院重症医学科一病房 SICU(崔嵩);徐州市中心医院重症医学科(王晓猛);四川省人民医院重症医学科(王艺萍);首都医科大学附属北京儿童医院重症医学科(李铮);上海东方肝胆病医院重症医学科(李奕冉)

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参 考 文 献

- [1] 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.issn0578-1426.2016.11.020.
- [2] 尹万红,王小亭,刘大为,等.重症超声临床应用技术规范[J].中华内科杂志,2018,57(6):397-417. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2018.06.004.
- [3] Arntfield R, Pace J, McLeod S, et al. Focused transesophageal echocardiography for emergency physicians-description and results from simulation training of a structured four-view examination[J]. Crit Ultrasound J, 2015, 7(1): 27. DOI: 10.1186/s13089-015-0027-3.
- [4] Vieillard-Baron A, Mayo PH, Vignon P, et al. International consensus statement on training standards for advanced critical care echocardiography[J]. Intensive Care Med, 2014, 40(5):654-666. DOI: 10.1007/s00134-014-3228-5.
- [5] Vignon P, Merz TM, Vieillard-Baron A. Ten reasons for performing hemodynamic monitoring using transesophageal echocardiography[J]. Intensive Care Med, 2017, 43(7): 1048-1051. DOI: 10.1007/s00134-017-4716-1.
- [6] 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. DOI: 10.1007/s00134-012-2797-4.
- [7] Hammoudi N, Hékimian G, Laveau F, et al. Three-dimensional transoesophageal echocardiography for cardiac output in critically ill patients: a pilot study of ultrasound versus the thermodilution method[J]. Arch Cardiovasc Dis, 2017, 110(1): 7-13. DOI: 10.1016/j.acvd.2016.04.009.
- [8] Slama MA, Novara A, Van de Putte P, et al. Diagnostic and therapeutic implications of transesophageal echocardiography in medical ICU patients with unexplained shock[J]. Intensive Care Med, 1996, 22(9):916-922. DOI: 10.1007/bf02044116.
- [9] Khoury AF, Afridi I, Quiñones MA, et al. Transesophageal echocardiography in critically ill patients: feasibility, safety,

- and impact on management[J]. *Am Heart J*, 1994, 127(5): 1363-1371. DOI: 10.1016/0002-8703(94)90057-4.
- [10] Vignon P, Mentec H, Terre 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. DOI: 10.1378 / chest.106.6. 1829.
- [11] Huttemann E, Schelenz C, Kara F, et al. The use and safety of transoesophageal echocardiography in the general ICU — a minireview[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2004, 48(7):827-836. DOI:10.1111/j.0001-5172.2004.00423.x.
- [12] Armand MD, Olivier P, Florence B, et al. Transesophageal echocardiography in prone position during severe acute respiratory distress syndrome[J]. *Intensive Care Med*, 2011, 37 (3): 430-434. DOI:10.1007/s00134-010-2114-z.
- [13] Yunuen AG, Luis Q, Karan S, et al. Feasibility, safety, and utility of advanced critical care transesophageal echocardiography performed by pulmonary / critical care fellows in a medical ICU[J]. *Chest*, 2017, 152(4): 736-741. DOI:10.1016/j.chest.2017.06.029.
- [14] Toshihito T, Yuchi Y, Takeshi T, et al. Evaluation of density area in dorsal lung region during prone position using transesophageal echocardiography[J]. *Crit Care Med*, 2004, 32 (1):83-87. DOI: 10.1097/01.CCM. 0000104944.18636.B2.
- [15] Heidenreich PA, Steinbach RF, Redberg, RF, et al. Transesophageal Echocardiography predicts mortality in critically ill patients with unexplained hypotension[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1995, 26(1): 152-158.
- [16] Mayo PH, Narasimhan M, Koenig S. Critical care transesophageal echocardiography[J]. *Chest*, 2015, 148(5): 1323-1332. DOI:10.1378/chest.15-0260.
- [17] Vieillard-Baron A, Chergui K, Rabiller A, et al. Superior vena caval collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients[J]. *Intensive Care Med*, 2004, 30(9):1734-1739. DOI: 10.1007/s00134-004-2361-y.
- [18] Blaivas M. Transesophageal echocardiography during cardiopulmonary arrest in the emergency department[J]. *Resuscitation*, 2008, 78(2): 135-140. DOI: 10.1016 / j. resuscitation.2008.02.021.
- [19] Vieillard-Baron A, Matthay M, Teboul JL, et al. Experts'opinion on management of hemodynamics in ARDS patients: focus on the effects of mechanical ventilation[J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(5): 739-749. DOI: 10.1007 / s00134-016-4326-3.
- [20] Bouferrache K, Amiel JB, Chimot L, et al. Initial resuscitation guided by the Surviving Sepsis Campaign recommendations and early echocardiographic assessment of hemodynamics in intensive care unit septic patients: a pilot study[J]. *Crit Care Med*, 2012, 40(10): 2821-2827. DOI: 10.1097 / CCM. 0b013e31825bc565.
- [21] Riu-Poulenc B, Begot E, Mari A, et al. Agreement of therapeutic proposals derived from early hemodynamic assessment using transpulmonary thermodilution and transesophageal echocardiography in septic shock patients[J]. *Intensive Care Med*, 2014, 40(Suppl 1): S209.
- [22] Aneman A, Brechot N, Brodie D, et al. Advances in critical care management of patients undergoing cardiac surgery[J]. *Intensive Care Med*, 2018, 44(6): 799-810. DOI: 10.1007 / s00134-018-5182-0.
- [23] Guérin L, Vieillard-Baron A. The use of ultrasound in caring for patients with sepsis[J]. *Clin Chest Med*, 2016, 37(2): 299-307. DOI: 10.1016/j.ccm.2016.01.005.
- [24] Groban L, Dolinski SY. Transesophageal echocardiographic evaluation of diastolic function[J]. *Chest*, 2005, 128(5): 3652-3663. DOI: 10.1378/chest.128.5.3652.
- [25] Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine[J]. *Intensive Care Med*, 2014, 40(12): 1795-1815. DOI: 10.1007 / s00134-014-3525-z.
- [26] Aneman A, Vieillard-Baron A. Cardiac dysfunction in sepsis [J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(12): 2073-2076. DOI: 10.1186/cc10291.
- [27] Vincent JL, Rhodes A, Perel A, et al. Clinical review: update on hemodynamic monitoring: a consensus of 16[J]. *Crit Care*, 2011, 15(4):229. DOI: 10.1186/cc10291.
- [28] Cowie B, Kluger R, Rex S, et al. The utility of transoesophageal echocardiography for estimating right ventricular systolic pressure[J]. *Anaesthesia*, 2015, 70(3): 258-263. DOI: 10.1111/anae.12861.
- [29] Abbas AE, Franey LM, Marwick T, et al. Noninvasive assessment of pulmonary vascular resistance by Doppler echocardiography[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013, 26(10): 1170 -1177. DOI: 10.1016/j.echo.2013.06.003.
- [30] Schmidt C, Theilmeier G, Van Aken H, et al. Comparison of electrical velocimetry and transoesophageal Doppler echocardiography for measuring stroke volume and cardiac output[J]. *Br J Anaesth*, 2005, 95(5):603 -610. DOI: 10.1093/ bja/aei224.
- [31] Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, et al. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1997, 30(6):1527-1533.
- [32] Melanie M, Christoph S, Alexander Z. Echophysiology: the transesophageal echo probe as a noninvasive Swan-Ganz catheter[J]. *Curr Opin Anesthesiol*, 2016, 29(1):36 -45. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000277.
- [33] Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S, et al. ASE / SCA guide-lines for performing a comprehensive intraoperative multiplane transesophageal echocardiography examination: recommendations of the American Society of Echocardiography council for intraoperative echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists task force for certification in perioperative transesophageal echocardiography[J]. *Anesth Analg*, 1999, 89(4): 870-884. DOI:10.1097/00005539-199910000-00010.
- [34] Feissel M, Michard F, Mangin I, et al. Respiratory changes in aortic blood velocity as an indicator of fluid responsiveness in ventilated patients with septic shock[J]. *Chest*, 2001, 119(3): 867-873. DOI: 10.1378/chest.119.3.867.
- [35] Emmanuelle B, Francois D, Caroline E, et al. Hemodynamic assessment of ventilated ICU patients with cardiorespiratory failure using a miniaturized multilane transesophageal echocardiography probe[J]. *Intensive Care Med*, 2015, 41(11): 1886-1894. DOI: 10.1007/s00134-015-3998-4.
- [36] Cioccarl L, Baur HR, Berger D, et al. Hemodynamic assessment of critically ill patients using a miniaturized transesophageal echocardiography probe[J]. *Crit Care*, 2013, 17 (3):R121. DOI: 10.1186/cc12793.
- [37] Vignon P, Repessé X, Bégot E, et al. Comparison of echocardiographic indices used to predict fluid responsiveness in ventilated patients[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2017, 195

- (8):1022-1032. DOI: 10.1164/rccm.201604-0844OC.
- [38] Flachskampf FA, Decoodt P, Fraser AG, et al. Guideline from the Working Group. Recommendations for performing transesophageal echocardiography[J]. Eur J Echocardiograph, 2001,2(1):8-21. DOI: 10.1053/euje.2000.0066.
- [39] Krishnan S, Schmidt GA. Acute right ventricular dysfunction: real-time management with echocardiography [J]. Chest, 2015, 147(3):835-846. DOI: 10.1378/chest.14-1335.
- [40] Gaspari R, Weekes A, Adhikari S, et al. Emergency department point-of-care ultrasound in out-of-hospital and in-ED cardiac arrest[J]. Resuscitation, 2016, 109:33-39. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2016.09.018.
- [41] Huis In 't Veld MA, Allison MG, Bostick DS, et al. Ultrasound use during cardiopulmonary resuscitation is associated with delays in chest compressions[J]. Resuscitation, 2017, 119: 95-98. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2017.07.021.
- [42] James F, Michael M, Haney M, et al. Transesophageal echocardiography: guidelines for point-of-care applications in cardiac arrest resuscitation[J]. Ann Emerg Med, 2018, 71(2): 201-207. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2017.09.003.
- [43] Cunningham LM, Mattu A, O'Connor RE, et al. Cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest: the importance of uninterrupted chest compressions in cardiac arrest resuscitation[J]. Am J Emerg Med, 2012, 30(8): 1630-1638. DOI: 10.1016/j.ajem.2012.02.015.
- [44] Lau V, Priestap F, Landry Y, et al. Diagnostic accuracy of critical care transesophageal echocardiography vs cardiology-led echocardiography in ICU patients[J]. Chest, 2019,155(3):491-501. DOI: 10.1016/j.chest.2018.11.025.
- [45] Nowak-Machen M, Schmid E, Schlensak C, et al. Safety of transesophageal echocardiography during extracorporeal life support[J]. Perfusion, 2016, 31(8): 634-639. DOI: 10.1177 / 0267659116647472.
- [46] Kneeshaw JD. Transoesophageal echocardiography(TOE) in the operating room[J]. Br J Anaesth, 2006, 97(1): 77-84. DOI: 10.1093/bja/ael122.
- [47] Price S, Via G, Sloth E, et al. World Interactive Network Focused on Critical UltraSound ECHO-ICU Group. Echocardiography practice, training and accreditation in the intensive care: document for the World Interactive Network Focused on Critical Ultrasound (WINFOCUS)[J]. Cardiovasc Ultrasound, 2008,6:49. DOI: 10.1186/1476-7120-6-49.
- [48] Arntfield R, Pace J, Hewak M, et al. Focused transesophageal echocardiography by emergency physicians is feasible and clinically influential: observational results from a novel ultrasound program[J]. J Emerg Med, 2016, 50(2): 286-294. DOI: 10.1016/j.jemermed.2015.09.018.
- [49] Yingchoncharoen T, Jha S, Burchill LJ, et al. Transesophageal echocardiography in atrial fibrillation[J]. Card Electrophysiol Clin, 2014, 6(1):43-59. DOI: 10.1016/j.ccep.2013.11.006.
- [50] Jung PH, Mueller M, Schuhmann C, et al. Contrast enhanced transesophageal echocardiography in patients with atrial fibrillation referred to electrical cardioversion improves atrial thrombus detection and may reduce associated thromboembolic events[J]. Cardiovasc Ultrasound, 2013, 11(1): 1. DOI: 10.1186/1476-7120-11-1.
- [51] Anwar AM, Nosir YF, Alasnag M, et al. Real time three-dimensional transesophageal echocardiography: a novel approach for the assessment of prosthetic heart valve[J]. Echocardiography, 2014, 31(2): 188-196. DOI: 10.1111 / echo. 12327.
- [52] Tan CN, Fraser AG. Perioperative transesophageal echocardiography for aortic dissection[J]. Can J Anaesth, 2014, 61(4):362-378. DOI: 10.1007/s12630-014-0113-1.
- [53] Maybauer MO, Asmussen S, Platts DG, et al. Transesophageal echocardiography in the management of burn patients[J]. Burns, 2014, 40(4):630-635. DOI: 10.1016/j.burns.2013.08.032.
- (收稿日期:2019-08-26)
- (本文编辑:胡朝晖)

·读者·作者·编者·

## 什么样的临床研究需要注册?

目前,临床研究注册的要求是,前瞻性随机对照研究必须在研究开始前注册,观察性研究目前尚无统一要求,但有需要注册的趋势。该规定自2004年开始实行,但我国学者在临床研究注册方面的意识较薄弱,须进一步加强。国际认可的临床研究注册网站均为免费注册,美国、澳大利亚、英国、日本及中国均有国际认可的注册网站。

WHO国际临床试验注册平台一级注册机构:澳大利亚-新西兰注册中心(ANCTR)、中国临床试验注册中心(ChiCTR)、印度临床试验注册中心(CTRIndia)、英国ISRCTN、伊朗临床试验注册中心(IranCTR)、斯里兰卡临床试验注册中心(SLCTR)、荷兰临床试验注册中心(NLCTR)、德国临床试验注册中心(GCTR)、日本临床试验注册协作网(JRCTR)、美国临床试验注册中心(ClinicalTrial.gov)、泛非临床试验注册中心(PACTR)、拉美临床试验注册中心(LACTR)等。

我国一级注册机构是中国临床试验注册中心(www.chictr.org)。2005年10月中国临床试验注册中心开始正式接受临床试验注册。要求:所有在人体中和采用取自人体的标本进行的研究,包括各种干预措施的疗效和安全性的有对照或无对照试验(如随机对照试验、病例-对照研究、队列研究及非对照研究)、预后研究、病因学研究以及包括各种诊断技术、试剂、设备的诊断性试验,均需注册并公告。中国临床试验注册中心为非营利机构,一律免费注册。具体的注册程序请登录我国的一级注册机构网站(<http://www.chictr.org/cn/registry.aspx>)见详细介绍。