

# 左心室 Tei 指数对脓毒性心肌病患者心功能和预后的评估价值

张达 吴彩军 姜维 郭树彬

**【摘要】目的** 明确心脏超声左心室 Tei 指数能否评估脓毒性心肌病 (sepsis-induced cardiomyopathy, SIC) 患者心脏功能及临床预后。**方法** 选择首都医科大学附属北京朝阳医院急诊抢救室 2014 年 7 月至 2016 年 6 月脓毒性休克合并 SIC 患者 86 例, 并根据患者 28 d 生存状态分为生存组 ( $n=51$ ) 和死亡组 ( $n=35$ )。在入抢救室 24 h 内对入选患者行心脏超声检测左心室射血分数和计算左心室 Tei 指数, 并检测血 B 型脑钠肽和肌钙蛋白 I, 比较两组患者的左心室 Tei 指数、B 型脑钠肽、肌钙蛋白 I 和左心室射血分数, 并分析左心室 Tei 指数与 B 型脑钠肽、肌钙蛋白 I 和左心室射血分数的相关性; 利用受试者工作特征曲线分析左心室 Tei 指数对 SIC 患者心脏功能及临床预后的评估价值。**结果** 死亡组患者左心室 Tei 指数高于存活组患者 [ $(0.75 \pm 0.13)$  vs.  $(0.51 \pm 0.09)$ ,  $P < 0.05$ ]; 左心室 Tei 指数与 B 型脑钠肽、肌钙蛋白 I 均呈正相关 (均  $P < 0.05$ ), 与左心室射血分数呈负相关 ( $P < 0.05$ ); 左心室 Tei 指数 (0.796) 的受试者工作特征曲线下面积显著高于 B 型脑钠肽、肌钙蛋白 I 及左心室射血分数。**结论** 心脏超声左心室 Tei 指数对 SIC 患者心脏功能及临床预后具有可靠的评估价值。

**【关键词】** Tei 指数; 脓毒性心肌病; B 型脑钠肽; 心肌肌钙蛋白 I; 左心室射血分数; 心脏超声; 脓毒性休克; 急诊室

## The value of left ventricular Tei Index in evaluating the cardiac function and prognosis of patients with sepsis-induced cardiomyopathy

Zhang Da, Wu Caijun, Jiang Wei, Guo Shubin

Emergency Department (Zhang D, Wu CJ, Guo SB), Ultrasonography Department (Jiang W), Beijing Chaoyang Hospital, Capital Medical University, Beijing 100020, China

Corresponding author: Guo Shubin, Email: wufan1219@hotmail.com

**【Abstract】Objective** To determine whether left ventricular Tei Index evaluate the cardiac function and prognosis of patients with sepsis-induced cardiomyopathy (SIC). **Methods** A total of 86 patients with septic shock combined with SIC in the emergency department of Beijing Chaoyang Hospital affiliated to Capital Medical University from July 2014 to June 2016 were recruited and divided into non-survival group ( $n=35$ ) and survival group ( $n=51$ ) according to 28-day follow-up. Left ventricular Tei Index, BNP, cTNI and left ventricular ejection fraction within the first 24 h after admission were detected and compared between the two groups. The correlations of left ventricular Tei Index to BNP, cTNI and ejection fraction were analyzed. The receiver operating characteristic curves (ROC) were constructed to analyze the value of Tei Index in evaluating the cardiac function and prognosis. **Results** The patients in the non-survival group had a higher Tei Index compared with that in the survival group [ $(0.75 \pm 0.13)$  vs.  $(0.51 \pm 0.09)$ ,  $P < 0.05$ ]. The Tei Index of SIC patients was significantly positively correlated with BNP and cTNI (both  $P < 0.05$ ), and significantly negatively correlated with ejection fraction ( $P < 0.05$ ). The AUC of Tei Index for predicting 28-day mortality in SIC patients was high compared with that of BNP, cTNI and ejection fraction. **Conclusion** The left ventricular Tei Index has a reliable value in evaluating the cardiac function and prognosis of patients with SIC.

**【Key words】** Tei index; Sepsis-induced cardiomyopathy; Type B natriuretic peptide; Cardiac troponin I; Ejection fraction; Cardiac ultrasonography; Septic shock; Emergency department

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.05.018

基金项目: 北京朝阳医院朝阳新星资助项目 (CYXX-2017-01)

作者单位: 100020 北京, 首都医科大学附属北京朝阳医院急诊科 (张达、吴彩军、郭树彬), 超声医学科 (姜维)

通信作者: 郭树彬, Email: wufan1219@hotmail.com

心脏以一定频率和容量向外周脉管系统泵入血液,在临床上可通过一系列的参数对其功能和效率予以评估。Tei 指数是利用超声心动图综合评价心功能的一个指标,不受心律、心脏负荷以及心脏几何形状等影响<sup>[1]</sup>。临床研究证实,Tei 指数对心室功能评价较左心室射血分数(ejection fraction, EF)更为敏感,是心功能不全患者 2 年内死亡的独立危险因素<sup>[2-3]</sup>。脓毒性心肌病(sepsis-induced cardiomyopathy, SIC)是脓毒性休克患者由于出现心肌抑制而引起收缩功能下降,可使脓毒症患者病死率增加 70% 以上<sup>[4-5]</sup>。本研究目的是利用心脏超声计算 SIC 患者的左心室 Tei 指数,并进一步明确左心室 Tei 指数能否评估脓毒性休克并 SIC 患者心脏功能及临床预后。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择首都医科大学附属北京朝阳医院急诊抢救室 2014 年 7 月至 2016 年 6 月临床诊断为脓毒性休克并放置有创血流动力学监测(PiCCO)年龄大于 18 周岁的患者。脓毒性休克诊断标准符合 2001 年美国胸科医师学院和危重病医学协会脓毒性休克定义<sup>[6]</sup>。SIC 诊断标准:PiCCO 监测患者左室每搏做功指数降低(提示心肌收缩力下降)并临床除外冠状动脉阻塞可能<sup>[7]</sup>。排除标准:(1)年龄 > 70 周岁;(2)既往有明确急性冠脉综合征病史以及心功能不全病史;(3)本次发病以急性冠脉综合征为起病原因者;(4)既往有明确肾功能不全或肿瘤病史者;(5)放弃治疗或要求退出研究者。本研究经首都医科大学附属北京朝阳医院伦理委员会批准通过,所有入选患者均由患者本人或委托人签署研究同意书。

### 1.2 研究方法

对入选患者入抢救室 24 h 内通过心脏超声检测 EF 和计算 Tei 指数。Tei 指数计算采用经胸超声心动图检查,在心尖四腔切面启动组织多普勒成像模式,根据 S 峰、E 峰和 A 峰测定等容收缩时间、等容舒张时间和射血时间并计算。左心室 Tei 指数 = (左心室等容收缩时间 + 左心室等容舒张时间) / 射血时间。连续记录 3 个周期,取其平均值。入选患者在接诊 24 h 内完成 B 型脑钠肽(type B natriuretic peptide, BNP)与心肌肌钙蛋白 I(cardiac troponin I, cTNI)的检测。抽取静脉全

血,使用双抗夹心免疫荧光床旁快速检测(BIOSITE, 美国)进行定量测定。入选患者随访至 28 d,根据生存状态分为生存组和死亡组,比较两组患者的左心室 Tei 指数以及与 BNP、cTNI 和 EF 相关性,并进一步分析左心室 Tei 指数评估 SIC 患者心脏功能以及临床预后的价值。

### 1.3 统计学方法

统计学分析采用 SPSS 18.0 统计学软件。正态分布的计量资料以均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间资料比较采用独立样本 *t* 检验;所有组间计数资料比较采用  $R \times C \chi^2$  检验;相关性分析采用直线回归分析;利用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)分析参数对变量的评估预后价值。以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组脓毒性休克合并 SIC 患者基础状态的比较

本研究共纳入脓毒性休克合并 SIC 有效研究病例数 86 例,即生存组 51 例和死亡组 35 例,两组患者性别、年龄、起病至就诊间隔、24 h 内有创呼吸机使用和升压药物使用人数以及主要感染病灶分布的差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。

表 1 两组脓毒性休克合并 SIC 患者基础状态的比较  
Table 1 Comparison of general condition in the two groups

指标	生存组 ( <i>n</i> = 51)	死亡组 ( <i>n</i> = 35)	统计值	<i>P</i> 值
男/女	28/23	20/15	0.042	0.837
年龄(岁)	45.5 ± 17.6	47.4 ± 19.1	2.531	0.677
起病至就诊我院间隔(d)	5.5 ± 2.6	6.2 ± 3.1	4.954	0.523
24 h 内使用有创呼吸机(例)	33	22	0.031	0.861
24 h 内使用升压药物(例)	40	32	2.573	0.109
主要感染病灶分布(例)			0.429	1.000
呼吸系统	20	14		
消化系统	11	7		
泌尿生殖系统	12	8		
神经系统	6	4		
皮肤及其他	2	2		

### 2.2 两组患者左心室 Tei 指数、BNP、cTNI 和 EF 的比较

生存组患者的左心室 Tei 指数、BNP 和 cTNI 均低于死亡组( $P < 0.05$ , 表 2), EF 高于死亡组,但差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

表 2 两组患者左心室 Tei 指数、BNP、cTNI 和 EF 的比较

Table 2 Comparison of Tei index, BNP, cTNI and EF in the two groups

指标	生存组 (n=51)	死亡组 (n=35)	统计值	P 值
左心室 Tei 指数	0.51 ± 0.09	0.75 ± 0.13	7.864	0.002
BNP (pg/mL)	145.8 ± 27.6	211.2 ± 33.8	6.321	0.016
cTNI (ng/mL)	3.67 ± 1.69	5.29 ± 2.14	16.379	0.037
EF (%)	55.2 ± 7.0	50.8 ± 8.8	2.886	0.057

### 2.3 脓毒性休克合并 SIC 患者左心室 Tei 指数与 BNP、cTNI 和 EF 之间的相关性

脓毒性休克合并 SIC 患者左心室 Tei 指数与 BNP、cTNI 均正相关 (均  $P < 0.05$ ), 与 EF 负相关 ( $P < 0.05$ ), 见表 3。

表 3 脓毒性休克合并 SIC 患者左心室 Tei 指数与 BNP、cTNI 和 EF 的相关性

Table 3 Correlation of Tei index and BNP, cTNI and EF

指标	与左心室 Tei 指数相关系数 $r$	P 值
BNP (pg/mL)	0.934	0.005
cTNI (ng/mL)	0.887	0.012
EF (%)	-0.693	0.034

### 2.4 ROC 曲线分析

左心室 Tei 指数对脓毒性休克合并 SIC 患者 28 d 病死率的预测价值较 BNP、cTNI 及 EF 更高 (均  $P < 0.05$ , 图 1), 左心室 Tei 指数的 ROC 曲线下面积为 0.796 (95% CI: 0.717 ~ 0.884), BNP 为 0.741 (95% CI: 0.697 ~ 0.800), cTNI 为 0.713 (95% CI: 0.667 ~ 0.792), EF 为 0.674 (95% CI: 0.599 ~ 0.778)。

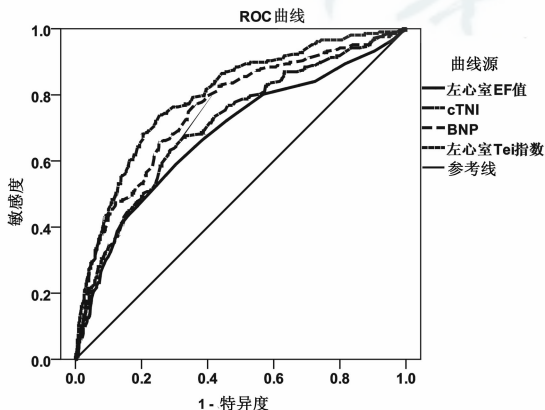


图 1 左心室 Tei 指数、BNP、cTNI 及 EF 对脓毒性休克合并 SIC 患者 28 d 病死率的预测价值比较

Fig 1 The ROC curve of LV Tei index, BNP, cTNI and EF for 28-day mortality in the patients with septic shock combined with SIC

## 3 讨论

脓毒性休克患者出现 SIC 已经日益得到临床医师的重视, SIC 出现的心功能下降不同于冠状动脉阻塞性疾病, 其冠状动脉血流并未受到影响, 因此并不表现为大面积心肌坏死, 而是表现为由于心肌细胞的能量代谢障碍或直接损伤导致的心肌抑制<sup>[8]</sup>。临床上对于 SIC 的诊断主要参考患者病史、心电图、BNP 及心肌酶的动态变化、常规心脏超声等并除外急性心肌梗死<sup>[9-10]</sup>。BNP 主要由心室肌细胞分泌, 是具有利尿排钠、舒张血管等作用的生物活性多肽, 在心室负荷和室壁张力增高时会大量合成入血<sup>[11]</sup>。研究提示在二尖瓣回流和肺动脉高压患者中 Tei 指数与 BNP 有良好的相关性<sup>[12-13]</sup>。本研究结果发现, 存活组 SIC 患者 Tei 指数与 BNP 不仅显著低于死亡组, 而且回归分析也提示 SIC 患者 Tei 指数与 BNP 呈明显正相关, 表明在评估 SIC 患者心脏功能上 Tei 指数是较为可靠的一个无创指标。cTNI 作为临床诊断急性冠脉综合征敏感性与特异性很高的生物学标记物, 在脓毒性休克患者出现异常的升高是由于机体内因素引起心肌微损伤所导致的, 与冠状动脉病变缺血无关<sup>[14-15]</sup>。本研究结果发现, 存活组 SIC 患者 Tei 指数与 cTNI 不仅也显著低于死亡组, 而且回归分析也提示 SIC 患者 Tei 指数与 cTNI 呈明显正相关, 表明在评估 SIC 患者心肌细胞损伤程度上 Tei 指数也是较为可靠的一个无创指标。

心脏彩色超声是临床上应用最为广泛的评估心脏整体结构和功能的手段。虽然 EF 是临床医师最为关注的量化指标之一, 但是其临床应用具有一定的局限性<sup>[16]</sup>。Tei 指数也是在心脏彩色超声检查中得出的一个计算参数, 综合反映心脏功能, 弥补了传统心功能测量与方法上的不足, 其测量精确时间分辨率达到 2 ms, 具有广泛的临床应用基础<sup>[17]</sup>。本研究发现, SIC 患者左心室 Tei 指数与左心室 EF 值呈显著负相关, 表明在评估 SIC 患者左心室整体功能上左心室 Tei 指数也具有明显的临床价值。

本研究还利用 ROC 曲线对左心室 Tei 指数、BNP、cTNI 和左心室 EF 值预测 28 d 死亡进行了分析, 结果发现左心室 Tei 指数优于其他指标, 提示对于脓毒性休克并 SIC 患者, 左心室 Tei 指数可能是一个较为有效的早期临床预后评估指标。

本研究也有一定的局限性。一是本研究是单中

心临床研究, 病例数量少, 而且在研究实施过程中有新的脓毒症指南 3.0 颁布; 二是本研究所需要的 Tei 指数要求较为严格, 在保证是同一位超声医师操作检查的前提下, 患者就诊时疾病处于的不同发生发展阶段也可能对测定参数产生影响; 第三, 由于样本例数有限, 未能进行更多的参数 (如 PiCCO 提示的其他血流动力学参数) 评价, 需要进一步扩大样本量进一步研究。

总之, SIC 患者左心室 Tei 指数作为一项无创的心功能监测指标, 不仅与 BNP、cTNI 及 EF 有良好的相关性, 而且容易获得, 对评估 SIC 患者的不良预后也具有一定的价值, 值得在临床上进一步验证。

### 参考文献

- [1] Nearchou NS, Tsakiris AK, Tsitsirikos MD, et al. Tei index as a method of evaluating left ventricular diastolic dysfunction in acute myocardial infarction [J]. *Hellenic J Cardiol*, 2005, 46 (1): 35-42.
- [2] Blanchard DG, Malouf PJ, Gurudevan SV, et al. Utility of right ventricular Tei index in the noninvasive evaluation of chronic thrombo embolic pulmonary hypertension before and after pulmonary thromboendarterectomy [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2009, 2 (2): 143-149. DOI: 10.1016/j.jcmg.2008.10.012.
- [3] 李高元, 刘争建, 陈海军, 等. 高原心脏病心功能指数与 B 型利钠肽相关研究 [J]. *中华内科杂志*, 2011, 50 (11): 947-949. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2011.11.011.
- [4] 黄敏, 李文强. 补体系统与脓毒症心肌病 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2010, 19 (2): 215-216. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2010.02.030.
- [5] Blanco J, Muriel-Bombin A, Sagredo V, et al. Incidence, organ dysfunction and mortality in severe sepsis: a Spanish multicentre study [J]. *Crit Care Med*, 2008, 12 (6): R158. DOI: 10.1186/cc7157.
- [6] Levy MM, Fink MP, Marshall JC, et al. 2001 SCCM/ESICM/ACCP/ATS/SIS international sepsis definitions conference [J]. *Crit Care Med*, 2003, 31 (4): 1250-1256. DOI: 10.1097/01.CCM.0000050454.01978.3B.
- [7] Ognibene FP, Parker MM, Natanson C, et al. Depressed left ventricular performance. Response to volume infusion in patients with sepsis and septic shock [J]. *Chest*, 1988, 93 (5): 903-910. DOI: 10.1378/chest.93.5.903.
- [8] Sado D, Greaves K. Myocardial perfusion echocardiography: a novel use in the diagnosis of sepsis-induced left ventricular systolic impairment on the intensive care unit [J]. *Eur J Echocardiogr*, 2011, 12 (1): 81-84. DOI: 10.1093/ejehocardi/jeq093.
- [9] Huang SJ, Nalos M, McLean AS. Is early ventricular dysfunction or dilatation associated with lower mortality rate in adult severe sepsis and septic shock? A meta-analysis [J]. *Crit Care*, 2013, 17 (3): R96. DOI: 10.1186/cc12741.
- [10] Romero-Bermejo FJ, Ruiz-Bailen M, Gil-Cebrian J, et al. Sepsis-induced cardiomyopathy [J]. *Curr Cardiol Rev*, 2011, 7 (3): 163-183. DOI: 10.2174/2157340311798220494.
- [11] Merz WM, Kießler K, Albers E, et al. N-terminal pro-B-type natriuretic peptide in the circulation of fetuses with cardiac malformations [J]. *Clin Res Cardiol*, 2012, 101 (2): 73-79. DOI: 10.1007/s00392-011-0366-4.
- [12] Kargin R, Esen O, Akcakoyun M, et al. Relationship between the tissue Doppler-derived Tei index and plasma brain natriuretic peptide levels in patients with mitral regurgitation [J]. *J Heart Valve Dis*, 2010, 19 (1): 35-42.
- [13] Mahapatra S, Nishimura RA, Oh JK, et al. The prognostic value of pulmonary vascular capacitance determined by Doppler echocardiography in patients with pulmonary arterial hypertension [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2006, 19 (8): 1045-1050. DOI: 10.1016/j.echo.2006.03.008.
- [14] 李振华, 董磊, 王国兴, 等. 脑利钠肽、肌钙蛋白 T 和 I 监测对重症脓毒症和脓毒症休克预后的意义 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2012, 21 (9): 1016-1021. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2012.09.023.
- [15] Chinese Association of Anesthesiologists. Expert consensus on the perioperative management of patients with sepsis [J]. *World J Emerg Med*, 2015, 6 (4): 245-260. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2015.04.001.
- [16] Miyoshi T, Doi M, Hirohata S, et al. Cardio-ankle vascular index is independently associated with the severity of coronary atherosclerosis and left ventricular function in patients with ischemic heart disease [J]. *J Atheroscler Thromb*, 2010, 17 (3): 249-258. DOI: 10.1016/S1567-5688(09)70671-3.
- [17] Sun YP, Wei CP, Wang WD, et al. Serum brain natriuretic peptide in children with Kawasaki disease [J]. *World J Emerg Med*, 2010, 1 (2): 114-117.

(收稿日期: 2017-01-24)

(本文编辑: 郑辛甜)