

· 综 述 ·

## 急性心肌梗死并发心源性休克的干预进展

张文芳<sup>1</sup>, 胡桃红<sup>2\*</sup>, 丁力平<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>山西医科大学研究生院, 太原 030001; <sup>2</sup>第二炮兵总医院心内科, 北京 100088)

**【摘 要】**心源性休克是急性心肌梗死(AMI)最严重的并发症之一,其发病率为 7%~10%。近些年,随着经皮冠状动脉介入术(PCI)、冠状动脉旁路移植术(CABG)等血运重建技术的熟练应用和多巴胺、主动脉球囊反搏技术(IABP)的有效配合,以及新型药物左西孟坦和心室辅助装置(VAD)、体外膜氧合(ECMO)的应用,其病死率由 70 年代的 70%~80%下降到 50%。本文综述了急性心肌梗死并发的心源性休克的诊断标准、病理生理机制、尤其是干预手段的应用进展。

**【关键词】**急性心肌梗死; 心源性休克; 干预

**【中图分类号】** R542.2

**【文献标识码】** A

**【DOI】** 10.3724/SP.J.1264.2013.00021

## Progress on intervention for acute myocardial infarction complicated with cardiogenic shock

ZHANG Wenfang<sup>1</sup>, HU Taohong<sup>2\*</sup>, DING Liping<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Postgraduate School, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China; <sup>2</sup>Department of Cardiology, Second Artillery General Hospital, Beijing 100088, China)

**【Abstract】** Cardiogenic shock is one of the most serious complications of acute myocardial infarction with an incidence rate of 7% to 10%. In recent years, with the development of revascularization techniques, such as percutaneous coronary intervention (PCI) and coronary artery bypass grafting (CABG), the effective cooperation of dopamine and intraaortic balloon pumping (IABP), and the application of new drug-levosimendan, and mechanical circulatory assist devices, ventricular assist device (VAD) and extracorporeal membrane oxygenation (ECMO), the mortality rate has declined from 70%-80% in 1970s to 50% now. In this paper, we summarized the diagnostic criteria, pathophysiology and interventional measures for cardiogenic shock secondary to acute myocardial infarction.

**【Key words】** acute myocardial infarction; cardiogenic shock; intervention

急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)并发心源性休克指心肌大面积缺血坏死(有文献报道梗死面积大于 40%)、心肌泵血功能严重受损、心输出量减少、体循环低血压、进而导致重要组织器官灌注不足的一组临床综合征。其包括机械性因素所致的休克和非机械性因素所致的休克,机械性因素主要涉及心室破裂、乳头肌断裂等,需在体外循环下外科干预;而非机械性因素所致的休克需尽快重建血运,必要时使用机械循环辅助装置,为有效重建血运提供保障。本文对 AMI 合并非机械性心源性休克的干预进展做一综述。

### 1 心源性休克的诊断标准

心源性休克的具体指标包含两方面:(1)血流

动力性异常,包括收缩压<90mmHg 持续时间>30min 或使用血管收缩剂及主动脉球囊反搏技术(intra-aortic balloon counterpulsation, IABP)支持下使收缩压>90mmHg、心脏指数(cardiac index, CI)≤2.2L/(min·m<sup>2</sup>)、PAWP≥15mmHg;(2)组织灌注不足,包括面色苍白、四肢湿冷、精神状态改变、尿少、乳酸增高、肺部充血等。

### 2 心源性休克的病理生理机制

急性大面积心肌梗死时,心肌收缩功能严重下降,心输出量减少,导致体循环灌注不足,甚至低血压,一方面造成冠状动脉灌注压下降,加重心肌缺血,使心肌受损进行性加重;另一方面机体通过交感神经系统和肾素-血管紧张素-醛固酮系统的激活收缩血

管、增加水钠潴留,虽然维持了重要器官的组织灌注,但使心脏后负荷加重、心肌耗氧量增加。同时由于心肌收缩功能异常,使得左室舒张末期容积增大、左室充盈压增加,造成肺淤血、肺水肿,产生低氧血症,加重心肌功能异常。另外心肌梗死时全身炎症反应已逐步得到认可,由于炎症细胞及炎症因子的产生增加,使一氧化氮合成酶也增加,血管扩张,体循环血管阻力下降,造成体循环灌注减少和冠状动脉灌注压下降,通过上述机制再次加重心肌损害,影响到心脏泵血功能。

### 3 心源性休克的干预进展

心源性休克的干预包括药物与非药物治疗,药物主要有已经成熟应用的多巴胺、多巴酚丁胺、去甲肾上腺素以及正处于研究期的左西孟坦;非药物治疗主要指冠状动脉再灌注和各种机械循环辅助装置的应用,包括经皮冠状动脉介入术(percutaneous coronary intervention, PCI)、冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)、IABP、心室辅助装置(ventricular assist device, VAD)、体外膜氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)。

#### 3.1 药物干预

AMI并发心源性休克常规应用抗栓治疗,尽早开通罪犯血管才是关键。但如果出现血流动力学不稳定时,应先使用药物维持其稳定,以提高血运重建的成功率。目前临床上应用最多的是多巴胺、多巴酚丁胺、间羟胺和去甲肾上腺素,在此不再赘述。新药物主要有钙增敏剂左西孟坦,其通过与肌钙蛋白相结合,稳定钙离子诱导的心肌收缩所必需的心肌纤维蛋白的空间构型,从而使心肌收缩力增加,而心率、心肌耗氧无明显变化,同时具有很强的扩血管作用,通过激活ATP敏感的钾通道使血管扩张,主要使外周静脉扩张,使心脏后负荷降低,但其临床使用颇受争议。有研究显示,与多巴胺相比,左西孟坦可更有效增加心输出量<sup>[1]</sup>、改善血流动力学,且不降低血压<sup>[2]</sup>。Fuhrmann等<sup>[3]</sup>在难治性AMI并发心源性休克患者中使用左西孟坦,显示其改善血流动力学明显优于依诺昔酮;而Omerovic等<sup>[4]</sup>对从SCAAR和RIKS-HIA入选的94例ST段抬高型心肌梗死(ST segment elevation myocardial infarction, STEMI)并发心源性休克的病例中观察到左西孟坦并没有增加或降低病死率。但至少到目前为止,大多数临床证据倾向于支持加用左西孟坦后的疗效并不弱于常规的抗休克治疗。

#### 3.2 再灌注治疗

3.2.1 溶栓 随着PCI在临床越来越广泛的应用,而又受溶栓有效性和再闭塞的局限,其在国内大医院的使用正逐渐减少。但对于无法行PCI或无法行转运PCI时,在AMI 3h内、最晚12h内溶栓,带来的临床获益是不容忽视的。且溶栓治疗快速、简便、经济、易行,尤其适用于无PCI技术的二级医院。Sanborn等<sup>[5]</sup>从36个中心入选884例AMI并发心源性休克患者,随机将其分为溶栓联合IABP组(160例)、仅IABP组(279例)、仅溶栓组(132例)以及未溶栓也未使用IABP组(313例)。结果病死率依次为47%、52%、63%和77%,各组差异均有统计学意义;另外,NRMI-2<sup>[6]</sup>实验中IABP联合溶栓比单独IABP病死率下降18%,可见溶栓的有效性尤其体现在与IABP联用时。但由于AMI并发心源性休克多发于老年患者,多存在肾功能不良、胃肠道淤血等,溶栓后出血发生率高,尤其是消化道出血及颅内出血,死亡率高达40%。

3.2.2 经皮冠状动脉介入术 目前PCI的有效性及其安全性已得到了充分的论证。早期PCI恢复血流再灌注,有助于顿抑心肌及冬眠心肌的恢复。2012年PCI最新治疗指南建议目前STEMI合并心源性休克者无论发病时间,也不论是否曾溶栓,均应紧急冠状动脉造影,若病变适宜,立即直接PCI(Ib),建议处理所有主要血管的严重病变,达到完全血运重建。美国心脏学会(The American College of Cardiology, ACC)/美国心脏协会(The American Heart Association, AHA)指南中对于<75岁的患者进行血运重建为I类推荐,大于75岁的患者为IIa类推荐<sup>[7]</sup>。而最近Gasior等<sup>[8]</sup>对1976例年龄>75岁的AMI并发心源性休克的患者进行介入及非介入治疗,结果显示两组医院内病死率分别为55.4%和69.9%,随访6个月的病死率分别为65.8%和80.5%。该结果为年龄>75岁患者行PCI提供了有力证据<sup>[9]</sup>。目前早期PCI适应证有扩大倾向,但受医院条件、经济条件以及临床情况(包括肾功能衰竭、穿刺血管严重畸形及搏动减弱等)的限制,很大一部分患者无法行PCI,此时药物治疗上升为主导地位。

3.2.3 冠状动脉旁路移植术 由于CABG需在体外循环下完成,容易造成全身炎症反应以及多器官功能障碍,现在非体外循环下CABG正逐步得到重视。ACC/AHA指南建议AMI并发心源性休克的左主干或严重三支血管病变者应选择CABG,这一建议被Lee等<sup>[10]</sup>充分论证,其对164例左主干病变者行

CABG 和 PCI, 结果一个月后病死率分别为 14% 和 54%。Serruys 等<sup>[11]</sup>的研究也显示出 CABG 对左主干及三支血管病变的优越性。但 CABG 不仅对患者的手术耐受性有要求, 而且需要强有力的外科支持。目前正提倡建立由心脏内科、外科以及介入医师组成心脏团队, 共同对复杂病变制定心肌血运重建的策略, 为患者提供最佳选择。

### 3.3 机械循环辅助装置

**3.3.1 主动脉球囊反搏** IABP 是目前应用最广泛、最成熟的机械循环辅助装置, 它通过降低心脏后负荷及增加冠状动脉血流而改善心肌缺血及心脏功能。其使用虽然缺乏由大量的随机对照试验而得出的循证医学证据, 但 ACC/AHA 对 AMI 并发心源性休克的患者进行 IABP 仍为 I b 类推荐, 同时欧洲心脏学会 (European Society of Cardiology, ESC) 也力荐 IABP 的使用, 尤其对于 STEMI 导致的心源性休克经药物治疗无效时。Prondzinsky 等<sup>[12]</sup>在急性冠脉综合征并发心源性休克患者进行 PCI 时联合 IABP, 结果显示与单独药物治疗相比可明显降低 BNP。而 Abdel-Wahab 等<sup>[13]</sup>及 Buerke 等<sup>[14]</sup>的研究则证实 IABP 可明显降低病死率。

何时植入装置已成为新的研究热点, 目前尚缺乏一致的结论。Cheng 等<sup>[15]</sup>报道 PCI 联合 IABP 比 PCI 术后再植入 IABP 效果好, Prondzinsky 等<sup>[16]</sup>研究显示 PCI 术后再植入 IABP 与药物治疗无差异, 而 Zeyma 等<sup>[17]</sup>研究则显示 PCI 术后再植入 IABP 病死率高。2009 年, Sjaauw 等<sup>[18]</sup>对 10 529 例患者进行荟萃分析, 结果提示 PCI 后再 IABP 辅助使病死率增加 6% (95%CI 3%~10%)。虽然大部分临床资料显示 PCI 术后再植入 IABP 效果差, 但 de Waha 等<sup>[19]</sup>研究显示, 不论何时植入, 只要不合并血流动力学异常, 即使针对高危患者, 也并不获益。Bahekar 等<sup>[20]</sup>也对伴或不伴心源性休克但临床评价为高危的患者行 IABP 治疗进行了荟萃分析, 前者 IABP 可降低医院内死亡率 (RR 0.72; 95%CI 0.60~0.86;  $P < 0.0004$ ), 对于不合并心源性休克组院内死亡率并无改善, 反而出血风险增加。同样的结论被 Cassese 等<sup>[21]</sup>证实。总之, 上述研究均不支持 PCI 前常规植入 IABP, 即使是对高危患者, 除非合并血流动力学异常, 所以应严格掌握 IABP 适应证。

虽然 IABP 有助于在紧急情况下稳定血流动力学, 为血运重建增加成功机会, 但当心脏收缩功能严重受损或心脏停搏时, IABP 的效果很差, 甚至无效, 而且长期使用 IABP 会出现一些严重的并发症<sup>[22]</sup>, 如肢体缺

血、主动脉壁损伤、血栓形成、炎症反应、血小板减少、出血等, 这使得一些新的机械辅助装置逐渐应用于临床。

**3.3.2 心室辅助装置** 近年来, 新一代悬浮式 VAD 正处于临床试验阶段, 而多种新型轴流式 VAD、可植入型离心型 VAD 已在欧美等多个心脏中心应用于临床, 主要用于终末期心力衰竭患者心脏移植前的过渡治疗、病毒性心肌炎药物不能控制者、心脏手术后严重低心输出量综合征。其共同特点是均需在体外循环下外科植入, 对于 AMI 合并心源性休克的患者显然不切实际, 因此, 经皮左心室辅助装置 (percutaneous left ventricular assist devices, PLVAD) 在这类患者中更具有应用前景。其不仅可用于血运重建前稳定血流动力学, 而且在血运重建后有助于顿抑心肌的逐渐恢复。适应证为严重心脏收缩功能不全、罪犯血管供应的心肌面积大于 50%、植入 IABP 后血流动力学仍不稳定。

目前应用的 PLVAD 主要有两种: TandemHeart 系统和 Impella 2.5 及 Impella 5.0 系统。Burkhoff 等<sup>[23]</sup>对 21 例 AMI 并发心源性休克患者在 PCI 前给予 TandemHeart 和 IABP 支持, 其结果显示心输出量分别为 1.2L/min 和 0.6L/min ( $P < 0.05$ ), 而 30d 生存率分别为 53% 和 64% ( $P > 0.05$ ); 可见 TandemHeart 系统短期内在改善血流动力学方面优于 IABP, 虽然 30d 内生存率差异无统计学意义, 但有下降趋势。Thiele 等<sup>[24]</sup>及 Seyfarth 等<sup>[25]</sup>的研究均支持上述结论, 但上述两项研究出血、肢体缺血及败血症等并发症较为严重<sup>[24,26]</sup>。而 2008 年, ISAR-SHOCK 研究<sup>[25]</sup>中, 将 25 例 AMI 并发心源性休克患者随机分到 Impella 2.5 组及 IABP 组, 30min 后 Impella 2.5 组的 CI 改善较 IABP 组更明显, 且死亡率及出血、肢体缺血等并发症无差异, 支持 Impella 2.5 系统的优越性。而 Impella 5.0 由于需动脉切开植入以致相关研究较少。但至今为止, 有关 PLVAD 的研究多为单中心, 且具有样本量小的缺陷, 有些甚至仅为个案报道<sup>[27,28]</sup>。尽管如此, PLVAD 应用于 AMI 并发心源性休克的证据正逐渐增加, 但由于其本身死亡率较高, 阴性结果也较多; 相反, PLVAD 应用于高危 PCI 患者的获益则更显而易见<sup>[29,30]</sup>, 尤其是 O'Nejl 等<sup>[31]</sup>将 Impella 2.5 与 IABP 进行比较, 30d 内血流动力学得到更好的改善、心肌耗氧量的下降。但值得我们思考的是: 这是否是一种过度医疗? 总之, PLVAD 在提高 CI、改善血流动力学以及代谢参数方面优于 IABP, 但其出血、血栓形成、感染以及多脏器功能衰竭等并发症很高, 而且需要心脏内外科以及麻醉科等各科室的配合和强大的技术设

备的支持, 目前我国这样一个发展中国家尚不能广泛应用, 但至少为我们提供了一个前进方向。

**3.3.3 体外膜氧合** ECMO是将血液从体内引流到体外, 经氧合器氧合后再用泵将血液注入体内。其与VAD的区别是不仅提供循环支持, 而且提供呼吸支持, 避免持续高流量吸氧导致的氧中毒以及长期机械通气所致的气道损伤, 适用于合并呼吸功能不全的低氧血症者。ECMO之前主要用于病毒性心肌炎、心脏外科术后的支持及心脏移植前的过渡治疗。但最近Kim等<sup>[32]</sup>研究显示, ECMO可改善AMI并发心源性休克患者的预后, 而且使用越早越好; Li等<sup>[33]</sup>研究提示其适用于IABP及血运重建后仍不能缓解者; Tsao等<sup>[34]</sup>也证实ECMO可作为辅助, 提高PCI患者30d及1年的生存率。虽然现在对ECMO的使用有了新的探索及部分支持证据, 但仍缺乏大规模临床研究。

综上所述, AMI并发心源性休克治疗的关键是罪犯血管再灌注, 目的是恢复血流动力学。这就需要我们必须充分认识到时间就是心肌, 时间就是生命, 尽早血运重建。对于左主干或严重三支血管病变者推荐选择CABG, 而PCI干预时主要针对罪犯血管, 溶栓适用于无法行PCI或CABG者, 但上述措施有时需联合抗休克药物及机械循环辅助装置。

#### 【参考文献】

- [1] Garcia-Gonzalez MJ, Dominguez-Rodriguez A, Ferrer-Hita JJ, *et al.* Cardiogenic shock after primary percutaneous coronary intervention: Effects of levosimendan compared with dobutamine on haemodynamics[J]. *Eur J Heart Fail*, 2006, 8(7): 723-728.
- [2] Russ MA, Prondzinsky R, Christoph A, *et al.* Hemodynamic improvement following levosimendan treatment in patients with acute myocardial infarction and cardiogenic shock[J]. *Crit Care Med*, 2007, 35(12): 2732-2739.
- [3] Fuhrmann JT, Scheisser A, Schulze MR, *et al.* Levosimendan is superior to enoximone in refractory cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction[J]. *Crit Care Med*, 2008, 36(8): 2257-2266.
- [4] Omerovic E, Ramunddal T, Albertsson P, *et al.* Levosimendan neither improves nor worsens mortality in patients with cardiogenic shock due to ST-elevation myocardial infarction[J]. *Vasc Health Risk Manag*, 2010, 6: 657-663.
- [5] Sanborn TA, Sleeper LA, Bates ER, *et al.* Impact of thrombolysis, intra-aortic balloon pump counterpulsation, and their combination in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: a report from the SHOCK Trial Registry. Should we emergently revascularize occluded coronaries for cardiogenic shock[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2000, 36(3 Suppl A): 1123-1129.
- [6] Barron HV, Every NR, Parsons LS, *et al.* The use of intra-aortic balloon counterpulsation in patients with cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: data from the National Registry of Myocardial Infarction 2[J]. *Am Heart J*, 2001, 141(6): 933-939.
- [7] Antman EM, Anbe DT, Armstrong PW, *et al.* ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction-executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of Patients With Acute Myocardial Infarction)[J]. *Can J Cardiol*, 2004, 20(10): 977-1025.
- [8] Gasior M, Slonka G, Wilczek K, *et al.* Comparison of invasive and non-invasive treatment strategies in older patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (from the Polish Registry of Acute Coronary Syndromes-PL-ACS)[J]. *Am J Cardiol*, 2011, 107(1): 30-36.
- [9] Amin AP, Nathan S, Prodduturi P, *et al.* Survival benefit from early revascularization in elderly patients with cardiogenic shock after acute myocardial infarction: a cohort study[J]. *J Invasive cardiol*, 2009, 21(7): 305-312.
- [10] Lee MS, Tseng CH, Barker CM, *et al.* Outcome after surgery and percutaneous intervention for cardiogenic shock and left main disease[J]. *Ann Thorac Surg*, 2008, 86(1): 29-34.
- [11] Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, *et al.* Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease[J]. *N Engl J Med*, 2009, 360(10): 961-972.
- [12] Prondzinsky R, Lemm H, Swyter M, *et al.* Intra-aortic balloon counterpulsation in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: the prospective, randomized IABP SHOCK Trial for attenuation of multiorgan dysfunction syndrome[J]. *Crit Care Med*, 2010, 38(1): 152-160.
- [13] Abdel-Wahab M, Saad M, Kynast J, *et al.* Comparison of hospital mortality with intra-aortic balloon counterpulsation insertion before versus after primary percutaneous coronary for cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction[J]. *Am J Cardiol*, 2010, 105(7): 967-971.
- [14] Buerke M, Prondzinsky R, Lemm H, *et al.* Intra-aortic balloon counterpulsation in the treatment of infarction-related cardiogenic shock—review of the

- current evidence[J]. *Artif Organs*, 2012, 36(6): 505-511.
- [15] Cheng JM, Valk SD, den Uil CA, *et al.* Usefulness of intra-aortic balloon pump counterpulsation in patients with cardiogenic shock from acute myocardial infarction[J]. *Am J Cardiol*, 2009, 104(3): 327-332.
- [16] Prondzinsky R, Unverzagt S, Russ M, *et al.* Hemodynamic effects of intra-aortic balloon counterpulsation in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: the prospective, randomized IABP shock trial[J]. *Shock*, 2012, 37(4): 378-384.
- [17] Zeyma U, Bauer T, Hamm C, *et al.* Use and impact of intra-aortic balloon pump on mortality in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: results of the Euro Heart Survey on PCI[J]. *EuroIntervention*, 2011, 7(4): 437-441.
- [18] Sjaauw KD, Engstrom AE, Vis MM, *et al.* A systematic review and meta-analysis of intra-aortic balloon pump therapy in ST-elevation myocardial infarction: should we change the guidelines[J]? *Eur Heart J*, 2009, 30(4): 459-468.
- [19] deWaha S, Desch S, Eitel L, *et al.* What is the evidence for IABP in STEMI with and without cardiogenic shock[J]? *Ther Adv Cardiovasc Dis*, 2012, 6(3): 123-132.
- [20] Bahekar A, Singh M, Singh S, *et al.* Cardiovascular outcomes using intra-aortic balloon pump in high-risk acute myocardial infarction with or without cardiogenic shock[J]. *Cardiovasc Pharmacol Ther*, 2012, 17(1): 44-56.
- [21] Cassese S, de Waha A, Ndrepepa G, *et al.* Intra-aortic balloon counterpulsation in patients with acute myocardial infarction without cardiogenic shock. A meta-analysis of randomized trials[J]. *Am Heart J*, 2012, 164(1): 58-65.
- [22] Macas A, Bukauskas T, Šuškevičienė I, *et al.* Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2011, 47(4): 212-218.
- [23] Burkhoff D, Cohen H, Brunckhorst C, *et al.* A randomized multicenter clinical study to evaluate the safety and efficacy of the TandemHeart percutaneous ventricular assist device versus conventional therapy with intraaortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock[J]. *Am Heart J*, 2006, 152 (3): 469.
- [24] Thiele H, Sick P, Boudriot E, *et al.* Randomized comparison of intra-aortic balloon support with a percutaneous left ventricular assist device in patients with revascularized acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock[J]. *Eur Heart J*, 2005, 26(13):1276-1283.
- [25] Seyfarth M, Sibbing D, Bauer I, *et al.* A randomized clinical trial to evaluate the safety and efficacy of a percutaneous left ventricular assist device versus intra-aortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock caused by myocardial infarction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2008, 52(19): 1584-1588.
- [26] Abu-Oman Y, Tsui SS. Mechanical circulatory support for AMI and cardiogenic shock[J]. *J Card Surg*, 2010, 25(4): 434-441.
- [27] Cubeddu RJ, Lago R, Horvath SA, *et al.* Use of the Impella 2.5 system alone, after and in combination with an intra-aortic balloon pump in patients with cardiogenic shock: case description and review of the literature[J]. *EuroIntervention*, 2012, 7(12): 1453-1460.
- [28] Freitas HF, Falcao BA, Silva RC, *et al.* Circulatory support in cardiogenic shock after acute myocardial infarction[J]. *Arq Bras Cardiol*, 2012, 98(6): e96-98.
- [29] Maini B, Naidu SS, Mulukutla S, *et al.* Real-world use of the Impella 2.5 circulatory support system in complex high-risk percutaneous coronary intervention: The USpella Registry[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2012, 80(5): 717-725.
- [30] Alasnag MA, Gardi DO, Elder M, *et al.* Use of the Impella 2.5 for prophylactic circulatory support during elective high-risk percutaneous coronary intervention[J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2011, 12(5): 299-303.
- [31] O'Nejll WW, Kleiman NS, Moses J, *et al.* A prospective, randomized clinical trial of hemodynamic support with Impella 2.5 versus intra-aortic balloon pump in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention: the PROTECT II study[J]. *Circulation*, 2012, 126(14): 1717-1727.
- [32] Kim H, Lim SH, Hong J, *et al.* Efficacy of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in acute myocardial infarction with cardiogenic shock[J]. *Resuscitation*, 2012, 83(8): 971-975.
- [33] Li YW, Rosenblum WD, Gass AL, *et al.* Combination use of a TandemHeart with an extracorporeal oxygenator in the treatment of five patients with refractory cardiogenic shock after acute myocardial infarction[J]. *Am J Ther*, 2011 Feb 10.[Epub ahead of print]
- [34] Tsao NW, Shih CM, Yeh JS, *et al.* Extracorporeal membrane oxygenation-assisted primary percutaneous coronary intervention may improve survival of patients with acute myocardial infarction complicated by profound cardiogenic shock[J]. *J Crit Care*, 2012, 27(5): 530. e1-530. e11.

(编辑: 王雪萍)