

主动脉内气囊反搏对急性 ST 段抬高型心肌梗死伴 心源性休克患者急性肾损伤的影响

潘宏伟, 彭建强, 何 晋, 张 宇, 刘征宇, 胡勇军, 王长录, 唐铭翔, 范文娟, 郑昭芬

(湖南省人民医院 湖南师范大学附属第一医院心内科, 湖南省长沙市 410005)

[关键词] 主动脉内气囊反搏; 急性 ST 段抬高型心肌梗死; 心源性休克; 急性肾损伤

[摘要] **目的** 探讨主动脉内气囊反搏(IABP)对急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)伴心源性休克(CS)患者肾功能的影响。**方法** STEMI 伴 CS 患者 103 例,随机分为对照组($n=51$)和 IABP 组($n=52$),比较两组患者的临床资料,观察 STEMI 伴 CS 患者急性肾损伤(AKI)的发生率、严重程度和 30 天的存活率,以及 IABP 对 AKI 的影响。**结果** 两组间年龄、性别、高血压病史、糖尿病史、合并肺水肿、入院收缩压、入院平均动脉压、心率、左心室射血分数、血肌酐基础值、基础肾小球滤过率估计值、门-球时间、对比剂用量及术后 TIMI 血流等指标比较无显著差异($P>0.05$)。在静脉使用多巴胺剂量及去甲肾上腺素使用率方面,IABP 组低于对照组($P<0.05$)。对照组 AKI 主要发生在第 1 天,而 IABP 组更多发生在第 2 天,两组 AKI 总体发生率比较无显著差异($P>0.05$)。肾替代治疗(RRT)比较,对照组高于 IABP 组(35.3%比 17.3%, $P<0.05$)。血肌酐比较,第 1 天对照组的血肌酐高于 IABP 组($P<0.05$),而入院基础值、第 2 天和第 3 天两组均无显著差异。30 天存活率比较,对照组和 IABP 组无显著差异,而 AKI 患者低于非 AKI 患者($P<0.01$)。**结论** IABP 不减少 STEMI 伴 CS 患者 AKI 的发生率,也不提高其 30 天存活率,但能延缓 AKI 进展的速度,减少 AKI 患者的 RRT 使用率。

[中图分类号] R54

[文献标识码] A

Impacts of intra-aortic balloon pumping on acute kidney injury of patients with acute ST-elevation myocardial infarction complicated by cardiogenic shock

PAN Hong-Wei, PENG Jian-Qiang, HE Jin, ZHANG Yu, LIU Zheng-Yu, HU Yong-Jun, WANG Chang-Lu, TANG Ming-Xiang, FAN Wen-Juan, ZHEN Zhao-Fen

(Department of Cardiology, People's Hospital of Hunan Province & the First Affiliated Hospital of Hunan Normal University, Changsha, Hunan 410005, China)

[KEY WORDS] Intra-aortic balloon pumping; Acute ST-elevation myocardial infarction; Cardiogenic shock; Acute kidney injury

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the effect of intra-aortic balloon pumping (IABP) on renal function in patients with acute ST-elevation myocardial infarction (STEMI) complicated by cardiogenic shock (CS). **Methods** A total of 103 patients with STEMI complicated by CS was randomized into control group ($n=51$) and IABP group ($n=52$). The clinical data were compared between the two groups. The incidence, severity, and 30-days survival rate of acute kidney injury (AKI), and the impact of IABP on AKI were observed in patients with STEMI complicated by CS. **Results** No significant difference was found in age, sex, medical history (including hypertension, diabetes, and complicated pulmonary edema), systolic blood pressure and mean arterial blood pressure at admission, heart rate, left ventricle ejection fraction, baseline serum creatinine, baseline evaluated glomerular filtration rate, door-balloon time, contrast agent dosage, and post-operative thrombolysis in myocardial infarction blood flow of patients between the two groups ($P>0.05$). In the intravenous dose of dopamine and norepinephrine use rate, IABP group was lower than control group ($P<0.05$). In the control group, AKI occurred mainly on the first day, while in the IABP group AKI occurred more on the second day, and

[收稿日期] 2017-02-17

[修回日期] 2017-06-22

[基金项目] 湖南省教育厅项目(14C0702)

[作者简介] 潘宏伟,博士,主任医师,研究方向为心脏介入和危重心脏病的心脏辅助,E-mail 为 474282550@qq.com。通讯作者郑昭芬,主任医师,研究方向为动脉粥样硬化与冠心病,E-mail 为 zhaofenz@foxmail.com。

there was no significant difference in the overall incidence of AKI between the two groups ($P>0.05$). The renal replacement therapy (RRT) in the control group was higher than that in the IABP group (35.3% vs 17.3%, $P<0.05$). The serum creatinine on the first day in control group was higher than that in IABP group ($P<0.05$), but there were no significant differences between the two groups on the admission base value, the second day and the third day. There was no significant difference in the 30-days survival rate between the control group and the IABP group, while the 30-days survival rate of AKI patients was lower than that of non-AKI patients ($P<0.01$). **Conclusion** IABP does not reduce the incidence of AKI and does not improve the 30-days survival rate in patients with STEMI complicated by CS, but it slows the rate of AKI progression and decreases the rate of RRT use in patients with AKI.

心脏和肾脏疾病既有共同危险因素又能相互影响,2005 年荷兰学者 Bongartz^[1]首次提出心肾综合征(cardiorenal syndrome, CRS)的概念。急性 ST 段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI)是常见的心血管病急诊,也是心源性休克(cardiogenic shock, CS)的主要病因。CS 患者死亡率极高,通常合并急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)。主动脉内气囊反搏(intra-aortic balloon pumping, IABP)是治疗 CS 的主要措施,但对于其使用疗效尚有争议^[2-3],其对肾功能的作用仍不明确^[4]。笔者分析总结了 2013 至 2015 年我院 STEMI 伴 CS 患者应用 IABP 治疗的临床情况及特点,并观察其对肾功能的影响。

1 资料和方法

1.1 研究对象

2013 年 1 月至 2015 年 12 月在湖南省人民医院连续诊治的 STEMI 伴 CS 患者,均接受急诊经皮冠状动脉介入治疗(primary percutaneous coronary intervention, PPCI)。排除标准:STEMI 的机械并发症(心脏破裂、急性二尖瓣反流)、入院后 3 天死亡病例、严重慢性肾病(入院血肌酐 ≥ 40 mg/L)、肾脏移植术后、败血症、急性大出血、重度贫血以及自身免疫性疾病。最终入选 103 例,其中单纯 CS 38 例,合并急性肺水肿 65 例。随机分为两组:对照组 51 例和 IABP 组 52 例。对照组采用 PPCI 及药物治疗;IABP 组为入院后立即行 IABP 术,随后行 PPCI 加药物治疗。本研究经本院伦理委员会批准,患者均签署知情同意书。

STEMI 诊断标准采用 2007 年 ACC/AHA 发表的 STEMI 诊断和治疗指南^[5]。休克的诊断标准:(1)收缩压 <90 mmHg;(2)有全身重要脏器灌注不足的表现;(3)除外由于血容量不足及药物应用所致的低血压。AKI 的定义为:(1)48 h 内血肌酐升高 ≥ 3 mg/L(26.5 μ mol/L);(2)血肌酐较基础值升

高 $\geq 50\%$;(3)6~12 h 内尿量 ≤ 0.5 mL/(kg \cdot h)^[6]。

1.2 药物治疗

入院后立即服用阿司匹林和氯吡格雷各 300 mg,之后,阿司匹林每天 100 mg,氯吡格雷每天 75 mg。IABP 术后用低分子肝素抗凝至撤机。所有患者尽量使血糖、血脂、血压达标,并控制冠心病的其他危险因素。升压药物以多巴胺为主,使用剂量分为 <10 μ g/(kg \cdot min)和 >10 μ g/(kg \cdot min)两种情况,部分患者加用去甲肾上腺素以提高血压。

1.3 IABP 操作

在无菌操作下穿刺股动脉,置入 IABP 导管,选择合适球囊,导管置入后连接 Datascope CS100 IABP 机,采用动脉压力或心电触发。置入后即刻行床旁胸片或在 X 光透视下调整 IABP 导管的深度,持续肝素盐水泵入保持导管中心腔通畅。

撤机标准:(1)患者症状改善,生命体征稳定,组织灌注好,肺部无啰音;(2)尿量 >30 mL/h;(3)减少或停用升压药物后自身收缩压 >100 mmHg,平均动脉压 >70 mmHg,心率 <100 次/分。

1.4 急诊经皮冠状动脉介入治疗

急诊冠状动脉造影后开通闭塞血管,植入药物洗脱支架。PPCI 手术成功标准:残余狭窄 $\leq 30\%$,前向血流 TIMI 3 级,无明显血管夹层及支架贴壁不良。

1.5 血液净化治疗

对于严重的 AKI 患者,在床旁行连续性肾脏替代治疗,适应症包括:少尿或无尿、严重代谢性酸中毒、致命性高钾血症、利尿剂抵抗等^[7]。

1.6 观察指标

记录入院时年龄、性别、血压、心率、左心室射血分数、既往病史;测量基础、入院后 1、2、3 天的血肌酐,计算肾小球滤过率估计值(evaluated glomerular filtration rate, eGFR), $eGFR = 186 \times \text{血肌酐}^{-1.154} \times \text{年龄} - 0.203$ (女性 $\times 0.742$)。记录升压药物的使用情况。记录患者入院至球囊开通闭塞血管的时间(门-球时间, door-balloon time)、对比剂用量

及“罪犯血管”血流的恢复情况,随访术后 1 个月内的患者死亡率。

1.7 统计学方法

所有数据采用 SPSS 17.0 统计学软件处理,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用成组 t 检验;计数资料采用 χ^2 检验。存活率统计分析采用 Kaplan-Meier 分析和 Log-Rank 检验,统计软件为 MedCalc for Windows 14.10.2。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组患者基本情况比较

对照组、IABP 组在年龄、性别、高血压病史、糖尿病病史、合并肺水肿、入院收缩压、入院平均动脉压、心率、左心室射血分数、血肌酐基础值、基础 eGFR 等均无显著差异($P>0.05$;表 1),具有可比性。

表 1. 两组患者基本临床资料比较
Table 1. Comparison of clinical characteristics in the two groups

项 目	对照组 (<i>n</i> = 51)	IABP 组 (<i>n</i> = 52)	<i>P</i> 值
年龄(岁)	63.3±8.4	59.8±11.5	>0.05
男性[例(%)]	31(60.8)	33(63.5)	>0.05
高血压病[例(%)]	38(74.5)	40(76.9)	>0.05
糖尿病[例(%)]	22(43.1)	21(40.4)	>0.05
合并肺水肿[例(%)]	31(60.8)	34(65.4)	>0.05
入院收缩压(mmHg)	83.1±4.5	81.7±5.2	>0.05
入院平均动脉压(mmHg)	64.5±3.6	62.1±4.3	>0.05
入院心率(次/分)	94.8±23.7	97.1±25.3	>0.05
左心室射血分数(%)	41.3±8.6	38.5±6.4	>0.05
血肌酐基础值(mg/L)	10.2±4.2	10.5±3.7	>0.05
基础 eGFR[mL/(min · 1.73 m ²)]	69.2±15.9	75.7±18.5	>0.05

2.2 两组患者临床治疗情况比较

两组患者在门-球时间、对比剂用量、PPCI 术后冠状动脉 TIMI 血流情况等方面差异均无统计学意义($P>0.05$),但静脉使用升压药物方面两组差异有统计学意义($P<0.05$;表 2)。

2.3 入院 3 天内血肌酐变化

对照组、IABP 组血肌酐比较,基线:10.2 ± 4.2 mg/L 比 10.5±3.7 mg/L ($P>0.05$);第 1 天:13.8±4.6 mg/L 比 11.1 ± 4.0 mg/L ($P<0.05$);第 2 天:14.4±4.9 mg/L 比 13.1±5.1 mg/L ($P>0.05$);第 3 天:15.1 ± 5.3 mg/L 比 14.6 ± 5.2 mg/L ($P>0.05$)(图 1)。

表 2. 两组患者临床治疗比较
Table 2. Comparison of clinical treatment in the two groups

项 目	对照组 (<i>n</i> = 51)	IABP 组 (<i>n</i> = 52)	<i>P</i> 值
门球-时间(min)	64.3±16.4	78.9±13.5	>0.05
对比剂用量(mL)	103.5±24.5	96.5±21.8	>0.05
PPCI 术后 TIMI 血流[例(%)]			
0~ I 级	1(2.0)	2(3.8)	
II 级	4(7.8)	3(5.8)	>0.05
III 级	46(90.2)	47(90.4)	
静脉药物应用情况[例(%)]			
多巴胺<10 μg/(kg · min)	12(23.5)	27(51.9)	<0.05
多巴胺>10 μg/(kg · min)	39(76.5)	25(48.1)	
去甲肾上腺素	35(68.6)	14(26.9)	

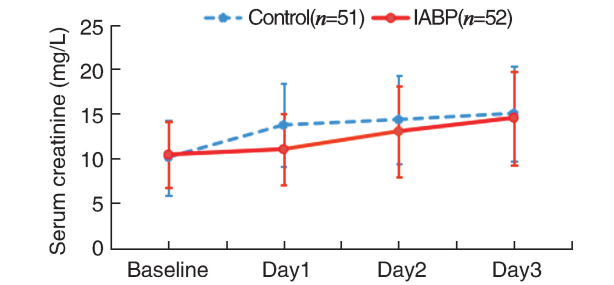


图 1. 入院 3 天内血肌酐的变化
Figure 1. Changes in serum creatinine within 3 days after admission

2.4 入院 3 天内 AKI 发生率及分布情况

103 例患者,共 55 例出现 AKI,发病率为 53.4%。其中对照组 51 例,发生 AKI 29 例(56.9%),IABP 组 52 例,发生 AKI 26 例(50.0%),差异无统计学意义($P>0.05$;图 2)。对照组第 1 天发生 AKI 18 例(35.3%),第 2 天发生 AKI 9 例(17.6%),第 3 天发生 AKI 2 例(3.9%);IABP 组第 1 天发生 AKI 7 例(13.5%),第 2 天发生 AKI 14 例(26.9%),第 3 天发生 AKI 5 例(9.6%);两组差异有统计学意义($P<0.05$;图 3)。

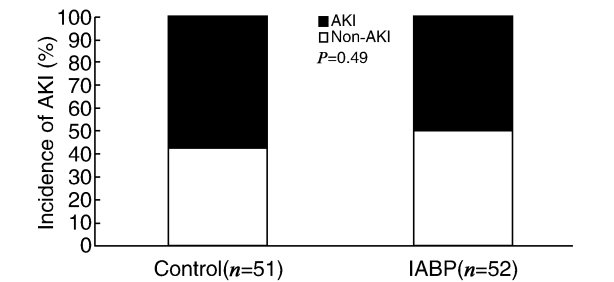


图 2. AKI 发生率的比较
Figure 2. Comparison of incidence of AKI

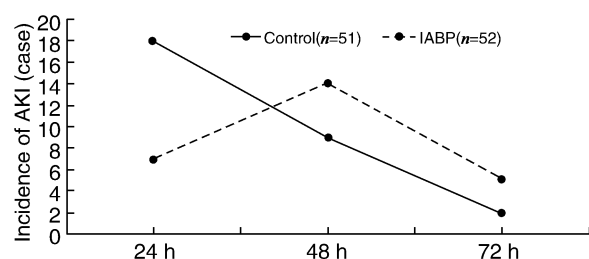


图 3. 入院 3 天内 AKI 发生的分布情况

Figure 3. Distribution of AKI occurred within 3 days after admission

2.5 肾替代治疗使用情况

对照组 51 例, 使用肾替代治疗 (renal replacement therapy, RRT) 18 例 (35.3%), IABP 组 52 例, 使用 RRT 9 例 (17.3%), 两组比较, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$; 图 4)。

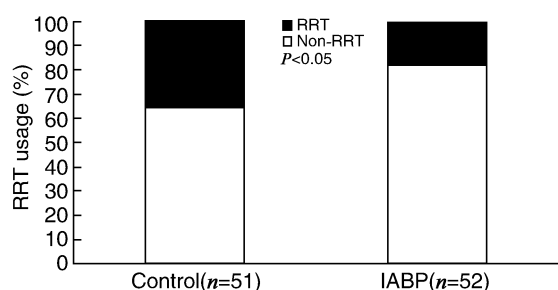


图 4. RRT 使用情况比较

Figure 4. Comparison of RRT usage

2.6 两组患者入院 30 天后存活率比较

对照组 51 例, 30 天后存活 26 例, 存活率 51.0%; IABP 组 52 例, 30 天后存活 29 例, 存活率 55.8%; 两组存活率无显著差异 [风险比 (hazard ratio, HR) 0.94, 95% CI 0.52 ~ 1.72, $P = 0.85$; 图 5]。

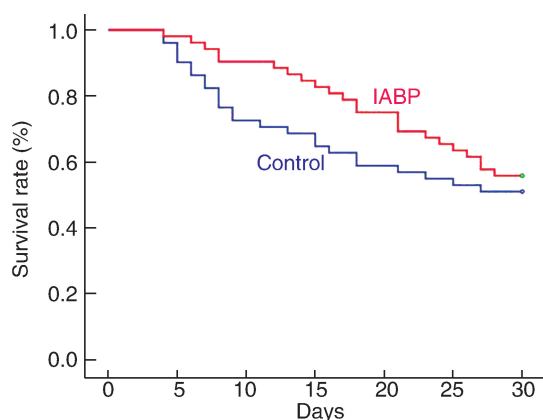


图 5. 对照组和 IABP 组 30 天存活率比较

Figure 5. Comparison of survival rate between control group and IABP group after 30 days

2.7 AKI 患者与非 AKI 患者入院 30 天后存活率比较

AKI 患者 55 例, 30 天后存活 22 例, 存活率 40.0%; 非 AKI 患者 48 例, 30 天后存活 33 例, 存活率 68.8%; 两组存活率有显著差异 (HR 2.71, 95% CI 1.53 ~ 4.78, $P < 0.01$; 图 6)。

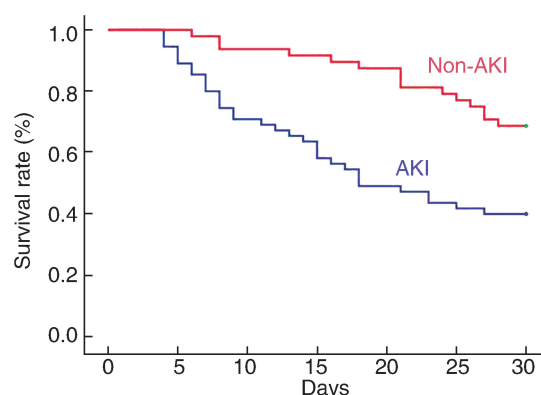


图 6. AKI 组和非 AKI 组 30 天存活率比较

Figure 6. Comparison of survival rate between AKI group and non-AKI group after 30 days

3 讨论

心源性休克是指心脏功能极度减退导致心输出量减少引起的急性周围循环衰竭, 也叫“泵衰竭”, 见于 6.5% ~ 8.3% 的 STEMI 患者^[7]。AKI 定义为 48 h 内肾功能突然减退^[8]。2008 年 Ronco 等^[9]提出 CRS 概念, 即心或肾的急慢性功能损伤可导致另一个脏器的急慢性功能障碍。它包括 5 种类型, 其中 1 型 CRS 发生率最高, 即急性心脏损害后继发的 AKI。AKI 是否发生以及严重程度, 与急性心脏受损程度、肾脏本身功能状态以及治疗情况有关。本研究两组患者在年龄、性别、高血压及糖尿病史、合并肺水肿、入院收缩压和平均动脉压、心率、左心室射血分数、血肌酐基础值、基础 eGFR 等因素上均具有可比性; 在治疗方面, 两组患者门-球时间、对比剂用量、PPCI 术后冠状动脉 TIMI 血流情况均无显著差别。不过在升压药物使用方面, 76.5% 的对照组患者使用大剂量多巴胺 [$> 10 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$], 68.6% 的对照组患者使用去甲肾上腺素维持血压, 而 IABP 组分别为 48.1% 和 26.9%, 二者有明显差异, 提示 IABP 在提升血压和减少升压药物使用方面有较大的优势。既往的研究表明, 低剂量的多巴胺对心脏外科术后的肾功能影响尚有争议, 升高肾小球滤过率的同时增加肾脏氧耗量^[10-11], 而大剂量

的多巴胺和去甲肾上腺素可能收缩肾动脉,减少肾脏血流,导致急性肾脏损伤。

1 型 CRS 的心脏原发损害有急性冠状动脉综合征、急性心力衰竭、CS、心外科手术及严重的右心力衰竭等。20%~45% 的急性心力衰竭患者和 9%~19% 的急性冠状动脉综合征患者可出现 AKI^[12-13]; STEMI 患者的 AKI 发病率为 6.2%~20.4%^[14-15]; 而 CS 合并 AKI 的发生率则高达 50% 以上^[16]。本研究入选了 STEMI 合并 CS 患者 103 例,共 55 例患者出现 AKI,发病率为 53.4%,其中对照组为 56.9%,IABP 组 50.0%,两组间无显著差别;表明 AKI 是 STEMI 合并 CS 的常见并发症,IABP 治疗不能减少这类患者的 AKI 发病率。不过有趣的是,对照组有 18 例(35.3%)接受了 RRT,而 IABP 组使用 RRT 仅 9 例(17.3%),提示 IABP 虽然不能降低 AKI 的发生率,但能显著降低 AKI 的严重程度。

2012 年 3 月,改善全球肾脏病预后组织(KDIGO)制定了最新的 AKI 诊断治疗指南^[6],AKI 的定义在以血肌酐升高为核心的基础上,增加了 6~12 h 内尿量 $<0.5\text{ mL}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 。我们测量了两组患者基线以及入院 3 天内每天的血肌酐变化,基线的肌酐基本在正常范围或者稍微增高;第 1 天对照组肌酐明显升高,而 IABP 组轻度升高;第 2 天对照组继续升高,但升高幅度不大,而 IABP 组大幅度升高,但仍低于对照组;第 3 天两组继续轻度升高,组间无显著差别。同肌酐改变相对应的是,我们分析了入院后 3 天新发 AKI 的分布情况,发现对照组多数在入院后第 1 天就出现 AKI(35.3%),而 IABP 组主要出现在入院后第 2 天(26.9%)。导致这种差异的具体原因尚不清楚,这种差异到底有什么临床意义亦暂不明确,考虑可能与升压药物的使用有关。

近年研究发现急性心功能受损一旦出现 AKI,其病死率明显增加^[17-18]。在一个回顾性研究中,118 例 CS 患者(86%为 STEMI 患者),休克出现 24 h 之内有 33% 患者出现 AKI,并且死亡率远远高于无 AKI 患者^[19]。Marenzi 等^[20]连续观察 97 例 STEMI 合并 CS 患者,52 例(55%)患者出现 AKI,其住院时间、合并症均明显升高,住院死亡率高达 46%,其中 12 例患者需 RRT,其住院死亡率更是高达 62%;研究发现 AKI 是住院死亡率最强的独立预测因子。在丹麦的一个全国性的注册研究中,5079 例 CS 患者,13% 因 AKI 需要 RRT,其住院死亡率为 62%,3059 患者出院后继续随访,接受了 RRT 患者 5 年死亡率为 43%,有 11% 需要慢性透析治疗;而对照组 5

年死亡率 29%,慢性透析率仅为 1%^[21]。本研究观察了 103 例 STEMI 合并 CS 患者的 30 天存活率: AKI 患者 55 例,30 天存活率 40.0%,非 AKI 患者 48 例,30 天存活率 68.8%,两组存活率有显著差异($\text{HR } 2.71, 95\% \text{CI } 1.53\sim 4.78, P<0.01$),表明 STEMI 并 CS 患者合并 AKI 有更高的死亡风险。IABP 组 52 例,30 天存活率 55.8%,对照组 51 例,30 天存活率 51.0%,虽然 IABP 组的存活率略高,但统计学上无显著差别。

主动脉内气囊反搏可增加冠状动脉灌注和心肌供血、降低心脏负荷、增加心排血量、升高平均动脉压,因此可明显改善休克患者的外周循环衰竭^[22-23]。2004 年 AHA/ACC 推荐急性心肌梗死并休克为 IABP 治疗的 I 类适应证,然而 2012 年公布的 IABP-SHOCK II 试验显示,对于 CS 患者使用 IABP 并没有降低其 30 天的死亡率^[2],随访 1 年时也显示不能降低全因死亡率^[3],因此对于 IABP 的作用仍存在很大的争议,而实际工作中经常有明显的疗效。至于 IABP 导管堵塞肾动脉导致肾功能恶化的担忧,也被多普勒超声证实 IABP 导管不会减慢双侧肾动脉血流^[24]。本研究中,IABP 虽然未能降低 CS 患者的 AKI 发生率和 30 天死亡率,但能减少升压药物的种类和剂量,延迟 AKI 的发生,减少需要 RRT 的比例,降低其严重程度。另外虽然两组间 30 天死亡率相似,但从生存曲线上看,对照组的早期死亡率更高,而 IABP 的晚期死亡率更高,在 30 天时二者基本持平。

总之,IABP 不减少 STEMI 伴 CS 患者 AKI 的发生率,也不提高其 30 天存活率,但能延缓 AKI 进展的速度,减少 AKI 患者需要 RRT 的使用率。

[参考文献]

- [1] Bongartz LG, Cramer MJ, Doevendans PA, et al. The severe cardiorenal syndrome: Guyton revisited [J]. *Eur Heart J*, 2005, 26(1): 11-17.
- [2] Fuernau G, Fengler K, Desch S, et al. Culprit lesion location and outcome in patients with cardiogenic shock complicating myocardial infarction: a substudy of the IABP-SHOCK II-trial [J]. *Clin Res Cardiol*, 2016, 105(12): 1 030-041.
- [3] Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, et al. Intra-aortic Balloon Pump in cardiogenic shock II (IABP-SHOCK II) trial investigators--Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12 month results of a randomised, open-label trial [J]. *Lancet*, 2013, 382

- (9905): 1 638-645.
- [4] Wang K, Kong X, Zhu Y, et al. Use of an intra-aortic balloon pump with chronic renal cardiac surgery[J]. Clin Ter, 2014, 65(5): e353-e356.
- [5] Canadian Cardiovascular Society, American Academy of Family Physicians, American College of Cardiology, et al. 2007 focused update of the ACC/AHA 2004 guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction; a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines[J]. J Am Coll Cardio, 2008, 51(2): 210-247.
- [6] Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease [J]. Kidney Int Suppl, 2013, 3(1): 1-150.
- [7] Aissaoui N, Puymirat E, Tabone X, et al. Improved outcome of cardiogenic shock at the acute stage of myocardial infarction: a report from the USIK 1995, USIC 2000, and FAST-MI French nationwide registries [J]. Eur Heart J, 2012, 33(20): 2 535-543.
- [8] Mehta RL, Kellum JA, Shah SV, et al. Acute Kidney Injury Network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury[J]. Crit Care, 2007, 1(2): R31.
- [9] Ronco C, Haapio M, House AA, et al. Cardiorenal syndrome[J]. J Am Coll Cardiol, 2008, 52(19): 1 527-539.
- [10] Redfors B, Bragadottir G, Sellgren J, et al. Dopamine increases renal oxygenation: a clinical study in post-cardiac surgery patients[J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2010, 54(2): 183-190.
- [11] Bragadottir G, Redfors B, Nygren A, et al. Low-dose vasopressin increases glomerular filtration rate, but impairs renal oxygenation in post-cardiac surgery patients [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2009, 53(8): 1 052-059.
- [12] Bagshaw SM, Cruz DN, Aspromonte N, et al. Epidemiology of cardio-renal syndromes: Work-group statements from the 7th ADQI Consensus Conference--Cardio-renal syndromes[J]. Nephrol Dial Transplant, 2010, 25(5): 1 406-416.
- [13] Forman DE, Butler J, Wang Y, et al. Incidence, predictors at admission, and impact of worsening renal function among patients hospitalized with heart failure[J]. J Am Coll Cardiol, 2004, 43(1): 61-67.
- [14] Hwang SH, Jeong MH, Ahmed K, et al. Different clinical outcomes of acute kidney injury according to acute kidney injury network criteria in patients between ST elevation and non-ST elevation myocardial infarction[J]. Int J Cardiol, 2011, 150(1): 99-101.
- [15] Shacham Y, Gal-Oz A, Ben-Shoshan J, et al. Prognostic implications of acute renal impairment among ST elevation myocardial infarction patients with preserved left ventricular function.[J]. Cardiorenal Med, 2016, 6(2): 143-149.
- [16] Margolis G, Kofman N, Gal-Oz A, et al. Relation of positive fluid balance to the severity of renal impairment and recovery among ST elevation myocardial infarction complicated by cardiogenic shock [J]. J Crit Care, 2017, 40: 184-188.
- [17] Choi JS, Kim YA, Kim MJ, et al. Relation between transient or persistent acute kidney injury and long-term mortality in patients with myocardial infarction[J]. Am J Cardiol, 2013, 112(1): 41-45.
- [18] Fox CS, Muntner P, Chen AY, et al. Short-term outcomes of acute myocardial infarction in patients with acute kidney injury: a report from the national cardiovascular data registry[J]. Circulation, 2012, 125(3): 497-504.
- [19] Koreny M, Delle-Karth G, Geppert A, et al. Prognosis of patients who develop acute renal failure during the first 24 hours of cardiogenic shock after myocardial infarction[J]. Am J Med, 2002, 112(2): 115-119.
- [20] Marenzi G, Assanelli E, Campodonico J, et al. Acute kidney injury in ST-segment elevation acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock at admission [J]. Crit Care Med, 2010, 38(2): 438-444.
- [21] Lauridsen MD, Gammelager H, Schmidt M, et al. Acute kidney injury treated with renal replacement therapy and 5-year mortality after myocardial infarction-related cardiogenic shock: a nationwide population-based cohort study [J]. Crit Care, 2015, 19(1): 452.
- [22] Bedi HS, Sohal CS, Sengar BS, et al. Elective preoperative use of intra-aortic balloon counterpulsation in high risk group of coronary artery disease patients to facilitate off pump surgery[J]. Indian J Thorac Cardiovasc Surg, 2007, 23(6): 128-134.
- [23] Hilberman M, Derby GC, Spencer RJ, et al. Effect of the intra-aortic balloon pump upon postoperative renal function in man[J]. Crit Care Med, 1981, 9(2): 85-89.
- [24] Muniraju G, Pandey S, Chakravarthy M, et al. Intra-aortic balloon pump use does not affect the renal function in patients undergoing off pump coronary artery bypass surgery[J]. Ann Card Anaesth, 2011, 14(3): 188-191.
- (此文编辑 曾学清)