

# 经皮冠状动脉介入相关心肌损伤的危险因素分析

孟培娜,吴志明,尤威,叶飞,朱琳琳

(南京医科大学附属南京医院心血管内科,江苏南京 210000)

**摘要:**目的 探讨经皮冠状动脉介入(PCI)相关心肌损伤的危险因素。方法 146例冠心病患者行冠脉造影+经皮冠脉支架植入术,依据术后24h内心肌肌钙蛋白I(cTnI)最大值为三组,第一组(18例):PCI术后cTnI在正常范围内( $cTnI < 0.04 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )组;第二组(44例):正常上限 $\leq cTnI <$ 正常上限5倍( $0.04 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \leq cTnI < 0.2 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ );第三组(84例): $cTnI \geq$ 正常上限的5倍( $cTnI \geq 0.2 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ );通过分析患者临床基础特点及血清学指标检测、冠脉病变及手术过程等因素,分析PCI围术期心肌损伤的危险因素。结果 (1)三组患者的年龄、性别、既往PCI术史、高血压病史、糖尿病史、吸烟史、他汀类药物服用史以及高密度脂蛋白(HDL-C)、低密度脂蛋白(LDL-C)、载脂蛋白B(apo-B)、左室射血分数(LVEF)等指标上差异无统计学意义,但术前超敏C反应蛋白(hs-CRP)差异有统计学意义,且随着术前数值的升高,术后cTnI数值越高;(2)术中参数提示:支架总长度[(44.78±15.57) vs (44.64±23.73) vs (58.43±27.66) mm,  $P=0.006$ ]、最大支架直径[(3.31±0.51) vs (3.35±0.43) vs (3.15±0.44) mm,  $P=0.039$ ]、球囊个数[(2.00±1.09) vs (2.27±1.44) vs (3.10±1.47)个,  $P=0.001$ ]、支架平均释放压力[(8.22±1.48) vs (9.91±1.79) vs (12.40±1.53) atm,  $P<0.001$ ]以及单支病变比例(55.6% vs 27.3% vs 19.0%,  $P=0.006$ )在三组比较差异有统计学意义,单支病变在第一组中比例最高,第三组中比例最低;随着术中支架长度的增加,支架平均释放压力的增大以及球囊使用的增多,术后cTnI数值越高;(3)依据PCI术后cTnI是否超过5倍正常上限水平,将患者分为两组,通过Logistic回归分析,结果提示hs-CRP(OR 9.359, 95% CI: 3.589, 24.402,  $P<0.001$ )、支架总长度(OR 1.043, 95% CI: 1.009, 1.078,  $P=0.012$ )以及支架平均释放压力(OR 4.124, 95% CI: 2.024, 8.403,  $P<0.001$ )是PCI围术期心肌损伤的危险因素。结论 hs-CRP、支架总长度以及支架平均释放压力是PCI围术期心肌损伤的危险因素,若能通过术前检测患者的基础临床特点尤其是hs-CRP,以及术中注意调控操作参数,有望预测并减少PCI围术期心肌损伤的发生率。

**关键词:**冠状动脉粥样硬化性心脏病;经皮冠状动脉介入围术期心肌损伤;危险因素

doi:10.3969/j.issn.1009-6469.2016.10.022

## Risk factors of myocardial injury during the perioperative period of percutaneous coronary intervention

MENG Peina, WU Zhiming, YOU Wei, et al

(Department of Cardiovascular Diseases, Nanjing Hospital Affiliated to Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu 210000, China)

**Abstract: Objective** To investigate the risk factors of myocardial injury during the perioperative period of percutaneous coronary intervention. **Methods** 146 PCI cases were assigned into three groups in terms of the highest level of cTnI in 24 h after PCI: in the first group, cTnI was within the normal level (18 cases,  $cTnI < 0.04 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ); in the second group, cTnI was within the range between the normal upper limit and five times normal upper limit (44 cases,  $0.04 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \leq cTnI < 0.2 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ); in the third group, cTnI was higher than 5 times the normal upper limit (84 cases,  $cTnI \geq 0.2 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ). We investigated the baseline clinical, laboratorial, angiographic and procedural data, and analyzed the risk factors of myocardial injury during the perioperative period of percutaneous coronary

[10] Blakemore A, Dickens C, Guthrie E, et al. Depression and anxiety predict health-related quality of life in chronic obstructive pulmonary disease: systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2014, 20(9): 501-512.

[11] 张皓, 张小年, 张通. 年龄对创伤性颅脑损伤患者长期预后的影响[J]. *中国康复理论与实践*, 2006, 12(4): 332-333.

[12] 俞顺, 范帆, 包强, 等. 磁敏感加权成像技术在早期创伤性脑损伤的应用及与格拉斯昏迷量表评分的相关性研究[J/CD]. *创伤与急诊电子杂志*, 2014, 2(3): 23-27.

[13] 魏居芹. 脑外伤患者生活质量的影响因素分析[J]. *当代护士*, 2013, 15(5): 3-5.

[14] 李力卓, 何松柏. 大鼠创伤性脑损伤后精神障碍的精神行为学改变[J]. *中国医科大学学报*, 2016, 45(8): 708-711.

[15] 童武松, 郭义君, 杨文进, 等. 急性创伤性脑损伤后早期认知功能障碍特征及影响因素分析[J]. *中华创伤杂志*, 2015, 31(2): 128-132.

(收稿日期:2016-07-20, 修回日期:2016-09-19)

intervention. **Results** There were no significant differences in baseline clinical characteristics among the three groups, including age, gender, history of PCI, hypertension, diabetes, smoking, statins intake and HDL-C, LDL-C, apo-B, LVEF, but there was significant difference in hs-CRP level among three groups and postoperative cTnI increased with the increase of preoperative level. There were statistically significant differences in total stent length ( $44.78 \pm 15.57$  vs  $44.64 \pm 23.73$  vs  $58.43 \pm 27.66$  mm,  $P = 0.006$ ), maximum stent diameter ( $3.31 \pm 0.51$  vs  $3.35 \pm 0.43$  vs  $3.15 \pm 0.44$  mm,  $P = 0.039$ ), in-stent expansion pressure ( $8.22 \pm 1.48$  vs  $9.91 \pm 1.79$  vs  $12.40 \pm 1.53$  atm,  $P < 0.001$ ), numbers of balloons ( $2.00 \pm 1.09$  vs  $2.27 \pm 1.44$  vs  $3.10 \pm 1.47$ ,  $P = 0.001$ ) and ratio of single coronary lesion ( $55.6\%$  vs  $27.3\%$  vs  $19.0\%$ ,  $P = 0.006$ ) among three groups. And as total stent length, in-stent expansion pressure, and numbers of balloons raised, cTnI relatively increased. Result of logistic analysis showed that hs-CRP (OR 9.359, 95% CI: 3.589, 24.402,  $P < 0.001$ ), total stent length (OR 1.043, 95% CI: 1.009, 1.078,  $P = 0.012$ ) and in-stent expansion pressure (OR 4.124, 95% CI: 2.024, 8.403,  $P < 0.001$ ) were risk factors of myocardial injury. **Conclusions** Hs-CRP, total stent length and in-stent expansion pressure were risk factors of myocardial injury during the perioperative period of PCI. If baseline clinical characteristics especially hs-CRP could be estimated before coronary angiography and the operative parameters could be regulated, it is likely to predict and decrease the incidence of myocardial injury during perioperative period of PCI.

**Key words:** Coronary heart disease; Percutaneous coronary intervention perioperative myocardial injury; Risk factors

随着冠状动脉粥样硬化性心脏病发病率的提高及医疗技术的发展,经皮冠状动脉介入(Percutaneous coronary intervention, PCI)已成为冠心病血运重建治疗的主流手术之一,术后手术并发症也逐渐暴露,其中,PCI围术期心肌损伤(Percutaneous coronary intervention perioperative myocardial injury, PMI)非常常见,对手术疗效及预后有着不同程度的影响。PCI术后心肌肌钙蛋白I(cardiac troponin I, cTnI)越高,说明心肌损伤的范围越大,对患者心肌缺血及心功能的影响越大,预后越差,从而不同程度的削弱手术疗效<sup>[1-2]</sup>。涉及的影响因素主要包括患者的基础临床特点、手术操作以及冠脉病变的复杂性等,本研究通过研究行PCI治疗的冠心病患者的临床资料,探讨发生PCI围术期心肌损伤的危险因素。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选择2014年1月至2015年12月南京医科大学附属南京医院心血管内科就诊的146例患者。入选标准:年龄18~80岁;所有患者符合美国心脏病学会及美国心脏病协会专家诊断的稳定性心绞痛及不稳定性心绞痛诊断标准<sup>[3-4]</sup>;单次PCI术并完成所有血运重建者;术前cTnI正常范围。

排除标准:术前cTnI高于正常上限;分次PCI者即一次PCI术未完全血运重建者、冠脉造影发现冠脉内血栓性病变、严重钙化病变行旋磨治疗者、术中发生严重并发症者(如冠脉夹层无法处理者、边支丢失无法血运重建者等);其他器质性心脏病,如心肌病、心脏瓣膜病、严重的心力衰竭(NYHA III~IV级);急性脑卒中患者。本研究经南京医科大学附属南京医院(南京市第一医院)医学伦理委员会批准,患者均签署手术知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 血清学标本采集 生化检测:**术前清晨空腹抽取肘静脉血3 mL行大生化检测,包括高密度脂蛋白(HDL-C),低密度脂蛋白(LDL-C),载脂蛋白B等。超敏C-反应蛋白(hypersensitive C-reactive protein, hs-CRP):所有患者早晨空腹抽取肘静脉血3 mL,用EDTA抗凝,标本采集后30 min内于1 500 r·min<sup>-1</sup>离心15 min,分离上层血清液,采用放射免疫法测定hs-CRP,操作过程由南京市第一医院放免科统一完成。cTnI:术前72 h内以及术后8、16、24 h分次抽血行放免检测,操作过程由南京市第一医院放免科统一完成。

**1.2.2 冠状动脉造影+经皮冠状动脉介入术(CAG+PCI)方法** 以桡动脉为介入径路,采用Seldinger技术,依据CAG结果,对靶血管病变处行PCI术。

**1.2.3 分组** 入选患者依据PCI术后24 h内最高cTnI数值分为三组:第一组:cTnI数值在正常范围内,即cTnI  $< 0.04 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ;第二组:cTnI最高值介于正常值上限及正常上限的5倍间,即 $\geq 0.04 \sim < 0.2 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ;第三组:cTnI最高值超过正常上限的5倍,即cTnI  $\geq 0.2 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

**1.3 统计学方法** 所有数据由SPSS18.0进行统计分析,定性资料的比较采用 $\chi^2$ 检验,定量资料用K-S检验评估其是否为正态性,如果是正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较三组之间差异采用单因素ANOVA方差分析;如果是非正态分布,以四分位数表示(25%, 75%),比较采用Mann-Whitney U检验。以术后cTnI是否超过5倍正常上限水平为界,将所有患者分为两组,使用二分类资料的Logistic回归分析,采用进入(Enter)的方法筛选变量,分析PCI相

关心肌损伤的危险因素,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

146 例患者中, PCI 术后 cTnI 升高 128 例 (87.7%), 依据 PCI 术后 24 h 内最大 cTnI 数值分为三组, 其中第一组 18 例 (12.3%), 第二组 44 例 (30.1%), 第三组 84 例 (57.5%)。

**2.1 一般资料及血清学指标比较** 三组患者的基础临床特点及血清学相关指标, 在年龄、性别、既往 PCI 术史、高血压病史、糖尿病史、吸烟史、他汀类药物服用史以及高密度脂蛋白 (high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白 (low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C)、载脂蛋白-B (apolipoprotein-B, apo-B)、左室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF) 等指标上差异均无统计学意义。但 hs-CRP 在三组患者中差异有统计学意义 ( $P < 0.001$ ), 即: 术前 hs-CRP 数值越大, 术后 cTnI 越高。具体见表 1。

**2.2 CAG + PCI 术中参数情况比较** 三组患者的术中相关数据比较发现: 支架总长度 ( $44.78 \pm 15.57$  vs  $44.64 \pm 23.73$  vs  $58.43 \pm 27.66$  mm,  $P =$

$0.006$ )、最大支架直径 ( $3.31 \pm 0.51$  vs  $3.35 \pm 0.43$  vs  $3.15 \pm 0.44$  mm,  $P = 0.039$ )、球囊个数 ( $2.00 \pm 1.09$  vs  $2.27 \pm 1.44$  vs  $3.10 \pm 1.47$  个,  $P = 0.001$ )、支架平均释放压力 ( $8.22 \pm 1.48$  vs  $9.91 \pm 1.79$  vs  $12.40 \pm 1.53$  atm,  $P < 0.001$ ) 以及单支病变比例 ( $55.6\%$  vs  $27.3\%$  vs  $19.1\%$ ,  $P = 0.006$ ) 在三组比较差异有统计学意义, 单支病变在第一组中比例最高, 第三组中比例最低; 随着术中支架长度的增加, 支架平均释放压力的增大以及球囊使用的增多, 术后 cTnI 数值越高。具体见表 2。

**2.3 PCI 相关心肌损伤的危险因素分析** 依据 PCI 围术期心肌梗死定义, 术后 cTnI 超过 5 倍正常上限水平是诊断 PMI 的必备条件之一, 故以术后 cTnI 5 倍正常上限水平为界, 将 cTnI 不超过正常上限 5 倍的患者即第一组、第二组合并为 A 组, 第三组为 B 组。通过表 1, 2 中各项参数的比较分析提示术前 hs-CRP 以及单支病变比例以及支架总长度、最大支架直径、球囊个数、支架平均释放压力在三组中差异有统计学意义, 故将以上 6 个变量纳入二分类 Logistic 回归分析, 结果提示 hs-CRP (OR 9.359, 95% CI: 3.589, 24.402,  $P < 0.001$ )、支架总

表 1 一般资料及血清学指标比较

组别	例数	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )	男性/例(%)	既往 PCI 术史/ 例(%)	高血压病史/ 例(%)	糖尿病史/ 例(%)	吸烟史/ 例(%)
第一组	18	64.00 ± 12.36	12(66.7)	4(22.2)	16(88.9)	8(44.4)	8(44.4)
第二组	44	64.95 ± 7.93	30(68.2)	6(13.6)	30(68.2)	10(22.7)	20(45.5)
第三组	84	65.54 ± 8.52	62(73.8)	14(16.7)	62(73.8)	24(28.6)	32(38.1)
$F(\chi^2)$ 值		0.239	(0.655)	(0.693)	(2.848)	(2.944)	(0.741)
$P$ 值		0.787	0.721	0.707	0.241	0.229	0.69

组别	他汀类药物服用史/例(%)	HDL-C/ (mmol · L <sup>-1</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	LDL-C/ (mmol · L <sup>-1</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	apo-B/ (g · L <sup>-1</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	hs-CRP/ (ng · L <sup>-1</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	LVEF ≥ 40%/ 例(%)
第一组	12(66.7)	0.91 ± 0.08	2.34 ± 0.74	0.79 ± 0.22	2.01 ± 0.52	18(100.0)
第二组	20(45.5)	0.95 ± 0.21	2.48 ± 0.88	0.82 ± 0.25	2.89 ± 0.82	42(95.5)
第三组	42(50.0)	0.92 ± 0.20	2.31 ± 0.93	0.79 ± 0.26	4.15 ± 0.89	72(85.7)
$F(\chi^2)$ 值	(2.337)	0.493	0.511	0.220	64.446	5.337
$P$ 值	0.311	0.612	0.601	0.803	<0.001	0.069

表 2 CAG + PCI 术中参数比较

组别	例数	最大预扩压力/ (atm, $\bar{x} \pm s$ )	支架总长度/ (mm, $\bar{x} \pm s$ )	最大支架直径/ (mm, $\bar{x} \pm s$ )	球囊个数/ (个, $\bar{x} \pm s$ )	支架平均释放压力/ (atm, $\bar{x} \pm s$ )	单支病变/ 例(%)
第一组	18	15.78 ± 3.28	44.78 ± 15.57	3.31 ± 0.51	2.00 ± 1.09	8.22 ± 1.48	10(55.6)
第二组	44	14.32 ± 2.48	44.64 ± 23.73	3.35 ± 0.43	2.27 ± 1.44	9.91 ± 1.79	12(27.3)
第三组	84	15.48 ± 3.83	58.43 ± 27.66	3.15 ± 0.44	3.10 ± 1.47	12.40 ± 1.53	16(19.1)
$F(\chi^2)$ 值		1.996	5.252	3.319	7.437	68.649	10.313
$P$ 值		0.14	0.006	0.039	0.001	<0.001	0.006

长度 (OR 1.043, 95% CI: 1.009, 1.078,  $P = 0.012$ ) 以及支架平均释放压力 (OR 4.124, 95% CI: 2.024, 8.403,  $P < 0.001$ ) 是 PCI 相关心肌损伤的危险因素。具体见表 3。

### 3 讨论

2012 年由欧洲心脏病学会、美国心脏病学会共同制定的第三版心肌梗死指南<sup>[5]</sup>中对 PCI 围术期心肌梗死及心肌损伤进行了重新定义,其中明确规定 PCI 相关心肌梗死(4a 型)须具备术后 24 h 内 cTnI 超过 99% 参考值上限 5 倍、有典型的缺血性临床症状、心电图及影像学变化这三个条件,而除此以外的 cTnI 升高均归为 PCI 围术期心肌损伤组<sup>[5]</sup>。据研究报告,PCI 术后有 13% ~ 66% 的患者肌钙蛋白升高<sup>[6]</sup>,PCI 术后肌钙蛋白升高有两类原因,第一种源于支架植入球囊扩张,斑块破裂小碎屑随血流流向远端堵塞微小血管造成小范围的心肌梗死;第二种源于边支闭塞或冠脉夹层,这类患者常常斑块弥漫复杂,且有多重危险因素如糖尿病、肾功能不全等,这种原因造成的 PMI 常常造成严重的不良事件,需及时处理。PCI 围术期心肌损伤标志物升高增加了后续死亡风险,心肌损伤标志物升高的越多,相关风险越大<sup>[7]</sup>,Pervaiz 等<sup>[8]</sup>研究表明肌钙蛋白升高正常上限 20 倍以上及 CKMB 升高 3 倍以上有类似的死亡比,研究表明<sup>[8-11]</sup>心肌损伤标志物的中度以上升高更需谨慎对待。有研究发现稳定性冠心病及急性冠脉综合症患者中 PMI 继发的 MACE 事件发生率不尽相同,这些回顾性研究结果更加倾向于自发性心肌梗死远远超过 PMI 相关的危害性。PCI 成功后术后肌钙蛋白增高的后续治疗目前没有共识,当 PCI 术后肌钙蛋白超过正常上限 5 倍时,若无相应靶血管缺血的心电图表现及胸痛症状,目前临床上仍以严密监测肌钙蛋白及心电图的动态变化为主,是否也应该采取除冠心病二级预防以外的额外治疗措施仍有待于商榷。

PCI 围术期心肌损伤受到多种因素影响,有学

者研究<sup>[12]</sup>提出围术期心肌损伤的危险因素,主要归纳为患者的基础临床危险因素,冠脉本身的病变特点及与操作相关因素三大类,主要包括年龄、性别、糖尿病、高血压、高血脂、低 EF 值、肾功能不全,弥漫性病变、斑块稳定性(包括纤维帽、脂质核、炎症反应程度等),斑块旋磨、支架及球囊个数、扩张次数、扩张压力、边支闭塞等等。本研究结果发现三组患者在 hs-CRP 及部分术中参数(支架总长度、最大支架直径、球囊个数、支架平均释放压力以及单参数支病变等)上有所不同,再以 cTnI 是否超过正常上限 5 倍以上重新将患者分组,利用二分类资料 Logistic 回归分析得出,hs-CRP 及支架总长度、支架平均释放压力是 PCI 相关心肌损伤的危险因素,分析原因:(1) hs-CRP 是一种非特异性炎症标志物,受 IL-6 等炎症因子调控,主要由肝细胞合成并介导机体炎症反应的一种急性时相蛋白质,可促进局部黏附因子表达,降低内皮一氧化氮的生物利用度,改变巨噬细胞对 LDL-C 的摄取,激活补体,促进血管炎症和血栓形成,最终加剧冠状动脉粥样硬化<sup>[13]</sup>,有学者<sup>[14]</sup>通过光学相干成像研究炎症标志物与斑块纤维帽厚度关系,结果发现 hs-CRP 与冠状动脉内斑块纤维帽厚度成负相关,hs-CRP 是纤维帽厚度的独立预测因素,其数值的增高预示着斑块的易损性<sup>[15-16]</sup>;术前 hs-CRP 数值越高,预示着斑块易损性越高,手术操作对斑块更容易造成损伤,而损伤的斑块碎屑随血流至远段堵塞微小血管造成相应供血范围的心肌损伤;(2) 而术中参数如支架总长度、支架平均释放压力与术后心肌损伤明显相关,可能与手术操作涉及的斑块损伤面积、扩张压力、频率、时间等有关,压力越高,手术时间越长,支架覆盖的斑块面积越大,斑块破裂越明显、碎屑脱落堵塞远端血管的数量就越大,对应范围的心肌损伤越明显。而在本项研究中某些手术参数在 Logistic 回归分析中无统计学意义,可能与样本量过小有关。

表 3 PCI 相关心肌损伤的 Logistic 回归分析

研究因素	B	SE	Wald	P 值	OR 值	95% CI(下限)	95% CI(上限)
hs-CRP	2.236	0.489	20.917	<0.001	9.359	3.589	24.402
支架总长度	0.042	0.017	6.334	0.012	1.043	1.009	1.078
最大支架直径	-0.864	0.829	1.087	0.297	0.421	0.083	2.14
球囊个数	0.053	0.257	0.043	0.835	1.055	0.638	1.745
单支病变	1.051	0.977	1.157	0.282	2.86	0.421	19.405
支架平均释放压力	1.417	0.363	15.225	<0.001	4.124	2.024	8.403
常量	-22.87	5.819	15.449	<0.001	<0.001		

综上所述,临床上发现越来越多的 PCI 患者术后 cTnI 升高,依据 cTnI 升高的程度,临床预后意义尚不十分明确,但导致的临床不适症状可不同程度的影响患者的生活质量和预后,可不同程度的削弱手术疗效,若能通过术前检测患者的基础临床特点尤其是 hs-CRP 等指标筛查到该类高危患者,术中注意调控操作参数,有望降低 PCI 围术期心肌损伤的发生率。但该项研究的样本量较小,仍需更大规模的多中心临床研究入选更多更复杂的冠心病患者探讨以上观点。

### 参考文献

- [1] Testa L, Van Gaal WL, Biondi Zoccai GG, et al. Myociaial infarction after percutaneous coronary intervention; a meta-analysis of troponin elevation applying the new universal definition[J]. *QJM*, 2009, 102(6):369-378.
- [2] Woudstra P, Grundeken MJ, van de Hoef TP, et al. Prognostic relevance of PCI-related myocardial infarction[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2013, 10(4):231-236.
- [3] Fraker TD Jr, Fihn SD, 2002 Chronic Stable Angia Writing Committee, et al. 2007 chronic angia focused updated of the ACC/AHA 2002 guidelines for the management of patients with chronic stable angia; a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines Writing Group to develop the focused update of the 2002 guidelines for the management of patients with chronic stable angia[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 50(23):2264-2274.
- [4] Antman EM, Hand M, Armstrong PW, 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 Cardiol*, 2008, 51(2):210-247.
- [5] Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Third universal definition of myocardial infarction[J]. *Glob Heart*, 2012, 7(4):275-295.
- [6] Miller WL, Garratt KN, Burritt MF, et al. Baseline troponin level: key to understanding the importance of post-PCI troponin elevations[J]. *Eur Heart J*, 2006, 27(9):1061-1069.
- [7] De Luca G, Ernst N, van 't Hof AW, et al. Predictors and clinical implications of early reinfarction after primary angioplasty for ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Am Heart J*, 2006, 151(6):1256-1259.
- [8] Pervaiz MH, Sood P, Sudhir K, et al. Periprocedural myocardial infarction in a randomized trial of everolimus-eluting and Paclitaxel-eluting coronary stents: frequency and impact on mortality according to historic versus universal definitions[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2012, 5(2):150-156.
- [9] Fox KA, Clayton TC, Damman P, et al. Long-term outcome of a routine versus selective invasive strategy in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome a meta-analysis of individual patient data[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 55(22):2435-2445.
- [10] BARI 2D Study Group, Frye RL, August P, et al. A randomized trial of therapies for type 2 diabetes and coronary artery disease[J]. *N Engl J Med*, 2009, 360(24):2503-2515.
- [11] Chaitman BR, Hardison RM, Adler D, et al. The bypass angioplasty revascularization investigation type 2 diabetes randomized trial of different treatment strategies in type 2 diabetes mellitus with stable ischemic heart disease: impact of treatment strategy on cardiac mortality and myocardial infarction [J]. *Circulation*, 2009, 120(25):2529-2540.
- [12] Herrmann J. Peri-procedural myocardial injury; 2005 update[J]. *Eur Heart J*, 2005, 26(23):2493-2519.
- [13] Serruys PW, de Feyter P, Macaya C, et al. Fluvastatin for prevention of cardiac events following successful first percutaneous coronary intervention; a randomized controlled trial [J]. *JAMA*, 2002, 287(24):3215-3222.
- [14] Li QX, Fu QQ, Shi SW, et al. Relationship between plasma inflammatory markers and plaque fibrous cap thickness determined by intravascular optical coherence tomography [J]. *Heart*, 2010, 96(3):196-201.
- [15] Montero I, Orbe J, varo N, et al. C-reactive protein induces matrix metalloproteinase-1 and -10 in human endothelial cells; implications for clinical and subclinical atherosclerosis [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(7):1369-1378.
- [16] Jialal I, Devaraj S, Singh U. C-reactive protein and the vascular endothelium; implications for plaque instability[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(7):1379-1381.

(收稿日期:2016-04-25,修回日期:2016-10-07)