

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2017.13.017

IMR 预测心肌梗死患者 PCI 术后心脏不良事件的临床研究*

王世祥¹, 许卫², 陈友权¹, 陆志锋¹, 陈晔明¹, 陈次滨¹

(1. 广州医科大学附属第三医院心内科, 广州 510150; 2. 广州市花都区人民医院心内科 510800)

[摘要] **目的** 探讨微循环阻力指数(IMR)对 ST 段抬高型心肌梗死 PCI 术后主要心脏不良事件的预测价值。**方法** 选择 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者 48 例(男 38 例,女 10 例),根据 PCI 术后测量的 IMR 值分为 3 组,A 组 $IMR \leq 25$ ($n=18$);B 组 $IMR 25 \sim 32$ ($n=16$);C 组 $IMR \geq 32$ ($n=14$)。检测血清 N 末端 B 型脑钠肽前体(NT-ProBNP),PCI 术后及术后 1 年心脏彩超左室射血分数(LVEF)、左室舒张末内径(LVEDD),术后 1 年内的主要心脏不良事件。**结果** 3 组间血清 NT-ProBNP 水平 [$2\ 734.83 \pm 1\ 009.40$] vs. [$4\ 929.68 \pm 1\ 611.52$] vs. [$7\ 480.64 \pm 2\ 082.78$] 比较,差异有统计学意义 ($F=35.449, P=0.000$)。术后 3 组间 LVEF [54.00 ± 5.99] vs. [52.31 ± 4.35] vs. [49.29 ± 4.68] 比较,差异具有统计学意义 ($F=3.376, P=0.043$),3 组间 LVEDD 差异无统计学意义 ($P>0.05$);术后 1 年 3 组间 LVEF [57.28 ± 5.21] vs. [54.43 ± 3.69] vs. [46.43 ± 5.33] 比较,差异有统计学意义 ($F=16.744, P=0.000$),3 组间 LVEDD [48.94 ± 1.95] vs. [50.63 ± 2.68] vs. [52.14 ± 2.69] 比较,差异具有统计学意义 ($F=6.875, P=0.002$)。术后 1 年内心脏不良事件,发生心源性死亡、心力衰竭例数 3 组间差异均有统计学意义 ($\chi^2=6.707, P=0.035; \chi^2=6.084, P=0.048$);再次 ACS、再次 PCI 及恶性心律失常的发生情况差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。**结论** STEMI PCI 术后测量 IMR 能有效预测患者心功能及 1 年内发生主要心脏不良事件的风险。

[关键词] 心肌梗死;微循环阻力指数;心功能;主要心脏不良事件**[中图分类号]** R541.4**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2017)13-1779-03

Clinical study on microcirculation resistance index for predicting major adverse cardiac events after PCI operation in patients with ST segment elevation myocardial infarction*

Wang Shixiang¹, Xu Wei², Chen Youquan¹, Lu Zhifeng¹, Chen Ximing¹, Chen Cebin¹

(1. Department of Cardiology, Third Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou, Guangdong 510150, China; 2. Department of Cardiology, Huadu District People's Hospital, Guangzhou, Guangdong 510800, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the clinical value of the index of microcirculation resistance(IMR) in the prediction of major adverse cardiac events after PCI in the patients with ST segment elevation myocardial infarction. **Methods** Forty-eight inpatients with acute ST segment elevation myocardial infarction(STEMI) in the cardiology department CCU of our hospital from December 2013 to June 2015 were selected, including 38 males and 10 females, and divided into 3 groups according to the measured IMR value after PCI operation; the group A, $IMR \leq 25$ ($n=18$); group B, $IMR 25 \sim 32$ ($n=16$); group C, $IMR \geq 32$ ($n=14$). Serum NT-ProBNP was collected, and the data in cardiac color ultrasound after PCI and at postoperative 1 year; left ventricular ejection fraction(LVEF) and left ventricular end diastolic diameter(LVEDD), and major adverse cardiac events within 1 years after PCI were also collected. **Results** The serum of concentrations NT-ProBNP were compared among the three groups [$2\ 734.83 \pm 1\ 009.40$] vs. [$4\ 929.68 \pm 1\ 611.52$] vs. [$7\ 480.64 \pm 2\ 082.78$], and the difference among 3 groups was statistically significant ($F=35.449, P=0.000$). The difference of LVEF among the three groups had statistical significance [54.00 ± 5.99] vs. [52.31 ± 4.35] vs. [49.29 ± 4.68], $F=3.376, P=0.043$], and there was no statistical difference among the three groups in LVEDD ($P>0.05$). The difference of LVEF at postoperative 1 year among 3 groups had statistical significance [57.28 ± 5.21] vs. [54.43 ± 3.69] vs. [46.43 ± 5.33], $F=16.744, P=0.000$], and the difference of LVEDD [48.94 ± 1.95] vs. [50.63 ± 2.68] vs. [52.14 ± 2.69] among 3 groups was statistically significant ($F=6.875, P=0.002$). The differences in the major adverse cardiac events, cases of cardiac death and cases of heart failure after postoperative 1 year among 3 groups were statistically significant (χ^2 value = 6.707, $P=0.035$; χ^2 value = 6.084, $P=0.048$); the occurrence of again ACS, again PCI and malignant arrhythmia had no statistical difference among 3 groups ($P>0.05$). **Conclusion** Measurement of IMR after PCI in the patients with STEMI can effectively predict the heart function and the risk of major adverse cardiac events within 1 year.

[Key words] myocardial infarction; index of microcirculatory resistance; cardiac function; major adverse cardiac events

我国 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)呈高发状态,急诊 PCI 数量呈逐年上升趋势,而急诊 PCI 术后总病死率不容乐观。有研究表明,部分患者尽管 PCI 术成功后冠状动脉血流达 TIMI 3 级,仍有约 30% 的患者出现微循环功能异常^[1]。有研究表明,即便 STEMI 患者在急诊接受 PCI 术治疗后冠状动

脉血流恢复正常,而心肌梗死导致的冠状动脉微血管功能障碍常常提示预后不良^[2-3]。微循环是由微动脉、毛细血管和微静脉组成的,是心肌细胞与血液进行物质交换重要场所。诸多研究^[4-6]表明,微循环结构受损和功能障碍是 PCI 术后预后不良的独立预测因素。目前冠状动脉微循环越来越受到重视。本

研究通过研究急性 STEMI 患者 PCI 术后检测冠状动脉微循环阻力指数(index of microcirculatory resistance, IMR), 评估心功能及预测 1 年内主要心脏不良事件的发生。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2013 年 12 月至 2015 年 6 月在广州医科大学附属第三医院内科 CCU 住院的 STEMI 行急诊冠状动脉造影的患者 221 例, 所有患者的治疗全部由同一组医生负责。入选标准:(1)符合急性 STEMI 诊断;(2)行急诊冠状动脉造影明确 STEMI 诊断;(3)发病时间超过 6 h, 不足 12 h;(4)患者急诊冠状动脉手术时或发病 1 周后行 IMR 测定;(5)患者均服用 100 mg 阿司匹林+75 mg 氯吡格雷抗血小板至少 1 年;(6)无 β 受体阻滞剂使用禁忌证者, 开始均给予小剂量 β 受体阻滞剂并逐渐加量。排除标准:(1)入院时已经出现严重的心功能不全, killip IV 级;(2)支架内血栓;(3)严重 II、III 度房室传导阻滞;(4)严重的呼吸衰竭, 需呼吸机支持;(5)出血性疾病;(6)严重的肾功能不全;(7)严重的心包疾病;(8)恶性肿瘤。根据纳入标准及排除标准, 最终入组 48 例, 其中男 38 例, 女 10 例, 年龄 32~80 岁, 平均(58.86±12.18)岁。

1.2 方法

1.2.1 分组 入组患者在行冠状动脉造影术和支架置入术后应用压力导丝测定 IMR, 根据 IMR 测量值分为 3 个组别, A 组 $IMR \leq 25 \text{ kg/m}^2$ ($n=18$); B 组 $IMR 25 \sim 32 \text{ kg/m}^2$ ($n=16$); C 组 $IMR \geq 32 \text{ kg/m}^2$ ($n=14$)。

1.2.2 IMR 的测定 采用 0.014 英寸软压力导丝测量冠状动脉远端压力和温度, 距导丝头端 3 cm 处有一个微感应器, 可同步高保真记录冠状动脉的压力和温度。压力导丝头端放至罪犯血管远端至少 2/3 处, 先用生理盐水冲管后, 用注射器从指引导管内快速注射 3 mL 室温生理盐水, 观察导丝杆上的温度感受器探测到温度的变化, 会纪录一条温度曲线, 盐水到达导丝头端的温度感受器时, 会纪录到第二条温度曲线, 重复推注 3 次生理盐水, 通过计算两条温度曲线触发的时间差可得到盐水从指引导管到达导丝头端温度感受器运行的时间, 称之为平均传导时间(transit mean time, Tmn)。然后通过静脉内注入腺苷($140 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)达最大稳定充血状态时, 测得 Pd, 通过公式计算 IMR。

1.2.3 IMR 的计算 根据冠状动脉造影结果:(1)冠状动脉轻中度狭窄或冠状动脉血流储备分数(FFR) >0.80 时, 采用简化公式 $IMR = Pd \times Tmn$;(2)冠状动脉重度狭窄或 $FFR \leq 0.80$ 时, 根据公式 $IMR = Pa \times Tmn[(Pd - Pw)/(Pa - Pw)]$ 。Pw 表示冠状动脉完全狭窄或球囊嵌顿后, 该病变远端的平均压力, 称之为冠状动脉楔压。

1.2.4 心功能评估 本研究采取检测血清 NT-ProBNP 水平评估心功能, 急性 STEMI 患者入院前 3 d 常规每天复查血清 NT-ProBNP, 异常升高者根据病情仍继续监测该指标变化。本研究选取住院期间患者血清 NT-ProBNP 最高值评估心功能。

1.2.5 心脏彩超检查 患者 PCI 术后及术后随访 1 年均需行心脏超声检查, 收集左室射血分数(LVEF)及左室舒张末期内径(LVEDD)指标。

1.2.6 主要心脏不良事件 入组患者 PCI 术后即刻进入临床随访, 随访 1 年。随访方法: 电话访问、门诊随访。统计 1 年内发生的主要心脏不良心血管事件, 包括心源性死亡、再次靶病变血运重建、再次急性冠状动脉综合征、充血性心力衰竭(心功

能 III 级以上)和恶性心律失常(如持续性室性心动过速或心室颤动)。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 13.0 统计软件对数据进行统计分析。计数资料用百分率表示, 采用 χ^2 检验; 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用 t 检验; 3 组间比较采用单因素方差分析(ANOVA), 组间多重比较采用 LSD- t 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般临床资料比较 年龄、性别比、吸烟比、糖尿病和高血压患者比较, 3 组间差异无统计学意义($P > 0.05$), 抗血小板方案、时间及 β 受体阻滞剂的使用 3 组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。发病时间 3 组间差异有统计学意义($F = 11.182$, $P < 0.05$), 而 B 组与 C 组发病时间比较, 差异无统计学意义($P > 0.01$), 提示发病时间是影响 IMR 的因素之一, 见表 1。

表 1 3 组间一般临床资料的比较

| 因素 | A 组 | B 组 | C 组 | F/χ^2 | P |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------|
| 年龄($\bar{x} \pm s$, 岁) | 57.78±14.45 | 59.12±14.48 | 59.43±15.89 | 0.058 | 0.944 |
| 男[n(%)] | 14(77.78) | 13(81.25) | 11(78.57) | 0.066 | 0.967 |
| 吸烟[n(%)] | 6(33.33) | 8(50.00) | 9(64.29) | 3.065 | 0.216 |
| 糖尿病[n(%)] | 8(44.44) | 9(56.25) | 11(78.57) | 4.108 | 0.128 |
| 高血压[n(%)] | 11(61.11) | 13(81.25) | 11(78.57) | 2.060 | 0.357 |
| 发病时间($\bar{x} \pm s$, h) | 7.30±0.88 | 8.44±1.21 | 9.21±1.37 | 11.182 | 0.000 |

2.2 冠状动脉造影结果 A 组主要以单支病变为主, C 组主要以三支病变为主, 3 组间差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 2。

表 2 3 组间冠状动脉造影结果的比较(n)

| 组别 | n | 单支 | 两支 | 三支 | χ^2 | P |
|-----|----|----|----|----|----------|-------|
| A 组 | 18 | 10 | 5 | 3 | | |
| B 组 | 16 | 8 | 4 | 4 | 4.657 | 0.324 |
| C 组 | 14 | 3 | 5 | 6 | | |

2.3 IMR 测量值与血清 NT-ProBNP 水平 A、B、C IMR 值分别为(22.51±2.17) vs. (28.69±2.02) vs. (34.39±1.90), 3 组间比较差异有统计学意义($F = 133.833$, $P = 0.000$), 且两两之间差异亦具有统计学意义($P < 0.05$)。3 组间 NT-ProBNP 水平的比较, 差异具有统计学意义($F = 35.449$, $P = 0.000$), 且两两之间差异亦具有统计学意义($P < 0.05$)。这表明患者 IMR 值越高, 患者心力衰竭越严重, 见表 3。

2.4 心脏彩超检查 术后常规行心脏彩超检查, 结果显示 3 组间 LVEF 差异具有统计学意义($F = 3.376$, $P = 0.043$), A 组 LVEF 与 B 组比较差异无统计学意义, 与 C 组比较差异有统计学意义, 这表明 IMR 越高 LVEF 越低; 提示 3 组间 LVEDD 差异无统计学意义($P > 0.05$)。术后 1 年行心脏彩超检查, 结果显示 3 组间 LVEF 差异具有统计学意义($F = 16.744$, $P = 0.000$), A 组与 B 组 LVEF 差异无统计学意义, C 组与 A 组、B 组比较, LVEF 显著降低, 且差异均具有统计学意义($P < 0.05$); 结果显示 3 组间 LVEDD 差异具有统计学意义($F = 6.875$, $P = 0.002$), C 组与 A 组比较, LVEDD 显著升高, 差异具有统计学意义, A 组与 B 组、B 组与 C 组比较 LVEDD 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。术后与术后 1 年 LVEF 和 LVEDD

表 3 3 组间 IMR 及血清 NT-ProBNP 浓度的比较

| 项目 | A 组 | B 组 | C 组 | F | P |
|------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|-------|
| IMR | 22.51±2.17 | 28.69±2.02 ^a | 34.39±1.90 ^{ab} | 133.833** | 0.000 |
| NT-ProBNP(pg/mL) | 2 734.83±1 009.40 | 4 929.68±1 611.52 ^a | 7 480.64±2 082.78 ^{ab} | 35.449** | 0.000 |

*: P<0.05, **: P<0.01; ^a: P<0.05, 与 A 组比较; ^b: P<0.05, 与 C 组比较。

表 4 3 组患者术后和术后 1 年心脏彩超测量 LVEF 和 LVEDD 的比较(̄x±s)

| 组别 | LVEF(%) | | | LVEDD(mm) | | |
|-----|-------------------------|--------------------------|----------|------------|-------------------------|-----------|
| | 术后 | 术后 1 年 | t | 术后 | 术后 1 年 | t |
| A 组 | 54.00±5.99 | 57.28±5.21 | -7.381** | 46.11±2.17 | 48.94±1.95 | -5.821** |
| B 组 | 52.31±4.35 | 54.43±3.69 | -2.120 | 47.19±2.15 | 50.63±2.68 | -10.885** |
| C 组 | 49.29±4.68 ^a | 46.43±5.33 ^{ab} | 2.204* | 47.50±2.44 | 52.14±2.69 ^a | -13.000** |
| F | 3.376 | 16.744 | | 1.733 | 6.875 | |
| P | 0.043 | 0.000 | | 0.188 | 0.002 | |

*: P<0.05, **: P<0.01; ^a: P<0.05, 与 A 组比较; ^b: P<0.05, 与 C 组比较。

比较;结果显示 A 组术后 1 年 LVEF 较术后显著提高,差异具有统计学意义(t=-7.381, P<0.01);B 组 LVEF 差异无统计学意义(P>0.05),C 组术后 1 年 LVEF 较术后明显降低,差异具有统计学意义(t=2.204, P<0.05);同时结果提示 3 组术后 1 年 LVEDD 较术后均显著升高,且差异均具有统计学意义(P<0.01)。结果表明术后 IMR≥32 的患者心功能较差,1 年后心功能减退严重,心腔扩大明显,见表 4。

2.5 1 年内心脏不良事件发生的比较 心源性死亡、心力衰竭例数 3 组间差异均有统计学意义(χ²=6.707, P=0.035; χ²=6.084, P=0.048);再次 ACS、再次 PCI 及恶性心律失常的发生情况差异均无统计学意义(P>0.05),见表 5。

表 5 3 组术后 1 年内主要心脏不良事件发生的比较(n)

| 组别 | n | 心源性死亡 | 再次 ACS | 再次 PCI | 心力衰竭 | 恶性心律失常 |
|----------------|----|-------|--------|--------|-------|--------|
| A 组 | 18 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| B 组 | 16 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 |
| C 组 | 14 | 6 | 4 | 5 | 7 | 3 |
| χ ² | | 6.707 | 3.433 | 4.702 | 6.084 | 1.814 |
| P | | 0.035 | 0.180 | 0.095 | 0.048 | 0.404 |

3 讨 论

IMR 作为一种新型的评估微循环功能的检查方法,具有操作简单、快捷,安全性高,不受血流动力学及心外膜血管狭窄病变影响的特点,可准确评估微循环功能。既往国内外多项研究表明 IMR 无论在评估急性 STEMI 或 NSTEMI,还是冠状动脉介入围术期、糖尿病微血管病变等方面都有很好的临床预测价值^[7-8]。冠状动脉微循环功能的通畅是心肌收缩力储备功能和局部缺血心肌功能恢复的先决条件,也是冬眠心肌复活的必要条件,微血管的灌注情况与局部缺血冬眠心肌的复活相关^[9]。

本研究是在充血状态下测量的 IMR 值,根据 IMR 测量值分为≤25,25~32,≥32 kg/m² 3 个组别,从一般临床资料,发病时间长是导致 IMR 增高的主要因素,结果表明 IMR≤25 kg/m² 多为单支病变,患者心功能恢复良好,心功能明显得到改善,1 年内心脏不良事件较少;IMR≥32 kg/m² 多为三支病

变,患者心功能较差,心力衰竭较严重,术后 1 年心功能减退明显,LVEF 降低,同时心腔扩大明显,1 年内发生心脏不良事件显著增加,心源性死亡、心力衰竭的发生明显增加。

王世超等^[10]研究表明冠状动脉侧支循环形成不良患者更易出现微循环功能障碍,同时也表明吸烟是微循环功能障碍的病因。Ng 等^[11]观察 50 例接受择期 PCI 治疗的患者,其中 10 例发生围术期心肌梗死,结果显示,PCI 术前 IMR 值高是围术期心肌梗死的独立预测因子,冠状动脉微循环状态对于预测择期 PCI 患者围术期心肌梗死易感性具有重要作用。Bonello 等^[1]研究结果表明 IMR 值与患者入院时脑钠肽(BNP)呈显著正相关,表明测量患者 IMR 值有利于预测 STEMI 患者早期心力衰竭的发生,从而可对这部分患者及早采取临床干预。Lim 等^[12]研究结果显示 PCI 术后 IMR 值是一项可靠的衡量存活心肌和 6 个月后左心室功能恢复情况的指标。上述诸多研究表明 PCI 术后 IMR 与患者预后息息相关,本研究结果与既往研究结果较为相似,但由于样本量较少未能得出吸烟、糖尿病是微循环障碍的病因的结论。

综上所述,发病时间长、侧支循环形成不良的患者更易出现微循环功能障碍,微循环功能障碍者心功能较差,1 年内心脏不良事件明显高发。IMR 值能准确、敏感地反映冠状动脉微循环灌注状况,还能较为可靠的预测心脏不良事件的风险,同时可根据 IMR 值提前告知家属,减少医疗纠纷的发生。由于本研究样本量较少,可能存在偏差,需更大样本的研究,提供更为可靠的依据。

参考文献

[1] Bonello L, Ait Mokhtar O, Lemesle G, et al. Incidence and predictors of microvascular dysfunction assessed by the index of microcirculatory resistance following primary PCI for ST-elevation myocardial infarction[J]. Int J Cardiol, 2011, 146(3):465-467.
 [2] Baek YS, Park SD, Kim SH, et al. Clinical and angiographic predictors of microvascular dysfunction in ST-Segment elevation myocardial infarction[J]. Yonsei Med J, 2015, 56(5):1235-1243.

- pure ground-glass opacity lung nodules detected by low-dose CT scan[J]. *Chest*, 2013, 143(1):172-178.
- [2] Travis WD, Brambilla E, Noguchi M, et al. International association for the study of lung cancer/American thoracic society/European respiratory society international multidisciplinary classification of lung adenocarcinoma[J]. *J Thorac Oncol*, 2011, 6(2):244-285.
- [3] Austin JH, Garg K, Aberle D, et al. Radiologic implications of the 2011 classification of adenocarcinoma of the lung[J]. *Radiology*, 2013, 266(1):62-71.
- [4] 肖时满, 张玉, 强金伟, 等. 超高分辨率 CT(UHRCT)鉴别肺原位腺癌(AIS)与微浸润腺癌(MIA)[J]. *复旦学报(医学版)*, 2014, 41(3):285-290.
- [5] Van Schil PE, Sihoe AD, Travis WD. Pathologic classification of adenocarcinoma of lung[J]. *J Surg Oncol*, 2013, 108(5):320-326.
- [6] Lee HY, Lee KS. Ground-glass opacity nodules; histopathology, imaging evaluation, and clinical implications[J]. *J Thorac Imaging*, 2011, 26(2):106-118.
- [7] Inoue M, Minami M, Sawabata N, et al. Clinical outcome of resected solid-type small-sized c-stage IA non-small cell lung cancer[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2010, 37(6):1445-1449.
- [8] Lederlin M, Puderbach M, Muley T, et al. Correlation of radio and histomorphological pattern of pulmonary adenocarcinoma[J]. *Eur Respir J*, 2013, 41(4):943-951.
- [9] 金鑫, 赵绍宏, 高洁, 等. 纯磨玻璃密度肺腺癌病理分类及影像表现特点分析[J]. *中华放射学杂志*, 2014, 48(4):283-287.
- [10] 孟庆成, 贾丙鑫, 张建伟, 等. 微浸润型肺腺癌的高分辨率 CT 表现[J]. *中国医学影像学杂志*, 2013, 21(7):536-538, 542.
- [11] 景瑞, 赵绍宏, 蔡祖龙, 等. 纯磨玻璃密度浸润性肺腺癌 CT 表现[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2014, 11(6):353-356.
- [12] 陈天忠, 韦乐心, 余绍立, 等. 多层螺旋 CT 对肺磨玻璃结节与支气管关系的初探[J]. *临床放射学杂志*, 2014, 33(5):711-715.
- [13] 高丰, 葛虢俊, 李铭, 等. 经多层螺旋 CT 探讨肺磨玻璃结节与支气管的关系[J]. *中华放射学杂志*, 2013, 47(2):157-161.
- [14] Gao F, Li M, Ge X, et al. Multi-detector spiral CT study of the relationships between pulmonary ground-glass nodules and blood vessels[J]. *Eur Radiol*, 2013, 23(12):3271-3277.
- [15] 范丽, 于红, 刘士远, 等. 3 cm 以下肺恶性局灶性磨玻璃结节与实性结节螺旋 CT 征象对照[J]. *中华放射学杂志*, 2010, 44(1):16-19.
- [16] Nitadori J, Bograd AJ, Kadota K, et al. Impact of micropapillary histologic subtype in selecting limited resection vs lobectomy for lung adenocarcinoma of 2 cm or smaller[J]. *J National Cancer Institute*, 2013, 105(16):1212-1220.

(收稿日期:2016-12-08 修回日期:2017-01-26)

(上接第 1781 页)

- [3] Uchida Y, Ichimiya S, Ishii H, et al. Impact of admission anemia on coronary microcirculation and clinical outcomes in patients with ST-Segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention[J]. *Int Heart J*, 2015, 56(4):381-388.
- [4] Lerman A, Holmes DR, Herrmann J, et al. Microcirculatory dysfunction in ST-elevation myocardial infarction: cause, consequence, or both[J]. *Eur Heart J*, 2007, 28(7):788-797.
- [5] Machaalany J, Bertrand OF, O'connor K, et al. Predictors and prognosis of early ischemic mitral regurgitation in the era of primary percutaneous coronary revascularisation[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2014, 12(1):14-23.
- [6] Martínez GJ, Yong AS, Fearon WF, et al. The index of microcirculatory resistance in the physiologic assessment of the coronary microcirculation[J]. *Coron Artery Dis*, 2015, 26(Suppl 1):e15-e26.
- [7] Layland J, Carrick D, Mcentegart M, et al. Vasodilatory capacity of the coronary microcirculation is preserved in selected patients with non-ST-segment-elevation myocardial infarction[J]. *Circ Card Int*, 2013, 6(3):231-236.
- [8] Leung M, Leung DY. Coronary microvascular function in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *Eur Int*, 2016, 11(10):1111-1117.
- [9] Heusch G. The regional myocardial flow-function relationship: a framework for an understanding of acute ischemia, hibernation, stunning and coronary microembolization 1980[J]. *Circ Res*, 2013, 112(12):1535-1537.
- [10] 王世超, 张纯全, 刘玉昊, 等. ST 段抬高型心肌梗死冠状动脉侧支循环形成良好与不良患者微循环阻力指数和心功能的比较[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2016, 8(2):183-185.
- [11] Ng MK, Yong AS, Ho M, et al. The index of microcirculatory resistance predicts myocardial infarction related to percutaneous coronary intervention[J]. *Circ Card Int*, 2012, 5(4):515-522.
- [12] Lim HS, Yoon MH, Tahk SJ, et al. Usefulness of the index of microcirculatory resistance for invasively assessing myocardial viability immediately after primary angioplasty for anterior myocardial infarction[J]. *Eur Heart J*, 2009, 30(23):2854-2860.

(收稿日期:2016-11-30 修回日期:2017-01-18)