

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2019.15.026

网络首发 http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20190416.1539.002.html(2019-04-17)

不同冠状动脉内给药方式对 STEMI 患者 PPCI 术中无复流的疗效观察

张霞,张红雨,梅莲莲,李江波,翟建涛,王淑静

(天津医科大学宝坻临床学院心内科 301800)

[摘要] **目的** 比较急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者直接经皮冠状动脉介入治疗(PPCI)中经改造球囊导管和经微导管注射硝普钠对无复流现象的临床疗效。**方法** 选取 2018 年 3—10 月于该院行 PPCI 术中发生无复流的 STEMI 患者 55 例,分为改造球囊组(观察组, $n=30$)与微导管组(对照组, $n=25$),两组均冠状动脉内注入同等剂量的硝普钠,比较两组 PPCI 术后即刻 TIMI 血流分级、TIMI 心肌组织灌注分级(TMPG)、术后 ST 段回落率(STR)、无复流至首次给药时间、无复流至血流恢复 TIMI 3 级时间、术中不良反应发生率及耗材费用(除支架外)。**结果** 两组术中靶血管构成比、PPCI 术前的 TIMI 血流情况、植入支架个数构成比及长度、术中血管活性药物使用情况等比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。两组通过不同方式给药后冠状动脉血流达到 TIMI 3 级、心肌组织灌注恢复 TMPG 3 级、STR $\geq 50\%$ 患者百分比及术中不良反应发生率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。观察组无复流至首次给药时间、无复流至 TIMI 3 级血流恢复时间、术中耗材费用(除支架外)均低于对照组($P<0.05$)。**结论** 经改造球囊导管冠状动脉内注射硝普钠可有效改善 STEMI 患者 PPCI 术中无复流现象,且给药速度更快、更经济。

[关键词] 改造球囊;微导管;ST 段抬高型心肌梗死;无复流现象**[中图分类号]** R543.3**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2019)15-2617-04**Effect of different intracoronary administration methods on no-reflow during PPCI in patients with STEMI**

ZHANG Xia, ZHANG Hongyu, MEI Lianlian, LI Jiangbo, ZHAI Jiantao, WANG Shujing

(Department of Cardiology, Baodi Clinical College, Tianjin Medical University, Tianjin 301899, China)

[Abstract] **Objective** To compare the clinical efficacy of primary percutaneous coronary intervention (PPCI) via modified balloon catheters and microtubule-injected sodium nitroprusside in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) with no-reflow. **Methods** A total of 55 patients with STEMI who underwent non-reflow PPCI in this hospital from March to October 2018 were divided into the modified balloon group (observation group, $n=30$) and the microcatheter group (control group, $n=25$). The two groups were injected with the same dose of sodium nitroprusside in the coronary artery. The thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) blood flow grading, TIMI myocardial perfusion grade (TMPG), postoperative ST segment fall rate (STR), and the occurrence of no-reflow phenomenon, the time of drug injection, the time of blood flow recovery TIMI-3, the incidence of intraoperative adverse reactions, and the cost of consumables (except for stents) were compared between the two groups. **Results** There were no significant difference in terms of intraoperative target vessel ratio, TIMI blood flow before PCI, number and length of implants, and intraoperative vasoactive drug use between the two groups ($P>0.05$). After administration in different ways, there was no significant difference in the percentages of cases with coronary blood flow reaching TIMI grade 3, myocardial tissue perfusion recovery reaching TMPG grade 3, STR $\geq 50\%$ and the rate of adverse reactions between the two groups ($P>0.05$). From the no-reflow to the first administration time, no-reflow to TIMI grade 3 blood flow recovery time, intraoperative consumables cost (except the stent) in the observation group were significantly lower than those in the control group ($P<0.05$). **Conclusion** Intracoronary injection of sodium nitroprusside in a modified balloon catheter can effectively improve the phenomenon of no-reflow in patients with STEMI received PPCI, and the drug delivery rate is faster and more economical.

[Key words] modified balloon; micro catheter; ST elevation myocardial infarction; no-reflow phenomenon

直接经皮冠状动脉介入治疗(primary percutaneous coronary intervention, PPCI)可改善急性心肌梗

死患者的临床症状及远期预后,是目前临床最常用的再灌注策略^[1-2]。然而,无复流现象显著降低了 PPCI

治疗对急性心肌梗死患者的疗效^[3],与患者院内病死率、恶性心律失常、心力衰竭的发生率及远期预后不良有关^[4]。无复流现象是指心外膜冠状动脉闭塞已减轻或消除后,缺血组织的微循环血流仍不能完全恢复正常^[5]。及时有效地处理术中发生的无复流现象至关重要。目前,临床上常用冠状动脉内注射药物改善无复流现象,给药方式多采用经指引导管大剂量给药、经微导管或抽吸导管给药^[6],但微导管等器械价格高昂、操作复杂、患者接受性差,且部分医院因无设备无法应用。本研究旨在比较 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者 PPCI 术中经改造球囊导管靶血管给药与经微导管给药对冠状动脉无复流的临床疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2018 年 3—10 月于本院行 PPCI 术中发生无复流的 STEMI 患者 55 例,将其分为改造球囊组(观察组, $n=30$)和微导管组(对照组, $n=25$)。纳入标准:(1)发病 12 h 内,符合 PPCI 手术指征的 STEMI 患者;(2)符合无复流定义^[7],即支架植入后,在无穿孔、残余狭窄、撕裂、夹层及其他机械因素堵塞远端血管的前提下,出现心肌梗死溶栓治疗(TIMI)血流小于或等于 2 级。排除标准:(1)对治疗药物过敏者;(2)合并严重心力衰竭、急慢性感染、血液系统疾病、肝肾功能不全、脑卒中、严重出血、自身免疫性疾病、恶性肿瘤、严重创伤等疾病者;(3)既往有经皮冠状动脉介入治疗(PCI)治疗史及非动脉粥样硬化导致的急性心肌梗死等情况者。

1.2 方法 两组均应用飞利浦公司生产的大 C 臂数字减影血管造影(DSA)机,穿刺右侧股动脉或桡动脉入路行 PPCI。术前给予拜阿司匹林片(拜耳公司,批号:BJ35147)300 mg、替格瑞洛(阿斯利康制药有限公司,批号:1708040)180 mg 或氯吡格雷(杭州赛诺菲安万特民生制药有限公司,批号:7A715)600 mg、瑞舒伐他汀(阿斯利康制药有限公司,批号:1801A56)20 mg,顿服;术后予拜阿司匹林 100 mg/d,替格瑞洛每次 90 mg,2 次/天,瑞舒伐他汀 20 mg/d 及其他常规抗心绞痛药物治疗。术中肝素用量平均 100 U/kg,术中每延长 1 h 追加肝素 1 000 U,维持活化凝血时间于 250~300 s。PPCI 术中指引导管、导丝及球囊的选择根据冠状动脉解剖情况确定,并根据冠状动脉病变特点给予国产预扩张球囊(微创医疗器械有限公司 Pioneer 球囊)以行不同压力扩张,所有植入支架均为国产药物涂层支架。观察组经改造球囊导管于靶血管病变处注射硝普钠治疗,对照组经微导管注射相同剂量硝普钠治疗。

1.2.1 观察组 术中发生无复流时立即沿导丝送入经改造的预扩张球囊(直径 1.5~2.5 mm 的 Pioneer 球囊)。操作方法^[8]:连接压力泵以 2~4 atm 压力使球囊充盈,采用局部麻醉用注射针头在预扩张球囊中间部分打 2~3 个侧孔,并以肝素盐水冲洗排气后连接备有药物的注射器(5~10 mL 注射器)至靶病变

处,再次回抽排气后沿球囊导管尾端注射稀释的硝普钠 50 μ g,注射时间 0.5 min,注射后 2 min 复查冠状动脉造影观察,如 TIMI 心肌组织灌注分级(TIMI myocardial perfusion grades, TMPG)恢复 TMPG 3 级则结束手术,未能改善根据血压情况再次予以硝普钠 50 μ g,并根据术中血栓负荷量决定是否予以替罗非班,必要时予以主动脉球囊反搏泵支持治疗。

1.2.2 对照组 采用泰尔茂公司生产的 Finecross MG 经皮腔内冠状动脉微导管,导管为 6 F 单腔,有效长度为 130 cm。常规通过长导丝送入 1.8/2.4 Fr 微导管至无复流血管远端后撤出导丝。经微导管同法注射相同计量的硝普钠,治疗方案同观察组。

1.3 观察指标

1.3.1 靶血管 TIMI 血流分级^[7] TIMI 0 级:闭塞远端血管未见前向血流灌注,无造影剂充盈;TIMI 1 级:病变远端血管可见前向血流灌注,但造影剂仅部分充盈冠状动脉;TIMI 2 级:经 3 个以上心动周期后病变远端血管可完全充盈,但充盈速度慢、消散慢;TIMI 3 级:造影剂在 3 个心动周期内可彻底充盈远端血管,充盈迅速,消散正常。

1.3.2 TMPG 分级^[9] 两组患者均于 PPCI 术后选择观察梗死相关动脉最佳的两个体位进行 TMPG 分析。0 级:梗死相关冠状动脉支配区域无心肌水平灌注,心肌无造影剂染色;1 级:梗死相关动脉供血区域心肌造影剂缓慢充盈而出现轻度毛玻璃样改变,但造影剂 30 s 后局部仍有造影剂滞留;2 级:梗死相关动脉供血区域心肌造影剂缓慢充盈和清除,出现典型的毛玻璃样改变,但 3 个心动周期内不能被排空;3 级:正常的心肌灌注,梗死相关动脉供血区域心肌迅速出现造影剂染色,并在 3 个心动周期内迅速排空。

1.3.3 PPCI 术后心电图 ST 段回降率(STR)^[10] PPCI 术前及术后 2 h 行 12 导联心电图进行分析。 $STR=(\text{介入治疗前心电图 ST 段抬高的总和} + \text{介入治疗术后 2 h 心电图 ST 段抬高的总和}) / \text{介入治疗前心电图 ST 段抬高的总和} \times 100\%$, $\geq 50\%$ 判为完全回落, $< 50\%$ 判为部分或无回落。

1.3.4 其他相关指标 两组从出现无复流现象到首次开始注射药物的时间、血流恢复 TIMI 3 级的时间、术中耗材费用(除支架外)及不良反应发生率。

1.4 统计学处理 采用 SPSS20.0 统计软件进行统计分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较 两组年龄、性别构成、发病至就诊时间、高危因素(吸烟史、心率、高血压病史、糖尿病病史、血脂异常、心绞痛病史、合并心力衰竭)、术中靶血管构成比、PPCI 术前的 TIMI 血流分级情况、植入支架个数构成比及长度和术中血管活性药物使用情况比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1、2。

表 1 两组临床基线资料比较

临床资料	观察组(n=30)	对照组(n=25)	t/ χ^2	P
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	57.50±12.00	56.28±11.00	-0.373	0.704
性别(男/女,n/n)	18/12	12/13	0.792	0.373
吸烟史[n(%)]	20(66.7)	17(68.0)	0.011	0.916
心率($\bar{x}\pm s$,次/分钟)	102.96±12.13	102.35±12.09	0.358	0.721
高血压病史[n(%)]	15(50.0)	14(56.0)	0.067	0.765
糖尿病病史[n(%)]	13(43.3)	12(48.0)	0.120	0.729
血脂异常[n(%)]	14(46.7)	11(44.0)	0.039	0.843
心绞痛病史[n(%)]	16(53.3)	13(52.0)	0.010	0.920
发病至就诊时间($\bar{x}\pm s$,h)	4.3±0.9	4.7±1.1	1.546	0.125
合并心力衰竭[n(%)]	5(16.7)	3(12.0)	0.239	0.625

表 2 两组冠状动脉血管病变特征及治疗情况比较

观察指标	观察组(n=30)	对照组(n=25)	t/ χ^2	P
靶血管[n(%)]				
前降支	13(43.3)	9(36.0)	0.062	0.803
回旋支	6(20.0)	5(20.0)	0	1
右冠脉	11(36.7)	11(44.0)	0.064	0.800
植入支架个数[n(%)]				
1 枚	19(63.3)	16(64.0)	0.617	0.432
2 枚	11(36.7)	9(36.0)	0.003	0.956
3 枚及以上	0	0	—	—
平均植入支架长度($\bar{x}\pm s$,mm)	27.35±5.34	24.32±2.45	0.810	0.420
术中使用血管活性药物[n(%)]				
多巴胺	5(16.7)	3(12.0)	0.239	0.625
阿托品	3(10.0)	1(4.0)	0.728	0.394
PPCI 术前 TIMI 血流分级[n(%)]				
0~1 级	26(86.7)	22(88.0)	0.022	0.882
2~3 级	4(13.3)	3(12.0)	0.022	0.882

—:无数据

表 3 两组发生无复流予以治疗后各观察指标比较

观察指标	观察组(n=30)	对照组(n=25)	t/ χ^2	P
TIMI 3 级[n(%)]	29(96.7)	23(92.0)	0.576	0.448
TMPG 3 级[n(%)]	26(86.7)	21(84.0)	0.078	0.070
STR≥50%[n(%)]	25(83.3)	22(88.0)	0.239	0.625
无复流至首次给药时间($\bar{x}\pm s$,min)	0.97±0.33	2.40±0.95	-6.960	0.000
无复流至 TIMI3 级血流时间($\bar{x}\pm s$,min)	3.51±0.818	7.38±2.02	-8.983	0.000
术中耗材费用($\bar{x}\pm s$,元)	4 993.00±336.86	8 858.40±669.16	-26.244	0.000
低血压[n(%)]	6(20.0)	3(12.0)	0.638	0.424
室性心律失常[n(%)]	2(6.7)	4(16.0)	1.222	0.269

2.2 无复流予以治疗后各观察指标比较 治疗后,两组冠状动脉血流达到 TIMI 3 级、心肌组织灌注恢复 TMPG 3 级、STR≥50%患者百分比及术中不良反

应发生率(低血压、室性心律失常)比较,差异均无统计学意义(P>0.05);观察组无复流至首次给药时间、无复流至 TIMI 3 级血流时间较对照组少,差异均有

统计学意义($P < 0.05$);观察组术中耗材费用(除支架外)低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 3。

3 讨 论

所有急性心肌梗死患者在 PPCI 术后无复流现象的发生率约为 20%,主要发生在再灌注后的前 2 h 内,并且是 PPCI 失败的主要原因之一^[11-12]。冠状动脉内无复流的主要病理生理机制复杂,目前考虑与远端血管微血栓形成和微血管痉挛相关,STEMI 患者冠状动脉闭塞 45 min 内出现无复流的主要原因为微血栓,45 min 之后出现无复流则主要原因为缺血再灌注损伤,因此治疗的关键在于迅速改善心肌缺血、缺氧状态^[13]。大量的临床和基础研究已证实,冠状动脉内注入血小板糖蛋白 II b/III a 抑制药(替罗非班)、强效血管扩张剂(硝普钠、腺苷、地尔硫卓等)对防治冠状动脉无复流有较好的疗效^[14-15]。而经血栓抽吸导管或微导管靶血管给药是治疗无复流现象的一种新型给药方式,它提高了病变血管的局部药物浓度,较以往的经指引导管给药减少了药物用量和不良反应的发生,在治疗冠状动脉无复流现象时可明显提高血流灌注水平,且安全性好^[6,16-17]。但由于微导管等器械存在价格高昂、需要较高的介入手术技术要求、患者接受性差、部分医院无设备等因素导致应用受限。针对这一情况,国内学者对术中已使用过的预扩张球囊进行改造,并经改造球囊导管于冠状动脉病变血管处给药,起到了较好的靶向灌注作用^[8,18],但目前国内尚无对两种给药方式优劣对比的研究报道。

本研究中,55 例 STEMI 患者均成功经改造球囊导管(30 例)及经微导管(25 例)于冠状动脉靶病变处给药,两组在给药后冠状动脉血流达到 TIMI 3 级、心肌组织灌注恢复 TMPG 3 级、STR $\geq 50\%$ 患者百分比及术中不良反应发生率无明显差异($P > 0.05$),提示经改造球囊给药与经微导管给药相比在改善心肌灌注及安全性上不具有劣势。而在无复流至首次给药时间、无复流至 TIMI 3 级血流恢复时间上,差异有统计学意义($P < 0.05$),改造球囊组比微导管组的给药时间更少。此外,观察组术中耗材费用(除支架外)明显低于对照组($P < 0.05$)。

综上所述,应用微导管给药需要额外的器械,进出操作较改造球囊导管复杂,术中不能实现快速交换;同时术中针对球囊扩张后病变或者支架植入后未见前向血流时,改造球囊有助于区分机械阻塞与无复流。改造球囊导管制作流程简单,而球囊导管的使用是每位介入医师的基本手术技能,不受技术条件、器械限制,经济成本低廉。目前国内常用的制作方法为针刺法与刀割法,这两种方法在制作时需要注意避免

球囊皮撕脱^[8,18]。结合笔者应用经验,在操作时应注意尽量选择直径 1.5~2.5 mm 的预扩张球囊,而不选择非顺应性球囊或支架球囊,以免降低术中球囊的通过性和在撤出球囊过程中造成冠状动脉或已经植入支架的损伤;此外应注意经验积累,特别需要警惕气栓并发症的发生。此外,改造球囊导管也存在一些局限性,如在血栓病变中无法行抽吸术。在本研究中改造球囊导管注射硝普钠对 STEM 患者 PPCI 无复流现象总体上安全、有效、经济、方便,但因为是小样本研究,数据可能存在偏倚,故其有效性和安全性尚需大规模的临床研究进一步验证。

参考文献

- [1] NALLAMOTHU B K, NORMAND S L, WANG Y, et al. Relation between door-to-balloon times and mortality after primary percutaneous coronary intervention over time: a retrospective study[J]. *Lancet*, 2015, 385(9973): 1114-1122.
- [2] The Lancet. 40 years of percutaneous coronary intervention: where next? [J]. *Lancet*, 2017, 390(10096): 715.
- [3] REZKALLA S H, STANKOWSKI R V, HANNA J, et al. Management of No-Reflow phenomenon in the catheterization laboratory[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(3): 215-223.
- [4] NDREPEPA G, TIROCH K, FUSARO M, et al. 5-year prognostic value of no-reflow phenomenon after percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 55(21): 2383-2389.
- [5] CHOO E H, KIM P J, CHANG K, et al. The impact of no-reflow phenomena after primary percutaneous coronary intervention: a time-dependent analysis of mortality [J]. *Coron Artery Dis*, 2014, 25(5): 392-398.
- [6] 曹野, 邹远林, 王伟琼, 等. 冠状动脉内微导管给药治疗无复流现象疗效的 Meta 分析[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2018, 26(3): 159-166.
- [7] 徐晗, 窦克非. 经皮冠状动脉介入治疗中无复流现象的研究进展[J]. *中国分子心脏病学杂志*, 2018, 18(1): 2382-2385.
- [8] 谭洪文, 张志钢, 白元, 等. 应用自制带侧孔灌注球囊处理经皮冠状动脉介入术中无复流的方法[J]. *第二军医大学学报*, 2014, 35(3): 317-320.
- [9] ASSALI A R, SDRINGOLA S, GHANI M, et al. Intracoronary adenosine administered during percutaneous intervention in acute myocardial infarction and reduction in the incidence of "no reflow" phenomenon [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2000, 51(1): 27-32.
- [10] 吴朝晖, 李海苗, 韩志远, 等. 急性心肌梗死患者术前负荷量替格瑞洛对冠状动脉无复流的影响及安全性评估[J]. *临床心血管病杂志*, 2015, 31(7): 708-712. (下转第 2629 页)

- South African university students: results from a representative campus-wide survey[J]. *Afr J AIDS Res*, 2017, 16(1):1-10.
- [6] 朱洁群. 鄞州区某高校学生性相关知识、态度、行为现状及影响因素研究[D]. 杭州:浙江大学, 2013.
- [7] 薛云珍, 张瑗琳, 王玲玲. 女大学生发生与未发生性行为影响因素比较[J]. *中外妇儿健康*, 2011, 19(8):469-470.
- [8] 汪宏晶. 中国未婚女大学生意外妊娠及相关因素调查研究[D]. 武汉:华中科技大学, 2012.
- [9] 武慧多, 杨健. 湛江地区女大学生性行为现状及其与性心理健康关系[J]. *中国健康心理学杂志*, 2013, 21(4):597-599.
- [10] 王成岗, 王婷婷, 李广钊, 等. 济南市女大学生性观念、性行为及性知识调查[J]. *中国性科学*, 2016, 25(4):148-151.
- [11] 李帅, 崔政坤, 陈义惠, 等. 大学生性行为与医学教育相关性分析[J]. *中国学校卫生*, 2011, 32(8):923-925.
- [12] 刘丽丽, 王红静, 谯华丽, 等. 1 205 名女大学生性行为及妇科炎症现状调查[J]. *现代预防医学*, 2011, 38(5):912-914.
- [13] 杨云娟, 王永兴, 刘宏, 等. 云南省大学生非婚性行为及多性伴性行为现状[J]. *中国学校卫生*, 2016, 37(10):1464-1466.
- [14] 向晋辉, 葛纓. 大学生非婚性行为的网络调查[J]. *现代预防医学*, 2013, 40(10):1895-1898.
- [15] 杨婉秋, 张河川. 女大学生婚前性行为的影响因素[J]. *中国妇幼保健*, 2011, 26(15):2298-2300.
- [16] EISENBERG M E, LUST K A, GARCIA C M. Differences in sexual behaviors among unmarried sexually active students at 2- and 4-year colleges[J]. *Res Nurs Health*, 2014, 37(2):128-134.
- [17] NSUBUGA H, SEKANDI J N, SEMPEERA H, et al. Contraceptive use, knowledge, attitude, perceptions and sexual behavior among female University students in Uganda: a cross-sectional survey [J]. *BMC Women's Health*, 2016, 16:6.
- [18] 张永强, 耿亮. 农村留守儿童遭受性侵害问题及防范对策研究[J]. *预防青少年犯罪研究*, 2016, 6(3):87-94.
- [19] BARTH J, BERMETZ L, HEIM E, et al. The current prevalence of child sexual abuse worldwide: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Public Health*, 2013, 58(3):469-483.
- [20] TUNC G C, GORAK G, OZYAZICIOGLU N, et al. Preventing child sexual abuse: body safety training for young children in Turkey[J]. *J Child Sexual Abuse*, 2018, 27(4):347-364.
- [21] MOON K J, PARK K M, SUNG Y. Sexual abuse prevention mobile application (SAP_MobAPP) for primary school children in Korea[J]. *J Child Sexual Abuse*, 2017, 26(5):573-589.
- [22] de MATOS M G, REIS M, RAMIRO L, et al. Sexual education in schools in portugal; evaluation of a 3 years period[J]. *Creative Education*, 2014, 5(15):1353-1362.
- [23] RAMIRO L, REIS M, de MATOS M G, et al. Sexually transmitted infections prevention across educational stages: comparing middle, high school and university students in Portugal [J]. *Creative Education*, 2014, 5(15):1405-1417.

(收稿日期:2019-03-16 修回日期:2019-05-04)

(上接第 2620 页)

- [11] NICCOLI G, BURZOTTA F, GALIUTO L, et al. Myocardial No-Reflow in humans [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 54(4):281-292.
- [12] QUISI A, ALICI G. The relationship between serum rheumatoid factor level and no-reflow phenomenon in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention [J]. *J Clin Lab Anal*, 2018, 32(9):e22598.
- [13] 李勇, 吕树铮. 首次急性 ST 段抬高型心肌梗死患者行直接经皮冠状动脉介入术中发生心动过缓的危险因素[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2018, 26(1):51-54.
- [14] KATO D, TAKASHIMA H, WASEDA K, et al. Feasibility and safety of intracoronary nicorandil infusion as a novel hyperemic agent for fractional flow reserve measurements[J]. *Heart Vessels*, 2015, 30(4):477-483.
- [15] GAO R, WANG J, ZHANG S, et al. The value of combining plasma D-Dimer and endothelin-1 levels to predict no-reflow after percutaneous coronary intervention of ST-segment elevation in acute myocardial infarction patients with a type 2 diabetes mellitus history [J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24:3549-3556.
- [16] SU Q, LI L, LIU Y. Short-term effect of verapamil on coronary no-reflow associated with percutaneous coronary intervention in patients with acute coronary syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Clin Cardiol*, 2013, 36(8):E11-16.
- [17] AKPEK M, SAHIN O, SARLI B, et al. Acute effects of intracoronary tirofiban on no-reflow phenomena in patients with ST-segment myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention[J]. *Angiology*, 2015, 66(6):560-567.
- [18] 宋贵峰, 王志军, 邵芳, 等. 改造球囊导管靶向注射治疗无复流的临床观察[J]. *中国煤炭工业医学杂志*, 2016, 19(9):1270-1272.

(收稿日期:2019-03-04 修回日期:2019-04-14)