

急性 ST 段抬高型心肌梗死患者球囊后扩张相关性无复流的预防研究

杨 乐,张 志,初巍巍,刘 熠,孙笑林,李一代,唐兆杰,于 震,张 兴

(大连市第三人民医院 心内科,辽宁 大连 116033)

[摘要] **目的** 探究血栓抽吸联合替罗非班及硝普钠对急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者球囊后扩张相关性无复流的预防效果。**方法** 收集发病 12 h 内急诊行经皮冠状动脉介入术(percutaneous coronary intervention, PCI),并进行球囊后扩张的 STEMI 患者 254 例,根据是否进行球囊后扩张相关性无复流的预防分为常规后扩张组[147 例,男 117 例,女 30 例,平均年龄(63.39±13.84)岁]和优化后扩张组[107 例,男 86 例,女 21 例,平均年龄(63.11±11.34)岁],优化后扩张组依据 TIMI 血栓积分结果进行血栓抽吸及预防性用药。比较两组临床资料、造影特征、介入治疗后疗效及术后 1 年主要心血管不良事件的差异。**结果** 常规后扩张组与优化后扩张组基本临床资料及造影特征差异无统计学意义。优化后扩张组球囊后扩张相关性无复流发生率(2.80%)低于常规后扩张组(10.88%),差异具有统计学意义($P=0.016$)。优化后扩张组 2 h 内 ST 段回落 $\geq 50\%$ 的比例(87.85%)高于常规后扩张组(77.55%),差异具有统计学意义($P=0.047$)。两组间术后 24 h 内心绞痛比例、CK-MB 峰值及心功能指标(LVEF、LVEDD)差异均无统计学意义。优化后扩张组术后 1 年因心衰再住院的比例(0.93%)低于常规后扩张组(6.12%),两组间差异有统计学意义($P=0.048$)。术后 1 年其他 MACE 事件(IRA 导致的再发心绞痛、IRA 再次血运重建、心源性死亡)发生比例及心功能指标(LVEF、LVEDD)两组间差异均无统计学意义。**结论** STEMI 患者预防性应用血栓抽吸联合替罗非班及硝普钠,有助于降低球囊后扩张相关性无复流的发生,有效提高 PCI 术后疗效,减少心血管不良事件发生。

[关键词] 急性 ST 段抬高型心肌梗死;球囊后扩张;无复流

[中图分类号] R737.33 **[文献标志码]** A **文章编号:**1671-7295(2020)03-0223-06

Prevention of coronary no-reflow after balloon dilatation in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction

YANG Le, ZHANG Zhi, CHU Weiwei, LIU Yi, SUN Xiaolin, LI Yidai,

TANG Zhaojie, YU Zhen, ZHANG Xing

(Department of Cardiology, the Third People's Hospital of Dalian, Dalian 116033, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the preventive effect of thrombus aspiration combined with tirofiban and sodium nitroprusside on coronary no-reflow after balloon dilatation in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI). **Methods** A total of 254 patients with STEMI who received emergency percutaneous coronary intervention (PCI) and underwent post-stenting balloon dilation (PSBD) within 12 hours were collected and divided into routine PSBD groups [147 patients, 117 males and 30 females, average age (63.39±13.84) years-old] and optimized PSBD group [107 patients, 86 males and 21 females, average age (63.11±11.34) years-old]. Patients in the optimized PSBD group received thrombus aspiration and preventive medication based on the results of TIMI thrombus score. The clinical data, angiographic characteristics, efficacy after interventional therapy, and major cardiovascular adverse events after 1 year were analyzed and compared between the two groups. **Results** There were no significant differences in basic clinical data and angiographic features be-

基金项目:大连市医学科学研究计划(1711046)

第一作者简介:杨乐(1992-),男,主治医师。E-mail:1136262259@qq.com

通信作者:张志,主任医师。E-mail:ningcheng631@163.com

tween the routine PSBD group and the optimized PSBD group. The incidence of no-reflow associated with balloon dilatation in the optimized PSBD group (2.80%) was lower than that in the routine PSBD group (10.88%), and the difference was statistically significant ($P=0.016$). The proportion of ST segment fallback over 50% within 2 hours in the optimized PSBD group (87.85%) was higher than that in the routine PSBD group (77.55%), and the difference was statistically significant ($P=0.047$). There were no significant differences in angina pectoris ratio, peak CK-MB, and cardiac function indicators (LVEF, LVEDD) within 24 hours after operation between the two groups. The proportion of rehospitalization due to heart failure (0.93%) in the optimized PSBD group was lower than that in the routine PSBD group (6.12%) after one year, and the difference between the two groups was statistically significant ($P=0.048$). There was no significant difference in the proportion of other MACE events (recurrent angina pectoris caused by IRA, revascularization of IRA, cardiogenic death) and cardiac function indicators (LVEF, LVEDD) at one year after operation. **Conclusions** The prophylactic use of thrombus aspiration combined with tirofiban and sodium nitroprusside in STEMI patients can help reduce the incidence of no-reflow associated with balloon dilatation, effectively improve the efficacy after PCI, and reduce cardiovascular adverse events.

[**Keywords**] ST elevation myocardial infarction; post-stenting balloon dilation (PSBD); no-reflow phenomenon

急性 ST 段抬高型心肌梗死(ST elevation myocardial infarction, STEMI)发病急、病情重,急诊行经皮冠状动脉介入术(percutaneous coronary intervention, PCI)是目前治疗 STEMI 的最佳手段^[1]。PCI 通过支架植入达到支撑冠脉病变血管、维持血流通畅的目的,支架植入后,部分患者出现支架贴壁不良,需进行球囊后扩张以达到满意的贴合状态,从而减少支架内血栓形成及支架再狭窄的风险^[2]。但多项研究发现球囊后扩张会导致部分患者出现支架术后无复流现象,继而发生左室重构(室壁瘤、心脏破裂)、恶性心律失常、心功能下降等心血管不良事件^[2-3]。

针对球囊后扩张相关性无复流,目前临床上仍没有系统完善的防治策略。既往研究表明,血栓抽吸有助于恢复梗死相关血管前向血流,改善心肌灌注;硝普钠等血管舒张药物通过预防微血管痉挛、调节内皮功能降低小血管阻力^[4-5];抗血小板药物替罗非班等能减少血栓形成,增加 PCI 术后微血管再灌注^[6]。本研究采用血栓抽吸与药物结合,并规范操作流程,探究其预防球囊后扩张相关性无复流的有效性,为安全行球囊后扩张治疗提供理论支持。

1 资料与方法

1.1 研究对象

收集 2015 年 1 月至 2018 年 12 月就诊于大连市第三人民医院,发病 12 h 内接受急诊 PCI,并进行球囊后扩张的 STEMI 患者的基本临床资料、冠脉造影及 PCI 相关数据和临床随访结果。入选患者均符合《急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南》(2015 年)诊断标准^[7],并排除冠脉造影提示

为左主干病变、严重迂曲钙化病变以及未行球囊后扩张时即已发生无复流的病例。最终入选患者 254 例,根据是否进行球囊后扩张相关性无复流的预防,分为常规后扩张组(147 例)和优化后扩张组(107 例)。如表 1 所示,两组间年龄、性别、心血管病家族史、既往冠心病史、冠心病主要危险因素(糖尿病、高血压、吸烟、血脂异常)分布、心功能 Killip 分级、入院血压、心率、心电图 ST 段抬高幅度及化验指标(D-二聚体、尿酸、白细胞计数)差异均无统计学意义($P>0.05$)。

1.2 急诊 PCI 操作及围术期用药

全部患者术前均给予阿司匹林 300 mg、替格瑞洛 180 mg 嚼服,术中静脉注射普通肝素 70~100 U/kg。

PCI 操作及造影图像分析由两位有经验的心脏介入医师完成。使用 GEINNOVA 4100 数字减影血管造影系统进行冠脉造影图像采集,按标准 Judkin'S 法依次行左、右冠脉造影,造影影像时间不少于 6~8 个心动周期。PCI 只干预罪犯血管。

优化后扩张组按如下规范进行操作:(1)指引导丝通过靶血管后,进行心肌梗死溶栓试验(thrombolysis in myocardial infarction, TIMI)血栓积分评分^[8],若 TIMI 血栓积分 ≥ 1 分,通过血栓抽吸导管予以血栓抽吸;若 TIMI 血栓积分 < 1 分,则不进行血栓抽吸。(2)支架植入前及植入后即刻将血栓抽吸导管用肝素盐水冲洗后置入罪犯血管狭窄部位,冠脉内先后注入硝普钠(硝普钠 50 mg 溶于 500 mL 5%葡萄糖中混匀,取 1 mL 以肝素盐水稀释至 10 mL,缓慢冠脉内注射,使用时监测有创血压,保证患者血压不低於 90/60 mmHg)及替罗非班(替罗非班

表 1 常规后扩张组与优化后扩张组基本临床资料对比

Tab 1 Comparison of basic clinical data between routine PSBD group and optimized PSBD group

指标	常规后扩张组($n=147$)	优化后扩张组($n=107$)	P
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	63.39 \pm 13.84	62.11 \pm 11.34	0.419
男性[$n(\%)$]	117(79.59)	86(80.37)	0.878
心血管病家族史[$n(\%)$]	12(8.16)	12(11.21)	0.412
既往冠心病病史[$n(\%)$]	48(32.65)	34(31.78)	0.883
既往 PCI 史[$n(\%)$]	7(4.76)	9(8.41)	0.237
高血压史[$n(\%)$]	76(51.70)	49(45.79)	0.353
糖尿病史[$n(\%)$]	56(38.10)	32(29.91)	0.176
血脂异常[$n(\%)$]	53(36.05)	33(30.84)	0.386
吸烟史[$n(\%)$]	87(59.18)	84(57.94)	0.843
Killip 分级[$n(\%)$]			0.577
I 级	97(65.99)	64(59.81)	
II 级	36(24.49)	33(30.84)	
III 级	8(5.44)	4(3.74)	
IV 级	6(4.08)	6(5.61)	
入院收缩压(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	127.48 \pm 20.87	125.08 \pm 21.26	0.370
入院心率(次/min, $\bar{x}\pm s$)	71.88 \pm 10.55	70.49 \pm 10.14	0.292
ST 段抬高幅度(mV, $\bar{x}\pm s$)	0.34 \pm 0.21	0.35 \pm 0.18	0.690
D-二聚体(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	0.46 \pm 0.45	0.42 \pm 0.35	0.344
尿酸(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	343.31 \pm 97.32	336.98 \pm 107.59	0.625
白细胞计数($\times 10^9/L$, $\bar{x}\pm s$)	9.68 \pm 2.62	10.06 \pm 2.89	0.269

1 mg 加入 20 mL 生理盐水中,取 10 mL 缓慢冠脉内注射)。对于 TIMI 血栓积分 <1 分而未行血栓抽吸的患者则通过微导管给药。(3)充分给药后进行球囊后扩张,并记录无复流发生情况。常规后扩张组在指引导丝通过靶血管及球囊预扩张后,不再进行其他预防性操作,直接进行支架植入。在支架植入后进行球囊后扩张,并记录无复流的发生情况。

冠脉血流用 TIMI 血流分级进行评价,分为 4 级^[9]。球囊后扩张相关性无复流^[10]定义为当支架释放后心外膜大冠状动脉血管狭窄解除血流恢复,但在进行球囊后扩张后,再次出现远端前向血流丧失(TIMI 血流分级 0~1 级)或明显减慢(TIMI 血流分级 2 级)。

1.3 临床随访方法及观察指标

术后患者均接受标准冠心病治疗,包括阿司匹林肠溶片(100 mg/d)、替格瑞洛片(90 mg/12h)、瑞舒伐他汀钙片(10 mg/d)或阿托伐他汀钙片(20 mg/d),琥珀酸美托洛尔用量以使患者出院前心率维持在 55~65 次/min 酌情调整。

电话随访了解患者 PCI 术后 1 年主要心脏不良事件(major adverse cardiac events, MACE)的发生情况,包括梗死相关动脉(infarction related artery, IRA)导致的再发心绞痛、IRA 再次血运重建、

因心衰再入院和心源性死亡。IRA 导致的再发心绞痛定义为新发的缺血症状伴 IRA 对应心电图导联 ST 段压低或 T 波改变^[11]。

PCI 术后 1 年心室功能通过二维超声心动图进行评价,采用双平面辛普森法计算左心室舒张末期容积(left ventricular end diastolic volume, LV-EDV)和左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 17.0 进行统计分析。正态分布的计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用 t 检验;非正态分布的计量资料以 $M(Q1, Q3)$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料采用[$n(\%)$]表示,组间比较采用卡方检验或 Fisher 精确检验(任意期望计数 <5 时)。全部统计指标采用双侧检验,均以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 常规后扩张组与优化后扩张组造影特征对比

如表 2 所示,两组间梗死相关动脉分布、病变血管支数、罪犯血管长度、直径、支架植入数量、术前 TIMI 血流分级、血栓负荷程度及症状至球扩时间差异均无统计学意义($P>0.05$)。

表2 常规后扩张组与优化后扩张组造影特征对比

Tab 2 Comparison of angiographic features between routine PSBD group and optimized PSBD group

指标	常规后扩张组($n=147$)	优化后扩张组($n=107$)	P
梗死相关动脉[n(%)]			0.134
左前降支	61(41.50)	58(54.21)	
左回旋支	32(21.77)	18(16.82)	
右冠状动脉	54(36.73)	31(28.97)	
多支病变[n(%)]	47(31.97)	32(29.91)	0.725
罪犯血管直径(mm, $\bar{x}\pm s$)	3.11 \pm 0.41	3.18 \pm 0.37	0.116
罪犯血管直径(mm, $\bar{x}\pm s$)	30.98 \pm 12.61	28.78 \pm 9.48	0.113
支架植入数量[n(%)]			0.328
1	112(76.19)	87(81.31)	
≥ 2	35(23.81)	20(18.69)	
术前TIMI血流分级[n(%)]			0.493
≤ 1 级	114(77.55)	79(73.83)	
2~3级	33(22.45)	28(26.17)	
血栓负荷重*[n(%)]	116(78.91)	83(77.57)	0.798
症状至球扩时间(h, $\bar{x}\pm s$)	3.65 \pm 3.29	3.94 \pm 3.73	0.505

* 血栓负荷重指TIMI血栓积分评分 ≥ 2 分

2.2 常规后扩张组与优化后扩张组介入治疗后疗效对比

如表3所示,优化后扩张组球囊后扩张相关性无复流发生率(2.80%)低于常规后扩张组(10.88%),差异具有统计学意义($P=0.016$)。优化后扩张组2h内ST段回落 $\geq 50\%$ 的比例

(87.85%)高于常规后扩张组(77.55%),差异具有统计学意义($P=0.047$)。两组间术后24h内心绞痛比例、CK-MB峰值及心功能指标(LVEF、LVEDD)差异均无统计学意义($P>0.05$)。发生球囊后扩张相关性无复流的患者,通过微导管冠脉内给予替罗非班及硝普钠后,均恢复TIMI3级血流。

表3 常规后扩张组与优化后扩张组介入治疗后疗效对比

Tab 3 Comparison of curative effect between routine PSBD group and optimized PSBD group after interventional treatment

指标	常规后扩张组($n=147$)	优化后扩张组($n=107$)	P
无复流[n(%)]	16(10.88)	3(2.80)	0.016
2h内ST段回落 $\geq 50\%$ [n(%)]	114(77.55)	94(87.85)	0.047
术后24h内心绞痛[n(%)]	14(9.52)	4(3.74)	0.087
CK-MB峰值[U/L,M(Q1,Q3)]	98.0(45.0,161.0)	104.0(46.0,181.0)	0.367
LVEF(%, $\bar{x}\pm s$)	49.74 \pm 5.25	50.88 \pm 4.48	0.464
LVEDD(mm, $\bar{x}\pm s$)	49.62 \pm 3.61	49.36 \pm 3.45	0.572

2.3 常规后扩张组与优化后扩张组术后1年随访结果对比

如表4所示,优化后扩张组术后1年因心衰再住院的比例(0.93%)低于常规后扩张组(6.12%),差异具有统计学意义($P=0.048$)。两组间术后1

年其他MACE事件(IRA导致的再发心绞痛、IRA再次血运重建、心源性死亡)发生比例及心功能指标(LVEF、LVEDD)差异均无统计学意义($P>0.05$)。

表4 常规后扩张组与优化后扩张组术后1年随访结果对比

Tab 4 Comparison of 1-year follow-up results between routine PSBD group and optimized PSBD group

指标	常规后扩张组($n=147$)	优化后扩张组($n=107$)	P
IRA导致的再发心绞痛[n(%)]	7(4.76)	4(3.74)	0.765
IRA再次血运重建[n(%)]	2(1.36)	0(0)	0.510
因心衰再住院[n(%)]	9(6.12)	1(0.93)	0.048
心源性死亡[n(%)]	2(1.36)	0(0)	0.510
LVEF(%, $\bar{x}\pm s$)	50.15 \pm 3.61	51.97 \pm 3.65	0.033
LVEDD(mm, $\bar{x}\pm s$)	48.37 \pm 2.88	48.13 \pm 2.85	0.505

3 讨 论

无复流现象危害严重,可发生在大冠状动脉解除狭窄后的介入治疗全程。既往研究对无复流发生的时间节点少有细化,缺乏针对球囊后扩张相关性无复流的研究。早期识别高危患者并积极干预是减少球囊后扩张相关性无复流发生,改善患者预后的关键。研究表明,血栓和斑块在球囊、支架的挤压作用下,被分解为泡沫样巨噬细胞、聚集的血小板团、内膜碎屑和血栓碎片等产物,这些物质随血流走行造成远端微循环栓塞,当冠脉远端的毛细血管被血栓充斥达到 50% 以上时,可造成不可逆的心肌血流灌注下降;同时这些物质可以破坏血管的自身调节,促使缩血管物质被释放及微血管痉挛^[12]。相比于支架植入,球囊后扩张为满足支架贴壁需求,一般加压压力较大,更易造成斑块及血栓的脱落分解,所以血栓负荷重的患者发生球囊后扩张相关性无复流的危险性显著增加^[13]。

针对高血栓负荷,本研究采用血栓抽吸与药物结合,并规范操作流程,探究其预防球囊后扩张相关性无复流的有效性。结果显示,常规后扩张组与优化后扩张组各项临床基线资料与术中造影特征均无明显差异,提示两组具有良好匹配性和可比性;优化后扩张组球囊后扩张相关性无复流发生率(2.8%)低于常规后扩张组(10.88%),且术后 2 h 内 ST 段回落 $\geq 50\%$ 比例高于常规后扩张组。无复流发生后经过微导管冠脉内用药,血流均恢复正常,故两组患者随访时 IRA 再发心绞痛发生率未见明显差异,但两组患者预后仍有差距,术后 1 年优化后扩张组 LVEF 均值较常规后扩张组高,同时因心衰再住院的比例低于常规后扩张组。表明优化急诊 PCI 治疗策略可改善患者心功能,有效减少 MACE 事件的发生,这与优化后扩张组进行了充分有效的干预措施,直接降低了球囊后扩张相关性无复流的发生率有关。

临床上,血栓抽吸有助于减轻血栓总负荷,恢复冠状动脉前向血流。2015 年美国心脏病学会 (ACC)/美国心脏协会 (AHA) 指南推荐 STEMI 患者在直接 PCI 中常规应用血栓抽吸(推荐级别 II b 级)^[9]。有研究对血栓抽吸物进行病理分析,发现肉眼可见碎片比率高达 72.9%~95%,这提示即使冠脉造影未见明确血栓,但冠脉内仍可能实际存在血栓^[14]。但 PCI 术时使用血栓抽吸导管仍存有争议。首先,血栓抽吸作为一种操作,直接延长 PCI “门一球”时间;其次,其改善不良临床结果的实际作用受

到质疑。张奇等^[15]研究指出,急诊 PCI 术前应用血栓抽吸不能改善心梗患者球囊后扩张后的血流灌注及 30 天临床预后。综合以上考虑,本研究对优化后扩张组进行 TIMI 血栓积分评分,量化血栓抽吸标准,仅对 TIMI 血栓积分 ≥ 1 分的患者行血栓抽吸。

替罗非班通过抑制纤维蛋白原同血小板受体结合,促进血栓、微血栓溶解并抑制血栓形成^[6],同时其能够改善内皮细胞功能紊乱、抑制 5-羟色胺释放,减少血小板与白细胞的相互作用^[16]。多项临床研究^[6,17]证实血栓抽吸联合替罗非班可有效逆转 PCI 术中无复流现象,恢复患者心功能,改善预后。硝普钠能够直接提供一氧化氮,扩张直径 $< 200 \mu\text{m}$ 的阻力小动脉,对潜在侧枝循环或侧枝循环血流量产生积极的影响^[5]。Rezkalla 等^[18]研究发现硝普钠可以增加患者直接 PCI 术后 TIMI 血流分级。

既往研究中,替罗非班、硝普钠等药物多通过指引导管注入冠状动脉,会出现药物大量分布到主动脉根部和非闭塞血管,而到达罪犯血管发挥作用的有效药量少。为避免出现上述情况,本研究中相关药物的注入均通过血栓抽吸导管或微导管完成,以保证足够浓度的药物进入病变远端的冠状动脉。硝普钠的应用剂量在既往研究中差异较大,100 μg 到 700 μg 均有文献报道^[19-21]。Youssef 等^[20]证实冠脉内注射 100 μg 硝普钠对急性心梗无复流的预防具有一定效果,本研究同样选择硝普钠固定剂量 100 μg 。Yang L 等^[21]发现硝普钠(0.9 $\mu\text{g}/\text{kg}$)可使收缩压降低约 20%,并轻微影响心率,这提示我们向冠脉注射硝普钠时要缓慢,需注意对血压的监测,避免血压下降过快。本研究优化后扩张组患者均未出现严重、持久的低血压,进一步证实 100 μg 的硝普钠注入剂量对球囊后扩张相关性无复流的预防安全而有效。

本研究存在不足和局限性:首先,虽然手术及影像判读由两位经验丰富的医师完成,但仍具有一定的主观性,对结果产生一定的影响。其次,本研究入选的球囊后扩张患者均以支架术后残余狭窄 $> 20\%$ 为标准,但哪些患者需要进行球囊后扩张仍有争议,有研究认为,对于严重冠脉病变,如分叉病变、长病变、左主干及支架重叠处,即使造影示支架膨胀良好也应进行后扩张,再次,优化后扩张策略虽有效降低了无复流发生率,但同时也延长了手术时间及手术费用^[22]。如何权衡利弊值得我们进一步考虑。最后,由于研究时长的关系,我们选择术后 1 年作为随访时间节点,未对两组进行更长事件随访,长期随访的结果值得期待。

综上所述,STEMI 患者预防性应用血栓抽吸联合替罗非班及硝普钠,有助于降低球囊后扩张相关性无复流的发生,有效提高 PCI 术后疗效,减少心血管不良事件发生。

参考文献:

- [1] OGara PT, Kushner FG, Ascheim DD, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines[J]. J Am Coll Cardiol, 2013, 61(4): e78-e140. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.11.019.
- [2] Karjalainen PP, Niemelä M, Laine M, et al. Usefulness of post-coronary dilation to prevent recurrent myocardial infarction in patients treated with percutaneous coronary intervention for acute coronary syndrome (from the BASE ACS trial)[J]. Am J Cardiol, 2017, 119(3): 345-350. DOI:10.1016/j.amjcard.2016.09.057.
- [3] Papapostolou S, Andrianopoulos N, Duffy SJ, et al. Long-term clinical outcomes of transient and persistent no-reflow following percutaneous coronary intervention (PCI): a multicentre Australian registry[J]. EuroIntervention, 2018, 14(2): 185-193. DOI:10.4244/EIJ-D-17-00269.
- [4] Kramer MC, Rittersma SZ, de Winter RJ, et al. Relationship of Thrombus healing to underlying plaque morphology in sudden coronary death[J]. J Am Coll Cardiol, 2010, 55(2): 122-132. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.09.007.
- [5] Pasceri V, Pristipino C, Pelliccia F, et al. Effects of the nitric oxide donor nitroprusside on no-reflow phenomenon during coronary interventions for acute myocardial infarction[J]. Am J Cardiol, 2005, 95(11): 1358-1361. DOI:10.1016/j.amjcard.2005.01.082.
- [6] Lago IM, Novaes GC, Badran AV, et al. In-lab up-front use of tirofiban may reduce the occurrence of No-reflow during primary percutaneous coronary intervention. a pilot randomized study[J]. Arq Bras Cardiol, 2016, 107(5): 403-410. DOI: 10.5935/abc.20160149.
- [7] 中华医学会心血管病分会,中华心血管病杂志编辑委员会. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南[J]. 中华心血管病杂志, 2015,43(5):380-393.
- [8] Burzotta F, Trani C, Romagnoli E, et al. A pilot study with a new, rapid-exchange, Thrombus-aspirating device in patients with Thrombus-containing lesions: the Diver C. E. study[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2006, 67(6): 887-893. DOI:10.1002/ccd.20713.
- [9] Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, et al. 2015 ACC/AHA/SCAI focused update on primary percutaneous coronary intervention for patients with ST-elevation myocardial infarction: an update of the 2011 ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention and the 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction[J]. J Am Coll Cardiol, 2016, 67(10): 1235-1250. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.10.005.
- [10] Kloner RA. No-reflow phenomenon: maintaining vascular integrity[J]. J Cardiovasc Pharmacol Ther, 2011, 16(3-4): 244-250. DOI: 10.1177/1074248411405990.
- [11] Gibson CM, Karha J, Murphy SA, et al. Early and long-term clinical outcomes associated with reinfarction following fibrinolytic administration in the Thrombolysis in Myocardial Infarction trials[J]. J Am Coll Cardiol, 2003, 42(1): 7-16. DOI: 10.1016/s0735-1097(03)00506-0.
- [12] Heusch G, Kleinbongard P, Böse D, et al. Coronary microembolization: from bedside to bench and back to bedside[J]. Circulation, 2009, 120(18): 1822-1836. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.888784.
- [13] Niccoli G, Scalone G, Lerman A, et al. Coronary microvascular obstruction in acute myocardial infarction [J]. Eur Heart J, 2016,37(13):1024-1033.
- [14] Svilaas Z, Vlaar PJ, der Horst IC, et al. Thrombus aspiration during primary percutaneous coronary intervention[J]. N Engl J Med, 2008,358(6):557-567. DOI: 10.1056/NEJMoa0706416.
- [15] 张奇,张瑞岩,胡健,等. 血栓抽吸对急性心肌梗死直接经皮冠状动脉介入治疗时球囊后扩张后冠状动脉血流的影响[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2015(05): 9-13.
- [16] Naimushin YA, Mazurov AV. Role of glycoprotein IIb-IIIa (alpha IIb beta 3-integrin) in stimulation of secretion from platelet granules [J]. Biochemistry Mosc, 2003, 68(2): 209-216. DOI: 10.1023/a:1022605613859.
- [17] Niu XW, Zhang JJ, Bai M, et al. Effect of intracoronary agents on the no-reflow phenomenon during primary percutaneous coronary intervention in patients with ST-elevation myocardial infarction: a network meta-analysis[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2018, 18(1): 3. DOI:10.1186/s12872-017-0722-z.
- [18] Rezkalla SH, Dharmashankar KC, Abdalrahman IB, et

- [10] Navarro G, Allard C, Xu WW, et al. The role of androgens in metabolism, obesity, and diabetes in males and females[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2015, 23(4): 713—719. DOI:10.1002/oby.21033.
- [11] Bonadonna RC, Saccomani MP, Cobelli C, et al. Effect of insulin on system A amino acid transport in human skeletal muscle[J]. *J Clin Invest*, 1993, 91(2): 514—521. DOI:10.1172/JCI116230.
- [12] Tanaka K, Kanazawa I, Sugimoto T. Reduction in endogenous insulin secretion is a risk factor of sarcopenia in men with type 2 diabetes mellitus[J]. *Calcif Tissue Int*, 2015, 97(4): 385—390. DOI:10.1007/s00223-015-9990-8.
- [13] Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man[J]. *Diabetologia*, 1985, 28(7): 412—419. DOI:10.1007/bf00280883.
- [14] Wallace TM, Levy JC, Matthews DR. Use and abuse of Homa modeling[J]. *Diabetes Care*, 2004, 27(6): 1487—1495. DOI:10.2337/diacare.27.6.1487.
- [15] Srikanthan P, Karlamangla AS. Relative muscle mass is inversely associated with insulin resistance and prediabetes. Findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2011, 96(9): 2898—2903. DOI:10.1210/jc.2011-0435.
- [16] Han SJ, Boyko EJ, Kim SK, et al. Association of thigh muscle mass with insulin resistance and incident type 2 diabetes mellitus in Japanese Americans[J]. *Diabetes Metab J*, 2018, 42(6): 488—495. DOI:10.4093/dmj.2018.0022.
- [17] Lim S, Kim JH, Yoon JW, et al. Sarcopenic obesity: prevalence and association with metabolic syndrome in the Korean Longitudinal Study on Health and Aging (KLoSHA)[J]. *Diabetes Care*, 2010, 33(7): 1652—1654. DOI:10.2337/dc10-0107.

(收稿日期:2019-09-13;修回日期:2020-03-21)

(上接第 228 页)

- al. No-reflow phenomenon following percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction: incidence outcome and effect of pharmacologic therapy[J]. *J Interv Cardiol*, 2010, 23(5): 429—436. DOI: 10.1111/j.1540-8183.2010.00561.x.
- [19] 毛幼林, 黄琼, 王瑞敏, 等. 血栓抽吸联合替罗非班及硝普钠对急性心肌梗死患者无复流的影响[J]. *中国现代医生*, 2016, 54(7): 25—28.
- [20] Youssef AA, Wu CJ, Hang CL, et al. Impact of PercuSurge device conjugative with intracoronary administration of nitroprusside on no-reflow phenomenon following primary percutaneous coronary intervention[J]. *Circ J*, 2006, 70(12): 1538—1542. DOI:10.1253/circj.70.1538.
- [21] Yang LX, Mu LH, Sun LH, et al. Effect of intracoronary nitroprusside injection on flow recovery during primary PCI in acute STEMI patients[J]. *Minerva Cardioangiol*, 2017, 65(2): 111—118. DOI: 10.23736/S0026-4725.16.04126-8.
- [22] 雷江文. 后扩张球囊在心脏冠状动脉内支架术中的应用效果研究[J]. *中国医疗前沿*, 2013, 8(4): 20, 14.

(收稿日期:2020-03-17;修回日期:2020-05-25)