

• 论著-研究报告 •

冠脉内逆向应用重组人尿激酶原溶栓联合 PCI 对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者预后的临床研究*

陈晓敏¹ 葛广豪² 曹华² 张立² 刘化进² 王宏伟² 张琼² 乔增勇² 马江伟^{1,2}

[摘要] 目的:探讨冠状动脉(冠脉)内逆向应用重组人尿激酶原联合经皮冠脉介入治疗(PCI)对 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者预后的影响。方法:选择心内科行急诊 PCI 的 STEMI 患者 120 例,随机分为直接 PCI 组(A 组)、血栓抽吸+PCI 组(B 组)、PCI+冠脉内正向溶栓组(C 组)及冠脉内逆向溶栓+PCI 组(D 组),每组各 30 例。比较 4 组基线资料、术后 TIMI 血流分级、校正 TIMI 帧数计数(CTFC)、2 h ST 段回落率(STR)≥50% 的比例、无复流/慢血流(NR/SF)发生率、左心室射血分数(LVEF)、肌钙蛋白 I(cTnI)和 B 型利钠肽(BNP)峰值。记录随访 3 个月的 LVEF、主要不良心血管事件(MACEs)及 TIMI 出血情况,对相关指标进行比较。结果:①D 组与 A、B、C 组比较,术后 TIMI 血流≤2 级发生率、CTFC、NR/SF 发生率、cTnI 及 BNP 峰值显著降低,术后 2 h STR≥50% 的比例、LVEF 显著升高($P<0.05$);②随访 3 个月 D 组心力衰竭再住院发生率显著低于 A、B、C 组,且 LVEF 显著升高($P<0.05$);③随访 3 个月,4 组 TIMI 出血发生率差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:冠脉内逆向应用重组人尿激酶原联合 PCI 可有效地降低 STEMI 患者 NR/SF 发生率,改善心肌微循环灌注,减少心肌细胞坏死,改善患者左心室收缩功能及其预后,且不增加出血风险。

[关键词] 急性 ST 段抬高型心肌梗死;冠脉内逆向溶栓术;无复流/慢血流;重组人尿激酶原

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2022.06.012

[中图分类号] R541.4 [文献标志码] A

Clinical study of intracoronary reverse application of recombinant human prourokinase thrombolysis combined with PCI on the prognosis of patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction

CHEN Xiaomin¹ GE Guanghao² CAO Hua² ZHANG Li² LIU Huajin²

WANG Hongwei² ZHANG Qiong² QIAO Zengyong² MA Jiangwei^{1,2}

(¹Anhui University of Science and Technology, Huainan, Anhui, 232000, China; ²Department of Cardiology, The South Branch of the Sixth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University) Corresponding author: MA Jiangwei, E-mail: majiangwei2004@126.com

Abstract Objective: To investigate the effect of intracoronary reverse application of recombinant human prourokinase combined with PCI on the prognosis of patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI). **Methods:** One hundred and twenty patients with STEMI undergoing emergency PCI in the cardiology department were selected and randomly divided into PCI group (Group A), thrombus aspiration + PCI group (Group B), PCI + intracoronary forward thrombolysis group (Group C) and intracoronary arterial retrograde thrombolysis + PCI group (Group D), with 30 patients in each group. Baseline data, postoperative TIMI blood flow classification, corrected TIMI frame count (CTFC), the percentage of 2 h ST-segment resolution (STR) ≥ 50%, the incidence of no-reflow/slow flow (NR/SF), left ventricular ejection fraction (LVEF), peak cardiac troponin I (cTnI) and brain natriuretic peptide (BNP) were compared among the four groups. LVEF, major adverse cardiovascular events (MACEs), and TIMI bleeding were recorded at 3 months of follow-up, and the relevant indicators were compared. **Results:** (1) In group D, the incidence of TIMI flow ≤ grade 2, CTFC, NR/SF incidence, cTnI and BNP peak were significantly lower, and the percentage of 2 h STR ≥ 50% and LVEF were significantly higher (all $P<0.05$) than those in groups A, B, and C. (2) The incidence of rehospitalization for heart failure was significantly lower and LVEF was significantly higher in group D than those in groups A, B, and C at 3

*基金项目:上海市奉贤区科学技术委员会课题(No:20191204)

¹安徽理工大学(安徽淮南,232000)

²上海交通大学附属第六人民医院南院心内科

通信作者:马江伟, E-mail: majiangwei2004@126.com

引用本文:陈晓敏,葛广豪,曹华,等.冠脉内逆向应用重组人尿激酶原溶栓联合 PCI 对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者预后的临床研究[J].临床心血管病杂志,2022,38(6):489-494. DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2022.06.012.

months of follow-up($P < 0.05$). (3) The difference in the incidence of TIMI bleeding among the four groups at 3 months of follow-up was not statistically significant($P > 0.05$). **Conclusion:** Intracoronary reverse application of recombinant human prothrombinase combined with PCI is effective in reducing the incidence of NR/SF, improving myocardial microcirculatory perfusion, reducing myocardial cell necrosis, and improving left ventricular systolic function and its prognosis in patients with STEMI without increasing the risk of bleeding.

Key words acute ST-segment elevation myocardial infarction; intracoronary arterial retrograde thrombolysis; no-reflow/slow-flow; recombinant human prothrombinase

急性 ST 段抬高型心肌梗死 (ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI) 是由冠状动脉(冠脉)斑块破裂和急性血栓形成所导致的,是全球范围内发生死亡的主要原因之一,首要原则是尽快开通梗死血管(infarct related blood vessel, IRA),恢复心肌组织的有效灌注,减小梗死面积,挽救缺血心肌^[1-2]。STEMI 的首选再灌注策略是经皮冠脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)^[3]。但是 PCI 术后仍有 14%~25% 患者的冠脉血流不符合最佳心肌再灌注,发生无复流/慢血流(no-reflow/slow-flow, NR/SF),这与梗死面积增大、射血分数减低和死亡率更高相关,预示着急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)患者的不良结局^[4-8]。NR/SF 是由多种因素造成的一种复杂现象,其病理生理机制至今尚未完全明确,可能包括内皮功能障碍、微血管栓塞和再灌注损伤等^[9],迄今为止仍没有关于 NR/SF 完善的预防和治疗方案。因此,如何减少 NR/SF 发生率,实现更高效的心肌再灌注治疗,对冠脉血栓负荷高的 STEMI 患者的心肌保护和预后具有重要意义,这是目前急需解决的难题之一。

冠脉内逆向溶栓术(intracoronary arterial retrograde thrombolysis, ICART)是一种新的治疗方案。既往有研究发现罪犯血管的血栓通常从近端向远端生长,血栓的起始部多为白色血栓,远端多为红色血栓且易被溶栓剂溶解,ICART 通过微导管将溶栓剂输送到冠脉闭塞远端,精确地作用于血栓负荷最重的位置,更有效地清除血栓^[10]。此外,由于 ICART 是靶向精确注射溶栓剂,因此溶栓剂用量更小,安全性更好。目前国内外关于冠脉内逆向应用重组人尿激酶原(recombinant human prothrombinase, rh-proUK)溶栓联合 PCI 的报道较少,因此该研究通过比较观察 4 种治疗方案对高血栓负荷的 STEMI 患者心肌灌注保护作用及预后的影响,为优化 STEMI 患者的再灌注治疗提供可行性依据。

1 对象与方法

1.1 对象

选择上海交通大学附属第六人民医院南院心内科 2020 年 8 月—2021 年 8 月发病 12 h 内行急诊 PCI 的 STEMI 患者 120 例。随机分为直接 PCI 组 30 例(A 组)、血栓抽吸(thrombus aspiration,

TA)+PCI 组 30 例(B 组)、PCI+冠脉内正向溶栓组 30 例(C 组)及 ICART+PCI 组 30 例(D 组)。本研究通过我院伦理委员会批准。纳入标准:①年龄 18~75 岁;②急性 STEMI 诊断依据符合 2013 年美国心脏病学会/美国心脏协会(ACC/AHA) STEMI 管理指南的诊断标准^[11]且发病时间 <12 h,有直接 PCI 指征;③术中冠脉造影证实罪犯血管为急性完全闭塞;④患者签署知情同意书。排除标准:①严重高血压(收缩压 >180 mmHg 或舒张压 >110 mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa);②左主干急性闭塞;③急性心肌梗死出现机械并发症;④3 个月内有消化道出血史;⑤严重肝肾功能不全者;⑥溶栓剂过敏者;⑦近期发生过重大手术、外伤、出血性疾病。剔除标准:因 IRA 病变严重钙化或迂曲,抽吸导管或逆向溶栓微导管不能通过病变者,予剔除。

1.2 方法

所有入选患者术前均常规顿服拜阿司匹林 300 mg、替格瑞洛 180 mg 和阿托伐他汀 40 mg,术前抽血化验血常规、凝血功能、肝肾功能、血脂、肌钙蛋白、BNP 等指标,术中给予普通肝素 100 U/kg。ICART 的具体操作方法待导引导丝通过梗死相关冠脉病变后,沿导丝将 Fincross 微导管推送至闭塞端以远 1~2 cm 处,撤出导丝,将提前抽取备好的 20 mg rh-proUK 和生理盐水 20 mL 注射器连接微导管,经微导管缓慢推注溶栓剂,且微导管逐步缓慢后撤,形成逆向溶栓的过程,同时经指引导管正向注射造影剂,观察血栓溶解及血流恢复情况。每 1~2 min 重复上述操作 1 次,直至微导管头端离开闭塞部近端(逆向溶栓总时间不超过 10 min),然后根据病变特点选择球囊预扩张后植入支架。

1.3 观察指标

比较 4 组一般资料(年龄、性别、既往 PCI 史、血脂、白细胞、发病时间等);比较术中冠脉病变特点、罪犯血管、置入支架数、术前及术后心肌梗死溶栓试验(TIMI)血流分级、门球时间、再灌注心律失常发生率;比较 4 组患者的心肌组织灌注水平,主要评价指标为术后校正 TIMI 血流帧数(corrected TIMI frame count, CTFC)、NR/SF 的发生率、2 h ST 段回落率(ST-segment resolution, STR)≥50% 的比例。由 2 位经验丰富且独立于本研究的

心脏介入医师仔细阅读手术光盘后确定 CTFC 及 NR/SF 的发生率。NR/SF 定义为在冠脉无机械性梗阻因素前提下,冠脉造影表现为梗死相关动脉术后前向 TIMI 血流分级 ≤ 2 级。比较 4 组患者住院期间 cTnI 及 BNP 峰值、LVEF;随访 3 个月;比较 4 组患者随访期间 LVEF、主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACEs)发生率及 TIMI 出血发生率。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 26.0 统计软件分析处理数据。计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。计量资料数据若符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用方差分析;若不符合正态分布,以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用非参数检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床基线资料比较

4 组患者年龄、性别、吸烟、高血压史、糖尿病史、既往 PCI 史、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、白细胞(WBC)、发病时间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 术中参数比较

4 组冠脉特点、罪犯血管、置入支架数、术前 TIMI 血流分级、门诊到第一次球囊扩张时间(D-to-B)差异均无统计学意义($P > 0.05$)。4 组 TIMI 血流 ≤ 2 级发生率差异有统计学意义($P < 0.05$),其中组间比较结果显示,D 组术后 TIMI 血流 ≤ 2 级发生率显著低于 A、B、C 组($P < 0.05$),A、B、C

组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。D 组再灌注心律失常发生率低于 A、B、C 组,但差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

2.3 心肌组织灌注水平比较

4 组术后 2 h STR $\geq 50\%$ 的比例、CTFC、NR/SF 发生率差异均有统计学意义($P < 0.05$),组间比较结果显示 D 组术后 2 h STR $\geq 50\%$ 的比例显著高于 A、B、C 组($P < 0.05$),CTFC、NR/SF 发生率显著低于 A、B、C 组($P < 0.05$),A、B、C 3 组间差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

2.4 术后观察指标比较

4 组术后肌钙蛋白 I(cTnI)峰值、B 型利钠肽(BNP)峰值、左心室射血分数(LVEF)差异均有统计学意义($P < 0.05$),组间比较结果显示 D 组术后 cTnI 和 BNP 峰值显著低于 A、B、C 组($P < 0.05$),LVEF 显著高于 A、B、C 组($P < 0.05$),A、B、C 3 组间差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 4。

2.5 随访期间 MACEs 及心功能情况

4 组患者心力衰竭再住院发生率、LVEF 差异有统计学意义($P < 0.05$),组间比较结果显示,D 组患者心力衰竭再住院发生率显著低于 A、B、C 组,且 LVEF 显著高于 A、B、C 组($P < 0.05$)。4 组随访 3 个月均无再发心肌梗死、靶血管再次血运重建事件发生。见表 5。

2.6 随访期间出血情况比较

4 组随访期间均无 TIMI 大出血事件发生;4 组发生 TIMI 小出血事件分别为 4 例(13.3%)、2 例(6.7%)、1 例(3.3%)、1 例(3.3%),但 TIMI 小出血事件发生率差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表 1 4 组患者临床基线资料

Table 1 Clinical baseline information of the four groups of patients

例(%), $\bar{x} \pm s$

项目	A 组(30 例)	B 组(30 例)	C 组(30 例)	D 组(30 例)	P
年龄/岁	54.33 \pm 9.33	58.13 \pm 11.22	55.53 \pm 11.74	57.60 \pm 9.83	0.471
男性	22(73.3)	18(60.0)	22(73.3)	21(70.0)	0.641
吸烟	20(66.7)	16(53.3)	19(63.3)	18(60.0)	0.747
高血压	21(70.0)	17(56.7)	24(80.0)	22(73.3)	0.248
糖尿病	6(20.0)	8(26.7)	7(23.3)	11(36.7)	0.496
既往 PCI 史	1(3.3)	1(3.3)	1(3.3)	2(6.7)	1.000
TC/(mmol·L ⁻¹)	4.60 \pm 0.94	4.75 \pm 0.91	4.94 \pm 0.67	5.06 \pm 1.19	0.259
TG/(mmol·L ⁻¹)	1.86 \pm 0.72	1.85 \pm 0.73	1.86 \pm 1.00	1.94 \pm 0.74	0.975
LDL-C/(mmol·L ⁻¹)	3.04 \pm 0.70	3.14 \pm 0.74	3.24 \pm 0.74	3.32 \pm 0.85	0.526
HDL-C/(mmol·L ⁻¹)	1.06 \pm 0.26	1.09 \pm 0.25	1.12 \pm 0.15	1.17 \pm 0.27	0.285
WBC/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	11.15 \pm 3.01	11.19 \pm 2.54	9.67 \pm 2.77	9.97 \pm 3.17	0.085
发病时间					
<6 h	22(73.3)	21(70.0)	22(73.3)	25(83.3)	0.659
6~12 h	8(26.7)	9(30.0)	8(26.7)	5(16.7)	0.659

表 2 4 组患者术中参数情况
 Table 2 Intraoperative parameters in the four groups of patients 例(%), $\bar{X} \pm S$

项目	A 组(30 例)	B 组(30 例)	C 组(30 例)	D 组(30 例)	P
冠脉特点					
单支病变	6(20.0)	9(30.0)	10(33.3)	9(30.0)	0.687
两支病变	5(16.7)	8(26.7)	8(26.7)	9(30.0)	0.659
三支病变	19(63.3)	13(43.3)	12(40.0)	12(40.0)	0.208
罪犯血管					
前降支	14(46.7)	12(40.0)	18(60.0)	11(36.7)	0.277
回旋支	5(16.7)	1(3.3)	2(6.7)	2(6.7)	0.392
右冠脉	11(36.7)	17(56.7)	10(33.3)	17(56.7)	0.125
置入支架数					
1 个支架	21(70.0)	25(83.3)	27(90.0)	26(86.7)	0.188
2 个支架	8(26.7)	3(10.0)	3(10.0)	4(13.3)	0.285
3 个支架	1(3.3)	2(6.7)	0(0)	0(0)	0.615
术前 TIMI 血流分级					
0 级	21(70.0)	26(86.7)	27(90.0)	22(73.3)	0.144
1 级	5(16.7)	3(10.0)	2(6.7)	6(20.0)	0.477
2 级	4(13.3)	1(3.3)	1(3.3)	2(6.7)	0.522
3 级	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	
术后 TIMI 血流分级					
≤2 级	12(40.0) ¹⁾	9(30.0) ¹⁾	10(33.3) ¹⁾	2(6.7)	0.023
3 级	18(60.0) ¹⁾	21(70.0) ¹⁾	20(66.7) ¹⁾	28(93.3)	0.023
D-to-B/min	94.90±19.99	101.08±28.89	101.84±30.19	104.66±27.55	0.555
再灌注心律失常	10(33.3)	6(20.0)	8(26.7)	3(10.0)	0.164

与 D 组比较,¹⁾P<0.05。

表 3 心肌组织灌注水平
 Table 3 Myocardial tissue perfusion levels 例(%), $\bar{X} \pm S$

项目	A 组(30 例)	B 组(30 例)	C 组(30 例)	D 组(30 例)	P
CTFC/帧	28.30±4.76 ¹⁾	27.07±3.42 ¹⁾	27.30±4.33 ¹⁾	24.13±3.29	0.001
NR/SF	12(40.0) ¹⁾	9(30.0) ¹⁾	10(33.3) ¹⁾	2(6.7)	0.023
STR≥50%	7(23.3) ¹⁾	11(36.7) ¹⁾	10(33.3) ¹⁾	20(66.7)	0.005

与 D 组比较,¹⁾P<0.05。

表 4 术后观察指标情况
 Table 4 Postoperative observation indexes M(P₂₅, P₇₅), $\bar{X} \pm S$

项目	A 组(30 例)	B 组(30 例)	C 组(30 例)	D 组(30 例)	P
cTnI 峰值/(ng·mL ⁻¹)	37.59±9.64 ¹⁾	36.47±8.10 ¹⁾	38.63±9.78 ¹⁾	30.96±10.46	0.011
BNP 峰值/(pg·mL ⁻¹)	393.15 (214.33,747.63) ¹⁾	361.44 (239.09,750.38) ¹⁾	530.30 (278.45,849.93) ¹⁾	219.70 (140.45,307.24)	0.001
LVEF/%	59.93±6.59 ¹⁾	61.17±7.11 ¹⁾	58.63±5.22 ¹⁾	64.50±4.64	0.002

与 D 组比较,¹⁾P<0.05。

表 5 随访期间 MACEs 及心功能情况

Table 5 MACEs and cardiac function during follow-up

例(%), $\bar{X} \pm S$

项目	A 组(30 例)	B 组(30 例)	C 组(30 例)	D 组(30 例)	P
MACEs 发生情况					
心源性死亡	0(0)	2(6.7)	1(3.3)	0(0)	0.615
再发心肌梗死	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	
心力衰竭再住院	10(33.3) ¹⁾	8(26.7) ¹⁾	8(26.7) ¹⁾	1(3.3)	0.030
靶血管再次血运重建	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	
LVEF/%	62.50±5.67 ¹⁾	63.93±6.62 ¹⁾	61.63±5.52 ¹⁾	67.43±4.70	0.001

与 D 组比较,¹⁾P<0.05。

3 讨论

我国心血管病患者人数快速增长,占城乡居民总死亡原因的首位,2016 年 AMI 死亡率城市为 58.69/100 000,农村为 74.72/100 000^[12]。STEMI 因其突发性和高死亡率,被认为是发展中国家的主要死亡因素,而冠脉血栓形成是绝大多数 STEMI 的原因,及时恢复缺血心肌血流是 STEMI 患者的治疗准则^[13-14]。目前,溶栓、PCI、TA 是 STEMI 患者再灌注治疗的主要方法。但静脉溶栓治疗对溶栓时间窗要求严格,且血管再通率低,并增加了出血风险^[15];冠脉内正向溶栓术因未完全溶解的疏松血栓随正向血流冲击至血管远端,而导致微循环栓塞;PCI 是 STEMI 患者治疗的基石,它通过恢复心外膜血流显著降低发病率和死亡率,但同时支架放置或球囊扩张时可能出现斑块或血栓脱落导致远端栓塞,发生 NR/SF^[16];Taglieri 等^[17]研究表明,TA+PCI 在增加卒中风险的同时,并不能降低全因死亡率、支架内血栓形成的风险。在 2017 年 ESC 的 STEMI 患者管理指南中,常规 TA 在 PCI 期间的作用已被降级为 III 类推荐,目前不建议常规使用 TA^[18],但是对于 PCI 术中的高血栓负荷病变,TA 仍是重要手段之一。

血栓负荷高是 NR/SF 的重要危险因素之一^[19],所以如何充分溶栓是减少 NR/SF 的重要举措。ICART 可减少正向血流的冲击,并且通过微导管靶向注射溶栓剂使血栓溶解更充分,减少发生远端微循环阻塞的风险。此外,在开通梗死血管时,突然再灌注治疗可导致心肌收缩力受损、室性心律失常和微血管功能障碍,这种对心肌造成的损伤被称为再灌注损伤^[20]。TA 等是凭借机械作用快速开通 IRA 发生突然再灌注的过程,而 ICART 是随着血栓负荷减少逐渐恢复冠脉血流通畅的过程,可降低再灌注损伤发生率^[10]。STR 是心肌再灌注的指标,是主要不良心血管事件和靶血管重建的独立预测因子^[21]。本研究结果显示 D 组术后 2 h STR≥50% 的比例显著高于 A、B、C 组,且有较低的 cTnI 峰值、CTFC、TIMI 血流≤2 级及 NR/SF 发生率,说明 D 组可减少 STEMI 患者

NR/SF 的发生率,改善心肌微循环灌注,减少梗死面积。研究中还发现,D 组患者住院期间 BNP 峰值、随访 3 个月心力衰竭再住院发生率显著低于 A、B、C 组,且随访 3 个月 LVEF 显著高于其他 3 组,说明 ICART 联合 PCI 组可有效改善 STEMI 患者左心功能,改善患者预后。

Rh-proUK 是目前临床上广泛应用的一种新型溶栓药物。它是尿激酶的前体,吸附于血栓表面后被激肽酶激活成尿激酶,进而发挥溶栓作用,且具有血栓位置特异性,从而降低了出血不良反应。国内一项动物实验研究中发现,rh-proUK 溶栓对大鼠急性期血栓栓塞性脑卒中可减少脑梗死面积,且无出血增加^[22]。本研究中发现随访期间 4 组均无 TIMI 大出血事件发生,4 组各发生 TIMI 小出血事件分别为 4 例、2 例、1 例、1 例,但发生率差异无统计学意义,说明 ICART+PCI 组不增加出血风险。此外,也有研究发现通过微导管冠脉内靶向注射尿激酶原溶栓治疗可有效改善 STEMI 患者心肌微循环及其心功能,且不增加不良心血管事件发生率^[23]。因此,ICART 利用冠脉内靶向注射 rh-proUK 增加局部药物浓度,溶栓药物使用剂量小,既增强溶栓效果,减少无复流发生,改善预后,又不增加出血风险。

综上所述,这种逆向的冠脉内溶栓方案联合 PCI 可有效减少 NR/SF 的发生,改善心肌灌注,极大地挽救了濒死心肌,减少快速再灌注引起的不良反应,对患者的预后积极作用。本研究为单中心前瞻性研究,但随访时间短,研究样本量小,并且未能通过心脏磁共振成像等检查准确评价心肌组织灌注,其安全性和有效性只能在更大样本量的试验中得到证实。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Xiao Y, Fu X, Wang Y, et al. Effects of different strategies on high thrombus burden in patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary catheterization [J]. Coron Artery Dis, 2019, 30(8): 555-563.
- [2] 桑栋栋,周轶,商德亚.急性 ST 段抬高型心肌梗死心

- 肺复苏同时行溶栓治疗 1 例[J]. 临床急诊杂志, 2021, 22(7):494-496.
- [3] Bulluck H, Chan M, Paradies V, et al. Incidence and predictors of left ventricular thrombus by cardiovascular magnetic resonance in acute ST-segment elevation myocardial infarction treated by primary percutaneous coronary intervention: a meta-analysis [J]. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2018, 20(1):72.
- [4] Morishima I, Sone T, Okumura K, et al. Angiographic no-reflow phenomenon as a predictor of adverse long-term outcome in patients treated with percutaneous transluminal coronary angioplasty for first acute myocardial infarction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2000, 36(4):1202-1209.
- [5] Ishihara M, Kojima S, Sakamoto T, et al. Acute hyperglycemia is associated with adverse outcome after acute myocardial infarction in the coronary intervention era[J]. *Am Heart J*, 2005, 150(4):814-820.
- [6] 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.
- [7] Harrison RW, Aggarwal A, Ou FS, et al. Incidence and outcomes of no-reflow phenomenon during percutaneous coronary intervention among patients with acute myocardial infarction[J]. *Am J Cardiol*, 2013, 111(2):178-184.
- [8] 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.
- [9] Butler MJ, Chan W, Taylor AJ, et al. Management of the no-reflow phenomenon [J]. *Pharmacol Ther*, 2011, 132(1):72-85.
- [10] Tian JW, Zhu M, Wang FQ, et al. Intracoronary arterial retrograde thrombolysis with percutaneous coronary intervention: a novel use of thrombolytic to treat acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *J Geriatr Cardiol*, 2019, 16(6):458-467.
- [11] O'Gara 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]. *Circulation*, 2013, 127(4):e362-e425.
- [12] 胡盛寿, 高润霖, 刘力生, 等. 《中国心血管病报告 2018》概要[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(3):209-220.
- [13] Song F, Yu M, Yang J, et al. Symptom-Onset-To-Balloon Time, ST-Segment Resolution and In-Hospital Mortality in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Undergoing Primary Percutaneous Coronary Intervention in China: From China Acute Myocardial Infarction Registry [J]. *Am J Cardiol*, 2016, 118(9):1334-1339.
- [14] Ibáñez B, Heusch G, Ovize M, et al. Evolving therapies for myocardial ischemia/reperfusion injury[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 65(14):1454-1471.
- [15] 梁凤楚, 钟龙和, 吴爵非. 超声辅助溶栓治疗急性 ST 段抬高型心肌梗死的研究进展[J]. *临床心血管病杂志*, 2021, 37(7):595-599.
- [16] Elgendy AY, Elgendy IY, Mahmoud AN, et al. Long-term outcomes with aspiration thrombectomy for patients undergoing primary percutaneous coronary intervention: A meta-analysis of randomized trials[J]. *Clin Cardiol*, 2017, 40(8):534-541.
- [17] Taglieri N, Bacchi Reggiani ML, Ghetti G, et al. Efficacy and safety of thrombus aspiration in ST-segment elevation myocardial infarction: an updated systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials [J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2019, 8(1):24-38.
- [18] Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology(ESC)[J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(2):119-177.
- [19] 赵甜甜, 何壹娜. 急性下壁心肌梗死患者行急诊 PCI 术中发生室性心动过速和心室纤颤的预测因素分析[J]. *临床急诊杂志*, 2020, 21(5):363-368.
- [20] Yellon DM, Hausenloy DJ. Myocardial reperfusion injury[J]. *N Engl J Med*, 2007, 357(11):1121-35.
- [21] Farkouh ME, Reiffel J, Dressler O, et al. Relationship between ST-segment recovery and clinical outcomes after primary percutaneous coronary intervention: the HORIZONS-AMI ECG substudy report[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2013, 6(3):216-223.
- [22] Hao CH, Ding WX, Sun Q, et al. Effect of human recombinant prourokinase (rhpro-UK) on thromboembolic stroke in rats[J]. *Eur J Pharmacol*, 2018, 818:429-434.
- [23] 马飞虹, 乔增勇. 血栓抽吸联合微导管靶向应用重组人尿激酶原对 ST 抬高型急性心肌梗死患者心肌血流灌注的影响[J]. *临床心血管病杂志*, 2020, 36(12):1088-1092.

(收稿日期:2022-01-06)