

本文引用: 黄瑶, 杨乐, 张志, 等. 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危险因素分析[J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(1): 49-56. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2024.01.007.

[文章编号] 1007-3949(2024)32-01-0049-08

· 临床研究 ·

## 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危险因素分析

黄瑶<sup>1</sup>, 杨乐<sup>2</sup>, 张志<sup>2</sup>, 初巍巍<sup>2</sup>, 孙笑林<sup>2</sup>, 张兴<sup>2</sup>

1. 锦州医科大学大连市第三人民医院研究生培养基地, 2. 大连市第三人民医院心内科, 辽宁省大连市 116000

**[摘要]** **[目的]** 探究急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者行急诊经皮冠状动脉介入治疗(PCI)球囊后扩张相关性无复流的危险因素及其对预后的影响。**[方法]** 收集发病 12 h 内行急诊 PCI 术并进行球囊后扩张的 STEMI 患者共 147 例, 根据 TIMI 血流分级分为正常血流组和无复流组。比较两组患者的基本临床资料、造影特征、术后疗效及术后 1 年内主要不良心血管事件(MACE)发生情况。对年龄、症状至 PCI 时间、罪犯病变长度、支架植入数量、血栓负荷进行回归分析, 探究 STEMI 患者球囊后扩张相关性无复流的危险因素。并对无复流及术后 1 年主要不良心血管事件发生进行相关性分析, 探究危险因素对预后的影响。**[结果]** 共有 16 例患者发生了球囊后扩张相关性无复流, 无复流发生率为 10.88%。单变量分析结果提示, 年龄、症状至 PCI 时间、罪犯病变长度、支架植入数量、血栓负荷与急诊 PCI 术中发生球囊后扩张相关性无复流有关( $P<0.05$ )。多变量 Logistic 回归模型结果显示症状至 PCI 时间延长(OR:0.95, 95% CI:0.92~0.99)、罪犯病变长度增加(OR:0.96, 95% CI:0.93~0.99)、血栓负荷重(OR:0.14, 95% CI:0.03~0.71)可作为球囊后扩张相关性无复流的独立危险因素。**[结论]** 症状至 PCI 时间延长、罪犯病变长度增加、血栓负荷重与球囊后扩张相关性无复流发生呈正相关, 是球囊后扩张相关性无复流的独立危险因素。球囊后扩张相关性无复流发生率与术后 1 年再发心绞痛的发生率呈正相关。

**[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]** R5

**[文献标识码]** A

### Analysis of risk factors of no-reflow associated with post-stenting balloon dilatation in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction

HUANG Yao<sup>1</sup>, YANG Le<sup>2</sup>, ZHANG Zhi<sup>2</sup>, CHU Weiwei<sup>2</sup>, SUN Xiaolin<sup>2</sup>, ZHANG Xing<sup>2</sup>

1. Postgraduate Training Base of Jinzhou Medical University, Dalian NO. 3 People's Hospital, Dalian, Liaoning 116000, China; 2. The Third Department of Cardiology, Dalian NO. 3 People's Hospital, Dalian, Liaoning 116000, China

**[ABSTRACT]** **Aim** To identify the risk factors for no-reflow (NR) associated with post-stenting balloon dilatation (PSBD) among patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) undergoing percutaneous coronary intervention (PCI) and their impact on prognosis. **Methods** This study enrolled 147 patients with STEMI who received emergency PCI and underwent PSBD within 12 hours. The patients were divided into the normal flow group and NR group based on their TIMI thrombus scores. Clinical data, angiography characteristics, efficacy after interventional therapy, and major adverse cardiovascular events (MACE) within one year after therapy were analyzed and compared between the two groups. Age, identified time to PCI, length of the offender's blood vessels, number of stent implants, and high-burden thrombus formation were analyzed to explore risk factors for NR after PSBD by regression analysis. The relationship between NR and the occurrence of MACE at one year after operation was analyzed to explore the influence of risk factors on prognosis. **Results** Sixteen patients (10.88%) had NR after PSBD. Univariate analysis revealed the correlation of age, identified time to PCI, length of the offender's blood vessels, number of stents, and high-burden thrombus formation with the incidence of NR associated with balloon dilatation ( $P<0.05$ ). Multiple Logistic analysis re-

[收稿日期] 2023-03-14

[修回日期] 2023-11-22

[基金项目] 大连市医学科学研究计划项目(2111006)

[作者简介] 黄瑶, 硕士研究生, 主要研究方向为心血管疾病, E-mail:695280427@qq.com。通信作者张志, 博士, 主任医师, 硕士研究生导师, 主要研究方向为冠心病、心肌损伤与修复研究, E-mail:ningcheng631@163.com。

vealed that identified time to PCI (OR:0.95, 95% CI: 0.92~0.99), length of the offender's blood vessels (OR:0.96, 95% CI: 0.93~0.99) and high-burden thrombus formation (OR:0.14, 95% CI:0.03~0.71) were independent risk factors of NR associated with PSBD.

**Conclusions** Prolonged time to PCI, increased length of the offender's blood vessels, and heavy high-burden thrombus formation are positively correlated with the occurrence of NR after PSBD, and are independent risk factor of NR associated with PSBD for STEMI. The incidence of NR after PSBD was positively correlated with the incidence of recurrent angina in 1-year follow up.

[**KEY WORDS**] ST-segment elevation myocardial infarction; post-stenting balloon dilatation; no-reflow phenomenon

急性ST段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI)主要是由于血栓形成而堵塞冠状动脉,进而导致相应区域心肌细胞缺血缺氧性坏死。经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)是目前治疗急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)最有效的方式<sup>[1]</sup>。既往研究表明PCI术中通常会使用非顺应性球囊进行后扩张使支架充分膨胀,避免出现支架贴合血管壁不良和支架扩张不充分的情况,从而减少支架内血栓形成、支架内再狭窄及再次血运重建的风险<sup>[2-3]</sup>。但多项研究发现<sup>[4-7]</sup>,在急诊PCI支架植入后行球囊后扩张可能会导致无复流(no-reflow, NR)或慢血流(slow flow, SF)现象发生,增加患者发生恶性心律失常、心室重构的风险,影响急性STEMI患者近期及远期预后。本团队前期研究表明<sup>[8]</sup>,急诊PCI术中,球囊后扩张(post-stenting balloon dilatation, PSBD)相关性无复流发生率达10.88%,且增加患者术后1年因心功能衰竭再住院风险。目前仍未有明确的无复流危险因素及有效的防治策略被提出,因此需要探寻急诊PCI球囊后扩张相关性无复流的危险因素,降低无复流发生率,为此类患者提供更加安全的诊疗策略。相比于既往研究中以全部的AMI患者(包括未进行后扩张的患者)作为样本,分析无复流的相关危险因素,本研究在前期研究基础上,对相关数据进一步收集整理,旨在对球囊后扩张相关性无复流的危险因素进行针对性分析,从而可尽早地识别急诊PCI球囊后扩张相关性无复流的高风险患者,降低其发生率,进一步提高PCI治疗的有效性和安全性。

## 1 资料和方法

### 1.1 研究对象

回顾性收集2015年1月—2017年6月就诊于大连市第三人民医院,发病12 h内行急诊PCI术的STEMI患者共314例。入选标准:(1)缺血性胸痛

持续至少20 min以上,且口服硝酸酯类药物不能缓解;(2)胸痛发作时有明确的AMI心电图变化,即2个以上相邻心电图胸前导联ST段抬高超过0.2 mV,或肢体导联ST段抬高超过0.1 mV;(3)伴或不伴有心肌坏死标志物升高;(4)12 h内行急诊PCI术并进行球囊后扩张术。排除标准:(1)合并心源性休克;(2)合并严重肾功能不全需要透析治疗;(3)溶栓治疗;(4)需要外科搭桥治疗;(5)存在抗栓、抗凝禁忌证;(6)冠状动脉造影提示为左主干病变;(7)冠状动脉造影提示为严重钙化、迂曲、弥漫病变;(8)支架植入后,未后扩张之前就已发生无复流。本研究经大连市第三人民医院伦理委员会批准,所有患者均在术前签署知情同意书。

最终有147例行球囊后扩张的AMI患者入选,根据PCI术中血流情况及无复流相关定义,分为正常血流组(131例)和无复流组(16例)。

### 1.2 方法

术前所有患者均予以阿司匹林300 mg、替格瑞洛180 mg或氯吡格雷300 mg嚼服。

高血压界定标准为非同日2次或2次以上测量血压,收缩压 $\geq 140$  mmHg和(或)舒张压 $\geq 90$  mmHg(参考《2018年中国高血压防治指南》中高血压定义)<sup>[9]</sup>。2型糖尿病界定标准为有多饮、多食、多尿、体质量下降等典型糖尿病症状,伴空腹血糖 $\geq 7.0$  mmol/L或餐后2 h血糖浓度 $\geq 11.1$  mmol/L或随机血糖 $\geq 11.1$  mmol/L,或口服葡萄糖耐量试验(oral glucose tolerance test, OGTT)检查2 h血糖浓度 $\geq 11.1$  mmol/L(参考《中国老年糖尿病诊疗指南(2021年版)》中2型糖尿病定义)<sup>[10]</sup>。血脂异常界定标准为总胆固醇水平 $\geq 6.2$  mmol/L,低密度脂蛋白胆固醇 $\geq 4.1$  mmol/L,甘油三酯 $\geq 2.3$  mmol/L,高密度脂蛋白胆固醇 $< 1.0$  mmol/L,符合其中的一条即为血脂异常(参考《中国成人血脂异常防治指南(2016年修订版)》中血脂异常定义)<sup>[11]</sup>。吸烟界定标准为一生中连续或累积吸烟 $\geq 6$ 个月者(参考1997年WHO对吸烟者定义)。

两组患者在术前及发病后 24 h 内均采集肌酸激酶、肌酸激酶同工酶 (creatinine kinase isoenzyme, CK-MB)、肌钙蛋白定量的峰值作为心肌梗死面积的估测指标。在入院第 2 天清晨空腹状态下均采集空腹血糖、低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、总胆固醇及甘油三酯、尿酸、纤维蛋白原、D 二聚体、白细胞计数。在术后 1 周采集脑钠肽 (brain natriuretic peptide, BNP)。以上指标均由我院检验科进行测定。

PCI 术中无复流的定义<sup>[12]</sup>为心外膜大冠状动脉血管已解除或减轻狭窄,且排除夹层、冠状动脉痉挛等情况后,仍无远端前向血流(无复流)或明显减慢(慢血流)导致心肌细胞不能得到有效灌注的状况。冠状动脉血流采用 TIMI 血流分级进行评价<sup>[13]</sup>:TIMI 0 级为闭塞远端血管无前向血流灌注;TIMI 1 级为病变远端血管有前向血流灌注,但不能充盈远端血管床;TIMI 2 级为经 3 个以上的心动周期后病变远端血管才能够完全充盈;TIMI 3 级为在 3 个心动周期内对比剂完全充盈病变远端血管。血栓负荷均采用 TIMI 血栓积分评分表评分,>2 分(不含)判定为负荷重(表 1)。在 PCI 中由两名经验丰富的副主任医师或主任医师独立对罪犯血管进行 TIMI 血流分级及血栓积分评分,若评分不同,则再由第三位主任医师单独进行最终评分。

表 1. TIMI 血栓积分评分  
Table 1. TIMI thrombosis score

分级	标准
0 分	无血栓
1 分	模糊的血栓影
2 分	确定的血栓影像,长度小于血管内径的 1/2
3 分	确定的血栓,长度为 1/2 到 2 倍血管内径之间
4 分	确定的血栓,长度大于 2 倍血管内径
5 分	血管堵塞无法评估血栓

PCI 术中患者均予以静脉注射低分子肝素 70 ~ 100 IU/kg,手术时间每延长 1 h,追加低分子肝素 1 000 IU。血栓抽吸导管均使用美敦力 6F EXPORT 一次性血栓抽吸导管。急诊 PCI 入路动脉选择右侧桡动脉(若桡动脉穿刺不成功则改为股动脉入路)。穿刺成功后置入 6F 桡动脉鞘管(或 7F 股动脉鞘管),继后经 6F 桡动脉鞘管(或 7F 股动脉鞘管)送入引导导管及普通导丝。PCI 术、术中器材(非顺应

性球囊、支架等)、PCI 策略及结果判读均由两名有 PCI 资质的副主任医师或主任医师进行决定。PCI 过程及操作均遵循临床规范,即:指引导管送入罪犯血管冠状动脉口,再送导丝至罪犯血管远端,行充分球囊预扩张后进行支架植入,根据支架贴壁情况酌情行球囊后扩张。所有患者均采用 GE INNOVA 4100 数字减影血管造影系统进行冠状动脉造影图像采集。按标准 Judkin's 法依次行左、右冠状动脉造影。记录造影影像时间至少 6 ~ 8 个心动周期,要求能够清晰显示冠状动脉主干、主要分支血管树全貌及血管开口情况。

1.3 随访方法及观察指标

通过电话随访了解患者 PCI 术后 6 个月、1 年主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular event, MACE)的发生情况。MACE 定义为原有梗死相关动脉(infarction related artery, IRA)导致的再发心绞痛、再发心肌梗死、靶血管再次血运重建和死亡。

全部患者在 PCI 术后 6 个月、1 年时由我院心功能室再次进行二维超声心动图检查,记录患者的左心室舒张期末容积(left ventricular end diastolic volume, LVEDV)和左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)。于我院检验科采血化验 BNP,用来评价术后心室功能。

1.4 统计学处理方法

所有资料均采用 SPSS 19.0 进行统计分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用  $t$  检验;计数资料采用例数和百分比表示,并采用  $\chi^2$  检验分析组间差异;采用秩和检验分析分类变量的差异;相关性分析采用多元 Logistic 回归模型中偏最大似然估计前进步(forward LR),以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 球囊后扩张相关性无复流的发生率

在 147 例进行球囊后扩张的患者中,共有 16 例(10.88%)出现了球囊后扩张相关性无复流现象(图 1)。发生无复流的患者立即通过微导管予以硝普钠(5% 葡萄糖稀释至 100 mg/L,取 1 ~ 2 mL 缓慢冠状动脉内注射,血压低时联合去甲肾上腺素静滴维持血压有创动脉压 90/60 mmHg 以上)或替罗非班(1 mg 溶于 20 mL 生理盐水中,取 10 mL 缓慢冠状动脉内注射)处理,15 例恢复 TIMI 3 级血流,仅 1 例血流接近 TIMI 2 级。



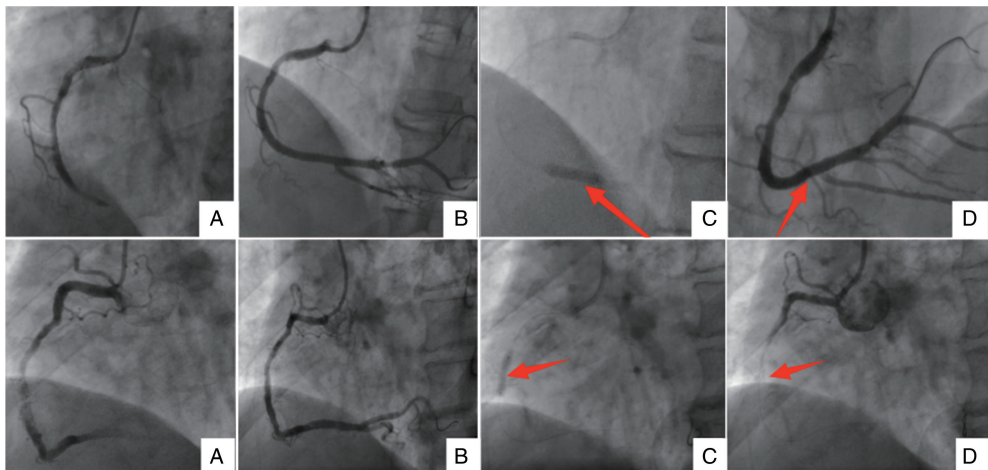


图 1. 两组患者经典造影图像

上图为正常血流组:A 为罪犯血管造影图像;B 为支架植入后图像;C 为球囊后扩张图像(箭头所示);D 为扩张后支架贴壁良好, 血流正常(箭头所示)。下图为无复流组:A 为罪犯血管造影图像;B 为支架植入后图像;C 为球囊后扩张图像(箭头所示);D 为扩张后出现无复流(箭头所示)。

Figure 1. Typical angiography images of patients in two groups

2.2 后扩张相关性无复流的危险因素分析

正常血流组( $n=131$ )与无复流组( $n=16$ )性别、既往冠心病史、心血管家族病史及冠心病主要危险因素(高血压、糖尿病、血脂异常、吸烟)的分布、入院收缩压、入院心率、心电图 ST 段抬高幅度、D 二聚体、白细胞计数、CK-MB 峰值、患者术前用药均无统计学差异( $P>0.05$ )。而无复流组年龄显著高于正常血流组(约为正常血流组的 1.1 倍),症状至 PCI 时间也明显长于正常血流组(约为正常血流组的 1.1 倍),差异均具有统计学意义( $P<0.05$ ,表 2)。

表 2. 无复流组与正常血流组患者的基本临床资料对比

Table 2. Comparison of basic clinical information of patients between the no-reflow group and the normal flow group			
临床资料	正常血流组 ( $n=131$ )	无复流组 ( $n=16$ )	$P$
年龄/岁	62.08±14.85	70.44±12.37	0.032
男性/[例(%)]	104(79.39)	13(81.25)	0.862
心血管病家族史/[例(%)]	6(4.58)	1(6.25)	0.767
既往冠心病病史/[例(%)]	45(34.35)	3(18.75)	0.209
既往心肌梗死病史/[例(%)]	7(5.34)	1(6.25)	0.880
高血压史/[例(%)]	80(61.07)	11(68.75)	0.550
糖尿病史/[例(%)]	50(38.17)	6(37.50)	0.959
吸烟史/[例(%)]	78(59.54)	9(56.25)	0.800
血脂异常/[例(%)]	83(63.36)	8(50.00)	0.299
症状至 PCI 时间/h	4.97±9.63	9.97±6.07	0.045
Killip 分级/%			0.948
1	89(67.94)	10(62.50)	

续表

临床资料	正常血流组 ( $n=131$ )	无复流组 ( $n=16$ )	$P$
2	31(23.66)	4(25.00)	
3	6(4.58)	1(6.25)	
4	5(3.82)	1(6.25)	
入院收缩压/mmHg	112.46±21.64	107.34±18.66	0.386
入院心率/(次/min)	73.14±16.77	76.54±18.26	0.492
ST 段抬高幅度/mV	0.33±0.20	0.39±0.25	0.239
D 二聚体/(mmol/L)	0.56±0.36	0.76±0.71	0.276
入院白细胞计数/( $\times 10^9 L^{-1}$ )	9.59±2.59	10.42±2.86	0.233
尿酸/( $\mu mol/L$ )	352.48±122.47	299.50±65.71	0.092
CK-MB 峰值/(U/L)	172.70±177.4	118.81±112.33	0.238
肌钙蛋白峰值/(ng/L)	33.18±19.50	25.04±20.46	0.119
术前用药情况/[例(%)]			
替格瑞洛	26(19.8)	5(31.2)	0.291
氯吡格雷	105(80.2)	11(68.8)	
ACEI/ARB	8(6.1)	2(12.5)	0.338
$\beta$ 受体阻滞剂	3(2.3)	0(0.0)	0.514
他汀类药物	127(96.9)	15(93.8)	0.505

注:ACEI/ARB 为血管紧张素转化酶抑制剂/血管紧张素 II 受体拮抗剂(angiotensin converting enzyme inhibitor and angiotensin II receptor blocker)。

分析两组患者造影相关数据结果显示:与正常血流组相比,无复流组造影特点表现为罪犯血管长度较长(约为正常血流组的 1.3 倍)、支架植入数量多(植入 $\geq 2$ 枚支架发生率约为正常血流组的 2 倍)、血栓负荷重(约为正常血流组的 1.4 倍),差异均具有统计学意义(均  $P<0.05$ ),而梗死相关动脉、病变血管支数、罪犯血管直径、术前 TIMI 血流分级、

最大扩张压力等指标在无复流组与正常血流组之间差异无统计学意义( $P>0.05$ ,表3)。

表 3. 无复流组与正常血流组患者的造影特征比较

Table 3. Comparison of imaging characteristics between patients in the no-reflow group and the normal flow group

造影结果	正常血流组 ( $n=131$ )	无复流组 ( $n=16$ )	$P$
梗死相关动脉/[例(%)]			0.191
前降支	43(32.82)	8(50.00)	
回旋支	32(24.43)	1(6.25)	
右冠状动脉	56(42.75)	7(43.75)	
多支病变/[例(%)]	40(30.53)	5(31.25)	0.608
罪犯血管直径/mm	3.09±0.42	3.20±0.40	0.319
罪犯病变长度/mm	30.14±11.94	37.88±15.94	0.020
支架植入数量/[例(%)]			0.047
1 枚	103(78.63)	9(56.25)	
≥2 枚	28(21.37)	7(43.75)	
术前 TIMI 血流分级/[例(%)]			0.096
≤1 级	88(67.18)	14(87.50)	
2~3 级	43(32.82)	2(12.50)	
血栓负荷重/[例(%)]	90(68.70)	15(93.75)	0.036
PSBD 前血栓抽吸/[例(%)]	26(19.85)	5(31.25)	0.291
PSBD 前使用替罗非班/ [例(%)]	64(48.85)	11(68.75)	0.133
最大扩张压力/atm	15.34±2.04	15.72±2.16	0.794

2.3 球囊后扩张相关性无复流的独立预测因素

应用多元 Logistic 回归模型分析 AMI 患者球囊后扩张相关性无复流的危险因素,引入 5 个协变量(年龄、症状至 PCI 时间、罪犯病变长度、支架植入数量、血栓负荷程度),采用偏最大似然估计前进法(forward LR)得出症状至 PCI 时间、罪犯病变长度、血栓负荷程度可作为球囊后扩张相关性无复流的独立预测因素(表 4)。

表 4. 通过 Logistic 回归模型得到后扩张相关性无复流的预测因素

Table 4. Predictors of PSBD-related no-reflow obtained by Logistic regression model

变量	OR(95% CI)	$P$
症状至 PCI 时间	0.95(0.92~0.99)	0.004
罪犯病变长度	0.96(0.93~0.99)	0.032
血栓负荷程度	0.14(0.03~0.71)	0.047

2.4 球囊后扩张相关性无复流对预后的影响

术后所有患者均进行规范冠心病二级预防药物治疗,包括双联抗血小板治疗(阿司匹林肠溶片

100 mg/d,替格瑞洛 90 mg/12 h)、降脂治疗(阿托伐他汀钙片 20 mg/d 或瑞舒伐他汀钙片 10 mg/d)、降压、降血糖治疗等。

术后 1 周,无复流组与正常血流组患者无论是 LVEDV 还是 LVEF 都未见统计学差异。在术后 1 年,再次对两组患者的心脏彩超参数进行对比,无复流组患者的 LVEDV 较正常血流组升高,但仍未见统计学差异( $P=0.171$ );无复流组 LVEF 较正常血流组显著降低(无复流组 LVEF 约为正常血流组的 90.0%),差异有统计学意义( $P=0.013$ ,表 5)。

表 5. 无复流组与正常血流组患者心功能指标比较

Table 5. Comparison of cardiac function indexes between the no-reflow group and the normal flow group

时间	分组	LVEDV/mm	LVEF/%
术后 1 周	正常血流组	46.79±6.25	51.05±6.24
	无复流组	47.56±4.30	48.50±5.77
	$P$	0.634	0.122
术后 1 年	正常血流组	45.98±5.27	52.29±5.71
	无复流组	47.88±4.44	48.44±6.36
	$P$	0.171	0.013

除进行心脏彩超复查,在 1 年随访中对两组患者进行 MACE 事件发生的统计。无复流组梗死相关动脉导致的再发心绞痛发生率为 12.5%,显著高于正常血流组(6.1%),差异具有统计学意义( $P=0.002$ );而针对再发心肌梗死、靶血管再次血运重建和心源性死亡,无复流组的发生率也均明显高于正常血流组,但因两组发生该类 MACE 事件的患者数量均过少,未进行相关统计学分析(表 6)。

表 6. 无复流组与正常血流组 1 年随访 MACE 事件发生比较

Table 6. Comparison of the occurrence of MACE at one-year follow-up between the no-reflow group and the normal flow group 单位:例(%)

MACE 事件	正常血流组 ( $n=131$ )	无复流组 ( $n=16$ )	$P$
IRA 导致的再发心绞痛	8(6.1)	2(12.5)	0.002
再发心肌梗死	1(0.8)	1(6.2)	—
靶血管再次血运重建	2(1.5)	1(6.2)	—
心源性死亡	0(0.0)	1(6.2)	—

注:“—”表示数据无法获取。

3 讨论

无复流现象是 PCI 术常见的并发症之一,其发

生率为11%~41%<sup>[12-14]</sup>,而PCI是STEMI患者再灌注治疗的首选策略,然而无复流的发生使罪犯血管即使重新开通,缺血心肌组织亦无法恢复有效灌注,使患者预后不良<sup>[15-16]</sup>。明确其相关危险因素比治疗更加关键,所以尽早识别无复流高危患者,并对其进行积极的干预显得尤为重要。无复流的发生机制目前尚无定论,但普遍认为与微循环阻塞、再灌注损伤、微循环功能障碍等相关<sup>[4,17-18]</sup>。

有大量研究发现无复流现象常见于急诊PCI球囊充分预扩张后、支架植入后、球囊后扩张等特殊时间节点<sup>[4,19]</sup>。这可能是由于冠状动脉粥样硬化斑块及部分附壁血栓在充气球囊或支架置入时受压,造成其脱落,同时缩血管物质释放,加重微循环阻塞,导致无复流发生。且球囊或支架扩张会影响血管内壁的血流,兴奋交感神经,进而引起冠状动脉微血管痉挛,严重影响微循环血流,加重无复流<sup>[5,14,20]</sup>。在既往国内外的研究中,很少有对于急诊PCI支架植入后血流正常但在行球囊后扩张进行支架贴壁后立刻出现无复流,即急诊PCI球囊后扩张相关性无复流的针对性研究。

部分患者由于支架植入后支架贴合血管壁不良,支架内血栓形成和支架内再狭窄的发生率增加,影响患者远期预后,需要球囊后扩张使支架达到满意的贴合状态<sup>[21]</sup>。但AMI患者由于冠状动脉处于高炎症和血栓状态,支架经球囊后扩张后无复流的发生率增高,可引起再发心肌梗死、心功能衰竭、血流动力学不稳定,甚至室性心动过速、心室颤动,导致患者预后不良<sup>[15,22-23]</sup>。有研究表明,AMI患者行常规球囊后扩张可增加患者死亡和心肌梗死的发生率( $P=0.01$ ),而非AMI患者行常规球囊后扩张则不会增加患者死亡和心肌梗死的发生率( $P=0.67$ )<sup>[24]</sup>。临床工作中,有医师因为球囊后扩张之后风险高而回避球囊后扩张,如本研究中既往心肌梗死患者进行球囊后扩张的比例仅为46.82%。支架植入后如不进行球囊后扩张,虽然可减少无复流等不良事件的发生,但也面临着因支架贴壁不良导致术后支架内血栓形成和支架内再狭窄的风险。王勇等<sup>[2,24-26]</sup>研究表明若对急诊STEMI患者仅行PCI治疗,未在支架植入后进一步行球囊后扩张,会大大增加支架内血栓形成风险,从而导致患者血运重建及MACE事件发生率大幅度增加。因此及早识别AMI患者球囊后扩张相关性无复流的风险因素变得至关重要。

本研究对球囊后扩张相关性无复流的风险因素进行分析,结果显示既往行急诊PCI术的患者在

球囊后扩张后出现无复流的比例为10.88%。我们及时通过微导管将硝普钠或替罗非班注射至无复流的冠状动脉内,15例术中立即恢复TIMI 3级血流,仅1例恢复接近TIMI 2级血流。尽管16例无复流患者经药物治疗后均好转,但无复流现象的发生仍会导致患者术中胸痛加剧、PCI手术时间延长等问题,更应避免其发生。

本研究显示症状至PCI时间、罪犯病变长度、血栓负荷重(TIMI血栓积分评分 $>2$ 分)为球囊后扩张相关性无复流的独立危险因素。冠状动脉缺血时间的增长会导致微血管结构损伤加重。既往有文献表示缺血时间的延长会使内皮与膜结构融合,导致毛血管腔缩窄闭塞。并且长时间的心肌灌注不足会加重心肌细胞肿胀,各种炎症因子趋化,加重微血管病变,促使无复流的发生,导致心肌出现不可逆损伤。缺血时间越长,无复流的发生率越高<sup>[27-28]</sup>。罪犯病变长度的增加无疑会减少术前梗死相关动脉的血流灌注,加重冠状动脉血栓负荷,扩大心肌梗死面积,加重无复流情况。AMI时血管内皮降解血栓功能减退,特别是血栓负荷重者,球囊后扩张会使管壁上血栓脱落,机化的血栓难以自溶,随血流流向远端,造成远端微血管栓塞,增加患者无复流风险,扩大坏死心肌范围,严重影响患者预后<sup>[8,29]</sup>。本研究也得到了类似的结论——无复流患者在1年随访中梗死相关动脉导致的再发心绞痛发生率更大且整体预后也较正常血流组差。但是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,未对两组患者术后更长时间进行随访统计。

本研究为单中心、回顾性研究,随访时间较短,存在个别资料缺失的情况。另外,虽然手术及资料判断是由两位资质丰富的临床医师完成,但仍存在一定的主观性及不可避免的误差。

#### [参考文献]

- [1] 贾莹,田雅楠,田进伟. 冠心病介入治疗临床研究进展简述[J]. 中国动脉硬化杂志, 2021, 29(6): 461-467.  
JIA Y, TIAN Y N, TIAN J W. The clinical progresses in interventional therapy of coronary heart disease[J]. Chin J Arterioscler, 2021, 29(6): 461-467.
- [2] 索曼,聂绍平,赵雪东,等. 急性ST段抬高型心肌梗死急诊经皮冠状动脉支架术后支架内再狭窄相关因素分析[J]. 心肺血管病杂志, 2019, 38(4): 344-347.  
SUO M, NIE S P, ZHAO X D, et al. Relevant factors of in-stent restenosis after primary percutaneous coronary in-



- tervention in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. J Cardiovasc Pulmonary Dis, 2019, 38(4): 344-347.
- [3] IMORI Y, D'ASCENZO F, GORI T, et al. Impact of post-dilatation on performance of bioresorbable vascular scaffolds in patients with acute coronary syndrome compared with everolimus-eluting stents: a propensity score-matched analysis from a multicenter "real-world" registry[J]. Cardiol J, 2016, 23(4): 374-383.
- [4] PSNTEA-ROŞAN L R, BUNGAU S G, RADU A F, et al. A narrative review of the classical and modern diagnostic methods of the no-reflow phenomenon[J]. Diagnostics(Basel), 2022, 12(4): 932.
- [5] PANTEA-ROŞAN L R, PANTEA V A, BUNGAU S, et al. No-reflow after PPCI: a predictor of short-term outcomes in STEMI patients[J]. J Clin Med, 2020, 9(9): 2956.
- [6] BADRAN H M, FATAH A A, SOLTAN G. Platelet/lymphocyte ratio for prediction of no-reflow phenomenon in ST-elevation myocardial infarction managed with primary percutaneous coronary intervention[J]. J Clin Transl Res, 2020, 6(1): 20-26.
- [7] 黄 瑶. 经皮冠脉介入治疗相关无复流现象的研究进展[J]. 锦州医科大学学报, 2023, 44(1): 108-112.  
HUANG Y. Contemporary progress of no-reflow phenomenon in patients undergoing percutaneous coronary intervention[J]. J Jinzhou Medical University, 2023, 44(1): 108-112.
- [8] 杨 乐, 张 志, 初巍巍, 等. 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[J]. 大连医科大学学报, 2020, 42(3): 223-228.  
YANG L, ZHANG Z, CHU W W, et al. Prevention of coronary no-reflow after balloon dilatation in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. J Dalian Med Univ, 2020, 42(3): 223-228.
- [9] 王增武, 王 文. 中国高血压防治指南(2018 年修订版)解读[J]. 中国心血管病研究, 2019, 17(3): 193-197.  
WANG Z W, WANG W. Interpretation of Chinese guidelines for the management of hypertension (2018 revised edition)[J]. Chin J Cardiovasc Res, 2019, 17(3): 193-197.
- [10] 潘 琦, 郭立新. 《中国老年糖尿病诊疗指南(2021 年版)》要览[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2022, 14(4): 1-6.  
PAN Q, GUO L X. Highlights overview of guideline for the management of diabetes mellitus in the elderly in China (2021 edition)[J]. Chin J Front Med Sci (Electronic Version), 2022, 14(4): 1-6.
- [11] 中国成人血脂异常防治指南修订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版)[J]. 中国循环杂志, 2016, 31(10): 937-950.  
Chinese Joint Committee for the Revision of Guideline for the Prevention and Treatment of Dyslipidemia in Adults. Chinese guidelines for the prevention and treatment of dyslipidemia in adults (2016 revision)[J]. Chin Circ J, 2016, 31(10): 937-950.
- [12] JAFFE R, CHARRON T, PULEY G, et al. Microvascular obstruction and the no-reflow phenomenon after percutaneous coronary intervention[J]. Circulation, 2008, 117(24): 3152-3156.
- [13] 杜正任, 张现朝, 王玉强, 等. 急性心肌梗死患者 PCI 术前冠状动脉内应用尿激酶原的疗效和安全性分析[J]. 中国动脉硬化杂志, 2021, 29(2): 156-165.  
DU Z R, ZHANG X C, WANG Y Q, et al. The analysis of the efficacy and safety of prourokinase administration in coronary artery of patients with acute myocardial infarction before PCI[J]. Chin J Arterioscler, 2021, 29(2): 156-165.
- [14] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. ST 段抬高型心肌梗死患者急诊 PCI 微循环保护策略中国专家共识[J]. 中华心血管病杂志, 2022, 50(3): 221-230.  
Chinese Society of Cardiology, Editorial Board of the Chinese Journal of Cardiology. Chinese expert consensus on microvascular protection strategy during emergency PCI therapy in patients with ST-elevation myocardial infarction[J]. Chin J Cardiol, 2022, 50(3): 221-230.
- [15] HARRISON R W, AGGARWAL A, OU F S, 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.
- [16] 崔 冬, 黄亚华, 刘智坚, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死经皮冠状动脉介入治疗术中采用球囊缓慢撤压方法预防无复流和慢血流现象的作用研究[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2022, 30(6): 435-439.  
CUI D, HUANG Y H, LIU Z J, et al. Efficacy of slowly deflating balloon for prevention of no reflow and slow flow phenomenon during percutaneous coronary intervention in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Chin J Intervent Cardiol, 2022, 30(6): 435-439.
- [17] CAIAZZO G, MUSCI R L, FREDIANI L, et al. State of the art: no-reflow phenomenon[J]. Cardiol Clin, 2020, 38(4): 563-573.
- [18] KUMAR J, O'CONNOR C T, KUMAR R, et al. Coronary no-reflow in the modern era: a review of advances in diagnostic techniques and contemporary management[J]. Expert Rev Cardiovasc Ther, 2019, 17(8): 605-623.
- [19] ANNIBALI G, SCROCCA I. "No-reflow" phenomenon: a

- contemporary review[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(8): 2233.
- [20] KARJALAINEN P P, NIEMELÄ M, LAINE M K, 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.
- [21] 吐尔孙阿依·依斯米提拉, 阿里米江·阿布里米提, 穆叶赛·尼加提. 急性心肌梗死患者 C 反应蛋白与白蛋白比值与冠状动脉狭窄程度的相关性[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2021, 29(10): 869-874.
- TUERSUNAYI · YISIMIILA, ALIMIJIAN · ABILIMIII, MUYESAI · NEJATL. Relationship between C-reactive protein to albumin ratio and the degree of coronary artery disease in patients with acute myocardial infarction[J]. *Chin J Arterioscler*, 2021, 29(10): 869-874.
- [22] HONG S J, AHN C M, SHIN D H, et al. Effect of adjunct balloon dilation after long everolimus-eluting stent deployment on major adverse cardiac events[J]. *Korean Circ J*, 2017, 47(5): 694-704.
- [23] ZHANG Z J, MARROQUIN O C, STONE R A, et al. Differential effects of post-dilation after stent deployment in patients presenting with and without acute myocardial infarction[J]. *Am Heart J*, 2010, 160(5): 979-986.
- [24] 王 勇, 周东晖, 金元哲. 后扩张在老年急性 ST 段抬高型心肌梗死行急诊经皮冠状动脉介入治疗中的临床应用[J]. *中国心血管病研究*, 2019, 17(5): 408-410, 415.
- WANG Y, ZHOU D H, JIN Y Z. Clinical application of postdilatation in emergency PCI for elderly patients with acute ST elevation myocardial infarction[J]. *Chin J Cardiovasc Res*, 2019, 17(5): 408-410, 415.
- [25] DONG P F, MOZAFARI H, LEE J, et al. Mechanical performances of balloon post-dilation for improving stent expansion in calcified coronary artery: computational and experimental investigations [J]. *J Mech Behav Biomed Mater*, 2021, 121: 104609.
- [26] 于冬冬, 李为民. ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术中无复流现象研究的进展[J]. *心血管康复医学杂志*, 2021, 30(6): 717-721.
- YU D D, LI W M. Research progress of no-reflow phenomenon during PCI in patients with ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *Chin J Cardiovasc Rehabil Med*, 2021, 30(6): 717-721.
- [27] TASAR O, KARABAY A K, ODUNCU V, et al. Predictors and outcomes of no-reflow phenomenon in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention[J]. *Coron Artery Dis*, 2019, 30(4): 270-276.
- [28] ZHANG Z, LI W, WU W, et al. Myocardial reperfusion with tirofiban injection via aspiration catheter: efficacy and safety in STEMI patients with large thrombus burden [J]. *Herz*, 2020, 45(3): 280-287.
- [29] SABIN P, KOSHY A G, GUPTA P N, et al. Predictors of no-reflow during primary angioplasty for acute myocardial infarction, from Medical College Hospital, Trivandrum[J]. *Indian Heart J*, 2017, 69 Suppl 1(Suppl 1): S34-S45.
- (此文编辑 许雪梅)