

• 论著—临床研究 •  
心力衰竭

## 经皮冠状动脉介入治疗和左室射血分数恢复对慢性完全闭塞合并射血分数轻度降低的心力衰竭患者预后的影响

王星<sup>1</sup> 高路<sup>1</sup> 史慧婷<sup>1</sup> 杜家琦<sup>1</sup> 张彦周<sup>1</sup>

**[摘要]** **目的:**探讨成功经皮冠状动脉介入治疗慢性完全闭塞病变(CTO-PCI)和左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)恢复对CTO合并射血分数轻度降低的心力衰竭(heart failure with mildly reduced ejection fraction, HFmrEF)患者预后的影响,并探讨LVEF恢复的影响因素。**方法:**选取2018年1月—2019年3月于郑州大学第一附属医院就诊的CTO合并HFmrEF且接受PCI治疗的患者138例,根据CTO是否开通分为开通组(63例)和未开通组(75例)。将随访患者治疗1年后LVEF $\geq 50\%$ 定义为LVEF恢复,收集并比较2组患者基线资料、治疗后3年内主要心脑血管不良事件(major adverse cardiac and cerebrovascular events, MACCE)发生情况,包括全因死亡、心源性死亡、非致死性心肌梗死、再次血运重建、心力衰竭再住院及脑卒中。**结果:**治疗3年后开通组总MACCE发生率低于未开通组(22.2% vs 46.7%,  $P=0.003$ )。Kaplan-Meier曲线显示开通组治疗后3年内总MACCE累积发生率低于未开通组(log-rank  $P=0.003$ )。多因素Cox回归分析显示CTO-PCI( $HR=0.524, 95\% CI: 0.277\sim 0.991, P=0.047$ )和LVEF恢复( $HR=0.498, 95\% CI: 0.256\sim 0.971, P=0.041$ )是治疗后3年内总MACCE发生的独立保护因素。多因素logistic回归显示CTO-PCI、eGFR和基线LVEF是治疗1年后LVEF恢复的独立影响因素(均 $P<0.05$ )。**结论:**CTO-PCI开通CTO病变和LVEF恢复的CTO合并HFmrEF患者的MACCE发生率更低,预后更好。CTO-PCI、eGFR和基线LVEF是LVEF恢复的独立影响因素。

**[关键词]** 经皮冠状动脉介入治疗;左室射血分数恢复;慢性完全闭塞病变;射血分数轻度降低的心力衰竭;预后

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2023.04.009

[中图分类号] R541.4 [文献标志码] A

## Effects of percutaneous coronary intervention and recovery of left ventricular ejection fraction on the prognosis of patients with chronic total occlusion and heart failure with a mildly reduced ejection fraction

WANG Xing GAO Lu SHI Huiting DU Jiaqi ZHANG Yanzhou

(Department of Cardiology, The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, 450052, China)

Corresponding author: ZHANG Yanzhou, E-mail: yzzhang6@163.com

**Abstract Objective:** To explore the effect of the successful percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion(CTO-PCI) and recovery of left ventricular ejection fraction(LVEF) on the prognosis of patients with CTO and heart failure with mildly reduced ejection fraction(HFmrEF), and to explore the influencing factors of LVEF recovery. **Methods:** A total of 138 patients with CTO combined with HFmrEF who received PCI treatment in the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University from January 2018 to March 2019 were selected and divided into the open group( $n=63$ ) and the unopened group( $n=75$ ) according to whether the CTO lesions were opened or not. LVEF $\geq 50\%$  after 1 year of follow-up treatment was defined as LVEF, and the baseline data and the incidence of major adverse cardiovascular and cerebrovascular events(MACCE) within 3 years after treatment

<sup>1</sup>郑州大学第一附属医院心内科(郑州,450052)

通信作者:张彦周, E-mail: yzzhang6@163.com

引用本文:王星,高路,史慧婷,等.经皮冠状动脉介入治疗和左室射血分数恢复对慢性完全闭塞合并射血分数轻度降低的心力衰竭患者预后的影响[J].临床心血管病杂志,2023,39(4):276-281. DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2023.04.009.

were collected and compared between the two groups, including all-cause death, cardiac death, non-fatal myocardial infarction, revascularization, heart failure rehospitalization and stroke. **Results:** After 3 years of treatment, the incidence of total MACCE in the open group was lower than that in the unopened group ( $P=0.003$ ). The Kaplan-Meier curve showed that the cumulative incidence of total MACCE within 3 years after treatment in the open group was lower than that in the unopened group (log-rank  $P=0.003$ ). Multivariate Cox regression analysis showed that CTO-PCI ( $HR=0.524$ , 95%  $CI: 0.277-0.991$ ,  $P=0.047$ ) and LVEF recovery ( $HR=0.498$ , 95%  $CI: 0.256-0.971$ ,  $P=0.041$ ) were independent protective factors for the development of total MACCE within 3 years after treatment. Multivariate logistic regression showed that CTO-PCI, eGFR and baseline LVEF were independent influencing factors of LVEF recovery after 1 year of treatment (all  $P<0.05$ ). **Conclusion:** CTO-PCI opening CTO lesions and LVEF recovery are associated with lower MACCE incidence and better prognosis in patients with CTO and HFmrEF. CTO-PCI, eGFR, and baseline LVEF were independent factors for LVEF recovery.

**Key words** percutaneous coronary intervention; left ventricular ejection fraction recovery; chronic total occlusion; heart failure with mildly reduced ejection fraction; prognosis

射血分数轻度降低的心力衰竭(heart failure with mildly reduced ejection fraction, HFmrEF)是指左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)为41%~49%的心力衰竭(心衰)<sup>[1]</sup>,约占心衰患者总数的12%~25%<sup>[2]</sup>。HFmrEF患者最常见的病因是冠心病<sup>[3]</sup>,在最佳药物治疗基础上,经皮冠状动脉介入(percutaneous coronary intervention, PCI)治疗是缓解此类患者症状、改善预后的手段之一。冠状动脉(冠脉)慢性完全闭塞(chronic total occlusions, CTO)是冠心病常见的一种类型,指前向血流TIMI 0级且病程大于3个月的冠脉完全闭塞<sup>[4]</sup>,发病率约占冠心病的20%<sup>[5]</sup>。目前CTO-PCI的实施在技术上仍具有挑战性,其操作难度大、手术时间长、成功率较低<sup>[6]</sup>,开通CTO病变患者是否获益尚无定论。CTO合并HFmrEF患者PCI治疗后部分患者LVEF会恢复,LVEF恢复对预后的影响仍需研究。本研究旨在评估CTO-PCI开通CTO病变和LVEF恢复对CTO合并HFmrEF患者预后的影响。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

回顾性初始入选2018年1月—2019年3月于郑州大学第一附属医院就诊治疗的CTO合并HFmrEF且接受PCI治疗的患者152例,失访14例,最终入选患者138例。根据CTO是否开通分为开通组(63例)和未开通组(75例),未开通组包括未尝试开通患者66例和开通失败患者9例,开通成功率为87.50%(63/72)。将随访患者治疗1年后LVEF $\geq 50\%$ 定义为LVEF恢复,收集并比较2组患者基线资料、治疗后3年内主要心脑血管不良事件(major adverse cardiac and cerebrovascular events, MACCE)发生情况。纳入标准:①冠状动脉造影(CAG)结合病史诊断为存在CTO病变;②符合HFmrEF诊断标准<sup>[1]</sup>;③非CTO病变行完全血运重建,即狭窄 $\geq 75\%$ 的非CTO病变均行经皮介入治疗。排除标准:①3个月内发生急性心肌梗

死;②存在消化道大量出血病史、合并脑出血及主动脉夹层;③瓣膜病、心肌病导致的严重心衰;④合并严重肝肾功能不全、肿瘤、妊娠、严重感染、严重血液系统疾病。本研究经过我院伦理委员会批准(No:2018-KY-47)。

### 1.2 方法

**1.2.1 基线资料收集** 收集2组患者的一般资料(年龄、性别、吸烟史、体重指数、高血压、卒中史、糖尿病、冠心病家族史、既往心肌梗死病史、外周动脉硬化、心律失常)、检验结果[N末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、血红蛋白、甘油三酯、总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、估测肾小球滤过率(eGFR)、基线LVEF]、用药情况[ $\beta$ 受体阻滞剂、血管紧张素转化酶抑制剂/血管紧张素II受体拮抗剂/血管紧张素受体脑啡肽酶抑制剂(ACEI/ARB/ARNI)、螺内酯、利尿剂]、介入手术资料(侧支循环情况、SYNTAX评分、J-CTO评分、CTO病变位置、冠脉多支病变、手术并发症)。

**1.2.2 治疗方法** 所有患者冠脉造影前双联抗血小板药物服用量达到负荷剂量(阿司匹林300 mg、氯吡格雷300 mg或替格瑞洛180 mg),术中根据指南及病情选择抗凝方案,术后患者维持阿司匹林(100 mg, qd)、氯吡格雷(75 mg, qd)或替格瑞洛(90 mg, bid)至少1年,其余药物根据指南及患者病情制定个体化给药方案。CTO-PCI术均由经验丰富的术者完成,多支血管CTO病变CTO-PCI成功定义为主要血管CTO病变成功开通,术后病变残余狭窄 $< 30\%$ ,前向血流TIMI 3级。开通组CTO与非CTO病变行同期介入治疗,治疗顺序由术者决定。

**1.2.3 随访** 通过医院病案系统和电话随访收集患者治疗1年后LVEF和治疗后3年内MACCE发生情况。MACCE包括全因死亡、心源性死亡、非致死性心肌梗死、再次血运重建、心衰再住院及脑卒中。全因死亡定义为任何原因导致的死亡。心源性死亡定义为心脏原因导致的死亡。非致死

性心肌梗死根据第4版心肌梗死通用定义。卒中包括脑出血和脑梗死。

### 1.3 统计学处理

采用SPSS 25.0统计软件进行数据分析。正态分布的计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示,组间比较采用两独立样本 $t$ 检验,同组治疗前后比较采用配对 $t$ 检验;非正态分布的以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,以秩和检验进行比较。计数资料以例数或百分比(%)表示,比较采用 $\chi^2$ 检验或校正 $\chi^2$ 检验。采用二分类logistic回归来分析治疗1年后LVEF恢复的预测因素。采用Kaplan-Meier生存曲线显示2组患者治

疗后3年内总MACCE累积发生率,并用log-rank检验比较组间差异。采用Cox比例风险模型分析治疗后3年内总MACCE发生的预测因素。采用线性回归多重共线性诊断判断自变量之间有无共线性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 基线资料

开通组前降支CTO病变比例高于未开通组,多支血管病变比例低于未开通组(均 $P < 0.05$ ),2组其余基线资料差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表1。

表1 2组患者基线资料比较  
Table 1 Comparison of baseline data between two groups 例(%), $\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$

项目	开通组(63例)	未开通组(75例)	$t/\chi^2/Z$	$P$ 值
一般资料				
年龄/岁	64.24±11.23	65.35±9.91	0.616	0.539
男性	44(69.8)	53(70.7)	0.011	0.916
体重指数/( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )	23.94±1.63	23.73±0.75	0.965	0.336
高血压	35(55.6)	45(60.0)	0.278	0.598
冠心病家族史	8(12.7)	9(12.0)	0.015	0.901
糖尿病	16(25.4)	29(38.7)	2.744	0.098
吸烟史	25(39.7)	35(46.7)	0.680	0.410
卒中史	17(27.0)	11(14.7)	3.212	0.073
既往心肌梗死病史	23(36.5)	31(41.3)	0.335	0.563
外周动脉粥样硬化	21(33.3)	31(41.3)	0.933	0.334
心律失常	11(17.5)	22(29.3)	2.653	0.103
检验结果				
血红蛋白/( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	132.43±14.93	129.07±16.22	1.259	0.210
总胆固醇/( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	3.72±0.83	3.59±0.83	0.885	0.378
甘油三酯/( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	1.26(1.01, 2.01)	1.16(0.95, 1.53)	1.007	0.314
HDL-C/( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	1.02±0.26	1.00±0.28	0.341	0.734
LDL-C/( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	2.37±0.80	2.22±0.73	1.147	0.253
eGFR/[ $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73\text{m}^2)^{-1}$ ]	88.33±14.38	83.53±17.43	1.742	0.084
NT-proBNP/( $\text{ng} \cdot \text{L}^{-1}$ )	1 579.0(1 214.0, 2 900.0)	1 860.0(1 231.9, 2 581.5)	0.562	0.574
基线LVEF/%	45.53±2.67	45.39±2.68	0.094	0.759
用药情况				
螺内酯	34(54.0)	45(60.0)	0.509	0.476
$\beta$ 受体阻滞剂	54(85.7)	58(77.3)	1.573	0.210
ACEI/ARB/ARNI	41(65.1)	57(76.0)	1.984	0.159
利尿剂	28(44.4)	38(50.7)	0.509	0.476
介入手术资料				
Rentrop分级 $\geq 2$ 级	33(52.4)	35(46.7)	0.447	0.504
SYNTAX评分/分	23.18±5.97	22.96±5.97	0.210	0.834
J-CTO评分/分	1.35±0.65	1.37±0.60	0.163	0.871
CTO病变位置				
前降支	34/79(43.0)	29/114(25.4)	6.574	0.010
回旋支	17/79(21.5)	39/114(34.2)	3.649	0.056
右冠脉	28/79(35.4)	46/114(40.4)	0.475	0.490
冠脉多支病变	52(82.5)	71(94.7)	5.197	0.023
手术并发症	13(20.6)	2/9(22.2)	0.000	1.000

### 2.2 LVEF 恢复情况

治疗 1 年后开通组 LVEF 高于未开通组 [(51.16 ± 5.81)% vs (47.44 ± 6.95)%],  $P < 0.05$ , 2 组患者共有 57 例 LVEF 恢复, 其中开通组 33 例 (52.4%), 未开通组 24 例 (32.0%), 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 5.866, P = 0.015$ )。对所有变量行单因素 logistic 回归分析, 并将  $P < 0.2$  的变量 (包括 CTO-PCI、冠心病家族史、eGFR、基线 LVEF) 行多因素 logistic 回归分析 (自变量之间无共线性) 显示 CTO-PCI ( $OR = 2.371, 95\% CI: 1.114 \sim 5.049, P = 0.025$ )、eGFR ( $OR = 1.032, 95\% CI: 1.004 \sim 1.061, P = 0.027$ ) 和基线 LVEF ( $OR = 1.314, 95\% CI: 1.129 \sim 1.529, P < 0.001$ ) 是治疗 1 年后 LVEF 恢复的独立保护因素。见表 2。

表 2 LVEF 恢复的多因素 logistic 回归分析  
Table 2 Multivariate logistic regression analysis of LVEF recovery

变量	OR	95%CI	P 值
CTO-PCI	2.371	1.114~5.049	0.025
eGFR	1.032	1.004~1.061	0.027
基线 LVEF	1.314	1.129~1.529	<0.001

### 2.3 MACCE 发生情况

治疗 3 年后, 开通组总 MACCE 发生率低于未开通组, 差异有统计学意义 ( $P = 0.003$ ); 开通组全因死亡、心源性死亡、非致死性心肌梗死、再次血运重建、心衰再住院及脑卒中发生率低于未开通组, 但差异无统计学意义 (均  $P > 0.05$ )。见表 3。Kaplan-Meier 生存曲线显示开通组患者治疗后 3 年内总 MACCE (log-rank  $P = 0.003$ ) 累积发生率低于未开通组。见图 1。对所有变量行单因素 Cox 回归分析并将  $P < 0.2$  的变量 (包括 CTO-PCI、LVEF 恢复、糖尿病、eGFR、 $\beta$  受体阻滞剂) 行多因素 Cox 回归分析 (自变量之间无共线性) 显示 CTO-PCI ( $HR = 0.524, 95\% CI: 0.277 \sim 0.991, P = 0.047$ )、LVEF 恢复 ( $HR = 0.498, 95\% CI: 0.256 \sim 0.971, P = 0.041$ )、患糖尿病 ( $HR = 2.043, 95\% CI: 1.137 \sim 3.670, P = 0.017$ ) 是治疗后 3 年内总 MACCE 发生的独立危险因素。见表 4。

### 3 讨论

与单纯最佳药物治疗相比, 联合 CTO-PCI 开通 CTO 病变对 CTO 患者预后的影响存在相互矛盾的结论。EuroCTO 试验<sup>[7]</sup>按 2:1 方式随机分配 396 例患者接受 CTO-PCI 与最佳药物治疗, 发现 2 组患者治疗后 1 年的心血管事件发生率没有差异。DECISION-CTO<sup>[8]</sup>和 IMPACTOR-CTO<sup>[9]</sup>试验也发现 CTO-PCI 组与 OMT 组长期预后没有

显著差异。不过也有研究表明, CTO-PCI 可减少患者心血管不良事件发生率, 改善患者预后。Me-hra 等<sup>[10]</sup>对于 1791 例 CTO 患者的回归分析表明, 与介入治疗失败相比, 成功行 CTO-PCI 可显著降低患者 5 年全因死亡率 (4.5% vs 17.2%,  $P < 0.0001$ )。Khan 等<sup>[11]</sup>的荟萃分析显示, 与单纯 OMT 相比, CTO-PCI 组的长期死亡率较低。

表 3 2 组患者治疗 3 年后 MACCE 发生情况  
Table 3 Incidences of MACCE between two groups after 3 years of treatment

项目	开通组 (63 例)	未开通组 (75 例)	$\chi^2$	P 值
全因死亡	3(4.8)	6(8.0)	0.178	0.674 <sup>a)</sup>
心源性死亡	2(3.2)	4(5.3)	0.040	0.841 <sup>a)</sup>
非致死性心肌梗死	5(7.9)	10(13.3)	1.029	0.310
再次血运重建	7(11.1)	17(22.7)	3.182	0.074
心衰再住院	6(9.5)	13(17.3)	1.759	0.185
脑卒中	2(3.2)	3(4.0)	0.000	1.000 <sup>a)</sup>
总 MACCE	14(22.2)	35(46.7)	8.934	0.003

注: <sup>a)</sup> 采用校正  $\chi^2$  检验。

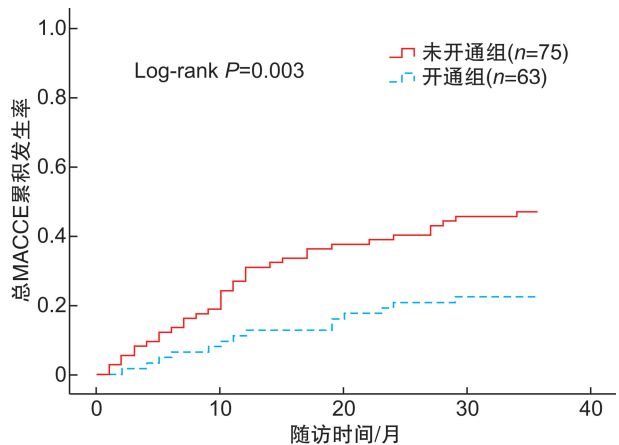


图 1 2 组患者治疗后 3 年内总 MACCE 累积发生率 Kaplan-Meier 曲线

Figure 1 Kaplan-Meier curve of cumulative incidences of total MACCE within 3 years after treatment between two groups

表 4 总 MACCE 的多因素 Cox 回归分析  
Table 4 Multivariate Cox regression analysis of total MACCE

变量	HR	95%CI	P 值
CTO-PCI	0.524	0.277~0.991	0.047
LVEF 恢复	0.498	0.256~0.971	0.041
糖尿病	2.043	1.137~3.670	0.017

本研究显示 CTO-PCI 开通 CTO 病变能够更好地改善 CTO 合并 HFmrEF 患者的预后, 机制可



能为:CTO-PCI开通了病变血管,改善了供血区域的心肌缺血,挽救了更多顿抑和冬眠的心肌细胞,抑制了心肌重塑<sup>[12]</sup>,同时,开通CTO病变降低了病变血管对侧支循环血管的依赖程度,提高了心肌对未来不良心血管事件的耐受性<sup>[13]</sup>。CTO病变患者冠脉会形成不同程度的侧支循环<sup>[14]</sup>,有研究表明,良好的侧支循环可以提供相当于存在90%狭窄的冠脉血流,可以满足静息时心肌需氧,但即使形成了良好地侧支循环,仍存在心肌缺血,不能满足活动时的心肌需氧,这也为开通CTO闭塞血管能更好地改善患者的心功能和预后提供了理论依据<sup>[15]</sup>。目前世界上有经验的中心CTO-PCI的成功率已经超过90%,且并发症发生率较低,使得该手术成为晚期冠脉疾病患者的一种有效的治疗选择<sup>[16]</sup>。目前CTO-PCI在我国PCI指南和ESC/EACTS血运重建指南中为IIa类推荐。

研究显示,LVEF波动是心衰患者对治疗反应简单和可靠的指标,LVEF恢复是心脏功能和结构逆向重塑的重要标志<sup>[17]</sup>。LVEF改善或恢复的心衰患者较无LVEF改善的患者具有更好的预后<sup>[18]</sup>。Kalogeropoulos等<sup>[19]</sup>的研究将既往LVEF $\leq 40\%$ ,当前LVEF $>40\%$ 的心衰定义为射血分数恢复的心衰,他们发现这类心衰患者与LVEF保留和LVEF降低的心衰患者相比,死亡率更低,住院频率更低。Savarese等<sup>[20]</sup>也发现,与LVEF稳定的患者相比,过渡到更好的收缩功能组与死亡或住院复合终点的风险显著降低有关。这与本研究的结果一致,即LVEF恢复的CTO合并HFmrEF患者的MACCE发生率更低,预后更好,原因可能是心肌存活时的血运重建与改善心室重塑的抗心衰药物共同作用促进心室逆重构,同时伴有更有利的神经激素特征<sup>[21]</sup>,并显著增加LVEF,最终改善患者预后。

本研究发现CTO-PCI、eGFR和基线LVEF是治疗1年后LVEF恢复的独立影响因素。与本研究结果相似,Cardona等<sup>[22]</sup>通过心脏MRI分析发现,LVEF $\leq 40\%$ 的患者行CTO-PCI后LVEF明显提高。目前多数研究显示成功的CTO-PCI提高患者LVEF,可能与血运重建后心脏灌注改善,缺血负荷减轻,促进心室逆重构有关。肾功能对LVEF的影响可能与水钠潴留,肾素-血管紧张素-醛固酮系统激活及毒素蓄积损伤心肌等有关。基线LVEF较高是LVEF恢复的保护因素可能是因为基线LVEF较高时,仅需轻微改善心功能即可达到LVEF恢复,这可能相对容易。

本研究中开通组CTO病变前降支比例明显高于未开通组,可能是因为前降支供应左室前壁中下部及室间隔前2/3心肌,供血心肌范围较大,重要性较高,开通前降支CTO病变患者可能有更大获

益,因此相较于供血范围相对较小的右冠与回旋支,术者可能更倾向于开通前降支CTO病变。EXPLORE试验<sup>[23]</sup>CTO病变位于前降支的亚组分析显示,与单纯药物治疗组相比,CTO-PCI组患者LVEF显著升高,而CTO病变位于右冠与回旋支的患者2种治疗方式LVEF无明显差异,也说明开通前降支CTO病变患者可能有更大获益。

本研究中开通组多支血管病变比例低于未开通组,可能是多支血管病变患者CTO病变相对复杂,合并症较多,开通难度大,成功率相对较低,术后并发症相对较高,且多支血管病变患者多合并糖尿病、高血压,PCI术后预后改善可能不够明显,术者可能倾向于暂不开通CTO病变。本研究多因素Cox回归分析显示糖尿病是治疗后3年内总MACCE发生的独立危险因素,可能是糖尿病患者内皮细胞功能障碍、微循环结构异常、冠脉粥样硬化加速等导致预后较差。

综上所述,CTO-PCI开通CTO病变和LVEF恢复的CTO合并HFmrEF患者的MACCE发生率更低,预后更好。CTO-PCI、eGFR和基线LVEF是LVEF恢复的独立影响因素。本研究是单中心、回顾性分析,样本量较小,随访时间较短,研究结果仍需要多中心、大样本量、随机对照试验进一步验证。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] Bozkurt B, Coats A, Tsutsui H, et al. Universal definition and classification of heart failure: a report of the Heart Failure Society of America, Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Japanese Heart Failure Society and Writing Committee of the Universal Definition of Heart Failure; Endorsed by the Canadian Heart Failure Society, Heart Failure Association of India, Cardiac Society of Australia and New Zealand, and Chinese Heart Failure Association [J]. *Eur J Heart Fail*, 2021, 23(3): 352-380.
- [2] Shang Z, Wang X, Gao W. Heart failure with mildly reduced ejection fraction: emerging frontiers in clinical characteristics, prognosis, and treatment [J]. *Rev Cardiovasc Med*, 2022, 23(1): 30.
- [3] 王华,李莹莹,柴珂,等.中国住院心力衰竭患者流行病学及治疗现状[J]. *中华心血管病杂志*, 2019(11): 865-874.
- [4] Koelbl CO, Nedeljkovic ZS, Jacobs AK. Coronary Chronic Total Occlusion (CTO): A Review [J]. *Rev Cardiovasc Med*, 2018, 19(1): 33-39.
- [5] Galassi AR, Brilakis ES, Boukhris M, et al. Appropriateness of percutaneous revascularization of coronary chronic total occlusions: an overview [J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(35): 2692-2700.
- [6] 申学谦,史雨晨,见闻,等.冠状动脉慢性完全闭塞中

- 胶原酶辅助介入治疗研究进展[J]. 临床心血管病杂志, 2022, 38(12): 951-954.
- [7] Werner GS, Martin-Yuste V, Hildick-Smith D, et al. A randomized multicentre trial to compare revascularization with optimal medical therapy for the treatment of chronic total coronary occlusions[J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(26): 2484-2493.
- [8] Brilakis ES, Mashayekhi K, Burke MN. How DECISSION-CTO Can Help Guide the Decision to Perform Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention[J]. *Circulation*, 2019, 139(14): 1684-1687.
- [9] Obedinskiy AA, Kretov EI, Boukhris M, et al. The IMPACTOR-CTO Trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2018, 11(13): 1309-1311.
- [10] Patel MR, Marso SP, Dai D, et al. Comparative effectiveness of drug-eluting versus bare-metal stents in elderly patients undergoing revascularization of chronic total coronary occlusions: results from the National Cardiovascular Data Registry, 2005-2008 [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2012, 5(10): 1054-1061.
- [11] Khan AA, Khalid MF, Ayub MT, et al. Outcomes of Percutaneous Coronary Intervention Versus Optimal Medical Treatment for Chronic Total Occlusion: A Comprehensive Meta-analysis[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2021, 46(3): 100695.
- [12] 畅晓燕, 赵江峰. 经皮冠状动脉介入治疗慢性完全闭塞病变对患者心脏功能的影响[J]. 临床心血管病杂志, 2021, 37(3): 220-223.
- [13] Ybarra LF, Rinfret S. Why and How Should We Treat Chronic Total Occlusion? Evolution of State-of-the-Art Methods and Future Directions[J]. *Can J Cardiol*, 2022, 38(10 Suppl1): S42-S53.
- [14] 于子翔, 董佳佳, 赵龙, 等. 冠状动脉慢性完全闭塞病变侧支循环的预测因素和预后意义[J]. 临床心血管病杂志, 2021, 37(8): 705-709.
- [15] de Marchi SF, Streuli S, Haefeli P, et al. Determinants of prognostically relevant intracoronary electrocardiogram ST-segment shift during coronary balloon occlusion[J]. *Am J Cardiol*, 2012, 110(9): 1234-1239.
- [16] Lee SW, Lee PH, Ahn JM, et al. Randomized Trial Evaluating Percutaneous Coronary Intervention for the Treatment of Chronic Total Occlusion [J]. *Circulation*, 2019, 139(14): 1674-1683.
- [17] Wybraniec MT, Orszulak M, Męcka K, et al. Heart Failure with Improved Ejection Fraction: Insight into the Variable Nature of Left Ventricular Systolic Function[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(21): 14400.
- [18] Perry A, Loh F, Adamo L, et al. Unsupervised cluster analysis of patients with recovered left ventricular ejection fraction identifies unique clinical phenotypes [J]. *PLoS One*, 2021, 16(3): e0248317.
- [19] Kalogeropoulos AP, Fonarow GC, Georgiopoulou V, et al. Characteristics and Outcomes of Adult Outpatients With Heart Failure and Improved or Recovered Ejection Fraction [J]. *JAMA Cardiol*, 2016, 1(5): 510-518.
- [20] Savarese G, Vedin O, D'Amario D, et al. Prevalence and Prognostic Implications of Longitudinal Ejection Fraction Change in Heart Failure [J]. *JACC Heart Fail*, 2019, 7(4): 306-317.
- [21] Basuray A, French B, Ky B, et al. Heart failure with recovered ejection fraction: clinical description, biomarkers, and outcomes [J]. *Circulation*, 2014, 129(23): 2380-2387.
- [22] Cardona M, Martín V, Prat-Gonzalez S, et al. Benefits of chronic total coronary occlusion percutaneous intervention in patients with heart failure and reduced ejection fraction: insights from a cardiovascular magnetic resonance study [J]. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2016, 18(1): 78.
- [23] Henriques JP, Hoebbers LP, Råmunddal T, et al. Percutaneous Intervention for Concurrent Chronic Total Occlusions in Patients With STEMI: The EXPLORE Trial [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 68(15): 1622-1632.

(收稿日期: 2022-11-16)