·临床研究·

罪犯血管再灌注后QFR、AMR与ST段抬高型心肌梗死患者PCI术后远期不良预后的关系

刘华影，赵鑫蕊，王彬彬
唐山市中医医院心血管科，河北唐山063000

摘要：目的 探讨罪犯血管再灌注后定量血流分数（QFR）、微血管阻力（AMR）与ST段抬高型心肌梗死（STEMI）患者经皮冠状动脉介入治疗（PCI）术后远期预后的关系。**方法** 选取成功接受PCI的STEMI患者387例，于罪犯血管再灌注后基于冠状动脉造影图像计算QFR、AMR。随访2年，记录患者不良心血管事件发生情况，随访期间发生不良心血管事件则为不良预后。采用多因素Logistic回归分析STEMI患者PCI术后远期不良预后的影响因素，受试者工作特征（ROC）曲线和决策曲线分析（DCA）评价QFR、AMR对STEMI患者PCI术后远期不良预后的预测效能及临床净获益。**结果** 随访2年，387例STEMI患者PCI术后共有135例（34.88%）预后不良。与不良预后良好患者比较，预后不良患者年龄、糖尿病比例、Gensini评分、心肌肌钙蛋白I、肌酸激酶同工酶MB水平及AMR更高，冠状动脉病变支数更多，支架长度更长，支架直径更短，QFR更低（P均<0.05）。多因素Logistic回归分析显示，年龄增大、Gensini评分升高、冠状动脉多支病变、AMR升高为STEMI患者PCI术后远期不良预后的独立危险因素，QFR升高为独立保护因素（P均<0.05）。构建QFR与AMR的联合预测模型为Logit（P）=3.209−1.517×QFR+0.317×AMR。QFR联合AMR及二者单独预测STEMI患者PCI术后远期不良预后的ROC曲线下面积（AUC）分别为0.898、0.808、0.835，灵敏度分别为85.19%、72.59%、80.74%，特异度分别为82.54%、70.63%、71.83%，二者联合预测的AUC更高（P均<0.05）。DCA结果显示，在3%～95%阈值概率内，二者联合预测的临床净获益高于QFR、AMR单独预测。**结论** 罪犯血管再灌注后QFR降低和AMR升高为STEMI患者PCI术后远期不良预后的独立影响因素，二者联合评估对不良预后的预测价值及临床净获益更高。

关键词：ST段抬高型心肌梗死；经皮冠状动脉介入治疗；定量血流分数；微血管阻力；远期预后；预测效能

doi：10.3969/j.issn.1002-266X.2026.07.024

中图分类号：R542.22　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1002-266X（2026）07-0122-06

开放科学（资源服务）标识码（OSID）

Relationships of QFR and AMR after culprit vessel reperfusion with poor long-term prognosis after PCI in patients with STEMI

LIU Huaying, ZHAO Xinrui, WANG Binbin

Department of Cardiology, Tangshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Tangshan 063000, *China*

Abstract: Objective To investigate the relationships of quantitative flow ratio (QFR) and angiography-derived microvascular resistance (AMR) after culprit vessel reperfusion with long-term prognosis in patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) after percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods** A total of 387 patients with STEMI who successfully underwent PCI were enrolled. QFR and AMR were calculated based on coronary angiographic images after culprit vessel reperfusion. All patients were followed up for 2 years. Major adverse cardiovascular events occurring during follow-up were recorded, and patients who experienced major adverse cardiovascular events (MACEs) were classified as having a poor prognosis. Multivariate Logistic regression analysis was performed to identify the factors associated with poor long-term prognosis after PCI in patients with STEMI. Receiver operating characteristic (ROC) curve and decision curve analysis (DCA) were used to evaluate the predictive performance and clinical net benefit of QFR and AMR for poor long-term prognosis after PCI. **Results** During the 2-year follow-up, 135 of the 387 patients (34.88%) experienced poor prognosis. Compared with patients with good prognosis, those with poor prognosis were older, had a higher proportion of diabetes mellitus, higher Gensini scores, higher levels of cardiac troponin I, creatine kinase-MB, and AMR,

基金项目：河北省中医药类科研计划项目（2022286）。

第一作者简介：刘华影（1987-），女，本科，主治医师，主要研究方向为冠心病的诊疗。E-mail：17399775103@163.com

more diseased coronary vessels, longer stent length, smaller stent diameter, and lower QFR (all $P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that older age, higher Gensini score, multivessel coronary artery disease, and increased AMR were independent risk factors for poor long-term prognosis after PCI in patients with STEMI, whereas increased QFR was an independent protective factor (all $P<0.05$). The areas under the ROC curve (AUCs) for the combined assessment of QFR and AMR, QFR alone, and AMR alone were 0.898, 0.808, and 0.835, respectively, with sensitivities of 85.19%, 72.59%, and 80.74%, and specificities of 82.54%, 70.63%, and 71.83%, respectively. The combined model showed a significantly higher AUC than either QFR or AMR alone (both $P<0.05$). DCA demonstrated that the combined assessment provided a greater clinical net benefit than either QFR or AMR alone across threshold probabilities ranging from 3% to 95%. **Conclusions** Decreased QFR and increased AMR after culprit vessel reperfusion are independent factors associated with poor long-term prognosis after PCI in patients with STEMI. The combined assessment of QFR and AMR provides superior predictive performance and greater clinical net benefit for predicting poor long-term prognosis.

Key words: ST-segment elevation myocardial infarction; percutaneous coronary intervention; quantitative flow ratio; microvascular resistance; long-term prognosis; predictive performance

ST段抬高型心肌梗死(STEMI)是冠心病的危重类型,其主要治疗策略为经皮冠状动脉介入治疗(PCI),旨在尽快恢复闭塞血管的血流灌注[1-2]。虽然PCI能够迅速开通罪犯血管,显著改善冠状动脉大血管的血流动力学状态,降低急性期病死率,但部分患者PCI术后仍易发生主要不良心血管事件,危及生命安全[3-4]。研究发现,冠状动脉功能障碍是影响STEMI患者PCI术后预后的重要因素[5]。定量血流分数(QFR)是一种基于冠状动脉造影三维重建和血流动力学建模的功能学指标,主要用于评估冠状动脉大血管狭窄的功能,而基于此衍生的微血管阻力(AMR)可用于评估冠状动脉微循环阻力状态,且无需压力导丝及药物诱导最大充血,具有操作简便、无创等优势[6]。但目前针对STEMI患者PCI术后预后的研究多侧重于微血管功能层面,而同时结合大血管与微循环功能的双维度评估研究有限[7]。因此,本研究探讨罪犯血管再灌注后QFR、AMR与STEMI患者PCI术后远期预后的关系,从冠状动脉大血管与微循环综合评估不良预后风险,为患者风险分层及个体化治疗提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料 纳入标准:①年龄≥18岁;②初发STEMI,符合相关诊断标准[8];③发病至入院时间<12 h,并成功完成PCI;④接受冠状动脉造影检查;⑤临床资料完整。排除标准:①有冠状动脉介入史或心脏手术史;②存在冠状动脉造影禁忌证(如造影剂过敏、严重感染、无法耐受手术等);③合并其他严重心脏疾病、恶性肿瘤、血液系统疾病或严重肺、肝、肾等重要器官功能障碍;④合并自身免疫性疾病或近1个月内应用免疫抑制剂;⑤妊娠或哺乳期女性;⑥无法完成随访或随访资料缺失。采用连续入组法,最终纳入2021年1月—2023年5月在唐山市中医医院成功接受PCI的STEMI患者387例,其中男241例、女146例,年龄(61.00±7.81)岁,体重指数(BMI)为(24.62±3.41)kg/m^2。本研究经唐山市中医医院医学伦理委员会批准(202603005),回顾性研究豁免知情同意。

1.2 罪犯血管再灌注后QFR、AMR测算 STEMI患者PCI术前均采用GE Innova I3100-IQ数字减影血管造影系统行标准冠状动脉造影。采用自动注射泵稳定注入造影剂(流速4 mL/s),确保血管显影充分,最大限度减少血管重叠和运动伪影。完成罪犯血管再灌注后,保存相关冠状动脉造影图像,利用AccuFFR®angio(Plus)冠状动脉造影功能学分析系统对目标血管进行QFR与AMR计算。分析系统自动识别血管腔轮廓及主要分支边界,若自动识别效果不佳,则由经验丰富的分析师进行手动修正,以确保图像质量最佳。系统根据冠状动脉中心线长度及造影剂充盈时间计算血流速度,基于Murray分形定律重建参考血管直径,并结合血管分叉导致的压力下降效应,计算冠状动脉内压力分布及远端冠状动脉压力。QFR=病变远端冠状平均动脉压/平均主动脉压;AMR=病变远端冠状平均动脉压/血流速度。QFR及AMR测量和计算均由3名经验丰富的分析师独立完成,并通过交叉核对进行质量控制,且分析师在数据处理过程中对患者所有信息保持盲法,以减少测量偏倚。

1.3 随访及预后不良定义 所有STEMI患者PCI术后通过门诊或电话方式至少随访2年,随访截止到2025年5月或患者发生终点事件。本研究中预后不良定义为随访期间发生不良心血管事件,包括血运重建、再次心力衰竭入院、再发急性冠状动脉综合

征、心源性死亡、恶性心律失常等[9]。

1.4 统计学方法 采用SPSS 28.0统计软件。年龄、BMI、Gensini评分、心肌肌钙蛋白I(cTnI)、肌酸激酶同工酶MB(CK-MB)、血脂四项、入门至球囊扩张时间、支架数量、支架长度、支架直径、QFR及AMR等计量资料采用Kolmogorov-Smirnov进行正态性检验,符合正态分布时以$\bar{x} \pm s$表示,组间比较采用独立样本t检验;不符合正态分布的计量资料以$M(P_{25},P_{75})$表示,组间比较采用Mann-Whitney U检验。性别、吸烟史、饮酒史、既往病史、罪犯血管部位、冠状动脉病变支数和出院后应用药物等计数资料以例(%)表示,组间比较采用χ^2检验。采用多因素Logistic回归分析STEMI患者PCI术后远期预后不良的独立影响因素,并基于罪犯血管再灌注后QFR与AMR构建预测模型。采用受试者工作特征(ROC)曲线评价预测模型的效能,临床决策曲线分析(DCA)评估预测模型的临床实用性。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

387例STEMI患者PCI术后均完成2年随访,随访期间共有135例(34.88%)预后不良。

2.1 罪犯血管再灌注后QFR、AMR对STEMI患者PCI术后远期不良预后的影响 预后不良患者男92例,吸烟62例,饮酒73例,高脂血症60例,糖尿病48例,高血压77例,靶血管部位左前降支73例、左回旋支24例、右冠状动脉38例,冠状动脉病变单支15例、双支53例、多支67例,出院后应用药物阿司匹林130例、嘌呤能受体P2Y12抑制剂128例、β受体阻滞剂105例、血管紧张素转换酶抑制剂或血管紧张素受体阻滞剂100例、他汀类125例、硝酸酯类40例;预后良好患者分别为149例、101例、111例、90例、63例、126例、147例、39例、66例、99例、86例、67例、248例、246例、210例、198例、240例、80例。与预后良好患者相比,预后不良患者年龄、糖尿病比例、Gensini评分、cTnI、CK-MB水平及AMR更高,冠状动脉病变支数更多,支架长度更长,支架直径更短,QFR更低(P均<0.05)。见表1。

以PCI术后远期预后(预后不良=1,预后良好=0)为因变量,将具有临床意义的变量年龄(原值)、糖尿病(有/无=1/0)、Gensini评分(原值)、cTnI(原值)、CK-MB(原值)、冠状动脉病变支数(哑变量处理,以单支病变为参照)、支架长度(原值)、支架直径(原值)、QFR(原值)、AMR(原值)作为自变量。纳入回归分析前对所有自变量进行方差膨胀因子(VIF)共线性检验,结果显示所有自变量的VIF均小于5,无明显多重共线性,均可纳入多因素Logistic回归模型。多因素Logistic回归分析显示,年龄增大、Gensini评分升高、冠状动脉多支病变、AMR升高为STEMI患者PCI术后远期不良预后的独立危险因素,QFR升高为独立保护因素(P均<0.05)。见表2。

表1 不同预后STEMI患者计量临床资料及QFR、AMR比较[$\bar{x} \pm s$,$M(P_{25},P_{75})$]

计量资料	预后不良(n=135)	预后良好(n=252)	t/Z	P
年龄(岁)	62.79±8.20	60.04±7.44	3.352	<0.001
BMI(kg/m^2)	25.05±3.03	24.39±3.58	1.836	0.067
Gensini评分(分)	31.84(25.59, 42.02)	23.67(15.13,31.75)	7.471	<0.001
cTnI(μg/L)	23.23(18.67,30.88)	20.86(15.79,27.87)	2.186	0.029
CK-MB(ng/mL)	250.74(139.31,341.73)	189.24(126.07,305.35)	2.391	0.017
血脂四项				
总胆固醇(mmol/L)	5.55±1.04	5.46±1.09	0.776	0.438
甘油三酯(mmol/L)	1.82±0.47	1.78±0.32	0.941	0.347
高密度脂蛋白胆固醇(mmol/L)	1.12±0.27	1.16±0.16	1.564	0.120
低密度脂蛋白胆固醇(mmol/L)	3.11±0.32	3.07±0.34	1.119	0.264
入门至球囊扩张时间(min)	39.00(35.00,46.00)	38.00(31.00,44.00)	2.072	0.038
支架数量(个)	2.00(1.00,2.00)	2.00(1.00,2.00)	1.696	0.090
支架长度(mm)	23.14(19.99,31.03)	22.86(15.81,27.77)	2.479	0.013
支架直径(mm)	2.49(2.26,2.97)	2.80(2.38,3.10)	2.634	0.008
QFR	0.78(0.71,0.83)	0.87(0.81,0.90)	10.013	<0.001
AMR(mmHg·s/m)	300.38±46.83	239.48±41.92	13.069	<0.001

2.2 罪犯血管再灌注后QFR、AMR对STEMI患者PCI术后远期不良预后的预测价值 调整年龄、Gensini评分、病变支数后,QFR与AMR仍为STEMI患者PCI术后远期不良预后的独立影响因素(β分别

表2　STEMI患者PCI术后远期不良预后的多因素Logistic回归分析结果

变量	VIF	β	*SE*	Wald χ^2	*P*	*OR*(95% *CI*)
年龄增加	1.031	0.082	0.024	11.284	<0.001	1.085(1.035～1.139)
糖尿病	1.034	0.198	0.369	0.070	0.791	1.103(0.535～2.272)
Gensini评分增加	1.115	0.089	0.018	25.490	<0.001	1.093(1.056～1.132)
病变支数	1.079	-	-	12.078	0.002	-
双支	-	1.143	0.588	3.779	0.052	3.136(0.991～9.929)
多支	-	1.554	0.449	11.955	<0.001	4.728(1.960～11.407)
cTnI升高	1.082	0.015	0.019	0.639	0.424	1.015(0.979～1.053)
CK-MB升高	1.059	−0.001	0.001	0.645	0.422	0.999(0.996～1.097)
支架长度增加	1.048	0.046	0.024	3.758	0.053	1.047(0.999～1.097)
支架直径增加	1.021	0.319	0.254	1.584	0.208	1.376(0.836～2.263)
QFR升高	1.184	−1.640	0.267	37.618	<0.001	0.194(0.115～0.328)
AMR升高	1.234	0.283	0.046	38.697	<0.001	1.327(1.214～1.451)

为−1.517和0.317，*P*均<0.001）。基于此构建QFR与AMR的联合预测模型为Logit(*P*)=3.209−1.517×QFR+0.317×AMR。联合预测模型及QFR、AMR单独预测STEMI患者PCI术后远期不良预后的ROC曲线下面积（AUC）分别为0.898、0.808、0.835，灵敏度分别为85.19%、72.59%、80.74%，特异度分别为82.54%、70.63%、71.83%，二者联合预测的AUC更高（*P*均<0.05）。DCA结果显示，在3%～95%阈值概率内，二者联合预测的临床净获益高于QFR、AMR单独预测。见OSID码图1。

3　讨论

STEMI是由冠状动脉完全或近完全闭塞引起的严重缺血性心脏事件，可在短时间内造成大面积心肌坏死，尽管急诊行PCI能够迅速开通罪犯血管、恢复心肌血流灌注，但部分患者术后仍可因再灌注损伤、微循环灌注不足等原因发生多种不良心血管事件，远期预后仍不理想[10]。本研究中，STEMI患者PCI术后2年不良心血管事件发生率为34.88%，与相关研究报道的35.27%相近，提示STEMI患者PCI术后仍具有较高的远期风险[11]。因此，寻找能早期反映STEMI患者PCI术后冠状动脉功能状态并预测远期预后的可靠指标，对优化术后风险分层、个体化治疗策略及改善预后具有重要临床意义。

PCI术虽然能迅速开通闭塞的罪犯血管，但术后主要不良心血管事件的发生并非仅取决于罪犯血管再通情况。研究发现，冠状动脉功能障碍是导致STEMI患者PCI术后预后降低的重要原因，其机制涉及冠状动脉大血管与微血管的双重损害；一方面，大血管残余狭窄、斑块不稳定及血流动力学异常可持续限制心肌灌注，影响心肌功能恢复；另一方面，缺血再灌注损伤、炎症反应、内皮功能障碍及微血栓形成可导致冠状动脉微循环功能障碍，心肌组织灌注不足加重心肌损伤程度，最终影响预后[12-13]。传统功能学指标中，血流储备分数是冠状动脉狭窄部位血流动力学的经典指标，但其检测需置入压力导丝并诱导最大充血状态，受侵入性、血管扩张药物、操作复杂性、潜在并发症等因素影响，在STEMI患者中应用受到一定限制[14]。冠状动脉血流储备和微循环阻力指数是既往评估冠状动脉微血管功能主要参数，但前者易受心率、血压及心肌状态等因素影响，重复性较差；后者虽然能较准确反映微循环功能，但其测量同样依赖压力导丝和药物诱导最大充血状态，限制了其临床推广[15-16]。相比之下，QFR与AMR均基于常规冠状动脉造影图像计算，无需额外导丝及血管扩张药物，能在PCI过程中快速、无创地获得结果，兼具操作简便、重复性好及临床适用性强等优势，二者联合可同时评估心外膜冠状动脉及微循环功能，为STEMI患者PCI术后冠状动脉功能综合评价提供了新选择。

已有研究表明，QFR能较好地反映冠状动脉功能学狭窄程度，与STEMI患者PCI术后血管血运重建发生率及医疗费用相关，QFR≤0.80为非罪犯血管狭窄STEMI患者远期不良预后的独立影响因子[17-18]。AMR则能够有效评价冠状动脉微循环阻力，其升高提示微血管功能障碍，并与STEMI患者PCI术后左心室重构及心功能恢复不良相关[6,19]。但已有研究多关注QFR或AMR单一指标对STEMI患者PCI术后预后的影响，未系统评估二者联合评估的价值。本研究发现，QFR每升高0.1个单位，STEMI患者PCI术后远期不良预后风险降低80.6%；AMR每升高10个单位，PCI术后远期不良预后风险增加32.7%，与既往研究结果一致[20-21]。低

QFR提示PCI术后冠状动脉仍存在功能性狭窄，远端血流受限，容易在局部形成持续低灌注区，诱导血小板活化、微血栓形成以及心肌缺血，加重再狭窄和心肌损伤风险；同时，非罪犯血管血流动力学异常会改变整体冠状动脉灌注分布，导致不同区域心肌受血不均，增加局部应力负荷异常和心室重构的可能性，从而影响心功能恢复和远期预后[22-23]。相反，QFR升高则提示冠状动脉血流动力学状态改善，远端血流充分，能够减轻局部心肌缺血、降低血小板活化和微血栓形成风险，优化心肌灌注分布，减轻心肌重塑压力，为心功能恢复提供有利条件。AMR反映冠状动脉微循环阻力状态，其升高提示PCI术后微循环功能恢复不充分。STEMI患者PCI术后虽然罪犯血管已开通，但缺血再灌注损伤仍可导致血管内皮损伤、微血管痉挛、微血栓及炎症反应，造成冠状动脉微循环功能障碍，减少心肌灌注，诱发心肌细胞凋亡和纤维化，促进心室重构[24]。同时，微循环障碍可放大大血管残余狭窄或非罪犯血管功能异常的影响，使局部灌注异常，心肌代谢紊乱，且可降低心肌血流储备，限制远端心肌对运动或压力负荷的适应能力，从而增加PCI术后不良心血管事件风险，降低远期预后[25]。

本研究还发现，年龄增大、Gensini评分升高、冠状动脉多支病变等也是STEMI患者PCI术后远期不良预后的独立危险因素。随着年龄增长，冠状动脉结构及功能退化，血管顺应性下降，患者对缺血再灌注损伤的耐受能力减弱，更易发生不良心血管事件；Gensini评分越高提示冠状动脉病变越严重，血流动力学受限更明显，即使完成PCI治疗，仍可能存在较严重的整体冠状动脉功能异常；多支病变则提示冠状动脉广泛受累，非罪犯血管血流分布异常和微循环负荷更明显，从而增加不良预后风险。本研究ROC曲线显示，QFR、AMR均对STEMI患者PCI术后远期预后具有一定预测价值，且二者联合预测的AUC更高，二者联合可能更全面地反映STEMI患者PCI术后心肌灌注和血流动力学状态，预后预测价值更高。DCA进一步显示，在阈值概率3%～95%内，联合模型的临床净获益高于QFR、AMR单独预测。这提示临床在对患者进行术后风险分层时，通过同时评估QFR与AMR可更准确识别高危人群，为个体化随访、药物调整及再血运重建决策提供参考。

综上所述，罪犯血管再灌注后QFR降低和AMR升高与STEMI患者PCI术后远期不良预后有关，二者联合评估对远期不良预后有较高的预测价值及临床净获益。但本研究为单中心回顾性研究，样本量相对有限，可能存在选择偏倚。其次，QFR与AMR基于冠状动脉造影图像计算，仍可能受图像质量、造影角度及心率等因素影响，难以完全避免测量偏倚。此外，本研究未能与侵入性功能学指标进行直接对照验证。未来仍需开展多中心、前瞻性研究，并结合侵入性功能学及心脏影像学评估，进一步验证QFR与AMR在STEMI患者PCI术后风险分层及预后评估中的临床应用价值。

作者贡献：刘华影负责研究提出、设计，论文撰写及修订；赵鑫蕊负责研究过程的实施；王彬彬负责数据统计及分析。

利益冲突：所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献：

[1] 国家心血管病中心，中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告2024概要[J]. 中国循环杂志，2025，40(6)：521-559.

[2] RAO S V，ODONOGHUE M L，RUEL M，et al. 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI guideline for the management of patients with acute coronary syndromes：a report of the American college of cardiology/American heart association joint committee on clinical practice guidelines[J]. Circulation，2025，151(13)：771-862.

[3] 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. 经皮冠状动脉介入治疗指南(2025)[J]. 中华心血管病杂志，2025，53(7)：717-745.

[4] THRANE P G，OLESEN K K W，THIM T，et al. Temporal trends in cardiovascular events after primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction[J]. JACC Adv，2025，4(3)：101614.

[5] TROGER F，PAMMINGER M，POSKAITE P，et al. Clinical impact of persistent microvascular obstruction in CMR after reperfused STEMI[J]. Circ Cardiovasc Imaging，2025，18(6)：e017645.

[6] ZHANG Z，DAI Y，XUE P，et al. Prediction of microvascular obstruction from angio-based microvascular resistance and available clinical data in percutaneous coronary intervention：an explainable machine learning model[J]. Sci Rep，2025，15(1)：3045.

[7] 张慧，王黎，上官海娟，等. 基于心脏磁共振评估的冠状动脉微血管阻塞对急性ST段抬高型心肌梗死患者急诊经皮冠状动脉介入治疗术后预后的临床研究[J]. 中国介入心脏病学杂志，2025，33(6)：327-333.

[8] 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. 急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J]. 中华心血管病杂志，2019，47(10)：766-783.

[9] 曹干，邓毅凡，何胜虎，等. 乳酸脱氢酶与白蛋白比值与急性ST段抬高型心肌梗死急诊经皮冠状动脉介入治疗术后患者预

后的相关性研究[J]. 中国全科医学，2025，28(15)：1878-1883，1890.
[10] 王凯，李浩亮，汪麟，等. 急性ST段抬高型心肌梗死患者急诊PCI后左心室收缩功能障碍与心电图QRS时限的关系[J]. 山东医药，2024，64(23)：82-84.
[11] 李一萌，徐东霞，苑日康，等. 炎症负荷指数在ST段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术后临床预后评估中的价值[J]. 海军军医大学学报，2025，46(10)：1278-1289.
[12] KRIVICKAS Ž，BARAUSKAS M，JODKA N，et al. Outcomes from quantitative flow ratio-guided complete revascularization and angiography-guided percutaneous coronary intervention in patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Med Sci Monit，2025，31：e948085.
[13] SHA X，WANG W，WANG J，et al. Relationship between cardiometabolic index and post-PCI coronary microvascular dysfunction in acute STEMI patients[J]. J Multidiscip Healthc，2025，18：5591-5602.
[14] SALINAS-CASANOVA J A，JIMÉNEZ-FRANCO V A，JERJES-SANCHEZ C，et al. Diagnostic performance of quantitative flow ratio for the assessment of non-culprit lesions in myocardial infarction（QFR-OUTSMART）：systematic review and meta-analysis[J]. Catheter Cardiovasc Interv，2025，105(2)：308-320.
[15] WEN W，CHI Y，LIU M，et al. Assessment of coronary microvascular dysfunction by angiography-based index of microcirculatory resistance：an indirect meta-analysis[J]. Cardiology，2025，150(4)：389-405.
[16] 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.
[17] HOU S，ZHU X，ZHAO Q，et al. Quantitative flow ratio-guided staged percutaneous coronary intervention in patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Heliyon，2024，10(20)：e39335.
[18] 耿亮，周林，王兴旭，等. STEMI患者冠状动脉非罪犯血管狭窄血流动力学模式对远期预后的影响[J]. 中华心血管病杂志，2025，53(3)：260-267.
[19] 陈逸敏，李光，谢桂庭，等. 急性心肌梗死患者左心室重构与冠状动脉微循环及预后的相关性[J]. 岭南心血管病杂志，2024，30(2)：129-134.
[20] CHEN G，WESTRA J，YANG X，et al. A simple angio-based coronary flow assessment of culprit vessels in primary percutaneous coronary intervention is associated with long-term prognosis after ST-segment-elevation myocardial infarction[J]. Int J Cardiol，2024，409：132199.
[21] 安洁，陈心怡，赵国力，等. 应用QFR微循环阻力指数评估直接经皮冠状动脉治疗患者远期预后[J]. 心脏杂志，2025，37(4)：402-409.
[22] VACHA J，SPACEK M，KAMINEK M，et al. Comparison of myocardial perfusion study and invasive hemodynamic measurement of the significance of non-infarct-related residual stenoses in ST elevation myocardial infarction patients[J]. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub，2025，169(4)：281-287.
[23] DING S，ZHOU Z，ZOU Z，et al. Two-year outcomes of quantitative flow ratio-based physiology-guided percutaneous coronary intervention in patients with low-risk acute coronary syndrome：a prespecified secondary analysis of FAVOR III China[J]. EClinicalMedicine，2025，88：103461.
[24] ZHANG Z，DAI Q，ZHANG X，et al. Microcirculatory resistance based on a single angiographic view in ST-segment elevation myocardial infarction patients[J]. BMC Cardiovasc Disord，2025，25(1)：357.
[25] 高世毅，韩子晨，曾强，等. 冠状动脉微血管功能障碍的评估及其对ST段抬高型急性心肌梗死再灌注治疗的预测价值：基于QFR-AMR研究[J]. 南方医科大学学报，2025，45(12)：2767-2776.

（收稿日期：2026-01-23　编辑：杨敏艳）

（上接第79页）

[10] HAUSMANN J，LEFA F，FILMANN N，et al. Angled-tip vs straight-tip guidewire in ERCP：a randomized multicenter study[J]. Scand J Gastroenterol，2023，58(5)：565-571.
[11] CHEN W，XU B，TANG Q，et al. Preparation and properties of PDMS surface coating for ultra-low friction characteristics[J]. Langmuir，2023，39(41)：14605-14615.
[12] JIA Y，YANG Y，ZHANG H. Comparative study on the lubrication mechanism and performance of ionic and nonionic self-adhesive polymer coatings[J]. Langmuir，2024，40(15)：8271-8283.
[13] KOBAYASHI M，KATSUTA H，OHTSUKA K，et al. Comparison of guidewires for successful cannulation of biliary stenosis and targeting of biliary branches in ERCP[J]. Endosc Int Open，2023，11(9)：E805-E810.
[14] HAN S Y，JANG S I，KOH D H，et al. Efficacy of a newly developed guidewire for selective biliary cannulation：a multicenter randomized controlled trial[J]. J Clin Med，2023，12(10)：3440.
[15] BERAN A，ABOURSHEID T，ALI A H，et al. Predictors of post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis：a comprehensive systematic review and meta-analysis[J]. Clin Gastroenterol Hepatol，2025，23(11)：1905-1916.
[16] BAO J，WANG S，BAI B，et al. Comparison of preferred double guidewire technique and transpancreatic sphincterotomy for difficult biliary cannulation[J]. Sci Rep，2025，15(1)：41314.
[17] DE ASSIS L M，FUNARI M P，DE OLIVEIRA L B，et al. Efficacy and safety of double guidewire versus transpancreatic sphincterotomy in difficult biliary cannulation：a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials[J]. Dig Endosc，2025，37(12)：1273-1285.

（收稿日期：2026-03-15　编辑：王青松）