

本文引用: 杨春旺, 王令红, 陶珊珊, 等. NSTEMI 患者血流储备分数与心肌酶谱间的关系及对主要不良心血管事件的预测价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2023, 31(3): 253-260. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2023.03.011.

[文章编号] 1007-3949(2023)31-03-0253-08

· 临床研究 ·

NSTEMI 患者血流储备分数与心肌酶谱间的关系及对主要不良心血管事件的预测价值

杨春旺, 王令红, 陶珊珊, 袁茹茹

(聊城市第三人民医院心电图室, 山东省聊城市 252000)

[摘要] **[目的]** 探讨非 ST 段抬高型急性心肌梗死(NSTEMI)患者血流储备分数(FFR)与心肌酶谱间的关系及对主要不良心血管事件(MACE)的预测价值。**[方法]** 选取 2017 年 2 月—2020 年 2 月聊城市第三人民医院收治的 NSTEMI 患者 136 例,均行 FFR 指导下经皮冠状动脉介入治疗(PCI),根据术后 1 个月是否发生 MACE 分为 MACE 组($n=14$)、非 MACE 组($n=122$)。比较两组临床资料、心肌酶谱指标、冠状动脉造影定量分析(QCA)参数及 FFR 技术参数,分析 FFR 技术参数与心肌酶谱指标、QCA 参数的相关性,采用 Logistic 回归方程分析 MACE 的影响因素,采用受试者工作特征(ROC)曲线及 ROC 曲线下面积(AUC)分析心肌酶谱指标、QCA 参数、FFR 预测 MACE 的价值。**[结果]** 与非 MACE 组相比,MACE 组 ≥ 60 岁患者占比升高 0.55 倍,GRACE 评分升高 0.11 倍,心肌肌钙蛋白 I(cTnI)水平升高 0.38 倍,肌酸激酶(CK)水平升高 0.22 倍,肌酸激酶同工酶 MB(CK-MB)水平升高 0.24 倍,狭窄程度升高 0.08 倍,病变长度升高 0.11 倍,FFR 降低 11.9%,罪犯血管最小管腔面积降低 12.8%,差异有统计学意义($P<0.05$);FFR 与 cTnI、CK、CK-MB 水平呈负相关关系($P<0.05$),FFR 与狭窄程度、病变长度呈负相关关系($P<0.05$);Logistic 回归分析显示,校正年龄、GRACE 评分、罪犯血管最小管腔面积后,心肌酶谱指标(cTnI、CK 和 CK-MB)、QCA 参数(狭窄程度、病变长度)、FFR 均与 MACE 发生有关($P<0.05$);FFR 预测 MACE 的 AUC 为 0.885,灵敏度为 92.86%,特异度为 65.88%。**[结论]** NSTEMI 患者 FFR 与心肌酶谱指标(cTnI、CK、CK-MB)水平变化呈负相关,并可预测 MACE 的发生风险。

[关键词] 血流储备分数; 非 ST 段抬高型急性心肌梗死; 心肌酶谱; 冠状动脉造影定量分析; 主要不良心血管事件

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

The relationship between fractional flow reserve and myocardial zymogram in patients with NSTEMI and its predictive value for major adverse cardiovascular events

YANG Chunwang, WANG Linghong, TAO Shanshan, YUAN Ruru

(Electrocardiogram Room of Liaocheng Third People's Hospital, Liaocheng, Shandong 252000, China)

[ABSTRACT] **Aim** To explore the relationship between fractional flow reserve (FFR) technical parameters and myocardial zymogram in patients with non-ST-segment elevation acute myocardial infarction (NSTEMI) and the predictive value of major adverse cardiovascular events (MACE). **Methods** A total of 136 NSTEMI patients admitted to Liaocheng Third People's Hospital from February 2017 to February 2020 were selected and all underwent percutaneous coronary intervention (PCI) under the guidance of FFR. According to whether MACE occurred 1 month after operation, all patients were divided into MACE group ($n=14$) and non-MACE group ($n=122$). The clinical data, myocardial enzyme spectrum indexes, quantitative coronary angiography (QCA) parameters, and FFR technical parameters were compared between the two groups. The correlation between FFR technical parameters and myocardial enzyme spectrum indexes and QCA parameters was analyzed. The Logistic regression equation was used to analyze MACE influencing factors. The receiver operating characteristic (ROC) curve and the area under curve (AUC) were used to analyze the myocardial zymogram indexes, QCA parameters, and FFR to predict the value of MACE. **Results** Compared with the non-MACE

[收稿日期] 2022-02-25

[修回日期] 2022-11-23

[基金项目] 山东省优秀中青年科学家科研奖励基金项目(BS2018SW372)

[作者简介] 杨春旺,主治医师,研究方向为心电图,E-mail:od506621@21cn.com。

group, the proportion of patients aged ≥ 60 years old in the MACE group increased 0.55 times, the GRACE score increased 0.11 times, the cardiac troponin I (cTnI) level increased 0.38 times, the creatine kinase (CK) level increased 0.22 times, the creatine kinase isoenzyme-MB (CK-MB) level increased 0.24 times, and the stenosis degree increased 0.08 times, the lesion length increased 0.11 times, the FFR decreased 11.9%, and the minimum lumen area of criminal vessels decreased 12.8%, the difference was statistically significant ($P < 0.05$); FFR was negatively correlated with cTnI, CK, and CK-MB levels ($P < 0.05$); FFR was negatively correlated with stenosis and lesion length ($P < 0.05$); Logistic regression analysis showed that after adjusting for age, GRACE score, and culprit vessel minimum lumen area, myocardial zymogram indexes (cTnI, CK, CK-MB), QCA parameters (degree of stenosis, lesion length), and FFR were all related to the occurrence of MACE ($P < 0.05$); The AUC of MACE predicted by FFR was 0.885, the sensitivity was 92.86%, and the specificity was 65.88%. **Conclusion** There is a negative correlation between FFR and myocardial enzymes (cTnI, CK and CK-MB) levels in NSTEMI patients, and are related to the occurrence of MACE, which can predict the risk of MACE.

[**KEY WORDS**] fractional flow reserve; non-ST-segment elevation acute myocardial infarction; myocardial enzyme spectrum; quantitative analysis of coronary angiography; major adverse cardiovascular events

非 ST 段抬高型急性心肌梗死 (non-ST-segment elevation acute myocardial infarction, NSTEMI) 是最常见的冠心病类型, 患者远期预后较差, 出院后 12 个月再次住院率超过 20%^[1-2]。目前推荐 NSTEMI 患者早期行经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI), 但临床研究发现, 即使早期干预梗死相关血管, 仍有部分患者术后近期发生主要不良心血管事件 (major adverse cardiovascular events, MACE) 而影响预后^[3]。心肌酶谱为反映心肌细胞损伤的特异及敏感指标, 其在心肌梗死的诊断中具有极强的敏感性, 尤其对于无心电图特异性改变的 NSTEMI 患者, 心肌酶谱检测已成为患者诊断及治疗方案制定的重要依据, 但其作为生物化学指标在 NSTEMI 预后评估中缺乏一定直观性^[4-5]。血流储备分数 (fractional flow reserve, FFR) 是继冠状动脉造影 (coronary angiography, CAG) 后新兴的一种腔内功能学技术, 可准确识别缺血相关血管, 并可评估心肌缺血程度^[6]。研究证实, FFR 较 CAG 更适合在术中指导 PCI 进行^[7]。目前, 关于 FFR 与 NSTEMI 患者心肌酶谱间的关系及对 MACE 的预测价值尚无定论。基于此, 本研究对此展开探讨, 旨在为优化治疗方案提供理论参考。

1 资料和方法

1.1 一般资料

选取 2017 年 2 月—2020 年 2 月聊城市第三人民医院收治的 NSTEMI 患者 136 例, 均行 FFR 指导下功能性完全血运重建, 根据术后 1 个月是否发生 MACE 分为 MACE 组 ($n = 14$) 和非 MACE 组 ($n = 122$)。纳入标准: 均符合《2015 ESC Guidelines for the manage-

ment of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC)》中 NSTEMI 诊断标准^[8]; 冠状动脉狭窄程度 70% ~ 99%; 均为单支血管病变, 采用 FFR 指导下 PCI 术; 患者及家属知情同意, 签署同意书。排除标准: 慢性完全闭塞性病变、左主干病变、严重扭曲等病变; 合并心源性休克或心脏瓣膜病、扩张型心肌病等其他严重心脏病; 心血管外科手术史; 严重肝肾功能不全; 恶性肿瘤。

1.2 资料收集

收集的资料包括性别、年龄、体质指数、高血压^[9]、糖尿病^[10]、高脂血症^[11]、GRACE 评分^[12] (包括年龄、心率、动脉收缩、血肌酐、心电图 ST 段变化、心功能 Killip 分级、入院时心脏骤停、心肌标志物升高 8 项指标, 总分 0 ~ 258 分, 得分越高危险度越高)。心肌酶谱指标测定: 术前采集空腹外周静脉血 3 mL, 离心 (半径 8 cm, 3 500 r/min, 10 min), 取血清, 肌钙蛋白 I (cardiac troponin I, cTnI) 采用化学发光法以雅培 I2000 全自动免疫分析系统测定; 肌酸激酶 (creatin kinase, CK)、肌酸激酶同工酶 (creatin kinase isoenzyme-MB, CK-MB) 采用速率法以日立 7600 全自动分析仪测定。冠状动脉造影定量分析 (quantifying coronary angiography, QCA) 参数: 术前测定, 冠状动脉内注射硝酸甘油 200 μ g, 采用 Jukins 法行左右冠状动脉造影, 图像由 QCA 系统进行线下分析, 记录狭窄程度、病变长度等参数。FFR 测定: 术前采用 Radi Medical Systems 测定, 指引导管测得主动脉根部压力 (Pa), 压力导丝在病变

远端 3~4 cm 测得远端压力 (Pd), 肘静脉推注腺苷 140 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$, 测得 FFR = Pd/Pa。本研究测得 FFR 均 < 0.8, 行 PCI 术。

1.3 观察指标

观察两组的临床资料、心肌酶谱指标、QCA 参数及 FFR。分析 FFR 技术参数与心肌酶谱指标的相关性、FFR 技术参数与 QCA 参数的相关性、MACE 发生的影响因素以及心肌酶谱、QCA 参数、FFR 对 MACE 的预测价值。

1.4 统计学方法

采用统计学软件 SPSS 22.0 处理数据, 计量资料采取 Bartlett 方差齐性检验与夏皮罗-威尔克正态性检验, 均确认具备方差齐性且近似服从正态分布, 以 $\bar{x} \pm s$ 描述, 组间比较采用独立样本 t 检验; 计数资料以例 (%) 表示, 采用 χ^2 检验; 采用 Pearson 分析相关性; 影响因素采用 Logistic 回归分析; 预测

价值采用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线分析, 获取曲线下面积 (area under curve, AUC)、置信区间、灵敏度、特异度及 cut-off 值。均采用双侧检验, $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 临床资料、心肌酶谱指标、QCA 参数及 FFR 技术参数比较

与非 MACE 组比较, MACE 组 ≥ 60 岁患者占比升高 0.55 倍, GRACE 评分升高 0.11 倍, cTnI 水平升高 0.38 倍, CK 水平升高 0.22 倍, CK-MB 水平升高 0.24 倍, 狭窄程度升高 0.08 倍, 病变长度升高 0.11 倍, FFR 降低 11.9%, 罪犯血管最小管腔面积降低 12.8%, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$; 表 1)。

表 1. 两组临床资料、心肌酶谱指标、QCA 参数及 FFR 技术参数比较
Table 1. Comparison of clinical data, myocardial enzymes, QCA parameters, and FFR technical parameters between the two groups

指标	MACE 组 ($n=14$)	非 MACE 组 ($n=122$)	t/χ^2	P
性别/[例(%)]				
男	8(57.14)	69(56.56)	0.002	0.967
女	6(42.86)	53(43.44)		
年龄/[例(%)]				
<60 岁	3(21.43)	60(49.18)	3.890	0.049
≥ 60 岁	11(78.57)	62(50.82)		
体质指数/[例(%)]				
<24 kg/m^2	10(71.43)	77(63.11)	0.377	0.539
$\geq 24 \text{ kg}/\text{m}^2$	4(28.57)	45(36.89)		
合并症/[例(%)]				
高血压	8(57.14)	57(46.72)	0.547	0.460
糖尿病	4(28.57)	26(21.31)	0.079	0.779
高脂血症	2(14.29)	4(3.28)	1.470	0.225
GRACE 评分/分	135.86 \pm 20.42	122.54 \pm 19.35	2.426	0.017
心肌酶谱指标				
cTnI/($\mu\text{g}/\text{L}$)	3.15 \pm 0.86	2.29 \pm 0.64	4.586	<0.001
CK/(U/L)	139.51 \pm 26.85	114.46 \pm 22.57	3.856	<0.001
CK-MB/(U/L)	48.73 \pm 9.25	39.28 \pm 8.52	3.897	<0.001
QCA 参数				
狭窄程度/%	89.49 \pm 18.82	83.05 \pm 17.06	4.608	<0.001
病变长度/mm	19.85 \pm 5.06	17.92 \pm 4.84	3.672	<0.001
FFR	0.59 \pm 0.12	0.67 \pm 0.13	2.164	0.032
罪犯血管最小管腔面积/ mm^2	1.70 \pm 0.26	1.95 \pm 0.38	2.394	0.018

2.2 FFR 与心肌酶谱指标的相关性 FFR 与 cTnI ($r = -0.705, P < 0.001$)、CK ($r = -0.674, P < 0.001$)、CK-MB ($r = -0.722, P < 0.001$) 水平呈负相关关系(图 1)。

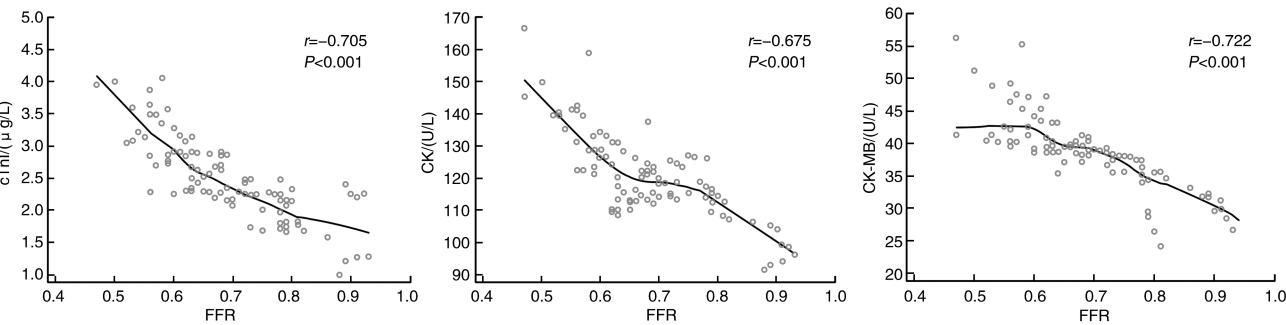


图 1. FFR 与 cTnI、CK 及 CK-MB 的相关性
Figure 1. Correlation between FFR and cTnI, CK and CK-MB

2.3 FFR 与 QCA 参数的相关性 FFR 与狭窄程度 ($r = -0.798, P < 0.001$)、病变长度 ($r = -0.777, P < 0.001$) 呈负相关关系(图 2)。

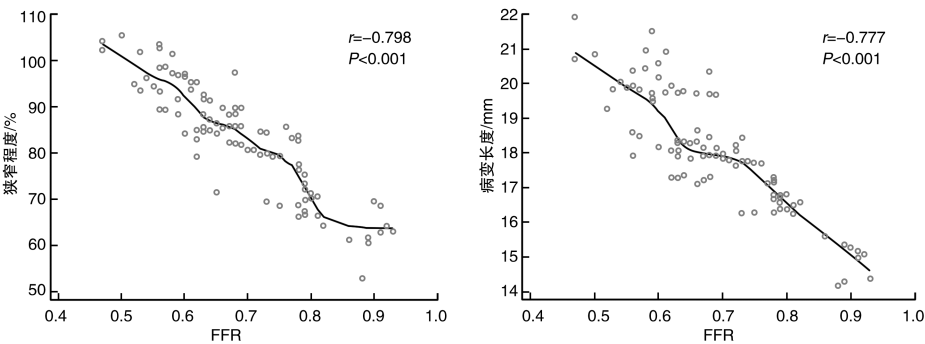


图 2. FFR 与狭窄程度、病变长度的相关性
Figure 2. Correlation between FFR and stenosis degree and lesion length

2.4 MACE 发生的影响因素

以是否并发生 MACE 为因变量,将表 1 中差异有统计学意义的因素纳入 Logistic 回归模型(赋值见表 2),校正年龄、GRACE 评分、罪犯血管最小管腔面积后,心肌酶谱指标(cTnI、CK、CK-MB)、QCA 参数(狭窄程度、病变长度)为 MACE 发生的危险因素,FFR 为 MACE 发生的保护因素($P < 0.05$;表 3)。

2.5 心肌酶谱指标、QCA 参数、FFR 预测 MACE 的价值

以发生 MACE 者心肌酶谱指标、QCA 参数、FFR 作为阳性样本数据,以未发生 MACE 者心肌酶谱指标、QCA 参数、FFR 作为阴性样本数据,绘制各指标预测 NSTEMI 患者 PCI 术后 MACE 的 ROC 曲线,结果显示,FFR 预测 MACE 的 AUC 为 0.885,灵敏度为 92.86%,特异度为 65.88%(图 3 和表 4)。

表 2. 赋值表

Table 2. Assignment table

变量	赋值
因变量	
是否并发 MACE	否=0,是=1
自变量	
cTnI	具体值
CK	具体值
CK-MB	具体值
狭窄程度	具体值
病变长度	具体值
FFR	具体值
罪犯血管最小管腔面积	具体值

表 3. Logistic 回归分析 MACE 发生的影响因素
Table 3. Logistic regression analysis of influencing factors of MACE

因素	β	SE	Wald χ^2	<i>P</i>	OR	95% CI
cTnI	1.297	0.396	10.735	<0.001	3.660	3.224 ~ 6.573
CK	1.527	0.658	5.384	0.026	4.603	1.857 ~ 7.214
CK-MB	1.521	0.415	13.428	<0.001	4.576	2.985 ~ 7.014
狭窄程度	1.294	0.452	8.190	<0.001	3.646	2.376 ~ 5.594
病变长度	1.531	0.583	6.892	<0.001	4.621	3.125 ~ 6.832
罪犯血管最小管腔面积	-0.143	0.116	1.528	0.197	0.866	0.238 ~ 3.154
FFR	-0.953	0.326	8.550	<0.001	0.385	0.183 ~ 0.812

表 4. 心肌酶谱指标、QCA 参数、FFR 预测 MACE 的价值
Table 4. Values of myocardial enzymes, QCA parameters, and FFR in predicting MACE

指标	AUC	95% CI	χ^2	<i>P</i>	cut-off 值	灵敏度/%	特异度/%
cTnI	0.852	0.766 ~ 0.915	5.674	<0.001	>2.91 $\mu\text{g/L}$	71.43	85.88
CK	0.861	0.777 ~ 0.922	5.597	<0.001	>126.49 U/L	78.57	83.53
CK-MB	0.810	0.719 ~ 0.882	4.855	<0.001	>4.855 U/L	64.29	84.71
狭窄程度	0.839	0.752 ~ 0.906	4.576	<0.001	>91.63%	78.57	84.71
病变长度	0.803	0.710 ~ 0.876	5.066	<0.001	>19.82 mm	64.29	89.41
FFR	0.885	0.794 ~ 0.933	8.819	<0.001	≤ 0.65	92.86	65.88

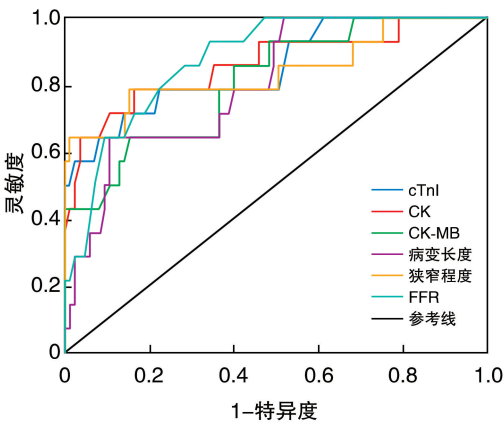


图 3. ROC 曲线
Figure 3. ROC curve

3 讨论

近年来,NSTEMI 发病率逐年升高^[13]。早期介入治疗 NSTEMI 可挽救濒死心肌,改善患者预后,但介入治疗解除狭窄病变,疾病危险因素仍然存在,患者术后存在 MACE 风险^[14]。因此,如何有效预测 PCI 术后近期 MACE 发生和优化治疗方案成为研究热点。

CAG 是目前临床检测冠状动脉病变的主要影像学技术^[15]。国内大多介入医生主要依赖 CAG 结果决定是否进行 PCI 术,但其不足是仅能对病变解剖学进行评价,无法直观反映病变与心肌缺血间的关系,尤其是在临界病变中,具有一定的局限性^[16]。研究显示,临界病变中,QCA 参数与 FFR 的相关性较弱,一般 FFR < 0.8 即提示心肌缺血,需行 PCI^[17-18]。本研究发现,FFR 与狭窄程度、病变长度呈强负相关,分析与上述研究不一致的原因可能是本研究纳入患者均为狭窄程度 70% ~ 99%,未纳入临界病变。CAG 与 FFR 的区别主要在于前者主要从二维图像分析冠状动脉三维病变,其评估狭窄程度受病变形态及观察角度影响;而 FFR 反映病变对冠状动脉供血的影响,不受上述因素影响,同时,除能为临床评估心肌病理性改变提供腔内功能学参考外,还可反映冠状动脉支配区域存活心肌数量、微循环阻力等病理信息^[19-21]。结合上述研究,尽管 FFR 在指导制定心肌梗死的治疗方案中具有一定价值,但其在 NSTEMI 患者病情转归中的评估价值如何尚无定论。本研究中,Logistic 回归分析发现 FFR 是 MACE 发生的保护因素,其值变化或可为临床完善相关预警机制提供参考。因此,与 QCA 相

比,FFR 在 NSTEMI 的诊断及病情评估中或具有更大实际意义。

此外,心肌酶作为反映心肌细胞损伤的敏感性指标,对心肌梗死的诊断具有极强敏感性。cTnI、CK、CK-MB 均为常见心肌酶指标,cTnI 在心肌损伤后的 4~8 h 开始升高,12~24 h 达高峰,对 NSTEMI 早期诊断的敏感性较高,且可作为预测预后价值的独立因子^[22-23];CK-MB 在急性心肌梗死的诊断中灵敏度、特异度不如 cTnI,但其对评估 NSTEMI 近、远期预后的价值意义重大,对急性心肌梗死危险分层及预后评估发挥着不可或缺的作用^[24-25]。本研究显示,MACE 组 cTnI、CK、CK-MB 水平高于对照组,提示 MACE 组患者心肌损伤可能更严重。但结合临床实际情况,心肌损伤并非 NSTEMI 患者发生 MACE 的唯一因素,因此,单纯依靠心肌酶谱评估 MACE 的发生风险难免存在片面性。FFR 是冠状动脉在最大充血状态下病变远端压力与主动脉压力的比值,是近年新兴的检测技术与指标^[26-27]。本研究发现,在发生 MACE 的 NSTEMI 患者中,FFR 与心肌酶谱存在某种关联性,均随 MACE 的发生呈现规律性变化。相关性分析发现,FFR 与 cTnI、CK、CK-MB 水平呈负相关关系,客观说明 FFR 变化与心肌酶谱水平变化关系密切,分析此机制可能与 NSTEMI 发病机制有关,斑块破裂致冠状动脉完全闭塞是 NSTEMI 的主要病理因素,而冠状动脉闭塞越严重心肌细胞缺血损害、死亡越严重,随之血清中心肌酶水平升高,而与此同时受冠状动脉阻塞影响主动脉压力增加而病变远端压力相对降低,造成 FFR 呈降低趋势。上述研究提示 FFR 或可作为心肌酶谱的补充,为临床完善相关预警机制提供参考。但也有研究表明,合并症、罪犯血管最小管腔面积小等均会增加 MACE 发生风险^[28-29],而本研究并未发现上述因素与术后 MACE 发生独立相关,这可能与所选病例群体有关;另外,经 PCI 术后罪犯血管管腔面积可得到显著改善。ROC 分析发现,FFR 预测 MACE 的灵敏度为 92.86%,但不同指标预测 MACE 的 AUC 值无显著差异,分析可能与选取病例中阳性样本量较少有关。本研究首次对 FFR 预测 MACE 的价值进行探讨,统计学结果可能存在一定偏倚,结论还有待于更大样本的检验。

综上所述,FFR 为 NSTEMI 患者 PCI 术后近期 MACE 的影响因素,且与心肌酶谱指标(cTnI、CK、CK-MB)水平有关,可为临床预测 MACE 的发生提

供客观量化参考,指导临床精准治疗。

[参考文献]

- [1] KIM M C, JEONG M H, SIM D S, et al. Optimal timing of percutaneous coronary intervention in patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction complicated by acute decompensated heart failure (from the Korea Acute Myocardial Infarction Registry-National Institutes of Health) [J]. *Am J Cardiol*, 2018, 121(11): 1285-1292.
- [2] 伏蕊, 窦克非, 许海燕, 等. 中国非 ST 段抬高型心肌梗死患者随访 24 个月期间死亡的独立危险因素分析 [J]. *中国循环杂志*, 2020, 35(10): 985-989.
FU R, DOU K F, XU H Y, et al. Analysis of independent risk factors for death during 24-month follow-up in Chinese patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *Chin J Circ*, 2020, 35(10): 985-989.
- [3] 李勇, 李占虎, 闫小菊, 等. NT-proBNP 联合 NLR 对高危非 ST 段抬高型心肌梗死患者早期 PCI 后近期预后的预测价值 [J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2018, 10(12): 1488-1491.
LI Y, LI Z H, YAN X J, et al. Predictive value of NT-proBNP combined with NLR on short-term prognosis after early PCI in patients with high-risk non-ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *Chin J Evid Based Cardiovasc Med*, 2018, 10(12): 1488-1491.
- [4] 吴铮, 吕昀, 王平, 等. 急性非 ST 段抬高型心肌梗死患者血清 hs-CRP、CK-MB、cTnI、NT-proBNP 的表达及临床意义 [J]. *疑难病杂志*, 2018, 17(12): 1297-1300.
WU Z, LÜ Y, WANG P, et al. Expression and clinical significance of serum hs-CRP, CK-MB, cTnI and NT-proBNP in patients with acute non-ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *Chin J Diff Compl Cases*, 2018, 17(12): 1297-1300.
- [5] 郭向伊, 刘威, 程建新. NSTEMI 患者 GRACE 评分与 cTnI、BNP、GA 水平相关性及其预测价值 [J]. *河北医科大学学报*, 2020, 41(5): 506-509.
GUO X Y, LIU W, CHENG J X. The correlation between GRACE score and cTnI, BNP and GA levels and their predictive value in NSTEMI patients [J]. *J Hebei Med Univ*, 2020, 41(5): 506-509.
- [6] MOTWANI M, MOTLAGH M, GUPTA A, et al. Reasons and implications of agreements and disagreements between coronary flow reserve, fractional flow reserve, and myocardial perfusion imaging [J]. *J Nucl Cardiol*, 2018, 25(1): 104-119.
- [7] 丁钰轩, 王永进, 高宏波, 等. 血流储备分数指导下完全血运重建对非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征多支血管病变患者预后的影响 [J]. *中华老年多器官疾病杂志*

- 志, 2018, 17(2): 111-115.
- DING Y X, WANG Y J, GAO H B, et al. Effect of complete revascularization under the guidance of fractional flow reserve on the prognosis of patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome with multivessel disease [J]. Chin J Geriatr Mult Diss, 2018, 17(2): 111-115.
- [8] ROFFI M, PATRONO C, COLLET J P, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC) [J]. Eur Heart J, 2016, 37(3): 267-315.
- [9] BLOOM S, KEMP W, LUBEL J. Portal hypertension: pathophysiology, diagnosis and management [J]. Intern Med J, 2015, 45(1): 16-26.
- [10] MARATHE P H, GAO H X, CLOSE K L. American Diabetes Association standards of medical care in diabetes 2017 [J]. J Diabetes, 2017, 9(4): 320-324.
- [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): 937-953.
- CHINA JOINT COMMITTEE ON THE REVISION OF GUIDELINES FOR THE PREVENTION AND TREATMENT OF ADULT DYSLIPIDEMIA. Guidelines for the prevention and treatment of dyslipidemia in Chinese adults (revised in 2016) [J]. Chin J Circ, 2016, 31(10): 937-953.
- [12] FOX K A, EAGLE K A, GORE J M, et al. The global registry of acute coronary events, 1999 to 2009: GRACE [J]. Heart, 2010, 96(14): 1095-1101.
- [13] 孙莹莹, 王贺阳, 王效增. UA 危险评分对非 ST 段抬高型急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗预后评估价值研究 [J]. 临床军医杂志, 2017, 45(6): 626-628.
- SUN Y Y, WANG H Y, WANG X Z. The value of UA risk score in evaluating the prognosis of patients with non-ST-segment elevation acute myocardial infarction after percutaneous coronary intervention [J]. J Clin Milit Med, 2017, 45(6): 626-628.
- [14] SIA C H, ZHENG H, HO A W, et al. The lipid paradox is present in ST-elevation but not in non-ST-elevation myocardial infarction patients: insights from the Singapore Myocardial Infarction Registry [J]. Sci Rep, 2020, 10(1): 6799.
- [15] 缪亚军, 殷若涵, 汤晓强, 等. MDCT/冠状动脉造影对不稳定型心绞痛病人冠状动脉病变的诊断研究 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2020, 18(3): 70-72.
- MIAO Y J, YIN R H, TANG X Q, et al. Diagnosis of coronary lesions in patients with unstable angina pectoris by MDCT and coronary angiography [J]. Chin J CT MRI, 2020, 18(3): 70-72.
- [16] 王丙剑, 耿金, 李倩君, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者血流储备分数与冠状动脉造影定量分析的关系 [J]. 中华高血压杂志, 2018, 26(3): 248-252.
- WANG B J, GENG J, LI Q J, et al. The relationship between fractional blood flow reserve and quantitative analysis of coronary angiography in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction [J]. Chin J Hyper, 2018, 26(3): 248-252.
- [17] FEARON W F, NISHI T, DE BRUYNE B, et al. Clinical outcomes and cost-effectiveness of fractional flow reserve: guided percutaneous coronary intervention in patients with stable coronary artery disease [J]. Circulation, 2018, 137(5): 480-487.
- [18] 张晓娇, 侯爱洁, 罗德锋, 等. 基于血流储备分数标准评估冠状动脉 CT、血管内超声/冠状动脉造影定量分析在中重度病变的诊断价值 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2018, 10(9): 1070-1073.
- ZHANG X J, HOU A J, LUO D F, et al. Evaluation of the diagnostic value of coronary CT, intravascular ultrasonography, and quantitative coronary angiography in moderate to severe lesions based on fractional flow reserve criteria [J]. Chin J Evid Based Cardiovasc Med, 2018, 10(9): 1070-1073.
- [19] 尹小花, 徐荣, 李春晨, 等. 冠状动脉 CT 血管成像预测冠状动脉斑块患者发生主要不良心脏事件的价值 [J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(10): 1506-1511.
- YIN X H, XU R, LI C C, et al. Value of coronary CT angiography in predicting major adverse cardiac events in patients with coronary plaque [J]. Chin Med Imaging Technol, 2017, 33(10): 1506-1511.
- [20] 艾虎, 郑耐心, 李乐, 等. 老年冠心病患者冠状动脉造影血流储备分数与导丝血流储备分数诊断价值的评价 [J]. 中华老年医学杂志, 2021, 40(4): 459-463.
- AI H, ZHENG N X, LI L, et al. Evaluation of the diagnostic value of coronary angiography fractional flow reserve and guidewire fractional flow reserve in elderly patients with coronary heart disease [J]. Chin J Gerontol, 2021, 40(4): 459-463.
- [21] ZHANG Y, ZHANG S, WESTRA J, et al. Automatic coronary blood flow computation: validation in quantitative flow ratio from coronary angiography [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2019, 35(4): 587-595.
- [22] 章琪, 罗玉寅. 血清 ApoB/ApoA1、CK-MB、cTnI 水平与冠心病患者冠状动脉狭窄程度的关系 [J]. 中国动

- 动脉硬化杂志, 2021, 29(10): 875-878.
- ZHANG Q, LUO Y Y. The relationship between serum ApoB/ApoA1, CK-MB, cTnI levels and the degree of coronary stenosis in patients with coronary heart disease[J]. Chin J Arterioscler, 2021, 29(10): 875-878.
- [23] 王思铭, 张丽华, 白雪珂, 等. 2001-2015 年中国非 ST 段抬高心肌梗死住院患者心机标志物检测的变化趋势[J]. 中国分子心脏病学杂志, 2020, 20(5): 3527-3530.
- WANG S M, ZHANG L H, BAI X K, et al. Trends in the detection of cardiac markers in inpatients with non-ST-segment elevation myocardial infarction in China from 2001 to 2015[J]. Chin J Mol Cardiol, 2020, 20(5): 3527-3530.
- [24] 王建龙, 冯娜娜, 王作兰, 等. 依据肌酸激酶同工酶分层对非 ST 段抬高心肌梗死患者危险评估和住院期间发生主要心血管不良事件的预测价值[J]. 临床荟萃, 2017, 32(1): 54-58.
- WANG J L, FENG N N, WANG Z L, et al. The risk assessment of non-ST-segment elevation myocardial infarction patients and the predictive value of major adverse cardiovascular events during hospitalization based on creatine kinase isoenzyme stratification[J]. Clin Metab, 2017, 32(1): 54-58.
- [25] WANG G M, LI Y, WU S, et al. The combination of creatine kinase-myocardial band isoenzyme and point-of-care cardiac troponin/contemporary cardiac troponin for the early diagnosis of acute myocardial infarction[J]. World J Emerg Med, 2022, 13(3): 163-168.
- [26] 陈晓会, 闫兆红, 闫冰, 等. 瞬时无波形比率(iFR)、微循环阻力指数(IMR)和血流储备分数(FFR)在诊断冠状动脉功能性狭窄中的应用[J]. 中国实验诊断学, 2020, 24(5): 870-873.
- CHEN X H, YAN Z H, YAN B, et al. Application of instantaneous waveform-free ratio (iFR), microcirculation resistance index (IMR) and fractional flow reserve (FFR) in the diagnosis of functional coronary stenosis[J]. Chin Lab Diagn, 2020, 24(5): 870-873.
- [27] NELEMAN T, SCOCCIA A, MASDJEDI K, et al. The prognostic value of angiography-based vessel fractional flow reserve after percutaneous coronary intervention: the FAST outcome study[J]. Int J Cardiol, 2022, 359(1): 14-19.
- [28] 黄健雄, 张茗茗. 血管内超声在冠状动脉临界病变中的应用[J]. 浙江临床医学, 2022, 24(1): 98-99.
- HUANG J X, ZHANG M M. Application of intravascular ultrasound in critical coronary lesions[J]. Zhejiang Clin Med, 2022, 24(1): 98-99.
- [29] TRZEPIZUR W, BLANCHARD M, GANEM T, et al. Sleep apnea-specific hypoxic burden, symptom subtypes, and risk of cardiovascular events and all-cause mortality[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2022, 205(1): 108-117.
- (此文编辑 文玉珊)

(上接第 224 页)

- [49] SAIGUSA R, WINKELS H, LEY K. T cell subsets and functions in atherosclerosis[J]. Nat Rev Cardiol, 2020, 17(7): 387-401.
- [50] GU M, ZHOU X, SOHN J H, et al. NF- κ B-inducing kinase maintains T cell metabolic fitness in antitumor immunity[J]. Nat Immunol, 2021, 22(2): 193-204.
- [51] MACINTYRE A, GERRIETS V A, NICHOLS A G, et al. The glucose transporter GLUT1 is selectively essential for CD4 T cell activation and effector function[J]. Cell Metab, 2014, 20(1): 61-72.
- [52] O'SULLIVAN D, VAN DER WINDT G, HUANG SC, et al. Memory CD8⁺ T cells use cell-intrinsic lipolysis to support the metabolic programming necessary for development[J]. Immunity, 2018, 49(2): 375-376.
- [53] SAGE A P, TSIANTOULAS D, BINDER C J, et al. The role of B cells in atherosclerosis[J]. Nat Rev Cardiol, 2019, 16(3): 180-196.
- [54] ROY B, BRENNECKE A M, AGARWAL S, et al. An intrinsic propensity of murine peritoneal B1b cells to switch to IgA in presence of TGF- β and retinoic acid[J]. PLoS One, 2013, 8(12): e82121.
- [55] CENTA M, JIN H, HOFSTE L, et al. Germinal center-derived antibodies promote atherosclerosis plaque size and stability[J]. Circulation, 2019, 139(21): 2466-2482.
- [56] CARO-MALDONADO A, WANG R, NICHOLS A G, et al. Metabolic reprogramming is required for antibody production that is suppressed in anergic but exaggerated in chronically BAFF-exposed B cells[J]. J Immunol, 2014, 192(8): 3626-3636.
- (此文编辑 许雪梅)