

## 术后即刻 FFR 对 PCI 患者预后的预测价值

何志英<sup>1</sup>, 王晓梅<sup>2</sup>

(1. 青岛市立医院集团西院区心内科, 山东省青岛市 266071;  
2. 锦州医科大学第一附属医院干部保健科, 辽宁省锦州市 121000)

[关键词] 血流储备分数; 经皮冠状动脉介入治疗; 预测

[摘要] **目的** 探讨经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后即刻心肌血流储备分数(FFR)对患者预后的预测价值。**方法** 纳入2014年3月—2017年12月在本院行PCI治疗的支架置入患者(200例)。术后进行1年随访(电话和门诊复查),根据随访期间有无发生主要心血管不良事件(MACE)将患者分为MACE组和非MACE组。进行单因素和多元 Logistic 回归分析 PCI 术后 MACE 影响因素,建立受试者工作特征曲线(ROC 曲线)分析 FFR 的预测价值并绘制 Kaplan-Meier 曲线验证,分析术后 FFR 的影响因素。**结果** 经过1年随访,MACE组31例,非MACE组169例。MACE组患者术后 FFR 显著低于非MACE组( $t=6.316, P=0.000$ ),MACE组糖尿病、高血压与高血脂患者的占比明显高于非MACE组( $P<0.05$ )。多因素分析显示高血压、糖尿病、高血脂、术后 FFR 为 MACE 的影响因素。ROC 曲线显示术后 FFR 对 MACE 有较好预测价值( $P=0.000$ ),其中术后 FFR=0.868 为最佳临界值。生存分析显示术后 FFR $\geq 0.868$  组患者 MACE 发生迟于术后 FFR $<0.868$  组(Log-rank  $P=0.008$ );多因素分析显示术后 FFR 影响因素有右侧冠状动脉靶血管累及、术前 FFR 值和支架直径( $P=0.022, 0.004, 0.038$ , 均 $<0.05$ )。**结论** 术后 FFR 对 PCI 术后有较好预测价值,术后 FFR $\geq 0.868$  组患者 MACE 发生时间迟于术后 FFR $<0.868$  组。右侧冠状动脉靶血管累及、术前 FFR 值与支架直径是术后 FFR 的影响因素。

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

### Prognostic value of FFR immediately after PCI for prognosis of PCI patients

HE Zhiying<sup>1</sup>, WANG Xiaomei<sup>2</sup>

(1. Department of Cardiology, West Hospital of Qingdao Municipal Hospital Group, Qingdao, Shandong 266071, China;  
2. Department of Cadre Health Care, the First Affiliated Hospital of Jinzhou Medical University, Jinzhou, Liaoning 121000, China)

[KEY WORDS] blood flow reserve fraction; percutaneous coronary intervention; prediction

[ABSTRACT] **Aim** To explore the predictive value of fractional flow reserve (FFR) immediately after percutaneous coronary intervention (PCI) on the prognosis of patients. **Methods** This study included patients (200 cases) who underwent PCI treatment in our hospital from March 2014 to December 2017. A 1-year follow-up (re-examination by telephone and outpatient) was carried out after the operation, and the patients were divided into MACE group and non-MACE group according to whether there were major adverse cardiovascular events (MACE) during the follow-up period. Perform univariate and multiple Logistic regression analysis to analyze the influencing factors of MACE after PCI, establish receiver operating characteristic curve (ROC curve) to analyze the predictive value of FFR and draw Kaplan-Meier curve to verify it, and analyze the influencing factors of postoperative FFR. **Results** After 1 year of follow-up, 31 cases were in the MACE group and 169 cases were in the non-MACE group. The postoperative FFR of MACE group was significantly lower than that of non-MACE group [ $t=6.316, P=0.000$ ]. The proportion of patients with diabetes, hypertension and hyperlipidemia in MACE group was significantly higher than that of non-MACE group ( $P<0.05$ ). Multivariate analysis showed that hypertension, diabetes, hyperlipidemia, and postoperative FFR were the influencing factors of MACE. ROC curve showed that postoperative FFR had a better predictive value for MACE ( $P=0.000$ ), and postoperative FFR=0.868 was the best critical value. Survival analysis showed that the incidence of MACE in the postoperative FFR $\geq 0.868$  group was

later than that in the postoperative FFR < 0.868 group (Log-rank  $P = 0.008$ ); multivariate analysis showed that postoperative FFR influencing factors included right coronary target vessel involvement and preoperative FFR value and stent diameter ( $P = 0.022, 0.004, 0.038$ , all  $P < 0.05$ ). **Conclusions** Postoperative FFR has a good predictive value for the prognosis of PCI. The incidence of MACE in the postoperative FFR  $\geq 0.868$  group is later than that in the postoperative FFR < 0.868 group. Involvement of the right coronary target vessel, preoperative FFR value and stent diameter are the influencing factors of postoperative FFR.

经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)是心肌梗死的有效治疗手段,但术后主要心血管不良事件(major adverse cardiovascular events, MACE)发生风险较大<sup>[1]</sup>。冠状动脉造影术(coronary angiography, CAG)诊断冠状动脉狭窄有较好的效果,可在一定程度上预测 PCI 术后 MACE 发生风险,但其对远端血流的评价存在不足<sup>[2]</sup>。心肌血流储备分数(fractional flow reserve, FFR)具有操作简便的优点,且不易受到心率等的影响,在近年研究中被证实可有效评价冠状动脉狭窄情况,通过将进行 FFR 的不稳定型心绞痛患者和进行 CAG 者进行配对并随访,认为 FFR 可准确识别患者临界病变缺血程度并用于指导介入治疗<sup>[3]</sup>,但其在预测 PCI 术后 MACE 风险方面的相关研究仍较为缺乏。本研究旨在进一步探究术后即刻心肌血流储备分数对于 PCI 患者预后的预测作用,为临床实践提供理论支撑。

## 1 资料和方法

### 1.1 一般资料

本研究纳入接受 PCI 治疗的支架置入患者 208 例,均于 2014 年 3 月—2017 年 12 月在本院进行手术。纳入标准:①符合《急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南》<sup>[4]</sup>中心肌梗死诊断标准;②入院 6 h 内予 PCI;③术前无溶栓治疗史;④患者及家属知情同意,并签署知情同意书。排除标准:①有冠状动脉旁路移植术史者;②急性心肌梗死与原发心脏病;③左侧主动脉干病变者;④伴冠状动脉严重扭曲钙化者;⑤对本研究所用药物过敏者;⑥伴凝血功能障碍;⑦不能耐受 PCI 术;⑧伴严重肝、肾等严重器质性病变者。本研究经本院科研伦理委员会审查批准。

### 1.2 方法

所有患者均于入院 6 h 内进行 PCI 治疗,先用 7Fr 指引导管进行动脉造影明确患者狭窄部位与闭塞程度。罪犯血管处植入雷帕霉素洗脱支架,体外

连接压力导丝(0.036 cm)。经指引导管送至支架远端 3 cm 处,肘静脉注射腺苷 140  $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ 。当冠状动脉诱发出最大充血状态并达稳态后测定此时的冠状动脉远端压力与主动脉压力,FFR = 冠状动脉远端压力/主动脉压力。

### 1.3 观察指标

对手术后的患者进行为期 1 年的随访,方式包括电话和门诊随访,每个月进行 1 次电话随访,每 3 个月回院复查 1 次。记录患者随访期间支架脱落情况与 MACE 发生情况,MACE 包括再发心肌梗死、再发心绞痛、心力衰竭、心源性休克、支架内再狭窄、死亡等。根据患者 MACE 发生情况将患者分为 MACE 组与非 MACE 组,比较两组的一般资料,并采用 Logistic 回归分析明确 MACE 的危险因素。

MACE 包括如下:①再发心肌梗死:因心肌梗死而再次入院。②再发心绞痛:随访期间出现阵发性前胸压榨性疼痛,持续数分钟,休息或含服硝酸甘油后缓解。③心力衰竭:出现不同程度呼吸困难,心脏查体心率加快、心脏扩大,X 线可见心影增大,超声心动图示心脏收缩,漂浮导管证实血流动力学异常。④心源性休克:重要器官血流灌注量降低、血压减小,血气分析发现低血氧,血钠偏低,可有代谢性酸中毒,血 pH 降低。⑤支架内再狭窄:5 mm 内的狭窄 > 50%。⑥死亡:随访期间患者因病理性突发事件而死亡。

### 1.4 统计分析

使用 SPSS17.0 软件进行数据处理。年龄等计量资料使用  $\bar{x} \pm s$  描述,使用  $t$  检验比较组间差异;性别等计数资料采用率和百分比描述,使用卡方检验比较组间差异;选择  $P < 0.5$  的变量进行 Logistic 回归分析纳入回归方程并计算比值比(odds ratio, OR 值)及 95% CI;绘制受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线),计算曲线下面积、最佳临界值。应用 Kaplan-Meier 法进行生存分析,两组间比较采用 Log-rank 检验。以  $P < 0.05$  表示差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者基线资料情况比较

208 例患者最终共 200 例完成 1 年随访并纳入分析,年龄(64.13±2.67)岁(50~72 岁)。根据患者在随访期间有无发生 MACE 事件(即心肌梗死、心绞痛、再次血运重建及死亡),将患者分为 MACE 组和非 MACE 组,最终 MACE 组 31 例、非 MACE 组 169 例。经独立样本 *t* 检验,两组患者在术后 FFR 上差异有显著性( $P<0.05$ )。两组性别、年龄、吸烟

史、心率、甘油三酯(triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDLC)、谷丙转氨酶、肾小球滤过率、靶血管、靶血管多发病变、靶血管多发病变、病变支数、术前狭窄程度、术前 FFR、支架数目、支架长度以及支架直径等方面的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。MACE 组糖尿病、高血压与高血脂患者的占比明显高于非 MACE 组( $P<0.05$ ;表 1)。

表 1. 各组患者基线资料的比较

Table 1. Comparison of baseline data of patients in each group

指标	非 MACE 组( $n=169$ )	MACE 组( $n=31$ )	<i>t</i>	<i>P</i>
男性/[例(%)]	131(77.51)	20(64.50)	2.390	0.122
年龄/岁	64.55±2.71	63.89±2.54	1.258	0.210
吸烟史/[例(%)]	117(69.23)	20(64.52)	0.270	0.603
糖尿病/[例(%)]	35(20.71)	13(41.94)	6.929	0.008
高血压/[例(%)]	69(40.83)	21(67.74)	7.666	0.006
高血脂/[例(%)]	18(26.09)	10(32.26)	10.158	0.001
心率/(次/min)	71.52±3.77	71.24±3.68	0.381	0.703
TG/(mmol/L)	1.68±0.71	1.75±0.79	0.496	0.621
TC/(mmol/L)	4.36±0.86	4.49±1.06	0.745	0.457
LDLC/(mmol/L)	2.65±0.53	2.77±0.80	0.803	0.427
HDLC/(mmol/L)	0.94±0.21	0.96±0.24	0.477	0.634
谷丙转氨酶/(U/L)	22.86±6.21	23.18±6.33	0.264	0.792
肾小球滤过率/(mL/min)	93.60±21.25	92.15±21.45	0.349	0.728
靶血管/[例(%)]				
前降支	97(57.40)	18(58.06)	0.02	0.988
左旋支	35(20.71)	6(19.35)	0.030	0.864
右冠状动脉	44(26.04)	8(25.81)	0.020	0.884
靶血管多发病变/[例(%)]	39(23.08)	7(22.58)	0.000	0.952
病变支数/个	1.75±0.44	1.82±0.51	0.716	0.475
术前狭窄程度/(%)	64.11±6.35	63.28±6.24	0.671	0.503
术前 FFR	0.72±0.07	0.70±0.06	1.493	0.137
术后 FFR	0.86±0.05	0.80±0.04	6.316	0.000
支架数目/个	1.58±0.41	1.53±0.37	0.633	0.527
支架长度/mm	23.92±4.56	24.61±4.47	0.777	0.438
支架直径/mm	2.73±0.21	2.68±0.24	1.086	0.279

### 2.2 随访后 MACE 事件的多因素回归分析

随访结束后,将基线资料结果比较中  $P<0.5$  的变量作为自变量,以两组中是否出现 MACE 事件为

因变量进行 Logistic 多元回归分析, $P<0.05$  表示有统计学差异。分析结果显示,高血压(OR = 1.443, 95% CI: 1.012 ~ 2.058,  $P = 0.043$ )、糖尿病(OR =

1.687, 95% CI: 1.027 ~ 2.771,  $P=0.039$ )、高血脂 (OR=1.599, 95% CI: 1.051 ~ 2.433,  $P=0.028$ )、术

后 FFR (OR = 0.201, 95% CI: 0.047 ~ 0.873,  $P=0.034$ )、为 MACE 事件的影响因素(表 2)。

表 2. 随访 1 年 MACE 事件的 Logistic 多元回归分析

Table 2. Logistic multiple regression analysis of MACE events during the 1-year follow-up

指标	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	OR	95% CI	$P$
性别	0.748	0.570	1.722	2.113	0.691 ~ 6.457	0.532
年龄	-0.356	0.587	0.368	0.700	0.222 ~ 2.213	0.273
高血压	0.337	0.181	4.104	1.443	1.012 ~ 2.058	0.043
糖尿病	0.523	0.253	4.265	1.687	1.027 ~ 2.771	0.039
高血脂	0.469	0.214	4.806	1.599	1.051 ~ 2.433	0.028
TC	-0.571	0.904	0.399	0.565	0.096 ~ 3.323	0.535
LDLC	0.869	0.768	1.280	2.385	0.529 ~ 10.743	0.321
病变支数	0.231	0.544	0.180	1.260	0.434 ~ 3.659	0.686
术前 FFR	-0.240	0.604	0.158	0.787	0.241 ~ 2.570	0.688
支架长度	0.496	0.569	0.760	1.642	0.538 ~ 5.009	0.374
支架直径	-0.071	0.606	0.014	0.931	0.284 ~ 3.055	0.932
术后 FFR	-1.602	0.748	4.587	0.201	0.047 ~ 0.873	0.034

2.3 术后 FFR 对 MACE 事件的预测价值

以术后 FFR 值为检测变量, MACE 发生情况为状态变量建立 ROC 曲线, 得到曲线下面积为 0.715, 95% CI: 0.531 ~ 0.942,  $P=0.000$ , 术后 FFR=0.868 处对应的特异度和灵敏度之和为最大, 灵敏度为 83.3%, 特异度为 57.3% (图 1)。将最佳临界值 0.868 作为截点, 将患者分为术后 FFR  $\geq 0.868$  组和术后 FFR  $< 0.868$  组, 并进行 Kaplan-Meier 生存分析, 结果表明, 术后 FFR  $\geq 0.868$  组患者随访期间 MACE 的平均发生时间较术后 FFR  $< 0.868$  组明显更迟, 差异有统计学意义 (Log-rank  $P=0.008$ ; 图 2)。

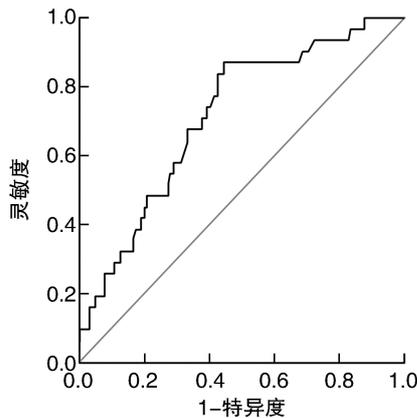


图 1. 术后 FFR 值预测 MACE 的 ROC 曲线  
Figure 1. ROC curve of MACE predicted by FFR value after operation

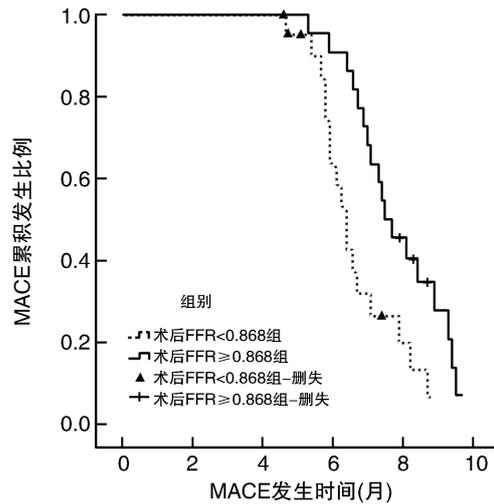


图 2. FFR  $\geq 0.868$  组与 FFR  $< 0.868$  组 MACE 发生的 Kaplan-Meier 曲线  
Figure 2. Kaplan-Meier curve of MACE in FFR  $\geq 0.868$  group and FFR  $< 0.868$  group

2.4 术后 FFR 的影响因素分析

经单因素和多因素分析发现, 右侧冠状动脉靶血管累及 (OR = 0.601, 95% CI: 0.395 ~ 0.905)、术前 FFR 值 (OR = 0.311, 95% CI: 0.031 ~ 0.419) 和支架直径 (OR = 0.563, 95% CI: 0.203 ~ 0.953) 是术后 FFR 的影响因素 ( $P < 0.05$ , 表 3)。

表 3. 术后 FFR 的影响因素分析

Table 3. Analysis of factors affecting postoperative FFR value

指标	单因素分析		多因素分析		
	95% CI	P	OR 值	95% CI	P
男性	0.241 ~ 1.982	0.796	-	-	-
年龄	0.881 ~ 1.042	0.332	-	-	-
吸烟史	0.402 ~ 1.241	0.568	-	-	-
糖尿病	0.504 ~ 1.631	0.779	-	-	-
高血压	0.840 ~ 2.004	0.463	-	-	-
心率	0.792 ~ 1.902	0.443	-	-	-
TG	0.992 ~ 1.042	0.039	1.008	0.894 ~ 1.036	0.421
TC	0.406 ~ 1.204	0.269	-	-	-
LDLC	0.994 ~ 1.014	0.044	1.009	0.845 ~ 1.011	0.386
HDLC	0.515 ~ 1.523	0.302	-	-	-
谷丙转氨酶	0.502 ~ 1.602	0.315	-	-	-
肾小球滤过率	0.639 ~ 1.269	0.293	-	-	-
右冠状动脉靶血管	0.412 ~ 0.850	0.031	0.601	0.395 ~ 0.905	0.022
靶血管多发病变	1.362 ~ 10.884	0.010	3.945	0.794 ~ 8.452	0.172
病变支数	0.578 ~ 1.296	0.692	-	-	-
术前狭窄程度	1.105 ~ 1.531	0.009	1.267	0.956 ~ 1.461	0.301
术前 FFR	0.024 ~ 0.438	0.012	0.311	0.031 ~ 0.419	0.004
支架数目	0.793 ~ 1.774	0.493	-	-	-
支架长度	0.691 ~ 1.284	0.405	-	-	-
支架直径	0.194 ~ 0.895	0.003	0.563	0.203 ~ 0.953	0.038

### 3 讨论

PCI 有利于快速开通血管,恢复心肌血供,缓解心肌梗死患者病情,降低急性冠状动脉事件风险。相关研究中,PCI 术后 6 个月内的 MACE 发生率在 8.4% ~ 29.0%<sup>[5-6]</sup>。目前认为 PCI 术后 MACE 发生的原因尚不明确,考虑与高血压、吸烟、不良生活习惯等有关<sup>[7]</sup>。在心肌梗死患者的临床治疗中,积极评估预后并有效预测 MACE 风险成为当前研究热点。

随着临床对冠状动脉病理生理学及血流动力学探讨不断深入,单纯 CAG 所提供的血管狭窄信息已无法满足临床对 PCI 预后预测与评价的需求,尤其当患者为多支血管病变、分支病变时,CAG 所提供的信息有限。另外当冠状动脉狭窄程度在 50% ~ 70% 时,对于患者行 PCI 或冠状动脉旁路术等的必要性评估也存在不足。FFR 指机体冠状动脉存在病变时的最大血流量与正常状态下的最大血流量的比值,相比于其他检测方法,FFR 值具有不易受

血压、心率等影响的优点,且对血管多支病变、单支多个病变均有良好的预测价值,临床研究已经逐渐证实其在冠状动脉狭窄功能性评价中的重要作用。

目前 FFR 已逐渐用于 PCI 术中指导,显示出较大临床价值。李勇等<sup>[8]</sup>研究发现,FFR 可在冠状动脉临界病变介入治疗中发挥指导作用,减少支架介入,降低 MACE 发生率。Sawant 等<sup>[9]</sup>研究表明,积极检测术前与术后即刻 FFR 有利于评估患者预后,其中术后即刻 FFR 较高者的 MACE 风险相对更低,对 MACE 具有较大的预测价值。尽管 FFR 值在临床评估中的地位越来越重要,PCI 术后 MACE 事件的发生率仍然较高<sup>[10]</sup>。因此,本研究以 PCI 术后患者为研究对象,进一步探究术后 FFR 水平在患者 PCI 术后的预测价值,为临床应用提供依据。

本研究通过分析发现,随访 1 年后,MACE 组患者的术后 FFR 水平显著低于非 MACE 组患者,进一步进行多因素 Logistic 回归分析得出,术后 FFR 值为 MACE 事件发生的保护因素(OR=0.201,95% CI=0.047 ~ 0.873),即随着术后 FFR 水平的升高,

PCI 患者术后 MACE 事件的发生率降低,陈亭杰等<sup>[11]</sup>研究结果得出 FFR 指导介入治疗可以降低 PCI 术后主要不良事件,宋荟芬等<sup>[12]</sup>与 Horszczaruk 等<sup>[13]</sup>研究发现,与 CAG 引导的 PCI 相比,FFR 引导的 PCI 术后患者 MACE 发生率较低,均与本研究结果一致。

本研究进一步建立 ROC 曲线,术后 FFR 值曲线下面积为 0.715 ( $P=0.000$ ),拐点为 0.868,特异度和灵敏度分别为 57.3% 和 83.3%,说明术后 FFR 值对 PCI 术后患者有一定的预测价值,且预测作用较好。本研究进一步进行生存曲线分析,发现术后 FFR 值低于拐点组的患者其平均生存时间显著低于 FFR 值超过拐点值者,更加说明此截点有较好的预测作用。Shibata 等<sup>[14]</sup>研究发现 FFR 临界值为 0.9 时有较好的预测作用,稍高于本研究的结果,推测可能与研究人群种族差异有关,这种差异值得进一步探讨。

同时,本研究还将患者按照截点值分为两组进行 Logistic 回归分析得出,右侧冠状动脉靶血管、术前 FFR 值、支架直径是术后 FFR $<0.875$  的保护因素,即有右侧冠状动脉靶血管、术前 FFR 值和支架直径大者其术后 FFR $<0.875$  发生的风险较小。魏学标等<sup>[15]</sup>对 135 例患者的研究发现,FFR 指导 PCI 组患者的支架直径显著小于对照组 ( $P<0.05$ ),与本研究结果类似,说明 FFR 指导 PCI 能节约患者的治疗费用。

综上所述,PCI 患者术后 FFR 值对于 MACE 事件具有独立的预测作用,且预测价值较好,同时术后 FFR 值监测具有技术难度小、受血流动力学影响小的优点。但本研究仍存在一定的局限性,研究样本量较小可能产生研究偏倚,且本研究地点为一家医院,研究方法为回顾性,未来研究应通过更加科学严谨的设计进一步验证术后 FFR 在 PCI 术后的预测作用,为临床提供更多更强的参考。另外,本研究虽然证实了术后 FFR 对 MACE 的预测价值及对患者预后的影响,但未分析随访期间 MACE 的出现时间及发生概率,为不足之处。且 FFR 为有创检查,不仅检查费用昂贵,且还需使用药物诱发最大充血状态,故仍需进一步分析 FFR 检测的利弊权衡及患者的接受度,有待后续报道。

#### [参考文献]

- [1] 白琛,唐芳,张志,等. 冠状动脉 CT 血管成像联合心肌血流储备分数对冠心病心肌缺血诊断价值的研究[J]. 解放军医药杂志, 2018, 30(2): 102-105.
- [2] 赵娟,陈宁,王芝荣,等. FFR 在冠状动脉病变中的应用[J]. 陕西医学杂志, 2015, 44(9): 1184-1185.
- [3] 赵骞,孙耀林. 血流储备分数指导下功能性血运重建对 STEMI 多支血管病变患者预后的影响[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2018, 10(9): 1131-1134.
- [4] 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[J]. 中华心血管病杂志, 2015, 43(5): 380-393.
- [5] 罗红敏. 血流储备分数指导下对心肌梗死多支血管病变患者进行血管成形术[J]. 中华危重病急救医学, 2017, 29(6): 524.
- [6] Al-Lamee R, Thompson D, Dehbi HM, et al. Percutaneous coronary intervention in stable angina (ORBITA): a double-blind, randomised controlled trial[J]. Lancet, 2018, 391(1115): 31-40.
- [7] Nagata I, Ike A, Nishikawa H, et al. Associations between lipid profiles and MACE in hemodialysis patients with percutaneous coronary intervention: from the FU-registry[J]. J Cardiol, 2015, 65(2): 105-111.
- [8] 李勇,李文华,肖建强,等. 血流储备分数在冠状动脉临界病变介入治疗中的指导作用[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(17): 4230-4232.
- [9] Sawant AC, Bhardwaj A, Banerjee K, et al. Fractional flow reserve guided percutaneous coronary intervention results in reduced ischemic myocardium and improved outcomes[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2018, 92(4): 692-700.
- [10] 郭欣,王熠,马民华,等. FFR 指导下功能性完全血运重建对 NSTEMI 并发多支病变患者短期预后影响[J]. 心脏杂志, 2018, 30(1): 58-61.
- [11] 陈亭杰,杨锋. PCIS 患者术后即刻心肌血流储备分数与脑钠尿肽水平对于患者预后的影响[J]. 中国心血管病研究, 2016, 14(1): 42-44.
- [12] 宋荟芬,李红,李响,等. 血流储备分数与冠状动脉造影指导对急性冠状动脉综合征患者中度狭窄病变药物治疗预后的影响[J]. 中华内科杂志, 2016, 55(7): 520-524.
- [13] Horszczaruk GJ, Kwasiborski P, Miko J, et al. A case of discordance between fractional and coronary flow reserve in functional assessment of an isolated left anterior descending artery lesion [J]. Kardiol Pol, 2016, 74(10): 1189.
- [14] Shibata Y, Sone T, Tsuboi H, et al. Left ventricular dyssynchrony in patients with moderate coronary stenosis and border line fractional flow reserve[J]. Nagoya J Med Sci, 2015, 77(1/2): 155-166.
- [15] 魏学标,杨醒,罗德谋,等. 冠状动脉药物洗脱支架置入后血流储备分数对患者远期预后的预测价值[J]. 中国循环杂志, 2015, 30(7): 627-630.

(此文编辑 朱雯霞)