

本文引用: 张和细, 彭飞, 史益军, 等. 冠状动脉慢血流患者冠状动脉内注射前列地尔和硝酸甘油的即刻效果对比[J]. 中国动脉硬化杂志, 2023, 31(7): 612-616. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2023.07.009.

· 临床研究 ·

[文章编号] 1007-3949(2023)31-07-0612-05

冠状动脉慢血流患者冠状动脉内注射前列地尔和硝酸甘油的即刻效果对比

张和细, 彭飞, 史益军, 龚辉

(复旦大学附属金山医院心内科, 上海市 201508)

[摘要] [目的] 研究并比较冠状动脉内注射前列地尔与硝酸甘油治疗冠状动脉慢血流的即刻效果。[方法] 选取102例冠状动脉造影无明显狭窄的患者, 其中冠状动脉慢血流65例, 对照组37例。慢血流患者根据冠状动脉内注射药物不同分为硝酸甘油组(32例)和前列地尔组(33例)。比较三组临床基线资料及冠状动脉TIMI血流帧数(TFC值), 以及前列地尔组与硝酸甘油组TFC下降值。[结果] 三组临床基线资料除吸烟($P=0.02$)外, 差异均无显著性。注射药物前, 前列地尔组和硝酸甘油组左前降支(LAD)、回旋支(LCX)、右冠状动脉(RCA)三支冠状动脉TFC值均较对照组显著升高($P<0.05$), 而前列地尔组与硝酸甘油组三支冠状动脉TFC值差异无显著性($P>0.05$); 注射药物后, 前列地尔组和硝酸甘油组LAD、LCX、RCA三支冠状动脉TFC值均较注射药物前显著下降($P<0.05$), 且前列地尔组LAD、LCX、RCA三支冠状动脉TFC下降值分别为硝酸甘油组TFC下降值的5.51、3.51、2.78倍($P<0.01$); 前列地尔组注射药物后三支冠状动脉TFC值与对照组相比差异无统计学意义($P>0.05$)。[结论] 冠状动脉内注射前列地尔或硝酸甘油均能即刻显著改善冠状动脉慢血流TFC值, 且前列地尔效果优于硝酸甘油。

[关键词] 冠状动脉慢血流; 前列地尔; 硝酸甘油

[中图分类号] R541.4

[文献标识码] A

Comparison of the immediate effect of intracoronary alprostadil injection and nitroglycerin injection in patients with coronary slow flow

ZHANG Hexi, PENG Fei, SHI Yijun, GONG Hui

(Department of Cardiology, Jinshan Hospital of Fudan University, Shanghai 201508, China)

[ABSTRACT] **Aim** To investigate and compare the immediate effect of intracoronary alprostadil and nitroglycerin injection in the treatment of coronary slow flow. **Methods** A total of 102 patients without obvious coronary angiography stenosis were selected, including 65 patients with coronary slow flow and 37 patients in the control group. Patients with slow flow were divided into nitroglycerin group (32 cases) and alprostadil group (33 cases) according to intracoronary drug injection. Baseline clinical data, coronary TIMI flow frames (TFC values), and TFC declines between the alprostadil group and nitroglycerin group were compared. **Results** There was no significant difference in baseline clinical data among the three groups except smoking ($P=0.02$). Before injection, TFC values of the left anterior descending branch (LAD), circumflex branch (LCX) and right coronary artery (RCA) were significantly increased in alprostadil group and nitroglycerin group compared with control group ($P<0.05$), but there was no significant difference in TFC values of the three coronary arteries between alprostadil group and nitroglycerin group ($P>0.05$). After injection, the TFC values of LAD, LCX and RCA were significantly decreased in three coronary arteries in alprostadil group and nitroglycerin group compared with those before injection ($P<0.05$). The decreased values of LAD, LCX and RCA in alprostadil group were 5.51, 3.51 and 2.78 times of those in nitroglycerin group, respectively ($P<0.01$). There was no sig-

[收稿日期] 2023-01-03

[修回日期] 2023-04-07

[基金项目] 上海市金山区卫生健康委员会课题(JSKJ-KTMS-2021-08); 上海市卫生健康委员会课题(20214Y0367)

[作者简介] 张和细, 硕士, 主治医师, 研究方向为冠状动脉慢血流及心肌损伤标志物, E-mail: 40151621@qq.com. 通信作者 龚辉, 博士, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向为冠状动脉粥样硬化性心脏病的基础及临床, E-mail: liyuanhn2021@163.com。

nificant difference in three coronary artery TFC values between the alprostadil group and the control group ($P>0.05$).

Conclusion Intracoronary injection of alprostadil or nitroglycerin can immediately improve coronary slow flow TFC value, and the effect of alprostadil is better than that of nitroglycerin.

[**KEY WORDS**] coronary slow flow; alprostadil; nitroglycerin

冠状动脉慢血流 (coronary slow flow, CSF) 于 1972 年由 Tambe 等^[1]首次报道,指排除冠状动脉痉挛和扩张、心肌病、瓣膜病、结缔组织病等病因后,冠状动脉造影未见明显心外膜冠状动脉狭窄(狭窄 $<40\%$),而存在远端血流灌注延迟现象。CSF 临床多表现为胸闷、胸痛症状,心电图可有类似心肌缺血的表现,在应激状态下可进展为急性心肌梗死或严重心律失常,如心房颤动、室性心动过速等,甚至猝死^[2]。尽管几十年来 CSF 一直为心脏病学家所熟知,但其潜在的分子机制尚未完全阐明,已提出多种可能,包括微血管功能障碍、小血管疾病、内皮功能受损、氧化应激、炎症和弥漫性动脉粥样硬化^[3]。临床发现此类患者可因反复胸闷、胸痛至医院就诊,尽管国内外学者针对 CSF 开展了广泛的药物研究,但目前临床仍缺乏循证医学证实安全且有效的药物,本文就目前认为治疗 CSF 有效的两种微血管扩张药物硝酸甘油和前列地尔^[3-4]作冠状动脉内注射并比较即刻作用效果,为进一步探索 CSF 发病机制及药物治疗提供理论依据。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选取 2017 年 6 月—2019 年 7 月因胸闷、胸痛在复旦大学附属金山医院入院行冠状动脉造影患者 102 例,其中 CSF 患者 65 例,年龄、性别相匹配的冠状动脉造影正常者 37 例(对照组)。CSF 患者根据用药不同分为硝酸甘油组 32 例,前列地尔组 33 例。所有入选患者排除冠状动脉有明显斑块、溃疡、心肌桥,冠状动脉畸形、瘤样扩张,先天性心脏病、心脏瓣膜病,射血分数 $<50\%$,心肌病,心律失常,肝肾功能不全,血液系统及结缔组织疾病。所有入选患者均签署冠状动脉介入治疗知情同意书及捐献生物样本同意书。

1.2 基线资料采集

收集各组患者的临床基线资料,包括年龄、性别、心率、收缩压、舒张压、吸烟、高血压病及糖尿病的患病情况。高血压病定义为:在未使用降压药物情况下,非同日测量 3 次诊室血压,收缩压 ≥ 140 mmHg 和(或)舒张压 ≥ 90 mmHg^[5]。糖尿病定

义为:糖尿病症状+空腹血糖 ≥ 7.0 mmol/L 和(或)糖负荷 2 h 后血糖 ≥ 11.1 mmol/L^[6]。比较三组患者血肌酐、尿酸、甘油三酯、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、白细胞计数、血红蛋白、血小板计数(采用罗氏 cobas c800 全自动生物化学分析仪及 Sysnex 全自动血球分析仪检测)。

1.3 冠状动脉造影

采用 Judkins 经桡动脉穿刺造影,以 5F TIG 多功能造影导管冠状动脉内注射硝酸甘油 200 μg 、前列地尔 2 μg 。记录帧数为 30 帧/s,采用 Gibson 定义的 TIMI 帧数 (TIMI frame count, TFC) 定量评价冠状动脉血流,由 2 个独立的冠状动脉介入专家评价,取其平均值。左前降支 (left anterior descending artery, LAD) 由于较长须除以 1.7 得到校正的 TIMI 帧数 (corrected TIMI frame count, CTFC),任何一支冠状动脉 TFC 值 >27 帧/s 定义为 CSF^[7]。记录对照组 TFC 值及硝酸甘油、前列地尔两组药物使用前 TFC 值及使用前后 TFC 变化值。

1.4 统计学分析

采用 Stata 16.0 软件进行统计学分析。所有计量资料符合正态分布采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,不符合正态分布采用中位数及四分位数表示,分类资料采用比值描述。计量资料符合正态分布且方差齐性时采用方差分析,不符合正态分布或方差齐性时采用秩和检验。分类资料组间比较采用 χ^2 检验。两组 TFC 值比较采用两独立样本 t 检验,两组用药前后 TFC 变化值比较采用配对 t 检验。 $P<0.05$ 被认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料

三组患者年龄、性别、高血压、糖尿病、空腹血糖、心率、收缩压、舒张压、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、甘油三酯、肌酐、尿酸、白细胞计数、血红蛋白、血小板计数差异均无显著性 ($P>0.05$)。前列地尔组、硝酸甘油组吸烟比例比对照组显著升高 ($P<0.05$),前列地尔组与硝酸甘油组之间吸烟比例差异无显著性 ($P=0.71$;表 1)。

表 1. 各组间一般资料比较

Table 1. Comparison of general information among the groups

项目	对照组 (n=37)	前列地尔组 (n=33)	硝酸甘油组 (n=32)	P
年龄/岁	64.03±10.32	65.15±10.72	65.47±11.80	0.85
男性/[例(%)]	27(72.97)	27(81.82)	22(68.75)	0.47
吸烟/[例(%)]	9(24.32)	18(54.55) ^a	16(50.00) ^a	0.02
高血压/[例(%)]	24(64.86)	19(57.58)	21(65.63)	0.76
糖尿病/[例(%)]	6(16.22)	6(18.18)	7(21.88)	0.83
空腹血糖/(mmol/L)	5.39(5.03,5.80)	5.47(4.99,6.27)	5.43(5.07,6.24)	0.78
心率/(次/min)	76.22±11.78	75.91±11.78	76.53±13.34	0.72
收缩压/mmHg	137±23.39	128.55±17.17	137.21±18.76	0.17
舒张压/mmHg	76.94±10.76	76.81±12.29	79.97±11.25	0.74
总胆固醇/(mmol/L)	4.53±0.83	4.55±0.96	4.12±1.04	0.43
高密度脂蛋白胆固醇/(mmol/L)	1.08±0.24	1.13±0.30	1.07±0.14	0.54
低密度脂蛋白胆固醇/(mmol/L)	2.96±0.62	2.94±0.75	2.76±1.05	0.11
甘油三酯/(mmol/L)	1.42(1.16,1.79)	1.42(1.05,2.37)	1.11(0.8,1.62)	0.07
肌酐/(μmol/L)	71.83±14.33	72.30±13.05	74.33±21.10	0.43
尿酸/(μmol/L)	329.33±100.20	338.65±83.31	321.18±101.43	0.45
白细胞计数/(×10 ⁹ L ⁻¹)	5.71±1.52	6.03±1.56	5.68±1.54	0.99
血红蛋白/(g/dL)	137.33±13.70	136.05±14.20	135.81±13.38	0.94
血小板计数/(×10 ¹² L ⁻¹)	180.61±42.69	198.43±61.95	198.62±69.49	0.32

注:a为P<0.05,与对照组比较。

2.2 CSF 患者累及冠状动脉情况

33 例前列地尔组中有 26 例 LAD 慢血流、19 例回旋支(left circumflex, LCX)慢血流、21 例右冠状动脉(right coronary artery, RCA)慢血流;32 例硝酸甘油组中有 27 例 LAD 慢血流、18 例 LCX 慢血流、21 例 RCA 慢血流。两组冠状动脉慢血流累及血管差异无显著性(P=0.98;表 2)。

表 2. 两组 CSF 患者累及冠状动脉情况

Table 2. Coronary artery involvement in the two groups of CSF patients

分组	n	单位:例		
		LAD	LCX	RCA
前列地尔组	33	26	19	21
硝酸甘油组	32	27	18	21

2.3 各组冠状动脉 TFC 值比较

注射药物前,前列地尔组 LAD、LCX、RCA TFC 值分别为对照组的 2.68、2.67、2.54 倍,硝酸甘油组 LAD、LCX、RCA TFC 值分别为对照组的 2.66、2.66、2.54 倍(P<0.05),但前列地尔组与硝酸甘油组 TFC 值差异无显著性(P>0.05)。注射药物后,前列

地尔组 LAD、LCX、RCA TFC 值分别减少为原来的 39.25%、39.05%、40.02%(P<0.05),硝酸甘油组 LAD、LCX、RCA TFC 值分别减少为原来的 88.90%、82.59%、85.70%(P<0.05);且注射药物后,前列地尔组三支冠状动脉 TFC 值与对照组差异无显著性,而硝酸甘油组 LAD、LCX、RCA 三支冠状动脉 TFC 值分别为对照组的 2.36、2.20、2.18 倍(P<0.05;表 3)。

表 3. 各组冠状动脉 TFC 值比较

Table 3. Comparison of TFC values of coronary among the groups

分组	单位:帧/s		
	LAD	LCX	RCA
对照组	21.57±3.11	17.14±3.35	19.51±3.75
前列地尔组			
注射前	57.81±11.95 ^a	45.68±8.91 ^a	49.62±9.95 ^a
注射后	22.69±3.18 ^b	17.84±3.02 ^b	19.86±2.99 ^b
硝酸甘油组			
注射前	57.37±11.50 ^a	45.67±9.29 ^a	49.57±9.45 ^a
注射后	51.00±10.86 ^{ab}	37.72±8.59 ^{ab}	42.48±8.23 ^{ab}

注:a为P<0.05,与对照组比较;b为P<0.05,与本组注射前比较。

2.4 前列地尔组与硝酸甘油组 TFC 下降值比较

前列地尔组 LAD、LCX、RCA 三支冠状动脉 TFC 下降值分别为硝酸甘油组 TFC 下降值的 5.51、3.51、2.78 倍 ($P < 0.01$; 表 4)。

表 4. 两个药物组 TFC 下降值比较

Table 4. Comparison of TFC decline values of coronary between the two drug groups 单位: 帧/s

冠状动脉	前列地尔组	硝酸甘油组	P 值
LAD	35.12±11.14	6.37±2.86	<0.01
LCX	27.84±8.36	7.94±3.57	<0.01
RCA	29.76±10.89	7.10±2.61	<0.01

3 讨论

目前认为,CSF 的发病机制可能与冠状动脉内皮功能障碍、微血管储备功能异常、炎症反应、动脉粥样硬化早期病变以及遗传因素等有关^[8-12]。很多研究尝试评估传统心血管危险因素与 CSF 之间的关系,但是得到的结果不一致。许多与动脉粥样硬化进展的发病机制被发现与 CSF 相关。Binak 等^[13]研究发现 CSF 与糖耐量受损相关,高血压、肥胖、低密度脂蛋白水平及空腹血糖升高等被发现与 CSF 相关^[14]。本研究发现总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、空腹血糖在三组中差异没有统计学意义,而 CSF 两组患者中吸烟比例更高,这与 Wang 等^[15]的研究一致。Kaufmann 等^[16]进一步研究发现,冠状动脉正常的吸烟患者比不吸烟患者冠状动脉微循环储备能力下降 21%。Johnson 等^[17]发现吸烟通过损伤血管内皮细胞及增加红细胞压积导致 CSF。

由于 CSF 的发病机制不明确,所以目前 CSF 的治疗方法十分有限。迟诚等^[18]研究提示,运动可能会改善 CSF,需要进一步研究明确。而在 CSF 药物治疗方面,目前研究不多,临床上冠状动脉造影发现并确诊为 CSF 的患者,经常术中冠状动脉内注射硝酸甘油 200 μg ,再复查冠状动脉造影,观察慢血流有无改善。常书福等^[19]研究发现,CSF 患者冠状动脉内注射维拉帕米即刻治疗效果好于硝酸甘油,但两组患者冠状动脉血流均未恢复到正常水平。Sadamatsu 等^[20]观察冠状动脉内注射尼可地尔治疗 CSF 即刻效果,发现用药前后 TIMI 血流差异有显著性,慢血流得到改善,且疗效优于硝酸异山梨酯。这两个研究均提示硝酸酯类改善 CSF 有一定作用,但作用较弱。

前列地尔属于天然前列腺素 (prostaglandin, PG) 类物质,是一种高效生物活性物质,不仅有明显的扩张血管的作用,还具有抑制血小板聚集、降低血液黏度和红细胞聚集性、改善微循环、防止动脉粥样硬化脂质斑块形成和改善神经损害等作用^[21]。盛欣成等^[22]研究发现,在急性 ST 段抬高型心肌梗死患者急诊经皮冠状动脉介入治疗后出现冠状动脉慢血流,经微导管冠状动脉内注射前列地尔较硝酸甘油可以更显著改善冠状动脉慢血流。本研究发现 CSF 患者冠状动脉内注射前列地尔即刻治疗效果优于硝酸甘油,且冠状动脉内注射前列地尔即刻可恢复到正常冠状动脉血流。这种即刻效果取得提示微血管功能异常只是 CSF 的部分机制,而前列地尔治疗 CSF 的即刻良好效果可能是由于它改变血液流变学起作用的。

血流减慢是否与全血黏度有关却被忽视,Cetin 等^[23]研究纳入 200 例 CSF 患者,将 200 例冠状动脉血流正常者作为对照组,全血黏度由血细胞比容和血浆蛋白浓度在低剪切速率和高剪切速率下通过验证方程计算得出,结果发现 CSF 患者在低剪切速率和高剪切速率中均具有较高的全血黏度。对于两种剪切速率,校正的 TIMI 帧数显示与全血黏度有显著的相关性(其中低剪切速率 $r = 0.562$,高剪切速率 $r = 0.611$)。在多变量分析中,低剪切速率的全血黏度是 CSF 的独立预测因子。很遗憾,本研究入选的患者未进行血液流变学检测,未能进一步证实血液流变学的改变可能在 CSF 的发病机制中起重要作用。血液流变学变化在 CSF 发病机制中的作用有待进一步研究揭示其规律。

[参考文献]

- [1] TAMBE A A, DEMANY M A, ZIMMERMAN H A, et al. Angina pectoris and slow flow velocity of dye in coronary arteries: a new angiographic finding [J]. Am Heart J, 1972, 84(1): 66-71.
- [2] MONTONE R A, GALIUTO L, MEUCCI M C, et al. Coronary slow flow is associated with a worse clinical outcome in patients with Takotsubo syndrome [J]. Heart, 2020, 106(12): 923-930.
- [3] 赵健, 梁春. 冠状动脉慢血流的研究进展[J/OL]. 中华心血管病杂志(网络版), 2021, 4(1): 165-169 [2021-12-03]. http://www.cvjec.org.cn/index.php/column/columncon/article_id/271. ZHAO J, LIANG C. Research progress of coronary slow flow [J/OL]. Chin Video J Cardiol, 2021, 4(1): 165-169 [2021-12-03]. <http://www.cvjec.org.cn/index.php/column/>

- columncon/article_id/271.
- [4] ZHANG W F, DAI J J, SHEN L, et al. Alprostadil vs. isosorbide dinitrate in ameliorating angina episodes in patients with coronary slow flow phenomenon: a randomized controlled trial[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 965364.
- [5] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟(中国), 中华医学会心血管病学分会, 等. 中国高血压防治指南(2018年修订版)[J]. *中国心血管杂志*, 2019, 24(1): 24-56.
- Writing Group of 2018 Chinese Guidelines for the Management of Hypertension, Chinese Hypertension League, Chinese Society of Cardiology, et al. 2018 Chinese guidelines for the management of hypertension [J]. *Chin J Cardiovasc Med*, 2019, 24(1): 24-56.
- [6] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南(2020年版)(上)[J]. *中国实用内科杂志*, 2021, 41(8): 668-695.
- Chinese Diabetes Society. Guideline for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in China (2020 edition)(Part 1) [J]. *Chin J Prac Int Med*, 2021, 41(8): 668-695.
- [7] GIBSON C M, CANNON C P, DALEY W L, et al. TIMI frame count: a quantitative method of assessing coronary artery flow[J]. *Circulation*, 1996, 93(5): 879-888.
- [8] SERNÉ E H, DE JONGH R T, ERINGA E C, et al. Microvascular dysfunction: a potential pathophysiological role in the metabolic syndrome [J]. *Hypertension*, 2007, 50(1): 204-211.
- [9] WANG Y H, KANG Y Q, JIN X Y, et al. Reference values of the carotid elastic modulus using shear wave elastography and arterial stiffness change in coronary slow flow [J]. *Eur J Radiol*, 2022, 157: 110582.
- [10] DAI X T, KONG T Z, ZHANG X J, et al. Relationship between increased systemic immune-inflammation index and coronary slow flow phenomenon [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2022, 22(1): 362.
- [11] LI H K, GUO J X, XU S D, et al. The proportion of circulating CD45RO⁺CD8⁺ T cells is associated with the coronary slow flow [J]. *Acta Cardiologica Sinica*, 2023, 39(2): 343-352.
- [12] ZHU Q, ZHAO C T, WANG Y H, et al. Soluble vascular cell adhesion molecule-1 as an inflammation-related biomarker of coronary slow flow [J]. *J Clin Med*, 2023, 12(2): 543.
- [13] BINAK E, GUNDUZ H, SAHIN M, et al. The relation between impaired glucose tolerance and slow coronary flow [J]. *Int J Cardiol*, 2006, 111(1): 142-146.
- [14] SEYYED MOHAMMADZAD M H, KHADEMVAANI K, GARDESHKHAH S, et al. Echocardiographic and laboratory findings in coronary slow flow phenomenon: cross-sectional study and review [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 21(1): 230.
- [15] WANG X, GENG L L, NIE S P. Coronary slow flow phenomenon: a local or systemic disease? [J]. *Med Hypotheses*, 2010, 75(3): 334-337.
- [16] KAUFMANN P A, GNECCHI-RUSCONE T, DI TERLIZZI M, et al. Coronary heart disease in smokers: vitamin C restores coronary microcirculatory function [J]. *Circulation*, 2000, 102(11): 1233-1238.
- [17] JOHNSON H M, GOSSETT L K, PIPER M E, et al. Effects of smoking and smoking cessation on endothelial function: 1-year outcomes from a randomized clinical trial [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 55(18): 1988-1995.
- [18] 迟 诚, 廉哲勋, 齐玉军. 冠状动脉慢血流患者运动负荷试验 QT 离散度变化 [J]. *中国动脉硬化杂志*, 2016, 24(3): 285-288.
- CHI C, LIAN Z X, QI Y J. Changes of QT dispersion during exercise load test in patients with coronary slow flow [J]. *Chin J Arterioscler*, 2016, 24(3): 285-288.
- [19] 常书福, 马剑英, 钱菊英, 等. 冠状动脉内应用硝酸甘油和维拉帕米治疗冠状动脉血流缓慢现象的效果 [J]. *中华心血管病杂志*, 2010, 38(1): 27-30.
- CHANG S F, MA J Y, QIAN J Y, et al. Effects of intracoronary administration of nitroglycerin and verapamil for treatment of coronary slow flow phenomenon [J]. *Chin J Cardiol*, 2010, 38(1): 27-30.
- [20] SADAMATSU K, TASHIRO H, YOSHIDA K, et al. Acute effects of isosorbide dinitrate and nicorandil on the coronary slow flow phenomenon [J]. *Am J Cardiovasc Drugs*, 2010, 10(3): 203-208.
- [21] 白丽娜, 周 旻, 李月红. 前列地尔脂微球载体制剂的药理作用机制的研究进展 [J]. *中日友好医院学报*, 2008, 22(1): 47-50.
- BAI L N, ZHOU M, LI Y H. Research progress on pharmacological mechanism of alprostadil lipid microsphere carrier preparations [J]. *J China-Japan Friendship Hosp*, 2008, 22(1): 47-50.
- [22] SHENG X C, DING S, GE H, et al. Intracoronary infusion of alprostadil and nitroglycerin with targeted perfusion microcatheter in STEMI patients with coronary slow flow phenomenon [J]. *Int J Cardiol*, 2018, 265: 6-11.
- [23] CETIN M S, OZCAN CETIN E H, CANPOLAT U, et al. An overlooked parameter in coronary slow flow phenomenon: whole blood viscosity [J]. *Biomark Med*, 2015, 9(12): 1311-1321.
- (此文编辑 许雪梅)