

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2026.02.005

论著·临床

尼可地尔对梗阻性冠心病患者冠状动脉微循环障碍及心肌灌注储备的影响研究

黄烈, 刘磊, 杨春红, 王炎林, 刁明锐, 邓诗武



基金项目: 四川省医学青年创新科研课题计划(Q21073)

作者单位: 610000 四川成都 成都市新都区人民医院心血管内科

通信作者: 黄烈, E-mail: huanglie2268@163.com

【摘要】 目的 探究尼可地尔对梗阻性冠心病患者冠状动脉微循环障碍及心肌灌注储备的影响。方法 选取 2022 年 1 月—2024 年 12 月成都市新都区人民医院心血管内科收治的梗阻性冠心病患者 178 例,按随机数字表法分为对照组和研究组,每组 89 例。对照组采用常规基础治疗干预,研究组在对照组基础上使用尼可地尔治疗干预,治疗 3 个月后,观察比较 2 组患者临床疗效,检测治疗前后冠状动脉微循环障碍指标[远端冠状动脉压(Pd)、微循环阻力指数(IMR)、心肌血流量、血流速度]、心肌灌注储备指标[首过达峰时间、跨壁心肌灌注储备指数(MPRI)、心肌信号强度峰值、首过最大上升斜率]、心功能相关指标[N-末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、肌酸激酶同工酶 MB(CK-MB)、心肌肌钙蛋白 I(cTnI)]变化情况,并记录和比较不良反应发生率。结果 治疗 3 个月后,研究组临床总有效率高于对照组(94.38% vs. 84.27%, $\chi^2 = 4.773$, $P = 0.029$)。治疗 3 个月后,2 组患者 Pd、IMR、首过达峰时间及 NT-proBNP、CK-MB、cTnI 均降低,且研究组各项指标均低于对照组($t/P = 26.790 / < 0.001, 108.735 / < 0.001, 12.968 / < 0.001, 91.296 / < 0.001, 146.835 / < 0.001, 426.022 / < 0.001$); 2 组心肌血流量、血流速度、跨壁 MPRI、心肌信号强度峰值、首过最大上升斜率均升高,且研究组各指标均高于对照组($t/P = 56.127 / < 0.001, 14.070 / < 0.001, 42.097 / < 0.001, 121.478 / < 0.001, 36.722 / < 0.001$)。2 组不良反应发生率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论 尼可地尔对梗阻性冠心病患者具有显著疗效,其能有效改善冠状动脉微循环障碍,提升心肌灌注储备功能,降低心肌损伤标志物水平,且在治疗过程中未增加不良反应发生率,安全性良好。

【关键词】 梗阻性冠心病; 尼可地尔; 冠状动脉微循环障碍; 心肌灌注储备; 心功能; 疗效**【中图分类号】** R541.4 **【文献标识码】** A

A study of the impact of nicorandil on coronary microcirculation dysfunction and myocardial perfusion reserve in patients with obstructive coronary heart disease Huang Lie, Liu Lei, Yang Chunhong, Wang Yanlin, Diao Mingrui, Deng Shiwu. Department of Cardiovascular Medicine, Chengdu Xindu District People's Hospital, Sichuan, Chengdu 610000, China

Funding program: Sichuan Medical Youth Innovation and Scientific Research Project Plan (Q21073)

Corresponding author: Huang Lie, E-mail: huanglie2268@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the impact of nicorandil on coronary microcirculation dysfunction and myocardial perfusion reserve in patients with obstructive coronary heart disease (OCHD). **Methods** A total of 178 patients with OCHD admitted to our hospital from January 2022 to December 2024 were selected and divided into two groups, with 89 cases in each group. The control group received conventional basic treatment, while the study group received nicorandil in addition to the treatment given to the control group. The differences in clinical efficacy, coronary microcirculation dysfunction, myocardial perfusion reserve, cardiac function, and adverse reactions between the two groups were compared. **Results** The clinical efficacy of the study group was significantly higher than that of the control group ($\chi^2 = 4.773, P < 0.05$). Repeated-measures analysis revealed significant time, between-group, and interaction effects for distal coronary pressure (Pd), index of microcirculatory resistance (IMR), myocardial blood flow, blood flow velocity, transmural myocardial perfusion reserve index (transmural MPRI), peak myocardial signal intensity, maximum upslope rate of first-pass perfusion, N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (NT-proBNP), creatine kinase-MB (CK-MB), and cardiac troponin I (cTnI) in both groups ($P < 0.05$). For the time to peak of first-pass perfusion, significant time and interaction effects were observed in both groups ($P < 0.05$). After the intervention, the time to peak of first-pass perfusion, Pd, IMR, NT-proBNP, CK-MB, and cTnI were significantly reduced, while the trans-

mural MPRI, peak myocardial signal intensity, maximum upslope rate of first-pass perfusion, myocardial blood flow, and blood flow velocity were significantly increased. The magnitude of these changes was greater in the study group than in the control group ($t = 12.968, 26.790, 108.735, 91.296, 146.835, 426.022, 42.097, 121.478, 36.722, 56.127, 14.070$, respectively; $P < 0.05$). No statistically significant difference was observed in the incidence of adverse reactions between the two groups ($\chi^2 = 0.097, P > 0.05$). **Conclusion** Nicorandil has a significant therapeutic effect on patients with OCHD. It can effectively improve coronary microcirculation dysfunction, enhance myocardial perfusion reserve, reduce the levels of myocardial injury markers, and does not increase the incidence of adverse reactions during the treatment process, demonstrating good safety.

【Key words】 Obstructive coronary heart disease; Nicorandil; Coronary microcirculation dysfunction; Myocardial perfusion reserve; Cardiac function; Therapeutic effect

冠状动脉粥样硬化性心脏病(coronary artery disease ,CAD) 作为全球范围内致死、致残率最高的心血管疾病之一 ,其病理生理机制已从传统的大血管狭窄逐步向微循环功能障碍领域延伸^[1]。尽管经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention ,PCI) 技术的革新显著改善了梗阻性 CAD 患者的宏观血管再通率 ,但临床实践中仍有 30% ~ 50% 的患者术后出现微循环阻力指数升高、心肌灌注不匹配等微循环障碍现象 ,直接导致心绞痛复发率增加及远期预后恶化^[2-3]。在此背景下 ,针对冠状动脉微循环障碍 (coronary microvascular dysfunction ,CMD) 的干预策略已成为当前心血管领域的研究热点。尼可地尔作为 ATP 敏感钾通道开放剂 ,其通过促进血管平滑肌超极化扩张微血管、抑制血小板聚集及减少氧自由基生成等多靶点效应 ,在改善心肌微循环方面展现出独特优势^[4]。既往研究表明 ,尼可地尔可有效提升非梗阻性冠心病患者的心肌血流储备分数(myocardial flow reserve ,MFR) ,但其对合并宏观血管梗阻的 CAD 患者微循环灌注及心肌灌注储备 (myocardial perfusion

reserve ,MPR) 的调控作用尚存争议^[5]。特别在评估指标选择上 ,现有研究多局限于单时相血流参数分析 ,缺乏对动态心肌灌注储备功能的系统评价。基于此 ,本研究探讨尼可地尔对梗阻性冠心病患者冠状动脉微循环障碍及心肌灌注储备的影响研究 ,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2022 年 1 月—2024 年 12 月成都市新都区人民医院心血管内科收治的梗阻性冠心病患者 178 例 ,所有患者均符合慢性冠状动脉综合征的临床诊断标准^[6] ,并经冠状动脉造影证实存在至少 1 支主要冠状动脉管腔直径狭窄 $\geq 50\%$ 。且处于临床稳定期(CCS 状态) 的梗阻性冠心病患者 ,排除急性冠状动脉综合征及非梗阻性原因(如微血管疾病、血管痉挛) 导致的慢性冠状动脉综合征患者。按随机数字表法分为对照组和研究组 ,各 89 例 ,2 组一般临床资料比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$) ,具有可比性 ,见表 1。本研究经医院医学伦理委员会审批同意 (20221025) ,全部患者或家属均知情同意并签署知情同意书。

表 1 2 组梗阻性冠心病患者临床资料比较

Tab.1 Comparison of baseline clinical data between the two groups of patients with obstructive coronary heart disease

组 别		对照组(n = 89)	研究组(n = 89)	t/ χ^2 值	P 值
性别 [例(%)]	男	43(48.31)	39(43.82)	0.362	0.548
	女	46(51.69)	50(56.18)		
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)		56.01 \pm 8.91	55.64 \pm 9.24	0.273	0.786
病程($\bar{x} \pm s$,年)		4.28 \pm 0.62	4.30 \pm 0.63	0.240	0.811
合并症 [例(%)]	高血压	31(34.83)	30(33.71)	0.091	0.763
	糖尿病	33(37.08)	31(34.83)		
	其他	25(28.09)	28(31.46)		
左心室功能指标($\bar{x} \pm s$)	射血分数(%)	69.13 \pm 5.24	68.22 \pm 6.54	1.018	0.310
	舒张末容积(ml)	129.54 \pm 24.82	127.57 \pm 26.25	0.513	0.608
	重量(g)	89.71 \pm 16.89	90.89 \pm 15.49	0.486	0.628
病变支数 [例(%)]	单支	41(46.07)	39(43.82)	0.088	0.767
	多支	23(25.84)	22(24.72)		
	左主干	25(28.09)	28(31.46)		
心功能分级 [例(%)]	I 级	25(28.09)	23(25.84)	0.076	0.783
	II 级	35(39.33)	38(42.70)		
	III 级	29(32.58)	28(31.46)		

1.2 病例选择标准 (1) 纳入标准: 符合《中国慢性冠脉综合征患者诊断及治疗指南》^[6] 中相关标准, 症状稳定且经冠状动脉造影证实为至少 1 支主要冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$ 的梗阻性冠心病患者; 临床资料完整; 无严重并发症者; 病情稳定者; 无本次研究药物过敏者。(2) 排除标准: 严重肝肾功能不全; 急性感染、甲状腺功能亢进; 妊娠及哺乳期妇女; 合并肿瘤者; 近期接受相关治疗者; 精神疾病者。

1.3 治疗方法 对照组: 采用常规基础治疗干预, 药物治疗以抗血小板、调脂稳斑、 β 受体阻滞、扩张冠状动脉抗缺血及降压护心 (ACEI/ARB/钙拮抗剂) 为核心, 需个体化调整剂量并长期规范用药, 定期监测肝肾功能、血脂、血糖及肌酸激酶等指标; 生活方式干预需严格低盐低脂饮食 (控制总热量与胆固醇摄入)、规律有氧运动 (如步行/游泳, 避免竞技性高强度活动)、强制戒烟并限制酒精摄入 (男性 < 25 g/d、女性 < 15 g/d), 同时通过饮食-运动协同管理体质量 (BMI $18.5 \sim 23.9$ kg/m²); 病情监测涵盖基础指标 (血压、心率、血脂、血糖等)、心脏功能评估 (心电图、超声心动图等) 及高危患者冠状动脉造影筛查; 并发症管理需积极控制血压、血糖、血脂等危险因素, 定期筛查心力衰竭标志物 (NT-proBNP) 及动态心电图监测心律失常, 对已发生心力衰竭 (LVEF $\leq 40\%$) 者强化利尿/强心/神经内分泌拮抗治疗, 恶性心律失常 (室性心动过速、室颤) 则需植入心律转复除颤器 (ICD) 并优化药物联用方案。

研究组: 在对照组基础上加用尼可地尔 (天方药业有限公司生产, 规格 5 mg) 治疗干预, 口服, 每次 5 mg, 每日 3 次。根据患者情况可逐渐增加剂量至每次 10 mg, 每日 3 次。具体剂量需根据患者病情、年龄、体质量等因素由医生个体化调整。2 组患者均治疗干预 3 个月后进行观察及比较。

1.4 观察指标与方法

1.4.1 冠状动脉微循环障碍指标检测: 于治疗前、治疗后 3 个月采用冠状动脉压力导丝在造影中直接测量远端冠状动脉压 (Pd); 利用带温压传感器的专用导丝在静息与充血状态下结合压力及平均传导时间计算得出微循环阻力指数 (IMR); 心肌血流量借助核素心血管造影术通过放射性同位素标记、示踪剂显像或血流敏感序列成像进行测量; 血流速度采用超声心动图设备进行检测。

1.4.2 心肌灌注储备指标检测: 于治疗前、治疗后 3 个月采用 MR 设备, 检测患者的首过达峰时间、跨壁心肌灌注储备指数 (MPRI)、心肌信号强度峰值、首过最

大上升斜率等指标。

1.4.3 心功能指标检测: 于治疗前、治疗后 3 个月采用免疫荧光法检测 N-末端脑钠肽前体 (NT-proBNP); 化学发光法检测肌酸激酶同工酶 MB (CK-MB)、心肌肌钙蛋白 I (cTnI)。

1.4.4 安全性监测: 观察记录治疗过程中的不良反应, 包括发热、恶心呕吐、下肢浮肿、头晕等情况, 计算并比较 2 组不良反应发生率。

1.5 临床疗效判定标准^[7] 显效: 心绞痛基本消失 (发作频率及硝酸甘油用量减少 $\geq 80\%$), 加拿大心血管学会心绞痛分级 (CCS) 分级改善 ≥ 2 级, 静息心电图缺血性 ST 段下移基本恢复正常; 有效: 心绞痛明显减轻 (发作频率及硝酸甘油用量减少 $50\% \sim 79\%$), CCS 分级改善 1 级, 心电图缺血性 ST-T 改变明显改善; 无效: 症状及心电图均未达到有效标准。总有效率 = (显效 + 有效) / 总例数 $\times 100\%$ 。

1.6 统计学方法 应用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。计数资料以频数或构成比 (%) 表示, 行 χ^2 检验或秩和检验; 符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 2 组间 Pd、IMR、心肌血流量、血流速度、首过达峰时间、跨壁 MPRI、心肌信号强度峰值、首过最大上升斜率、NT-proBNP、CK-MB、cTnI 行独立样本 *t* 检验, 组内比较行配对样本 *t* 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组梗阻性冠心病患者临床疗效比较 治疗 3 个月, 研究组临床总有效率为 94.38%, 显著高于对照组的 84.27%, 差异有统计学意义 ($\chi^2 = 4.773, P = 0.029$), 见表 2。

表 2 2 组梗阻性冠心病患者临床疗效比较 [例 (%)]

Tab.2 Comparison of clinical efficacy between the two groups of patients with obstructive coronary heart disease

组别	例数	显效	有效	无效	总有效率
对照组	89	30 (33.71)	45 (50.56)	14 (15.73)	75 (84.27)
研究组	89	35 (39.33)	49 (55.06)	5 (5.62)	84 (94.38) ^a

注: 与对照组比较, ^a $P < 0.05$ 。

2.2 2 组梗阻性冠心病患者治疗前后冠状动脉微循环障碍指标比较 治疗前 2 组 Pd、IMR、心肌血流量、血流速度比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); 治疗 3 个月, 2 组患者的 Pd、IMR 均降低, 而心肌血流量、血流速度均升高, 且研究组降低/升高幅度均大于对照组 ($P < 0.01$), 见表 3。

2.3 2 组梗阻性冠心病患者治疗前后心肌灌注储备

指标比较 治疗前 2 组患者首过达峰时间、跨壁 MPRI、心肌信号强度峰值、首过最大上升斜率等差异均无统计学意义 ($P>0.05$) ; 治疗 3 个月后 2 组首过达峰时间降低 ,跨壁 MPRI、心肌信号强度峰值、首过最大上升斜率等均升高 ,且研究组降低/升高幅度大于对照组 ($P<0.01$) ,见表 4。

2.4 2 组梗阻性冠心病患者治疗前后心功能指标比较 治疗前 2 组患者 NT-proBNP、CK-MB、cTnI 比较差异无统计学意义 ($P>0.05$) ; 治疗 3 个月后 2 组患者的 NT-proBNP、CK-MB、cTnI 均显著降低 ,且研究组降低幅度大于对照组 ($P<0.05$) ,见表 5。

表 5 2 组梗阻性冠心病患者治疗前后心功能指标比较 ($\bar{x}\pm s$)
Tab.5 Comparison of cardiac function indices between the two groups of patients with obstructive coronary heart disease before and after treatment

组 别	时间	NT-proBNP (ng/L)	CK-MB (U/L)	cTnI ($\mu\text{g/L}$)
对照组 (n=89)	治疗前	211.54±22.66	74.85±11.34	0.77±0.11
	治疗后	105.43±11.74	43.23±5.41	0.57±0.09
研究组 (n=89)	治疗前	213.66±20.56	75.29±10.66	0.76±0.10
	治疗后	89.66±10.24	34.83±3.66	0.32±0.07
t/P 对照组内值		60.046/<0.001	30.706/<0.001	20.000/<0.001
t/P 研究组内值		70.176/<0.001	39.277/<0.001	44.200/<0.001
t/P 治疗后组间值		91.296/<0.001	146.835/<0.001	426.022/<0.001

表 3 2 组梗阻性冠心病患者治疗前后冠状动脉微循环障碍指标比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.3 Comparison of coronary microcirculation dysfunction indices between the two groups of patients with obstructive coronary heart disease before and after treatment

组 别	时间	Pd (mmHg)	IMR	心肌血流量 (ml · min ⁻¹ · g ⁻¹)	血流速度 (cm/s)
对照组 (n=89)	治疗前	76.58±17.83	57.11±10.38	8.28±1.18	0.63±0.12
	治疗后	67.51±14.36	44.73±9.70	10.40±1.29	0.72±0.10
研究组 (n=89)	治疗前	75.68±18.57	56.76±11.53	8.23±1.47	0.64±0.10
	治疗后	55.86±15.65	30.42±8.57	12.59±2.44	0.78±0.12
t/P 对照组内值		4.980/<0.001	11.698/<0.001	13.294/<0.001	8.000/<0.001
t/P 研究组内值		10.878/<0.001	24.873/<0.001	27.275/<0.001	12.727/<0.001
t/P 治疗后组间值		26.790/<0.001	108.735/<0.001	56.127/<0.001	14.070/<0.001

表 4 2 组梗阻性冠心病患者治疗前后心肌灌注储备指标比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.4 Comparison of myocardial perfusion reserve indices between the two groups of patients with obstructive coronary heart disease before and after treatment

组 别	时间	首过达峰时间 (s)	跨壁 MPRI	心肌信号强度峰值 (%)	首过最大上升斜率 (%)
对照组 (n=89)	治疗前	4.88±1.41	1.44±0.40	20.73±5.68	25.12±4.53
	治疗后	3.19±1.02	1.86±0.47	28.66±6.19	33.69±6.74
研究组 (n=89)	治疗前	5.01±1.21	1.41±0.39	20.28±5.34	24.64±4.30
	治疗后	2.73±0.62	2.34±0.52	39.13±6.48	39.42±5.86
t/P 对照组内值		12.649/<0.001	7.439/<0.001	11.780/<0.001	16.229/<0.001
t/P 研究组内值		17.022/<0.001	16.246/<0.001	28.004/<0.001	28.009/<0.001
t/P 治疗后组间值		12.968/<0.001	42.097/<0.001	121.478/<0.001	36.722/<0.001

2.5 2 组不良反应比较 治疗过程中 ,研究组不良反应发生率为 5.62% ,对照组为 6.74% ,2 组比较差异无统计学意义 ($\chi^2=0.097 P=0.756$) ,见表 6。

表 6 2 组梗阻性冠心病患者不良反应比较 [例(%)]

Tab.6 Comparison of adverse reactions between the two groups of patients with obstructive coronary heart disease

组 别	例数	发热	恶心呕吐	下肢浮肿	头晕	总发生率
对照组	89	2(2.25)	1(1.12)	1(1.12)	2(2.25)	6(6.74)
研究组	89	2(2.25)	2(2.25)	0	1(1.12)	5(5.62)

3 讨论

梗阻性冠心病是由于冠状动脉存在显著狭窄或阻塞 ,导致心肌血液供应严重不足 ,进而引发心肌缺血、缺氧甚至坏死 ,全球发病率约 10% ,成为心血管病死亡主因^[8-9]。更值得关注的是 ,20%~30% 冠状动脉造影未见明显狭窄的患者实际存在冠状动脉微循环障碍 ,这种微血管水平的功能异常直接导致心肌血供与氧耗失衡 ,引发心绞痛、心肌梗死乃至心功能衰竭 ,且因诊断手段局限常被临床忽视^[10-11]。常规治疗策略存在显著不足: 硝酸酯类药物过度使用而 β 受体阻滞剂应用不足 ,导致心率控制不达标; 介入治疗过度关注大血管狭窄病变 ,忽视微循环障碍的评估与干预; 传统

药物如钙拮抗剂仅能部分缓解症状,无法从根本上改善微循环灌注^[12-13]。尼可地尔作为具有 ATP 敏感钾通道开放特性的抗心绞痛药物,近年来在梗阻性冠心病合并冠状动脉微循环障碍的治疗中展现出独特优势,它通过双重机制发挥作用:其钾通道开放特性可扩张冠状动脉平滑肌,显著增加心肌血流量,同时对抗微血管痉挛,改善毛细血管通透性,从而恢复心肌灌注储备^[14-15]。多项临床研究证实,尼可地尔不仅能有效缓解心绞痛症状,更可降低主要心血管事件发生率,尤其对冠状动脉微循环障碍患者,其疗效显著优于传统治疗方案^[16-17],与本研究结论一致。

本研究显示,治疗 3 个月后,研究组临床疗效、心肌血流量、血流速度、跨壁 MPRI、心肌信号强度峰值、首过最大上升斜率均高于对照组;Pd、IMR、首过达峰时间均低于对照组。分析原因可能在于:尼可地尔通过激活 ATP 敏感性钾通道,一方面直接松弛冠状动脉平滑肌,缓解血管痉挛并扩张包括微小血管在内的各级冠状动脉,显著降低微血管阻力、改善冠状动脉血流灌注,使心肌血流量和血流速度增加,造影剂在心肌中快速富集,表现为心肌信号强度峰值升高、首过最大上升斜率增大,同时缩短造影剂达峰时间;另一方面其细胞的保护效应可减轻心肌缺血再灌注损伤,维护心肌功能储备,进而提升整体临床疗效^[18-19]。另外,冠状动脉阻力下降直接降低 Pd、IMR 随血管扩张及痉挛缓解而显著降低,跨壁磁共振 MPRI 则因心肌灌注储备能力增强而升高,其多维度指标的改善共同验证尼可地尔在改善梗阻性冠心病患者冠状动脉微循环障碍、优化心肌灌注储备中的核心作用机制^[20-21]。本研究显示,研究组患者的 NT-proBNP、CK-MB、cTnI 低于对照组,2 组不良反应差异无统计学意义($P>0.05$)。分析原因可能在于:尼可地尔通过双重机制降低梗阻性冠心病患者心肌损伤标志物水平并保障用药安全,其钾离子通道开放特性可扩张冠状动脉、改善心肌灌注,直接减轻心肌缺血缺氧损伤,从而降低反映心功能负荷的 NT-proBNP 及心肌损伤特异性标志物 CK-MB、cTnI 水平;同时该药物对血流动力学影响温和,不显著改变血压、心率等生命体征,且临床通过个体化剂量调整与不良反应监测体系,在常规剂量范围内有效控制潜在风险,实现心肌保护与安全性双重获益^[22-25]。

综上所述,尼可地尔对梗阻性冠心病患者具有显著疗效,其能有效改善冠状动脉微循环障碍,提升心肌灌注储备功能,降低心肌损伤标志物水平,且在治疗过程中未增加不良反应发生率,安全性良好,为该类药物提供一种安全有效的新治疗选择,不过未来仍需更多

研究进一步深入验证其临床应用价值。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

黄烈:提出研究方向、研究思路,研究选题;刘磊:设计研究方案、研究流程;杨春红:实施研究过程,数据收集,分析整理;王炎林、刁明锐:文献调研与整理,设计论文框架,论文撰写;邓诗武:论文修订

参考文献

- [1] Almeida AG. Ischemia with non-obstructive coronary disease as detected by myocardial scintigraphy: A benign or malignant prognosis? [J]. Rev Port Cardiol, 2023, 42(6): 525-527. DOI: 10.1016/j.repc.2023.03.003.
- [2] Albuquerque F, Oliveira AF, de Aratijo Goncalves P, et al. Predicting obstructive coronary artery disease in heart failure with reduced ejection fraction: A practical clinical score [J]. Rev Port Cardiol, 2023, 42(1): 21-28. DOI: 10.1016/j.repc.2021.09.020.
- [3] 杨冠蕊,张竹林,张丽贞.冠状动脉给予尼可地尔及替罗非班对急性 STEMI 病人 PPCI 后心肌灌注的改善作用[J].中西医结合心脑血管病杂志, 2020, 18(23): 4038-4041. DOI: 10.12102/j.issn.1672-1349.2020.23.031.
- [4] 张博,范玲珑,汪亦斌,等.尼可地尔冠状动脉内注射对冠心病经皮冠状动脉介入术治疗患者冠状动脉灌注及微血管功能的影响[J].中国药物与临床, 2024, 24(6): 359-363. DOI: 10.11655/zgyw-ylc.2024.06.004.
- [5] 韩孝宇,代玉涵,朱爱红,等.尿酸酶原联合尼可地尔术前冠状动脉灌注对 ST 段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术后心功能和炎症反应及预后的影响[J].中国心血管病研究, 2021, 19(5): 408-413. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5301.2021.05.05.
- [6] 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.中国慢性冠脉综合征患者诊断及治疗指南[J].中华心血管病杂志, 2024, 52(6): 589-614. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20240325-00168.
- [7] 蒲婷婷,刘宇,赵冰,等.尼可地尔对介入治疗老年非 ST 段抬高型心肌梗死患者冠状动脉灌注的疗效评价[J].中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(10): 1048-1051. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2022.10.010.
- [8] 叶伟云,王晓霞,陈小林,等.体外反搏联合尼可地尔治疗冠脉微循环障碍疗效及对血管内皮功能的影响[J].河北医学, 2020, 26(11): 1900-1906. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6233.2020.11.032.
- [9] Perera D, Berry C, Hoole SP, et al. Invasive coronary physiology in patients with angina and non-obstructive coronary artery disease: a consensus document from the coronary microvascular dysfunction workstream of the British Heart Foundation/National Institute for Health Research Partnership [J]. Heart, 2022, 109(2): 88-95. DOI: 10.1136/heartjnl-2021-320718.
- [10] 李安,汪文龙,陈兰英,等.降香及其替代药材改善急性心肌梗死所致的心肌损伤及冠脉微循环障碍[J].中国药理学与毒理学杂志, 2021, 35(10): 743. DOI: 10.3867/j.issn.1000-3002.2021.10.039.
- [11] Naito R, Kasai T. Obstructive coronary artery disease, a common and curable but critical comorbidity in acute decompensated heart failure [J]. Eur J Heart Fail, 2022, 24(11): 2150-2151. DOI: 10.1002/ehfj.2665.

(下转 167 页)

- 情评估和预后预测中的价值 [J]. 疑难病杂志, 2024, 23(9) : 1054-1059. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2024.09.006.
- [6] 中华医学会神经外科学分会颅脑创伤专业组, 中华医学会创伤学分会神经损伤专业组. 颅脑创伤患者脑监测技术中国专家共识 [J]. 中华神经外科杂志, 2020, 36(12) : 1189-1194. DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20200819-00458.
- [7] 刘进, 张雷. 颅脑创伤患者早期血清 PDCD4 GDF11 水平及其与病情和预后的关系 [J]. 安徽医学, 2024, 45(3) : 331-336. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0399.2024.03.014.
- [8] 沈汉超, 刘海兵, 何炯周, 等. 经手术治疗的重度颅脑损伤老年急性硬膜下血肿患者预后不良的危险因素 [J]. 中国医药导报, 2024, 21(30) : 22-27. DOI: 10.20047/j.issn1673-7210.2024.30.04.
- [9] Khan ES, Dainghaus T. HSP47 in human diseases: Navigating pathophysiology, diagnosis and therapy [J]. Clin Transl Med, 2024, 14(8) : e1755-e1759. DOI: 10.1002/ctm2.1755.
- [10] Wang YJ, Di XJ, Zhang PP, et al. Hsp47 promotes biogenesis of multi-subunit neuroreceptors in the endoplasmic reticulum [J]. Elife, 2024, 13(1) : e84798-e84803. DOI: 10.7554/eLife.84798.
- [11] 王娜, 孙伟伟, 邢国靖, 等. 血清基质金属蛋白酶-9, 热休克蛋白 47 水平与急性脑出血术后预后的关系 [J]. 临床外科杂志, 2024, 32(8) : 818-821. DOI: 10.3969/j.issn.1005-6483.2024.08.010.
- [12] Sundaram B, Kanneganti TD. Advances in understanding activation and function of the NLRC4 inflammasome [J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(3) : 1048-1052. DOI: 10.3390/ijms22031048.
- [13] Wen Z, Yuan T, Liu J, et al. Atg16l2 augments Nlr4 inflammasome activation by facilitating NAIPs-NLRC4 association [J]. Eur J Immunol, 2024, 54(11) : e2451078-e2451082. DOI: 10.1002/eji.202451078.
- [14] Li W, Lv X, Ma Y, et al. Prognostic significance of serum NLRC4 in patients with acute supratentorial intracerebral hemorrhage: A prospective longitudinal cohort study [J]. Front Neurol, 2023, 14(1) : 1125674-1125678. DOI: 10.3389/fneur.2023.1125674.
- [15] Ding W, Cai C, Zhu X, et al. Parthenolide ameliorates neurological deficits and neuroinflammation in mice with traumatic brain injury by suppressing STAT3/NF- κ B and inflammasome activation [J]. Int Immunopharmacol, 2022, 108: 108913. DOI: 10.1016/j.intimp.2022.108913.
- [16] Roohbakhsh A, Etemad L, Karimi G. Resolvin D1: A key endogenous inhibitor of neuroinflammation [J]. Biofactors, 2022, 48(5) : 1005-1026. DOI: 10.1002/biof.1891.
- [17] Bo C, Liu X, Liu Y, et al. Resolvin D1 accelerates resolution of neuroinflammation by inhibiting microglia activation through the BD-NF/TrkB signaling pathway [J]. Eur J Med Res, 2025, 30(1) : 189-193. DOI: 10.1186/s40001-025-02424-7.

(收稿日期: 2025-07-18)

(上接 155 页)

- [12] 李保强, 黄斌, 农玉梅. 探讨尼可地尔联合替格瑞洛在 PCI 中安全性及对冠脉微循环障碍的影响 [J]. 川北医学院学报, 2023, 38(4) : 492-495. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3697.2023.04.013.
- [13] Goncalves S. Can we predict obstructive coronary artery disease in patients with heart failure with reduced ejection fraction? [J]. Rev Port Cardiol, 2023, 42(1) : 29-30. DOI: 10.1016/j.repc.2022.10.002.
- [14] 蒲明玉, 郑曦, 何简. 尼可地尔与 rh-proUK 联合 PCI 术在冠状动脉慢性完全闭塞中的应用 [J]. 河北医学, 2024, 30(7) : 1222-1228. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6233.2024.07.031.
- [15] 官兵, 苏杨, 韦旭斌, 等. 尼可地尔对梗阻性冠心病患者冠状动脉微循环障碍的影响 [J]. 昆明医科大学学报, 2020, 41(2) : 68-75.
- [16] 李玲, 刘香格, 李强, 等. 术前冠状动脉内注射尼可地尔对急性心肌梗死患者术后心肌血流灌注水平及心功能的影响 [J]. 心脑血管病防治, 2022, 22(1) : 24-28. DOI: 10.3969/j.issn.1009-816x.2022.01.008.
- [17] 岳慧娟, 杨盼盼, 王昆阳. 静脉注射尼可地尔对不稳定型心绞痛患者 PCI 术后心脏自主神经功能和心肌微循环的影响 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2021, 13(11) : 1383-1386, 1389. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4055.2021.11.24.
- [18] 刘洁良, 董豪坚. 尼可地尔对冠状动脉微循环障碍防治的研究进展 [J]. 岭南心血管病杂志, 2022, 28(4) : 375-378. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9688.2022.04.19.
- [19] 周付娇, 吕勇, 张静. 丹参酮 II A 磺酸钠联合尼可地尔治疗冠心病稳定性心绞痛疗效及对心功能改善研究 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2024, 26(11) : 1301-1305. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2024.11.011.
- [20] 杨慧, 贺欣. 尼可地尔治疗后冠心病三支病变病人心绞痛发作风险预测模型的构建 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2023, 21(10) : 1868-1872. DOI: 10.12102/j.issn.1672-1349.2023.10.027.
- [21] 张方方, 李雷, 钱卫, 等. 重组人脑利钠肽联合尼可地尔治疗冠心病合并急性左心衰竭的疗效研究 [J]. 中国心血管病研究, 2025, 23(3) : 253-259. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5301.2025.03.006.
- [22] 钟耀彬, 李汝秉, 何晓霞. 尼可地尔治疗冠心病心绞痛的疗效及对患者左心室功能和斑块稳定性的影响 [J]. 海南医学, 2022, 33(3) : 302-304. DOI: 10.3969/j.issn.1003-6350.2022.03.008.
- [23] 刘光辉, 杜优优, 孔涛. 心舒宝片联合尼可地尔治疗冠心病心绞痛的临床研究 [J]. 现代药物与临床, 2024, 39(4) : 921-925. DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2024.04.016.
- [24] 李淑月, 高香, 许文静, 等. 银杏叶制剂联合尼可地尔治疗冠心病心绞痛有效性与安全性的 Meta 分析 [J]. 心血管康复医学杂志, 2024, 33(6) : 720-724. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0074.2024.06.14.
- [25] 潘玲, 李萍, 欧阳书堃, 等. 冠心舒通胶囊联合尼可地尔对冠心病稳定性心绞痛心血瘀阻型患者心功能、血液流变学和炎症因子的影响 [J]. 现代生物医学进展, 2022, 22(21) : 4125-4129. DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2022.21.022.

(收稿日期: 2025-08-16)