

中性粒细胞/淋巴细胞比值对冠状动脉旁路移植术后心肌损伤的影响*

李靖¹ 王洋² 柳克晔² 高峰² 韩喆²

(河北大学附属医院 1. 心内二科; 2. 心脏外科, 河北 保定 071000)

【摘要】 目的 探讨患者术前中性粒细胞/淋巴细胞比值(NLR)对非体外循环下冠状动脉旁路移植术(OPCABG)后心肌损伤以及临床预后的影响。方法 选取2014年1月—2019年12月我院收治的314名行OPCABG的患者,依据患者术前NLR的三分位数分为高比值组($NLR > 2.8, n = 102$)、中比值组($2.8 \geq NLR \geq 1.6, n = 106$)以及低比值组($NLR < 1.6, n = 106$)。分别检测患者术前基线、术后8h及术后24h肌酸激酶同工酶(CKMB)及肌钙蛋白(CTnI)水平。结果 高比值组患者术后心肌损伤发生率显著高于中比值组及低比值组($P < 0.05$)。高比值组术后CKMB峰值显著高于中比值组 $[2.1(1.2 \sim 13.0) \text{ ng/mL vs } 2.0(1.0 \sim 7.3) \text{ ng/mL}, P = 0.047]$ 及低比值组 $[2.1(1.2 \sim 13.0) \text{ ng/mL vs } 1.1(0.9 \sim 1.6) \text{ ng/mL}, P < 0.001]$ 。且高比值组患者术后CTnI峰值同样显著高于中比值组 $[0.075(0.010 \sim 0.185) \text{ ng/mL vs } 0.020(0.000 \sim 0.103) \text{ ng/mL}, P = 0.011]$,以及低比值组 $[0.075(0.010 \sim 0.185) \text{ ng/mL vs } 0.010(0.000 \sim 0.030) \text{ ng/mL}, P < 0.001]$ 。术前NLR较高是术后患者CTnI升高的独立危险因素($OR: 2.809; 95\% CI: 1.326 \sim 5.954; P = 0.007$)。高比值组患者1年不良心血管事件发生率显著高于中比值组及低比值组($HR: 1.80; 95\% CI: 1.16 \sim 2.79; \text{Log Rank } P = 0.021$)。结论 患者术前中性粒细胞/淋巴细胞比值升高是非体外循环冠状动脉旁路移植术后心肌损伤的独立危险因素,而且会增加患者不良心血管事件。

【关键词】 中性粒细胞/淋巴细胞比值; 心肌损伤; 非体外循环冠状动脉旁路移植术

【中图分类号】 R654.2 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2023. 03. 013

Effect of Neutrophil-lymphocyte ratio on myocardial injury after coronary artery bypass grafting

LI Jing¹, WANG Yang², LIU Keye², GAO Feng², HAN Zhe²

(1. The Second Department of Cardiology, The Affiliated Hospital of Hebei University, Baoding 071000, Hebei, China;

2. Department of Cardiac Surgery, The Affiliated Hospital of Hebei University, Baoding 071000, Hebei, China)

【Abstract】 Objective To evaluate the impact of preoperative neutrophil-lymphocyte ratio on myocardial injury after off-pump coronary artery bypass grafting and 1 year clinical outcomes. **Methods** Three hundred and fourteen consecutive patients who underwent off-pump coronary artery bypass grafting were enrolled in the study and divided into three groups in accordance with tertiles of neutrophil-lymphocyte ratio at baseline. Serum creatine kinase-MB and troponin I levels were measured at baseline and at 8 and 24 hours postoperatively, while clinical outcomes were followed up for 1 year. **Results** The occurrence of postprocedural myocardial injury was significantly higher in tertile 3. Postprocedural peak creatine kinase-MB values of patients in tertile 3 $[2.1(1.2-13.0) \text{ ng/mL}]$ were significantly higher than patients in tertile 2 $[2.0(1.0-7.3) \text{ ng/mL}, P = 0.047]$ and tertile 1 $[1.1(0.9-1.6) \text{ ng/mL}, P < 0.001]$. Postprocedural troponin I levels in tertile 3 patients $[0.075(0.010-0.185) \text{ ng/mL}]$ were higher than those in tertile 2 $[0.020(0.000-0.103) \text{ ng/mL}, P = 0.011]$ and tertile 1 $[0.010(0.000-0.030) \text{ ng/mL}, P < 0.001]$. Elevated neutrophil-lymphocyte ratio was an independent predictor of postprocedural troponin I elevation ($OR 2.809; 95\% CI: 1.326-5.954; P = 0.007$). Event-free survival was

基金项目:河北省重点研发计划项目(192777102D)

通讯作者:韩喆,副主任医师,E-mail:hdfyhanzhe@163.com

引用本文:李靖,王洋,柳克晔,等.中性粒细胞/淋巴细胞比值对冠状动脉旁路移植术后心肌损伤的影响[J].西部医学,2023,35(3):381-385.

DOI:10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2023. 03. 013

significantly associated with neutrophil-lymphocyte ratio tertiles, with worse rate in tertile 3 than in tertile 2 and tertile 1 patients (HR 1.80; 95%CI:1.16-2.79; Log Rank $P=0.021$). **Conclusion** Elevated preoperative neutrophil-lymphocyte ratio is an independent predictor of myocardial injury after off-pump coronary artery bypass grafting and is associated with worse clinical outcomes during 1 year follow-up.

【Key words】 Neutrophil-lymphocyte ratio; Myocardial injury; Off-pump coronary artery bypass grafting

冠状动脉旁路移植术是治疗冠状动脉严重复杂病变冠心病的有效手段。然而,部分患者术后会发生肌钙蛋白(Clinical trials network institute, CTnI)或肌酸激酶同工酶(Creatine kinase myocardial band, CKMB)升高,即术后心肌损伤。研究显示,相较于术后 CTnI 及 CKMB 正常的患者,发生了术后心肌损伤的冠状动脉旁路移植术患者,死亡率及重大并发症的发生率均显著增加^[1-5]。而在导致术后心肌损伤的因素中,炎症反应起着十分重要的作用。中性粒细胞/淋巴细胞比值(Neutrophil-lymphocyte ratio, NLR)是一种简单有效的炎症指标,越来越多的研究显示 NLR 高的患者冠状动脉病变较重,且往往预后不良^[6-9]。然而,术前 NLR 水平是否对非体外循环冠状动脉旁路移植术(Off-pump coronary artery bypass grafting, OPCABG)后心肌损伤存在影响,目前鲜有相关研究。因此,本研究旨在探讨患者术前 NLR 对 OPCABG 术后心肌损伤以及临床预后的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选取 2014 年 1 月—2019 年 12 月于我院行 OPCABG 的 314 例患者,依据患者术前 NLR 的三分位数,将患者分为高比值组($NLR > 2.8, n = 102$)、中比值组($2.8 \geq NLR \geq 1.6, n = 106$)以及低比值组($NLR < 1.6, n = 106$)。纳入标准:①术前 24 h 内检查了全血细胞分析。②患者及家属知情并签署知情同意书。排除标准:①患有急慢性炎症性疾病或自身免疫性疾病。②同时进行瓣膜置换术等手术。③患有血液病。④应用类固醇激素治疗。⑤1 个月内的急性心肌梗死。⑥术前 CKMB 或 CTnI 高于正常。本研究获得我院伦理委员会批准。

1.2 方法 所有患者在术前 24 h 内采集肘正中静脉血样本,检测血细胞分析、高敏 C 反应蛋白(High sensitivity C-reactive protein, Hs-CRP)、基线水平 CKMB 及 CTnI。然后分别于术后 8 h 及 24 h 再次采集血液样本,分析 CKMB 及 CTnI 水平。如果患者出现缺血性胸痛症状或心电图发生缺血性改变,则及时复查 CKMB 及 CTnI。CKMB 及 CTnI 应用 Access 2 immunochemiluminometric assay (Beckman Coulter, USA)检测。所有手术由同一麻醉师团队应用相同麻醉方案进行麻醉;且由同一术者带领其团队实施手

术。所有患者在术后进入重症监护室监护,直至患者病情稳定,不再需要继续监护。

1.3 观察指标及定义 ①本研究一级终点为术后心肌损伤的发生率,以及术后 CKMB 和 CTnI 峰值水平的差异。依据《第四次心肌梗死全球统一定义》标准^[10],术后心肌损伤定义为:术后 CKMB 或 CTnI 峰值水平至少一次超过正常值上限。本单位 CKMB 正常值为 $0 \sim 4.0$ ng/mL, CTnI 正常值为 $0 \sim 0.04$ ng/mL。②次级终点为 1 年内主要不良心血管事件,包括心源性死亡、急性心肌梗死、非预期再血管化治疗。依据《第四次心肌梗死全球统一定义》标准^[10],如果在术后 48 h 内,患者出现缺血性胸痛,同时存在心电图缺血性改变,且 CTnI 超过正常值上限 10 倍以上则诊断为心肌梗死;如超过 48 h,患者出现缺血性胸痛,同时存在心电图缺血性改变,CTnI 超过正常值上限即诊断为心肌梗死。非预期再血管化治疗定义为:非预期的对桥血管或自身血管行介入治疗。所有患者经电话或门诊随访 1 年。

1.4 统计学分析 应用 SPSS 17.0 软件包进行统计学分析。符合正态分布的计量资料用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,非正态分布的计量资料用中位数 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示;计数资料采用率(%)表示。符合正态分布的计量资料多组间比较应用方差分析,两组间比较应用 Student- t 检验;非正态分布的计量资料多组间比较应用 Kruskal-Wallis 检测,两组间比较采用 Mann-Whitney u 检验;计数资料组间比较采用 χ^2 检验。应用 Logistic 多元回归模型分析术后 CTnI 升高的独立危险因素。生存分析采用 Kaplan-Meier 生存曲线法,组间生存率比较采用 Log-rank 检验,HR 以及 95% CI 应用 COX 回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组基线临床特征比较 3 组间年龄、性别、冠心病危险因素、药物治疗、左室射血分数(LVEF)、BMI 等方面比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。手术相关因素方面,3 组间在 EuroSCOREs 分数、手术时间、桥血管数量、使用内乳动脉、应用主动脉内球囊反搏、使用冠状动脉内分流管数量等方面比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。3 组间白细胞计数无统计

学差异($P>0.05$),但高比值组的中性粒细胞计数显著增高,淋巴细胞计数减少($P<0.05$);高比值组 Hs-CRP 浓度也高于其余两组($P<0.05$)。见表 1。

表 1 基线临床特征及手术相关因素比较 $[(\bar{x}\pm s), n(\times 10^{-2}), M(P_{25}\sim P_{75})]$

项目	高比值组($n=102$)	中比值组($n=106$)	低比值组($n=106$)	F/χ^2	P
年龄(岁)	61.1 $\pm$ 6.3	61.5 $\pm$ 5.6	61.0 $\pm$ 5.9	0.220	0.803
男性	72(70.6)	68(64.2)	67(63.2)	1.484	0.476
糖尿病	23(22.5)	28(26.4)	36(34.0)	3.514	0.173
高血压病	45(44.1)	51(48.1)	41(38.7)	1.932	0.381
高脂血症	48(47.1)	56(52.8)	58(54.7)	1.319	0.517
吸烟史	28(27.5)	28(26.4)	26(24.5)	0.238	0.888
家族史	14(13.7)	19(17.9)	15(14.2)	0.867	0.648
BMI(kg/m ²)	24.5 $\pm$ 4.5	25.6 $\pm$ 4.2	25.4 $\pm$ 4.1	1.855	0.158
心肌梗死史	11(10.8)	13(12.3)	16(15.1)	0.901	0.637
PCI 治疗史	5(4.9)	5(4.7)	8(7.5)	0.978	0.613
LVEF(%)	51.4 $\pm$ 7.7	53.0 $\pm$ 7.4	52.5 $\pm$ 7.5	1.179	0.309
他汀类	80(78.4)	89(84.0)	92(86.8)	2.671	0.263
β 受体阻断剂	70(68.6)	76(71.7)	74(69.8)	0.239	0.888
ACEI 或 ARB	86(84.3)	80(75.5)	85(80.2)	2.540	0.281
Hs-CRP(mg/L)	5.4 $\pm$ 1.7	4.2 $\pm$ 1.4	3.7 $\pm$ 1.3	34.485	<0.001
GFR(mL/min/1.73m ²)	60.0 $\pm$ 9.7	58.9 $\pm$ 8.9	61.9 $\pm$ 9.9	2.629	0.074
白细胞计数($\times 10^9$ /L)	7.2 $\pm$ 1.8	7.1 $\pm$ 1.3	7.1 $\pm$ 1.2	0.086	0.917
中性粒细胞计($\times 10^9$ /L)	5.0 $\pm$ 1.4	4.2 $\pm$ 1.0	3.3 $\pm$ 0.7	71.447	<0.001
淋巴细胞计数($\times 10^9$ /L)	1.6 $\pm$ 0.5	2.1 $\pm$ 0.4	3.1 $\pm$ 0.7	189.760	<0.001
EuroSCORE	4.0(2.0~9.0)	4.0(1.0~8.3)	3.0(1.0~6.3)	—	0.127
IABP	10(9.8)	12(11.3)	10(9.4)	0.231	0.891
应用内乳动脉	88(86.3)	94(88.7)	90(84.9)	0.667	0.716
冠状动脉分流通(个)	3(2~3)	3(2~3)	3(2~3)	—	0.876
桥血管数量(支)	3(2~3)	3(2~3)	3(2~3)	—	0.787
桥血管移植时间(min)	66.6 $\pm$ 11.5	65.2 $\pm$ 9.4	66.9 $\pm$ 10.7	0.777	0.461

注: BMI=体重指数; PCI=经皮冠状动脉介入治疗; LVEF=左室射血分数; ACEI=血管紧张素转换酶抑制剂; ARB=血管紧张素受体拮抗剂; Hs-CRP=高敏 C 反应蛋白; GFR=肾小球滤过率; IABP=主动脉内球囊反搏; “—”指 Fisher 精确概率检验。

2.2 术后心肌损伤发生率及 CKMB、CTnI 峰值比较

随着 NLR 水平增高,术后心肌损伤的发生率显著升高。以 CKMB 为标准,高比值组有 33 例(32.4%)患者发生术后心肌损伤,显著高于中比值组的 20 例(18.9%)患者($\chi^2=4.978, P=0.026$),以及低比值组的 10 例(9.4%)患者($\chi^2=16.650, P<0.001$)。以 CTnI 为标准,高比值组有 35 例(34.3%)患者发生术后心肌损伤,同样高于中比值组的 20 例(18.9%)患者($\chi^2=6.376, P=0.012$),以及低比值组的 11 例(10.4%)患者($\chi^2=17.291, P<0.001$)。3 组患者术前基线水平 CKMB 及 CTnI 无统计学差异($P>0.05$)。高比值组术后 CKMB 峰值[2.1(1.2~13.0) ng/mL],显著高于中比值组[2.0(1.0~7.3) ng/mL],以及低比值组[1.1(0.9~1.6) ng/mL]。同样,高比值组术后 CTnI 峰值[0.075(0.010~0.185) ng/mL]显著高于中比值组[0.020(0.000~0.103) ng/mL]及低比值组[0.010(0.000~0.030) ng/mL]。见图 1。

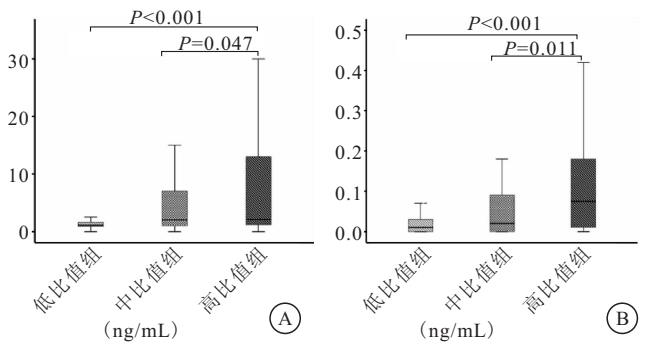


图 1 术后组间 CKMB、CTnI 峰值比较
Figure 1 Comparison of post procedural peak values of CKMB and CTnI
注: A. 术后 CKMB 峰值比较; B. 术后 CTnI 峰值比较。

2.3 术后 CTnI 升高相关因素分析 将患者临床特征、手术相关因素以及实验室检查等纳入多因素回归分析。结果显示 NLR 升高是术后 CTnI 升高的独立预测因素。其他导致 CTnI 升高的因素还包括:桥血管移植时间、Hs-CRP 浓度、EuroSCORE、桥血管数量。然而应用冠状动脉内分流通会降低术后 CTnI 升高的风险。见表 2。

表 2 术后 CTnI 升高因素分析

Table 2 Multivariate analysis with post procedural CTnI elevation

项目	B	SE	Wald	P	OR	95% CI
NLR	1.033	0.383	7.265	0.007	2.809	1.326~5.954
hs-CRP 浓度	0.194	0.504	5.621	0.018	3.299	1.230~8.852
EuroSCORE	0.088	0.038	5.402	0.020	1.092	1.014~1.176
桥血管数量	1.656	0.711	5.420	0.020	5.240	1.299~21.131
桥血管移植时间	0.031	0.015	4.127	0.042	1.032	1.001~1.064
冠状动脉分流量	-1.212	0.445	7.426	0.006	0.298	0.124~0.712

2.4 不良心血管事件比较 所有患者均完成 1 年随访。高比值组有 18 例 (17.6%) 患者发生不良心血管事件,包括心源性死亡 4 例,心肌梗死 7 例,非预期再血管化 7 例;中比值组有 11 例 (10.4%) 患者,包括心源性死亡 2 例,心肌梗死 5 例,非预期再血管化 4 例。低比值组有 6 例 (5.7%) 患者,其中心源性死亡 2 例,心肌梗死 3 例,非预期再血管化 1 例。高比值组患者不良心血管事件显著高于其他两组 ($HR:1.80;95\%CI:1.16\sim2.79;Log Rank P=0.021$)。见图 2。

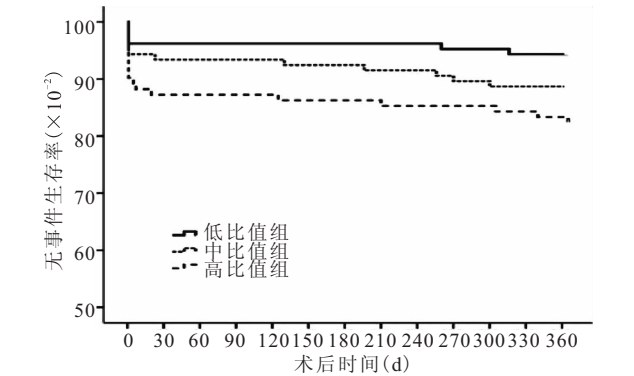


图 2 不良心血管事件比较

Figure 2 Kaplan-Meier curves of event-free survival among the NLR tertiles

3 讨论

本研究显示,术前 NLR 水平高的患者,行 OPCABG 术后发生心肌损伤的风险较高,NLR 升高是术后 CTnI 升高的独立预测因素;而且术前 NLR 水平高的患者,1 年不良心血管事件发生率也较高。冠心病行再血管化治疗时,无论是冠状动脉旁路移植术还是经皮冠状动脉介入治疗,均有可能发生术后心肌损伤。在导致两者发生术后心肌损伤的原因中,有许多共同因素,如:冠脉夹层、斑块脱落、微循环障碍等^[10-11]。本团队前期研究显示,斑块不稳定及慢性炎症反应在经皮冠状动脉介入术后发生的心肌损伤中,起着十分关键的作用^[12-13]。NLR 是一种近年来受到较多关注的炎症指标,其由常规检查的血细胞分析计算得出,简单经济,且普适性广。本研究结果显示,NLR 高的冠心病患者,在

OPCABG 术后发生心肌损伤的几率较高。其机制可能源于:①患者 NLR 水平高提示其处于较高水平的慢性炎症反应,而处于高水平的慢性炎症反应的患者,冠脉狭窄一般较为严重,且更加弥漫^[14-16]。②高水平的慢性炎症反应背景,往往导致冠状动脉粥样硬化斑块不稳定,造成术中斑块脱落,造成远端血管栓塞^[17-20]。③高水平的慢性炎症反应也常常会导致冠脉微循环功能障碍^[21-22],从而导致心肌损伤。

既往研究显示,患者术前 NLR 对 OPCABG 术后的不良心血管事件具有预测价值^[23-24]。本研究显示,NLR 升高是术后 CTnI 升高的独立预测因素;术前 NLR 水平高的患者,术后发生心源性死亡、非致死性心肌梗死以及非预期再血管化治疗的风险显著升高,与上述研究结果一致。术前 NLR 水平高的患者,通过多种机制造成其在 OPCABG 术后发生不良心血管事件的风险较高^[25-26]。而在这其中,更高的术后心肌损伤率,可能是患者预后不良重要因素之一^[1-3]。

本研究存在以下局限性:首先,本研究采用术前 24 h 内一次血细胞分析计算 NLR,一些患者也许未能完整体现其慢性炎症反应水平;其次,许多患者术后未定期复查经胸超声心动图,因而限制了对左室射血分数等心脏功能性指标的分析。最后,本研究为单中心研究,后续需大规模多中心研究进一步验证。

4 结论

术前 NLR 较高的患者,其 OPCABG 术后发生心肌损伤的几率也较高,而且出现不良心血管事件的风险较大,但其发生机制尚需进一步研究。

【参考文献】

[1] MORONE E J, BARKER S J, MARTINEZ LICA C R, *et al.* Impact of troponin I level on coronary artery bypass grafting outcomes[J]. J Card Surg, 2020, 35(10): 2704-2709.

[2] LI Y, LI Y, HU Q, *et al.* Association of early elevated cardiac troponin I concentration and longitudinal change after off-pump coronary artery bypass grafting and adverse events: a prospective cohort study[J]. J Thorac Dis, 2020, 12(11): 6542-6551.

[3] MOON M H, SONG H, WANG Y P, *et al.* Changes of cardiac troponin I and operative mortality of coronary artery bypass[J]. Asian Cardiovasc Thorac Ann, 2014, 22(1): 40-45.

[4] DOMANSKI M J, MAHAFFEY K, HASSELBLAD V, *et al.* Association of myocardial enzyme elevation and survival following coronary artery bypass graft surgery[J]. JAMA, 2011, 305(6): 585-591.

[5] 胡展,袁昕,杜娟,等. 冠状动脉旁路移植术后心肌肌钙蛋白 I 升高对术后早期心肌梗死和术后 30 天死亡的预测作用[J]. 中国循环杂志,2021,36(4):335-339.

[6] LI T, GU C, WANG F, *et al.* Association of Neutrophil-Lymphocyte Ratio and the Presence of Noncalcified or Mixed Coro-

- nary Atherosclerotic Plaques[J]. *Angiology*, 2018, 69(3): 256-263.
- [7] BALTA S, CELIK T, MIKHAILIDIS D P, *et al*. The Relation Between Atherosclerosis and the Neutrophil-Lymphocyte Ratio [J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2016, 22(5): 405-411.
- [8] QIAO S, GAO W, GUO S. Neutrophil-Lymphocyte Ratio (NLR) for Predicting Clinical Outcomes in Patients with Coronary Artery Disease and Type 2 Diabetes Mellitus: A Propensity Score Matching Analysis[J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2020, 16: 437-443.
- [9] 苏广胜. 青年冠心病患者中性粒细胞与淋巴细胞比值与冠状动脉病变严重程度关系[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2018, 10(11): 1379-1384.
- [10] THYGESEN K, ALPERT J S, JAFFE A S, *et al*. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018)[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 72(18): 2231-2264.
- [11] ESENBOĞA K, KURTUL A, YAMANTÜRK Y Y, *et al*. Systemic immune-inflammation index predicts no-reflow phenomenon after primary percutaneous coronary intervention[J]. *Acta Cardiol*, 2022, 77(1): 59-65.
- [12] 李靖, 徐占稳, 赵兴洲, 等. 胰岛素抵抗对经皮冠状动脉介入术后心肌损伤及预后的影响[J]. *实用医学杂志*, 2013, 29(19): 3202-3204.
- [13] LI J, SONG S J, XU J P, *et al*. Impact of metabolic syndrome on myocardial injury and clinical outcomes after percutaneous coronary intervention[J]. *Herz*, 2015, 40(1): 129-135.
- [14] LIU Y, YE T, CHEN L, *et al*. Systemic immune-inflammation index predicts the severity of coronary stenosis in patients with coronary heart disease[J]. *Coron Artery Dis*, 2021, 32(8): 715-720.
- [15] 郭姣姣, 龚开政. 中性粒细胞/淋巴细胞比值、血小板/淋巴细胞比值与 2 型糖尿病合并冠心病患者动脉粥样硬化程度的相关性[J]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2021, 15(3): 171-176.
- [16] 刘伟倩, 高博, 李英肖, 等. 中性粒细胞/淋巴细胞比值与绝经后女性冠心病患者冠状动脉病变程度的关系[J]. *岭南心血管病杂志*, 2019, 25(3): 252-256, 267.
- [17] NILSSON L, WIERINGA W G, PUNDZIUTE G, *et al*. Neutrophil/Lymphocyte ratio is associated with non-calcified plaque burden in patients with coronary artery disease[J]. *PLoS One*, 2014, 9(9): e108183.
- [18] PRATI F, MARCO V, PAOLETTI G, *et al*. Coronary inflammation: why searching, how to identify and treat it[J]. *Eur Heart J Suppl*, 2020, 22(Suppl E): E121-E124.
- [19] 张楠, 陆莹. 中性粒细胞/淋巴细胞比值与急性冠脉综合征相关性的研究进展[J]. *中国急救医学*, 2021, 41(3): 265-269.
- [20] 谭洪勇, 张金国, 刘向群. 老年急性冠脉综合征冠状动脉损伤程度与血清 hs-CRP、MCP-1、TAT 及 IL-18 的相关性研究[J]. *实用医学杂志*, 2010, 26(10): 1768-1769.
- [21] 张艳达, 隋汝杰, 赵健, 等. 冠状动脉微循环障碍: 非阻塞性冠心病潜在发病机制[J]. *第二军医大学学报*, 2020, 41(3): 315-320.
- [22] ERDOĞAN M, ERDÖL M A, ÜZTÜRK S, *et al*. Systemic immune-inflammation index is a novel marker to predict functionally significant coronary artery stenosis[J]. *Biomark Med*, 2020, 14(16): 1553-1561.
- [23] DEY S, KASHAV R, KOHLI J K, *et al*. Systemic Immune-Inflammation Index Predicts Poor Outcome After Elective Off-Pump CABG: A Retrospective, Single-Center Study[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2021, 35(8): 2397-2404.
- [24] GIBSON P H, CROAL B L, CUTHBERTSON B H, *et al*. Preoperative neutrophil-lymphocyte ratio and outcome from coronary artery bypass grafting[J]. *Am Heart J*, 2007, 154(5): 995-1002.
- [25] ŞAHİN A, SISLİ E. Retrospective Evaluation of the Pre- and Postoperative Neutrophil-Lymphocyte Ratio as a Predictor of Mortality in Patients Who Underwent Coronary Artery Bypass Grafting[J]. *Heart Surg Forum*, 2021, 24(5): E814-E820.
- [26] ABANOZ M, ENGİN M. The effect of the relationship between post-cardiotomy neutrophil/lymphocyte ratio and platelet counts on early major adverse events after isolated coronary artery bypass grafting[J]. *Türk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg*, 2021, 29(1): 36-44.

(收稿日期: 2022-03-19; 修回日期: 2022-12-05; 编辑: 刘灵敏)