

NLR 与急性冠状动脉综合征中 OCT 诊断的冠状动脉 斑块破裂的关系研究*

姜金彤¹ 卓杨¹ 赵倩¹ 顾俊¹ 张俊峰¹ 王长谦¹ 张绘莉¹

[摘要] 目的:分析中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)与急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)患者光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)发现的冠状动脉(冠脉)斑块破裂的相关性。**方法:**入选 2016 年 6 月—2021 年 5 月在上海交通大学医学院附属第九人民医院接受冠脉介入治疗并应用 OCT 进行冠脉病变评估的 207 例 ACS 患者为研究对象。根据 OCT 结果将所有受试者分为斑块破裂组(41 例)和非斑块破裂组(166 例),分析和比较两组间年龄、性别、心血管危险因素、心血管家族史、血常规、血脂等指标,及其与 OCT 诊断的冠脉斑块破裂的关系。**结果:**斑块破裂组年龄 >65 岁、性别为男性、有吸烟史人群的比例显著高于非破裂组。斑块破裂组患者的炎症指标[白细胞计数、中性粒细胞计数、C 反应蛋白(CRP)水平]、肌钙蛋白 I、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、NLR、血小板/淋巴细胞比值(PLR)均明显高于非斑块破裂组。其中,斑块破裂组的 NLR 水平显著高于非斑块破裂组,两组比较差异有统计学意义[3.33(1.94, 6.34) vs 2.26(1.70, 2.92), $P < 0.001$]。多因素 logistic 回归分析提示,NLR 与 ACS 患者发生斑块破裂具有一定相关性($OR = 1.360, 95\%CI: 1.092 \sim 1.695, P = 0.006$)。ROC 曲线分析发现,NLR >2.81 是预测 ACS 患者冠脉斑块破裂的临界点,敏感度为 65.9%,特异度为 73.5%。**结论:**NLR 与 ACS 冠脉病变发生斑块破裂密切相关,在预测斑块的不稳定性和 ACS 危险分层中具有一定临床价值。

[关键词] 急性冠状动脉综合征;斑块破裂;中性粒细胞/淋巴细胞比值;光学相干断层扫描

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2023.01.009

[中图分类号] R541.1 **[文献标志码]** A

Association of neutrophil to lymphocyte ratio with plaque rupture in acute coronary syndrome patients diagnosed by optical coherence tomography

JIANG Jintong ZHUO Yang ZHAO Qian GU Jun ZHANG Junfeng
WANG Changqian ZHANG Huili

(Department of Cardiology, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai, 200001, China)

Corresponding author: ZHANG Huili, E-mail: huilizhang815@163.com

Abstract Objective: To analyze the correlation between neutrophil to lymphocyte ratio (NLR) and plaque rupture in patients with acute coronary syndrome (ACS). **Methods:** A total of 207 ACS patients who received coronary interventional procedures and optical coherence tomography (OCT) evaluations of coronary lesions at Shanghai Ninth People's Hospital from June 2016 to May 2021 were enrolled in the present study. According to the findings of OCT, all the subjects were divided into a non-plaque rupture group ($n = 166$) and plaque rupture group ($n = 41$). The differences in clinical characteristics such as age, sex, risk factors of cardiovascular diseases and the family history of coronary artery disease and laboratory parameters including blood routine examination and blood lipid levels between the two groups were compared. The correlation between hematological indices and plaque rupture in ACS was also analyzed. **Results:** The proportion of patients aged >65 , male and current smoking in plaque rupture group was significantly higher than that in non-rupture group. The inflammatory biomarkers (white blood cell count, neutrophil count, CRP level), troponin I, low density lipoprotein cholesterol(LDL-C), NLR and platelet to lymphocyte ratio(PLR) in plaque rupture group also significantly increased in comparison to non-rupture group. The NLR level in plaque rupture group was significantly higher than that in non-rupture group. The difference between the two groups was statistically significant[3.33(1.94, 6.34) vs 2.26(1.70,

*基金项目:上海市科委医学引导类项目(No:19411963300);上海九院冠心病生物样本库项目(No:YBKA201910)

¹上海交通大学医学院附属第九人民医院心内科(上海,200001)

通信作者:张绘莉,E-mail:huilizhang815@163.com

引用本文:姜金彤,卓杨,赵倩,等. NLR 与急性冠状动脉综合征中 OCT 诊断的冠状动脉斑块破裂的关系研究[J]. 临床心血管病杂志,2023,39(1):45-50. DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2023.01.009.

2.92), $P < 0.001$]. Multivariate Logistic regression analysis showed that NLR was closely correlated with plaque rupture in ACS patients ($OR = 1.360$, 95% CI : 1.092—1.695, $P = 0.006$). ROC curve analysis found a cutoff point of $NLR > 2.81$ for plaque rupture with 65.9% sensitivity and 73.5% specificity. **Conclusion:** NLR is closely related to plaque rupture events in coronary lesions, and is associated with plaque rupture events in patients with acute coronary syndrome and can be used to predict plaque stability, early identification of vulnerable plaques, and risk stratification.

Key words acute coronary syndrome; plaque rupture; neutrophil to lymphocyte ratio; optical coherence tomography

急性冠状动脉综合征 (acute coronary syndrome, ACS) 是冠心病严重的临床类型, 一般急性起病、病情变化快, 如不能即时干预往往预后不良^[1-2]。ACS 主要的病理生理机制为冠状动脉 (冠脉) 内易损斑块破裂, 继发血栓形成, 完全或部分堵塞管腔引起相关的临床症状^[3], 因此有效识别和预测斑块破裂具有重要意义。通过冠脉腔内影像学检查对斑块形态进行评估是目前的重要手段^[4], 但是其在临床上并非广泛常规应用且具有一定限制性。其中光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 具有较高分辨率和相对可靠性, 本研究通过 OCT 评估斑块破裂, 希望可以找到更加简便易行的预测斑块破裂的合适指标。

ACS 中斑块的破裂与炎症密切相关, 中性粒细胞/淋巴细胞比值 (NLR) 是一种新型的炎症标志物, 本研究的目的即是探讨 NLR 与斑块破裂之间的关系, 并检验 NLR 作为预测指标的价值。

1 对象与方法

1.1 对象

选择上海交通大学医学院附属第九人民医院心内科 2016 年 6 月—2021 年 5 月行冠脉造影后行介入治疗的同时采用 OCT 评估腔内病变的 207 例患者为研究对象, 其中男 149 例, 女 58 例, 平均年龄 (64.73 ± 10.56) 岁, 均通过相关心脏损伤标志物的升高、心电图的 ST-T 改变、典型的心肌缺血引起的胸闷胸痛症状或超声心动图上显示室壁活动异常而被诊断为 ACS。收集患者的一般资料, 包括年龄、性别、体重、身高, 计算 BMI, 既往糖尿病、高血压、脑血管病、烟酒史等基础资料, 以及入院后的用药史包括抗血小板药物、血管紧张素转换酶抑制剂 (angiotensin converting enzyme inhibitor, ACEI)、血管紧张素 II 受体拮抗剂 (angiotensin II receptor antagonist, ARB)、 β 受体阻滞剂、他汀等。患者在入院 24 h 内签署知情同意书并完成冠脉造影检查, 并同步进行 OCT 检查, 斑块的病变性质由 OCT 进行评估定性, 正常血管壁为规则的 3 层结构, 不伴有内膜增厚, 脂质斑块为内膜增厚, 呈边界模糊的低信号区, 纤维钙化斑块为内膜增厚, 呈轮廓明显、边界清晰的低信号区, 纤维斑块为内膜

增厚, 呈明亮、均一的强信号区。OCT 下斑块破裂可定义为带薄纤维帽斑块、边缘处存在破口及部分斑块内可见附壁血栓。另外, 患者在入院后禁食 12 h 以上后采集血液样本送检常规、生化等检验, 血细胞计数等由自动血细胞计数器, Coulter LH780 血液学分析仪 (贝克曼库尔特爱尔兰公司) 确定, 生化项目通过生化自动分析仪 (西门子 Advia) 确定, 而后收集红细胞计数、白细胞计数、中性粒细胞计数以及甘油三酯、总胆固醇等指标。

患有严重瓣膜性心脏病、严重心力衰竭、传染病、自身免疫性疾病、严重肺部疾病、严重肝肾疾病、恶性肿瘤、出血和血液系统疾病的患者被排除在研究之外。对没有绝对禁忌证的患者均给予抗血小板、他汀、ACEI/ARB 类药物。

1.2 冠脉造影

根据美国的 ACC/AHA 2015 血管造影指南, 采用标准的常规 seldinger 方法穿刺患者的右股动脉或桡动脉, 碘氟醇作为造影剂, 对患者的左右冠脉以及分支进行评估, 包括左回旋支、左主干、右冠脉以及左前降支等部位, 确定冠脉狭窄病变支数、狭窄程度等。当目测左主干直径狭窄 $\geq 50\%$ 或非左主干直径狭窄 $\geq 70\%$ 为冠脉重度狭窄, 进行冠脉介入治疗, 该操作以及影像结果判读由具有介入资质且经验丰富的医生完成。

1.3 OCT 检查

对上述患者冠脉造影显示的病变行 OCT 检查。OCT 仪器由美国 Lightlab 公司生产 (型号: OPTIS), 成像导管为 Dragonfly OPTIS, 将引导导管沿着导丝发送到目标血管的远端, 成像导管沿导丝放置于靶病变血管远端定位注入造影剂后自动成像再次选择血管段成像后行数据定量分析。由 2 名有经验的医生对系统中存储的影像进行判读, 对病变性质进行分类, 当二者结论不统一时由第 3 人进行判读, 将统一结论作为最终结果。行冠脉介入治疗的患者再次于 OCT 下评估支架植入效果。

1.4 统计学处理

使用 SPSS 22.0 软件进行数据分析, 符合正态分布的计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示, 比较采用 t 检验;

不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, 比较采用 Mann-Whitney U 检验; 计数资料以数量与百分比表示, 比较采用 χ^2 检验; 采用单因素及多因素 logistic 分析对上述因素与斑块破裂的相关性进行分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者的 OCT 检测结果和临床特征

本研究共入选 207 例入院诊断为 ACS 并进行冠脉造影的患者, 根据冠脉造影, 达到冠脉介入治疗标准(左主干直径狭窄 $\geq 50\%$ 或非左主干直径狭窄 $\geq 70\%$) 进行了冠脉介入治疗, 并进行了 OCT 检查, 在 OCT 下对病变性质进行形态分析, 共分析 234 根血管, 256 处病变, 包括钙化斑块(1 例)、混合斑块(23 例)、纤维斑块(80 例)、脂质斑块(82 例)、痉挛/夹层(9 例)、侵蚀(8 处)、斑块破裂(41 处)富含脂质核心薄纤维帽斑块(TCFA)(12 处)^[5-6]。

根据 OCT 检查结果, 将所有受试者分为斑块破裂组(41 例)和非斑块破裂组(166 例)。斑块破裂组中 STEMI 有 13 例, NSTEMI 有 6 例; 非斑块破裂组中 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)有 7 例, 非 ST 段抬高型心肌梗死(NSTEMI)有 9 例。斑块破裂组中共有 13 处病变伴有局部血栓形成, STEMI 有 3 例血栓形成, NSTEMI 有 4 例血栓形成; 非斑块破裂组没有血栓形成。

两组患者的基线特征如表 1 所示, 结果显示斑块破裂组患者的年龄、男性比例、有吸烟史、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平、肌钙蛋白 I(TnI)显著高于非斑块破裂组。两组间患者的其他基线临床特征、脑钠肽(BNP)、C 反应蛋白(CRP)、血甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)和高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平无显著性差异。

表 1 斑块破裂组和非斑块破裂组患者的基线临床特征

Table 1 Baseline clinical characteristics of patients with or without plaque rupture

项目	斑块破裂组(41 例)	非斑块破裂组(166 例)	$\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$ P 值
年龄/岁	65.65 ± 9.92	61.02 ± 12.26	0.012
男性/例(%)	35(85.4)	114(68.7)	0.033
吸烟/例(%)	26(63.8)	66(39.8)	0.006
高血压/例(%)	27(65.9)	115(69.3)	0.672
糖尿病/例(%)	6(14.6)	41(24.7)	0.168
心血管疾病家族史/例(%)	12(29.3)	60(36.1)	0.408
抗血小板药物应用/例(%)	12(85.7)	60(88.2)	0.793
β 受体阻滞剂应用/例(%)	4(28.6)	16(23.5)	0.689
ACEI/ARB 应用/例(%)	6(42.9)	26(38.2)	0.859
他汀类应用/例(%)	8(57.1)	35(51.5)	0.699
BMI / (kg · m ⁻²)	24.86 ± 3.07	25.22 ± 3.78	0.528
TG/(mmol · L ⁻¹)	4.02(3.74, 4.71)	3.83(3.24, 4.62)	0.112
TC/(mmol · L ⁻¹)	1.32(1.03, 1.88)	1.48(1.02, 2.12)	0.293
LDL-C/(mmol · L ⁻¹)	2.85(2.36, 3.32)	2.52(1.98, 3.18)	0.019
HDL-C/(mmol · L ⁻¹)	0.99(0.79, 1.21)	1.00(0.86, 1.18)	0.688
TnI/(ng · mL ⁻¹)	0.07(0.00, 0.84)	0.01(0.00, 0.02)	<0.001
BNP/(pg · mL ⁻¹)	43.00(23.50, 101.50)	49.50(25.00, 100.75)	0.704
CRP/(mg · L ⁻¹)	1.29(1.28, 2.09)	1.33(1.28, 2.17)	0.044

2.2 两组患者的血液学参数比较

对两组患者的红细胞计数、血红蛋白(Hb)、红细胞平均血红蛋白含量(MCH)、红细胞平均体积(MCV)、红细胞分布宽度(RDW)、淋巴细胞、单核细胞、血小板计数、血小板平均体积(MPV)、血小板分布宽度(PDW)、NLR、血小板/淋巴细胞比值

(PLR)等进行比较分析。结果显示: 斑块破裂组患者的白细胞计数、中性粒细胞计数、NLR、PLR 显著高于非斑块破裂组, 其他血液指标无明显差异。其中, 斑块破裂组的 NLR 水平显著高于非斑块破裂组($P < 0.001$)。见表 2。

表 2 斑块破裂组和非斑块破裂组患者的血常规指标

Table 2 Hematological indexes of patients with or without plaque rupture $\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$

指标	斑块破裂组(41 例)	非斑块破裂组(166 例)	P 值
红细胞计数/ $(\times 10^{12} \cdot L^{-1})$	4.54 \pm 0.50	4.51 \pm 0.55	0.772
Hb/ $(g \cdot L^{-1})$	140.32 \pm 16.85	136.68 \pm 17.89	0.240
MCH/pg	30.80(29.70,31.60)	30.40(29.48,31.40)	0.198
MCV/fL	90.20(87.65,93.80)	90.30(87.55,93.55)	0.694
RDW/%	13.30(12.75,13.75)	13.00(12.50,13.50)	0.065
白细胞计数/ $(\times 10^9 \cdot L^{-1})$	8.20(6.75,9.55)	6.30(5.20,7.61)	<0.001
中性粒细胞计数/ $(\times 10^9 \cdot L^{-1})$	5.90(4.06,8.47)	3.80(3.00,4.93)	<0.001
淋巴细胞/ $(\times 10^9 \cdot L^{-1})$	1.50(1.13,1.90)	1.67(1.30,2.10)	0.187
单核细胞/ $(\times 10^9 \cdot L^{-1})$	0.49(0.38,0.66)	0.45(0.35,0.57)	0.165
NLR	3.33(1.94,6.34)	2.26(1.70,2.92)	<0.001
血小板计数/ $(\times 10^9 \cdot L^{-1})$	227.00(202.00,266.50)	209.50(179.75,243.75)	0.096
MPV/fL	10.20(9.80,10.90)	10.30(9.70,10.90)	0.906
PDW/%	12.20(11.60,14.40)	12.45(11.10,14.23)	0.858
PLR	150.00(111.45,186.91)	128.58(97.88,165.00)	0.035

2.3 影响斑块破裂的 logistic 回归分析

首先,采用单因素 logistic 回归模型对斑块破裂组和非斑块破裂组间存在显著性差异的血液学指标(TnI、CRP、NLR、PLR)、基线特征(年龄、性别、吸烟史、LDL-C),与斑块破裂的相关性进行分析。然后,将 $P < 0.05$ 的指标纳入多因素 logistic 回归分析,结果如表 3 所示。由于 NLR 可同时反映中性粒细胞和淋巴细胞的变化,而且 NLR 与中性粒细胞和白细胞计数存在一定的重复性,故本研究仅将 NLR 纳入多因素 logistic 回归分析,未再将中性粒细胞和白细胞计数放入多因素回归模型中。

最终多因素 logistic 回归分析显示:NLR ($OR = 1.360, 95\% CI: 1.092 \sim 1.695, P = 0.006$)和 TnI ($OR = 1.130, 95\% CI: 1.010 \sim 1.265, P = 0.033$)与 ACS 中斑块破裂的风险相关。见表 3。

2.4 ROC 曲线分析

ROC 曲线分析发现,NLR=2.81 是预测 ACS 患者发生斑块破裂风险的临界值。NLR>2.81 在预测斑块破裂方面具有 65.9% 的敏感度和 73.5% 的特异度($AUC = 0.694, 95\% CI: 0.596 \sim 0.793, P < 0.001$)。见图 1。

表 3 斑块破裂影响因素的 logistic 回归分析

Table 3 Influencing factors of plaque rupture analyzed by logistic regression analysis

指标	单因素			多因素		
	OR	95%CI	P 值	OR	95%CI	P 值
年龄>65 岁	0.447	0.220~0.907	0.026	0.503	0.219~1.155	0.105
男性	2.661	1.054~6.717	0.038	1.711	0.532~5.503	0.368
吸烟史	2.626	1.295~5.328	0.007	1.813	0.737~4.463	0.195
LDL-C	1.438	1.013~2.042	0.042	1.105	0.714~1.708	0.655
TnI	1.168	1.041~1.311	0.008	1.130	1.010~1.265	0.033
CRP	0.949	0.832~1.082	0.433			
NLR	1.348	1.170~1.553	<0.001	1.360	1.092~1.695	0.006
PLR	1.006	1.001~1.011	0.013	0.996	0.987~1.006	0.430

2.5 随访

通过电话、门诊、再住院等方式,进行每 3 个月 1 次共 5 年的随访,内容为是否发生主要不良心脏事件(major adverse cardiac event, MACE)。该事

件包括心源性死亡、致死性和非致死性缺血性脑卒中、再发心肌梗死、心力衰竭、再次行急诊或择期血运重建。非斑块破裂组共有 17 例,斑块破裂组共 4 例,两者 MACE 事件发生率上无显著性差异。

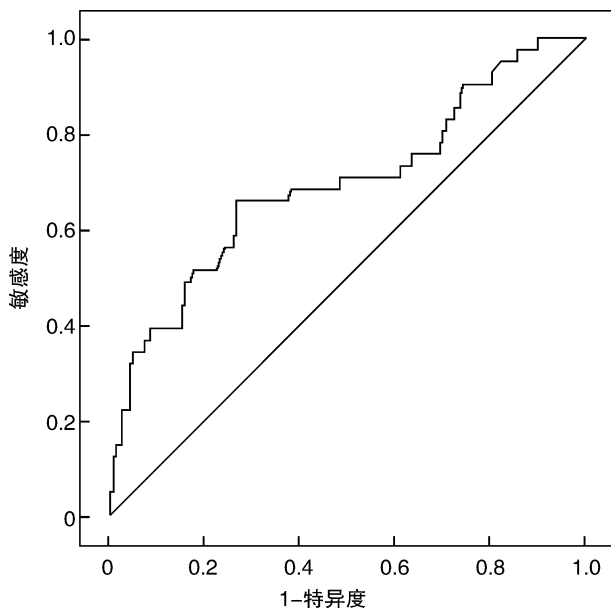


图1 NLR预测ACS患者斑块破裂的ROC曲线

Figure 1 ROC curve for plaque rupture predicting in ACS patients by NLR

3 讨论

3.1 NLR升高与斑块破裂具有相关性的病理生理机制

由于ACS的发生发展是基于冠脉粥样硬化基础上的,同时也是一种炎症反应^[7],中性粒细胞作为炎性细胞率先到达病变位置发挥抗炎作用^[8],并持续发挥作用,是导致斑块不稳定的因素之一^[9]。早在1989年,Mehta等^[10]就发现了ACS患者的中性粒细胞弹性蛋白酶活性明显增加,其活化以后释放能够分解斑块表面纤维蛋白,联合超氧自由基和炎性递质,在后续纤维帽破裂、血管内皮细胞破坏、血栓形成中发挥作用,同时ACS患者中常发现有偏低的淋巴细胞计数,其原因可能跟在炎症刺激下皮质醇增高诱导细胞凋亡相关^[11-12],然而NLR对冠脉粥样硬化斑块影响的具体机制仍需进一步研究以明确。

3.2 NLR的相关临床预测价值及优点

目前已有大量研究发现NLR在感染、炎症性疾病、某些肿瘤和心血管疾病中具有诊断和预后价值^[13-15],有学者研究认为其对血栓形成或发生血栓事件具有一定的预测价值^[16],亦有学者发现其与ACS患者的病死率以及发生不良心血管事件密切相关^[17-18]。根据上述研究与分析,NLR在心血管疾病中的确具有重要意义。Horne等^[19]一项纳入3000余例ACS患者的研究显示,白细胞计数可用于作为冠心病患者发生急性心肌梗死或死亡的独立预测因子,而高中性粒细胞计数同时伴有低淋巴细胞计数可提供更大的预测能力。另有

Akyel等^[20]研究将冠脉临界病变(40%~70%)的134例稳定性心绞痛患者,根据血流储备分数(FFR)值进行分组,发现 $FFR \leq 0.80$ 组NLR值高于 $FFR > 0.80$ 组 $[(3.3 \pm 1.2) \text{ vs } (2.0 \pm 0.9)]$, $P < 0.001$,认为NLR是冠脉血流动力学显著狭窄的有效预测因子,与冠脉病变严重程度密切相关。

相较于白细胞计数或CRP等非特异性炎症因子,NLR结合了中性粒细胞和淋巴细胞这两种白细胞亚型,中性粒细胞数量的增加与炎症反应相关,淋巴细胞数量的减少与应激反应相关,NLR可反映炎症反应激活和免疫应激反应之间的平衡^[21],因而比单独的中性粒细胞计数或淋巴细胞计数更准确、可靠,例如在ACS合并急性休克的患者中由于血液浓缩,此时白细胞或中性粒细胞计数可能变化较明显,不如NLR稳定。虽然OCT检查在识别斑块性质上具有高分辨率,但其相较NLR,缺乏时间上的优越性,且存在影像结果判读误差,而NLR获得成本低又快速简单易得,结果相对稳定,可行性和重复性好,具有较好的应用前景,联合其他指标或检查,临床上用于对ACS患者进行危险分层并指导预后具有一定的临床意义。

3.3 NLR升高与ACS患者预后

经5年随访,统计学结果分析并未发现在心血管事件发生率上的显著差异,可能考虑有以下几点:随访时间短,本研究的样本量有限以及有失访等。曾有Bajari等^[22]收集400例ACS患者,评估入院时NLR与6个月内预后的关系,发现NLR高组($NLR > 5.25$)相较NLR低组($NLR \leq 5.25$)的病死率更高。且升高的NLR与6个月内全因病死率独立相关,说明NLR明显升高仍然提示着高危险性和高病死率,应对临床上NLR值升高的ACS患者加强随访,以减少不良事件的发生率,改善患者的预后。

3.4 关于本研究的一些限制

本研究为单中心研究,并且样本量较少,随访时间较短,在病史采集以及基础资料的收集上可能存在回忆偏倚,由于入组患者为同时接受冠脉造影和OCT检查,而OCT检查并非每例ACS患者都接受的评估项目,因此可能存在选择偏倚。

作为回顾性研究,本研究在ACS患者预后方面随访时间有限,且只能证实NLR升高与斑块破裂具有一定的相关性,至于其升高是否一定会引发斑块破裂,仍需要于广泛人群中加以验证,因此无法明确相关因果关系。

3.5 总结与展望

本研究着眼于NLR,探寻其与ACS中的斑块破裂的联系,最后发现斑块破裂组年龄 > 65 岁、男性、有吸烟史的人群高于非斑块破裂组,LDL-C、

TnI、NLR、PLR值亦显著高于非斑块破裂组,最后分析发现NLR可作为ACS患者中斑块破裂的独立危险因素。

综上所述,NLR在预测斑块破裂方面具有重要价值。其费用低廉且易于获取,比起其他检查手段更加快速便捷,并且相较于传统炎症标志物,NLR具有更强的预测效果,因此,其未来将会具有更大的应用价值和前景。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Zhang S, Diao J, Qi C, et al. Predictive value of neutrophil to lymphocyte ratio in patients with acute ST segment elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention: a meta-analysis [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2018, 18(1):75.
- [2] Sugiyama T, Yamamoto E, Bryniarski K, et al. Non-culprit Plaque Characteristics in Patients With Acute Coronary Syndrome Caused by Plaque Erosion vs Plaque Rupture: A 3-Vessel Optical Coherence Tomography Study [J]. *JAMA Cardiol*, 2018, 3(3):207-214.
- [3] 罗莉曼,付梦璐,徐西振,等.腔内影像学指导下急性冠脉综合征发病机制及干预策略进展[J].*内科急危重症杂志*,2019,25(6):508-511.
- [4] 何路平,于波.冠状动脉腔内影像技术在高危斑块识别领域的研究现状及展望[J].*中国循证心血管医学杂志*,2021,13(11):1396-1397,1403.
- [5] Fujii K, Kubo T, Otake H, et al. Expert consensus statement for quantitative measurement and morphological assessment of optical coherence tomography [J]. *Cardiovasc Interv Ther*, 2020, 35(1):13-18.
- [6] Terada K, Kubo T, Kameyama T, et al. NIRS-IVUS for Differentiating Coronary Plaque Rupture, Erosion, and Calcified Nodule in Acute Myocardial Infarction [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2021, 14(7):1440-1450.
- [7] 帕孜丽亚·阿地力,穆叶赛·尼加提.动脉粥样硬化与炎症[J].*临床心血管病杂志*,2020,36(4):303-306.
- [8] Ma Y, Yabluchanskiy A, Iyer RP, et al. Temporal neutrophil polarization following myocardial infarction [J]. *Cardiovasc Res*, 2016, 110(1):51-61.
- [9] Horckmans M, Ring L, Duchene J, et al. Neutrophils orchestrate post-myocardial infarction healing by polarizing macrophages towards a reparative phenotype [J]. *Eur Heart J*, 38(3):187-197.
- [10] Mehta J, Dinerman J, Mehta P, et al. Neutrophil function in ischemic heart disease [J]. *Circulation*, 1989, 79(3):549-556.
- [11] Oylumlu M, Oylumlu M, Arslan B, et al. Platelet-to-lymphocyte ratio is a predictor of long-term mortality in patients with acute coronary syndrome [J]. *Postepy Kardiol Interwencyjnej*, 2020, 16(2):170-176.
- [12] Meeuwse JAL, Wesseling M, Hofer IE, et al. Prognostic value of circulating inflammatory cells in patients with stable and acute coronary artery disease [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2017, 4:44.
- [13] Forget P, Khalifa C, Defour JP, et al. What is the normal value of the neutrophil-to-lymphocyte ratio? [J]. *BMC Res Notes*, 2017, 10(1):12.
- [14] 张林,陈玥,张宝红.血小板-淋巴细胞比率、中性粒细胞-淋巴细胞比率及红细胞分布宽度在冠心病严重程度中的诊断价值[J].*临床心血管病杂志*,2020,36(9):824-827.
- [15] 古力斯坦·艾斯卡尔,布祖克拉·阿布都艾尼,吐尔孙阿依·依斯米提,等.急性冠脉综合征患者微粒中miR-126与NLR间的关系及其临床意义[J].*临床急诊杂志*,2021,22(11):720-726.
- [16] 牛园满,李振宇,邱婷婷,张焕新,孙海英,桑威,程海,黄一虹,徐开林,李德鹏.外周血中性粒细胞/淋巴细胞比值与真性红细胞增多症血栓事件关系的研究[J].*临床血液学杂志*,2021,34(3):192-197.
- [17] Dong CH, Wang ZM, Chen SY. Neutrophil to lymphocyte ratio predict mortality and major adverse cardiac events in acute coronary syndrome: A systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Biochem*, 2018, 52:131-136.
- [18] Khan S, Razaq HU, Khan A. In-Hospital Mortality Among Patients With Acute Coronary Syndrome With High Neutrophil To Lymphocyte Ratio [J]. *J Ayub Med Coll Abbottabad*, 2021, 33(Suppl 1)(4):S791-S795.
- [19] Horne BD, Anderson JL, John JM, et al. Intermountain Heart Collaborative Study Group. Which white blood cell subtypes predict increased cardiovascular risk? [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2005, 45(10):1638-1643.
- [20] Akyel A, Yaylaç, Erat M, et al. Neutrophil-to-lymphocyte ratio predicts hemodynamic significance of coronary artery stenosis [J]. *Anatol J Cardiol*, 2015, 15(12):1002-1007.
- [21] Oncel RC, Ucar M, Karakas MS, et al. Relation of neutrophil-to-lymphocyte ratio with GRACE risk score to in-hospital cardiac events in patients with ST-segment elevated myocardial infarction [J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2015, 21(4):383-388.
- [22] Bajari R, Tak S. Predictive prognostic value of neutrophil-lymphocytes ratio in acute coronary syndrome [J]. *Indian Heart J*, 2017, 69(Suppl 1(Suppl 1)):S46-S50.

(收稿日期:2022-07-21)