

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.03.021

# 光学相干断层成像技术联合血清 sLOX-1、Fractalkine 在冠状动脉粥样硬化斑块易损性评估中的价值研究\*

张 鹏<sup>1</sup>, 代群丽<sup>1</sup>, 关顺凯<sup>2</sup>, 肖华凤<sup>1</sup>, 刘 毅<sup>1</sup>, 孙玉春<sup>3</sup>, 刘璐璐<sup>1</sup>, 段书晨<sup>1</sup>, 高吉贤<sup>1△</sup>

河北省沧州市人民医院; 1. 心内科; 2. 心电图室; 3. 耳鼻喉科, 河北沧州 061000

**摘要:**目的 探讨光学相干断层成像(OCT)技术联合血清可溶性凝集素样低密度脂蛋白受体-1(sLOX-1)、Fractalkine 在冠状动脉粥样硬化(CA)斑块易损性评估中的价值。方法 选取 2023 年 3 月至 2024 年 2 月在该院检查且确诊的 96 例 CA 患者作为研究对象,根据颅内动脉管壁高分辨率成像结果将其分为易损斑块组(40 例)和非易损斑块组(56 例)。检测两组血清 sLOX-1、Fractalkine 水平、斑块纤维帽厚度;采用 Pearson 相关分析血清 sLOX-1、Fractalkine 水平与斑块纤维帽厚度的相关性。采用一致性 Kappa 检验分析 OCT 及血清 sLOX-1、Fractalkine 单独及联合诊断斑块易损性与手术检查结果的一致性;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 sLOX-1、Fractalkine 单独诊断斑块易损性的价值。采用诊断四格表分析 OCT、血清 sLOX-1、Fractalkine 单独及三者联合检测诊断斑块易损性的价值。结果 易损斑块组较非易损斑块组血清 sLOX-1 水平高于非易损斑块组,Fractalkine 水平及斑块纤维帽厚度均低于非易损斑块组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。Pearson 相关分析结果显示,易损斑块组斑块纤维帽厚度与血清 sLOX-1 水平呈负相关( $r = -0.411, P < 0.05$ ),与 Fractalkine 水平呈正相关( $r = 0.526, P < 0.05$ )。ROC 曲线分析结果显示,血清 sLOX-1 诊断斑块易损性的曲线下面积(AUC)为 0.824(95%CI:0.736~0.912),灵敏度为 70.00%,特异度为 85.71%,最佳截断值为 529.07 pg/mL;血清 Fractalkine 诊断斑块易损性的 AUC 为 0.845(95%CI:0.770~0.921),灵敏度为 77.50%,特异度为 76.79%,最佳截断值为 22.97 ng/mL。OCT 检查结果与手术检查结果的一致性一般,Kappa 值为 0.379( $P < 0.05$ )。OCT 联合血清 sLOX-1、Fractalkine 结果与手术检查结果的一致性较高,Kappa 值为 0.750( $P < 0.05$ )。OCT、血清 sLOX-1、Fractalkine 单独诊断斑块易损性的灵敏度低于三者联合诊断,漏诊率高于三者联合诊断,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。结论 斑块易损 CA 患者的血清 sLOX-1 水平升高,Fractalkine 水平降低,OCT 联合血清 sLOX-1、Fractalkine 诊断斑块易损性的灵敏度增加、漏诊率降低。

**关键词:**光学相干断层成像; 冠状动脉粥样硬化; 斑块易损性; 可溶性凝集素样低密度脂蛋白受体-1; Fractalkine

中图法分类号:R543.3;R543.5

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2025)03-0395-05

## Value of optical coherence tomography combined with serum sLOX-1 and Fractalkine in the assessment of coronary atherosclerotic plaque vulnerability\*

ZHANG Peng<sup>1</sup>, DAI Qunli<sup>1</sup>, GUAN Shunkai<sup>2</sup>, XIAO Huafeng<sup>1</sup>, LIU Yi<sup>1</sup>, SUN Yuchun<sup>3</sup>,  
LIU Lulu<sup>1</sup>, DUAN Shuchen<sup>1</sup>, GAO Jixian<sup>1△</sup>

1. Department of Cardiology; 2. Department of Electrocardiogram Room; 3. Department of Otolaryngology, Cangzhou People's Hospital, Cangzhou, Hebei 061000, China

**Abstract: Objective** To investigate the value of optical coherence tomography (OCT) combined with serum soluble lectin like low density lipoprotein receptor-1 (sLOX-1) and Fractalkine in the assessment of coronary atherosclerotic (CA) plaque vulnerability. **Methods** A total of 96 patients with CA who were examined and diagnosed in this hospital from March 2023 to February 2024 were selected as the research objects. According to the results of high-resolution imaging of intracranial artery wall, they were divided into vulnerable plaque group (40 cases) and non-vulnerable plaque group (56 cases). The serum levels of sLOX-1 and Fractalkine and the fibrous cap thickness of plaque were detected. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between serum sLOX-1, Fractalkine levels and plaque fibrous cap thickness. Kappa test was used to analyze the consistency of OCT, sLOX-1 and Fractalkine alone or in combination in the diagnosis of plaque vulnerability and the results of surgical examination. The receiver operating characteristic (ROC) curve

\* 基金项目:河北省沧州市重点研发计划项目(222106094)。

作者简介:张鹏,男,副主任医师,主要从事冠状动脉介入方面的研究。△ 通信作者,E-mail:a41wpl@163.com。

was drawn to analyze the value of serum sLOX-1, Fractalkine in the diagnosis of plaque vulnerability. The diagnostic four-fold table was used to analyze the value of OCT, serum sLOX-1 and Fractalkine alone and their combination in the diagnosis of plaque vulnerability. **Results** The serum sLOX-1 level in the vulnerable plaque group was higher than that in the non-vulnerable plaque group, and the Fractalkine level and the fibrous cap thickness in the plaque group were lower than those in the non-vulnerable plaque group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). Pearson correlation analysis showed that the fibrous cap thickness of plaque in the vulnerable plaque group was negatively correlated with serum sLOX-1 level ( $r = -0.411, P < 0.05$ ), and positively correlated with serum Fractalkine level ( $r = 0.526, P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of serum sLOX-1 for diagnosing plaque vulnerability was 0.824 (95%CI: 0.736–0.912), the sensitivity was 70.00%, the specificity was 85.71%, and the best cut-off value was 529.07 pg/mL. The AUC of serum Fractalkine in the diagnosis of plaque vulnerability was 0.845 (95%CI: 0.770–0.921), the sensitivity was 77.50%, the specificity was 76.79%, and the best cut-off value was 22.97 ng/mL. The consistency between OCT and surgical examination was general, Kappa value was 0.379 ( $P < 0.05$ ). The results of OCT combined with serum sLOX-1 and Fractalkine were highly consistent with the results of surgical examination, and the Kappa value was 0.750 ( $P < 0.05$ ). The sensitivity of OCT, serum sLOX-1 and Fractalkine alone in the diagnosis of plaque vulnerability was lower than that of the combined diagnosis of the three, and the missed diagnosis rate was higher than that of the combined diagnosis of the three, the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Serum sLOX-1 level is increased and Fractalkine level is decreased in CA patients with plaque vulnerability. The sensitivity of OCT combined with serum sLOX-1 and Fractalkine in the diagnosis of plaque vulnerability is increased, and the rate of missed diagnosis is decreased.

**Key words:** optical coherence tomography; coronary atherosclerosis; vulnerability of plaque; soluble lectin-like low-density lipoprotein receptor-1; Fractalkine

冠状动脉粥样硬化(CA)是一种潜在的慢性循环系统疾病,危害人类健康,CA 斑块往往在早期形成,随着年龄的增长而进展,经过漫长的无症状期后,CA 后期开始出现临床症状,因此,评估 CA 中斑块易损性对判断疾病的进展十分重要<sup>[1-2]</sup>。光学相干断层成像(OCT)是一种新型光学诊断技术,可在体识别易损斑块的组织特征,是国内外指南一致推荐的血管腔内影像学检查工具,但不同类型的斑块组织特征存在差异,OCT 的应用范围目前还存在一定局限<sup>[3]</sup>。可溶性凝集素样低密度脂蛋白受体-1(sLOX-1)是一种跨膜清道夫受体,有助于各种细胞对氧化低密度脂蛋白(ox-LDL)的摄取和降解,有研究表明,高水平 sLOX-1 的银屑病患者冠状动脉斑块负担增加,且与 CA 进展相关,sLOX-1 可能是 CA 风险评估的一个潜在标志物<sup>[4]</sup>。循环生物标志物 Fractalkine 是一种具有趋化功能的大分子蛋白,颈动脉狭窄患者血清 Fractalkine 水平较低,且与颈动脉斑块钙化呈正相关,结合 Fractalkine 与成像生物标志物可以对颈动脉粥样硬化性卒中中进行综合诊断和危险分层<sup>[5]</sup>。但目前 OCT 联合 sLOX-1、Fractalkine 评估 CA 斑块易损性的相关研究较少见,基于此,本研究探讨了三者联合对 CA 斑块易损性的评估价值,以期为临床提供参考依据,现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2023 年 3 月至 2024 年 2 月在

本院进行检查且确诊的 96 例 CA 患者作为研究对象,根据颅内动脉管壁高分辨率成像结果,将其分为易损斑块组(40 例)和非易损斑块组(56 例)。易损斑块组男 23 例,女 17 例;年龄( $58.41 \pm 8.63$ )岁。非易损斑块组男 29 例,女 27 例;年龄( $58.22 \pm 8.17$ )岁。纳入标准:(1)符合《急性冠脉综合征急诊快速诊治指南(2019)》<sup>[6]</sup>中的相关诊断标准;(2)均进行冠状动脉造影及 OCT 成像检查,至少有 1 支冠状动脉管腔狭窄程度超过 50%;(3)年龄 18~79 岁。排除标准:(1)合并病毒性心肌炎、扩张型心肌病、风湿性心脏病、外周血管病;(2)合并肿瘤、严重肝肾功能不全、免疫系统疾病、感染、瓣膜病、血液系统疾病、脑血管意外及神经系统疾病;(3)对造影剂过敏。两组性别、年龄比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。所有研究对象及其亲属均知情同意本研究并签署知情同意书。本研究通过本院医学伦理委员会审核批准(20240355)。

## 1.2 方法

**1.2.1 冠状动脉造影及 OCT 成像检查** 使用 5 F 造影管经右桡动脉或股动脉进行左、右冠状动脉造影,随后更换 6 F 指引导管并送入 0014 英寸导引钢丝至血管远端,沿导引钢丝送入 4 F Helios 阻断球囊,退出导引钢丝,换为 1.4 F 成像导丝;将成像导丝与 OCT 系统(美国 Thorlabs 公司,型号:CALLISTO)相连,在目标血管近端使用低压力泵扩张 4 F Helios

阻断球囊以阻断血流,通过阻断球囊导管以 0.5 mL/s 注入 0.9% 氯化钠溶液,待目标血管血液排净后启动 OCT 成像系统,视频显示器实时成像速度设为每秒 15 帧,成像导丝以 1.0~1.5 mm/s 速度自动回撤,成像血管长度为 30~40 mm,可显示血管远、中、近段成像,测定斑块纤维帽厚度。将薄纤维帽状斑块、斑块破裂、钙化结节、血栓等表型定义为斑块易损(阳性),反之则为斑块不易损(阴性)。

**1.2.2 血清 sLOX-1、Fractalkine 水平检测** 采集研究对象入院当天空腹静脉血 5 mL,离心半径 16 cm,以 3 500 r/min 离心 30 min 后分离血清,依次与 sLOX-1(上海科艾博生物,货号:CB10947-Hu)、Fractalkine(美国 ThermoFisher 公司,货号:EHCX3CL1)酶联免疫吸附试验试剂盒中酶标抗体、底物、终止反应液共孵育,并于酶标仪(青岛聚创嘉恒分析仪器有限公司,货号:HBS-1096C)450 nm 波长处测定样品的吸光度。计算血清标本中 sLOX-1、Fractalkine 水平。

**1.2.3 临床资料收集** 收集所有研究对象合并基础疾病(糖尿病、高血压、高脂血症)情况、吸烟史、饮酒史及血浆致动脉硬化指数(AIP)等资料。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS25.0 统计软件进行数

据处理与统计分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用 Pearson 相关分析血清 sLOX-1、Fractalkine 水平与斑块纤维帽厚度的相关性。采用一致性 Kappa 检验分析 OCT 及血清 sLOX-1、Fractalkine 单独及联合诊断斑块易损性与手术检查结果的一致性;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 sLOX-1、Fractalkine 单独检测诊断斑块易损性的价值。采用诊断四格表分析 OCT、血清 sLOX-1、Fractalkine 单独及三者联合检测诊断斑块易损性的价值。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结 果**

**2.1 易损斑块组和非易损斑块组临床资料及血清 sLOX-1、Fractalkine 水平比较** 易损斑块组和非易损斑块组合并基础疾病比例、年龄、AIP、有吸烟史比例、性别、有饮酒史比例比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );易损斑块组较非易损斑块组血清 sLOX-1 水平高于非易损斑块组,Fractalkine 水平及斑块纤维帽厚度均低于非易损斑块组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 易损斑块组和非易损斑块组临床资料及血清 sLOX-1、Fractalkine 水平比较 [ $\bar{x} \pm s$  或  $n(\%)$ ]

组别	n	年龄(岁)	饮酒史	吸烟史	基础疾病		
					合并糖尿病	合并高血压	合并高脂血症
非易损斑块组	56	58.22±8.17	10(17.86)	9(16.07)	13(23.21)	30(53.57)	2(3.57)
易损斑块组	40	58.41±8.63	8(20.00)	8(20.00)	10(25.00)	23(57.50)	2(5.00)
<i>t</i> / $\chi^2$		-0.110	0.070	0.247	0.041	0.146	0.030
<i>P</i>		0.913	0.791	0.619	0.840	0.703	0.863

组别	n	AIP(mm/L)	斑块纤维帽厚度( $\mu$ m)	sLOX-1(pg/mL)	Fractalkine(ng/mL)
非易损斑块组	56	1.83±0.21	88.34±18.56	473.91±54.69	25.25±3.64
易损斑块组	40	1.90±0.22	47.35±12.66	552.36±61.52	20.89±2.57
<i>t</i> / $\chi^2$		-1.579	12.094	-6.576	6.502
<i>P</i>		0.118	<0.001	<0.001	<0.001

**2.2 易损斑块组血清 sLOX-1、Fractalkine 水平与斑块纤维帽厚度的相关性** Pearson 相关分析结果显示,易损斑块组斑块纤维帽厚度与血清 sLOX-1 水平呈负相关( $r = -0.411, P < 0.05$ ),与 Fractalkine 水平呈正相关( $r = 0.526, P < 0.05$ )。

**2.3 血清 sLOX-1、Fractalkine 诊断斑块易损性的价值** 以血清 sLOX-1、Fractalkine 水平为检验变量、是否发生斑块易损为状态变量绘制 ROC 曲线,结果显示,血清 sLOX-1 诊断斑块易损性的曲线下面积(AUC)为 0.824(95%CI:0.736~0.912),灵敏度为 70.00%,特异度为 85.71%,最佳截断值为 529.07 pg/mL;血清 Fractalkine 诊断斑块易损性的 AUC 为 0.845(95%CI:0.770~0.921),灵敏度为 77.50%,特异度为 76.79%,最佳截断值为 22.97 ng/mL。见

图 1。

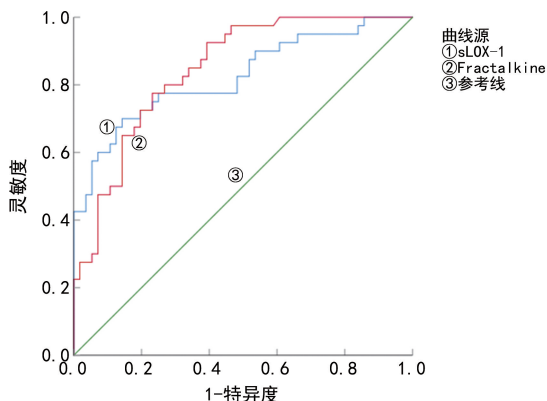


图 1 血清 sLOX-1、Fractalkine 诊断斑块易损性的 ROC 曲线

**2.4 OCT 与手术检查结果的一致性** OCT 检查结果与手术检查结果比较的一致性一般, Kappa 值为 0.379 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 OCT 与手术检查结果的一致性(n)

OCT 检查结果	手术检查结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	30	20	50
阴性	10	36	46
合计	40	56	96

**2.5 OCT 联合血清 sLOX-1、Fractalkine 与手术检查结果的一致性** 血清 sLOX-1、Fractalkine 采用串联, 即两者均为阳性时, 判断两者联合为阳性, 即斑块易损; 随后与 OCT 结果进行并联, 即两者联合为阳性或 OCT 结果为阳性时, 判断三者联合诊断为阳性。OCT 联合血清 sLOX-1、Fractalkine 检查结果与手术

检查结果的一致性较高, Kappa 值为 0.750 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 OCT 联合血清 sLOX-1、Fractalkine 与手术检查结果的一致性(n)

OCT 联合血清 sLOX-1、Fractalkine 检查结果	手术检查结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	38	10	48
阴性	2	46	48
合计	40	56	96

**2.6 OCT、血清 sLOX-1、Fractalkine 单独及三者联合检测诊断斑块易损性的价值** OCT、血清 sLOX-1、Fractalkine 单独诊断的灵敏度低于三者联合诊断, 漏诊率高于三者联合诊断, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 4 OCT、血清 sLOX-1、Fractalkine 单独及三者联合检测诊断斑块易损性的价值 [% (n/n)]

诊断方式	灵敏度 (%)	特异度 (%)	准确度 (%)	漏诊率 (%)
OCT	75.00(30/40)*	64.29(36/56)*	68.75(66/96)*	25.00(10/40)*
sLOX-1	70.00(28/40)*	85.71(48/56)	79.17(76/96)	30.00(12/40)*
Fractalkine	77.50(31/40)*	76.79(43/56)*	77.08(74/96)	29.17(9/40)*
三者联合	95.00(38/40)	82.14(46/56)	87.50(84/96)	5.00(2/40)

注: 与三者联合比较, \*  $P < 0.05$ 。

### 3 讨论

CA 及其他心血管疾病的出现显著增加了患者的生存风险<sup>[7]</sup>。OCT 具有较高的轴向分辨率及解剖成像优势, 对新生内膜组织特征、指导个体化介入治疗方面具有显著价值, 可以有效识别支架内再狭窄的致病因素, 对接受冠状动脉介入治疗的冠心病患者帮助极大<sup>[8]</sup>。斑块破裂或侵蚀继发血栓是急性冠状动脉综合征(ACS)的主要发病原因, 借助 OCT 可在体识别动脉粥样硬化的发展阶段为心血管疾病患者的精准治疗提供参考依据<sup>[9]</sup>。然而, OCT 在识别不同类型的斑块组织特征方面还存在局限。

凝集素样低密度脂蛋白受体-1(LOX-1)是主要的 ox-LDL, 也是一种炎症诱导的受体, 与 ACS 的动脉粥样硬化斑块形成有关。ox-LDL 可以被丝氨酸蛋白酶裂解释放 sLOX-1, sLOX-1 在巨噬细胞和血管平滑肌细胞中广泛表达, 并触发中性粒细胞胞外陷阱的形成, 导致血管损伤。sLOX-1 水平升高可能是心血管疾病高风险的一个指标, 阻断 LOX-1 可能为改善动脉粥样硬化提供机会<sup>[10]</sup>。CA 患者 sLOX-1 水平升高, 并与较高的死亡风险相互关联, 是诊断 CA/ACS 有价值的生物标志物, 在预测斑块进展及冠状动脉疾病未来复发的风险方面具有潜力, 此类患者在接受冠状动脉内成像和他汀类药物治疗后 sLOX-1 水平明

显降低<sup>[11-12]</sup>。本研究结果显示, 易损斑块患者组血清 sLOX-1 水平高于非易损斑块组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 易损斑块组血清 sLOX-1 水平与斑块纤维帽厚度呈负相关 ( $r = -0.411, P < 0.05$ ), 说明心血管疾病可能造成体内炎症因子水平升高, 释放过多的 sLOX-1, 引起血管损伤, 斑块纤维帽变薄, 造成斑块破裂; 血清 sLOX-1 诊断斑块易损性的 AUC 为 0.824 (95%CI: 0.736~0.912), 灵敏度为 70.00%, 特异度为 85.71%, 最佳截断值为 529.07 pg/mL, 对斑块易损性有一定的诊断价值。

Fractalkine 是一种独特的趋化因子, 其可作为内皮上的跨膜蛋白, 也可作为可溶性配体, 吸引表达相应受体 CX3CR1 的白细胞亚群。既往研究已经证明 CX3CR1 与初次接受介入治疗的心肌梗死患者的微血管阻塞相关, 给予心肌梗死模型大鼠 CX3CR1 拮抗剂 KAND567 可减少急性梗死面积、缓解炎症反应和心肌内出血, 是心肌梗死患者未来的治疗靶点<sup>[13]</sup>。研究表明, 冠状动脉疾病及缺血性心脏病患者外周血单核细胞 Fractalkine 水平与疾病严重程度有关<sup>[14-15]</sup>。此外, 过表达的微小 RNA-15a-5p 通过下调 Fractalkine 的抑制作用, 从而形成一个消除反馈回路, 引起血管损伤相关的内皮细胞增殖障碍, 且与动脉粥样硬化的形成有关<sup>[16]</sup>。Fractalkine 也可以直接激活活化

B 淋巴细胞信号的核因子 kappa-轻链增强子,促进血管功能障碍和炎症<sup>[17-18]</sup>。本研究结果显示,易损斑块组 Fractalkine 水平及斑块纤维帽厚度均低于非易损斑块组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。Fractalkine 水平与斑块纤维帽厚度均呈正相关( $r = 0.526, P < 0.05$ ),提示下调 Fractalkine 可能通过活化核因子 kappa-轻链增强子,促进血管功能障碍和炎症损伤,造成斑块破裂;血清 Fractalkine 诊断斑块易损性的 AUC 为 0.845(95% CI: 0.770~0.921),灵敏度为 77.50%,特异度为 76.79%,最佳截断值为 22.97 ng/mL。最后,本研究将 OCT 及血清 sLOX-1、Fractalkine 三者联合诊断斑块易损性发现,OCT、血清 sLOX-1、Fractalkine 单独诊断的灵敏度低于三者联合诊断,漏诊率高于三者联合诊断( $P < 0.05$ )。三者联合诊断较单一指标诊断的准确度增加,临床应用价值较高,具有辅助诊断心血管疾病患者斑块易损性的潜力。

综上所述,斑块易损 CA 患者的血清 sLOX-1 表达水平升高,Fractalkine 表达水平降低,OCT 联合血清 sLOX-1、Fractalkine 诊断斑块易损性的灵敏度增加、漏诊率降低。后续笔者将增加样本量进行深入研究,以扩大结论的适用范围。

### 参考文献

[1] MENG H, RUAN J, YAN Z, et al. New progress in early diagnosis of atherosclerosis[J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(16):1-14.

[2] MUSHENKOVA N V, SUMMERHILL V I, ZHANG D W, et al. Current advances in the diagnostic imaging of atherosclerosis: insights into the pathophysiology of vulnerable plaque[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(8):2992.

[3] 施展, 张步春. 光学相干断层成像对急性冠状动脉综合征患者易损斑块的新认识[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2022, 30(9):817-820.

[4] FLORIDA E M, LI H, HONG C G, et al. Relationship of soluble lectin-like low-density lipoprotein receptor-1 (sLOX-1) with inflammation and coronary plaque progression in psoriasis [J]. *J Am Heart Assoc*, 2023, 12(22): e031227.

[5] YUAN X F, SHEN G R, HU Q Z, et al. The circulating biomarker fractalkine and platelet-derived growth factor BB are correlated with carotid plaque vulnerability assessed by computed tomography angiography[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2022, 31(5):106422.

[6] 张新超, 于学忠, 陈凤英, 等. 急性冠脉综合征急诊快速诊治指南(2019)[J]. *中国急救医学*, 2019, 39(4):301-308.

[7] GIOSCIA R, CASTAGNO C, VERDOIA M, et al. Opti-

mization of the pharmacological therapy in patients with poly-vascular disease: a multidisciplinary approach[J]. *World J Cardiol*, 2023, 15(4):142-153.

[8] 韩燕, 袁晓航, 高磊. 光学相干断层成像指导冠状动脉支架内再狭窄介入治疗进展[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2023, 31(5):356-361.

[9] 李紫旋, 王雨杰, 郭金成. 冠状动脉愈合斑块的光学相干断层成像研究进展[J]. *心血管病学进展*, 2022, 43(6):488-491.

[10] SAGAR D, GADDIPATI R, ONGSTAD E L, et al. LOX-1: a potential driver of cardiovascular risk in SLE patients [J]. *PLoS One*, 2020, 15(3):e0229184.

[11] KUMAR S, ALI W, MISRA S, et al. Circulating soluble lectin-like oxidized low-density lipoprotein receptor-1 (sLOX-1): a diagnostic indicator across the spectrum of acute coronary syndrome[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(23):5567.

[12] KATSIOUPA M, KOURAMPI I, OIKONOMOU E, et al. Novel biomarkers and their role in the diagnosis and prognosis of acute coronary syndrome[J]. *LIFE-BASEL*, 2023, 13(10):1992.

[13] LOH S X, EKINCI Y, SPRAY L, et al. Fractalkine signalling (CX3CL1/CX3CR1 axis) as an emerging target in coronary artery disease[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(14):4821.

[14] MARCANO A L, LUGO L M, BESTEIRO A, et al. Association of fractalkine with functional severity of heart failure and impact on clopidogrel efficacy in patients with ischemic heart disease[J]. *Thromb Res*, 2020, 196:215-221.

[15] GHANAVATI M, NASROLLAHZADEH J. A calorie-restricted diet enriched with tree nuts and peanuts reduces the expression of CX3CR1 in peripheral blood mononuclear cells in patients with coronary artery disease[J]. *Int J Vitam Nutr Res*, 2023, 93(4):329-338.

[16] LI H, ZHANG H M, FAN L J, et al. STAT3/miR-15a-5p/CX3CL1 loop regulates proliferation and migration of vascular endothelial cells in atherosclerosis[J]. *Int J Med Sci*, 2021, 18(4):964-974.

[17] STANGRET A, DYKACZ W, JABLONSKI K, et al. The cytokine trio-visfatin, placental growth factor and fractalkine-and their role in myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries (MINOCA) [J]. *Cytokine Growth Factor Rev*, 2023, 74(1):76-85.

[18] 李娟, 王亚军, 王辰璐. 血清 Fractalkine 和 SDC-1 及 PLIN2 与脓毒症患者促炎/抗炎平衡失调的关系及对预后的影响[J]. *热带医学杂志*, 2024, 24(1):65-70.