

综合炎症指标与冠状动脉慢血流现象的相关性及预测价值研究

李建明¹ 黄世安¹ 凌成² 唐良秋^{2*}

1 汕头大学医学院

2 汕头大学医学院附属粤北人民医院心血管内科

DOI:10.32629/ffcr.v4i4.21480

[摘要] 目的: 探讨综合炎症指标与冠状动脉慢血流现象(CSFP)的相关性及预测价值。方法: 回顾性纳入2022年1月至2025年12月粤北人民医院148例CSFP患者,并随机选取同期125例冠状动脉血流正常者作为对照。收集基线资料及实验室结果,计算SIRI、PLR、NLR、SII和HALP。采用多因素Logistic回归分析各指标与CSFP的关系,并通过ROC曲线评价其预测效能。结果: 与对照组相比,CSFP组SIRI水平明显升高。多因素分析显示,SIRI、尿素氮及性别均与CSFP独立相关。与PLR、NLR、SII及HALP相比,SIRI的预测效能相对更优。结论: SIRI与CSFP发生独立相关,在多种炎症指标中具有较好的预测价值,可作为CSFP风险评估的辅助指标。

[关键词] 冠状动脉慢血流现象; 综合炎症指标; 系统炎症反应指数; 预测因子

中图分类号: R543.3+1 文献标识码: A

Study on the Correlation and Predictive Value of Comprehensive Inflammatory Biomarkers with Coronary Artery Slow Flow Phenomenon

Jianming Li¹ Shian Huang¹ Cheng Ling² Liangqiu Tang^{2*}

1 Shantou University Medical College

2 Department of Cardiovascular Medicine, Yuebei People's Hospital Affiliated to Shantou University Medical College

[Abstract] Objective: To investigate the association and predictive value of composite inflammatory markers for coronary slow flow phenomenon (CSFP). Methods: A total of 148 patients with CSFP admitted to Yuebei People's Hospital from January 2022 to December 2025 were retrospectively included, and 125 patients with normal coronary flow during the same period were randomly selected as controls. Baseline data and laboratory results were collected, and SIRI, PLR, NLR, SII, and HALP were calculated. Multivariate logistic regression was used to analyze the associations between these markers and CSFP, and receiver operating characteristic (ROC) curves were used to assess their predictive performance. Results: Compared with the control group, SIRI was significantly higher in the CSFP group. Multivariate analysis showed that SIRI, blood urea nitrogen, and sex were independently associated with CSFP. Among the inflammatory markers, SIRI showed relatively better predictive performance than PLR, NLR, SII, and HALP. Conclusion: SIRI is independently associated with CSFP and may serve as an auxiliary marker for risk assessment.

[Key words] Coronary slow flow phenomenon; comprehensive inflammation indicators; systemic inflammation response index; predictive factors

冠状动脉慢血流现象(coronary slow flow phenomenon, CSFP)是指在无明显阻塞性冠状动脉病变的情况下,造影剂在冠状动脉远端充盈延迟的一种冠状动脉造影异常。研究显示,CSFP在冠状动脉造影患者中并不少见,发生率约为1%~7%,患者可出现胸痛、心肌缺血样改变及反复就诊住院等情况,影响生活质

量并增加医疗负担^[1]。目前,CSFP的发生机制尚未完全明确,普遍认为与冠状动脉微循环功能障碍、内皮功能异常、炎症反应、氧化应激、血小板活化及非阻塞性动脉粥样硬化等因素有关^[2]。其中,炎症反应和内皮损伤相互促进,可进一步加重局部灌注异常和心肌缺血^[3]。

近年来,外周血复合炎症指标因获取方便、成本低而受到关注。已有研究表明,PLR、NLR和SII与CSFP存在相关性,且部分指标对CSFP具有一定预测价值^[4]。也有研究发现,CSFP患者经治疗后SIRI、NLR、PLR及SII等炎症指标可出现变化,提示炎症状态可能参与其发生发展^[5]。因此,本研究拟基于回顾性病例资料,分析上述炎症指标与CSFP的关系。

1 资料和方法

1.1 研究对象

本研究为单中心回顾性病例对照研究。连续纳入2021年1月至2025年12月期间在粤北人民医院148例CSFP患者,并随机选取同期125例冠状动脉血流正常者作为对照。纳入标准:(1)冠状动脉造影提示无明显阻塞性病变(管腔狭窄<40%);(2)符合冠状动脉慢血流现象(CSFP)诊断标准。CSFP诊断依据既往文献标准:至少一支主要冠状动脉的“TIMI帧计数(TIMIframecount,TFC)”高于正常参考值2个标准差,或平均TFC>27帧。排除标准:(1)冠状动脉痉挛、冠脉栓塞;(2)既往行经皮冠状动脉介入治疗(PCI);(3)心肌病、严重瓣膜性心脏病;(4)感染性疾病、免疫系统疾病或血液系统疾病。

1.2 方法

1.2.1 冠状动脉造影及血流评价

所有患者均采用标准Judkins法经桡动脉或股动脉行冠状动脉造影。采用TIMI帧计数法(TFC)评价冠状动脉血流速度,其中左前降支帧数按1.7校正,取左前降支、左回旋支及右冠状动脉校正后TFC均值作为平均TFC。CSFP定义为至少1支冠状动脉TFC升高,或平均TFC>27帧。

1.2.2 综合炎症指标计算

根据入院24h内血常规及生化结果计算综合炎症指标:PLR=血小板计数/淋巴细胞计数,NLR=中性粒细胞计数/淋巴细胞计数,SII=血小板计数×中性粒细胞计数/淋巴细胞计数,SIRI=中性粒细胞计数×单核细胞计数/淋巴细胞计数,HALP=血红蛋白×白蛋白×淋巴细胞计数/血小板计数。

1.2.3 临床数据收集收集所有研究对象的一般资料、合并疾病及实验室指标

1.3 统计学方法

采用SPSS26.0软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本t检验。采用多因素Logistic回归分析各炎症指标与CSFP的相关性,并绘制ROC曲线评价其预测效能。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

本研究共纳入273例研究对象,其中CSFP组148例,NCF组125例。如表1所示。

2.2 综合炎症指标与CSFP的Logistic回归分析

单因素分析显示,SIR、性别、吸烟史、尿酸、肌酐、尿素氮及HDL与CSFP显著相关(均 $P<0.05$)。多因素分析纳入单因素 $P<0.10$ 的变量后,SIRI仍为CSFP的独立危险因素。

表1 两组患者一般临床资料比较

项目	CSFP 组 (n=148)	NCF 组 (n=125)	P 值	t/ χ^2 值
男性 (n, %)	123 (83.1)	37 (29.6)	<0.001	79.979
年龄 (岁)	57.9±10.8	57.9±10.5	0.964	0.002
吸烟史 (n, %)	57 (38.5)	15 (12)	<0.001	24.532
嗜酒史 (n, %)	13 (8.8)	5 (4)	0.109	2.565
高血压病史 (n, %)	70 (47.3)	61 (48.8)	0.804	0.061
糖尿病病史 (n, %)	20 (13.5)	9 (7.2)	0.092	2.845
收缩压 (mmHg)	131.4±19.8	126.9±20.1	0.401	0.782
舒张压 (mmHg)	80.6±12.9	79.2±13.4	0.384	0.826
平均心率 (bpm)	72.8±17.0	70.2±10.6	0.14	2.19
尿酸 ($\mu\text{mol/L}$)	411.1±115.8	341.2±91.2	<0.001	29.819
肌酐 ($\mu\text{mol/L}$)	86.4±23.0	72.0±14.5	<0.001	37.029
尿素氮 ($\mu\text{mol/L}$)	5.7±2.0	4.7±1.2	<0.001	24.328
白蛋白 (g/L)	41.7±4.1	42.3±3.7	0.214	1.551
总胆固醇 (mmol/L)	4.7±1.3	4.7±0.9	0.706	0.142
甘油三酯 (mmol/L)	2.0±1.7	1.6±0.8	0.019	5.595
脂蛋白 a (mmol/L)	18.3±22.7	18.8±18.4	0.854	0.034
高密度脂蛋白 (mmol/L)	1.2±0.3	1.3±0.3	<0.001	11.523
低密度脂蛋白 (mmol/L)	2.7±1.0	2.8±0.8	0.359	0.846
糖化血红蛋白 (%)	6.0±0.9	5.8±0.7	0.071	3.285
同型半胱氨酸 ($\mu\text{mol/L}$)	13.7±6.0	12.8±9.3	0.332	0.945
SIRI	1.7±1.8	1.0±0.7	<0.001	12.995
NLR	3.3±3.5	2.7±1.7	0.07	3.314
PLR	142.1±71.3	139.4±51.2	0.732	0.118
SII	750.8±769.9	618.3±373.7	0.08	3.087
HALP	52.0±25.0	45.2±17.3	0.012	6.469

2.3 ROC曲线分析

ROC曲线分析显示(图1),SIRI预测CSFP的AUC为0.620 (95%CI:0.554 - 0.686, $P<0.001$)。当SIRI截断值为0.88时,敏感度为65.6%,特异度为60.4%。

表2 logistics回归模型

项目	单因素回归模型		多因素回归模型	
	OR(95%CI)	P值	aOR(95%CI)	P值
SIRI	1.69 (1.25~2.29)	0.001	2.06 (1.11~3.84)	0.023
PLR	1.07 (0.73~1.57)	0.731	3.07 (0.84~11.26)	0.091
SII	1.04 (0.99~1.09)	0.091	0.92 (0.75~1.12)	0.394
NLR	1.1 (0.99~1.22)	0.085	0.92 (0.67~1.26)	0.586
HALP	1.01 (1~1.03)	0.013	1.02 (0.99~1.04)	0.208
性别	0.09 (0.05~0.15)	<0.001	0.16 (0.07~0.36)	<0.001
年龄	1 (0.98~1.02)	0.964	1 (0.97~1.04)	0.792
吸烟史	4.59 (2.44~8.65)	<0.001	1.65 (0.71~3.85)	0.243
酗酒史	2.33 (0.81~6.72)	0.118	0.75 (0.22~2.53)	0.646
高血压病史	0.94 (0.58~1.52)	0.804	1.06 (0.55~2.04)	0.871
糖尿病史	2.01 (0.88~4.6)	0.097	1.71 (0.59~4.98)	0.322
尿酸	1.01 (1~1.01)	<0.001	1 (1~1.01)	0.264
肌酐	1.05 (1.03~1.07)	<0.001	1.01 (0.98~1.03)	0.592
尿素氮	1.55 (1.28~1.87)	<0.001	1.32 (1.03~1.68)	0.026
高密度脂蛋白	0.29 (0.13~0.61)	0.001	0.69 (0.26~1.84)	0.462

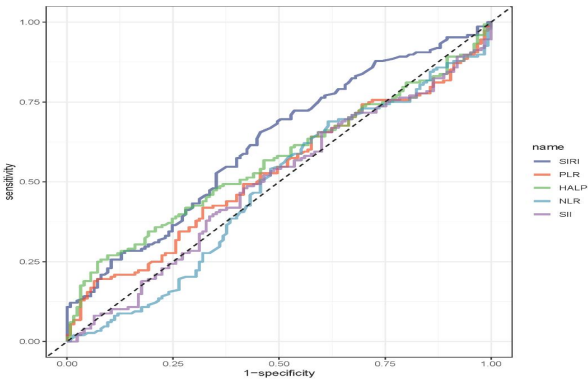


图1 ROC曲线

3 讨论

本研究发现,在5种综合炎症指标中,SIRI与CSFP的相关性最稳定。在校正性别、吸烟、尿素氮等潜在混杂因素后,SIRI仍是CSFP的独立危险因素,其ROC曲线下面积也高于PLR、NLR、SII和HALP,提示SIRI在CSFP风险识别中具有相对更好的区分能力^[6]。该结果说明,相较于传统单项指标,整合多种外周血细胞信息的复合炎症指标,尤其是SIRI,更能反映CSFP相关的系统性炎症状态。

近期也有研究表明,SIRI在INOCA相关慢血流人群中具有一

定鉴别价值^[7-8]。这些结果提示,CSFP并非单纯的造影异常,而是与系统性炎症及血管内皮功能失衡密切相关的临床表型。本研究将多种常用复合炎症指标置于同一框架下比较,结果显示SIRI表现最佳,为CSFP炎症筛查指标的选择提供了参考。SIRI可能更具优势,与其同时纳入中性粒细胞、单核细胞和淋巴细胞有关,可在一定程度上反映促炎反应与免疫调节的平衡。中性粒细胞和单核细胞参与炎症反应、内皮损伤及细胞因子释放,而淋巴细胞减少常提示应激增强和免疫稳态受损。与NLR相比,SIRI增加了单核细胞这一与慢性血管炎症和内皮损伤密切相关的成分,因此更可能反映冠状动脉微循环异常背后的炎症负荷。从临床特征看,本研究中CSFP组男性和吸烟者占比更高。本研究还发现,尿素氮也是CSFP的独立预测因素,其具体机制仍需进一步探讨。

总体而言,本研究提示SIRI与CSFP具有较为稳定的独立关联,且其预测效能优于其他常见综合炎症指标。该发现不仅支持“炎症参与CSFP发生发展”的观点,也提示SIRI有望作为一种简便、可及的辅助工具,用于识别冠状动脉造影中存在慢血流风险的患者,并为后续个体化管理提供参考。

[基金项目]

韶关市科技计划项目(211102114530668)。

[参考文献]

- [1]牛云霞,包针,杨玉春.冠状动脉慢血流的危险因素及冠状动脉病变特点的研究[J].心血管病学进展,2022,43(2):178-182.
- [2]陈云,刘璐瑶,陈志豪,等.甘油三酯-葡萄糖指数及系统性免疫性炎症指数与冠状动脉慢血流的相关性研究[J].医药论坛杂志,2024,45(14):1473-1479.
- [3]涂光,王能,童随阳,钱进.中性粒细胞百分比与清蛋白比值对冠状动脉慢血流的预测价值[J].检验医学与临床,2023,20(4):466-469
- [4]涂光,黄小密,曾艳芳,等.中性粒细胞与高密度脂蛋白比值对冠状动脉慢血流的预测价值研究[J].实用心脑血管病杂志,2023,31(4):50-53.
- [5]陈冰,廉哲勋.NLR与冠状动脉慢血流的相关性研究[J].临床医学进展,2022,12(4):2715-2722.
- [6]余江,易丹,周翔,等.老年冠状动脉慢血流临床影响因素及冠状动脉直径的关联研究[J].中华老年心脑血管病杂志,2023,25(5):477-480.
- [7]韦伟,李巍,贾宁,等.青年与老年冠状动脉慢血流患者临床特点对比研究[J].中国全科医学,2024,27(30):3753-3757.
- [8]朱博文,苏晓灵.冠状动脉慢血流现象产生机制及危险因素的研究进展[J].中国介入心脏病学杂志,2021,29(4):232-234.

作者简介:

李建明(1991--),男,汉族,广东梅州人,本科,主治医师,研究方向为血管介入。

*通讯作者:

唐良秋(1964--),男,汉族,广东韶关人,本科,主任医师,研究方向为冠心病、结构性心脏病。