

论著·临床研究

脂蛋白 a、碱性磷酸酶对 STEMI 患者直接
PCI 术后无复流的预测

肖 普,王蔚蔚

(郑州市第三人民医院心血管内科,河南 郑州 450000)

[摘 要] **目的** 探讨脂蛋白 a(Lp-a)、碱性磷酸酶(ALP)对 ST 段抬高型急性心肌梗死(STEMI)患者直接经皮冠状动脉介入治疗(PCI)后无复流的预测价值。**方法** 选择 2022 年 3 月至 2024 年 5 月该院拟行直接 PCI 治疗的 128 例 STEMI 患者作为试验组,所有患者入院后检测血清 Lp-a、ALP,并统计患者 PCI 术后复流情况。另选取同期于该院体检的 128 例健康人群作为对照组,对其进行血清 Lp-a、ALP 检测。对比分析直接 PCI 术后不同复流情况的试验组及对照组血清 ALP、Lp-a 水平,通过 logistic 回归、受试者特性工作曲线(ROC)、决策曲线等统计学方法探讨血清 ALP、Lp-a 对 STEMI 患者 PCI 术后无复流的预测价值。**结果** 试验组直接 PCI 术后 19 例(14.84%)ST 段回落 $<50\%$,将其纳入无复流组,其余 109 例(85.16%)ST 段回落 $\geq 50\%$ 者,纳入复流组。无复流组发病至入院时间、年龄、Gensini 评分均大于复流组,高血栓负荷占比高于复流组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。比较 3 组血清 ALP、Lp-a 水平,无复流组 $>$ 复流组 $>$ 对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。经 logistic 回归分析显示,血清 ALP、Lp-a 水平高、年龄大、发病至入院时间长、Gensini 评分高、高血栓负荷为试验组 PCI 术后无复流的危险因素($OR>1;P<0.05$)。绘制 ROC 曲线,发现血清 ALP 联合 Lp-a 预测 STEMI 患者 PCI 术后无复流的价值最高[曲线下面积(AUC)值为 0.863,95%CI 为 0.763~0.964,敏感度为 0.798,特异性度为 0.908,约登指数为 0.697]。以高风险阈值为横坐标,以净收益率为纵坐标绘制决策曲线,相对于血清 ALP、Lp-a 单独应用,血清 ALP 联合 Lp-a 绘制的决策曲线净受益率更高,当阈值在 0.06~0.93 范围内的净受益率大于 0,最大净受益率为 0.148。**结论** 血清 ALP、Lp-a 对 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流预测效能较高,当两者值升高时,STEMI 患者 PCI 术后无复流发生风险增大。

[关键词] ST 段抬高型急性心肌梗死; 脂蛋白 a; 碱性磷酸酶; 无复流; 预测

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.07.021

中图法分类号:R542.22

文章编号:1009-5519(2025)07-1633-06

文献标识码:A

Prediction of lipoprotein a and alkaline phosphatase on no-reflow after primary PCI in STEMI patients

XIAO Pu, WANG Weiwei

(Department of Cardiology, The Third People's Hospital of Zhengzhou,
Zhengzhou, Henan 450000, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the predictive value of lipoprotein a (Lp-a) and alkaline phosphatase (ALP) for no-reflow after primary percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with ST-segment elevation acute myocardial infarction (STEMI). **Methods** A total of 128 patients with STEMI who underwent direct PCI in our hospital from March 2022 to May 2024 were selected as the experimental group. Serum Lp-a and ALP were detected in all patients after admission, and the reflow after PCI was counted. In addition, 128 healthy people who underwent physical examination in the hospital during the same period were selected as the control group, and serum Lp-a and ALP were detected. The levels of serum ALP and Lp-a in the experimental group and the control group with different reflow conditions after direct PCI were compared and analyzed. The predictive value of serum ALP and Lp-a for no-reflow after PCI in STEMI patients was investigated by Logistic regression, receiver operating characteristic curve (ROC), decision curve and other statistical methods. **Results** In the experimental group, 19 patients (14.84%) with ST-segment resolution $< 50\%$ after primary PCI were included in the no-reflow group, and the remaining 109 patients (85.16%) with ST-segment resolution $\geq 50\%$ were included in the reflow group. The time from onset to admission, age and Gensini score

作者简介:肖普(1980—),本科,主治医师,主要从事冠心病、高脂血症方面的研究。

网络首发 <https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250616.1809.022>

in the no-reflow group were higher than those in the reflow group, and the proportion of high thrombus load was higher than that in the reflow group, the differences were statistically significant ($P<0.05$). The levels of serum ALP and Lp-a in the three groups were compared, no-reflow group $>$ reflow group $>$ control group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). Logistic regression showed that high serum ALP and Lp-a levels, old age, long time from onset to admission, high Gensini score and high thrombus load were risk factors for no-reflow after PCI in the experimental group ($OR>1; P<0.05$). The ROC curves were plotted, and it was found that serum ALP combined with Lp-a had the highest value in predicting no-reflow after PCI in STEMI patients [area under the curve (AUC) value was 0.863, 95%CI was 0.763–0.964, sensitivity was 0.798, specificity was 0.908, and Youden index was 0.697]. The decision curve was drawn with the high-risk threshold as the abscissa and the net return rate as the ordinate. Compared with serum ALP and Lp-a alone, the net benefit rate of the decision curve drawn by serum ALP combined with Lp-a was higher. When the threshold was in the range of 0.06–0.93, the net benefit rate was greater than zero, and the maximum net benefit rate was 0.148. **Conclusion** Serum ALP and Lp-a have high predictive efficacy for no-reflow after primary PCI in STEMI patients. When the two values increase, the risk of no-reflow after PCI in STEMI patients increases.

[Key words] ST segment elevation acute myocardial infarction; Lipoprotein a; Alkaline phosphatase; No-reflow; Prediction

直接经皮冠状动脉介入治疗(PCI)为时间窗内治疗 ST 段抬高型急性心肌梗死(STEMI)常见的手段,通过球囊扩张和支架植入可疏通狭窄或闭塞冠状动脉管腔,恢复冠状动脉血流,改善心肌缺血所致的压榨性胸痛、恶心呕吐等不适症状,从而挽救患者的生命。但直接 PCI 治疗中球囊或支架放置后可在一定程度上牵扯或扩张血管壁,诱发微循环功能障碍,增加直接 PCI 术后无复流的发生风险^[1-2]。而无复流可增加缺血心肌损伤,甚至诱导不可逆心肌重构,影响甚至降低 PCI 术效果。因此,探寻可预测 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的生物学标志物具有重要意义。冠状动脉微循环功能障碍是直接 PCI 术后无复流发生重要病理机制。脂蛋白 a(Lp-a)主要由人体肝脏合成,已被证实与动脉粥样硬化发生发展间存在密切关系^[3];而动脉粥样硬化又是冠状动脉微循环功能障碍重要诱因;但关于其是否参与直接 PCI 术后无复流的发生机制仍待进一步研究证实。碱性磷酸酶(ALP)可参与冠状动脉粥样斑块形成机制,且是冠状动脉慢血流发生有效预测因子^[4-5]。基于此,本研究探讨血清 Lp-a、ALP 对 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的预测价值。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2022 年 3 月至 2024 年 5 月本院收治的 128 例 STEMI 患者作为试验组,另选取同期在本院体检的 128 例健康人群作为对照组。纳入标准:(1)STEMI 符合《急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)》^[6]中诊断标准,且经症状、体征、心电图、影像学等检查确诊;(2)初诊初治,且发病

至入院时间 <12 h;(3)符合直接 PCI 指征^[6],拟直接行 PCI 治疗;(4)患者或家属对本研究知情,签署知情同意书。排除标准:(1)恶性肿瘤者;(2)严重肝、肾功能障碍者;(3)合并扩张型心肌病、先天性心脏病等;(4)合并难以纠正的凝血障碍;(5)存在血管造影禁忌证。剔除标准:PCI 术中 TIMI 血流分级^[7] 0~2 级者。所有参与者签署知情同意书。本研究经本院医学伦理委员会审核通过(批号:KY2022-01-019)。

1.2 方法

1.2.1 血清 ALP、Lp-a 检测 采集试验组患者入院时及对照组人群体检时外周静脉血 2 mL,经 3 000 r/min、半径 10 cm 离心处理 10 min 后取血清,通过酶联免疫吸附试验法检测血清 ALP 水平,试剂盒购自上海莼试生物技术有限公司;通过乳胶增强免疫比浊法检测 Lp-a 水平,试剂盒厂家购自北京百奥莱博科技有限公司。检测过程严格遵照试剂盒说明书。

1.2.2 资料收集 收集 STEMI 患者年龄、性别、发病至入院时间、入院时心率、入院时血压(收缩压、舒张压)、病变支数(单支、双支及以上)、合并基础性疾病(高血压、高脂血症、糖尿病)、支架长度、Gensini 评分^[8]、球囊扩张次数、血栓负荷状态(高血栓负荷、低血栓负荷,将 TIMI 血栓积分^[9] ≥ 4 分者评估为高血栓负荷, TIMI 血栓积分 ≤ 3 分评估为低血栓负荷)、Killip 分级^[10](I~II 级、III~IV 级)。

1.2.3 直接 PCI 术后无复流判断^[6] 于 PCI 术后 1 h 通过心电图对所有 STEMI 患者进行功能性无复流评估,以基线心电图 ST 段抬高幅度最大导联作为标准,计算 ST 段回落幅度,将 ST 段回落 $<50\%$ 者评

估为无复流组,其余患者评估为复流组。

1.3 统计学处理 应用 SPSS25.0 统计软件对数据进行分析,将符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间采用独立样本 t 检验,3 组间比较使用单因素方差分析,3 组间两两比较采用 LSD- t 检验;计数资料以率表示,采用 χ^2 检验;通过多因素 logistic 回归分析探讨血清 ALP、Lp-a 水平对 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流影响;绘制受试者特性工作曲线(ROC),计算曲线下面积(AUC),探讨血清 ALP、Lp-a 水平对 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的预测价值(AUC 值 >0.9 表示预测效能较高,0.71~0.90 表示有一定预测效能,0.5~0.7 表示预测效能较低, <0.5 表示无预测效能);绘制决策曲线评估血清 ALP 联合 Lp-a 水平预测 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的临床实际获益情况。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组患者基线资料比较 试验组中男 76 例,女 52 例;年龄 46~65 岁,平均(55.37 $\pm$ 4.61)岁;高血压 48 例,高脂血症 51 例,糖尿病 42 例。对照组中男 73 例,女 55 例;年龄 45~67 岁,平均(55.41 $\pm$ 4.58)岁;高血压 49 例,高脂血症 48 例,糖尿病 43 例。2 组基线资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.2 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流发生情况 128 例 STEMI 患者直接 PCI 术后 19 例(14.84%)ST 段回落 $<50\%$,将其纳入无复流组,其余 109 例(85.16%)ST 段回落 $\geq 50\%$ 者,纳入复流组。

2.3 直接 PCI 术后不同复流情况的 STEMI 患者一般资料比较 无复流组发病至入院时间、年龄、Gensini 评分均大于复流组,高血栓负荷占比高于复流组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。组间其他资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

表 1 直接 PCI 术后不同复流情况的 STEMI 患者一般资料比较

相关资料	复流组($n=109$)	无复流组($n=19$)	t/χ^2	P
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	54.24 $\pm$ 4.54	56.53 $\pm$ 4.64	2.020	0.045
性别[$n(\%)$]			0.132	0.716
男	64(58.72)	12(63.16)		
女	45(41.28)	7(36.84)		
发病至入院时间($\bar{x} \pm s$,h)	6.84 $\pm$ 2.11	8.42 $\pm$ 1.70	3.162	0.002
入院时心率($\bar{x} \pm s$,次/分)	72.63 $\pm$ 4.24	71.72 $\pm$ 3.86	0.874	0.384
入院时收缩压($\bar{x} \pm s$,mm Hg)	135.56 $\pm$ 6.64	135.16 $\pm$ 5.73	0.247	0.805
入院时舒张压($\bar{x} \pm s$,mm Hg)	79.75 $\pm$ 4.86	78.11 $\pm$ 4.75	1.362	0.176
病变支数[$n(\%)$]			0.020	0.887
单支	65(59.63)	11(57.89)		
双支及以上	44(40.37)	8(42.11)		
合并基础性疾病[$n(\%)$]				
高血压	41(37.61)	7(36.84)	0.004	0.949
高脂血症	43(39.45)	8(42.11)	0.048	0.827
糖尿病	36(33.03)	6(31.58)	0.015	0.901
支架长度($\bar{x} \pm s$,mm)	13.24 $\pm$ 3.54	13.18 $\pm$ 3.49	0.068	0.946
Gensini 评分($\bar{x} \pm s$,分)	33.54 $\pm$ 4.57	38.00 $\pm$ 4.26	3.961	<0.001
球囊扩张次数($\bar{x} \pm s$,次)	8.64 $\pm$ 2.42	8.17 $\pm$ 1.94	0.802	0.424
Killip 分级[$n(\%)$]			0.015	0.902
I~II 级	94(85.24)	16(84.21)		
III~IV 级	15(13.76)	3(15.79)		
血栓负荷状态[$n(\%)$]			5.844	0.016
高血栓负荷	37(33.94)	12(63.16)		
低血栓负荷	72(66.06)	7(36.84)		

注:1 mm Hg=0.133 kPa。

2.4 直接 PCI 术后不同复流情况的 STEMI 患者及对照组血清 ALP、Lp-a 水平比较 比较 3 组血清 ALP、Lp-a 水平,无复流组 $>$ 复流组 $>$ 对照组,差异有

统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

2.5 血清 ALP、Lp-a 水平对 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流影响 将表 1 中差异有统计学意义的年

龄、发病至入院时间、Gensini 评分、血清 ALP、Lp-a 及血栓负荷状态纳入为自变量,将 STEMI 患者直接 PCI 术后复流情况作为因变量(“0”=复流;“1”=无复流),经 logistic 回归分析显示,血清 ALP、Lp-a 水平高、年龄大、发病至入院时间长、Gensini 评分高、高血栓负荷状态为 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的危险因素($OR>1, P<0.05$)。见表 3。

2.6 血清 ALP、Lp-a 水平对 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的预测 将血清 ALP、Lp-a 纳入为检验变量,将 STEMI 患者直接 PCI 术后复流情况作为状态变量(“0”=复流;“1”=无复流),绘制 ROC 曲线,发现血清 ALP、Lp-a 单独及联合预测 STEMI 患者直

接 PCI 术后无复流的 AUC 值分别为 0.801、0.796、0.863,联合预测价值最高。见表 4、图 1。

表 2 直接 PCI 术后不同复流情况的 STEMI 患者及对照组血清 ALP、Lp-a 水平比较($\bar{x}\pm s$)			
组别	<i>n</i>	ALP(U/L)	Lp-a(mg/dL)
对照组	128	87.42±5.86	243.53±14.43
复流组	109	118.53±6.48 ^a	315.44±11.98 ^a
无复流组	19	126.43±6.72 ^{ab}	329.42±12.43 ^{ab}
<i>F</i>	—	882.191	999.778
<i>P</i>	—	<0.001	<0.001

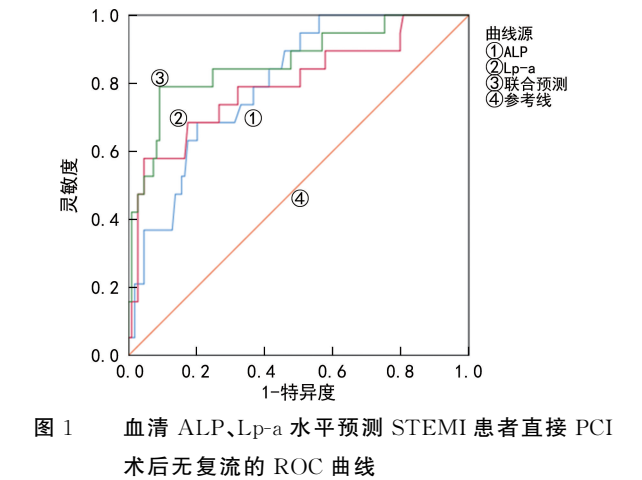
注:—表示无此项;与对照组比较,^a $P<0.05$;与复流组比较,^b $P<0.05$ 。

表 3 血清 ALP、Lp-a 水平对 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流影响						
因素	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>Wald</i>	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
年龄	0.199	0.100	3.939	0.047	1.220	1.002~1.484
发病至入院时间	0.468	0.234	6.378	0.045	1.597	1.010~2.525
Gensini 评分	0.256	0.115	4.013	0.026	1.292	1.031~1.620
ALP	0.215	0.093	4.935	0.020	1.240	1.034~1.488
Lp-a	0.129	0.044	5.379	0.004	1.238	1.043~1.241
血栓负荷状态	2.802	1.109	8.501	0.012	16.478	1.873~144.975
常量	-95.120	21.792	19.053	<0.001	—	—

注:—表示无此项。

表 4 血清 ALP、Lp-a 水平对 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的预测							
指标	AUC	AUC 的 95% <i>CI</i>	<i>P</i>	cut-off 值	敏感度	特异度	约登指数
ALP	0.801	0.708~0.894	<0.001	123.950 U/L	0.684	0.798	0.482
Lp-a	0.796	0.672~0.919	<0.001	332.950 mg/dL	0.579	0.954	0.533
联合预测	0.863	0.763~0.964	<0.001	—	0.789	0.908	0.697

注:—表示无此项。



2.7 血清 ALP、Lp-a 水平预测 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的决策曲线 以高风险阈值为横坐标,以净收益率为纵坐标绘制决策曲线,结果显示,相对于血清 ALP、Lp-a 单独应用,血清 ALP 联合 Lp-a 绘制的决策曲线净受益率更高,当阈值在 0.06~0.93

范围内的净受益率大于 0,最大净受益率为 0.148,血清 ALP 联合 Lp-a 水平预测 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的实际获益更高。见图 2。

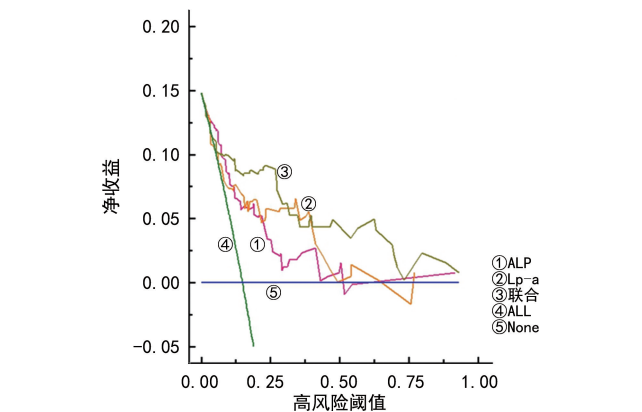


图 2 血清 ALP、Lp-a 水平预测 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的决策曲线

3 讨 论
STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的发生机制复

杂,涉及纤溶、炎症、内皮功能障碍、远端微循环栓塞等^[11]。因 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流发生机制尚未完全勘定,致使目前临床仍缺乏适用于 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的特异性标志物。因此,本研究以此为切入点,继续深入探讨。

本研究发现,3 组血清 Lp-a 水平相比,无复流组>复流组>对照组,提示血清 Lp-a 或参与 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的发生机制。分析其原因可能是,Lp-a 是由低密度脂蛋白颗粒与特定的载体蛋白构成的共价分子,分为载脂蛋白 A(Apo-A)和载脂蛋白 B 2 个部分^[12]。其中 Apo-A 与纤溶酶原高度同源,可与其竞争性结合血管中纤维蛋白位点,抑制纤溶酶对纤维蛋白原的水解作用,致使患者血液中纤维蛋白原含量增加,进而血流减慢,血液黏稠度变高,导致病变血管在直接 PCI 术后易出现微循环功能障碍,增加无复流风险。此外,有研究发现,Lp-a 中 Apo-A 还可通过引导炎症细胞聚集、加速平滑肌细胞增殖、增加单核细胞趋化作用等多种机制,参与血管炎症反应,减弱血管内皮功能,使血管内皮在球囊扩张、支架植入等机械作用下更易发生损伤,进而形成斑块碎片或微小血栓,增加直接 PCI 术后无复流风险^[13-14]。最后,有研究发现,组织因子途径抑制物(TFPI)作为血液中一种天然抗凝蛋白,可通过人体外源性凝血途径抑制凝血起始阶段,进而抑制凝血机制的启动^[15-16]。而 Lp-a 可与血浆中 80% 的 TFPI 特异性结合,继而通过破坏羧基末端途径来减弱或消除 TFPI 的抗凝活性,使血液中凝血机制增强,可增加直接 PCI 术后微血栓再次形成的风险,并最终介导无复流发生^[17-18]。

本研究还发现,3 组血清 ALP 水平比较,无复流组>复流组>对照组,提示血清 ALP 或也参与 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流发生机制。分析其原因可能是,ALP 是一种在碱性环境下水解磷酸单酯化合物的酶,可通过催化无机焦磷酸盐水解来促进异位钙化和骨质矿化,诱导血管钙化发生^[19-20]。而钙化的罪犯血管在进行介入操作时,可通过激活交感神经系统而引起血管异常收缩或痉挛,进而使直接 PCI 治疗过程中产生的斑块碎片或局部微血栓向远端微血管移动形成阻塞,增加直接 PCI 术后无复流发生风险^[21]。此外,血清 ALP 还可通过诱导血管平滑肌氧化应激来参与 STEMI 患者动脉粥样硬化过程,其水平越高,可增加血管内粥样斑块碎末和不稳定斑块形成风险,加重 STEMI 患者血栓负荷^[22]。而研究证实,血栓负荷过重的 STEMI 患者在支架释放或球囊高压扩张后,斑块碎末脱落容易形成微血栓,引发血管微循环栓塞,增加直接 PCI 术后无复流发生风险^[23-24]。

为指导临床更好地预测 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流发生风险,本研究进一步通过 ROC 和决策曲线分析血清 Lp-a、ALP 预测 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的价值和临床效益,发现相较于血清 Lp-a、ALP 单独预测,血清 Lp-a 联合 ALP 预测 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流的价值和临床效益更高。

本研究还发现,年龄、发病至入院时间、Gensini 评分、高血栓负荷也均可影响 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流发生。分析其原因如下:年龄越大患者,血管壁弹性纤维减少越多,容易出现管壁钙化或血管硬化,增加直接 PCI 术后无复流发生风险;发病至入院时间越长,STEMI 患者心肌梗死区域越大,可增加直接 PCI 术操作难度和操作时间,增加机械操作对血管壁损伤,进而增加直接 PCI 术后无复流发生风险;Gensini 评分与冠状动脉狭窄程度密切相关,Gensini 评分越高,提示冠状动脉狭窄程度越严重,则术后无复流发生风险越高。高血栓负荷可导致远端微栓塞,增加直接 PCI 术后无复流发生风险。因此,血清 Lp-a、ALP 水平与上述指标联合评估或可进一步提升预测价值,后续可进一步研究。

综上所述,血清 Lp-a、ALP 水平均越高,STEMI 患者直接 PCI 术后无复流发生风险越高,临床上可通过血清 Lp-a 联合 ALP 预测 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流发生风险,进而提前采取应用他汀类药物、联合血栓抽吸、向冠状动脉内注射药物等有针对性的措施干预,尽可能地避免直接 PCI 术后无复流发生。但本研究也存在一定局限性,如本研究血清 Lp-a、ALP 指标仅于术前检测,术后未进行复测,未充分考虑 PCI 术操作过程对指标变化的影响,且受研究时间限制,未取相同病例对血清 Lp-a 联合 ALP 预测 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流发生价值进行外部验证,后续将以这两方面作为切入点,更深入探讨血清 Lp-a、ALP 对 STEMI 患者直接 PCI 术后无复流发生的预测价值。

参考文献

- [1] 史洪伟,许子度,朱舒舒,等.急性 ST 段抬高型心肌梗死患者血清 NT-proBNP、P-selectin 联合 IMA 预测 PCI 术后心电图 ST 段回落的临床价值研究[J].现代生物医学进展,2023,23(21):4048-4053.
- [2] 叶慧明,任利辉,雷力成,等.SYNTAX II 评分对老年 ST 段抬高型心肌梗死患者直接经皮冠状动脉介入术后 ST 段回落不良的预测分析[J].中国心血管杂志,2022,27(4):342-346.
- [3] 高子浚,王宇辰,杨文艺.脂蛋白(a)与动脉粥样硬化性心血管疾病[J].国际心血管病杂志,2024,51(1):21-24.
- [4] 邹华玉,胡龙江,胡鑫渝,等.血清半乳糖凝集素-9,碱性

磷酸酶,基质金属蛋白酶-9 水平对冠状动脉性心脏病患者冠脉易损斑块的诊断价值[J]. 中国分子心脏病学杂志,2021,21(5):4213-4217.

[5] 蔺鹏阳,黄辉,杨慧,等. 血清碱性磷酸酶及白蛋白水平对冠脉慢血流的预测作用[J]. 天津医药,2020,48(3):191-194.

[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. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J]. 中华心血管病杂志,2019,47(10):766-783.

[7] GIBSON C M,CANNON C P,DALEY W L,et al. TIMI frame count:a quantitative method of assessing coronary artery flow[J]. Circulation,1996,93(5):879-888.

[8] GENSINI G G. A more meaningful scoring system for determining the severity of coronary heart disease[J]. Am J Cardiol,1983,51(3):606.

[9] GIBSON C M,LEMOS J A,MURPHY S A,et al. TIMI Study Group. Combination therapy with abciximab reduces angiographically evident thrombus in acute myocardial infarction;a TIMI 14 substudy[J]. Circulation,2001,103(21):2550-2554.

[10] KILLIP T,KIMBALL J T. Treatment of myocardial infarction in a coronary care unit. A two year experience with 250 patients[J]. Am J Cardiol,1967,20(4):457-464.

[11] CIOFANI J L,ALLAHWALA U K,SCARSINI R,et al. No-reflow phenomenon in ST-segment elevation myocardial infarction;still the Achilles' heel of the intervention-
alist[J]. Future Cardiol,2021,17(2):383-397.

[12] KRONENBERG F,MORA S,STROES E S G,et al. Lipoprotein(a) in atherosclerotic cardiovascular disease and aortic stenosis;a European Atherosclerosis Society consensus statement[J]. Eur Heart J,2022,43(39):3925-3946.

[13] 蔡云峰. 老年冠心病患者血清脂蛋白 A-1,胱抑素 C,同型半胱氨酸水平与冠状动脉粥样硬化的相关性分析[J]. 中国卫生检验杂志,2023,33(4):479-486.

[14] UGOVŠEK S,ŠEBEŠTJEN M. Lipoprotein(a)-the cross-roads of atherosclerosis,atherothrombosis and inflammation[J]. Biomolecules,2021,12(1):26.

[15] 朱芳莹,卢锋,李卫,等. 联合检测同型半胱氨酸与脂蛋白 a 对高血压患者动脉粥样硬化的预测意义[J]. 国际心血管病杂志,2023,50(5):322-325.

[16] TOMIC NAGLIC D,MANOJLOVIC M,PEJAKOVIC S,et al. Lipoprotein(a):role in atherosclerosis and new treatment options[J]. Biomol Biomed,2023,23(4):575-583.

[17] 常程,翟羽佳,张大庆. 脂蛋白(a)在动脉粥样硬化性心血管疾病防治中的研究进展[J]. 中国分子心脏病学杂志,2022,22(5):4890-4896.

[18] REYES-SOFFER G,GINSBERG H N,BERGLUND L,et al. Lipoprotein(a):a genetically determined,causal,and prevalent risk factor for atherosclerotic cardiovascular disease;a scientific statement from the American heart association[J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol,2022,42(1):e48-e60.

[19] LAI Z,LIU Y,HUANG M,et al. Associations between atherosclerosis and elevated serum alkaline phosphatase in patients with coronary artery disease in an inflammatory state[J]. Heart Lung Circ,2023,32(9):1096-1106.

[20] 李群星,尹德录,赵新华,等. 冠心病患者血清成纤维细胞生长因子 23,碱性磷酸酶及胎球蛋白 A 水平与冠状动脉钙化的关系及其预测价值分析[J]. 现代生物医学进展,2022,22(19):3740-3744.

[21] GUO W,LI X,WU J,et al. Serum alkaline phosphatase is associated with arterial stiffness and 10-year cardiovascular disease risk in a Chinese population[J]. Eur J Clin Invest,2021,51(8):e13560.

[22] 金吴珍,邹永光. 急性 ST 段抬高型心肌梗死病人 PCI 术后碱性磷酸酶,视黄醇结合蛋白 4 水平与无复流的关系[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2021,19(19):3387-3391.

[23] 袁平年,王琦. 血清碱性磷酸酶水平与冠心病 PCI 患者术后氯吡格雷疗效和心血管事件风险的相关性[J]. 海南医学,2022,33(23):3001-3005.

[24] LÓPEZ-BAUTISTA F,POSADAS-SÁNCHEZ R,VARGAS-ALARCÓN G. Association of the IL-37 polymorphisms with transaminases and alkaline phosphatase levels in premature coronary artery disease patients and healthy controls. results of the genetics of atherosclerotic (gea) mexican study[J]. Diagnostics,2021,11(6):1018.

(收稿日期:2024-11-03 修回日期:2025-03-12)