

• 论 著 •

急性 ST 段抬高型心肌梗死患者高血栓负荷的危险因素分析

张 静¹, 敖家富¹, 李荣利¹, 相明飞¹, 董松武^{2△}

安徽医科大学附属亳州医院:1. 检验中心;2. 心内科, 安徽亳州 236800

摘 要:目的 探讨急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者高血栓负荷的危险因素。方法 回顾性分析 2019 年 4 月至 2020 年 5 月在亳州市人民医院心血管内科确诊为 STEMI 的患者 197 例,根据血栓积分进行血栓负荷评估,将 ≥ 4 分的 STEMI 患者纳入高血栓负荷组, < 4 分的患者纳入低血栓负荷组,比较两组间临床基线资料及实验室指标,差异有统计学意义的指标与血栓负荷做 tau-b 相关性分析,并纳入 ROC 曲线分析其在 STEMI 患者高血栓负荷状态下的诊断效能,进而纳入二元 Logistic 回归分析,评估高血栓负荷状态的独立危险因素及 OR 值。结果 年龄、性别、术前心脏骤停、总蛋白(TP)、住院期间主要心血管不良事件(MACEs)发生率及超敏心肌肌钙蛋白 I 峰值(Peak hs-cTnI)水平在两组间差异有统计学意义($P < 0.05$);tau-b 相关性分析结果表明血栓高负荷状态与 TP 水平、Peak hs-cTnI 水平、性别、术前心脏骤停、MACEs 呈正相关,与年龄分级负相关($P < 0.05$);将年龄分级与血栓高负荷率两两比较及 χ^2 趋势检验结果表明 ≤ 50 岁和 ≥ 65 岁的 STEMI 患者高血栓负荷率差异较大($P < 0.05$),并且随年龄段的增高,高血栓负荷概率率反而降低($\chi^2 = 6.002, P = 0.014$);ROC 曲线分析年龄、TP 及 Peak hs-cTnI 的 AUC 分别为 0.620、0.615 和 0.638,联合检测可提高诊断效能,但各指标间的诊断效能差异无统计学意义($P > 0.05$);二元 Logistic 回归分析,结果显示 TP、Peak hs-cTnI 及术前心脏骤停是 STEMI 的独立危险因子,其 OR 值分别为 1.072、1.015 和 8.726。结论 男性、低龄、术前心脏骤停、TP 水平升高及 Peak hs-cTnI 水平与 STEMI 患者高血栓负荷有关,高血栓负荷状态与较高的不良事件发生率有关,本研究结果表明较高水平 TP、Peak hs-cTnI 水平及术前心脏骤停是预测 STEMI 患者高血栓负荷的独立危险因素。

关键词:ST 段抬高型心肌梗死; 血栓负荷; 经皮冠脉介入治疗

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2023.14.019 中图法分类号:R446.11

文章编号:1673-4130(2023)14-1756-06 文献标志码:A

Risk factors for high thrombotic burden in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction

ZHANG Jing¹, AO Jiafu¹, LI Rongli¹, XIAGN Mingfei¹, DONG Songwu^{2△}

1. Department of Laboratory Medicine; 2. Department of Cardiovascular Medicine, The Bozhou Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Bozhou, Anhui 236800, China

Abstract: Objective To investigate the risk factors of high thrombus burden in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI). **Methods** Retrospective analysis of 197 patients diagnosed with STEMI in the Department of Cardiovascular Medicine of Bozhou People's Hospital from April 2019 to May 2020, thrombus burden assessment was performed according to the thrombus score. STEMI patients with ≥ 4 points were included in the high thrombus burden group, and patients with < 4 points were included in the low thrombus burden group, and comparing clinical baseline characteristics and laboratory indicators between the two groups; The correlation analysis was done between the indicators and thrombus burden used by the tau-b correlation method, and the ROC curve was performed to analyze its diagnostic efficacy in STEMI patients with high thrombus burden status, and then binary logistic regression analysis was performed to assess the independent risk factors and calculated their OR values respectively. **Results** Age, gender, preoperative cardiac arrest, total protein, incidence of adverse cardiovascular events during hospitalization(MACEs), and peak high-sensitivity cardiac troponin I level (Peak hs-cTnI) were statistically significant between the two groups ($P < 0.05$); tau-b correlation analysis showed that high thrombotic burden was all positively correlated with total protein level, peak hs-cTnI level, gender, preoperative cardiac arrest, and MACEs, and negatively

correlated with age classification ($P < 0.05$); pairwise comparisons of chi-square of age classification between thrombus high burden rate and chi-square trend test results showed that the difference of high thrombus burden rate between STEMI patients with ≤ 50 and with ≥ 65 years old was larger ($P < 0.05$), and the probability of high thrombus burden decreased with increasing age group ($\chi^2 = 6.002, P = 0.014$); AUC of age, TP and peak hs-cTnI level were 0.620, 0.615 and 0.638 respectively. The combined detection based on multiple indicators can improve diagnostic efficacy, but the difference in diagnostic efficacy between the indices was not statistically significant ($P > 0.05$); binary logistic regression analysis showed that TP, peak hs-cTnI level and preoperative cardiac arrest were independent risk factors for STEMI with ORs of 1.072 and 1.015.

Conclusion Male, lower age, preoperative cardiac arrest, higher levels of TP and peak hs-cTnI level are associated with high thrombus burden in STEMI patients, and high thrombus burden is associated with a higher incidence of adverse events, and the results of this study suggest that high levels of TP, peak hs-cTnI level and preoperative cardiac arrest are independent risk factors for predicting high thrombus burden in STEMI patients.

Key words: ST-segment elevation myocardial infarction; thrombus burden; percutaneous coronary intervention

急性 ST 段抬高型心肌梗死 (STEMI) 逐渐呈年轻化趋势, 冠状动脉内闭塞性血栓形成是导致大多数 STEMI^[1] 的原因。原发性经皮冠状动脉介入治疗 (PPCI) 通过挽救危险心肌改善预后, 是 STEMI 的标准治疗策略和主要手段^[1], 但梗死相关动脉中常常有很高的血栓负荷, 冠状动脉血管阻力较高, 此种情况下放置支架会增血栓在微血管系统中向近端及远端转移的机会, 阻塞微血管系统导致无再流现象, 冠状动脉微循环阻塞 (MVO) 导致不良预后的增加, 包括冠状动脉栓塞、慢血流、无复流等, 从而使得一些患者无法从急诊 PCI 中获益。MVO 与 STEMI 患者全因死亡、心力衰竭再入院等远期主要心血管不良事件 (MACEs) 的发生相关^[2]。STEMI 患者发生高血栓负荷的病因并不确切, 本研究旨在通过将 STEMI 患者分为高低血栓负荷组, 比较两组间的临床基线资料和各种检测指标, 探讨可能引起血栓高负荷的危险因素, 帮助临床医师早期初步估计 STEMI 患者血栓情况, 为治疗和必要的干预措施提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2019 年 4 月至 2020 年 5 月在亳州市人民医院心血管内科确诊为 STEMI 的患者 197 例, 根据 BURZOTTA 等^[3] 建议使用血栓积分进行血栓负荷评估: 0 分, 无血栓; 1 分, 模糊的血栓影; 2 分, 确定的血栓影像, 长度小于血管内径的 1/2; 3 分, 确定的血栓影像, 长度为血管内径的 0.5~2 倍; 4 分, 确定的血栓长度大于 2 倍血管内径; 5 分, 血管堵塞无法评估血栓。本研究将 ≥ 4 的 STEMI 的患者分为高血栓负荷组, < 4 分的患者分为低血栓负荷组。高血栓负荷组患者 32 例, 男性 27 例, 女性 5 例, 年龄 27~83 岁, 中位年龄 62 岁; 低血栓负荷组患者 165

例, 男性 108 例, 女性 57 例, 年龄 27~88 岁, 中位年龄 67 岁。有以下情况排除患者纳入本研究: (1) 造影剂和治疗药物禁忌症; (2) 冠状动脉搭桥手术史; (3) 术前心源性休克; (4) 接受纤溶治疗; (5) 预期寿命短; (6) 资料不全。

1.2 方法 纳入研究的患者均在症状出现 12 h 内就诊确诊的 STEMI 患者, 通过血管造影显示闭塞凝块, 收集所有患者的性别、年龄、既往病史、左心室射血分数 (LVEF) 等临床数据, 将资料不全的病例排除本研究, 检测超敏心肌肌钙蛋白 I 峰值水平 (Peak hs-cTnI)、NT-proBNP、甘油三酯 (TG)、总胆固醇 (TC)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、总蛋白 (TP)、清蛋白 (ALB)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、载脂蛋白 A (ApoA)、载脂蛋白 B (ApoB) 等生化数据、平均血小板体积 (MPV) 等血常规数据, 将各项数据进行严格控制和记录。

1.3 统计学处理 采用 SPSS22.0 软件进行统计学分析, 呈正态分布且方差齐的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 偏态计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, 两组参数比较采用独立样本 t 检验/非参数秩和检验。计数资料组间比较采用 χ^2 检验。年龄和性别的混杂因素影响采用分层卡方检验 (CMH 检验), 采用肯德尔 tau-b 分析法探讨血栓负荷分级和组间差异有统计学意义的指标之间的相关性。Mantel-Haenszel χ^2 检验 (线性趋势检验) 分析年龄分级和血栓负荷分级的趋势相关性。受试者工作特征 (ROC) 曲线分析各检测指标诊断效能。MedCalc 软件用于比较各指标 ROC 诊断效能是否有差异, STEMI 患者的高血栓负荷独立危险因素采用二元 Logistic 回归分析。 χ^2 趋势图、ROC 曲线图及森林图采用 GraphPad Prism 7.0 软件绘制

图形,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组患者的临床基线特征比较 根据 STEMI 患者血栓等级分为两组,两组患者的临床基线特征比较详见表 1,高血栓负荷组年龄更低,男性患者比例更

高,术前发生心脏骤停患者比例更高,差异均有统计学意义($P<0.05$)。

2.2 STEMI 高血栓负荷组患者的 TP 和 Peak hs-cTnI 较低血栓负荷组高,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 2。

表 1 两组患者的临床基线特征[$M(P_{25},P_{75})$ 或 $n(\%)$]

特征	低血栓负荷组($n=165$)	高血栓负荷组($n=32$)	t	P
住院时间(d)	8(7,9)	9(7,11)	-1.427	0.154
年龄(岁)	67(56.5,71)	62(48.25,68)	-2.155 *	0.031
发病时间(h)	3(2,5)	3(1.25,4.75)	-0.958	0.338
LVEF(%)	52(45,55)	52(39.25,55.75)	-0.249	0.803
男性	108(65.45)	27(84.38)	4.449 *	0.035
高血压	105(63.63)	17(53.13)	1.256	0.262
高脂血症	42(25.45)	8(25.00)	0.003	0.957
吸烟史	33(20.00)	7(21.90)	0.058	0.809
术前休克	21(12.70)	6(18.88)	0.822	0.365
术前心脏骤停	4(2.42)	5(15.63)	10.713 *	0.001
MACEs	44(26.70)	16(50.00)	6.889 *	0.009
糖尿病史	55(33.33)	6(18.75)	2.667	0.102

注:两组间比较,* $P<0.05$ 。

表 2 两组患者的实验室指标比较[$M(P_{25},P_{75})$ 或 $\bar{x}\pm s$]

变量	低血栓负荷组($n=165$)	高血栓负荷组($n=32$)	t	P
TG(mmol/L)	1.63(1.07,2.33)	1.56(1.17,2.52)	-0.498	0.618
TC(mmol/L)	4.56(3.97,5.26)	4.38(3.78,4.75)	-1.325	0.185
HDL(mmol/L)	1.06(0.94,1.24)	1.05(0.87,1.21)	-0.463	0.644
LDL(mmol/L)	2.78(2.41,3.46)	2.59(2.21,2.99)	-1.382	0.167
ApoA(g/L)	1.2(1.09,1.32)	1.2(1.08,1.31)	-0.344	0.731
ApoB(g/L)	0.92(0.81,1.08)	0.86(0.77,1.01)	-1.252	0.211
ApoB/ApoA	0.77(0.65,0.92)	0.77(0.63,0.89)	-0.615	0.538
BNP(pg/mL)	994(348.55,2 940.65)	913.95(255.8,2 137.25)	-0.191	0.848
RBC($\times 10^{12}$)	4.50 $\pm$ 0.61	4.54 $\pm$ 0.62	-0.380	0.704
HCT	0.41 $\pm$ 0.05	0.42 $\pm$ 0.05	-0.850	0.397
WBC($\times 10^9$ /L)	10.19(7.96,12.75)	11.04(8.6,13.47)	-1.408	0.159
HGB(g/L)	140.04 $\pm$ 18.73	142.28 $\pm$ 18.79	-0.619	0.537
LYM($\times 10^9$ /L)	1.54(1.1,2.28)	1.47(0.91,2.72)	-0.398	0.691
MONO($\times 10^9$ /L)	0.61(0.44,0.88)	0.56(0.46,0.96)	-0.069	0.945
RDW(%)	12.7(12.2,13.2)	12.55(12.23,13.15)	-0.634	0.526
PLT($\times 10^9$ /L)	228(194.5,269)	226(196.25,275)	-0.298	0.766
MPV(fL)	10.19 $\pm$ 0.90	9.91 $\pm$ 0.92	1.616	0.108
TP(g/L)	70.16 $\pm$ 6.55	72.74 $\pm$ 6.06	-2.067 *	0.040
ALB(g/L)	41.06 $\pm$ 4.37	41.47 $\pm$ 3.89	-1.691	0.092
GLU(mmol/L)	6.6(5.5,8.52)	6.17(5.36,9.24)	-0.259	0.795
Peak hs-cTnI(ng/mL)	33.9(9.59,76.95)	59.59(27.8,80)	-2.482 *	0.013

注:两组间比较,* $P<0.05$ 。

2.3 将不同年龄分布和性别做 CMH 检验,OR 值同质性检验 $\chi^2=4.545, P=0.103$,CMH 检验结果 $\chi^2=1.439, P=0.230$,表明不同年龄分布在不同性别分布间未产生混杂影响,可直接将两组患者间差异有统计学意义的指标与血栓负荷做 tau-b 相关性分析(将连续性变量年龄分为 ≤ 55 岁、 $55\sim 65$ 岁及 ≥ 65 岁 3 个有序等级变量),结果表明血栓负荷状态与 TP 水平、Peak hs-cTnI 水平、性别、术前心脏骤停呈正相关,与年龄分级负相关,见表 3;不同年龄分级间的高血栓负荷率差异较大($\chi^2=6.054, P=0.048$),将年龄分级与血栓高负荷率进一步做两两比较及 Mantel-Haenszel 卡方趋势检验(线性趋势检验),结果表明 ≤ 55 岁和 > 65 岁的 STEMI 患者高血栓负荷率差异较大($P_{\text{adj}}=0.042$),并且随年龄段的增高,高血栓负荷概率反而降低($\chi^2=6.002, P=0.014$),见图 1。

2.4 将组间差异有统计学意义的指标纳入 ROC 曲线分析,差异有统计学意义的单项目检测指标为年龄、TP 及 Peak hs-cTnI,其 AUC 分别 0.620、0.615 及 0.638,将这三个指标进行不同模式联合起来检测,

其诊断效能见表 4,图 2、3,单项目分析中 Peak hs-cTnI 诊断效能最高,3 项目联合检测可提高诊断效能,但各指标间的诊断效能差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 3 STEMI 患者血栓状态和各变量之间的相关性分析

参数	TP	Peak hs-cTnI	性别	年龄	术前心脏骤停	MACEs
<i>r</i>	0.121*	0.148*	0.150*	-0.159*	0.233*	0.187*
<i>P</i>	0.039	0.013	0.035	0.019	0.001	0.009

注: * $P<0.05$ 。

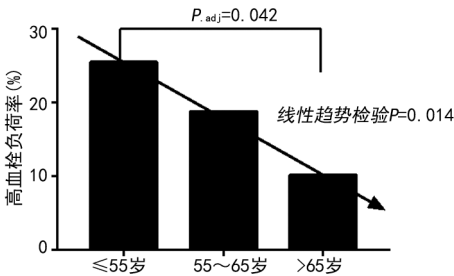


图 1 不同年龄段 STEMI 患者高血栓负荷状态的趋势检验

表 4 各检测指标 ROC 曲线分析的诊断效能

指标	AUC	<i>P</i>	95%置信区间		截断值	灵敏度(%)	特异度(%)
			下限	上限			
年龄	0.620	0.031	0.508	0.733	65 岁	68.75	53.33
TP	0.615	0.039	0.509	0.722	73.7 g/L	53.13	72.73
Peak hs-cTnI	0.638	0.014	0.545	0.731	39.5 ng/mL	71.87	55.15
TP+年龄	0.652	0.007	0.548	0.756	>0.139	68.75	55.76
TP+Peak hs-cTnI	0.688	0.001	0.603	0.772	>0.124	87.50	47.27
年龄+Peak hs-cTnI	0.682	0.001	0.584	0.779	>0.099	93.75	36.36
Peak hs-cTnI+TP+年龄	0.710	<0.001	0.623	0.797	>0.095	100.00	35.76

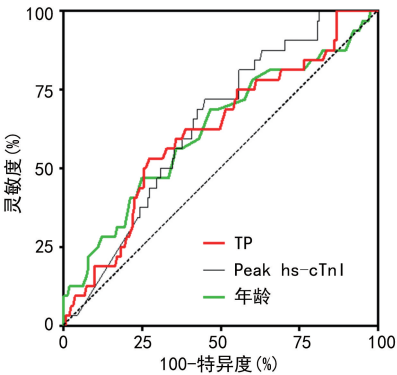


图 2 单项目检测在 STEMI 患者高血栓负荷状态的 ROC 曲线

2.5 二元 Logistic 回归分析 因变量为血栓负荷状态的二分类变量,将组间差异有统计学意义的变量作为协变量纳入二元 Logistic 回归分析,结果显示 TP、

术前发生心脏骤停及 Peak hs-cTnI 是冠心病的独立危险因素,其 OR 值分别为 1.072、8.726、1.015,见表 5 和图 4。

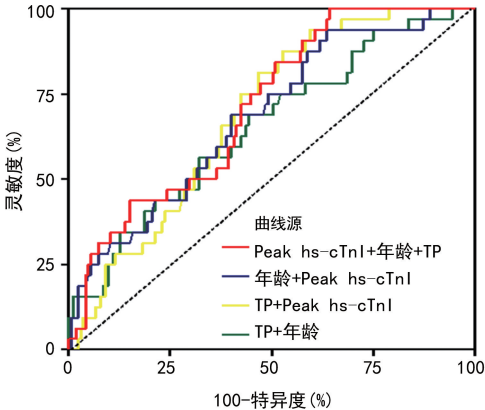


图 3 指标联合检测在 STEMI 患者高血栓负荷状态的 ROC 曲线

表 5 二元 Logistic 回归分析统计结果

自变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 值 95%CI
Peak hs-cTnI	0.015	0.006	6.199	0.013	1.015	1.003~1.027
性别(男性)	0.782	0.562	1.937	0.164	2.185	0.727~6.570
术前心脏骤停	2.166	0.786	7.603	0.006	8.726	1.871~40.695
TP	0.069	0.033	4.358	0.037	1.072	1.004~1.144
年龄	-0.022	0.018	1.440	0.230	0.979	0.945~1.014
常量	-6.696	3.011	4.946	0.026	0.001	—

注：—表示该项无数据。

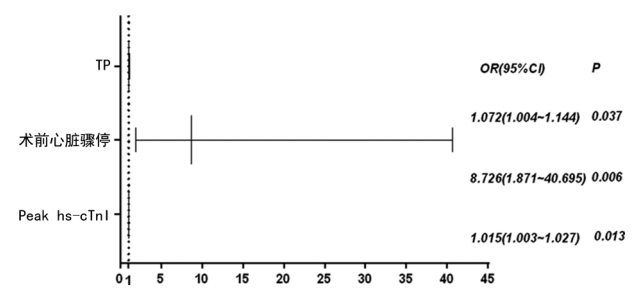


图 4 TP、术前心脏骤停及 Peak hs-cTnI 在 STEMI 患者高血栓负荷状态的森林图

3 讨 论

本研究根据急性 ST 段抬高型心肌梗死患者是否合并高血栓负荷将其分为两组,比较两组的临床指标和辅助检查结果,分析造成高血栓负荷的危险因素。结果显示性别、年龄、术前心脏骤停、较高血清 TP 和 Peak hs-cTnI 与 STEMI 患者高血栓负荷有关,高血栓负荷与住院期间不良事件相关。

急性心肌梗死时血栓常常发生高血栓负荷,其发生率差异很大。DURANTE 等^[4]报道,STEMI 患者有高达 36% 的病例可出现无复流现象,而微循环障碍则达 67%。TOTAL 试验^[5]显示 STEMI 患者高血压血栓负荷高达 78.4%。高血栓负荷也是无复流的重要原因,虽然部分无复流可以自行恢复,但与再住院、负性心室重构、恶性心律失常、心力衰竭发生率增加相关,是心肌梗死和死亡的独立预测因子^[6-8]。既往文献的高血栓发生率显著高于本研究数据,究其原因,前者使用造影时血管血栓分级,而本研究在导丝和(或)小球囊通过后进行血栓分级,这样可能显著减少因低血栓负荷导致血管阻塞而误认为高血栓负荷的假象。不同血栓负荷状态需要不同的处理策略,如血栓抽吸、替罗非班、冠脉内溶栓等特殊处理。及时识别高血栓状态,特别是在术前或支架植入之前识别尤为重要。本研究的目的是及早识别高血栓负荷的临床情况,便于提前采取措施。

文献显示,性别影响心肌梗死血栓负荷,不同性别和年龄的患者血栓组成不同,RELLO 等^[9]研究急性心肌梗死血栓男女性别存在差别,女性血栓成分

中纤维蛋白、p 选择素及 vWF 降低。RA-MANATHAN 等^[10]显示,男性冠心病患者冠状动脉血栓微结构中的纤维蛋白水平高于女性,这可能是由于男性通常比女性更容易形成更致密的血栓,研究表明女性和男性之间有不同的动脉粥样硬化底物。这也是本研究在做 Logistics 回归分析前先分析性别和年龄的混杂因素的原因,本研究显示男性是高血栓负荷的危险因素,可能也与男性的心血管危险因素较多相关。

通过文献阅读,笔者认为年龄可能是影响血栓的混杂因素,故此将连续性变量年龄分为≤55 岁、55~65 岁及≥65 岁三个有序等级变量,CMH 检验结果 $\chi^2=1.439, P=0.230$,层间 OR 值同质性检验 $\chi^2=4.545, P=0.103$,表明不同年龄分级未产生混杂影响。结果表明≤55 岁和>65 岁的 STEMI 患者高血栓负荷率差异较大($P_{adj}<0.05$),并且随年龄段的增高,高血栓负荷概率反而降低($\chi^2=6.002, P=0.014$),这表明高血栓负荷的患者反而趋向更年轻,可能和老年人的生理特征有关,年龄越大,冠脉越趋于狭窄,AMI 更可能由于狭窄的冠脉引起,STEMI 不一定是由血栓堵塞引起;而年龄越小,冠状动脉的粥样硬化程度轻,AMI 更有可能是由于较大的血栓引起,而血栓较大,则实施 PCI 联合抽吸的获益较大,所以判断 STEMI 患者的血栓状态有利于临床医师采取综合措施,改善预后^[11]。

在本研究中,高血栓负荷患者 TP 和肌钙蛋白 I 峰值升高明显,肌钙蛋白 I 与心肌损伤范围有关。BICCIRE 等^[12]研究低蛋白血症与预后相关,结果的差异与选择指标不同相关,该研究采用的清蛋白与本研究中采用的 TP 不同,对结果产生影响,需要在大队列研究中进一步明确。此外,研究提示术前发生心脏骤停患者血栓负荷高,呈强相关关系。SPIRITO 等^[13]对院前心脏骤停患者进行 meta 分析,发现该类患者近三分之一出现死亡,但未说明具体原因,结合本研究的结果,笔者认为心脏骤停不仅是急性心肌梗死预后的重要因素,而且是高血栓负荷的重要因素。

本研究有一定的局限性,入选的高血栓负荷组的 STEMI 患者较少,单中心研究,需要纳入更多的指标进行多因素 Logistics 回归分析,以寻求高血栓负荷的危险因素,并收集更多病例的 MACEs,探讨哪些因素会影响患者预后,考虑到 STEMI 是一个多因素参与的结果,与患者的生活习惯、基础疾病、共病等均有一定关系,本研究团队将进一步将在后续的研究中,扩大研究对象,将更多的检测指标和患者基础资料纳入回归分析进行大数据的综合分析,筛选出 STEMI 患者的独立危险因素,并对不同的治疗措施进行跟踪随访,以更好地为临床改善预后提供帮忙。

综上所述,STEMI 患者容易发生高血栓负荷,男性、年龄偏低、术前心脏骤停、较高血清总蛋白和肌钙蛋白 I 峰值与 STEMI 患者高血栓负荷有关,高血栓负荷与在院不良事件相关。术前心脏骤停、较高的肌钙蛋白 I 峰值及 TP 水平是 STEMI 的高血栓负荷的独立危险因素。

参考文献

[1] NEUMANN F J, SOUSA-UVA M, AHLSSON A, et al. 2018 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization[J]. Eur Heart J, 2019, 40(2): 87-165.

[2] DE WAHA S, PATEL M R, GRANGER C B, et al. Relationship between microvascular obstruction and adverse events following primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction: an individual patient data pooled analysis from seven randomized trials[J]. Eur Heart J, 2017, 38(47): 3502-3510.

[3] BURZOTTA F, TRANI C, ROMAGNOLI E, et al. A pilot study with a new, rapid-exchange, thrombus-aspirating device in patients with thrombus-containing lesions: the Diver C. E. study[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2006, 67(6): 887-893.

[4] DURANTE A, LARICCHIA A, BENEDETTI G, et al. Identification of high-risk patients after ST-segment-elevation myocardial infarction: comparison between angiographic and magnetic resonance parameters[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2017, 10(6): e005841.

[5] JOLLY S S, CAIRNS J A, YUSUF S, et al. Total investi-

gators; randomized trial of primary PCI with or without routine manual thrombectomy[J]. N Engl J Med, 2015, 372(15): 1389-1398.

[6] TASAR O, KARABAY A K, ODUNCU V, et al. Predictors and outcomes of no-reflow phenomenon in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention[J]. Coron Artery Dis, 2019, 30(4): 270-276.

[7] KLUG G, MAYR A, SCHENK S, et al. Prognostic value at 5 years of microvascular obstruction after acute myocardial infarction assessed by cardiovascular magnetic resonance[J]. J Cardiovasc Magn Reson, 2012, 14(1): 46.

[8] ORN S, MANHENKE C, GREVE O J, et al. Microvascular obstruction is a major determinant of infarct healing and subsequent left ventricular remodelling following primary percutaneous coronary intervention[J]. Eur Heart J, 2009, 30(16): 1978-1985.

[9] RELLO P, GARCIA DEL BLANCO B, RUIZ-MEANA M, et al. Differential features in composition of coronary thrombus of women with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Thromb Res, 2020, 186: 64-70.

[10] RAMANATHAN R, GRAM J B, SIDELMANN J J, et al. Sex difference in fibrin clot lysability: association with coronary plaque composition[J]. Thromb Res, 2019, 174: 129-136.

[11] LI J F, LIN Z W, CHEN C X, et al. Clinical impact of thrombus aspiration and interaction with D-Dimer levels in patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention[J]. Front Cardiovasc Med, 2021, 8: 706979.

[12] BICCIRE F G, PASTORI D, TANZILLI A, et al. Low serum albumin levels and in-hospital outcomes in patients with ST segment elevation myocardial infarction[J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2021, 31(10): 2904-2911.

[13] SPIRITO A, GARGIULO G, SIONTIS G C M, et al. Cardiovascular mortality and morbidity in patients undergoing percutaneous coronary intervention after out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis[J]. EuroIntervention, 2021, 16(15): e1245-e1253.

(收稿日期:2022-11-12 修回日期:2023-04-11)