

· 论著 · 一次研究 ·

氧化应激评分对急性心肌梗死介入治疗患者的临床意义和应用价值



田 华，杨 良，张 勇，刘 芳

铜仁市人民医院检验科（贵州铜仁 554300）

【摘要】目的 探讨氧化应激评分对急性心肌梗死（acute myocardial infarction, AMI）介入治疗患者的临床意义和应用价值。**方法** 回顾性分析 2020 年 1 月至 2021 年 12 月在铜仁市人民医院接受介入治疗的 AMI 患者的临床资料，根据氧化应激评分中位值将患者分为低氧化应激评分组和高氧化应激评分组。采用 χ^2 检验或 Fisher's 精确检验比较两组患者的血常规、凝血功能、心脏标志物和血液生化等指标，并应用单因素和多因素 Logistic 回归分析 AMI 介入治疗患者预后不良的危险因素。**结果** 共纳入 511 例患者，其中男性 371 例（72.60%）、女性 140 例（27.40%）。低氧化应激评分组和高氧化应激评分组在红细胞、纤维蛋白降解产物、脑利钠肽前体、肌钙蛋白 T、肌红蛋白、血尿素氮、直接胆红素、白蛋白和胆固醇等方面差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示，高氧化应激评分 ($OR=1.754, 95\%CI: 1.147\sim2.684, P=0.01$) 是 AMI 介入治疗患者预后不良的危险因素。**结论** 本研究揭示了氧化应激评分对于 AMI 患者介入治疗预后预测具有重要临床意义和应用价值。

【关键词】 急性心肌梗死；氧化应激评分；经皮冠状动脉介入术；预后

【中图分类号】 R 542.22 **【文献标识码】** A

The clinical significance and application value of oxidative stress score in patients with acute myocardial infarction undergoing interventional therapy

TIAN Hua, YANG Liang, ZHANG Yong, LIU Fang

Department of Clinical Laboratory, Tongren People's Hospital, Tongren 554300, Guizhou Province, China

Corresponding author: TIAN Hua, Email: 18385962991@163.com

【Abstract】Objective To explore the clinical significance and application value of oxidative stress score in patients with acute myocardial infarction (AMI) undergoing interventional therapy. **Methods** The clinical data of AMI patients who received interventional therapy in Tongren People's Hospital from January 2020 to December 2021 were retrospectively analyzed. The patients were divided into the low oxidative stress score group and the high oxidative stress score group according to the median value of oxidative stress score. The indicators such as blood routine, coagulation function, cardiac markers and blood biochemistry of the two groups of patients were compared by χ^2 test or Fisher's exact test. Univariate and multivariate Logistic regression analyses were applied to analyze the risk factors for poor prognosis in AMI patients undergoing

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202504019

基金项目：国家重点研发计划项目（2019YFF0216502）

通信作者：田华，副主任技师，Email: 18385962991@163.com

interventional therapy. **Results** A total of 511 patients were included, among whom 371 were male (72.60%) and 140 were female (27.40%). There were statistically significant differences between the low oxidative stress score group and the high oxidative stress score group in terms of red blood cells, fibrin degradation products, brain natriuretic peptide precursors, troponin T, myoglobin, blood urea nitrogen, direct bilirubin, albumin and cholesterol, etc. ($P<0.05$). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that high oxidative stress score (OR=1.754, 95%CI: 1.147-2.684, $P=0.01$) was a risk factor for poor prognosis in AMI patients undergoing interventional therapy. **Conclusion** This study elucidated that oxidative stress score demonstrated significant clinical significance and application value for predicting the prognosis of interventional therapy in AMI patients.

【Keywords】 Acute myocardial infarction; Oxidative stress score; Percutaneous coronary intervention; Prognosis

急性心肌梗死（acute myocardial infarction, AMI）是指冠状动脉粥样硬化斑块破裂、出血及血栓引起血栓阻塞，导致患者血供减少或中断，从而造成心肌细胞发生缺血性损伤。AMI是心血管内科的急危重症，严重影响患者的身体健康，并威胁生命安全^[1-2]。AMI治疗的首要目的是及时疏通阻塞的冠状动脉并恢复缺血缺氧心肌功能^[3]。主要方法包括冠状动脉搭桥术（coronary artery bypass graft, CABG）、经皮冠状动脉介入术（percutaneous coronary intervention, PCI）和静脉溶栓^[4]。早期诊断和及时有效的疏通冠脉治疗可以显著降低AMI患者的病死率并改善其预后。有研究显示，氧化应激在心肌梗死的发生和预后中具有重要预测作用^[5]。氧化应激评分可通过综合计算患者外周血中的白蛋白、直接胆红素及血尿素氮浓度，以了解其综合氧化应激状况^[6]。本研究旨在探讨氧化应激评分与AMI患者接受介入治疗后短期预后的关系，评估其作为预后风险预测工具的可行性，以期为AMI介入治疗患者的临床风险评估提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析2020年1月至2021年12月在铜仁市人民医院接受介入治疗的AMI患者的临床资料，AMI诊断标准符合中华医学会心血管病学分会颁布的《急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南（2019）》标准^[7]。研究对象纳入标准：①从胸痛症状开始至入院时间小于12 h，且符合急诊介入治疗标准；②胸痛持续不缓解或服用硝酸甘油未能缓解者；③冠状动脉造影显示血管内漂浮血栓、血管不完全闭塞或完全闭塞、病变

狭窄，适合进行PCI治疗；④心功能为Killip分级I~II级；⑤患者及其家属签署介入治疗知情同意书。排除标准：①合并严重先心病或瓣膜病；②既往有心搏骤停、心肌梗死、旁路移植术和介入治疗史等；③伴有严重贫血、营养不良和肿瘤等慢性疾病；④严重肝肾功能不全或难以耐受介入手术者。所有患者均接受标准化PCI治疗，术前及术后所采用的抗血小板、抗凝及他汀类药物治疗方案一致。本研究经铜仁市人民医院伦理委员会批准（202580），并获得患者及其家属的知情同意。

1.2 资料收集

通过医院病历系统收集研究对象的临床资料，一般资料包括性别、年龄、婚姻状况和民族等，实验室检查资料包括血常规、血液生化和凝血功能等。对接受介入治疗后的患者进行随访，短期随访时间为3个月。主要观察终点包括治疗后治愈、好转和死亡。本研究将治疗后治愈分为一组，界定为治疗效果显著组；治疗后好转和死亡分为一组，界定为治疗效果不显著组。

1.3 氧化应激评分评估及分组

氧化应激评分综合了白蛋白（albumin, ALB）、直接胆红素（direct bilirubin, DBIL）和血尿素氮（blood urea nitrogen, BUN）三个指标，其计算公式如下：氧化应激评分 = $0.074 \times ALB$ (g/L) - $0.094 \times DBIL$ ($\mu mol/L$) - $0.099 \times BUN$ (mmol/L)^[6]。以氧化应激评分中位值作为患者的分组标准，将患者分为高氧化应激评分组和低氧化应激评分组。

1.4 统计分析

采用SPSS 22.0和GraphPad Prism 8软件进行数据分析。计数资料以频数和百分比（n, %）表

示, 组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher's 精确检验。采用单因素和多因素 Logistic 回归分析 AMI 介入治疗患者预后不良的危险因素, 并通过受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线评估模型曲线下面积 (area under the curve, AUC)、准确度、灵敏度和特异度等。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

共纳入 511 例患者, 其中男性 371 例 (72.60%)、女性 140 例 (27.40%)。经介入治疗后, 治愈 124 例 (24.27%)、好转 384 例 (75.15%)、死亡 3 例 (0.58%)。低氧化应激评分组和高氧化应激评分组患者在年龄、民族和住院天数方面, 差

异具有统计学意义 ($P < 0.05$), 详见表 1。

2.2 两组患者外周血常规指标比较

纳入常用外周血液常规指标, 以中位值为分组标准。低氧化应激评分组和高氧化应激评分组患者在淋巴细胞比率、嗜碱性粒细胞比率、淋巴细胞数、嗜碱性粒细胞、红细胞和血红蛋白方面比较, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$), 详见表 2。

2.3 两组患者凝血功能指标比较

纳入外周凝血功能指标, 以中位值为分组标准。低氧化应激评分组和高氧化应激评分组患者在 D- 二聚体、凝血酶原时间、国际标准化比值、活化部分凝血酶原时间和纤维蛋白降解产物方面比较, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$), 详见表 3。

表1 两组一般资料比较 (n, %)

Table 1. Comparison of general information between two groups (n, %)

项目	合计 (n=511)	低氧化应激评分组 (n=256)	高氧化应激评分组 (n=255)	χ^2 值	P 值
性别				1.250	0.263
男	371 (72.60)	192 (75.00)	179 (70.20)		
女	140 (27.40)	64 (25.00)	76 (29.80)		
年龄				53.290	<0.001
≤62岁	258 (50.49)	88 (34.38)	170 (66.67)		
>62岁	253 (49.51)	168 (65.62)	85 (33.33)		
婚姻				0.040	0.992
已婚	487 (95.30)	244 (95.30)	243 (95.30)		
未婚	24 (4.70)	12 (4.70)	12 (4.70)		
民族				11.506	0.021
汉族	298 (58.32)	152 (59.38)	146 (57.25)		
土家族	94 (18.40)	42 (16.40)	52 (20.39)		
侗族	73 (14.29)	46 (17.97)	27 (10.59)		
苗族	36 (7.05)	14 (5.47)	22 (8.63)		
其他	10 (1.96)	2 (0.78)	8 (3.14)		
住院天数 (天)				19.643	<0.001
≤8	317 (62.03)	134 (52.34)	183 (71.76)		
>8	194 (37.97)	122 (47.66)	72 (28.24)		
医保类型				5.235	0.264
城镇居民医保	239 (46.77)	128 (50.00)	111 (43.53)		
城镇职工医保	126 (24.68)	62 (24.22)	64 (25.10)		
新农合作医保	75 (14.68)	29 (11.33)	46 (18.04)		
自费	63 (12.33)	33 (12.89)	30 (11.76)		
其他	8 (1.57)	4 (1.56)	4 (1.57)		
治疗后结局				1.398	0.497
治愈	124 (24.27)	57 (22.27)	67 (26.27)		
好转	384 (75.15)	197 (76.95)	187 (73.33)		
死亡	3 (0.58)	2 (0.78)	1 (0.39)		

表2 两组患者外周血液常规指标比较 (n, %)

Table 2. Comparison of peripheral blood routine indicators between two groups of patients (n, %)

项目	低氧化应激评分组 (n=256)	高氧化应激评分组 (n=255)	χ^2 值	P值
白细胞 ($\times 10^9/L$)			0.440	0.507
≤7.6	134 (52.34)	125 (49.02)		
>7.6	122 (47.66)	130 (50.98)		
中性细胞比率 (%)			0.707	0.400
≤68.50	124 (48.44)	134 (52.55)		
>68.50	132 (51.56)	121 (47.45)		
淋巴细胞比率 (%)			6.358	0.012
≤19.90	143 (55.86)	113 (44.31)		
>19.90	113 (44.14)	142 (55.69)		
单核细胞比率 (%)			3.619	0.057
≤8.00	117 (45.70)	139 (54.51)		
>8.00	139 (54.30)	116 (45.49)		
嗜酸性粒细胞比率 (%)			0.017	0.895
≤1.70	132 (51.56)	129 (50.59)		
>1.70	124 (48.44)	126 (49.41)		
嗜碱性粒细胞比率 (%)			11.601	0.001
≤0.30	150 (58.59)	110 (43.14)		
>0.30	106 (41.41)	145 (56.86)		
中性细胞数 ($\times 10^9/L$)			0.439	0.508
≤5.20	136 (53.13)	127 (49.80)		
>5.20	120 (46.87)	128 (50.20)		
淋巴细胞数 ($\times 10^9/L$)			9.892	0.002
≤1.50	155 (60.55)	118 (46.27)		
>1.50	101 (39.45)	137 (53.73)		
单核细胞 ($\times 10^9/L$)			0.897	0.344
≤0.60	142 (55.47)	153 (60.00)		
>0.60	114 (44.53)	102 (40.00)		
嗜酸性粒细胞 ($\times 10^9/L$)			0.439	0.508
≤0.10	146 (57.03)	137 (53.73)		
>0.10	110 (42.97)	118 (46.27)		
嗜碱性粒细胞 ($\times 10^9/L$)			4.581	0.032
≤0.00	216 (84.38)	195 (76.47)		
>0.00	40 (15.62)	60 (23.53)		
红细胞 ($\times 10^{12}/L$)			24.986	<0.001
≤4.26	158 (61.72)	100 (39.22)		
>4.26	98 (38.28)	155 (60.78)		
血红蛋白 (g/L)			14.138	<0.001
≤130.00	150 (58.59)	106 (41.57)		
>130.00	106 (41.41)	149 (58.43)		
血小板 ($\times 10^9/L$)			1.223	0.269
≤195.00	135 (52.73)	121 (47.45)		
>195.00	121 (47.27)	134 (52.55)		

表3 两组患者凝血功能指标比较 (n, %)

Table 3. Comparison of coagulation function indicators between two groups of patients (n, %)

项目	低氧化应激评分组 (n=256)	高氧化应激评分组 (n=255)	χ^2 值	P值
D-二聚体 ($\mu\text{g}/\text{mL}$)			29.608	<0.001
≤0.45	97 (37.89)	159 (62.35)		
>0.45	159 (62.11)	96 (37.65)		
凝血酶原时间 (s)			19.193	<0.001
≤11.00	105 (41.02)	155 (60.78)		
>11.00	151 (58.98)	100 (39.22)		
国际标准化比值			18.430	<0.001
≤0.96	106 (41.41)	155 (60.78)		
>0.96	150 (58.59)	100 (39.22)		
活化部分凝血酶原时间 (s)			19.972	<0.001
≤26.60	104 (40.63)	155 (60.78)		
>26.60	152 (59.37)	100 (39.22)		
纤维蛋白原 (g/L)			2.132	0.144
≤2.94	120 (46.88)	137 (53.73)		
>2.94	136 (53.12)	118 (46.27)		
凝血酶时间 (s)			2.683	0.101
≤17.20	121 (47.27)	140 (54.90)		
>17.20	135 (52.73)	115 (45.10)		
纤维蛋白降解产物 ($\mu\text{g}/\text{mL}$)			29.656	<0.001
≤1.55	101 (39.45)	163 (63.92)		
>1.55	155 (60.55)	92 (36.08)		

2.4 两组患者心脏标志物指标比较

纳入心脏标志物指标，以中位值为分组标准，低氧化应激评分组和高氧化应激评分组患者在脑利钠肽前体、肌钙蛋白 T、肌红蛋白、肌酸激酶 MB 同工酶和肌酸激酶方面比较，差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)，详见表 4。

2.5 两组患者血液生化指标比较

纳入血液生化指标，以中位值为分组标准。低氧化应激评分组和高氧化应激评分组患者在天冬氨酸氨基转移酶、血尿素氮、总胆红素、直接胆红素、间接胆红素、总蛋白、白蛋白、白球比值、胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇和 C 反应蛋白方面比较，差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)，详见表 5。

2.6 Logistic回归分析结果

采用单因素和多因素 Logistic 回归模型分析 AMI 介入治疗患者预后不良的危险因素。结果显示，红细胞、纤维蛋白降解产物、胆固醇和氧化应激评分是 AMI 患者接受介入治疗潜在危险因素 ($P < 0.05$)，详见表 6。

2.7 ROC曲线分析

ROC 曲线分析结果显示，红细胞计数、纤维蛋白降解产物、胆固醇水平和氧化应激评分单独

预测 AMI 介入治疗患者预后不良的 AUC 值分别为 0.749 (95%CI: 0.704~0.795)、0.651 (95%CI: 0.604~0.699)、0.569 (95%CI: 0.513~0.624)、0.700 (95%CI: 0.655~0.746)，详见表 7 和图 1。

2.8 亚组分析氧化应激评分的预测效能

为进一步验证氧化应激评分针对不同人群的预测效能，按照不同性别、年龄进行亚组分析。在 371 例男性患者中，低氧化应激评分组和高氧化应激评分组分别为 192 和 179 例，ROC 曲线分析显示，氧化应激评分单独预测 AMI 介入治疗男性患者预后不良的 AUC 值为 0.730 (95%CI: 0.679~0.782)。在 140 例女性患者中，低氧化应激评分组和高氧化应激评分组分别为 64 和 76 例，氧化应激评分单独预测 AMI 介入治疗女性患者预后不良的 AUC 值为 0.664 (95%CI: 0.609~0.720)，详见图 2。

年龄在 62 岁及以下的患者人群中，低氧化应激评分组和高氧化应激评分组分别为 88、170 例，AUC 值为 0.562 (95%CI: 0.469~0.655)。年龄在 62 岁以上的患者人群中，低氧化应激评分组和高氧化应激评分组分别为 168、85 例，AUC 值为 0.613 (95%CI: 0.541~0.685)，详见图 3。

表4 两组患者心脏标志物比较 (n, %)
Table 4. Comparison of cardiac markers between two groups (n, %)

项目	低氧化应激评分组 (n=256)	高氧化应激评分组 (n=255)	χ^2 值	P值
脑利钠肽前体 (pg/mL)			42.289	<0.001
≤662.90	91 (35.55)	165 (64.71)		
>662.90	165 (64.45)	90 (35.29)		
肌钙蛋白T (pg/mL)			5.090	0.024
≤202.40	115 (44.92)	141 (55.29)		
>202.40	141 (55.08)	114 (44.71)		
肌红蛋白 (ng/mL)			13.482	<0.001
≤42.58	107 (41.80)	149 (58.43)		
>42.58	149 (58.20)	106 (41.57)		
肌酸激酶MB同工酶 (U/L)			7.768	0.005
≤29.71	112 (43.75)	144 (56.47)		
>29.71	144 (56.25)	111 (43.53)		
肌酸激酶 (U/L)			7.768	0.005
≤203.99	112 (43.75)	144 (56.47)		
>203.99	144 (56.25)	111 (43.53)		

表5 两组患者血液生化指标比较 (n, %)
Table 5. Comparison of blood biochemical indicators between two groups (n, %)

项目	低氧化应激评分组 (n=256)	高氧化应激评分组 (n=255)	χ^2 值	P值
天冬氨酸氨基转移酶 (U/L)			19.181	<0.001
≤39.31	103 (40.23)	153 (60.00)		
>39.31	153 (59.77)	102 (40.00)		
丙氨酸氨基转移酶 (U/L)			1.427	0.232
≤29.80	121 (47.27)	135 (52.94)		
>29.80	135 (52.73)	120 (47.08)		
血尿素氮 (mmol/L)			80.646	<0.001
≤5.61	77 (30.08)	179 (70.20)		
>5.61	179 (69.92)	76 (29.80)		
总胆红素 (μ mol/L)			22.406	<0.001
≤15.04	101 (39.45)	155 (60.78)		
>15.04	155 (60.55)	100 (39.22)		
直接胆红素 (μ mol/L)			38.911	<0.001
≤4.50	93 (36.33)	164 (64.31)		
>4.50	163 (63.67)	91 (35.69)		
间接胆红素 (μ mol/L)			7.768	0.005
≤10.64	112 (43.75)	144 (56.47)		
>10.64	144 (56.25)	111 (43.53)		
总蛋白 (g/L)			33.822	<0.001
≤67.00	173 (67.58)	106 (41.57)		
>67.00	83 (32.42)	149 (58.43)		
白蛋白 (g/L)			154.522	<0.001
≤40.16	199 (77.73)	57 (22.35)		
>40.16	57 (22.27)	198 (77.65)		
球蛋白 (g/L)			0.049	0.825
≤26.20	127 (49.61)	130 (50.98)		
>26.20	129 (50.39)	125 (49.02)		
白球比值			24.387	<0.001
≤1.50	171 (66.80)	114 (44.71)		
>1.50	85 (33.20)	141 (55.29)		
胆固醇 (mmol/L)			8.266	0.004
≤4.82	146 (57.03)	112 (43.92)		
>4.82	110 (42.97)	143 (56.08)		
甘油三酯 (mmol/L)			26.788	<0.001
≤1.60	158 (61.72)	98 (38.43)		

续表5

项目	低氧化应激评分组 (n=256)	高氧化应激评分组 (n=255)	χ^2 值	P值
>1.60	98 (38.28)	157 (61.57)		
高密度脂蛋白胆固醇 (mmol/L)			2.982	0.084
≤1.11	121 (47.27)	141 (55.29)		
>1.11	135 (52.73)	114 (44.71)		
低密度脂蛋白胆固醇 (mmol/L)			5.088	0.024
≤3.04	144 (56.25)	117 (45.88)		
>3.04	112 (43.75)	138 (54.12)		
C反应蛋白 (mg/L)			5.092	0.024
≤3.60	116 (45.31)	142 (55.69)		
>3.60	140 (54.69)	113 (44.31)		

表6 Logistic回归模型分析急性心肌梗死介入治疗患者预后不良的危险因素

Table 6. Logistic regression model analysis of risk factors for the poor prognosis of acute myocardial infarction patients undergoing interventional therapy

项目	单因素分析		多因素分析	
	OR (95%CI)	P值	OR (95%CI)	P值
性别				
男	Ref.			
女	1.056 (0.215~5.188)	0.812		
年龄				
≤62岁	Ref.			
>62岁	0.829 (0.406~1.695)	0.365		
婚姻				
已婚	Ref.			
未婚	0.432 (0.304~0.615)	0.180		
白细胞 ($\times 10^9/L$)				
≤7.6	Ref.			
>7.6	0.675 (0.601~0.759)	0.060		
中性细胞比率 (%)				
≤68.50	Ref.			
>68.50	0.761 (0.527~1.099)	0.188		
淋巴细胞比率 (%)				
≤19.90	Ref.		Ref.	
>19.90	1.612 (1.543~1.684)	0.022	1.926 (0.894~4.153)	0.094
单核细胞比率 (%)				
≤8.00	Ref.			
>8.00	1.192 (0.549~2.587)	0.395		
嗜酸性粒细胞比率 (%)				
≤1.70	Ref.			
>1.70	1.244 (0.703~2.201)	0.291		
嗜碱性粒细胞比率 (%)				
≤0.30	Ref.			
>0.30	1.004 (0.146~6.919)	0.985		
中性细胞数 ($\times 10^9/L$)				
≤5.20	Ref.			
>5.20	0.674 (0.601~0.756)	0.059		
淋巴细胞数 ($\times 10^9/L$)				
≤1.50	Ref.			
>1.50	1.306 (0.888~1.921)	0.197		
单核细胞 ($\times 10^9/L$)				
≤0.60	Ref.			
>0.60	1.071 (0.251~4.575)	0.741		
嗜酸性粒细胞 ($\times 10^9/L$)				
≤0.10	Ref.			
>0.10	1.450 (1.258~1.672)	0.073		

续表6

项目	单因素分析		多因素分析	
	OR (95%CI)	P值	OR (95%CI)	P值
嗜碱性粒细胞 (× 10 ⁹ /L)				
≤0.00	Ref.			
>0.00	0.982 (0.154~6.257)	0.945		
红细胞 (× 10 ¹² /L)				
≤4.26	Ref.			
>4.26	1.646 (1.592~1.702)	0.017	1.750 (1.140~2.687)	0.010
血红蛋白 (g/L)				
≤130.00	Ref.			
>130.00	1.415 (1.176~1.703)	0.094		
血小板 (× 10 ⁹ /L)				
≤195.00	Ref.			
>195.00	0.885 (0.300~2.612)	0.553		
D-二聚体 (μg/mL)				
≤0.45	Ref.			
>0.45	1.095 (0.299~4.003)	0.662		
凝血酶原时间 (s)				
≤11.00	Ref.			
>11.00	1.004 (0.146~6.919)	0.985		
国际标准化比值				
≤0.96	Ref.			
>0.96	0.893 (0.285~2.794)	0.582		
活化部分凝血酶原时间 (s)				
≤26.60	Ref.			
>26.60	1.178 (0.510~2.722)	0.427		
纤维蛋白原 (g/L)				
≤2.94	Ref.			
>2.94	0.856 (0.352~2.082)	0.453		
凝血酶时间 (s)				
≤17.20	Ref.			
>17.20	0.972 (0.170~5.571)	0.891		
纤维蛋白降解产物 (μg/mL)				
≤1.55	Ref.			
>1.55	1.411 (1.167~1.705)	0.042	1.564 (1.012~2.362)	0.044
脑利钠肽前体 (pg/ml)				
≤662.90	Ref.			
>662.90	1.049 (0.212~5.202)	0.817		
肌钙蛋白T (pg/ml)				
≤202.40	Ref.			
>202.40	0.963 (0.180~5.158)	0.856		
肌红蛋白 (ng/ml)				
≤42.58	Ref.			
>42.58	0.923 (0.235~3.627)	0.698		
肌酸激酶MB同工酶 (U/L)				
≤29.71	Ref.			
>29.71	0.778 (0.500~1.211)	0.226		
肌酸激酶 (U/L)				
≤203.99	Ref.			
>203.99	0.714 (0.581~0.876)	0.105		
天冬氨酸氨基转移酶 (U/L)				
≤39.31	Ref.			
>39.31	0.848 (0.369~1.944)	0.424		
丙氨酸氨基转移酶 (U/L)				
≤29.80	Ref.			
>29.80	0.848 (0.369~1.944)	0.424		

续表6

项目	单因素分析		多因素分析	
	OR (95%CI)	P值	OR (95%CI)	P值
血尿素氮 (mmol/L)				
≤5.61	Ref.			
>5.61	0.714 (0.581~0.876)	0.105		
总胆红素 (μmol/L)				
≤15.04	Ref.			
>15.04	0.885 (0.299~2.612)	0.553		
直接胆红素 (μmol/L)				
≤4.50	Ref.			
>4.50	0.856 (0.352~2.082)	0.453		
间接胆红素 (μmol/L)				
≤10.64	Ref.			
>10.64	0.923 (0.235~3.627)	0.698		
总蛋白 (g/L)				
≤67.00	Ref.			
>67.00	0.906 (0.261~3.138)	0.634		
白蛋白 (g/L)				
≤40.16	Ref.			
>40.16	1.142 (0.413~3.163)	0.520		
球蛋白 (g/L)				
≤26.20	Ref.			
>26.20	0.753 (0.538~1.054)	0.172		
白球比值				
≤1.50	Ref.			
>1.50	1.196 (0.559~2.557)	0.388		
胆固醇 (mmol/L)				
≤4.82	Ref.			Ref.
>4.82	1.797 (1.779~1.816)	0.005	1.975 (1.257~2.978)	0.003
甘油三酯 (mmol/L)				
≤1.60	Ref.			
>1.60	1.192 (0.549~2.587)	0.395		
高密度脂蛋白胆固醇 (mmol/L)				
≤1.11	Ref.			
>1.11	0.793 (0.473~1.329)	0.263		
低密度脂蛋白胆固醇 (mmol/L)				
≤3.04	Ref.			Ref.
>3.04	1.626 (1.564~1.690)	0.020	1.148 (0.885~2.274)	0.705
C反应蛋白 (mg/L)				
≤3.60	Ref.			
>3.60	1.166 (0.476~2.855)	0.457		
氧化应激评分				
低评分	Ref.			Ref.
高评分	1.557 (1.458~1.662)	0.034	1.754 (1.147~2.684)	0.010

注: Ref.为参照; OR, odds ratio, 比值比; CI, confidence interval, 置信区间。

表7 急性心肌梗死介入治疗患者预后的受试者工作特征曲线分析

Table 7. Receiver operating characteristic curve analysis of acute myocardial infarction patients undergoing interventional therapy

项目	AUC (95%CI)	灵敏度 (%)	特异度 (%)	截断值	约登指数	P值
红细胞	0.749 (0.704~0.795)	70.9	70.0	4.09	0.716	<0.001
纤维蛋白降解产物	0.651 (0.604~0.699)	64.7	61.7	1.55	0.520	<0.001
胆固醇	0.569 (0.513~0.624)	60.2	55.6	5.03	0.754	<0.001
氧化应激评分	0.700 (0.655~0.746)	60.1	73.5	2.00	0.553	<0.001

注: AUC, area under the curve, 曲线下面积; CI, confidence interval, 置信区间。

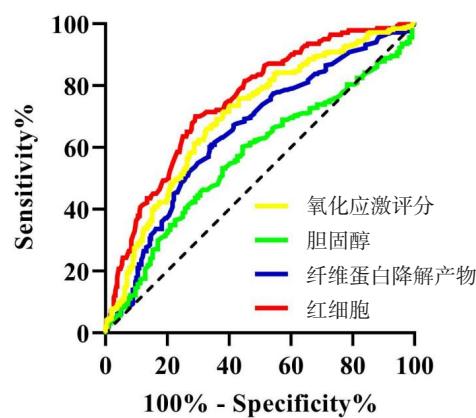


图1 急性心肌梗死介入治疗患者预后的受试者工作特征曲线

Figure 1. Receiver operating characteristic curves of acute myocardial infarction patients undergoing interventional therapy

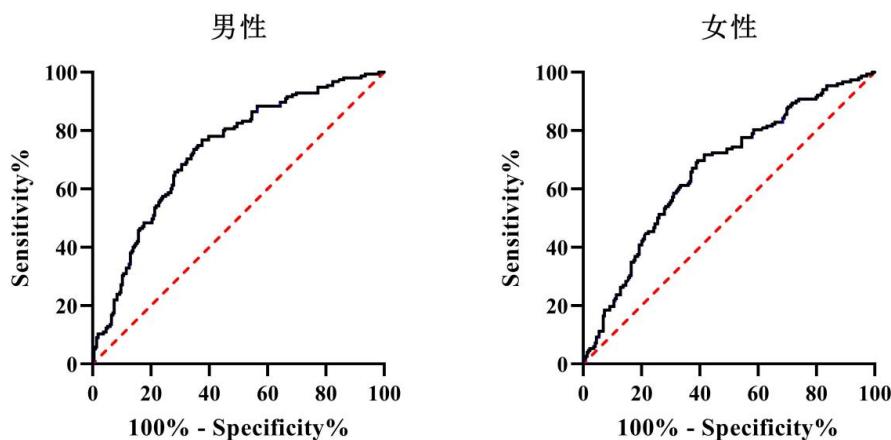


图2 不同性别预测急性心肌梗死介入治疗患者预后的受试者工作特征曲线

Figure 2. Receiver operating characteristic curves of different gender groups for predicting the prognosis of acute myocardial infarction patients undergoing interventional therapy

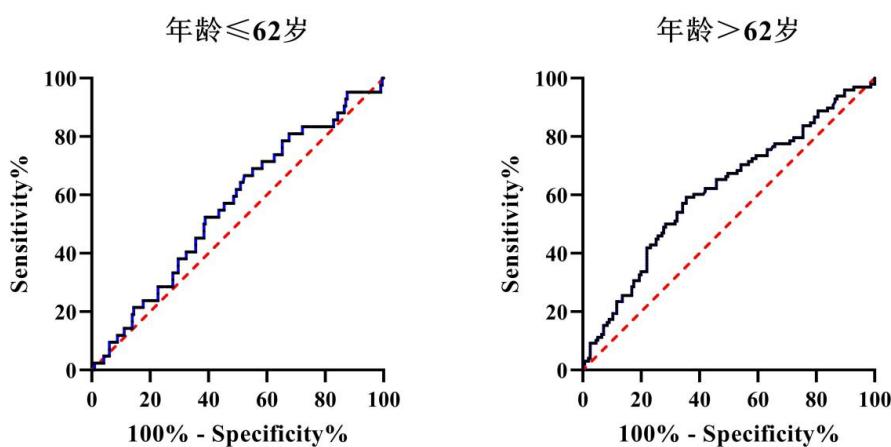


图3 不同年龄分组预测急性心肌梗死介入治疗患者预后的受试者工作特征曲线

Figure 3. Receiver operating characteristic curves of different age groups for predicting the prognosis of acute myocardial infarction patients undergoing interventional therapy

3 讨论

AMI 治疗的关键在于早期疏通梗阻的血管，尽可能减少坏死心肌组织，缩小心肌梗死面积，最大程度减小缺血缺氧对心脏结构和功能的影响，从而有效改善患者的远期预后^[8]。PCI 已成为治疗 AMI、促进心肌血运重建的重要方法之一，它能够有效疏通梗死相关血管，缩短患者的住院时间，并改善其心脏泵血功能，显著降低死亡率^[9-10]。然而，疏通部位的梗死血管伴有的脂肪颗粒、破碎的血栓等仍可能迁移至冠状动脉远端，造成慢血流或再次梗死，影响心肌再灌注的治疗效果和患者远期预后^[11-12]。因此，有必要早期诊断并尽早干预治疗 AMI，以降低病死率和改善预后。在临床中，对于有明显胸痛、典型心电图表现等患者的诊断较容易，但对于无明显症状和无心电图改变的患者，早期诊断就显得相对困难^[13]。因此，寻找简单、准确和有效的标志物用于评估或预测 AMI 有重要的临床意义。

有研究发现，患者外周血中白蛋白、胆红素和血尿素氮等与预后密切相关，临幊上可用于预测患者预后和心血管疾病的发生，已成为患者预后的独立预测指标之一^[14-16]。氧化应激评分由白蛋白、直接胆红素和血尿素氮三个指标共同组成，可用于评价患者的预后^[6]。本研究对我院 AMI 介入治疗患者进行氧化应激评分评估。结果显示，氧化应激评分与淋巴细胞比率、嗜碱性粒细胞比率、淋巴细胞数、嗜碱性粒细胞、红细胞和血红蛋白等外周血液常规指标有关。Liu 等的研究指出，在进展期胃癌中，氧化应激评分与血红蛋白、红细胞等显著相关^[17]。同时，氧化应激评分与凝血功能（如 D- 二聚体、凝血酶原时间、国际标准化比值、活化部分凝血酶原时间和纤维蛋白降解产物等）有关。于宁等的研究发现，自拟安心汤协定方通过调控氧化应激指标及血清 D- 二聚体水平发挥抗冠状动脉粥样硬化作用^[18]。此外，氧化应激评分也与脑利钠肽前体、肌钙蛋白 T、肌红蛋白、肌酸激酶 MB 同工酶和肌酸激酶等心脏标记物相关。刘冉等的研究发现，AMI 患者血清 N 末端脑钠肽前体水平变化与心功能分级及患者 PCI 术后出现主要不良心血管事件有关，且具有重要预测价值^[19]。氧化应激评分与生化指标（如天冬氨酸氨基转移酶、尿素氮、总胆红素、直接

胆红素、间接胆红素、总蛋白、白蛋白、白球比值、胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇和 C 反应蛋白等）密切相关。陈玉宇的研究发现，血清 C 反应蛋白持续升高与冠心病具有高度相关性，对患者病情评估具有较高的预测价值^[20]。研究结果显示，氧化应激评分是 AMI 介入治疗患者预后不良的危险因素，高氧化应激评分可预测 AMI 患者出院后的短期预后转归，因其简单方便实用，可以帮助临床医师对 AMI 风险患者进行早期预测评估。

氧化应激评分可能与以下作用机制相关：活性氧过度生成可直接破坏心肌细胞膜脂质、蛋白质及 DNA，从而扩大梗死面积；白蛋白作为抗氧化载体，可有效抑制活性氧的生成，白蛋白降低可促进全身炎症反应^[21]。超氧化物歧化酶（superoxide dismutase, SOD）活性降低导致一氧化氮生物利用度下降，进而损害冠状动脉内皮依赖性舒张功能；胆红素作为自由基清除剂，可以提升 SOD 活性^[22]。氧化应激还可以激活核因子 κB (nuclear factor kappa-B, NF-κB) 通路，从而促进白介素 -6、肿瘤坏死因子 -α 等促炎因子释放，加重微血管阻塞与心肌水肿^[23]。红细胞计数可反映携氧能力与血液流变学，与心肌缺血损伤密切相关，本研究显示红细胞的改变影响 AMI 介入治疗患者的预后。氧化应激评分侧重于氧化应激的累积效应，整合白蛋白、直接胆红素和血尿素氮三个指标，分别反映抗氧化能力、胆红素的抗炎作用及肾脏代谢状态。这些指标通过影响内皮功能、血栓稳定性及心肌修复能力导致不良预后，进而从多维度评估患者的氧化应激水平。

尽管本研究发现氧化应激评分与 AMI 介入治疗患者预后相关，但临幊上一些其他标志物或筛查工具也有非常重要的价值。目前，仍缺乏普适性评估 AMI 介入治疗患者预后的金标准^[24-26]。在临床实践中，可在 AMI 患者入院时计算氧化应激评分，并结合心电图及心肌标志物进行风险分层。对于高氧化应激评分患者，可加强术后监测并探索抗氧化治疗的潜在获益。本研究存在一定局限性：一是单中心回顾性研究缺乏外部验证；二是主要纳入患者入院首次检验信息，但相关实验室检测指标水平随着时间的推移而变化，未进行持续的动态监测。

本研究发现氧化应激评分是 AMI 介入治疗患

者预后不良的危险因素，或可为临床评估 AMI 患者预后提供有价值的参考。

参考文献

- 1 Anstensrud AK, Woxholt S, Sharma K, et al. Rationale for the ASSAIL-MI-trial: a randomised controlled trial designed to assess the effect of tocilizumab on myocardial salvage in patients with acute ST-elevation myocardial infarction (STEMI)[J]. Open Heart, 2019, 6(2): e001108. DOI: [10.1136/openhrt-2019-001108](https://doi.org/10.1136/openhrt-2019-001108).
- 2 李佳丹, 高逸凡, 张赢月, 等. 急性心肌梗死的中医药治疗及研究进展 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2022, 14(4): 504–506. [Li JD, Gao YF, Zhang YY, et al. Research progress in acute myocardial infarction treated with traditional Chinese medicine[J]. Chinese Journal of Evidence-Based Cardiovascular Medicine, 2022, 14(4): 504–506.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-4055.2022.04.32](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4055.2022.04.32).
- 3 Zeymer U, Bueno H, Granger CB, et al. Acute Cardiovascular Care Association position statement for the diagnosis and treatment of patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: A document of the Acute Cardiovascular Care Association of the European Society of Cardiology[J]. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care, 2020, 9(2): 183–197. DOI: [10.1177/2048872619894254](https://doi.org/10.1177/2048872619894254).
- 4 韦吉伟. 急性心肌梗死的治疗进展 [J]. 临床合理用药杂志, 2017, 10(5): 180–181. [Wei JW. Progress in the treatment of acute myocardial infarction[J]. Chinese Journal of Clinical Rational Drug Use, 2017, 10(5): 180–181.] DOI: [10.15887/j.cnki.13-1389/r.2017.05.125](https://doi.org/10.15887/j.cnki.13-1389/r.2017.05.125).
- 5 吴慧颖, 邵芳, 邢文露, 等. 术前氧化应激水平与急性心肌梗死经皮冠状动脉介入治疗后心律失常的相关性 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2025, 27(10): 1317–1321. [Wu HY, Shao F, Xing WL, et al. Correlation of preoperative oxidative stress levels and arrhythmias after PCI in acute myocardial infarction[J]. Chinese Journal of Geriatric Heart Brain and Vessel Diseases, 2025, 27(10): 1317–1321.] DOI: [10.3969/j.issn.1009-0126.2025.10.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-0126.2025.10.007).
- 6 Cao Y, Deng S, Yan L, et al. An oxidative stress index-based score for prognostic prediction in colorectal cancer patients undergoing surgery[J]. Oxid Med Cell Longev, 2021, 2021: 6693707. DOI: [10.1155/2021/6693707](https://doi.org/10.1155/2021/6693707).
- 7 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. [Chinese Society of Cardiology of Chinese Medical Association, Editorial Board of Chinese Journal of Cardiology. 2019 Chinese Society of Cardiology (CSC) guidelines for the diagnosis and management of patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Chinese Journal of Cardiology, 2019, 47(10): 766–783.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2019.10.003](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2019.10.003).
- 8 莫逊, 梁显泉, 何莲. 急性心肌梗死合并心源性休克患者临床治疗策略 [J]. 实用休克杂志 (中英文), 2019, 3(3): 169–170, 175. [Mo X, Liang XQ, He L. Clinical treatment strategy for patients with acute myocardial infarction complicated with cardiogenic shock[J]. Journal of Practical Shock, 2019, 3(3): 169–170, 175.] <https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-8982.2022.07.005>
- 9 王琰, 李永星, 郭华, 等. 急性心肌梗死急诊经皮冠状动脉介入术后慢血流 / 无复流的相关因素研究 [J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(7): 24–30. [Wang Y, Li YX, Guo H, et al. Study on related factors of slow blood flow or no reflow after emergency PCI for acute myocardial infarction[J]. China Journal of Modern Medicine, 2022, 32(7): 24–30.] DOI: [10.3969/j.issn.1005-8982.2022.07.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-8982.2022.07.005).
- 10 高斌, 木胡牙提, 哈斯达尔, 等. 急性心肌梗死患者行直接经皮冠状动脉介入术中发生慢血流或无复流的影响及预测因素分析 [J]. 中国心血管病研究, 2022, 20(4): 309–316. [Gao B, Muhyati, Hasidaer, et al. Effects and predictors of no reflow or slow blood flow in patients with acute myocardial infarction after primary percutaneous coronary intervention[J]. Chinese Journal of Cardiovascular Research, 2022, 20(4): 309–316.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-5301.2022.04.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-5301.2022.04.005).
- 11 吴红葵, 付晓英, 春玉虎. 血小板活化指标对老年急性心肌梗死 PCI 术后再次血运重建风险的预测作用 [J]. 临床医学研究与实践, 2018, 3(36): 113–114. [Wu HK, Fu XY, Chun YH. Predictive effect of platelet activation indexes on the risk of revascularization again in elderly patients with acute myocardial infarction after PCI[J]. Clinical Research and Practice, 2018, 3(36): 113–114.] DOI: [10.19347/j.cnki.2096-1413.201836047](https://doi.org/10.19347/j.cnki.2096-1413.201836047).
- 12 赵晓东, 刘斌, 舒建宇, 等. PCI 术中替罗非班冠状动脉给药对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者心功能、心肌再灌注、安全性的影响 [J]. 解放军医药杂志, 2022, 34(2): 70–73, 78. [Zhao XD, Liu B, Shu JY, et al. Effects of tirofiban on cardiac function, myocardial reperfusion and safety in patients with acute ST-elevation myocardial infarction during PCI[J]. Medical & Pharmaceutical Journal of Chinese People's Liberation Army, 2022, 34(2): 70–73, 78.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-140X.2022.02.016](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-140X.2022.02.016).
- 13 徐太军. 心电图正常的急性心肌梗死 8 例分析 [J]. 中国临床新医学, 2015, 8(8): 768–770. [Xu TJ. Analysis of 8 cases of acute myocardial infarction with normal electrocardiogram[J]. Chinese Journal of New Clinical Medicine, 2015, 8(8): 768–770.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-3806.2015.08.22](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-3806.2015.08.22).
- 14 Yoshioka G, Tanaka A, Nishihira K, et al. Prognostic impact of follow-up serum albumin after acute myocardial infarction[J]. ESC Heart Fail, 2021, 8(6): 5456–5465. DOI: [10.1002/eihf.213640](https://doi.org/10.1002/eihf.213640).
- 15 Hamur H, Duman H, Bakirci EM, et al. Bilirubin levels and thrombus burden in patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Angiology, 2016, 67(6): 565–570. DOI: [10.1177/0003319715603899](https://doi.org/10.1177/0003319715603899).
- 16 Zhu Y, Sasmita BR, Hu X, et al. Blood urea nitrogen for short-term prognosis in patients with cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction[J]. Int J Clin Pract, 2022, 2022: 9396088. DOI: [10.1155/2022/9396088](https://doi.org/10.1155/2022/9396088).
- 17 Liu YH, Meng R, Zhu B, et al. Integrated oxidative stress score

- for predicting prognosis in stage III gastric cancer undergoing surgery[J]. Pathol Oncol Res, 2023, 29: 1610897. DOI: [10.3389/pore.2023.1610897](https://doi.org/10.3389/pore.2023.1610897).
- 18 于宁, 王彦红. 自拟安心汤协定方对冠心病患者血清氧化应激指标及 HCY、D-二聚体、LP(a) 水平的影响 [J]. 世界中医药, 2018, 13(9): 2216–2219, 2223. [Wang N, Wang YH. Effects of self-made anxintang xieding formula on serum oxidative stress indicators and levels of HCY, D-dimer, LP(a) of patients with coronary heart disease[J]. World Chinese Medicine, 2018, 13(9): 2216–2219, 2223.] DOI: [10.3969/j.issn.1673-7202.2018.09.030](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-7202.2018.09.030).
- 19 刘冉, 柏战, 杨洋, 等. 血清纤维蛋白原与白蛋白比值、γ-谷氨酰转移酶、N 末端 B 型利钠肽原联合检测对急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗术后主要不良心血管事件预测价值 [J]. 临床军医杂志, 2024, 52(5): 538–541. [Liu R, Bai Z, Yang Y, et al. The predictive value of combined detection of serum fibrinogen to albumin ratio, γ-glutamyl transferase, and N-terminal B-type natriuretic peptide for major adverse cardiovascular events in patients with acute myocardial infarction after percutaneous coronary intervention[J]. Clinical Journal of Medical Officers, 2024, 52(5): 538–541.] DOI: [10.16680/j.1671-3826.2024.05.26](https://doi.org/10.16680/j.1671-3826.2024.05.26).
- 20 陈玉宇. C 反应蛋白与冠心病临床研究 [J]. 中国医药导刊, 2011, 13(12): 2062, 2064. [Chen YY. Clinical research on C-reactive protein and coronary heart disease[J]. Chinese Journal of Medicinal Guide, 2011, 13(12): 2062, 2064.] DOI: [10.3969/j.issn.1009-0959.2011.12.024](https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-0959.2011.12.024).
- 21 Xu X, Wang C, Guan W, et al. Protoporphyrin IX-loaded albumin nanoparticles reverse cancer chemoresistance by enhancing intracellular reactive oxygen species[J]. Nanomedicine, 2023, 51: 102688. DOI: [10.1016/j.nano.2023.102688](https://doi.org/10.1016/j.nano.2023.102688).
- 22 Läer S, Apel M, Bernhardt J, et al. Interactions between bilirubin and reactive oxygen species in liver microsomes and in human neutrophil granulocytes[J]. Redox Rep, 1997, 3(2): 119–124. DOI: [10.1080/13510002.1997.11747098](https://doi.org/10.1080/13510002.1997.11747098).
- 23 Zamanian MY, Alsaab HO, Golmohammadi M, et al. NF-κB pathway as a molecular target for curcumin in diabetes mellitus treatment: focusing on oxidative stress and inflammation[J]. Cell Biochem Funct, 2024, 42(4): e4030. DOI: [10.1002/cbf.4030](https://doi.org/10.1002/cbf.4030).
- 24 娄江杰, 翁莹政, 曾广忠, 等. iTRAQ 技术筛选急性心肌梗死动物血清早期潜在标记物的试验研究 [J]. 浙江医学, 2019, 41(4): 310–313, 384. [Lou JJ, Weng YZ, Zeng GZ, et al. Screening potential markers of early myocardial infarction with iTRAQ-based technique[J]. Zhejiang Medical Journal, 2019, 41(4): 310–313, 384.] DOI: [10.12056/j.issn.1006-2785.2019.41.4.2017-2199](https://doi.org/10.12056/j.issn.1006-2785.2019.41.4.2017-2199).
- 25 黄广军, 李继峰, 赵钟烈, 等. 中性粒细胞和白蛋白比值与急性心肌梗死的关系 [J]. 岭南急诊医学杂志, 2021, 26(5): 519–521. [Huang GJ, Li JF, Zhao ZL, et al. The relationship between neutrophil to albumin ratio and acute myocardial infarction[J]. Lingnan Journal of Emergency Medicine, 2021, 26(5): 519–521.] DOI: [10.3969/j.issn.1671-301X.2021.05.025](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-301X.2021.05.025).
- 26 张允标, 郑绮菡, 孟成龙. 联合检测血清钠尿肽及肌钙蛋白 I 对急性心肌梗死的诊断价值 [J]. 山西医药杂志, 2021, 50(23): 3308–3310. [Zhang YB, Zheng YH, Meng CL. The diagnostic value of combined detection of serum natriuretic peptide and troponin I in acute myocardial infarction[J]. Shanxi Medical Journal, 2021, 50(23): 3308–3310.] DOI: [10.3969/j.issn.0253-9926.2021.23.028](https://doi.org/10.3969/j.issn.0253-9926.2021.23.028).

收稿日期: 2025 年 04 月 04 日 修回日期: 2025 年 11 月 19 日

本文编辑: 张苗 黄笛

引用本文: 田华, 杨良, 张勇, 等. 氧化应激评分对急性心肌梗死介入治疗患者的临床意义和应用价值[J]. 数理医药学杂志, 2025, 38(12): 910–922. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202504019](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202504019).

Tian H, Yang L, Zhang Y, et al. The clinical significance and application value of oxidative stress score in patients with acute myocardial infarction undergoing interventional therapy[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2025, 38(12): 910–922. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202504019](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202504019).