

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.21.014
文章编号: 1005-8982(2025)21-0086-06

临床研究·论著

cTnI、ApoA-I联合冠状动脉CT血管成像对脓毒症相关心肌损伤的评估价值分析*

柯纯华, 黄四云

(梅州市人民医院 重症医学科, 广东 梅州 514031)

摘要: 目的 探讨心肌肌钙蛋白I(cTnI)、载脂蛋白A-I(ApoA-I)联合CT冠状动脉成像对脓毒症患者心肌损伤的评估价值。方法 回顾性分析2022年1月—2024年12月在梅州市人民医院接受治疗的85例脓毒症患者的临床资料。所有患者均接受冠状动脉CT血管成像检查,并检测患者血清cTnI、ApoA-I水平。根据患者发生脓毒症72 h后心肌肌钙蛋白T(cTnT)水平将患者分为心肌损伤组52例和非心肌损伤组33例。采用多因素一般Logistic回归分析脓毒症患者发生心肌损伤的影响因素,绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估血清cTnI、ApoA-I联合检测对脓毒症患者发生心肌损伤的预测价值。**结果** 心肌损伤组与非心肌损伤组深在型心肌桥(无狭窄)率、无明显狭窄或斑块率比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)；心肌损伤组患者的血清cTnI水平高于非心肌损伤组($P < 0.05$)，心肌损伤组患者ApoA-I水平低于非心肌损伤组($P < 0.05$)；多因素一般Logistic分析结果显示:无明显狭窄或斑块[$\hat{OR} = 21.284$ (95% CI: 1.612, 281.105)]、深在型心肌桥(无狭窄)[$\hat{OR} = 56.436$ (95% CI: 1.823, 1736.132)]、血清cTnI高[$\hat{OR} = 16.754$ (95% CI: 1.702, 164.978)]和ApoA-I低[$\hat{OR} = 1085.952$ (95% CI: 3.811, 309 451.857)]均是脓毒症患者发生心肌损伤的危险因素($P < 0.05$)。ROC曲线分析结果显示,血清cTnI、ApoA-I联合检测对脓毒症患者发生心肌损伤的预测敏感性为83.9%(95% CI: 0.719, 0.931),特异性为92.6%(95% CI: 0.798, 0.993)。**结论** 脓毒症并发心肌损伤患者的冠状动脉CT血管成像特点与非心肌损伤患者存在明显差异,cTnI、ApoA-I联合检测并冠状动脉CT血管成像可显著提高脓毒症患者心肌损伤的早期识别效能。

关键词: 脓毒症；心肌损伤；心肌肌钙蛋白I；载脂蛋白A-I；冠状动脉CT血管成像

中图分类号: R593

文献标识码: A

Evaluation value of cTnI and ApoA-I combined with coronary artery computed tomography angiography for myocardial injury in patients with sepsis*

Ke Chun-hua, Huang Si-yun

(Department of Critical Care Medicine, Meizhou People's Hospital, Meizhou, Guangdong 514031, China)

Abstract: Objective To investigate the evaluation value of cardiac troponin I (cTnI), apolipoprotein A-I (ApoA-I), and coronary artery computed tomography angiography for myocardial injury in septic patients. **Methods** A total of 85 septic patients admitted to our hospital from January 2022 to December 2024 were enrolled and divided into a myocardial injury group ($n = 52$) and a non-myocardial injury group ($n = 33$). All patients underwent coronary artery computed tomography angiography, and serum levels of cTnI and ApoA-I were measured. Logistic regression was used to analyze risk factors for myocardial injury, and ROC curves were applied to assess the predictive value of combined cTnI and ApoA-I. **Results** Comparison between the myocardial injury group and the non-myocardial

收稿日期: 2025-06-11

* 基金项目: 广东省基础与应用基础研究基金项目(No: 2024A1515010534)

injury group showed that the differences in the rates of non-stenotic deep myocardial bridges and the rates of no obvious stenosis or plaques were statistically significant as determined by the chi-square test ($P < 0.05$). There were also statistically significant differences in the levels of cTnI and ApoA-I between the myocardial injury group and the non-myocardial injury group as tested by the t-test ($P < 0.05$). Specifically, the serum cTnI level in the myocardial injury group was higher than that in the non-myocardial injury group, while the ApoA-I level in the myocardial injury group was lower than that in the non-myocardial injury group. Logistic regression analysis revealed that the presence of no obvious stenosis or plaques [$\hat{OR} = 21.284$ (95% CI: 1.612, 281.105)], non-stenotic deep myocardial bridges [$\hat{OR} = 56.436$ (95% CI: 1.823, 1 736.132)], elevated serum cTnI [$\hat{OR} = 16.754$ (95% CI: 1.702, 164.978)], and decreased ApoA-I [$\hat{OR} = 1 085.952$ (95% CI: 3.811, 309 451.857)] were risk factors for myocardial injury in patients with sepsis ($P < 0.05$). The ROC curve analysis indicated that the combined detection of serum cTnI and ApoA-I for predicting myocardial injury in sepsis patients had a sensitivity of 83.9% (95% CI: 0.719, 0.931) and a specificity of 92.6% (95% CI: 0.798, 0.993). **Conclusion** Coronary artery computed tomography angiography characteristics differ significantly between septic patients with and without myocardial injury. The combination of cTnI, ApoA-I, and coronary artery computed tomography angiography improves early identification of myocardial injury in sepsis.

Keywords: sepsis; myocardial injury; cardiac troponin I; apolipoprotein A-I; coronary artery computed tomography angiography

脓毒症作为一种临床常见的危重症,具有高发病率和高病死率的特点,而并发心肌损伤是导致患者预后不良的重要因素^[1]。研究表明,脓毒症患者并发心肌损伤的发生率较高,且与患者病死率显著增加有关^[2]。脓毒症心肌损伤患者常表现心肌收缩力下降和心室扩张等心功能障碍,严重影响心脏功能,进而威胁患者生命^[3]。因此,早期准确识别脓毒症心肌损伤对改善患者预后具有重要意义。目前,脓毒症相关心肌损伤的诊断主要依赖于心脏超声检查和心肌生物标志物检测。然而,心脏超声检查结果存在明显的操作者依赖性,其准确性易受检查者经验影响;而传统心肌标志物虽具有一定诊断价值,但其特异性和敏感性仍存在明显局限性^[4]。而冠状动脉CT血管成像能够清晰显示冠状动脉的病变特征,为心肌损伤的诊断提供重要影像学依据^[5]。心肌肌钙蛋白I(cardiac troponin I, cTnI)是心肌损伤的特异性标志物,其水平变化可直接反映心肌细胞损伤^[6];载脂蛋白A-I(Apolipoprotein A-I, ApoA-I)作为心血管保护因子,其水平降低与心血管疾病风险增加相关^[7]。本研究联合检测cTnI、ApoA-I水平,并结合冠状动脉CT血管成像,旨在探讨其在脓毒症相关心肌损伤评估中的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2022年1月—2024年12月在梅州

市人民医院接受治疗的85例脓毒症患者的临床资料。根据患者发生脓毒症72 h后心肌肌钙蛋白T(cardiac troponin T, cTnT)水平将患者分为心肌损伤组52例和非心肌损伤组33例。心肌损伤组患者cTnT>0.3 ng/mL^[8]。纳入标准:①符合脓毒症诊断标准^[9];②临床资料完整且依从性好;③入院24 h内完成血清cTnI、ApoA-I检测,病情相对稳定后完成冠状动脉CT血管成像;④无急性冠状动脉综合征、严重心律失常或心源性休克;⑤入组前1月未使用已知心脏毒性药物;⑥患者和家属均知情同意并签署知情同意书。排除标准:①合并先天性心脏病、瓣膜性心脏病、肥厚型心肌病;②存在恶性肿瘤、活动性出血、严重肝衰竭或终末期肾病;③急性肾损伤或甲状腺功能异常;④药物性心肌损害病史。本研究经医院医学伦理委员会批准(伦理号:梅市伦审2025-C-23)。

1.2 研究方法

通过医院病历采集系统收集所有患者的一般资料。患者入院24 h内取外周静脉血5 mL,3 000 r/min离心10 min后取上清液待测。化学发光法检测cTnI水平,免疫透射比浊法检测ApoA-I水平,试剂盒均购自中山市创艺生物工程有限公司。

使用德国西门子公司双源CT扫描仪行冠状动脉CT血管成像。扫描前对患者进行呼吸屏气训练,根据屏气后心率选择扫描模式,采集时相为38%~

78% R-R间期。扫描范围从气管隆突下1 cm至心脏膈面,扫描参数为80~120 kV,管电流根据患者体型经自动曝光控制系统调节,准直器宽度192排×0.6 mm,层厚0.75 mm,转速0.25 s。经肘正中静脉用双筒高压注射器,以3.5~5.0 mL/s流率注射30.0~55.0 mL非离子型对比剂碘普罗胺(碘浓度370 mg/mL),再以相同流率注射40.0~60.0 mL0.9%氯化钠注射液。采用团注追踪法于主动脉根部选感兴趣区域,CT值达100 HU时延迟5 s自动触发扫描。扫描完成后,将图像数据传输至西门子后处理工作站,进行图像重建与分析。由2位经验丰富的放射科主治医师采用双盲法独立评估以下指标:①冠状动脉狭窄程度:以冠状动脉管腔直径狭窄率为评估指标,统计单支血管轻度狭窄(狭窄率<30%),多支血管中、重度狭窄(狭窄率>50%),以及左前降支近中段、右冠状动脉病变情况;②斑块性质:根据CT值及形态特征,分为钙化斑块(CT值>130 HU,密度均匀、边界清晰)、混合斑块(含钙化与非钙化成分,CT值混杂),统计两类斑块发生率;③心肌桥:根据心肌纤维覆盖冠状动脉的深度分为浅在型(覆盖深度<2 mm)、深在型(覆盖深度≥2 mm),并观察是否伴随狭窄,统计两类心肌桥发生率;④支架内再狭窄:支架内管腔狭窄率>50%判定为再狭窄,统计其发生率;⑤无明显狭窄或斑块:冠状动脉管腔无狭窄且无任何斑块形成,统计其发生率。若2位医师评估结果不一致,通过共同阅片达成共识。

1.3 统计学方法

数据分析采用SPSS 26.0统计软件。计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验;计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用t检验;影响因素的分析采用多因素一般Logistic回归模型;绘制受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

心肌损伤组与非心肌损伤组患者的性别构成、年龄和住院时间比较,经 χ^2 /t检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$),两组患者有可比性。见表1。

表1 两组患者一般资料比较

组别	n	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	住院时间/(d, $\bar{x} \pm s$)
心肌损伤组	52	36/16	64.25 ± 6.63	13.48 ± 2.62
非心肌损伤组	33	19/14	65.44 ± 6.92	12.82 ± 2.58
χ^2 /t值		1.201	0.364	1.139
P值		0.273	0.717	0.258

2.2 两组冠状动脉CT血管成像指标比较

心肌损伤组与非心肌损伤组多支血管中、重度狭窄率、左前降支近中段病变率、右冠状动脉病变率、混合斑块(不稳定斑块)率、钙化斑块(稳定斑块)率、浅在型心肌桥(伴狭窄)率、支架内再狭窄率、单支血管轻度狭窄率比较,经 χ^2 检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。心肌损伤组与非心肌损伤组深在型心肌桥(无狭窄)率、无明显狭窄或斑块率比较,经 χ^2 检验,差异有统计学意义($P < 0.05$);心肌损伤组深在型心肌桥(无狭窄)率、无明显狭窄或斑块率高于非心肌损伤组。见表2。

2.3 两组血清cTnI、ApoA-I水平比较

心肌损伤组与非心肌损伤组血清cTnI、ApoA-I水平比较,经t检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);心肌损伤组患者的血清cTnI水平高于非心肌损伤组,心肌损伤组患者血清ApoA-I水平低于非心肌损伤组。见表3。

2.4 脓毒症相关心肌损伤危险因素的多因素一般Logistic分析

以脓毒症患者是否发生心肌损伤(否=0,是=1)为因变量,以深在型心肌桥(无狭窄)(否=0,是=1)、无明显狭窄或斑块(否=0,是=1)、血清

表2 两组冠状动脉CT血管成像指标比较 例(%)

组别	n	多支血管中、重度狭窄	左前降支近中段病变	右冠状动脉病变	混合斑块(不稳定斑块)	钙化斑块(稳定斑块)
心肌损伤组	52	10(19.23)	32(61.54)	24(46.15)	9(17.31)	11(21.15)
非心肌损伤组	33	15(45.45)	29(87.88)	22(66.67)	15(45.45)	9(27.27)
χ^2 值		0.19	0.220	1.786	0.143	0.253
P值		0.663	0.639	0.192	0.706	0.615

续表2

组别	浅在型心肌桥(伴狭窄)	深在型心肌桥(无狭窄)	支架内再狭窄	单支血管轻度狭窄	无明显狭窄或斑块
心肌损伤组	6(11.54)	4(7.69)	0(0.00)	6(11.54)	15(28.85)
非心肌损伤组	4(12.12)	2(6.06)	0(0.00)	6(18.18)	1(3.03)
χ^2 值	1.024	3.135	—	0.793	8.805
P值	0.145	0.048	—	0.373	0.030

表3 两组血清cTnI、ApoA-I水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	cTnI/(ng/mL)	ApoA-I/(g/L)
心肌损伤组	52	4.28 ± 1.29	0.75 ± 0.10
非心肌损伤组	33	0.12 ± 0.03	0.80 ± 0.13
t值		18.481	1.997
P值		0.000	0.048

cTnI水平(实测值)和血清ApoA-I水平(实测值)为自变量,进行多因素一般Logistic分析(引入水准为0.05),结果显示:无明显狭窄或斑块[$\hat{OR} = 21.284$ (95% CI: 1.612, 281.105)],深在型心肌桥(无

狭窄)] [$\hat{OR} = 56.436$ (95% CI: 1.823, 1 736.132)],血清cTnI水平高[$\hat{OR} = 16.754$ (95% CI: 1.702, 164.978)]和血清ApoA-I水平低[$\hat{OR} = 1 085.952$ (95% CI: 3.811, 309 451.857)]是脓毒症患者发生心肌损伤的危险因素($P < 0.05$)。见表4。

2.5 血清cTnI、ApoA-I水平联合检测对脓毒症相关心肌损伤诊断价值

ROC曲线显示,血清cTnI、ApoA-I水平联合检测预测脓毒症相关心肌损伤的曲线下面积为0.935,敏感性为83.9%,特异性为92.6%。见表5和图1。

表4 脓毒症相关心肌损伤危险因素的多因素一般Logistic分析

指标	b	S_b	Wald χ^2 值	P值	\hat{OR} 值	95% CI	
						下限	上限
无明显狭窄或斑块	-3.135	1.317	5.263	0.032	21.284	1.612	281.105
深在型心肌桥(无狭窄)	-4.039	1.671	5.296	0.034	56.436	1.823	1 736.132
cTnI	2.819	1.167	5.834	0.016	16.754	1.702	164.978
ApoA-I	-6.990	2.884	5.875	0.015	1 085.952	3.811	309 451.857
常量	-21.194	6.037	12.326	0.000	—	—	—

表5 血清cTnI联合ApoA-I检测对脓毒症相关心肌损伤的预测价值

指标	截断值	曲线下面积	95% CI		敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
cTnI	2.455 ng/mL	0.872	0.792	0.953	67.7	0.529	0.797	92.6	0.798	0.993
ApoA-I	1.405 g/L	0.819	0.726	0.911	80.6	0.675	0.904	74.1	0.545	0.867
联合		0.935	0.881	0.990	83.9	0.719	0.931	92.6	0.798	0.993

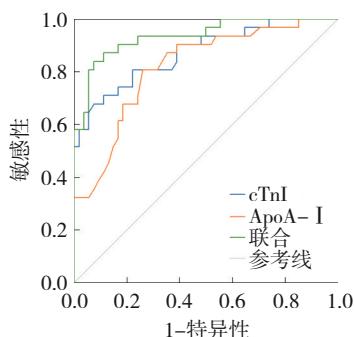


图1 血清cTnI、ApoA-I水平联合检测预测脓毒症相关心肌损伤的ROC曲线

3 讨论

当前脓毒症心肌损伤研究已从单纯的炎症因子机制扩展到多系统交互作用领域,新近研究显示冠状动脉微循环障碍和代谢异常在发病中起关键作用^[10-11]。本研究的cTnI、ApoA-I联合冠状动脉CT血管成像方案,可通过cTnI量化心肌坏死、ApoA-I提示损伤风险、CT显示冠状动脉解剖异常,多维度互补,解决单一检测缺陷,为精准诊断提供支撑^[12-14]。

本研究结果显示,心肌损伤组的冠状动脉CT血管成像主要表现为深在型心肌桥,两组斑块负荷及血流受限程度存在显著差异。心肌损伤患者冠状动脉呈现多支血管中、重度狭窄是因为动脉粥样硬化斑块进展导致了管腔的狭窄^[15],其中左前降支近中段及右冠状动脉多发混合斑块与钙化斑块共存提示斑块更易发生损伤^[16]。混合斑块中脂质含量更高且纤维帽较薄,在血流剪切力作用下容易破裂,继而激活血小板聚集形成血栓,这导致急性冠脉事件发生风险增加^[17]。同时浅在型心肌桥在收缩期对冠状动脉产生压迫效应,进一步加重心肌灌注不足。这些因素共同导致冠状动脉血流储备显著下降,引发心肌缺血性损伤。而非心肌损伤组患者以单支血管轻度狭窄为主,其斑块以稳定型钙化斑块居多,斑块负荷较轻且纤维帽完整,不易发生破裂^[18]。这一发现虽然与经典的炎症介导损伤机制有所不同,但具有合理的病理生理学基础。在脓毒症状态下,全身炎症反应导致微循环障碍和血管调节功能异常,此时心肌桥的机械压迫作用可能通过多重途径加剧心肌损伤。收缩期冠状动脉受压会加重已有的心肌灌注不足,异常的血管剪切力促进局部炎症反应,这些发现共同揭示了脓毒症心肌损伤可能存在全身炎症与局部机械应力的双重作用机制。本研究中,心肌损伤组患者的血清cTnI水平高于非心肌损伤组,但ApoA-I水平显著降低。血清cTnI水平的升高反映心肌细胞膜的完整性遭到破坏^[19-20],可能导致持续性心肌坏死^[21]。而ApoA-I作为高密度脂蛋白的主要载脂蛋白水平的降低意味着胆固醇逆向转运能力受损,使得动脉粥样硬化斑块负荷进一步加重^[22]。脂质代谢紊乱与cTnI升高形成了恶性循环^[23],低水平的ApoA-I通过减少ABCA1介导的胆固醇外流会进一步影响斑块的稳定性^[24],而斑块的不稳定又会加剧心肌的缺血性损伤,影响心肌的能量代谢和修复机制^[25]。多因素一般Logistic分析结果显示,深在型心肌桥、无明显狭窄或斑块、血清cTnI升高、ApoA-I降低是脓毒症患者发生心肌损伤的独立危险因素。这些因素共同作用于脓毒症患者,进一步增加了发生心肌损伤的可能性,为临床识别高危患者和制定针对性干预措施提供了重要的统计学依据。此外,从临床

情况看,脓毒症状态下全身炎症易致冠状动脉微循环障碍与内皮功能受损,即便冠状动脉主干无明显狭窄或斑块,微循环灌注不足仍会引发心肌缺血损伤。既往研究多聚焦冠状动脉狭窄/斑块与心肌损伤的关联,而本研究发现无明显狭窄或斑块成为危险因素,恰好补充了脓毒症特殊病理状态下“非阻塞性冠状动脉病变相关心肌损伤”的机制,提示临床需重视此类看似无显著冠状动脉解剖异常的脓毒症患者,避免漏判心肌损伤风险。

本研究ROC曲线分析结果显示,血清cTnI联合ApoA-I检测对脓毒症患者发生心肌损伤的预测敏感性为83.9%,特异性为92.6%,说明血清指标的联合应用可进一步提升诊断效能。

综上所述,血清cTnI、ApoA-I水平联合检测并冠状动脉CT血管成像,能从血清学及影像学多维度精准评估心肌损伤,对脓毒症心肌损伤有一定预测价值,有助于临床及时识别高危患者,进而制订个体化干预策略,改善患者预后。本研究发现深在型心肌桥(无狭窄)和无明显狭窄或斑块这两种特殊影像学特征与心肌损伤有关,这一结果为理解机械性压迫因素在脓毒症心肌损伤中的作用提供了新视角。然而,本研究样本量相对有限,且临床实施成本较高,在实际应用中可采取分阶段策略:先通过cTnI、ApoA-I联合检测初筛高危患者,再对阳性者行冠状动脉CT血管成像,既控制成本又确保效益。未来研究将着重优化检查流程、开发简化评分系统,并开展卫生经济学评价,以提升临床推广可行性。

参 考 文 献 :

- [1] 俞隼,许春阳,叶宏伟,等.脓毒症相关性心肌损伤的临床特点及微生物分布情况[J].中华急诊医学杂志,2025,34(2): 173-179.
- [2] BI C F, LIU J, YANG L S, et al. Research progress on the mechanism of sepsis induced myocardial injury[J]. J Inflamm Res, 2022, 15: 4275-4290.
- [3] FRENCKEN J F, van SMEDEN M, van de GROEP K, et al. Etiology of myocardial injury in critically ill patients with sepsis: a cohort study[J]. Ann Am Thorac Soc, 2022, 19(5): 773-780.
- [4] 江峰,陈鹏,肖晓,等.脓毒症心肌损伤患者血清SGK1和HE4联合检测在病情诊断与预后预测中的价值[J].四川医学,2025,46(2): 167-171.
- [5] 高艳,顾慧,杨世锋,等.基于冠状动脉CT血管成像的斑块定量分析及其与心肌缺血损伤的相关性研究[J].中华放射学杂志,2020,54(2): 129-135.

- [6] REVAIAH P C, TSAI T Y, WANG B, et al. Frequency of periprocedural myocardial injury and infarction stratified by cardiac troponin I and cardiac troponin T[J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2025, 70: 12-19.
- [7] 于焱, 高进辽, 管博, 等. 载脂蛋白A-I模拟肽通过抑制内质网应激改善肥胖合并心肌梗死大鼠的心功能[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(6): 634-638.
- [8] 中国中西医结合学会重症医学专业委员会, 中国医师协会中西医结合医师分会心脏介入专业委员会. 脓毒性心肌病中西医结合诊治专家共识[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2022, 29(1): 1-6.
- [9] 中国医师协会急诊医师分会, 中国研究型医院学会休克与脓毒症专业委员会. 中国脓毒症/脓毒性休克急诊治疗指南(2018)[J]. 临床急诊杂志, 2018, 19(9): 567-588.
- [10] 牟青松, 任香凝, 陆金帅, 等. 肠道微生物群与脓毒症心肌病相互作用的研究进展[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(19): 51-55.
- [11] QIAN W W, HAN C Q, XIE S L, et al. Prediction model of death risk in patients with sepsis and screening of biomarkers for prognosis of patients with myocardial injury[J]. *Heliyon*, 2024, 10(5): e27209.
- [12] ELGENDY S A, SHOEIB O, ELGHARBAWY D, et al. Assessment of B-type natriuretic peptide as an early predictor of mortality in acutely poisoned patients with cardiotoxicities[J]. *Toxicol Res (Camb)*, 2024, 13(4): tfae122.
- [13] REIJNDERS E, van der LAARSE A, RUHAAK L R, et al. Closing the gaps in patient management of dyslipidemia: stepping into cardiovascular precision diagnostics with apolipoprotein profiling[J]. *Clin Proteomics*, 2024, 21(1): 19.
- [14] CALDONAZO T, KIROV H, DOCHEV I, et al. Invasive coronary angiography versus noninvasive computed tomography coronary angiography as preoperative coronary imaging for valve surgery[J]. *Am J Cardiol*, 2025, 237: 1-5.
- [15] TWEET M S, AKHTAR N J, HAYES S N, et al. Spontaneous coronary artery dissection: acute findings on coronary computed tomography angiography[J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2019, 8(5): 467-475.
- [16] BARMAN P, JOHN A. Anomalous origin of left anterior descending and left circumflex arteries from the proximal right coronary arteries individually with an absent left main coronary artery: a case report[J]. *Cureus*, 2024, 16(10): e71281.
- [17] RAKIBUZZAMAN M, KIM H H, SUH S H, et al. Simulation of stress in a blood vessel due to plaque sediments in coronary artery disease[J]. *Biomed Phys Eng Express*, 2024, 10(4): 045036.
- [18] YU G H, MING Z K, QIAO D, et al. Morphological analysis of myocardial bridging leading to myocardial ischemia: myocardial coronary coupling[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2025, 13: 1559963.
- [19] 莫李媚, 赵丽, 吴鸿雁, 等. LVEF、NT-proBNP联合cTnI对先天性心脏病患儿术后低心排血量综合征的预测价值[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(15): 20-26.
- [20] CHEN J X, ZHANG G F, GUO A L, et al. Sevoflurane attenuates hypoxia/reoxygenation-induced cardiomyocyte injury by regulating miR-4454[J]. *Toxicol Res (Camb)*, 2024, 13(6): tfae219.
- [21] 潘春奇, 蒲颖, 倪斌, 等. 沙库巴曲缬沙坦对射血分数降低的缺血性心肌病患者心肌损伤和炎症因子的影响[J]. 中华全科医学, 2020, 18(11): 1848-1850.
- [22] 贺春霞, 李慧瑾, 秦魏, 等. ApoA-I模拟肽抗动脉粥样硬化的研究进展[J]. 中国药理学通报, 2021, 37(2): 155-160.
- [23] ETHEM İ, HACIOĞLU C. Effects of perilipin-5 on lipid metabolism and high-sensitivity cardiac troponin I[J]. *Rev Assoc Med Bras (1992)*, 2022, 68(8): 1011-1016.
- [24] CHEN L, ZHAO Z W, ZENG P H, et al. Molecular mechanisms for ABCA1-mediated cholesterol efflux[J]. *Cell Cycle*, 2022, 21(11): 1121-1139.
- [25] ABUDUKEREMU A, CHEN Q F, PAN Z P, et al. Different association of HDL-C, apoA-I, and HDL-C/apoA-I with multiple outcomes in HFrEF patients[J]. *Int J Cardiol*, 2025, 422: 132929.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 柯纯华, 黄四云. cTnI、ApoA-I联合冠状动脉CT血管成像对脓毒症相关心肌损伤的评估价值分析[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(21): 86-91.

Cite this article as: KE C H, HUANG S Y. Evaluation value of cTnI and ApoA-I combined with coronary artery computed tomography angiography for myocardial injury in patients with sepsis[J]. China Journal of Modern Medicine, 2025, 35(21): 86-91.