

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.19.004  
文章编号: 1005-8982 (2024) 19-0021-08

心脏疾病专题·论著

## RLP-C水平、TyG指数及IL-21水平与急性 心肌梗死心肌缺血再灌注损伤 及心室重构的相关性分析\*

霍嘉琪<sup>1</sup>, 田厚泽<sup>2</sup>, 幸世峰<sup>1</sup>

(1. 新疆医科大学第五附属医院 心内科, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 新疆医科大学  
第二附属医院 脊柱外科, 新疆 乌鲁木齐 830028)

**摘要: 目的** 探讨血清残粒脂蛋白胆固醇(RLP-C)水平、甘油三酯-葡萄糖(TyG)指数及白细胞介素-21(IL-21)水平与急性心肌梗死(AMI)心肌缺血再灌注损伤及心室重构相关指标的相关性。**方法** 选取2022年9月—2024年2月于新疆医科大学第五附属医院心内科收治的AMI患者240例,按照行经皮冠状动脉介入治疗期间是否发生心肌缺血再灌注损伤将患者分为再灌注损伤组和非再灌注损伤组。比较两组患者的临床资料;采用酶联免疫吸附试验检测IL-21水平;采用多因素一般Logistic回归分析影响AMI患者发生心肌缺血再灌注损伤的危险因素;采用Pearson法分析RLP-C、TyG指数及IL-21与心肌缺血再灌注损伤及心室重构指标的相关性。**结果** 再灌注损伤组的RLP-C水平、TyG指数和IL-21水平高于非再灌注损伤组( $P < 0.05$ )。两组患者左室舒张末期内径、室间隔厚度、左室后壁厚度、左室射血分数比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。多因素一般Logistic回归分析结果显示,RLP-C [ $OR = 1.445(95\% CI: 1.010, 2.067)$ ]、TyG指数 [ $OR = 3.355(95\% CI: 1.964, 5.731)$ ]和IL-21 [ $OR = 1.028(95\% CI: 1.017, 1.040)$ ]是心肌缺血再灌注损伤的独立危险因素( $P < 0.05$ )。RLP-C水平与TyG指数呈正相关( $r = 0.214, P = 0.043$ ), RLP-C水平与IL-21水平呈正相关( $r = 0.571, P = 0.000$ ), TyG指数与IL-21水平呈正相关( $r = 0.588, P = 0.000$ )。TyG指数与左室后壁厚度呈正相关( $r = 0.237, P = 0.000$ ), TyG指数与左室射血分数呈负相关( $r = -0.304, P = 0.000$ ); IL-21与室间隔厚度呈正相关( $r = 0.228, P = 0.000$ ), IL-21与左室后壁厚度呈正相关( $r = 0.231, P = 0.000$ ), IL-21与左室射血分数呈负相关( $r = -0.304, P = 0.000$ )。**结论** RLP-C、TyG指数、IL-21是AMI患者发生心肌缺血再灌注损伤的独立危险因素,与心脏重构相关指标有相关性,可作为新的预测指标。

**关键词:** 心肌缺血再灌注损伤; 残粒脂蛋白胆固醇; 甘油三酯-葡萄糖指数; 白细胞介素-21; 心室重构  
**中图分类号:** R542.2 **文献标识码:** A

## Correlation analysis of RLP-C concentration, TyG index and IL-21 level with myocardial ischemia-reperfusion injury and ventricular remodeling in acute myocardial infarction\*

Huo Jia-qi<sup>1</sup>, Tian Hou-ze<sup>2</sup>, Xing Shi-feng<sup>1</sup>

(1. Department of Cardiovascular Medicine, Fifth Clinical Medical College, Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830011, China; 2. Department of Spine Surgery, Second Clinical Medical College, Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830028, China)

收稿日期: 2024-04-17

\* 基金项目: 自治区区域协同创新专项科技援疆计划(No: 2022E02058)

[通信作者] 幸世峰, E-mail: xinjiang1313@163.com; Tel: 13565817373

**Abstract: Objective** To investigate the correlation of serum residual lipoprotein-cholesterol (RLP-C) level, triglyceride-glucose (TyG) index and interleukin-21 (IL-21) level with indices related to myocardial ischemia-reperfusion injury and ventricular remodeling in acute myocardial infarction (AMI). **Methods** A total of 240 patients with AMI who were admitted to the Department of Cardiology of the Fifth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from September 2022 to February 2024 were selected, and the patients were divided into reperfusion injury group and non-reperfusion injury group according to whether myocardial ischemia reperfusion injury occurred during percutaneous coronary intervention. The clinical data of the two groups were compared; Enzyme-linked immunosorbent assay was used to detect the level of IL-21. Multivariate general logistic regression analysis was used to analyze the independent risk factors for myocardial ischemia-reperfusion injury in patients with AMI. Pearson correlation analysis was used to evaluate the relationship between RLP-C, TyG index, IL-21, and indicators of myocardial ischemia-reperfusion injury and ventricular remodeling. **Results** The levels of RLP-C, TyG index, and IL-21 in the reperfusion injury group were higher than those in the non-reperfusion injury group ( $P < 0.05$ ). There were statistically significant differences in left ventricular end-diastolic diameter, ventricular septal thickness, left ventricular posterior wall thickness, and left ventricular ejection fraction between the two groups ( $P < 0.05$ ). RLP-C [ $\hat{OR} = 1.445$  (95% CI: 1.010, 2.067)], TyG index [ $\hat{OR} = 3.355$  (95% CI: 1.964, 5.731)], and IL-21 [ $\hat{OR} = 1.028$  (95% CI: 1.017, 1.040)] were independent risk factors for myocardial ischemia-reperfusion injury in patients with AMI ( $P < 0.05$ ). RLP-C level was positively correlated with TyG index ( $r = 0.214$ ,  $P = 0.043$ ), RLP-C level was positively correlated with IL-21 level ( $r = 0.571$ ,  $P = 0.000$ ), and TyG index was positively correlated with IL-21 level ( $r = 0.588$ ,  $P = 0.000$ ). The TyG index was positively correlated with the thickness of the posterior wall of the left ventricle ( $r = 0.237$ ,  $P = 0.000$ ), and the TyG index was negatively correlated with the ejection fraction of the left ventricle ( $r = -0.304$ ,  $P = 0.000$ ). IL-21 was positively correlated with ventricular septal thickness ( $r = 0.228$ ,  $P = 0.000$ ), IL-21 was positively correlated with left ventricular posterior wall thickness ( $r = 0.231$ ,  $P = 0.000$ ), and IL-21 was negatively correlated with left ventricular ejection fraction ( $r = -0.304$ ,  $P = 0.000$ ). **Conclusion** RLP-C, TyG index, and IL-21 are independent risk factors for myocardial ischemia-reperfusion injury in patients with AMI, which are related to ventricular remodeling and can be used as new predictors.

**Keywords:** myocardial ischemia-reperfusion injury; residual lipoprotein-cholesterol; triglyceride-glucose index; interleukin-21; ventricular remodeling

近年来,心血管疾病的发病率不断升高,其病死率现居我国非感染性疾病的首位,特别是缺血性心脏病,其病死率仅次于脑卒中<sup>[1]</sup>。急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)是全球心血管死亡的主要原因<sup>[2]</sup>。心肌缺血再灌注损伤是心肌缺血较常见的一种病理现象,指在AMI后,机体本身在恢复闭塞冠状动脉血流、心肌细胞氧气、营养物质供给和挽救濒死心肌的同时,心肌受到的额外损伤,会加重心肌损伤或者心肌坏死<sup>[3]</sup>。其可能与血管内皮细胞功能紊乱及中性粒细胞激活等因素有关。心室重构则是在AMI后,受影响的心室壁发生改变,包括心室扩张、心室壁肥厚等结构的变化,这些变化可能导致心脏功能的进一步恶化,甚至发生心力衰竭<sup>[4]</sup>。目前,临床仍然缺乏对此类病症的预防诊疗措施。因此,了解心肌缺血再灌注损伤的发病机制和有效的干预措施,对其的预防、减缓,以及早期恢复心肌血运具有重要的临床意义<sup>[5]</sup>。白细胞介素-21(Interleukin-21, IL-21)是一种细胞因子,可表

达于免疫细胞,并可促使自身免疫性心肌炎,但关于其是否在缺血再灌注损伤中具有调控作用,目前仅有极少数研究对此进行探讨<sup>[6]</sup>。WON等<sup>[7]</sup>的研究表明,甘油三酯-葡萄糖(triglyceride-glucose, TyG)指数与冠心病和冠状动脉钙化的严重程度相关,但其具体预测作用还存在争议。美国心脏协会将血清残粒脂蛋白胆固醇(residual lipoprotein-cholesterol, RLP-C)列为一项新的动脉粥样硬化的危险因素,其与心血管疾病风险关系密切,但其在AMI及心肌缺血再灌注损伤患者中的研究较少<sup>[8]</sup>。本研究旨在探讨RLP-C水平、TyG指数及IL-21水平与AMI心肌缺血再灌注损伤及心室重构的相关性,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2022年9月—2024年2月新疆医科大学第五附属医院心内科收治的AMI患者240例,按照行

经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)后是否发生心肌缺血再灌注损伤将患者分为再灌注损伤组和非再灌注损伤组。再灌注损伤组 115 例, 男性 58 例, 女性 57 例; 年龄 45 ~ 72 岁, 平均(62.31 ± 8.97)岁。非再灌注损伤组 125 例, 男性 65 例, 女性 60 例; 年龄 46 ~ 73 岁, 平均(61.69 ± 8.11)岁。纳入标准: ①符合《急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)》<sup>[9]</sup>中 AMI 的诊断标准; ②临床资料完整; ③患者家属知情并签署知情同意书; ④接受 PCI 治疗; ⑤患者无认知功能障碍。排除标准: ①伴急性心力衰竭; ②合并恶性肿瘤; ③存在肝、肾等重要脏器功能受损; ④严重感染或传染性疾病, 自身免疫疾病。本研究经医院医学伦理委员会批准(审批号: XYDWFYLSk-2024-37)。

PCI 术后心肌缺血再灌注损伤判定参考《第三版心肌梗死通用定义》<sup>[10]</sup>诊断标准: ①PCI 术导致血流缓慢、无血流、重度血栓负荷及再灌注、术中术后心力衰竭; ②开通闭塞血管后出现心动过缓、严重低血压或频发室性期前收缩; ③经药物和/或电复律、电除颤后, 仍然存在严重的室性心律失常; ④冠状动脉造影显示心肌梗死溶栓治疗(thrombolysis in myocardial infarction, TIMI)血流分级 ≤ 2 级, 射血分数 ≤ 45%。

## 1.2 方法

### 1.2.1 临床资料收集及 RLP-C、TyG 指数的计算

查阅患者病历, 收集两组患者入院时性别、年龄、体质指数(body mass index, BMI)、学历、居住地、吸烟、饮酒、高血压、高脂血症、糖尿病、病程、梗死相关血管、ST 段抬高型心肌梗死、多支病变血管及实验室相关指标[心率、收缩压、舒张压、血小板计数、空腹血糖、甘油三酯、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白、左室舒张末期内径、室间隔厚度、左室后壁厚度、左室射血分数、TIMI 分级、微循环阻力指数(index of microcirculatory resistance, IMR)]等。RLP-C=总胆固醇-高密度脂蛋白胆固醇-低密度脂蛋白胆固醇<sup>[11]</sup>; TyG 指数采用  $\ln[\text{空腹甘油三酯}(\text{mg/dL}) \times \text{空腹血糖}(\text{mg/dL})/2]$  计算。

### 1.2.2 心功能检测

采用美国 GE 公司 Vivid7 型彩色超声诊断仪检测心功能指标。采用 M3S 探头, 频率设置 2.5 ~ 4.0 MHz。在进行超声检查时, 确保二维帧频 > 60 帧/s, 以获得清晰的图像。

### 1.2.3 IL-21 水平检测

所有患者抽取清晨空腹状态下静脉血 3 mL, 选用乙二胺四乙酸二钾为抗凝剂, 将血浆分离后, 置入 -80 °C 冰箱冷冻保存, 以备后续实验。采用酶联免疫吸附试验测定 IL-21 水平, 试剂盒购自美国 Beeder MedSystems 公司(批号: D140712)。采用 Denley Dragon 分析酶标仪, 波长设置为 450 nm, 严格按照说明书进行操作, 以确保结果的准确性和可靠性。

## 1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 26.0 统计软件。计量资料以均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示, 比较采用 *t* 检验或秩和检验; 计数资料以构成比或率(%)表示, 比较采用  $\chi^2$  检验; 等级资料以等级表示, 比较采用秩和检验; 影响因素的分析采用多因素一般 Logistic 回归模型; 相关性分析采用 Pearson 法。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者的临床资料比较

两组患者的性别构成、年龄、BMI、学历构成、居住地构成、吸烟率、饮酒率、高血压患病率、糖尿病患病率、冠心病患病率、降糖药、降脂药、梗死位置构成、心率、高密度脂蛋白、舒张压、收缩压、血小板计数、中性粒细胞计数、淋巴细胞计数、血红蛋白比较, 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。两组患者的低密度脂蛋白、RLP-C、甘油三酯、TyG 指数、IL-21 水平、左室舒张末期内径、室间隔厚度、左室后壁厚度、左室射血分数、TIMI 分级及 IMR 比较, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 1。

### 2.2 心肌缺血再灌注损伤影响因素的多因素一般 Logistic 回归分析

多因素一般 Logistic 回归分析结果显示, RLP-C [ $\hat{OR} = 1.445$  (95% CI: 1.010, 2.067)], TyG 指数 [ $\hat{OR} = 3.355$  (95% CI: 1.964, 5.731)] 和 IL-21 [ $\hat{OR} = 1.028$  (95% CI: 1.017, 1.040)] 是心肌缺血再灌注损伤的独立危险因素( $P < 0.05$ )。见表 2。

### 2.3 RLP-C、TyG 指数、IL-21 的相关性及其与心脏重构参数的相关性

Pearson 相关性分析结果显示, RLP-C 水平与 TyG 指数呈正相关( $r = 0.214, P = 0.043$ ), RLP-C 水平与 IL-21 水平呈正相关( $r = 0.571, P = 0.000$ ), TyG 指

表 1 两组患者的临床资料比较

组别	n	男/女例		年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )		BMI/(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )		学历 例(%)				居住地 例(%)	
		小学及以下	初中	高中	大专及以上	农村	城镇						
再灌注损伤组	115	58/57	62.31 ± 8.97	24.22 ± 3.32	25(22.22)	30(28.89)	30(24.44)	30(24.44)	90(78.26)	25(21.74)			
非再灌注损伤组	125	65/60	61.69 ± 8.11	24.17 ± 4.01	25(20.00)	32(25.60)	38(30.40)	30(24.00)	88(70.40)	37(29.60)			
$\chi^2/t$ 值		0.062	0.344	0.106	0.593				1.932				
P 值		0.809	0.732	0.916	0.899				0.165				

组别	吸烟 例(%)		饮酒 例(%)		高血压 例(%)		糖尿病 例(%)		冠心病 例(%)	
	是	否	是	否	是	否	是	否	是	否
再灌注损伤组	46(40.00)	69(60.00)	51(44.35)	64(55.65)	72(62.61)	43(37.39)	70(60.87)	45(39.13)	54(46.96)	61(53.04)
非再灌注损伤组	38(30.40)	87(69.60)	44(35.20)	81(64.80)	80(64.00)	45(36.00)	87(69.60)	38(30.40)	50(40.00)	75(60.00)
$\chi^2/t$ 值	2.432		2.102		0.052		2.023		1.182	
P 值	0.119		0.148		0.823		0.155		0.277	

组别	降糖药 例(%)			降脂药 例(%)			梗死位置 例(%)			
	双胍类	磺酰脲类	胰岛素类	他汀类	胆固醇吸收抑制剂	其他	左主干	右冠状动脉	左回旋支	左前降支
再灌注损伤组	53(46.09)	45(39.13)	21(18.26)	23(20.00)	19(16.52)	7(6.09)	5(4.34)	58(50.43)	10(8.70)	42(36.52)
非再灌注损伤组	61(48.80)	41(32.80)	26(20.80)	31(24.80)	21(16.80)	6(4.80)	3(2.40)	63(50.40)	14(11.20)	45(36.00)
$\chi^2/t$ 值	0.181	1.042	0.252	0.792	0.003	0.192	1.063			
P 值	0.674	0.307	0.621	0.374	0.954	0.660	0.786			

组别	心率/(次/min, $\bar{x} \pm s$ )	高密度脂蛋白/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	低密度脂蛋白/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	RLP-C/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	甘油三酯/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	舒张压/(mmHg, $\bar{x} \pm s$ )	收缩压/(mmHg, $\bar{x} \pm s$ )
	再灌注损伤组	86.08 ± 16.40	1.24 ± 0.54	2.55 ± 0.88	4.55 ± 1.32	1.97 ± 0.58	139.57 ± 25.20
非再灌注损伤组	82.32 ± 15.64	1.18 ± 0.35	2.17 ± 0.79	4.01 ± 1.12	1.66 ± 0.61	137.91 ± 24.15	78.89 ± 12.33
$\chi^2/t$ 值	1.818	1.012	3.525	3.426	4.027	0.521	0.984
P 值	0.070	0.313	0.001	0.001	0.000	0.603	0.326

组别	血小板计数/( $\times 10^9/L$ , $\bar{x} \pm s$ )	中性粒细胞计数/( $\times 10^9/L$ , $\bar{x} \pm s$ )	淋巴细胞计数/( $\times 10^9/L$ , $\bar{x} \pm s$ )	血红蛋白/(g/L, $\bar{x} \pm s$ )	TyG 指数 ( $\bar{x} \pm s$ )	IL-21/(pg/mL, $\bar{x} \pm s$ )
	再灌注损伤组	233.49 ± 71.80	6.88 ± 0.77	1.44 ± 0.32	136.05 ± 27.54	6.98 ± 1.22
非再灌注损伤组	230.01 ± 69.15	6.84 ± 0.54	1.38 ± 0.29	138.01 ± 28.11	5.45 ± 1.08	318.68 ± 51.27
$\chi^2/t$ 值	0.382	0.462	1.524	0.545	10.304	11.889
P 值	0.703	0.644	0.129	0.586	0.000	0.000

组别	左室舒张末期内径/(mm, $\bar{x} \pm s$ )	室间隔厚度/(mm, $\bar{x} \pm s$ )	左室后壁厚度/(mm, $\bar{x} \pm s$ )	左室射血分数/(%, $\bar{x} \pm s$ )	TIMI 分级 例				IMR 例	
					0	1	2	3	≤ 30	> 30
再灌注损伤组	47.53 ± 6.03	10.12 ± 2.03	11.02 ± 2.11	54.14 ± 5.99	35	35	45	0	0	115
非再灌注损伤组	51.36 ± 6.70	8.98 ± 1.36	9.25 ± 1.75	62.78 ± 6.70	0	0	0	125	125	0
$\chi^2/t$ 值	4.640	5.066	7.040	10.498	14.542				15.462	
P 值	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000				0.000	

数与 IL-21 水平呈正相关( $r = 0.588, P = 0.000$ )。TyG 指数与左室后壁厚度呈正相关( $r = 0.237, P = 0.000$ )，TyG 指数与左室射血分数呈负相关( $r = -0.304, P = 0.000$ )，IL-21 与室间隔厚度呈正相关( $r = 0.228, P = 0.000$ )，IL-21 与左室后壁厚度呈正相关( $r = 0.231, P = 0.000$ )，IL-21 与左室射血分数呈负相关( $r = -0.304, P = 0.000$ )。TyG 指数与 IL-21 水平会影响患者心脏重构。见图 1。

表 2 心肌缺血再灌注损伤影响因素的多因素一般 Logistic 回归分析参数

因素	$b$	$S_b$	Wald $\chi^2$	$P$ 值	$\hat{OR}$	95% CI	
						下限	上限
RLP-C	0.368	0.026	3.683	0.044	1.445	1.010	2.067
TyG 指数	1.210	0.572	6.952	0.000	3.355	1.964	5.731
IL-21	0.028	0.015	5.042	0.000	1.028	1.017	1.040
低密度脂蛋白	0.006	0.022	0.065	0.799	1.006	0.962	1.051
甘油三酯	0.785	0.436	3.235	0.072	2.192	0.932	5.158
左室舒张末期内径	0.762	0.245	9.662	0.230	0.585	0.244	1.404
室间隔厚度	0.080	0.264	0.091	0.763	1.083	0.645	1.818
左室后壁厚度	0.720	0.488	2.178	0.140	2.055	0.790	5.351
左室射血分数	0.713	0.378	3.562	0.059	2.040	0.973	4.276
IMR	0.005	0.004	1.180	0.277	1.005	0.996	1.013

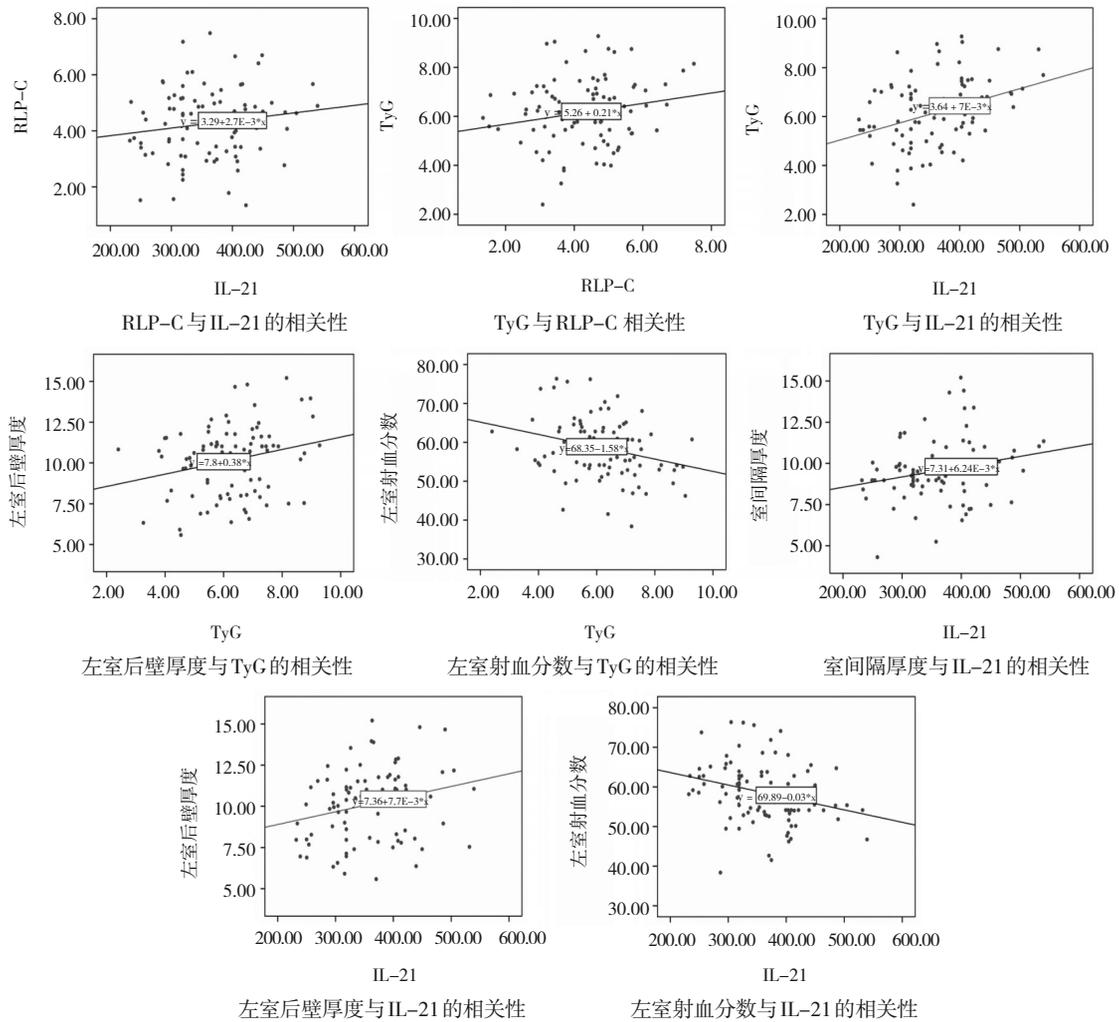


图 1 RLP-C、TyG 指数、IL-21 的相关性及其与心脏重构参数的相关性分析散点图

### 3 讨论

目前关于AMI的发病机制尚未达成统一共识,但广泛认可的观点为其与冠状动脉异常有关,例如:动脉狭窄、粥样斑块破裂、痉挛及心肌需氧量的增加等<sup>[12]</sup>。有研究指出,在AMI发作后,心肌缺血是影响预后的一个关键因素<sup>[13]</sup>。因此,尽早对心肌缺血进行干预成为治疗AMI的重要策略之一。研究表明,在AMI发作后,及时进行心肌缺血区域的血液再灌注是临床治疗常用的方法<sup>[14]</sup>。然而,血液再灌注可能会加重缺血心肌细胞的损伤,从而引发一系列并发症,如急性左心功能不全、心源性休克及再灌注后的心律失常等,这些并发症会对患者的康复和预后产生不利影响<sup>[15]</sup>。因此,在进行血液再灌注治疗时,需要权衡风险和益处,并采取措施争取最大限度地减少并发症的发生,以提高患者的治疗效果和生存率。心室重构是影响患者心脏功能和预后的关键因素之一,可能导致充血性心力衰竭并增加患者的病死率<sup>[16]</sup>。心室重构包括心室的大小、形态、室壁厚度和组织结构等方面的改变。这一病理生理过程涉及多种机制的发生,例如:炎症反应、心肌纤维化及心肌细胞外基质增生等,一些患者在手术后仍然存在心肌微循环不良,因此可能会导致心肌进行性增厚和左心室重构的发生<sup>[17]</sup>。由此可见,尽早识别AMI心肌缺血再灌注损伤及心室重构的风险对制订有效的治疗方案和评估预后至关重要。

研究表明,RLP-C水平作为动脉粥样硬化的危险因素之一,可以增加患动脉粥样硬化性心血管疾病的风险<sup>[18]</sup>。VARBO等<sup>[19]</sup>对7万例个体进行基因型研究,涉及15种可能影响血脂水平的基因,比较了不同基因型的个体心血管疾病发病率,并发现RLP-C水平每升高1 mmol/L,心血管疾病的患病风险就会增加2.8倍。RLP-C可穿过血管内皮屏障,直接进入动脉壁被吞噬并转化为泡沫细胞,进而促进斑块形成。此外,RLP-C还能激活内皮细胞,促进血栓形成,并加速凝血过程,导致血小板聚集和血液高凝。本研究结果显示,再灌注损伤组患者的低密度脂蛋白、RLP-C、甘油三酯均较非再灌注损伤组高。本研究多因素一般Logistic回归分析表明,RLP-C是心肌缺血再灌注损伤的独立危险

因素。邓毅凡等<sup>[20]</sup>的研究也显示,RLP-C对心肌缺血再灌注损伤的风险有着显著的影响,这与本研究结果一致。

研究表明,TyG指数与心血管疾病的发生密切相关,包括冠状动脉钙化、颈动脉粥样硬化和冠状动脉疾病等<sup>[21]</sup>。此外,SÁNCHEZ-IÑIGO等<sup>[22]</sup>发现,较高的TyG指数与卒中、高血压等心血管事件的发生风险增加相关。LUO等<sup>[23]</sup>发现,在急性ST段抬高型心肌梗死患者中,高TyG指数与PCI术后1年内严重不良心血管事件的发生风险显著相关,并显示出较高的预测价值。有研究表明,TyG指数与动脉粥样硬化相关的心血管事件发生率呈正相关,并可作为动脉粥样硬化的标志物<sup>[24]</sup>。本研究发现,AMI患者中发生心肌缺血再灌注损伤的患者TyG指数明显升高,多因素一般Logistic回归分析也表明TyG指数是AMI患者心肌缺血再灌注损伤的独立危险因素。同时,TyG指数与心脏重构相关指标也呈正相关,这可能是因为TyG指数增加凝血和炎症因子的产生,导致凝血功能紊乱和纤溶活性降低,最终促使血栓形成。此外,TyG指数还可能通过改变心脏代谢损害心脏收缩功能,从而加剧心脏重构的发生<sup>[25]</sup>。

IL-21已被证实在多种组织和器官的损伤中发挥着重要作用。其参与并促进一系列慢性炎症性疾病的发生、发展,如炎症性肠病、类风湿关节炎、脑脊髓膜炎、银屑病和糖尿病等<sup>[26]</sup>。有研究表明,IL-21水平在冠心病患者中明显升高,并且与冠状动脉病变程度呈正相关,并发现3支病变患者的IL-21水平明显高于1支病变和2支病变患者<sup>[27]</sup>。另一项研究发现,IL-21可能通过促进心肌中性粒细胞浸润而加重心肌缺血再灌注损伤<sup>[28]</sup>,有研究显示,在动物模型中,IL-21基因敲除的小鼠脑组织梗死面积更小,神经功能提高,提示IL-21在脑缺血再灌注损伤中具有负面作用<sup>[29]</sup>。本研究结果显示,IL-21是心肌缺血再灌注损伤的独立危险因素,并且与RLP-C水平、TyG指数呈正相关,这表明IL-21可能通过炎症反应或对适应性免疫的影响参与了心肌缺血再灌注损伤的发展。

本研究为病例对照研究,存在一定的选择偏移,同时本研究样本量较少,这也是本研究局限性所在,今后可扩大样本量进一步深入分析。

综上所述, RLP-C 水平、TyG 指数、IL-21 水平是心肌缺血再灌注损伤的独立危险因素, 与心脏重构相关的指标有相关性, 可以作为新的检测指标, 为防治心肌缺血再灌注损伤的发生、发展提供新的临床思路。

参 考 文 献 :

- [1] DOI T, LANGSTED A, NORDESTGAARD B G. Elevated remnant cholesterol reclassifies risk of ischemic heart disease and myocardial infarction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 79(24): 2383-2397.
- [2] BARRÈRE-LEMAIRE S, VINCENT A, JORGENSEN C, et al. Mesenchymal stromal cells for improvement of cardiac function following acute myocardial infarction: a matter of timing[J]. *Physiol Rev*, 2024, 104(2): 659-725.
- [3] ALGOET M, JANSSENS S, HIMMELREICH U, et al. Myocardial ischemia-reperfusion injury and the influence of inflammation[J]. *Trends Cardiovasc Med*, 2023, 33(6): 357-366.
- [4] FRANTZ S, HUNDERTMARK M J, SCHULZ-MENGER J, et al. Left ventricular remodeling post-myocardial infarction: pathophysiology, imaging, and novel therapies[J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(27): 2549-2561.
- [5] PRAG H A, AKSENTIJEVIC D, DANNHORN A, et al. Ischemia-selective cardioprotection by malonate for ischemia/reperfusion injury[J]. *Circ Res*, 2022, 131(6): 528-541.
- [6] 李楠, 郭永梅, 蔡雄, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 后左心室壁瘤形成的影响因素分析及预测模型的初步构建[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(24): 87-93.
- [7] WON K B, KIM Y S, LEE B K, et al. The relationship of insulin resistance estimated by triglyceride glucose index and coronary plaque characteristics[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(21): e10726.
- [8] WANG K X, WANG R, YANG J X, et al. Remnant cholesterol and atherosclerotic cardiovascular disease: metabolism, mechanism, evidence, and treatment[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 913869.
- [9] 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.
- [10] THYGESEN K, ALPERT J S, JAFFE A S, et al. Third universal definition of myocardial infarction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60(16): 1581-1598.
- [11] ROSENSON R S, BREWER H B Jr, DAVIDSON W S, et al. Cholesterol efflux and atheroprotection: advancing the concept of reverse cholesterol transport[J]. *Circulation*, 2012, 125(15): 1905-1919.
- [12] 喻珮, 徐承义, 宋丹. 急性心肌梗死后心脏损伤修复的研究进展[J]. *临床心血管病杂志*, 2023, 39(7): 558-562.
- [13] STONE P H, LIBBY P, BODEN W E. Fundamental pathobiology of coronary atherosclerosis and clinical implications for chronic ischemic heart disease management—the plaque hypothesis: a narrative review[J]. *JAMA Cardiol*, 2023, 8(2): 192-201.
- [14] 张世昌, 马萍, 马萌雪, 等. 急性心力衰竭患者住院期间发生心血管不良事件风险预测模型的构建与验证[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(1): 7-15.
- [15] HEUSCH G. Myocardial ischemia/reperfusion: translational pathophysiology of ischemic heart disease[J]. *Med*, 2024, 5(1): 10-31.
- [16] YAP J, IREI J, LOZANO-GERONA J, et al. Macrophages in cardiac remodeling after myocardial infarction[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2023, 20(6): 373-385.
- [17] PORTER K E, TURNER N A. Cardiac fibroblasts: at the heart of myocardial remodeling[J]. *Pharmacol Ther*, 2009, 123(2): 255-278.
- [18] CAO Y X, ZHANG H W, JIN J L, et al. Prognostic utility of triglyceride-rich lipoprotein-related markers in patients with coronary artery disease[J]. *J Lipid Res*, 2020, 61(9): 1254-1262.
- [19] VARBO A, BENN M, TYBJÆRG-HANSEN A, et al. Elevated remnant cholesterol causes both low-grade inflammation and ischemic heart disease, whereas elevated low-density lipoprotein cholesterol causes ischemic heart disease without inflammation[J]. *Circulation*, 2013, 128(12): 1298-1309.
- [20] 邓毅凡, 朱米雪, 刘娟, 等. 残粒脂蛋白胆固醇和血浆致动脉粥样硬化指数对青年初发急性心肌梗死的预测价值研究[J]. *中国全科医学*, 2023, 26(6): 659-664.
- [21] ALIZARGAR J, BAI C H, HSIEH N C, et al. Use of the triglyceride-glucose index (TyG) in cardiovascular disease patients[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2020, 19(1): 8.
- [22] SÁNCHEZ-IÑIGO L, NAVARRO-GONZÁLEZ D, FERNÁNDEZ-MONTERO A, et al. Risk of incident ischemic stroke according to the metabolic health and obesity states in the vascular-metabolic CUN cohort[J]. *Int J Stroke*, 2017, 12(2): 187-191.
- [23] LUO E F, WANG D, YAN G L, et al. High triglyceride-glucose index is associated with poor prognosis in patients with acute ST-elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2019, 18(1): 150.
- [24] DA SILVA A, CALDAS A P S, HERMSDORFF H H M, et al. Triglyceride-glucose index is associated with symptomatic coronary artery disease in patients in secondary care[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2019, 18(1): 89.
- [25] ZHAO J Q, FAN H X, WANG T, et al. TyG index is positively associated with risk of CHD and coronary atherosclerosis severity among NAFLD patients[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2022, 21(1): 123.

- [26] REN H M, LUKACHER A E, RAHMAN Z S M, et al. New developments implicating IL-21 in autoimmune disease[J]. *J Autoimmun*, 2021, 122: 102689.
- [27] 张丽莎, 邓伏雪, 褚超, 等. 循环滤泡辅助 T 细胞在急性冠状动脉综合征患者中的分布及其与 Gensini 评分的关系[J]. *临床心血管病杂志*, 2024, 40(1): 46-51.
- [28] ZENG J J, XU Y Y, TAN L, et al. IL-21/IL-21R regulates the neutrophil-mediated pathologic immune response during chlamydial respiratory infection[J]. *Mediators Inflamm*, 2022, 2022: 4322092.
- [29] WANG J W, LI T B, ZAN H, et al. LUBAC suppresses IL-21-induced apoptosis in CD40-activated murine B cells and promotes germinal center B cell survival and the T-dependent antibody response[J]. *Front Immunol*, 2021, 12: 658048.  
(张蕾 编辑)

**本文引用格式:** 霍嘉琪, 田厚泽, 幸世峰. RLP-C 水平、TyG 指数及 IL-21 水平与急性心肌梗死心肌缺血再灌注损伤及心室重构的相关性分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(19): 21-28.

**Cite this article as:** HUO J Q, TIAN H Z, XING S F. Correlation analysis of RLP-C concentration, TyG index and IL-21 level with myocardial ischemia-reperfusion injury and ventricular remodeling in acute myocardial infarction[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2024, 34(19): 21-28.