·论　著·

血清 FGL2、SFRP2 水平对 2 型糖尿病合并急性心肌梗死患者支架内再狭窄的预测价值*

张久涛[1],石　亮[2],王春丽[3],张馨立[4]

秦皇岛市第一医院:1.重症监护室;2.综合内科;3.检验科;4.急诊重症科,河北秦皇岛 066000

摘　要:目的　探究血清纤维蛋白原样蛋白 2(FGL2)、分泌型卷曲相关蛋白 2(SFRP2)水平对 2 型糖尿病(T2DM)合并急性心肌梗死(AMI)患者支架内再狭窄(ISR)的预测价值。**方法**　选择 2022 年 6 月至 2024 年 8 月该院收治的 140 例 T2DM 合并 AMI 患者为 T2DM 合并 AMI 组,另选择同期 140 例 T2DM 患者为 T2DM 组,140 例体检健康者为对照组。根据患者术后 ISR 发生情况分为 ISR 组(23 例)和非 ISR 组(117 例)。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 FGL2、SFRP2 水平,相对危险度分析评估不同水平 FGL2、SFRP2 对 T2DM 合并 AMI 患者术后发生 ISR 的影响,RERI、AP、SI 分析血清 FGL2、SFRP2 水平对 T2DM 合并 AMI 患者术后发生 ISR 的交互作用,受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 FGL2、SFRP2 水平对 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的预测价值。**结果**　与对照组比较,T2DM 组、T2DM 合并 AMI 组血清 FGL2 水平升高($P<0.05$),血清 SFRP2 水平降低($P<0.05$);与 T2DM 组相比,T2DM 合并 AMI 组血清 FGL2 水平升高($P<0.05$),血清 SFRP2 水平降低($P<0.05$);与非 ISR 组比较,ISR 组支架数量、血清 FGL2 均升高($P<0.05$),主支架直径、血清 SFRP2 水平降低($P<0.05$);血清 FGL2、SFRP2 高水平 T2DM 合并 AMI 患者术后发生 ISR 的风险分别是低水平患者的 2.915(95%CI:1.222～6.957)倍、0.294(95%CI:0.116～0.748)倍;当血清 FGL2 处于高表达、血清 SFRP2 处于低表达时,T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的概率是血清 FGL2 低表达、SFRP2 高表达时的 17.45 倍,协同效应为二者单独存在时产生效应之和的 2.01 倍。在血清 FGL2 高表达,SFRP2 低表达的 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生中,有 47.00%是由二者交互作用引起的;血清 FGL2、SFRP2 水平二者联合预测 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的曲线下面积(AUC)显著高于单独预测($Z_{联合\text{-}FGL2}=2.200$、$Z_{联合\text{-}SFRP2}=2.114$,$P<0.05$)。**结论**　T2DM 合并 AMI 患者血清 FGL2 水平升高、血清 SFRP2 水平降低,并与术后 ISR 发生有关,血清 FGL2、SFRP2 水平能够作为预测 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的标志物。

关键词:2 型糖尿病;　急性心肌梗死;　纤维蛋白原样蛋白 2;　分泌型卷曲相关蛋白 2;　支架内再狭窄

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2026.18.003　　**中图法分类号:**R587.1

文章编号:1673-4130(2026)18-2189-06　　**文献标识码:**A

Predictive value of serum FGL2 and SFRP2 for in-stent restenosis in patients with type 2 diabetes complicated with acute myocardial infarction*

Zhang Jiutao[1],*Shi Liang*[2],*Wang Chunli*[3],*Zhang Xinli*[4]

1.*Intensive Care Unit*;2.*Department of Comprehensive Internal Medicine*;3.*Department of Laboratory Medicine*;4.*Department of Emergency and Critical Care*,*Qinhuangdao First Hospital*,*Qinhuangdao*,*Hebei* 066000,*China*

Abstract:Objective　To explore the predictive value of serum fibrinogen-like protein 2 (FGL2) and secreted frizzled related protein 2 (SFRP2) for in-stent restenosis (ISR) in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) complicated with acute myocardial infarction (AMI). **Methods**　From June 2022 to August 2024, a total of 140 patients with T2DM complicated with AMI admitted to the hospital were classified as the T2DM complicated with AMI group, 140 patients were classified as the T2DM group, and 140 healthy individuals who underwent physical examinations were classified as the control group. Patients were divided into the ISR group (23 cases) and non-ISR group (117 cases) according to the occurrence of ISR after surgery. Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) was used to detect the levels of serum FGL2 and SFRP2. Relative risk analysis was used to evaluate the effects of different levels of FGL2 and SFRP2 on the occurrence of postoperative ISR

*　**基金项目:**秦皇岛市科学技术研究与发展计划项目(202501A128)。

作者简介:张久涛,男,主治医师,主要从事老年患者急性心肌梗死、糖尿病前期冠状动脉特点及影响因素方面的研究。

in these patients. RERI, AP and SI were used to explore the interaction of serum FGL2 and SFRP2 levels on the occurrence of ISR in patients with T2DM complicated with AMI after surgery. Moreover, receiver operating characteristic (ROC) curve was used to explore the predictive value of serum FGL2 and SFRP2 levels for the occurrence of ISR in patients with T2DM complicated with AMI. **Results** Compared with the control group, the T2DM group and the T2DM complicated with AMI group had higher serum FGL2 levels ($P<0.05$) and lower serum SFRP2 levels ($P<0.05$). Compared with the T2DM group, the T2DM complicated with AMI group had higher serum FGL2 levels ($P<0.05$) and lower serum SFRP2 levels ($P<0.05$). Compared with the non-ISR group, the ISR group had larger number of stents, higher serum FGL2 level, smaller main stent diameter and lower serum SFRP2 level ($P<0.05$). The risk of postoperative ISR in these patients with high levels of serum FGL2 and SFRP2 was 2.915 (95%CI: 1.222－6.957) times and 0.294 (95%CI: 0.116－0.748) times those of patients with low levels, respectively. When serum FGL2 was highly expressed and serum SFRP2 was lowly expressed, the probability of ISR occurrence in T2DM patients with AMI was 17.45 times higher than when serum FGL2 was lowly expressed and SFRP2 was highly expressed, and the synergistic effect was 2.01 times higher than the sum of the effects produced by the two alone. In T2DM patients with AMI and high serum FGL2 expression and low SFRP2 expression, 47.00% of ISR occurrence was caused by the interaction between the two. The area under the curve of the combined prediction of serum FGL2 and SFRP2 levels for the occurrence of ISR in patients with T2DM complicated with AMI was prominently higher than those of the single prediction ($Z_{combination\text{-}FGL2}=2.200$, $Z_{combination\text{-}SFRP2}=2.114$, $P<0.05$). **Conclusion** Serum FGL2 level are elevated and serum SFRP2 levels are decreased in patients with T2DM complicated with AMI, and they are related to the occurrence of postoperative ISR. Moreover, serum FGL2 and SFRP2 could be used as markers for predicting the occurrence of ISR in patients with T2DM complicated with AMI.

Key words: type 2 diabetes mellitus;　acute myocardial infarction;　fibrinogen-like protein 2;　secreted frizzled related protein 2;　in-stent restenosis

2 型糖尿病(T2DM)是一种慢性代谢性疾病,其发病特征主要为胰岛素抵抗和血糖水平升高,同时也会引发肾脏、视网膜、心血管系统、神经元等功能障碍性疾病等并发症[1]。急性心肌梗死(AMI)是一种由冠状动脉粥样硬化引发的心血管疾病,会导致冠状动脉阻塞,造成严重的心肌缺血缺氧,进一步加重心脏损伤[2]。有研究发现,T2DM 是 AMI 的危险因素[3]。当前治疗 T2DM 合并 AMI 的常用方法为经皮冠状动脉介入术(PCI),该手术可达到疏通堵塞血管的效果,但 PCI 术后容易造成心肌损伤,发生支架内再狭窄(ISR),给患者造成不良影响[4]。因此亟须寻找能够高效预测术后 ISR 发生的标志物,改善 T2DM 合并 AMI 患者不良预后。纤维蛋白原样蛋白 2(FGL2)是一种具有促凝血作用和免疫调节功能的多功能蛋白,由调节性 T 细胞、上皮细胞、内皮细胞、中性粒细胞、巨噬细胞等多种细胞表达,可通过直接将凝血酶原裂解为凝血酶来激活凝血过程,同时也可在病毒蛋白和免疫细胞因子的响应下,参与炎症反应[5-6]。分泌型卷曲相关蛋白 2(SFRP2)是一种存在于细胞质和细胞基质中的分泌蛋白,研究发现 SFRP2 可以减少心肌损伤和心肌细胞凋亡,在多种心血管疾病中发挥保护作用[7]。然而,关于 FGL2、SFRP2 水平在 T2DM 合并 AMI 患者血清中的表达和患者 ISR 发生的关系研究较少。基于此,本研究将重点探究 T2DM 合并 AMI 患者血清 FGL2、SFRP2 水平及对患者 ISR 发生的预测价值。

1　资料与方法

1.1　一般资料　选择 2022 年 6 月至 2024 年 8 月本院收治的 140 例 T2DM 合并 AMI 患者(T2DM 合并 AMI 组)为研究对象,其中男 83 例,女 57 例,平均年龄(53.62±6.15)岁。纳入标准:(1)参照 T2DM 和 AMI 诊断标准[8-9]确诊;(2)符合 PCI 手术指征且自愿接受治疗。排除标准:(1)近期接受过心脏手术或者之前进行过 PCI 手术;(2)患有先天性心脏病、心律不齐等心脏疾病;(3)存在免疫或血液功能障碍疾病;(4)合并恶性肿瘤;(5)术前接受过溶栓治疗。选择同期 140 例 T2DM 患者为 T2DM 组,其中男 85 例,女 55 例,平均年龄(52.79±6.08)岁。纳入标准:(1)符合 T2DM 诊断标准[8];(2)病情稳定,无并发症。排除标准:(1)合并恶性肿瘤;(2)合并心、肝、肾、脑等重要器官功能障碍。另选择同期 140 例体检健康者为对照组,其中男 84 例,女 56 例,平均年龄(54.35±6.48)岁。3 组性别和年龄比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。所有研究对象或家属签署知情同意书,且本研究经本院伦理委员会批准(伦理学批号:2022K-216-01)。

1.2　临床资料收集　收集 T2DM 合并 AMI 患者性别、年龄、体重指数(BMI)、吸烟史、饮酒史、T2DM 病程、梗死部位、发病至手术时间、狭窄程度、病变支数、支架数量、主支架直径、主支架长度等临床信息。

1.3　血清 FGL2、SFRP2 水平检测　采集 T2DM 合并 AMI 患者、T2DM 患者确诊当天,体检者体检当天空腹静脉血 5 mL,使用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 FGL2、SFRP2 水平。FGL2 试剂盒购自上海恒斐生物(货号:CSB-E09569h-1),SFRP2 试剂盒购自上海信裕生物(货号:XY-EH0912)。

1.4　术后随访　患者出院后进行为期 1 年的随访,随访期间若 T2DM 合并 AMI 患者冠状动脉造影检查出现支架部位或支架附近 5 mm 内血管内径狭窄超过 50%为 ISR 发生,并根据随访期间 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 是否发生分为 ISR 组和非 ISR 组。

1.5　统计学处理　采用 SPSS26.0 统计学软件进行数据分析,计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 描述,采用单因素方差分析或 t 检验,计数资料采用例数或百分率描述,采用 χ^2 检验;采用相对危险度分析评估不同水平 FGL2、SFRP2 对 T2DM 合并 AMI 患者术后发生 ISR 的影响;使用 R 软件计算 RERI、AP、SI 来分析血清 FGL2、SFRP2 水平对 T2DM 合并 AMI 患者术后发生 ISR 的交互作用;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 FGL2、SFRP2 水平对 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的预测价值。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　　果

2.1　3 组血清 FGL2、SFRP2 水平比较　与对照组比较,T2DM 组和 T2DM 合并 AMI 组血清 FGL2 水平升高($P<0.05$),血清 SFRP2 水平降低($P<0.05$),和 T2DM 组比较,T2DM 合并 AMI 组血清 FGL2 水平升高($P<0.05$),血清 SFRP2 水平降低($P<0.05$)。见表 1。

表 1　3 组血清 FGL2、SFRP2 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	FGL2(ng/mL)	SFRP2(ng/mL)
对照组	140	134.76±14.22	45.93±6.77
T2DM 组	140	149.53±16.01[a]	39.84±5.32[a]
T2DM 合并 AMI 组	140	161.88±16.64[ab]	34.35±4.48[ab]
F		105.290	149.595
P		<0.001	<0.001

注:与对照组比较,[a]$P<0.05$,与 T2DM 组比较,[b]$P<0.05$。

2.2　ISR 组和非 ISR 组临床资料比较　ISR 组支架数量显著高于非 ISR 组($P<0.05$),主支架直径短于非 ISR 组($P<0.05$),且两组在性别、年龄、BMI、吸烟史、饮酒史、T2DM 病程、梗死部位、发病至手术时间、狭窄程度、病变支数、主支架长度比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 2　ISR 组和非 ISR 组临床资料比较[n(%)或 $\bar{x}\pm s$]

项目	ISR 组(n=23)	非 ISR 组(n=117)	χ^2/t	P
性别			0.087	0.768
男	13(56.52)	70(59.83)		
女	10(43.48)	47(40.17)		
年龄(岁)	54.27±6.34	53.49±6.11	0.556	0.579
BMI(kg/m^2)	23.54±2.83	22.87±2.56	1.128	0.261
吸烟史	12(52.17)	45(38.46)	1.497	0.221
饮酒史	11(47.83)	49(41.88)	0.277	0.598
T2DM 病程(年)	8.21±1.05	8.07±0.99	0.614	0.540
梗死部位			0.029	0.866
前壁	9(39.13)	48(41.03)		
非前壁	14(60.87)	69(58.97)		
发病至手术时间(h)	5.37±0.63	5.12±0.58	1.863	0.065
狭窄程度(%)	83.24±9.48	82.37±9.21	0.421	0.681
病变支数			1.867	0.172
多支	14(60.87)	53(45.30)		
单支	9(39.13)	64(54.70)		
支架数量(个)	2.08±0.28	1.86±0.23	4.041	<0.001
主支架直径(mm)	3.08±0.35	3.47±0.38	4.555	<0.001
主支架长度(mm)	25.98±2.94	25.09±2.75	1.403	0.163

2.3　ISR 组和非 ISR 组血清 FGL2、SFRP2 水平比较　与非 ISR 组比较，ISR 组血清 FGL2 显著升高，血清 SFRP2 水平显著下降（$P<0.05$）。见表 3。

表 3　ISR 组和非 ISR 组血清 FGL2、SFRP2 水平比较（$\bar{x}\pm s$，ng/mL）

组别	n	FGL2	SFRP2
ISR 组	23	185.97±19.82	28.51±3.78
非 ISR 组	117	157.15±16.02	35.50±4.62
t		7.573	6.815
P		<0.001	<0.001

2.4　不同血清 FGL2、SFRP2 水平对 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 影响的相对危险度分析　以血清 FGL2、SFRP2 整体水平的平均值为界限，划分为高水平和低水平。相对危险度结果显示，血清 FGL2、SFRP2 高水平 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的风险分别是低水平患者的 2.915（95%CI：1.222～6.957）倍、0.294（95%CI：0.116～0.748）倍。见表 4。

2.5　血清 FGL2、SFRP2 水平对 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 的交互作用　以 T2DM 合并 AMI 患者血清 FGL2、SFRP2 整体水平的平均值为界限，分为 FGL2 高表达（>161.88 ng/mL）、OLFML3 低表达（≤161.88 ng/mL）、SFRP2 高表达（>34.35 ng/mL）、SFRP2 低表达（≤34.35 ng/mL）。结果显示，在 FGL2 高表达且 SFRP2 低表达的患者中，ISR 发生风险最高（OR=17.45，95%CI：2.11～144.11），其发生概率是 FGL2 低表达且 SFRP2 高表达者的 17.45 倍，是其他未知因子的 8.26 倍；FGL2 与 SFRP2 双低表达组（OR=6.19，95%CI：0.70～54.45）及双高表达组（OR=4.00，95%CI：0.42～37.78）的风险次之。交互作用定量分析显示，二者 SI 为 2.01，RERI 为 8.26，AP 为 47.00%，在 FGL2 高表达且 SFRP2 低表达的 T2DM 合并 AMI 患者中，有 47.00% 的 ISR 发生可归因于二者的交互作用。

2.6　血清 FGL2、SFRP2 水平对 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的预测价值　血清 FGL2、SFRP2 水平及二者联合预测 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的曲线下面积（AUC）分别为 0.803、0.806、0.927，且二者联合预测 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的 AUC 显著高于血清 FGL2、SFRP2 水平单独预测（$Z_{联合\text{-}FGL2}$=2.200、$Z_{联合\text{-}SFRP2}$=2.114，$P<0.05$）。见表 5。

表 4　不同血清 FGL2、SFRP2 水平对 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 风险的影响（n）

指标	ISR（n=23）	非 ISR（n=117）	RR	95%CI	χ^2	P
FGL2			2.915	1.222～6.957	6.678	0.010
高水平	17	52				
低水平	6	65				
SFRP2			0.294	0.116～0.748	7.932	0.005
高水平	5	63				
低水平	18	54				

表 5　血清 FGL2、SFRP2 水平对 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的预测价值

项目	灵敏度（%）	特异度（%）	截断值	AUC	95%CI	约登指数
FGL2	78.26	71.79	169.80 ng/mL	0.803	0.705～0.900	0.501
SFRP2	73.91	80.34	31.95 ng/mL	0.806	0.706～0.906	0.543
二者联合	91.30	88.03	—	0.927	0.877～0.978	0.793

注：—表示无数据。

3　讨　论

T2DM 是一种高发疾病，常伴随着严重的心血管终末器官损伤及死亡风险。AMI 是 T2DM 常见的并发症之一，由于冠状动脉粥样硬化程度加重、糖尿病心肌病、合并冠状动脉微血管功能障碍的存在，T2DM 合并 AMI 患者将面临更高的死亡风险[10]。当前治疗 AMI 的常用方法是 PCI，但 PCI 术后容易发生动脉腔再次狭窄，即 ISR[11]。有研究表示，T2DM 会增加 PCI 术后患者 ISR 的风险[12]。因此，找寻能够预测 T2DM 合并 AMI 发生 ISR 的标志物对改善 T2DM 合并 AMI 患者预后有重要意义。

本研究结果发现，与非 ISR 组比较，ISR 组支架数量增多，主支架直径较小，表明 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生和 PCI 手术置入支架的数量和直径有关，此结果和杨蕾[13]等研究一致，推测可能是置入支架数量较多时，支架与血管内壁接触面积更大，容易刺激血管内皮细胞的增生，加大 ISR 发生风险[13]。当置入的支架直径较小时，不能和病灶位置匹配，影响治

疗效果,同时会加重血管内壁损伤,影响机体内膜增生,使患者极易发生 ISR[14]。在进行 PCI 手术前要选择合适的支架,降低 ISR 出现的风险。

FGL2 是纤维蛋白酶原的一种,主要发挥激发炎症和血栓的作用,在心血管疾病发生发展过程中至关重要[15]。张丽武等[16]研究发现,在妊娠糖尿病患者中 FGL2 mRNA 和蛋白水平均升高,FGL2 高表达触发炎症、血栓的发生与形成,导致纤维蛋白沉积,影响心肌细胞变性及坏死,最终导致器官发生功能性障碍。在本研究中,T2DM 患者血清 FGL2 水平升高,提示 FGL2 参与 T2DM 的发生发展。既往研究发现,在心房纤颤患者中,交叉验证分析得到 FGL2 是一个显著差异表达基因,在心血管功能中起至关重要作用[17]。张丽红[15]等研究中,AMI 后心力衰竭患者血清 FGL2 水平升高,与心功能分级、患者预后相关,血清 FGL2 水平高表达促进炎症和凝血反应发生,加速病情发展。研究表示,在 PCI 术后,血运重建/再灌注使心肌缺血得到改善,但是再灌注本身加剧心肌损伤,而这一过程是由炎症通过多种相互作用驱动的[18]。在本研究中,T2DM 合并 AMI 患者血清 FGL2 水平高于 T2DM 患者和体检健康者,术后发生 ISR 的 T2DM 合并 AMI 患者血清 FGL2 水平高于未发生 ISR 患者,且 FGL2 高表达患者发生 ISR 的风险是低表达患者的 2.915 倍。这提示血清 FGL2 高表达和 T2DM 合并 AMI 发生及术后 ISR 紧密相关。推测可能原因是 FGL2 高表达激活炎症和凝血反应,加剧患者术后心肌损伤,同时增加患者发生 ISR 的风险[17-18]。

SFRP2 是 Wnt 信号传导的有效调节剂,通过双向调节经典 Wnt 通路、激活非经典 Wnt 通路或调控其他信号通路参与心肌纤维化、肥大、血管生成、死亡及再生等过程,在心脏发育和各种心血管疾病中发挥重要作用[19]。既往研究发现,SFRP2 能够在体内诱导心肌发生,且对心肌梗死后心脏功能改善有重要作用[20]。心脏纤维化和 AMI 后心肌重塑紧密相关,可诱发心力衰竭、心律失常及心源性猝死[21],卢子旺等[22]研究发现,慢性心力衰竭患者血清 SFRP2 水平下降与患者心功能分级和通过抑制 Wnt 信号通路调节心肌纤维化有关。还有研究发现,T2DM 合并心力衰竭患者血清 SFRP2 水平显著低于对照组和单纯心力衰竭患者,机制可能是因为 SFRP2 分别通过 Wnt 和 TGF-β 途径减轻由压力超负荷和自身免疫性心肌炎诱导的心脏纤维化和心力衰竭[19]。本研究发现,T2DM 合并 AMI 患者血清 SFRP2 水平低于对照组和 T2DM 患者,且 T2DM 合并 AMI 术后发生 ISR 患者血清 SFRP2 水平低于未发生 ISR 患者,SFRP2 高表达患者发生 ISR 的风险是低表达患者的 0.294 倍,提示血清 SFRP2 水平降低和 T2DM 合并 AMI 发生和术后 ISR 有关。可能原因是 SFRP2 低表达抑制 Wnt 信号通路加速心脏纤维化,使患者 AMI 病情加重,影响患者不良预后[19,22]。

由于 FGL2 和 SFRP2 都在心血管疾病中发挥重要作用,推测二者之间对 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生可能存在交互作用,经分析发现,血清 FGL2 处于高表达,SFRP2 处于低表达时,T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的概率是血清 FGL2 低表达、SFRP2 高表达时的 17.45 倍,二者协同效应为单独存在产生效应之和的 2.01 倍,且在血清 FGL2 高表达,SFRP2 低表达的 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生中,有 47.00% 是由二者交互作用引起的,可见血清 FGL2、SFRP2 水平对 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生存在一定交互作用,二者交互影响 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 的发生。进一步采用 ROC 曲线分析血清 FGL2、SFRP2 水平对 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的预测价值,结果显示,血清 FGL2、SFRP2 水平预测 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的 AUC 分别为 0.803、0.806,二者具有一定的预测价值,同时血清 FGL2、SFRP2 水平二者联合预测 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的 AUC 显著高于单独预测,提示血清 FGL2、SFRP2 水平联合预测具有更高的价值。

综上所述,T2DM 合并 AMI 患者血清中,FGL2 水平上调、SFRP2 水平下调,二者和患者术后 ISR 发生有关,且能够作为预测 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的指标。但本研究仍存在不足之处,未深入研究 FGL2 和 SFRP2 二者交互影响 T2DM 合并 AMI 患者 ISR 发生的具体作用机制,后续会增加相关研究进行更深入研究。

参考文献

[1] Demir S,Nawroth P P,Herzig S,et al. Emerging targets in type 2 diabetes and diabetic complications[J]. Adv Sci,2021,8(18):2100275.

[2] Zhu L,Liu Y,Wang K,et al. Regulated cell death in acute myocardial infarction:molecular mechanisms and therapeutic implications[J]. Ageing Res Rev,2025,104:102629.

[3] Lei C,Zhang X,Chen E,et al. Compositional alterations of the gut microbiota in acute myocardial infarction patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Ann Transl Med,2023,11(9):317.

[4] 许鹏,边兴花. 血清和肽素,糖化血红蛋白,可溶性髓系细胞触发受体-1 与 2 型糖尿病合并急性心肌梗死患者冠脉支架再狭窄的关系[J]. 中国临床医生杂志,2024,52(7):797-800.

[5] Wang C,Sun H,Wang R,et al. FGL2:a new target molecule for coagulation and immune regulation in infectious

disease[J]. Int Immunopharmacol,2024,143:113505.
[6] Fu L,Liu Z,Liu Y. Fibrinogen-like protein 2 in inflammatory diseases:a future therapeutic target[J]. Int Immunopharmacol,2023,116:109799.
[7] Ma T,Huang X,Zheng H,et al. SFRP2 improves mitochondrial dynamics and mitochondrial biogenesis,oxidative stress,and apoptosis in diabetic cardiomyopathy[J]. Oxid Med Cell Longev,2021,2021:9265016.
[8] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)[J]. 中华糖尿病杂志,2021,13(4):315-409.
[9] 中国医师协会中西医结合医师分会,中国中西医结合学会心血管病专业委员会,中国中西医结合学会重症医学专业委员会. 急性心肌梗死中西医结合诊疗专家共识[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2014,12(6):641-645.
[10] Esdaile H,Hill N,Mayet J,et al. Glycaemic control in people with diabetes following acute myocardial infarction[J]. Diabetes Res Clin Pract,2023,199:110644.
[11] Marfella R,Sardu C,D'Onofrio N,et al. SGLT-2 inhibitors and in-stent restenosis-related events after acute myocardial infarction:an observational study in patients with type 2 diabetes[J]. BMC Med,2023,21(1):71.
[12] Alexandrescu D M,Mitu O,Costache I,et al. Risk factors associated with intra-stent restenosis after percutaneous coronary intervention[J]. Exp Ther Med,2021,22(4):1141.
[13] 杨蕾,邱瑾,杜劲,等. 血清 Lp-PLA2,BNP,sLOX-1 联合检测对急性心肌梗死患者 PCI 术后支架内再狭窄的预测价值[J]. 中国医学创新,2024,21(7):127-131.
[14] 梁燕,张亮,付莹,等. 冠心病患者 PCI 术后支架内再狭窄的危险因素分析[J]. 医疗装备,2023,36(5):119-121.
[15] 张丽红,李海涛,马建林,等. 血清 Trx1、FGL2 与急性心肌梗死后心力衰竭患者预后的关系[J]. 现代生物医学进展,2023,23(11):2102-2107.
[16] 张丽武,覃纬,王丽,等. 妊娠期糖尿病患者胎盘 FGL2 凝血酶原酶在滋养细胞的表达及其意义分析[J]. 中华生物医学工程杂志. 2023,29(2):168-173.
[17] Atzemian N,Dovrolis N,Ragia G,et al. Beyond the rhythm:in silico identification of key genes and therapeutic targets in atrial fibrillation[J]. Biomedicines,2023,11(10):2632.
[18] 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.
[19] Cao M,Wang H,Li W,et al. Inverse associations between circulating secreted frizzled related protein 2 (sFRP2) and cardiometabolic risk factors[J]. Front Cardiovasc Med,2021,8:723205.
[20] Gomez J A,Payne A,Pratt R E,et al. A role for Sfrp2 in cardiomyogenesis in vivo[J]. Proc Natl Acad Sci U S A,2021,118(33):e2103676118.
[21] Sun Q,Luo M,Gao Z,et al. TUG1 knockdown suppresses cardiac fibrosis after myocardial infarction[J]. Mamm Genome,2021,32(6):435-442.
[22] 卢子望,李飞,陈万林,等. 血清 HDAC2,SFRP2 水平与老年慢性心力衰竭患者心室重构的关系[J]. 疑难病杂志,2023,22(3):231-235.

(收稿日期:2026-02-01　修回日期:2026-05-25)

(上接第 2188 页)

[22] Obono E,万本杰,邓颖. CALLY 指数对脓毒症休克患者预后的预测价值[J]. 临床急诊杂志,2026,27(1):7-11.
[23] Liu X Y,Zhang X,Zhang Q,et al. The value of CRP-albumin-lymphocyte index (CALLY index) as a prognostic biomarker in patients with non-small cell lung cancer[J]. Support Care Cancer,2023,31(9):533.
[24] 夏军,孙亮,王军,等. C 反应蛋白-白蛋白-淋巴细胞指数、C 反应蛋白与淋巴细胞比值和 C 反应蛋白与血清钙比值对急性胰腺炎患者病情程度及预后的评估价值[J]. 临床肝胆病杂志,2025,41(12):2597-2606.
[25] Takeshita Y,Fujikawa S,Serizawa K,et al. New BBB model reveals that IL-6 blockade suppressed the BBB disorder,preventing onset of NMOSD[J]. Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm,2021,8(6):e1076.
[26] Arredondo M J,Antona G,Rivero M A,et al. Discriminatory capacity of serum interleukin-6 between complicated and uncomplicated acute appendicitis in children:a prospective validation study[J]. World J Pediatr,2022,18(12):810-817.
[27] Sack G H. Serum amyloid A:a review[J]. Mol Med,2018,24(1):46.
[28] Binboga S,Isiksacan N,Binboga E,et al. Diagnostic value of serum cytokines in predicting a complicated acute appendicitis[J]. An Acad Bras Ciênc,2022,94(2):e20201947.
[29] Shi W,Wu Y,Zhong L,et al. Diagnostic accuracy of serum amyloid a in acute appendicitis:a systematic review and meta-analysis[J]. Surg Infect,2022,23(4):380-387.
[30] 梁婷玉,王士然. CRP、SAA 结合尿常规检测在小儿急性阑尾炎中的诊断价值[J]. 中国现代药物应用,2025,19(7):71-74.
[31] Zheng J,Han M,Chen J,et al. Predictive value of D-dimer and fibrinogen degradation product for splanchnic vein thrombosis in patients with severe acute pancreatitis:a single-center retrospective study[J]. Scand J Gastroenterol,2023,58(10):1166-1172.

(收稿日期:2026-02-05　修回日期:2026-05-16)