

断与治疗杂志,2023,15(9):1574-1578.

[17] RAVEGNINI G, GORINI F, DE CRESCENZO E, et al. Can miRNAs be useful biomarkers in improving prognostic stratification in endometrial cancer patients an update review[J]. Int J Cancer, 2022, 150(7):1077-1090.

[18] PENG H, YOU K, ZAHNG R, et al. Predictive value of APAF-1 and COX-2 expression in pathologic complete response to neoadjuvant chemoradiotherapy for patients with locally advanced rectal adenocarcinoma[J]. Oncotarget, 2016, 7(23):35233-35240.

[19] 苗春霞, 张云霞, 王一娜, 等. EMC6 与 Apaf-1、Caspase-3 在宫颈癌组织中的表达及临床预后意义[J]. 新疆医科大学学报, 2024, 47(7):920-924.

[20] SHANG J, YANG F, WANG Y, et al. MicroRNA-23a antisense enhances 5-fluorouracil chemosensitivity through APAF-1/caspase-9 apoptotic pathway in colorectal cancer cells[J]. J Cell Biochem, 2014, 115(4):772-784.

(收稿日期:2024-11-12 修回日期:2025-04-02)

• 短篇论著 •

## 血清 FoxO1、HLA-G 与肥胖型多囊卵巢综合征不孕患者 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的关系

张国琼, 郑 洁, 文晓凤, 石 磊, 胡 芳<sup>△</sup>  
湖北省妇幼保健院生殖科, 湖北武汉 430000

**摘 要:**目的 探讨血清叉头框蛋白 O1(FoxO1)、人类白细胞抗原-G(HLA-G)与肥胖型多囊卵巢综合征(PCOS)不孕患者体外受精-胚胎移植(IVF-ET)辅助妊娠后妊娠结局的关系。方法 回顾性选取 2021 年 5 月至 2023 年 5 月在该院接受 IVF-ET 治疗的 PCOS 患者 106 例作为研究对象, 对其进行随访后根据妊娠结局分为妊娠成功组 45 例和妊娠失败组 61 例。采用酶联免疫吸附试验检测两组血清 FoxO1、HLA-G 水平, Pearson 相关分析肥胖型 PCOS 不孕症患者机体内血清 FoxO1 水平与 HLA-G 的相关性, Logistic 回归分析影响患者 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的因素, 受试者工作特征曲线分析血清 FoxO1、HLA-G 水平预测患者在 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的效能。结果 肥胖型 PCOS 不孕症患者在接受 IVF-ET 辅助妊娠后, 妊娠成功组相较于失败组血清 FoxO1 水平降低, HLA-G 水平升高( $P<0.05$ )。肥胖型 PCOS 不孕症患者机体内血清 FoxO1 水平与 HLA-G 呈负相关( $r=-0.518, P<0.001$ )。血清 FoxO1 水平升高是发生妊娠失败的独立危险因素( $P<0.05$ ), 血清 HLA-G 水平升高是发生妊娠失败的独立保护因素( $P<0.05$ )。血清 FoxO1、HLA-G 单独及二者并联对 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 辅助妊娠后预测其妊娠结局的曲线下面积(AUC)分别为 0.836、0.804、0.885。二者并联预测优于血清 FoxO1、HLA-G 各自单独预测( $Z_{\text{FoxO1-二者联合}}=2.007, Z_{\text{HLA-G-二者联合}}=3.021, P=0.045, 0.003$ )。结论 血清 FoxO1、HLA-G 水平可以为临床预测肥胖型 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 辅助妊娠后的妊娠结局提供一定的参考价值。

**关键词:**叉头框蛋白 O1; 人类白细胞抗原-G; 肥胖型多囊卵巢综合征; 体外受精-胚胎移植

**DOI:**10.3969/j.issn.1673-4130.2025.15.020 **中图法分类号:**R711.6

**文章编号:**1673-4130(2025)15-1905-05 **文献标志码:**A

多囊卵巢综合征(PCOS)是一种内分泌代谢疾病,主要是由环境因素和遗传因素共同作用导致的,临床症状上主要表现为卵巢多囊、经期紊乱等,是我国育龄期女性发生不孕的重要原因之一<sup>[1]</sup>。体外受精-胚胎移植(IVF-ET)为不孕症患者常见的辅助妊娠手段,但 IVF-ET 辅助妊娠后,部分患者仍会妊娠失败<sup>[2]</sup>。有报道提出,PCOS 重要的发病因素之一是胰岛素抵抗(IR),同时,IR 也是 PCOS 患者发生肥胖的主要原因之一<sup>[3]</sup>。叉头框蛋白 O1(FoxO1)是一种代谢调节因子,可以作用于胰岛  $\beta$  细胞的增殖、分化和凋亡<sup>[4]</sup>。相关报道指出, FoxO1 水平与肥胖、糖尿病、心血管疾病等疾病的病理发生发展有一定关联,常将其作为预测和诊断这类疾病的生物学标志物<sup>[5]</sup>。人

类白细胞抗原-G(HLA-G)在机体内主要存在于母胎界面,是一种可溶性蛋白分子,由于其可溶性的特点, HLA-G 可随着母体血液循环而分布于全身,血清 HLA-G 水平异常可能与病理妊娠具有一定的关系<sup>[6]</sup>。熊杰等<sup>[7]</sup>报道了在妊娠期高血压患者和子痫前期患者的胎盘组织中 HLA-G 水平降低。血清 FoxO1、HLA-G 水平对于妊娠期女性的影响是显而易见的,但目前鲜有血清 FoxO1、HLA-G 水平对肥胖型 PCOS 引起不孕症患者在接受 IVF-ET 后的妊娠结局的相关报道。因此,本研究探讨了血清 FoxO1、HLA-G 水平与 PCOS 不孕症患者在 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的关系,以期通过检测肥胖型 PCOS 引起不孕症患者机体内血清 FoxO1、HLA-G 水平来预

<sup>△</sup> 通信作者, E-mail: p62ecl@163.com。

测其接受 IVF-ET 辅助妊娠后的妊娠结局。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性选取 2021 年 5 月至 2023 年 5 月在本院接受 IVF-ET 治疗的 PCOS 患者 106 例作为研究对象。纳入标准:(1)符合《不孕症诊断指南》<sup>[8]</sup>;(2)符合《多囊卵巢综合征中国诊疗指南》<sup>[9]</sup>;(3)符合 IVF-ET 适用并初次接受 IVF-ET 辅助妊娠;(4)体重指数(BMI)≥28 kg/m<sup>2</sup>;(5)不孕年限为 1~8 年。排除标准:(1)近期有激素类药物用药史;(2)心肝肾功能严重损害;(3)因男方精液因素或患有不育症导致的不孕;(4)并发子宫畸形、肌瘤、息肉等影响胚胎种植的疾病;(5)存在 IVF-ET 禁忌证<sup>[10]</sup>;(6)精神失常或意识模糊。对所有受试者随访至确认是否成功妊娠,PCOS 不孕症患者在经过 IVF-ET 辅助妊娠后,妊娠成功 45 例(42.45%),妊娠失败 61 例(57.55%),根据妊娠结局将其分为妊娠成功组和妊娠失败组,妊娠成功组平均年龄(28.07±4.18)岁,平均 BMI(29.31±1.27)kg/m<sup>2</sup>,妊娠失败组平均年龄(29.46±5.32)岁,平均 BMI(29.85±1.77)kg/m<sup>2</sup>,两组年龄、BMI 比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。本研究已获本院伦理委员会批准。

**1.2 方法** 采集所有受试者空腹静脉血 3 mL,离心后取上层血清置于-80℃保藏。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 FoxO1、HLA-G 水平,采用化

学发光免疫分析法检测雌二醇、孕酮等生理指标,采用葡萄糖氧化酶法检测空腹胰岛素水平,采用 ATELLICA 型全自动生化分析仪检测血清铁蛋白水平。FoxO1 水平 ELISA 试剂盒购自上海酶研生物科技有限公司,HLA-G 水平 ELISA 试剂盒购自武汉华美生物工程有限公司。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS25.0 软件进行统计学分析,检验后计量资料均为正态分布,以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较行  $t$  检验;采用 Pearson 相关分析患者血清 FoxO1、HLA-G 水平的相关性;采用 Logistic 回归分析患者在 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 FoxO1、HLA-G 水平预测患者在 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的效能。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

### 2 结果

**2.1 妊娠成功组与妊娠失败组临床资料比较** 妊娠成功组血清铁蛋白、FoxO1 水平低于妊娠失败组( $P<0.05$ ),胰岛素、HLA-G 水平高于妊娠失败组( $P<0.05$ ),见表 1。

**2.2 Pearson 相关分析肥胖型 PCOS 不孕症患者机体内血清 FoxO1 与 HLA-G 水平的相关性** Pearson 相关分析显示,肥胖型 PCOS 不孕症患者机体内血清 FoxO1 水平与 HLA-G 呈负相关( $r=-0.518, P<0.001$ )。见图 1。

表 1 妊娠成功组与妊娠失败组临床资料比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	<i>n</i>	年龄(岁)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	不孕年限(年)	雌二醇(pg/mL)	孕酮(nmol/L)
妊娠成功组	45	28.07±4.18	29.31±1.27	4.38±1.97	129.31±35.74	1.27±0.25
妊娠失败组	61	29.46±5.32	29.85±1.77	4.15±2.06	132.79±41.06	1.32±0.31
<i>t</i>		1.452	1.742	0.579	0.455	0.889
<i>P</i>		0.149	0.085	0.564	0.650	0.376

组别	<i>n</i>	睾酮(nmol/L)	垂体泌乳素(ng/mL)	促性腺激素用量(U)	获卵数( <i>n</i> )
妊娠成功组	45	1.15±0.17	15.97±3.16	3 372.58±705.16	8.96±1.95
妊娠失败组	61	1.09±0.21	16.42±4.08	3 419.26±769.27	9.13±2.06
<i>t</i>		1.573	0.616	0.320	0.430
<i>P</i>		0.119	0.539	0.750	0.668

组别	<i>n</i>	血清铁蛋白(μg/L)	胰岛素(μU/mL)	FoxO1(ng/mL)	HLA-G(U/mL)
妊娠成功组	45	215.77±37.64	9.59±3.25	4.11±1.07	57.31±9.52
妊娠失败组	61	237.30±45.82	8.02±2.75	5.82±1.28	45.36±8.17
<i>t</i>		2.575	2.688	7.278	6.937
<i>P</i>		0.011	0.008	<0.001	<0.001

**2.3 Logistic 回归分析患者在 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的影响因素** 以肥胖型 PCOS 不孕症患者在接受 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局(妊娠失败=1,妊娠成功=0)为因变量,以妊娠成功组与妊娠失败组间差异有统计学意义的指标( $P<0.05$ )为自变量进行

Logistic 回归分析,结果显示,FoxO1 水平升高是妊娠失败的独立危险因素( $P<0.05$ ),HLA-G 水平升高是妊娠失败的独立保护因素( $P<0.05$ )。见表 2。

**2.4 血清 FoxO1、HLA-G 水平对 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的预测效能** 以血清

FoxO1、HLA-G 单独预测及二者并联对 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 辅助妊娠后预测其妊娠结局的曲线下面积(AUC)分别为 0.836、0.804、0.885。二者并

联预测优于血清 FoxO1、HLA-G 各自单独预测( $Z_{\text{FoxO1-二者联合}} = 2.007$ 、 $Z_{\text{HLA-G-二者联合}} = 3.021$ ,  $P = 0.045$ 、 $0.003$ )。见表 3、图 2。

表 2 Logistic 回归分析患者 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的影响因素

项目	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	P	OR	95%CI
血清铁蛋白	0.582	0.562	1.073	0.300	1.790	0.595~5.386
胰岛素水平	-0.108	0.135	0.648	0.421	0.897	0.688~1.169
FoxO1	0.782	0.249	9.865	0.002	2.186	1.342~3.561
HLA-G	-0.546	0.137	15.910	<0.001	0.579	0.443~0.757

表 3 血清 FoxO1、HLA-G 水平对预测肥胖型 PCOS 不孕症患者在接受 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的效能

项目	AUC	截断值	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
FoxO1	0.836	4.97 ng/mL	0.751~0.901	75.41	80.00	0.554
HLA-G	0.804	47.83 U/mL	0.716~0.875	63.93	84.44	0.484
二者并联	0.885	—	0.878~0.978	90.50	78.02	0.685

注：—为此项无数据。

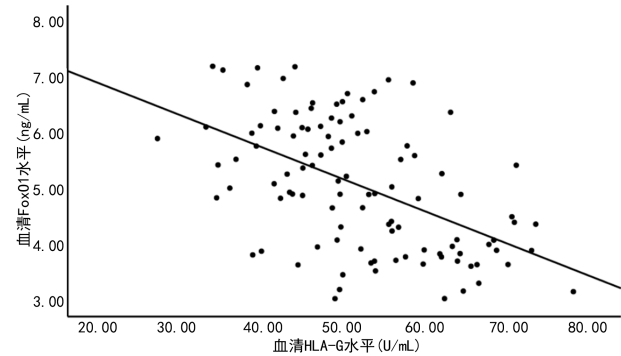


图 1 血清 FoxO1 水平与 HLA-G 的相关性分析

胚胎质量不佳等情况,总体来说,PCOS 不孕症患者在接受 IVF-ET 辅助妊娠后,妊娠成功率仍较低,这会 给患者生理及心理健康方面产生较大的影响。周晓 燕等<sup>[13]</sup>报道的妊娠成功率为 59.73%,吴慧梅等<sup>[14]</sup> 报道的妊娠成功率为 40.51%,在本研究中共记录了 106 例肥胖型 PCOS 不孕症患者在接受 IVF-ET 辅助 妊娠后妊娠成功率为 42.45%(45/106),妊娠成功率 更接近吴慧梅等<sup>[14]</sup>的研究,原因可能是由于本研究选 取的研究对象均为肥胖型患者。因此,选择合适的生 物学标志物来预测肥胖型 PCOS 不孕症患者在接受 IVF-ET 辅助妊娠后的妊娠结局及研究其辅助妊娠失 败的因素,对患者身心健康及提高妊娠成功率具有重要 意义。

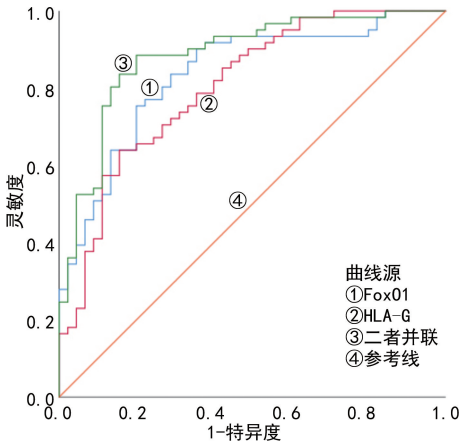


图 2 血清 FoxO1、HLA-G 水平对肥胖型 PCOS 不孕症 患者在接受 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的预测效能

3 讨 论

PCOS 作为常见的复杂生殖功能障碍类疾病,由 于患者机体内水平过高的雄激素常常会导致不孕的 发生<sup>[11]</sup>。虽然在临床上已经可以通过 IVF-ET 辅助 妊娠的手段来辅助患者妊娠<sup>[12]</sup>,但由于患者受内分泌 紊乱等因素的影响,患者会更易发生卵母细胞减少、

PCOS 不孕症的发生涉及多个步骤,需要多个转 录因子的参与,FoxO1 是人机体内最重要的转录因子 之一,它可以调控多种细胞的增殖、分化<sup>[15]</sup>。已有学 者报道了抑制 FoxO1 水平,可以阻止转化生长因子 信号转导,抑制胰腺  $\beta$  细胞凋亡<sup>[16]</sup>。ZHENG 等<sup>[17]</sup> 报道了在高脂水平饮食喂养的小鼠胰岛细胞中 FoxO1 水平会明显升高,与机体发生 IR 有关,而 IR 是 PCOS 患者发生肥胖的主要原因之一。因此血清 FoxO1 水 平与 PCOS 的发生有一定的关系。在本研究中,通过 检测肥胖型 PCOS 不孕症患者血清 FoxO1 水平,对 比妊娠成功组与妊娠失败组的血清 FoxO1 水平差 异,分析结果后发现,妊娠成功组血清 FoxO1 水平低 于妊娠失败组,并且 FoxO1 水平升高是其妊娠失败 的独立危险因素。

HLA-G 在妊娠期可以作为一种潜在的胚胎活力 标志物,主要分布于子宫内膜和胚胎外组织部分,胰 腺组织中也会有一定的分布<sup>[18]</sup>。研究发现,在机体发



生免疫炎症反应时 HLA-G 水平上调,可以发挥调控机体代谢的功能<sup>[19]</sup>。已有相关研究表明,肥胖型 PCOS 不孕症患者机体内存在微炎症反应,而 HLA-G 可在机体内发挥抗炎及免疫耐受的作用<sup>[20]</sup>。HLA-G 可以与 CD4<sup>+</sup>、CD8<sup>+</sup> T 细胞亚群、细胞因子白细胞介素-10 一起在糖代谢过程中发挥作用,当机体处于 IR 态时,HLA-G 水平会降低,提示了血清 HLA-G 水平与不良妊娠结局有一定的关联。本研究通过 Logistic 回归分析后发现血清 HLA-G 水平升高是患者妊娠失败的独立保护因素。

肥胖型 PCOS 相较于一般 PCOS,引发因素较为不同,铁元素作为在机体内维持红细胞代谢和辅助骨髓造血的重要元素之一,也可以承担辅助因子的角色用于电子传递和能量氧化,可在体内调节许多代谢活动,如脂肪因子调节、细胞内信号转导等<sup>[21]</sup>。已有研究报道了铁元素在胰岛  $\beta$  细胞中对于分泌胰岛素功能发挥着重要的作用,过量的铁元素会导致胰岛素分泌和信号传递受限,且过量的铁元素可以损伤胰岛  $\beta$  细胞从而导致 IR 的发生<sup>[22]</sup>。虽然在 Logistic 回归分析结果中显示了血清铁蛋白及胰岛素水平对肥胖型 PCOS 患者接受 IVF-ET 后的妊娠结果并非其危险或保护因素。但在妊娠成功组血清铁蛋白水平低于妊娠失败组,而胰岛素水平高于妊娠失败组,这说明妊娠成功组的 IR 情况较弱,引发机体代谢紊乱的情况较轻。而血清 FoxO1、HLA-G 水平在机体内均会对 IR 方面产生一定的影响,从而引起一般 PCOS 发展为肥胖型 PCOS,对其妊娠结局造成影响。在本研究中,通过 Pearson 相关分析后发现,血清 FoxO1 水平与 HLA-G 呈负相关。

综上所述,在肥胖型 PCOS 不孕症患者机体内血清 FoxO1 水平升高,血清 HLA-G 水平降低会导致其在接受 IVF-ET 辅助妊娠后的妊娠失败的可能性增加,反之妊娠成功率则会增加。因此,血清 FoxO1、HLA-G 水平有望成为预测肥胖型 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 辅助妊娠后妊娠结局的生物学标志物,可以为临床方面预测其妊娠结局提供一定的参考价值。

参考文献

[1] 田玄玄,阮祥燕,金婧,等. 多囊卵巢综合征患者不同临床表型的性功能分析[J]. 首都医科大学学报,2024,45(4): 616-622.

[2] 多囊卵巢综合征相关不孕治疗及生育保护共识专家组,中华预防医学会生育力保护分会生殖内分泌生育保护学组. 多囊卵巢综合征相关不孕治疗及生育保护共识[J]. 生殖医学杂志,2020,29(7):843-851.

[3] 乔鹏艳,王仙萍,杨姗姗,等. PCOS 患者治疗前后性激素的变化及其与胰岛素抵抗、肥胖的关系[J]. 临床和实验医学杂志,2022,21(1):62-65.

[4] 杨艳红,张建亮,李冬晓,等. kisspeptin 调控 Notch1/Akt/Foxo1 通路参与复发性流产患者子宫内膜蜕膜化

[J]. 四川大学学报(医学版),2024,55(3):542-551.

[5] ADIGUZEL D,CELIK-OZENCI C. FoxO1 is a cell-specific core transcription factor for endometrial remodeling and homeostasis during menstrual cycle and early pregnancy[J]. Hum Reprod Update,2021,27(3):570-583.

[6] MAO J,FENG Y,ZHU X,et al. The molecular mechanisms of HLA-G regulatory function on immune cells during early pregnancy[J]. Biomolecules,2023,13(8): 1213-1227.

[7] 熊杰,曹文芳,胡小娜,等. 硝苯地平联合硫酸镁对子痫前期患者 HLA-G、HCY 水平的影响[J]. 中国计划生育和妇产科,2024,16(2):46-50.

[8] 陈子江,刘嘉茵,黄荷凤,等. 不孕症诊断指南[J]. 中华妇产科杂志,2019,54(8):505-511.

[9] 中华医学会妇产科学分会内分泌学组及指南专家组. 多囊卵巢综合征中国诊疗指南[J]. 中华妇产科杂志,2018, 53(1):2-6.

[10] 陈红霞,方春丽,王辉,等. 宫腔镜电切术联合左炔孕酮宫内节育系统对子宫内膜息肉患者性激素、炎症因子及复发的影响[J]. 现代生物医学进展,2020,20(19):3691-3694.

[11] SIDDQUI S,MATEEN S,AHMAD R,et al. A brief insight into the etiology,genetics,and immunology of polycystic ovarian syndrome (PCOS) [J]. J Assist Reprod Genet,2022,39(11):2439-2473.

[12] 魏小萌,孔慧娟,李静,等. 长效 GnRH-a 降调节方案有利于改善子宫内膜异位症患者 IVF/ICSI-ET 的妊娠及新生儿结局[J]. 生殖医学杂志,2021,30(7):845-851.

[13] 周晓燕,汤美玲,马娟,等. 多囊卵巢综合征患者体外受精-胚胎移植妊娠结局的影响因素及预测[J]. 中国妇产科临床杂志,2020,21(4):370-373.

[14] 吴惠梅,曾彬,黄千贻,等. 血清 SF、AMH、APN、NF- $\kappa$ B 与肥胖型多囊卵巢综合征不孕患者胰岛素抵抗和 IVF-ET 助孕妊娠结局的关系研究[J]. 现代生物医学进展, 2022,22(16):3153-3157.

[15] ZHANG X,JIANG L,LIU H. Forkhead box protein O1: functional diversity and post-translational modification, a new therapeutic target? [J]. Drug Des Devel Ther,2021, 15:1851-1860.

[16] LEE J H,MELLADO-GIL J M,BAHN Y J,et al. Protection from  $\beta$ -cell apoptosis by inhibition of TGF- $\beta$ /Smad3 signaling[J]. Cell Death Dis,2020,11(3):184-197.

[17] ZHENG S,CHEN N,KANG X,et al. Irisin alleviates FFA induced  $\beta$ -cell insulin resistance and inflammatory response through activating PI3K/AKT/FOXO1 signaling pathway[J]. Endocrine,2022,75(3):740-751.

[18] ALEXANDROVA M,MANCHOROVA D,DIMOVA T. Immunity at maternal-fetal interface: KIR/HLA (Allo) recognition[J]. Immunol Rev,2022,308(1):55-76.

[19] VANI V,VASAN SS,ADIGA S K,et al. Soluble human leukocyte antigen-G is a potential embryo viability biomarker and a positive predictor of live-births in humans [J]. Am J Reprod Immunol,2021,86(6):13499-13514.

[20] ZHUANG B, SHANG J, YAO Y. HLA-G: an important mediator of maternal-fetal immune-tolerance [J]. Front Immunol, 2021, 12: 744324-744341.

[21] SANTOS MCFD, ANDERSON CP, NESCHEN S, et al. Irp2 regulates insulin production through iron-mediated Cdkal1-catalyzed tRNA modification [J]. Nat Commun, 2020, 11(1): 296-312.

[22] LI D, JIANG C, MEI G, et al. Quercetin alleviates ferroptosis of pancreatic  $\beta$  cells in type 2 diabetes [J]. Nutrients, 2020, 12(10): 2954-2969.

(收稿日期: 2024-12-20 修回日期: 2025-04-21)

• 短篇论著 •

# 超声心动图联合血清 sST2、FOXO1 对急性心肌梗死患者发生心力衰竭的预测价值

赵 琼<sup>1</sup>, 段唐海<sup>2</sup>, 阳前华<sup>1</sup>, 何俏闻<sup>1</sup>

1. 武汉亚心总医院超声科, 湖北武汉 430056; 2. 武汉市第四医院检验科, 湖北武汉 430033

**摘要:**目的 探讨超声心动图联合血清可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白(sST2)、转录因子叉头框蛋白 O1(FOXO1)对急性心肌梗死患者发生心力衰竭的预测价值。方法 选取 2021 年 1 月至 2022 年 1 月武汉亚心总医院收治的急性心肌梗死患者 106 例, 随访 12 个月记录心力衰竭是否发生, 随访结果中发生心力衰竭的患者有 32 例即为发生组, 未发生心力衰竭的 74 例即为未发生组。测量患者左心室射血分数(LVEF)、左心室舒张末期内径(LVEDD)、左心室收缩末期容积(LVESV)、左心室舒张末期容积(LVEDV)。采用酶联免疫吸附试验检测血清 sST2、FOXO1 水平。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析超声心动图联合血清 sST2、FOXO1 对急性心肌梗死患者发生心力衰竭的预测价值。采用多因素 Logistic 回归分析评估急性心肌梗死患者发生心力衰竭的影响因素。结果 与未发生组比较, 发生组 LVEF 降低, LVESV、LVEDV 及 sST2、FOXO1 水平升高( $P < 0.01$ )。ROC 曲线分析结果显示, 超声心动图(LVEF、LVESV、LVEDV)联合血清 sST2、FOXO1 对急性心肌梗死患者发生心力衰竭预测的曲线下面积(AUC)大于各指标单独预测的 AUC ( $Z_{LVEF-联合} = 4.938, P < 0.01$ ;  $Z_{LVESV-联合} = 3.828, P < 0.01$ ;  $Z_{LVEDV-联合} = 3.713, P < 0.01$ ;  $Z_{sST2-联合} = 3.515, P < 0.01$ ;  $Z_{FOXO1-联合} = 2.987, P = 0.003$ )。LVESV( $OR = 2.263$ )、LVEDV( $OR = 1.878$ )、sST2( $OR = 3.547$ )、FOXO1( $OR = 4.215$ )是急性心肌梗死患者发生心力衰竭的影响因素( $P < 0.05$ )。结论 急性心肌梗死发生心力衰竭患者血清 sST2、FOXO1 水平升高, 超声心动图联合血清 sST2、FOXO1 预测急性心肌梗死患者发生心力衰竭具有较高的临床价值。

**关键词:** 超声心动图; 可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白; 转录因子叉头框蛋白 O1; 急性心肌梗死; 心力衰竭

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2025.15.021

文章编号: 1673-4130(2025)15-1909-05

中图法分类号: R542.2

文献标志码: A

急性心肌梗死可导致胸痛和心律失常等并发症<sup>[1]</sup>。有研究表明, 大约 25% 的急性心肌梗死幸存者可发生心力衰竭<sup>[2]</sup>。因此, 对急性心肌梗死患者早期预测心力衰竭的发生有利于疾病的早期干预。超声心动图能够检测负荷状态下局部室壁运动异常, 间接估量心肌缺血, 评估心功能受损, 但其灵敏度和准确性较低, 具有一定的局限性<sup>[3]</sup>。生物标志物具有低支出、低风险和快速检测的特点, 可为其诊断提供重要信息<sup>[4]</sup>。可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白(sST2)其配体为白细胞介素(IL)-33<sup>[5]</sup>。在心脏成纤维细胞中, sST2 在心脏病或损伤期间高表达, 并直接参与心脏纤维化和重塑<sup>[6]</sup>。转录因子叉头框蛋白 O1(FOXO1)是叉头盒转录因子家族 O 亚群的成员, 有研究表明 FOXO1 在调节心脏代谢中发挥重要的作用<sup>[7]</sup>。但超声心动图联合血清 sST2、FOXO1 对急性心肌梗死患者心力衰竭发生的预测研究甚少。因此,

本研究通过探究超声心动图联合血清 sST2、FOXO1 对急性心肌梗死患者心力衰竭发生的预测价值, 以期为中心力衰竭的预测提供新的理论数据。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集 2021 年 1 月至 2022 年 1 月武汉亚心总医院收治的急性心肌梗死患者 106 例, 随访 12 个月记录心力衰竭是否发生<sup>[8]</sup>, 本次随访结果中发生心力衰竭的患者有 32 例即为发生组, 未发生心力衰竭的 74 例即为未发生组。发生组年龄 57~73 岁, 平均(65.65±7.12)岁; 其中男 17 例, 女 15 例; 体重指数(BMI)为(21.52±2.23)kg/m<sup>2</sup>。未发生组年龄 57~74 岁, 平均(65.62±7.05)岁; 其中男 40 例, 女 34 例, BMI 为(21.48±2.18)kg/m<sup>2</sup>。纳入标准: (1) 急性心肌梗死诊断符合《急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)》<sup>[9]</sup>的标准; (2) 心力衰竭的诊断符合《中国心力衰竭诊断和治疗指南 2014》<sup>[8]</sup>的标