

多囊卵巢综合征患者血清 SAA1、PTX3 表达与胰岛素抵抗的相关性

祝 佳¹, 袁 琴², 胡桂琼²

(乐山市妇幼保健院 1. 妇科; 2. 生殖医学科, 四川 乐山 614000)

[摘要]目的 探究多囊卵巢综合征(PCOS)患者血清淀粉样蛋白 A1(SAA1)、正五聚蛋白 3(PTX3)表达与胰岛素抵抗(IR)的相关性。**方法** 选取 2022 年 5 月至 2024 年 4 月于乐山市妇幼保健院进行治疗的 PCOS 患者 179 例作为研究组,根据稳态模型胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)分为合并 IR 组 83 例和非合并 IR 组 96 例,选择同期健康体检人员 95 例作为对照组。使用酶联免疫吸附法(ELISA)法检测血清 SAA1 和 PTX3 水平,同时检测空腹血糖(FBG)、空腹胰岛素(FINS)等临床指标。使用 Pearson 相关分析合并 IR 组血清 SAA1、PTX3 水平与 IR 相关指标的相关性,使用 Logistic 回归分析 PCOS 患者 IR 发生的影响因素,使用受试者工作特征(ROC)曲线分析模型预测价值。**结果** 与对照组相比,研究组 SAA1 和 PTX3 表达水平上调,差异有统计学意义(t 值分别为 12.696、11.541, $P < 0.05$);合并 IR 组的体质指数(BMI)、FBG、FINS、HOMA-IR、SAA1 和 PTX3 高于非合并 IR 组,差异有统计学意义(t 值介于 2.758~17.212 之间, $P < 0.05$);合并 IR 组血清 SAA1 和 PTX3 表达水平与 BMI、FBG、FINS 和 HOMA-IR 指标均呈正相关性(r 值介于 0.412~0.532 之间, $P < 0.05$);多因素 Logistic 回归分析结果显示 SAA1 和 PTX3 为 PCOS 患者 IR 发生的危险因素(OR 值分别为 2.189、1.547, $P < 0.05$);血清 SAA1 和 PTX3 水平分别预测 PCOS 合并 IR 发生的曲线下面积(AUC)为 0.788 和 0.793,二者联合预测的 AUC 为 0.880,明显高于 SAA1 和 PTX3 单独预测(Z 值分别为 2.110、2.071, $P < 0.05$)。**结论** 多囊卵巢综合征患者血清 SAA1 和 PTX3 水平显著上调,多囊卵巢综合征合并胰岛素抵抗患者血清 SAA1 和 PTX3 水平显著高于非合并胰岛素抵抗组,血清 SAA1 和 PTX3 水平的检测有可能用于多囊卵巢综合征及其合并胰岛素抵抗病情的评估。

[关键词] 多囊卵巢综合征;血清淀粉样蛋白 A1;正五聚蛋白 3;胰岛素抵抗;相关性

Doi:10.3969/j.issn.1673-5293.2026.03.010

[中图分类号] R173

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-5293(2026)03-0069-06

Correlation between serum SAA1, PTX3 levels and insulin resistance in patients with polycystic ovary syndrome

ZHU Jia¹, YUAN Qin², HU Guiqiong²

(1. Department of Gynecology, Leshan Maternal and Child Health Hospital, Sichuan Leshan 614000, China;

2. Department of Reproductive Medicine, Leshan Maternal and Child Health Hospital, Sichuan Leshan 614000, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the correlation between serum amyloid A1 (SAA1) and pentraxin-3 (PTX3) expression and insulin resistance (IR) in patients with polycystic ovary syndrome (PCOS). **Methods** From May 2022 to April 2024, 179 PCOS patients who received treatment in Leshan Maternal and Child Health Hospital were included as the study group. According to the homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR), they were grouped into a combined IR group of 83 cases and a non-IR group of 96 cases. Meanwhile, 95 healthy individuals who underwent physical examinations were selected as the control group. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) method was applied to detect serum levels of SAA1 and PTX3. The clinical factors such as fasting blood glucose (FBG) and fasting insulin (FINS) were detected. Pearson correlation was applied to analyze the correlation between serum SAA1 and PTX3 levels and IR-related indicators in the combined IR group. Logistic regression was applied to analyze the influencing factors of IR in PCOS patients. The receiver operating characteristic (ROC) curve was applied to analyze the predictive value of the model. **Results** Compared with the control group, the expression levels of SAA1 and PTX3 in the study group were increased, and the difference was statistically significant ($t = 12.696, 11.541, P < 0.05$); the BMI, FBG, FINS, HOMA-IR, SAA1 and PTX3 in the combined IR group were higher than those in the non-IR group, and the difference was

[收稿日期] 2024-11-28

[作者简介] 祝 佳(1980—),女,主治医师,主要从事内分泌及辅助生殖技术研究。

[通讯作者] 胡桂琼,副主任医师。

statistically significant (t values ranged from 2.758 to 17.212, $P < 0.05$); the expression levels of serum SAA1 and PTX3 in the combined IR group were positively correlated with the BMI, FBG, FINS and HOMA-IR indicators (r values ranged from 0.412 to 0.532, $P < 0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that SAA1, and PTX3 were risk factors for IR occurrence in PCOS patients ($OR = 2.189, 1.547, P < 0.05$). The area under the curve (AUC) for predicting IR occurrence in PCOS patients by serum SAA1 and PTX3 levels was 0.788 and 0.793 respectively. The AUC for the combined prediction was 0.880, which was significantly higher than that of the individual predictions of SAA1 and PTX3 ($Z = 2.110, 2.071, P < 0.05$). **Conclusion** The expression levels of serum SAA1 and PTX3 in PCOS patients are significantly elevated. The expression levels of serum SAA1 and PTX3 in PCOS patients combined with IR are significantly higher than those in the non-IR group. The detection of serum SAA1 and PTX3 levels may be used for evaluating disease status of PCOS patients and PCOS patients with IR.

[Key words] polycystic ovary syndrome; serum amyloid A1; pentraxin-3; insulin resistance; correlation

多囊卵巢综合征 (polycystic ovary syndrome, PCOS) 是以雄激素水平升高、排卵功能障碍和形态异常为特征的妇科常见疾病, 会伴随月经不调、高胰岛素血症、高雄激素和不孕不育等多种并发症的发生^[1]。大部分 PCOS 患者患有胰岛素抵抗 (insulin resistance, IR), 而 IR 又会导致雄激素分泌水平的增加, 从而减少性激素结合球蛋白的分泌, 加重 PCOS 的病情发展, 严重危害女性健康^[2]。因此, 在 PCOS 发展早期准确评估胰岛素敏感性, 并对 IR 进行有效干预, 对于降低 PCOS 长期并发症的发生风险至关重要。目前 IR 诊断金标准是葡萄糖钳夹技术, 葡萄糖耐量试验是简化钳夹技术的替代方法, 然而, 钳夹试验和葡萄糖耐量试验都需要复杂、耗时和昂贵的采样程序, 不适合临床实践^[3]。近年来, 多种简单、廉价和有效的标志物已在 PCOS 合并 IR 中进行研究, 其中包括血清淀粉样蛋白 A1 (serum amyloid A1, SAA1) 和正五聚蛋白 3 (pentraxin-3, PTX3) 等。SAA 是一种急性期蛋白, 主要由肝脏应对炎症和创伤的反应产生, 在非肝组织中也有表达, 其过表达与肥胖和 2 型糖尿病外周组织的慢性炎症和 IR 发展有关, 其中 SAA1 是最丰富的异构体^[4]。PTX3 是一类多功能蛋白质, 参与调节胰岛素分泌、葡萄糖代谢、卵巢卵丘细胞功能、炎症因子活动、雄激素代谢、脂质吸收转运和内皮细胞功能等过程^[5]。有研究发现, PCOS 患者卵泡也和颗粒细胞中的 PTX3 浓度显著上升, 与 PCOS 的病理发展过程相关^[6]。目前关于 SAA1 和 PTX3 联合在 PCOS 合并 IR 中的相关研究较少, 因此, 本研究探讨 PCOS 患者血清 SAA1 和 PTX3 的表达水平, 以及与 IR 发生的相关性, 旨在为 PCOS 病情的评估及合并 IR 发生的预测提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

分析 2022 年 5 月至 2024 年 4 月于乐山市妇幼保健院进行治疗的 PCOS 患者 179 例作为研究组, 根据稳态模型胰岛素抵抗指数 (homeostasis model assessment of insulin resistance, HOMA-IR) = 空腹血糖 (fasting blood glucose, FBG) $\times$ 空腹血清胰岛素 (fasting insulin, FINS) / 22.5^[7], 将研究组患者分为合并 IR 组 83 例 (指数 ≥ 2.69), 非合并 IR 组 96 例 (指数 < 2.69), 选择同期健康体检人员 95 例作为对照组。纳入标准: ① PCOS 符合《多囊卵巢综合征中国诊疗指南》中的诊断标准^[8]; ② 临床资料齐全; ③ 知情并签署知情同意书。排除标准: ① 其他原因月经失调者; ② 恶性肿瘤或免疫系统疾病者; ③ 心肝肾重要器官严重障碍者; ④ 近期服用疾病相关药物; ⑤ 精神或认知障碍者。本研究经伦理委员会批准后进行 (审批号: 2022085)。

1.2 研究方法

采集所有研究对象月经周期第 2~5 天空腹静脉血 5 mL, 3 000 r/min 于离心机 (TGL-20M, 上海卢湘仪离心机仪器有限公司) 中离心 20 min, 收集上层血清于 -80°C 保存待测。收集所有研究对象的一般资料, 包括年龄、身高和体重等, 计算体质量指数 (body mass index, BMI)。

使用酶联免疫吸附法 (enzyme linked immunosorbent assay, ELISA) 检测血清 SAA1 和 PTX3 表达水平, SAA1 和 PTX3 ELISA 试剂盒来自艾美捷科技有限公司, 实验操作如下: 于酶标包被板上添加标准品、样品稀释液及血清样品, 晃动混匀后加入酶标试剂, 封板后 37°C 温育 60 min, 弃去液体, 使用稀释后的洗涤液重复洗涤 5 次, 拍干加入显色剂混

匀,37℃避光显色 15 min,加入终止液终止反应,于多功能酶标仪[Spark,帝肯(上海)实验器材有限公司]中测量每孔的吸光度。

使用全自动生化分析仪[日立科学仪器(北京)有限公司 LABOSPECT 008α]检测甘油三酯(triglyceride,TG)、FBG、FINS、总胆固醇(total cholesterol,TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol,HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol,LDL-C),并计算 HOMA-IR。

使用全自动化学发光免疫分析仪(迈瑞 CL-6000i)检测睾酮、雌二醇(estradiol,E2)、促黄体生成素(luteinizing hormone,LH)和促卵泡生成激素(follicle-stimulating hormone,FSH)等指标。

1.3 统计学方法

数据使用软件 SPSS 25.0 进行分析。计数资料用例数(n)和百分比(%)表示。计量数据(年龄、BMI、TC、TG 等)符合正态分布,以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组间比较使用独立样本 *t* 检验。使用 Pearson 相关分析研究组血清 SAA1 和 PTX3 水平之间,以及合并 IR 组血清 SAA1、PTX3 水平与 IR 相关指标的相关性。使用 Logistic 回归分析 PCOS 发生及 PCOS 患者 IR 发生的影响因素。使用受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线分析血清 SAA1 和 PTX3 水平对 PCOS 发生的诊断价值及对 PCOS 合并 IR 发生的预测价值。*P*<

0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究组和对照组血清 SAA1 和 PTX3 表达水平比较

与对照组相比,研究组 SAA1 和 PTX3 表达水平上调,差异有统计学意义(*t* 值分别为 12.696、11.541,*P*<0.05),见表 1。

表 1 研究组和对照组血清 SAA1 和 PTX3 表达水平比较($\bar{x}\pm s$)

Table 1 Comparison of serum SAA1 and PTX3 levels between the study group and the control group ($\bar{x}\pm s$)			
组别	例数(n)	SAA1(ng/mL)	PTX3(ng/mL)
对照组	95	38.25±9.32	2.13±0.46
研究组	179	59.09±14.48	3.06±0.71
<i>t</i>		12.696	11.541
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.2 合并 IR 组与非合并 IR 组的临床资料及血清 SAA1 和 PTX3 表达水平比较

合并 IR 组的年龄、TC、TG、HDL-C、LDL-C、FSH、LH、E2 和睾酮与非合并 IR 组相比差异无统计学意义(*P*>0.05),合并 IR 组的 BMI、FBG、FINS、HOMA-IR、SAA1 和 PTX3 高于非合并 IR 组,差异有统计学意义(*t* 值介于 2.758~17.212 之间,*P*<0.05),见表 2。

表 2 合并 IR 组与非合并 IR 组的临床资料及血清 SAA1 和 PTX3 表达水平比较($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Comparison of clinical data and serum SAA1 and PTX3 levels between the IR group and the non-IR group ($\bar{x}\pm s$)				
临床资料	合并 IR 组(n=83)	非合并 IR 组(n=96)	<i>t</i>	<i>P</i>
年龄(岁)	28.17±3.56	28.32±3.95	0.265	0.791
BMI(kg/m ²)	24.76±2.92	23.59±2.75	2.758	0.006
FBG(mmol/L)	5.93±1.08	4.78±0.82	8.082	<0.001
FINS(mIU/L)	14.37±2.66	9.15±2.24	14.253	<0.001
TC(mmol/L)	4.56±0.75	4.39±0.64	1.636	0.104
TG(mmol/L)	1.48±0.29	1.42±0.32	1.306	0.193
HDL-C(mmol/L)	1.09±0.27	1.15±0.22	1.638	0.103
LDL-C(mmol/L)	2.76±0.57	2.68±0.53	0.972	0.332
HOMA-IR	3.79±0.93	1.94±0.46	17.212	<0.001
FSH(U/L)	6.24±0.82	6.18±0.87	0.473	0.637
LH(U/L)	13.32±2.61	12.69±2.49	1.651	0.101
睾酮(nmol/L)	1.02±0.15	0.99±0.16	1.288	0.200
E2(pmol/L)	68.26±10.78	71.18±11.93	1.707	0.090
SAA1(ng/mL)	69.68±16.89	49.93±11.97	9.113	<0.001
PTX3(ng/mL)	3.61±0.81	2.67±0.59	8.952	<0.001

2.3 合并 IR 组血清 SAA1 和 PTX3 表达水平与 IR 相关指标的相关性分析

Pearson 相关分析结果显示,合并 IR 组血清 SAA1 和 PTX3 表达水平与 BMI、FBG、FINS 和 HOMA-IR 指标均呈正相关性(r 值介于 0.412~0.532 之间, $P<0.05$),见表 3。

2.4 PCOS 患者 IR 发生的影响因素

以连续变量 BMI、FBG、FINS、SAA1 和 PTX3 为自变量,以 PCOS 患者是否发生 IR(否=0,是=1)为因变量进行 Logistic 回归分析,结果显示 SAA1 和 PTX3 为 PCOS 患者 IR 发生的危险因素(OR 值

分别为 2.189、1.547, $P<0.05$),见表 4。

表 3 合并 IR 组血清 SAA1 和 PTX3 表达水平与相关指标的 Pearson 相关性分析

Table 3 Pearson correlation analysis of serum SAA1 and PTX3 levels with related indicators in the IR group

指标	SAA1		PTX3	
	r	P	r	P
BMI	0.507	<0.001	0.458	<0.001
FBG	0.470	<0.001	0.532	<0.001
FINS	0.467	<0.001	0.412	<0.001
HOMA-IR	0.451	<0.001	0.507	<0.001

表 4 Logistic 回归分析 PCOS 患者 IR 发生的影响因素

Table 4 Logistic regression analysis of factors associated with insulin resistance in PCOS patients

因素	β	$S.E.$	Wald χ^2	P	OR	95% CI
BMI	0.506	0.264	3.668	0.055	1.658	0.988~2.782
FBG	0.670	0.402	2.777	0.096	1.954	0.889~4.296
FINS	0.726	0.411	3.121	0.077	2.067	0.924~4.626
SAA1	0.783	0.304	6.642	0.010	2.189	1.206~3.972
PTX3	0.436	0.176	6.146	0.013	1.547	1.096~2.184

2.5 ROC 曲线分析血清 SAA1 和 PTX3 水平对 PCOS 合并 IR 发生的预测价值

血清 SAA1 和 PTX3 水平分别预测 PCOS 合并 IR 发生的曲线下面积(area under the curve,AUC)为 0.788(0.728~0.858)和 0.793(0.719~0.856),最佳截断值为 62.09 ng/mL 和 3.21 ng/mL,二者联合预测的 AUC 为 0.880(95% CI : 0.829~0.931),明显高于 SAA1 和 PTX3 单独预测(Z 值分别为 2.110、2.071, $P<0.05$),且特异性较高,见图 1 和表 5。

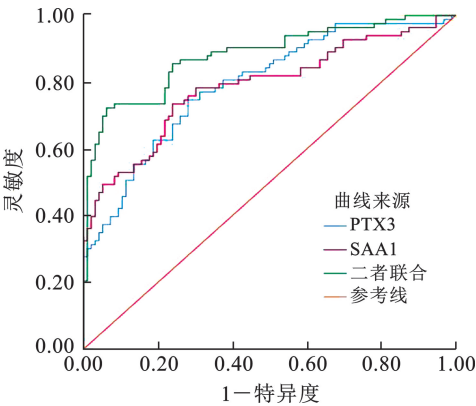


图 1 ROC 曲线分析血清 SAA1 和 PTX3 水平对 PCOS 合并 IR 的预测价值

Fig.1 ROC curve of the predictive value of serum SAA1 and PTX3 levels for insulin resistance in PCOS patients

表 5 ROC 曲线分析血清 SAA1 和 PTX3 水平对 PCOS 合并 IR 的预测价值

Table 5 ROC curve analysis of the predictive value of serum SAA1 and PTX3 levels for insulin resistance in PCOS patients

变量	AUC	95% CI	最佳截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	Youden 指数
SAA1(ng/mL)	0.788	0.728~0.858	62.09	74.70	71.87	0.466
PTX3(ng/mL)	0.793	0.719~0.856	3.21	73.49	76.04	0.495
二者联合	0.880	0.829~0.931	—	72.29	93.75	0.660

3 讨论

PCOS 是一种常见的内分泌和代谢疾病,约占育龄女性的 6%~20%,其临床症状及多种合并症影响育龄女性的生活质量^[9]。PCOS 患者由于骨骼肌和脂肪外周组织胰岛素敏感性降低,以及胰岛素受体异常,导致发生代偿性高胰岛素血症和高血糖的风险提升^[10]。而 IR 和高胰岛素血症还会扰乱血管功能并影响卵母细胞发育到胚胎发育的过程,对妊娠结局产生不利影响^[11]。因此,早期评估 PCOS 发生 IR 的风险,对于 PCOS 患者 IR 的预防及改善预后极其重要。本研究分析 PCOS 患者血清 SAA1 和 PTX3 表达水平及与 IR 发生的相关性,评估血清 SAA1 和 PTX3 表达水平对 PCOS 合并 IR 发生的预测价值,以期评估 PCOS 合并 IR 病情的发展及 PCOS 患者的管理提供帮助。

3.1 SAA1 可作为与 PCOS 合并 IR 相关的生物指标

慢性低度炎症是 PCOS 的特征之一,是由于患者机体异常的细胞因子分泌、免疫细胞的功能障碍及激素紊乱导致^[9]。SAA1 在患有慢性或复发性炎症患者组织中表达异常,影响高密度脂蛋白的质量和功能,并能加剧高密度脂蛋白的糖化^[12]。在 IR、肌肉减少症和非酒精性脂肪性肝病等代谢紊乱患者中,血清 SAA1 水平显著升高,敲除 SAA1 可防止肝脂肪变性和炎症的发生^[13]。本研究中,PCOS 组患者的 SAA1 表达水平显著高于对照组,PCOS 合并 IR 患者的 SAA1 表达水平显著高于非合并 IR 患者,且 SAA1 水平与 IR 相关指标 BMI、FBG、FINS 和 HOMA-IR 呈正相关,这提示了 SAA1 可能在 PCOS 患者 IR 发生的过程中起作用。多因素 Logistic 进一步分析显示,SAA1 是 PCOS 患者 IR 发生的危险因素。既往研究显示,SAA1 在高脂饮食诱导的 IR 小鼠模型中高表达,通过沉默 SAA1 或抑制 NF- κ B 通路,SAA1 水平显著下降,小鼠的 FBG 及 FINS 水平、葡萄糖耐受性和全身胰岛素敏感性得以改善^[14]。这提示了 SAA1 参与 IR 的发生过程,并且通过激活 NF- κ B 通路促进模型小鼠的 IR 进展^[14]。由以上推测,在 PCOS 患者中,慢性低度炎症使机体产生过量的 SAA1,降低胰岛素敏感性,抑制蛋白激酶磷酸化、葡萄糖转运蛋白 4 易位和葡萄糖的摄取,从而促进颗粒细胞 IR 的发生。因此,

SAA1 可能通过改变胰岛素敏感性在 PCOS 合并 IR 的发病机制中起关键作用,SAA1 升高可能是相关的标志物和治疗靶点^[4]。

3.2 PTX3 可作为与 PCOS 合并 IR 相关的生物标志物

PTX3 是一种液相模式识别分子,属于急性反应物超家族,可以通过不同类型的细胞在炎症反应中局部产生,包括脂肪细胞、内皮细胞和滤泡细胞等^[15]。PTX3 在多种病理疾病,包括感染、心血管疾病、骨骼疾病及癌症中发挥作用,有望成为诊断、预后和治疗的潜在目标^[16]。有研究显示,PCOS 组血浆 PTX3 高于非 PCOS 组,PCOS 患者的 $\log_{10}$ (PTX3) 与 $\log_{10}$ (BMI) 和 $\log_{10}$ (HOMA-IR) 呈正相关^[17]。本研究结果与上述研究相似,具体表现为 PCOS 患者的 PTX3 表达水平显著高于对照组,PCOS 合并 IR 患者的 PTX3 表达水平显著高于非合并 IR 患者,与 BMI、FBG、FINS 和 HOMA-IR 指标呈正相关性,且经多因素 Logistic 进一步分析表明,PTX3 表达上调是 PCOS 患者 IR 发生的危险因素,以上共同提示了 PTX3 在 PCOS 患者发生 IR 的过程发挥作用,PTX3 水平升高可能促进了 IR 的发生。袁茜等^[18]研究显示,PTX3 水平与 2 型糖尿病患者的 IR 及炎症程度相关,可能通过调节炎症及免疫反应参与 IR 的进展。综合以上结论推测,PTX3 可能通过促进炎症反应过程影响 PCOS 合并 IR 的发展,PTX3 水平的上调加重 PCOS 合并 IR 的病情发展,可能作为 PCOS 合并 IR 发生的潜在标志物。目前关于 PTX3 在 IR 中的具体作用机制尚不清楚,还需未来深入探究。

3.3 SAA1 和 PTX3 联合检测可用于评估 PCOS 患者合并 IR 的发生

本研究显示,合并 IR 组的 BMI、FBG、FINS 和 HOMA-IR 显著高于非合并 IR 组,与吴萍等人^[19]的研究结果一致,提示了 PCOS 合并 IR 患者存在肥胖及糖代谢异常。此外,本研究还对血清 SAA1 和 PTX3 水平对 PCOS 合并 IR 的诊断价值进行了分析。ROC 结果显示,SAA1 和 PTX3 对 PCOS 合并 IR 发生有一定的预测价值,结果显示,SAA1 和 PTX3 单独预测 PCOS 合并 IR 发生的 AUC 分别为 0.788 和 0.793,联合两因子共同预测的 AUC 为 0.880,明显高于单独使用,且特异性升高,对提高预测结果的准确性有积极意义。因此血清 SAA1 和

PTX3 水平的检测有可能作为 PCOS 及其病情发展潜在的评估指标。

综上所述,PCOS 患者血清 SAA1 和 PTX3 水平均明显上调,PCOS 合并 IR 患者的血清 SAA1 和 PTX3 水平显著高于未合并 IR 发生,血清 SAA1 和 PTX3 水平与 PCOS 患者及其并发 IR 的发生密切相关,两者联合有望成为 PCOS 合并 IR 病情评估的辅助手段。本研究为 PCOS 合并 IR 的研究提供了一定的参考,但其中具体的作用机制尚不完全清晰,仍需深入探究。另外,本研究的样本来源单一且样本量较小,后续需要对来自不同中心的大批量样本进行分析以验证 SAA1 和 PTX3 的表达水平影响 PCOS 合并 IR 发生的准确性。未来还可以分析其他生物标志物联合 SAA1 和 PTX3 对 PCOS 病情进展的评估,为 PCOS 的并发症预防及病情干预提供更精准可靠的指标。

[参考文献]

- [1] Dong X C, Liu C, Zhuo G C, et al. Potential roles of mtDNA mutations in PCOS-IR: a review[J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2023, 16(1): 139-149.
- [2] Xu Y, Qiao J. Association of insulin resistance and elevated androgen levels with polycystic ovarian syndrome (PCOS): a review of literature[J]. *J Health Eng*, 2022(1): 9240569-9240581.
- [3] Zhao H, Zhang J, Cheng X, et al. Insulin resistance in polycystic ovary syndrome across various tissues: an updated review of pathogenesis, evaluation, and treatment[J]. *J Ovarian Res*, 2023, 16(1): 9-25.
- [4] Zhu Q, Yao Y, Xu L, et al. Elevated SAA1 promotes the development of insulin resistance in ovarian granulosa cells in polycystic ovary syndrome [J]. *Reprod Biol Endocrinol*, 2022, 20(1): 4-14.
- [5] 吴唯, 徐键. 正五聚蛋白 3 在多囊卵巢综合征中的作用研究进展[J]. *浙江大学学报(医学版)*, 2020, 49(5): 637-643.
- [6] Chen Y, Luo X, Li Y, et al. PTX3 impairs granulosa cell function by promoting the secretion of inflammatory cytokines in M1 macrophages via the JAK pathway[J]. *Steroids*, 2025, 214(1): 109541-109550.
- [7] 俞淑君, 魏兆莲. 多囊卵巢综合征患者胰岛素抵抗与血清中脑星形胶质细胞源性神经营养因子水平的关系[J]. *安徽医科大学学报*, 2023, 58(5): 850-853.
- [8] 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.
- [9] Siddiqui 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.
- [10] 张苗苗, 孙忻. 多囊卵巢综合征高雄激素血症的研究进展[J]. *生殖医学杂志*, 2024, 33(8): 1114-1119.
- [11] Cai W Y, Luo X, Lv H Y, et al. Insulin resistance in women with recurrent miscarriage: a systematic review and meta-analysis [J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2022, 22(1): 916-929.
- [12] Cho K H. Human serum amyloid a impaired structural stability of high-density lipoproteins (HDL) and apolipoprotein (Apo) A-I and exacerbated glycation susceptibility of ApoA-I and HDL [J]. *Molecules*, 2022, 27(13): 4255-4270.
- [13] Kung M L, Yang T H, Lin C C, et al. ADAR2 deficiency ameliorates non-alcoholic fatty liver disease and muscle atrophy through modulating serum amyloid A1 [J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2024, 15(3): 949-962.
- [14] Wang Y, Cao F, Wang Y, et al. Silencing of SAA1 inhibits palmitate- or high-fat diet induced insulin resistance through suppression of the NF- κ B pathway [J]. *Mol Med*, 2019, 25(1): 17-29.
- [15] Jin C, Zou K, Xu Y, et al. Elevated plasma pentraxin-3 in polycystic ovary syndrome is associated with hyperandrogenism: a case-control study [J]. *BMC Endocr Disord*, 2021, 21(1): 240-246.
- [16] Massimino A M, Colella F E, Bottazzi B, et al. Structural insights into the biological functions of the long pentraxin PTX3 [J]. *Front Immunol*, 2023, 14(1): 1274634-1274643.
- [17] Wyskida K, Franik G, Choreża P, et al. Pentraxin 3 levels in young women with and without polycystic ovary syndrome (PCOS) in relation to the nutritional status and systemic inflammation [J]. *Int J Endocrinol*, 2020, 2020(1): 1380176-1380184.
- [18] 袁茜, 梁淳, 刘娜, 等. 血清 GDF-15, chemerin, PTX3 水平与 2 型糖尿病患者肥胖、胰岛素抵抗及炎症的关系及其预测效能的构建与评价 [J]. *国际检验医学杂志*, 2024, 45(3): 320-324, 329.
- [19] 吴萍, 尹和芳, 贺倩, 等. 多囊卵巢综合征患者血清 IGF2BP2 表达与胰岛素抵抗的关系 [J]. *中国妇幼健康研究*, 2024, 35(12): 28-33.

[专业责任编辑: 于学文]

[中文编辑: 郭乐倩; 英文编辑: 孙梦菲]