

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.17.012
文章编号: 1005-8982 (2026) 17-0075-07

临床研究·论著

多囊卵巢综合征不孕症患者体外受精-胚胎移植助孕未妊娠的影响因素分析*

纪诚¹, 苗盛², 张颖³, 董兆卉¹, 王俊容¹, 冉征³

(吉林大学中日联谊医院 1. 妇科, 2. 生殖医学中心, 3. 产科, 吉林 长春 130021)

摘要: **目的** 分析多囊卵巢综合征(PCOS)不孕症患者体外受精-胚胎移植(IVF-ET)助孕未妊娠的影响因素,并根据影响因素构建预测模型。**方法** 选取2023年1月—2024年8月吉林大学中日联谊医院生殖医学中心PCOS不孕症患者135例,均进行首次IVF-ET助孕周期并接受新鲜胚胎移植,根据妊娠结果分为未妊娠组和妊娠组。采用多因素一般Logistic回归分析及森林图筛选PCOS不孕症患者IVF-ET助孕未妊娠的影响因素,建立预测模型。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析预测模型对PCOS不孕症患者IVF-ET助孕未妊娠的评估价值,绘制校准曲线进行一致性验证。**结果** 135例PCOS不孕症患者中IVF-ET助孕未妊娠发生率为45.93%(62/135)。未妊娠组年龄、体质量指数(BMI)>24 kg/m²占比、胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)、基础黄体生成素/卵泡刺激素(LH/FSH)水平均高于妊娠组,基础雌二醇(E2)水平、基础抗苗勒管激素(AMH)水平均低于妊娠组($P < 0.05$)。多因素一般Logistic回归分析结果显示:孕妇年龄大[$\hat{OR} = 2.955$ (95% CI: 1.573, 5.553)]、BMI高[$\hat{OR} = 2.549$ (95% CI: 1.044, 6.226)]、HOMA-IR水平高[$\hat{OR} = 2.195$ (95% CI: 1.435, 3.355)]、基础LH/FSH水平高[$\hat{OR} = 2.732$ (95% CI: 1.099, 6.793)]均是PCOS不孕症患者IVF-ET助孕未妊娠的独立危险因素($P < 0.05$);基础E2水平高[$\hat{OR} = 0.650$ (95% CI: 0.537, 0.786)]、基础AMH水平高[$\hat{OR} = 0.223$ (95% CI: 0.104, 0.479)]均是PCOS不孕症患者IVF-ET助孕未妊娠的保护因素($P < 0.05$)。ROC曲线分析结果显示:年龄、BMI、HOMA-IR、基础E2、基础LH/FSH、基础AMH联合评估PCOS不孕症患者IVF-ET助孕未妊娠的诊断效能更高,AUC值为0.947(95% CI: 0.895, 0.978),敏感性为90.32%(95% CI: 0.804, 0.956),特异性为91.78%(95% CI: 0.831, 0.963)。校准曲线显示预测概率与实际观测概率吻合良好(Brier得分0.087,校准斜率0.894)。内部验证(Bootstrap法及十折交叉验证)提示模型具有较好的稳定性,过拟合风险较低。**结论** PCOS不孕症患者IVF-ET助孕未妊娠的影响因素包括孕妇年龄、BMI、HOMA-IR、基础E2、基础LH/FSH、基础AMH,基于以上影响因素构建的预测模型不仅具有较高的预测效能,预测值与实际发生风险的一致性较高。

关键词: 多囊卵巢综合征;不孕症;体外受精-胚胎移植;妊娠;影响因素

中图分类号: R711.75

文献标识码: A

Analysis of influencing factors of IVF-ET assisted pregnancy in PCOS infertile patients*

Ji Cheng¹, Miao Sheng², Zhang Ying³, Dong Zhao-hui¹, Wang Jun-rong¹, Ran Zheng³

(1. Department of Gynecology, China-Japan Union Hospital of Jilin University, Changchun, Jilin 130021, China; 2. Department of Obstetrics, China-Japan Union Hospital of Jilin University, Changchun, Jilin 130021, China; 3. Reproductive Medicine Center, China-Japan Union Hospital of Jilin University, Changchun, Jilin 130021, China)

收稿日期: 2026-01-15

* 基金项目: 吉林省科技发展计划项目(YDJ202401219ZYT)

[通信作者] 冉征, E-mail: ranzheng@jlu.edu.cn

Abstract: Objective To analyze the factors associated with non-pregnancy after in vitro fertilization-embryo transfer (IVF-ET) in infertile patients with polycystic ovary syndrome (PCOS), and build a prediction model based on the influencing factorss. **Methods** A total of 135 PCOS infertile patients from Reproductive Medicine Center of China-Japan Union Hospital from January 2023 to August 2024 were selected. All patients underwent their first IVF-ET cycle with fresh embryo transfer. According to the pregnancy results, they were divided into non-pregnant group and pregnancy group. Multivariate binary Logistic regression analysis and forest map were used to screen the influencing factors of IVF-ET assisted pregnancy in PCOS infertile patients and establish a prediction model. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to evaluate the model for predicting non-pregnancy after IVF-ET in infertile patients with PCOS, and the calibration curve was drawn for consistency verification. **Results** In this study, the incidence of non-pregnancy after IVF-ET in 135 PCOS infertility patients was 45.93% (62/135). The non-pregnancy group had significantly higher maternal age, proportion of BMI >24 kg/m², HOMA-IR level, and basal LH/FSH level, but lower basal E2 level and basal AMH level compared with the pregnancy group (all $P < 0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that advanced maternal age [$\hat{OR} = 2.955$ (95% CI: 1.573, 5.553)], high BMI [$\hat{OR} = 2.549$ (95% CI: 1.044, 6.226)], high HOMA-IR level [$\hat{OR} = 2.195$ (95% CI: 1.435, 3.355)], and high basal LH/FSH level [$\hat{OR} = 2.732$ (95% CI: 1.099, 6.793)] were independent risk factors for non-pregnancy after IVF-ET in PCOS infertility patients ($P < 0.05$), whereas high basal E2 level [$\hat{OR} = 0.650$ (95% CI: 0.537, 0.786)] and high basal AMH level [$\hat{OR} = 0.223$ (95% CI: 0.104, 0.479)] were protective factors ($P < 0.05$). ROC curve analysis indicated that the combination of age, BMI, HOMA-IR, basal E2, basal LH/FSH and basal AMH had higher diagnostic efficacy for predicting non-pregnancy, with an AUC of 0.947 (95% CI: 0.895, 0.978), a sensitivity of 90.32% (95% CI: 0.804, 0.956) and a specificity of 91.78% (95% CI: 0.831, 0.963). The calibration curve showed good agreement between predicted probabilities and observed outcomes (Brier score 0.087, calibration slope 0.894). Internal validation (bootstrap and ten-fold cross-validation) indicated good model stability and low risk of overfitting. **Conclusion** Factors associated with non-pregnancy after IVF-ET in infertile patients with PCOS include maternal age, body mass index, HOMA-IR, basal E2, LH/FSH and AMH. The prediction model constructed based on the above influencing factorss not only has high predictive efficacy, but also has a high consistency between the predicted value and the actual risk.

Keywords: polycystic ovary syndrome; infertility; in vitro fertilization-embryo transfer; pregnancy; influencing factors

多囊卵巢综合征 (polycystic ovary syndrome, PCOS) 是一种常见的内分泌紊乱性疾病, 常伴有肥胖、月经不规律、高雄激素、卵巢多囊改变、排卵障碍, 是诱发不孕的重要原因之一^[1]。在育龄女性中, PCOS 发病率为 5% ~ 10%^[2]。体外受精-胚胎移植 (in vitro fertilization and embryo transfer, IVF-ET) 技术的发展为 PCOS 不孕症患者带来了妊娠的希望, 但由于 PCOS 患者雌激素水平异常、卵巢高反应性、胰岛素抵抗等问题的存在, 即使接受 IVF-ET 助孕仍无法保证患者妊娠成功^[3-4]。IVF-ET 从前期检查到后期完成 1 个周期的治疗, 耗费时间可达数月, 且花费甚高。为减轻患者心理负担, 合理利用医疗资源, 及早对患者进行妊娠结果评估具有重要意义。本研究通过筛选 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠的影响因素, 构建风险预测模型, 旨在为患者、临床决策提供指导。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2023 年 1 月—2024 年 8 月吉林大学中日联谊医院生殖医学中心 PCOS 不孕症患者 135 例。纳入标准: ①符合 PCOS 及不孕症诊断标准^[5-6]; ②年龄 22 ~ 42 岁; ③基线卵泡雌激素 (Follicular estrogen, FSH) 低于 10 U/L; ④配偶精液、性功能正常; ⑤符合 IVF-ET 指征^[7]; ⑥首次进行 IVF-ET 取卵周期并接受新鲜胚胎移植; ⑦患者均知情且同意。排除标准: ①严重心肝肾功能障碍; ②近 3 个月使用激素类药物; ③合并糖尿病、先天性肾上腺皮质增生; ④卵巢器质性病变; ⑤宫腔粘连、子宫畸形、子宫肌瘤、子宫内膜异位症; ⑥性传播疾病、泌尿系统畸形感染; ⑦血液系统、神经系统疾病; ⑧夫妻染色体异常。本研究经吉林大学中日联谊医院医学伦理委员会批准[(2025 年) 临研审第 (2025060404) 号]。

1.2 方法

1.2.1 收集资料 由经过培训合格的研究人员根据纳入、排除标准查阅医院电子病历系统收集 PCOS 不孕症患者及配偶相关资料。孕妇资料包括年龄、体质质量指数 (body mass index, BMI)、生活习惯 (吸烟、饮酒、饮茶、饮咖啡)、PCOS 病程、促排卵方案、胰岛素抵抗指数 (homeostasis model assessment-insulin resistance, HOMA-IR)、基础雌二醇 (Estradiol, E2)、黄体生成素/卵泡刺激素 (luteinizing hormone/Follicle-stimulating hormone, LH/FSH)、抗苗勒管激素 (anti-müllerian hormone, AMH)、促性腺激素 (Gonadotropin, Gn) 刺激时间、Gn 总剂量、窦卵泡数目、获卵数、人绒毛膜促性腺激素 (human chorionic gonadotropin, hCG) 日子宫内膜厚度、hCG 日孕酮水平、正常受精率、优质胚胎率、移植胚胎数及是否为优质胚胎移植。配偶资料包括年龄、BMI、生活习惯 (吸烟、饮酒、饮茶、饮咖啡)。

1.2.2 妊娠结果判断标准 移植后 2 周检测血 β -hCG, 若血 β -hCG >10 mIU/mL, 3 周后经阴道超声检查可见妊娠囊则判断为妊娠成功, 否则为未妊娠^[6]。

1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 25.0 和 R3.6.2 统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 比较用 t 检验; 计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较用 χ^2 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 operating characteristic curve, ROC) 曲线和校准曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者资料比较

本研究 135 例 PCOS 不孕症患者, 均进行首次 IVF-ET 助孕周期并接受新鲜胚胎移植, 其中 62 例未妊娠纳入未妊娠组, 未妊娠发生率为 45.93% (62/135), 剩余 73 例纳入妊娠组。妊娠组与未妊娠组吸烟率、饮酒率、饮茶率、饮咖啡率、hCG 日孕酮、促排卵方案构成、PCOS 病程、优质胚胎移植、Gn 刺激时间、Gn 总剂量、窦卵泡数目、获卵数、hCG 日子宫内膜厚度、正常受精率、优质胚胎率、移植胚胎数构成, 配偶年龄、BMI 构成、吸烟率、饮酒率、饮

茶率、饮咖啡率比较, 经 t/χ^2 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。妊娠组与未妊娠组孕妇年龄、BMI 构成、HOMA-IR、基础 E2、基础 LH/FSH、基础 AMH 水平比较, 经 t/χ^2 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 未妊娠组孕妇年龄、BMI >24 kg/m² 占比, HOMA-IR、基础 LH/FSH 水平均高于妊娠组, 基础 E2、基础 AMH 水平均低于妊娠组 ($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠的多因素一般 Logistic 回归分析

以助孕是否失败 (否=0, 是=1) 为因变量, 孕妇年龄 (实际值)、BMI (<18 kg/m²=1, $18 \sim 24$ kg/m²=2, >24 kg/m²=3)、HOMA-IR 水平 (实测值)、基础 E2 水平 (实测值)、LH/FSH 水平 (实测值) 和 AMH 水平 (实测值) 为自变量, 进行多因素一般 Logistic 回归分析 (后退法), 结果显示: 孕妇年龄大 [$\hat{OR} = 2.955$ (95% CI: 1.573, 5.553)]、BMI 高 [$\hat{OR} = 2.549$ (95% CI: 1.044, 6.226)]、HOMA-IR 水平高 [$\hat{OR} = 2.195$ (95% CI: 1.435, 3.355)]、基础 E2 水平低 [$\hat{OR} = 0.650$ (95% CI: 0.537, 0.786)]、基础 LH/FSH 水平高 [$\hat{OR} = 2.732$ (95% CI: 1.099, 6.793)]、基础 AMH 水平低 [$\hat{OR} = 0.223$ (95% CI: 0.104, 0.479)] 均为 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠的危险因素 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠一般 Logistic 回归分析的森林图

根据一般 Logistic 回归分析结果通过 R 语言绘制森林图, 显示年龄 [$\hat{OR} = 2.955$ (95% CI: 1.573, 5.553)]、BMI [$\hat{OR} = 2.549$ (95% CI: 1.044, 6.226)]、HOMA-IR [$\hat{OR} = 2.195$ (95% CI: 1.435, 3.355)]、基础 LH/FSH [$\hat{OR} = 2.732$ (95% CI: 1.099, 6.793)] 均为 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠的危险因素 ($P < 0.05$); 基础 E2 水平 [$\hat{OR} = 0.650$ (95% CI: 0.537, 0.786)]、基础 AMH 水平 [$\hat{OR} = 0.223$ (95% CI: 0.104, 0.479)] 均为 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠的保护因素 ($P < 0.05$)。见图 1。

2.4 一般 Logistic 回归模型建立及评价

根据多因素一般 Logistic 回归分析结果, 建立回归预测模型: $\text{logit}(P) = -7.846 + 1.083 \times \text{年龄} + 0.936 \times \text{BMI} + 0.786 \times \text{HOMA-IR} - 0.431 \times \text{基础 E2} + 1.005 \times \text{基础 LH/FSH} - 1.498 \times \text{基础 AMH}$ ($P < 0.05$); 得到 PCOS 不

表 1 两组患者临床资料比较

组别	n	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI 例(%)			生活习惯 例(%)				hCG 日孕酮/ (ng/mL, $\bar{x} \pm s$)
			<18 kg/m ²	18 ~ 24 kg/m ²	>24 kg/m ²	吸烟	饮酒	饮茶	饮咖啡	
妊娠组	73	31.05 ± 3.21 [†]	12(16.44)	40(54.79)	21(28.77)	5(6.85)	7(9.59)	12(16.44)	10(13.70)	1.12 ± 0.45
未妊娠组	62	33.97 ± 3.04	7(11.29)	20(32.26)	35(56.45)	7(11.29)	8(12.90)	12(19.35)	12(19.35)	1.25 ± 0.51
t/χ ² 值		5.396		10.675		0.817	0.372	0.196	0.789	1.557
P 值		0.000		0.005		0.366	0.542	0.658	0.374	0.122

组别	促排卵方案 例(%)			PCOS 病程/ (年, $\bar{x} \pm s$)	HOMA-IR ($\bar{x} \pm s$)	基础 E2/ (pg/mL, $\bar{x} \pm s$)	基础 LH/FSH ($\bar{x} \pm s$)	基础 AMH/(ng/ mL, $\bar{x} \pm s$)	优质胚胎移 植 例(%)
	拮抗剂方案	长方案	其他						
妊娠组	45(64.64)	25(34.25)	3(4.11)	7.17 ± 2.21	2.06 ± 0.31 [†]	41.18 ± 7.63 [†]	0.91 ± 0.31 [†]	6.11 ± 0.92 [†]	50(69.49)
未妊娠组	38(61.29)	22(35.48)	2(3.23)	7.59 ± 2.04	2.37 ± 0.33	33.64 ± 8.32	1.07 ± 0.35	5.19 ± 0.89	39(62.90)
t/χ ² 值		0.088		1.148	5.590	5.489	2.816	5.877	0.479
P 值		0.957		0.253	0.000	0.000	0.006	0.000	0.489

组别	Gn 刺激时间/ (d, $\bar{x} \pm s$)	Gn 总剂量/ (IU, $\bar{x} \pm s$)	窦卵泡数目/ (个, $\bar{x} \pm s$)	获卵数/ (个, $\bar{x} \pm s$)	hCG 日子宫内膜厚度/ (mm, $\bar{x} \pm s$)	正常受孕率/(%, $\bar{x} \pm s$)	优质胚胎率/ (%, $\bar{x} \pm s$)
妊娠组	10.45 ± 2.07	2 091.92 ± 211.76	9.53 ± 3.01	9.07 ± 2.84	10.41 ± 1.33	82.03 ± 11.97	54.78 ± 10.05
未妊娠组	11.06 ± 2.13	2 113.61 ± 206.87	8.97 ± 2.86	8.47 ± 2.67	10.86 ± 1.52	78.36 ± 12.73	52.07 ± 9.64
t/χ ² 值	1.680	0.600	1.107	1.263	1.814	1.716	1.596
P 值	0.095	0.550	0.270	0.209	0.072	0.088	0.113

组别	移植胚胎数 例(%)		配偶年龄/ (岁, $\bar{x} \pm s$)	配偶 BMI 例(%)			配偶生活习惯 例(%)			
	1 个	≥2 个		<18 kg/m ²	18 ~ 24 kg/m ²	>24 kg/m ²	吸烟	饮酒	饮茶	饮咖啡
妊娠组	35(47.95)	38(52.05)	33.95 ± 3.64	12(16.44)	36(49.32)	25(34.25)	22(30.14)	36(49.32)	20(27.40)	23(31.51)
未妊娠组	32(51.61)	30(48.39)	35.02 ± 3.89	10(16.13)	30(48.39)	22(35.48)	18(29.03)	30(48.39)	16(25.81)	17(27.42)
t/χ ² 值	0.180		1.641		0.022		0.020	0.012	0.043	0.269
P 值	0.671		0.103		0.989		0.889	0.915	0.836	0.604

注: †与未妊娠组比较, P < 0.05; 优质胚胎定义为移植当日评级为 I 级或 II 级的卵裂期胚胎或评分为 4BB 及以上的囊胚。

表 2 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠的多因素一般 Logistic 回归分析参数

因素	b	S _b	Wald χ ² 值	P 值	OR 值	95% CI	
						下限	上限
年龄	1.083	0.322	11.333	0.001	2.955	1.573	5.553
BMI	0.936	0.456	4.219	0.040	2.549	1.044	6.226
HOMA-IR	0.786	0.217	13.163	0.000	2.195	1.435	3.355
基础 E2	-0.431	0.097	19.776	0.000	0.650	0.537	0.786
基础 LH/FSH	1.005	0.465	4.677	0.031	2.732	1.099	6.793
基础 AMH	-1.498	0.389	14.873	0.000	0.223	0.104	0.479

孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠的预测概率 P 值。绘制 ROC 曲线, AUC 为 0.947(95% CI: 0.895, 0.978), 敏感性为 90.32%(95% CI: 0.804, 0.956), 特异性为 91.78%(95% CI: 0.831, 0.963)。绘制校准曲线, 发现该模型实际校准线距离参考线较近, 校准曲线 Brier 得分为 0.087, 校准斜率为 0.894。见图 2、3。

为进一步评估模型的稳定性, 采用 Bootstrap 法(重复抽样 1 000 次)进行内部验证, 校正后 AUC 为 0.931(95% CI: 0.902, 0.956), 校正后校准斜率为 0.861; 十折交叉验证的平均 AUC 为 0.935(± 0.028), 平均校准斜率为 0.872, 与原始模型结果接近, 提示模型具有较好的内部稳定性, 过拟合风险较低。

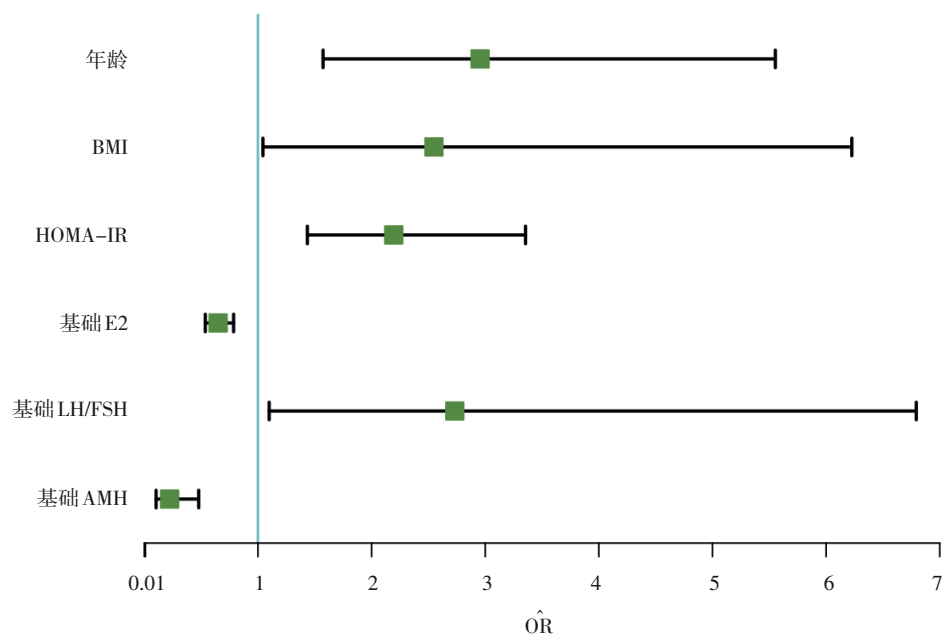


图 1 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠一般 Logistic 回归分析的森林图

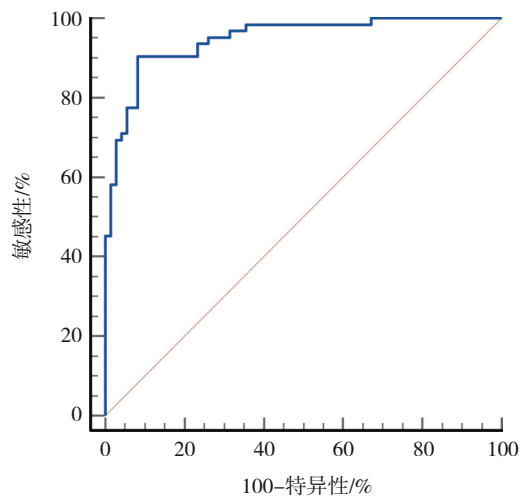


图 2 一般 Logistic 回归模型预测 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠的 ROC 曲线

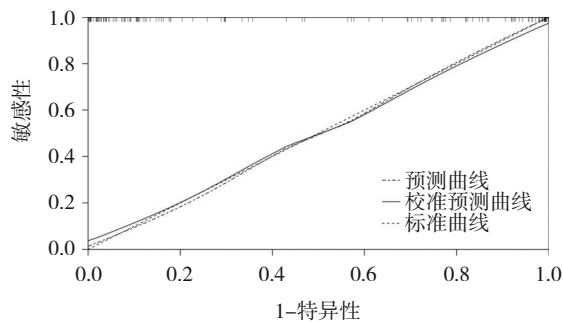


图 3 Logistic 回归模型预测 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠的校准曲线

3 讨论

据统计,PCOS 引发的不孕在所有不孕症中占比超过 70%^[8]。PCOS 不孕症患者因内分泌失调,卵泡发育异常,可能会出现卵母细胞减少、胚胎质量欠佳等情况,因此 IVF-ET 助孕后未妊娠风险较高^[9-10]。周晓燕等^[11]对 PCOS 患者 IVF-ET 妊娠结局进行统计发现,妊娠失败率达 39.42%。而在习艳霞等^[12]、陈冰等^[13]调查结果中,PCOS 不孕症患者未妊娠率均超过 50%。本研究统计发现,135 例 PCOS 不孕症患者未妊娠发生率为 45.93%,高于周晓燕等^[11]的统计结果,但低于习艳霞等^[12]、陈冰等^[13]的统计结果,整体仍处于较高水平。因此,及早识别 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕后未妊娠风险,改进治疗方案,对改善患者身心健康意义重大。

本研究经多因素一般 Logistic 回归分析及森林图筛选 PCOS 不孕症患者 IVF-ET 助孕未妊娠的影响因素有孕妇年龄、BMI、HOMA-IR、基础 E2、基础 LH/FSH、基础 AMH。①年龄是女性卵巢功能的重要因素,女性生育功能在 35 岁后开始降低,37 岁后显著降低。高龄孕妇(35 岁以上)卵母细胞数量减少、质量降低,即使接受有效的促排卵治疗,其获卵数也较少。汤小晗等^[14]在子宫内膜异位症相关性不孕症患者的研究中指出,年龄是体外受精/卵胞质内单精子注射-胚胎移植治疗的临床妊娠率的独立影响因

素。本研究发现,随着PCOS不孕症患者年龄增长,其IVF-ET助孕未妊娠风险明显升高,与上述研究具有相似性。②BMI:吴惠梅等^[15]研究发现,肥胖型PCOS不孕症患者妊娠失败率接近60%。BMI>24 kg/m²者为肥胖。本研究135例患者中56例为肥胖者,其中35例未妊娠,发生率也高达62.50%。肥胖对妊娠的影响包括胰岛素抵抗、抑制卵泡发育等。陈宏梅等^[16]研究表明,BMI增加是PCOS不孕症患者IVF-ET治疗妊娠失败的独立危险因素(OR=1.047),与本研究结果一致。③HOMA-IR:胰岛素抵抗是PCOS的重要病理生理变化,会导致卵泡募集过多,同时影响优势卵泡生长,降低促排卵效果^[17]。HOMA-IR>2.5提示孕妇可能存在胰岛素抵抗,HOMA-IR数值越高,其胰岛素抵抗水平越严重^[18]。本研究发现,PCOS不孕症患者HOMA-IR每增加1个单位,IVF-ET助孕未妊娠风险增加1.195倍,与赵冉冉等^[19]研究结果相似。④基础E2:基础E2水平较低的PCOS不孕症患者可获得的卵子数目越少,IVF-ET助孕过程中子宫窗口期时相延长,同时会影响子宫内膜相关因子表达,降低子宫内膜容受性,而良好的子宫内膜容受性是胚胎移植后在体内发育的关键,因此基础E2水平异常降低会增加妊娠失败的风险。习艳霞等^[12]研究发现,基础E2<35.40 pg/mL是PCOS患者IVF-ET未妊娠的独立危险因素,基础E2水平预测IVF-ET未妊娠的AUC值为0.618。本研究结果显示,基础E2为负相关影响因素,与上述研究具有相似性。⑤基础LH/FSH:基础LH/FSH异常升高意味着患者性激素处于紊乱状态,不利于卵泡发育,从而降低妊娠成功率。本研究中基础LH/FSH每升高1个单位,其未妊娠风险增加1.732倍。陈霞慧等^[20]也曾在相关研究中得出相似结论。⑥基础AMH:AMH是一种糖蛋白分化因子,在月经周期内可保持相对恒定,其水平与患者卵巢储备功能、IVF-ET卵巢反应性密切相关,较高的AMH有利于调节卵泡生长,促进卵泡发育至成熟,提高卵子和胚胎质量^[21-22]。胥博等^[23]研究发现,基础AMH是临床结局的保护因素。戚静宜等^[24]研究指出,AMH低为影响不孕症患者IVF-ET未妊娠的因素,预测的AUC值为0.816。本研究结果与以上两项结果相近。

PCOS不孕症患者IVF-ET助孕结果由多种因

素共同作用、参与,各因素在助孕结果中的作用各异,但单一因素的预测效能有限,根据森林图筛选的变量建立回归方程模型, $\text{logit}(P) = -7.846 + 1.083 \times \text{年龄} + 0.936 \times \text{BMI} + 0.786 \times \text{HOMA-IR} - 0.431 \times \text{基础E2} + 1.005 \times \text{基础LH/FSH} - 1.498 \times \text{基础AMH}$,拟合度较好,绘制ROC显示AUC为0.947,预测能力良好,且该模型预测值与实际发生风险一致性较高,提示医护人员可采用该模型初步判断PCOS不孕症患者IVF-ET助孕未妊娠发生风险,以便患者做出有效的决策。本研究旨在构建一个可用于临床初诊评估的预测模型。因此,笔者有意聚焦于在IVF-ET治疗启动前即可获取的、反映PCOS患者核心病理生理状态的基础指标,包括年龄、BMI、胰岛素抵抗指数、AMH、基础LH/FSH比值及基础E2。这些指标不仅与妊娠结局密切相关,而且具有重要的临床可干预性。例如,通过生活方式调整或药物干预改善BMI和胰岛素抵抗,已成为改善PCOS患者生育结局的一线策略。相比之下,促排卵方案、胚胎质量这类治疗周期内的参数,虽然是决定单次治疗结局的关键因素,但本身深受上述基础因素的影响,而且这类参数更适用于治疗过程中的方案调整优化,而非治疗前的风险预警。本研究通过构建基于基础指标的模型,为早期识别高危患者并实施个体化预处理提供了实用工具。

综上所述,孕妇年龄、BMI、HOMA-IR、基础E2、基础LH/FSH、基础AMH均为PCOS不孕症患者IVF-ET助孕未妊娠的影响因素,基于以上因素建立的预测模型具有较高的预测效能及校准度,但本研究未对预测模型进行组外验证,该模型的稳定性仍需多中心外部验证。

参考文献:

- [1] Han Y X, Wu H, Sun S Y, et al. Effect of high fat diet on disease development of polycystic ovary syndrome and lifestyle intervention strategies[J]. *Nutrients*, 2023, 15(9): 2230.
- [2] Stachowska A, Kicińska A M, Kotulak-Chrzęszcz A, et al. Usefulness of the sympto-thermal method with standardized cervical mucus assessment (InVivo method) for evaluating the monthly cycle in women with polycystic ovary syndrome (PCOS)[J]. *Healthcare (Basel)*, 2024, 12(11): 1108.
- [3] Matsuyama S, Whiteside S, Li S Y. Implantation and decidualization in PCOS: unraveling the complexities of

- pregnancy[J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(2): 1203.
- [4] 蒋莹, 李亚敏, 韩颖. PCOS 不孕患者卵泡液中 4 种氧化应激标志物水平对 IVF-ET 结局的影响[J]. *生殖医学杂志*, 2024, 33(10): 1323-1331.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 中华医学会生殖医学分会第一届实验室学组. 人类体外受精-胚胎移植实验室操作专家共识(2016)[J]. *生殖医学杂志*, 2017, 26(1): 1-8.
- [8] Kicińska A M, Stachowska A, Kajdy A, et al. Successful implementation of menstrual cycle biomarkers in the treatment of infertility in polycystic ovary syndrome-case report[J]. *Healthcare (Basel)*, 2023, 11(4): 616.
- [9] Gao Q Y, Ma C, Meng S Y, et al. Exploration of molecular features of PCOS with different androgen levels and immune-related prognostic biomarkers associated with implantation failure[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13: 946504.
- [10] 谢秋月, 赵小凤, 张湘琪, 等. 促卵泡激素与孕卵指数在不同临床表型多囊卵巢综合征不孕患者中的差异及与促排卵结局的关系[J]. *中国妇幼健康研究*, 2025, 36(2): 53-62.
- [11] 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.
- [12] 刁艳霞, 王慧春, 刘慧文. 基于受试者工作特征曲线分析血清抗苗勒管激素预测多囊卵巢综合征不孕女性辅助生殖妊娠结局的价值[J]. *中国妇幼保健*, 2021, 36(9): 2089-2092.
- [13] 陈冰, 刘智敏, 符先先, 等. 游离睾酮指数及 Irisin 对多囊卵巢综合征不孕患者体外受精-胚胎移植治疗妊娠结局预测价值分析[J]. *临床军医杂志*, 2022, 50(8): 810-813.
- [14] 汤小晗, 唐淑丽, 王明磊, 等. 子宫内膜异位症相关性不孕症患者的胚胎质量及 IVF/ICSI-ET 结局的研究[J]. *中华生殖与避孕杂志*, 2024, 44(8): 791-797.
- [15] 吴惠梅, 曾彬, 黄千貽, 等. 血清 SF、AMH、APN、NF- κ B 与肥胖型多囊卵巢综合征不孕患者胰岛素抵抗及 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.
- [16] 陈宏梅, 陈圆圆, 文壹, 等. 游离睾酮指数联合血清 GnSAF、SHBG 对多囊卵巢综合征不孕患者 IVF-ET 治疗妊娠结局的预测价值[J]. *现代生物医学进展*, 2023, 23(10): 1983-1987.
- [17] Kruszewska J, Laudy-Wiaderny H, Kunicki M. Review of novel potential insulin resistance biomarkers in PCOS patients-the debate is still open[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(4): 2099.
- [18] Luo X, Dong Y H, Zheng H S, et al. CAPN2 correlates with insulin resistance states in PCOS as evidenced by multi-dataset analysis[J]. *J Ovarian Res*, 2024, 17(1): 79.
- [19] 赵冉冉, 孙桂丽. 超重/肥胖型 PCOS 患者 IVF/ICSI-ET 妊娠失败危险因素分析及预测列线图构建[J]. *山东医药*, 2023, 63(18): 15-20.
- [20] 陈霞慧, 赵莹莹, 黄金娃, 等. 血清瘦素、鸢尾素、SHBG、AQP8 与 PCOS 不孕症接受 IVF-ET 患者激素水平和妊娠结局的关系研究[J]. *现代生物医学进展*, 2022, 22(24): 4790-4794.
- [21] Rudnicka E, Kunicki M, Calik-Ksepka A, et al. Anti-Müllerian hormone in pathogenesis, diagnostic and treatment of PCOS[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(22): 12507.
- [22] Keum J, Kim Y J, Choi S K, et al. The correlation between sex hormone-binding globulin and clinical characteristics according to Anti-Müllerian hormone in women with regular menstrual cycles: a prospective study[J]. *J Pers Med*, 2024, 14(3): 274.
- [23] 胥博, 谢文燕, 付秀虹, 等. 多囊卵巢综合征不孕伴胰岛素抵抗患者行 IVF/ICSI-ET 的临床结局分析[J]. *中华内分泌外科杂志*, 2022, 16(1): 93-97.
- [24] 戚静宜, 牛吉峰, 张婵, 等. 维生素 D 联合抗苗勒管激素预测不孕症患者 IVF-ET 妊娠结局的临床价值[J]. *中国计划生育学杂志*, 2023, 31(2): 380-384.
- (龚仪 编辑)
- 本文引用格式:** 纪诚, 苗盛, 张颖, 等. 多囊卵巢综合征不孕症患者体外受精-胚胎移植助孕未妊娠的影响因素分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2026, 36(17): 75-81.
- Cite this article as:** Ji C, Miao S, Zhang Y, et al. Analysis of influencing factors of IVF-ET assisted pregnancy in PCOS infertile patients[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2026, 36(17): 75-81.