

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.13.012
文章编号: 1005-8982 (2026) 13-0073-07

临床研究·论著

血清血管生成素样蛋白2、4及抗苗勒管激素 对子宫内膜异位症相关不孕症的预测价值*

李琳, 马向飞, 谭燕

(暨南大学附属广州红十字会医院 妇产科, 广东 广州 510000)

摘要: **目的** 探讨血清血管生成素样蛋白-2(Angptl-2)、血管生成素样蛋白-4(Angptl-4)及抗苗勒管激素(AMH)对子宫内膜异位症(EMT)患者不孕症的预测价值。**方法** 回顾性分析2022年5月—2025年5月暨南大学附属广州红十字会医院收治的206例EMT患者的临床资料。患者入院后均接受血清学检查。依据EMT患者是否合并不孕症分为不孕组(74例)与可孕组(132例)。比较两组患者的临床资料及血清Angptl-2、Angptl-4、AMH水平。采用多因素一般Logistic回归模型分析EMT患者发生不孕症的独立危险因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估各指标单独及联合检测对EMT患者不孕症的预测价值。**结果** 不孕组r-AFS分期Ⅲ、Ⅳ期占比及血清Angptl-2、Angptl-4水平均高于可孕组($P < 0.05$), AMH水平低于可孕组($P < 0.05$)。多因素一般Logistic回归分析结果显示, r-AFS分期Ⅲ、Ⅳ期[$\hat{OR} = 3.054$ (95% CI: 1.051, 8.870)]、Angptl-2水平高[$\hat{OR} = 2.067$ (95% CI: 1.565, 2.730)]、Angptl-4水平高[$\hat{OR} = 1.234$ (95% CI: 1.112, 1.369)]及AMH水平低[$\hat{OR} = 0.632$ (95% CI: 0.496, 0.806)]均为EMT患者不孕的危险因素($P < 0.05$)。ROC曲线分析结果显示, Angptl-2、Angptl-4、AMH单独及联合检测对EMT患者不孕症发生预测的曲线下面积分别为0.806(95% CI: 0.745, 0.858)、0.793(95% CI: 0.731, 0.846)、0.791(95% CI: 0.729, 0.845)、0.885(95% CI: 0.834, 0.925);敏感性分别为72.97%(95% CI: 0.612, 0.823)、70.27%(95% CI: 0.584, 0.801)、71.62%(95% CI: 0.598, 0.812)、74.32%(95% CI: 0.626, 0.835);特异性分别为72.73%(95% CI: 0.642, 0.799)、74.24%(95% CI: 0.658, 0.813)、73.48%(95% CI: 0.650, 0.806)、87.88%(95% CI: 0.808, 0.927)。**结论** 血清Angptl-2、Angptl-4、AMH联合检测对EMT患者不孕症发生的预测效能较高, 可为临床早期识别不孕症高风险患者提供参考。

关键词: 子宫内膜异位症; 不孕症; 血管生成素样蛋白; 抗苗勒管激素

中图分类号: R711.71

文献标识码: A

Value of serum angiopoietin-like protein 2, protein 4 and anti-Mullerian hormone levels in predicting infertility in patients with endometriosis*

Li Lin, Ma Xiang-fei, Tan Yan

(Department of Obstetrics and Gynecology, Guangzhou Red Cross Hospital of Jinan University, Guangzhou, Guangdong 510000, China)

Abstract: **Objective** To explore the predictive value of serum angiopoietin-like protein-2 (Angptl-2), angiopoietin-like protein-4 (Angptl-4) and anti-Mullerian hormone (AMH) levels on infertility in patients with endometriosis (EMT). **Methods** The clinical data of 206 patients with EMT admitted to Guangzhou Red Cross Hospital from May 2022 to May 2025 were analyzed retrospectively, and all patients received serological

收稿日期: 2026-03-01

* 基金项目: 广东省医学科学技术研究基金项目(2024A04033)

[通信作者] 谭燕, E-mail: 258008916@qq.com

examination after admission. EMT patients were divided into infertility group ($n = 74$) and fertile group ($n = 132$) according to whether they were complicated with infertility. The clinical data, serum levels of Angptls and AMH were compared between the two groups. Logistic regression analysis was used to screen the independent risk factors of infertility in EMT patients, and the receiver operating characteristic (ROC) curve of subjects was drawn to evaluate the predictive value of each index and joint detection for infertility in EMT patients. **Results** The proportion of patients with r-AFS stage III or IV, and the levels of serum Angptl-2 and Angptl-4 were higher in the infertility group than in the fertile group, while the AMH level was lower ($P < 0.05$). The results of the Logistic multivariate analysis showed that r-AFS stage III, IV [$\hat{OR} = 3.054$ (95% CI: 1.051, 8.870)], high Angptl-2 levels [$\hat{OR} = 2.067$ (95% CI: 1.565, 2.730)], high Angptl-4 levels [$\hat{OR} = 1.234$ (95% CI: 1.112, 1.369)], and low AMH levels [$\hat{OR} = 0.632$ (95% CI: 0.496, 0.806)] were all risk factors for infertility in EMT patients ($P < 0.05$). The AUCs for Angptl-2, Angptl-4, AMH alone and their combination were 0.806 (95% CI: 0.745, 0.858), 0.793 (95% CI: 0.731, 0.846), 0.791 (95% CI: 0.729, 0.845), and 0.885 (95% CI: 0.834, 0.925), respectively; the sensitivities were 72.97% (95% CI: 0.612, 0.823), 70.27% (95% CI: 0.584, 0.801), 71.62% (95% CI: 0.598, 0.812), and 74.32% (95% CI: 0.626, 0.835), respectively; the specificities were 72.73% (95% CI: 0.642, 0.799), 74.24% (95% CI: 0.658, 0.813), 73.48% (95% CI: 0.650, 0.806), and 87.88% (95% CI: 0.808, 0.927), respectively. **Conclusion** The combined detection of serum Angptl-2, Angptl-4 and AMH has a high predictive efficiency for infertility in EMT patients, which can provide reference for early clinical identification of patients with high risk of infertility.

Keywords: endometriosis; infertility; angiotensin-like protein; anti-mullerian hormone

子宫内膜异位症 (Endometriosis, EMT) 为临床常见妇科疾病, 指子宫内膜组织 (腺体、间质) 出现在子宫体以外的部位^[1-2]。EMT 发病率在生育年龄女性中为 10% ~ 15%, 其中约 1/3 的患者合并不孕症, 严重影响了女性的生殖健康与生活质量^[3]。因此, 准确评估 EMT 患者的不孕风险, 对于指导临床治疗和改善患者预后具有十分重要的意义。抗苗勒管激素 (anti-mullerian hormone, AMH) 是由卵巢颗粒细胞分泌的糖蛋白激素, 其水平与卵巢内窦前卵泡和小窦卵泡的数量密切相关, 可客观、稳定地反映卵巢储备功能^[4]。已有研究证实, EMT 患者血清 AMH 水平低于健康女性, 且 AMH 水平与患者的妊娠结局相关, 可作为预测 EMT 患者生育能力的潜在指标^[5]。但单独检测 AMH 对 EMT 患者不孕症的预测效能有限, 联合其他相关指标可能提高预测准确性。

AMH 作为评估卵巢功能与 EMT 相关不孕症的关键指标, 其表达水平与卵巢局部血管生成状态密切相关, 这种卵巢血管生成异常会破坏卵泡发育微环境, 进而抑制颗粒细胞分泌 AMH, 加剧不孕进程^[6]。血管生成素样蛋白 (angiotensin-like protein, Angptls) 是机体血管生成过程的关键调控分子, 具有双重生物学效应。一方面, 其通过介导卵巢局部血管生成紊乱, 间接干扰 AMH 的表达进程; 另一方面, 其又可与 AMH 形成协同作用, 共同

参与生殖系统损伤的病理调控环节; 二者在不孕症的发生、发展中发挥重要介导作用^[7]。现有研究证实, Angptl-2 等家族成员可通过促进血管内皮细胞增殖、迁移及管腔形成, 参与恶性肿瘤的病理性血管生成过程, 提示该蛋白家族在异常血管新生相关疾病中具有关键病理意义^[8]。EMT 以异位病灶异常血管生成、盆腔慢性炎症、卵巢微环境破坏为核心病理特征^[9], 推测 Angptls 家族成员可能通过参与 EMT 的病理性血管生成过程, 扰乱卵巢正常生理功能、恶化盆腔微环境, 最终介导不孕症的发生。目前针对 EMT 患者 Angptls 家族表达水平与不孕症发生的关联性、其临床预测价值的相关研究仍较为匮乏。基于此, 本研究通过检测 EMT 患者血清 Angptl-2、Angptl-4 及 AMH 水平, 探讨其与不孕症的相关性, 并分析各指标及联合检测对 EMT 患者不孕症的预测价值, 为临床早期识别 EMT 不孕高危人群、制订个体化治疗方案提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2022 年 5 月—2025 年 5 月暨南大学附属广州红十字会医院收治的 206 例 EMT 患者的临床资料。本研究经广州市红十字会医院医学伦理委员会审批通过 (穗红院医伦审 2026-005-01), 因属回顾性研究, 豁免患者知情同意。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①符合《子宫内膜异位症诊治指南(第三版)》^[10]中 EMT 的诊断标准,并经腹腔镜手术病理检查证实;②年龄 20~45 岁;③性生活正常,配偶精液正常(精液量 ≥ 1.5 mL,浓度 $\geq 15 \times 10^6$ /mL,前向运动精子率 $\geq 32\%$,正常形态精子率 $\geq 4\%$)^[11];④近 3 个月未接受激素治疗、免疫治疗或其他影响生殖内分泌的治疗;⑤临床资料完整。

1.2.2 排除标准 ①严重肝肾功能不全、生殖器官发育不良及子宫畸形或输卵管畸形;②既往月经不规律;③合并自身免疫性疾病或血液系统疾病;④合并多囊卵巢综合征(polycystic ovary syndrome, PCOS)、子宫肌瘤等其他妇科疾病;⑤合并恶性肿瘤;⑥合并精神疾病或认知障碍;⑦双侧输卵管梗阻;⑧妊娠期或哺乳期女性。

1.3 血清指标检测

采集研究对象空腹静脉血 5 mL,3 000 r/min 离心 10 min 后分离血清(离心半径 8 cm),并置于 -80 °C 冰箱中保存待测;采用酶联免疫吸附试验检测 Angptl-2、Angptl-4 水平(上海臻科生物科技有限公司,货号分别为:ZK-3627、ZK-2307);采用化学发光法检测 AMH 水平(上海酶联生物科技有限公司,货号:ml025705)。

1.4 不孕症判断标准

夫妻双方规律性生活(未采取避孕措施)1 年以上未受孕,排除男方因素(男方精液检查正常)即判定为不孕症^[12];研究时点前成功自然受孕则为可孕。依据上述判断标准将 EMT 患者分为不孕

组(74 例)与可孕组(132 例)。

1.5 资料收集

收集可能影响 EMT 患者不孕症发生的有关临床资料,主要包括年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、结婚时间、月经周期、流产史、内膜厚度、r-AFS 分期^[13]、病理分型、痛经、窦卵泡个数、孕酮、卵泡刺激素、黄体生成素、雌二醇。

1.6 统计学方法

数据分析采用 SPSS 27.0 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, ROC)曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较

不孕组和可孕组年龄、BMI、结婚时间、月经周期、流产史构成、痛经率、窦卵泡个数、孕酮水平、卵泡刺激素水平、黄体生成素水平、雌二醇水平、内膜厚度及病理分型构成比较,经 t 或 χ^2 检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$);不孕组和可孕组 r-AFS 分期构成比较,经 χ^2 检验,差异有统计学意义($P < 0.05$);不孕组 r-AFS 分期Ⅲ、Ⅳ期占比高于可孕组。见表 1。

2.2 两组血清 Angptl-2、Angptl-4 及 AMH 水平比较

不孕组和可孕组血清 Angptl-2、Angptl-4 及 AMH 水平比较,经 t 检验,差异均有统计学意义($P <$

表 1 两组临床资料比较

组别	<i>n</i>	年龄/ (岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI/ (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	结婚时间/ (年, $\bar{x} \pm s$)	月经周期/ (d, $\bar{x} \pm s$)	流产史 例(%)		
						自然流产	人工流产	无
不孕组	74	32.62 $\pm$ 3.96	24.13 $\pm$ 2.51	4.01 $\pm$ 1.16	28.55 $\pm$ 2.31	8(10.81)	5(6.76)	61(82.43)
可孕组	132	31.73 $\pm$ 4.56	24.08 $\pm$ 2.39	3.75 $\pm$ 0.96	28.26 $\pm$ 2.54	17(12.88)	9(6.82)	106(80.30)
t/χ^2 值		1.407	0.141	1.728	0.812		0.194	
P 值		0.161	0.888	0.085	0.418		0.908	

组别	痛经 例(%)		窦卵泡个数/ (个, $\bar{x} \pm s$)	孕酮/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	卵泡刺激素/ (u/L, $\bar{x} \pm s$)	黄体生成素/ (IU/L, $\bar{x} \pm s$)	雌二醇/ (pmol/L, $\bar{x} \pm s$)
	是	否					
不孕组	18(24.32)	56(75.68)	8.74 $\pm$ 2.82	1.87 $\pm$ 0.56	4.56 $\pm$ 1.03	7.68 $\pm$ 1.57	211.85 $\pm$ 52.38
可孕组	37(28.03)	95(71.97)	9.02 $\pm$ 2.97	2.03 $\pm$ 0.62	4.28 $\pm$ 0.98	7.39 $\pm$ 1.61	198.72 $\pm$ 50.74
t/χ^2 值	0.333		0.661	1.839	1.932	1.251	1.761
P 值	0.564		0.509	0.067	0.055	0.212	0.080

续表 1

组别	内膜厚度/(mm, $\bar{x} \pm s$)	r-AFS 分期 例(%)		病理分型 例(%)		
		I、II 期	III、IV 期	腹膜型	卵巢型	深部浸润型
不孕组	7.85 ± 1.92	42(56.76)	32(43.24)	15(20.27)	42(56.76)	17(22.97)
可孕组	8.21 ± 2.03	105(79.55)	27(20.45)	32(24.24)	71(53.79)	29(21.97)
t/χ ² 值	1.245	12.049		0.425		
P 值	0.215	0.001		0.808		

0.05);不孕组血清 Angptl-2、Angptl-4 水平均高于可孕组,AMH 水平低于可孕组。见表 2。

表 2 两组血清 Angptls 和 AMH 水平比较 (ng/mL, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	Angptl-2	Angptl-4	AMH
不孕组	74	9.25 ± 2.17	30.35 ± 6.04	3.40 ± 0.78
可孕组	132	6.58 ± 2.01	23.60 ± 4.87	4.29 ± 0.86
t 值		8.888	8.740	7.364
P 值		0.000	0.000	0.000

2.3 影响 EMT 患者不孕症发生的多因素一般 Logistic 回归分析

以 EMT 患者是否发生不孕症(否=0,是=1)为因变量,r-AFS 分期(I、II 期=0,III、IV 期=1)、Angptl-2 水平(实测值)、Angptl-4 水平(实测值)及 AMH 水平(实测值)为自变量,进行多因素一般 Logistic 回归分析(引入水准为 0.05,排除水准为 0.10),结果显示:r-AFS 分期 III、IV 期[$\hat{OR}$ =3.054 (95% CI: 1.051, 8.870)]、Angptl-2 水平高[$\hat{OR}$ =2.067

(95% CI: 1.565, 2.730)]、Angptl-4 水平高[$\hat{OR}$ =1.234 (95% CI: 1.112, 1.369)]及 AMH 水平低[$\hat{OR}$ =0.632 (95% CI: 0.496, 0.806)]均为 EMT 患者不孕症发生的危险因素($P < 0.05$)。见表 3。

2.4 血清 Angptl-2、Angptl-4、AMH 单独及联合检测对 EMT 患者不孕症的预测价值

ROC 曲线分析结果显示,血清 Angptl-2、Angptl-4、AMH 单独及三者联合检测预测 EMT 患者不孕症发生的曲线下面积分别为 0.806 (95% CI: 0.745, 0.858)、0.793 (95% CI: 0.731, 0.846)、0.791 (95% CI: 0.729, 0.845)、0.885 (95% CI: 0.834, 0.925);敏感性分别为 72.97% (95% CI: 0.612, 0.823)、70.27% (95% CI: 0.584, 0.801)、71.62% (95% CI: 0.598, 0.812)、74.32% (95% CI: 0.626, 0.835);特异性分别为 72.73% (95% CI: 0.642, 0.799)、74.24% (95% CI: 0.658, 0.813)、73.48% (95% CI: 0.650, 0.806)、87.88% (95% CI: 0.808, 0.927)。见表 4 和图 1。

表 3 影响 EMT 患者不孕症发生的多因素一般 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S _b	Wald χ ² 值	P 值	$\hat{OR}$ 值	95% CI	
						下限	上限
r-AFS 分期	1.116	0.544	4.212	0.040	3.054	1.051	8.870
Angptl-2	0.726	0.142	26.147	0.000	2.067	1.565	2.730
Angptl-4	0.210	0.053	15.739	0.000	1.234	1.112	1.369
AMH	-0.459	0.124	13.694	0.000	0.632	0.496	0.806

表 4 血清 Angptl-2、Angptl-4、AMH 单独及联合预测 EMT 患者不孕症的效能分析

指标	截断值	曲线下面积	95% CI		敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
Angptl-2	7.88 ng/mL	0.806	0.745	0.858	72.97	0.612	0.823	72.73	0.642	0.799
Angptl-4	26.56 ng/mL	0.793	0.731	0.846	70.27	0.584	0.801	74.24	0.658	0.813
AMH	3.73 ng/mL	0.791	0.729	0.845	71.62	0.598	0.812	73.48	0.650	0.806
联合		0.885	0.834	0.925	74.32	0.626	0.835	87.88	0.808	0.927

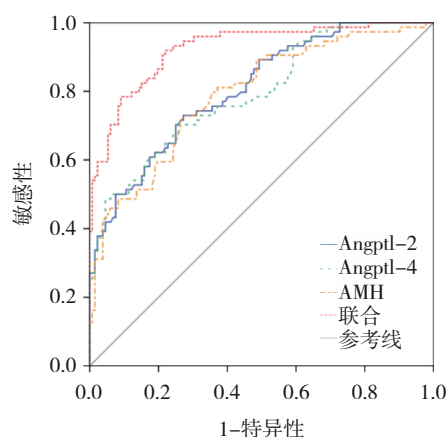


图1 血清Angptl-2、Angptl-4、AMH单独及联合预测EMT患者不孕症的ROC曲线

3 讨论

EMT是育龄期女性常见的良性妇科疾病,但其具有类似恶性肿瘤的转移、侵袭及复发特性,是导致继发性不孕症的重要原因之一^[14-15]。受现代女性婚育年龄推迟、生活方式的转变等因素影响,EMT发病率呈逐年增长趋势,其合并不孕症的比例亦随之升高^[16]。EMT导致不孕的机制复杂,目前认为与盆腔微环境改变、免疫功能异常、卵巢功能损伤、排卵障碍等因素相关,但具体机制尚未完全阐明^[17]。AMH直接反映卵巢储备功能,可预测EMT患者不孕症的发生。目前,关于Angptls家族成员在EMT患者血清中的表达变化及其与不孕症关联的研究较少,其具体作用机制仍需进一步探讨。本研究通过分析血清Angptls及AMH水平对EMT患者不孕症的预测价值,旨在为该类患者的临床评估与治疗提供参考依据。

本研究中,不孕组r-AFS分期Ⅲ、Ⅳ期占比高于可孕组。多因素Logistic回归分析显示,r-AFS分期Ⅲ、Ⅳ期是影响EMT患者不孕症发生的独立危险因素。分析原因可能为r-AFS分期是评估EMT严重程度的核心标准,其分级越高(Ⅲ、Ⅳ期),患者不孕症发生风险越高^[18]。金凤梅等^[19]研究结果也表明,r-AFS分期是影响育龄期女性EMT患者不孕症发生的危险因素,与本研究结果一致。近年来,血管生成异常在EMT发生、发展中的作用受到广泛关注。Angptls参与众多生理过程的调控,在生殖系统中,对卵泡发育、排卵及胚胎着床等关键环节具有重要调节作用^[20]。Angptls属多效性分泌

型糖蛋白,主要由肝脏、内皮细胞等分泌,其结构与血管生成素相似,该家族包括8个成员,可调控血管生成、细胞增殖侵袭、免疫炎症等病理过程^[21]。既往研究表明,血清Angptl-2、Angptl-4等水平升高与PCOS的发生密切相关,且与卵巢间质血流动力学有关^[22-23]。卵巢储备功能下降是EMT患者不孕的重要原因之一,尤其是卵巢子宫内膜异位囊肿患者,其卵巢皮质受损,卵泡数量减少,导致AMH水平降低。向敏等^[24]研究发现,EMT患者术后早期AMH水平降低,可作为预测患者预后的辅助指标。本研究结果显示,血清Angptl-2、Angptl-4水平均高于可孕组,AMH水平低于可孕组;并经多因素Logistic回归分析显示,高Angptl-2、高Angptl-4及低AMH水平均为影响EMT患者不孕症发生的危险因素。故在临床中需注意以上因素对EMT患者的影响,以降低不孕症的发生风险。

ROC曲线分析结果显示,血清Angptl-2、Angptl-4及AMH三者联合预测EMT患者不孕症发生的曲线下面积为0.885,高于血清Angptl-2、Angptl-4、AMH单独预测。EMT以盆腔慢性炎症及其所致粘连为始动环节,先破坏盆腔微环境稳态,进而损伤卵巢储备与内分泌功能,干扰排卵及拾卵过程,最终累及配子质量、胚胎发育与着床,形成“微环境→卵巢→排卵→配子/胚胎”的级联生殖损伤,各环节相互影响,构成恶性循环。Angptl-2可能是导致盆腔微环境恶化的核心分子,其既能通过激活成纤维细胞、促进胶原沉积,造成盆腔器官粘连而损害配子运输功能,又能通过破坏子宫内膜的周期性转化、降低容受性,进而增加不孕风险^[25]。Angptl-4高表达则可能通过加速卵泡池耗竭、降低卵巢储备功能,并进一步阻碍卵泡发育、抑制排卵相关因子的表达等途径来损害生育能力^[26]。Angptl-2与Angptl-4可能发挥协同致病作用,其中前者主要介导盆腔粘连与子宫内膜免疫紊乱,后者则侧重影响卵巢代谢及卵子质量。联合检测二者的表达水平,或可显著提升对EMT患者不孕风险的识别能力,有望成为评估重症EMT相关不孕的关键组合生物标志物。此外,EMT对卵巢造成的进行性、不可逆的特征性损伤,可通过压迫与侵袭破坏卵巢正常组织,从而损伤AMH分泌的细胞基础(即颗粒细胞),最终导致血清AMH

水平降低^[27];而AMH的下降进一步引发卵泡发育障碍、卵子质量下降及雌孕激素分泌异常,影响子宫内膜周期性变化及容受性,从而加剧不孕进程。因此,联合检测血清Angptl-2、Angptl-4及AMH水平,对EMT患者不孕症的发生具有更高的预测效能。

综上所述,血清Angptl-2、Angptl-4升高及AMH降低是EMT患者发生不孕的独立风险因素,三者联合检测具有优异的预测效能,有助于临床早期风险分层。本研究不足之处为单中心研究,样本量有限,可能存在选择偏倚。其次,本研究仅检测了血清中Angptl-2、Angptl-4及AMH水平,未检测异位病灶组织中上述指标的表达,无法明确其在病灶局部微环境中的具体作用机制。此外,本研究未对患者进行长期随访,亦未分析血清Angptl-2、Angptl-4及AMH水平与妊娠结局的直接关联。未来可扩大样本量、开展多中心研究,深入探讨血清Angptl-2、Angptl-4及AMH指标在EMT发生、发展及不孕中的具体分子机制,分析其与妊娠结局的关系,为临床治疗提供更可靠的依据。

参 考 文 献 :

- [1] WANG P H, YANG S T, CHANG W H, et al. Endometriosis: part I. Basic concept[J]. Taiwan J Obstet Gynecol, 2022, 61(6): 927-934.
- [2] BÄUMLER M, HEISS N, DRUCKMANN R. Endometriosis at all ages: diagnostic ultrasound[J]. Horm Mol Biol Clin Investig, 2022, 43(2): 151-157.
- [3] ELIZUR S E, MOSTAFA J, BERKOWITZ E, et al. Endometriosis and infertility: pathophysiology, treatment strategies, and reproductive outcomes[J]. Arch Gynecol Obstet, 2025, 312(4): 1037-1048.
- [4] KACEM-BERJEB K, BRAHAM M, MASSOUD C B, et al. Does endometriosis impact the composition of follicular fluid in IL6 and AMH? A case-control study[J]. J Clin Med, 2023, 12(5): 1829.
- [5] 刘玉华, 李燕华, 胡河, 等. 子宫内膜异位症伴不孕症患者血清抗苗勒管激素水平与胰岛素抵抗的相关性研究[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(12): 1800-1802.
- [6] ÖZCAN P, VARLI B, SARIDOĞAN E, et al. Mechanisms of Endometrioma-Mediated ovarian damage: myths and facts[J]. J Clin Med, 2025, 14(7): 2147.
- [7] DU C B, WANG N, MA X W, et al. Evaluating ovarian function in infertile patients: the combined diagnostic utility of anti-Müllerian hormone and angiopoietin-like protein 8[J]. Gynecol Endocrinol, 2025, 41(1): 2530568.
- [8] ZHOU C F, LIU M J, WANG W, et al. miR-205-5p inhibits human endometriosis progression by targeting ANGPT2 in endometrial stromal cells[J]. Stem Cell Res Ther, 2019, 10(1): 287.
- [9] MARQUARDT R M, TRAN D N, LESSEY B A, et al. Epigenetic dysregulation in endometriosis: implications for pathophysiology and therapeutics[J]. Endocr Rev, 2023, 44(6): 1074-1095.
- [10] 中国医师协会妇产科医师分会, 中华医学会妇产科学分会子宫内膜异位症协作组. 子宫内膜异位症诊治指南(第三版)[J]. 中华妇产科杂志, 2021, 56(12): 812-824.
- [11] 陈振文, 谷龙杰. 精液分析标准化和精液质量评估——WHO《人类精液检查与处理实验室手册》(第5版)出版[J]. 中国计划生育学杂志, 2012, 20(1): 58-62.
- [12] 张琬琳, 王晓红. 子宫内膜异位症相关不孕诊治指南解读[J]. 实用妇产科杂志, 2018, 34(5): 341-343.
- [13] LEONARDI M, ESPADA M, CHOI S, et al. Transvaginal ultrasound can accurately predict the American Society of Reproductive Medicine stage of endometriosis assigned at laparoscopy[J]. J Minim Invasive Gynecol, 2020, 27(7): 1581-1587.e1.
- [14] 诸静, 冒丽静. 子宫内膜异位症患者血清中Gal-1和CRH水平变化及临床意义[J]. 天津医药, 2022, 50(9): 965-969.
- [15] CHIN S, KITZING Y X, QUESADA J, et al. Endometriosis MRI: atypical cases, pitfalls and mimics[J]. J Med Imaging Radiat Onco, 2024, 68(4): 427-433.
- [16] BURK K S, ARIF-TIWARI H, CHAWLA T, et al. Imaging of endometriosis-related infertility[J]. Abdom Radiol (NY), 2025, 50(10): 4960-4970.
- [17] ATA B, SOMIGLIANA E. Endometriosis, staging, infertility and assisted reproductive technology: time for a rethink[J]. Reprod Biomed Online, 2024, 49(1): 103943.
- [18] GONCALVES M O, SIUFI NETO J, ANDRES M P, et al. Systematic evaluation of endometriosis by transvaginal ultrasound can accurately replace diagnostic laparoscopy, mainly for deep and ovarian endometriosis[J]. Hum Reprod, 2021, 36(6): 1492-1500.
- [19] 金凤梅, 马清杰, 付久园. 相关细胞因子对不孕症的影响分析及育龄期女性子宫内膜异位症预测模型构建[J]. 河北医学, 2024, 30(3): 488-493.
- [20] THORIN E, LABBÉ P, LAMBERT M, et al. Angiopoietin-like proteins: cardiovascular biology and therapeutic targeting for the prevention of cardiovascular diseases[J]. Can J Cardiol, 2023, 39(12): 1736-1756.
- [21] YANG J, SONG Q Y, NIU S X, et al. Emerging roles of angiopoietin-like proteins in inflammation: mechanisms and potential as pharmacological targets[J]. J Cell Physiol, 2022, 237(1): 98-117.
- [22] 郝星, 白剑, 任武, 等. 多囊卵巢综合征患者血清中内皮素-1、血管生成素样蛋白2与卵巢间质血流的关系[J]. 中国性科学, 2022, 31(2): 44-49.
- [23] 赵芳园, 邹红, 时思毛, 等. PCOS患者血清血管生成素样蛋白2、4水平与卵巢间质血流动力学的关系[J]. 天津医药,

- 2023, 51(9): 988-992.
- [24] 向敏, 刘芳, 徐培培, 等. 血清 AMH、孕酮联合 EFI 评分对 EMT 不孕患者腹腔镜术后妊娠的预测价值[J]. 中南医学科学杂志, 2025, 53(3): 492-495.
- [25] 任小胖, 薛会灵, 王冰, 等. PCOS 患者血清中 ANGPTL2 及 MIP-1 α 表达及其与慢性低度炎症的关系[J]. 现代妇产科进展, 2025, 34(2): 107-112.
- [26] 王晓燕, 纪海霞. 阴道超声参数联合血清 TSP-1、ANGPTL4 检测诊断孕早期先兆流产及不良妊娠结局的预后价值[J]. 中国计划生育学杂志, 2025, 33(3): 685-691.
- [27] KARAVITI E, KARAVITI D, KANI E R, et al. The role of anti-

Müllerian hormone: insights into ovarian reserve, primary ovarian insufficiency, and menopause prediction[J]. Endocrine, 2025, 89(2): 338-355.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 李琳, 马向飞, 谭燕. 血清血管生成素样蛋白 2、4 及抗苗勒管激素对子宫内膜异位症相关不孕症的预测价值[J]. 中国现代医学杂志, 2026, 36(13): 73-79.

Cite this article as: LI L, MA X F, TAN Y. Value of serum angiopoietin-like protein 2, protein 4 and anti-Müllerian hormone levels in predicting infertility in patients with endometriosis[J]. China Journal of Modern Medicine, 2026, 36(13): 73-79.