

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.01.016

脂代谢指标与不明原因不孕患者胚胎质量及辅助生育结局的关系*

司 凡¹, 王会男², 陆宏艳¹, 许丽丽¹, 冯 琳^{2△}

河北省承德市中心医院:1. 生殖医学科;2. 体检中心, 河北承德 067000

摘 要:目的 探讨脂代谢指标[总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)]与不明原因不孕(UI)患者胚胎质量及辅助生育结局的关系。方法 选取 2021 年 6 月至 2023 年 6 月该院收治的 201 例 UI 患者作为研究对象。根据辅助生育结局分为成功组和失败组。比较成功组和失败组基线资料、胚胎质量及 TC、TG、HDL-C、LDL-C 水平。采用 Pearson 相关分析 UI 患者 TC、TG、HDL-C、LDL-C 水平与优质胚胎数的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析 UI 患者辅助生育结局失败的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 TC、TG、HDL-C、LDL-C 对辅助生育结局失败的预测价值。结果 201 例 UI 患者中共有 10 例失访, 76 例妊娠失败, 115 例妊娠成功。失败组体质质量指数(BMI)大于成功组, TG、TC、LDL-C 水平均高于成功组, 优质胚胎数少于成功组, 雌二醇(E₂)、孕酮(P)、HDL-C 水平均低于成功组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson 相关分析结果显示, TG、TC、LDL-C 水平与优质胚胎数均呈负相关($P < 0.05$), HDL-C 水平与优质胚胎数呈正相关($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示, BMI、TG、TC、LDL-C 水平升高均为 UI 患者辅助生育结局失败的危险因素($P < 0.05$), E₂、P、HDL-C 水平升高均为 UI 患者辅助生育结局失败的保护因素($P < 0.05$)。采用 Logistic 回归方程将 BMI、P、E₂ 拟合成模型 1, 将 BMI、P、E₂、TG、TC、LDL-C、HDL-C 拟合成模型 2 绘制 ROC 曲线。结果显示, 模型 2 预测 UI 患者辅助生育结局失败的 AUC(0.920)大于模型 1 的 AUC(0.856), 差异有统计学意义($Z = 3.341, P < 0.05$)。结论 TG、TC、LDL-C、HDL-C 与 UI 患者胚胎质量及辅助生育结局均密切相关, 在辅助生育结局预测中具有增益价值, 有利于临床治疗决策决定。

关键词:不明原因不孕; 高密度脂蛋白胆固醇; 总胆固醇; 甘油三酯; 低密度脂蛋白胆固醇; 胚胎质量; 生育结局

中图法分类号:R711.6;R446.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)01-0095-06

Relationship between lipid metabolism indexes and embryo quality and assisted reproductive outcomes in patients with unexplained infertility*

SI Fan¹, WANG Huinan², LU Hongyan¹, XU Lili¹, FENG Lin^{2△}

1. Department of Reproductive Medicine; 2. Physical Examination Center, Chengde Central Hospital, Chengde, Hebei 067000, China

Abstract: Objective To investigate the relationship between lipid metabolism indexes [total cholesterol (TC), triglyceride (TG), high density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C)] and embryo quality and assisted reproductive outcomes in patients with unexplained infertility (UI). **Methods** A total of 201 UI patients admitted to the hospital from June 2021 to June 2023 were selected as the research objects. According to the outcome of assisted reproductive technology, the patients were divided into success group and failure group. The baseline data, embryo quality and the levels of TC, TG, HDL-C and LDL-C were compared between the success group and the failure group. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between TC, TG, HDL-C, LDL-C levels and the number of high-quality embryos in UI patients. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of the failure of assisted reproductive outcomes in UI patients. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of TC, TG, HDL-C and LDL-C for the failure of assisted reproductive outcomes. **Results** Among 201 UI patients, 10 were lost to follow-up, 76 had pregnancy failure and 115 had successful

* 基金项目:河北省承德市科技计划自筹经费项目(202301A015)。

作者简介:司凡,女,副主任医师,主要从事辅助生殖技术及不孕症方向的研究。

引用格式:司凡,王会男,陆宏艳,等.脂代谢指标与不明原因不孕患者胚胎质量及辅助生育结局的关系[J].检验医学与临床,2026,23(1):

pregnancy. The body mass index (BMI) of the failure group was higher than that of the success group, the levels of TG, TC and LDL-C were higher than those of the success group, the number of high-quality embryos was less than that of the success group, and the levels of estradiol (E_2), progesterone (P) and HDL-C were lower than those of the success group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that the levels of TG, TC and LDL-C were negatively correlated with the number of high-quality embryos ($P < 0.05$), and the level of HDL-C was positively correlated with the number of high-quality embryos ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that the increased levels of BMI, TG, TC and LDL-C were risk factors for the failure of assisted reproductive outcomes in UI patients, and the increased levels of E_2 , P and HDL-C were protective factors for the failure of assisted reproductive outcomes in UI patients ($P < 0.05$). Logistic regression equation was used to fit BMI, P and E_2 into model 1, and BMI, P, E_2 , TG, TC, LDL-C and HDL-C into model 2 to draw ROC curve. The results showed that the AUC of model 2 (0.920) was higher than that of model 1 (0.856), and the difference was statistically significant ($Z = 3.341, P < 0.05$). **Conclusion** TG, TC, LDL-C and HDL-C are closely related to embryo quality and assisted reproductive outcomes in UI patients, which have added value in the prediction of assisted reproductive outcomes and are beneficial to clinical treatment decision-making.

Key words: unexplained infertility; high density lipoprotein cholesterol; total cholesterol; triglyceride; low density lipoprotein cholesterol; quality of embryos; reproductive outcome

不孕症在中国发病率为 7%~10%, 且呈年轻化趋势^[1]。不明原因不孕 (UI) 占不孕症的 10%~30%, 因其属于排除性诊断, 病因尚不明确, 临床实际中常采取经验性治疗^[2]。体外受精-胚胎移植 (IVF-ET) 是 UI 治疗常用的辅助生殖手段, 其有效性已得到诸多研究证实, 但由于胚胎质量、卵泡反应、子宫内膜环境等因素影响, 部分患者存在自然流产、胚胎停育等妊娠丢失问题^[3-4]。因此, 探讨 UI 患者辅助生育结局相关的敏感生物标志物, 或可为采取合理的改进措施、改善生育结局提供科学依据。既往关于不孕症更多关注的是性激素水平变化, 但其水平变化与月经周期密切相关, 干扰因素多, 诊断效能有限^[5]。当前证据显示, 不孕症发生与代谢综合征之间存在紧密联系^[6]。代谢综合征常常引起糖、脂代谢异常, 其中脂代谢异常可通过干扰性腺轴功能、胚胎质量、卵泡发育、子宫内膜容受性等多个环节影响生育能力, 增加不孕症的发生风险。脂代谢异常作为可调控因素, 未来可成为不孕症防治的新突破口, 但仍需更多循证医学证据支持具体干预方案。总胆固醇 (TC)、甘油三酯 (TG)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 属于脂代谢指标, 其水平异常升高或降低提示脂代谢功能紊乱, 但其对于不孕症的预测特异度不足^[7]。在此背景下, 本研究重点探讨 TG、TC、LDL-C、HDL-C 与 UI 患者胚胎质量、辅助生育结局的关系, 并分析 4 项指标在辅助生育结局预测中的增益价值, 以期对 UI 的诊治提供参考信息。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 6 月至 2023 年 6 月本院收治的 201 例 UI 患者作为研究对象, 其中 10 例失访。UI 患者年龄 20~40 岁, 平均 (30.78 ± 2.27) 岁; 体质量指数 (BMI) $18.5 \sim 26.0 \text{ kg/m}^2$, 平均 $(23.66 \pm$

$1.38) \text{ kg/m}^2$; 不孕时间 1~7 年, 平均 (4.94 ± 0.74) 年。纳入标准: (1) 符合《不明原因不孕症诊断与治疗中国专家共识》^[8] 中 UI 的诊断标准; (2) 女方月经周期规律, 首次接受 IVF-ET 治疗; (3) 男方精液正常。排除标准: (1) 输卵管、卵巢和子宫器质性因素所致的不孕者; (2) 有生殖系统手术史; (3) 心、肝、肾功能障碍者; (4) 伴严重精神疾病患者; (5) 未经治疗的内分泌疾病患者; (6) 男性因素不孕者; (7) 失访病例。所有研究对象均知情同意并签署知情同意书。本研究经本院医学伦理委员会审核批准 (CDCHLL2023-420)。

1.2 方法

1.2.1 基线资料收集 以自拟调查问卷回顾性收集所有研究对象年龄、周期方案、不孕类型、移植日内膜厚度等基线资料。

1.2.2 生化指标水平检测 采集所有研究对象入院当天 8:00~9:00 空腹静脉血 4 mL, 以 3 000 r/min 离心 15 min (离心半径 10 cm), 取上清液, 采用 BS-350S 全自动生化分析仪 (深圳迈瑞生物医疗有限公司) 以沉淀法检测 TG、TC、LDL-C、HDL-C 水平, 试剂盒均购自深圳迈瑞生物医疗有限公司; 采用 AR-CHITECTi2000SR 全自动免疫分析仪 (雅培公司) 以化学发光免疫法检测促卵泡刺激素 (FSH)、黄体生成素 (LH)、雌二醇 (E_2)、孕酮 (P) 水平, 试剂盒均购自福建省洪诚生物药业有限公司。

1.2.3 胚胎质量^[9] 根据优质胚胎数判定胚胎质量, 优质胚胎标准为受精第 1 天出现 1 个或 2 个原核, 受精第 3 天显微镜下卵裂球数为 6~8 个, 且卵裂球大小均一、细胞质透明、碎片少于 10%。

1.2.4 辅助生育结局判定标准^[10] 及分组 妊娠成功: 移植胚胎 2~3 周后超声检查显示宫内可见孕囊、胚胎或胎心; 妊娠失败: 含早期妊娠丢失 (移植胚胎 2~3

周后,超声检查未见孕囊或空孕囊,人绒毛膜促性腺激素水平未升高)和晚期妊娠丢失(妊娠 28 周前因胎儿异常,人工终止妊娠或自然流产)。根据上述标准将妊娠成功者归为成功组,将妊娠失败者归为失败组。

1.3 统计学处理 采用 SPSS28.0 统计软件包进行数据分析处理。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,2 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Pearson 相关分析 UI 患者 TG、TC、LDL-C、HDL-C 水平与优质胚胎数的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析 UI 患者辅

助生育结局失败的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 TG、TC、LDL-C、HDL-C 及模型 1、模型 2 对 UI 患者辅助生育结局失败的预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 失败组和成功组基线资料比较 201 例 UI 患者中共有 10 例失访。失败组 76 例,成功组 115 例。失败组 BMI 大于成功组, E_2 、P 水平均低于成功组,优质胚胎数少于成功组,差异均有统计学意义($P < 0.05$);失败组和成功组年龄、不孕年限、FSH、LH、流产次数、不孕类型、获卵数、胚胎发育阶段及移植日内膜厚度比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 失败组和成功组基线资料比较[$\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$]

组别	<i>n</i>	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	不孕年限(年)	FSH(U/L)	LH(U/L)
失败组	76	31.12±2.78	25.60±1.33	5.02±0.49	5.40±1.58	8.54±1.96
成功组	115	30.56±3.42	22.38±1.40	4.88±0.55	5.31±1.42	8.41±2.02
<i>t</i> / χ^2		1.191	15.868	1.797	0.410	0.440
<i>P</i>		0.235	<0.001	0.074	0.682	0.660

组别	<i>n</i>	E_2 (pmol/L)	P(ng/mL)	流产次数(次)	不孕类型		获卵数(个)
					原发性	继发性	
失败组	76	162.21±14.49	0.89±0.30	2.06±0.49	40(52.63)	36(47.37)	9.12±0.78
成功组	115	188.86±20.24	1.12±0.33	1.93±0.42	58(50.43)	57(49.57)	9.23±0.71
<i>t</i> / χ^2		-14.566	-19.429	1.958	0.088		-1.007
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.052	0.766		0.315

组别	<i>n</i>	周期方案		胚胎发育阶段		优质胚胎数(个)	移植日内膜厚度(mm)
		自然周期	促排卵周期	囊胚	卵裂胚		
失败组	76	37(48.68)	39(51.32)	32(42.11)	44(57.89)	5.40±0.77	7.98±0.80
成功组	115	40(34.78)	75(65.22)	55(47.83)	60(52.17)	7.12±1.68	8.12±0.89
<i>t</i> / χ^2		3.675		0.604		-8.358	-1.107
<i>P</i>		0.055		0.437		<0.001	0.270

2.2 失败组和成功组 TG、TC、LDL-C、HDL-C 水平比较 失败组 TG、TC、LDL-C 水平均高于成功组,HDL-C 水平低于成功组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 失败组和成功组 TG、TC、LDL-C、HDL-C 水平比较($\bar{x} \pm s$, mmol/L)

组别	<i>n</i>	TG	TC	HDL-C	LDL-C
失败组	76	1.86±0.56	4.78±0.85	1.27±0.39	3.34±0.78
成功组	115	1.33±0.38	3.96±0.79	1.84±0.55	2.52±0.70
<i>t</i>		7.795	6.812	-7.825	7.570
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.3 UI 患者 TG、TC、LDL-C、HDL-C 水平与优质胚胎数的相关性 Pearson 相关分析结果显示,UI 患者 TG、TC、LDL-C 水平与优质胚胎数均呈负相关($r = -0.707, -0.694, -0.695, P < 0.001$),HDL-C

水平与优质胚胎数呈正相关($r = 0.729, P < 0.001$)。

2.4 多因素 Logistic 回归分析 UI 患者辅助生育结局失败的影响因素 经共线性检验可知,TG、TC、LDL-C、HDL-C 与优质胚胎数之间的方差膨胀因子 > 10 ,存在多重共线性,因此在后续分析中将优质胚胎数予以剔除,只保留 TG、TC、LDL-C、HDL-C。以 UI 患者辅助生育结局情况(失败 = 1,成功 = 0)作为因变量,以 BMI、 E_2 、P、TG、TC、LDL-C、HDL-C 作为自变量(均原值输入)进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,BMI、TG、TC、LDL-C 水平升高均为 UI 患者辅助生育结局失败的危险因素($P < 0.05$), E_2 、P、HDL-C 水平升高均为 UI 患者辅助生育结局失败的保护因素($P < 0.05$)。见表 3。

2.5 TG、TC、LDL-C、HDL-C 及模型 1、模型 2 对 UI 患者辅助生育结局失败的预测价值 以 UI 患者辅助

生育结局情况(失败=1,成功=0)作为状态变量,以TG、TC、LDL-C、HDL-C作为检验变量,绘制ROC曲线。结果显示,TG、TC、LDL-C、HDL-C预测UI患者辅助生育结局失败的曲线下面积(AUC)分别为0.747、0.751、0.726、0.732。根据2.4结果,采用Logistic回归方程将BMI、P、E₂拟合成模型1,Logit(P)=−0.220+0.718X_{BMI}−0.295X_P−0.248X_{E₂},

将BMI、P、E₂、TG、TC、LDL-C、HDL-C拟合成模型2,Logit(P)=−0.220+0.718X_{BMI}−0.295X_P−0.248X_{E₂}+0.596X_{TG}+0.637X_{TC}−0.267X_{HDL-C}+0.510X_{LDL-C},绘制联合预测的ROC曲线。结果显示,模型2预测UI患者辅助生育结局失败的AUC为0.920,大于模型1的AUC(0.856),差异有统计学意义(Z=3.341,P<0.05)。见表4、图1、图2。

表 3 多因素 Logistic 回归分析 UI 患者辅助生育结局失败的影响因素

因素	β	SE	Waldχ ²	OR(95%CI)	P
BMI	0.718	0.166	18.724	2.050(1.456~2.889)	<0.001
P	−0.295	0.085	12.060	0.745(0.705~0.786)	<0.001
E ₂	−0.248	0.073	11.557	0.780(0.760~0.801)	<0.001
TG	0.596	0.183	10.619	1.815(1.342~2.456)	<0.001
TC	0.637	0.171	13.882	1.891(1.423~2.513)	<0.001
HDL-C	−0.267	0.057	21.981	0.766(0.712~0.823)	<0.001
LDL-C	0.510	0.158	10.424	1.665(1.205~2.302)	<0.001
常数项	−0.220	0.068	10.466	—	<0.001

注:—表示无数据。

表 4 TG、TC、LDL-C、HDL-C 及模型 1、模型 2 对 UI 患者辅助生育结局失败的预测价值

指标	最佳截断值	AUC(95%CI)	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	P
TG	1.77 mmol/L	0.747(0.679~0.807)	67.11	80.87	0.480	<0.001
TC	4.55 mmol/L	0.751(0.683~0.811)	63.16	82.61	0.458	<0.001
LDL-C	1.47 mmol/L	0.726(0.657~0.788)	73.68	66.09	0.398	<0.001
HDL-C	3.02 mmol/L	0.732(0.664~0.794)	65.79	74.78	0.406	<0.001
模型 1	—	0.856(0.798~0.902)	72.37	87.83	0.602	<0.001
模型 2	—	0.920(0.871~0.954)	81.58	91.30	0.729	<0.001

注:—表示无数据。

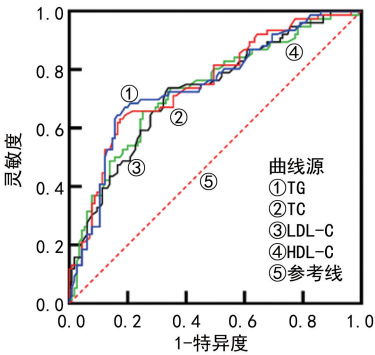


图 1 TG、TC、LDL-C、HDL-C 预测 UI 患者辅助生育结局失败的 ROC 曲线

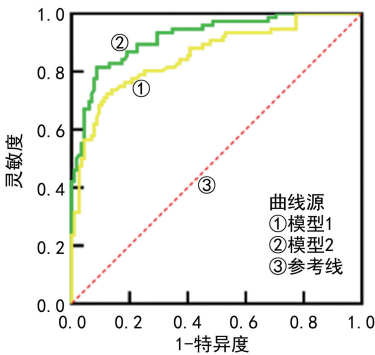


图 2 模型 1 和模型 2 预测 UI 患者辅助生育结局失败的 ROC 曲线

3 讨论

近年来,VF-ET 凭借操作简便、成功率高等优势逐渐应用于 UI 患者,但治疗期间高卵巢反应及获卵数的异常均可引起移植或妊娠失败^[11-12]。因此,明确与 UI 患者胚胎质量、辅助生育结局相关的指标,及时干预可控性因素,有助于提高妊娠成功率。

血脂维持着人体最基础的代谢,血脂异常不仅影响心血管系统,还会损害女性生殖功能,减少获卵数,影响辅助生殖结局^[13-15]。有学者从胚胎形态学入手,发现血脂异常可降低胚胎发育速度,增加胚胎碎片率,减少优质胚胎数^[16-17]。动物实验显示,长期高脂饮食可引起代谢和生殖障碍,考虑与其引起颗粒细胞和卵丘细胞的脂毒性,减少卵巢储备,增加卵巢炎症,降低生育率有关^[18]。当前研究的血脂异常群体主要为多囊卵巢综合征不孕症患者,其本身便存在胰岛素抵抗、高雄激素等更为复杂的代谢异常,难以单纯定论为血脂异常影响了辅助生育结局^[19]。UI 患者经妇科检查及全面检查未发现异常,排除了胰岛素抵抗、高雄激素等影响,可帮助临床学者更好地了解血脂异常对 UI 辅助生育结局的影响,采取个体化治疗措施。王会男等^[20]根据胚胎质量将 UI 患者分为优质组和不良组,比较 2 组一般资料及实验室指标,结果发现,

2 组 TG、TC、LDL-C、HDL-C 水平均存在明显差异,其中 TG、TC、LDL-C 与患者胚胎质量呈正相关,HDL-C 与患者胚胎质量呈负相关。然而本研究中以辅助生育结局分组,结果发现失败组 TG、TC、LDL-C 水平均高于成功组,HDL-C 水平低于成功组,优质胚胎数少于成功组,且 TG、TC、LDL-C、HDL-C 水平与优质胚胎数均密切相关,与上述部分研究观点相似。分析其可能原因为,高血脂可激活促炎性细胞因子合成,损伤血管内皮,产生脂毒性作用,还可增强脂质过氧化作用,引起血管内皮细胞损伤,减少卵母细胞及优质胚胎数。值得注意的是,超重、肥胖可增加脂肪组织,引起炎症反应及脂肪细胞功能障碍,加剧胰岛素抵抗,影响脂肪酸代谢,还可引起卵泡成熟障碍,降低卵泡质量,增加妊娠丢失风险^[21-22];E₂、P 水平降低则会加剧患者脂质代谢程度,抑制优势卵泡形成和卵泡颗粒细胞增殖,影响生育结局^[23-25]。本研究多因素 Logistic 回归分析结果显示,TG、TC、LDL-C、HDL-C 均为 UI 患者辅助生育结局失败的影响因素,可能机制为:(1)血脂异常可诱发胰岛素抵抗,影响性激素生成,干扰卵泡发育,增加卵泡发育不良风险^[26];(2)可影响减数分裂的线粒体动力学及纺锤体形成,使游离脂肪酸过量堆积,减少类固醇激素生成量,影响胚胎发育^[27];(3)可破坏机体凝血及纤溶系统失衡,增加凝血级联中相关因子水平,促使其聚集在内皮细胞内,引发氧化应激反应,影响细胞中钙离子存储结构,致使卵母细胞减数分裂停滞、凋亡,造成胚胎质量不良现象^[28]。

本研究 ROC 曲线分析结果显示,TG、TC、LDL-C、HDL-C 预测 UI 患者辅助生育结局失败的 AUC 均大于 0.700,可作为预测 UI 患者辅助生育结局失败的可行性指标。本研究进一步分析显示,TG、TC、LDL-C、HDL-C 联合 BMI、P、E₂ 可明显提高对 UI 患者辅助生育结局失败的预测价值,其 AUC 为 0.920,明显高于 BMI、P、E₂ 联合预测的 AUC(0.856),该结果说明脂代谢指标有助于识别出辅助生育结局失败高度可能的患者,优化诊疗策略,可提高妊娠成功率,但仍需要更多的临床数据进一步论证。尽管本研究初步揭示了脂代谢指标与 UI 患者妊娠结局的关联性,但属于单中心、小样本且时间跨度较长的研究,其结果可能受选择偏倚和混杂因素的影响,未来需通过多中心、前瞻性研究进一步验证,并采用标准化数据采集和统计校正以减少偏倚。其次是仅根据 UI 患者生育结局进行分组,缺乏对后续妊娠结局(如流产率、早产率、妊娠期并发症)及新生儿健康状况(如新生儿出生体质量、Apgar 评分、先天畸形)的系统随访,可能会导致研究无法全面评估脂代谢异常对生殖健康的远期影响,后续研究中应延长随访时间,结合产科、儿科随访数据,明确血脂干预的临界值和时机,优化 UI 患者全程管理策略。

综上所述,TG、TC、LDL-C、HDL-C 与 UI 患者胚胎质量、辅助生育结局密切相关,在辅助生育结局预测中具有增益价值,可协助临床学者制订并实施个体化治疗方案,提高受孕成功率。

参考文献

- [1] 马春晶,赵兴会,朱春燕,等. 宫腔镜子宫内膜息肉切除术对子宫内膜息肉合并不孕患者复发率及远期妊娠率的影响[J]. 临床误诊误治,2023,36(4):78-81.
- [2] DOUGHERTY M P,POCH A M,CHORICH L P,et al. Unexplained female infertility associated with genetic disease variants[J]. N Engl J Med,2023,388(11):1055-1056.
- [3] OZTURK A C,DILBAZ B,OZELCI R,et al. Prestimulation parameters predicting the pregnancy outcomes after IVF-ET in patients with unexplained infertility[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci,2024,28(13):3912-3921.
- [4] MA W H,ZENG Z H,XIE J Y,et al. Comparing the prognosis of in vitro fertilization/intracytoplasmic sperm injection and embryo transfer between unexplained primary infertility patients with repeated artificial insemination with homologous semen failure and tubal infertility patients[J]. J Obstet Gynaecol Res,2023,49(4):1206-1213.
- [5] TUAMA M Q,IBRAHIM W N,SHARIEF M. Correlation of estrogen receptor alpha serum level with gene polymorphism and its effect on women with unexplained infertility, basra, Iraq [J]. Arch Razi Inst,2023,78(2):775-783.
- [6] ALBRECHT M,WORTHMANN A,HEEREN J,et al. Maternal lipids in overweight and obesity: implications for pregnancy outcomes and offspring's body composition[J]. Semin Immunopathol,2025,47(1):10.
- [7] JIANG H H,SI M F,TIAN T,et al. Adiposity and lipid metabolism indicators mediate the adverse effect of glucose metabolism indicators on oogenesis and embryogenesis in PCOS women undergoing IVF/ICSI cycles [J]. Eur J Med Res,2023,28(1):216.
- [8] 杨一华,黄国宁,孙海翔,等. 不明原因不孕症诊断与治疗中国专家共识[J]. 生殖医学杂志,2019,28(9):984-992.
- [9] 仇雪梅,赵明蕊,解晓丽,等. 多囊卵巢综合征患者程序性细胞死亡因子 4 表达及睾酮与胚胎质量相关性研究[J]. 现代妇产科进展,2024,33

(3):177-181.

[10] 林琳. 影响不明原因不孕患者体外受精-胚胎移植妊娠结局的多因素分析[D]. 福州: 福建医科大学, 2022.

[11] HU M, LIU M X, TIAN S Q, et al. Comparative analysis of pregnancy outcomes in preimplantation genetic testing for aneuploidy and conventional in vitro fertilization and embryo transfer: a stratified examination on the basis of the quantity of oocytes and blastocysts from a multicenter randomized controlled trial [J]. Fertil Steril, 2024, 122(1):121-130.

[12] AMITAI T, KAN-TOR Y, OR Y, et al. Embryo classification beyond pregnancy: early prediction of first trimester miscarriage using machine learning [J]. J Assist Reprod Genet, 2023, 40(2):309-322.

[13] 熊静, 赵丹雪, 冯晓敏, 等. 血清 ApoB/ApoA1 比值、TG/HDL-C 比值、LDH 及 ALP 水平与冠心病患者冠状动脉病变严重程度的关系及其预测价值分析[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(19):3660-3664.

[14] ZHENG W, ZHANG L, TIAN Z H, et al. Establishing reference ranges of serum lipid level during pregnancy and evaluating its association with perinatal outcomes: a cohort study[J]. Int J Gynaecol Obstet, 2022, 156(2):361-369.

[15] 胡娜, 肖莉莎, 寇小平, 等. 多囊卵巢综合征合并代谢综合征患者血清 miR-222-3p 表达水平及其与糖脂代谢的相关性[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(11):1482-1485.

[16] ZHANG L, ZHAO J, LAM S M, et al. Low-input lipidomics reveals lipid metabolism remodelling during early mammalian embryo development[J]. Nat Cell Biol, 2024, 26(2):278-293.

[17] 叶青燕, 吴凯, 练华珍. 孕期增长体质量、脂代谢指标与妊娠糖尿病患者不良妊娠结局的关系[J]. 检验医学与临床, 2024, 21(11):1622-1626.

[18] CHEN W, SHI J, ZHANG W. Administration of akebia saponin D improved blood lipid levels and pregnancy outcomes in mice with gestational diabetes mellitus [J]. Balkan Med J, 2023, 40(6):422-429.

[19] ELKIND-HIRSCH K E, CHAPPELL N, SHALLER D, et al. Liraglutide 3 mg on weight, body composition, and hormonal and metabolic parameters in women with obesity and polycystic ovary syndrome: a randomized placebo-controlled-phase 3 study[J]. Fertil Steril, 2022, 118(2):371-381.

[20] 王会男, 冯琳, 陆宏艳, 等. 脂代谢指标与不明原因不孕患者 IVF-ET 胚胎质量的相关性分析[J]. 中国性科学, 2024, 33(8):58-61.

[21] FURSE S, KOULMAN A, OZANNE S E, et al. Altered lipid metabolism in obese women with gestational diabetes and associations with offspring adiposity[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2022, 107(7):e2825-e2832.

[22] UDDANDRAO V V S, BRAHMA NAIDU P, CHANDRASEKARAN P, et al. Pathophysiology of obesity-related infertility and its prevention and treatment by potential phytotherapeutics[J]. Int J Obes, 2024, 48(2):147-165.

[23] 钱靖, 钱东林, 朱国祥. 不孕症患者血清 AMH 和 E2 水平对卵巢储备功能、治疗后卵巢反应及妊娠结局的预测价值[J]. 中国性科学, 2024, 33(10):56-60.

[24] 石舒蕾, 陈学梅, 张伟, 等. 卵泡期长效长方案扳机日孕酮水平对 IVF/ICSI 临床结局的影响[J]. 现代妇产科进展, 2024, 33(4):292-295.

[25] 李丽丽. 血清 AMH、性激素及维生素 D 联合检测在多囊卵巢综合征中的应用价值[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(11):1550-1552.

[26] MULDER J W, KUSTERS D M, VAN LENNEP J E, et al. Lipid metabolism during pregnancy: Consequences for mother and child[J]. Curr Opin Lipidol, 2024, 35(3):133-140.

[27] GHAMARI M, ASBAGH F A, RIAHI M. The effect of BMI and lipid metabolism on pregnancy outcomes of PCOS patients treated with IC-SI_IVF [J]. J Obstet Gynecol India, 2024, 74(2):144-149.

[28] HUANG J Q, MENG X L, LI J X, et al. Serum lipid reference values recommended during a twin pregnancy and evaluating its association with perinatal outcomes [J]. BMC Pregnancy Childbirth, 2024, 24(1):18.