

血脂异常类型对辅助生殖前后母体及子代的影响研究进展

廖燕晖^{1*}, 杨爱军^{2#}

¹济宁医学院临床医学院(附属医院), 山东 济宁

²济宁医学院附属医院生殖医学中心, 山东 济宁

收稿日期: 2025年10月26日; 录用日期: 2025年11月19日; 发布日期: 2025年11月28日

摘要

既往大量的研究对血脂异常与不孕关系进行了探讨, 结果显示血脂异常能导致女性不孕, 并且会导致患者不良妊娠结局风险增加。在妊娠妇女中, 如果妊娠早期血脂水平升高, 很可能导致胚胎停育。随着我国生活水平的提高, 饮食结构和生活方式呈现多样化趋势, 高血脂、肥胖、高血压、糖尿病等一系列代谢性疾病的发病率也逐年升高, 越来越多的女性出现不孕不育的现象。维持合理血脂水平, 提高血脂异常不孕女性辅助生殖助孕成功率成为临床工作的重要任务。

关键词

血脂, 辅助生殖, 妊娠, 子代

Research Progress on the Impact of Dyslipidemia Types on Maternal and Offspring Outcomes before and after Assisted Reproductive Technology

Yanhui Liao^{1*}, Aijun Yang^{2#}

¹Clinical Medical College (Affiliated Hospital), Jining Medical University, Jining Shandong

²Reproductive Medicine Center, Affiliated Hospital of Jining Medical College, Jining Shandong

Received: October 26, 2025; accepted: November 19, 2025; published: November 28, 2025

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 廖燕晖, 杨爱军. 血脂异常类型对辅助生殖前后母体及子代的影响研究进展[J]. 临床个性化医学, 2025, 4(6): 118-125. DOI: 10.12677/jcpm.2025.46486

Abstract

Numerous previous studies have explored the relationship between dyslipidemia and infertility, revealing that dyslipidemia can contribute to female infertility and increase the risk of adverse pregnancy outcomes. In pregnant women, elevated blood lipid levels during early gestation may lead to embryonic arrest. With the improvement in living standards in China, dietary patterns and lifestyles have become increasingly diverse, leading to a rising incidence of metabolic disorders such as hyperlipidemia, obesity, hypertension, and diabetes. Consequently, infertility among women has become more prevalent. Maintaining optimal lipid levels and improving the success rate of assisted reproductive technology (ART) in infertile women with dyslipidemia have emerged as critical tasks in clinical practice.

Keywords

Blood Lipid, Assisted Reproduction, Pregnancy, Offspring

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着经济的快速发展、人口老龄化进程加速以及居民生活行为方式的改变,我国成人血脂异常患病率总体呈现显著上升趋势。2023 年流行病学数据显示,中国血脂异常患者人数高达 40.4%,且预计从 2010 年到 2030 年心血管疾病事件数量将增加 920 万例[1] [2],这意味着未来中国成年人血脂异常的患病率将继续增加。由于生活方式及行为改变,不孕人群也逐年增加。既往研究表明,全球范围内不孕症患者人数目前已超过 1.86 亿,且 2017 年一项研究发现,原发性不孕症和继发性不孕症的患病率分别为 15.3%和 9.7% [3]。近期一项研究显示,血脂非高密度脂蛋白与高密度脂蛋白比值和美国成年女性不孕风险存在显著正相关[4]-[6]。女性血脂异常与辅助生殖妊娠结局也存在显著相关性,近期研究进一步证实,血清高密度脂蛋白水平与获卵数呈正相关,而低密度脂蛋白升高与流产风险增加显著相关[7],提示血脂异常类型可能通过不同机制干扰生殖过程。但少有研究血脂异常类型(包括高胆固醇血症、高甘油三酯血症、混合型高脂血症及低高密度脂蛋白血症)对辅助生殖的影响,因此深入探讨各部分血脂异常不孕人群的临床结局、围产期结局及母婴健康具有重要临床意义。本文主要围绕近年来血脂异常包括高胆固醇血症、高甘油三酯血症、混合型高脂血症及低高密度脂蛋白血症对辅助生殖前后母体及子代的影响作一综述,以期后续为血脂异常不孕女性控制理想血脂水平,提高妊娠率及促进母婴健康提供参考。

2. 血脂异常定义及分类

2.1. 定义

血脂是血清中的胆固醇(TC),甘油三酯(TG)和类脂(如磷脂)等的总称。与临床密切相关的血脂主要是胆固醇和甘油三酯。血脂异常通常指血清中胆固醇和(或)甘油三酯水平升高,俗称高脂血症。实际上血脂异常也泛指包括低高密度脂蛋白血症在内的各种血脂异常[8]。

2.2. 分类

根据中国血脂管理指南(基层版 2024 年),血脂水平分层标准见表 1,血脂异常临床分类见表 2。

Table 1. Optimal lipid levels and criteria for abnormal stratification in the primary prevention of ASCVD in China [mmol/L (mg/dL)]

表 1. 中国 ASCVD 一级预防人群血脂合适水平和异常分层标准[mmol/L (mg/dL)]

	胆固醇	甘油三酯	高密度脂蛋白
合适水平	<5.2 (200)	<1.7 (150)	≥1.0 (40)
异常	≥5.2 (200)	≥1.7 (150)	<1.0 (40)

注：ASCVD：动脉粥样硬化性心血管疾病；TC：胆固醇；HDL-C：高密度脂蛋白；TG：甘油三酯。

Table 2. Clinical classification of dyslipidemia

表 2. 血脂异常临床分类

	胆固醇	甘油三酯	高密度脂蛋白
单纯性高胆固醇血症	增高	合适水平	合适水平
单纯性高甘油三酯血症	合适水平	增高	合适水平
混合型高脂血症	增高	增高	合适水平
低高密度脂蛋白血症	合适水平	合适水平	降低

3. 血脂异常对辅助生殖母体及子代影响

王等[9]的研究表明，在冻融胚胎移植周期中，女性血脂异常可能使排卵障碍患者的流产率增高，同时活产率降低。孙等[10]的研究发现，在普通非肥胖女性不孕人群中，血脂异常对辅助生殖助孕过程及妊娠结局未产生明显不良影响，未来需要更大规模多中心临床研究来验证这些结果。临床观察发现，血脂异常孕妇出现妊娠并发症发生率较正常女性增加。多项研究证实，母体高脂血症与妊娠期糖尿病、妊娠期胆汁淤积和巨大儿等母婴相关结局也存在显著相关性。且胎龄越高，血脂参数异常的发生率越高[11]。并且高脂饮食(HFD)对妊娠也有一定影响。有动物实验表明，高脂饮食会降低小鼠的受精率、囊胚形成率，且囊胚细胞数减少，DNA 损伤较高[12]。

研究数据进一步显示，不同时期的早产(包括早期早产与晚期早产)与母体高甘油三酯血症、高胆固醇血症和高密度脂蛋白水平异常方面存在显著相关性。在新生儿结局方面，巨大儿的发生率在高甘油三酯血症、高胆固醇血症和其他高脂血症方面也存在差异[13] [14]。

此外母体合并高脂血症不仅涉及妊娠结局，更涉及发育编程和健康与疾病的发育起源理论，即生命早期(包括胎儿期)的环境因素会对子代的长期健康产生永久性影响。胎儿在宫内暴露于高胆固醇环境，其自身的脂代谢系统会发生适应性改变，预设为一个更易储存脂肪的模式，导致子代未来发生高脂血症及肥胖的风险显著增高。类似的编程效应也会发生在胰腺和肝脏，增加子代发生胰岛素抵抗和 2 型糖尿病的易感性。母体高胆固醇环境可能通过 DNA 甲基化、组蛋白修饰等表观遗传学机制，永久性地改变子代体内调控脂代谢、炎症和应激反应的关键基因的表达，从而将代谢性疾病易感性“遗传”给后代。

以往众多研究表明，血脂异常可通过多重病理生理机制对生殖过程产生不利影响。具体而言，血脂异常可诱导卵巢氧化应激反应和炎症失衡，改变卵母细胞的细胞膜和胞内显微结构，降低促排卵过程中的卵巢反应性，阻碍精卵结合过程及降低胚胎发育潜能等环节。此外，血脂异常还会影响卵母细胞和胚胎质量，也可损害子宫内膜容受性和降低胚胎着床率[15]。然而，现有研究对特定血脂异常类型对辅助生殖技术周期中卵子及受精卵的生长发育缺乏系统性的探讨。综合现有证据可见，女性血脂异常不仅影响正常受精过程，还会影响胚胎发育，最终对妊娠结局和母婴健康构成潜在威胁。

3.1. 血脂异常之单纯性高胆固醇血症

卵母细胞内胆固醇稳态在生殖过程中起着关键的调控作用, 其含量可以调节卵母细胞成熟、受精、激活及胚胎发育等多个环节。

高胆固醇血症与女性不孕密切相关。Yesilaltay 等通过动物实验发现过多的胆固醇暴露会导致小鼠卵子表现得像已经受精一样, 从而破坏受精和减数分裂完成正常同步, 导致卵子功能失调[16]。

在受精机制方面, 母体的高胆固醇血症可能通过改变卵母细胞膜特性影响精卵结合。最近的一项研究表明, 卵母细胞中积累过量的胆固醇会诱导卵母细胞在受精前脱离 MII 阻滞并进入原核阶段而过早激活导致不孕, 进而影响受精卵结合[16]。

就胚胎发育而言, 母体高胆固醇血症可能影响胚胎着床及胚胎质量, 从而降低辅助生殖技术成功率。Liu 等的研究发现, 患有高胆固醇血症的不明原因反复着床失败妇女非整倍体胚胎比例增加, 高质量胚胎比例减少。值得注意的是, 不同类型的高脂血症与累积活产率以及妊娠和新生儿结局无关。但 Liu 等的研究表明, 尽管单纯性高脂血症组与非高脂血症组整倍体胚胎移植后的累计活产率和其他妊娠结局相似, 但单纯性高脂血症组表现出累计活产率较低, 良好分娩结局发生率较低, 临床流产风险较高, 尽管这些差异尚需要更大样本验证[17]。综合现有证据表明, 母体合并高胆固醇血症可能有减少妊娠, 增加妊娠丢失的风险, 最终导致辅助生殖技术整体成功率下降。

3.2. 血脂异常之单纯性高甘油三酯血症

高甘油三酯血症通过多种机制影响女性生育能力, 包括诱发胰岛素抵抗、引发慢性炎症、造成氧化应激、导致激素水平失衡、促进子宫内膜异位症发展、加重多囊卵巢综合征病情、导致血管内皮功能障碍和脂毒性。值得注意的是, 脂肪酸代谢的失衡也可能通过促炎机制加剧高甘油三酯血症的生殖毒性[18]。这些机制相互关联, 共同构成高甘油三酯血症影响女性生殖功能的病理生理基础。

母体合并高甘油三酯血症可能对卵母细胞质量及受精能力有一定影响。母体合并高甘油三酯血症可能影响卵母细胞染色体形成。研究表明, 女性甘油三酯水平与正常双原核(2PN)受精率存在负相关关系, 且显著负向影响 2PN 受精率[19], 这提示高甘油三酯环境可能损害卵母细胞的受精能力。

另一方面, 母体合并高甘油三酯血症可能会增加妊娠期并发症风险以及不良妊娠结局风险。甘油三酯升高伴随多种潜在的产科并发症, 如干扰脂类代谢、引起血管内皮损伤诱发子痫、影响胎盘亲脂性复合物的运送诱发胎儿宫内生长受限。此外, 吕瑶等的研究进一步证实, 孕早期甘油三酯水平升高与早产风险显著相关, 且当甘油三酯超过 1.5 mmol/L 时风险显著增加[20]。在血脂异常中, 妊娠期高甘油三酯血症是先兆子痫发生的潜在危险因素。Chen 等的研究更加证实孕前较高的甘油三酯水平与接受体外受精-胚胎移植(IVF-ET)助孕女性发生先兆子痫的风险独立相关[21]。

此外, 母体合并高甘油三酯血症对母婴长期健康也有一定影响。甘油三酯水平升高是心血管疾病和相关死亡率的独立危险因素。孟德尔随机化研究证实了遗传性高甘油三酯血症在动脉粥样硬化性心血管疾病发病机制中的致病作用[22]-[24], 因此, 合并高甘油三酯血症的母体患心血管疾病风险也增加。此外, S 等的研究发现, 母体甘油三酯水平与后代的 BMI 相关, 与腰高比显著相关[25]。另一方面, 以往研究表明, 肥胖孕妇的高甘油三酯血症可对产妇结局产生负面影响, 长期而言可导致儿童代谢综合征[26]。儿童代谢综合征是一组以肥胖为中心, 伴随多种代谢异常的症候群, 显著增加糖尿病、心血管疾病等长期健康风险。母体高甘油三酯血症可能影响宫内胎儿生长环境, 胎儿遗传物质相应出现变化导致儿童期代谢综合征。

总之, 高甘油三酯血症不仅是辅助生殖技术后妊娠妇女的不良预后因素, 还可能通过影响卵母细胞质量、增加妊娠并发症风险及改变胎儿代谢编程, 对母婴健康构成长期威胁。早期筛查及干预可能有助

于改善妊娠结局及子代健康。

3.3. 血脂异常之混合型高脂血症

合并混合型高脂血症的不孕女性可能面临双重风险, 不仅包含单纯性高胆固醇血症的相关风险, 也包含了单纯性高甘油三酯血症相关风险。不孕女性合并混合型高脂血症影响卵子质量、精卵结合及胚胎发育。此外, 合并混合型高脂血症妊娠女性与妊娠期肝内胆汁淤积(ICP)有潜在关联, 现有研究表明混合型高脂血症孕妇更易发生妊娠期肝内胆汁淤积症, 其机制可能与血脂代谢紊乱(如甘油三酯水平升高)直接相关。一项针对 600 例孕妇的回顾性分析显示, 甘油三酯水平异常是 ICP 的独立风险因素, 且 ICP 组孕妇的甘油三酯水平显著高于对照组[27]。目前关于混合型高脂血症与 ICP 的关联研究较少, 需进一步探索其是否直接诱发胆汁酸代谢紊乱。

3.4. 血脂异常之低高密度脂蛋白血症

高密度脂蛋白参与胆固醇转运, 因此合并低高密度脂蛋白血症女性可能影响卵泡发育所需的胆固醇供应, 进而影响卵子质量。另一方面, 高密度脂蛋白有助于黄体生成孕酮, 因此低高密度脂蛋白患者可能会出现孕酮分泌不足, 影响子宫内膜准备和胚胎着床。研究表明, 高密度脂蛋白具有抗氧化作用, 而高密度脂蛋白含量不足可能导致氧化应激增加, 损害卵子和胚胎。最后低高密度脂蛋白缺少可能增加血栓风险, 影响子宫内膜血流和胚胎着床。

黄体酮和雌激素对着床和妊娠维持至关重要, 卵巢中合成类固醇激素需要持续的胆固醇供应。研究表明, 雌激素下降导致性激素结合球蛋白调节失衡, 会加剧脂肪代谢异常, 而甘油三酯增加与高密度脂蛋白降低进一步指示脂质代谢失调, 从而进一步影响性激素合成[28]。Xin 等的实验更加证实胆固醇作为孕酮和雌激素合成的底物是由低密度脂蛋白和高密度脂蛋白合成提供的[29]。

此外, Yesilaltay A 等的实验表明, 除了促进卵母细胞中过量胆固醇的积累外, 异常高密度脂蛋白对小鼠雌性生育能力的一些影响可能独立于其在胆固醇运输中的作用[16]。既往研究发现, 清道夫受体-BI (SR-BI)是一种膜蛋白, 是高密度脂蛋白的受体。SR-BI 缺乏的小鼠可导致可逆的雌性不育以及卵母细胞明显减少, 这说明缺乏高密度脂蛋白会显著降低妊娠率[30]-[32]。

张静等的研究发现, 多囊卵巢综合征患者子宫内膜厚度与高密度脂蛋白受体呈负相关关系, 其机制可能为血清中的高水平血脂会刺激体内胰岛素的分泌, 子宫内膜局部微环境中的胰岛素也相应增加, 胰岛素结合子宫内膜上的胰岛素受体, 刺激其生长, 子宫内膜厚度增加[33]。低高密度脂蛋白可能减少子宫内膜胆固醇供应, 导致内膜发育不良。研究显示, 内膜厚度 < 6 mm 时囊胚移植的异位妊娠率显著升高[34]。因此, 较于正常女性, 合并低高密度脂蛋白血症患者其子宫内膜厚度不利于受精卵结合及胚胎发育。

此外, Browne 等研究发现, 卵泡液中高密度脂蛋白及相关微量元素在胚胎碎片形成过程中起保护作用[35]。既往研究表明, 氧化应激标志物(如 SOD、GSH-Px)的升高与低 HDL-C 水平显著相关, 可能通过脂质过氧化反应进一步损害卵母细胞线粒体功能, 导致胚胎碎片率增加[36]。总之, 高密度脂蛋白在受精卵形成及胚胎发育过程起重要作用, 合并低高密度脂蛋白血症患者更有可能发生不孕, 流产及早产。

4. 总结与展望

血脂异常可通过多种机制干扰辅助生殖技术结局, 通过改变卵泡微环境, 导致氧化应激增强, 影响卵母细胞质量, 通过干扰黄体激素合成, 降低子宫内膜容受性, 导致胚胎发育障碍, 此外, 其通过诱发线粒体功能障碍, 会增加早期流产风险。临床数据显示, 血脂异常患者辅助生殖周期中优质胚胎率会降低 15%~20%, 活产率下降约 10%。此外, 近期研究发现冻胚移植可能对子代心血管健康产生性别特异性影响, 如女孩表现出更高的收缩压和心率, 而男孩则呈现更有利的血脂谱[37]。并且, 血脂异常患者常伴

随卵巢低反应, 近期研究显示, 波塞冬标准低预后人群中, 拮抗剂方案可显著提高累积妊娠率, 这提示血脂异常合并卵巢低反应患者需综合评估卵巢储备及促排卵方案[38]。未来研究需进一步探讨母体血脂异常与不同辅助生殖技术(如冻胚移植)的交互作用对子代长期健康的影响。

如何形成血脂异常不孕女性辅助生殖技术良好结局, 未来研究需在多领域实现突破性进展。针对血脂异常不孕女性的综合调脂和抗氧化干预, 能够有效改善其卵泡微环境, 从而提高卵母细胞质量、胚胎发育潜能和最终辅助生殖技术的临床妊娠率及活产率。通过药物(如二甲双胍)或营养干预(如 Omega-3 脂肪酸、高纤维膳食)改善胰岛素敏感性和脂质代谢, 降低卵泡液中游离脂肪酸和胆固醇浓度, 减轻其对颗粒细胞的脂毒性, 从而优化卵泡微环境。此外, Omega-3 脂肪酸还可以降低卵泡内炎症因子, 改善卵母细胞与胚胎发育的免疫微环境。应用强效抗氧化剂(如辅酶 Q10、N-乙酰半胱氨酸、维生素 E)可以特异性降低卵泡液中的活性氧(ROS)水平, 提高总抗氧化能力(T-AOC), 保护卵母细胞线粒体免受氧化损伤, 减少减数分裂错误, 降低胚胎非整倍体率。未来研究可进一步采取前瞻性随机对照研究干预措施对卵母细胞卵泡微环境影响及子代长远健康影响, 如对入组后受试者采取服用二甲双胍, 比较检测对照组卵泡液中的氧化应激标志物水平以及长期随访其子代的心血管代谢健康指标。

总之, 从揭示差异到探索机制, 再从机制研究走向临床干预, 本研究领域尚有广阔天地。我们的最终目标不仅着眼于“成功分娩”, 更致力于守护每一位通过辅助生殖技术诞生的新生命, 为实现人类长远健康真正地贡献力量。

基金项目

国家中医药管理局科技司科技共建项目(GZY-KJS-SD-2024-109)。

参考文献

- [1] 赵梦, 边汝涛, 陈晓阳, 等. 基于血浆代谢组学研究降脂轻身胶囊治疗血脂异常的作用机制及脂质生物标志物的分析[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2025, 27(7): 2023-2034.
- [2] 王增武, 刘静, 李建军, 等. 中国血脂管理指南(2023 年) [J]. 中国循环杂志, 2023, 38(3): 237-271.
- [3] 谢雷, 田梅梅, 徐于睿, 等. 不孕症初诊夫妻生育压力、二元应对及生育生活质量的调查[J]. 国际生殖健康/计划生育杂志, 2025, 44(2): 89-94.
- [4] Zhang, Y., Lu, C., Li, L. and Li, H. (2025) Non-High-Density to High-Density Lipoprotein Cholesterol Ratio and Its Association with Infertility in U.S. Women: A Cross-Sectional Study. *Frontiers in Endocrinology*, **15**, Article 1451494. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1451494>
- [5] Zhu, X., Hong, X., Wu, J., Zhao, F., Wang, W., Huang, L., et al. (2023) The Association between Circulating Lipids and Female Infertility Risk: A Univariable and Multivariable Mendelian Randomization Analysis. *Nutrients*, **15**, Article 3130. <https://doi.org/10.3390/nu15143130>
- [6] Bao, Z., Zhang, Y., Zhou, J. and Dai, Z. (2025) Association between Atherogenic Index of Plasma and Infertility: A Cross-Sectional Study Based on U.S. Women. *Lipids in Health and Disease*, **24**, Article No. 51. <https://doi.org/10.1186/s12944-025-02469-x>
- [7] Cai, W., Luo, X., Chen, E., Lv, H., Fu, K., Wu, X., et al. (2021) Serum Lipid Levels and Treatment Outcomes in Women Undergoing Assisted Reproduction: A Retrospective Cohort Study. *Frontiers in Endocrinology*, **12**, Article 633766. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.633766>
- [8] 王增武, 郭远林. 中国血脂管理指南(基层版 2024 年) [J]. 中国循环杂志, 2024, 39(4): 313-321.
- [9] 王文娟, 郑爱燕, 高靓, 等. 血脂水平对排卵障碍患者冻融胚胎移植妊娠结局的影响[J]. 生殖医学杂志, 2024, 33(12): 1557-1563.
- [10] 孙玉红, 李云, 黎淑贞, 等. 血脂异常对非肥胖不孕患者 IVF/ICSI 妊娠结局的影响[J]. 生殖医学杂志, 2022, 31(12): 1706-1711.
- [11] Hajar Sharami, S., Abbasi Ranjbar, Z., Alizadeh, F. and Kazemnejad, E. (2019) The Relationship of Hyperlipidemia with Maternal and Neonatal Outcomes in Pregnancy: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Reproductive*

- BioMedicine (IJRM)*, **17**, 739-748. <https://doi.org/10.18502/ijrm.v17i10.5294>
- [12] Rao, A., Satheesh, A., Nayak, G., Poojary, P.S., Kumari, S., Kalthur, S.G., *et al.* (2020) High-Fat Diet Leads to Elevated Lipid Accumulation and Endoplasmic Reticulum Stress in Oocytes, Causing Poor Embryo Development. *Reproduction, Fertility and Development*, **32**, 1169-1179. <https://doi.org/10.1071/rd20112>
 - [13] Herrera, E. (2002) Lipid Metabolism in Pregnancy and Its Consequences in the Fetus and Newborn. *Endocrine*, **19**, 43-56. <https://doi.org/10.1385/endo:19:1:43>
 - [14] Barbour, L.A. and Hernandez, T.L. (2018) Maternal Lipids and Fetal Overgrowth: Making Fat from Fat. *Clinical Therapeutics*, **40**, 1638-1647. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2018.08.007>
 - [15] 兰婷, 高姗姗, 赵世刚. 女性血脂异常对辅助生殖助孕结局影响的研究进展[J]. 中国细胞生物学学报, 2024, 46(4): 736-744.
 - [16] Yesilaltay, A., Dokshin, G.A., Busso, D., Wang, L., Galiani, D., Chavarria, T., *et al.* (2014) Excess Cholesterol Induces Mouse Egg Activation and May Cause Female Infertility. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **111**, 4972-4980. <https://doi.org/10.1073/pnas.1418954111>
 - [17] Liu, Y., Ni, T., Zhao, Q., Cui, W., Lan, X., Zhou, T., *et al.* (2023) Maternal Hypercholesterolemia Would Increase the Incidence of Embryo Aneuploidy in Couples with Recurrent Implantation Failure. *European Journal of Medical Research*, **28**, Article No. 534. <https://doi.org/10.1186/s40001-023-01492-x>
 - [18] De Cosmi, V., Cipriani, S., Syren, M., Turolo, S., Parazzini, F., Reschini, M., *et al.* (2025) Peripheral Fatty Acids and Outcome of Assisted Reproduction. *Nutrition*, **130**, Article ID: 112616. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2024.112616>
 - [19] 雷若冰. 夫妻双方胰岛素抵抗、血脂异常对体外受精-胚胎移植治疗结局的影响[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆医科大学, 2024.
 - [20] 吕瑶, 徐亮, 何钟, 等. 孕期血脂变化与早产风险的相关性分析[J]. 同济大学学报: 医学版, 2025, 46(3): 383-390.
 - [21] Chen, S., Wang, Y., Wang, Z., Tao, L., Wang, Y., Wei, Y., *et al.* (2025) Pre Conception Dyslipidemia and Risk for Preeclampsia in Women Undergoing IVF Et. *Scientific Reports*, **15**, Article No. 18454. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03513-7>
 - [22] Gallos, I., Sivakumar, K., Kilby, M., Coomarasamy, A., Thangaratnam, S. and Vatish, M. (2013) Pre-Eclampsia Is Associated with, and Preceded by, Hypertriglyceridaemia: A Meta-Analysis. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, **120**, 1321-1332. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.12375>
 - [23] Klempfner, R., Erez, A., Sagit, B., Goldenberg, I., Fisman, E., Kopel, E., *et al.* (2016) Elevated Triglyceride Level Is Independently Associated with Increased All-Cause Mortality in Patients with Established Coronary Heart Disease. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, **9**, 100-108. <https://doi.org/10.1161/circoutcomes.115.002104>
 - [24] Ference, B.A., Kastelein, J.J.P., Ray, K.K., Ginsberg, H.N., Chapman, M.J., Packard, C.J., *et al.* (2019) Association of Triglyceride-Lowering LPL Variants and LDL-C-Lowering LDLR Variants with Risk of Coronary Heart Disease. *JAMA*, **321**, 364-373. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.20045>
 - [25] Baas, R.E., Hutten, B.A., Henrichs, J. and Vrijkotte, T.G.M. (2022) Associations between Maternal Lipid Blood Levels at the 13th Week of Pregnancy and Offspring's Adiposity at Age 11 - 12 Years. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **107**, e4048-e4057. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgac442>
 - [26] Schaefer-Graf, U.M., Kjos, S.L., Kilavuz, O., Plagemann, A., Brauer, M., Dudenhausen, J.W., *et al.* (2003) Determinants of Fetal Growth at Different Periods of Pregnancies Complicated by Gestational Diabetes Mellitus or Impaired Glucose Tolerance. *Diabetes Care*, **26**, 193-198. <https://doi.org/10.2337/diacare.26.1.193>
 - [27] 刘晶华, 刘耀丹, 刘敏, 等. 孕期发生 ICP 的风险因素分析[J]. 中国实验诊断学, 2024, 28(6): 631-636.
 - [28] 阮征, 宋媛媛, 安淑慧, 等. 绝经后女性性激素结合球蛋白、脂肪细胞性脂肪酸结合蛋白水平与非酒精性脂肪性肝病的关系[J]. 中国老年学杂志, 2025, 45(13): 3108-3111.
 - [29] Chang, X., Liu, L., Wang, N., Chen, Z. and Zhang, C. (2017) The Function of High-Density Lipoprotein and Low-Density Lipoprotein in the Maintenance of Mouse Ovarian Steroid Balance. *Biology of Reproduction*, **97**, 862-872. <https://doi.org/10.1093/biolre/iox134>
 - [30] Kolmakova, A., Wang, J., Brogan, R., Chaffin, C. and Rodriguez, A. (2010) Deficiency of Scavenger Receptor Class B Type I Negatively Affects Progesterone Secretion in Human Granulosa Cells. *Endocrinology*, **151**, 5519-5527. <https://doi.org/10.1210/en.2010-0347>
 - [31] Yates, M., Kolmakova, A., Zhao, Y. and Rodriguez, A. (2011) Clinical Impact of Scavenger Receptor Class B Type I Gene Polymorphisms on Human Female Fertility. *Human Reproduction*, **26**, 1910-1916. <https://doi.org/10.1093/humrep/der124>
 - [32] Christianson, M.S. and Yates, M. (2012) Scavenger Receptor Class B Type 1 Gene Polymorphisms and Female Fertility. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes & Obesity*, **19**, 115-120. <https://doi.org/10.1097/med.0b013e3283505771>

-
- [33] 张静, 刘文涛, 连玉兴. PCOS 患者子宫内膜厚度与血清 AMH、糖脂代谢的相关性研究[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2021, 13(1): 17-20.
- [34] 赵芳, 石占荣, 张艳萍, 等. 子宫内膜厚度和移植胚胎类型对冻融胚胎移植周期临床结局的影响[J]. 生殖医学杂志, 2023, 32(1): 125-129.
- [35] Browne, R.W., Bloom, M.S., Shelly, W.B., Ocque, A.J., Huddleston, H.G. and Fujimoto, V.Y. (2009) Follicular Fluid High Density Lipoprotein-Associated Micronutrient Levels Are Associated with Embryo Fragmentation during IVF. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, **26**, 557-560. <https://doi.org/10.1007/s10815-009-9367-x>
- [36] 刘丹, 梁新新, 周晶, 等. PCOS 辅助生殖患者血清 SOD、GSH-Px 水平与胚胎发育及脂质代谢水平的关系[J]. 中国计划生育学杂志, 2025, 33(5): 1041-1045.
- [37] Asserhøj, L.L., Mizrak, I., Lebech Kjaer, A.S., Clausen, T.D., Hoffmann, E.R., Greisen, G., *et al.* (2024) Blood Pressure and Lipid Profiles in Children Born after ART with Frozen Embryo Transfer. *Human Reproduction Open*, **2024**, hoae016. <https://doi.org/10.1093/hropen/hoae016>
- [38] 霍志欣, 戴芳芳, 王寅, 等. 不同促排卵方案应用于波塞冬标准低预后人群 IVF/ICSI-ET 的临床结局分析[J]. 生殖医学杂志, 2025, 34(1): 24-30.