

· 论 著 ·

妊娠糖尿病孕妇饮食指导影响和 miR-149-3p 的生物信息学分析*

郭 施, 李亚军[△], 温芷缘

(广州医科大学附属第二医院妇产科, 广东 广州 510260)

[摘 要] **目的** 通过孕妇学校对妊娠糖尿病(GDM)患者采取饮食调整指导、适度运动、体重科学管理等多种干预方法调控血糖的影响,通过生物信息学分析探讨微小 RNA-149-3p(miR-149-3p)在 GDM 患者中的表达及其潜在的临床意义。**方法** 选取 2022 年 9 月至 2024 年 6 月该院收治的 GDM 患者 230 例,分为研究组和对照组,每组 115 例。对照组从 GDM 方面进行简单的必要指导,研究组通过孕妇学校从饮食指导、运动锻炼、心理支持、家庭社会支持、追踪随访等多方面进行详细的 GDM 指导,患者自行用血糖监测仪监测血糖,建议餐前血糖控制在 3.3~5.3 mmol/L,餐后 2 h 血糖控制在 4.4~6.7 mmol/L,部分患者皮下注射胰岛素降血糖治疗,胰岛素用量根据血糖情况调整。比较分析 2 组患者血糖调整情况。选取 GSE243374 数据集筛选显著差异 miRNA,选取 miR-149-3p 预测关键枢纽基因。**结果** 研究组患者干预后血糖控制良好,筛选出差异 miRNA,其中 miR-149-3p 预测多个关键枢纽基因。**结论** GDM 患者需从多方面调整血糖、严密监测血糖,尽量减少母婴妊娠并发症的发生,miR-149-3p 对应的关键枢纽基因可能是 GDM 发病的潜在关键基因。

[关键词] 血糖; 妊娠糖尿病; 妊娠并发症; 微小 RNA-149-3p; 生物信息学分析

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.08.001

中图法分类号:R714.25;R587.1

文章编号:1009-5519(2025)08-1777-07

文献标识码:A

Effect of dietary guidance on pregnant women with gestational diabetes mellitus and bioinformatics analysis of miR-149-3p*

GUO Shi, LI Yajun[△], WEN Zhiyuan

(Department of Obstetrics and Gynecology, The Second Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou, Guangdong 510260, China)

[Abstract] **Objective** To study the effect of dietary adjustment guidance, moderate exercise, scientific weight management and other intervention methods on blood glucose regulation in patients with gestational diabetes mellitus (GDM) through pregnant women's school, and to explore the expression of microRNA-149-3p (miR-149-3p) in GDM patients and its potential clinical significance through bioinformatics analysis. **Methods** A total of 230 patients with GDM admitted to the hospital from September 2022 to June 2024 were selected and divided into study group and control group, with 115 cases in each group. The control group was given simple and necessary guidance from GDM. The study group was given very detailed GDM guidance from the pregnant women's school, including diet guidance, exercise, psychological support, family and social support, follow-up and other aspects of GDM guidance. The patients used their own blood glucose monitor to monitor blood glucose. It was recommended that the pre-meal blood glucose should be controlled at 3.3—5.3 mmol/L, and the postprandial two hours blood glucose should be controlled at 4.4—6.7 mmol/L. Some patients were treated with subcutaneous injection of insulin to reduce blood glucose, and the amount of insulin was adjusted according to the blood glucose. The blood glucose adjustment of the two groups was compared and analyzed. The GSE243374 data set was selected to screen significantly different miRNAs, and miR-149-3p was selected to predict key hub genes. **Results** The blood glucose control of the patients in the study group was good after intervention, and the differential miRNAs were screened out. Among them, miR-149-3p predicted multiple key hub genes. **Conclusion** GDM patients need to adjust blood glucose from many aspects, close-

* 基金项目: 广州医科大学附属第二医院临床研究项目(2021-LCYJ-03)。

作者简介: 郭施(1992—), 硕士研究生, 住院医师, 主要从事临床妇产科工作。 [△] 通信作者, E-mail: 437728350@qq.com。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250605.1721.004\(2025-06-06\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250605.1721.004(2025-06-06))

ly monitor blood glucose, and minimize the occurrence of maternal and fetal pregnancy complications. The key hub genes corresponding to miR-149-3p may be the potential key genes for the pathogenesis of GDM.

[Key words] Blood glucose; Gestational diabetes mellitus; Pregnancy complications; microRNA-149-3p; Bioinformatics analysis

妊娠糖尿病(GDM)是指在妊娠期间的首次被发现和诊断的糖尿病^[1]。GDM 的诊断标准包括“一步法”和“两步法”。有研究表明,“一步法”的筛查率为 16.5%,“两步法”的筛查率为 8.5%,前者优于后者^[2]。孕 24~28 周进行 75 g 葡萄糖耐量试验,空腹血糖大于或等于 5.1 mmol/L、餐后 1 h 血糖大于或等于 10.0 mmol/L、餐后 2 h 血糖大于或等于 8.5 mmol/L,只要符合其中 1 项即可诊断为 GDM。GDM 患病率正在上升,GDM 导致多种不良的妊娠并发症^[3],包括易并发糖尿病酮症酸中毒、妊娠高血压、子痫、胎盘早剥、脑血管意外发生率相对较高;易发生产程延长、产后出血等;巨大儿、难产、产伤发生率相对较高^[4];白细胞有多种功能缺陷,易发生感染;羊水过多易发生胎膜早破、早产等;难产、产道损伤及剖宫产率增高;胎儿先天畸形发生率是普通孕妇的 3 倍;胎儿宫内发育受限;围产儿死亡率增高;新生儿易出现低血糖、低血钙、肺透明膜病等。本研究深入探讨了针对 GDM 患者实施的一系列个性化干预处理,包括饮食调整指导、体重科学管理等,以评估这些处理对患者血糖控制状况的影响和效果,并通过生物信息学分析寻找揭示 GDM 发病的微小 RNA(miRNA)和潜在的关键枢纽基因。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 研究对象 选取 2022 年 9 月至 2024 年 6 月本院收治的 230 例确诊为 GDM 患者作为研究对象,采用随机化原则分为研究组和对照组,每组 115 例。本研究获本院医学伦理审查委员会审批(伦理批号:2021-hs-80)。

1.1.2 纳入标准 (1)单胎妊娠;(2)具备正常的交流沟通能力,智力健全,意识清醒;(3)符合妇产科 GDM 指南的诊断标准;(4)过去 6 个月内未参与任何可能影响本研究结果的其他研究或临床试验;(5)对本研究有充分了解,并自愿签署知情同意书,同意参与本研究。

1.1.3 排除标准 (1)妊娠前已被诊断为糖尿病;(2)患有恶性肿瘤或其他可能严重干扰本研究结果的基础疾病;(3)患有精神疾病无法正确表达意愿或配合者;(4)拒绝参与本研究、在研究过程中提出退出要求或因故无法继续配合完成本研究者。

1.2 方法

1.2.1 干预方法

1.2.1.1 对照组 从 GDM 方面进行简单的必要指导。实施糖尿病饮食指导时向患者分发 GDM 资料,以简单、易懂的方式传授体重的科学管理、饮食调整、适度运动、日常生活习惯的要点等。同时,增强患者自我血糖监测的意识,并鼓励其积极参与体重的管理计划。对需给予胰岛素治疗者为其提供详细的指导,确保能正确进行皮下注射,从而保障药物治疗的安全性和有效性。同时,随访血糖调整情况。然而一些患者虽然初步接受了饮食指导,但由于各种因素在实际生活中未能遵循规定的饮食方案;另一些患者则拒绝改变饮食习惯,继续维持原有的饮食方式;还有一些依从性差的孕妇不接受饮食指导和运动锻炼。此外,部分患者未能遵循医嘱进行定期产检。随访过程中多次建议患者调整饮食方案,加强运动锻炼,但患者依从性欠佳。

1.2.1.2 研究组 通过孕妇学校从饮食指导、运动锻炼、心理支持、家庭社会支持、追踪随访等多方面进行详细的 GDM 指导,患者自行采用血糖监测仪监测血糖,建议餐前血糖控制在 3.3~5.3 mmol/L,餐后 2 h 血糖控制在 4.4~6.7 mmol/L,部分患者给予皮下注射胰岛素降血糖治疗,胰岛素用量根据血糖情况调整。同时,随访血糖调整情况:(1)进行饮食指导、科学体重管理、适度运动、血糖监测与管理、心理支持、定期产检和随访等。开展多样化宣教活动,如知识讲座、互动游戏和情景表演,以确保科学调控 GDM 的信息准确传递。此外,建立 GDM 患者微信群,鼓励患者之间交流与分享经验,互相学习和支持,从而树立乐观的心态与信心。通过提高患者对 GDM 的认识,促进规律的血糖监测,有效控制血糖水平,保障母胎健康。(2)组成由产科专家、高年资护士、内分泌科医生、营养科专家参与的跨学科团队,规范诊治 GDM 患者。收集并整理患者病历资料,建立个性化健康档案,进行系统随访。在此过程中严格记录患者血糖监测数据,以确保其准确性和及时性。基于这些数据积极实施针对性血糖调控措施,以科学的方法协助患者管理血糖水平,促进母胎健康。(3)通过举办交流活动为患者提供一个分享的平台,鼓励其畅谈个人经验,包括饮食调整和运动成效,让每例患者感受到同伴的支持与鼓励,从而增强其在血糖控制方面的信心和决心。特别是对依从性较低的患者,目睹其他患者的积极变化和成功经验,这种“同伴效应”能带来强大的激励效果,促使其主动调整观念,提高血糖控制依

从性,形成良性循环。同时,患者家属的支持也至关重要,其应树立正确的 GDM 观念,在情感上给予患者关怀,并在实际行动中帮助其坚持日常运动和控糖饮食。(4)倾听患者心声,通过耐心地引导,帮助其分享在孕期面临的困扰,以更深入地了解每例患者的情况,从而提供更个性化、精准的心理支持。在沟通过程中以温和而坚定的态度向患者说明不良情绪对自身健康和胎儿可能产生的负面影响,促使其更加关注和重视自己的孕期状态。(5)根据患者孕前身体质量指数(BMI)、理想体重、孕期体重增长情况制定每天热量摄入计划。保持禁烟、酒,减少刺激性食物摄入。可根据患者饮食习惯设计个性化餐单,并在孕中晚期适当增加乳制品、含铁食物、鱼类、禽类、瘦肉和海产品的摄入。对体重正常患者每周建议增加约 0.4 kg。孕中晚期每天热量应不低于 1 500 kcal(1 kcal=4.184 kJ),以防止酮症的发生,采用“少量多餐”进食方式,推荐每天三餐与 2~3 次加餐的安排,其中早餐占 10%~15%的总热量,中餐、晚餐各占 30%的总热量,加餐占 5%~10%的总热量。(6)根据患者体力和日常运动习惯建议选择散步作为有氧运动。在每天餐后安排约 30 min 的散步,这种时长既合适又易于坚持。每周至少进行 5 d、每次 30 min 的中等强度运动。重要的是,患者应根据自身情况量力而行,避免过度疲劳,确保运动与休息相结合,以获得最佳效果。随着体力的提升可鼓励患者逐渐增加散步时间或频率。(7)指导患者学习和掌握血糖检测仪的使用方法,在三餐前、三餐后 2 h、睡前进行血糖监测,共 7 个时间段。血糖监测非常重要,餐前血糖应控制在 3.3~5.3 mmol/L,以预防低血糖并确保身体状态良好;餐后 2 h 血糖应保持在 4.4~6.7 mmol/L,以避免血糖过高;夜间血糖应不低于 3.3 mmol/L,以防止夜间低血糖的发生。同时,患者需注意记录每次的血糖监测值。

1.2.2 生物信息学分析 (1)选择 GDM 微阵列数据——NCBI-GEO,其是一个全球免费的基因表达和新一代测序数据库。访问 NCBI-GEO 数据库(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gds>),在搜索框中输入“gestational diabetes mellitus”、选择种属为“Homo Sapiens”即可找到关于 GDM 患者的外泌体 miRNA 数据集。(2)GDM 患者的 GSE243374 数据集在

GEO2R (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/geo2r/>)中进行在线分析,选择差异有统计学意义的 miRNA,以 $\text{adj. } P. \text{ Value} < 0.05$ 、 $\log\text{FC}$ 绝对值大于 1 为截止标准筛选 GDM 外泌体 miRNA。(3)在筛选出有显著差异的外泌体 miRNA 中选取其中一个外泌体 miRNA 进行靶基因预测,从 miRWalk(<http://mirwalk.umm.uni-heidelberg.de/>)、starBase(<http://starbase.sysu.edu.cn/>)、miRDB (<http://www.mirdb.org/>)、TargetScan (<http://www.targetscan.org/>)中进行预测。(4)通过 Draw Venn Diagram(<http://bioinformatics.psb.ugent.be/webtools/Venn/>)在线分析网站绘制 Venn 图,其可用来整合 miR-149-3p 从 miRWalk、starBase、miRDB、TargetScan 预测靶基因的共同靶基因。(5)GDM 靶基因的蛋白质互作网络(PPI)分析。使用 STRING(<https://string-db.org/cgi/input.pl>)在线分析和 Cytoscape (<http://www.cytoscape.org/>)中的 MCODE 插件进行 GDM 靶基因的 PPI 分析,得到关键的枢纽基因。

1.2.3 观察指标 (1)对比 2 组患者干预前后空腹血糖、餐后 2 h 血糖、糖化血红蛋白水平等血糖指标;(2)主要对比 2 组患者胎膜早破、巨大儿、妊娠期高血压、新生儿窒息、产后出血等妊娠期并发症发生情况;(3)比较 2 组患者分娩方式。

1.3 统计学处理 应用 SPSS22.0 统计软件进行数据分析,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验;计数资料以率或构成比表示,采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组患者一般资料比较 对照组患者中初产妇 47 例,经产妇 68 例;平均年龄(32.01 ± 3.92)岁;平均分娩孕周(38.45 ± 1.70)周;平均 BMI(21.91 ± 2.86) kg/m²。研究组患者中初产妇 45 例,经产妇 70 例;平均年龄(32.43 ± 4.34)岁;平均分娩孕周(38.43 ± 1.42)周;平均 BMI (21.87 ± 2.87)kg/m²。2 组患者年龄、分娩孕周、BMI 等一般资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

2.2 2 组患者干预前后血糖指标比较 2 组患者干预 3 个月后空腹血糖、餐后 2 h 血糖、糖化血红蛋白水平比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 2 组患者干预前后血糖指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	空腹血糖(mmol/L)		餐后 2 h 血糖(mmol/L)		糖化血红蛋白(%)	
		干预前	干预 3 个月后	干预前	干预 3 个月后	干预前	干预 3 个月后
对照组	115	5.58±0.44	5.42±0.55	8.44±1.00	7.34±0.35	6.29±0.22	6.02±0.36
研究组	115	5.59±0.44	4.92±0.53	8.67±1.22	6.22±0.32	6.31±0.20	5.58±0.52

续表 1 2 组患者干预前后血糖指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	空腹血糖(mmol/L)		餐后 2 h 血糖(mmol/L)		糖化血红蛋白(%)	
		干预前	干预 3 个月后	干预前	干预 3 个月后	干预前	干预 3 个月后
<i>t</i>	—	−0.176	6.994	−1.597	25.318	−0.837	7.478
<i>P</i>	—	0.860	<0.001	0.112	<0.001	0.403	<0.001

注：—表示无此项。

2.3 2 组患者分娩方式比较 研究组患者剖宫产率明显低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

2.4 2 组患者妊娠期并发症发生情况比较 研究组患者妊娠期并发症发生率明显低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

表 2 2 组患者分娩方式比较[*n*(%)]

组别	<i>n</i>	顺产	钳产	剖宫产
对照组	115	67(58.3)	3(2.6)	45(39.1)
研究组	115	79(68.7)	0	36(31.3) ^a

注：与对照组比较, $\chi^2=6.148$, ^a $P=0.046$ 。

表 3 2 组患者妊娠期并发症发生情况比较[*n*(%)]

组别	<i>n</i>	胎膜早破	产后出血	新生儿窒息	巨大儿	妊娠高血压	合计
对照组	115	24(20.9)	7(6.1)	4(3.5)	6(5.2)	10(8.7)	51(44.3)
研究组	115	25(21.7)	2(1.7)	1(0.9)	0	8(7.0)	36(31.3) ^a

注：与对照组比较, $\chi^2=10.831$, ^a $P=0.029$ 。

2.5 GDM 微阵列数据 GSE243374 的微阵列数据位于 GPL21572 平台,包括 14 个 GDM 患者的外泌体 miRNA 表达谱和 14 个正常对照者的外泌体 miRNA 表达谱,标本采集均处于妊娠早期(<孕周 18 周)。

2.6 GDM 微阵列数据预处理和差异 miRNA 筛选情况 从 GSE243374 中提取了 150 个显著差异 miRNA。GSE243374 的 miRNA 数据集火山图见图 1。GSE243374 的 150 个显著差异 miRNA,见表 4。

表 4 GSE243374 的 150 个显著差异 miRNA

共同显著 miRNA	miRNA
上调 miRNA	mmu-miR-669m-5p、mmu-miR-466m-5p、pma-miR-4606、hsa-miR-4497、hsa-miR-6803-5p、hbv-miR-B2-3p、hsa-miR-4532、hsa-miR-6724-5p、hsa-miR-6791-5p、gga-miR-7467-5p、hsa-miR-638、bta-miR-2885、mml-miR-149-3p、bta-miR-149-3p、bta-miR-664、oan-miR-1351-3p、mmu-miR-7684-3p、mml-miR-7205-5p、hsa-miR-1228-5p、hsa-miR-4486、mmu-miR-669c-5p、gga-miR-1584、rno-mir-328b、mmu-miR-7044-5p、ggo-miR-4488、aqu-miR-2014-5p、mmu-miR-6366、ggo-miR-1228、hsa-miR-1237-5p、hsa-miR-3656、hsa-miR-6786-5p、gga-miR-2127、mdv2-miR-M18-5p、hsa-miR-4507、hsa-miR-762、ptr-miR-762、hsa-miR-2861、pab-miR3694、gma-miR5783、cre-miR1171、ppy-miR-638、hsa-miR-3620-5p、hsa-miR-4787-5p、gga-miR-1587、gga-miR-1607、hsa-miR-3196、mmu-miR-3077-5p、mmu-miR-6347、hsa-miR-6729-5p、bta-miR-2305、cfa-miR-489、eca-miR-489、hsa-miR-1915-3p、ppy-miR-1915、hsa-miR-6869-5p、bta-miR-2900、hsa-miR-6088、gga-miR-1755、hsv2-miR-H10、bta-miR-2881、hsa-miR-4466、hsa-miR-6087、hsa-miR-6727-5p、mmu-miR-3960、hsa-miR-3960、gga-miR-1576、ppy-miR-2861、ggo-miR-4484、hsa-miR-6125、mml-miR-638、hsa-miR-4484、hsa-miR-7704、cel-miR-4930、osa-miR166h-5p、zma-miR166m-5p、mtr-miR166e-5p、mmu-miR-149-3p、cgr-miR-149-3p、rlcv-miR-rL1-18-5p、bta-miR-1777a、bta-miR-1777b、hsa-miR-8069、ppy-miR-4484、osa-miR5819、ipu-miR-7549、hsa-miR-6090、oan-miR-1346、tgu-miR-2981、hsa-miR-4793-3p、hsa-miR-6089、mmu-miR-5126、hsa-miR-4516、gga-miR-1777、mmu-miR-2137、hsa-miR-3665、tca-miR-3885-5p、mmu-miR-6538、mmu-miR-2861、hsa-miR-4440、mmu-miR-1198-5p
下调 miRNA	dme-miR-4955-5p、bmo-miR-2778d-3p、mtr-miR5238、bmo-miR-2776、bmo-miR-2778a-3p、bmo-miR-2778b-3p、ptc-miR6470、mtr-miR2606c、ath-miR837-3p、sbi-miR6232b-3p、mmu-miR-706、bhv1-miR-B8-5p、bmo-miR-3269、mml-miR-7192-5p、tur-miR-5736b-3p、sbi-miR6232a-3p、hsa-miR-3613-3p、osa-miR821a、osa-miR821b、osa-miR821c、bmo-miR-2778c-3p、cin-miR-4124-5p、stu-miR8002-3p、hsa-miR-3201、hsa-miR-8084、bdi-miR1878-5p、hsa-miR-4668-5p、ppt-miR1046-3p、tca-miR-3877-5p、stu-miR8006-3p、mse-miR-1926、hsa-miR-3128、gga-miR-6641-3p、ghr-miR7501、mmu-miR-7116-5p、cca-miR6112、osa-miR2923、bta-miR-3613b、bmo-miR-306a-3p、nve-miR-2034-3p、ptc-miR6462c-5p、csi-miR3951、mtr-miR2592bq-5p、ppe-miR8126-5p

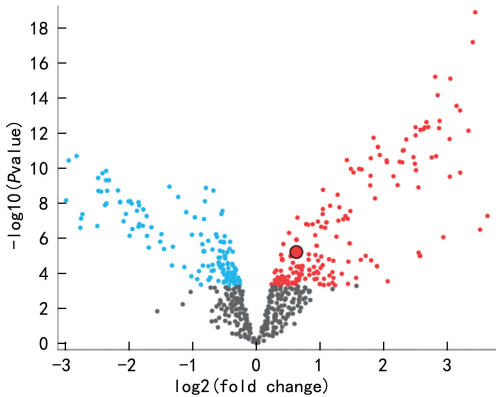


图 1 GSE243374 的 miRNA 数据集火山图

2.7 miR-149-3p 预测靶基因和筛选数据 miRDB 发现了 1 871 个靶基因,miRWalk 发现了 18 069 个,starBase 发现了 1 788 个,TargetScan 发现了 7 852 个。共鉴定出 29 580 个靶基因。经筛选只有 318 个靶基因在 4 个数据库中均被检测到,被认为是 miR-149-3p 的潜在靶基因。miR-149-3p 靶基因的 Venn

图见图 2。
2.8 GDM 中 miR-149-3p 潜在靶基因的 PPI 分析 最关键的 21 个节点基因包括 AKT1、BRD4、DLG4、CACNA1C、DDX6、HDAC2、CD34、BGN、CBX5、CDK4、HCFC1、ARPC2、FURIN、GIT1、GNL3L、CARM1、CHD1、HNRNPU、MECP2、MTMR3 和 PI4KB。见图 3。

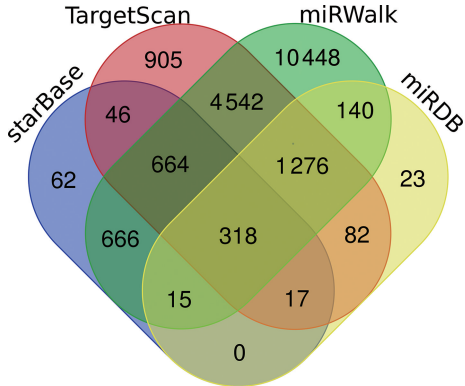


图 2 miR-149-3p 靶基因的 Venn 图

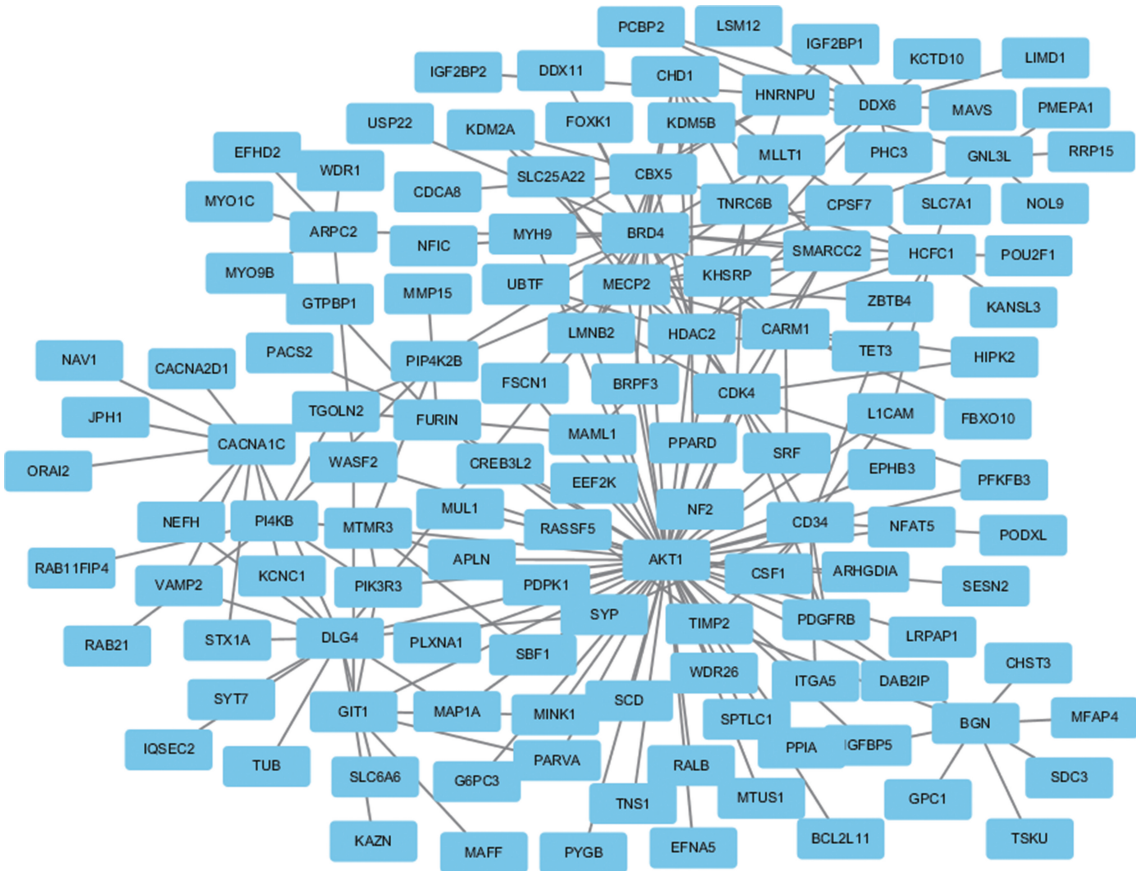


图 3 GDM 中 miR-149-3p 靶基因的 PPI 分析

3 讨 论

GDM 指在妊娠期间发生的不同程度的异常葡萄糖耐量受损或糖尿病,是妊娠常见并发症之一^[5]。GDM 可能导致多种围产期和胎儿并发症,包括妊娠高血压、先兆子痫、死胎、肩难产、早产、手术分娩、巨大儿、胎儿窘迫和新生儿低血糖^[6-8]。有研究表明,

GDM 女性在分娩后至少 1 年内患代谢综合征的风险几乎增加 4 倍,并且这一风险会随着妊娠间隔的延长而增加。妊娠前 BMI 是预测代谢综合征的重要因素。在子宫内暴露于 GDM 的儿童在今后的生活中患代谢综合征的风险至少增加 2 倍。因此,体重管理和营养咨询对降低孕妇患 GDM 和代谢综合征的风险至

关重要^[9]。据文献报道, GDM 患者在妊娠期间及产后白细胞中炎症相关基因的转录组出现失调, 可能成为识别与血糖异常相关的潜在生物标志物^[10-11]。有研究表明, 特定代谢物组和多种途径的生物标志物, 包括氨基酸代谢、类固醇激素生物合成、甘油磷脂代谢、脂肪酸代谢可能揭示了 GDM 及其相关并发症的诊断、预后等发生的相关性^[12]。

全球 GDM 患病率正在上升, 与多种因素密切相关, 包括久坐的生活方式^[13]、育龄女性肥胖率的增加和母亲年龄的上升。有研究表明, GDM 与不良妊娠结局存在显著关联, 如剖宫产、早产、新生儿低血糖、巨大儿等^[14-15]。有研究表明, 孕前 BMI 异常或孕中晚期体重增加不当与多种不良妊娠结局的风险增加相关。因此, 医务人员应重视 GDM 患者在孕期的体重管理^[16]。此外, 由于育龄女性肥胖率上升和母亲年龄增加 GDM 的国际患病率持续攀升, 胎儿在宫内早期暴露于母体高血糖会对其产生影响, 可能是母亲和子代心脏代谢疾病的风险因素^[17-18]。不同地区和国家 GDM 患病率存在显著差异^[19-20], 表明需制定针对性公共卫生策略。

GDM 历来被认为是妊娠期的一种医学并发症, 但其更是母亲未来患 2 型糖尿病风险的先兆。GDM 不仅会对患者终身产生影响, 还会增加母亲和子代未来的心脏代谢风险^[21]。多项研究表明, 早期识别和干预 GDM 对改善母婴健康结局至关重要^[22]。皮下注射胰岛素是治疗 GDM 患者高血糖的首选药物^[23]。然而关于 GDM 的干预管理和治疗方法仍需更多研究以确定最有效的措施。

GDM 对母亲和后代健康的影响是深远的^[24]。母亲未来患 2 型糖尿病和心血管疾病的风险增加, 而儿童则可能面临肥胖和葡萄糖不耐症等风险。因此, GDM 的早期诊断和管理对预防长期健康问题至关重要^[25]。此外, 生活方式的改变, 如健康饮食、定期运动已被证明在预防 GDM 方面具有潜在效果^[26-27]。还有研究提示, 益生菌酸奶能降低 GDM 发生风险, 与空腹血糖显著降低有关^[28]。儿童期 BMI 增加与 GDM 风险升高相关, 突显了应该对儿童肥胖问题采取预防措施的重要性^[29]。实施有效的策略减少儿童肥胖可能在降低这一风险方面发挥着关键作用。CHEN 等^[30]研究表明, 在超重或肥胖的参与者中最常见的并发症包括脂肪肝、前期糖尿病、血脂异常和高血压。糖尿病可能导致如糖尿病肾病等并发症^[31]。随着 BMI 的增加这些并发症发生率也随之上升。应实施有效策略, 减少超重或肥胖孕妇的孕前体重。同样, DONG 等^[32]发现, 遗传决定的甘油三酯与磷脂酰甘油比值升高与 GDM 风险增加相关, 降低甘油三酯与磷脂酰甘

油比值可能是预防 GDM 的潜在策略。未来的研究应深入探讨这些干预措施的有效性, 以期为临床实践提供指导。

综上所述, GDM 患者需从多方面调整血糖、严密监测血糖, 尽量减少母胎妊娠并发症的发生, miR-149-3p 对应的关键枢纽基因可能是 GDM 发病的潜在关键基因。通过跨学科的研究能更深入地理解 GDM 并应对 GDM 对女性和儿童健康的影响, 从而改善其健康状况。

参考文献

[1] 倪小清, 罗丹, 尹琪楠, 等. 2024 年 ADA“妊娠期的糖尿病管理指南”要点解读[J]. 现代妇产科进展, 2024, 33(2): 142-145.

[2] HILLIER T A, PEDULA K L, OGASAWARA K K, et al. A pragmatic, randomized clinical trial of gestational diabetes screening[J]. N Engl J Med, 2021, 384(10): 895-904.

[3] KHAN S, BARANCO N, WOJTOWYCZ M, et al. Maternal super obesity is increasing and is associated with an increased risk of pregnancy complications-a call for concern[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2024, 37(1): 2396071.

[4] MISTRY S K, DAS GUPTA R, ALAM S, et al. Gestational diabetes mellitus (GDM) and adverse pregnancy outcome in South Asia; a systematic review[J]. Endocrinol Diabetes Metab, 2021, 4(4): e00285.

[5] FERRARA A. Increasing prevalence of gestational diabetes mellitus; a public health perspective [J]. Diabetes Care, 2007, 30(Suppl 2): S141-S146.

[6] KANG Y E, YI H S, YEO M K, et al. Increased pro-inflammatory T cells, senescent T cells, and Immune-Check point molecules in the placentas of patients with gestational diabetes mellitus[J]. J Korean Med Sci, 2022, 37(48): e338.

[7] GUEUVOGHLANIAN-SILVA B Y, TORLONI M R, MATTAR R, et al. Profile of inflammatory mediators in gestational diabetes mellitus: phenotype and genotype [J]. Am J Reprod Immunol, 2012, 67(3): 241-250.

[8] WILL J S, CRELLIN H. Gestational diabetes mellitus: update on screening, diagnosis, and management[J]. Am Fam Physician, 2023, 108(3): 249-258.

[9] NGUYEN B, TSELOVALNIKOVA T, DREES B M. Gestational diabetes mellitus and metabolic syndrome: a review of the associations and recommendations[J]. Endocr Pract, 2024, 30(1): 78-82.

[10] ZIELENIAK A, ZURAWSKA-KLIS M, CYPRYK K, et al. Transcriptomic dysregulation of inflammation-related genes in leukocytes of patients with gestational diabetes

mellitus (GDM) during and after pregnancy: identifying potential biomarkers relevant to glycemic abnormality [J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(23):14677.

[11] SIFNAIOS E, MASTORAKOS G, PSARRA K, et al. Gestational diabetes and t-cell (Th1/Th2/Th17/Treg) immune profile[J]. *In Vivo*, 2019, 33(1):31-40.

[12] CHEN Q, FRANCIS E, HU G, et al. Metabolomic profiling of women with gestational diabetes mellitus and their offspring: review of metabolomics studies[J]. *J Diabetes Complications*, 2018, 32(5):512-523.

[13] LI Q, ZHU Y, WANG J, et al. Sedentary behaviors and gestational diabetes mellitus: a systematic review[J]. *J Obstet Gynaecol Res*, 2022, 48(2):285-299.

[14] YE W, LUO C, HUANG J, et al. Gestational diabetes mellitus and adverse pregnancy outcomes: systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ*, 2022, 377:e067946.

[15] CHUKWUEMEKA S, CHIVESE T, GOPINATH A, et al. Adverse pregnancy outcomes in gestational diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis protocol [J]. *BMJ Open*, 2024, 14(5):e058625.

[16] ZHU Y, ZHENG Q, PAN Y, et al. Association between prepregnancy body mass index or gestational weight gain and adverse pregnancy outcomes among Chinese women with gestational diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ Open*, 2024, 14(2):e075226.

[17] MOON J H, JANG H C. Gestational diabetes mellitus: diagnostic approaches and maternal-offspring complications[J]. *Diabetes Metab J*, 2022, 46(1):3-14.

[18] SWEETING A, WONG J, MURPHY H R, et al. A clinical update on gestational diabetes mellitus[J]. *Endocr Rev*, 2022, 43(5):763-793.

[19] WANG H, LI N, CHIVESE T, et al. IDF diabetes atlas: estimation of global and regional gestational diabetes mellitus prevalence for 2021 by international association of diabetes in pregnancy study group's criteria[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2022, 183:109050.

[20] SERT U Y, OZGU-ERDINC A S. Gestational diabetes mellitus screening and diagnosis[J]. *Adv Exp Med Biol*, 2021, 1307:231-255.

[21] WICKLOW B, RETNAKARAN R. Gestational diabetes mellitus and its implications across the Life span[J]. *Diabetes Metab J*, 2023, 47(3):333-344.

[22] XIE J, LI L, XING H. Metabolomics in gestational diabetes mellitus: a review[J]. *Clin Chim Acta*, 2023, 539:134-143.

[23] CHATZAKIS C, CAVORETTO P, SOTIRIADIS A. Gestational diabetes mellitus pharmacological prevention and treatment[J]. *Curr Pharm Des*, 2021, 27(36):3833-3840.

[24] WEI X, ZOU H, ZHANG T, et al. Gestational diabetes mellitus: what can medical nutrition therapy do? [J]. *Nutrients*, 2024, 16(8):1217.

[25] KARAVASILEIADOU S, ALMEGWELY W, ALANAZI A, et al. Self-management and self-efficacy of women with gestational diabetes mellitus: a systematic review [J]. *Glob Health Action*, 2022, 15(1):2087298.

[26] VASILE F C, PREDA A, STEFAN A G, et al. An update of medical nutrition therapy in gestational diabetes mellitus[J]. *J Diabetes Res*, 2021, 2021:5266919.

[27] PAULO M S, ABDO N M, BETTENCOURT-SILVA R, et al. Gestational diabetes mellitus in Europe: a systematic review and meta-analysis of prevalence studies[J]. *Front Endocrinol*, 2021, 12:691033.

[28] TABATABAEIZADEH S A, TAFAZOLI N. Effect of probiotic yogurt on gestational diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis [J]. *Diabetes Metab Syndr*, 2023, 17(4):102758.

[29] JIANG H, ZHANG K, ZHANG X. Mendelian randomization analysis of the association between childhood overweight or obesity and gestational diabetes mellitus [J]. *Diabetes Obes Metab*, 2024, 26(12):6016-6022.

[30] CHEN K, SHEN Z, GU W, et al. Prevalence of obesity and associated complications in China: a cross-sectional, real-world study in 15. 8 million adults [J]. *Diabetes Obes Metab*, 2023, 25(11):3390-3399.

[31] LI X, ZHANG L, YAN C, et al. Relationship between immune cells and diabetic nephropathy: a mendelian randomization study[J]. *Acta Diabetol*, 2024, 61(10):1251-1258.

[32] DONG Y, HU A Q, HAN B X, et al. Mendelian randomization analysis reveals causal effects of blood lipidome on gestational diabetes mellitus [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1):335.

(收稿日期:2024-11-02 修回日期:2025-03-12)