

孕妇血常规参数、血清铁蛋白与妊娠期高血压疾病相关性的研究进展

梁 莉¹, 李妹燕²

¹右江民族医学院临床医学院, 广西 百色

²右江民族医学院附属医院产科, 广西 百色

收稿日期: 2025年11月23日; 录用日期: 2025年12月18日; 发布日期: 2025年12月25日

摘 要

近年来, 妊娠期高血压疾病(HDP)在孕产妇中的患病率持续攀升, 已成为一个重大的公共卫生问题, 对母婴健康构成严重威胁。该疾病不仅会引发多种母婴并发症, 还会显著提升患者远期罹患慢性高血压的风险。当前, HDP的临床研究多聚焦于发病机理、不良妊娠结局及治疗策略, 然而, 在早期预测方面, 仍缺乏一种高效、可靠且成本效益高的筛查方案。现有证据表明, 部分血常规参数及血清铁蛋白水平与HDP的发生发展存在关联, 或可为其早期识别提供价值。基于此, 本文旨在对上述实验室指标与HDP相关性的研究进展进行综述。

关键词

血常规参数, 血清铁蛋白, 妊娠期高血压疾病(HDP)

Research Progress on the Correlation between Routine Blood Parameters of Pregnant Women, Serum Ferritin and Hypertensive Disorders in Pregnancy

Li Liang¹, Meiyang Li²

¹Clinical Medical College, Youjiang Medical University for Nationalities, Baise Guangxi

²Department of Obstetrics, Affiliated Hospital of Youjiang Medical University for Nationalities, Baise Guangxi

Received: November 23, 2025; accepted: December 18, 2025; published: December 25, 2025

文章引用: 梁莉, 李妹燕. 孕妇血常规参数、血清铁蛋白与妊娠期高血压疾病相关性的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(12): 2651-2659. DOI: [10.12677/acm.2025.15123700](https://doi.org/10.12677/acm.2025.15123700)

Abstract

In recent years, the prevalence of gestational hypertension disorders (HDP) among pregnant women has continued to rise, becoming a major public health issue that poses a serious threat to maternal and infant health. This disease not only causes various maternal and fetal complications but also significantly increases the risk of patients developing chronic hypertension in the long term. Currently, clinical research on HDP mainly focuses on the pathogenesis, adverse pregnancy outcomes, and treatment strategies. However, there is still a lack of an efficient, reliable, and cost-effective screening method for early prediction. Existing evidence indicates that some blood routine parameters and serum ferritin levels are associated with the occurrence and development of HDP, which may provide value for its early identification. Based on this, this article aims to review the research progress on the correlation between these laboratory indicators and HDP.

Keywords

Blood Routine Parameters, Serum Ferritin, Hypertensive Disorders of Pregnancy (HDP)

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

妊娠期高血压疾病(Hypertensive Disorders of Pregnancy, HDP)是一类在妊娠期间特有的疾病综合征,其在全球范围内对孕妇和胎儿的健康构成了严重威胁。根据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)提供的数据,全球大约有 10%的孕妇在妊娠期间会受到妊娠期高血压疾病的影响。尤其在发展中国家,该疾病导致的孕产妇死亡占总孕产妇死亡人数的比例高达 17.6%,凸显了其在公共卫生领域的重要性。妊娠期高血压疾病(HDP)包含多种临床亚型,主要包括妊娠期高血压、子痫前期、子痫、慢性高血压并发子痫前期以及妊娠合并慢性高血压等。这些亚型在临床表现上虽有差异,但核心特征之一是血压升高。除血压升高外,患者还常常出现蛋白尿和水肿等症状。在病情严重的情况下,可能会发生抽搐、昏迷等神经系统并发症,甚至导致孕妇或胎儿死亡。由此可见妊娠期高血压疾病(HDP)在临床上较为常见且危害严重,但其确切的病因和复杂的病理生理机制至今尚未被完全阐明。为了更好地理解该疾病的发生与发展过程,学术界从多个研究角度出发,提出了多种假说。其中具有代表性的假说包括“子宫螺旋动脉重塑障碍”假说、“免疫炎症反应过度激活”假说、“血管内皮损伤”假说、“遗传易感性”假说以及“营养因素”假说等。这些假说为进一步深入研究妊娠期高血压疾病的发病机制提供了重要的理论基础。近年来,在精准医疗理念的推动下,寻找与 HDP 相关的敏感性生物标志物以实现早期预警与干预,已成为该领域的重要研究方向。在此背景下,血常规参数(包括红细胞、血红蛋白、白细胞及其分群、血小板等)及血清铁蛋白等常规实验室指标,因其检测便捷、经济实用等特点而重新受到关注。研究表明,这些指标在妊娠期间的动态变化与 HDP 存在关联,并可能通过影响铁代谢稳态、损害血管内皮功能以及调控炎症免疫反应等途径,在 HDP 的发病环节中扮演重要角色。本文旨在系统探讨上述指标与 HDP 的内在联系,以期深入理解其发病机制、实现早期筛查与风险防控,以及发展个体化防治策略提供新的视角和理论支撑。

2. 妊娠期高血压疾病的流行病学与病理基础

2.1. 流行病学

妊娠期高血压疾病(HDP)是一个全球性的重大健康问题,其流行病学特征在不同地区和种族间存在显著差异,全球总体患病率约为5%至10%。在欧美等医疗体系健全的发达国家,得益于完善的孕产期保健与先进的诊疗技术,HDP发病率被控制在相对较低且稳定的水平,维持在5%~8%之间。相比之下,许多发展中国家受限于孕产保健覆盖不足及医疗资源匮乏,HDP的患病形势更为严峻,发病率常高达10%,部分区域甚至超过15%。

在中国,伴随生育政策调整及高龄孕产妇比例的上升,HDP的患病率呈持续增长态势。相关调查表明,我国该病的发病率已从早期的9.4%攀升至目前的10%~12%。这一趋势在高龄孕产妇(年龄 ≥ 35 岁)中尤为突出,其HDP发生风险可达15%~20%,约为适龄孕妇的2至3倍;多胎妊娠孕妇的患病率更是显著增高,可达25%~30%。此外,合并有慢性高血压、糖尿病或肾脏疾病等基础疾病的孕妇,罹患HDP的风险将增加3到5倍。HDP的流行不仅严重危及母婴安全,也给医疗卫生系统带来了沉重的负担。

2.2. 病理基础

HDP的核心病理生理改变起始于胎盘浅着床。正常妊娠时,滋养细胞会深度侵入子宫螺旋动脉,使其发生重铸,管径增粗、管壁松弛,从而保障充足的胎盘灌注。但在HDP患者中,滋养细胞浸润能力受损,子宫螺旋动脉仅发生部分重铸,管径狭小,导致胎盘血流灌注显著减少,胎盘处于缺血缺氧状态。胎盘缺血缺氧会激活一系列连锁反应,引发全身小血管痉挛。血管内皮细胞在缺血、氧化应激及炎症介质等刺激下受损,一氧化氮(NO)、前列环素 I₂ (PGI₂)等扩血管物质合成释放减少,而内皮素(ET)、血栓素 A₂ (TXA₂)等缩血管物质大量生成,血管舒缩平衡被打破,全身小血管强烈收缩,外周血管阻力急剧升高,进而导致血压升高。这也与抗血管生成因子失衡有关,在低氧环境中,胎盘细胞会产生过多的血管内皮生长因子 1(sflt-1)的可溶性受体。sflt-1与血管内皮因子(VEGF)和胎盘(PIGF)密切结合,其正常的生物信号传递,抑制血管生成,加重胎盘缺血和缺氧,全身组织和器官血管内皮损伤,促使HDP病情恶化。临床研究表明^[1],子痫前期患者血清中sFlt-1水平显著高于正常孕妇,且与病情严重程度呈正相关。血常规参数与血清铁蛋白的异常在HDP的病理生理进程中扮演着重要角色。当红细胞计数与血红蛋白浓度下降时,会削弱血液的携氧能力,引起组织灌注不足与缺氧,进而通过神经体液调节促使血管收缩,最终导致血压上升。白细胞总数及其分类的变化,往往是体内炎症反应被激活的表现,所释放的各类炎性因子可直接损害血管内皮细胞的结构与功能。血小板计数的减少或功能异常,会打破凝血与纤溶系统间的平衡,促进微血栓形成,并直接影响胎盘及母体重要脏器的血液供应。另一方面,血清铁蛋白作为体内铁储备的核心指标,其水平异常提示铁代谢失衡。无论铁缺乏还是铁过载,均可能通过氧化应激等途径,干扰胎盘滋养细胞的正常生理活动,损害胎盘血管的稳定与功能,从而加剧HDP的病情的进展。

3. 白细胞参数与 HDP 的关系

在妊娠期高血压疾病(HDP)患者中,机体常处于一种免疫应答失调与慢性炎症状态。作为免疫系统的核心成员,白细胞及其亚群的数量与比例变化,是反映该病理过程的重要生物学标志。其中,中性粒细胞作为循环白细胞中的主导成分,在炎症激活过程中扮演了关键角色。当炎症信号出现时,中性粒细胞会迅速向靶部位聚集,并释放出髓过氧化物酶(MPO)等多种水解酶及促炎因子。MPO能够进一步催化生成大量活性氧(ROS),从而启动强烈的氧化应激反应,造成血管内皮细胞的脂质过氧化损伤,最终破坏其结构的完整性。血管内皮一旦受损,便会引起一氧化氮(NO)合成与释放减少,同时内皮素(ET)等强效缩

血管物质的分泌增加, 导致血管舒张与收缩功能严重失衡, 血管张力持续增高, 进而推动血压上升。同时, 炎症介质还可激活肾素-血管紧张素-醛固酮系统(RAAS), 进一步加重水钠潴留和血管收缩, 促进高血压及蛋白尿的发生发展, 在 HDP 病情恶化中扮演关键角色[2]。也有临床观察发现, HDP 患者常出现白细胞计数升高及中性粒细胞增加现象。对 76 例 HDP 患者和 77 例正常孕妇的研究表明, HDP 组 WBC 均值为 $12.1 \times 10^9/L$, 中性粒细胞均值为 $98.6 \times 10^9/L$, 而正常对照组 WBC 均值为 $8.4 \times 10^9/L$, 中性粒细胞均值为 $56.5 \times 10^9/L$, 两组差异显著($P < 0.05$) [3]。

多项研究揭示了白细胞参数在妊娠不同阶段的动态变化规律。有学者指出, 与健康孕妇相比, 未来罹患妊娠期高血压疾病的孕妇, 其中期妊娠前的白细胞参数已呈现显著升高, 但至妊娠晚期, 其水平反而明显低于正常对照组。具体而言, 在妊娠第 13 至 20 周期间, 中性粒细胞与嗜碱性粒细胞的计数升高被证实是 HDP 的独立风险因素, 其预测优势比(OR)分别达到 1.16 与 1.02 ($P < 0.01$)。白细胞参数的改变对妊娠期高血压疾病具有一定的临床预测效率[4]。Chandras 等人[5]则认为生理状态下妊娠后期和分娩期的中性粒细胞和白细胞计数也有增多, 是炎症反应导致, 无病理意义。

4. 红细胞参数与 HDP 的关系

多项临床研究表明[6]-[9], 红细胞在维持机体正常生理功能中扮演着关键角色, 其计数及血红蛋白含量变化与 HDP 的发生发展紧密相连。在对大量 HDP 患者及正常孕妇的对比研究中发现, HDP 组的 RBC、Hb 水平高于正常孕妇, 其中子痫前期组的 RBC、Hb 及 HCT 水平远高于对照组, 原因是伴随病情严重程度增加, 为提升携氧量、改善患者组织和器官缺氧程度, 机体中红细胞会出现代偿性增多, 且血液浓缩导致红细胞及血红蛋白浓度升高。

另一方面, 红细胞分布宽度(RDW)是评估红细胞体积异质性的关键参数, 其数值升高提示红细胞大小不均程度加剧[10]。基础研究证实, RDW 的升高与机体炎症状态密切相关[11]。然而, 关于 RDW 在子痫前期中的具体意义, 现有临床研究结论尚存分歧。例如, Abdullahi 等人[12]的研究显示, RDW 在子痫前期患者与健康对照者之间, 以及在轻、重度子痫前期患者之间, 均未观察到具有统计学意义的差异。与之相反, Kurt 团队[13]则报道, 在分娩期间, 子痫前期孕妇的 RDW 水平显著高于正常妊娠组, 提示其可能与疾病严重性相关。Yilmaz 等[11]针对土耳其晚期孕妇的病例对照分析进一步支持了这一关联, 发现子痫前期组 RDW 平均值显著高于对照组, 且重度子痫前期患者的 RDW 值又明显高于轻度患者。

但此后的研究又呈现出更为复杂的情况。一项病例对照研究表明, 在妊娠早期, 重度子痫前期组的 RDW 中位数已显著高于对照组和轻度子痫前期组, 而轻度子痫前期组与对照组之间却无显著差异。研究者由此推测[14], 妊娠早期的 RDW 升高或许对重度子痫前期具有预测价值, 但其数值高低与疾病总体严重程度的相关性可能不强。从病理生理机制角度看, RDW 被认为与循环系统稳态及功能紧密相连[15] [16]。鉴于 HDP 患者普遍存在全身血管张力异常, 此种血流动力学改变可能引发红细胞生成与形态的变化[17] [18], 以此, RDW 很可能参与 HDP 的发生与发展进程。总而言之, 目前关于 RDW 与 HDP 关联的探索仍相对有限, 且各项研究结果不尽一致。未来有必要就红细胞压积(HCT)、RDW 与 HDP 的关系展开更深入的研究, 以期获得更具说服力的循证依据, 并为临床实践提供指导。

5. 血小板参数与 HDP 的关系

通常情况下, 抗凝和凝血功能在孕妇体内相对稳定, 但如果孕妇处于病理状态, 整个系统的稳定性也会受到影响。多项研究表明[19] [20], HDP 患者常出现血小板减少与凝血功能异常, 尤其在重度子痫前期患者中更为显著。其机制主要与内皮损伤触发的血小板活化、聚集及消耗有关。血小板下降会破坏凝血平衡, 增加出血风险, 严重威胁母婴安全。临床研究表明, 将 $PLT < 100 \times 10^9/L$ 作为评估病情严重

程度的关键指标, 其数值越低, 越易伴发凝血异常与不良妊娠结局[7] [19]-[21]。方艳等对 858 例孕妇的分析也确认, 血小板参数为 HDP 的独立危险因素[22]。

6. 血常规参数相关比值与 HDP 的关系

目前常用的血常规参数相关比值包括中性粒细胞 - 淋巴细胞比值(NLR)、单核细胞 - 淋巴细胞比值(MLR)。

6.1. 中性粒细胞 - 淋巴细胞比值(NLR)

自 2005 年问世以来, 中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)作为一种系统性炎症的衡量工具, 因其比单一白细胞参数更稳定, 早期主要辅助炎症性疾病的诊断[23] [24]。NLR 水平的提升, 通常标志着以中性粒细胞为主的促炎反应占据优势, 而淋巴细胞承担的免疫调节功能相对不足, 暗示了体内炎症稳态的失调[25]。这一指标在评估冠心病和脑梗死等疾病的预后方面价值显著[26] [27], 但在妊娠期高血压疾病(HDP)的研究中, 尤其涉及肾功能影响时, 相关探讨仍较为有限[28]。

学界对于 NLR 在 HDP 中的应用存在不同发现。李婷婷等研究者的工作[29]显示, HDP 患者的 NLR 值明显高于正常妊娠对照组, 并且随着疾病严重性和肾损伤程度的加深而持续升高, 这表明 NLR 能够反映 HDP 的病况进展, 也与 Jeon Y 等人的结论一致[30]。此外, Serin 及其同事[31]报告 NLR 与子痫前期患者的血压呈正相关; 王晓霞等人[32]则通过 Logistic 回归分析, 将 NLR 确定为 HDP 的一个独立风险因素。但与之相对, Kurtoglu 团队的研究[33]虽然也测得了子痫前期组 NLR 的升高, 却未建立起它与临床严重程度、蛋白尿或发病孕周的有效关联, 因此, NLR 对于 HDP 的临床意义仍需更多研究来澄清。

6.2. 单核细胞 - 淋巴细胞比值(MLR)

MLR 作为反映机体炎症状态的新型指标, 其与免疫系统功能存在显著关联, 目前已在恶性肿瘤诊断及预后评估领域得到应用[34]。李珊团队[35]的临床观察显示, MLR 水平与 HDP 疾病进展程度存在正向关联, 其 ROC 曲线下面积为 0.751, 临界值设定为 0.426 时, 预测不良妊娠结局的敏感性和特异性分别达到 73.1%和 71.6%。这一结论与 Jing Wang 等学者[36]的研究结果相吻合。Zeynep Seyhanli 研究组[37]指出, 虽然子痫前期孕妇在妊娠初期出现 MLR 升高现象, 但其 ROC 曲线下面积仅为 0.534, 当临界值取 0.24 时, 预测敏感性和特异性均为 52%, 表明该指标对子痫前期缺乏预测价值。Ataka [38]的研究则发现 HELLP 综合征患者孕早期 MLR 虽有升高趋势, 但差异未达统计学显著水平。值得注意的是, 部分研究得出相反结论, 如 Cui 等研究者[39]观察到子痫前期患者外周血淋巴细胞数量增加导致 MLR 降低, 其 ROC 曲线下面积为 0.656, 当临界值取 0.33 时, 预测敏感性和特异性分别为 60.74%和 67.90%。Min-A Kim 团队[40]同样发现子痫前期患者外周血淋巴细胞和单核细胞均有增多趋势, 但均未呈现统计学显著性差异。吴晶[41]等发现 HDP 患者 MLR 及单核细胞计数明显增高, 且 HDP 越严重, MLR 增高越明显, 淋巴细胞计数差异无统计学意义, MLR 的曲线下面积为 0.347, 对 HDP 无预测价值。

7. 血清铁蛋白与 HDP 的关系

血清铁蛋白是评估机体铁储备状况的核心指标, 在维持铁代谢平衡中具有关键作用。妊娠期间, 母体血容量扩张、胎儿生长发育及胎盘形成对铁的需求显著增加, 整个孕期总需求量可达约 1000 mg。孕早期血清铁蛋白水平常因铁动员加速而下降; 若其浓度低于 30 $\mu\text{g/L}$, 提示铁储备不足, 可能引发缺铁性贫血, 影响母婴健康。

关于铁代谢与妊娠期高血压疾病(HDP)间的关联, 现有研究尚未形成共识。Malgorzata 等发现铁蛋白每增加 100 $\mu\text{g/L}$, 子痫前期发生风险可降低 27% (AOR = 0.73; P = 0.009) [42]。多项研究支持高铁负荷是

HDP 的危险因素。王新玲等报道 HDP 组血清铁水平显著高于健康对照组($P < 0.05$), 且与疾病严重程度呈正相关($r = 0.521, P < 0.05$) [43]。刘艳霞等也得出相似结论[44]。动物实验显示, 孕期缺乏母鼠的后代表现出更高的血压水平[45]。国外一项临床回顾分析表明, 孕 16 周前补铁与孕 20 周后高血压风险显著相关[46]。

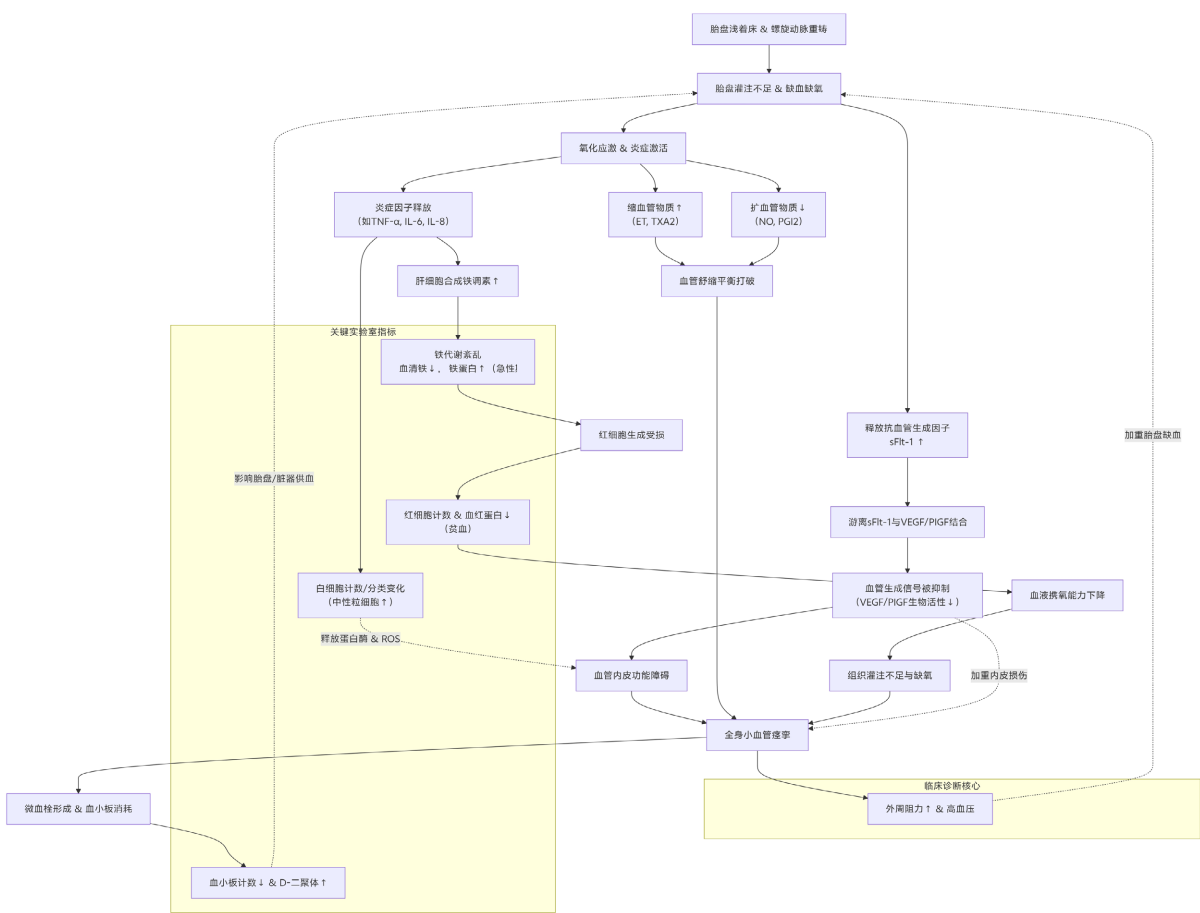


Figure 1. The mechanisms of action of various hematological indicators
图 1. 各项血液学指标的作用机制

少数研究表明铁与妊娠期高血压不存在相关性。根据一项大型前瞻性观察性研究的结果显示, 在对多种潜在混杂因素实施更为全面与严格的统计学调整之后, 研究人员发现血清铁蛋白浓度与高血压的发生风险之间并未呈现显著关联[47]。另一项在国外开展的大样本前瞻性队列研究进一步探讨了妊娠早期母体铁代谢状态与妊娠期血流动力学适应性变化及妊娠期高血压疾病风险之间的潜在联系, 结果表明二者之间缺乏具有一致性意义的关联。基于现有发现, 学者指出仍需通过进一步的研究, 深入探讨铁代谢特征在高危人群妊娠期高血压疾病发生发展过程中可能扮演的生物学作用[48]。现有研究结果不尽相同, 孕早期铁与妊娠期高血压的患病风险相关, 很可能是由于妊娠早期母亲铁代谢紊乱导致妊娠期血流动力学适应能力受损, 从而增加妊娠期高血压疾病的风险。学界存在以下理论假说: 铁稳态失衡可诱导氧化应激反应的发生, 其中铁超载状态会促进更多活性氧(ROS)的生成, 而铁缺乏则可能通过诱导线粒体功能障碍造成 ROS 生成下降, 由铁失调引发的氧化应激可进一步导致血管内皮细胞损伤及血管反应性异常, 这些改变可能对胎盘正常发育及妊娠期血流动力学适应过程产生不利影响并参与妊娠期高血压的发病机

制[49]-[51]。在妊娠早期阶段, 胎盘灌注因受到滋养层细胞碎片及血凝块阻塞而受限; 随着妊娠进展, 母体血液在绒毛间隙中开始灌注, 引起血流速度急剧上升。这种快速再灌注过程可诱发显著的氧化应激, 并提高滋养细胞发生铁凋亡的风险。一项关于妊娠期高血压模型的研究显示, 使用铁凋亡抑制剂可显著改善细胞活力, 提示铁代谢及其介导的铁死亡过程与妊娠期高血压之间存在密切关联, 值得进一步深入探讨。该研究还发现, 抑制铁凋亡能够显著缓解大鼠模型中多种子痫前期相关症状, 说明铁凋亡在子痫前期的病理机制中扮演重要角色[52]。进一步研究揭示, 部分妊娠个体会对生理性缺氧所引起的氧和铁急剧升高产生过度反应。这种异常反应会引发细胞膜脂质过氧化, 并在母胎界面(主要位于滋养层细胞)诱发过度的铁凋亡过程。这些病理变化最终导致绒毛外滋养细胞(EVT)的侵袭与迁移能力受到明显损害[53]。在子痫前期患者中, 可以观察到明显的铁稳态改变特征, 铁水平的变化与疾病严重程度呈现出显著的正相关关系[54]。

综上所述, 血清铁蛋白可作为 HDP 风险评估与病情监测的潜在生物标志物。通过动态监测其水平变化, 有助于早期识别高危人群并实施针对性干预, 从而改善母婴结局。

8. 总结与展望

妊娠期高血压疾病(HDP)的病理过程与孕妇的血常规参数及血清铁蛋白水平密切相关。这些指标通过炎症与氧化应激、胎盘微循环及免疫代谢交互作用等机制共同参与疾病演进(见 图 1)。联合检测上述指标, 有助于早期识别 HDP 高危人群, 并为制定个体化防治方案提供参考。当前研究受限于观察性数据的不足及相关机制的不明确, 未来研究可优先在孕早期(如 11~13 周)测量 NLR 和血清铁蛋白联合模型的预测效能, 并探索其在不同 HDP 亚型中的最佳诊断阈值, 从而发掘新的治疗靶点, 最终改善母婴预后。

参考文献

- [1] Palmer, K.R., Tong, S. and Kaitu'u-Lino, T.J. (2017) Placental-Specific sFLT-1: Role in Pre-Eclamptic Pathophysiology and Its Translational Possibilities for Clinical Prediction and Diagnosis. *Molecular Human Reproduction*, **23**, 69-78. <https://doi.org/10.1093/molehr/gaw077>
- [2] 赵群, 孔祥. 妊娠期高血压病与炎症相关性的研究进展[J]. 医学研究生学报, 2012, 25(3): 308-311.
- [3] 潘亚静, 邓文秋. 妊娠期高血压患者血常规指标变化及其与炎症标记物的相关性研究[J]. 新疆医科大学学报, 2020, 43(6): 768-772.
- [4] 柳爱英. 白细胞参数对妊娠期高血压疾病预测效率的研究[J]. 中国妇幼保健, 2011, 26(23): 3549-3550.
- [5] Chandra, S., Tripathi, A.K., Mishra, S., Amzarul, M. and Vaish, A.K. (2012) Physiological Changes in Hematological Parameters during Pregnancy. *Indian Journal of Hematology and Blood Transfusion*, **28**, 144-146. <https://doi.org/10.1007/s12288-012-0175-6>
- [6] 刘素华, 张沙. 妊娠期高血压疾病患者病情程度与血常规和凝血指标的相关性分析[J]. 医药论坛杂志, 2023, 44(4): 99-103.
- [7] 潘琚, 陈波, 郑娟, 等. 妊娠期高血压疾病患者血液流变学指标与病情严重程度的相关性研究[J]. 中国妇幼保健, 2020, 35(24): 4671-4673.
- [8] 刘琦芳. 妊娠期高血压患者血清和胎盘组织 miR-206 的表达及意义[J]. 临床检验杂志, 2018, 36(2): 106-109.
- [9] Horowitz, K.M., Ingardia, C.J. and Borgida, A.F. (2013) Anemia in Pregnancy. *Clinics in Laboratory Medicine*, **33**, 281-291. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2013.03.016>
- [10] Adam, I., Mutabingwa, T.K. and Malik, E.M. (2019) Red Cell Distribution Width and Preeclampsia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Hypertension*, **25**, Article No. 15. <https://doi.org/10.1186/s40885-019-0119-7>
- [11] Yılmaz, Z.V., Yılmaz, E. and Küçüközkın, T. (2016) Red Blood Cell Distribution Width: A Simple Parameter in Preeclampsia. *Pregnancy Hypertension: An International Journal of Women's Cardiovascular Health*, **6**, 285-287. <https://doi.org/10.1016/j.pregphy.2016.05.001>
- [12] Abdullahi, H., Osman, A., Rayis, D.A., Gasim, G.I., Imam, A.M. and Adam, I. (2014) Red Blood Cell Distribution Width Is Not Correlated with Preeclampsia among Pregnant Sudanese Women. *Diagnostic Pathology*, **9**, Article No. 29. <https://doi.org/10.1186/1746-1596-9-29>

- [13] Kurt, R.K., Aras, Z., Silfeler, D.B., Kunt, C., Islimye, M. and Kosar, O. (2013) Relationship of Red Cell Distribution Width with the Presence and Severity of Preeclampsia. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, **21**, 128-131. <https://doi.org/10.1177/1076029613490827>
- [14] Örgül, G., Aydın Hakkı, D., Özten, G., Fadiloğlu, E., Tanacan, A. and Bektaş, M.S. (2019) First Trimester Complete Blood Cell Indices in Early and Late Onset Preeclampsia. *Journal of Turkish Society of Obstetric and Gynecology*, **16**, 112-117. <https://doi.org/10.4274/tjod.galenos.2019.93708>
- [15] 张婷, 吕清媛, 毛平安. 妊娠期高血压疾病患者血流变与病情严重程度的相关性[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(7): 1524-1527.
- [16] 赵悦淑, 王梦玲, 王蕊, 等. 血浆 D-二聚体、红细胞分布宽度等血生化指标对妊娠期高血压疾病严重程度的影响分析[J]. 中国妇幼卫生杂志, 2021, 12(2): 61-64.
- [17] 成淑贤, 杨金钰. 血清 RDW、SOD、CysC 与妊娠期高血压疾病的关系研究[J]. 中外女性健康研究, 2023(7): 1-3+74.
- [18] 赵悦淑, 王梦玲, 王蕊, 等. 妊娠期高血压疾病患者血生化指标变化及新生儿体重差异分析[J]. 河南预防医学杂志, 2021, 32(7): 549-552.
- [19] Manchanda, J. and Malik, A. (2020) Study of Platelet Indices in Pregnancy-Induced Hypertension. *Medical Journal Armed Forces India*, **76**, 161-165. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2019.02.006>
- [20] 韩晓凤, 倪蓓文, 方怡, 等. 妊娠合并原发性免疫性血小板减少症患者的临床特点分析及 T 细胞分泌细胞因子水平的研究[J]. 诊断学理论与实践, 2016, 15(2): 152-156.
- [21] 王睿萱, 吴俊, 王旭, 等. 血液指标与妊娠期高血压疾病患者病情程度的关系[J]. 临床检验杂志, 2021, 39(10): 780-782.
- [22] 方艳, 王群华, 陈红波. 妊娠期高血压疾病的早期预测模型构建[J]. 现代妇产科进展, 2024, 33(7): 506-511.
- [23] Wu, H., Zhou, M., Lu, G., Yang, Z., Ji, H. and Hu, Q. (2017) Emodinol Ameliorates Urate Nephropathy by Regulating Renal Organic Ion Transporters and Inhibiting Immune Inflammatory Responses in Rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, **96**, 727-735. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.10.051>
- [24] Forrest, E.H., Storey, N., Sinha, R., Atkinson, S.R., Vergis, N., Richardson, P., et al. (2019) Baseline Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio Predicts Response to Corticosteroids and Is Associated with Infection and Renal Dysfunction in Alcoholic Hepatitis. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, **50**, 442-453. <https://doi.org/10.1111/apt.15335>
- [25] Kawamoto, R., Ninomiya, D., Kikuchi, A., Akase, T., Kasai, Y., Kusunoki, T., et al. (2019) Association of Neutrophil-To-Lymphocyte Ratio with Early Renal Dysfunction and Albuminuria among Diabetic Patients. *International Urology and Nephrology*, **51**, 483-490. <https://doi.org/10.1007/s11255-018-02065-2>
- [26] Argan, O., Ural, D., Kozdag, G., Sahin, T., Bozyel, S., Aktas, M., et al. (2016) Associations between Neutrophil Gelatinase Associated Lipocalin, Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio, Atrial Fibrillation and Renal Dysfunction in Chronic Heart Failure. *Medical Science Monitor*, **22**, 4765-4772. <https://doi.org/10.12659/msm.898608>
- [27] Küçük, H., Göker, B., Varan, Ö., Dumladag, B., Haznedaroğlu, Ş., Öztürk, M.A., et al. (2017) Predictive Value of Neutrophil/Lymphocyte Ratio in Renal Prognosis of Patients with Granulomatosis with Polyangiitis. *Renal Failure*, **39**, 273-276. <https://doi.org/10.1080/0886022x.2016.1259633>
- [28] Boissier, R., Campagna, J., Branger, N., Karsenty, G. and Lechevallier, E. (2017) The Prognostic Value of the Neutrophil-Lymphocyte Ratio in Renal Oncology: A Review. *Urologic Oncology: Seminars and Original Investigations*, **35**, 135-141. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2017.01.016>
- [29] 李婷婷, 毛丽萍. NLR, β -HCG 和 Cys C 在早期诊断妊娠高血压肾损伤的价值[J]. 中国医药导刊, 2019, 21(11): 639-643.
- [30] Jeon, Y., Lee, W.I., Kang, S.Y. and Kim, M. (2017) Modified Complete Blood Count Indices as Predicting Markers of Preeclampsia from Gestational Hypertension: Neutrophil to Lymphocyte Ratio, Platelet to Lymphocyte Ratio, and Platelet to Neutrophil Ratio. *Clinical Laboratory*, **63**, 1897-1902. <https://doi.org/10.7754/clin.lab.2017.170705>
- [31] Serin, S., Avci, F., Ercan, O., Köstü, B., Bakacak, M. and Kıran, H. (2016) Is Neutrophil/Lymphocyte Ratio a Useful Marker to Predict the Severity of Pre-Eclampsia? *Pregnancy Hypertension: An International Journal of Women's Cardiovascular Health*, **6**, 22-25. <https://doi.org/10.1016/j.preghy.2016.01.005>
- [32] 王晓霞, 丁太峰, 王勤. 中性粒细胞与淋巴细胞比值和超敏 C 反应蛋白预测妊娠期高血压[J]. 中国计划生育学杂志, 2022, 30(1): 168-171.
- [33] Kurtoglu, E., Kokcu, A., Celik, H., Tosun, M. and Malatyalioglu, E. (2014) May Ratio of Neutrophil to Lymphocyte Be Useful in Predicting the Risk of Developing Preeclampsia? A Pilot Study. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, **28**, 97-99. <https://doi.org/10.3109/14767058.2014.905910>
- [34] Eo, W.K., Kim, K.H., Park, E.J., Kim, H.Y., Kim, H., Koh, S.B., et al. (2018) Diagnostic Accuracy of Inflammatory

- Markers for Distinguishing Malignant and Benign Ovarian Masses. *Journal of Cancer*, **9**, 1165-1172. <https://doi.org/10.7150/jca.23606>
- [35] 李娜. 外周血 PLT、D-D、MLR 与妊娠期高血压疾病关系的探讨[D]: [硕士学位论文]. 衡阳: 南华大学, 2024.
- [36] Wang, J., Zhu, Q.W., Cheng, X.Y., *et al.* (2019) Assessment Efficacy of Neutrophil-Lymphocyte Ratio and Monocyte-Lymphocyte Ratio in Preeclampsia. *Journal of Reproductive Immunology*, **132**, 29-34. <https://doi.org/10.1016/j.jri.2019.02.001>
- [37] Seyhanli, Z., Bayraktar, B., Baysoz, O.B., *et al.* (2023) The Role of First Trimester Serum Inflammatory Indexes (NLR, PLR, MLR, SIRI, and PIV) and the β -hCG to PAPP—A Ratio in Predicting Preeclampsia. *Journal of Reproductive Immunology*, **162**, Article 104190. <https://doi.org/10.1016/j.jri.2023.104190>
- [38] İpek, G., Tanaçan, A., Ağaoğlu, Z., Peker, A. and Şahin, D. (2023) Can SIRI or Other Inflammatory Indices Predict HELLP Syndrome in the First Trimester? *Journal of Reproductive Immunology*, **159**, Article 104126. <https://doi.org/10.1016/j.jri.2023.104126>
- [39] Cui, H.X., Chen, C., Jung, Y.M., Guo, Z.Y., Dong, C.Y., Lee, S.M., *et al.* (2023) Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio (NLR) as a Predictive Index for Liver and Coagulation Dysfunction in Preeclampsia Patients. *BMC Pregnancy and Childbirth*, **23**, Article No. 4. <https://doi.org/10.1186/s12884-022-05335-1>
- [40] Kim, M.A., Han, G.H., Kwon, J.Y., *et al.* (2018) Clinical Significance of Platelet-to-Lymphocyte Ratio in Women with Preeclampsia. *American Journal of Reproductive Immunology*, **80**, e12973. <https://doi.org/10.1111/aji.12973>
- [41] 吴晶, 傅广. 单核细胞/淋巴细胞比值与妊娠期高血压疾病严重程度的相关性研究[J]. 医学食疗与健康, 2021, 19(22): 19-22.
- [42] Lewandowska, M., Więckowska, B., Sajdak, S. and Lubiński, J. (2020) First Trimester Microelements and Their Relationships with Pregnancy Outcomes and Complications. *Nutrients*, **12**, Article 1108. <https://doi.org/10.3390/nu12041108>
- [43] 王新玲, 董素亭, 刘素新, 等. 微量元素及血管内皮祖细胞与妊娠期高血压疾病的关系研究[J]. 现代中西医结合杂志, 2022, 31(12): 1689-1692.
- [44] 王艳霞, 肖景华, 李亚妮, 等. 孕妇血清铁、锌微量元素与妊娠期高血压疾病的关系研究[J]. 现代检验医学杂志, 2019, 34(2): 130-131+136.
- [45] Chang, Y.H., Chen, W.H., Su, C.H., *et al.* (2022) Maternal Iron Deficiency Programs Rat Offspring Hypertension in Relation to Renin—Angiotensin System and Oxidative Stress. *International Journal of Molecular Sciences*, **23**, Article 8294. <https://doi.org/10.3390/ijms23158294>
- [46] Jirakittidul, P., Sirichotiyakul, S., Ruengorn, C., Techatraisak, K. and Wiriyasirivaj, B. (2018) Effect of Iron Supplementation during Early Pregnancy on the Development of Gestational Hypertension and Pre-Eclampsia. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, **298**, 545-550. <https://doi.org/10.1007/s00404-018-4821-6>
- [47] Galan, P., Vergnaud, A.C., Tzoulaki, I., *et al.* (2009) Low Total and Nonheme Iron Intakes Are Associated with a Greater Risk of Hypertension. *The Journal of Nutrition*, **140**, 75-80. <https://doi.org/10.3945/jn.109.114082>
- [48] Taeubert, M.J., Wiertsema, C.J., Vermeulen, M.J., Quezada-Pinedo, H.G., Reiss, I.K., Muckenthaler, M.U., *et al.* (2022) Maternal Iron Status in Early Pregnancy and Blood Pressure Throughout Pregnancy, Placental Hemodynamics, and the Risk of Gestational Hypertensive Disorders. *The Journal of Nutrition*, **152**, 525-534. <https://doi.org/10.1093/jn/nxab368>
- [49] Mannaerts, D., Faes, E., Cos, P., Briedé, J.J., Gyselaers, W., Cornette, J., *et al.* (2018) Oxidative Stress in Healthy Pregnancy and Preeclampsia Is Linked to Chronic Inflammation, Iron Status and Vascular Function. *PLOS ONE*, **13**, e0202919. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202919>
- [50] Wang, H., Li, H., Hou, Z., Pan, L., Shen, X. and Li, G. (2009) Role of Oxidative Stress in Elevated Blood Pressure Induced by High Free Fatty Acids. *Hypertension Research*, **32**, 152-158. <https://doi.org/10.1038/hr.2008.35>
- [51] Walter, P.B., Knutson, M.D., Paler-Martinez, A., Lee, S., Xu, Y., Viteri, F.E., *et al.* (2002) Iron Deficiency and Iron Excess Damage Mitochondria and Mitochondrial DNA in Rats. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **99**, 2264-2269. <https://doi.org/10.1073/pnas.261708798>
- [52] Zhang, H., He, Y., Wang, J., Chen, M., Xu, J., Jiang, M., *et al.* (2019) miR-30-5p-Mediated Ferroptosis of Trophoblasts Is Implicated in the Pathogenesis of Preeclampsia. *Redox Biology*, **29**, Article 101402. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101402>
- [53] Ng, S.W., Norwitz, S.G. and Norwitz, E.R. (2019) The Impact of Iron Overload and Ferroptosis on Reproductive Disorders in Humans: Implications for Preeclampsia. *International Journal of Molecular Sciences*, **20**, Article 3283. <https://doi.org/10.3390/ijms20133283>
- [54] Erlandsson, L., Masoumi, Z., Hansson, L.R. and Hansson, S.R. (2021) The Roles of Free Iron, Heme, Haemoglobin, and the Scavenger Proteins Haemopexin and Alpha-1-Microglobulin in Preeclampsia and Fetal Growth Restriction. *Journal of Internal Medicine*, **290**, 952-968. <https://doi.org/10.1111/joim.13349>