

妊娠期缺铁性贫血的研究现状与突破

卢妍¹, 贺译平^{2*}, 魏君香², 陈偲敏¹, 王心如¹, 刘一迪¹

¹西安医学院研究生工作部, 陕西 西安

²西北妇女儿童医院妇产科, 陕西 西安

收稿日期: 2025年12月30日; 录用日期: 2026年1月22日; 发布日期: 2026年1月30日

摘要

妊娠期贫血一直是共同关注的话题, 也是孕期最常见的并发症之一, 以缺铁性贫血最常见, 是严重影响母婴健康的重要公共卫生问题。贫血对母婴健康均可造成不良影响, 如增加妊娠期高血压、产后出血、产褥感染的风险, 以及导致胎儿生长受限、早产、低出生体重儿, 甚至对后代的神经发育产生负面影响。当前全球贫血的诊断标准存在争议, 对妊娠结局的影响和补铁策略存在分歧。本文系统综述了妊娠期贫血的流行病学特征、病理生理机制、诊断方法、对母婴的影响以及临床管理策略及预防措施。通过对现有文献的综合分析, 旨在为临床工作者提供最新的理论和实践指导, 以改善母婴预后。

关键词

缺铁性贫血, 病理生理机制, 诊断方法, 妊娠结局, 补铁策略

The Current State and Breakthroughs in Research on Iron Deficiency Anemia during Pregnancy

Yan Lu¹, Yiping He^{2*}, Junxiang Wei², Simin Chen¹, Xinru Wang¹, Yidi Liu¹

¹Office of Graduate Student Affairs, Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

²Department of Obstetrics and Gynecology, Northwest Women's and Children's Hospital, Xi'an Shaanxi

Received: December 30, 2025; accepted: January 22, 2026; published: January 30, 2026

Abstract

Anemia during pregnancy remains a subject of shared clinical concern and represents one of the most prevalent complications in gestation, with iron-deficiency anemia being the most common subtype.

*通讯作者。

文章引用: 卢妍, 贺译平, 魏君香, 陈偲敏, 王心如, 刘一迪. 妊娠期缺铁性贫血的研究现状与突破[J]. 医学诊断, 2026, 16(1): 58-65. DOI: 10.12677/md.2026.161009

It constitutes a significant public health issue that severely impacts maternal and infant health outcomes. Anemia adversely affects both maternal and fetal well-being, increasing the risks of gestational hypertension, postpartum hemorrhage, puerperal infections, as well as contributing to fetal growth restriction, preterm birth, low birth weight, and even negative impacts on offspring neuro development. Current global diagnostic criteria for anemia remain contentious, with ongoing debates regarding its influence on pregnancy outcomes and iron supplementation strategies. This article provides a systematic review of the epidemiological characteristics, pathophysiological mechanisms, diagnostic approaches, maternal and fetal consequences, clinical management strategies, and preventive measures for gestational anemia. Through a comprehensive analysis of existing literature, it aims to offer updated theoretical and practical guidance for healthcare practitioners to improve maternal and neonatal prognoses.

Keywords

Iron Deficiency Anemia, Pathophysiological Mechanism, Diagnostic Methods, Pregnancy Outcome, Iron Supplementation Strategy

Copyright © 2026 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. 流行病学

缺铁性贫血(Iron Deficiency Anemia, IDA)是一个全球性的公共卫生问题,特别是在资源匮乏的发展中国家。根据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)估计,全球约有 36.5%的孕妇患有贫血,其中绝大部分集中在亚洲和非洲[1]。近年来,流行病学数据显示妊娠期贫血的发病率呈上升趋势,许多国家和地区的负担仍然很重[2]。俄罗斯卫生部报告指出过去十年孕妇贫血发病率激增 6.3 倍,其中 90%的病例与铁代谢异常相关[3],这种情况在发展中国家尤为严重,与社会经济状况、医疗资源、营养水平和感染等因素密切相关;尽管在经济水平发达的中东国家科威特,研究发现[4],约 28%孕妇患有贫血。贫血患病率随孕周增加而上升[5][6],一项多中心回顾性队列研究显示,2020 年中国孕妇妊娠早、中、晚期贫血的发生率分别为 6.2%、11.5%、21.9% [7],这表明随着孕周增加,妊娠期妇女贫血患病率呈上升趋势。不同严重程度的贫血患病率不同,轻、中、重度贫血的患病率分别为 15.9%、5.7%、1.3% [8]。不同地区和城乡之间存在显著的地域差异,如中国东部地区贫血患病率低于西部地区,而东部地区的缺铁率高于西部地区;农村地区的贫血率和缺铁性贫血率高于城市地区,但城市地区的缺铁率更高[9]。这可能与膳食结构、教育水平、经济发展水平及医疗资源分布不均有关。

2. 诊断标准

妊娠期贫血的诊断主要依据血红蛋白(Hemoglobin, Hb)的水平,WHO [10]根据 Hb 水平,将妊娠期贫血的严重程度分为四度:轻度(100~109 g/L)、中度(70~99 g/L)、重度(40~69 g/L)和极重度(<40 g/L)。然而,目前对血红蛋白水平的参考值仍缺乏一致共识,因其研究对象是欧美孕妇,且数量有限,故其可能不适用于所有地区和种族,那么就迫切需要建立地区或人群特异性的诊断阈值。最近,WHO 对全球贫血指南进行了审查表示,妊娠期贫血的诊断标准缺乏强有力的证据基础[11]。贫血 Hb 阈值的最新标准预计将在未来公布。Hb $\geq$ 110 g/L 为非贫血孕妇,即使 Hb 未达贫血标准,也需关注铁储备情况,这也预示着应将诊断标准前移,尽早发现亚临床贫血或缺铁期阶段,从而尽早干预。关于铁缺乏(Iron deficiency, ID)国内

外目前尚无统一的诊断标准,美国定义妊娠期铁缺乏为血清铁蛋白(Serum ferritin, SF) < 30 $\mu\text{g/L}$ 或转铁蛋白饱和度(Transferrin saturation, TSAT) < 19% [12]。我国指南定义铁缺乏尚不统一,《妊娠期铁缺乏和缺铁性贫血诊疗指南》建议[13] SF < 20 $\mu\text{g/L}$; 而《2022 年铁缺乏症和缺铁性贫血诊治和预防的多学科专家共识》建议[14] SF < 30 $\mu\text{g/L}$, 但高于这个水平也不排除铁缺乏的可能。WHO 也给出了孕晚期诊断缺铁性贫血的 SF 标准[15]: SF < 15 $\mu\text{g/L}$, 中华医学会血液学分会[14]推荐将其作为我国孕晚期确诊 IDA 的标准。也有专家表示, 妊娠期 IDA 的诊断不应该根据 Hb 水平“一刀切”, 应在铁缺乏基础上根据孕周进行划分: 妊娠早期 Hb < 110 g/L, 妊娠中期 Hb < 105 g/L; 妊娠晚期 Hb < 110 g/L。因此, 不同指南或者专家共识对缺铁性贫血及铁缺乏有不同的诊断标准, 这增加了临床医师诊断的难度, 对治疗效果可能也有一定的影响。

研究表明, 经济独立、正规补铁是妊娠 IDA 的保护因素, 而孕前低体质指数、孕前铁缺乏、营养不良、多胎妊娠、孕次 > 3 次, 及两次妊娠间隔时间短是妊娠 IDA 的危险因素[6] [13]。因此, 对于这类孕妇, 应该及时筛查。

3. 病理生理机制的新认知

妊娠期间母体为满足胎儿生长发育需要, 血液系统发生了明显变化。正常妊娠期血容量在孕 6~12 周开始增加 10%~15%, 至 32~34 周达高峰, 约比妊娠前高出 40%~50%。由于血浆容量大于红细胞量的增幅导致 Hb 浓度轻度降低, 发生妊娠期生理性贫血, 这使得区分生理性贫血和病理性贫血存在困难。IDA 是妊娠期贫血最常见的病因类型, 约占我国妊娠期贫血的 70% [16], 由于铁缺乏导致血红蛋白合成减少而引起的一种贫血状态, 严重威胁母体健康, 影响妊娠结局及子代的近、远期发展。铁是人体必需的微量元素, 在血红蛋白合成、氧气运输、能量代谢及免疫功能中扮演着核心角色。铁缺乏的发展是一个缓慢渐进的过程, 最初表现为储存铁减少, 但血红蛋白水平尚正常; 随着缺铁加重, 出现红细胞生成受限, 最终发展为明显的缺铁性贫血。这一过程提示我们, SF 检测对于早期识别铁缺乏具有重要意义, 应将诊断关口前移, 尽早识别铁缺乏的早期阶段[17]。随着妊娠进展, 胎儿、胎盘需大量的铁, 尤其是在妊娠后 3 个月, 孕妇对铁的需求量从妊娠早期的 0.8 mg/d 逐渐增加到妊娠晚期的 7.5 mg/d, 甚至在妊娠 32~40 周, 孕妇对铁的需求量可增加至 10 mg/d。然而, 孕妇日常从膳食中摄取的铁量往往较低, 无法达到妊娠期对铁的需求。妊娠期铁缺乏发病率约占一半, 即使服用铁剂的孕妇, 缺铁性贫血的发病率仍高达 5.08%~20.89% [18]。

传统观点将其简单归因于生理性铁需求显著增加和/或营养摄入吸收不足, 但最新研究揭示了更为复杂的调控机制。铁调素(Hepcidin), 一种由肝脏分泌的肽类激素, 被认为是铁稳态的核心调控因子[19] [20]。它通过降解肠上皮细胞和巨噬细胞膜上的铁转运蛋白(Ferroportin), 抑制肠道铁吸收和巨噬细胞内铁的再循环。妊娠期正常情况下, 为满足胎儿需求, 母体会出现生理性的铁调素水平下调, 以促进铁的吸收和利用。然而, 在炎症状态下, 白细胞介素-6 等炎症因子会刺激铁调素异常升高, 导致“功能性缺铁”, 即体内总铁储备充足, 但铁被锁定在巨噬细胞内, 无法被用于红细胞生成[3]。这一机制解释了感染和慢性炎症为何是妊娠期贫血的重要病因, 同时也证实了炎症情况下, SF > 30 $\mu\text{g/L}$ 也不排除铁缺乏的可能, 应将诊断切点阈值提高[14]。

胎盘作为母胎界面的重要器官, 在铁代谢调节中也扮演着主要角色。研究显示, 胎盘合体滋养细胞通过精细调控二价金属转运蛋白 1 (DMT1)、铁转运蛋白(Ferroportin, FPN)和膜铁转运蛋白(FPN1)的表达, 优先保证胎儿铁供应。当母体铁供应不足时, 胎盘通过上调转铁蛋白受体 1 (TFR1)表达来增强铁摄取能力, 这一过程可能进一步消耗母体铁储备[21]。值得注意的是, 这种胎盘铁掠夺机制虽然在确保胎儿铁供应方面具有优势, 但却是以牺牲母体铁稳态为代价的, 成为妊娠期缺铁性贫血发生的重要环节。

近期《Nature》杂志发表的一项突破性研究[22], 在小鼠模型中通过药物诱导或基因编辑手段使孕鼠缺铁, 可导致约 7% 的 XY 子代发育出卵巢结构。值得注意的是, 单纯饮食铁缺乏通常不足以引起性别逆转, 但在遗传易感性(如 Kdm3a 杂合突变)背景下, 低铁饮食可导致约 5% 的 XY 子代发生性别反转, 这提示基因-环境交互作用在 IDA 发病机制中的重要性。也提示严重缺铁可能也是人类某些 46-XY 单纯性腺发育不全的环境风险因素, 为临床不明原因的性发育异常提供了新的病因学解释。一项研究发现, ZNF831 基因 rs259983 多态性与妊娠期糖尿病孕妇铁缺乏性贫血风险显著相关。锌指蛋白 831 (ZNF831 蛋白)具有铁离子结合能力, 可能通过“金属离子置换”假说机制来干扰造血相关基因表达, 这可能在贫血的发病机制中发挥了重要作用[3]。

妊娠期 IDA 的发病机制还涉及其他微量元素的复杂相互作用[23]。维生素 C 通过促进 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 增强肠道铁吸收; 维生素 A 缺乏会损害铁储存部位的动员, 导致功能性缺铁; 维生素 B6 作为血红素合成关键酶 δ -氨基乙酰丙酸合酶的辅因子, 直接参与血红蛋白合成过程。此外, 维生素 D 可通过调节造血干细胞分化为红系祖细胞影响红细胞生成。值得注意的是, 维生素缺乏可通过表观遗传调控影响铁调素等铁代谢关键因子的表达, 进而扰乱全身铁稳态[23]。这种复杂的交互作用突显了维生素在妊娠期缺铁性贫血中的核心地位。因此, 应显著提高孕妇对微量营养素重要性的认知, 尽可能制定个体化维生素补充及膳食建议。

4. 辅助检查体系多元化

血红蛋白是筛查贫血最基本、最重要的指标。缺铁性贫血传统上过度依赖于血红蛋白浓度, 但血红蛋白降低已是铁缺乏的晚期表现。血清铁蛋白是目前公认反映体内铁储备最特异的指标[24]。然而, SF 易受炎症、感染、其他慢性疾病等多种因素干扰, 其特异性和敏感性会显著下降, 在炎症状态下可能出现假性正常甚至升高[13]。近期一项发表在《Clinical Biochemistry》上的研究发现[25], 铁蛋白的合适阈值应上升至 $45 \mu\text{g/L}$, 这一调整使女性群体铁缺乏诊断的敏感性提升了 44%。值得注意的是, 慢性肾病患者中铁蛋白阈值可能需提高至 $500 \mu\text{g/L}$ 才能准确诊断铁缺乏[26], 因此如果采用统一阈值作为铁蛋白参考区间可能低估铁缺乏的真实患病率, 容易被漏诊。转铁蛋白饱和度反映循环中可用于造血铁的充足程度, 但具有易受昼夜变化影响[26]。除此之外, 骨髓铁也可作为评估体内铁储备的指标, 骨髓活检是诊断金标准, 但其侵入性强、操作复杂, 难以在临床常规开展。

随着对铁代谢分子机制的深入认识, 一系列新型生物标志物被发掘并应用于临床, 极大地提升了 IDA 诊断的精准性。

近年来, 研究人员发现裂红细胞(schistocyte)计数在铁缺乏诊断中具有重要价值。一项采用国际血液学标准化委员会(ICSH)指南标准[27], 首次系统评估裂红细胞计数在铁缺乏诊断中的价值。研究发现, 铁缺乏组裂红细胞数量显著高于非铁缺乏组, 且与血清铁蛋白呈强负相关($r = -0.67$)。ROC 曲线下面积(AUC)达 0.827, 其 $\geq 0.75\%$ 的截断值具有 80%敏感性和 75%特异性, 裂红细胞的形成与铁缺乏导致的红细胞膜稳定性下降直接相关。在铁缺乏状态下, 红细胞膜稳定性下降使其在通过毛细血管时更容易破碎, 形成三角形或盔甲状的碎片红细胞, 可以通过普通显微镜观察进行评估, 为基层医疗机构提供了经济高效的铁缺乏筛查新方案。

缺铁性贫血通常表现为小细胞低色素性贫血, 在血常规检查中, 主要特征为平均红细胞体积(MCV) $< 80 \text{ fL}$ 、平均红细胞血红蛋白含量(MCH) $< 27 \text{ pg}$ 、平均红细胞血红蛋白浓度(MCHC) $< 320 \text{ g/L}$ 。但需注意的是, 地中海贫血、铁粒幼细胞贫血等也可能呈现类似血常规表现, 因此需结合铁代谢指标及临床症状进一步明确病因。近期, 我国发现红细胞参数计算公式(Matós & Carvalho Index, MCI)联合红细胞形态学积分在鉴别缺铁性贫血和地中海贫血具有重要意义[28], 这为鉴别诊断提供了新思路。

铁调素是功能性缺铁的诊断利器, 多项研究表明, 铁调素有助于尽早识别缺铁, 并与经铁剂补充治疗后铁代谢指标增加相关, 这也意味着铁调素有望成为精准补铁的关键生物标志物[20]。而一项研究则表示, 虽然铁调素在铁稳定方面具有重要作用, 但是并不能作为铁需求的预测指标, 与传统指标相比并无绝对优势[29]。

网织红细胞血红蛋白含量(Reticulocyte Hemoglobin, Ret-He)是近年来最具突破性的指标之一。它能够直接、实时地反映可用于红细胞生成的铁供应状况。Ret-He < 29 pg 提示铁限制, 通常作为诊断阈值, 能更早识别功能性铁缺乏[30] [31]。Ret-He 能在铁缺乏发生的 7~10 天内下降, 且不受炎症状态影响, Ret-He 的检测通常与全血细胞分析同步进行, 无需额外抽血或检测流程, 能够快速帮助临床医生提供决策依据。同时可以监测铁剂治疗效率, 在缺铁性贫血患者开始铁剂治疗后, Ret-He 的变化远比 Hb 和网织红细胞计数更为迅速。这使得它成为非常有价值的筛查和监测治疗效果的理想工具。

未来的诊断趋势是将传统指标与新型生物标志物相结合, 构建更精准的诊断模型。随着检测技术的标准化和成本降低, 像 Ret-He 这样的指标有望成为一项常规检查, 实现对缺铁性贫血的早期、精准分型, 从而为个体化治疗提供坚实依据, 改善患者预后。

5. 对母婴健康的影响

IDA 早期阶段可无明显症状, 随着贫血程度加重, 可出现疲劳、头晕、面色苍白、心悸、烦躁、呼吸困难、抑郁情绪等临床症状。一项 Meta 分析显示[32], 产妇贫血与产后抑郁呈正关联(OR = 2.08, 95%CI: 1.55~2.80, P < 0.001)。缺铁性贫血是多种不良妊娠结局的危险因素[33] [34], 如发生妊娠期高血压、妊娠期糖尿病、妊娠甲状腺疾病、产褥感染、胎盘早剥、绒毛膜羊膜炎等情况[16] [35]。一项研究发现[36], 妊娠期糖尿病(Gestational Diabetes Mellitus, GDM)患者在孕中期面临更高的贫血风险, 这说明了妊娠期贫血与不良妊娠结局之间存在复杂的相互作用。但也有研究表明[34], 妊娠晚期缺铁性贫血 SF 水平与甲状腺功能无明显关系, 主要的不良结局为妊娠高血压疾病、产褥感染、胎膜早破、产后出血和早产等。此外, 母体贫血导致的胎盘供氧不足, 进而对胎儿造成近远期不良后果, 如导致胎儿生长受限、胎儿畸形、早产、低出生体重、低评分、甚至死胎等[16] [33] [37]。妊娠早期诊断出的贫血与后代孤独性障碍、注意力缺陷与多动障碍, 甚至是智力障碍的风险增加有关[38]。因此说明了备孕期筛查铁含量和进行营养咨询的重要性。近期一项回顾性队列研究中, 对中国 18,948,443 名孕妇进行了分析[16], 结果发现中、重度妊娠期贫血与产妇休克、转入重症监护室病房、产妇死亡、胎儿生长受限、死产风险增加相关, 然而轻度贫血与无贫血孕妇相比, 反而能降低这些风险。这说明不同严重程度的贫血与母婴不良结局并非正相关, 过低或过高血红蛋白含量都有一定的风险。因此, 还需进一步研究最佳母婴健康状态时血红蛋白的浓度水平以及注意补铁的剂量。

6. 预防性补铁及治疗

为预防母婴不良妊娠结局的发生, WHO 建议无论铁储备状态如何, 所有孕妇应常规补充铁剂, 但是国内外对妊娠期预防性补铁的意见尚不统一[39], 通常预防性补铁可以从孕早期开始建立和维持铁储备; 但有研究发现[40], 孕妇 Hb、SF 水平在孕中期开始出现明显下降, 妊娠 16 周应对孕妇进行预防性补铁, 可以改善妊娠不良结局。2022 年关于《缺铁性贫血诊治和预防的专家共识》中提到[14], 补铁治疗需要考虑患者 Hb 水平、口服铁剂的耐受性和影响铁吸收的合并症等, 建议贫血孕妇每日补充铁剂和叶酸, 不贫血孕妇间断性补充铁剂和叶酸。Abioye 等[41]则发现, 孕妇无论是否患有贫血, 每日补铁均改善分娩时的 Hb 水平和新生儿结局, 且未导致任何不良结局。值得注意的是, 需警惕非缺铁性贫血盲目补铁的风险。Zhou 等[42]的研究发现, 高铁储备可能引起胰岛素抵抗, 非贫血孕妇补铁会增加餐后血糖水平, 增

加患 GDM 风险。

针对不同严重程度妊娠期缺铁性贫血应采取差异化补铁策略。对于铁缺乏及轻、中度 IDA 孕妇以口服铁剂治疗为主，辅以膳食指导；常用的口服铁剂是多糖铁复合物、蛋白琥珀酸铁口服溶液、富马酸亚铁、琥珀酸亚铁等。一项研究比较了琥珀酸亚铁缓释片、多糖铁复合物及蛋白琥珀酸铁口服液 3 种药物治疗妊娠中期 IDA 患者，琥珀酸亚铁缓释片的治疗效果更优[43]。但陈舞燕[44]的研究也发现，相比于琥珀酸亚铁，多糖铁复合物疗效与其无明显差异，但胃肠道刺激性更小，不会导致腹胀、便秘等胃肠道不适，临床上孕妇的依从性也较高；而琥珀酸亚铁的成本低于多糖铁复合物，因此，临床上应根据孕妇的实际情况选择药物。也有研究发现[45]，健脾生血颗粒和琥珀酸亚铁这两种药物联合能够有效调节铁代谢，临床效果确切且用药安全。需要注意的是，有研究表明[46]，提高补铁剂量与频率可显著改善轻、中度贫血孕妇的治疗效果；然而，增加给药频率会升高不良反应发生率，而增加剂量则未见类似风险增加。对于重度 IDA 孕妇需进行口服铁剂或静脉铁剂治疗，还可以少量多次输注浓缩红细胞[14]。值得一提的是，传统的静脉铁剂如右旋糖酐铁副作用大，易发生严重过敏反应，新一代静脉铁剂如羧基麦芽糖铁、异麦芽糖酐铁安全性高、疗效快，能迅速补充铁储备，而不仅仅是对血红蛋白水平的提升。对于产后出血、口服铁剂无效的孕期严重贫血，静脉补铁能快速恢复产妇健康，减少产后并发症[47]。与口服铁剂相比，注射铁剂更容易达到预期的血红蛋白目标[48]，可根据公式计算出总注射铁剂的剂量：总注射铁剂量(mg) = 体重(kg) × (Hb 目标值 - Hb 实际值)(g/L) × 0.24 + 铁储存量(mg)；Hb 目标值 = 110 g/L，铁储存量 = 500 mg。极重度 IDA 患者首选输注浓缩红细胞，待 Hb 达到 70 g/L，可改为口服铁剂或静脉铁剂治疗，治疗至 Hb 恢复正常后，应继续口服铁剂 3~6 个月或至产后 3 个月[24]。

除此之外，将移动健康技术与临床营养学整合，通过个性化推送维生素补充指南、贫血监测提醒及膳食建议，可显著提高孕妇对微量营养素重要性的认知[23]。

7. 总结及展望

妊娠期缺铁性贫血是一种常见、可防可治的疾病，其对母婴健康的危害不容小觑。一旦发现贫血，首要任务是明确病因；盲目补铁非但无效，还可能有害；中重度贫血与母婴不良结局的风险显著增加是明确的，需要积极干预；个体化、精细化管理为患者寻找最佳防治方案。未来的研究可进一步探索诊断标准及辅助检查的优化、个体化补铁策略、新型铁剂的临床应用以及铁缺乏对子代远期健康影响的具体机制。

参考文献

- [1] Stevens, G.A., Paciorek, C.J., Flores-Urrutia, M.C., Borghi, E., Namaste, S., Wirth, J.P., *et al.* (2022) National, Regional, and Global Estimates of Anaemia by Severity in Women and Children for 2000-19: A Pooled Analysis of Population-Representative Data. *The Lancet Global Health*, **10**, e627-e639. [https://doi.org/10.1016/s2214-109x\(22\)00084-5](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(22)00084-5)
- [2] Stevens, G.A., Finucane, M.M., De-Regil, L.M., Paciorek, C.J., Flaxman, S.R., Branca, F., *et al.* (2013) Global, Regional, and National Trends in Haemoglobin Concentration and Prevalence of Total and Severe Anaemia in Children and Pregnant and Non-Pregnant Women for 1995-2011: A Systematic Analysis of Population-Representative Data. *The Lancet Global Health*, **1**, e16-e25. [https://doi.org/10.1016/s2214-109x\(13\)70001-9](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(13)70001-9)
- [3] Karpova, N., Dmitrenko, O., Arshinova, E. and Nurbekov, M. (2025) Polymorphism rs259983 of the ZNF831 Gene Is Associated with the Risk of Anemia in Pregnant Women with Gestational Diabetes. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, **26**, Article No. 94. <https://doi.org/10.1186/s43042-025-00723-6>
- [4] Al-Taiar, A., Ziyab, A.H., Hammoud, M.S., Al-Sabah, R. and Akhtar, S. (2025) Anemia in Pregnant Women: Findings from Kuwait Birth Cohort Study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, **25**, Article No. 326. <https://doi.org/10.1186/s12884-025-07439-w>
- [5] Karami, M., Chalesghar, M., Salari, N., Akbari, H. and Mohammadi, M. (2022) Global Prevalence of Anemia in Pregnant Women: A Comprehensive Systematic Review and Meta-Analysis. *Maternal and Child Health Journal*, **26**, 1473-1487.

- <https://doi.org/10.1007/s10995-022-03450-1>
- [6] 杨林, 王亦雄, 潘辉, 等. 妊娠晚期缺铁性贫血的危险因素和列线图预测模型[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2025, 46(1): 116-122.
- [7] Sun, M., Gu, T., Wu, T., Gong, X., Li, X., Huang, J., *et al.* (2023) Variation Patterns of Hemoglobin Levels by Gestational Age during Pregnancy: A Cross-Sectional Analysis of a Multi-Center Retrospective Cohort Study in China. *Nutrients*, **15**, Article 1383. <https://doi.org/10.3390/nu15061383>
- [8] 赵思宇, 景文展, 刘珏, 等. 中国妇女 2012-2016 年妊娠期贫血患病状况的 Meta 分析[J]. 中华预防医学杂志, 2018, 52(9): 951-957.
- [9] Zhou, Y., Lyu, Y., Ye, W., Shi, H., Peng, Y., Wen, Z., *et al.* (2024) The Prevalence of Anemia among Pregnant Women in China: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, **16**, Article 1854. <https://doi.org/10.3390/nu16121854>
- [10] World Health Organization (2011) Haemoglobin Concentrations for the Diagnosis of Anaemia and Assessment of Severity.
- [11] Garcia-Casal, M.N., Pasricha, S., Sharma, A.J. and Peña-Rosas, J.P. (2019) Use and Interpretation of Hemoglobin Concentrations for Assessing Anemia Status in Individuals and Populations: Results from a WHO Technical Meeting. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1450**, 5-14. <https://doi.org/10.1111/nyas.14090>
- [12] Auerbach, M., Abernathy, J., Juul, S., Short, V. and Derman, R. (2021) Prevalence of Iron Deficiency in First Trimester, Nonanemic Pregnant Women. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, **34**, 1002-1005. <https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1619690>
- [13] 程雨露, 王小新, 邹丽颖. 妊娠期铁缺乏及缺铁性贫血的诊疗[J]. 中华全科医师杂志, 2024, 23(9): 1007-1010.
- [14] 中华医学会血液学分会红细胞疾病(贫血)学组. 铁缺乏症和缺铁性贫血诊治和预防的多学科专家共识(2022年版)[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(41): 3246-3256.
- [15] Peyrin-Biroulet, L., Williet, N. and Cacoub, P. (2015) Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Iron Deficiency across Indications: A Systematic Review. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **102**, 1585-1594. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.103366>
- [16] Shi, H., Chen, L., Wang, Y., Sun, M., Guo, Y., Ma, S., *et al.* (2022) Severity of Anemia during Pregnancy and Adverse Maternal and Fetal Outcomes. *JAMA Network Open*, **5**, e2147046. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.47046>
- [17] 徐蕾, 邓晓杨. 早期检测及干预铁缺乏对妊娠期缺铁性贫血影响的研究[J]. 标记免疫分析与临床, 2017, 24(1): 45-47.
- [18] 何国琳, 孙鑫, 谭婧, 等. 中国部分城市妊娠期铁缺乏和缺铁性贫血患病率的调查[J]. 中华妇产科杂志, 2018, 53(11): 761-767.
- [19] Huang, N., Zhuang, J., Wang, Y., *et al.* (2025) Screening Efficacy of Erythroferrone and Hepcidin in Identifying Thalassemia with Iron-Deficiency Anemia among Pregnant Women. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, **85**, 444-451.
- [20] Wolff, F., De Breucker, S., Pepersack, T., Compté, N., Mélot, C., Gulbis, B., *et al.* (2019) Baseline Hepcidin Measurement in the Differential Diagnosis of Anaemia for Elderly Patients and Its Correlation with the Increment of Transferrin Saturation Following an Oral Iron Absorption Test. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, **57**, 250-258. <https://doi.org/10.1515/cclm-2018-0551>
- [21] Nemeth, E. and Ganz, T. (2021) Hepcidin-Ferroportin Interaction Controls Systemic Iron Homeostasis. *International Journal of Molecular Sciences*, **22**, Article 6493. <https://doi.org/10.3390/ijms22126493>
- [22] Okashita, N., Maeda, R., Kuroki, S., Sasaki, K., Uno, Y., Koopman, P., *et al.* (2025) Maternal Iron Deficiency Causes Male-to-Female Sex Reversal in Mouse Embryos. *Nature*, **643**, 262-270. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09063-2>
- [23] Yadav, D.V., Mitra, T., Punniyamoorthy, D., Murugesan, A., Kumari Raveendran, S. and Janardhanan, R. (2025) Vitamins and Iron-Deficiency Gestational Anemia—A Review. *Journal of Dietary Supplements*, **22**, 887-906. <https://doi.org/10.1080/19390211.2025.2555013>
- [24] Pavord, S., Daru, J., Prasannan, N., Robinson, S., Stanworth, S. and Girling, J. (2020) UK Guidelines on the Management of Iron Deficiency in Pregnancy. *British Journal of Haematology*, **188**, 819-830. <https://doi.org/10.1111/bjh.16221>
- [25] Troike, K.M. and McShane, A.J. (2025) Re-Evaluating Ferritin Thresholds to Diagnose Iron Deficiency. *Clinical Biochemistry*, **140**, Article ID: 111020. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2025.111020>
- [26] Kriel, M., Opie, J., Rusch, J., Richardson, D. and Louw, V. (2025) Old Tests and New Paradigms: How to Interpret Iron Studies and Related Biomarkers for the Diagnosis of Iron Deficiency in Adults. *Blood Reviews*, **74**, Article ID: 101337. <https://doi.org/10.1016/j.blre.2025.101337>
- [27] Ratnaningsih, T., Martani, G.R., Putri, D.C. and Sukorini, U. (2025) Schistocytes Evaluation in Iron Deficiency: An

- Assessment Adopted from ICSH Nomenclature Guideline. *Anemia*, **2025**, Article ID: 9990762.
<https://doi.org/10.1155/anem/9990762>
- [28] 陆甜甜, 莫伟明, 施国美. 红细胞参数计算公式+红细胞形态学积分在地中海贫血和缺铁性贫血中的鉴别价值[J]. 中华地方病学杂志, 2025, 44(2): 106-111.
 - [29] Hansen, R., Kurtzhals, J., Styrisshave, B. and Holm, C. (2021) Baseline Hcpidin Does Not Predict the Response to Iron Therapy in Pregnant Women with Iron Deficiency. *Blood*, **138**, 3076. <https://doi.org/10.1182/blood-2021-148328>
 - [30] Markovic, M., Majkic-Singh, N., Subota, V., *et al.* (2004) Reticulocyte Hemoglobin Content in the Diagnosis of Iron Deficiency Anemia. *Clinical Laboratory*, **50**, 431-436.
 - [31] Neef, V., Schmitt, E., Bader, P., Zierfuß, F., Hintereder, G., Steinbicker, A.U., *et al.* (2021) The Reticulocyte Hemoglobin Equivalent as a Screening Marker for Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia in Children. *Journal of Clinical Medicine*, **10**, Article 3506. <https://doi.org/10.3390/jcm10163506>
 - [32] 卢光莉, 周翔, 孔德仁, 等. 贫血与产后抑郁关系的 Meta 分析[J]. 中国心理卫生杂志, 2021, 35(5): 382-388.
 - [33] 李哲玮. 妊娠合并缺铁性贫血对母婴结局影响的循证评价与回顾性研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2025.
 - [34] 单雅娟. 海岛地区孕妇妊娠晚期铁蛋白与甲状腺功能的关系的回顾[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江中医药大学, 2023.
 - [35] 史志平, 丰暖, 刘晓宁, 等. 妊娠早期贫血和甲状腺功能减退的相关性研究[J]. 肠外与肠内营养, 2025, 32(3): 142-145.
 - [36] 倪爱青, 何大强, 杨金军. 妊娠期糖尿病患者孕期甲状腺功能和贫血指标的变化及与母婴结局的相关性[J]. 中国妇幼保健, 2022, 37(2): 193-196.
 - [37] Beckert, R.H., Baer, R.J., Anderson, J.G., Jelliffe-Pawlowski, L.L. and Rogers, E.E. (2019) Maternal Anemia and Pregnancy Outcomes: A Population-Based Study. *Journal of Perinatology*, **39**, 911-919.
<https://doi.org/10.1038/s41372-019-0375-0>
 - [38] Wiegiersma, A.M., Dalman, C., Lee, B.K., Karlsson, H. and Gardner, R.M. (2019) Association of Prenatal Maternal Anemia with Neurodevelopmental Disorders. *JAMA Psychiatry*, **76**, 1294-1304.
<https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2019.2309>
 - [39] 曾悦, 何国琳. 妊娠期预防性补铁的研究进展[J]. 现代妇产科进展, 2023, 32(6): 458-460.
 - [40] 梁玲. 妊娠期预防性补铁时机的选择及其对妊娠结局的影响[J]. 实用妇科内分泌电子杂志, 2020, 7(26): 54-55.
 - [41] Abioye, A.I., Hughes, M.D., Sudfeld, C.R., Premji, Z., Aboud, S., Hamer, D.H., *et al.* (2023) The Effect of Iron Supplementation on Maternal Iron Deficiency Anemia Does Not Differ by Baseline Anemia Type among Tanzanian Pregnant Women without Severe Iron Deficiency Anemia. *European Journal of Nutrition*, **62**, 987-1001.
<https://doi.org/10.1007/s00394-022-03029-0>
 - [42] Zhou, M., Song, L., Huang, Y. and Chen, D. (2025) Associations between Serum Ferritin Levels and Gestational Diabetes Mellitus among a Non-Anemic Population. *BMC Pregnancy and Childbirth*, **25**, Article No. 288.
<https://doi.org/10.1186/s12884-025-07391-9>
 - [43] 赵静, 丁虹娟. 3 种铁剂治疗妊娠中期缺铁性贫血的费效分析及对妊娠结局和新生儿铁储备的影响[J]. 西北药学杂志, 2025, 40(6): 233-239.
 - [44] 陈舞燕. 多糖铁复合物与琥珀酸亚铁用于预防高龄孕妇孕中期缺铁性贫血的成本-效果分析[J]. 中国现代药物应用, 2019, 13(7): 164-165.
 - [45] 王晓芳, 王芙蓉. 健脾生血颗粒联合琥珀酸亚铁治疗妊娠期缺铁性贫血患者的效果[J]. 中外医学研究, 2025, 23(1): 19-22.
 - [46] 李兆琪. 不同频率、剂量的口服铁剂对治疗妊娠期缺铁性贫血的影响[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2024.
 - [47] 孙丽颖. 不同治疗方式在妊娠期贫血中的应用进展[J]. 中国城乡企业卫生, 2023, 38(8): 24-26.
 - [48] Burwick, R. and Govindappagari, S. (2018) Treatment of Iron Deficiency Anemia in Pregnancy with Intravenous versus Oral Iron: Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Perinatology*, **36**, 366-376.
<https://doi.org/10.1055/s-0038-1668555>