·临床研究·

血清铁、全血铁及铁蛋白与儿童感染性疾病的关系

朱行美，徐其忠，黄响高，杨　静，卢美蓉
（贺州市妇幼保健院检验科，广西 贺州 542899）

［摘　要］ **目的**　分析血清铁、全血铁及铁蛋白与儿童感染性疾病的相关性。**方法**　选取 2024 年 1 月至 2025 年 4 月该院收治的感染性疾病患儿 786 例为观察组，按感染类型分为 5 个亚组：上呼吸道感染组、非重症下呼吸道感染组、消化道感染组、其他感染组及重症肺炎组，另选取同期该院健康体检儿童 786 例作为对照组。比较 2 组一般资料及铁代谢水平的差异，分析指标间相关性及潜在规律。**结果**　观察组血清铁、全血铁明显低于对照组，但铁蛋白水平高于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。儿童血清铁水平在非重症下呼吸道感染组中明显高于上呼吸道感染组、消化道感染组及重症肺炎组，差异均有统计学意义（$P<0.001$）；全血、儿童铁蛋白水平在观察组各亚组间比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。**结论**　铁代谢水平异常与儿童感染性疾病密切相关，正确理解和解读铁代谢水平的动态变化，对评估儿童感染性疾病、鉴别诊断及制定合理的营养支持策略具有重要的临床意义。

［关键词］ 儿童感染性疾病；　儿童；　血清铁；　全血铁；　铁蛋白
DOI：10.3969/j.issn.1009-5519.2026.07.024　　**中图法分类号**：R725.6
文章编号：1009-5519(2026)07-1564-04　　**文献标识码**：A

Relationship between serum iron, whole blood iron, ferritin, and infectious diseases in children

Zhu Xingmei, Xu Qizhong, Huang Xianggao, Yang Jing, Lu Meirong
(*Department of Clinical Laboratory, Hezhou Maternity and Child Health Hospital, Hezhou, Guangxi* 542899, *China*)

［**Abstract**］ **Objective**　To evaluate the associations of serum iron, whole blood iron and ferritin levels with infectious diseases in children. **Methods**　A total of 786 children with infectious diseases admitted to this hospital from January 2024 to April 2025 were selected as the observation group, stratified by infection type into five subgroups: upper respiratory tract infection, non-severe lower respiratory tract infection, gastrointestinal infection, other infections, and severe pneumonia group. Another 786 healthy subjects in the hospital were selected as the control group. The general data and iron metabolism levels were compared between the two groups, and the correlation and potential regularities among indicators were analyzed. **Results**　The levels of serum iron and whole blood iron in the observation group were significantly lower than those in the control group, while ferritin level was higher, with statistically significant differences ($P<0.05$). Among the subgroups of the observation group, the serum iron level in the non-severe lower respiratory tract infection group was significantly higher than those in the upper respiratory tract infection group, gastrointestinal infection group, and severe pneumonia group ($P<0.001$). There were no statistically significant differences in whole blood iron, ferritin level among all subgroups of observation group ($P>0.05$). **Conclusion**　Abnormal iron metabolism parameters are closely associated with infectious diseases in children. Monitoring and accurately interpreting the dynamic changes in these parameters are of crucial clinical significance for disease assessment, differential diagnosis, and developing appropriate nutritional support strategies for pediatric patients with infectious diseases.

［**Key words**］ Pediatric infectious diseases;　Children;　Serum iron;　Whole blood iron;　Ferritin

儿童感染性疾病是全球范围内威胁儿童健康的重大公共卫生问题，特别在 5 岁以下儿童中，感染性疾病仍是导致发病率和死亡率升高的关键因素。呼吸道感染在 5 岁以下儿童死因中占据重要位置，而社

引用格式：朱行美，徐其忠，黄响高，等. 血清铁、全血铁及铁蛋白与儿童感染性疾病的关系[J]. 现代医药卫生，2026，42(7)：1564-1567.

区获得性肺炎则是其中最为频繁出现的类型，其致死影响仅次于早产并发症[1]。儿童由于免疫系统发育不成熟、环境适应能力欠缺及接触病原体的机会相对较多，成为各类感染性疾病的易感人群，免疫力低下与铁缺乏导致抵抗力降低是感染的重要因素[2]。机体铁与感染性疾病的关系非常复杂，当铁缺乏时，免疫系统正常运作依赖于铁来合成 DNA 和蛋白质的淋巴细胞数量减少、功能受损，导致机体免疫系统功能全面降低，加之儿童免疫系统功能发育尚未完善，其较成人更易患感染性疾病且感染后恢复更慢。本研究通过分析儿童血清铁、全血铁及铁蛋白水平与儿童感染性疾病的相关性，旨在为疾病的诊断及治疗提供参考。

1　资料与方法

1.1　一般资料　选取 2024 年 1 月至 2025 年 4 月贺州市妇幼保健院儿科住院的感染性疾病患儿 786 例作为观察组，根据患儿感染解剖位置、症状、严重程度和病因将入组病例分为：上呼吸道感染组、非重症下呼吸道感染组、消化道感染组、重症肺炎组及其他感染组共 5 个亚组。选取同期该院健康体检儿童 786 例作为对照组。所有患儿均参照既定临床诊断标准[3-4]得以确诊，诊断依据包括微生物学、血清学、影像学检查，或综合临床表现与实验室检查结果。为确保研究群体的同质性，排除合并有免疫系统疾病、先天性心脏病、呼吸道畸形或过敏性疾病的个体；同时，近期曾使用免疫调节药物或补充微量元素的患儿也不在纳入之列。最终，所有入组病例均具备完整且可追溯的临床诊疗与随访资料。对照组儿童需确保身心健康、既往无呼吸道感染史。

1.2　方法　抽取 2 组儿童静脉血样本，分别送至检验科进行血清铁、全血铁及铁蛋白含量的测定，所有检测流程均严格依据标准操作说明书执行，确保数据准确性和操作规范性。血清铁蛋白检测采用化学发光法（亚辉龙 iFlash 3 000-G）。通过 3 点定标生成校准曲线，并借助二维码扫描将主曲线信息导入测定仪进行实时校正，保证测量精度。检测结果参考区间设定：男性 30.00～400.00 ng/mL，女性 13.00～150.00 ng/mL。血清铁水平测定使用美康试剂亚铁嗪法，在全自动生化分析仪（日立 LABOSPECT008AS）上完成，该方法稳定可靠，适用于批量样本的高通量检测。参考区间：男性 11～30 μmol/L，女性 9～27 μmol/L。全血铁含量则通过原子吸收光谱法进行检测，使用博晖 BH5100S 型光谱仪，采用火焰原子吸收技术，结合标准曲线定量分析全血铁元素的浓度。该项目的参考区间基于全国 101 600 例健康人末梢血元素含量大数据，运用百分位数法统计得出，具有较高的代表性和临床适用性[5]。所有检测过程均注重质量控制与方法学验证。

1.3　统计学处理　应用 SPSS26.0 统计软件进行数据分析，计量资料满足正态性且方差齐性时以 $\bar{x}\pm s$ 表示，组间比较采用单因素方差分析；方差不齐时，组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验，组间两两比较使用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以率或构成比表示，组间比较采用 Pearson χ^2 检验。所有检验均为双侧检验，$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　　果

2.1　2 组一般资料比较　2 组儿童一般资料比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。

2.2　2 组儿童铁代谢水平比较　观察组血清铁、全血铁明显低于对照组，但铁蛋白水平高于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表 1。

表 1　2 组儿童铁代谢水平比较

检测指标	对照组（$n=786$）	观察组（$n=786$）	U	P
血清铁	17.43±4.45	6.66±4.95	5 833.0	0.001
全血铁	7.74±0.62	6.99±0.79	19 686.5	0.001
铁蛋白	69.59±20.45	106.17±94.32	55 533.0	0.001

2.3　观察组儿童各亚组铁代谢水平比较　观察组儿童血清铁中非重症下呼吸道感染组明显高于上呼吸道感染组、消化道感染组及重症肺炎组，差异均有统计学意义（$P<0.001$）；观察组全血铁指标各亚组间比较，差异均无统计学意义（$P=0.173$）；观察组儿童铁蛋白各亚组间比较，差异均无统计学意义（$P=0.080$）。见表 2。

表 2　观察组儿童各亚组铁代谢水平比较（$\bar{x}\pm s$）

诊断组别分类	n	全血铁（mmol/L）	血清铁（μmol/L）	铁蛋白（ng/mL）
上呼吸道感染组	83	6.92±0.71	4.23±3.42	106.50±69.30
非重症下呼吸道感染组	522	7.06±0.80	7.85±5.29	113.80±101.70
消化道感染组	133	6.88±0.87	5.89±4.36	96.70±74.20
其他感染组	36	6.98±0.76	5.51±5.15	121.40±88.90
重症肺炎组	12	6.05±1.03	2.81±0.47	207.30±143.60
H	—	6.37	91.15	8.09
P	—	0.173	<0.001	0.080

注：—表示无此项。

3　讨　　论

在 30 种左右的必需微量营养素中，铁在介导宿主-病原体相互作用方面发挥着非常特殊的作用，是已知唯一具有对营养状态和感染做出反应的调节激素的微量营养素[6]。在生理条件下，铁参与了细胞的各种生命活动，包括 DNA 复制、氧气运输、细胞能量产生和各种酶反应，以维持细胞正常的生理功能[7-8]。由于疾病的发生和发展需要大量营养物质的参与，许

多疾病如炎症发生和发展时可以观察到铁代谢的失衡。当机体内铁的平衡遭到破坏，其含量过高或不足都可能对细胞造成危害[9]。本研究结果与现有的大量证据一致，共同揭示了铁代谢指标在儿童感染性疾病的病理生理、临床评估及预后判断中扮演着至关重要的角色[6-8]。

本研究结果显示，观察组患儿血清铁明显低于对照组，提示其在感染类型区分中具有较高的诊断效能，表明感染期患儿血清铁水平异常降低，这提示临床上可通过监测血清铁水平辅助诊断感染性疾病的发生。通常体内的铁以三价铁和二价铁的形式流动和循环。细胞铁主要以三价铁的形式被细胞吸收，三价铁与血清中的转铁蛋白结合形成复合物，并通过转铁蛋白受体 1 识别转运至细胞内以二价铁进入代谢活性池参与代谢活动[10]。当机体发生感染时，病原微生物尤其是细菌，在其增殖过程中对铁有着迫切的需求。机体通过一系列精密调控，主动降低循环中的铁浓度，以限制病原体获取这一必需营养元素，从而抑制其生长。这部分非适应性免疫反应，称为营养免疫，已被证实对于抵抗病原体至关重要[11]。Kjersti 等[12]的研究发现，在急性期肺炎病程中，人体内铁的各种潜在生物标志物都发生了深刻变化，反映了高度的全身炎症，急性期的血清铁远低于参考下限，可能归因于铁调素的调节。

铁蛋白是一种急性时相反应蛋白，是评估机体炎症状态和疾病进展的重要指标，在感染性疾病中发挥重要作用，可加重机体内炎症反应，促进疾病发展[13]。铁蛋白作为体内的储铁蛋白是炎症指标之一，可参与机体内细胞的增殖、代谢，并调控免疫功能，在感染性疾病中处于高表达状态，其升高程度与炎症的严重程度相关[14]。本研究发现，入组的呼吸道感染患儿血清铁降低的同时常伴有铁蛋白水平的急剧升高，进一步揭示了传统研究中铁蛋白被认为在兼具铁储存功能的同时，可一定程度上反映急性期反应，且在炎症反应中起关键作用[15]。尽管铁蛋白的核心定位在细胞质，但其广泛存在于细胞核、线粒体和溶酶体等特定区室；同时，在血清中也能检测到其微量存在。铁蛋白不仅是一种细胞内铁储存蛋白，而且是一种致病介质，可以增强炎症过程并刺激进一步的炎症途径，并在病毒感染期间发挥免疫抑制和促炎功能[16]。有研究显示，在急性或慢性炎症疾病中有关的铁蛋白水平升高，无论是否由感染引起，被证明在各种炎症和自身免疫性疾病的发病机制中起着核心作用[17]。有研究认为，当机体发生炎症反应时，肝脏合成的肝素与铁蛋白结合形成复合物储存于肝脏、脾脏等器官中，循环铁随之减少[18]。此外，炎症细胞因子（如白细胞介素-6）可强烈刺激铁调素的合成，诱导膜铁转运蛋白的内化和降解，直接抑制肠道铁的吸收和巨噬细胞中铁的再循环，进一步加剧循环铁的降低。此外，Namaste 等[19]进一步揭示了儿童感染性疾病和铁蛋白生物标志物之间的关系，当患儿体内铁储存耗尽时，其患病率会增加。

本研究发现，在患儿感染初期常伴有低血清铁与高铁蛋白，而健康儿童组中缺铁性贫血儿童通常表现为血清铁、铁蛋白均降低[20]，本研究观察组与对照组比较，差异有统计学意义（$P<0.05$）。这提示在感染背景下解读血清铁蛋白水平时需要格外谨慎，因为感染引发的炎症反应可导致铁蛋白水平显著升高，不应简单将其等同于体内铁储备充足。铁蛋白的动态监测，有助于评估炎症反应的强度和病程转归，其水平在有效治疗后应逐渐下降。若同时观察到血清铁持续处于极低水平，往往反映出机体铁代谢紊乱，可能提示感染未得到有效控制，或病原体毒力较强、感染程度较重，需结合临床表现及其他实验室指标进行综合判断。检测铁的相关指标有助于与单纯的营养性缺铁性贫血相鉴别，评估感染严重程度与预后，指导铁剂补充。

本研究不足之处在于，入组病例为单中心数据，且未能关联临床结局指标，无法评估铁代谢异常对疾病预后的影响。未来需开展多中心、前瞻性队列研究，并同步记录治疗干预、炎症指标、营养状况及预后数据，以进一步解析铁代谢异常的病理机制。

综上所述，儿童感染性疾病中血清铁、全血铁的降低与铁蛋白的升高，是机体营养免疫防御策略与急性炎症反应共同作用的结果。正确理解和解读铁代谢指标的动态变化，对于评估儿童感染性疾病的严重程度、鉴别诊断、判断预后及制定合理的营养支持策略具有至关重要的临床意义。

参考文献

[1] Li Z J, Zhang H Y, Ren L L, et al. Etiological and epidemiological features of acute respiratory infections in China [J]. Nat Commun, 2021, 12(1): 5026.

[2] 中国疾病预防控制中心妇幼保健中心，中华预防医学会儿童保健分会，徐韬等. 婴幼儿重点呼吸道病毒感染性疾病预防健康教育专家共识[J]. 中国妇幼卫生杂志，2024，15(1)：1-6.

[3] 中国妇幼保健协会新生儿保健专业委员会，张雪峰，杨杰等. 新生儿常见经消化道传播病毒感染性疾病预防专家共识[J/CD]. 发育医学电子杂志，2024，12(5)：321-327.

[4] 谢正德，邓继岿，任丽丽，等. 儿童呼吸道感染病原体核酸检测专家共识[J]. 中华实用儿科临床杂志，2022，37(5)：321-332.

[5] 张治青，王玉，赵波，等. 中国城市＜17 岁健康人群末梢血铁元素水平分析[J]. 中国公共卫生，2011，27(10)：1316-

1317.
[6] Drakesmith H, Prentice A M. Hepcidin and the iron-infection axis[J]. Science, 2012, 338(6108): 768-772.
[7] Harigae H, Hino K, Toyokuni S. Iron as soul of life on earth revisited: from chemical reaction, ferroptosis to therapeutics[J]. Free Radic Biol Med, 2019, 133: 1-2.
[8] Plays M, Muller S, Rodriguez R. Chemistry and biology of ferritin[J]. Metallomics, 2021, 12, 13(5): mfab021.
[9] Wang W, Knovich M A, Coffman L G, et al. Serum ferritin: past, present andfuture[J]. Biochim Biophys Acta, 2010, 18(8): 760-769.
[10] Nemeth E, Ganz T. Hepcidin-ferroportin interaction controls systemic iron homeostasis[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(12): 6493.
[11] Wessels I, Fischer H J, Rink L, et al. Dietary and physiological effects of zinc on the immune system[J]. Annu Rev Nutr, 2021, 41: 133-175.
[12] Kjersti O, Thor U, William W S, et al. Hepcidin and ferritin predict microbial etiology in community-acquired pneumonia[J]. Open Forum Infect Dis, 2021, 8(4): ofab082.
[13] 戴永利，郭林梅，赵晓云，等. 动态监测社区获得性肺炎患儿血清铁蛋白水平变化及其临床意义[J]. 西北国防医学杂志，2021，42(3)：173-177.
[14] 郭靖，刘亚楠，郝明明，等. 血清铁蛋白和乳酸脱氢酶在小儿难治性支原体肺炎外周血中的表达及与预后的相关性[J/CD]. 中华实验和临床感染病杂志(电子版)，2020，14(2)：133-137.
[15] Jia J, Wang M, Meng J, et al. Ferritin triggers neutrophil extracellular trap-mediated cytokine storm through msr1 contributing to adult-onset Still′s disease pathogenesis[J]. Nat Commun, 2022, 13(1): 6804.
[16] Zhao X, Zhou Y, Zhang Y, et al. Ferritin: significance in viral infections[J]. Rev Med Virol, 2024, 34(2): e2531.
[17] Mahroum N, Alghory A, Kiyak Z, et al. Ferritin-from iron, through inflammationandautoimmunity, toCOVID-19[J]. J Autoimmun, 2022, 126: 102778.
[18] Gehrer C M, Mitterstiller A M, Grubwieser P, et al. Advances in ferritin physiology and possible implications in bacterial infection[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(5): 4659.
[19] Namaste S M, Rohner F, Huang J, et al. Adjusting ferritin concentrations for inflammation: biomarkers reflecting inflammation and nutritional determinants of anemia (BRINDA) project[J]. Am J Clin Nutr, 2017, 106(Suppl 1): S359-S371.
[20] 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.

(收稿日期：2026-01-22　修回日期：2026-03-22)

(上接第 1563 页)

本研究具有一定局限性，首先，使用食物频率问卷开展调查可能存在回忆偏倚。其次，横断面研究设计难以确立因果关系。未来的研究可结合更精确的膳食评估方法，以进一步明确影响儿童膳食选择的影响因素。

参考文献

[1] 中国营养学会. 中国居民膳食指南[M]. 北京：人民卫生出版社，2022：210-213.
[2] 张倩. 营养教育：儿童青少年健康成长的固基培元之举[J]. 中国食品安全，2025(6)：17-19.
[3] 刘丹，张永慧，马文军. 广东省膳食营养及慢性病防控建议[J]. 中国食品卫生杂志，2024，36(7)：767-773.
[4] 赵春红. 青少年营养需求及膳食指导策略研究[J]. 食品安全导刊，2025(20)：100-106.
[5] 张硕，赵雪珉，沈秀华. 儿童青少年素食饮食行为对健康的影响[J]. 临床儿科杂志，2025，43(2)：157-162.
[6] 蔡欢欢，陈迎秋，陈爱鹉. 温州鹿城区学龄期儿童贫血现状及影响因素分析[J]. 实用预防医学，2023，30(12)：1506-1509.
[7] 吴晓杰，张景丽，康军聪，等. 膳食模式与学龄期肺炎支原体肺炎患儿疾病复发的关系[J]. 中国食物与营养，2024，30(6)：72-75.
[8] 姚依松，唐诗惟，宋佳妮，等. 青少年饮食行为现状及其对超重肥胖的预测作用[J]. 中国学校卫生，2025，46(1)：53-57.
[9] 李红飞，陈靖敏，黄丽华，等. 中国青少年不良饮食行为及影响因素分析[J]. 现代预防医学，2022，49(18)：3344-3350.
[10] 刘豫，毕丹丹，赵凯宾. 儿童挑食行为的认知机制[J]. 心理科学进展，2025，33(2)：305-321.
[11] 凌纯，龙永美，谢雨青，等. 2023 年南宁市 31 591 名 6～15 岁中小学生健康状况分析[J]. 应用预防医学，2025，31(4)：352-361.
[12] 江南，唐晓敏，孙文韬. 膳食模式与中小学生超重肥胖的关联研究[J]. 预防医学，2025，37(3)：228-232.
[13] 聂妍，郑睿敏，罗晓敏，等. 我国 11 省份青少年饮食行为和运动状况调查分析[J]. 中国妇幼健康研究，2022，33(6)：31-37.
[14] 徐小鸥，官燮. 浅析青少年成长中合理膳食与科学运动的重要作用[J]. 食品安全导刊，2024，21(18)：90-93.
[15] 魏潇琪，赵丽云，于冬梅，等. 6～17 岁学龄儿童在校就餐两种膳食调查方法的对比分析[J]. 中国食物与营养，2021，27(5)：85-88.
[16] 刘小燕，罗欢，王潇婧，等. 四川省泸州市青少年膳食模式与微量营养素摄入不足的相关性研究[J]. 中国健康教育，2025，41(3)：266-270.
[17] 陶青柳，黄浩，罗蓝，等. 健康促进与教育创新路径的研究[J]. 现代医药卫生，2024，40(22)：3946-3949.

(收稿日期：2025-11-11　修回日期：2026-03-01)