

## 全国高等学校駅伝競走大会参加選手における貧血・鉄欠乏の有病率の報告

田畑 尚吾<sup>1)2)</sup> 真鍋 知宏<sup>2)3)</sup> 山澤 文裕<sup>2)4)</sup>

1) 田畑クリニック 2) 日本陸上競技連盟医事委員会 3) 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター  
4) 丸紅東京本社診療所

### <背景>

鉄欠乏性貧血は、アスリートの内科的疾患として頻度が高い。鉄はヘモグロビン (hemoglobin; Hb) の原料として利用されるだけでなく、運動時のエネルギー源であるアデノシン三リン酸 (adenosine triphosphate; ATP) 産生にも不可欠な栄養素であるため、エネルギー代謝が活発なアスリートでは、一般人よりも鉄需要が大きくなる。また、鉄は骨格筋の発育のためにも不可欠な栄養素であり、特に発育期のジュニアアスリートは必要量の鉄を食事で摂取することが重要である。しかし、体重コントロールのための食事制限や、菜食主義など偏った食生活などにより、鉄摂取量が不足しているケースも少なくない。加えて、運動による発汗、消化管出血、血尿、溶血も、鉄喪失のリスクとなる他、女性では月経による鉄喪失も加わる。したがって、鉄の需要が大きい一方で、鉄消耗・鉄喪失が大きかったり、鉄摂取量が不足した状況では鉄欠乏に陥りやすく、特に持久系種目、女性アスリート、摂食障害のリスクが高いダンサーなど審美系種目は、鉄欠乏のハイリスクである (Attwell et al., 2022; Mahlamäki & Mahlamäki, 1988)。日本陸連医事委員会の調査でも、高校生のエリート長距離選手のうち、男子の 39.3%、女子の 44.1% が、貧血の経験があると回答している (鎌田 & 山澤, 2019)。さらに、運動は炎症性サイトカインの一種である IL-6 を増加させることで、鉄吸収を抑制する“ヘプシジン”を上昇させることが明らかにされており (Ishibashi, Maeda, Sumi, & Goto, 2017; Larsuphrom & Latunde-Dada, 2021)、アスリートでは、ヘプシジン分泌の亢進による鉄吸収の障害が、鉄欠乏の要因となっている可能性が示唆されている。

一方、持久系種目のアスリートでは、貧血予防や治療の観点から、鉄剤や鉄関連サプリメントの

使用も多く、国際レベルの陸上選手における鉄などミネラル関連のサプリメントの使用率は、全体で 22.8%、長距離・マラソン・競歩の持久系種目に限れば 38.4% と他種目に比較し有意に高率であった (Tabata et al., 2020)。また、日本学生選手権と大学駅伝の参加選手を対象とした調査では、男子の 11.0%、女子の 16.9% に鉄剤注射の経験があり (日本陸上競技連盟ジュニアアスリート障害調査委員会)、特に長距離選手における注射歴が多く、ジュニアの長距離領域では、本来は医学的に適応のない鉄剤注射の実施が蔓延している可能性も考えられた。

こうした状況を踏まえて、日本陸連医事委員会は、2016 年に“アスリートの貧血対処 7 か条”を策定し、過剰な鉄分は体にとって害になるため、安易に鉄剤注射を行わないことなど、注意喚起を行った (図 1)。しかし、その後も状況は改善せず、2018 年には、全国高等学校駅伝競走大会 (以下、高校駅伝) の一部の強豪校において鉄剤注射が継続して実施されていることが報じられたこともあり、2019 年、

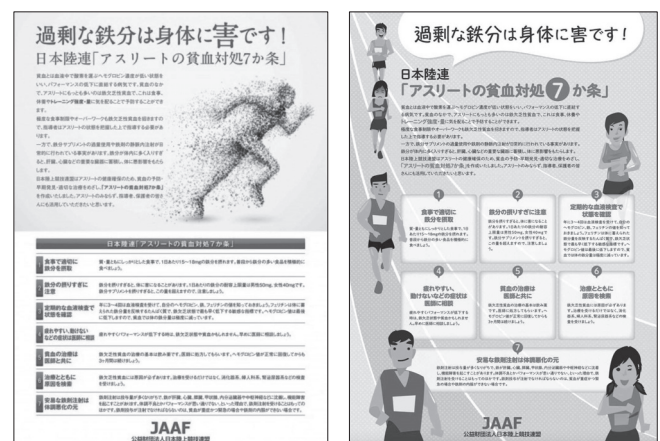


図 1. 日本陸連医事委員会 アスリートの貧血対象 7 箇条 (<https://www.jaaf.or.jp/medical/anemia7.html>)

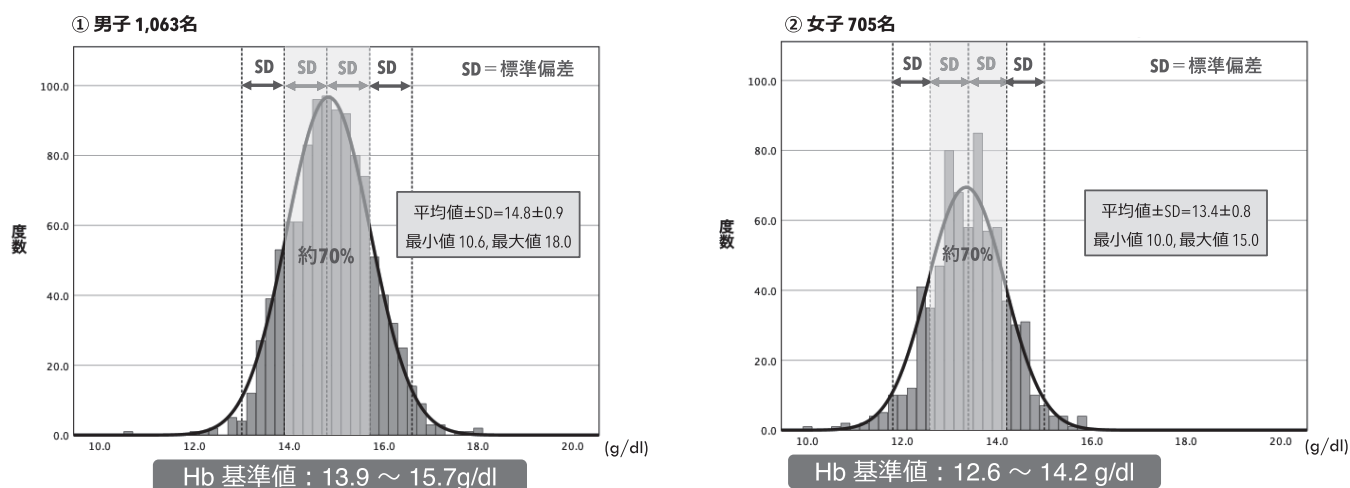


図 2. 過去 3 年分 (2019 年, 2021 年, 2022 年) の Hb の分布図

日本陸連は“不適切な鉄剤注射の防止に関するガイドライン”を作成し、教育啓発を行うと同時に、日本医師会、スポーツ庁を通じて、医療者側へも注意喚起を実施した ([https://www.jaaf.or.jp/files/upload/201905/ガイドライン\\_パンフレット2019.pdf](https://www.jaaf.or.jp/files/upload/201905/ガイドライン_パンフレット2019.pdf))。高校駅伝における対策としては、2019 年大会から、大会終了後 5 日以内に、医療機関で血液検査 (赤血球数 (Red blood cell; BRC)、Hb、ヘマトクリット、赤血球恒数を含む末梢血検査、血清フェリチン値 (serum ferritin level; sFer)) を受け、身体計測データとともに提出することを義務化し、虚偽申告や不申告、血液検査の結果で異常値が認められるチームがあれば、ヒアリングを実施することとしている。

本調査では、ジュニア長距離選手における貧血、鉄欠乏の状況を明らかにするため、2019 年以降、コロナ禍の 2020 年を除く、過去 4 年分の高校駅伝参加選手の血液検査の結果を解析した。

## <方法>

過去 3 年間 (2019 年、2021 年、2022 年) の高校駅伝参加全選手 (男子 1,063 名、女子 705 名) の血液検査データから Hb、sFer を抽出し、Hb については、男女それぞれ、平均値±標準偏差 (SD) の範囲を基準値と定め、Hb 基準値未満を“貧血”とした。また、日本鉄バイオサイエンス学会の基準 (日本鉄バイオサイエンス学会) をもとに、sFer 25ng/ml 未満を“鉄欠乏”と定義し、直近の 2023 年の参加選手 (男性 329 名、女子 289 名) における貧血・鉄欠乏の有病率を算出した。本調査は、公益社団法人日本医師会倫理委員会の承認を得た上で実施した (管理番号: R6-1)。

## <結果>

図 2 は、過去 3 年分の男女それぞれの Hb の分布図である。Hb 基準値は、男子 13.9 ~ 15.7 g/dl (平均値±SD=14.8 ± 0.9)、女子 12.6 ~ 14.2 g/dl (平均値±SD=13.4 ± 0.8) であり、その下限値未満を、本調査における貧血の診断基準とした。この基準値と上記の sFer 基準値をもとに、直近の 2023 年の参加選手 (男子選手 329 名、女子選手 289 名) の Hb、sFer の 4 象限マトリクスを作成した (図 3)。男子では、全体の 17.0% が貧血、18.5% が鉄欠乏に該当した。貧血症例に関しては、Hb も sFer も低い、鉄欠乏性貧血の選手は 9 名、全体の 2.7% と少なく、貧血症例の 8 割以上が、鉄欠乏のない貧血例であった。sFer が低く、Hb が保たれている、いわゆる“潜在性鉄欠乏”の症例が 15.8% だった。sFer 250ng/ml 以上の高値を示す者は 2 名だった。女子では、貧血症例は全体の 18.7% と男子と同程度で、過去 3 年間と同程度の割合であったが、全体の 3 分の 1 以上に相当する 36.7% が鉄欠乏状態であった。また、貧血症例の約 4 割が鉄欠乏性貧血であり、残りの約 6 割が鉄欠乏のない貧血だった。一方、潜在性鉄欠乏は全体の 29.8% であり、鉄欠乏症例は男子に比べて有意に多かった ( $p < 0.001$ )。sFer 高値は 1 名だった。

## <考察>

通常、貧血の診断には、成人男性 Hb 13g/dl 未満、成人女性・小児 Hb 12g/dl 未満という世界保健機関 (World Health Organization; WHO) の基準が用いられるが、アスリートでは、軽度の貧血であってもパフォーマンス低下に直結することから、診断閾値

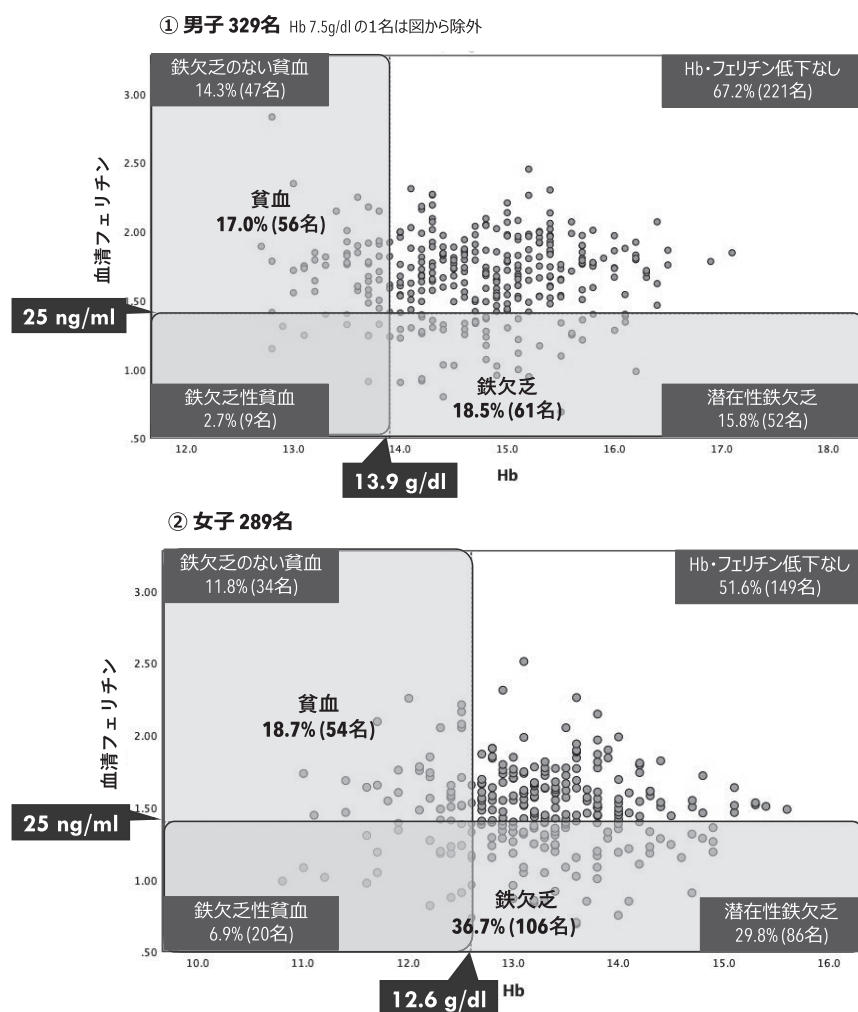


図 3. 2023 年参加選手のヘモグロビン、血清フェリチン値の 4 象限マトリクス ( ※ 血清フェリチンは常用対数で表示)

を上げる検討も必要であり、日本陸連医事委員会や国立スポーツ科学センターのメディカルチェックにおいては、男性 Hb 14g/dl 未満、女性 Hb 12g/dl 未満という基準で貧血が診断されている (Komatsu et al., 2018)。しかしながら、現時点で、貧血リスクの高いジュニア長距離選手における貧血診断の基準は存在せず、貧血関連の調査も、主観的な症状や、異なる診断基準が用いられているケースが多く、アスリートの貧血有病率に関する研究の limitation となっている可能性がある。本調査では、過去 3 年間の高校駅伝参加選手の血液検査結果から、“男子 Hb 13.9g/dl 未満”、“女子 Hb 12.6g/dl 未満”を貧血の診断基準とした。今後、ジュニア長距離選手の貧血診断の目安となりうるデータであると考え。

上記の基準を用いると、男子では約 6 分の 1 が貧血に該当したが、貧血症例の大多数が鉄欠乏のない貧血であった。参加選手の多くが、レースに向けてピーキングをしている状況であったことを踏まえると、貧血の原因として、運動による溶血 (Lippi &

Sanchis-Gomar, 2019) や、循環血液量の増加による見かけ上の希釈性貧血 (Damian et al., 2021) 等の可能性が疑われる。

一方、女子では、sFer 25ng/ml 未満を鉄欠乏と定義すると、全体の約 3 分の 1 が鉄欠乏状態であり、ジュニア期の女子長距離選手では、貧血対策の観点からは、鉄栄養状態の改善が課題であることが示唆された。鉄欠乏性貧血では、経口鉄剤による治療の適応となるが、本調査で女子の約 3 割にみられた潜在性鉄欠乏では、貧血予防のため、食事での鉄摂取量を改善することが優先される。潜在性鉄欠乏のアスリートを対象としたいいくつかの研究によって、1～4 ヶ月間、20～30mg/日の鉄摂取によって、sFer の有意な上昇が得られることが示されている (Hinton, Giordano, Brownlie, & Haas, 2000; Hinton & Sinclair, 2007; Kang & Matsuo, 2004; Matsumoto, 2015)。日本陸連サプリメントポリシー策定に関わる委員会では、食事での不足分をサプリメントで補充する場合にも、耐用上限量 (40～

50mg/日)を考慮し、鉄量として10mg/日程度の補充で十分であるとの見解を示している(田畑, 2023)。今後、採血結果に加えて、食事での鉄摂取量や、鉄剤や鉄関連サプリメントの使用状況の評価も検討される。

また、ジュニア選手を対象とした本調査では、不適切な鉄剤注射の実施が疑われるレベルのsFer高値者が確認された。これまでに、自転車競技などのエリートアスリートのみならず、レクリエーションレベルの市民ランナーにおいても鉄過剰症例が散見されることが報告されており(Lippi, Schena, Franchini, Salvagno, & Guidi, 2005; Mettler & Zimmermann, 2010; Zotter et al., 2004)、持久系スポーツの領域では、競技レベルや年齢に関係なく、鉄欠乏と同時に、鉄過剰にも注意が必要である。人体には能動的に鉄を排泄する機構がないため、適応外の鉄剤注射を継続すると、体内で遊離鉄が増加し、フェントン反応によって毒性の強い活性酸素が生成され、細胞・組織・臓器傷害のリスクとなる。したがって、鉄欠乏性貧血の治療の第一選択は経口鉄剤であり、鉄剤の静脈注射の適応は、出血等で緊急を要する場合や副作用や吸収の問題等で経口薬が使用できない場合などに限定されている(日本鉄バイオサイエンス学会)。ジュニア選手の健康とパフォーマンスを守るためにも、鉄剤の適正使用に関して、選手、指導者、医療者への教育啓発を続けていくことが必要である。

## <参考文献>

- Attwell, C., Dugan, C., McKay, A. K. A., Nicholas, J., Hopper, L., & Peeling, P. (2022). Dietary Iron and the Elite Dancer. *Nutrients*, 14(9). doi:10.3390/nu14091936
- Damian, M. T., Vultur, R., Login, C. C., Damian, L., Chis, A., & Bojan, A. (2021). Anemia in Sports: A Narrative Review. *Life (Basel)*, 11(9). doi:10.3390/life11090987
- Hinton, P. S., Giordano, C., Brownlie, T., & Haas, J. D. (2000). Iron supplementation improves endurance after training in iron-depleted, nonanemic women. *J Appl Physiol* (1985), 88(3), 1103-1111. doi:10.1152/jappl.2000.88.3.1103
- Hinton, P. S., & Sinclair, L. M. (2007). Iron supplementation maintains ventilatory threshold and improves energetic efficiency in iron-deficient nonanemic athletes. *Eur J Clin Nutr*, 61(1), 30-39. doi:10.1038/sj.ejcn.1602479
- Ishibashi, A., Maeda, N., Sumi, D., & Goto, K. (2017). Elevated Serum Hepcidin Levels during an Intensified Training Period in Well-Trained Female Long-Distance Runners. *Nutrients*, 9(3). doi:10.3390/nu9030277
- Kang, H. S., & Matsuo, T. (2004). Effects of 4 weeks iron supplementation on haematological and immunological status in elite female soccer players. *Asia Pac J Clin Nutr*, 13(4), 353-358.
- Komatsu, T., Yamasawa, F., Dohi, M., Akama, T., Masujima, A., Kono, I., & Kawahara, T. (2018). The prevalence of anemia in Japanese Universiade athletes, detected with longitudinal preparticipation medical examinations. *J Gen Fam Med*, 19(3), 102-108. doi:10.1002/jgf2.164
- Larsuphrom, P., & Latunde-Dada, G. O. (2021). Association of Serum Hepcidin Levels with Aerobic and Resistance Exercise: A Systematic Review. *Nutrients*, 13(2). doi:10.3390/nu13020393
- Lippi, G., & Sanchis-Gomar, F. (2019). Epidemiological, biological and clinical update on exercise-induced hemolysis. *Ann Transl Med*, 7(12), 270. doi:10.21037/atm.2019.05.41
- Lippi, G., Schena, F., Franchini, M., Salvagno, G. L., & Guidi, G. C. (2005). Serum ferritin as a marker of potential biochemical iron overload in athletes. *Clin J Sport Med*, 15(5), 356-358. doi:10.1097/01.jsm.0000179135.92468.f2
- Mahlamäki, E., & Mahlamäki, S. (1988). Iron deficiency in adolescent female dancers. *Br J Sports Med*, 22(2), 55-56. doi:10.1136/bjism.22.2.55
- Matsumoto, M., Hagino M., Katsumata, M., Noguchi, T. (2015). Combined Heme Iron Supplementation and Nutritional Counseling Improves Sports Anemia in Female Athletes. *Ann Sports Med Res*, 2(6), 1036.
- Mettler, S., & Zimmermann, M. B. (2010). Iron excess in recreational marathon runners. *Eur*

- J Clin Nutr, 64(5), 490-494. doi:10.1038/ejcn.2010.16
- Tabata, S., Yamasawa, F., Torii, S., Manabe, T., Kamada, H., Namba, A., . . . Sato, K. (2020). Use of nutritional supplements by elite Japanese track and field athletes. J Int Soc Sports Nutr, 17(1), 38. doi:10.1186/s12970-020-00370-9
- Zotter, H., Robinson, N., Zorzoli, M., Schattenberg, L., Saugy, M., & Mangin, P. (2004). Abnormally high serum ferritin levels among professional road cyclists. Br J Sports Med, 38(6), 704-708. doi:10.1136/bjsm.2003.006635
- 鎌田浩史, 山澤文裕. (2019). 第 29 回日本臨床スポーツ医学会 学術集会 シンポジウム 2 : 次世代を担うジュニア選手へのメディカルサポート 2. 陸上競技におけるジュニアアスリートサポート. 日本臨床スポーツ医学会誌, 27(3).
- 田畑尚吾. (2023). 日本陸上競技連盟におけるサプリメントポリシー策定の試み. 臨床スポーツ医学, 40(1), 14-21. Retrieved from <https://cir.nii.ac.jp/crid/1520294827827758464>
- 日本鉄バイオサイエンス学会. 鉄剤の適正使用による貧血治療指針 改訂 [第3版].
- 日本陸上競技連盟ジュニアアスリート障害調査委員会. 陸上競技ジュニア選手のスポーツ外傷・障害調査~第4報(2018年度版)~ 大学生アスリート調査. Retrieved from [https://www.jaaf.or.jp/files/upload/202005/16\\_125001.pdf](https://www.jaaf.or.jp/files/upload/202005/16_125001.pdf)