

長距離走選手血液データの分子栄養学的解析

Molecular nutrition research using hematologic data from long-distance runners

羽田 克彦^{*, **, ****}, 牧 亮^{***, ****}

Katsuhiko HATA^{*, **, ****} and Akira MAKI^{***, ****}

I. はじめに

激しいトレーニングを重ねるアスリートにとって、栄養の代謝は競技パフォーマンス向上や健康維持のために極めて重要な因子である。例えば炭水化物をATPに変換するには、酵素の基になるタンパク質、ビタミンB群そして鉄などのミネラル類が充足しなければならない。特に有酸素運動が主体のアスリートにとっては好氣的解糖系を機能させるためにこれらは必須の要素となる。一方、短距離走選手など嫌氣的解糖系が主体のアスリートの場合でも、筋肉などのタンパク質合成過程においてミネラル類（特に亜鉛）やビタミンB群はそれぞれ遺伝子調節因子や補酵素として機能するため、やはり必須の栄養素である。このように、代謝は三大栄養素（炭水化物、タンパク質、脂質）を効率よく利用するために極めて重要な概念であり、代謝に問題があると栄養失調と類似の症状を来す。ところが、アスリートの食事内容や食生活を調査したところ、ビタミンやミネラルに比べて炭水化物の摂取割合が多いなど、栄養摂取の偏りがみられた（麻見 et al., 2005；飯出 et al., 2010）。このような栄養摂取のアンバランスが顕著になると、代謝障害によりアスリート特有の慢性疾患

（スポーツ性貧血やオーバートレーニング症候群、自律神経失調、高尿酸血症、喘息、循環器疾患など）に罹患するリスクが高くなる。明らかな症状が無くても不定愁訴や所謂“調子のムラ”など自覚症状に乏しいものの競技パフォーマンスに影響するような体調不良に繋がるケースが多くみられる。また2007年に米国スポーツ医学会より、女性アスリートに好発する健康障害として“女性アスリートの三主徴”（利用可能エネルギー不足、無月経、骨粗鬆症）が発表された（Nattiv A. et al., 2007）。これは、鉄、カルシウム、ビタミンB群、タンパク質など代謝に関わる栄養の不足と深い関係にあることが分かっており、現役期間の健康状態を悪化させるだけでなく、引退後の骨折リスク増加など生涯を通じた影響が示唆されている。このようにアスリートの栄養アンバランス是正による代謝改善は喫緊の課題である。本報告では、男子長距離走選手（以下、長距離走選手）53名の採血データを鉄およびビタミンB群に絞って分子栄養学的に解析した結果について概説する。

II. 対象・方法

2017年4月から7月までに長距離走選手54名に

* 数理医科学研究センター (Research Center for Mathematical Medicine)

** 国士館大学 防災・救急救助総合研究所 (Department of Disaster Management and Emergency Medical System)

*** 国士館大学 救急システム研究科 (Graduate School of Emergency Medical System)

**** 国士館大学 体育学部 スポーツ医科学科 (Department of Sports and Medical Science)

対して施行された採血データのうち、女子1名を除いた男子選手（53名：18歳～21歳）のデータを解析した。データは個人名が特定できないようコード化し、パスワードが設定された特定のパソコンで管理・分析を行った。本研究では、特に血清フェリチン（ng/ml）、血清GOT（U/L）、血清GPT（U/L）、血清CK（U/L）に着目した。

GOT、GPT値によるビタミンB6診断は、先行研究（Dobbelstein H et al., 1974；Stone W J et al., 1975；Teehan BP et al., 1978；Kleiner M J et al., 1980）および臨床現場での栄養学的診断方法に従ってGOT、GPT値のいずれかが18（U/L）以下のものをビタミンB6不足と診断した。

Ⅲ. 結果並びに考察

まず、長距離走選手において潜在的な鉄欠乏状態があるかについて検証した。一般に、体内での鉄の減少が起こると貯蔵鉄は早い段階から減少する一方、血清鉄は貯蔵鉄からの補給により、比較的末期まで保たれる。よって、血清フェリチン値測定は鉄欠乏状態を早期に診断するために有用である。我々は、男子長距離走選手の血清フェリチン値を測定し、 50.9 ± 28.4 （範囲3.9-117）ng/ml

という結果を得た。図1に度数分布を示す。健康者男子の平均血清フェリチン値の平均値が187.5（範囲82-309）ng/ml（小山ら、1979）であることを考えると、男子長距離走選手のフェリチン値は有意に低いことが考えられる。とくに、明らかなフェリチン低値（<10 ng/ml）を示す選手が4名もおり、競技パフォーマンスの低下だけでなく、易疲労感、労作時息切れなどの貧血症状に繋がる可能性が考えられる。このように男子長距離走選手において鉄欠乏状態が多くみられる原因としてまず、鉄需要の増加が考えられる。先行研究により、長距離走選手などのアスリートにおいて、大量の発汗による鉄の喪失（坂本、1993）、筋肉量増大による鉄需要の増加、赤血球を自分の足で踏み潰すことによる溶血（いわゆる行軍ヘモグロビン尿症）などが理由として挙げられている。しかし一方では、食事からの鉄分摂取が十分になされておらず（飯出 et al., 2010）、今後栄養指導等でこの点を改善する必要がある。

次に我々は、長距離走選手においてビタミンB群不足がみられるかについて検証した。ビタミンB群には、ビタミンB1、ビタミンB2、ビタミンB6、ナイアシン、パントテン酸、ビオチン、ビタミンB12、葉酸が含まれ、数多くの生化学反応

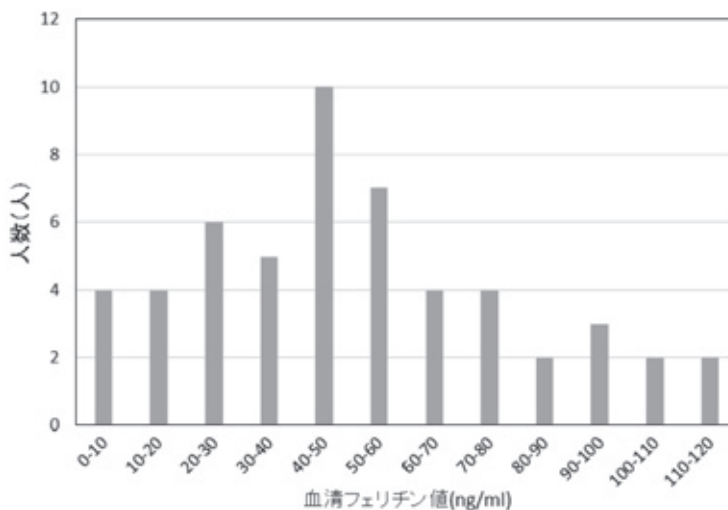


図1 血清フェリチン値の度数分布

において補酵素として重要な働きをしており、とくにTCA回路におけるATP産生には必須の補酵素である。先行研究により、aminotransferase活性(GOT, GPT)の低下が、その補酵素であるビタミンB6欠乏によって生じることが示唆されている(Dobbelstein H et al., 1974; Stone W J et al., 1975; Teehan BP et al., 1978; Kleiner M J et al., 1980)。近年の臨床現場においてこの観点からビタミンB6不足の診断がなされており、ビタミンB6欠乏によりGOT, GPT値は小さく、GOT/GPT比が大きくなる。そこで我々は、長距離走選手のGOT, GPTデータに着目し上記に述べた診断方法に従って、ビタミンB6不足が見られるかについて検証した。その結果、約34% (18人/53人)の選手がビタミンB6不足と診断された。ところが先行研究により、運動選手においては非外傷性筋肉障害に伴う酵素逸脱によると考えられる血清GOT値やGPT値の上昇が報告されている(賀来et al., 1995)。すなわち筋肉破壊による筋肉由来のGOT, GPTが検査値に含まれている。実際、我々の検査データにおいてもCK vs GOT, CK vs GPTで単回帰分析を行ったところ、それぞれ $r=0.91$, $r=0.69$ と強い正の相関を示すことが分かった(図2)。一方、臨床現場ではCK値が基準値範囲内に分布する一般成人男性を対象に

栄養学的診断が行われている。そこで我々はCK値を一般成人男性の基準値上限とされる197 U/Lとした場合のGOT, GPT値(補正GOT, GPT値)を図2に示す関係式によって求めた。得られた補正GOT, GPT値からビタミンB6不足診断を行ったところ、約53% (28人/53人)の選手がビタミンB6不足と診断された。ビタミンB群は、前述のとおり複数種のビタミンが含まれるが、それらが含まれる食品の種類は共通したものが多い(日本食品標準成分表2015年版(七訂))。ビタミンB6不足とビタミンB群不足は正相関するという仮定を真とするならば本研究対象の長距離走選手のうち34%~53%の選手がビタミンB群不足に陥っている可能性が示唆される。

Ⅲ. ま と め

本研究は、長距離走選手の血液データから栄養診断をするにあたり、鉄とビタミンB群のみに着目した。その結果、ほぼ全員に鉄不足、また約半数にビタミンB群不足が見られることが示唆された。

血清フェリチン値は脂肪肝などによる肝細胞障害によっても上昇するため、今回得られたデータ以上に鉄不足が深刻である可能性が考えられる。

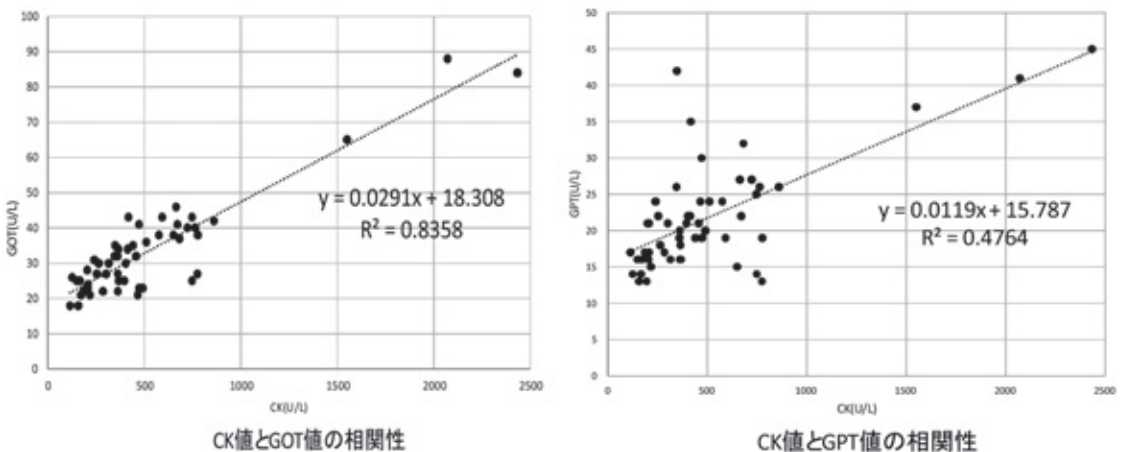


図2 血清CK値と血清aminotransferase活性との相関

本研究で行ったビタミンB6不足に関する診断手法は、ビタミンB6欠乏によりGOT, GPT活性が低下することを根拠としている。広く一般に行われる血液検査項目であるGOT, GPT値を元にビタミンB6ひいてはB群の不足を推定できる簡便性が本手法の利点ではある一方、前述の非外傷性筋肉障害や脂肪肝などの肝細胞障害によってもGOT, GPT値は上昇しビタミンB6不足による影響はマスクされうる。また長距離走が肝実質細胞および肝類洞内皮細胞の障害を起こす可能性も指摘されており(矢野里佐 et al., 1997)、ビタミンB群不足を示す選手の割合はさらに多い可能性が考えられる。今後、直接ビタミンB6値を測定することにより、様々な医学的背景を持つ被験者のGOT, GPT値からビタミンB6値を推定する手法を確立する必要がある。

参考文献

- ・ 飯出 一秀, 他 環太平洋大学研究紀要3号 119-123 (2010)
- ・ 麻見直美: 女子スポーツにかかわる栄養障害をめぐり最近の課題, 22 (10), 1237-1241, 2005
- ・ 小山和行, 他 Radioisotopes, 28, 249 (1979)
- ・ 坂本 静男「スポーツにおける内科障害」『スポーツ医学の基礎』万木良平 監修, 栗原 敏 他 編集, 朝倉書店, 1993年, pp.236-239
- ・ Dobbstein H, Korner WF, Mempel W, Gross-Wilde H, Edel HH. Vitamin B6 deficiency in uremia and its implications for the depression of immune responses. *Kidney Int* 1974 ; 5 : 233-239.
- ・ Stone W J, Warnock LG, Wagner C. Vitamin B6 deficiency in uremia. *Am J Clin Nutr* 1975 ; 28 : 950-957.
- ・ Teehan BP, Smith L J, Sigler MH, Gilgore GS, Schleifer CR. Plasma pyridoxal-5'-phosphate levels and clinical correlation in chronic hemodialysis patients. *Am J Clin Nutr* 1978 ; 31 : 1932-1936.
- ・ Kleiner M J, Tate SS, Sullivan JF, Chami J. Vitamin B6 deficiency in maintenance dialysis patients : metabolic effects of repletion. *Am J Clin Nutr* 1980 ; 33 : 1612-1619.
- ・ 賀来正俊 マラソン・長距離選手における非外傷性筋肉障害と肝臓障害の鑑別判断. *臨床スポーツ医学*, 11 (6), 695-701 (1995).
- ・ 矢野里佐, 他 フルマラソンによる肝機能負担の再検討. *デサントスポーツ科学*, 18, 65-71 (1997)