

男子大学生陸上長距離選手を対象とした 鉄摂取状況の把握と鉄補給献立（食品・料理）の 摂取による血液成分の変化

Comprehension of the Situation of Iron Intake and Blood Component Changes Caused by Consuming the Menu (Food/ Dish) to Take Supplemental Iron among Long-Distance Runner of College Men

佐野 睦美, 岡本 裕子

Mutsumi SANO and Hiroko OKAMOTO

概要

陸上長距離選手における日頃の鉄摂取状況を明らかにするとともに、鉄補給献立（食品・料理）の摂取による血液成分の変化を把握することを目的とした。付加群には、寮での朝食と夕食時に、鉄を多く含む食品・料理および鉄の吸収率を高めるビタミンCに富む柑橘類を付加した。鉄の摂取量は非付加群が9.3 mg、付加群は19.4 mgであった。また、付加群は多くの栄養素等摂取量が非付加群を上回り、有意な差がみられた。血液成分の変化では、両群に有意な差はみられなかったが、検査値の変化した割合および検査値が増加した人の割合は、付加群が非付加群よりMCHC以外はいずれの血液成分においても高く、鉄欠乏性貧血の予防への可能性が示唆された。

I. はじめに

貧血とは、赤血球数とヘモグロビン濃度が低下した状態とされている。特に、スポーツ選手における貧血をスポーツ貧血と呼び、その発症機序には、循環血漿量の増加によっておこる希釈性貧血（みかけの貧血）、スポーツ活動によって赤血球が変化し、壊れやすくなって起こる溶血性貧血、消化管からの出血や血尿、発汗、月経血など鉄の損失に対するたんぱく質や鉄の摂取不足が原因となる鉄欠乏性貧血の3つに区分される。このうち最も多くみられるのが鉄欠乏性貧血であり、原因には、食物からの鉄の摂取不足、消化管での鉄吸収不良、出血などによる鉄喪失がある。

鉄が不足すると、貯蔵鉄の減少がみられ（貯蔵鉄欠乏）、貯蔵鉄の指標である血清フェリチンが低下する。ついで、貧血をともなわない鉄欠乏（潜在性鉄欠乏）となり、血清鉄、鉄結合能も低下する。鉄欠乏性貧血は鉄欠乏の最も進んだ状態で、ヘモグロビン、ヘマトクリットが低下する¹⁾と内田は鉄欠乏の進み方の中で述べている。

川原²⁾によれば、軽度の貧血でも運動能力に影響があると考えられ、鉄欠乏性貧血では軽度であっても、治療が必要であると指摘している。また、豊岡は走れないランナーの赤血球数とヘモグロビン濃度では、正常なランナーと明確な差はみられなかったが、フェリチンでは、走れないランナー7人全員が12 ng/ml以下で貧血と考えられ

た³⁾と報告している。

陸上長距離選手が試合において最高のパフォーマンスを発揮するには、貧血は大きな障害となる。運動選手と貧血に関する研究の多くは、鉄剤を用いて検討した報告^{4)~6)}で、通常の食品を用いた報告は鉄剤に比べて少ない。貧血の治療では鉄剤の使用が必要であるが、鉄欠乏性貧血を予防するためには、日常の食事から十分な鉄を摂取することが重要であるといえる。そこで、鉄の摂取状況を明らかにするとともに、実際に鉄を多く含む食品・料理を摂取して、貧血に関わる血液成分に変化がみられるのかどうかを検討するために、本調査を実施した。

II. 調査方法

(1) 調査対象及び調査時期

対象者はY大学陸上競技部に所属する男子長距離選手で、本調査の趣旨に同意が得られた10人（1年生7人、2年生3人）である。食事調査は平成20年6月3日から6月30日の日・月曜日を除く20日間である。日・月曜日は寮の食事がないため、部員は各自が個別に食事をしており付加献立の配布困難と判断し調査から除いた。アンケート調査は、食事調査終了後、また、血液検査は食事調査開始時と終了後に行った。

(2) 調査内容及び方法

1) 食事調査

食事調査では、対象者の朝食・昼食・夕食に摂取した食事と間食を調査した。対象者は全員が寮生活であり、朝食・夕食は共通の献立である。このため朝食は、主食を除くおかずをマネージャー

が写真撮影したものから重量を算出し、夕食は主食を除く主菜、副菜、デザート等の提供された1人分を計量した。なお、主食は各自が摂取したものを計量し記録するよう依頼した。昼食は写真撮影したものと対象者が記録したもとの重量を算出し、1日の食事量から栄養計算ソフトを用いてコンピューターで栄養価を求めた。

対象者10人のグループ分け（付加群・非付加群）は、貧血と判定された者がいなかったため、レバーに対する嗜好や指導者の判断によりグループ分けを行うよう依頼した。付加群には朝食と夕食時の寮の食事に、鉄を補給するための献立（食品・料理）2～3品を付け加えて摂取するよう依頼した。鉄補給献立は、1日当たり鉄10mgの付加を目標とすると共に、鉄の吸収を助けるビタミンCを含む柑橘類を加えた。朝食では納豆、マグロの味付けフレーク、オレンジを調査期間中毎日（日・月曜日を除く）摂取するようにした。夕食では同じ献立による飽きがないように火曜日がひじきの煮物、水曜日がレバーのケチャップ煮、木曜日が切干大根の煮物、金曜日がレバー甘露煮、土曜日が炒り豆腐と曜日ごとに献立を決め、これにグレープフルーツを付けて提供した。なお、鉄補給献立（食品・料理）の栄養価は表1の通りである。

2) 血液検査

食事調査の開始時・終了時に対象者10人の血液検査を実施した。検査項目は、CPK、血清鉄、赤血球数、血色素量（ヘモグロビン濃度）、血球容積（ヘマトクリット）、平均血球容積（MCV）、平均赤血球ヘモグロビン量（MCH）、

表1 付加した献立（食品・料理）の栄養価

献立名	エネルギー (kcal)	たんぱく質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	カルシウム (mg)	鉄 (mg)	亜鉛 (mg)	ビタミンA (μ gRE)	ビタミンB1 (mg)	ビタミンB2 (mg)	ビタミンB12 (μ g)	葉酸 (μ g)	ビタミンC (mg)	食物繊維 (g)	食塩 (g)
納豆	60	5	3	3.6	27	1	0.6	0	0.02	0.17	0	36	0	2	0
マグロの味付けフレーク	68	9.5	1.2	5	12	2	0.5	0	0.04	0.02	1.9	7	0	0	1
オレンジ	23	0.5	0.1	5.9	12	0.1	0.1	6	0.04	0	0	17	30	0.5	0
ひじきの煮物	81	5	3	9.6	102	7.1	0.6	91	0.04	0.09	6.5	12	0	2.6	1.6
レバーのケチャップ煮	142	10.7	2.8	14.6	28	5.1	1.8	7017	0.24	0.92	22.2	666	18	1.7	1.6
切干大根の煮物	243	16.5	10	22.6	174	7.2	1.7	69	0.05	0.08	6.4	29	0	9.8	2.3
レバーの甘露煮	101	10.3	1.6	9	7	4.7	1.8	7000	0.2	0.92	22.2	653	10	0.1	1.6
炒り豆腐	130	9.2	6.7	8.6	134	7.7	1.3	215	0.09	0.13	9.6	99	14	2.3	1.2
グレープフルーツ	27	0.6	0.1	6.7	11	0	0.1	0	0.05	0.02	0	11	25	0.4	0

平均赤血球ヘモグロビン濃度 (MCHC), フェリチンの9項目である。

3) アンケート調査

アンケートは自記式の質問紙調査法で、マネージャーを通して配布・回収した。アンケートの内容は、現在の健康状態、食事に関する意識、付加後の身体的・精神的感覚の変化等である。

(3) 分析方法

食事調査は、栄養計算ソフトを用いて栄養価を算出した。なお、栄養価の算出はエネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物、カルシウム、鉄、ビタミンA・B₁・B₂・C、食物繊維、食塩及び貧血と関わりのある亜鉛、ビタミンB₁₂、葉酸を加えて求めた。栄養目標量は「アスリートのための栄養・食事ガイド」の栄養素等摂取基準例を基にした⁷⁾。また、ビタミン、ミネラル類は、「食事摂取基準」⁸⁾のおよそ30~50%増を目標値にする⁷⁾との記述から今回は50%増の値を用いた。鉄補給献立の付加群と非付加群の栄養素等摂取量の比較をt-検定で行った。血液検査は、付加開始時と付加終了時の血液成分の変化の割合を、付加群と非付加群でt-検定を行った。また、付加開始時と付加終了時に血液成分の値が増加した人数の割合を、付加群と非付加群でt-検定を行った。いずれも有意水準は危険率5%未満とした。集計・統計処理は、Excel及びSPSS 16.0を用いて行った。なお、血液検査の基準値はK市医師会臨床検査センターによるものを使用した。

Ⅲ. 結果及び考察

(1) 対象者の身体状況

対象者の身体状況は、表2の通りである。それぞれの平均は年齢19.3±0.5歳、身長169.6±2.7cm、体重53.6±2.1kg、体脂肪率11.9±1.9%、BMI 18.6±0.7であった。BMI 18.5未満は一般的には低体重であるが、この中に入る者が4人であった。同じ陸上長距離選手10人を対象とした赤石らの測定値⁹⁾は、BMI 20.2、体脂肪率10.7%と、今回の調査対象者がBMIは1.6低く、体脂肪率は1%上回っていた。

(2) 食事調査

朝食と夕食は寮で提供されており、献立は表3の通りである。献立は給食受託会社で作成し、寮担当の調理員が献立を基に調理を行っていた。朝食の献立にはご飯とみそ汁、主菜は焼き魚、卵焼き、ハム・ウィンナー等、副菜には野菜の煮物、サラダを含む和え物等がよく出現しており、これに牛乳が毎日付いていた。夕食の献立はご飯、みそ汁、主菜2品と副菜1品または主菜1品と副菜2品の組み合わせが多く、ほぼ毎日デザートが付いていた。デザートには生のフルーツが多く出現し、この他、杏仁豆腐とフルーツポンチであった。主食と汁物はおかわりが自由になっているが、主食をおかわりする者はいなかった。おかわりの出現頻度の高い調理法は、朝食では主菜が炒め物14品 (51.9%)、焼き物8品 (29.6%)、煮物5品 (18.5%)、副菜は和え物11品 (55.0%)、煮物8品 (40.0%) であった。夕食の主菜は、煮物が

表2 付加群と非付加群の身体状況

	付加群 (n = 5)	非付加群 (n = 5)	全体 (n = 10)
年齢* (歳)	19.2±0.45	19.4±0.55	19.3±0.48
身長* (cm)	170.6±2.19	168.6±3.05	169.6±2.72
体重* (kg)	53.8±2.75	53.4±1.43	53.6±2.08
体脂肪率* (%)	12.3±1.96	11.4±1.87	11.9±1.86
BMI* (kg/m ²)	18.5±0.87	18.8±0.57	18.6±0.71
BMI内訳			
18.5未満	2人	2人	4人
18.5以上25.0未満	3人	3人	6人

*平均±標準偏差

11品（42.3%）、炒め物が6品（23.1%）、揚げ物5品（19.2%）、副菜では煮物11品（40.7%）、和え物10品（37.0%）であった。主菜の調理法は、

炒め物、煮物、焼き物の割合が高く、副菜は和え物と煮物が高かった。男子大学生を対象にした献立としては、揚げ物料理が少なく、エネルギーの

表3 調査期間の寮における朝食と夕食の献立

日目	朝 食	夕 食	日目	朝 食	夕 食
1	ご飯、みそ汁、 鮭の焼き魚、根 菜の煮物、牛乳	ご飯、みそ汁、冷しゃぶ、 ポテトサラダ、ひじきの煮 物、グレープフルーツ	11	ご飯、みそ汁、 鮭の焼き魚、根 菜の煮物、牛乳	ご飯、みそ汁、魚と大根の 煮物、焼きそば、豆腐とモ ロヘイヤのおひたし、みか ん
2	ご飯、みそ汁、 ハム・ウィン ナー、サラダ、 牛乳	ご飯、みそ汁、さばと大根 の煮付け、いりどり、もず くのみかけ、杏仁豆腐	12	ご飯、みそ汁、 鮭の焼き魚、煮 物、牛乳	ご飯、みそ汁、豆腐ハン バーグ、煮物、天ぷら、オ レンジ
3	ご飯、みそ汁、 ししゃも焼き、 卵、もやしと油 揚げの和え物、 牛乳	ご飯、みそ汁、麻婆豆腐、 揚げシュウマイ、杏仁豆腐	13	ご飯、みそ汁、 炒り豆腐、和え 物、牛乳	ご飯、みそ汁、魚のクリー ム煮、野菜炒め、サラダ
4	ご飯、みそ汁、 スクランブル エッグ、根菜と さつま揚げの煮 物、牛乳	ご飯、みそ汁、すき焼き、 磯辺揚げ、サラダ	14	ご飯、みそ汁、 スクランブル エッグ、サラ ダ、牛乳	ご飯、みそ汁、豚肉ソ テー、厚揚げ煮物、マカロ ニサラダ、杏仁豆腐
5	ご飯、みそ汁、 ハム・卵、きん ぴら、牛乳	ご飯、みそ汁、さばのタル タルソース、鶏唐揚げ、切 り干し大根の煮物、ツナサ ラダ、オレンジ	15	ご飯、みそ汁、 豚肉と野菜の煮 物、ひじきの煮 物、牛乳	ご飯、みそ汁、白身魚の煮 物、レバニラ炒め、おひた し
6	ご飯、みそ汁、 焼き魚、煮物、 牛乳	ご飯、みそ汁、カレー、コ ロケ、サラダ、もも	16	ご飯、みそ汁、 目玉焼き、ウイ ンナー、煮物、 牛乳	ご飯、みそ汁、いかリング 揚げ、すき焼き風卵とじ、 スパゲッティサラダ、フ ルーツポンチ
7	ご飯、みそ汁、 カレーソーテ、 煮物、牛乳	ご飯、みそ汁、しょうが焼 き、煮物、酢の物、グレー プフルーツ	17	ご飯、みそ汁、 鮭の焼き魚、お ひたし、牛乳	ご飯、みそ汁、手羽先のフ ライ、春雨サラダ、シュウ マイ
8	ご飯、みそ汁、 ハム・ウィン ナー、サラダ、 牛乳	白身魚のフライ、シュウマ イ、焼きうどん、りんご	18	ご飯、みそ汁、 スクランブル エッグ、サラ ダ、牛乳	ご飯、みそ汁、魚の照り焼 き、肉じゃが、白菜お浸し
9	ご飯、みそ汁、 生揚げのあんか け、スパゲッ ティサラダ、牛 乳	ご飯、みそ汁、焼き魚、サ ラダ、煮物、フルーツポン チ	19	ご飯、みそ汁、 ハム・ウィン ナー、サラダ、 牛乳	ご飯、カレー、里芋の煮 物、豆腐サラダ、もも
10	ご飯、みそ汁、 スクランブル エッグ、焼き 魚、牛乳	大会のため寮の食事無し	20	ご飯、みそ汁、 さんまの焼き 魚、ポテトサラ ダ、もやしの和 え物、牛乳	合宿のため寮の食事無し

摂り過ぎへの配慮がみられた。

鉄補給献立（食品・料理）の付加群と非付加群の栄養素等摂取量の比較（表4）では、脂質と炭水化物を除き、両者に有意な差が認められ、付加群の値が非付加群を上回っていた。なお、付加群と非付加群の栄養素等摂取量の差は、エネルギー468 kcal、たんぱく質31.2 g、脂質15.6 g、炭水化物20.2 g、カルシウム192 mg、鉄10.1 mg、亜鉛4.3 mg、ビタミンA 2886 µgRE、ビタミンB₁ 0.66 mg、ビタミンB₂ 0.8 mg、ビタミンB₁₂ 15.5 µg、葉酸380 µg、ビタミンC 80 mg、食物繊維8.2 g、食塩3.9 gであった。スポーツ選手が必要とする鉄の量は、1日当り15~20 mgとかなり高い値である。非付加群の値は9.3 mgで、国民健康・栄養調査の同年代の男性の摂取量8.2 mg¹⁰⁾を上回っていたもののスポーツ選手が摂るべき量としては少ないといえた。今回の鉄補給を目的に食品・料理を付加した結果、目標量を摂取することができた。また、鉄以外にも、たんぱく質、亜鉛、ビタミンB₁、ビタミンB₂、葉酸、食物繊維等が栄養目標量に近く摂取することができた。しかし一方で、ビタミンAは上限量が3,000 µgRE⁹⁾であるが、今回の付加群の摂取量は3,938 µgREと上限量を上回っていた。このうち約3000 µgREは鶏レバーによるレチノールの摂取である。陸上長距離選手にとって貧血を予防するために鉄を摂取することは望ましいことであるが、鉄を多く含むレバーの摂取は、2~3日に1回50 g程度を目安に摂取しないとビタミンAの過剰となる恐れが考えられた。また、ビタミンB₁₂もレバーによる影響で栄養目標量を大きく上回っていた。しかし、ビタミンB₁₂は過剰に摂取しても吸収されず、過剰摂取による有害作用を示す根拠が現時点ではなく上限量は設定されていない⁹⁾。このことからビタミンB₁₂の摂取については、問題にはならないと考える。さらに、カルシウムとビタミンCは付加群においても不足していた。カルシウムは目標量の60%程度しか摂れていないことから、カルシウムを多く含む食品・献立を摂り入れる配慮が必要であった。また、ビタミンCについても、朝食と夕食に柑橘類を付加したにもかかわらず不足しており、寮の通常の食事からさらに摂取できるような献立の見直しが必要である

といえた。

付加群を対象に鉄補給献立（食品・料理）についての評価をアンケート調査した。付加した献立の量は、朝食では「多い」が3人、夕食では「ふつう」が4人であった。味については、「おいしい」2人「ふつう」3人であり、比較的良かったといえる。約1ヶ月間鉄補給献立を食べ続けての評価は、朝食「かなり飽きた」が3人と多く、夕食では「かなり飽きた」、「少し飽きた」、「あまり気にならない」各1人、「全く気にならない」2人とばらばらであった。朝食では、納豆、マグロフレークといった毎日同じ食品であったが、夕食では曜日により違う献立であったことが、アンケート結果に影響していたと考えられた。鉄補給食品の摂取によりエネルギーの増加が気になった者は、「ややそう思う」2人、「あまりそう思わない」1人、「そう思わない」2人であった。同じような献立を今後続けることに対しては、朝食「少し苦痛」3人、「あまり気にならない」、「全く気にならない」各1人であった。夕食では「少し苦痛」2人、「全く気にならない」3人で、朝食よりは気にならない者が多く、献立・食材を変えて提供したことが結果に出ていたといえた。今後、このような調査をするには、料理にバラエティを持たせて提供することが、対象者の負担感を軽減するものと思われた。

(3) 血液検査

鉄補給献立の付加開始時、付加終了後の血液検査結果を表5に示した。血液成分値は、付加群、非付加群ともに前後の数値がCPK値は基準値より上回っていたが、その他の項目は両群共に基準値の範囲内であった。また、図1に付加開始時と付加終了時の血液成分値の変化の割合を示した。血液成分値の変化は、付加開始時の成分値（100%）に対する、付加後の成分値を割合（%）で示した。図2に付加開始時より付加終了時に値が増加した人数を、各群の調査対象者（100%）に対しての割合（%）で示した。

CPKは貧血の指標ではないが、筋肉疲労を中心とする身体的疲労度を示す値¹¹⁾である。付加群の変化率は162.6±89.3%、非付加群は97.6±32.6%であり、増加した人数の割合では付加群が75%、非付加群が60%と、付加群が非付加群に比

表4 鉄補給食品の付加群と非付加群の栄養素等摂取量の比較

栄養素等	付加群の摂取量		非付加群の摂取量		栄養目標量	t検定	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差			
エネルギー (kcal)	3134	181	2666	403	2810±110* ¹	2.37*	
たんぱく質 (g)	119.0	3.2	87.7	6.8	100～140* ²	9.36***	
脂質 (g)	106.0	18.3	83.4	7.2	80～95* ²	ns	
炭水化物 (g)	409.9	34.4	389.7	87.1	350～430* ²	ns	
カルシウム (mg)	788	12	596	28	1350* ³	13.85***	
鉄 (mg)	19.4	1.1	9.3	1.3	15～20* ²	13.34***	
亜鉛 (mg)	16.0	2.4	11.7	2.6	14* ³	2.71*	
ビタミンA (μgRE)	3938	24	1052	44	1125* ³	128.33***	
ビタミンB ₁ (mg)	1.77	0.60	1.11	0.13	1.7～2.3* ²	2.40*	
ビタミンB ₂ (mg)	2.17	0.06	1.37	0.09	1.4～1.7* ²	15.83***	
ビタミンB ₁₂ (μg)	24.6	2.0	9.1	1.0	3.6* ³	15.85***	
葉酸 (μg)	674	9	293	17	360* ³	44.22***	
ビタミンC (mg)	144	5	64	16	200* ²	10.94***	
食物繊維 (g)	22.0	1.6	13.8	1.9	23～28* ²	7.35***	
食塩 (g)	14.5	2.5	10.6	1.2	15未満* ³	3.16*	
ギ ー の エ ネ ル (%)	たんぱく質	15.2	0.5	13.3	1.3	15～20* ²	
	脂質	30.4	4.3	28.6	4.2	25～30* ²	
	炭水化物	52.3	3.4	57.9	6.2	55～70* ²	

* < 0.05 *** < 0.001 ns 有意差なし

* 1 基礎代謝基準値×体重×Af値 (2.2)

* 2 アスリートのための栄養・食事ガイドの数値使用

* 3 「食事摂取基準」の推奨量・目安量の50%増の数値使用

表5 血液検査結果の状況

		CK (CPK) U/L		血清鉄 (μg/dL)		赤血球数 (10 ⁴ /μL)		血色素量 ヘモグロビン濃度 (g/dL)		血球容積 ヘマトクリット (%)	
		前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
付加群	平均	313	374	116	127	486	495	14.4	14.6	43.6	44.3
	標準偏差	130	172	43	50	19	29	0.5	0.6	1.5	1.7
非付加群	平均	351	336	92	98	458	463	13.9	14.0	42.0	42.2
	標準偏差	101	89	40	35	14	16	0.6	0.6	1.3	1.5
基準値		35～275		54～200		438～577		13.6～18.3		40.4～101.4	

		平均血球容積 MCV (μ ³)		平均赤血球 ヘモグロビン量 MCH (pg)		平均赤血球 ヘモグロビン濃度 MCHC (%)		フェリチン精密測定 (ng/mL)	
		前	後	前	後	前	後	前	後
付加群	平均	89.8	89.6	29.8	29.6	33.1	33.0	61.1	56.6
	標準偏差	2.3	2.6	1.1	1.2	0.7	0.7	51.4	48.4
非付加群	平均	91.6	91.2	30.3	30.5	33.1	33.2	40.4	39.1
	標準偏差	1.6	1.5	0.5	0.5	0.6	0.6	9.5	9.5
基準値		83.3～101.4		28.2～34.7		31.8～36.4		15～220	

べ、高い割合で増加していた。これは、夏季合宿（2泊3日）が付加終了後の血液検査の5日前に実施され、付加群の参加人数が非付加群よりも高い割合であったため、検査結果が増加傾向を示したと推測された。また、CPKの成分値は付加群では、付加開始時、終了時共に基準値を上回っている者が4人中3人と多かった。

貧血の指標となる項目では、血清鉄が変化した割合は付加群が $139.0 \pm 77.6\%$ 、非付加群は $87.8 \pm 42.4\%$ であった。増加した人数の割合は付加群で75%、非付加群で20%であり、有意差はみられなかったが、付加群に変化した割合、増加人数の割合ともに非付加群よりも高く改善の傾向がみられた。赤血球の変化した割合は、付加群では $125.2 \pm 3.7\%$ 、非付加群は $87.8 \pm 3.1\%$ であった。増加した人数の割合は付加群で60%、非付加群で40%と付加群に高い傾向がみられた。血色素量ヘモグロビン濃度の変化した割合は、付加群が $126.7 \pm 5.6\%$ 、非付加群が $101.5 \pm 3.4\%$ であった。増加した人数の割合は、赤血球、ヘモグロビン濃度ともに付加群で60%、非付加群で40%と付加群のほうが非付加群より高い傾向がみられた。血色素ヘマトクリットの変化した割合は、付加群が $125.9 \pm 4.7\%$ 、非付加群では $100.8 \pm 3.4\%$ 、増加人数の割合は、付加群で60%、非付加群で40%であった。平均血球容積(MCV)では、付加群が $125.8 \pm 2.0\%$ 、非付加群が $100.2 \pm 0.8\%$ 、増加人数の割合は、付加群80%、非付加群60%であり、両群共に半数以上は増加した。平均赤血球ヘモグロビン量(MCH)では、付加群が $126.3 \pm 2.0\%$ 、非付加群が $100.9 \pm 1.3\%$ 、増加人数の割合では、付加群が80%、非付加群が40%であり、付加群の増加した人数が高い割合であった。平均赤血球ヘモグロビン濃度(MCHC)では、摂取群が $125.6 \pm 2.0\%$ 、非摂取群が $100.7 \pm 1.8\%$ であったが、増加人数の割合は同率の60%であった。貯蔵鉄であるフェリチンでは、付加群の変化した割合が $96.8 \pm 49.3\%$ 、非付加群が $88.3 \pm 14.4\%$ であり、検査項目中、唯一100%を下回っていた。また、増加人数の割合も付加群が50%、非付加群が20%と、両群ともに低い数値で改善がみられなかった。本調査では、貯蔵鉄であるフェリチンは付加群・非付加群共に、開始時よりも低

下傾向がみられ、血清鉄では、付加群のほうが非付加群よりも増加した割合が高かった。鉄欠乏の進み方は、まず貯蔵鉄からの減少から始まる¹⁾こと、高所トレーニング中は赤血球増大のために貯蔵鉄および血清鉄が利用される²⁾ことから、この調査期間中の練習および合宿によりフェリチンから減少していったと推測される。また、春日井らは、鉄補給の介入群と非介入群の2群を対象に鉄の摂取量と血液性状の変化を調査したところ、鉄の摂取量が有意に多い群でもフェリチンなどの体内鉄が顕著に増加しなかった。この理由としては、吸収率が少ないと考えるよりも、体外への鉄喪失量が多いためと考えるほうが妥当であると報告している³⁾。また、一般的に貧血の指標として評価されるヘモグロビン濃度は、変化率でみると付加群が $126.5 \pm 6.0\%$ 、非付加群は $101.6 \pm 3.4\%$ と付加群の方が非付加群より高い傾向がみられたが、人数の割合でみると付加群は60%しか増加していなかった。

両群に有意な差がみられなかった理由には、合宿による激しい運動により循環血漿量が増加し希釈され、ヘモグロビン濃度が低下したことも考えられる。さらに、通常の練習と重ねて、合宿練習での走行に伴う、足底部の衝撃による機械的溶血、また夏季であったため多量の発汗に伴う鉄分損失の増大があったことが考えられた。今回は合宿中の練習内容は調査しなかったが、CPK値も高値であったことから、合宿中の運動量が多かったことが推測された。よって、鉄損失に対する鉄の必要量よりも供給量が少なかったこと。また、検査日までに疲労も回復せず、血液性状が戻っていなかったためと考えられた。今後、運動選手に対する血液成分の変化を調査する際には、合宿等のスケジュールの事前確認、運動量調査の必要性があることも課題といえた。

この他の原因としては、鉄補給献立(食品・料理)を供給した期間も考えられた。川野らによると、貧血、鉄欠乏状態の女性新体操選手に1ヶ月間の16 mgの鉄を含む食事の介入実験を行ったところ、結果はまったく改善されなかったと報告しており、この背景には鉄の摂取期間が短かったと考察している⁴⁾。今回の調査結果においても約1ヶ月という短期間に、貧血に関する血液成分を

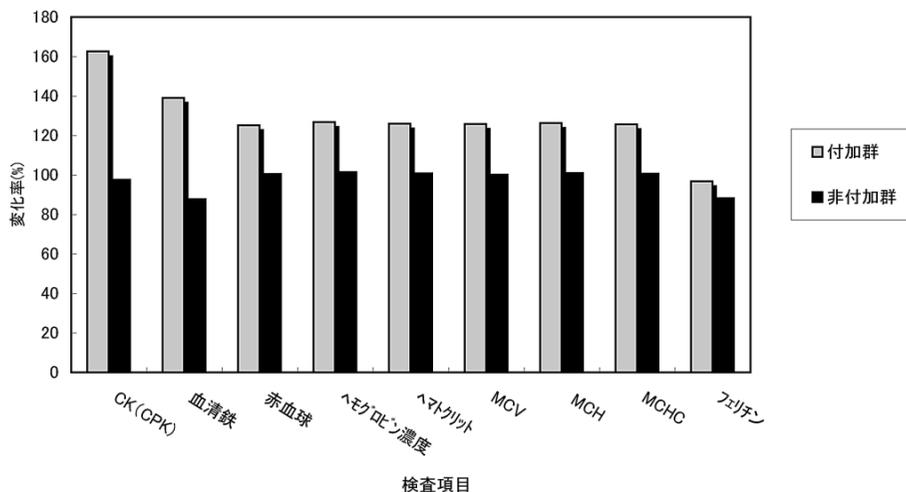


図1 血液検査値の変化率

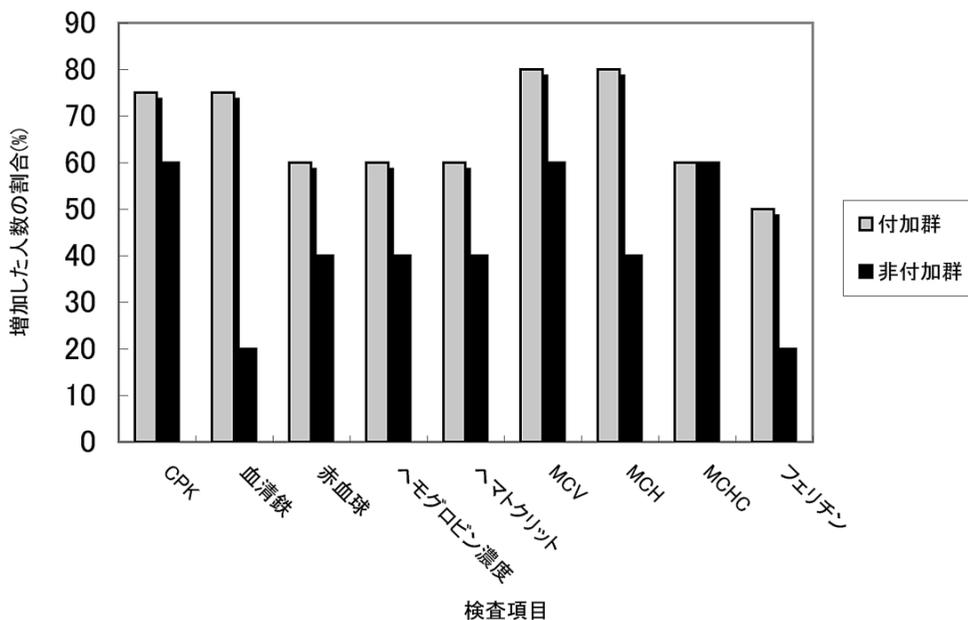


図2 検査値の増加した人数の割合

有意に増加させることは出来なかった。しかし、付加群の多くの血液成分の値が上昇したことから、貧血の発現を予防する可能性が示唆された。日々激しいトレーニングを行っている陸上競技者にとって、日常の食事による貧血予防には、鉄の損失量を上回る摂取量と、長期間にわたる継続的な摂取が必要であると考えられた。

(4) 付加後のアンケート

約1ヶ月にわたる鉄補給献立の付加後、2群の

身体的・精神的な感覚の変化の結果を表6に示した。「食欲が増した」は、「そう思う」が付加群3人、非付加群はいなかった。「甘いものがほしいと思うことが多くなった」では、付加群で「そう思う」が3人であるのに対し、非付加群では5人と全員が「そう思う」と答えた。また、睡眠に関する質問で、「熟睡するようになった」では、「そう思う」は付加群で4人、非付加群では3人、「目覚めがすっきりするようになった」では、「そう

表6 付加後の身体的・精神的感覚の変化

項目	選択肢	付加群 n=5		非付加群 n=5	
		人	人	人	人
食欲が増した	そう思う	3	0		
	そう思わない	2	5		
お菓子などの甘いものを多く摂るようになった	そう思う	1	4		
	そう思わない	4	1		
ジュースなどの甘いものを多く摂るようになった	そう思う	1	3		
	そう思わない	4	2		
塩辛いものがほしいと思うことが多くなった	そう思う	0	1		
	そう思わない	5	4		
甘いものがほしいと思うことが多くなった	そう思う	3	5		
	そう思わない	2	0		
熟睡するようになった	そう思う	4	3		
	そう思わない	1	2		
目覚めがすっきりするようになった	そう思う	3	1		
	そう思わない	2	4		
からだが軽く感じるようになった	そう思う	1	2		
	そう思わない	4	3		
足のつりが減った	そう思う	3	1		
	そう思わない	2	4		
からだのだるさが減った	そう思う	2	1		
	そう思わない	3	4		
疲れにくくなった	そう思う	1	3		
	そう思わない	4	2		
記録が伸びた	そう思う	1	2		
	そう思わない	4	3		
以前と同じ練習でも呼吸が楽に感じる	そう思う	1	2		
	そう思わない	4	3		
練習への集中力が増した	そう思う	2	3		
	そう思わない	3	2		
練習へ積極的に取り組むようになった	そう思う	3	4		
	そう思わない	2	1		

思う」が付加群で3人、非付加群で1人であった。睡眠に関しては若干付加群に改善された傾向がみられた。練習に関連する身体的な質問では、「足のつりがなくなった」は、「そう思う」が付加群で3人、非付加群で1人と付加群が高い割合であったが、特に改善がみられなかったのは、「からだが軽く感じるようになった」、「疲れにくくなった」、「以前と同じ練習でも呼吸が楽に感じる」では「そう思わない」が付加群4人で非付加群より高い割合であった。また、精神的な質問に関しては、「練習への意欲が増した」では、「そう思う」が付加群で2人、非付加群で3人、「練習へ積極的に取り組むようになった」では「そう思う」が付加群で3人、非付加群で4人と、精神的な改善はみられなかった。

付加群と非付加群を比較すると両群に差はみられなかった。両群共に身体的感覚、特に運動に関する感覚が改善されていない割合が高かった。この原因としては、付加群4人、非付加群3人がアンケート調査の5日前に合宿に参加したため、身体的、精神的疲労が回復されていなかったことが影響していたと考えられた。

Ⅳ. まとめ

Y大学陸上長距離選手を対象に貧血予防のための鉄の摂取状況と鉄補給献立(食品・料理)の摂取による血液成分の変化を把握することを目的に、男子部員1年生7人、2年生3人の計10人を対象に調査を実施した。食事調査は平成20年6月3日～30日の日・月曜日を除く20日間、アンケー

ト調査は食事調査終了後、血液検査は食事調査開始時と終了後に実施した。結果は以下の通りである。

- (1) 対象者の身体状況の平均は、身長 169.6 ± 2.7 cm、体重 53.6 ± 2.1 kg、体脂肪率 $11.9 \pm 1.9\%$ であった。
- (2) 鉄の摂取量は、非付加群 9.3 mg、付加群 19.4 mgと大きな差がみられた。また、付加群と非付加群の栄養素等摂取量の比較では、エネルギー、たんぱく質、カルシウム、鉄、亜鉛、ビタミンA、ビタミンB₁、ビタミンB₂、ビタミンB₁₂、葉酸、ビタミンC、食物繊維、食塩に有意な差が認められ、いずれも付加群が非付加群の摂取量を上回っていた。
- (3) 食事調査開始時と終了後の血液検査の結果は、付加群と非付加群の間に有意な差は認められなかった。しかし付加群では、貧血に関わる血清鉄、赤血球数、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット、MCV、MCH、MCHC、フェリチンの値が非付加群より改善されていた。
- (4) 血液の検査値が増加した人の割合は、付加群と非付加群がMCHCは同率であったが、他の項目の増加者の割合は付加群がいずれも上回っていた。なお、両者に有意な差は認められなかった。

本研究は、山梨学院大学チャレンジ制度の助成を受けて行われたものである。調査にご協力くださいましたY大学陸上競技部の対象者と監督・コーチ・マネージャーの皆様には感謝申し上げます。

引用・参考文献

- 1) 内田立身：もっとも身近な貧血 鉄欠乏性貧血，からだの科学，日本評論社，222（2002）
- 2) 川原貴：スポーツと貧血，Sportsmedicine，53，6～9（2003）
- 3) 豊岡示郎：長距離ランナーの貧血とその予防，Sportsmedicine，53，11～15（2003）
- 4) 林かほり・塩澤信良・秋山嘉子・目加田優子・平田治美・榎村修生・田中越郎・川野因・高橋律子・関口健：鉄欠乏性貧血防止に与える食事へム鉄摂取の影響，体力科学，55，10，193～198（2006）
- 5) 榎村修生・川野因・田中越郎・前田直樹・関口健：箱根駅伝出場を目指した貧血予防対策，東京農大農学集報，49，3，119～124（2004）
- 6) 吉田敬義，巻口宏平，千田守，市岡正彦，安田耕太郎，山口敏夫：運動生理学的研究Ⅰ，第42回日本体力医学会大会，404
- 7) 小林修平編著者：アスリートのための栄養・食事ガイド，第一出版（2003）
- 8) 厚生労働省策定：日本人の食事摂取基準 2005年版，第一出版（2005）
- 9) 明石正和：スポーツ選手の形態および最大無酸素パワーに関する事例的研究，城西大学研究年報，自然科学編，18，37～50（1994）
- 10) 厚生労働省総務課生活習慣病対策室：平成20年国民健康・栄養調査結果の概要（2010）
- 11) 新畑茂光：血液性状と疲労，日本体育学会大会号，社団法人日本体育学会，82（1993）
- 12) ASANO, K., MASAOKA, T., TAKAMATSU, K., KOHNO, I. and KOBAYASHI, K: Effects of altitude training on aerobic work capacity in Japanese athletes. Med. Sci. Sports Exerc. 23, Suppl, S, 128（1991）
- 13) 春日井淳夫，小笠原正志，吉見浩二，伊藤朗：鉄添加食品摂取が女子スポーツ選手の体内鉄，血液性状，有酸素性作業能力に及ぼす影響，体力科学，日本体力医学会，41，79～88（1992）
- 14) 川野 因：スポーツ貧血発現における食事の役割，食品と開発，41，8～10（2006）