

微量元素強化補助飲料の貧血改善効果

松永 知恵、井上 靖久

Anemia-improving effect of trace element-enriched supplemental beverages

MATSUNAGA Tomoe, INOUE Yasuhisa

Abstracts

The objective of the study was to improve anemia in female university students with anemic symptoms and relatively low exercise habits. Nutraceutical beverages containing 50% of the recommended and guideline amounts of various vitamins and trace elements such as iron in the Dietary Reference Intakes for Japanese people were used in the study. The influence of various blood indices was examined, and their usefulness was verified. Thirty students with hemoglobin levels of 11 g/dL or less were selected from the results of a blood test of the university's students. Dietary survey, defecation, anemia symptoms, physical activity, and accompanying symptoms were investigated. In addition, biochemical, hematological, and special tests were performed. Thereafter, the above beverages were consumed daily, and the above tests were conducted again every 4 weeks. The post-drinking tests showed significant increases in serum iron, red blood cell count, hemoglobin, hematocrit, zinc, and ferritin. Students presenting with anemia are deficient in almost all items of the recommended dietary intake. This was followed by a marked improvement in anemia symptoms with the addition of various vitamins and trace elements. These results may have many implications for future anemia treatment and nutritional guidance.

キーワード：貧血、貧血改善、微量元素、栄養補助飲料

Keywords: anemia, anemia improvement, trace element, Nutritional supplement beverages

1. はじめに

鉄欠乏（鉄摂取不足）は日本ではよくみられる栄養失調の一つであり、日本人女性における鉄欠乏の頻度は、潜在的なものを含めると非常に多いとする報告¹⁾がある。鉄欠乏の原因の一つとして鉄摂取量の不足が挙げられるが、日本人の食事摂取基準（以下、食事摂取基準）では、18-29歳女性の鉄の摂取量を10.5mg/日（月経あり）と推奨している²⁾。一方、令和元年国民・健康栄養調査³⁾によると、20-29歳女性の鉄摂取量は平均値6.2mg/日であったことから、日常的に十分な鉄を摂取していない状況であるといえる。

栄養性貧血、特に鉄欠乏性貧血の改善に対する鉄剤の効果や鉄の吸収に関する報告は数多く見られる。鉄剤には単純な鉄塩から、小腸からの吸収が促進されるように設計された徐放性の鉄複合剤まで、多くの製剤が知られている。一般的な鉄補充療法では一日あたり200~300mgの鉄が経口補給される。しかし、鉄の食事摂取基準に比して大量の鉄を摂取することで、腹痛、悪心、嘔吐便秘などの理由から、しばしば服薬不履行となる。様々な消化管副作用が効果的な治療の妨げになっており、副作用の少ない貧血改善の手段が求められている。

本研究では、貧血症状を有する女子大学生を対象に、食事調査を行った後、食事摂取基準推奨量・目安量の約50%の各種ビタミンや鉄、亜鉛、その他の微量元素を含む微量元素強化補助飲料の飲用が各種血液指標にどのような影響を与えるかを検討し、その有用性を検証した。

2. 試験食

- ・微量元素強化補助飲料 125mL (1本) (標準組成は表4に記載)

3. 試験方法

1) 被験者

本学の学生を対象とした血液検査の結果から、ヘモグロビン濃度 11g/dL 以下、かつ、比較的運動習慣が少ない学生 29 名を被験者とした。被験者には事前に試験の目的と内容、プライバシーの保護などについて十分に説明し、本試験への参加について自由意思による同意を文書で得た。なお、肝機能障害を有するもの、各種疾患の治療を行っているもの、大豆等の食品成分にアレルギーを示すもの、本試験を実施するのに不適合と判断したものは、被験者から除外した。

2) 事前調査

試験食の有用性を確認するために、試験食飲用開始前に食事調査 (食物摂取頻度調査)、排便状況、貧血症状、運動量および随伴症状についての質問紙調査を自記式法で行った。

3) 介入試験

毎日昼食時に試験食を一日一本飲用し、12 週間継続することとした。

4) 血液検査

試験食飲用開始前 (0 週)、および 4、8、12 週後の計 4 回行った。検査項目は、生化学検査としては血清鉄、TIBC (総鉄結合能)、トランスフェリン、フェリチン、亜鉛、銅、エリスロポエチン、アルブミン、総コレステロール、中性脂肪、スーパーオキシドディスムターゼ (SOD) を測定した。血液学的検査として赤血球数、血色素量 (ヘモグロビン)、白血球数、好塩基球、好酸球、好中球数、リンパ球数、単球数を測定した。以上の項目について、飲用前後の血液成分の経時的動態について検討した。

5) 倫理的配慮およびデータ保管

本研究に際しては、利用目的や講ずる措置を被験者に対して十分に説明し、実施者の問い合わせ先等を明示したうえで、必要な範囲の個人情報に限り、情報を収集した。本研究の承諾は書面を通して行い、試験中であっても被験者からの要望があった場合は停止した。質問紙調査・血液検査においては、個人情報が研究計画に反して外部に漏洩しないように、得られた情報の一部 (氏名等) を削除し、必要なデータのみ数値化し保存するなど、第三者に対象となった個人を特定できない形で推計した。

4. 結果

1) 食事調査

試験食飲用前の食事調査結果を表1に示す。被験者の平均栄養摂取量は、複数の項目において低値であった。特に、鉄欠乏性貧血の要因となる鉄摂取量は 3.1 ± 0.2 mg と少なく、食事摂取基準 (推奨量・目安量) の充足率は 29.5% であった。その他にも、エネルギー、たんぱく質、ビタミン C、ビタミン B₆、ビタミン B₁₂、葉酸、亜鉛などで著しく低値であった。

また、同世代女性の鉄摂取量 (全国平均) と比しても、被験者の鉄摂取量は著しく低値であった (表2)。

表 1. 食事調査結果

		被験者 (n=29)		食事摂取基準
		平均	± SE	充足率%
エネルギー	kcal	1147.1	± 55.6	57.4
たんぱく質	g	37.6	± 2.3	75.2
脂質	g	38.8	± 2.7	—
炭水化物	g	156.6	± 6.6	—
ナトリウム	mg	1440.9	± 130.8	56.3
食塩相当量	g	3.7	± 0.3	56.9
カリウム	mg	1066.1	± 94.9	53.3
カルシウム	mg	283.8	± 26.2	43.7
マグネシウム	mg	103.2	± 7.9	38.2
リン	mg	521.4	± 36.5	65.2
鉄	mg	3.1	± 0.2	29.5
亜鉛	mg	4.5	± 0.3	56.3
銅	mg	0.5	± 0.0	71.4
マンガン	μg	1.2	± 0.1	34.3
ビタミンA	μg	315	± 27.3	48.5
ビタミンD	μg	7.9	± 0.3	92.9
ビタミンE	μg	9.2	± 0.2	184.0
ビタミンK	μg	92.4	± 9.2	61.6
ビタミンB1	mg	0.6	± 0.0	54.5
ビタミンB2	mg	0.6	± 0.0	50.0
ナイアシン	mg	7.5	± 0.7	68.2
ビタミンB6	mg	0.5	± 0.0	45.5
ビタミンB12	μg	1.9	± 0.4	79.2
葉酸	μg	128.6	± 12.2	53.6
パントテン酸	mg	3.1	± 0.2	62.0
ビタミンC	mg	38.4	± 5.1	38.4

※ 一日当たりの摂取量: 平均±標準誤差 (SE)

表 2. 若年女性の鉄摂取量^{3) -12)}

	15-19歳	20-29歳
	女性	女性
平成22年	6.7±2.4	6.2±2.5
平成23年	7.0±2.8	6.2±2.6
平成24年	6.7±2.2	6.6±2.5
平成25年	6.8±2.5	6.2±2.6
平成26年	6.6±2.3	6.6±2.6
平成27年	7.0±2.4	6.6±2.7
平成28年	6.5±2.3	6.5±2.6
平成29年	6.7±2.5	6.4±2.5
平成30年	6.7±2.2	6.5±3.3
令和元年	7.0±2.2	6.2±2.5

※国民健康・栄養調査報告(厚労省)

数値: 平均値±標準偏差 (mg)

2) 血液検査

被験者の試験食飲用前後の血液検査結果を平均±標準誤差 (SE) で表 3 に示す。試験食の飲用を開始して 4 週目で既に上昇がみられた指標が複数あった。特に赤血球数が顕著に上昇しており、その後も 12 週目まで漸増した (図 1)。血清鉄 (図 2) やフェリチン (図 3) は 8 週目までは緩やかではあるが有意な増加を示し、さらに 12 週目には急激な増加が確認された。その他、血色素 (図 4) においては緩やかではあるが顕著に有意な増加が見られ、ヘマトクリット (図 5) においては、ほぼ直線的に有意な増加がみられた。これら血色素とヘマトクリットは、飲用期間全般に一様な増加率を示した。血清亜鉛 (図 6) においても 4 週目と 12 週目に有意な増加が見られた。

また、赤血球の増加に伴う現象と思われるエリスロポエチン (図 7) には 4 週目から有意な低下が見られた。加えて、TIBC (図 8) とトランスフェリン (図 9) は 8 週目より有意な低下が見られた。

表3. 血液検査結果

		0週 (n=28)	4週 (n=27)	8週 (n=24)	12週 (n=22)
		平均 ± SE	平均 ± SE	平均 ± SE	平均 ± SE
アルブミン	g/dl	4.7 ± 0.0	4.7 ± 0.0	4.6 ± 0.0	4.7 ± 0.1
総コレステロール	mg/dl	165.8 ± 4.5	173.1 ± 4.5	169.4 ± 4.3	167.0 ± 4.5
中性脂肪	mg/dl	59.7 ± 4.6	66.9 ± 5.2	61.3 ± 3.8	69.3 ± 8.1
血清鉄(Fe)	μ g/dl	30.7 ± 4.3	48.2 ± 8.0	45.3 ± 6.9	76.8 ± 9.8
TIBC	μ g/dl	440.1 ± 7.1	434.7 ± 6.4	416.3 ± 6.9	405.2 ± 8.7
白血球数	/mm ³	6339.3 ± 286.8	6703.7 ± 315.9	6750.0 ± 314.4	6804.5 ± 446.3
赤血球数	万/mm ³	467.7 ± 5.2	497.6 ± 5.3	492.5 ± 6.0	499.5 ± 7.0
血色素量	g/dl	10.5 ± 0.2	11.4 ± 0.2	11.8 ± 0.2	12.4 ± 0.2
ヘマトクリット	%	35.7 ± 0.5	37.6 ± 1.5	39.5 ± 0.6	41.6 ± 0.5
血小板数	万/mm ³	29.7 ± 1.2	30.7 ± 1.5	26.8 ± 1.3	28.1 ± 1.4
Neut	%	57.0 ± 1.9	57.6 ± 1.8	58.5 ± 2.1	54.3 ± 2.3
Eosino	%	3.5 ± 0.6	3.2 ± 0.6	2.8 ± 0.5	3.2 ± 0.6
Baso	%	0.7 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1
Mono	%	5.9 ± 0.3	5.9 ± 0.3	5.7 ± 0.3	5.9 ± 0.3
Lym	%	33.0 ± 1.7	32.7 ± 1.4	32.6 ± 1.8	36.1 ± 2.0
フェリチン精密	ng/ml	3.7 ± 0.4	5.4 ± 0.5	5.2 ± 0.5	7.7 ± 1.0
血清銅(Cu)	μ g/dl	97.6 ± 3.8	100.9 ± 3.7	95.5 ± 4.0	98.8 ± 4.7
血清亜鉛(Zn)	μ g/dl	91.1 ± 1.7	103.1 ± 3.3	95.5 ± 2.6	102.1 ± 2.1
エリスロポエチン	μ g/dl	100.9 ± 13.2	54.2 ± 7.4	40.6 ± 5.9	35.2 ± 6.0
トランスフェリン	mg/dl	356.6 ± 6.2	346.3 ± 5.7	321.4 ± 6.0	315.1 ± 7.6
SOD活性	u/ml	5.5 ± 1.5	5.5 ± 1.3	3.9 ± 0.5	3.2 ± 0.4

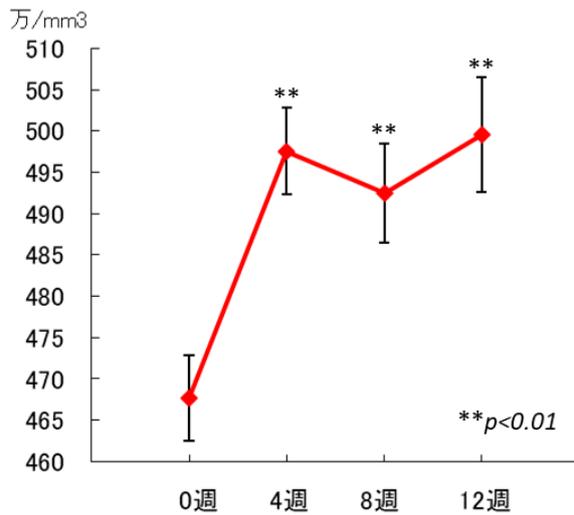


図1 赤血球数の変動

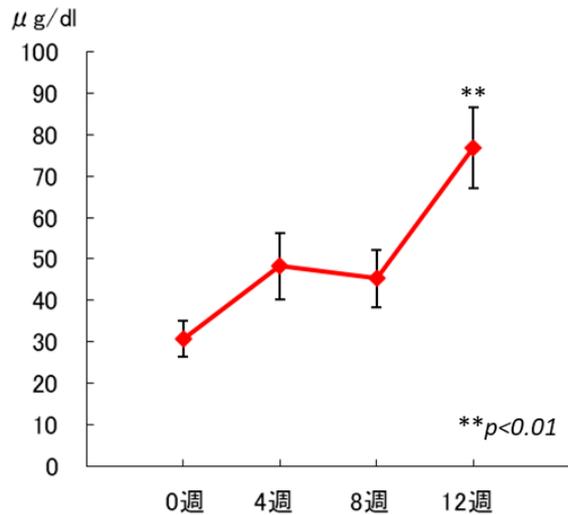


図2 血清鉄の変動

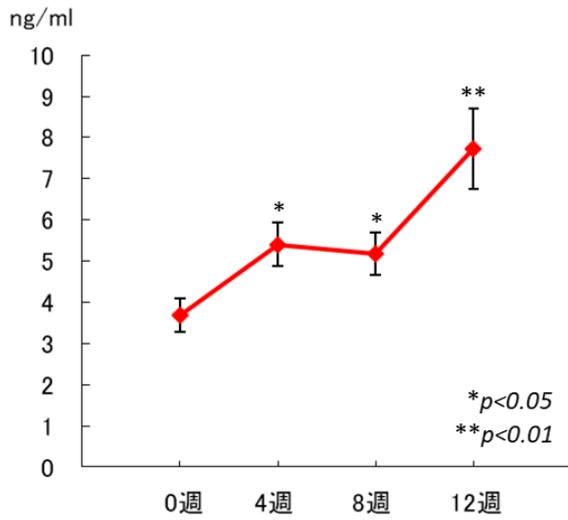


図3 フェリチンの変動

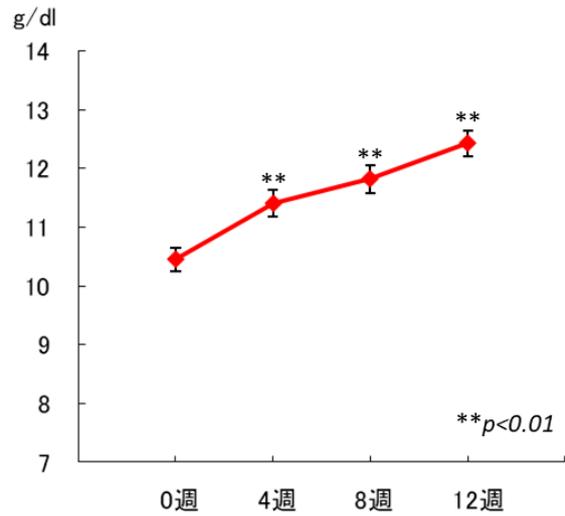


図4 血色素の変動

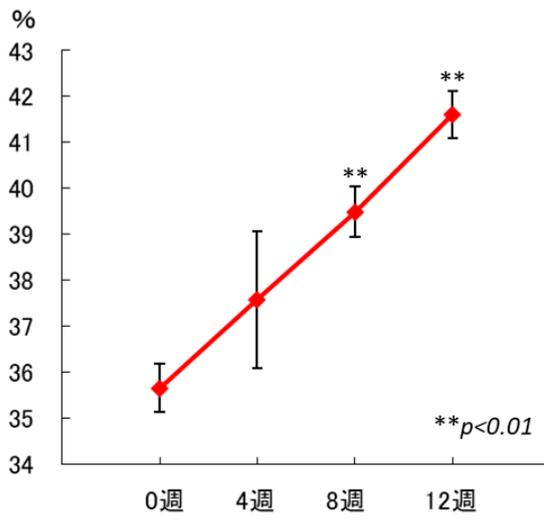


図5 ヘマトクリットの変動

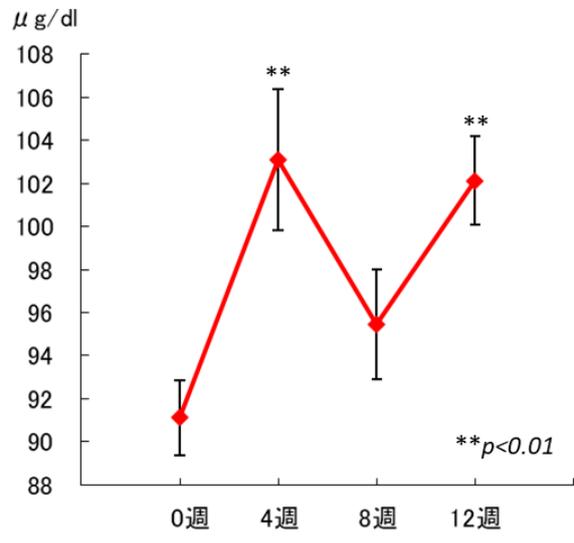


図6 血清亜鉛の変動

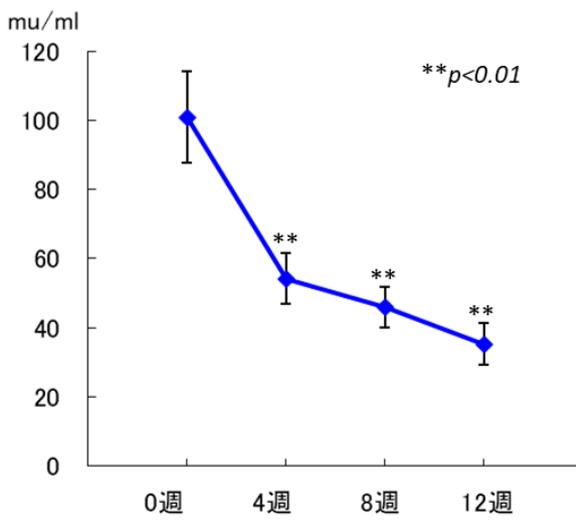


図7 エリスロポエチンの変動

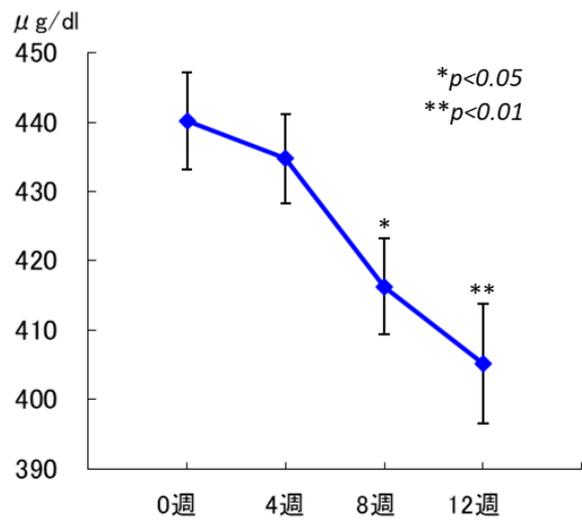


図8 TIBCの変動

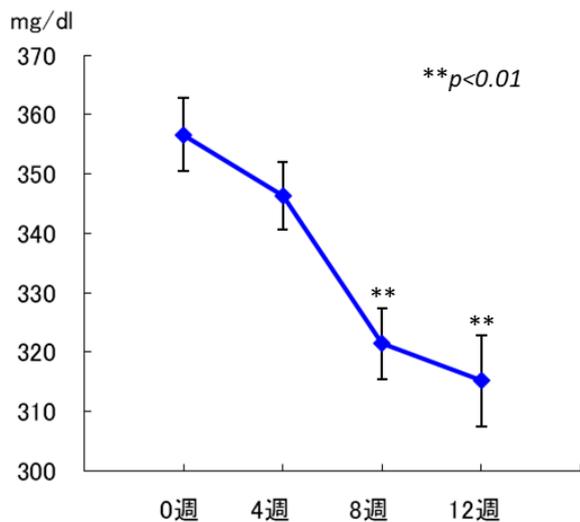


図9 トランスフェリンの変動

表 4. 試験食標準組成

微量元素強化補助飲料 1本(125mL)あたり	
エネルギー	75.0 kcal
たんぱく質	0.6 g
脂質	0.0 g
炭水化物	23.0 g
糖質	18.0 g
食物繊維	5.0 g
灰分	0.4 g
水分	111.0 g
ナトリウム	10.0 mg
食塩相当量	0.0 g
カリウム	75.0 mg
カルシウム	80.0 mg
マグネシウム	5.0 mg
リン	20.0 mg
鉄	5.0 mg
亜鉛	11.0 mg
銅	0.2 mg
マンガン	0.4 mg
セレン	5.0 μg
クロム	3.0 μg
ビタミンA	175.0 μgRE
βカロテン	2.1 mg
ビタミンD	1.2 μg
ビタミンE	5.0 α-Toc mg
ビタミンB1	0.7 mg
ビタミンB2	0.7 mg
ナイアシン	8.0 mgNE
ビタミンB6	0.8 mg
ビタミンB12	1.2 μg
葉酸	120.0 μg
パントテン酸	3.0 mg
ビタミンC	500.0 mg
ラクチュロース	1.0 g
ラフィノース	1.0 g

表 5. 日本人の食事摂取基準 (2020年版)

18歳~29歳女性(月経あり) 推奨量・目安量	
エネルギー	2000 kcal
たんぱく質	50 g
脂質	20~30 %E
炭水化物	50~65 %E
食物繊維	18 g
ナトリウム	2559 mg
食塩相当量	6.5 g
カリウム	2000 mg
カルシウム	650 mg
マグネシウム	270 mg
リン	800 mg
鉄	10.5 mg
亜鉛	8 mg
銅	0.7 mg
マンガン	3.5 mg
セレン	25 μg
クロム	10 μg
ビタミンA	650 μgRE
ビタミンD	8.5 μg
ビタミンE	5.0 mg
ビタミンK	150 mg
ビタミンB1	1.1 mg
ビタミンB2	1.2 mg
ナイアシン	11 mgNE
ビタミンB6	1.1 mg
ビタミンB12	2.4 μg
葉酸	240 μg
パントテン酸	5 mg
ビタミンC	100 mg

※エネルギー: 身体活動レベルIIにおける
推定エネルギー必要量

5. 考察

鉄欠乏性貧血は女性に多くみられる疾病であるが、自覚症状に乏しく症状が軽いと、十分な治療をしないまま放置している場合が多い。国民健康・栄養調査の過去10年間の報告(表2)を見てもわかるように、15-19歳および20-29歳女性の鉄摂取量は、食事摂取基準(表5)の推奨量を満たしていなかった。直近の調査報告である令和元年(20-29歳女性)の鉄摂取量平均値においては推奨量を平均4.3mg不足という結果であった。このように、近年の食生活において、栄養学的に必要な量の鉄を摂取していない女性は多いといえる。

被験者の試験食飲用開始前の食事調査結果(表1)を食事摂取基準(表5)と比較すると、多くの項目において推奨量・目安量を満たしていなかった。特に、鉄摂取量は推奨量の29.5%しか満たさなかった。また、ビタミンB₆や葉酸においても基準の約50%程度の摂取量であった。食事調査の結果から、被験者の摂取状況は非常に悪く、日常的に各栄養素摂取不足と推測され、被験者は栄養欠乏状態であると考えられる。

介入試験において、被験者は試験食(微量元素強化補助飲料)によって1日あたり5mgの鉄が補充された。食事摂取基準で示されている推奨量の約50%であるが、その他の各種ビタミン類、特にビタミンCやビタミンB₆、ビタミンB₁₂を目標量の50%程度、さらに亜鉛などの微量元素を添加することで、貧血の要因となる不足していた栄養素を補うことになった。これまで摂取不足で欠乏していた状態から、必要量をおおよそ満たす状態が続き、試験食飲用開始後の早い段階で、赤血球の増加がみられた。また、血清亜鉛、血清鉄、フェリチン、ヘマトクリット、血色素も漸増した。それに伴い、エリスロポエチン、TIBC、トランスフェリンが有意に低下した。

これらのことから、試験食で用いた微量元素強化補助飲料は、貧血症状の非常に顕著な改善をもたらすことが明らかとなった。さらに調査の間に消化管の副作用を訴えるものや、生理期間の不調を訴えるものもみられなかった。このことは、鉄欠乏性貧血の改善にとって副作用が問題となっていた多量の鉄剤の服用は必ずしも必要ではなく、むしろ細胞増殖に寄与する微量元素や、赤血球の分化に重要なビタミンB₁₂等の添加が大きな要素を占めることが証明された。また鉄の吸収に果たすビタミンCの効果も再確認された。本研究で得られた顕著な貧血改善効果は、今後の貧血治療や栄養指導に多くの示唆を与えるものと考えられた。

謝辞

本研究は、株式会社クリニコの研究助成を受けて実施したものである。本研究に参加および調査・測定等にご協力くださった皆様に深く感謝申し上げます。

文献

- 1) 内田立身(1996):鉄欠乏性貧血－鉄の基礎と臨床－、新興医学出版
- 2) 厚生労働省(2019):日本人の食事摂取基準(2020年版)、厚生労働省、
<https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf>(最終閲覧2023年2月27日)
- 3) 厚生労働省(2020):令和元年国民健康・栄養調査報告、厚生労働省、
<https://www.mhlw.go.jp/content/000710991.pdf>(最終閲覧2023年2月27日)
- 4) 厚生労働省(2019):平成30年国民健康・栄養調査報告、厚生労働省、
<https://www.mhlw.go.jp/content/000681200.pdf>(最終閲覧2023年2月27日)
- 5) 厚生労働省(2018):平成29年国民健康・栄養調査報告、厚生労働省、
<https://www.mhlw.go.jp/content/000681194.pdf>(最終閲覧2023年2月27日)
- 6) 厚生労働省(2017):平成28年国民健康・栄養調査報告、厚生労働省、
<https://www.mhlw.go.jp/content/000681180.pdf>(最終閲覧2023年2月27日)

- 7) 厚生労働省（2016）：平成 27 年国民健康・栄養調査報告、厚生労働省、
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h27-houkoku.pdf>（最終閲覧 2023 年 2 月 27 日）
- 8) 厚生労働省（2015）平成 26 年国民健康・栄養調査報告、厚生労働省、
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h26-houkoku.pdf>（最終閲覧 2023 年 2 月 27 日）
- 9) 厚生労働省（2014）：平成 25 年国民健康・栄養調査報告、厚生労働省、
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h25-houkoku.pdf>（最終閲覧 2023 年 2 月 27 日）
- 10) 厚生労働省（2013）：平成 24 年国民健康・栄養調査報告、厚生労働省、
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h24-houkoku.pdf>（最終閲覧 2023 年 2 月 27 日）
- 11) 厚生労働省（2012）：平成 23 年国民健康・栄養調査報告、厚生労働省、
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h23-houkoku.pdf>（最終閲覧 2023 年 2 月 27 日）
- 12) 厚生労働省（2011）：平成 22 年国民健康・栄養調査報告、厚生労働省、
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h22-houkoku-01.pdf>（最終閲覧 2023 年 2 月 27 日）
- 13) 和田攻・大内義・平井久丸（1995）：貧血／話題の疾患、メディカル葵出版