다회헌혈자의 철 결핍 예방을 위한 건강기능식품 철분제 복용의 효과

이자영¹ · 이재숙¹ · 고득영¹ · 선지영¹ · 양진혁² · 김준년² · 윤미애¹

대한적십자사 혈액수혈연구원¹, 국립장기조직혈액관리원 혈액안전감시과²

Effects of Iron Dietary Supplements to Prevent Iron Deficiency in Repeat Blood Donors

Ja Young Lee, M.S.¹, Jae Sook Lee, B.S.¹, Deuk Yeong Ko, M.S.¹, Ji Yeong Seon, M.T.¹,
Jin Hyuk Yang, M.D.², Jun Nyun Kim, M.D.², Mi Ae Youn, M.D.¹

Blood Transfusion Research Institute, Korean Red Cross¹, Wonju; Division of Blood Safety Surveillance, National Institute of Organ, Tissue and Blood Management², Seoul, Korea

Background: The purpose of this study was to prepare data for the prevention and management of iron deficiency by analyzing the effects of taking iron supplements provided by blood centers for repeat blood donors.

Methods: The high-risk groups with a potential iron deficiency were defined as three or more whole blood donations within the previous year and were provided with iron supplements for three months. Their hemoglobin and ferritin levels were checked up once a month for six months. The effectiveness of the iron supplements was evaluated by analyzing the changes in the initial and monthly hemoglobin and ferritin results.

Results: At the time of recruitments, an average 50.4% (40.8% of men and 65.3% of women, respectively) of participants had ferritin levels of less than 15 ng/mL, the World Health Organization iron deficiency standard, but after three months iron supplementation, the results decreased to 10.9% (9.0% of men and 13.8% of women). The ferritin levels increased significantly after taking iron supplements for three months and showed significant increases in both men and women, particularly after two months ($P < 0.05$).

Conclusion: The dietary iron supplements containing low-dose iron were effective in preventing iron deficiency in repeat blood donors by increasing the ferritin levels. (Korean J Blood Transfus 2021;32:102-111)

Key words: Iron deficiency, Iron supplements, Repeat blood donors, Ferritin

Received on March 17, 2021. Revised on April 28, 2021. Accepted on May 3, 2021

Correspondence to: Mi Ae Youn, M.D.

Blood Transfusion Research Institute, Korean Red Cross, 50 Hyeoksin-ro, Wonju 26465, Korea

Tel: 82-33-811-0201, Fax: 82-33-811-0209, E-mail: cpyma@redcross.or.kr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1026-7086>

This research project is the result of services provided by the Ministry of Health & Welfare.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © 2021 The Korean Society of Blood Transfusion

서론

헌혈자의 철 결핍은 특히 다회헌혈자에서 흔히 발생하는 현상으로 알려져 있고, 헌혈 전 건강진단 시 헤모글로빈 결과가 정상이지만 체내 저장철 수치는 감소되어 있다는 것이 확인되었다[1,2]. 초회/재참여 헌혈자 및 다회헌혈자 대상 대규모 연구결과에 따르면 페리틴 수치가 25 µg/L 미만인 비율이 초회 및 재참여 남성 헌혈자의 2.9%, 초회 및 재참여 여성 헌혈자의 32.2%인 반면, 남성 다회헌혈자에서는 41.6%, 여성 다회헌혈자에서는 65.1%에 달한다고 보고하고 있다[2].

혈액사업기관은 헌혈자의 건강과 안전을 확보하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 미국혈액은행협회(American Association of Blood Banks)에서는 헌혈자의 철 결핍을 예방하기 위해 혈액원이 다음 세 가지 즉, 페리틴을 측정하지 않고 철분제를 제공하는 프로그램 시행, 헌혈간격을 늘리거나 연간 헌혈횟수를 제한, 헌혈자에게 페리틴 검사를 시행하여 수치가 낮은 경우 철분제를 공급하는 방안 중 한 가지를 시행하도록 권고하였으며, 제도 시행과 더불어 혈액원은 헌혈자에 대한 교육을 강화하고, 지속적으로 모니터링 할 것을 언급하였다[3]. 캐나다는 전혈 헌혈자의 철 결핍을 줄이기 위해 남성의 헤모글로빈 기준을 125 g/L에서 130 g/L로, 여성의 헌혈간격을 56일에서 84일로 변경하였고[4], 스위스는 모든 헌혈자를 대상으로 페리틴 검사를 시행하여 수치가 낮은 경우 철분제를 복용할 수 있도록 처방전을 발행하고 있으며[5], 핀란드는 가임기 여성 헌혈자와 헌혈간격이 4개월 이하인 헌혈자에게 철분제를 제공하고 있으며[6], 이 외에도 세계 여러 나라에서 헌혈자의 철 결핍을 관리하기 위한 방안들을 시행하고 있다[7] (Supplementary Table 1).

대한적십자사는 다회헌혈자에서 저장철 수치

감소로 인한 철 결핍성 빈혈 예방을 위해 적혈구가 포함된 채혈량을 1년 이내 2,160 mL 이하로 제한함으로써 헌혈자의 안전을 강화하고 있지만 실질적으로 철 결핍 예방을 위한 정책은 아직 마련되지 않은 상황이다. 이에 헌혈자에게 제공할 수 있는 철분제를 검토한 결과 일반의약품으로 분류된 고용량의 철분제는 약사의 복약지도하에서만 구매 가능함에 따라 철분이 저용량으로 포함된 건강기능식품의 경우 혈액원에서 제공할 것으로 생각되었다.

본 연구는 혈액원에서 제공할 수 있는 철분제를 건강기능식품 중에서 선정하고 다회헌혈자를 대상으로 복용 효과를 분석하여 향후 헌혈자의 철 결핍 예방 관리에 적용할 수 있는 기초 자료를 마련하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구는 대한적십자사 생명윤리심의위원회의 심의를 거쳐 승인을 얻은 후 시행하였다(20-11차-신-2). 2020년 5월 8일부터 6월 7일까지 대한적십자사 서울과 강원 지역의 3개 혈액원(서울중앙, 서울동부, 강원) 헌혈의 집을 방문한 헌혈자 중 직전 1년 이내 전혈 헌혈을 3회 이상한 만 19세 이상으로 문진결과 적합판정을 받고 당일 전혈 헌혈한 사람을 대상으로 모집하였다. 기존에 철분제를 복용하고 있는 헌혈자는 제외하였고 철분이 포함된 종합비타민을 복용하는 경우는 연구대상자에 포함하였다. 또한 처음 모집 시 실시한 페리틴 검사에서 남성 300 ng/mL 이상, 여성 200 ng/mL 이상인 경우는 체내 철분 과잉 상태로 연구참여에서 배제하였으며 연구기간 중 헌혈 여부 및 종류는 개인 의사에 따라 자유롭게 시행되었다.

2. 방법

1) 철분제 선정 및 복용

헌혈자에게 제공한 철분제는 건강기능식품(철 22 mg)으로 1일 1정, 3개월 동안 매일 복용하도록 안내하였다(Table 1).

2) 검체 및 검사

모집 당일 날짜를 기준으로 매월 방문예정일±2 일 시점에 해당 헌혈의 집을 방문한 연구참여자로부터 약 5 mL의 혈액을 ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA) 튜브에 채취하여 주 2회(월, 목) 혈액수혈연구원으로 냉장 운송하였다.

철분제 복용에 따른 체내 저장철을 모니터링하기 위해 모집일로부터 6개월 동안 한달 간격으로 총 7회 헤모글로빈과 페리틴 검사를 실시하였다. 헤모글로빈은 검체 도착 시마다 KX-21N (Sysmex, Kobe, Japan) 장비로 검사하였고, 페리틴은 헤모글로빈 검사종료 후 원심 분리하여 냉동 보관된 혈장 검체로 Architect i2000SR (Abbott diagnostics, Texas, USA) 장비를 사용하여 검사하였다. 검사 시약은 모두 전용시약을 사용하였다.

본 연구에서는 별도의 대조군을 모집하지 않았으며 모집 당시 측정된 페리틴 수치를 초기값으로 설정하였다. 세계보건기구(World Health Organization)는 페리틴 수치가 남녀 모두 15 ng/mL 미만을 철 결핍 상태로 정의하고 있어서[8] 15 ng/mL을 기준으로 두 그룹을 나누어 6개월 동안 헤모글

로빈 및 페리틴 결과값의 변화를 관찰하였다. 또한 3개월 시점에 방문한 연구참여자 중 연구기간에 헌혈한 사람을 대상으로 페리틴 평균값의 변화를 분석하였으며, 페리틴 결과값이 15 ng/mL 미만을 그룹 1, 이상을 그룹 2로 구분하였다.

3) 데이터 통계분석

평균값의 차이를 살펴보기 위해 T 검증과 반복 측정변량분석(Repeat Measure Anova)을 실시하였으며 사후검증으로 scheffe (LSD) 검증을 실시하였다. 집단 간의 차이 분석 시에는 비모수 기법인 교차분석(chi-square test)을 실시하였다. 본 연구는 모두 유의수준 $P < 0.05$ 에서 검증하였으며, 통계처리는 SPSSWIN 25.0 프로그램(IBM, Armonk, New York, USA)을 사용하였다.

결 과

1. 연구참여자 모집

2020년 5월 8일부터 6월 7일까지 대한적십자사 혈액원(서울중앙, 서울동부, 강원) 3개 기관의 헌혈의 집을 방문한 헌혈자 중에서 남성 헌혈자 152명과 여성 헌혈자 98명이 연구참여자로 모집되었고, 혈액원별 연구참여자 수를 보면 서울중앙이 81명, 서울동부 97명, 강원 72명이다. 모집 당시 페리틴 검사에서 남성 300 ng/mL 이상, 여성 200 ng/mL 이상인 경우는 연구참여에서 제외하기로 하였으

Table 1. Comparison of commonly used oral iron supplements with dietary supplements provided in this study

	Dietary supplements	Over-the-counter drugs
Active ingredient	Ferrous fumarate	Ferrous sulfate, anhydrous
Iron compound (mg) per tablet	22	256
Percent (%) of iron	33.0	31.3
Elemental iron (mg) per tablet	7.3	80

Table 2. Baseline hemoglobin and ferritin levels of repeat blood donors in this study

	Male	Female	Total
N	152	98	250
Mean hemoglobin, g/dL (95% CI)	14.7 (14.5 ~ 14.9)	13.2 (13.0 ~ 13.3)	14.1 (13.9 ~ 14.3)
Mean ferritin, ng/mL (95% CI)	26.27 (22.41 ~ 30.14)	16.53 (12.99 ~ 20.07)	22.46 (19.67 ~ 25.24)
Ferritin <15 ng/mL, N (%)	62 (40.8%)	64 (65.3%)	126 (50.4%)
Ferritin ≥15 ng/mL, N (%)	90 (59.2%)	34 (34.7%)	124 (49.6%)

Abbreviations: CI, confidence interval.

나 해당되는 참여자는 없었다(Table 2).

2. 철분제 복용에 따른 월별 헤모글로빈 및 페리틴 평균값 변화

연구참여자 250명을 모집 당시 페리틴 결과값 15 ng/mL을 기준으로 두 그룹으로 구분한 결과 15 ng/mL미만(그룹 1)은 126명(50.4%), 이상(그룹 2)은 124명(49.6%)이었다. 그룹 1에 해당되는 남녀 대상자 수는 남성 헌혈자 152명 중 62명(40.8%), 여성 헌혈자 98명 중 64명(65.3%)이었고 그룹 2의 경우 남성 90명(59.2%), 여성 34명(34.7%)으로 나타났다(Table 2).

방문 시점별로 그룹 1에 속하는 대상자 수를 살펴본 결과 6개월 기간 중 3개월 시점이 가장 적었는데 3개월 시점에 방문한 연구참여자 165명 중 18명(10.9%)으로, 남성 헌혈자 100명 중 9명(9.0%), 여성 헌혈자 65명 중 9명(13.8%)이었다.

두 그룹간 철분제 복용에 따른 월별 헤모글로빈 평균값 변화를 살펴보면 1개월 수치는 두 그룹간 남녀 모두 모집 당시보다 유의하게 낮게 나타났다($P<0.05$). 2개월 이후 수치는 그룹 1의 경우 남녀 모두에서 모집 당시보다 헤모글로빈 수치가 유의하게 증가하였고($P<0.05$), 그룹 2의 경우는 남녀 모두에서 초기값보다 감소했으나 헌혈 적합 기준 이상을 유지하였다(Fig. 1).

월별 페리틴 평균값 변화는 그룹 1의 경우 남

녀 모두에서 초기값에 비해 1개월부터 6개월까지 유의하게 증가되어($P<0.05$) 철분제 복용 효과가 그룹 2에 비해 더 높게 나타났다. 그룹 2의 경우 1개월에는 초기값과 큰 차이가 없었으나 2개월부터 4개월까지 유의한 증가를 보이고($P<0.05$) 5개월부터는 감소하는 경향을 보였으나 통계학적으로 의의는 없었으며, 남녀 모두 동일한 양상을 보였다(Fig. 1).

3. 3개월 시점에 방문한 연구참여자 중 연구기간에 헌혈한 사람의 그룹간 페리틴 평균값 변화

3개월 시점에 방문한 연구참여자 165명 중 2개월 시점부터 3개월 시점 방문 기간에 헌혈한 사람은 총 106명으로 남성 61명, 여성 45명이었고, 그룹간 해당되는 대상자 수는 그룹 1의 경우 남성 30명, 여성 32명이고 그룹 2는 남녀 각각 31명, 13명이었다. 그룹 1의 경우 페리틴 수치가 모집시보다 증가하여 남성의 경우는 2개월에, 여성은 3개월에 가장 높은 수치를 보였으며 그룹 2에 비해 철분제 복용 효과가 더 높게 나타났다. 그룹 2의 경우 남녀 모두 1개월 시점에 페리틴 수치가 감소하였다가 2개월 시점에 증가하였으며, 남성은 3개월 시점에 다시 감소되는 양상을 보였으나 여성에서는 차이가 관찰되지 않았다(Fig. 2).

Fig. 1. Monthly results of the hemoglobin and ferritin levels in groups 1 and 2 during six months.

D Female group 2 (ferritin $\geq$ 15 ng/mL)

Fig. 1. Continued.

A Donor group 1 (ferritin $<$ 15 ng/mL)

B Donor group 2 (ferritin $\geq$ 15 ng/mL)

Fig. 2. Changes in the mean value of ferritin in groups 1 and 2 based on blood donation among participants who visited at three months.

고 찰

혈액사업기관이 의료기관에 안정적으로 혈액을 공급하기 위해서는 헌혈자의 건강과 안전을 확보하는 일이 중요하다. 헌혈을 꾸준히 하는 사람의 경우 철 고갈 또는 철 결핍 상태일 가능성이 높다는 것이 국내외 다수의 연구에서 확인되었다 [9-11]. 체내 철 요구량이 증가되거나 음식물 섭취

를 통한 철 섭취가 충분하지 못한 경우 체내 철의 균형이 깨지면 우선적으로 저장철을 이용하여 헤모글로빈을 생산하고, 저장철이 거의 소진된 이후 헤모글로빈 수치가 낮아진다. 따라서 헤모글로빈 검사만으로 헌혈의 적격여부를 결정하는 데에는 한계가 있고, 체내 철 저장 상태를 잘 나타내는 지표로 페리틴 검사가 활용되고 있으나 채혈 현장에서 사용 가능한 페리틴 검사도 없는 상

황이다[11,12].

과거에 발표된 헌혈자의 철 결핍에 관련된 연구결과를 바탕으로 철 결핍 예방을 위해 구체적으로 제시된 방안에 대해 몇 가지 살펴보면 다음과 같다. 헌혈횟수가 증가되면 페리틴 수치가 감소하는데 특히 남성에서 두드러지며 현재 8주의 헌혈간격으로는 저장철이 헌혈 전 수준으로 회복되지 않아 적어도 14주로(연간 헌혈횟수로는 남성 4회, 여성 3회) 조정해야 한다고 제안하였고, 헤모글로빈 기준을 13.0 g/dL로 상향하고 12주 간격으로 조정 시 미국 남성 헌혈자의 4.9%가 감소될 것으로 예상되지만 저용량 철분제 복용 등으로 헌혈자의 감소를 줄일 수 있다고 하였다[13]. 저용량의 철분제(19~38 mg elemental iron)를 60일 동안 복용하는 것이 가장 이상적이며 부작용도 적고 체내 철분 균형을 유지하기에 좋다고 Kiss와 Vassallo [11]는 보고하고 있다.

위의 연구결과들을 종합해보면 다회헌혈자의 철 결핍을 예방할 수 있는 방법으로는 헤모글로빈 기준 상향, 헌혈간격 연장, 연간 헌혈횟수 감소, 페리틴 검사 실시, 철분제 복용을 들 수 있다. 캐나다와 같이 남성의 전혈 헌혈기준인 헤모글로빈 수치를 13.0 g/dL로 상향 조정하고 여성 헌혈자의 헌혈간격을 56일에서 84일로 늘리는 것이 가장 이상적인 방안으로 생각되나 안정적인 혈액 수급을 위해서는 현실적으로 적용하기 어려운 부분이다. 국내의 경우 캐나다와 같이 남성 헌혈자의 전혈 헌혈 헤모글로빈 기준을 상향 조정하면 전혈 혈액량 26,880단위(2%)가 감소될 것으로 추정하였듯이[14] 헌혈자의 건강 보호와 안정적인 혈액공급 사이의 균형을 유지하는 것은 쉽지 않은 일이라고 생각된다.

본 연구에서는 직전 1년 이내 전혈 헌혈 3회 이상인 다회헌혈자를 대상으로 혈액원에서 배포 가능한 철분제를 3개월간 복용하도록 하였으며

6개월 동안 매월 헤모글로빈 및 페리틴 검사를 통해 헌혈자의 체내 철 상태를 모니터링 하였다. 외국의 문헌 자료에 따르면 헌혈 후 4~8주 사이에 철분이 가장 효과적으로 흡수된다는 의견과 체내 철 수치가 적정 수준으로 회복되려면 3개월간 철분제를 복용해야 한다는 의견이 있었다[15,16]. 또한, 미국의 경우 일반적으로 여성용 종합비타민에 철분 1일 권장량인 18 mg이 들어있고 남성용 제품에는 그보다 적은 양이 포함되며 단일 성분의 건강기능식품 철분제에는 1일 권장량보다 함유량이 높는데 많게는 65 mg의 철이 포함된다고 한다[17]. 우리가 선정한 철분제는 의약품이 아닌 건강기능식품으로 다른 나라에 비해서 철 함량이 낮아서 2개월에서 1개월을 늘려 3개월을 복용하여 그 효과를 알아보고자 하였다. 하지만 2개월 시점에 방문한 연구참여자를 대상으로 철분제 복용일수를 조사하였기 때문에 3개월까지 철분제 복용을 완료하였는지 여부는 알 수 없으나 4개월 시점까지 페리틴 수치가 증가 또는 유지되는 것을 볼 때 2개월 이후로도 철분제를 꾸준히 복용한 것으로 추정된다.

일반적으로 철분제를 복용하면 변비가 생기거나 변의 색깔이 검어지는 현상이 있는데 2개월 시점에 방문한 연구참여자 195명을 대상으로 설문 조사를 실시한 결과 검은 변, 메스꺼움, 변비, 복통 등의 부작용이 없다고 응답한 경우가 165명(84.6%)이었다. 부작용이 있다고 응답한 30명 중 가장 흔한 증상은 검은 변이었고 그 다음으로 메스꺼움과 변비로 나타났다. 향후 철분제 제공 시 복용의사가 있는지에 대한 질문에 185명(94.9%)이 ‘예’라고 답변하여 건강기능식품 철분제의 복용에 따른 부작용은 크지 않은 것으로 생각되었다.

모집 당시 전체 연구참여자의 페리틴 검사결과를 보면 15 ng/mL 미만인 경우는 50.4%로 남성과

여성이 각각 40.8%, 65.3%였으나, 2개월 시점에서는 14.3%로 남성과 여성이 각각 12.1%, 18.1%로 감소하였고 3개월 후에는 10.9%로 남성과 여성이 각각 9.0%, 13.8%로 감소하였다. 페리틴 초기값이 15 ng/mL 미만인 그룹 1에서 철분제 3개월 복용 후 페리틴 수치의 유의한 증가가 관찰되었고($P < 0.05$) 특히 2개월 시점까지 급격하게 증가한 것을 확인할 수 있었다. 또한 Fig. 2에서 보듯이 그룹 2 남성의 경우 연구기간에 헌혈한 3개월 시점의 페리틴 검사결과 수치가 유의하게 감소하였으나($P < 0.05$) 30 ng/mL 이상의 수치를 보여 본 연구에서 사용된 철분제(22 mg, 순수철로서 7.3 mg)로 페리틴 수치가 어느 정도 유지되는 것을 확인할 수 있었다.

문헌에 따르면 철 용량은 전체 함량이 아닌 순수철 기준으로 적용해야 하며 철 결핍 단계에서 증상 완화를 위해 철분제를 사용할 경우 종합비타민이나 미네랄 형태는 철 함량이 적고 흡수 또한 낮기 때문에 사용하지 않아야 한다고 기술되어 있다[18]. 본 연구에 사용된 철분제는 단일 성분으로 구성된 임신부용 제품으로 건강기능식품의 기준 및 규격의 1일 영양성분 기준치인 12 mg 정도가 포함되는 종합비타민에 비해 상대적으로 철 함량(22 mg)이 높기 때문에 헌혈자의 철 결핍을 예방하는데 있어 적합할 것으로 생각된다.

하지만 철분제 복용에 대한 부정적인 견해도 존재한다. 철분제를 복용하면 헌혈 후 체내 저장철 수치의 회복에 도움이 되지만 부작용이 생길 수 있어 네덜란드의 경우 페리틴 수치에 따라 헌혈간격을 연장하는 정책을 도입하였다[19]. Kim 등 [10]의 보고에 따르면 혈소판성분헌혈자의 체내 페리틴 함량 분석에서 페리틴 수치의 평균은 33.2 ng/mL이었으나 0~250 ng/mL 범위에서 다양하게 분포되어 있었는데 페리틴 수치가 높은 사람이 철분제를 복용할 경우 체내 저장철 농도가 과도하게

증가될 수 있으므로 다회헌혈자 모두에게 일률적으로 지급할 것이 아니라 페리틴 검사를 통해 선택적으로 적용해야 한다고 생각한다.

본 연구에서는 혈액원에서 제공 가능한 철분제를 건강기능식품 중에서 선정하였고 철 결핍 가능성이 있는 다회헌혈자를 고위험군으로 선정하여 3개월 복용한 결과 체내 저장철 결핍을 예방하는 효과를 확인하였다. 향후 철 결핍이 있는 다회헌혈자에게 철분제 복용을 현장에 적용할 경우 철분제 제공 방법 및 철분제 복용을 위한 페리틴 검사 수치 기준 등을 추가적으로 고려할 필요가 있다고 사료된다.

요 약

배경: 다회헌혈자를 대상으로 혈액원에서 제공 가능한 철분제 복용 효과를 분석하여 다회헌혈자의 철 결핍 예방 및 관리를 위한 자료를 마련하고자 하였다.

방법: 직전 1년 이내 전혈 헌혈이 3회 이상인 헌혈자를 철 결핍 가능성이 있는 고위험군으로 선정하여 이들에게 3개월간 철분제를 제공하면서 6개월 동안 매월 헤모글로빈과 페리틴 검사를 시행하였다. 헤모글로빈 및 페리틴의 초기값과 월별 결과값의 변화를 분석하여 철분제 복용 효과를 평가하였다.

결과: 모집 당시 연구참여자의 50.4% (남성 40.8%, 여성 65.3%)는 세계보건기구(World Health Organization)의 철 결핍 기준인 15 ng/mL 미만의 페리틴 수치를 보였지만, 철분제 3개월 복용 후 결과는 10.9% (남성 9.0%, 여성 13.8%)로 감소하였다. 철분제 3개월 복용 후 페리틴이 유의하게 증가하였으며 특히 2개월 후 남성 여성 모두에서 유의한 증가를 보였다($P < 0.05$).

결론: 철분제 복용으로 페리틴 수치가 증가되

어 다회헌혈자에서 철 결핍을 예방하기 위한 저용량 철분이 함유된 건강기능식품 철분제의 효과를 확인하였다.

감사의 글

본 연구과제 수행에 협조해주신 서울중앙혈액원, 서울동부혈액원, 강원혈액원 직원 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

이해충돌

이 논문에는 이해충돌의 여지가 없습니다.

References

1. Baart AM, van Noord PA, Vergouwe Y, Moons KG, Swinkels DW, Wiegerinck ET, et al. High prevalence of subclinical iron deficiency in whole blood donors not deferred for low hemoglobin. *Transfusion* 2013;53:1670-7
2. Goldman M, Uzicanin S, Osmond L, Scalia V, O'Brien SF. A large national study of ferritin testing in Canadian blood donors. *Transfusion* 2017;57:564-70
3. American Association of Blood Banks. Association Bulletin #17-02. Updated strategies to limit or prevent iron deficiency in blood donors. <https://www.aabb.org/docs/default-source/default-document-library/resources/association-bulletins/ab17-02.pdf> [Online] (last visited on 5 March 2021)
4. Goldman M, Yi QL, Steed T, O'Brien SF. Changes in minimum hemoglobin and interdona-tion interval: impact on donor hemoglobin and donation frequency. *Transfusion* 2019;59:1734-41
5. Goldman M, Magnussen K, Gorlin J, Lozano M, Speedy J, Keller A, et al. International forum regarding practices related to donor haemoglobin and iron. *Vox Sang* 2016;111:449-55
6. Lobier M, Niittymäki P, Nikiforow N, Palokangas E, Larjo A, Mattila P, et al. FinDonor 10 000 study: a cohort to identify iron depletion and factors affecting it in Finnish blood donors. *Vox Sang* 2020;115:36-46
7. Vuk T, Magnussen K, De Kort W, Folléa G, Liunbruno GM, Schennach H, et al. International forum: an investigation of iron status in blood donors. *Blood Transfus* 2017;15:20-41
8. World Health Organization. Serum ferritin concentrations for the assessment of iron status and iron deficiency in populations. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/85843> [Online] (last visited on 5 March 2021)
9. Han M, Chang HE, Park KU, Song J, Han KS. Serum ferritin levels for normal hemoglobin blood donors in a Korean population. *Korean J Blood Transfus* 2011;22:127-33
10. Kim J, Choi KY, Yang JH, Kwon SY, Oh DJ. Assessment of serum ferritin levels in platelet-pheresis donors. *Korean J Blood Transfus* 2015;26:282-90
11. Kiss JE, Vassallo RR. How do we manage iron deficiency after blood donation? *Br J Haematol* 2018;181:590-603
12. Sayers MH. Iron supplementation? Ferritin screening? Why questions persist. *Transfusion* 2019;59:1616-9
13. Popovsky MA. Anemia, iron depletion, and the blood donor: it's time to work on the donor's behalf. *Transfusion* 2012;52:688-92
14. Oh D, Lee J. Repeat blood donors and iron deficiency anemia. *Korean J Blood Transfus* 2013;24:1-12
15. Cable RG, Brambilla D, Glynn SA, Kleinman S, Mast AE, Spencer BR, et al. Effect of iron

- supplementation on iron stores and total body iron after whole blood donation. *Transfusion* 2016;56:2005-12
16. Australian Red Cross Lifeblood. Oral preparations for IDA treatment. https://transfusion.com.au/transfusion_practice/anaemia_management/iron_deficiency_anaemia/oral_preparations [Online] (last visited on 5 March 2021)
 17. National Institutes of Health Office of Dietary Supplements. Iron - Fact sheet for health professionals. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-HealthProfessional/> [Online] (last visited on 5 March 2021)
 18. The Korean Society of Hematology. Hematology. 2nd ed. Seoul: Panmun Education, 2011:65
 19. Vinkenoog M, van den Hurk K, van Kraaij M, van Leeuwen M, Janssen MP. First results of a ferritin-based blood donor deferral policy in the Netherlands. *Transfusion* 2020;60:1785-92