

대구지역 성인남녀의 체내 철분영양상태에 관한 연구

김성미[†] · 김정어

계명대학교 식품영양학과

A Study on the Nutritional Iron Status of Adults in Taegu City

Sung-Mee Kim[†] and Jeong-Ree Kim

Dept. of Food and Nutrition, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea

Abstract

This paper has studied the nutritional iron status of adults in the city of Taegu. The subjects of the experiment were twenty six men and women living in the city of Taegu. The iron intake was 26.1 mg for men and 17.1mg for women, which were respectively 217.5% and 95% of RDA. For men heme iron was 5% and nonheme iron, 95% for women heme iron was 5.8% and nonheme iron, 94.2%. The absorption rate of dietary iron was 6.2% for men and 9.1% for women. The hemoglobin was 14.5g/dl for men and 11.9g/dl for women, and the rate of developing anemia was 8.3% in men and 57.1% in women. The serum ferritin was 57.8ng/ml with men, which was found to be normal, and 14.7ng/ml with women, which showed that 57.1% of women were in the condition of iron depletion or iron deficiency anemia. The rate of developing anemia resulting from the deficiency of serum ferritin was as high as that from the deficiency of hemoglobin. The correlation between iron intake based on the dietary record, and energy intake, vegetable protein intake and dietary fiber intake was found to be positive. So was the correlation between the iron intake, and hemoglobin, serum ferritin and urinary iron excretion. There was also a positive correlation between hemoglobin, and hematocrit and serum ferritin. The correlation between fecal iron excretion and serum ferritin was positive. Fecal iron excretion and urinary iron excretion can be complemented by iron intake but the fact should be considered that 95% of iron intake is nonheme iron, which is difficult to absorb. Based on the above-mentioned things, serum ferritin and hemoglobin can be used as the standards of measuring anemia. As women in their child bearing years show the high rate of 57.1% of developing anemia, the more thorough nutritional education of iron is required.

Key words: iron intake, iron excretion, hemoglobin, serum ferritin

서론

인간이 정상적이고 건강한 생활을 유지하기 위해서 균형된 영양섭취가 필수 불가결한 요소이다. 특히 철분은 호흡계 내에서의 산소와 탄산가스 운반, 효소의 성분, 면역·감염(1) 및 인지능력(2)의 관계 등 매우 중요한 역할을 가지고 있으나, 우리나라 식사에서 가장 부족되기 쉬운 영양소 중의 하나이므로 보건사회부에서 1962년 한국영양권장량을 설정하였을 당시부터 권장량이 책정되었으며, 그후 수차례에 걸쳐 개정되어 왔다.

우리나라 국민영양조사 보고(3)에 의하면 전국 1인 1일 철분 평균 섭취량이 1980년에 11.2mg, 1981년에 15.8

mg, 1990년에 22.7mg, 1992년에 22.9mg으로 지속적인 증가를 보여 철분 섭취상태는 권장량을 훨씬 상회하고 있으나, 주로 곡류 식품에서 섭취되고 있으므로 흡수율이 떨어져, 아직까지 철분 결핍성 빈혈이 문제시 되고 있다.

빈혈을 측정하는 도구로서 혈액소 농도는 초기 철분 고갈상태나 철분결핍 단계에서는 그 값이 낮아지지 않으므로 이 단계의 부족을 알 수 있는 방법, 즉 골수내 측정 혹은 간접적인 혈청 ferritin방법 등이 이용될 때 빈혈 발현율이 높았다는 보고(4)가 있다. 또한 빈혈 발현율이 높은 지역에서는 혈액소 농도가 철분 처방의 반응에 민감한 지표이며 철분 결핍에 의한 빈혈 발현율의

[†]To whom all correspondence should be addressed

홀름한 평가 척도가 된다는 보고(5)도 있다. 우리나라의 경우, 1990년 국민영양조사보고(3)는 남성의 경우 38.8%가 WHO의 빈혈 판정 기준인 혈색소 농도 13g/dl 이하로, 여성의 경우 29.8%가 12g/dl 이하로 나타나고 있다고 발표하였다. 이에 우리나라는 여전히 높은 빈혈 발현율을 보이고 있으므로, 손쉬운 방법으로 현재 우리나라에서 보편적으로 많이 이용하고 있는 혈색소 농도와 더 민감한 빈혈 발현율을 보인다는 혈청 ferritin법을 함께 이용하여 빈혈 발현율을 비교하며 동시에 몇가지의 빈혈 측정 지표들을 비교하고자 한다. 이들 철분결핍성 빈혈은 질병에 기인되는 경우를 제외하고 섭취량 · 흡수량 및 배설량 등과 관계가 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 성인남녀를 대상으로 식이 중의 철분 섭취량과 몇가지의 빈혈 측정 도구에 의한 빈혈 발현율 및 소변과 대변으로의 철분 배설량을 측정하고 이들 상호간의 상관관계를 알아봄으로써, 성인남녀를 대상으로 한 앞으로의 철분 연구에 자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

연구대상자

대구시내에 거주하는 20세부터 37세 사이의 건강한 성인 남녀 26명(남자 12명, 여자 14명)을 대상으로 1996년 7월 23일부터 8월 14일에 걸쳐 3일 동안 실시하였다.

식이섭취 조사

대상자들의 식이섭취 조사는 3일간 섭취한 모든 식품의 음식명, 재료명, 목록량 등을 설문지를 이용하여 상세히 기록하게 하였다. 섭취한 식품의 영양소 분석은 영양관리시스템 program(주) 현민 시스템)을 이용하여 대상자의 1일 평균 영양소 섭취량을 구하였다. 이때 조사한 영양소는 열량 · 단백질 · 철분 흡수율과 밀접한 관련성을 갖고 있는 조섬유량 · vitamin C 함량 · 총 철분 함량 등이었으며, 식품내 철분의 형태별 함량은 Cook와 Monsen의 보고(6)에 따라 산출하였다.

철분의 이용률 계산

철분의 체내 이용률은 Monsen과 Hallberg(7)에 의해 제시된 방법을 이용하여, 매 끼니당 섭취한 heme iron, nonheme iron의 흡수율을 구하고 이들을 합하여 총 흡수율로 나타내었다. 각 형태의 철분 흡수율은 Monsen과 Hallberg(7)가 제시한 수치 중 체내 철분 저장량이 0mg, 250mg, 500mg, 1,000mg일 때 산출된 값들의 산술 평균으로 계산에 이용하였다.

소변 및 대변수거

식이섭취 조사기간 3일간의 모든 소변과 대변을 수거하였다. 수거된 소변은 0.05% EDTA와 증류수로 12시간 이상 처리하여 toluene 1ml를 넣은 2L 플라스틱 채뇨 용기에 수집하여 냉동 보관하였다가 분석에 이용하였다. 수거된 대변 시료는 24시간별로 플라스틱 채변용기에 비닐막을 깔아서 수집한 후 냉장고에 보관하였고, 그 일부를 취하여 냉동보관하였다가 분석에 사용하였다.

혈액채취

채뇨, 채변수거가 끝난 다음 날 안정된 상태에서 혈액을 측정하였고, 진공채혈관을 이용하여 아침식사 전에 10cc 정도의 혈액을 취하여 분석에 이용하였다.

시료분석

소변의 철분분석은 냉동고에 보관한 시료를 꺼내어 상온에 방치한 후 pore size 0.45 μ m, diameter 47mm의 membrane filters cellulose nitrate(Micro Filtration Systems, USA Cat. No.A045A047A)에 여과한 후, 248.3nm에서 Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (Varian, A.C.N 004559 540, Australia)로 측정하였다.

소변 중 철분 배설량을 측정하기 위해 철분 표준 원액(Mallinckrodt Specialty Chemicals Co. Ltd, 1000 ppm, Paris)을 염산에 녹여 0.1ppm, 0.2ppm, 0.5ppm, 1.0ppm, 2.0ppm으로 희석시킨 후 이것을 표준으로 하여, 소변 중의 철분 농도를 측정하였다. 소변의 적정 채집 여부를 확인하기 위하여 Hawk방법(8)(Picric acid와 NaOH에 의한 소변의 발색)에 의한 소변의 creatinine 배설량을 측정하였다. 소변의 creatinine 배설량 측정은 520nm에서 spectrophotometer로 측정하였다(Kontron instrument, Uvikon 930, Italy).

대변 중의 철분은 냉동고에 보관한 대변 시료를 꺼내 상온에 방치하여 녹인 후, 약 5g을 도가니에 채취하여 105~110°C dry oven에서 24시간 건조 후, 550~600°C 전기로에서 회백색이 날 때까지 24~36시간 이상 건조(9)하였다.

이온제거수와 HCl(1:1)로 처리한 시료를 수조(水槽) 상에서 가온하여 증발 건조한 후 HCl(1:3) 10ml를 가해서 잘 문지른 후 이 시료를 pore size 0.45 μ m, diameter 47mm의 membrane filters cellulose nitrate(Micro Filtration Systems, USA Cat. No.A045A047A)로 여과시킨 후 ICP(Inductively Coupled Plasma, JYBIN YV-ON, JY 38S, France)로 측정하였다.

채취한 혈액은 혈색소(hemoglobin), 적혈구 용적비

(hematocrit), 평균 적혈구 혈색소 농도(mean corpuscular hemoglobin concentration), 혈청 철분(serum iron), 총 철결합능(total iron binding capacity), transferrin saturation 및 혈청 ferritin 등을 구하였다.

자료처리 및 분석

통계처리는 SPSS/PC* 5.01을 이용하여 각 변인의 평균치와 표준편차를 구하였으며, 체형군별과 제요인 간의 차이는 One way-ANOVA로 분석하였다. 각 대상자들의 영양소 섭취량·철분 흡수량·혈액내 철분 저장량 및 소변과 대변 중 철분 배설량과의 상관관계는 Pearson 상관관계로 계산하여 그에 따른 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

실험대상자의 나이 및 인체 계측

연구대상자의 일반 사항은 Table 1, 2와 같다.

평균 연령은 남성이 29.7±4.1세, 여성이 25.4±3.1세 이고, 평균 신장은 남성이 171.6±5.0cm, 여성이 161.7±4.6cm이며, 평균 체중은 남성이 65.2±10.1kg, 여성이 50.1±4.3kg이었다. Body Mass Index(BMI)는 남성이 22.1±3.1, 여성이 19.1±1.2로 나타났다.

BMI 지수의 체형별 분류는(10) 저체중은 20 이하, 정상은 20~24, 과체중은 25~26.5, 비만은 26.5 이상으로 분류된다. 조사대상자 중 남성의 25%, 여성의 64.3%가 저체중, 남성의 41.7%, 여성의 35.7%가 정상체중을 나타내었고, 남성의 33.3%가 과체중을 나타내었다. 비만을 나타내는 대상자는 남녀 모두 없었으며, 오히려 여

성의 경우 64.3%가 저체중을 나타내고 있어 가임기 여성의 체중관리에 문제가 있다고 하겠다.

영양소 및 철분 섭취량

철분의 섭취량과 철분 체내 이용률과 관련이 있는 몇가지 영양소의 섭취상태는 Table 3에 나타난 바와 같다. 1인당 1일 평균 총에너지 섭취량은 남성이 2,320.6±615.4kcal, 여성이 1,823.8±482.2kcal였으며, 한국인 영양권장량과 비교해 볼 때 각각 권장량의 92.8%, 91.2%의 섭취수준을 나타내었다. 1일 평균 단백질 섭취량은 남성이 85.9±17.3g, 여성이 66.7±20.8g으로 권장량의 87.3%, 111.2%를 나타내어 여성은 100% 이상의 섭취를 나타내고 있다. 여대생을 대상으로 한 김과 승(11)의 보고에서도 84.48±4.63g이라는 높은 섭취를 나타내어 여대생의 경우 단백질 섭취수준은 양호하다고 할 수 있겠다. 1일 동물성 단백질의 섭취량은 남녀 각각 35.0±8.4g, 32.1±18.2g으로 1일 총 단백질 섭취량의 40.7%, 48.1%를 차지하고 있었으며, 본 조사 대상자와 동일한 연령층이었던 남과 이(12)의 동물성 단백질 섭취율 48.4%와 비슷하여 젊은 성인 여성의 경우, 단백질 섭취가 양호하다고 하겠다.

본 연구대상자의 조섬유소 섭취량은 남성이 9.2±2.4g/day, 여성이 5.8±3.1g/day로 나타났다. 여성의 섭취량은 계와 백의 연구(13)에서 조사보고한 5.89±0.78g/day의 결과와 비슷하나, 남과 이(12)의 7.0±2.9g/day 보다는 낮았다. 이(14)의 조사에 의하면 한국인의 평균식이 섬유질 섭취량은 26g이라는데, 본 연구의 두 집단은 이보다 낮은 섭취수준을 나타내었다. 식이섬유질은 nonheme iron의 흡수율을 낮추는 식이성 인자이므로 중요하게 고려되어야 하나, 현재까지 발표된 식품 중식이 섬유소 함량에 대한 여러 가지 자료가 분석방법에 따라 서로 다르고 국내 식품을 대상으로 이루어진 체계적인 연구 결과가 없어 조섬유량으로 대처하였다. 그러므로 일반적으로 식품내의 식이 섬유량은 조섬유량보다 높은 것을 고려할 때, 식이섬유질의 섭취량이 nonheme iron의 흡수에 줄 수 있는 영향을 무시할 수 없을 것으로 생각한다.

비타민 C 섭취 수준은 한국인 영양권장량에 제시된 것 보다 높아, 남녀 각각 122.5%, 108.7%를 나타내었다. 이것은 조사기간이 과일과 야채가 풍부한 여름이었기 때문인 것으로 생각한다. 비타민 C는 철분 흡수를 높히며 적은 양의 비타민 C에 의해서도 식품 속의 nonheme iron의 흡수를 증가시킬 수 있다고 보고 되고 있으며 비타민 C를 강화한 식품이 철분 영양을 개선시키는데 철분보다 효과적일 수 있다고 제안되어 왔다(14).

Table 1. Physical characteristics of the subjects

Variables	Male(n=12)	Female(n=14)
Age(years)	29.7± 4.1 ¹⁾	25.4±3.1
Height(cm)	171.6± 5.0	161.7±4.6
Weight(kg)	65.2±10.1	50.1±4.3
BMI(kg/m ²) ²⁾	22.1± 3.1	19.1±1.2

¹⁾Mean±standard deviation

²⁾Body Mass Index [weight(kg)/height(m)²]

Table 2. BMI distribution of the subjects

Variables	Male(n=12) N(%)	Female(n=14) N(%)
Low weight	3(25.0)	9(64.3)
Normal weight	5(41.7)	5(35.7)
Over weight	4(33.3)	0(0)
Obese	0(0)	0(0)

Table 3. The daily intake of energy and nutrients with the Recommended Dietary Allowance

Variables	Male(n=12)		Female(n=14)	
	Intake ¹⁾	% of RDA ²⁾	Intake	% of RDA
Energy(kcal)	2,320.6±615.4	92.8	1823.8±482.2	91.2
Protein(g)	85.9±17.3	87.3	66.7±20.8	111.2
Animal(g)	35.0±8.4(40.7%)	-	32.1±18.2(48.1%)	-
Vegetable(g)	50.9±13.8(59.3%)	-	34.6±11.7(51.9%)	-
Crude fiber(g)	9.2±2.4	-	5.8±3.1	-
Ascorbic acid(mg)	67.4±17.2	122.5	59.8±34.7	108.7
Iron(mg)	26.1±6.9	217.5	17.1±6.1	95
Heme(mg)	1.3±0.6(5.0%)	-	1.0±0.7(5.8%)	-
Nonheme(mg)	24.9±6.7(95.0%)	-	16.1±5.6(94.2%)	-

¹⁾Mean ± standard deviation

²⁾% of recommended dietary allowances for Koreans(6th revision 1995)

조사대상자 26명의 식이 기록으로부터 계산한 철분 섭취량은 남녀 각각 26.1±6.9mg, 17.1±6.1mg으로 한국인 영양권장량과 비교할 때, 남성은 217.5%로 매우 높게 나타났다. 여성은 남과 이(12)의 21.3±6.7mg보다 낮은 철분 섭취를 나타내었다. 그러나 이 섭취량은 에너지 1,000kcal당 철분 섭취량으로 환산할 때 남성의 경우 11.2g, 여성의 경우 9.3g으로 비교적 높다고 하겠다. 미국과 유럽의 경우 식품 속의 1일 철분 섭취량은 1,000kcal 당 5~7mg에 해당되고 특히 체중조절에 관심이 있는 젊은 여성의 경우에는 1,000~1,500kcal를 섭취하고 그로 인해 철분은 6~9mg을 섭취하는 수준에 머문다는 보고(15)에 비추어 보면 크게 낮은 섭취량이라고 할 수 없다. 그러나 본 조사에서는 nonheme iron의 섭취가 높음이 고려되어야 할 것이다. Cook와 Monsen(6)의 보고에 의해 계산한 heme iron의 섭취량은 남성이 1.3±0.6mg(5.0%), 여성이 1.0±0.7mg(5.8%)이었고, nonheme iron의 섭취량은 남성이 24.9±6.7mg(95.0%), 여성이 16.1±5.6mg(94.2%)이었으며 nonheme iron의 섭취량이 Heme iron에 비해 월등히 높게 나타났다. 여성의 경우, 남과 이(12)가 조사한 heme iron의 섭취비율 4.9%보다는 높았지만, 역시 동일연령대를 조사대상으로 한 이 등(16)의 heme iron 섭취비율인 8.7%에 비해서는 불량한 것으로 나타났다.

식이 철분의 체내 이용률

Table 4에 나타난 바와 같이 Monsen과 Hallberg(7)

의 방법에 따라 계산된 철분 흡수량은 남성이 1.62±0.6 mg/day, 여성이 1.55±0.7mg/day이었으며, 이 값은 남녀 각각 섭취한 철분량의 6.2% 및 9.1%에 해당되었다. Fairbank(17)는 육류 식품 철분의 흡수가 10% 이상이었고, 쌀과 시금치내의 철분 흡수는 5% 이하로 불량하였고, 채소류 철분의 흡수율을 모두 10% 이하였다는 보고에 비추어 볼 때 여성의 경우 동물성 단백질 섭취량이 많아 남성 보다 흡수율이 높았다고 하겠다. 우리나라 일부 젊은 여성의 철분의 흡수율은 11% 정도로 보고(17) 되고 있으나, 전체 성인 남녀의 평균 철분 흡수율을 10%로 한국영양권장량(10)에서 추정하고 있음에 비추어, 본 논문의 남성 조사대상자의 흡수율은 여기에 미치지 못하고 있으며, 여성의 경우도 낮은 값을 보이고 있다. 계산에 의해 얻어진 heme iron의 흡수량은 남성이 0.68±0.3mg/day, 여성이 0.74±0.5mg/day, non-heme iron의 흡수량은 남성이 0.94±0.3mg/day, 여성이 0.81±0.5mg/day로 나타났다. 식이인자에 의해 그 흡수율이 영향을 받지 않는 heme iron의 평균 이용율은 남성이 52.3%, 여성이 74.0%로 나타났으며, non-heme iron의 평균 이용율은 남성이 3.8%, 여성이 5.0%로 나타났다. 남성의 경우 철분 섭취량이 RDA 권장량의 217.5%를 나타내었으나, 섭취한 철분의 58%가 non-heme iron으로 구성되어 철분 흡수율은 매우 낮았다.

혈청지수에 따른 철분 영양상태

혈액 성상에 대한 결과는 Table 5와 Table 6에 나타

Table 4. Availability and absorbable amount of iron calculated according to Monsen and Hallberg(7)

Variables	Availability of iron(%)		Absorbable amount of iron(mg)	
	Male(n=12)	Female(n=14)	Male(n=12)	Female(n=14)
Heme iron(mg)	52.3	74.0	0.68±0.3(42.0%)	0.74±0.5(47.7%)
Nonheme iron(mg)	3.8	5.0	0.94±0.3(58.0%)	0.81±0.5(52.3%)
Total iron(mg)	6.2	9.1	1.62±0.6	1.55±0.7

¹⁾Mean ± standard deviation

난 바와 같다. 조사 대상자의 혈색소 농도는 남성이 $14.5 \pm 1.1\text{g/dl}$, 여성이 $11.9 \pm 0.9\text{g/dl}$ 로서 남성의 경우는 채 등(18)이 성인을 대상으로 조사보고한 $14.4 \pm 1.65\text{g/dl}$ 과 비슷하였으나, 여성의 경우 여대생을 대상으로 한 김과 승(11)의 $12.76 \pm 0.24\text{g/dl}$, 1989년 건강한 여성을 대상(19)으로 조사한 값 $12.9 \pm 0.3\text{g/dl}$, 최(20)의 $12.90 \pm 0.18\text{g/dl}$, 정 등(21)이 발표한 18세에서 21세 여성의 경우 $13.9 \pm 0.96\text{g/dl}$ 보다 낮게 나타났다. 이들의 연구는 주로 서울지역에, 더욱이 여대생이라는 한정된 집단이 대상이었음에 비추어 본 연구대상 집단은 보다 넓은 계층에 속하였기 때문인 것으로 생각된다. 혈색소 농도는 빈혈에서 그 반응이 늦게 나타나고, 철분결핍에 의한 빈혈과 다른 원인에 의한 빈혈을 구별하지 못하며, 또한 건강인에 있어서도 값이 매우 다양하게 변동되는 세가지의 이유로 철분 부족 빈혈을 진단하는 도구로 적합하지 않다(22)고 보고되고 있다. 그러나 412명의 임신부를 대상으로 ferrous sulfate를 투여한 결과, 빈혈 발현율이 높은 경우, 혈색소 농도는 철분 결핍성 빈혈에 민감한 지표가 되었다고 보고하고 있다.

적혈구 용적비는 남성이 $42.6 \pm 3.3\%$, 여성이 $35.4 \pm 2.3\%$ 로서 남성은 채 등(18)의 조사와 비교해 보면 $42.84 \pm 4.03\%$ 로 비슷하였으나, 여성은 $35.4 \pm 2.3\%$ 를 나타내 채

등(18)의 $37.42 \pm 3.00\%$, 김과 승(11)의 $37.53 \pm 0.67\%$, 정 등(21)의 $41.0 \pm 2.85\%$ 보다 낮았고, 건강한 성인 여성을 대상(19)으로 한 연구결과인 $35.9 \pm 0.7\%$ 와는 비슷한 경향을 나타내었다. WHO(23)에서 정한 적혈구 용적비 하한치는 남성은 42% 미만, 여성은 35% 미만으로, 조사대상 남녀 각각 33.3%, 42.9%가 빈혈을 나타내었다.

평균 적혈구 혈색소 농도는 남녀 각각 $34.0 \pm 0.9\%$, $33.7 \pm 0.8\%$ 로 나타났으며, 여성의 경우 임(24)이 일반 여대생을 대상으로 조사한 $32.1 \pm 0.9\%$ 보다는 높으나, 채 등(18)이 보고한 남성 $33.9 \pm 2.08\%$, 여성 $33.74 \pm 2.08\%$ 와는 유사하게 나타났다.

혈청 철분은 남성의 경우 $120.7 \pm 38.8\mu\text{g/dl}$ 로 채 등(25)의 $131.5 \pm 37.3\mu\text{g/dl}$ 보다 수치가 낮았으며, 여성은 $109.1 \pm 45.4\%$ 로 농촌 성인 남녀를 대상으로 한 승(26)의 $112.2 \pm 35.7\mu\text{g/dl}$, 김과 승(11)의 $128.51 \pm 8.93\mu\text{g/dl}$ 보다는 낮았으나, 광 등(27)이 보고한 $101.4 \pm 9.2\mu\text{g/dl}$, 채 등(25)의 $108.5 \pm 40.2\mu\text{g/dl}$ 과 비슷하게 나타났다. 혈청철은 하루 중 변동이 매우 현저하게 나타나는 지표로서 오전 6시에서 10시 사이에 가장 높은 값을 나타내고 오후에는 30% 낮은 값을 나타내므로 혈액 채취의 시간이 매우 중요하여(28) 혈액 채취시간이 동일한 조건에서만 비교가 가능하겠다. 일반적으로 철결핍빈혈에서는 혈청 철분 농도가 감소하고 총 철결합능은 증가하며 transferrin saturation는 30% 이하로 떨어진다고 할 때 본 논문의 조사대상자 중 남성은 정상범위에 속하였으나, 여성의 28.6%(4명)가 철분부족을 나타내었다. Herbert(29)에 의한 transferrin saturation의 기준은 Stage II 상태는 30%, Stage V 상태는 15% 이하로 잡고 있으며, 본 조사대상 중 Herbert(29)가 철분 결핍성 빈혈로 판정한 혈청 철분의 기준치 $60\mu\text{g/dl}$ 이하를 나타내는 개체는 여성에게서 14.3%에 달하였다.

총 철결합능은 평균치로는 남성 $293.9 \pm 52.8\mu\text{g/dl}$, 여성 $293.7 \pm 45.2\mu\text{g/dl}$ 로 여성은 채 등(18)의 연구보고에

Table 5. Blood biochemical variables of the subjects

Variables	Male(n=12)	Female(n=14)
Hemoglobin(g/dl)	$14.5 \pm 1.1^{1)}$	11.9 ± 0.9
Hematocrit(%)	42.6 ± 3.3	35.4 ± 2.3
Serum iron($\mu\text{g/dl}$)	120.7 ± 38.8	109.1 ± 45.4
TIBC ²⁾ ($\mu\text{g/dl}$)	293.9 ± 52.8	293.7 ± 45.2
TS ³⁾ (%)	40.3 ± 6.7	35.9 ± 10.5
Serum ferritin(ng/ml)	57.8 ± 37.5	14.7 ± 13.9

¹⁾Mean \pm standard deviation

²⁾Total iron binding capacity

³⁾Transferrin saturation

Table 6. Prevalence of anemia against Hb, Ht, serum iron, TIBC, TS and serum ferritin

Variables	Criteria for deficiency anemia	Number of subjects below criteria	
		Male(n=12) N(%)	Female(n=14) N(%)
Hemoglobin(g/dl)	M. <13	1(8.3)	8(57.1)
	F. <12		
Hematocrit(%)	M. 42%	4(33.3)	6(42.9)
	F. 35%		
Serum iron($\mu\text{g/dl}$)	<115	6(50)	9(64.3)
TIBC ¹⁾ ($\mu\text{g/dl}$)	>360	3(25)	2(14.3)
TS ²⁾ (%)	< 30	0(0)	4(28.6)
Serum ferritin(ng/ml)	< 20	0(0)	8(57.1)

¹⁾Total iron binding capacity

²⁾Transferrin saturation

Table 7. Number and percent of the subjects with low and normal serum ferritin levels by iron status as defined by Victor Herbert(30)

Variables	Range of serum ferritin (ng/ml)	Male(n=12)		Female(n=14)	
		Number	Percent	Number	Percent
Normal to low storage	>20	12	100	6	42.9
Iron depletion	10~20			2	14.2
Iron deficiency anemia	<10			6	42.9

서 밝힌 $291.2 \pm 55.2 \mu\text{g/dl}$ 과 비슷한 결과를 나타내었으나, 1986년에 발표된 한국인 성인 여성의 정상범위(30) $295 \sim 485 \mu\text{g/dl}$, 계와 백(13)의 $348.38 \mu\text{g/dl}$, 남과 이(12)의 $351.0 \mu\text{g/dl}$ 보다는 낮은 수치를 나타내었다.

Herbert(29)에 의한 총 철결합능의 철분 부족 단계(iron depletion, Stage II)는 $360 \mu\text{g/dl}$ 이상, 적혈구생성 철분결핍(Iron Deficient Erythropoiesis, Stage III) 단계는 $390 \mu\text{g/dl}$ 이상, 철분 결핍성 빈혈(Iron Deficiency Anemia, Stage IV)로 판정되는 단계는 $410 \mu\text{g/dl}$ 이상으로 분류하였다. 남성의 경우 25%(3명)가, 여성의 경우 14.3%(2명)가 철분 부족(Stage II)을 나타내었다.

Transferrin saturation 평균치는 남성 $40.3 \pm 6.7\%$, 여성 $35.9 \pm 10.5\%$ 로 정상인의 수치인 $35 \pm 15\%$ 범위에 속하였다.

혈청 ferritin은 체내 철분 저장상태를 임상적으로 평가하는 가장 좋은 지표로써 $20 \mu\text{g/dl}$ 이하를 빈혈 판정 기준으로 할 때, 남성은 정상 범위에 속하였으나, 여성은 57.1%(8명)가 철분결핍빈혈을 나타내어 체내 철분 고갈 상태가 심각한 것을 알 수 있다.

Herbert(29)는 serum ferritin치에 대해서는 좀더 세분하여 설명하는데 20ng/ml 이하의 serum ferritin치는 체내 저장철의 고갈상태를 나타내며, 10ng/ml 에서는 무철성 적혈구 출현을, 그리고 그 이하에서는 철분결핍성 빈혈의 병발이 있음을 보고하였다. 본 조사의 결과를 Herbert의 serum ferritin 판정 기준에 따라 분류해 보면, 여성의 경우 전체적으로 체내 철분 저장상태가 매우 저조한 것으로 나타났다. 여성의 42.9% 정도가 철분 결핍성 빈혈 증세를 보였고 57.1%가 체내 철분 저장량이 고갈내지 저하된 것으로 나타나, hemoglobin hematocrit 등을 기준으로 판정한 결과와 비슷하게 높은 빈혈 빈도를 나타내었다. 우리나라에서는 빈혈 발현율이 높아 Wilma(5)의 연구에서와 같이 혈색소 농도 역시 빈혈 판정의 척도로 이용 가능하다는 것은 나타내다고 하겠다(Table 7).

대변 및 소변 분석

대변과 소변 중 철분 배설량은 Table 8에 나타난 바

와 같다.

1일 평균 대변 중 철분 배설량은 남성이 $15.5 \pm 4.7 \text{mg}$, 여성이 $11.2 \pm 6.0 \text{mg}$ 으로 나타났다. 이러한 결과는 이 등(16)의 1일 대변 중 철분 배설량 남성 12.9mg , 여성 10.1mg 보다 높게 나타났으나, 체중 kg당 철분 환산치는 남녀 모두 $0.2 \pm 0.1 \text{mg/kg/day}$ 으로 이 등(16)의 체중 kg당 환산치 0.2mg/kg 과 일치되었다. 정상 성인남녀의 1일 평균 소변 중 철분 배설량은 $0.2 \sim 0.3 \text{mg}$ (30)인 것으로 보고되었는데, 본 조사결과는 이보다 다소 낮은 남성이 $0.15 \pm 0.06 \text{mg}$, 여성이 $0.08 \pm 0.07 \text{mg}$ 의 소변 중 철분 배설량을 나타내었다. 이러한 결과는 조사기간이 날씨가 무더운 여름이었기 때문에 땀으로 배설된 양이 많았음에 기인한다고 생각한다.

BMI지수에 의한 체형별로 본 여러 요인간의 차이

체형군별로 철분 섭취량과 흡수량, 대변과 소변의 철분 배설량 및 혈청 ferritin 사이에 차이를 검토한 결과 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 9).

철분 섭취와 여러 요인과의 상관관계

철분의 섭취수준과 관련 영양소의 섭취수준 및 혈액 지수간의 상관성에 대한 결과는 Table 10과 같다.

식이기록법에 의한 철분 섭취량과 에너지, 식물성 단백질, 식이섬유소 섭취량 사이에는 유의적인 양의 상관관계($r=0.59$, $r=0.84$, $r=0.82$, $p<0.01$, $p<0.001$)를 보였다. 철분 섭취량과 식이섬유소 섭취량 사이에 유의적인 양의 상관관계를 보인 것은 본 대상자들이 차(茶) 종류의 섭취가 많았고 이 차속에 철분 함량이 높았음에 기인되는 결과로 해석된다. 또한 철분 섭취량은 혈색소 농도와, 혈청 ferritin간에 양의 상관관계($r=0.40$, $r=0.44$, $p<$

Table 8. Fecal and urinary excretions of iron in the subjects

Variable	Male(n=12)	Female(n=14)
Fecal iron(mg/day)	15.5 ± 4.7^1	11.2 ± 6.0
Fecal iron(mg/kg/day)	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1
Urinary iron(mg/day)	0.15 ± 0.06	0.08 ± 0.07

¹⁾Mean \pm standard deviation

Table 9. Food Fe, absorbed Fe, fecal and urinary Fe excretion and serum ferritin by BMI

Variables	B M I				
	Male(n=12)			Female(n=14)	
	Low weight	Normal	Over weight	Low weight	Normal
Food Fe(mg)	24.6±5.9 ¹⁾	25.6±7.6	27.9±8.0	18.8±4.7	14.0±7.6
Absorbed Fe(%)	2.2±0.8	1.3±0.4	1.6±0.4	1.6±0.6	1.4±0.7
Fecal Fe(mg)	13.4±3.7	16.0±4.5	16.6±6.1	10.0±7.1	10.9±8.6
Urinary Fe(ng/day)	0.19±0.1	0.12±0.1	0.15±0.1	0.10±0.1	0.05±0.0
Serum ferritin(ng/ml)	40.3±22.9	82.3±46.5	40.3±14.7	16.6±16.0	11.1±9.8

¹⁾Mean±standard deviation

Table 10. Correlation coefficients between food Fe and some factors of the subjects

Variables	Food Fe
Energy intake	0.59**
Animal protein intake	0.21
Vegetable protein intake	0.84***
Fiber intake	0.82***
Vitamin C intake	0.23
Hemoglobin	0.40*
Hematocrit	0.38
MCHC ¹⁾	0.19
Serum iron	0.11
TIBC ²⁾	0.02
TS ³⁾	0.20
Serum ferritin	0.44*
Fecal Fe	-0.02
Urinary Fe	0.40*

¹⁾Mean corpuscular hemoglobin concentration

²⁾Total iron binding capacity

³⁾Transferrin saturation

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

0.05)를 보였다는 사실은 본 논문 구성의 합리성을 뒷받침한다고 볼 수 있으며, 또한 철색소 농도는 혈청 ferritin과 함께 빈혈 판정 기준으로 가능하다는 것을 다시 설명해 준다고 하겠다.

소변 중 철분 배설량 사이에도 양의 상관관계(r=0.40, r=0.44, r=0.40, p<0.05)를 보였다. 철분 섭취량과 소변 중 철분 배설량 간에는 양의 상관관계를 나타내었는데, 이러한 결과는 신 등(31)의 식이기록법에 의한 철분 섭취량

과 소변 중 철분 배설량 사이에 상관관계가 있다는 보고와 일치한다. 식이 철분의 주요 배설 경로는 대변이며, 소변을 통해서도 한정된 범위 내에서 철분을 배설한다는 연구 보고(32)가 있는데, 본 연구에서는 철분 섭취량과 소변 중 철분 배설량 간에는 양의 상관관계를 나타내었으나, 대변 중의 철분 배설량 간에는 상관관계를 나타내지 않았다. 이는 대변 중으로 배설되는 철분 배설량에는 장관의 점막상피세포가 박리되어 이 세포에 함유된 철분이 함께 측정되지 않으므로 이를 보정하기 위하여 일정기간 통제된 식이를 급여한 후 소변 처리했어야 하는 점과 조사대상 인원이 많지 않았다는 점 및 소변 중의 철분 배설량은 creatinine 배설에 의해 소변의 적정 채집 여부를 확인할 수 있지만, 대변 중의 철분 배설량은 대변의 정확한 수거가 이루어졌는지 확인의 어려움이 있었다는 한계에 의한다고 하겠다.

혈액 성상간의 상관관계

혈액 성상 사이의 상관관계는 Table 11과 같다.

혈액 분석결과 혈색소와 적혈구 용적비는 양의 상관(r=0.98)을 보였으며, 혈청 ferritin과는 1%의 유의수준에서 양의 상관(r=0.56)을 나타내었다.

적혈구 용적비와 평균 적혈구 혈색소는 각각 혈청 ferritin과 5%의 유의수준에서 양의 상관(r=0.49, r=0.44)을 보였으나, 혈청 철분, 총 철결합능, transferrin saturation과는 유의적인 상관관계를 볼 수 없었다.

Table 11. Correlation coefficients among biochemical indices

Variables	Hb ¹⁾	Hct ²⁾	MCHC ³⁾	SI ⁴⁾	TIBC ⁵⁾	TS ⁶⁾	Serum ferritin
Hb	-	0.98***	0.34	0.36	0.29	0.38	0.56**
Hct	-	-	0.13	0.35	0.28	0.39	0.49*
MCHC	-	-	-	0.06	0.09	0.05	0.44*
SI	-	-	-	-	0.93***	0.93***	-0.03
TIBC	-	-	-	-	-	0.74***	-0.17
TS	-	-	-	-	-	-	0.11

¹⁾Hemoglobin, ²⁾Hematocrit, ³⁾Mean corpuscular hemoglobin concentration, ⁴⁾Total iron binding capacity

⁵⁾Serum iron, ⁶⁾Transferrin saturation, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Table 12. Correlation coefficients among food Fe, absorbed Fe, fecal Fe and urinary Fe excretion and serum ferritin

Variables	Food Fe	Absorbed Fe	Fecal Fe	Urinary Fe	Serum ferritin
Food Fe	-	0.38	-0.00	0.40*	0.44*
Absorbed Fe	-	-	-0.28	0.25	-0.17
Fecal Fe	-	-	-	3.43	0.47*
Urinary Fe	-	-	-	-	0.17

*p<0.05

혈청 ferritin과 다른 혈액지수간의 상관관계에 대해서는 여러 논문에서 보고되었는데, 정 등(21)의 논문에서는 혈청 ferritin은 혈색소와 적혈구 용적비 사이에 모두 양의 상관관계를 갖는 것으로 나타나 본 연구 결과와 일치하였으나, 김 등(33)는 건강인 및 철분 결핍성 빈혈 환자에 있어서 골수의 철 소견과 혈청 ferritin치 및 transferrin saturation과 높은 양의 상관관계를 보였다고 하였으며, 남과 이(12)도 혈청 ferritin치가 transferrin saturation과 높은 양의 상관관계를 갖는다고 나타나 본 연구와는 다른 결과를 나타내었다.

혈청 철분은 총 철결합능, transferrin saturation간 0.1% 유의수준에서 양의 상관($r=0.93$)을 보였으나, 그 밖의 여러 요인 간에는 유의적인 상관성을 나타내지 않았다.

총 철결합능과 transferrin saturation간에는 0.1% 유의수준에서 양의 상관($r=0.74$)을 보였으나, 혈청 ferritin과는 유의적인 상관관계를 볼 수 없었다.

철분 섭취량과 흡수량, 배설량 및 저장량간의 상관관계

철분 섭취량과 흡수량, 대변과 소변 중의 철분 배설량, 철분의 체내 저장량간의 상관관계는 Table 12에 나타내었다.

철분 섭취량과 소변 중의 철분 배설량 및 혈청 ferritin 사이에는 양의 상관관계를 나타내며($r=0.40$, $r=0.44$), 대변 중으로의 철분 배설량은 혈청 ferritin과 양의 상관을 나타내어 체내 저장량이 많으면 대변으로 배설되는 철분의 양이 증가하고 있음을 알 수 있다. 그러나 소변중의 철분 배설량은 혈청 ferritin과 유의적인 상관관계를 보이지 않았다.

요 약

대구지역 성인남녀의 체내 철분 영양상태를 알아 보기 위하여 신체 건강한 성인 남녀 26명을 대상으로 3일

간의식이 섭취량, 대변과 소변 중의 철분 배설량, 혈액 분석을 통한 체내 철분 영양상태를 알아보고 서로간의 상관관계에 대한 연구결과는 다음과 같다. 본 연구 대상자의 평균 연령은 남성 29.7세, 여성 25.4세였으며, BMI지수 별로 체형을 분류하였을 때 비만을 나타내는 대상자는 남녀 모두 없었으며, 여성의 경우 64.3%가 저 체중을 나타내고 있었다. 성인남녀의 1일 평균 에너지 섭취량과 영양권장량을 비교했을 때, 열량의 경우 남성 2,320kcal(RDA의 92.8%), 여성 1,823kcal(RDA의 91.2%)였다. 단백질 섭취량은 남성 85.9g(RDA의 87.3%), 여성 66.7g(111.2%)이었다. 철분 섭취는 남성 26.1mg, 여성 17.1mg으로 RDA의 217.5%, 95% 수준으로 남성의 경우 heme iron 5%, nonheme iron 95.0%, 여성의 경우 heme iron 5.8%, nonheme iron 94.2%로 대부분이 흡수율이 낮은 nonheme iron이었다. 식이 철분 흡수율은 남성 6.2%, 여성 9.1%로 나타났다. 혈색소 농도는 남녀 각각 14.5g, 11.9g으로 빈혈 발현율은 남녀 각각 8.3%, 57.1%였다. 적혈구 용적비는 남녀 각각 42.6%, 35.4%로 빈혈 발현율이 남녀 각각 33.3% 및 42.9%였다. 혈청 철분은 남녀 각각 120.7 μ g/dl, 109.1 μ g/dl, 총 철결합능은 293.9 μ g/dl, 293.7 μ g/dl, transferrin saturation은 40.3%, 35.9%으로 정상범위에 속하였고, 혈청 ferritin은 57.8ng/ml, 14.7ng/ml로 남성은 정상범위에 속하였으나 여성은 경우, 전체 여성의 42.9%가 철결핍성 빈혈 증세를, 57.1%가 체내 철분 저장량이 고갈상태인 것으로 나타났다. 이 빈혈 발현율은 혈색소 농도를 기준으로 했을 때의 57.1%와 동일하였다. 철분 섭취량, 대변과 소변의 철분 배설량, 혈청 ferritin 등을 BMI지수에 의한 체형별집단로 분류하였을 때 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이 빈혈 발현율은 혈색소 농도를 기준으로 했을 때의 57.1%와 동일하였다. 우리나라의 경우 빈혈 발현율이 높아 현재 가장 보편적으로 사용되고 있는 혈색소 농도를 빈혈 척도로 이용할 수 있다고 할 수 있겠다. 식이기록법에 의한 철분 섭취량과 에너지, 식물성 단백질, 식이섬유소 섭취량 사이에 양의 상관관계를 보였으며, 철분 섭취량과 혈색소, 혈청 ferritin, 소변 중 철분 배설량과도 양의 상관관계를 보였다. 혈색소 농도는 적혈구 용적비와 혈청 ferritin 사이에 양의 상관($r=0.56$)을 나타내었고, 대변 중의 철분 배설량과 혈청 ferritin 간에도($r=0.47$, <0.05) 유의적인 상관관계를 나타내었다. 대변 중의 철분 배설량은 남성이 1일 평균 15.5mg, 여성이 11.2mg, 소변 중의 철분배설은 남성이 0.15mg, 여성이 0.08mg으로 나타났다. 식이 중 철분 섭취량은 배설량을 충족시킬 수 있는 것으로 보여지나, 섭취한 95%의 철분이 흡수율이 매우 낮은 nonheme iron이었

다는 사실이 고려되어야 할 것이다. 위의 결과들로부터 우리나라의 경우 빈혈적으로서 혈청 ferritin과 함께 혈색소 농도를 이용할 수 있으며, 가임기 성인여성의 경우 57.1%의 높은 빈혈 발현율을 나타내어 철분영양에 대하여 보다 깊이 있는 영양교육이 필요하다고 하겠다.

문헌

- Dallman, P. R. : Iron deficiency and the immune response. *Am. J. Clin. Nutr.*, **46**, 329(1987)
- Pollitt, E., Politt, C. and Leibel, R. L. : Iron deficiency and behavioral development in infants and preschool children. *Am. J. Clin. Nutr.*, **43**, 555(1986)
- 보건사회부 : 1992년도 국민영양조사보고서(1992)
- 정해랑, 문현경, 송범호, 김미경 : 빈혈판정지표로서의 헤모글로빈, 헤마토크릿 및 혈청 페리틴. *한국영양학회지*, **24**, 450(1991)
- Freire, W. B. : Hemoglobin as a predictor of response to iron therapy and its use in screening and prevalence estimates. *Am. J. Clin. Nutr.*, **50**, 1442(1989)
- Cook, J. D. and Monsen, E. R. : Food iron absorption in human subjects. III. Comparison of the effect of animal proteins on nonheme iron absorption. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**, 859(1976)
- Monsen, E. R. and Hallberg, L. : Estimation of available dietary iron. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 134(1978)
- Hawk, P. B., Oser, B. L. and Summerson, W. H. : Practical physiology chemistry. 13th ed., Blakiston Co Inc., Toronto, p.805(1954)
- 임정남 : 식품의 무기성분 분석. *식품과 영양*, **7**, 42(1986)
- 한국영양학회 : 한국인 영양권장량(제6차개정), p.161(1995)
- 김혜경, 승정자 : 한국 여대생들의 식사 형태에 따른 철 결핍성 빈혈에 관한 임상적 연구. *숙명여자대학교 생활과학연구지*, p.87(1989)
- 남혜선, 이선영 : 충남대 여대생의 철분 섭취량과 영양 상태에 대한 연구. *한국영양학회지*, **25**, 404(1992)
- 계승희, 백희영 : 우리나라 젊은 성인 여성의 철분영양상태와 이에 영향을 미치는 식이요인 분석(2) 주요 식품의 철분 분석과 철분 섭취량 및 이용률 평가. *한국영양학회지*, **26**, 703(1993)
- 이복희 : 식이섬유질이 신체대사에 미치는 영향에 관한 고찰. *가정학보*, p.4(1983)
- Cook, J. D. and Monsen, E. R. : Vitamin C the common cold, and iron absorption. *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**, 235(1977)
- 이일하, 이인열, 노영희 : 우리나라 성인의 칼슘, 인 및 철분의 배설량에 관한 연구. *한국영양학회지*, **21**, 317(1988)
- Fairbanks, V. F. : Iron in medicine and nutrition. In "Modern nutrition in health and disease" Shils, M. E. (ed.), 8th ed., Lead Febiger, p.186(1994)
- 채범석, 강은주, 이혜숙, 한정호 : 한국인 빈혈 빈도에 관한 연구. *한국영양학회지*, **14**, 182(1981)
- 김주현, 김숙희 : 건강한 한국 여성의 연령별 열량 대사에 관한 연구. *한국영양학회지*, **22**, 531(1989)
- 최미영 : 정상식사를 하는 여대생과 채식하는 여대생의 철분 상태에 관한 연구. *숙명여자대학교 대학원 석사논문*(1984)
- 정해랑, 문현경, 송범호, 김미경 : 빈혈 판정 지표로서의 헤모글로빈, 헤마토크릿 및 혈청 페리틴. *한국영양학회지*, **24**, 450(1991)
- Mahan, L. K. and Escott-Stump, S. : *Food, nutrition, and diet therapy*. 9th ed., Saunders, p.721(1996)
- World Health Organization : Nutritional anemias. WHO Technical Report Series 405, Geneva(1968)
- 임현숙 : 일부지역 여대생의 영양성 빈혈에 관한 연구. *한국영양학회지*, **11**, 25(1978)
- 채범석, 강은주, 이혜숙, 한정호 : 한국인 빈혈 빈도에 관한 연구. *한국영양학회지*, **14**, 182(1981)
- 승정자 : 일상식이를 섭취하는 일부 농촌 성인 남녀의 식이, 혈액 및 뇨중의 납, 철분, 구리 수준. *한국영양학회지*, **22**, 716(1993)
- 곽충실, 김정숙, 최혜미 : 동물성과 식물성 단백질이 한국인 젊은 여성의 체내 철분 이용도에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **27**, 451(1994)
- Shils, M. E., Olson, J. A. and Shike, M. : *Modern nutrition in health and disease*. 8th ed., Lea & Febiger, p.191(1994)
- Herbert, V. : Recommended dietary intakes of iron in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, **45**, 679(1987)
- Taper, L. J. and Hanners, M. L. : Effect of zinc intake on copper balance in adult females. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**(1980)
- 신소영, 최미영, 이운신, 승정자 : 일부 지역 농촌 노인의 철분 영양상태에 관한 연구. *동아시아 식생활학회지*, **6**, 135(1996)
- Bothwell, T. H., Charlton, R. W., Cook, J. D. and Finch, C. A. : *Iron metabolism in man* 1~10. Blackwell Scientific Publication, London(1979)
- 김윤정, 이귀년, 이삼열 : 철 결핍성 빈혈 환자에 있어서의 혈청 ferritin 치에 관한 연구. *대한병리학회지*, **14**, 45(1980)

(1997년 9월 19일 접수)