

충남대 여대생의 철분 섭취량과 영양 상태에 대한 연구

남 혜 선 · 이 선 영

충남대학교 가정대학 식품영양학과

A Survey on Iron Intake and Nutritional Status of Female College Students of Chungnam National University

Nam, Hye-Sun · Ly, Sun-Young

Department of Food and Nutrition, College of Home Economics,

Chungnam National University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Iron intake and nutritional status of 99 female college students of Chungnam National University were estimated with dietary survey and measurement of hematological indices including the level of serum ferritin.

Food intake was measured using the weighing method and iron availability per meal was calculated according to Monsen and Hallberg. The average daily intakes of protein, vitamin C, total iron and also total available amount of iron were higher than the Korean R.D.A. The blood indices for iron status however, showed, that iron status of the subjects was inadequate. Furthermore, the serum ferritin levels indicated marginal iron storage in 75% of the subjects.

KEY WORDS : iron intake · iron status · iron availability · serum ferritin.

서 론

1989년 보건 사회부에서 발표한 한국 국민 영양 조사¹⁾에 의하면 전국 1인 1일 평균 철분 섭취량은 22.2mg/day 으로 권장량의 156.7%에 해당되었으며 이 중 81.9%가 식물성 식품으로 공급되었다. 그러나 여성을 대상으로 조사한 국내의 여러 연구²⁾³⁾에서는 체내의 철분 영양 상태가 매우 저조한 것으로 나타나 있어 적어도 여성에 있어서는 철분의 섭취와 흡수 실태가 아직 문제점으로 남아있다고 볼 수 있다. 이러한 문제는 한국인의 철분 섭취 실태에 대한 지속적인 연구의 필요성을 부여하고

있으며 한국인의 식단을 고려할 때 특히 철분의 흡수를 측정에 대한 연구는 반드시 이루어져야 할 과제라고 생각된다.

식품내 존재하는 철분이 인체에서 실제로 흡수되는 정도는 대사 실험이나 동위원소를 이용한 측정법등을 통하여 얻어질 수 있다. 그러나 대사 실험을 거쳐 발표한 국내의 연구 결과들은 아직까지 한국인의 영양권장량 설정이나 식생활 개선에 크게 도움이 되지 못하고 있는 실정이며 비교적 객관적인 동위원소를 이용한 측정 방법은 그 사용에 제약이 많아 현재까지도 국내에서는 거의 이루어지고 있지 못하는 상황이다.

반면 국외에서는 최근 동위원소(radioisotope 또는 stable isotope)를 사용하여 철분 흡수율을 측정 한 결과들이 많이 보고되고 있다⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾. Monsen과 Hallberg⁸⁾ 등은 위의 동위 원소 표지법을 사용하여 여러 차례 연구를 거듭하였고 이 결과들을 모아 개체의 철분 저장량, 한 끼 식사내의 동물성 식품과 vitamin C의 함량을 고려하여 간편하게 일정 식단 내의 철의 흡수율을 평가할 수 있는 자료를 제시한 바 있다. 또한 이 자료를 이용하여 일정 대상의 한 끼 식사내에서의 철분 흡수율을 측정하여 보고한 연구 결과도 볼 수 있다¹⁰⁾¹¹⁾. Monsen과 Hallberg 등에 의해 제시된 철분 흡수율 평가 방법은 식품내에서 철분흡수에 영향을 줄 수 있는 모든 요소를 고려한 것이 아니므로 한국인 식단에 적용할 경우 어느정도의 오차가 예상되나 철분흡수율에 가장 큰 영향인자인 vit C와 동물성 조식량을 고려하여 철분의 흡수율 특히 nonheme 철의 흡수율을 계산해 보는 것은 의의있는 일이라 사료된다.

본 논문에서는 총남대 기숙사 여대생들을 대상으로 철분 영양과 관련되는 몇가지 영양소의 섭취 실태에 대해 조사하여 보고 Monsen과 Hallberg가 제시한 방법을 사용하여 철분의 흡수율 및 총 철분 흡수량을 계산에 의해 산출해 보고자 한다. 그리고 이 결과를 각 개체의 혈액 지수로 부터 판정된 실제 체내의 철분 영양 상태와 비교 분석하여 설명해 보고자 한다. 측정할 혈액 지수로서는 현재까지 국내의 영양학 분야에서 주로 사용되어온 혈색소 농도, 적혈구 용적비(hematocrit; Hct), 평균 적혈구 혈색소(mean corpuscular hemoglobin concentration; MCHC), 혈청 철 농도(serum iron; SI), 혈청 철 결합능(total iron binding capacity; TIBC)과 transferrin saturation(TS) 외에 체내 철분 저장 상태를 반영하는 것으로 알려져 있는 혈청 ferritin(serum ferritin; SF) 등을 택하고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구대상

연구 대상은 만 18세에서 24세 까지의 가임기 여대생들로 비교적 월경이 규칙적이고 양이 과도

하게 많지 않으며 각종 염증성 질환, 종양, 간질환 및 기타 출혈성 질환이 없는자, 피임을 하지 않으며 과량의 술과 담배를 하지 않는 자들로 1회에 각 25명 정도를 선정하여 1년에 걸쳐 4회 실험하였다 (1988년 11월부터 1989년 9월까지).

2. 식품 섭취량 조사

식품 섭취량 조사는 혈액 채취 전 측량법(weighing-method)을 이용하여 매 끼니마다 연 3일 동안 실시하였으며 식품 섭취량 분석은 수집된 식품 섭취량 조사 결과로부터 식품 분석표¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾를 이용하여 산출 하였다. 이때 조사한 영양소는 열량과 단백질의 철분 흡수율과 밀접한 관련성을 갖고 있는 동물성 조식량(육류와 닭고기, 생선등의 살코기량; MPF), 총 철분 함량, vitamin C 함량, 조섬유량등 이었으며 식품내 철분의 형태별 함량은 Cook와 Monsen의 보고¹⁴⁾에 따라 산출하였다. 즉, 육류, 닭고기, 생선등에는 총 철분의 40%가 heme의 형태로, 나머지는 non-heme 철의 형태로 존재하며 그 외 식품에서는 대부분의 철이 non-heme 철로 존재하는 것으로 간주하여 계산하였다.

3. 철분의 이용율 계산

철분의 체내 이용율은 Monsen과 Hallberg⁸⁾에 의해 제시된 방법을 이용하여 매 끼니 당 섭취된 heme 철과 non-heme 철의 흡수율을 구하고, 이 둘을 합하여 총 흡수율로 하였다. 본 연구에서는 실험 대상의 체내 철 저장량을 알아보기 위하여 기숙사 여대생들의 혈청 ferritin치를 측정하고 Walters 등¹⁶⁾의 보고에 따라 혈청 ferritin 1ng/ml가 8mg의 체내 철 저장량을 반영하는 것으로 간주하여 각 개인의 체내 철분 저장량을 계산하였다. 그 결과의 평균치가 127.6mg 으로 나타났으므로 각 형태의 철분의 흡수율은 Monsen과 Hallberg 이 제시한 수치 중 체내 철 저장량이 0mg 일때와 250mg 일때의 산출된 값들의 산술 평균으로하여 계산에 이용하였다. 이것은 체내 저장량이 0mg 일때의 흡수율이나 250mg 일때의 흡수율 둘 중의 어느 하나를 선택하여 계산하였을 경우 생기기 될 오차를 다소 보정하고자 하여 채택한 방법이었다. 따라서 heme 철의 흡수율은 31.5%로 하였으며 non-heme

철의 흡수율은 철의 이용면에서 볼때 고급(α), 중급($\alpha\alpha$), 저급 식사($\alpha\alpha\alpha$)에 따라 각각 4.5, 8.5, 16.0 %로 하여 계산에 이용하였다.

α (low availability meal ; MPF 30g 이하이고 vit C 25mg 이하의 식사)

$\alpha\alpha$ (medium availability meal ; MPF 30~90g 이거나 vit C 25~75mg 함유하는 식사)

$\alpha\alpha\alpha$ (high availability meal ; MPF 90g 이상이거나 vit C 75mg 이상 혹은 MPF 30~90g과 vitC 25~75 mg 둘 다 만족하는 식사)

4. 생화학적 측정 방법

실험 대상자들의 혈액 성상을 알아보기 위하여 3일간의 식품 섭취량 조사 기간 이틀째 저녁부터 12시간의 공복을 유지시킨 다음 세째날 식전에 채혈하였다. 채혈한 일부는 전혈상태로 혈색소 농도와 적혈구 용적비 측정에 사용하였으며 나머지는 혈청 분리하여 일부는 즉시 혈청 철 농도와 총 철 결합능을 측정하고, 남은 혈청은 혈청 ferritin 측정시까지 -20°C 에서 냉동 보관하였다. 혈색소 농도는 Cyanomethemoglobin법¹⁷⁾을 이용하여 측정하였으며 적혈구 용적비는 microcentrifuge 에서 11000 r.p.m.으로 5분간 원심 분리하여 전 혈액에 대한 적혈구 총의 높이를 읽어 %로 표시하였고, 위의 각 수치로부터 평균 적혈구 혈색소 농도를 구하였다. 혈청 철 농도와 혈청 총 결합능은 Batrophenantroline 법¹⁸⁾에 의해 제조된 혈청 철 정량용 kit 시약(Wako사, 일본)과 총 철 결합능 측정용 보조시약(Wako사, 일본)을 사용하여 정량하였고 이 결과로부터 transferrin saturation(TS)을 구하였다. 체내 철분 저장 상태를 반영하는 혈청 ferritin은 固相 효소 면역법¹⁹⁾을 이용한 ABBOTT Laboratories의 진단용 시약 ferrizyme kit을 사용하여 자동 분석기(Quantum, ABBOTTT)에서 측정하였다.

*통계처리 방법

모든 결과는 평균 \pm 표준편차로 표시하였다. 혈액 성상간의 상관관계는 SPSSX 통계 package를 사용하여 Pearson's correlation coefficient를 산출하고, 이에 대한 유의성을 검증하였다.

Table 1. General characteristics of subjects

Characteristics	Mean \pm SD(n ¹ =99)
Age(yr)	18.9 \pm 0.9
Weight(kg)	51.6 \pm 4.9
Height(cm)	159.8 \pm 4.9
BMI ²⁾	19.9 \pm 1.7

¹⁾n : Sample size.

²⁾BMI : Body mass index=weight(kg)/height(m)²

Table 2. Mean daily intake of several nutrients by the subjects

Nutrients	Intakes (n ¹ =99)	Korean R.D.A.
Calorie(Kcal)	1688 \pm 234	2200
Protein(g)	75.5 \pm 11.7	60
Animal(g)	35.67 \pm 10.62	
Vegetable(g)	38.12 \pm 10.31	
Crude fiber(g)	7.0 \pm 2.9	
Vitamin C(mg)	93.7 \pm 31.8	55
Iron(mg)	21.3 \pm 6.7	18
Heme(mg)	1.04 \pm 0.54(4.9%) ²⁾	
Non heme(mg)	20.39 \pm 6.72(95.7%) ²⁾	
Animal tissue ; MPF(g)	128.4 \pm 35.70	

¹⁾n : Sample size.

²⁾Percentage of total iron.

결과 및 고찰

1. 실험대상의 나이 및 인체 계측

본 실험 대상의 평균 나이는 18.9 \pm 0.9세로서 대상자들의 82%가 19세 이하였다. 이들의 평균 체중, 키는 국민 영양 조사 보고서의 한국인 19세 여성의 체위 기준표¹⁸⁾(52kg, 159.5cm)와 유사하였다. 따라서 Body mass index 값도 기준치에 비교해 볼때 정상 범위에 속하였다(Table 1).

2. 영양소 섭취 실태 및 철분 흡수율

철분의 체내 이용율과 관련성이 있는 몇가지 식이성분의 섭취실태는 Table 2 에 한국인 영양 권장량과 함께 나타내었다. 평균 열량 섭취량은 한국인 영양 권장량의 78% 수준으로 전반적으로 충분하다고는 볼 수 없으나 최근 한국인 여대생은

여대생의 철분 섭취량과 영양 상태

대상으로 실시된 여러 영양조사의 결과와 비슷한 양상이었다. 단백질, vitamin C와 총 철분의 섭취량은 권장량 이상으로 나타났으며 특히 동물성 단백질의 섭취 비율은 48.4%로서 권장 사항인 1/3 이상으로 타 논문에서 볼 수 있었던 여대생들의 식이 섭취 실태 보다 대체로 양호한 것으로 나타났다. 철분 흡수에 영향을 줄 수 있는 MPF의 섭취량은 128.4(±35.7)g으로 섭취량이나 빈도에 있어서 생선류가 가장 많은 비율을 차지하였고(47.6%) 그 다음은 닭고기>돼지고기>햄>쇠고기 순이었다. 철분은 섭취 총량의 4.9%가 heme철로 95.7%가 non heme철로 나타났으며 이러한 결과는 이 일하등²¹⁾의 보고(heme철의 비율이 8.7%)에 비해서도 상대적으로 불량한 것으로 나타나 총납대 기숙사 생들이 섭취한 식이내 철분의 구성은 그다지 우수한 편은 아니었다. 피 실험자들의 섬유질 섭취량은 식품 구성표로부터 산출된 조섬유의 양으로서 7.0±2.9g/day로 나타났으며 이 수치는 최근 젊은 여성을 대상으로 하여 조사한 보고치 3.80±0.51g/day²²⁾나 5.89±0.79g/day²³⁾의 결과에 비해 약간 많은 편이었으나 최 미영⁴⁾의 최근 조사한 결과인 6.43±0.42g/day와는 매우 유사하였다. 1982년 미국에서 조사된 1인 1일당 조섬유 섭취량은 평균 4.1g으로 보고되었는데²⁴⁾ 미국인의 평균 열량 섭취량(1978년 20세 여성의 경우 약 2800 kcal²⁵⁾)을 고려해 볼때 한국의 젊은 여성의 단위 열량당 조섬유 섭취량은 상대적으로 높다고 볼 수 있다.

Monsen과 Hallberg³⁾의 방법에 따라 위의 결과들로부터 계산된 총 철 흡수량의 평균은 2.49mg/day이었으며 이 값은 섭취한 총 철량의 11.7%에 해당되어 영양권장량 책정시 사용되었던 기준 10%를 상회하고 있었다. 계산에 의해 얻어진 non heme 철의 흡수율 평균도 10.6% 로써 흡수율은 비교적 양호한 것으로 나타났으며 그에 따른 non heme철의 흡수 총량은 2.17±0.92g/day으로, 또한 heme철의 흡수 총량은 0.33±0.17g/day로 나타났다. 따라서 식이인자에 의해 그 흡수율이 영향받지 않는 heme철의 구성 비가 매우 낮은 것으로 나타나긴 하였으나 실험 대상의 체내 철분 보유량이 낮아 철분의 흡수율이 좋은 편이고 non heme철의 섭

Table 3. Availability and absorbable amount of irons calculated according to Monsen and Hallberg

	Availability of iron(%)	Absorbable amount of iron (mg)
Heme iron	31.7	0.33±0.17(13.23% ¹⁾)
Non heme iron	10.6	2.17±0.92(87.15% ¹⁾)
Total iron	11.7	2.49±0.98

¹⁾Percentage of total absorbable iron.

취량이 비교적 많아 계산상으로는 전반적으로 가임기 여성에게 1일 필요한 철분의 양은 만족되는 것으로 나타났다.

단, 여기서 두가지 형태의 철분의 흡수율이 비교적 높은 것으로 나타났는데 이 결과는 다음의 몇가지 이유에서 과대 평가되었을 가능성을 가지고 있다.

먼저, non heme 철의 흡수율에 강한 촉매제인 vitamin C의 섭취량을 결정함에 있어서 조리과정 중의 손실량을 고려하지 못한 점과 heme 철은 오랜 가열에 의해 파괴되어 그 흡수율이 저하될 수 있다고 보고된 바²⁷⁾가 있는데 이 점 역시 무시되었으며 세번째로 서론에서 밝힌 바와 같이 섬유질이나 인산, phytate 등의 non heme 철의 흡수에 영향을 줄 수 있는 인자가 한국인의 식이 내에는 다량 함유되어 있으나 이들의 효과를 계산에 넣지 못한 점 등이다. 특히 섬유질의 경우 non heme 철분의 흡수율을 낮추는 식이성 인자중 섬유질은 식이성 섬유량이 모두 고려되어야 했으나 현재까지 발표된 식품 중 식이 섬유소 함량에 대한 여러가지 자료가 분석 방법에 따라 서로 다르고 국내 식품을 대상으로 이루어진 체계적인 연구 결과가 없어 조섬유량으로 대처하였다. 그러므로 일반적으로 한 식품내의 식이 섬유량이 조섬유량보다 훨씬 높은 것을 고려할 때, 식이성 섬유 섭취량은 서구 식단에 비해 매우 높은 편이고 이것이 non heme 철의 흡수에 줄 수 있는 영향은 무시할 수 없을 것으로 사료된다.

3. 혈청지수에 따른 철분 영양상태

4 회의 실험을 거쳐 실시된 본 실험 대상자들의 혈액 성상에 대한 결과는 Table 4 에 나타내었다.

Table 4. Hematological indices of the subjects

Blood indices	Mean±SD(n ¹)=99)
Hct(%)	40.4± 2.8
Hb(g/dl)	14.7± 2.7
MCHC(%)	35.8± 5.8
Serum iron(μg/dl)	91.0± 36.7
TIBC(μg/dl)	372.9± 104.3
TS(%)	26.2± 13.0
Serum ferritin(ng/ml)	17.1± 20.3

¹⁾n : Sample size.

혈색소 농도는 평균 14.7±2.8g%로서 1989년 건강한 여성을 대상으로 조사한 값 12.9±0.3g%²⁸⁾나 최미영 등²⁶⁾이 건강한 여대생을 대상으로 하여 얻은 값 12.90±0.18g% 등 보다 또한 최근 정해량 등²⁾이 여대생들에 대해 발표한 값인 13.9±0.96g%보다 높게 나타났다. 그러나 한국인 성인여자 표준치²⁹⁾인 14.2±1.5g/dl에 유사하게 나타났다. WHO에서 정한 정상 혈색소량의 하한치 12.0gm/dl를 기준으로 하였을 때 이 보다 낮은 헤모글로빈치를 보이는 개체는 전체의 19.4%로서 김주성³¹⁾이 같은 연령에 대해 보고한 21.8%나 1981년에 채 범석 등³⁾이 한국 성인 여자를 대상으로 실시하였던 조사 결과(57.6%) 보다는 낮은 비율을 보였으나 1985년 최미영 등²⁶⁾이 조사한 결과인 13%와 1991년 정해량 등²⁾이 보고한 5.3%에 비교할 때 비교적 높은 것으로 나타났다.

헤마토크릿치는 평균 40.8±2.8%로서 한국인 여자 평균치의 범위(36~45%)에 속하는 값이었으며 1978년 임현숙³²⁾이 17~22세의 여대생을 대상으로 조사한 39.1±2.3%나 최근 정해량 등²⁾이 조사한 41.0±2.85%와도 비슷한 수준이었다. 본 실험 대상자들 중 WHO의 정상 하한치인 35% 미만의 헤마토크릿치를 보인 개체는 전체의 5%이었으며 ICNND³¹⁾에서 발표한 16세 이상 여성의 헤마토크릿치의 분류 범위와 비교하면 deficient range인 31~37%에 속하는 개체는 전체의 13%(13명)이었다.

Mean corpuscular hemoglobin concentrations는 36.3%±5.7%로 나타났으며 임현숙³²⁾이 여대생에 대해 밝힌 32.1±0.9%, 채범석 등³⁾이 일반 여성을 대상으로 조사한 33.74±2.08% 보다 약간 높은

편이었다. 이삼열³⁴⁾은 1973년 한국인 성인 여자 정상치를 32~36%로 발표하였는데 본 실험에서 이 범위 이하의 값을 보이는 개체는 전체의 32%로서 1978년 임현숙³²⁾이 보고하였던 39.5% 보다는 약간 낮았으나 채범석 등³⁾이 보고한 값(20% 미만)이나 임현숙 등³⁵⁾이 1982년 농촌 부인들에 대해 발표한 4.3%에 비하면 높은 값이었다. 서덕규³⁶⁾는 MCHC의 값이 낮아지는 경우는 대체로 hypochromic anemia로서 그 값이 30% 이하에서는 철 결핍성 빈혈일 경우가 가장 빈번하고 이 때는 iron therapy가 시급한 상태라고 하였는데 본 실험에서 30% 이하의 MCHC를 보이는 개체는 전체의 19%로서 임현숙³²⁾의 보고나 하순용 등³⁷⁾의 보고(6.0%) 채범석 등³⁾의 보고치 보다는 매우 높은 것으로 나타나고 있었다.

위와같이 헤마토크릿트나 헤모글로빈과 MCHC 등의 혈액지수를 기준으로 하여 어느정도 빈혈의 빈도를 추측할 수는 있으나 이러한 혈액지수들은 측정방법이 비교적 간단하여 여러나라에서 빈혈 판정의 지표로 사용되고 있음에도 불구하고 판정에 있어 오차가 크고 빈혈의 원인에 대한 판단을 내리는데 충분하지 못하다는 여러 보고가 있다. Cook과 Finch³⁸⁾는 약 1/3 정도의 빈혈 증세를 보이는 여성의 헤모글로빈치가 정상 범위로 나타났고 1/3 정도의 정상 여성이 정상 이하의 값을 보이는 것으로 판정되었다고 하였다. 또한 folate 부족이나 오랜된 염증등에 의해서도 헤모글로빈치는 감소될 수 있으므로 본 논문에서와 같이 주로 철 결핍성 빈혈에 관점을 두고 분석해 보는 경우에는 좀 더 유의성 있는 판정 기준이 필요로된다. 따라서 단순한 철 결핍 상태를 판단하기위하여 그 지표로 혈청, 철, 총 철 결합능(TIBC), transferrin saturation (TS), free erythrocyte protoporphyrin(FEP), 혈청 ferritin(SF)등을 측정한 결과로 부터 종합적으로 판단하여야 한다고 하였다.

충남대학교 기숙사 여대생의 혈청 철치는 평균 91.2±37.0μg/dl로 1984년 정상성인 여자를 대상으로 서영환 등³⁹⁾이 보고한 혈청 철치 93.1±27.9μg/dl나 1982년 임현숙 등³⁵⁾이 일부 농촌 지역 부인에 대해 조사한 값인 91.9±27.5μg/dl 등에 매우 유사한

여대생의 철분 섭취량과 영양 상태

값을 보였으나 채범석 등³⁾의 보고치(1981년) 108.5 ± 40.2µg/dl 보다는 낮은 경향이었다. 좀더 세분하면 한국인 성인 여성의 정상치 50~180µg/dl 미만에 속하는 혈청 철치를 보인 개체가 전체의 11%였으며 Herbert⁴⁰⁾가 철 결핍성 빈혈로서 판정한 기준치인 60µg/dl 이하를 보이는 개체는 전체의 25%에 달하였다. 따라서 비록 계산상의 철분 이용률 및 1일 철분 섭취량이 권장량 이상이었다해도 상당수의 개체에서 위에서 언급된 철분 결핍의 가능성을 배제할 수 없었다.

본 실험 대상들이 TIBC의 평균치는 351.0 ± 106.1 µg/dl로서 1986년에 발표된 한국인 성인 여자의 정상범위²⁹⁾ 295~485µg/dl에 속하였으나 임현숙 등³⁵⁾이 농촌 지역 부인들에서 얻은 값 297.5 ± 31.4 µg/dl나 채범석 등³⁾의 연구 보고에서 밝힌 291.2 ± 55.2µg/dl 보다는 다소 높은 평균 값을 보인다. 특히 한국 성인 여자 정상상한치인 485µg/dl 이상에 속하는 개체는 15%이었으나 Herbert⁴⁰⁾의 분류기준에 의한 철분 고갈성 적혈구를 보이는 390µg/dl 이상을 보이는 개체는 전체의 41%, 철 결핍성 빈혈로 판정되는 410µg/dl 이상을 보이는 개체는 33%에 달하여 역시 높은 빈혈 빈도를 보였다. 일반적으로 TIBC의 증가는 만성적인 철 결핍 상태의 개체에서 볼 수 있는 철분 결합 단백질 transferrin 농도의 증가와 관련지어 볼 수 있으므로 본 실험 대상자들의 상당수에서 이미 오래전부터 철 결핍 증세를 보였을 가능성을 제시해 주었다.

일반적으로 이러한 단순 철 부족성 증세인 경우 SI값은 감소되고 TIBC는 증가하기 때문에 철 결핍성 빈혈의 좀 더 유의적인 판단 기준은 두 혈액지수의 비율인 TS(%)라 할 수 있다. 본 실험 대상자 99인의 평균 TS는 26.23 ± 13.0%로서 정상범위²⁹⁾⁴¹⁾ 20~55%에 속해 있기는 하였으나 김애정⁴²⁾이 농촌 부인에 대해 보고한 31.2 ± 9.7% 보다는 낮은 편이었다. 한편 위에서 언급한 Herbert³⁹⁾의 분류에 따라 분석해 보았을 때, 체내저장 철의 결핍 상태를 보이는 15~30%에 해당하는 개체의 비율이 50%이었으며 적혈구 내 철분의 결핍을 보이는 15% 미만에 속하는 개체는 18%의 높은 수치를 보였다. 따라서 본 실험 대상자들의 상당수가 철

결핍성 빈혈의 전형적인 형태인 저 색소성 소구성 빈혈 증세를 보일 것으로 나타났으며 체내 저장철의 양은 역시 저조할 것으로 예측할 수 있었다.

이상과 같은 철 결핍성 빈혈의 경우 그 진단이나 체내 저장 철의 정도를 검색하기 위해서는 골수내 ferritin 및 hemosiderin을 측정하는 것이 가장 좋은 방법으로 알려져 있으나 이들 방법은 모두 골수 생검을 실시하여야 하므로 여러가지 어려운 점이 있다. 이에 반해 혈청에서의 ferritin 농도는 체내 철 저장량을 잘 반영해 주는 것으로 보고되고 있으며 비교적 검체를 얻기가 쉽고 그 정량 방법 또한 계속 연구 개발되어 정상인에서의 측정이 가능해졌으므로 최근에는 인체에서 철분 저장상태를 검토할 때 매우 유의적인 혈액지수를 간주되고 있다.

본 실험에서 얻어진 혈청 ferritin치의 평균은 17.11 ± 20.33ng/ml으로 그 범위는 0.0ng/ml로부터 116.15ng/ml로 매우 넓게 나타났다. 이런 사실은 다른 연구 보고에서도 볼 수 있는데 정상 여성의 경우 서영환 등³⁹⁾은 35.5 ± 19.0ng/ml로, 윤상룡⁴³⁾은 36.7에서 126.6ng/ml로 보고한 바 있으며 여대생을 대상으로 최근 한국에서 보고된 논문²⁾에서는 그 평균값이 20.7ng/ml로 본 연구의 결과와 매우 유사한 수치를 보였다. 혈청 ferritin은 측정 방법에 따라 정상치의 범위에 약간씩 차이가 있으나 그 평균치는 거의 비슷하여 본 실험에서 사용한 ferrizyme kit 시약을 이용하여 측정된 경우 가임기 여성의 정상범위는 5~96ng/ml로 평균치는 29ng/ml로 보고¹⁹⁾되고 있으며 철 결핍성 빈혈로 판정되는 기준치는 10ng/ml⁴⁴⁾⁴⁵⁾로 보고되고 있다. 그러나 Worwood⁴⁶⁾나 Lipschitz⁴⁷⁾등은 정상 하한치로 12ng/ml로 Thomson 등⁴⁸⁾은 18ng/ml로 보고하였으며 한국에서 김삼용 등⁴⁹⁾은 20ng/ml로 보고하여 빈혈 판정 기준이 측정 방법이나 보고한 사람에 따라 약간씩 차이가 있음을 볼 수 있다. 위에서 언급한 Herbert³⁹⁾는 혈청 ferritin치에 대해서도 좀 더 세분하여 설명하였는데 20ng/ml 이하의 혈청 ferritin치는 체내 저장철의 고갈 상태를 나타내 주고 있으며 10ng/ml에서는 무철성 적혈구의 출현을 그리고 그 이하에서는 철 결핍성 빈혈의 병발이 있음을 보고하였다. 본 실험의 결과를 Herbert의 판정 기준에 따라 분류해

보았을 때(Table 5) 전체적으로 체내 저장 철의 상태가 매우 저조한 것을 볼 수 있었으며 전체의 50% 정도가 철결핍성 빈혈 증세를 보이고 전체의 75%정도가 체내 철 저장량이 고갈된 상태인 것으로 나타나 Hb이나 SI, TS등을 기준으로 판정한 결과보다 훨씬 빈혈의 빈도가 높은 것으로 나타났다. 이러한 사실은 다른 연구 보고에서도 밝힌 바와 같이 가임기의 젊은 여성에서 초기 빈혈 빈도가 높은 것을 다시 한 번 입증해 주는 것이라 할 수 있다.

혈청 ferritin치와 다른 혈액 지수 간의 상관성에 대한 결과는 Table 6에 나타내었다. Hb 농도, Hct, SI 및 TS와 serum ferritin치는 유의적인 양의 상관관계를 보였으며 TIBC와는 음의 상관관계를 보였으나 그 차이가 통계적으로 유의성을 갖지는 못하였다. Serum ferritin과 다른 혈액 지수간의 상관관계에 대해서는 여러 논문에서 보고되었는데 김윤정 등⁵⁰⁾은 건강인 및 철 결핍성 빈혈 환자에 있어서 골수의 철 소견과 혈청 ferritin치 및 TS와 높은 양의 상관관계를 보였다고 하였으며 Cook등⁵¹⁾은 TIBC와 혈청 ferritin사이의 음의 상관성만 유의적으로 나타났다고 보고하고있었다. 한편 최근 발표된 정해량 등²⁾의 논문에서는 serum ferritin과

Hb, Hct가 모두 양의 상관관계를 갖는 것으로 나타나 본 연구의 결과와 일치하고 있음을 볼 수 있었다. 그러나 아직 혈청 철의 농도와 혈청 ferritin간의 상관성에는 유의성이 없다고 발표된 논문이 대부분이어서 본 연구 결과와 상반된 성향을 보이는데 이것은 좀 더 같은 성격의 집단을 대상으로 연구하여 확인 할 필요가 있다고 사료된다.

결 론

이상과 같이 철분 흡수와 밀접한 관련성을 갖는 몇몇의 영양소 섭취량 만으로 보았을 때 충남대 기숙사 여대생들의 1일 섭취량은 열량을 제외하고 모두 권장량 이상이었으며 Mosen 등의 방법에 따라 MPF와 vitamin C만의 섭취량을 고려하여 계산한 식이내 철분 흡수율 및 흡수 가능한 총량도 역시 권장량 이상으로 최근들어 바람직스럽게 개선된 것으로 나타났다. 그러나 혈액의 혈청 지수를 통하여 본 체내 철분 영양 상태는 크게 개선이 되지 않은 것으로 나타났으며 특히 혈청 ferritin으로 판정한 결과에 의하면 대상의 약 50%가 철결핍성 빈혈의 범위에 속해있음을 볼 수 있었다. 이와 같은 결과로 보아 철분 흡수율 산출시 한국인의 식이내 다량 함유되어 있는 non heme철의 흡수를 방해하는 인자들의 영향과 조리방법상의 문제를 무시해서는 안될 것이며 또한 비교적 객관적인 측정법을 사용하여 식이 섭취 실태를 조사한 경우라도 철분의 섭취 실태로부터 미루어 철분 영양 상태를 평가하는 것은 경우에 따라 상당한 오차를 가져올 수 있다는 사실을 다시 한번 확인할 수 있었다. 따라서 한국 가임기 여성의 철분 권장량은 좀 더 실제의 상황을 고려한 국내의 많은 연구를 토대로 책정되어야 할 것이다.

Table 5. Number and percent of the subjects with low and normal serum ferritin levels by iron status as defined by Victor Herbert

Iron status	Range of serum ferritin (ng/ml)	Distribution	
		Number	Percent
Normal to low storage	>20	25	25.3
Iron depletion	10-20	24	24.2
Iron deficiency anemia	<10	50	50.5

Table 6. Correlation coefficient between serum ferritin and other blood indices

	Hct	Hb	MCHC	SI	TIBC	TS
r ¹⁾	0.296	0.298	0.226	0.285	-0.058	0.314
p ²⁾	0.003	0.0028	0.0254	0.0044	0.5711	0.0017

¹⁾r=correlation coefficient

²⁾p=significance level

Literature cited

- 1) 보건사회부. 1989년도 국민 영양 조사 보고서. 국민영양 137호 : 17-23, 1992
- 2) 정해량 · 문현경 · 송범호 · 김미경. 빈혈 판정 지표로서의 헤모글로빈, 헤마토크릿 및 혈청 페리틴. *한국영양학회지* 24 : 450-457, 1991
- 3) 채범석 · 강은주 · 이혜숙 · 한정호. 한국인 빈혈 빈도에 관한 연구. *한국영양학회지* 14 : 182-189, 1981
- 4) 최미영. 정상 식사를 하는 여대생과 채식을 하는 여대생의 철분 상태에 관한 연구. 숙명여자대학교 대학원 석사 논문. 1984
- 5) Gillooly M, Torrance CD, Bothwell TH, Macphail AP, Derman D, Mills W, Mayet F. The relative effect of ascorbic acid on iron absorption from soy-based and milk-based infant formulas. *Am J Clin Nutr* 40 : 522-527, 1984
- 6) Brune M, Rossander L, Hallberg L. Iron absorption : no intestinal adaptation to a high-phytate diet. *Am J Clin Nutr* 49 : 542-545, 1989
- 7) Hurrell ER, Lynch SR, Trinidad TP, Dassenko SA, Cook JD. Iron absorption in humans as influenced by bovine milk proteins. *Am J Clin Nutr* 49 : 546-552, 1989
- 8) Monsen ER, Hallberg L. Estimation of available dietary iron. *Am J Clin Nutr* 31 : 134-141, 1978
- 9) Monsen ER, Balintfy JL. Calculating dietary iron bioavailability : refinement and computerization. *J Am Diet Assoc* 80 : 307-311, 1982
- 10) Viglietti GC, Skinner JD. Estimation of iron availability in adolescents' meals and snacks. *J Am Diet Assoc* 87 : 903-908, 1987
- 11) Bindra GS, Gibson RS. Iron status of predominantly lacto-ovo vegetarian East Indian immigrants to Canada : a model approach. *Am J Clin Nutr* 44 : 643-652, 1986
- 12) 농촌진흥청 영양 개선 연수원. 식품 분석표 제 3 개정판, 1986
- 13) FAO/USDHEW. Food composition table for use in East Asia, 1972
- 14) Pennington JAT, Church HN. Food values of portions commonly used, 14th ed, New York, 1985
- 15) Cook JD, Monsen ER. Food iron absorption in human subjects. III. Comparison of the effects of animal protein on nonheme iron absorption. *Am J Clin Nutr* 29 : 859-867, 1976
- 16) Walters GO, Miller FM, Worwood M. Serum ferritin concentration and iron status in normal subjects. *J Clin Pathol* 26 : 770-772, 1973
- 17) Cannan RK. Hemoglobin standard. *Science* 127 : 1376, 1958
- 18) Jung DH, Parekh AC. A semi-micro method for the determination of serum iron and iron binding capacity without deproteinization. *Am J Clin Pathol* 54 : 813-817, 1970
- 19) Revenant MC. "Sandwich" enzyme immuno assay for serum ferritin with polypropylene test tubes as the solid phase. *Clin Chem* 29 : 681-683, 1985
- 20) 한국 인구 보건연구원. 한국인의 영양 권장량 제 5차 개정, pp.96-143, 고문사, 서울, 1989
- 21) 이일하 · 이인열 · 노영희 · 백희영 · 김경숙 · 조재현. 우리나라 성인의 칼슘, 인 및 철분 배설량에 관한 연구. *한국영양학회지* 21 : 317-323, 1988
- 22) 송미영 · 정영진. 아연 보충이 젊은 여성의 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향. *한국영양학회지* 23 : 237-247, 1990
- 23) 김주연 · 백희영. 정상 식이를 섭취하는 여대생들의 질소 섭취 및 배설에 관한 연구. *한국영양학회지* 20 : 90-103, 1987
- 24) NRC. Dietary fiber. In : NRC, ed. Diet and health : pp.291-309, National Academy press, Washington, D.C., 1989
- 25) NRC. Calories. In : NRC, ed. Diet and health, pp. 139-158, National Academy press, Washington, D.C., 1989
- 26) 최미영 · 여정숙 · 강명훈 · 승정자. 정상식과 채식을 하는 여대생들의 영양 상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 18 : 217-224, 1985
- 27) Martinez-Torres C, Leets I, Taylor P, Ramiroz J, Camacho M del V, Layrisse M. Heme, ferritin and vegetable iron absorption in humans from meals denatured of heme iron during the cooking of beef. *J Nutr* 116 : 1720-1725, 1986
- 28) 김주현 · 김숙희. 건강한 한국 여성의 연령별 열량 대사에 관한 연구. *한국영양학회지* 22 : 531-538, 1989

- 29) 서울대학교 의과대학. 혈액학, pp.29-36, 서울대출판부, 서울, 1986
- 30) WHO Group of experts. Nutritional Anemias, Wld Hlth Org Tech Rep Ser. 405, 1968
- 31) 김주성. 한국 여성의 빈혈에 관한 역학적 조사 연구. 숙대 논문집 14-16호, 1974-76
- 32) 임현숙. 일부 지역 여대생의 빈혈에 관한 연구. *한국영양학회지* 11 : 25-30, 1978
- 33) Interdepartmental Committe on Nutritional for National Defense In : ICNND, ed. Manual for Nutrition surveys, 2nd ed. pp.233-239 U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.,1963
- 34) 이삼열. 임상 병리 검사법, pp.73-20, 연세 대학교 출판부, 서울, 1973
- 35) 임현숙 · 황금희. 일부 농촌 지역 부인의 영양 실태 및 혈액 성상에 관한 연구. *한국영양학회지* 15 : 171-180, 1982
- 36) 서덕규. 혈액학 실기, 고문사, 서울, 1976
- 37) 하순용 · 김상보 · 신현성 · 하종철. 충남 일부 지역의 영양 실태 및 임상 조사. *한국영양학회지* 11 : 11-23, 1978
- 38) Cook JD, Finch CA. Assessing iron status of a population. *Am J Clin Nutr* 32 : 2115-2119, 1979
- 39) 서영환 · 문철용 · 채종구 · 이민형 · 홍순표 · 조건국. 철 결핍성 빈혈과 각종 전신 질환에 수반된 빈혈에서 혈청 ferritin 치의 비교 연구. *대한의학협회지* 27 : 631-639, 1984
- 40) Herbert V. Recommended dietary intakes of iron in humans. *Am J Clin Nutr* 45 : 679-686, 1987
- 41) 이삼열. 빈혈에 대한 검사. *대한의학협회지* 23 : 838-842, 1980
- 42) 김애정. 일부 지역 농촌 부인의 Fe, Cu, Zn 섭취 수준 및 혈액 성상에 관한 연구. 숙명 여자 대학교 석사 학위 논문, 1987
- 43) 윤상룡. 철 결핍성 빈혈에서 혈청 Ferritin 치에 관한 연구. *충남의대잡지* 6 : 313-321, 1979
- 44) Strandberg PN, Morlin N . Iron stores in blood donors evaluate by serum ferritin. *Scan J Haematol* 20 : 70-76, 1978
- 45) Forman DT, Parker SL. The measurement and interpretation of serum ferritin. *Annals of Clinical and Laboratory Science* 10 : 345-350, 1989
- 46) Worwood M. Serum ferritin. *CRC critical reviews in clinical. Laboratory Sciences* 108 : 171-204, 1979
- 47) Lipschitz DA, Cook JD, Finch CA. A clinical evaluation of serum ferritin as a index of iron stores. *N Engl J Med* 290 : 1213-1216, 1974
- 48) Thomson ABR. Iron deficiency in inflammatory bowel disease. *Digestine desease* 23 : 705-709, 1978
- 49) 김삼용 · 석창현 · 조보연 · 김병국 · 이문호 . 각종 철 대사 이상 질환에서의 혈청 ferritin 측정. 제 31차 대한내과학회 초록집 : 859, 1979
- 50) 김윤정 · 이귀년 · 이삼열. 철 결핍성 빈혈 환자에 있어서의 혈청 ferritin 치에 관한 연구. *대한병리학회지* 14 : 45-51, 1980
- 51) Cook JD, Lipschitz DA, Miles LEM, Finch CA. Serum ferritin as a measure of iron stores in normal subjects. *Am Clin Nutr* 27 : 681-687, 1974