

우리나라 젊은 성인 여성의 철분영양상태와 이에 영향을 미치는 식이요인 분석 (2) : 주요 식품의 철분 분석과 철분 섭취량 및 이용을 평가*

계 승 희 · 백 희 영**
한국 식품연구소, 서울대학교 식품영양학과**

Iron Nutriture and Related Dietary Factors in Apparently Healthy Young Korean Women(2) : Analysis of Iron in Major Food Items and Assessment of Intake and Availability of Dietary Iron*

Kye, Seung Hee · Paik, Hee Young**
Korea Advanced Food Research Institute, Seoul, Korea
Department of Food and Nutrition,** Seoul National University, Seoul, Korea

ABSTRACT

The iron content of 178 food items were analyzed by ICP to provide database to calculate dietary intake of iron in Korea. The analysis data showed significant deviations of iron contents in some food items compared with Food Composition Table of KRNI which is most widely used at present. Three day dietary intake records were collected from 96 female college students to estimate mean daily iron intake and bioavailability of dietary iron. Mean daily intake of total iron in the study subjects was 13.2mg and heme iron intake was 0.94mg, 6.7% of total iron intake. Bioavailability of dietary iron was calculated by two methods. Total absorbable iron was calculated by the method of Monsen, body iron storage of the subjects being estimated with serum ferritin concentrations, was 1.21mg and bioavailability of dietary iron was thus 9.3%. Bioavailability calculated with the method by Hallberg was 11.22%. Two values of dietary iron bioavailability of the present study are lower than the reported values in adult women consuming typical western diets but within the range estimated for vegetarians. Considering high prevalence of iron deficiency based on serum ferritin concentrations and low bioavailability of diet in young adult Korean women, more efforts should be made to increase the content and bioavailability of iron in diet of Korean adult women.

KEY WORDS : bioavailability of iron · dietary iron · available iron.

채택일 : 1993년 8월 18일

*이 논문은 1992년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 수행된 연구의 일부임.

**This paper is a part of the research supported(in part) by NON DIRECTED RESEARCH FUND, Korea Research Foundation, 1992.

서 론

철분(Fe)의 결핍은 세계적으로 경제사정이 부유한 지역이나 빈곤한 지역에서나 가장 빈도가 높은 영양문제이다. 철분은 흡수율이 10%~30% 정도로 낮으며 그 이용율은 체내 철분 저장 상태, 식이 철분의 형태 및 다른 식이 인자에 의해 영향을 받는다. 철분의 흡수율은 체내에 철분이 고갈되면 증가하며 Heme 철분은 식이 구성에 의해 영향받지 않고 이용률이 높은 반면, nonheme 철분의 이용률은 육류, vitamin C 등 식이내에 존재하는 다양한 향상(enhancing) 또는 억제(inhibiting) 인자에 의해 영향을 받는다¹⁾. Nonheme 철분은 흡수율이 heme 철분에 비해 낮으나 식이 철분에서 차지하는 함량이 훨씬 많아 실제 흡수되는 철분의 대부분을 차지하므로 그 이용율의 평가가 매우 중요하다²⁾. 우리나라의 식사는 동물성 식품보다 식물성 식품의 섭취량이 훨씬 많아 철분의 공급도 주로 식물성 식품에 의존하고 있다. 1990년도 국민 영양 조사 결과를 보면 조사 대상자 1인당 1일 평균 철분 섭취량은 영양소요량의 173%에 달하는 것으로 보고되어 있으며 1980년도 이후에는 항상 영양소요량을 상회하는 것으로 나타나 있다³⁾. 그러나 1일 평균 총 철분 섭취량 22.7mg중 80%가 식물성 식품으로부터 섭취된 양이며 육류와 어류로부터 섭취한 철분은 4.5mg에 불과하여 이용율이 극히 낮을 것으로 생각된다.

식이 철분의 이용율 평가는 Monsen등²⁾⁴⁾에 의해 제안된 식이의 철분 형태와 향상 인자(enhancing factor)의 함량으로부터 이용율을 개별적으로 계산하는 방법이 많이 사용되어 왔으나 최근 Hallberg와 Rossander-Hultén⁵⁾은 철분 결핍 비율, 철분 필요량 곡선, 식이 철분 섭취량으로부터 철분 이용율을 계산하는 방법을 발표하였다. 이 방법은 철 손실량과 필요량이 많이 연구되어 있는 가입기 성인 여성과 10대 소녀에게 적용되는 방법으로 철분 결핍 비율은 철분 보충에 대한 반응이나 대상자중 혈청 ferritin 농도가 15µg/l 이하인 대상자의 비율로

평가한 후 이 비율에 따라 1일 평균 철분 흡수량을 추정한 다음 이를 식이 섭취량에 대한 %로 계산하여 식이 철분 이용율을 구하였다.

우리나라는 식물성 식품의 섭취 비율이 높으므로 식이의 철분 이용율이 낮을 것으로 예측되나 이에 대한 구체적인 자료는 매우 미흡하다. 이등⁶⁾은 한국의 20대 남, 여를 대상으로 한 연구에서 1일 철분 섭취량 14.3mg, 10.8mg중에서 heme 철분은 각기 9% 정도로 나타났으며 김등⁷⁾의 보고서에서는 Monsen등의 방법에 의해 계산한 철분 이용율이 7% 정도로 매우 낮다고 하였다.

철분은 미량원소로서 식품에 존재하는 양이 소량이고 오염으로 인하여 과다 측정될 위험이 크므로 식품의 함량추정에 많은 주의가 필요하고 식품성분표의 정확성이 중요시되는 영양소이다. 현재 우리나라에서 사용되는 식품성분표⁸⁾⁹⁾의 철분 함량에 관한 자료는 식품의 분석 조건이나 분석 방법이 통일되지 않아 제한이 많으므로 같은 조건에서 신뢰성있는 분석 방법으로 분석된 자료가 매우 필요하다. 백¹⁰⁾은 20대 여대생을 대상으로 철분의 섭취량을 식품성분표를 사용하여 계산한 것과 실제 섭취식품을 수거하여 분석한 결과를 비교하였을 때 후자가 33% 가량 낮아 현재 사용하는 식품성분표⁹⁾를 이용하여 철분 섭취량을 계산하는데 문제가 있음을 지적하였다. 따라서 우리나라 식품의 철분 함량을 체계적으로 분석한 자료와 이를 사용한 우리나라 식이의 철분 섭취량 및 그 이용율에 관한 보다 정밀한 자료가 필요하다.

본 연구는 우리나라 주요 상용식품 178종의 철분 함량을 현재 정확한 것으로 평가받고 있는 ICP(Inductively coupled plasma) Emission Spectro Analyzer를 이용한 분석방법으로 측정하여 우리나라 식이의 철분 함량을 계산할 수 있는 기초 자료로 삼고자 하였다. 또한, 철분 결핍이 일어나기 쉬운 가입기 성인 여성 96명을 대상으로 3일간의 식이 섭취조사를 실시하여 새로운 식품 분석치를 사용하여 철분의 섭취량을 계산하고 Monsen등의 방법과 Hallberg의 방법으로 계산한 철분 이용율을 비교하여 우리나라 식이의 철분 공급의 적정성을

평가하였다.

연구내용 및 방법

1. 주요 상용식품의 철분 함량 분석

Fe 함량 분석은 우리나라에서 많이 섭취하고 있는 천연 식품 94종, 가공 식품 25종 그리고 이들 식품으로 조리한 음식 59종등 총 178종을 대상으로 하였다. 조리 식품은 우리나라 일반 가정에서 쉽게 접할 수 있는 음식으로 윤¹¹⁾의 한국 음식에 대한 레시피를 참고로 직접 준비하였다. 조리방법은 음식별로 다르지만 대략 속채류는 나물을 끓는물에 2~5분간 데친후 건져 양념을 하여 무쳤으며, 볶음류는 식품 조직의 단단한 정도에 따라 조리시간을 조금씩 달리 하여 재료가 충분히 익도록 하였고, 튀김류는 기름의 끓는 온도인 180°C에서 2~3분간 튀겨내었다. 국은 일반적으로 다른 조리법보다 조리시간이 길었으며 중간불에서 국물이 끓을때 야채를 넣고 야채가 충분히 익을 때까지 끓인 후 분석하였다.

식품은 서울 시내 대형 슈퍼마켓에서 구입한 후 실험실로 운반하여 일부는 생식품으로, 일부는 조리하여 분석시료를 제조하였다. 생식품들은 즉시 분석 시료를 만들었으나 조리된 식품은 경우에 따라 -20°C에서 냉동시켜 보관하였다가 분석하였다. 분석 시료는 식품공전¹²⁾의 방법에 준하여 건식분해법으로 시료 용액을 제조하여 ICP(Inductively Coupled Plasma) Emission Spectro Analyzer(JY 88 plus ISA, Jobin Yvon, France)를 이용하여 Fe 함량을

Table 1. Operating conditions of ICP Emission Spectro Analyzer for the analysis of iron foods

	Condition
Wavelength spectrum(nm)	238.204
Line gas pressure(psi)	70.0
Coolant gas flow rate(l/min)	12.0
Sample gas pressure(psi)	40.0
Nebulizer Carrier gas flow rate(l/min)	0.4
Pump rate(ml/min)	1.5
Integration period(sec)	10.0

측정하였다. 기기의 분석 조건은 Table 1과 같다. 모든 분석치는 3회 이상 측정한 수치의 평균과 표준편차를 구하였다.

2. 여대생의 식이 철분 섭취량 및 이용을 평가

1) 철분 섭취량 조사

외견상 건강하고 정상 식이를 섭취하는 19세~24세의 여대생 96명을 대상으로 3일 동안 식이 섭취 기록으로 식이 섭취 조사를 실시하였다. 조사의 정확성을 높이기 위하여 사전에 식이 기록법에 대한 교육을 실시하였으며 식품 및 음식의 눈대중량 책자¹³⁾를 배포하여 참고 자료로 이용하도록 하였다. 3일간의 식이 섭취 기록은 본 연구에서 분석한 자료를 중심으로 하고 부족한 것은 식품성분표¹⁴⁾에서 보충하여 총 철분 섭취량을 계산하였고 이를 식품성분표¹⁴⁾만을 사용한 계산 결과와 비교하였다. 총 철분중 heme 철분은 Cook등¹⁴⁾이 제시한 비율에 따라 돼지고기, 동물간에서는 총 철분 함량의 40%, 쇠고기, 양고기, 닭고기에서는 총 철분 함량의 55%로 계산하였으며 그 이외의 철분은 모두 nonheme 철분으로 계산하였다. 철분의 이용에 영향을 주는 MPF(Meat, Poultry, Fish) 섭취량은 육류, 가금류, 어패류 섭취량의 총 합계로 산출하였고 vitamin C 섭취량은 본 연구실에서 분석한 자료¹⁵⁾를 중심으로 계산하였다. 총 enhancing factor(EF)는 MPF와 vitamin C의 합으로 계산하였다.

2) 식이 철분 이용률 평가

철분의 이용률은 Monsen등의 방법²⁾과 Hallberg와 Rossander-Hultén⁵⁾의 방법으로 평가하였다. Monsen등의 방법은 식이의 구성과 체내 철 저장 상태를 고려하여 식이의 heme 철분과 nonheme 철분의 흡수율을 제시하였다. 본 연구에서는 대상자들의 혈청 ferritin 농도 측정치¹⁶⁾를 기준으로 혈청 ferritin 20µg/l 이하는 저장철을 0mg, 혈청 ferritin 21~38µg/l은 저장철 250mg, 혈청 ferritin 39~75µg/l은 저장철 500mg, 그리고 혈청 ferritin 76µg/l 이상은 저장철 1000mg인 것으로 간주하였다. 대상자들의 체내 철 저장상태와 각 끼니별 MPF와 vitamin C 함량에 따라 heme 철분의 이용률과 non-

nheme 철분의 이용률을 적용하여 흡수 가능한 철분을 계산한 다음 이를 총 철분 섭취량에 대한 %로 계산하였다. 대상자 96명중 철 저장 상태가 0mg, 250mg, 500mg, 1000mg으로 분류된 대상자는 각기 46명, 28명, 19명, 3명이었다. Hallberg의 방법에 의한 식이 철분 이용률 평가는 대상자들중 혈청 ferritin 농도가 15 μ g/l 이하인 대상자의 비율을 구한 후 이로부터 이들이 제시한 기준에 따라 철분 흡수량을 계산하여 이를 총 철분 섭취량에 대한 %로 구하였다.

결과 및 고찰

1. 주요 상용 식품의 철분 함량 분석

주요 상용 식품의 철분 함량 분석 결과는 Table 2에 제시되어 있다. 분석한 식품중 현재 많이 사용되는 식품성분표⁹⁾에 수록된 함량과 비교가 가능한 120 종류에 대하여 비교한 결과가 Table 3에 요약되어 있다. 식품성분표의 함량이 본 분석치와 비슷한 것이(차이가 $\pm 10\%$ 이내) 23종이었으며 본 분석치에 비하여 10% 이상 높은 것이 37종, 10% 이상 낮은 것이 60종이었다. 식품성분표의 함량이 본 분석치보다 10% 이상 높은 것이 10% 이상 낮은 것보다 종류수는 많았으나 차이가 나는 정도가 훨씬 높아 120종 전체를 평균하면 식품성분표의 함량이 평균 42% 정도 더 높았다.

분석 자료에 따라 식품 함량의 차이가 큰 식품들을 많이 섭취하는 경우에는 철분 섭취량 계산에 많은 차이를 가져올 수 있는 것으로 우려된다. 특히 식품성분표에 우리나라 사람들이 많이 섭취하는 쌀의 철분 함량이 본 분석치보다 100% 이상 높게 나타나 철분 섭취량 계산에 많은 차이를 가져올 것으로 생각된다. 쌀의 Fe함량은 USDA의 자료¹⁷⁾¹⁸⁾에서는 0.4~0.8mg/100g으로 매우 낮고, 한국 식품연구소의 보고¹⁹⁾에서는 1.45mg/100g으로 본 연구의 분석치인 1.71mg/100g과 비슷하며, 이 수치들은 모두 농촌진흥청 식품성분표⁹⁾의 함량 3.7mg/100g보다 낮다. 이렇게 문헌에 따라 함량의 차이를 보이는 것은 분석된 쌀의 품종이나 분석조건이 다르기 때문일 수도 있으나 식품성분표가 국민

영양에서 차지하는 중요성에 비추어 일반인들이 많이 소비하는 품종을 중심으로 정확한 함량 분석 자료가 있어야 할 것으로 생각된다.

2. 여대생의 식이 철분 섭취량 및 이용률 평가
조사 대상 여대생 96명의 3일간 식이 기록으로부터 계산한 식이 총 섭취량은 본 연구의 분석 자료를 사용하여 계산하였을 때 1일 평균 13.2 \pm 3.8 mg으로 농촌진흥청의 식품성분표⁹⁾를 사용해서 계산했을 때의 15.2 \pm 4.8mg에 비하여 유의적으로 낮았으며($p < 0.05$) 두가지 방법으로 계산한 대상자들의 철분 섭취량 사이에는 유의적인 상관관계가 있었다(Fig. 1). 따라서 두 방법은 계산결과의 경향은 비슷하나 농촌진흥청의 식품성분표를 사용해서 계산했을 때에 전체적으로 섭취량이 높게 계산되는 것으로 해석된다. 이후의 본 연구의 철분 섭취량에 대한 자료 평가는 본 연구에서 분석한 철분 함량을 사용해서 계산한 결과를 사용하여 시행하였다.

대상자들의 총 철분 섭취량, heme 철분 섭취량, nonheme 철분 섭취량 및 Monsen등²⁾의 방법으로 계산한 철분 이용률이 Table 4에 제시되어 있다. 대상자들의 총 철분 섭취량중 heme 철분의 비율은 7% 정도로 매우 낮았으나 흡수 가능한 철분 중 heme 철분의 비율은 23% 정도로 비교적 높았다. 그러나 nonheme 철분의 비율이 총 철분 섭취량의 93%, 이용 가능한 철분의 77%로 nonheme 철분이 조사 대상자들의 철분 영양에서 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 대상자들의 식이 섭취 기록에서 철분을 많이 공급하는 것으로 나타난 식품이 Table 5에 제시되어 있다. 철분 공급을 가장 많이 하는 식품은 쌀이었으며, 철분 공급량이 많은 식품이 대부분 식물성 식품인 것을 알 수 있다.

철분 흡수율은 식이 철분 뿐 아니라 육류, vitamin C등 향상인자(enhancing factor)의 양도 중요하며 이는 철분을 주로 nonheme 철분의 형태로 섭취하는 것으로 나타난 본 대상자들에게 특히 중요하다. 본 연구 대상자 96명의 3일간 모든 끼니의 식사에 함유된 MPF와 vitamin C 함량은 Table 6에 제시되어 있다. 대상자들의 MPF와 향상인자의 함

Table 2. Contents of iron in foods

Foods	Contents	Foods	Contents
Cereals and grain products		Meats, meat products, and poultry	
Sorghum, milled(수수, 도정한것)	4.11± 1.51	Beef, loin(소등심)	2.58± 0.21
Rice, highly milled, japonica (쌀, 백미, 일반계)	1.71± 0.37	Beef, tender loin(소안심)	2.26± 0.06
Foxtailmillet, milled (조, 도정한것)	7.21± 0.86	Beef, round(소 흥두깨살)	2.34± 0.14
Baeksolgi(Plain steamed rice bread)(백설기)	0.92± 0.02	Pan-fried with spices(불고기)	2.68± 0.03
Songpyon(Pine-flavored rice pastry with sesame)(송편)	0.64± 0.18	Cow's liver(소간)	9.63± 0.43
Joylpyon(Plain cubed rice cake) (절편)	0.81± 0.07	Cow's 3rd stomach(소천엽)	19.21± 3.79
Chunpyon(Fermented and steamed rice bread)(증편)	0.74± 0.01	Cow's stomach(소양)	6.40± 1.76
Wheat flour, medium(First grade) (밀가루, 중력분, 1등급)	3.34± 0.53	Pork, loin(돼지등심)	1.12± 0.43
Loaf bread(식빵)	1.46± 0.15	Boiled(돼지고기 편육)	1.56± 0.29
Biscuits, soft(비스킷)	1.07± 0.15	Pork, belly(돼지 삼겹살)	1.43± 0.43
Cream-wafer(크림웨하스)	1.16± 0.04	Pan-fried(돼지 삼겹살 구이)	6.17± 0.25
Snacks(스낵)	0.57± 0.11	Ham, canned(햄 통조림)	0.94± 0.00
		Boneless ham(햄, 본래스)	1.11± 0.01
		Vienna sausage(비엔나 소시지)	1.27± 0.18
		Sausage(소시지)	2.09± 0.03
		Bacon, Cured(베이컨)	0.99± 0.17
		Pork cutlet(Mini ham) (돈까스, 미니햄)	0.93± 0.11
		Hamburger patty(햄버거 패티)	2.72± 0.07
		Chicken, breast(닭 가슴살)	1.66± 0.47
		Chicken, thigh(닭 다리살)	1.68± 0.17
		Stewed(영계백숙)	2.32± 0.07
		Fried(닭 튀김)	1.66± 0.24
Potatoes and starch foods		Fishes and shellfishes	
Potatoes(감자)	0.92± 0.06	Mackerel, fresh(고등어)	1.76± 0.13
Sauted(감자볶음)	1.04± 0.17	Broiled(고등어 구이)	1.74± 0.14
Boiled with soya sauce (감자조림)	1.35± 0.02	Boiled with seasoned soya sauce(고등어 조림)	2.10± 0.81
Potatoes, starch(감자 전분)	0.66± 0.04	Cockle clam(꼬막)	5.94± 0.53
Sweet potatoes(고구마)	1.66± 0.14	Boiled, seasoned(꼬막무침)	9.99± 0.26
Steamed(찐 고구마)	3.41± 0.04	Yellow corvenia(조기)	0.99± 0.13
Acron starch jelly(도토리묵)	1.47± 0.58	Broiled(조기구이)	1.57± 0.34
Green-lentil jelly(청포묵)	0.41± 0.03	Saury(꽁치)	2.24± 0.53
		Broiled(꽁치 구이)	3.74± 0.04
Pulse and pulse products		Blue crab(꽃게)	1.36± 0.19
Soybean, black(대두, 검정콩)	5.99± 0.81	Braised(꽃게 찜)	0.68± 0.08
Boiled with soya sauce (콩자반)	3.20± 0.06	Pacific cod(대구)	0.90± 0.10
Soybean, yellow(대두, 노란콩)	6.76± 0.00	Clam(대합)	3.29± 0.27
Soybean, curd(두부)	2.15± 0.00	Boiled(대합, 삶은 것)	6.49± 0.31
Boiled with seasoned soya sauce(두부조림)	1.79± 0.23		
Soybean curd, soft(연두부)	2.49± 0.00		

여대생의 철분 섭취량 및 이용률 평가

Foods	Contents	Foods	Contents
Small red bean, white (흰팥, 동부)	1.96±0.59	Alaska pollack, dried(북어) Boiled with seasoned soya sauce(북어조림)	2.57±0.41 1.57±0.03
Small red bean, red(붉은팥)	4.32±0.72	Spanish mackerel(삼치) Boiled with seasoned soya sauce(삼치조림)	1.58±0.22 1.21±0.10
Soybean sprout, raw(콩나물)	1.22±0.08	Top shell(소라) Boiled(소라, 삶은것)	2.93±0.12 4.30±0.29
Green vegetables		Squid(오징어) Boiled(오징어, 삶은것)	1.20±0.00 1.65±0.24
Green pepper(풋고추)	0.71±0.00	Fried(오징어 튀김)	1.44±0.00
Red pepper leaf(고추잎)	6.82±1.18	Sauted(오징어 볶음)	1.21±0.05
Chard(근대)	2.25±0.60	Seasoned, roasted product (조미 오징어 제품)	0.80±0.08
Perilla leaf(깻잎) Steamed, seasoned(깻잎찜)	2.93±0.14 2.06±0.32	Sardine(정어리) Broiled(정어리 구이)	2.51±0.11 3.44±0.10
Carrot(당근)	1.21±0.01	File flash, dried fillet(쥐치포)	1.76±0.20
Cabbage, Korea(배추) Kimchi(배추김치)	3.12±0.31 0.65±0.05	Hair tail(갈치) Broiled(갈치 구이)	1.69±0.15 0.86±0.12
Leek(부추)	2.65±0.11	Grilled, boiled with seasoned soya sauce(갈치조림)	0.65±0.00
Amaranth(비름)	7.94±0.29	Blucfin tuna(ham), canned (참치햄 통조림)	0.75±0.21
Lettuce, improved(상치, 개량종)	1.09±0.00	Bluefin tuna, canned(참치통조림)	1.28±0.25
Crown daisy, raw(쑥갓)	2.49±0.41	Mackerel, canned(고등어 통조림)	1.58±0.34
Spinach, raw(시금치) Parboiled, seasoned (시금치나물)	1.97±0.49 1.62±0.02	Small shrimp, dried(잔새우말린것) Sauted(잔새우볶음)	11.97±0.11 8.89±1.15
Mallow(아욱)	6.35±1.66	Tiger prawn(보리 새우)	1.83±0.25
Lettuce(양상치)	0.69±0.04	Seaweeds	
Cucumber, improved, fresh (오이, 개량종) Seasoned(오이생채) Seasoned, sauted(오이나물) Preserved with salt, seasoned (오이지 무침)	0.72±0.07 1.76±0.04 1.28±0.26 0.66±0.05	Laver, grilled(김, 구은것) Laver product(조미김 제품) Sea tangle, dried(다시마말린것) Sea tangle, fried(다시마튀각) Boiled(다시마 삶은것) Sea mustard, dried(미역말린것) Boiled(미역 삶은것) Stem, sauted(미역줄기볶음)	7.47±0.26 9.74±2.27 2.99±0.00 2.73±0.41 1.99±0.43 15.20±0.92 4.16±0.36 0.81±0.05
Parsley(파슬리)	5.63±0.23	Sea lettuce(파래) Seasoned(파래무침)	29.43±2.17 13.65±2.59
Sweet pepper(피망)	0.67±0.00	Milk and milk products	
Zucchini, improved, raw (호박, 개량종) meuniere(호박전)	0.67±0.14 1.23±0.14	Ice cream(아이스크림)	0.72±0.07
Light vegetables			
Egg plant, improved, raw(가지) Parboiled, seasoned(가지나물)	0.39±0.05 0.97±0.05		
Bracken,boiled(고사리) Boiled, seasoned(고사리 나물)	1.61±0.04 0.97±0.03		
Red pepper, raw(홍고추)	1.06±0.19		
Dodok(a kind of white root) (더덕)	2.45±0.34		

Foods	Contents	Foods	Contents
Doraji, raw(root of Chinese bellflower)(도라지)	0.73±0.07	Yoghurt(요구르트, 액상)	0.69±0.13
seasoned(도라지 생채)	1.01±0.14	Cow's milk, fluid(우유)	1.19±0.17
Garlic(마늘)	1.17±0.15	Processed cheese(가공치즈)	1.10±0.27
Seasoned young stem (나물쫄 무침)	1.25±0.12	Eggs	
Korean radish large root (조선 부우)	0.89±0.27	Hen's egg, whole, fresh(계란)	1.44±0.06
seasoned(부우생채)	1.28±0.09	Boiled(계란, 삶은것)	0.99±0.23
Chong-kak Kimchi(총각 김치)	0.77±0.20	Steamed with water(계란찜)	0.46±0.01
Mungbean sprout, raw(숙주)	2.04±0.42	Yolk(난황)	7.00±0.02
Parboiled, seasoned(숙주나물)	0.57±0.13	Seeds	
Cabbage, raw(양배추)	0.53±0.00	Perilla seeds, dried(들깨)	26.93±2.44
Lotus root(연근)	3.47±0.15	Sesame, white, roasted(참깨)	23.22±0.00
Yolmu(leafy radish)(열무)	2.35±0.67	Mushrooms	
Corn, boiled(옥수수, 삶은것)	0.91±0.12	Oyster mushroom, fresh (노타리 버섯)	2.20±1.32
Burdock(우엉)	1.44±0.18	Fruits	
Green onion, medium(파, 중파)	1.16±0.56	Grape(포도)	0.69±0.27
Tomato, fresh(토마토)	0.54±0.00	Grape, dried(건포도)	1.29±0.04
Fruits		Persimmon, hard(단감)	0.60±0.16
Peach, white fleshed variety (복숭아, 백도)	0.55±0.01	Korean persimmon, dried(곶감)	1.24±0.01
Pear(배)	0.52±0.04	Jujube, dried(대추, 말린것)	3.25±0.70
Apple, Fuji(사과, 후지)	0.42±0.03	Melon, musk(머스크 멜론)	0.58±0.08
Apple, red type(사과, 홍옥)	0.37±0.08	Banana(바나나)	0.86±0.16
Watermelon(수박)	0.61±0.03	Pineapple(파인애플)	0.49±0.06
Plum(자두)	0.28±0.00	Mandarin, Cheju(귤, 제주산)	0.84±0.13
Melon(참외)	0.50±0.00	Kiwi(키위)	0.72±0.11

Table 3. Comparison of iron content of foods in Food Composition Table by KRN1⁹⁾ with the results of present study

Range of Difference (%)	Number of item	Mean±S.D of difference	Example of Food items
≥200.0	6	906.17±1446.87	Clam, Green-lentil jelly, Plum Seasoned Squid(roasted), File flash (dried fillet)
100.0~ 199.9	11	132.09± 26.70	Apple(fuji), Soybean(yellow) Potatoes starch, Anchovy(medium, boiled-dried)
50.0~ 99.9	9	74.11± 10.19	Parsely, Laver product(grilled)
10.0~ 49.9	11	28.36± 11.02	Boneless ham, Dried grape, Potatoes Ham can, Hen's egg(whole), Garlic Apple(red type), Spinach
Subtotal	37	212.68± 623.16	
9.9~ -9.9	23	1.87± 5.90	Leek, Peach(white), Yellow corvenia Carrot, Mackerel
Subtotal	23	1.87± 5.90	
-49.9~-10	35	-30.40± 10.78	Spanish mackerel, Chong-kak kimchi Processed cheese, Soybean curd(soft)
≤-50	25	-72.96± 12.89	Cow's milk(fluid), Cabbage(Korea) Lotus root, Cow's 3rd stomach
Subtotal	60	-48.13± 24.13	
Total	120	41.87± 362.27	

여대생의 철분 섭취량 및 이용률 평가

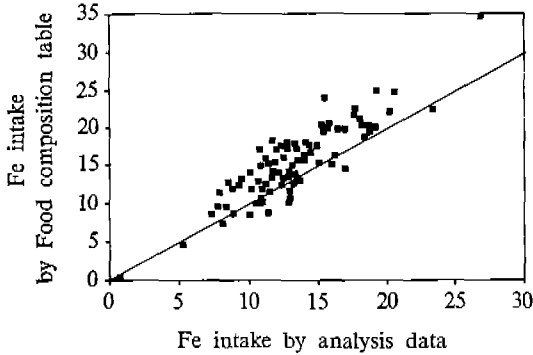


Fig. 1. Plot of iron intake of subjects calculated with iron contents of foods analyzed in this study and those in Food Composition Table, KRNI ($r=0.8867$, $p<0.001$).

량은 저녁 식사에 가장 많았으나 vitamin C는 간식이 가장 높았다. 1일 평균 MPF와 vitamin C 섭취량은 각기 86.7g과 49.3mg으로 총 향상 인자의 양은 135.93이다. 대상자들의 각 끼니별로 MPF, vitamin C, 향상 인자를 계산하여 Mosen의 철분

Table 4. Dietary total and available iron intake calculated by Mosen method²⁾

Dictary intake	Mean S.D.
Iron intake	
Total Fe(mg/d)	13.19± 3.78
(mg/1,000kcal)	8.21± 1.68
Heme Fe(mg/d)	0.94± 0.85
Nonheme Fe(mg/d)	12.26± 3.28
Available iron	
Available heme Fe(mg)	0.28± 0.26
Available nonheme Fe(mg)	0.91± 0.50
Total available Fe(mg)	1.21± 0.67
(% of total Fe)	9.31± 4.6

Iron storage was estimated from serum ferritin level of each subject

이용률 평가 기준에 따라 나누었을 때 67.1%의 식사가 저이용률 식사에 해당하였으며 12.7%만이 고이용률 식사에 해당하여 대상자들의 식사의 대부분이 철분 이용률이 낮음을 알 수 있다(Table 7).

Table 5. Major food sources of iron from three-days food intake records of the subjects

Foods	Intake (g/day)	Iron (mg/day)	% Total intake
1 Rice, highly milled, Japonica (쌀, 백미, 일반계)	118	2.03	15.39
2 Cow's milk, fluid(우유)	106	1.29	9.78
3 Instant fried noodle(라면)*	31	0.57	4.32
4 Wheat flour, medium(first grade) (밀가루, 중력분)	14	0.48	3.64
5 Hen's egg, whole, fresh(계란)	28	0.41	3.11
6 Karaeddok(가래떡)*	20	0.40	3.03
7 Beef(쇠고기)	16	0.39	2.96
8 Loaf bread(식빵)	25	0.36	2.73
9 Pork lean meat(돼지고기)	11	0.34	2.58
10 Soybean, curd(두부)	13	0.28	2.12
11 Kimchi, cabbage(배추김치)	34	0.23	1.74
12 laver, dried(김, 말린것)*	1	0.23	1.74
13 Solen(맛살)*	1	0.16	1.21
14 Chicken, gizzard(닭, 모래주머니)*	2	0.14	1.06
15 Shiruddok(시루떡)*	5	0.14	1.06
16 Sponge cake(스폰지 케익)*	11	0.14	1.06

*Calculated from food composition Table, KRNI⁹⁾

대상자들의 1일 평균 이용 가능한 철분은 1.23 mg으로 총 철분 섭취량의 9.31%로 비교적 낮은 편이었는데 이는 nonheme 철분의 비율이 높고 육류와 vitamin C 등 enhancing factor의 섭취가 비교적 적어 철분의 흡수율이 제한을 받기 때문으로 생각된다. 김등⁷⁾은 같은 방법으로 철분 섭취량과 흡수율을 조사한 보고에서 우리나라 남녀 대학생의 이용 가능한 철분 섭취량은 1일 평균 0.64mg과 0.80 mg으로 총 철분 섭취량의 4.5%와 7.4%라고 하여 본 연구결과가 훨씬 높았다. 이는 이들의 연구에서 대상자들의 철 저장을 500mg으로 가정하고 계산한데에 중요한 원인이 있는 것으로 생각된다. 본 조사대상자들을 혈청 ferritin 농도에 따라 철 저장 상태를 분류했을 때 500mg 이상을 철을 저장한 것으로 분류된 사람은 총 96명중 22명뿐이고 전혀 없는 사람이 거의 반에 달하였다. 그러므로 대상

자들이 모두 500mg 정도의 철을 가진 것으로 가정하면 철분 저장을 과대평가하게 되며 이는 결과적으로 철 이용율을 실제보다 낮게 평가하게 된다. 본 조사에서 대상자들의 철 저장이 모두 500 mg으로 가정하고 계산하였을 때 1일 평균 이용 가능한 철분의 양은 heme 철분 0.21mg, nonheme 철분 0.56mg으로 총 0.77mg이 되어 식이 철분 이용율은 5.84%로 평가되어 실제와 많은 차이가 났으며 전기한 김등의 보고와 비슷한 수준으로 나타났다. 따라서 식이 철분 이용율을 계산할 때에는 체내 철 저장 상태를 반드시 고려해야 하겠다. Raper등²⁰⁾은 미국 USDA의 Nationwide Food Consumption Survey(NFCS)에서 19~34세의 여성을 대상으로 Monsen등의 방법을 이용하여 철분 이용율을 계산하였다. 대상자들의 1일 평균 철분 섭취량은 평균 10mg이며 이중 heme 철분은 10% 정도로 나

Table 6. Intake of MPF, ascorbic acid, and total enhancing factors by meals

Meal	MPF(g)	Ascorbic acid(mg)	Total enhancing factor ^b
Breakfast	19.66±2.36 ^a	8.17±0.89	27.82±2.64
Lunch	16.90±1.82	7.21±0.76	24.11±2.04
Dinner	44.41±3.47	15.47±1.54	59.89±3.79
Snack	5.37±1.80	18.56±2.02	23.93±2.72
Total	86.67±6.40	49.26±3.49	135.93±7.15
Average for one meal	21.58±1.29	12.35±0.71	33.94±1.50

^aMean±S.E.

^bTotal enhancing factor=MPF(g)+Ascorbic acid(mg)

Table 7. The distribution of meals of all subjects according to three level of availability of Fe as classified by Monsen²⁾

	Number of meal	Percentage(%)
Low availability meal		
MPF<30g or		
Ascorbic acid<25mg	773	67.1
Medium availability meal		
MPF 30-90g or		
Ascorbic acid 25-75mg	233	20.2
High availability meal		
MPF>90g or		
Ascorbic acid>75mg or	146	12.7
MPF 30-90 and ascorbic acid 25-75mg		
Total	1152	100.0

여대생의 철분 섭취량 및 이용률 평가

타났고 체내 철 저장량이 500mg인 것으로 가정하고 철분 이용률을 계산하였을 때 8.1~8.2%로 보고하여 본 연구 결과인 9.31%보다 다소 낮았으나 본 연구에서 대상자들의 철 저장량을 500mg으로 가정한 계산 결과인 5.84% 보다는 현저히 높았다. 이는 이들의 heme 철분 비율이 본 대상자들에 비하여 2배 정도로 높고 향상인자의 섭취 또한 높았기 때문으로 생각된다.

Hallberg와 Rossander-Hultén⁵⁾의 방법에 의해 조사 대상자들의 철분 흡수율을 평가한 결과는 Table 8에 제시되어 있다. 본 연구에서 혈청 ferritin 16 µg/l 이상인 조사 대상자가 총 인원의 약 60% 이므로 Hallberg와 Rossander-r-Hultén이 제시한 대상자들의 1일 평균 철분 흡수량은 1.48mg이다. 따라서 대상자들의 평균 철분 섭취량 13.2mg 중 1.48mg을 흡수하므로 철분 흡수율은 11.22%로 계산되며 이는 Monsen²⁾의 방법에 의해 계산된 흡수율인 9.31% 보다는 높다. Hallberg와 Rossander-Hultén⁵⁾은 여러 나라에서 성인 여성들을 대상으로 조사된 결과들을 이용해 자신들의 방법으로 흡수율을 계산하여 비교하였는데⁵⁾(Table 8) 스웨덴 여성 148명을 대상으로 한 식이 섭취 조사 결과에서 철분 흡수율은 14%이었으며 프랑스 여성 476명을 대상으로 한 식이 섭취 조사 결과에서는 철분 흡수율이 16%로 나타났다. 또한 미국 NHANES II study로 부터 계산된 미국 식사의 철분 흡수율은 16.6%로 서구 지역 성인 여성들의 철분

흡수율은 본 연구에서 계산된 11.22%보다는 모두 높은 수준이었다. 이들은 서구 성인 여성의 혼합 식사의 철분 흡수율은 15% 내외이며 육류와 채소 함량에 따라 17% 정도까지 높아질 수 있는 반면 채식을 하는 사람에서는 5~12% 정도로 혼합 식이보다 훨씬 낮을 것으로 예측하였다.

본 조사 대상자들의 1일 평균 식이 철분 섭취량은 13.2mg으로 영양 권장량에 비하여 매우 낮은 수준이며 철분 이용률 또한 방법에 따라 9.3%와 11.22% 정도로 낮았다. 본 연구에서 사용한 식이 철분 이용률을 평가하는 두가지 방법은 그 접근법이 서로 다르다. Monsen의 방법은 체내 철 저장량을 기준으로 식이 구성과 섭취하는 철분의 형태에 따라 개인별로 철분 흡수율을 계산하는 반면 Hallberg의 방법은 가임기 성인 여성 집단을 대상으로 수집한 자료로부터 평균 이용률을 계산한다. 본 조사대상자에서 두 방법중 어느 것이 더 실제값에 가까운 것인가는 판단할 수 없으나 두 방법 모두 서구 성인 여성들의 철분 이용률보다 낮게 평가되었다. 이는 우리나라 식사가 육류의 섭취가 적어 heme 철분의 비율이 낮으며 향상인자의 섭취도 적어 이용률이 낮기 때문이다. 따라서 우리나라 젊은 성인 여성의 철분 섭취량과 그 이용률을 높일 수 있는 식사를 구성하는 방안이 연구되어야 하리라고 생각된다. Ajayi와 Nnaji²¹⁾는 성인여성들에게 1일 50mg의 ascorbic acid를 8주간 공급시켰을 때 대상자들의 평균 hemoglobin 농도가 12.5g/dl에서 14.3g/dl로 증가

Table 8. Comparison of dietary iron availability in adult women by Hallberg method⁵⁾

	This study	Bengtsson et al ^a	Galan et al ^a	NHANES II ^a
Subject	Korean women	Sweden women	French women	U.S. women
Number of subjects	96	148	476	—
% of iron deficiency	40.6 %	30.0 %	16.0 %	18.0 %
Average daily absorbed Fe(mg)	1.48	1.65	1.74	1.74
Dietary Fe intake(mg)	13.19	11.80	10.92	10.50
Availability of dietary Fe(%)	11.22	14.00	16.00	16.60

^aAdapted from Hallberg and Rossander-Hultén(5)

하고 hematocrit치는 38.9%에서 43.2%로 증가했다고 보고하였다. 우리나라의 식이는 식물성 식품이 총 식품섭취량의 80% 이상을 차지하며 철분 섭취량의 79%가 식물성 식품에 의존하고 있으므로 전체적으로 철분 이용율은 낮을 것으로 추측된다. 따라서 식이의 철분 함량을 증가시킴과 동시에 동물성 단백질, vitamin C 등 철분 이용을 증가시키는 인자들을 적극 고려하여 식사를 구성할 필요가 있다.

본 조사는 우리나라 성인 여성중 극히 일부분을 대상으로 시행되었으므로 이 결과를 우리나라 전체 성인 여성 또는 우리나라 식이의 전반적인 현상으로 확대하는 데에는 무리가 있는 것으로 생각된다. 그러나 앞으로 임신, 출산 등에 대비하여 철분의 영양이 매우 중요한 여대생의 철분 결핍 빈도가 높게 나타난 점은 앞으로 영양학에서 학문적으로나 정책적으로 관심을 가져야 할 문제라고 생각된다. 또한 여대생들이 경제적으로 비교적 윤택한 계층임을 고려할 때 이들보다 경제 사회적 상태가 나쁜 우리나라 성인 여성에 대하여 더욱 많은 관심이 요청된다고 하겠다. 또한 피입 기구를 사용하는 성인 여성이나 10대 소녀들은 철분 필요량이 보통 성인 여성보다 더 높은 것으로 보고되고 있으므로 이들을 대상으로 하는 연구가 시행되어야 하겠다.

요약 및 결론

우리나라의 식이 섭취조사에서 철분 섭취량 계산에 이용할 수 있도록 주요 식품 178종의 철분 함량을 ICP를 이용하여 분석하고 이 분석자료를 이용하여 여대생 96명을 대상으로 시행한 3일간의 식이 섭취 기록으로부터 철분 섭취량과 이용율을 계산하였다.

1) 주요 식품 178종의 철분 함량을 분석하고 이중 현재 사용되는 식품성분표와 비교가 가능한 120종을 비교한 결과 23종은 비슷하고 나머지는 10% 이상의 차이를 보여 철분 섭취량을 정확하게 계산할 수 있는 기초자료가 매우 필요한 것으로 나타났다.

2) 본 분석자료를 이용하여 여대생 96명의 3일간 식이 섭취 기록으로부터 계산한 이들의 1일 평균

철분 섭취량은 13.2mg, heme 철분 섭취량은 0.94mg, nonheme 철분 섭취량은 12.26mg으로 nonheme 철분이 총 철분의 93%에 달하였다. 철분 섭취량은 사용하는 식품 함량 자료에 따라 15% 정도 다르게 계산되었다.

3) 대상자들의 혈청 ferritin 농도로 체내 철 저장량을 추정하여 Monsen의 방법에 의하여 흡수가능한 철분을 계산한 결과 heme 철분 0.28mg, nonheme 철분 0.91mg으로 각기 총 흡수 가능한 철분의 23%, 77%에 해당하였으며 식이 철분 이용율은 9.31%로 계산되었다.

4) 대상자들의 혈청 ferritin 농도로 철 결핍을 판정하여 Hallberg의 방법으로 철분 이용율을 계산하였을 때, 철분이 부족한 비율은 40%, 1일 철분 흡수량은 1.48mg으로 나타나 식이 철분 이용율은 11.2%로 계산되었다.

이상의 결과에서 식이 철분 섭취량을 계산하는데 사용하는 체계적이고 통일된 식품의 철분 함량자료가 매우 시급함을 알 수 있다. 본 조사대상자들에서 혈청 ferritin 농도로 추정된 철분 부족 비율이 높고 두 방법으로 계산한 철분 이용율은 서구의 성인 여성을 대상으로 한 결과에 비하여 낮았다. 따라서 우리나라 성인 여성의 철분 섭취량과 이용율을 높일 수 있는 방안이 연구되어야 하겠다. 또한 본 조사가 극히 제한된 인원을 대상으로 시행되었으므로 우리나라 여성 전반에 대한 체계적인 연구가 요청된다.

Literature cited

- 1) Layrisse M, Martinez-Torres C, Roche M. Effect of interaction of various foods on iron absorption. *Am J Clin Nutr* 21 : 1175-1183, 1968
- 2) Monsen ER, Hallberg L, Layrisse M, Hegsted DM, Cook JD, Mertz W, Finch CA. Estimation of available dietary iron. *Am J Clin Nutr* 31 : 134-141, 1978
- 3) 보건사회부. 국민영양조사 보고서, 1990
- 4) Monsen ER, Balintfy JL. Calculating dietary iron bioavailability: Refinement and computerization. *J Am Diet Assoc* 80(4) : 307-311, 1982
- 5) Hallberg L, Rossander-Hultén L. Iron requireme-

여대생의 철분 섭취량 및 이용률 평가

- nts in menstruating women. *Am J Clin Nutr* 54 : 1047-1058, 1991
- 6) 이일하 · 이인열 · 노영희 · 백희영 · 김경숙 · 조재현. 우리나라 성인의 칼슘, 인 및 철분의 배설량에 관한 연구. *한국영양학회지* 21(5) : 317-323, 1988
 - 7) 김숙희 · 이일하 · 백희영. 한국인 칼슘 및 철분 권장량 책정을 위한 기초 연구. 한국 인구 보건 연구원, 1986
 - 8) 한국 인구 보건 연구원. 한국인 영양 권장량(제 5차 개정), 1989
 - 9) 농촌진흥청 농촌 영양 개선 연수원. 식품 성분표(제 4개정판), 1991
 - 10) 백희영. 평상식을 섭취하는 우리나라 성인 여성들의 주요 무기질 대사에 관한 연구. 숙명여자대학교 논문집 28 : 549-563, 1988
 - 11) 윤서석. 한국음식 pp519, 수확사, 서울, 1986
 - 12) 한국식품공업협회. 식품공전 pp509, 1991
 - 13) 한국식품공업협회 식품연구소. 식품 및 음식의 눈대중량, 1988
 - 14) Cook JD, Monsen ER. Food iron absorption in human subjects. III. Comparison of the effects of animal proteins on nonheme iron absorption. *Am J Clin Nutr* 29 : 859-867, 1976
 - 15) 계승희. 한국 여대생의 철분과 비타민 C 영양상태 평가 및 이에 영향을 미치는 요인 분석. 숙명여자대학교 박사학위논문, 1992
 - 16) 우리나라 젊은 성인 여성의 철분 영양상태와 이에 영향을 미치는 식이요인 분석(1) : 혈액의 철분 영양상태 평가지표의 비교 및 분석. *한국영양학회지* 26 : 692-702, 1993
 - 17) United States Department of Agriculture, Nutritive value of foods, 1991
 - 18) United States Department of Agriculture, Nutritive value of American foods, Agriculture handbook No. 456, 1975
 - 19) 한국식품연구소. 한국인의 상용식품 중 무기질 함량에 관한 연구, 1989
 - 20) Raper NR, Roserthal JC, Woteki CE. Estimates of available iron in diets of individuals 1 year old and older in the Nationwide Food Consumption Survey. *J Am Diet Assoc* 84(7) : 783-787, 1984
 - 21) Ajayi OA, Nnaji U. Effect of ascorbic acid supplementation on haematological response and ascorbic acid status of young female adults. *Ann Nutr Metab* 34 : 32-36, 1990