폐경기 이후 여성의·철분영양상태 및 철분이용율에 관한 연구*

A Study on Iron Nutritional Status and Dietary Iron Bioavailability of Postmenopausal Women in Jeon-Ju Area*

우석대학교 식품영영학과
교 수 주 은 정
원광대학교 식품영양학과
교 수 김 인 숙
강 사 서 은 아

Department of Food & Nutrition, Woosuk University
Professor : Eun-Jung Joo
Department of Food & Nutrition, Wonkwang University
Professor : In-Sook Kim
Instructor : Eun-A Seo

목 차

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 연구내용 및 방법
Ⅲ. 결과 및 고찰
Ⅳ. 요약 및 결론
참고문헌

<Abstract>

The purpose of this study was to assess the iron nutritional status and dietary iron availability of postmenopausal women residing in Jeonju area. The anthropometric parameters, nutrient intake and biochemical status of iron were measured from 57 postmenopausal women aged 50~74 years old. Mean values of hemoglobin(Hb), hematocrit(Hct), serum iron(Fe), total iron binding capacity(TIBC) and serum ferritin(Ferritin) concentration were 12.82±1.03g/*dl*, 37.68±2.99%, 92.60±46.66ug/*dl*, 353.0±54.48ug/*dl*, 86.86±100.7ug/ *l* respectively. Prevalence of iron deficiency greatly varied by indices from 14.04% when judged by Ferritin(<20ug/*l*) to 40.4% by TIBC(>360μg/*dl*). The anemic subjects assessed with Hct percent(36%) represented 22.8%, whereas 21.1% of the subjects possessed less than 12g/dl of Hb. Ferritin concentration showed a significantly negative correlation with TIBC($r=-0.343$, $p<0.01$) and a

* 이 논문은 2000년도 우석대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

positive correlation with MCHC(r=0.361, p<0.01). The mean daily intake of iron was 10.62mg and intake of heme iron was 5.3%(0.56mg) of total iron intake. Total absorbable iron caculated by the method of Monsen was 0.49mg and bioavailability of dietary iron was 4.61%. Ferritin concentration was positively associated with total iron intake(r=0.264, p<0.05), dietary nonheme iron(r=0.286, p<0.05) and iron of animal food (r=0.364, p<0.01). But Ferritin concentration was not correlated dietary heme iron(r=-0.137, p>0.05). Major food groups of iron intake were vegetables(20.15%), cereals(19.59%) and fishes(12.34%) in postmenopausal women. Intake of eggs was positively associated with Ferritin(r=0.473, p<0.01).

I. 서 론

철분결핍은 세계에서 가장 흔한 영양결핍(Guyatt 1990)으로 개발도상국가 뿐만 아니라 선진국에서도 철분결핍 발생율이 높게 나타나고 있다(Vijver 등 1999). 철분결핍성 빈혈의 위험인자는 불충분한 철분섭취, 낮은 철분의 이용율, 요구량의 증가, 증가된 손실을 들 수 있고, 개발도상국가의 철분결핍성 빈혈의 주된 원인은 불충분한 철분섭취와 체내 이용율의 저하라고 보고(Du 2000)하고 있다.

우리나라에서는 철분 영양상태에 대한 연구는 사춘기 여중·고생(안홍석 등 1999, 이선희 등 1999)및 여대생(정해랑 등 1991, 남혜선·이선영 1992, 계승희·백희영, 1993ab, 이규희 등 1997, 손숙미·성수임 1998)을 비롯한 가임 여성들(이주연 등 1996)을 대상으로 한 보고가 대부분이었다. 일반적인 영양조사에서 가장 많이 사용되는 hemoglobin(Hb)농도와 hematocrit(Hct) 비율은 심한 철분 결핍에서만 확인이 가능하므로 철분결핍의 초기 단계인 체내 저장량 감소를 찾기 위하여 철저장 상태를 반영해 주는 혈청 ferritin 함량을 많이 사용하였다. 계승희·백희영(1993a)과 손숙미·성수임(1998)의 연구에서 Hb 농도를 기준으로 사용하였을때의 철분결핍은 각각 4.2%와 11.8%에 해당하였으나, 혈청ferritin 함량을 사용하였을 때는 기준이하가 40.6%와 56.0%로 높게 나타났다. 이와 같이 혈청ferritin 함량은 체내 철분 보유량과 높은 상관관계를 보이고 철 결핍이 심각해지기 전에 경고할 수 있으며 정상인 경우와 겹치는 범위가 적어 철분부족이나 과다, 정상등 어떤 경우에나 적용이 가능하므로 철분영양상태를 좀 더 정확히 파악하기 위해서는 체내 철 저장량을 함께 보는 것이 바람직하다고 하였다(정해랑 등 1991). 철분저장은 연령이 증가하면서 상승하지만, 개발도상 국가의 노인들에서 철분결핍의 증상과 낮은 체내 저장이 여전히 나타나고 있다(Finch 등 1998). 그러나 노인들의 철분결핍과 철분결핍성 빈혈의 발생을 측정하는 것은 어렵다(Ahluwalia 등 1993). 이는 연령에 따른 철분상태의 지표들이 정상적으로 변화되지 않기 때문이다(Johnson 등 1994). Herbert(1992)와 Klipstein-Grobusch 등(1999)은 노인에 있어서 혈청 ferritin 함량이 증가하면 심근경색 등이 나타난다고 하였으며, 철저장의 평가 기준점으로 과잉의 혈청ferritin 농도를 200$\mu g/l$이상으로 하였고, 노인들에 있어서 높은 농도의 혈청ferritin과 LDL-cholesterol (5nmol/l이상)의 결합이 급성 심근경색의 위험을 동반한다고 보고하였다. Dawson-Hughes 등(1986)의 연구에서 평균 연령이 65세(59~70세)인 폐경기 이후 여성들이 nonheme철을 포함한 식사에 Ca carbonate나 hydroxyapatite를 함께 섭취했을 때, 철분 보유량이 유의적으로 감소되었음을 보고하였다. 철분흡수에 칼슘의 영향에 관한 기전은 Barton 등(1983)의 동물실험에서 칼슘이 소장점막에서 철분의 흡수를 저해하고, 순환계로 철분의 이동을 막는다고 보고하였다.

철분의 체내 이용에 관한 연구중에서 한국인의 철분권장량 책정을 위한 기초연구(김숙희 등 1986)에서 철분의 이용율은 7%로 낮게 보고하였으며, 여대생을 대상으로 한 보고(이규희 등 1997)의 철분 섭취량은 13.15mg으로 heme철이 총섭취량의 6.3%, 나머지 93.4%가 nonheme철로 섭취하였고, 철분 이용율이 9.66%였다. Doyle 등(1999)은 65세 이상의 노인을 대상으로 한 연구에서 알코올, 비타민 C, 단백

질, heme철, nonheme철 및 섬유소와 철분영양상태는 양의 상관관계를 보고하였으나, 칼슘을 포함한 유제품과 차의 섭취는 철분영양상태와 음의 상관관계가 나타난다고 하였다. 특히 heme철의 섭취와 혈장ferritin 및 혈장철분과는 양의 상관관계를 보였으나, nonheme철의 섭취는 Hb농도와 음의 상관관계를 보고(Root 등 1999)하였다. 이와같이 가임기간의 여성들에게 철분영양상태를 가장 민감하게 반영하는 지표가 혈청ferritin 함량이지만, 올바른 철분영양상태를 평가하기 위하여 Hb농도, Hct비율, 혈청철분, 총철결합능(TIBC) 및 혈청ferritin등의 분석이 필요하였다. Osler 등(1998)은 중년을 대상으로 식사요인 중 알코올 음료와 혈청 ferritin 함량, 비식사요인으로 혈청 ferritin 함량과 혈액손실(남자는 헌혈, 여자는 생리)과의 관계를 보고하였으며, 노인에게는 감염과 염증성 질환들이 철분결핍을 초래한다고(Doyle 등 1999) 하였다. 그동안 우리나라에서 철분의 영양상태와 철분이용율에 관한 연구는 철분 결핍성 빈혈의 발병 빈도가 높은 가임 여성들에 대한 보고 외에는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 전주시에 10년 이상 거주한 폐경기 이후 여성들을 대상으로 신체계측 및 식이섭취량을 조사하고, 혈액을 분석하여 철분영양상태를 평가하였다. 또한 섭취한 철분의 급원식품과 철분의 영양상태 지표와의 상관관계를 비교하고 철분의 체내 이용율을 계산하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 기간

전주 시내에 거주하는 50~74세 폐경기 이후 여성 57명을 대상으로 1998년 12월부터 1999년 1월 까지 실시되었다.

2. 신체 계측

신장과 체중은 가벼운 옷을 입은 상태에서 측정하였고, 상박피부 두겹두께(Triceps Skinfold Thickness: TSF)는 caliper를 사용하여 측정하였다. 체지방량은 근적외선(Near Infrared Ray: NIR)을 사용하였으며, 체격은 신장을 기준으로 해서 elbow cage를 이용하여 small, medium, large로 판정한 후 체지방율(Fat percent), 체지방량(Fat weight), 제지방량(Lean Body Mass: LBM) 및 총수분량(Total Body Water: TBW)을 측정하였다.

3. 영양소 섭취량 및 철분 흡수율

식품 섭취조사는 주말을 피하여 화요일부터 토요일 사이에 실시하였으며, 오전 6시부터 9시 사이에 직접 1:1로 면담하여 24시간 회상법으로 조사하였다. 섭취한 식품의 종류와 양을 정확하게 조사하기 위하여 식품모형(대한 영양사회)과 실물 크기 사진(大家製藥株式會社 健康增進本部, Japan)을 사용하였고, 혼식비율을 대상자들이 쉽게 알수 있도록 직접 조리한 상태의 잡곡밥을 제시하였다. 영양소 섭취량은 한국인 영양권장량 부록을 Data base로 한 영양평가 시스템(서울대학교 1997)을 이용하여 계산하였다.

철분의 이용율을 구하기 위하여 이선희 등(1999)의 방법을 사용하였다. 육류, 가금류, 생선류(Meat, Poultry, Fish: MPF)의 섭취량, 철분 섭취량 및 비타민 C 섭취량을 매 끼니별로 산출하였다. Heme철은 MPF에 함유되어 있는 총 철분의 40%로 간주하고, 그 나머지 60%와 그 외 식품의 철분을 합하여 nonheme철로 하였다. Monsen 등(1978)의 방법에 따라 heme철의 이용율은 혈청 ferritin 함량에 따라 결정하였고, nonheme철의 이용율은 MPF 및 비타민 C 섭취량에 의하여 결정하였다. 이와 같이 매 끼니당 섭취된 heme철과 nonheme철의 이용량을 구하여 이 두가지 합을 총 이용량으로 하였다.

4. 생화학적 분석

아침 공복시에 정맥혈로부터 혈액을 채취하였으며 혈액의 일부는 EDTA로 처리된 tube에 옮겨져

6,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 혈청을 얻었다.

혈청중의 철분은 transferrin과 결합되어 있으므로 철분은 CLNM Fe (第一化學, Japan)을 사용하여 비색법으로 자동 분석기(Hitachi 7150, Japan)에서 분석하였다. 총 철분 결합능(Total Iron Binding Capacity: TIBC)은 철분과 불포화 철분 결합능(Unstaturated Iron Binding Capacity: UIBC)의 합으로 계산하였다. 혈청 ferritin은 ferritin DSL-3000 (DSL, USA)을 사용하여 immuno radiometric assay 방법으로 Gamma-counter(Hewlettparkard, USA)에서 측정하였다. Complete blood cell count (RBC, Hb, Hct, MCV, MCH, MCHC)는 Isotone Ⅲ/Lytic reagent/clenz/4c를 사용하여 자동 혈액 분석기(Coulter STKR, USA)로 측정하였다.

5. 통계처리

본 연구의 통계처리는 SPSS 프로그램을 이용하여 처리하였다. 조사대상자들의 신체계측치, 영양소 섭취량 및 혈액 분석자료 등은 평균과 표준편차로 표시하였다. 철분영양상태 평가시 사용된 변수들 및 철분섭취 식품군들 간의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient를 계산하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 신체계측

본 연구 대상자들의 신체계측 결과는 〈Table 1〉과 같다. 조사대상자의 평균 연령은 61.07세로 신장과 체중은 153.54±4.39cm와 57.07±6.96kg이었다. 이는 한국인 영양권장량(1995년 제 6차 개정) 산정시 제시한 50~64세 여자의 신장 157cm, 체중 57kg에 비교하면 신장은 작고, 체중은 유사하였다. BMI는 24.20±2.63kg/m^{2}으로 정상범위의 상한선에 속하였으며, BMI가 25kg/m^2 이상인 경우를 비만의 기준치로 삼으면 38.6%가 비만에 속하였다. WHR은 0.84로 0.85 이상을 복부비만으로 판정(이정원 등 1999)하므로, 정상 범위의 상한선에 속하였다. 체지방 함량(%)은 28.38±4.55%로 체중과다에 속하였으며, 30% 이상인 비만이 57.7%나 되었다. 피부두겹두께(TSF)는 25.95±5.83mm로 NHANES Ⅱ (National Health and Nutrition Examination Survey Ⅱ)조사결과에서 60~69세의 기준치(Gibson 1990)와 비교하면 68.4 percentiles에 해당하였다. 평균 혈압은 122.28/81.05mmHg로 정상 혈압 범위에 속하였지만, 이완기 혈압이 91mmHg 이상인 경우가 10.53%, 수축기혈압이 141mmHg 이상도 10.53%였다. 이는 1995년도 국민영양조사(보건복지부 1997)에서 중소도시에 거주하는 여자들의 91mmHg 이상인 경우가 7.0%, 141mmHg 이상이 7.7%로 보고되어 있으므로 본 연구대상자들이 고혈압 비율이 더 높았다.

<Table 1> Physical characteristics of the subjects

(n=57)

Variable	Mean±S.D[1)]	Range
Age(years)	61.07± 5.98	50 - 74
Height(cm)	153.54± 4.93	143.0 - 163.0
Weight(kg)	57.07± 6.96	45.0 - 74.0
BMI[2)](kg/m^2)	24.20± 2.63	19.4 - 30.5
Waist to hip ratio	0.84± 0.07	0.73 - 0.99
Body fat(%)	28.38± 4.55	11.0 - 34.0
Body fat(kg)	16.21± 3.53	6.0 - 23.0
LBM[3)](kg)	41.02± 5.50	31.0 - 52.0
TBW[4)](%)	54.36± 3.04	51.0 - 66.0
TSF[5)](mm)	25.95± 5.83	13.0 - 39.0
DBP(mmHg)[6)]	81.05±10.64	60 - 110
SBP(mmHg)[7)]	122.28±18.99	80 - 170

1) SD: standard deviation 2) BMI: body mass index
3) LBM: lean body mass 4) TBW: total body water
5) TSF: triceps skinfold thickness
6) DBP: diastolic blood pressure
7) SBP: sistolic blood pressure

2. 영양소 섭취량 및 철분급원 식품

조사 대상자들의 영양소 섭취량은 〈Table 2〉와 같다. 평균 열량 섭취량은 50~64세에서 1644.9±426.12kcal이고, 65~74세 에서는 1516.4±523.4kcal로, 각각 권장량의 82.3%와 89.6%였다. 단백질의 평균 섭취량은 54.98±19.38g으로 권장량의 91.6%였으며,

<Table 2> Daily nutrient intake of the subjects

(n=57)

Variable	Intake(% of RDA)	Range
Energy(kcal)[1]	1644.9±426.1[3](82.3)	883.3 - 3033
Energy(kcal)[2]	1516.4±523.4 (89.6)	693.6 - 2677
Carbohydrate(g)	284.45±86.96	137.0 - 533.7
Protein(g)	54.98±19.38 (91.6)	16.13 - 114.4
Animal protein(g)	19.00±15.44	0.00 - 83.19
Fat(g)	22.86±11.86	2.80 - 51.93
Crude fiber(g)	9.55±3.79	2.24 - 54.11
Calcium(mg)	504.2±273.4 (72.0)	137.3 - 1334
Phosphorus(mg)	797.7±305.6 (114)	268.6 - 1756
Iron(mg)	10.62±6.11 (88.5)	2.28 - 34.56
Vitamin A(μg/RE)	468.33±917.98(66.9)	15.62 - 1259
Thiamin(mg)	1.10±0.65 (111.2)	0.35 - 4.42
Riboflavin(mg)	1.01±0.54 (83.9)	0.26 - 2.79
Niacin(mg)	14.02±5.95 (107.9)	4.74 - 28.56
Vitamin C(mg)	133.97±95.49(244.0)	19.81 - 414.4

1) Subjects aged 50~64 years
2) Subjects aged 65~74 years
3) Mean±S.D

동물성 단백질 섭취량은 19.0g으로 단백질 섭취량의 34.6%였다. 총열량 섭취중 당질: 단백질: 지질의 구성 비율은 70.7: 13.6: 12.6으로 이상적인 3대 영양소 구성 비율인 65: 15: 20에 비하여 당질의 섭취량이 많고, 지질 섭취량이 특히 부족하였다. 비타민과 무기질 섭취량중 권장량에 부족되는 영양소는 비타민 A, 비타민B2, 칼슘, 및 철분으로 각각 468.33±917.98R.E, 1.01±0.54mg 504.2±273.4mg, 10.62±6.11mg으로, 권장량의 66.9%, 83.9%, 72.0%, 88.5%를 섭취하여, 비타민 A의 섭취가 가장 부족하였다. 이주연 등(1996)의 연구에서 50~59세 여자의 철분 섭취량이 11.1mg로 권장의 92.5%였으며, 平成7年(1995년도) 일본 국민영양조사에서 여자의 철분섭취량이 50~59세에 12.6mg, 60~69세 12.2mg, 70세 이상은 10.8mg으로 모두가 일본의 폐경기 이후 여성의 철분 권장량인 10mg 이상을 섭취하고 있었다. 본 연구에서 평균 철분섭취량은 10.62mg으로 권장량의 88.5%이며, 연령별로 나누어 비교했을 때 50~64세에 11.64±6.57mg으로 권장량의 97.0%로 이주연 등(1996)의 보고와 비슷하였고, 65~74세 에서는 7.76±3.28mg으로 권장량의 64.7%를 섭취하여 70세 이상의 일본여자들 보다 철분섭취량이 현저하게 낮았다.

3. 혈액분석에 의한 철분영양상태

혈액중 철분의 영양상태를 분석한 결과는 〈Table 3 및 4와 같다. Hb농도는 평균 12.82±1.03g/dl로, WHO에서 제시한 빈혈기준치인 12g/dl 보다 낮은 대상자들이 21.1%였다. 平成7年(1995년도) 일본의 국민영양조사에서 50~59세 평균 Hb농도는 13.4g/dl로 기준이하가 9.5%로 보고되었으며, 1995년도 우리나라 국민영양조사(보건복지부 1997)에서 17세 이상의 여자는 Hb농도가 기준이하인 대상자들이 34.3%로서 많았다. 여대생을 대상으로 한 계승희·백희영(1993a)의 연구에서 평균 Hb농도가 13.49g/dl으로 빈혈 발생율이 4.2%였고, 이규희 등(1997)은 13.64g/dl로 12.2%가 빈혈이었으며, 손숙미·성수임(1998)은 12.9g/dl로 11.8%가 빈혈로 보고되었다. 이와같이 폐경기 이후 여자의 평균 Hb농도가 여대생 보다 낮고, 빈혈 발생율도 오히려 높게 나타났다.

혈청ferritin 농도는 체내 철 저장량을 잘 반영해 주는 지수로서 혈청ferritin이 20μg/l 미만으로 떨어지면 체내 저장철의 고갈을 나타내며, 혈청ferritin이

<Table 3> Levels of blood biochemical indices in the subjects

(n=57)

Variable	Mean±S.D[1]	Range
Hemoglobin(g/dl)	12.82±1.03	2.90 - 15.3
Hematocrit(%)	37.68±2.99	30.1 - 44.8
Serum ferritin(ug/l)	86.86±100.69	2.69 - 600
Serum iron(μg/dl)	92.60±46.66	10.0 - 183
TIBC(μg/dl)	352.98±54.48	262 - 476
TF saturation(%)	26.43±13.70	2.41 - 55.3
MCV(fl)[2]	92.85±4.14	77.5 - 102
MCH(pg)[3]	31.62±1.66	25.3 - 35.4
MCHC(%)[4]	34.02±0.64	32.6 - 36.0

1) S.D: standard deviation
2) Mean cell volume
(hematocrit/red blood cell count per liter)
3) Mean cell hemoglobin
(hemoglobin/red blood cell count per liter)
4) Mean cell hemoglobin concentration
(hemoglobin/hematocrit)

<Table 4> Level of biochemical indices and prevalence rate of iron deficiency in the blood of the subjects (n=57)

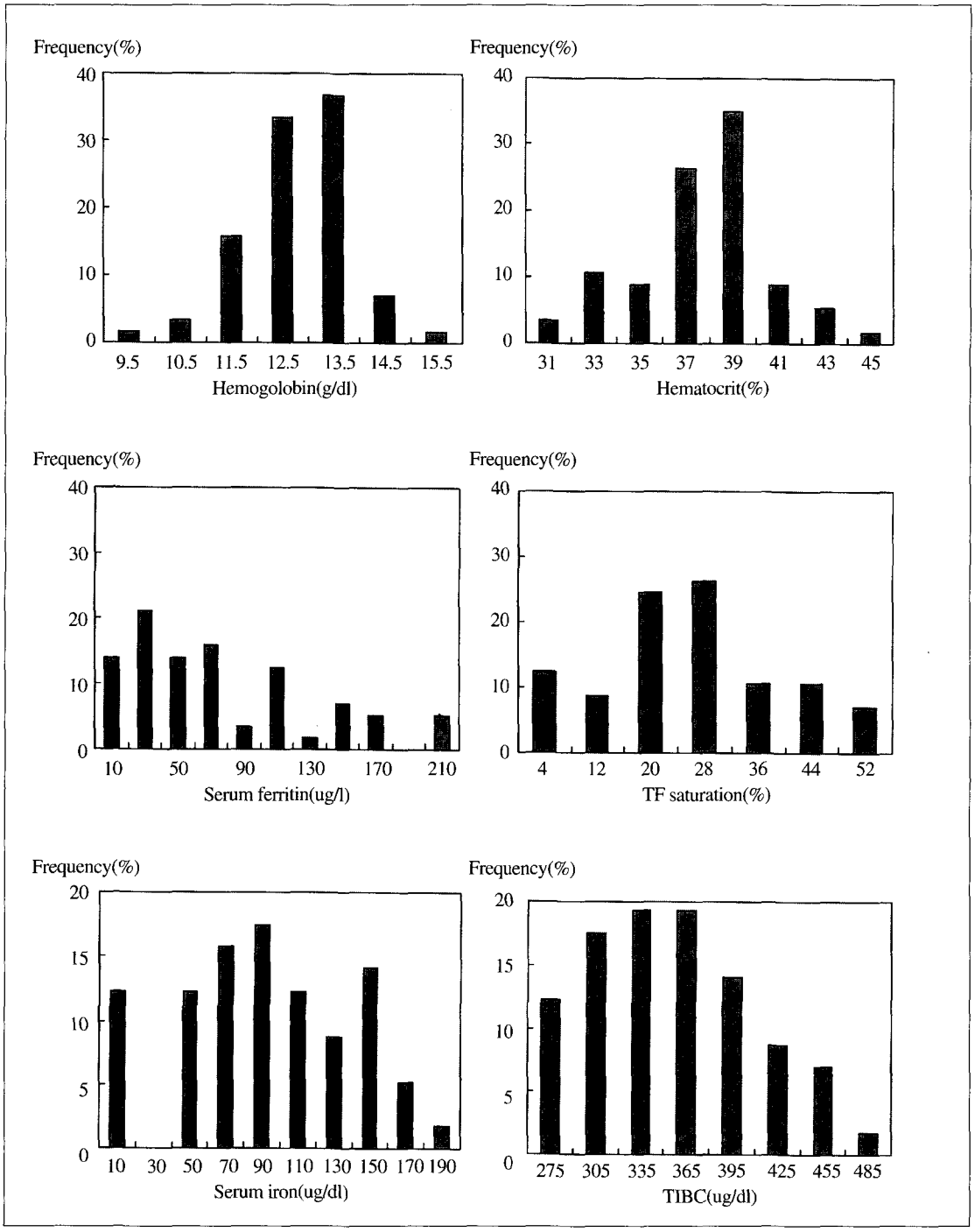
Variable	Mean±S.D	Criteria for deficiency*	No of subjects below criteria
Hemoglobin(g/dl)	12.82±1.03	<12	12(21.1)
Hematocrit(%)	37.68±2.99	<36	13(22.8)
TIBC(μg/dl)	352.98±54.48	>360	23(40.4)
Serum ferritin(μg/l)	86.86±100.69	<20	8(14.0)
Serum iron(μg/dl)	92.60±46.66	<60	14(24.6)
TF saturation(%)	26.43±13.70	<15	11(19.3)

*Gibson(1990)

10μg/l 이하에서는 조혈에 필요한 철분의 부족으로 빈혈로 판정하였다. 본 연구에서 평균 혈청 ferritin은 86.86±100.69μg/l로, 혈청ferritin이 20μg/l 미만인 폐경기 이후 여자는 14.04%였다. 정상 성인의 혈청ferritin 농도는 20~300μg/l이며, 1μg/l의 혈청ferritin농도는 약 10mg의 저장철과 같다. 대부분 혈청ferritin 농도는 저장철의 양과 평형을 이루며, 혈청ferritin만이 철분의 결핍, 과잉, 그리고 정상 상태를 반영하는 철분 상태의 지표라고 하였다(Gibson 1990). 〈Fig. 1〉과 같이 폐경기 이후 여성들의 혈청ferritin 농도의 분포는 20~30μg/l 범위에 전체 대상자의 30.1%가 집중되어 있고 20μg/l 이하에 분포된 대상자가 39.7%로 나타난 여대생들(이규희등 1997)과 다르므로, 혈청ferritin 함량을 40μg/l로 기준으로 했을 때 기준 이하가 35.1%로, Hb농도를 기준으로 한 빈혈 발생율 21.1%보다 더 많았다. 이는 여대생을 대상으로 혈청ferritin 함량을 20μg/l을 기준으로 했을때 계승희·백희영(1993a)의 연구에서 평균 혈청ferritin이 26.32μg/l로 기준미만이 78.1%였고, 이규희 등(1997)의 보고에서는 26.6μg/l로, 39.7%가, 손숙미·성수임(1998)은 23.4μg/l로 56%가 혈청 ferritin이 부족함을 보고하였다. NHANESⅡ자료(Gibson 1990)에 의하면 45~64세의 평균 혈청ferritin 농도는 63μg/l로, 본 연구 결과 보다 낮았으며, 철분과잉을 나타내는 혈청ferritin의 평가기준점(cutoff point)은 45~64세에 200μg/l이상, 65~74세에 300μg/l 이상을 기준으로 하였다. 노인에 있어서 혈청ferritin 농도의 증가는 심근경색 발병의 위험이 증가되며(Klipstein-Grobusch 등 1999), 높은 농도의 혈청ferritin과 LDL-cholesterol은 심장질환의 위험을 현저하게 증가하였다. Herbert(1992)은 높은 철저장의 평가기준점으로 혈청ferritin 농도를 200μg/l 이상으로 하였고, 이는 높은 함량의 철분과 혈청 LDL-cholesterol(5nmol/l이상)의 결합이 급성 심근경색의 위험을 동반한다고 보고하였다. 본 연구에서는 혈청ferritin의 농도가 200μg/l 이상은 50~64세 사이에만 5.26%였다. 대상자들의 평균 TIBC는 352.98±54.48μg/dl이며 기준치(Gibson 1990) 360μg/dl 미만이 40.4%로, 혈청ferritin에 의한 기준미만 14.04% 보다 많으며, 철분의 영양상태 판정 지표중에서 가장 결핍율이 높았다.

혈청철분 함량은 평균 92.60±46.66μg/dl이며 기준미만이 24.6%였다. 그동안 보고된 여대생들은 평균 혈청철분이 99.72μg/dl로 19.8%가 부족하였으며(계승희·백희영1993a), 이규희 등 (1997)의 연구에서는 103.02μg/dl로 7.9%가 부족하게 나타났다. 이와같이 본 연구에서 저장 철분인 혈청ferritin을 제외하고는 Hb농도, Hct비율, TIBC 및 혈청철분 함량이 여대생보다 모두 낮게 나타났다. 특히 NHANESⅡ 참고자료(Gibson, 1990)의 45~64세 여자 철분상태 percentiles와 비교해 보았을때 본 연구의 철분상태 지표인 혈청ferritin은 65.0 percentiles, TFsaturation은 66.8 percentiles, MCV는 53.7 percentiles에 속하였으나, Hb농도는 20.5 percentiles로 매우 낮게 나타났다.

철분 영양상태의 판정지표들간의 상관관계는 Table 5와 같다. 본 조사대상자의 혈청 ferritin 농도는 Hb농도, Hct비율 및 혈청 철분과 상관관계가 없게 나타났으며, TIBC와는 유의적인 음의 상관관계 ($r=-0.343$, $p<0.01$), MCHC와는 양의 상관관계



<Fig. 1> Distribution of subjects by different biochemical indices of iron nutritional status.

<Table 5> Correlation between biochemical indices used for assessment of iron nutritional status (n=57)

	Hb	Hct	TIBC	Ferritin	Serum fe
Hct	0.603**				
TIBC	0.003	0.030			
Ferritin	-0.023	-0.064	-0.343**		
Serum fe	0.177	0.314*	0.197	0.107	
TF saturation	0.148	0.249	-0.095	0.215	0.946***
MCHC	0.078	-0.034	0.168	0.361**	0.371**

2-tailed significance: * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

(r=0.361, p<0.01)를 보여주고 있다. 이는 이규희 등(1997)의 보고에서 혈청ferritin은 TIBC와 가장 높은 음의 상관관계(r=-0.319, p<0.01)를 보고하여 본 연구 결과와 유사하였으나, 남혜선·이선영(1992)의 연구결과에서는 혈청ferritin 농도가 Hb농도, Hct비율 및 혈청 철분과 양의 상관관계를 보였고, TIBC와는 유의적인 관계가 없음을 보고하여 본 연구결과와는 상반되었음을 알 수 있다. 또한 계승희·백희영(1993a)의 보고에서 혈청ferritin은 TIBC와 가장 높은 음의 상관관계(r=-0.456, p<0.001)를, Hb농도 및 Hct 비율과도 양의 상관관계를 가지므로서, 혈청ferritin에 의한 평가는 다른 철분 영양상태의 지표와 항상 일정한 관계를 예측할 수 없으며, 특히 폐경연령이 MCH(r=0.380, p<0.01) 및 MCV(r=0.348, p<0.01)와 양의 상관관계를 나타내고 있으므로, 폐경기 이후 여자들의 철분상태를 평가하기 위한 지표로서 혈청 ferritin의 사용은 가임기간의 여성과는 다르게 평가되어야 하겠다.

4. 철분섭취 형태 및 이용율

Heme철과 nonheme철의 섭취량과 이용량 및 이용율에 관한 결과는 〈Table 6〉과 같다.

평균 총철분 섭취량 10.62mg중 heme철은 0.56±0.69mg으로 전체 철분 섭취의 5.3%였으며, nonheme철의 섭취는 10.05±5.94mg으로 전체철 섭취량의 94.7%로서, 본 연구 조사대상자들의 철분 공급원은 대부분이 nonheme철이었다.

본 연구의 철분 흡수율은 Monsen 등(1978)의 방법에 따라 heme철의 흡수율은 혈청ferritin 함량에 따라 결정하였고, nonheme철의 흡수율은 혈청ferritin 함량과 MPF 및 비타민 C 섭취량에 의하여 계산하였다. 이 결과 철분 이용량은 평균 0.49±0.40mg/day로 총철분 섭취량의 4.61%가 이용된 것으로 나타났다. 그동안 보고된 철분이용율은 영양권장량 책정시(김숙희 등 1986) 7%를 기준치로 사용했으며, 여대생을 대상으로한 보고(이규희 등 1997)에서 총철분 흡수량은 1.27mg으로 흡수율 9.66%, 여고생을 대상으로 한 연구(안홍석 등 1999)에서는 이용량 1.5mg, 이용율 17.2% 였다. 따라서 본 연구의 대상인 폐경기 이후 여성은 가임기간의 여성에 비하여 철분 이용율이 매우 낮았다. 이는 철분 흡수율에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이 신체의 철 필요량(이기열, 문수재 1999)이기 때문에 폐경기 이후 여자들의 철

<Table 6> Dietary total and available iron intake caculated by Monsen's method

Food source of iron	Intake(mg)	Available amount of iron(mg)	Availability of iron(%)[1]
Heme iron	0.56±0.69(5.3)[2]	0.13±0.16(26.5)	23.20
Nonheme iron	10.05±5.94(94.7)	0.36±0.27(73.5)	3.58
Total iron	10.62±6.11(100.0)	0.49±0.40(100.0)	4.61

1) Availability of iron = Available amount of iron / total iron intake

2) ( ): percentage to total amount

분 요구량이 사춘기 소녀나 여대생에 비하여 감소하기 때문일 것으로 생각된다. 이용 가능한 heme철은 0.13±0.16mg으로, 이용율은 23.20%이며, nonheme철의 이용량 0.36±0.27mg으로, 이용율은 3.58%로 nonheme철의 이용율이 매우 낮았다. Nonheme철의 흡수율은 식이 철분 뿐만 아니라 육류, 가금류, 생선류의 섭취량과 비타민 C 섭취량에 영향을 받으므로, 대부분 nonheme철의 형태로 섭취하는 본 연구 대상자들에게는 매끼니별 식사에 함유된 MPF와 비타민 C 함량이 매우 중요하다(Table 7). 1일 평균 MPF의 섭취량은 64.98±52.11g이며 점심식사에서 MPF를 30.95g로 가장 많이 섭취하였다. 비타민 C의 섭취량은 133.97±95.49mg으로 매 끼니 정규식사 보다 간식으로 더 많이 섭취하고 있었다. MPF와 비타민 C를 합한 총흡수상승인자(total inhancing factor)는 198.95±103.60이며, 끼니중 총흡수상승인자가 많은 경우는 MPF의 섭취가 가장 많은 점심식사가 55.78로 가장 높고, 다음으로 저녁식사가 53.96이었다.

철분 흡수율에 영향을 미치는 MPF와 비타민 C 함량에 따라 매끼 식사를 고급, 중급, 저급으로 나누어 비교하여 보았다(Table 8). 식사중에서 저급식사에 해당하는 경우가 87.1%로 대부분이었고 철분의 이용율이 높은 고급식사는 4.1%로서, 여대생을 대상으로 보고한(이규희 등 1997) 저급식사 59.2%, 고급식사 19.6% 에 비하여 식사의 질이 매우 낮았다.

5. 철분의 급원식품과 철분 영양상태와의 관계

철분급원 식품은 〈Table 9〉와 같다. 철분섭취량은 평균 10.62±6.11mg이며, 동물성식품은 2.3±3.25mg으로 전체 철분 섭취량의 21.66%이고, 식물성식품은 8.32±5.32mg으로 78.34% 였다. 1995년 국민영양조사(보건복지부 1997)에서 전국1인 1일 철분섭취량은 21.9mg으로 곡류로부터 46.6%, 어패류에서 12.3%, 채소류에서 11.9%를 섭취하였으며, 총철분 섭취량의 79.5%인 17.4mg이 식물성 식품, 20.5%인 4.5mg이 동물성 식품으로 공급된다고 보고하였다. 본 연구에서는 철분 공급의 가장 주된 식품군이 채소류로써 국민영양조사에서 보고한 11.9% 보다 훨씬 많은 20.15%였으며, 곡류군은 19.59%로 국민영양조사의

<Table 7> Intake of MPF, vitamin C and total enchancing factor by meals.

Meal	MPF(g)[1)]	Vitamin C(mg)	Total enhancing factor[2)]
Breakfast	12.46±22.74	29.88±32.90	42.34±38.86
Lunch	30.95±39.50	24.83±35.22	55.78±51.38
Dinner	20.35±27.41	33.61±36.94	53.96±48.93
Snack	1.23±7.09	45.65±76.48	46.88±76.66
Total	64.98±52.11	133.97±95.49	198.95±103.60

1) MPF: meat, poultry and fish
2) Total enhancing factor = MPF(g) + vitamin C(mg)

<Table 8> The distribution of meals of all subjects according to three levels of availability of iron as classified by Monsen's method.

Classification of meal	Breakfast	Lunch	Dinner	Total
Low availability meal[1)]	51(89.5)	48(84.2)	50(87.7)	149(87.1)
Medium availability meal[2)]	4(7.0)	8(14.0)	3(5.3)	15(8.8)
High availability meal[3)]	2(3.5)	1(1.8)	4(7.0)	7(4.1)
Total	57(100.0)	57(100.0)	57(100.0)	171(100.0)

1) MPF<30g and ascorbic acid <25mg
2) 30g<MPF<90g and 25mg<ascorbic acid<75mg
3) MPF>90g or ascorbic acid>75mg, and 30g<MPF<90g and 25mg<ascorbic acid<75mg

<Table 9> Dietary iron amounts of each food group

	Dietary iron	Mean±S.D	% of total iron intake
Animal foods	Meats	0.74±1.74	6.97
	Fishes & shells	1.31±2.75	12.34
	Eggs	0.18±0.38	1.70
	Milks	0.07±0.14	0.66
	Subtotal(animal)	2.30±3.25	21.66
Plant foods	Cereals	2.08±1.63	19.59
	Potatoes	0.27±0.67	2.54
	Sugar	0.03±0.08	0.28
	Legumes	1.06±1.41	0.55
	Seed & nuts	0.09±0.27	0.85
	Vegetables	2.14±1.63	20.15
	Fungi	0.04±0.14	0.38
	Fruits	0.75±0.99	7.06
	Seaweeds	0.23±0.85	2.17
	Beverages	0.77±3.26	7.25
	Seasonings	0.79±0.79	7.44
	Processed food	0.02±0.09	0.19
	Others	0.03±0.11	0.28
	Subtotal(plant)	8.32±5.32	78.34
Total		10.62±6.11	100.00

46.6% 보다 매우 낮았고, 어패류는 12.34%로서 국민영양조사의 12.3%와 같은 양을 섭취하였다. 성미경 등(1998)은 채식 여대생의 철분섭취량은 11.6mg으로 비채식자 9.0mg 보다 유의적으로($p<0.05$) 많이 섭취하고 있으나, 채식자의 경우 철분의 섭취가 거의 모두 식물성 식품에 의존하므로서 철분흡수가 낮다고 하였으며, 식이섬유 섭취는 소변중 철분 배설량과 유의적인 상관관계($p<0.001$)가 있음을 보고하였다(승정자 1997). 또한 동물성 단백질 특히 heme철의 섭취와 혈장ferritin 및 혈장철분과는 양의 상관관계를 보였으나, nonheme철의 섭취는 Hb농도와 음의 상관관계를 보고(Root 등 1999)하였다. 본 연구 대상인 폐경기 여성들의 철분영양상태의 지표와 섭취한 식품 및 영양소와 상관관계는 Table 10과 같다. 혈청ferritin 농도는 총철분($r=0.264$, $p<0.05$), 동물성 철분($r=0.361$, $p<0.01$), nonheme철($r=0.286$, $p<0.05$)과는 양의 상관관계를 나타냈으나, heme철과는 관계가 없었다($r=-0.137$, $p>0.05$). 이는 철분섭취량 중 94.7%인 대부분이 nonheme철의 형태로 섭취하였고, heme철의 섭취량은 5.3%로서 영향을 미치기에 너무 적은 양으로, 오히려 동물성 철분의 섭취량이 혈청ferritin과의 상관관계가 높게 나타난 것으로 생각된다. 또한 섭취 식품군 중에서 혈청ferritin과 상관관계가 있는 식품군은 난류로 유의적인 양의 상관관계($r=0.473$, $p<0.01$)를 보였으며, 비타민 C는 Hct비율과 양의 상관관계($r=0.261$, $p<0.05$)를 보였다. Root 등(1999)은 32~66세 여자 80명을 대상한 연구에서 혈장ferritin과 총철분 섭취량과 양의 상관계를 보고하여 본 연구 결과와 같았으나, 동물성 단백질과 양의 상관계를 나타낸 것은 달랐다. 또한 65세 이상의 남·녀 노인을 대상으로 식품군과 철분영양상태와의 관계를 보고한 연구(Doyle 등 1999)에서 알코올, 비타민 C, 단백질, heme철, nonheme철 및 섬유소와 철분영양상태는 양의 상관관계를 보였으며, 칼슘을 포함한 유제품과 차의 섭취는 일반적으로 음의 상관관계를 나타냈다. Dawson-Hughes 등(1986)은 폐경기 이후 여성들이 골손실 및 골다공증을 감소시키기 위하여 Ca carbonate나 hydroxyapatite를 함께

<Table 10> Correlation between biochemical indices used for assessment of iron nutritional status and nutrients intake

	Hb	Hct	TIBC	Ferritin	Serum fe	TF saturation
Animal iron	-0.011	-0.156	0.107	0.361**	-0.080	0.053
Heme iron	-0.110	-0.246	0.163	-0.137	-0.041	-0.018
Nonheme iron	0.014	0.020	-0.004	0.286*	0.004	0.001
Total iron	0.046	-0.015	0.051	0.264*	-0.074	-0.091
Vitamin C	0.201	0.261*	0.191	0.068	-0.030	-0.094
Eggs	0.073	0.026	-0.213	0.473**	0.015	0.068

2-tailed significance: * $p<0.05$, ** $p<0.01$

섭취하면 철분보유가 유의적으로 감소된다고 보고하였으며, 칼슘섭취와 혈청ferritin과는 일정하게 상반된 관계를 보여(Vijver 등 1999)주었다. 따라서 폐경기 이후 여성들의 철분영양상태 향상을 위하여 육류, 가금류, 생선류를 충분히 섭취하고 채소와 과일을 포함한 다양한 식사가 필요하며, 과잉의 칼슘섭취는 주의해야 겠으나 본 연구에서는 칼슘섭취는 오히려 부족하여 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

전주에 거주하는 폐경기이후 여성 57명을 대상으로 철분영양상태와 철분의 체내이용율을 평가하기 위하여 혈액을 분석하고 식품 섭취량을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 대상자들의 BMI는 24.20±2.63kg/m^2으로, BMI가 25kg/m^2 이상인 비만은 36.8%였다. 평균 체지방함량(%)은 28.38±4.55%로 체중과다에 속하며, 30%이상의 비만이 57.7%나 되었다.
2. 열량의 섭취량은 50~64세에 있어서 1644.9±426.1kcal로 권장량의 82.3%, 65~74세 에서는 1516.4±523.4kcal로 권장량의 89.6%였다. 단백질 섭취량은 54.98±19.38g으로 권장량의 91.6%였고, 동물성 단백질의 섭취비율은 34.6%였다. 당질: 단백질: 지질의 섭취 비율은 70.7: 13.6: 12.6으로 당질 섭취량이 약간 높고, 지질의 섭취량은 낮았다.
3. 평균 Hb농도, Hct비율, 혈청철분, TIBC와 혈청ferritin 함량은 12.82±1.03*g/dl*, 37.68±2.99%, 92.60±46.66*μg/dl*, 352.98±54.48*μg/dl* 및 86.86±100.69*μg/dl*이었다. 철분결핍율은 TIBC를 기준으로 했을 때 40.4%로 가장 높고, 혈청ferritin을 사용했을 때 14.04%로 가장 낮았다. 특히 Hb농도를 기준으로 했을 때 빈혈 발병율은 21.1%였다.
4. 혈청ferritin 농도는 Hb농도와 Hct비율과는 상관관계를 나타내지 않았으나, TIBC와는 음의 상관관계(r=-0.343, p<0.01)를 보였고, MCHC와는 양의 상관관계(r=0.361, p<0.01)를 나타냈다.
5. 철분섭취량은 평균 10.62±6.11mg으로 권장량의 88.5%이다 이중 Heme철의 섭취량은 0.56±0.69mg으로 전체 철분의 5.3%이며, 나머지 94.7%는 nonheme철의 형태로 10.05±5.94mg을 섭취하였다. Heme철과 nonheme철의 이용량은 0.13mg과 0.36mg이고 이용율은 23.2%와 3.58%로써, 총철분 섭취량중 실제이용율은 4.61%로 나타났다.
6. MPF의 섭취량은 64.98±52.11g으로 점심식사에서 가장 많이 먹었으며, 비타민 C의 섭취량은 133.97±95.49mg으로 간식으로 많이 섭취하였다.
7. 철분섭취의 주된 식품군은 채소류 20.15%, 곡류 19.59%, 어패류 12.34%의 순으로 섭취하였고, 동물성 식품은 2.30±3.25mg으로 총철분 섭취량의 21.66%였다. 식품군 중 난류만이 혈청 ferritin과 유의적인 양의 상관관계(r=0.473, p<0.01)를 나타냈다.

이상의 연구결과에서 폐경기이후 여성들의 철분영양상태는 가임기간의 여성들에 비하여 혈청ferritin 농도는 높게 나타났으나, Hb농도와 Hct비율은 오히려 낮게 나타났으므로 철분의 영양상태 평가는 연령에 따라서 다르게 적용되어야 한다. 특히 우리나라 폐경기이후 여성들의 철분 섭취량 및 이용율이 낮으므로 철분흡수율 향상을 위하여 매 끼니마다 MPF와 비타민 C의 섭취량을 증가시키고 철분 이용율에 영향을 미치는 요인들에 대한 영양교육이 필요하다.

■ 참고문헌

1) 계승희 · 백희영(1993a). 우리나라 젊은 성인 여성의 철분영양상태와 이에 영향을 미치는 식이요인 분석(1): 혈액의 철분 영양 상태 평가 지표의 비교 및 분석. 한국영양학회지, 26(6), 692-702.
2) 계승희 · 백희영(1993b). 우리나라 젊은 성인 여성의 철분영양상태와 이에 영향을 미치는 식이요인 분석 (2): 주요 식품의 철분 분석과 철분 섭취량 및 이용율 평가. 한국영양학회지, 26(6), 703-714.

3) 김숙희 · 이일하 · 백희영(1986). 한국인 칼슘 및 철분 권장량 책정을 위한 기초연구. 한국인구보건연구원.
4) 남혜선 · 이선영(1992). 충남대 여대생의 철분 섭취량과 영양 상태에 대한 연구. 한국영양학회지, 25(5), 404-412.
5) 보건복지부(1997). 1995년 국민영양조사 보고서.
6) 성미경 · 김경미 · 김미배(1998). 채식 여대생의 칼슘과 영양상태에 관한 연구. 대한지역사회영양학회지, 3(6), 767-775.
7) 손숙미 · 성수임(1998). 경인지역 일부 여대생의 철분영양상태에 관한 연구. 대한지역사회영양학회지, 3(4), 556-564.
8) 승정자(1997). 일부 여대생의 식이섬유 섭취와 철분대사에 관한 연구. 한국영양학회지, 30(2), 147-154.
9) 안홍석 · 이지윤 · 김순기(1999). 철결핍성 빈혈 여고생의 철분이용률 평가 및 철분영양지표에 영향을 미치는 영양요인 분석. 한국영양학회지, 32(7), 787-792.
10) 이규희 · 김은경 · 김미경(1997). 강릉대 일부 여대생의 철분영양상태에 관한 연구. 대한지역사회영양학회지, 2(1), 23-32.
11) 이기열 · 문수재(1999): 최신 영양학. 수학사, 서울, 334-343.
12) 이선희 · 류옥남 · 박계월 · 김은경(1999): 강릉지역 일부 사춘기 소녀의 철분 영양상태에 관한 연구. 대한지역사회영양학회지, 4(2), 139-148.
13) 이정원 · 이미숙 · 김정희 · 손숙미 · 이보숙(1996): 영양판정, 교문사, 서울, 107-130.
14) 이주연 · 최미경 · 승정자(1996). 일부 농촌 성인 남녀의 아연, 구리, 철분의 섭취량, 혈액수준, 뇨중 배설량과 혈청지질과의 관계. 한국영양학회지, 29(10), 1112-1120.
15) 정해랑 · 문현경 · 송범호 · 김미경(1991). 빈혈판정 지표로서의 헤모글로빈, 헤마토크릿 및 혈청 페리틴. 한국영양학회지, 24(5), 450-457.
16) 平成 9年版(1997). 國民營養の 現狀, 平成 7年 國民營養調查成績, 第一出版, 日本.
17) 한국영양학회(1995). 한국인 영양권장량 제6차 개정.
18) Ahluwalia N, Lammi-Keef CJ, Haley NR, Beard JL.(1993). Day-to-day variation in iron-status indexes in elderly women. Am J Clin Nutr, 57, 414-419.
19) Barton JC, Conrad ME, Parmiey RT(1983). Calcium inhibition of inorganic iron absorption in rats. Gastroenterology, 84, 90-101.
20) Dawson-Hughes B, Seligson FH, Hughes VA(1986). Effect of calcium carbonate and hydroxyapatite on zinc and iron retention in postmenopausal women. Am J Clin Nutr, 44, 83-88.
21) Doyle W, Crawley H, Robert H, Bates CJ.(1999). Iron deficiency in older people: Interactions between food nutrient intakes with biochemical measures of iron: further analysis of the national diet and nutrition survey of people aged 65 years and over. Eur J Clin Nutr, 53, 552-559.
22) Du S, Zhai F, Wang Y, Popkin BM.(2000). Current methods for estimating dietary iron bioavailability do not work in China. J Nutr, 130, 193-198.
23) Finch S, Doyle W, Lowe C, Bates CJ, Prentice A, Smithers G &Clarke PC(1998). National diet and nutrition survey: people aged 65 years and over. Volume 1. Repot of the diet and nutrition survey. London: The stationery Office.
24) Gibson RS(1990). Principles of nutritional assessment. Oxford university press, New york, 349-376.
25) Guyatt GH, Patterson C, Ali M, Singer J, Levine M, Turpie I, Meyer R.(1990). Diagnosis of iron-deficiency anemia in the elderly. Am J Med, 88, 205-209.
26) Herbert V.(1992). Everyone should be tested for iron disorders. J Am Diet Assoc, 92, 1502-1509.
27) Johnson MA, Fisher JG, Bowman BA & Gunter

EW(1994). iron nutriture in elderly individuals. FASEB J, 8, 609-621.

28) Klipstein-Grobusch K, Koster JF, Grobbee DE, Lindemans J, Boeing H, Hofman A, Witteman JCM.(1999). Serum ferritin and rik of myocardial infarction in the elderly: the rotterdam study. Am J Clin Nutr, 69, 1231-1236.

29) Monsen ER, Hallberg L, Layrisse M, Hegsted M, Cook JD, Mertz W, Finch CA.(1978). Estimation of available dietary iron. Am J Clin Nutr, 31, 134-141.

30) Osler M, Milman N, Heitmann BL.(1998). Dietary and non-dietary factors associated with iron ststus in a cohort of Danish adults followed for six years. Eur J Clin Nutr, 52, 459-463.

31) Root MM, Hu J, Stephenson LS, Parker RS, Campbell TC.(1999). Iron status of middle-aged women in five counties of rural China. Eur J Clin Nutr, 53, 199-206.

32) Vijver LPL, Kardinaall AFM, Charzewska J, Rotily M.(1999). Calcium intake is weakly but consistently negatvely associated with iron status in girl and women in six European countries. J Nutr, 129, 963-968.