

일부 여대생의 식이섬유 섭취와 철분대사에 관한 연구*

승 정 자

숙명여자대학교 식품영양학과

A Study on the Dietary Fiber Intake and Iron Metabolism in Korean Female College Students

Sung, Chung-Ja

Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate dietary fiber intake, iron status, and their correlations in 50 female college students living in Seoul. The nutritional status was analyzed using 3-day dietary record, duplicated diet collection, and venous blood sampling. The mean values for age, height, weight, BMI, and blood pressure of the subjects were 23.2 years, 160.2cm, 53.9kg, 21.0 kg/m², and 110.1/68.4mmHg, respectively. Daily intakes of energy, protein, fiber, crude fiber, iron, and heme iron were 1635.5kcal, 54.3g, 22.5g, 6.8g, 16.2mg, and 0.2mg, respectively. Fiber intake was positively correlated with energy, protein, carbohydrate, vitamin C, iron, and crude fiber intakes. Also, iron intake was positively correlated with energy, protein, lipid, carbohydrate, and vitamin C intakes. There was a significant correlation between heme iron and MFP(meat, fish, poultry) intakes. To examine the iron balance, iron intake and excretion were measured. Iron intake and excretions through urine and feces were 19.5mg, 8.5mg, and 1.6mg, respectively. Based on these iron retention and iron apparent absorbability were calculated as 9.4 mg and 52.4%, respectively. There was no significant relationship between dietary fiber intake and iron status. However, there were significant positive correlation between fiber intake and urinary iron excretion. (*Korean J Nutrition* 30(2) : 147~154, 1997)

KEY WORDS : dietary fiber · iron status · iron balance · female college students.

서 론

식생활이 서구화되고 다양화됨에 따라서 생리적, 기능적 측면에서 식이섬유의 역할이 새롭게 평가받게 되었으며, 식이섬유의 중요성이 점차 강조됨에 따라 세계 여러 나라에서는 이의 섭취를 증가하도록 권장하기에 이르렀다¹⁾. 우리나라는 채식위주의 전통적인 식습관으로 서양인에 비해 많은 양의 식이섬유를 섭취하고 있을 것으로

생각되지만 고도의 경제성장과 더불어 식습관이 서구화 되면서 우리 국민의 식이섬유 섭취수준도 상당량 감소하였음을 짐작할 수 있다. 식품의 식이섬유 함량에 대한 공식적인 자료가 미비하고 체계적인 식이섬유 섭취에 대한 조사연구가 부족하여 이에 대한 연구의 필요성을 인식하여 몇몇 공동연구자들이 202종의 한국인 상용식품을 AOAC에서 정식으로 변경체택한 Prosky 등의 효소중량법에 의거하여 분석하고 그 결과를 이용하여 남자대학생을 대상으로 식이섬유섭취조사를 실시한 바 있다⁴⁻⁶⁾. 그러나 한국인의 식이섬유 섭취수준을 예측하기 위한 자료는 매우 부족하여 이를 위해서는 다양한 성별과 연령층을 대상으로 실시한 연구가 계속적으로 뒷받침되

채택일 : 1997년 2월 5일

*본 연구는 숙명여자대학교 1995년도 교비연구비지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

아야 할 것으로 사료된다.

다양한 무기질 가운데 체내 중요한 생리작용을 하는 철분은 흡수율이 10~30% 정도로 낮고, 그 이용률은 체내 철분의 저장상태, 식이 철분의 형태 및 다른 식이인자에 의해 영향을 받는다⁷⁸⁾. 1993년 우리나라 국민영양조사결과⁹⁾ 전국 1인 1일 평균 철분 섭취량은 22.4mg으로 권장량의 176.1%에 해당되었으나 측정된 혈액소량을 기준으로 철분결핍을 판단했을 때는 전국적으로 17세 이상의 남녀 각각 8.4%와 29%가 빈혈인 것으로 조사되어 우리나라 여성의 철분 영양상태는 매우 낮음을 알 수 있다.

이와 같은 문제는 철분 섭취량 22.4mg중 80%가 식물성 식품으로부터 섭취되고 육류와 어류로부터 섭취한 철분은 4.5mg에 불과하다는 조사결과⁹⁾에서 알 수 있듯이 철분의 이용률이 매우 낮은 한국인의 식사 특성에서 기인하는 것으로 사료된다. 특히 가임연령에 속하는 여성들은 생리적 철분손실량 이외에도 월경에 의한 철분손실이 불가피하므로 철분을 충분히 섭취하지 못할 경우 철분결핍이 유발할 가능성이 매우 높아지는 것으로 보여진다. 따라서 가임기 여성을 대상으로 한 철분의 영양상태 및 철분의 이용률을 평가할 수 있는 계속적인 연구의 중요성이 강조된다.

지금까지 많은 연구⁷⁸⁾¹⁰⁻¹²⁾를 통해 철분의 흡수는 신체의 철분 저장상태, 식이 철분의 영양상태 및 아미노산의 종류 등 여러 식이인자에 의해 영향을 받는다는 것이 밝혀졌다. 그 중 Simpson등¹⁴⁾은 식이에 식이섬유의 함량이 증가함에 따라 철분의 흡수율이 감소되었다고 하고, Reinhold등¹³⁾도 식이섬유가 철분흡수의 저해인자라고 발표하였지만 식이섬유를 많이 섭취하는 집단을 대상으로 실시한 조사에서 무기질 영양의 전반적인 결핍이 발견되지 않았다는 보고¹⁵⁾¹⁶⁾도 있어 이에 대한 정확한 결론을 내릴 수 없는 실정이다. 많은 연구들¹³⁻¹⁸⁾을 종합할 때 식이섬유가 철분을 포함한 무기질의 흡수를 저해한다는 것은 섭취하는 식이섬유의 양과 종류에 의해 결정되는 것으로 보여진다. 특히 최근 식이섬유의 섭취증가가 권장되고 있는 시점에서 일상식이 섭취시의 이들의 관계와 권장수준의 식이섬유 섭취가 철분흡수에 미치는 영향에 대한 검토는 반드시 이루어져야 할 것으로 사료되지만 이에 대한 연구는 미흡한 상태이다.

따라서 본 연구는 가임여성의 일상적인 식이섬유 섭취량을 알아보고 일상식사에서 식이섬유와 철분의 영양상태 및 이용률과의 관계를 살펴보는 것을 목적으로 한다. 이에 가임연령인 여대생 50명을 대상으로 식생활을 포함한 모든 생활환경을 평상시와 같게 유지시키면서 앞서 발표된 식이섬유 함량표를 이용하여 식이섬유 섭취량을

파악하고, 섭취하는 식품과 대변 및 소변중의 철분함량과 혈액의 철분영양상태 평가지표들을 분석하여 식이섬유와 철분 영양상태와의 관계를 알아봄으로써 바람직한 식이섬유와 철분 섭취를 위한 영양교육의 기본자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사대상 및 기간

본 연구대상자는 Table 1과 같이 만 21~28세 연령의 여대생 및 대학원생으로서 본 연구의 취지와 내용을 충분히 이해하고 협조할 수 있는 50명으로 구성하였으며, 1995년 1월 9일부터 1월 14일까지 교육기간과 본실험기간으로 나누어 실시하였다. 실험기간동안 대상자들은 평소와 다름없이 일상생활을 자유롭게 하되 심한 운동이나 활동은 피하고 가능한 규칙적인 생활을 하도록 하였으며 약제의 복용을 금하도록 하였다.

2. 연구내용 및 방법

연구대상자들의 신장과 체중 및 혈압을 측정하였으며, 계량에 익숙하고 훈련된 조사원의 지도하에 칭량법과 식이기록법을 이용하여 3일동안 섭취한 모든 식품의 종류, 재료, 분량 등을 기록하고 섭취한 모든 음식과 동일한 음식을 0.4% EDTA에 12시간 이상 처리된 무공해 비닐팩에 1일 단위로 수거하였으며, 식이수거 시간과 동일한 기간에 잘 세척되고 1ml toluene이 함유된 채뇨와 채변 용기에 3일간의 24시간 소변과 대변을 수집하였다. 3일 동안 식이기록법을 통해 얻은 식이섭취량은 조리전 식품의 실중량으로 환산한 다음 한국인 상용식품 202종의 총 식이섬유 분석자료¹⁹⁾²⁰⁾와 식품성분표²⁰⁾²¹⁾를 토대로 한 영양프로그램을 이용하여 1일 평균 식이섬유와 영양소 섭취량을 계산하였다. 3일 동안 수거한 1일별 식이는 분쇄기에 갈고, 대변은 비닐팩 외부로부터 잘 주물러서 혼합하여 균질화시켜 일부를 취하여 습식분해하였으며²²⁾, 소변은 3000rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액을 취하여 ICP(inductively coupled plasma) emission spectroanalyzer를 이용하여 식이, 대변, 소변 중의 철분함량을 측정하였다. 3일간의 식이섭취조사가 끝난 다음날 아침식사전 공복상태에서 편안한 자세로 안정시킨 후 2회 연속 혈압을 측정하였으며, 진공채혈관을 이용하여 정맥혈을 15ml 채혈하였다. 혈색소 농도는 Cyanmethemoglobin법²³⁾을 이용하여 측정하였으며, 적혈구 용적비는 microcentrifuge에서 11000rpm으로 5분간 원심분리하여 전혈액에 대한 적혈구층의 높이를 읽어 %로 나타내었고, 총 적혈구과 백혈구 수는 coulter cou-

nter(model STKS, USA)로 측정하였다. 혈청 총 결합능은 Bathrophenantrolin법²⁴⁾에 의해, ferritin은 double-antibody ¹²⁵I radioimmunoassay²⁵⁾에 의한 kit를 사용하여 분석하였으며, 혈청 철분의 함량은 ICP (inductively coupled plasma) emission spectroanalyzer를 이용하여 측정하였다.

3. 통계분석

본 연구를 통해 얻어진 모든 결과는 평균과 표준편차를 계산하였으며, 식이섭유소 섭취량과 철분의 영양상태와의 관계는 Pearson's correlation coefficient(r) 및 이에 대한 유의성을 검정하였다²⁶⁾.

결과 및 고찰

1. 일반적 사항

조사대상자들의 일반적 사항은 Table 1과 같다. 본 연구에 참여한 대상자들은 특정 질병이 없이 건강하고 중 정도의 활동을 하는 여대생으로 평균 연령은 23.2세, 평균 신장과 체중은 각각 160.2cm와 53.9kg이었다. 신장과 체중으로 산출한 평균 체질량지수는 21.0kg/m²이었으며, 평균 혈압은 110.1/68.4mmHg로 정상범위에 속하였고 개인별로도 모두 정상혈압범위에 있었다.

2. 영양소 섭취량과 이들간의 상관관계

조사대상자들의 영양소 섭취상태는 Table 2와 같다. 연구대상자들의 1인 1일당 평균 열량 섭취량은 1635.5kcal로 한국인 영양권장량²⁷⁾과 비교할 때 81.8%의 섭취수준을 보였다. 이러한 연구결과는 일상식을 섭취하는 여대생의 에너지섭취비가 78.5%였다는 허와 임²⁸⁾의 연구와 유사하였으나, 24시간 회상법으로 조사한 1968kcal²⁹⁾와 1837kcal³⁰⁾보다는 다소 낮은 섭취수준이었다. 1일 평균 단백질 섭취량은 54.3g으로 영양권장량의 90.5%의 섭취수준이었으며, 지질과 탄수화물의 섭취량은 37.2g과 271.1g이었다. 총 열량섭취량 중 단백질, 지질, 탄수화물의 3대 영양소 구성비율은 13.3 : 9.0 : 77.3이던 것이 1993년에는 14.9 : 18.4 : 66.6으로 단백질과 지질의 섭취

Table 2. Daily nutrient intakes estimated from 3 day food intake in the subjects (n=50)

Nutrients	Mean(SD) ¹⁾	Range
Energy(kcal)	1635.5(369.9)	1094.0 - 2730.0
Protein(g)	54.3(13.2)	37.9 - 86.6
Lipid(g)	37.2(14.6)	18.1 - 82.3
Carbohydrate(g)	271.1(63.3)	185.6 - 409.6
Dietary fiber(g)	22.5(22.2)	5.9 - 40.6
Crude fiber(g)	6.8(3.8)	2.8 - 16.5
Vit. C(mg)	51.4(23.9)	12.2 - 98.8
MFP(g)	41.6(25.0)	2.7 - 96.5
Iron-1(mg) ²⁾	19.5(7.9)	6.6 - 38.2
Iron-2(mg) ³⁾	16.2(5.4)	5.2 - 29.5
Iron from MFP ⁴⁾ (mg)	0.9(0.7)	0.1 - 2.8
Heme Iron(mg)	0.2(0.1)	0.0 - 0.9

- 1) Mean ± standard deviation
- 2) Chemical analysis data
- 3) Dietary record data
- 4) Meat, fish, and poultry

비율은 증가하고 탄수화물의 섭취는 감소하여 점차 서구의 식사형태에 가까워짐을 알 수 있다. 본 연구결과를 국민영양조사결과⁹⁾와 비교할 때 단백질의 섭취비율이 낮고 지질은 높았으며, 남자대학생을 대상으로 한 15 : 24 : 61⁶⁾과 비교시 단백질과 지질은 낮고 탄수화물은 높은 것으로 나타났다.

1일 평균 식이섭유소의 섭취량은 22.5g으로 미국의 NCI에 의한 잠정적 권장량(20~30g)³¹⁾과 최근 일본에서 제시된 권장량(20~25g 또는 10g/1000kcal)³²⁾, FDA의 권장량인 2,000kcal당 25g³³⁾ 범위에 속하였으며, WHO의 27~40g³⁴⁾, Schweizer와 Wursch³⁵⁾의 30g, Wynder등³⁶⁾의 25g과 비교할 때는 미치지 못하는 수준이었다. 국내에서 조사된 연구결과와 비교해 볼 때 이와 이³⁷⁾의 연구에서 제시한 남학생들의 평균 섭취량인 15.4g보다는 높았으나, 본 연구에서 이용한 식이섭유 함량표를 이용하여 평가한 남자대학생의 20.5g⁶⁾과는 비슷한 섭취를 보였다. 본 연구결과를 외국의 섭취수준과 비교해 볼 때 1985년 일본인의 평균 섭취량인 17.3g³⁸⁾, 미국 대학생들을 대상으로 조사한 15.4g³⁹⁾, NHANES II의 미국 성인들의 평균 식이섭유 섭취량인 11.1g~13.3g⁴⁰⁾ 보다는 높음을 알 수 있었다. 1일 평균 조섬유 섭취량은 6.8g으로 여대생을 대상으로 조사한 6.43g⁴¹⁾, 남자대학생의 6.4g³⁷⁾과 비슷하였고 남자대학생의 8.43g⁶⁾ 보다는 낮은 섭취수준이었다.

본 연구에서 나타난 여자 대학생들의 1일 평균 철분 섭취량은 분석시 19.5mg, 식품성분표에 의한 계산시 16.2mg으로 한국인 영양권장량²⁷⁾과 비교했을 때 각각 108.3%와 90%의 섭취수준을 보였다. 이러한 결과는 1993년 국민영양조사⁹⁾에서 나타난 22.4mg이나 일부 여

Table 1. Physical characteristics in the subjects(n=50)

Variables	Mean(SD) ¹⁾	Range
Age(year)	23.2(2.1)	20 - 28
Height(cm)	160.2(4.9)	149.9 - 167.4
Weight(kg)	53.9(6.3)	43.7 - 67.0
BMI ²⁾	21.0(1.9)	18.0 - 24.3
Blood pressure(mmHg)		
Systolic	110.1(7.4)	100 - 120
Diastolic	68.4(9.3)	60 - 80

- 1) Mean(standard deviation)
- 2) Body mass index=(weight(kg)/height(m)²)

대생의 21.3mg⁴²⁾보다 낮은 수준이었으나, 여대생 96명을 대상으로 철분 섭취량을 분석한 계와 백⁴³⁾의 연구결과인 15.2mg과 비교했을 때는 높은 수준이었다. 그러나 본 연구 대상자들의 계산에 의한 철분 섭취량 중 94.4%가 식물성 식품으로부터 섭취한 양이며, 1일 평균 헵철분의 섭취량은 0.2mg으로 총 철분 섭취량의 1.2% 수준이었다. 우리나라에서 철분 섭취량에 대한 자료들은 대부분이 식품성분표에 의거하여 산출한 것으로 섭취식품의 수거 및 분석에 의한 실측 보고자료는 드문데, 그 중 김⁴⁴⁾은 한국 여대생들에 대한 연구에서 식품성분표를 근거로 산출한 철분 섭취량은 18.3mg이고 식품을 직접 수거하여 분석한 철분 섭취량은 21.2mg이었다고 보고함으로써 실측치가 환산치에 비하여 16% 높았다. 반면 일부지역 농촌 부인을 대상으로 한 김⁴⁵⁾의 연구에서는 폐경기 이전의 대상자 경우 식품을 직접 수거하여 분석한 철분 섭취량은 10.8mg이고 식품성분표로 환산한 철분 섭취량은 14.0mg으로 실측치가 환산치에 비하여 22% 낮았으며, 백⁴⁶⁾도 평상식이를 섭취하는 성인 여성을 대상으로 한 연구에서 실측한 철분의 섭취량이 6.7mg이고 식품성분표로 환산한 철분 섭취량은 9.9mg이라고 보고함으로써 실측치가 환산치에 비하여 현저히 낮았다. 본 연구에서는 식품을 직접 수거하여 분석한 철분 섭취량은 19.5mg이고 식품성분표에 의거하여 산출했을 때는 16.2mg으로 실측치가 환산치에 비해 20.4% 높았으나 이들간에는 유의적인 상관성이 있었다($p < 0.01$).

식이섬유소 및 철분의 섭취량과 몇몇 영양소 섭취량과의 상관성을 살펴본 결과는 Table 3과 같다. 식이섬유소 섭취량은 에너지, 단백질, 당질, 비타민 C, 철분, 조섬유소 섭취량과 유의적인 정의 상관관계가 있었으며, 철분 섭취량은 에너지, 단백질, 지질, 당질, 비타민 C 및 식이섬유소 섭취량과 유의적인 정의 상관을 보였다. 황 등⁶⁾은 남자대학생을 대상으로 식이섬유소와 영양소 섭취량

과의 상관관계를 살펴보았을 때 식이섬유소는 조섬유 섭취량($r=0.36, p < 0.01$)보다 당질 섭취량($r=0.72, p < 0.001$)과 더 높은 상관관계를 보임으로써 조섬유 섭취량보다 당질 섭취량을 토대로 식이섬유 섭취량을 추정하는 것이 더 바람직하다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 당질($r=0.50, p < 0.001$)과 조섬유($r=0.49, p < 0.001$) 섭취량 모두 식이섬유 섭취량과 유사한 상관관계를 보임으로써 어떠한 영양소 섭취량을 가지고 식이섬유 섭취량을 추정하는 것이 적절한가에 대해서는 성별, 연령, 식이환경 등 여러 인자를 종합적으로 비교분석할 수 있는 연구를 통해 가능할 것으로 사료된다.

3. 철분의 영양상태와 철분평형

연구대상자들의 혈액성분에 대한 평균 함량으로 평가한 철분의 영양상태에 대한 결과는 Table 4와 같다. 평균 혈색소 농도와 적혈구용적비는 12.7g/dl와 39.1%로 정상 판정기준을 각각 12g/dl와 36%로 볼 때⁴⁷⁾ 혈색소 농도에 의해서만 30%(15명)가 정상범위에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 철결핍성 빈혈의 진단이나 체내 저장철의 정도를 검색하기 위해서는 골수내 ferritin이나

Table 3. Correlation coefficients among daily nutrient intakes in the subjects (n=50)

Nutrients	Fiber intake	Iron intake	Heme iron intake
Energy(kcal)	0.31*	0.76***	-0.08
Protein(g)	0.33*	0.78***	0.04
Lipid(g)	-0.18	0.37**	-0.07
Carbohydrate(g)	0.50***	0.84***	-0.08
Vitamin C(mg)	0.37**	0.39**	0.41**
Iron(mg)	0.47***	1.00	-0.05
Dietary fiber(g)	1.00	0.47***	-0.14
Crude fiber(g)	0.49***	0.25	0.07
MFP(g)	-0.05	0.08	0.67***

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

Table 4. Levels of blood biochemical indices in the subjects (n=50)

Indices	Mean(SD) ¹⁾	Range	Criteria for deficiency
Hb(g/dl)	12.7(0.9)	11.7 - 14.2	<12
Hct(%)	39.1(2.4)	36.0 - 44.0	<36
Serum ferritin(μ g/l)	21.5(18.1)	1.1 - 74.2	≤ 15
Serum iron(μ g/dl)	158.4(51.5)	104.8 - 292.1	<60
TIBC(μ g/dl)	367.6(57.0)	218.0 - 498.0	>360
RBC count($10^6/mm^3$)	4.2(0.3)	3.8 - 5.1	<3.5
MCV(fl.) ²⁾	92.7(3.5)	87.1 - 98.7	<88
MCHC(%) ³⁾	32.5(0.9)	30.8 - 34.6	<30
MCH(pg) ⁴⁾	30.2(1.4)	27.5 - 32.4	<31
TS(%)	43.9(15.6)	30.1 - 81.8	<15

1) Mean(standard deviation)

2) Mean cell volume[hematocrit(%) / red blood cell count per liter]

3) Mean corpuscular hemoglobin concentration[hemoglobin(g/l) / hematocrit(%)]

4) Mean cell hemoglobin[hemoglobin(g/l) / red blood cell per liter]

hemosiderin을 측정하는 것이 가장 좋은 방법으로 알려져 있으나 이들의 측정에는 여러 가지 어려움이 있기 때문에 혈청 ferritin 농도가 비교적 체내 철분 저장량을 잘 반영해주는 유의적인 혈액지수로 사용되고 있다. 최근의 연구들은 부분적으로 골수의 저장철을 조사 비교한 것을 근거로 혈청 ferritin 수치 15µg/l를 철분결핍을 판정하는 기준으로 삼고 있다⁴⁸⁾. 연구대상자들의 평균 혈청 ferritin 농도는 21.5µg/l였으며 15µg/l를 기준으로 평가했을 때 전체 대상자의 42%(21명)가 기준치에 미달되는 것으로 나타났다. 평균 혈청 철분 농도는 158.4µg/dl로 정상 범위인 60µg/dl 미만⁴⁹⁾에 속하는 대상자는 한 명도 없었다. TIBC의 평균치는 367.6µg/dl로 정상 판정기준을 360µg/dl로 할 때⁴⁹⁾ 연구대상자의 38%(19명)가 정상 범위 이하로 철분 결핍상태인 것으로 나타났다. MCV, MCHC, MCH의 값이 낮아지는 경우는 대체로 hypochromic anemia로서 특히 MCHC의 값이 30% 미만에서는 철결핍성 빈혈일 경우가 가장 빈번하고 이 때는 철분보충이 시급한 상태라고 하였는데⁵⁰⁾ 본 대상자들의 평균 MCHC는 32.5%로서 30% 미만의 대상자는 한 명도 없었지만 MCH가 31pg 미만인 자는 66%(33명)로 혈액 측정지수에 따라 철분의 영양상태가 다르게 평가되는 것으로 나타났다. 평균 transferrin saturation은 43.4%로 대상자 모두 정상 범위인 15% 이상에 속하였다. 많은 연구에서 철분의 영양상태 지표로서 혈색소 농도, 적혈구용적비, MCHC 보다는 혈청 ferritin이나 TIBC를 적용할 경우 철분 결핍 발현율이 상승한다고 하였다⁵¹⁾. 본 연구에서도 그⁵¹⁾와 일치하는 결과를 보이며, 96명의 여대생을 대상으로 혈청 ferritin과 TIBC를 측정했을 때 각각 40.6%와 38.5%의 대상자가 철분결핍을 보였다는 연구결과⁵²⁾와 유사하였다.

연구대상자들의 철분의 섭취량과 배설량을 화학적으로 분석하여 살펴본 철분평형에 대한 결과는 Table 5와 같다. 1일 평균 철분섭취량은 19.5mg이었으며, 대변과 소변으로의 배설량은 각각 8.5mg과 1.6mg이었다. 철분의 섭취수준과 배설량을 통해 산출한 철분의 보유량은 9.4mg이었으며, 결보기 흡수율은 52.4%였다. 철분은

Table 5. Iron balance in the subjects (n=50)

Variables	Mean(SD) ¹⁾	Range
Iron intake(mg/day)	19.5(7.9)	6.6 - 38.2
Fecal excretion(mg/day)	8.5(5.2)	3.1 - 23.0
Urinary excretion(mg/day)	1.6(1.0)	0.2 - 4.1
Iron retention(mg/day) ²⁾	9.4(7.9)	- 4.7 - 31.8
Apparent absorbability(%) ³⁾	52.4(25.3)	- 15.7 - 91.3

1) Mean ± standard deviation

2) Iron intake-iron excretion in feces and urine

3) [(Iron intake-iron excretion in feces)/iron intake] × 100

소화관, 비뇨기관, 호흡기관에서의 박락이나 피부, 모발 등으로 손실되는데, 섭취한 철분은 주로 대변으로 배설되며 소변으로는 1일 평균 0.1mg 또는 그 이하로 배설된다고 한다⁵³⁾. 백⁴⁶⁾은 일상식을 섭취하는 우리나라 성인 여성들의 주요 무기질대사 연구에서 1일 6.7mg의 철분섭취량 중 대변으로 8.97mg이 배설되어 음의 평형을 보였다고 하며, 김⁴⁵⁾은 농촌부인을 대상으로 한 연구에서 소변으로 0.096mg/day가 배설된다고 하였다. 여대생을 대상으로 철분의 평형을 조사한 장 등⁵⁴⁾은 1일 평균 철분 섭취량이 13.85mg일 때 대변중 철분 배설량은 7.66mg이고 소변중 배설량은 1.38mg으로 4.28mg의 양의 평형과 44.7%의 결보기 소화율을 보였다고 하여 본 연구결과보다 다소 낮은 철분 보유량을 보였는데, 이는 본 연구대상자들의 철분 섭취량이 높았기 때문이며, 또한 인체는 땀, 피부, 머리카락 등 여러 경로를 통해 무기질을 배설하고 특히 여성의 경우 월경으로 배설되는 양이 상당량에 달하므로 모두 체내에 보유되었다고 보기에는 어려움이 있기 때문에 앞으로 이에 대한 보다 정확한 연구가 요구된다.

4. 식이섬유소 섭취와 철분 영양상태와의 관계

식이섬유소의 섭취수준과 철분의 영양상태를 나타내는 혈액 측정치 및 철분평형과의 관계를 살펴본 결과는 Table 6, 7과 같다. 식이섬유소 섭취량은 철분의 영양상태를 나타내는 혈액 측정치 또는 대변중 철분 배설량과는 유의적인 상관관계를 보이지 않았으며 소변중 철분 배설량과는 유의한 정의 상관을 보였다(p < 0.001). 한편, 철분의 섭취량은 혈청 ferritin 및 소변중 철분 배설량과 유의적인 정의 상관을 보였다(p < 0.001, p < 0.01).

비교적 많은 연구⁷⁾⁸⁾¹⁰⁻¹²⁾를 통해서 식이섬유소의 양과

Table 6. Correlation coefficient among dietary fiber intake and blood indices of iron in the subjects (n=50)

Indices	Dietary fiber	Iron intake	Heme iron intake
Hb(g/dl)	0.25	0.20	- 0.28*
Hct(%)	0.16	0.20	- 0.14
Serum ferritin(µg/l)	0.05	0.50***	- 0.26
Serum iron(µg/dl)	- 0.20	0.21	0.04
TIBC(µg/dl)	- 0.15	- 0.16	0.06
RBC count(10 ⁶ /mm ²)	0.14	0.25	- 0.35*
MCV(fl)	- 0.03	- 0.20	0.51***
MCHC(g/dl)	0.23	0.05	- 0.42**
MCH(pg)	0.19	- 0.13	0.16
TS(%)	- 0.15	0.29*	- 0.01

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

Table 7. Correlation coefficient between dietary fiber intake and iron balance in the subjects (n=50)

Variables	Dietary fiber	Iron intake	Heme iron intake
Iron intake(mg/day)	0.47***	1.00	-0.26
Fecal excretion(mg/day)	0.02	0.28	-0.14
Urinary excretion(mg/day)	0.49***	0.45**	-0.44**
Iron retention(mg/day)	-0.03	0.76***	-0.11
Apparent absorbability(%)	0.07	0.40**	0.04

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

종류를 달리하여 비교실험했을 때 많은 양의 식이섬유소 섭취는 장내 무기질과 결합하거나 장의 transit time을 단축시키고 또는 장상피세포를 손상시켜 무기질의 흡수를 떨어뜨린다고 보고되었다. Gordara등⁵⁵⁾은 9명의 건강한 여자 청소년을 대상으로 21일간 정제된 식품으로 구성된 저섬유소식과 동일한 식단에 21g의 cellulose를 첨가한 고섬유소식을 섭취시켰을 때 대변중의 철분 배설량이 유의적으로 증가하고 혈청 철분수준은 감소하였다고 한다. Simpson등¹⁴⁾은 식이섬유소가 철분의 흡수에 미치는 영향에 대한 연구에서 수용성인 pectin이 식이 철분과 난소화성 복합체를 형성하기 때문에 불용성인 cellulose보다 철분흡수 저하효과가 더욱 크게 나타난다고 하였고, Fairweather-Tait와 Wright⁵⁶⁾는 쥐에게 wheat bran을 다량 공급했을 때 철분의 흡수에는 변화가 없었으나 아연의 흡수는 유의하게 감소하였다고 하여 식이섬유소가 무기질의 이용에 미치는 영향은 섭취하는 식이섬유소의 양뿐만 아니라 식이섬유소와 무기질의 종류에 따라서 다른 것으로 보여진다. 그러나 아직까지 우리나라에서는 식품중의 식이섬유소 종류별 함량에 대한 분석자료가 부족하기 때문에 이에 대한 연구가 시급한 실정이다. Monnier등⁵⁷⁾은 최근 다양한 식이섬유소의 생리활성과 함께 식이섬유소가 생체내 무기질의 이용에 미치는 영향과 관련하여 보다 깊이있는 연구가 필요하다고 하였으며, 특히 수용성 식이섬유소는 hemochromatosis 환자관리에 유용할 수 있는 식이인자임을 강조하였다.

한편, 일상식에서 식이섬유소가 철분을 포함한 무기질의 영양상태에 미치는 영향에 대한 연구에서 Halsted⁵⁸⁾와 Haghshenass⁵⁹⁾에 의하면 식이섬유소의 섭취가 많은 이란 사람들에게 대한 연구결과 이 지역에서는 철분, 구리, 아연 등 무기질의 섭취가 충분함에도 불구하고 체내 이용도가 낮았으며 이는 장에서 소화되지 않는 식이섬유소의 영향에 의한 결과라고 하였다. 그러나 Anderson등⁶⁰⁾은 평균 19년 동안 채식을 한 56명의 캐나다 여성을 대상으로 철분과 아연의 영양상태를 관찰했을 때 식품으로 공급된 낮은 철분과 아연의 섭취 상태와 높은

식이섬유소의 섭취량에도 불구하고 철분과 아연의 영양상태는 적정수준인 것으로 나타났다. 본 연구에서 일상 식이를 하는 건강한 여대생을 대상으로 식이섬유소의 섭취수준과 철분의 영양상태를 알아보고 이들과 상관성을 살펴보았을 때 이들간에 유의적인 관계가 나타나지 않아 일상적인 식이섬유소의 섭취수준은 철분의 영양상태에 미치는 영향이 비교적 적은 것으로 생각된다. 그러나 본 연구는 인원수가 적고 일상적인 식이조사를 실시함으로써 식이섬유소와 철분 영양상태 이외의 제반 요인들의 작용을 설명할 수 없다는 점을 고려할 때 앞으로는 보다 다양한 계층의 많은 대상자를 포함하여 식이섬유소의 종류와 섭취수준이 철분의 이용과 영양상태에 미치는 다각적인 연구가 요구된다고 하겠다.

요약 및 결론

여대생 50명을 대상으로 일상적인 식이섭취조사를 실시하고, 섭취하는 식품과 대변 및 소변중의 철분함량, 혈중의 철분영양상태 평가지표들을 분석함으로써 가입여성의 일상적인 식이섬유 섭취량과 일상식에서 식이섬유와 철분의 영양상태 및 이용률과의 관계를 살펴본 연구결과를 요약하면 다음과 같다. 연구대상자들의 평균 연령은 23.2세, 평균 신장과 체중은 각각 160.2cm와 53.9kg이었다. 신장과 체중으로 산출한 평균 체질량지수는 21.0kg/m²였으며, 평균 혈압은 110.1/68.4mmHg로 정상범위에 속하였고 개인별로도 모두 정상혈압범위에 있었다. 평균 열량 섭취량은 1635.5kcal로 한국인 영양권장량의 81.8%의 섭취수준을 보였다. 평균 단백질 섭취량은 54.3g으로 영양권장량의 90.5%의 섭취수준이었으며, 총 열량섭취량 중 단백질, 지질, 탄수화물의 3대 영양소 구성비율은 13.3 : 20.4 : 66.3이었다. 평균 식이섬유소의 섭취량은 22.5g이었으며, 평균 철분 섭취량은 16.2mg으로 한국인 영양권장량의 90%의 섭취수준을 보였다. 연구대상자들의 혈액성분에 대한 평균 함량으로 평가한 철분의 영양상태에 대한 결과 평균 헤모글로빈 농도와 적혈구용적비는 12.7g/dl와 39.1%였으며, 혈청 ferritin과 철분 함량, TIBC 및 transferrin saturation은 각각 21.5µg/l, 156.8µg/dl, 368.9µg/dl 및 43.4%로 정상수준에 속한다. 철분의 섭취량과 배설량을 화학적으로 분석하여 살펴본 평균 철분섭취량은 19.5mg이었으며 대변과 소변으로의 배설량은 각각 8.5mg과 1.6mg이었다. 철분의 섭취수준과 배설량을 통해 산출한 철분의 보유량은 9.4mg이었으며, 결보기 흡수율은 52.4%였다. 식이섬유소의 섭취량은 철분의 영양상태를 나타내는 혈액 측정치 또는 대변중 철분 배설량과는 유의적인 상관관계가

나타나지 않았으나 소변중 철분 배설량과 유의한 정의 상관을 보였다($p < 0.001$).

Literature cited

- 1) Burkitt DP, Walker ARP, Painter NS. Dietary fiber and disease. *J Am Med Assoc* 229 : 1068, 1974
- 2) Trowell H. Definition of dietary fiber and hypothesis that is a protective factor in certain disease. *Am J Clin Nutr* 29 : 417-425, 1967
- 3) Walker ARP. Does dietary fiber hypothesis really "work"? *Cereal Food World* 38 : 128-134, 1993
- 4) 황선희. 한국인 상용식품의 식이섬유 함량분석과 한국 남자대학생의 식이섬유 섭취 현황평가. 숙명여자대학교 박사학위논문, 1995
- 5) 황선희 · 김정인 · 송정자. 채소류, 버섯류, 과일류 및 해조류 식품의 식이섬유 함량. *한국영양학회지* 29 : 89-96, 1996
- 6) 황선희 · 김정인 · 송정자. 한국대학생의 식이섬유 섭취실태조사. *한국영양학회지* 25(2) : 205-213, 1996
- 7) Layrisse M, Martinez-Torres C, Roche M. Effect of interaction of various foods on iron absorption. *Am J Clin Nutr* 21 : 1175-1183, 1968
- 8) Monsen ER, Hallberg L, Layrisse M, Hegsted DM, Cook JD, Mertz W, Finch CA. Estimation of available dietary. *Am J Clin Nutr* 31 : 134-141, 1978
- 9) 보건사회부. 국민영양보고서, 1981-1993
- 10) 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
- 11) Monsen ER, Cook JD. Food iron absorption in human subjects. IV. The effect of calcium and phosphate salts on the absorption of non-heme iron. *Am J Clin Nutr* 29 : 1142-1148, 1976
- 12) Cook JD, Monsen ER. Vitamin C, the common cold and iron absorption in man. *Am J Clin Nutr* 30 : 235-241, 1977
- 13) Reinhold JG, Garcia JS, Garzon P. Binding of iron by fiber of wheat and maize. *Am J Clin Nutr* 34 : 1384-1391, 1981
- 14) Simpson KM, Morris ER, Cook JD. The inhibitory effect of bran on iron absorption in man. *Am J Clin Nutr* 34 : 1469-1478, 1981
- 15) King JC, Stein T, Doyle M. Effect of vegetarianism on the zinc status of pregnant women. *Am J Clin Nutr* 34 : 1049-1478, 1981
- 16) Mcendree LS, Kies CV, Fox HM. Iron intake and iron nutritional status of lacto-ovo-vegetarian and omnivore students eating in a lacto-ovo-vegetarian food service. *Nutr Res Intern* 27 : 199-206, 1983

- 17) Fernanadez R, Phillips SF. Components of fiber impair iron absorption in the dog. *Am J Clin Nutr* 35 : 107-112, 1982
- 18) Hunter JE. Iron availability and absorption in rats fed sodium phytate. *J Nutr* 111:841-847, 1981
- 19) Hwang SH, Sung CJ, Kim JI. Analysis of dietary fiber content of common Korean foods. *J Korean Soc Food Nutr* 24 : 396-403, 1995
- 20) 한국인구보건연구원. 한국인의 영양권장량. 제 5 차개정, 1989
- 21) 농촌진흥청 농촌영양개선연수원. 식품성분표. 제 4 개정판, 1991
- 22) 임정남. 식품의 무기성분분석. *식품과 영양* 7 : 42-46, 1986
- 23) Cannan PK. Hemoglobin standard. *Science* 127 : 1376, 1958
- 24) 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
- 25) Revenant MC. "Sandwich" enzyme immuno assay for serum ferritin with polypropylene test tubes as the solid phase. *Clin Chem* 29 : 681-683, 1983
- 26) 김충련. SAS라는 통계상자 - 통계분석 및 시장조사법을 중심으로. 데이타리서치, 서울, 1993
- 27) 한국영양학회. 한국인영양권장량. 제 6 차개정. 1995
- 28) 허영란 · 임현숙. 지방섭취증가가 일부 젊은 여성의 혈장 지단백 조성에 미치는 영향. *한국영양학회지* 28 : 697-705, 1995
- 29) 오경원 · 바계숙 · 김택제 · 이양자. 일부 대학생의 지방산 섭취량과 섭취 지방산의 p-3, p-6계 지방산 및 P/M/S 비율에 관한 연구. *한국영양학회지* 24 : 300-407, 1991
- 30) 홍순명 · 백금주 · 정선희 · 오경원 · 홍영애. 여대생의 영양섭취상태 및 혈액성상에 관한 연구 - 제 1 보 혈청지질 성분을 중심으로 -. *한국영양학회지* 26 : 338-346, 1993
- 31) Butrum RR, Clifford CK, Lanz E. NCI dietary guidelines : rationale. *Am J Clin Nutr* 48 : 888, 1988
- 32) 일본후생성 보건의료국 건강증진과 영양. 일본인의 영양소요량. 제 5 차개정. 제일출판주식회사, 1994
- 33) US Department of Health and Human Service, Food and Drug Administration. Food labeling : Reference daily intakes and daily reference values. Federal Register(Docket No 90N-0134, 21 CFR Parts 101) 58 : 2222, 1993
- 34) WHO Technical Report Series. No 797. Diet, nutrition and the prevention of chronic disease. WHO, Geneva, 1990
- 35) Schweizer TF, Wursch P. The physiological and nutritional importance of dietary fiber. *Experientia* 47 : 181-186, 1991
- 36) Wynder EL, Wishurger JH. Nutrition : The need to define "optimal" intake as a basis for public policy de-

- cisions. *Am J Public Health* 82 : 346, 1992
- 37) 이혜성 · 이연경 · Chen SC. 대학생의 식이섬유 섭취에 관한 연구. *한국영양학회지* 24 : 534-546, 1991
 - 38) Tsuneyuki OKU. The epidemiological significance of dietary changes in Japan. In "Proceeding Kellogg's international symposium on dietary fiber" Chen SC(ed.). p 120, Center for Academic Pub., Japan, 1990
 - 39) Marlett JA, Bokram RL. Relationship between calculated dietary and crude fiber intakes of 200 college students. *Am J Clin Nutr* 34 : 335, 1981
 - 40) Lanza E, Jones DY, Block G, Kessler L. Dietary fiber intake in the US population. *Am J Clin Nutr* 46 : 790-797, 1987
 - 41) 최미영 · 여정숙 · 강명춘 · 승정자. 정상식과 채식을 하는 여대생의 영양상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 18 : 217-224, 1985
 - 42) 남혜선 · 이선영. 충남대 여대생의 철분 섭취량과 영양 상태에 대한 연구. *한국영양학회지* 25 : 404-412, 1992
 - 43) 계승희 · 백희영. 우리나라 젊은 성인 여성의 철분영양상태와 이에 영향을 미치는 식이 요인 분석(2) : 주요 식품의 철분 분석과 철분 섭취량 및 이용률 평가. *한국영양학회지* 26 : 703-714, 1993
 - 44) 김혜경. 한국 여대생들의 식사형태에 따른 철 결핍성 빈혈에 관한 임상적 연구. 숙명여자대학교 석사학위논문, 1986
 - 45) 김애정. 일부지역 농촌 부인의 Fe, Cu, Zn 섭취 수준 및 혈액 성상에 관한 연구. 숙명여자대학교 석사학위논문, 1987
 - 46) 백희영. 평상식을 섭취하는 우리나라 성인 여성들의 주요 무기질 대사에 관한 연구. 숙명여자대학교 논문집 28 : 549-561, 1988
 - 47) WHO. Nutritional anemias. WHO, Geneva, 1968
 - 48) Hallberg L, Rossander-Hulten L. Iron requirements in menstruating women. *Am J Clin Nutr* 54 : 1047-1058, 1991
 - 49) Gibson RS. Principles of nutritional assessment. pp.349-372. Oxford University Press, New York, 1990
 - 50) 서덕규. 혈액학 실기. 고문사, 서울, 1976
 - 51) Bainton DF, Finch CA. The diagnosis of iron deficiency anemia. *Am J Med* 37 : 62-70, 1964
 - 52) 계승희 · 백희영. 우리나라 젊은 성인 여성의 철분영양상태와 이에 영향을 미치는 식이 요인 분석(1) : 혈액의 철분 영양 상태 평가 지표의 비교 및 분석. *한국영양학회지* 26 : 692-702, 1993
 - 53) 승정자. 극미량원소의 영양. pp.26-44, 민음사, 서울, 1995
 - 54) 장수영 · 최인선 · 오승호. 한국 여자 대학생의 Iron, Copper 및 Cobalt 평형에 관한 연구. *한국영양학회지* 20 : 78-88, 1991
 - 55) Gordara R, Kaur AP, Bhat CM. Effect of cellulose incorporation in a low fiber diet on fecal excretion and serum levels of calcium, phosphorus, and iron in adolescent girls. *Am J Clin Nutr* 34 : 1083-1086, 1981
 - 56) Fairweather-Tait SJ, Wright AJA. The effects of sugar-beet-fibre and wheat bran on iron and zinc absorption in rats. *Br J Nutr* 64 : 547-552, 1990
 - 57) Monnier L, Colette C, Aguirre L, Mirouze J. Evidence and mechanism for pectin-reduced intestinal inorganic iron absorption in idiopathic hemochromatosis. *Am J Clin Nutr* 33 : 1225-1232, 1980
 - 58) Halsted JA. Zinc deficiency in man. The shiraz experiment. *Am J Med* 53 : 277-284, 1972
 - 59) Haghshenass M. Iron deficiency anemia in an Iranian population associated with high intakes of iron. *Am J Clin Nutr* 25 : 11430-1149, 1972
 - 60) Anderson BM, Gibson RS, Sabry JH. The iron and zinc status of long-term vegetarian women. *Am J Clin Nutr* 34 : 1042-1048, 1981