

철 보충제 섭취가 빈혈 여고생의 철 영양상태에 미치는 영향

홍 순 명 · 황 혜 진^{1)†}

울산대학교 생활과학대학 식품영양학과, 동의대학교 생활과학대학 식품영양학과¹⁾

Effects of Iron Supplementation on Iron Status of Anemic High School Girls

Soon-Myung Hong, Hye-Jin Hwang^{1)†}

Department of Food and Nutrition, University of Ulsan, Ulsan, Korea
Department of Food and Nutrition,¹⁾ Dongeui University, Busan, Korea

ABSTRACT

This study was designed to investigate the effect of iron supplementation on the iron nutritional status and anemia of high school girls in Korea. One hundred thirty-five female students residing in Ulsan metropolitan city in Korea diagnosed as having anemia or iron deficiency participated in this study. One or two tablets of iron medicine(80 - 160 mg Fe as ferrous sulfate/day) were administered to all participants for 3 months. Subjects were evaluated with a questionnaire, measurement of hematological indices before and after iron supplementation. The average height and weight of respondents were 161.62 ± 4.68 cm and 53.87 ± 6.10 kg, respectively. Daily intakes of energy were 1597.8 ± 302.35 kcal(76.0% RDA). Iron intakes were 13.72 ± 4.17 mg(76.3% of RDA) and calcium intakes were 580.74 ± 177.21 (72.5% of RDA) before iron supplementation. At baseline, 63% of all participants had depleted store(serum ferritin $12 \mu\text{g/ml}$ and/or transferrin saturation(TS) < 14%). After iron supplementation, this proportion declined to 19.3%. 55.6% of subjects had $12 \mu\text{g/ml}$ of basal ferritin concentration before iron supplementation, and this proportion declined to 16.3% after iron supplementation. The basal hemoglobin(Hb) concentrations were 12.13 ± 1.01 g/dl and they increased to 12.79 ± 0.81 g/dl, which showed significant difference after iron supplementation($p < 0.001$). The basal ferritin and TS(%) were 13.24 ± 11.66 ng/ml, $18.42 \pm 10.12\%$ and they significantly increased to 32.95 ± 21.14 ng/ml, $33.53 \pm 16.64\%$, respectively($p < 0.001$). The basal total iron binding protein(TIBC) were $467.81 \pm 97.24 \mu\text{g/dl}$ and they significantly decreased to $325.05 \pm 48.89 \mu\text{g/dl}$ ($p < 0.001$) after iron supplementation. The number of tablets administered was positively correlated with serum iron($t = 0.553$, $p < 0.01$), serum ferritin($t = 0.557$, $p < 0.01$), TS($t = 0.588$, $p < 0.01$) and negatively correlated with TIBC($t = -0.409$, $p < 0.01$). The anemia symptoms such as 'Shortening of breath when going upstairs($p < 0.01$)', 'Tired out easily($p < 0.01$)', 'Feeling blue($p < 0.001$)', 'Decreased ability to concentrate($p < 0.01$)', and 'Poor memory($p < 0.001$)' improved significantly after iron supplementation. In this study, daily iron supplementations were efficacious in improving the iron status and anemic symptoms of female high school students. Regular check-ups and nutrition education for adolescents are necessary because of their vulnerability to iron deficiency. Further studies are needed to determine the minimum effective dose of iron and to examine the adverse effect of long-term iron supplementation. (Korean J Community Nutrition 6(5) : 726~733, 2001)

KEY WORDS : iron supplementation · iron deficient anemia · hemoglobin · hematocrit · serum ferritin.

서 론

철결핍성 빈혈은 전 세계적인 영양문제로써 특히 성장 속

채택일 : 2001년 10월 25일

†Corresponding author : Hye Jin Hwang, Department of Food and Nutrition, Dongeui University, Kaya-dong, Busanjin-gu, Busan 614-714, Korea

Tel : 051) 890-1594, Fax : 051) 890-1579

E-mail : hhj2001@dongeui.ac.kr

도가 빠른 유년기 아동 및 청소년기를 비롯해서 가임기 여성, 그리고 임산부 및 수유부 등에서 빈번히 관찰되고 있으며(Hereberg 등 1985 : WHO 1992). 이는 육체활동능력의 저하(Dallman 1982), 기억과 학습 장애(Bruner 등 1996), 면역 기능 저하(Chandra 1983) 등을 가져올 수 있다. 특히 여고생의 경우는 급격한 신체 성장과 월경으로 인한 혈액 손실 등으로 인하여 철 영양상태가 불량한 것으로 나타나(Dallman 1992). 아시아의 개발도상국의 경우 청소년의 40% 이상이 빈혈로 보고되었고(Kurz 1996), 인디아의 보

고(Kanani & Ghanekar 1997)에 의하면 저소득층의 여자 청소년에 있어서 70% 정도가 빈혈에 해당한다고 하였다. 미국의 경우 제 3차 NHANES III(National Health and Nutrition Examination Survey, 1988~1994) 조사 결과, 12~15세, 16~19세의 사춘기 여자의 철 결핍 빈도는 각각 9%와 11%로 보고되었다(Looker 1997).

철 결핍 상태는 고갈된 혈청 ferritin 수준과 비정상적으로 낮은 철포화도(TS), 상승된 erythropoerythrin수준에 의해 확인 된다(Finch & Cook 1984). 본 연구의 이전 연구(홍순명 등 2001)에서는 여고생에게 있어 혈청 ferritin 농도가 12 ng/dl 미만이거나 transferrin포화도가 14%미만인 비율은 전체의 36.6%에 해당한다고 하였고, 여대생을 대상으로 한 연구에서도(계승희 · 백희영 1993a) 철 영양상태 지표를 ferritin과 total iron binding protein(TIBC)을 사용하였을 때 철 결핍비율은 전체 여대생의 각각 40.6%와 38.5%로 나타났다.

철 영양상태가 심각한 경우에는 철 영양제의 보충의 필요성이 강조되고 있는데, 국내에서는 임산부를 대상으로 한 연구(유경희 · 윤진숙 1998)가 이루어져 있을 뿐 미비한 실정이다. 국외의 연구를 보면 어린이들을 대상으로 한 연구에서 철 보충으로 성장을 촉진하였다는 연구들과(Angeles 등 1993; Aukett 등 1986), 반대로 성장에는 영향을 미치지 못하였다는(Rosado 등 1997; Rahman 1999) 연구들이 보고되었다. 또한 Idjradinata 등(1994)은 철분영양상태가 양호한 어린이에게 철분 보충은 오히려 해로운 결과를 가져온다고 한 바 있어 앞으로의 연구가 요구된다고 본다.

1차 여고생을 대상으로 철 영양상태를 조사한 결과 대상자의 철결핍의 발생빈도가 높고 심각한 것으로 나타났다(홍순명 등 2001). 여고생들은 월경으로 인한 정기적인 혈액 손실로 충분한 철분을 보유하여야 하므로 철분 공급이 중요한 계층으로 철분 영양상태에 대한 중요성은 많이 인식되어 왔으나 아직 여고생을 대상으로 한 철 섭취량 및 철영양제의 보충에 대한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구에서는 영양교육과 철 보충제의 섭취가 철 영양상태에 미치는 개선 효과를 조사하여 철영양상태가 불량한 여고생에게 있어 철분 영양상태의 증진과 빈혈 예방을 위한 자료로 제시하고 철보충제 복용의 필요성을 강조하고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상 및 기간

1차 조사결과(홍순명 등 2001) 철결핍(혈청 ferritin농도가 12 ng/dl 미만이거나 transferrin 포화도가 14%미만)

에 해당되었거나 빈혈(hemoglobin농도가 12 g/dl미만)인 여고생 135명을 대상으로 2000년 6월 9일~2000년 9월 30일까지 빈혈인 여고생에게는 매일 2정(160 mg Fe⁺⁺), 철결핍인 여고생에게는 1정(80 mg Fe⁺⁺)을 복용하도록 권하였다.

2. 영양교육

대상자에게 철 보충을 하기 전에 연구자가 빈혈과 영양과의 관계에 대한 영양교육을 강의를 실시하였다. 영양교육은 빈혈을 진단하는 hemoglobin, hematocrit, transferrin 포화도, 혈청 철분, TIBC에 대한 이해를 하는 내용과 빈혈 판정이었다. 빈혈을 개선하고 예방하는 식사섭취의 중요성, 철의 급원식품, 철 흡수를 증진시키는 식사요법 등에 관한 내용이었다.

3. 영양소 섭취량 조사

철 보충제 보충전과 후의 대상자의 평상시의 식사력을 통한 영양소 섭취상태를 조사하기 위하여 문수체에 의해 개발된 반정량적 빈도법(semiquantitative frequency)를 이용한 간이법을 이용하여 영양소 섭취량을 조사하였다. 산출된 영양소는 2001년에 7차 개정된 한국영양권장량과 비교하였다.

4. 신체계측

대상자의 신장과 체중은 자동 신장 체중기(Fanocs model : Fa-95)로 측정하였고, 신체중량지수(BMI)는 체중(kg)/신장(m)²으로 산출하였다. PIBW(percent ideal body weight)는 이상체중(ideal body weight)에 대한 체중의 백분율이며, 이상체중은 Broca 변법인 {신장(cm) - 100} × 0.9으로 산출하였다.

5. 혈액검사

철의 보충전과 후의 혈액은 정맥천자로 하고 채혈 즉시 2 ml 혈액을 EDTA시험관에 넣어 혈액소(hemoglobin), 평균적혈구 용적(mean corpuscular volume, MCV), RDW (red cell distribution width)는 Automatic Blood Cell Counter(Sysmex NE 8000, Toa Medical Electronics Co., Japan)을 사용하여 검사하고, 한편 5 ml의 혈액은 검사 당일 원심분리하여 혈청을 분리한 다음, 혈청 철농도, 철결합능(TIBC : total iron binding capacity)은 Automatic Chemistry Analyzer(Hitachi 747, Hitachi Co., Japan)로, ferritin농도는 Chemiluminescence Immunoassay(CLIA) Analyzer(ACS 180, Bayer Diagnostics Co., USA)로 각각 측정하였다. Transferrin 포화도(TS)는 혈청 철농도를 TIBC으로 나눈 값에 100을 곱함으로써

계산하였다.

6. 설문조사

대상자의 철 보충전과 후의 임상 증상 등을 조사하였는데, 이는 이전 연구(홍순명 등 1999)에서 조사한 임상 증상을 참고로 보완하여 13가지 항목에 대하여 '전혀 없음'의 0점으로부터 '가끔 느낌', '보통 느낌', '자주 느낌'에 대해 각각 1점, 2점, 3점을 부여하는 Likert척도로 측정하였다.

7. 통계분석

수집된 모든 자료는 SPSS PC⁺ package를 이용하여 통계처리 하였으며, 각 변인은 평균과 표준편차를 구하였다. 혈액지표, 임상증상은 철 보충전과 후를 paired-test로 비교하였으며, 철분보충제 섭취양과 빈혈수치와의 상관관계 간의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient를 구하여 상관관계의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 대상자의 신체발달

대상자의 신체발달사항을 Table 1에 나타내었다. 철 보충전의 신장은 161.62 ± 4.68 cm, 체중은 53.87 ± 6.10 kg이었으며, 이는 3개월 후 161.76 ± 4.56 cm, 체중은 53.48 ± 6.00 kg을 나타내었다. 본 연구는 1차조사에서 철결핍이나 빈혈로 판정된 여고생을 대상으로 한 것으로 우리나라 18세 여자 평균(1998년 한국 소아 및 청소년 신체발육치)인 신장 160.5 cm, 체중 54.65 kg, 또한 1차 연구(홍순명 등 2001) 때 전체 여고생을 대상으로 한 연구의 결과인 신장 161.24 ± 4.90 cm 및 체중 53.12 ± 6.37 kg와는 신체 발달 면에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 본 연구에서 철 보충제 섭취전의 평균 신체중량지수(BMI)는 20.61 ± 2.29 로 정상에 속했으며, PIBW(percent ideal body weight)는 $97.29 \pm 11.39\%$ 이었고, 보충 후 각각 20.78 ± 3.15 와 $96.62 \pm 11.48\%$ 로 보충 전 후에 차이를 나타내지 않았다.

2. 대상자의 혈액학적 수치의 변화

생화학적 검사방법을 이용하여 철 보충제 섭취 전후의 여고생의 혈액학적수치를 분석한 결과를 Table 2과 Fig. 1에 나타내었다.

철결핍 여고생을 대상으로 한 본 연구에서는 Hemoglobin(Hb) 농도는 철 보충전에는 12.13 ± 1.01 g/dl를 나타내었으며, 이는 보충 후 12.79 ± 0.81 g/dl로 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 본 연구의 이전 연구(홍순명 등 2001)에서의 전체 여고생의 Hb수치는 13.14 ± 0.97 g/dl로

Table 1. Physical characteristics of subjects

	Before iron supplementation	After iron supplementation	Significance (Paired t-test)
Height(cm)	161.62 ± 4.68	161.76 ± 4.56	NS ³⁾
Body weight(kg)	53.87 ± 6.10	53.48 ± 6.00	NS
BMI(kg/m ²) ¹⁾	20.61 ± 2.29	20.78 ± 3.15	NS
PIBW ²⁾	97.29 ± 11.39	96.62 ± 11.48	NS

1) BMI : Body mass index

2) PIBW : Percent ideal body weight, ideal body weight = {height (cm) - 100} × 0.9

3) NS : Not significant

Table 2. Hemological indices before and after iron supplementation

Hemological indices	Before iron supplementation	After iron supplementation
Hb(g/dl) ¹⁾	12.13 ± 1.01	$12.79 \pm 0.81^*$
TIBC(μ g/dl) ²⁾	467.81 ± 97.24	$352.05 \pm 48.89^*$
TS(%) ³⁾	18.42 ± 10.12	$33.53 \pm 16.64^*$
RDW(% ⁴⁾)	14.63 ± 10.44	13.72 ± 1.20
Ferritin(ng/ml)	13.24 ± 11.66	$32.95 \pm 21.14^*$
Fe(μ g/dl)	83.52 ± 42.83	$114.31 \pm 50.21^*$
MCV(fL) ⁵⁾	86.53 ± 9.16	86.80 ± 3.93

1) Hb : Hemoglobin

2) TIBC : Total iron binding capacity

3) TS : Transferrin saturation

4) RDW : Red cell distribution width

5) MCV : Mean corpuscular volume

* : $p < 0.001$

조사된 바 있다.

혈청 ferritin은 철 결핍시 제일 먼저 감소가 나타나고, 혈청 ferritin이 20 ng/ml이면 철 부족으로 간주된다고 한다(Gibson 1990). 철 보충전의 혈청 ferritin은 13.24 ± 11.66 ng/ml로 매우 낮았으나 이는 철 보충 후 32.95 ± 21.14 ng/ml로 유의적으로($p < 0.001$) 증가되어, 철 영양 상태가 매우 개선된 것으로 나타났다.

TIBC는 transferrin에 있는 free iron binding site의 수와 관련된 것으로 철 결핍시에 빠르게 증가한다(Gibson 1990). 철 보충 전의 TIBC는 보충 전 467.81 ± 97.24 μ g/dl에서 보충 후 352.05 ± 48.89 μ g/dl로 유의적으로($p < 0.001$) 감소하여 철 보충제 섭취 후 철분 영양상태가 개선되었음을 알 수 있다.

철 부족이 나타날 경우 혈청 철 값은 감소되고 TIBC는 증가되기 때문에 철 결핍성 빈혈의 좀 더 신빙성 있는 판단 기준은 TIBC에 대한 혈청 철의 비율인 TS(%라고 할 수 있다. 본 연구에서 철 보충 전의 TS(%)는 $18.42 \pm 10.12\%$ 에서 보충 후 $33.5 \pm 16.64\%$ 로 유의적으로($p < 0.001$) 증가하였음을 알 수 있다. 혈청 철은 보충 전 83.52 ± 42.83 μ g/dl에서 보충 후 114.31 ± 50.2 μ g/dl로 유의적으로($p < 0.001$) 증가하였고 MCV는 보충 전과 후에 각각 86.53 ± 9.16 fL, 86.80 ± 3.93 fL로 별 차이를 나타내지 않았다. 임신부를

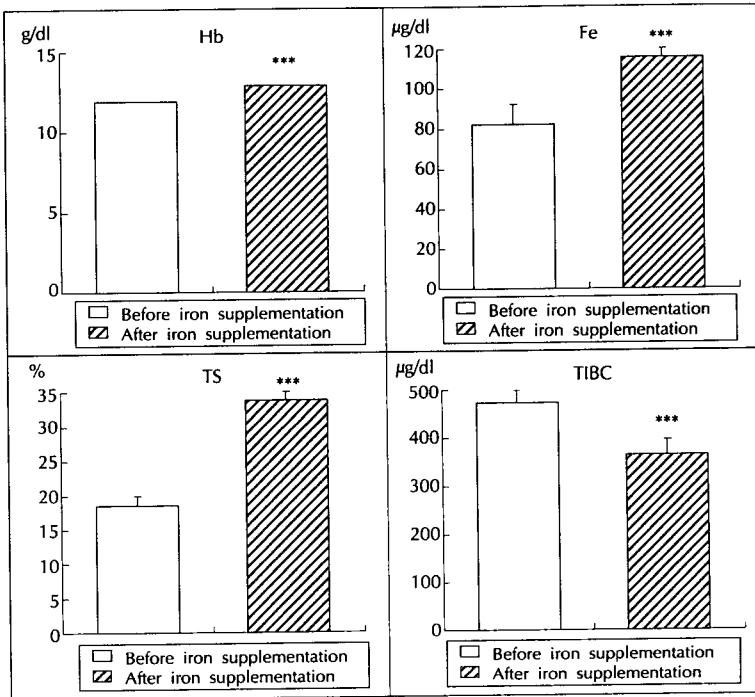


Fig. 1. Hematological indices before and after iron supplementation(*** : p < 0.001). Hb : hemoglobin, TS : transferrin saturation, TIBC : total iron binding capacity.

대상으로 한 다른 연구를 보면 Taylor등(1982)은 철 보충 임신부인 경우 임신초기의 MCV수치가 86.2 fL이었다가 임신 말기에 감소하였으나, 철을 복용한 임신부의 경우 임신말기까지 MCV가 감소되지 않고 그대로 유지되었다고 하였다.

RDW(red cell distribution width)는 적혈구 세포 크기의 분포도를 나타내는 것으로, MCV의 감소, free erythrocyte protoporphyrin의 증가 및 혈청철분의 감소 전에 증가하기 시작하여 철결핍 선별검사에 감수성이 높은 검사라고 주장되고 있다(Walters 1996). 본 연구에서는 보충 전 14.63 ± 10.44%에서 보충 후 13.72 ± 1.20%으로 감소되었으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

철 보충 전과 후의 철 결핍성 빈혈 비율의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. TS(%)가 14%이하인 대상자는 보충 전 35.6%에서 7.4%로 감소하였으며, ferritin농도가 12 ng/ml이하인 사람은 55.6%에서 보충 후 16.3%로 감소하였으며, TS(%)가 14%이하이거나 ferritin농도가 12 ng/ml이하인 사람은 보충 전 63%에서 보충 후 19.3%로 감소되어, 철 보충으로 빈혈 발현 빈도는 매우 감소된 것으로 나타났다.

3. 대상자의 영양소 섭취량의 변화

대상자의 일일영양소의 섭취 변화를 Table 3에 나타내었다. 단백질의 섭취량은 보충전을 기준으로 하였을 때 56.26 g으로 권장량의 86.2%를 나타내었으며, 비타민 B₁은 권장량의 80.9%, 권장량 대비 80%미만을 섭취하는 영양소로는

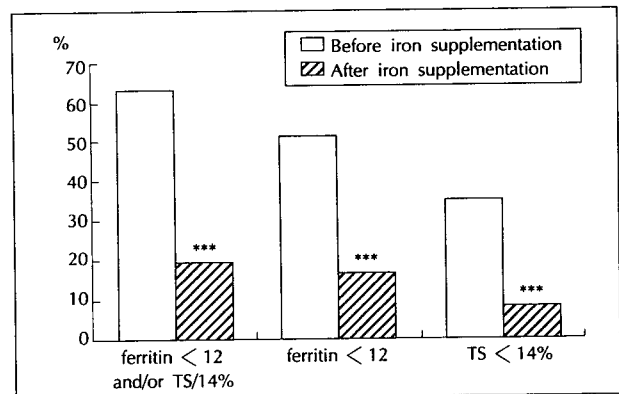


Fig. 2. Prevalence rates of iron deficiency of the subjects before and after supplementation(*** : p < 0.001).

철, 칼슘, 총열량으로 철의 섭취량은 권장량의 76.3%, 칼슘의 섭취량은 권장량의 72.5%, 총열량은 권장량의 76.0%로 나타났다. 특히 칼슘의 섭취량이 제일 낮게 조사되었는데, 청소년을 대상으로 한 다른 연구(김미경 등 1998 ; 김미현 · 승정자 2000)에서도 다른 영양소보다 대상자의 칼슘섭취량이 현저하게 낮았으며, 1998년 국민 건강 · 영양조사(보건복지부 1999)에서도 권장량 대비 칼슘의 섭취량은 전체적으로 볼 때 72.8%로 조사되어 칼슘섭취량을 높이기 위한 구체적인 방안의 필요성을 강조하였다. 또한 총열량도 보충 전 후 각각 1597.8 ± 302.35 kcal, 1541.99 ± 320.74 kcal로 조사되어 권장량의 73.4~76.3%에 그치는 것으로 드러났다.

또한 권장량 보다 높게 섭취하는 영양소로는 인, 비타민

Table 3. Nutrient intake of subjects before and after iron supplementation

Nutrients	RDA ¹⁾	Before iron supplementation		After iron supplementation		Significance (Paired t-test)
		Mean ± SD	%RDA	Mean ± SD	%RDA	
Protein(g)	65	56.26 ± 14.20	86.2	55.53 ± 14.71	85.4	NS ²⁾
Fat(g)		31.41 ± 7.64		30.64 ± 8.54		NS
Carbohydrate(g)		272.51 ± 50.27		261.07 ± 52.05		NS
Fe(mg)	18	13.72 ± 4.17	76.3	13.40 ± 4.20	74.4	NS
P(mg)	800	863.58 ± 222.25	107.8	844.94 ± 225.01	105.6	NS
Ca(mg)	800	580.74 ± 177.21	72.5	562.57 ± 178.84	70.3	NS
Vitamin A(RE)	700	1166.37 ± 467.14	166.6	1152.29 ± 499.66	164.5	NS
Vitamin B ₁ (mg)	1.1	0.89 ± 0.25	80.9	0.87 ± 0.26	79.1	NS
Vitamin B ₂ (mg)	1.3	1.35 ± 0.39	103.8	1.33 ± 0.38	102.3	NS
Niacin(mg)	13	13.52 ± 3.80	104.0	13.31 ± 3.90	102.4	NS
Vitamin C(mg)	55	147.71 ± 54.38	267.2	138.09 ± 55.59	250.9	NS
Total Energy(kcal)	2100	1597.8 ± 302.35	76.0	1541.99 ± 320.74	73.4	NS

1) RDA : Recommended Dietary Allowance(2001)

2) NS : Not significant

A, 비타민 C로 조사되었다. 인은 보충 전 후 각각 863.58 ± 222.25 mg, 844.94 ± 225.01 mg을 섭취하여 권장량의 107.8%, 105.6%을 섭취하여 다른 영양소 섭취에 비하여 높은 수준이었다. 노희경(2000), 김미현·송정자(2000)등도 인의 섭취량이 같은 양의 권장량이 설정된 칼슘보다 2배 이상 섭취하고 있음을 보고하였다.

1차조사(홍순명 등 2001)때와 영양소 섭취상태를 비교하여 보면, 두드러진 차이를 나타낸 영양소는 철, 칼슘, 총열량으로 나타나. 1차 조사시에는 단백질 62.63 g, 철 섭취량은 14.89 g, 총열량이 1674.8 kcal을 나타내었고, 철 영양상태가 불량한 여고생을 대상으로 한 본 연구에서는 보충 전 단백질 56.26%, 철 섭취량이 13.72 g, 총열량은 1597.8 g으로 1차에 비하여 낮은 수치를 나타내어 식이 중 영양 섭취량이 빈혈과 밀접한 상관성이 있는 것으로 나타났다. 철보충제 섭취 전후에 영양소 섭취량에 있어서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

4. 대상자의 임상증상의 변화

철보충제 섭취 전후의 임상증상의 변화를 Table 4에 나타내었다. '쉽게 피로하다'는 임상증상은 1.85 ± 0.84에서 보충 후 1.58 ± 0.82으로 유의적(p < 0.01)으로 감소되었으며, '계단을 오를 때 숨이 차다'는 1.52 ± 0.90에서 1.29 ± 0.85로(p < 0.01), '우울하다'는 임상증상은 보충 전 1.20 ± 0.85에서 보충 후 0.91 ± 0.78로 유의적(p < 0.001)으로 감소되었다. 또한 '집중력이 떨어진다'는 증상은 1.86 ± 0.81에서 1.64 ± 0.82으로(p < 0.01), '기억력이 떨어진다(p < 0.001)'는 임상증상은 철분 보충 전 1.66 ± 0.87에서 보충 후 1.38 ± 0.80로 유의적으로 감소되어 철영양제의

Table 4. Clinical symptoms of subjects

Symptoms	Before iron supplementation	After iron supplementation
No appetite	0.85 ± 0.68	0.81 ± 0.65
Feel dizzy when standing up	1.50 ± 0.91	1.30 ± 0.52
Shortening of breath when going upstairs	1.52 ± 0.90	1.29 ± 0.85*
Inflamed inner mouth	0.94 ± 0.96	0.80 ± 0.86
Tired out easily	1.85 ± 0.84	1.58 ± 0.82*
Get a cold easily	1.29 ± 1.02	1.30 ± 0.97
Have headache	1.44 ± 0.96	1.31 ± 0.84
Feeling blue	1.20 ± 0.85	0.91 ± 0.78**
Cold hands & feet	1.22 ± 1.08	1.04 ± 0.96
Difficult digestion	1.26 ± 0.98	1.21 ± 0.90
Be bruised easily	0.85 ± 1.03	0.70 ± 0.87
Pale face	0.65 ± 0.92	0.59 ± 0.79
Suffering from constipation	1.25 ± 1.10	1.15 ± 0.99
Decreased ability to concentrate	1.86 ± 0.81	1.64 ± 0.82*
Poor memory	1.66 ± 0.87	1.38 ± 0.80**

* : p < 0.01, ** : p < 0.001

Score : never = 0, seldom = 1, sometimes = 2, often = 3

보충으로 빈혈으로 인한 증상이 완화되었음을 알 수 있었다. 이전연구(홍순명·김은영 1999)에서 영양상담 후 빈혈 임상증상을 조사한 결과 영양상담 실시시작 18일 후에 '손발이 차다', '피로가 잘 풀리지 않는다', '집중력이 떨어진다', 와 '입안이 험다'의 5가지 증상이 유의적으로 감소되었다고 보고된 바 있다.

5. 철 보충양에 따른 임상증상의 변화

철 보충양과 혈액학적 지수와의 상관관계를 Table 5에

Table 5. Correlation between hematological indices and total intake numbers of iron tablets

Hematological indices	Total intake numbers of iron tablets
Hb ¹⁾	0.262
MCV ²⁾	0.237
Fe	0.553*
TIBC ³⁾	-0.409*
Ferritin	0.557*
TS(% ⁴⁾)	0.588*

* : Correlation is significant at the 0.01 level

1) Hb : Hemoglobin

2) MCV : mean corpuscular volume

3) TIBC : total iron binding capacity

4) TS : transferrin saturation

나타내었다. 철 보충량은 혈청 철($t = 0.553, p < 0.01$), 혈청 ferritin($t = 0.557, p < 0.01$), TS(%)($t = 0.588, p < 0.01$)와 양의 상관관계를 나타내었고, TIBC($t = -0.409, p < 0.01$)와는 음의 상관관계를 나타내어 철 보충량이 많을수록 빈혈영양상태가 개선되었음을 알 수 있다.

철 보충제의 섭취 효과에 관한 연구들을 보면 Beasley 등(2000)은 청소년들을 대상으로 주 단위로 400 mg ferrous sulfate를 3달동안 섭취시켰을 때 serum ferritin은 8.6 $\mu\text{g/l}$ 에서 15.6 $\mu\text{g/l}$ 로 증가하였다고 보고하였고 Angeles 등(1997)의 청소년들에게 12주간 철 제제를 매일 복용시킨 연구에서는 혈청 ferritin 수준이 50 $\mu\text{g/l}$ 이상을 증가하였다고 하였다. 또한 Bruner 등(1996)은 빈혈이 없는 철 결핍 청소년기 여고생들에게 철을 투여한 결과 암기력과 언어능력이 의미있게 증가되는 결과를 발견한 바 있다.

철 보충이 성장에 미치는 연구를 보면 Lawless 등(1994)의 연구에서 어린이들을 대상으로 14주동안 55 mg의 iron을 보충시켰을 때 식욕증진과 함께 성장촉진 효과를 가져왔다고 보고하였다. 청소년들에게 ferrous sulfate(650 mg/d)을 보충시켰을 때 빈혈이 아닌 경우에도 인지 기능이 호전되는 결과가 보고되기도 하였다(Bruner 등 1996). 이에 반해 어린이들을 대상으로 12개월 동안 매일 ferrous gluconate을 125 mg 섭취시켰을 때, 어린이들의 성장에는 영향을 미치지 못하였다고 하였다(Rahman 1999).

본 연구에서는 철보충제를 3달간 매일 섭취시켰는데, 다른 연구에서 보면 철 보충제를 매일 섭취시키는 방법과 주 단위로 보충하는 방법이 보고되며, 이의 효과에 대해서는 상반된 결과를 보고되고 있다. 즉, Kianfar(2000)은 고등학생에게 철 150 mg을 매일 3달간 동안 복용시켜 그 효과를 본 연구에서 매일 섭취시켰을 때 주 1~2회를 섭취시킨 경우보다 빈혈 수치면에서 향상된 효과를 가져왔다고 하였고, 임신부를 대상으로 한 Mumtaz(2000)등의 연구에서도

철의 매일 복용(200 mg ferrous sulfate)이 Hb농도의 증가에 효과적인 것으로 보고하였고, 유경희·윤진숙(1998)의 연구에서도 임신부를 대상으로 한 연구에서 철 보충제를 매일 섭취하는 것이 주단위로 섭취하는 것보다 철 영양상태의 개선에는 유리하다고 하였다. 이에 대하여 매일 보충하는 보충제가 장에 누적되기 때문에 연차적으로 다음에 보충되는 철 뿐 아니라 식사중의 철까지도 장에서의 흡수가 감소하여 보충제의 효과를 저해한다고 지적되었다(Stephenson 1995). Schultink 등(1995)도 철 영양상태가 낮은 미취학 아동의 경우 매주 2회 보충이 매일 보충과 비슷한 효과를 나타낸다고 하며, 경제적인 측면과 세포내의 철의 과량 축적을 방지하는 면에서 주 단위의 철 보충제 투여 방식이 효율적이라고 하였다. 본 연구기간은 3달간으로 비교적 단기간에 해당하였으므로 철의 과량 섭취에 의한 부작용은 관찰되지 않았으나, 장기간 매일 철영양제를 보충시킬 경우 세포내의 철의 과량 축적이나 여분의 철분에 의해 위장장애를 일으킬 수 있으므로(Stephenson 1995), 이를 예방하기 위하여 효과적인 철 영양제 보충 방법에 대한 연구가 필요하다고 본다.

요약 및 결론

1차 여고생을 대상으로 철분영양상태를 조사한 결과 대상자의 철결핍의 발생빈도가 높고 심각한 것으로 나타나, 본 연구에서는 철결핍 여고생을 대상으로 하여 영양교육과 철보충제의 섭취가 철영양상태에 미치는 영향을 평가하였다. 울산시 여고생 135명을 대상으로 철결핍과 빈혈에 대한 영양교육과 3개월간 하루에 1~2정(80~160 mg Fe^{++})을 복용시켜, 철보충 전후의 혈액을 분석하고 임상증상을 비교, 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 대상자의 철보충전의 신장과 체중은 161.62 ± 4.68 cm 및 53.87 ± 6.10 kg이었고, 혈청 hemoglobin 농도는 12.13 ± 1.01 g/dl이었으며, 이는 철분보충 후 12.79 ± 0.81 g/dl로 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 또한 혈청 ferritin 농도는 13.24 ± 11.66 ng/ml에서 보충 후 32.95 ± 21.14 ng/ml($p < 0.001$)로, transferrin saturation(TS(%))는 $18.42 \pm 10.12\%$ 에서 $33.53 \pm 16.64\%$ 로 증가되었으며($p < 0.001$), total iron binding protein(TIBC)은 467.81 ± 97.24 $\mu\text{g/dl}$ 에서 철분 보충 후에 325.24 ± 48.89 $\mu\text{g/dl}$ ($p < 0.001$)로 유의적으로 감소되어, 보충제 섭취 후 철영양상태가 개선되었음을 알 수 있었다.

2) 철영양제의 보충 전과 후의 철분 결핍성 빈혈 비율의 변화를 살펴보면 TS(%)가 14%이하인 대상자는 보충 전

35.6%에서 7.4%로 감소하였으며, ferritin농도가 12 ng/ml 이하인 사람은 55.6%에서 보충 후 16.3%로 감소하였으며, TS(%)가 14%이하이거나 ferritin농도가 12 ng/ml이하인 사람은 보충 전 63%에서 보충 후 19.3%로 감소되어 나타났다.

3) 대상자의 영양소 섭취량을 보면 보충 전 총열량은 1597.8 ± 302.3 g으로 권장량의 76%에 해당하였으며, 단백질은 56.26 ± 14.2 g(86.2% RDA), 철 섭취량은 13.72 ± 4.17 g(75.3% RDA)로 1차 연구에 비하여 낮은 수치를 나타내어 식이 중 영양 섭취량이 빈혈과 밀접한 상관이 있는 것으로 나타났다.

4) 대상자의 임상증상인 '계단을 오를 때 숨이 차다(p < 0.01)', '쉽게 피로하다(p < 0.01)', '기억력이 떨어진 다(p < 0.001)', '우울하다(p < 0.001)', '집중력이 떨어진 다(p < 0.01)'는 철분보충 후에 유의적으로 개선되었다.

5) 3개월간 대상자가 복용한 철보충제의 양과 빈혈수치와의 상관관계를 보면 철영양제의 보충량은 혈청 철(t = 0.553, p < 0.01), 혈청 ferritin(t = 0.557, p < 0.01), TS(%) (t = 0.588, p < 0.01)와 양의 상관관계를 나타내었고, TIBC (t = -0.409, p < 0.01)와는 음의 상관관계를 나타내어 철분 보충량이 많을수록 빈혈영양상태가 개선되었음을 알 수 있다.

본 연구결과 철결핍 여고생을 대상으로 영양교육과 함께 3개월간의 철분보충제 복용으로 혈액의 철영양상태와 임상 증상이 개선되어 영양상태가 개선된 것으로 나타났다. 철결핍인 경우에는 식사조절과 함께 철보충제의 복용이 반드시 필요하다고 보고, 장기복용시의 부작용이나 보충 방식에 있어서의 효율성에 대한 연구가 요구된다고 하겠다.

참고 문헌

1998년도 국민건강 · 영양조사(1999) : 보건복지부
 1998년 한국 소아 및 청소년 신체발육치 세부자료, 대한소아과학회
 계승희 · 백희영(1993a) : 우리나라 젊은 성인 여성의 철분영양상태
 와 이에 영향을 주는 식이 요인 분석(I) : 혈액의 철분영양상태
 지표의 비교 및 분석. *한국영양학회지* 26(6) : 692-702
 김미경 · 기모란 · 방금녀 · 김기량 · 최보율 · 권영준 · 이상선 · 김 찬
 · 강윤주(1998) : 부모의 사회 경제적 수준이 도시와 농촌 중고
 등학생의 영양소 섭취에 미치는 영향. *대한지역사회영양학회지*
 3(4) : 542-555
 김미현 · 승정자(2000) : 일부 사춘기 여중생의 혈청, Leptin 함량과
 영양소 섭취 상태 및 혈당, 혈청지질과의 상관관계연구. *한국영
 양학회지* 33(1) : 49-58
 노희경(2000) : 농촌 남녀 중학생의 영양소 섭취, 식행동과 체형인식
 에 관한 비교. *대한지역사회영양학회지* 5(2S) : 280-288
 류호경 · 윤진숙(1998) : 일부 고등학생들의 비만에 관한 인식과 체중

조절 경험 및 체형과의 관계. *지역사회영양학회지* 3(2) : 202-209
 유경희 · 윤진숙(1998) : 주단위 철분보충 방식이 임산부의 철분과 아
 연 영양상태에 미치는 효과. *한국영양학회지* 31(8) : 1270-1282
 최수현 · 김정현 · 이민준 · 문수재 · 이상일 · 백남선(1997) : 중학생
 의 철분영양상태에 미치는 생태학적 변인 분석. *한국영양학회
 지* 30(8) : 960-975
 홍순명 · 김은영(1999) : 여대생의 철분영양상태 개선을 위한 영양상
 담효과. *한국식품영양과학회지* 28(5) : 1158-1163
 홍순명 · 황혜진 · 박상규(2001) : 울산시 여고생의 철분영양상태와
 빈혈에 관한 연구. *대한지역사회영양학회지* 6(1) : 28-35
 Angeles IT, Schultink WJ, Sastroadmijoyo S, Gross R, Karyadi D
 (1997) : Weekly micronutrient supplementation to build iron
 stores in female indonesian adolescents. *Am J Clin Nutr* 66(1) :
 177-183
 Angeles IT, Schultink WJ, Matulesi P, Gross R, Sastroamidjojo S
 (1993) : Decreased rate of stunting among anemic indinesian
 preschool children through iron supplementation. *Am J Clin
 Nutr* 58(3) : 339-342
 Aukett MA, Parks YA, Scott PH, Wharton BA(1986) : Treatment
 with iron increases weight gain and psychomotor development.
Arch Dis Child 61(9) : 849-857
 Beasley NM, Tomkins AM, Hall A, Lorri W, Kihamia CM, Bundy
 DA(2000) : The impact of weekly iron supplementation on the
 iron status and growth of adolescent girls in tanzania. *Trop
 Med Int Health* 5(11) : 794-799
 Brunner AB, Joffe E, Duggan AK, Casella JF, Brandt J(1996) : Ran-
 domised study of cognitive effects of iron supplementation in
 non-anemic iron-deficient adolescent girls. *Lancet* 348(9033) :
 992-996
 Chandra RK(1983) : Nutrition, immunity and infection : present kn-
 owledge and future directions. *Lancet* 1 : 688-691
 Dallman PR(1982) : Manifestations of iron deficiency. *Semin Hema-
 tol* 19(1) : 19-30
 Dallman PR(1992) : Changing iron needs from birth through ado-
 lescence. In : Nutritional Anemias(Fomon SJ & Zlotkin S eds.),
 pp.29-38. Nestle Nutrition Workshop Series, Vol 30, Nestec
 Ltd. Veyey/Raven Press, NewYork, NY
 Finch CA, Cook JD(1984) : Iron deficiency. *Am J Clin Nutr* 39(3) :
 471-477
 Gibson RS(1990) : Principles of nutritional assesment, pp.349-472,
 Oxford university press. New York oxford
 Hereberg S, Galan P, Sourstre Y, Dop MC, Devenlaay M, Dupin H
 (1985) : Effects of iron supplementation on serum ferritin and
 other hematological indices of iron status in menstrating wom-
 en. *Ann Nutr Metab* 2 : 232-238
 Idjraditana P, Watkins WE, Pollitt E(1994) : Adverse effect of iron
 supplementation on weight gain of iron replete young children.
Lancet 343(8908) : 1252-1254
 Kanani S, Ghanakar J(1997) : Anemia and the adolescent girl : a re-
 view of some research evidence and intervention strategies.
 Department of Foods and Nutrition, MS University of Baroda
 and Unicef, India
 Kianfar H, Kimiagar M, Ghaffarpour M(2000) : Effect of daily and

- intermittent iron supplementation on iron status of high school girls. *Int J Vitam Nutr Res* 70(4) : 172-177
- Kurz KM(1996) : Adolescent nutritional status in developing countries. *Proc Nutr Soc* 55(18) : 321-331
- Lawless JW, Latham MC, Stephenson LS, Kinoti SN, Pertet AM (1994) : Iron supplementation improves appetite and growth in anemic Kenyan primary school children. *J Nutr* 124(5) : 645-654
- Looker AC, Dallman PR, Carroll MD, Gunter EW, Johnson CL(1997) : Prevalence of iron deficiency in the united states. *JAMA* 277(12) : 973-976
- Mumtaz Z, Shahab S, Butt N, Rab MA, DeMuynck A(2000) : Daily iron supplementation is more effective than twice weekly iron supplementation in pregnant women in Pakistan in a randomized double-blind clinical trial. *J Nutr* 130(11) : 2697-2702
- Rahman MM, Akramuzzaman SM, Mitra AK, Fuchs GJ, Mahalanabis D(1999) : Long-term supplementation with iron does not enhance growth in malnourished Bangladeshi children. *J Nutr* 129(7) : 1319-1322
- Rosado JL, Lopez P, Munoz E, Martinez H, Allen LH(1997) : Zinc supplementation reduced morbidity, but neither zinc nor iron supplementation affected growth or body composition of Mexican preschoolers. *Am J Clin Nutr* 65(1) : 13-19
- Schultink W, Gross R, Gliwitski M, Karyadi D, Matulesi P(1995) : Effect of daily vs. twice weekly iron supplementation in Indonesian preschool children with low iron status. *Am J Clin Nutr* 61(1) : 111-115
- Stephenson LS(1995) : Possible new developments in community control of iron deficiency anemia. *Nutr Rev* 53(1) : 23-30
- Taylor DJ, Mallen C, McDougall N, Lind T(1982) : Effect of iron supplementation on serum ferritin levels during and after pregnancy. *Br J Obstet Gynecol* 89(12) : 1011-1017
- Walters MC, Abelson HT(1996) : Interpretation of the complete blood count. *Pediatr Clin North Am* 43(3) : 599-622
- World Health Organization(1992) : The prevalence of anemia in women : A tabulation of available information, 2th ed.,(WHO/MCH/MSM 92.2). WHO, Geneva, Switzerland