

여고생의 철영양상태 개선을 위한 영양교육과 철보충제 효과 연구

홍순명 · 황혜진^{§*} · 서영은

울산대학교 식품영양학과, 동의대학교 식품영양학과*

The Effect of Nutrition Education and Iron Supplementation on Iron Status of High School Girls

Hong, Soon-Myung · Hwang, Hye-Jin^{§*} · Seo, Young-Eun

Department of Food & Nutrition, University of Ulsan, Ulsan 680-749, Korea

Department of Food & Nutrition, Dongeui University,* Busan 614-714, Korea

ABSTRACT

This study was designed to investigate the effects of iron supplementation and nutrition education on the iron status and anemia of high school girls. The subjects resided in Ulsan city in Korea and were already diagnosed as having anemia or iron deficiency. Over a period of three months, one iron tablet (80 mg Fe as ferrous sulfate/day) was administered to the iron deficient subjects and two tablets (160 mg Fe as ferrous sulfate/day) were administered to the anemia subjects. The average height and weight of anemia subjects were 161.24 ± 4.50 cm and 50.87 ± 5.86 kg, respectively. The average BMI (kg/m²) was 19.58 ± 2.03 and the PIBW (percent ideal body weight) were 92.52 ± 9.84%. Except for vitamin A and vitamin C intakes, the intake levels of all other nutrients were below the RDA. Total calorie intakes of anemia subjects were 73.5% of RDA. The iron intakes of subjects from food were 69.1% of RDA and the Ca intakes were 59.1% of RDA. The basal hemoglobin (Hb) concentration of anemia subjects averaged 10.77 ± 1.33 g/dl, and this increased significantly (p < 0.001) to 12.12 ± 1.08 g/dl, after iron supplementation. The basal ferritin, and transferrin saturations {TS (%)} of anemia subjects were 12.51 ± 15.19 ng/ml and 8.43 ± 7.56%, respectively, and these significantly increased to 20.59 ± 22.39 ng/ml and 15.56 ± 12.87%, respectively. The level of total iron binding protein (TIBC) significantly decreased from the initial 486.80 ± 70.16 µg/dl to 417.86 ± 67.73 µg/dl (p < 0.001) after iron supplementation. For the iron deficiency subjects, the ferritin, iron and TS (%) levels were increased significantly (p < 0.001) and the TIBC levels were significantly (p < 0.001) decreased after iron supplementation. Anemia symptoms such as 'Feeling blue (p < 0.05)', 'Decreased ability to concentrate (p < 0.001)' and 'Poor memory (p < 0.05)' improved significantly after iron supplementation in the anemia subjects. The number of tablets administered was positively correlated with changes in serum hemoglobin (t = 0.194, p < 0.01), serum ferritin (t = 0.181, p < 0.01), TS (%) (t = 0.141, p < 0.05), and hematocrit (t = 0.254, p < 0.01), and was negatively correlated with changes in TIBC (t = -0.143, p < 0.05) and red cell distribution width (RDW, t = -0.140, p < 0.05). In conclusion, daily iron supplementation was effective in improving the iron status and reducing symptoms of anemia in high school girls. (*Korean J Nutrition* 35(9) : 943~951, 2002)

KEY WORDS: anemia, iron deficient, nutritional education, iron supplementation.

서론

철의 결핍은 세계적인 영양문제로 특히 급성장이 일어나는 청소년과 성장기 어린이, 임신 후반기의 여성에게 발생 빈도가 높으며, 특히 사춘기 여고생의 경우에는 신체 성장과 월경으로 인한 혈액 손실 등으로 철영양상태가 불량한 것으로 나타났다.^{1,2)} 철 결핍성 빈혈의 이환율에 대한 조사

들을 보면 아시아의 개발도상국의 경우 청소년의 40% 이상이 빈혈로 나타났고,³⁾ 미국의 경우 16~19세의 사춘기 여자의 철 결핍 빈도가 11%로 보고되고 있다.⁴⁾

철영양상태 판정시 주로 사용되는 hemoglobin농도나 hematocrit은 심한 철분결핍에서만 확인이 가능하므로 철분결핍의 초기 단계인 체내 저장량 감소를 찾기 위하여 철 저장 상태를 반영해주는 혈청 ferritin함량을 많이 사용한다. 선행연구에서 우리나라 인문계 여고생의 경우⁵⁾ hemoglobin을 기준으로 보면 6.3%가 빈혈에 해당하였으나, transferrin saturation {TS (%)}과 ferritin 농도가 기준치 이하인 여고생은 각각 26.6%와 27.2%에 해당되었고,

접수일: 2002년 7월 25일

채택일: 2002년 11월 1일

[§]To whom correspondence should be addressed.

여대생의 경우도 ferritin농도 기준으로본 철결핍비율은 40.6%로 조사되어 철영양상태가 매우 심각한 것으로 나타났다.⁶⁾

우리나라와 같은 개발 도상국가의 철 결핍성 빈혈의 위험 인자는 불충분한 철 섭취, 낮은 철의 이용률로 보고⁷⁾되고 있다. 1998년도 국민·건강 영양조사⁸⁾에 의하면 13~19세 여자의 1일 철 섭취량은 10.8 mg으로 한국인 영양권장량의 60.2%에 그치는 것으로 나타났고, 또한 권장량 대비 75% 미만을 섭취하는 비율은 전체 연령으로는 48.6%로 보고되었고, 여자 13~19세 연령군에서 77.1%로 나타나 철 요구량이 높은 청소년기의 영양 문제로 지적될 수 있겠다. 또한 성장기의 철결핍성 빈혈은 신체활동능력을 떨어뜨리고, 언어학습이나 기억력을 저해시키는 것으로 보고되고 있어⁹⁻¹¹⁾ 이의 예방과 치료에 있어 식생활개선 뿐 아니라 철영양제의 보충이 절실히 필요하다고 본다.

이에 본 연구에서는 빈혈과 철결핍으로 판정된 여고생의 영양 섭취 상태와 식생활 습관을 조사함과 동시에 영양교육과 철 보충제의 섭취가 철 영양상태에 미치는 개선 효과를 조사하여 철영양상태가 불량한 여고생에게 있어 철 이의 증진과 빈혈 예방을 위한 자료로 제공하고자 한다.

연구 대상 및 방법

1. 연구대상 및 기간

울산광역시 소재에 있는 실업계 여고생 1학년 487명을 대상으로 혈액 검사를 실시하였다. 본 연구는 hemoglobin 농도가 12g/dl 미만으로 빈혈로 판정¹²⁾된 여고생 67명과 hemoglobin 농도는 12g/dl이상으로 정상이지만 철결핍⁴⁾(혈청 ferritin 농도가 12ng/ml 미만이거나 TS(%)가 15% 미만)에 해당하는 여고생 144명을 대상으로 하였다. 빈혈로 판정받은 여고생은 모두 철결핍기준에 해당하였다. 2001년 6월부터 2001년 9월까지 3개월간 빈혈인 여고생에게는 매일 2정 (160 mg Fe⁺⁺), 철결핍 여고생에게는 1정 (80 mg Fe⁺⁺)을 복용하도록 권하였다.

2. 빈혈예방 영양교육 및 보드전시회 개최

철결핍이나 빈혈로 판정된 여고생을 대상으로 2001년 6월 13일부터 15일까지 본 연구팀이 직접 제작한 영양교육용 CD를 이용하여 빈혈과 영양과의 관계에 대한 영양교육과 함께 보드전시회를 개최하였다. 영양교육 내용으로는 빈혈을 진단하는 hemoglobin, hematocrit, TS(%), 혈청 철, 철결합능력 (TIBC, total iron binding protein)에 대한 이해를 하는 내용과 빈혈을 개선하고 예방하는 식사섭취

의 중요성, 한국인의 철섭취 실태, 철의 급원식품, 철 흡수를 증진시키는 식사요법, 철영양제 보충의 중요성 등에 관한 내용이였다.

3. 영양소 섭취량과 식습관조사

대상자의 평상시의 식사력을 통한 영양소 섭취상태를 조사하기 위하여 문수재에 의해 개발된 간이영양 조사법¹³⁾을 이용하여 영양소 섭취량을 조사하였다. 이는 철 영양제 보충전에 실시하였으며, 산출된 영양소는 2000년에 7차 개정된 한국인 영양권장량과 비교하였다. 또한 영양교육 전후의 대상자의 식생활태도는 영양교육시 주요 강조부분인 9가지 항목에 대하여 '전혀 개선되지 않았다'의 1점으로부터 '약간 개선되었다', '어느정도 개선되었다', '많이 개선되었다'에 대해 각각 2점, 3점, 4점을 부여하는 Likert척도를 사용하였다. 식품섭취빈도는 설문을 이용하여 각 항목별로 1점 : 안 먹는다, 2점 : 가끔 먹는다, 3점 : 주 1~2회, 4점 : 주 3~4회, 5점 : 주 5~6회, 6점 : 하루 1번, 7점 : 하루 2번, 8점 : 하루 3번의 8점 Likert 척도로 측정하였다.

4. 신체계측

대상자의 신장과 체중은 자동 신장 체중기 (Fanoc model : Fa-95)로 측정하였고, 신체중량지수 (BMI, kg/m²)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

철영양제의 보충전과 후의 혈액은 정맥천자로 하고 채혈 즉시 2 ml 혈액을 EDTA시험관에 넣어 hemoglobin, 적혈구 (red blood cell)수, hematocrit, RDW (red cell distribution width), PDW (platelet 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 철 농도, 철결합능 (TIBC)는 Automatic Chemistry Analyzer (Hitachi 747, Hitachi Co., Japan)로, ferritin농도는 Chemiluminescence Immunoassay (CLIA) Analyzer (ACS 180, Bayer Diagnostics Co., USA)로 각각 측정하였다. TS (%)는 혈청 철농도를 TIBC으로 나눈 값에 100을 곱함으로써 계산하였다.

6. 설문조사

대상자의 철 보충전과 후의 임상 증상 등을 조사하였는

데, 이는 이전 연구¹⁴⁾에서 조사한 임상 증상을 참고로 보완하여 16가지 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. 대상자의 신체계측치, 영양소 섭취량, 식습관 등은 빈혈군과 철결핍군간에 t-test로 비교하였고, 혈액지표, 임상증상은 철 보충전과 후를 paired t-test로 비교하였으며, 철보충제 섭취량과 빈혈수치 변화와의 상관관계간의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient를 구하여 상관관계의 유의성을 검증하였다.

Table 1. Physical characteristics of subjects (n = 211)

	Anemia (n = 67) ¹⁾	Iron deficiency (n = 144) ²⁾	Significance
Height (cm)	161.24 ± 4.50	161.38 ± 4.89	NS ⁵⁾
Body weight	50.87 ± 5.86	52.09 ± 7.23	NS
BMI (kg/m ²) ³⁾	19.58 ± 2.03	20.07 ± 2.55	NS
PIBW (%) ⁴⁾	92.52 ± 9.84	94.99 ± 12.38	NS

- 1) Hemoglobin < 12.0/dl
- 2) Hemoglobin ≥ 12.0/dl and (transferrin saturation < 15% and/or ferritin < 12 ng/ml)
- 3) BMI (kg/m²): Body mass index
- 4) PIBW: Percent ideal body weight, ideal body weight = {height (cm) - 100} × 0.9
- 5) Not significant

Table 2. Average daily intake and %RDA of subjects (n = 211)

	Anemia (n = 67) ¹⁾			Iron deficiency (n = 144) ²⁾		Significance
	RDA ³⁾	Mean ± S.D.	%RDA	Mean ± S.D.	%RDA	
Protein (g)	60	52.94 ± 17.13	88.1	53.07 ± 17.36	88.4	NS ⁴⁾
Fat (g)		33.79 ± 10.81		36.31 ± 10.44		NS
Carbohydrate (g)		257.11 ± 52.91		257.53 ± 61.29		NS
Fe (mg)	16	11.06 ± 4.03	69.1	11.56 ± 4.31	72.2	NS
P (mg)	800	776.25 ± 249.24	97.0	784.43 ± 259.99	98	NS
Ca (mg)	800	472.83 ± 180.87	59.1	486.58 ± 193.36	60.7	NS
Vitamin A (R.E.)	700	748.80 ± 356.78	106.9	818.43 ± 410.57	116.8	NS
Vitamin B ₁ (mg)	1.1	0.73 ± 0.24	66.3	0.76 ± 0.26	69.0	NS
Vitamin B ₂ (mg)	1.3	1.10 ± 0.37	84.6	1.13 ± 0.41	86.9	NS
Niacin (mg)	14	11.93 ± 4.24	85.2	12.23 ± 4.32	87.3	NS
Vitamin C (mg)	70	88.76 ± 41.05	125.7	101.60 ± 49.23	145.1	NS
Total energy (kcal)	2100	1544.74 ± 353.42	73.5	1571.51 ± 376.11	74.8	NS

- 1) Hemoglobin < 12.0/dl
- 2) Hemoglobin ≥ 12.0/dl and (transferrin saturation < 15% and/or ferritin < 12 ng/ml)
- 3) RDA: Recommended Dietary Allowance (2000)
- 4) Not significant

결과 및 고찰

1. 대상자의 일반적인 특성

본 연구대상자의 평균신장, 체중을 Table 1에 나타내었다. 빈혈로 판정된 여고 1년생의 신장은 161.24 ± 4.50 cm, 체중은 50.87 ± 5.86 kg으로 Ahn 등이 보고¹⁵⁾한 철결핍성 빈혈 여고생의 신장 평균치 160.4 cm, 체중 54.6 kg와는 약간의 차이를 나타내었다. 빈혈 여고생의 평균신체중량지수 (BMI)는 19.58 ± 2.03, PIBW (percent ideal body weight)는 92.52 ± 9.84%로 조사되었다. Hemoglobin 수치는 정상이지만 철결핍에 해당하는 대상자의 경우 체중 52.09 ± 7.23 kg, 신장 161.38 ± 4.89 cm으로 빈혈여고생보다 약간 높은 경향을 나타내었으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 인문계 여고생을 대상으로 한 선행연구¹⁶⁾에서는 철핍이나 빈혈로 판정된 여고 2년생의 경우 평균 신장은 161.62 cm로 비슷하였으나, 체중 53.87 kg로 본 연구보다 약간 높은 수치를 보고하였다.

2. 대상자의 일일영양소섭취량과 식품섭취 빈도

대상자의 일일 영양소 섭취량을 Table 2에 나타내었다. 빈혈로 판정된 여고생의 영양소 섭취량은 철결핍인 여고생에 비해 낮게 나타나, 단백질 섭취량은 52.94 ± 17.13 g으로 권장량의 88.1%에 해당되었으며, 비타민 B₂는 1.10 ± 0.37 mg으로 권장량의 84.6%을 나타내었다. 총열량 섭취량은 1544.74 ± 353.42 kcal로 권장량의 73.5%, 철은

11.06 ± 4.03 mg으로 권장량의 69.1%, 비타민 B₁은 0.73 ± 0.24 mg으로 권장량의 66.3%,을 섭취하는 것으로 나타났으며, 권장량에 비해 가장 낮게 섭취되고 있는 영양소는 칼슘으로 권장량의 59.1%을 섭취하였다. 이전 연구¹⁷⁾에서 동일한 고등학교 여학생 중 hemoglobin수치가 12 g/dl이상인 정상여고생의 영양소 섭취량 조사결과를 보면 총열량 1592.44 kcal (권장량의 75.8%), 단백질 54.50 g (권장량의 90.8%), 철분 11.97 mg (권장량의 74.8%), 칼슘 493.95 mg (권장량의 61.7%)로 본 연구의 철결핍이나 빈혈여고생보다 약간 높은 영양섭취수준을 나타냈으나 권장량에 크게 미달된 것으로 조사되었다. 사춘기 연령층 대상으로

한 다른 연구¹⁸⁾에서도 권장량보다 부족되게 섭취되는 영양소는 칼슘, 철, 비타민 A로 나타났고, Park 등¹⁹⁾의 연구에서도 서울지역 청소년 여자의 철 섭취량은 13.5 ± 0.8 mg으로 본 연구보다는 높게 나타났으나 여전히 부족한 섭취를 하고 있는 것으로 나타났다. Kim 등²⁰⁾의 연구에서도 여학생의 철 섭취가 권장량의 48.5%, 칼슘섭취는 45.8%로 부족한 섭취를 하는 것으로 조사되었고, 1998년 국민 건강·영양조사에서 칼슘의 섭취량은 전체적으로 볼 때 72.8%로 조사되어 칼슘섭취량을 높이기 위한 구체적인 방안의 필요성을 강조한 바 있다.²¹⁾ 또한 빈혈여고생에 있어 권장량보다 높게 섭취하는 영양소로는 비타민 A, 비타민 C로 조사되었다. 비타민 A는 748.80 ± 356.78 mg, 비타민 C는 88.76 ± 41.05 mg을 섭취하여 권장량의 106.9%, 125.7%을 섭취하여 다른 영양소 섭취에 비하여 높은 수준이었다.

Table 3. Food frequency of subjects (n = 211)

Food	Anemia (n = 67) ¹⁾	Iron deficiency (n = 144) ²⁾
Kimchi	5.04 ± 2.14 ^{3,4)}	5.04 ± 2.23
Vegetables	4.08 ± 2.15	4.27 ± 2.06
Greasy food	3.65 ± 1.89	3.73 ± 1.65
Fruit	3.63 ± 1.76	4.02 ± 1.76
Milk everyday	3.58 ± 1.85	4.07 ± 1.02
Bean or tofu	3.32 ± 1.42	3.23 ± 1.46
Green leafy vegetables such as carrot or spinach	3.27 ± 1.88	3.25 ± 1.83
Eggs	3.02 ± 1.54	3.15 ± 1.43
Pork	2.83 ± 1.45	2.65 ± 1.00
Beef	2.75 ± 1.47	2.64 ± 1.16
Seaweed	2.72 ± 1.44	2.94 ± 1.44
Fish	2.56 ± 1.35	2.51 ± 1.16
Chicken	2.39 ± 1.24	2.42 ± 0.91

1) Hemoglobin < 12.0/dl

2) Hemoglobin ≥ 12.0/dl and (transferrin saturation < 15% and/or ferritin < 12 ng/ml)

3) 8: 3 times a day, 7: 2 times a day, 6: 1 time a day, 5: 5~6 days/week, 4: 3~4 days/week, 3: 1~2 days/week, 2: a little bit, 1: no

4) Mean ± S.D.

철결핍 여고생의 경우도 빈혈여고생보다는 전체적인 영양소 섭취 수준이 유의적인 차이는 아니지만 약간 높은 경향이 있으나, 단백질 (권장량의 88.4%), 철 (권장량의 72.2%), 칼슘 (권장량의 60.7%), 비타민 B₁ (권장량의 69.0%), 총 열량 (권장량의 74.8%) 섭취량이 부족한 것으로 나타났다.

Table 3에서 대상자의 식품섭취빈도를 나타내었는데, 빈혈로 판정된 여고생의 경우 김치의 섭취빈도가 5.04 ± 2.14으로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 채소 (4.08 ± 2.15), 기름으로 조리한 음식 (3.65 ± 1.89), 과일 (3.63 ± 1.76), 우유 (3.58 ± 1.85), 두부 (3.32 ± 1.42), 당근, 시금치 같은 녹색채소 (3.27 ± 1.88), 계란 (3.02 ± 1.54), 돼지고기 (2.83 ± 1.45), 소고기 (2.75 ± 1.47), 해조류 (2.72 ± 1.44), 생선 (2.56 ± 1.35), 닭고기 (2.39 ± 1.24)의 순으로 나타났다. 철결핍 여고생의 경우도 김치의 섭취 빈도 (5.04 ± 2.23)가 가장 높았고, 생선 (2.51 ± 1.16), 닭고기 (2.42 ± 0.91)의 섭취빈도는 낮게 조사되었다.

Table 4. Improvement of dietary attitudes of subjects after nutritional education (n = 211)

Dietary attitude	Anemia (n = 67) ¹⁾	Iron deficiency (n = 144) ²⁾
Restricted coffee or tea right after meal	2.29 ± 1.17 ³⁾	2.22 ± 1.13 ³⁾
Increased consumption of vitamin C-rich food	2.08 ± 0.90	1.85 ± 0.85
Increased iron-rich food consumption	1.94 ± 0.89	1.67 ± 0.77
Improved regularity of meal time	1.94 ± 0.78	1.73 ± 0.85
Tried to maintain optimum body weight	1.90 ± 0.96	1.93 ± 0.91
Had more balanced-diet	1.85 ± 0.80	1.70 ± 0.82
Increased protein-rich food consumption	1.81 ± 0.74	1.78 ± 0.80
Had more food to increase iron absorption	1.77 ± 0.83	1.62 ± 0.72
Intake iron supplement	1.67 ± 0.79	1.63 ± 0.83

1) Hemoglobin < 12.0/dl

2) Hemoglobin ≥ 12.0/dl and (transferrin saturation < 15% and/or ferritin < 12 ng/ml)

3) Not improved: 1, Improved a little: 2, Improved somewhat: 3, Improved a lot: 4

3. 영양교육에 따른 식생활태도개선 효과

Table 4에는 대상자의 영양교육 후의 식생활 태도 개선 정도를 나타내었다. 철 급원 식품과 철분의 흡수를 높이는 식사, 빈혈과 영양과의 관련성에 관한 영양교육을 실시한 결과 빈혈여고생의 식생활 태도 점수는 1.67~2.29점으로 나타났다. 항목별로 보면 '식사 직후 차나 커피를 피하도록 하였다 (2.29 ± 1.17)', '비타민 C가 풍부한 음식을 충분히 먹었다 (2.08 ± 0.90)', '철이 풍부한 식사를 하였다 (1.94 ± 0.89)', '규칙적인 식사를 하였다 (1.94 ± 0.78)', '적정한 체중 유지를 하였다 (1.90 ± 0.96)', '매끼의 식사가 균형식이 되게 하였다 (1.85 ± 0.80)', '양질의 단백질 음식을 섭취하였다 (1.81 ± 0.74)', '철의 흡수를 높이는 식사를 하였다 (1.77 ± 0.83)', '철보조제 등 영양제를 복용하였다 (1.67 ± 0.79)'의 순으로 조사되어, 영양교육이 식생활태도 개선에 어느 정도 효과가 있는 것으로 사료된다. 영양교육 효과에 대한 다른 연구를 보면 상반된 결과를 보이는데, Kwon 등²²⁾은 여대생을 대상으로 한 영양교육으로 식습관 태도가 향상되었음을 보고한 바 있으나, Carruth 등²³⁾에 의하면 영양교육프로그램에 참가한 후에도 참가자의 식습관이 개선되지 못하였다고 하며, 이는 지식이 높아졌다고 해서 장기간에 이루어진 식습관이 단시일에 변화하기는 어렵기 때문이라고 하였다. 본 연구결과 영양교육으로 어느 정도의 식생활 개선 효과가 있었으나 이러한 교육의 효과가 일시적이 되지 않도록 지속적인 영양교육과 상담이 이루어져야 하겠고, 영양교육은 지식의 전달 뿐 아니라 적극적인 실천의욕과 동기를 부여하는 것이 중요하다고 본다.

4. 대상자의 철보충 후의 혈액학적수치의 변화

생화학적 검사방법을 이용하여 철 보충제 섭취 전후의 여고생의 혈액학적수치를 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다.

빈혈여고생의 경우 매일 2정의 철영양제를 보충시킨 결과 hemoglobin농도는 철 보충 전에는 10.77 ± 1.33 g/dl를 나타내었으며, 이는 보충 후 12.12 ± 1.08 g/dl로 유의적으로 증가하였고 (p < 0.001), 철결핍 여고생의 경우는 매일 1정의 철영양제 보충 후 hemoglobin농도가 약간 증가 경향이 있으나 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

혈청 ferritin농도는 체내 철 저장량을 잘 반영해주는 지수로서 혈청 ferritin이 20 ng/ml이하이면 철 부족으로 간주된다고 한다.²⁴⁾ 빈혈 여고생의 경우 철 보충전의 혈청 ferritin은 12.51 ± 15.19 ng/ml로 매우 낮았으나 이는 철 보충 후 20.59 ± 22.59 ng/ml로 유의적으로 (p < 0.005) 증가되었고, 철결핍 여고생의 경우도 유의적인 차이 (p < 0.001)의 차이로 증가된 것으로 나타났다. 여고 2년생을 대상으로 한 이전연구¹⁶⁾에서도 철보충 후 ferritin 농도가 13.24 ± 11.66 ng/ml에서 32.14 ± 21.14 ng/ml로 크게 증가되었음을 보고한 바 있다.

TIBC는 transferrin에 결합될 철분의 양으로 측정되며 철 결핍시에 빠르게 증가한다.¹²⁾ TIBC는 빈혈여고생은 보충 전 486.80 ± 70.16 µg/dl에서 보충 후 417.86 ± 67.63 µg/dl로, 철결핍 여고생의 경우 보충 전 451.56 ± 71.46 µg/dl에서 보충 후 396.61 ± 53.51 µg/dl로 모두 유의적으로 (p < 0.001) 감소하여 철 영양상태가 개선되었음을 알 수 있다.

Table 5. Hematological indices before and after iron supplementation (n = 211)

Hemological indices	Anemia (n = 67) ¹⁾		Iron deficiency (n = 144) ²⁾	
	Before iron supplementation	After iron supplementation	Before iron supplementation	After iron supplementation
Hb (g/dl) ³⁾	10.77 ± 1.33	12.12 ± 1.08***	12.88 ± 1.26	13.02 ± 0.65
Ferritin (ng/ml)	12.51 ± 15.19	20.59 ± 22.39**	19.91 ± 15.88	28.50 ± 19.05***
Fe (µg/dl)	36.58 ± 35.97	60.75 ± 44.93**	49.25 ± 26.78	78.85 ± 32.87***
TIBC (µg/dl) ⁴⁾	486.80 ± 70.16	417.86 ± 67.63***	451.56 ± 71.46	396.61 ± 53.51***
TS (%) ⁵⁾	8.43 ± 7.56	15.56 ± 12.87***	10.98 ± 5.78	20.29 ± 8.97***
Hematicrit (%)	33.51 ± 3.08	35.93 ± 2.91	39.14 ± 1.99	37.77 ± 3.50
RBC (10 ⁶ /mm ³) ⁶⁾	4.35 ± 0.30	4.42 ± 0.35*	4.49 ± 0.26	4.38 ± 0.45
RDW (%) ⁷⁾	16.81 ± 2.31	16.69 ± 2.12	14.59 ± 1.78	15.03 ± 1.17
PDW (fL) ⁸⁾	17.04 ± 0.77	16.90 ± 0.79	16.99 ± 0.73	16.90 ± 0.72

1) Hemoglobin < 12.0/dl

2) Hemoglobin ≥ 12.0/dl and (transferrin saturation < 15% and/or ferritin < 12 ng/ml)

3) Hb: Hemoglobin

4) TIBC: Total iron binding capacity

5) TS: Transferrin saturation

6) RDW: Red cell distribution width

7) RBC: Red blood cell

8) PDW: Platelet distribution width

*: p < 0.05, **: p < 0.005, ***: p < 0.001

Table 6. Changes of clinical symptoms before and after iron supplementation (n = 211)

Symptoms	Anemia (n = 67) ¹⁾		Iron deficiency (n = 144) ²⁾	
	Before iron supplementation	After iron supplementation	Before iron supplementation	After iron supplementation
No appetite	2.17 ± 0.87	2.05 ± 1.00	2.16 ± 0.80	1.82 ± 0.76***
Feel dizzy when standing up	2.47 ± 1.10	2.56 ± 0.89	2.36 ± 0.98	2.42 ± 1.02
Shortening of breath when going upstairs	2.77 ± 1.00	2.64 ± 0.97	2.67 ± 0.94	2.45 ± 1.03*
Inflamed inner mouth	1.94 ± 0.96	1.87 ± 0.95	1.85 ± 0.94	1.77 ± 0.99
Tired out easily	2.71 ± 0.99	2.85 ± 0.98	2.87 ± 0.91	2.67 ± 0.99*
Get a cold easily	2.47 ± 1.00	2.31 ± 1.04	2.51 ± 0.98	2.19 ± 1.08***
Have headache	2.27 ± 1.00	2.49 ± 1.01	2.28 ± 0.92	2.36 ± 0.93
Feeling blue	2.39 ± 1.10	2.13 ± 0.92*	2.09 ± 0.97	1.99 ± 0.96
Cold hands & feet	2.41 ± 1.26	2.30 ± 1.02	2.41 ± 1.15	2.27 ± 1.11
Difficult digestion	2.24 ± 1.05	2.11 ± 0.98	2.19 ± 0.97	2.08 ± 1.01
Be bruised easily	2.17 ± 1.09	1.93 ± 0.96	1.86 ± 0.95	1.69 ± 0.92
Pale face	1.76 ± 1.04	1.85 ± 1.03	1.49 ± 0.82	1.44 ± 0.78
Suffering from constipation	1.97 ± 1.07	2.03 ± 0.98	1.82 ± 0.96	1.81 ± 0.98
Decrease ability to concentrate	2.92 ± 0.85	2.43 ± 0.90***	2.84 ± 0.88	2.29 ± 0.97***
Poor memory	2.55 ± 1.00	2.30 ± 0.92*	2.46 ± 0.82	2.20 ± 1.01*
Be dizzy usually	2.48 ± 1.03	2.36 ± 0.93	2.52 ± 0.81	2.21 ± 1.12

1) Hemoglobin < 12.0/dl

2) Hemoglobin ≥ 12.0/dl and (transferrin saturation < 15% and/or ferritin < 12 ng/ml)

Score: never = 1, seldom = 2, sometimes = 3, often = 4

*: p < 0.05, ***: p < 0.001

TS (%)는 TIBC에 대한 혈청 철의 비율로 계산되는데, 철 부족이 나타날 경우 혈청 철 값은 감소되고 TIBC는 증가되기 때문에 철 결핍성 빈혈의 좀 더 신빙성 있는 판단 기준으로 제시되고 있다. 본 연구에서 빈혈여고생의 철 보충 전의 TS (%)는 8.43 ± 7.56%에서 보충 후 15.56 ± 12.87%로 유의적으로 (p < 0.001) 증가되었으며, 철결핍 여고생의 경우도 철분 보충 후에 유의적인 수준 (p < 0.001)으로 증가되었다. 이전 연구¹⁶⁾에서는 철영양제 보충 후 TS (%)는 18.42 ± 10.12%에서 보충 후 33.5 ± 16.64%로 유의적으로 (p < 0.001) 증가되었음을 보고하였다.

RDW (red cell distribution width)는 적혈구 세포 크기의 분포도를 나타내는 것으로, 빈혈이나 저색소성, 소구성적혈구가 나타나기 전 단계인 철결핍의 초기에 증가되기 시작하여 철 결핍 선별검사에 감수성이 높은 검사라고 주장되고 있다.²⁵⁾ RDW의 정상값은 13.4 ± 1.2%이며, 16%가 넘으면 철영양상태가 불량한 것으로 간주하는데,²⁶⁾ 본 연구의 빈혈여고생의 RDW수치는 보충 전 16.81%, 보충 후 16.69%로 보충전후에 변화를 나타내지 않았다.

혈청 철은 빈혈여고생의 경우 보충 전 36.58 ± 35.97 µg/dl에서 보충 후 60.75 ± 44.93 µg/dl로 유의적으로 (p < 0.005) 증가하였고, 철결핍 여고생의 경우도 보충 후에 유의적인 (p < 0.001) 증가경향을 보였다.

PDW (Platelet distribution width)는 혈소판의 크기의 분포도를 나타내는 것으로 철결핍시 증가되는데, 빈혈 여고생은 보충 전 17.04 ± 0.77fL에서 보충 후 16.90 ± 0.79fL, 철결핍 여고생은 16.99 ± 0.73fL에서 보충 후 16.90 ± 0.72 fL로 보충전후에 큰 변화를 나타내지 않았다.

5. 철영양제 보충전후의 빈혈증상의 변화

영양교육과 철영양제 보충 전후의 빈혈증상의 개선정도를 Table 6에 나타내었다. 빈혈로 판정된 여고생의 경우 '우울하다'는 증상은 철영양제 보충 전 2.39 ± 1.10에서 보충 후 2.13 ± 0.92로 유의적으로 (p < 0.05) 감소되었으며, '집중력이 떨어진다'는 증상은 2.92 ± 0.85에서 보충 후 2.43 ± 0.90 (p < 0.001), '기억력이 떨어진다'는 임상상도 2.55 ± 1.00에서 보충 후 2.30 ± 0.92로 유의적으로 (p < 0.05) 감소되었다. 철결핍 여고생의 경우도 영양교육과 철 보충 후에 유의적으로 개선된 증상을 보면 '식욕이 없다' (p < 0.001), '계단을 오를 때 숨이 차다' (p < 0.05), '쉽게 피로하다' (p < 0.05), '쉽게 감기에 걸린다' (p < 0.001), '집중력이 감소한다' (p < 0.001), '기억력이 떨어진다' (p < 0.05)로 나타났다. 선행연구¹⁴⁾에서 여대생의 경우 영양상담 후 빈혈임상증상을 조사한 결과 영양상담 실시시작 18일 후에 '손발이 차다', '피로가 잘 풀리지 않는다', '집중력이 떨어진

Table 7. Correlation between hematological indices before and after iron supplementation and total intakes of iron supplement

Hematological index difference before and after iron supplementation	Total intakes of iron supplement
Hb ¹⁾	0.194**
TIBC ²⁾	-0.143*
TS (%) ³⁾	0.141*
Ferritin	0.181**
Fe	0.122
Hematocrit	0.254**
RBC ⁴⁾	0.071
RDW ⁵⁾	-0.140*
PDW ⁶⁾	0.055

*Correlation is significant at the 0.05 level

**Correlation is significant at the 0.01 level

1) Hb: Hemoglobin

2) TIBC: total iron binding capacity

3) TS: transferrin saturation

4) RBC: Red blood cell

5) RDW: Red cell distribution width

6) PDW: Platelet distribution width

다, 와 '입안이 험다'의 5가지 증상이 유의적으로 감소되었고, 여고 2학년을 대상으로 한 연구¹⁶⁾에서도 철 보충 후에 '우울하다', '기억력이 떨어진다', '집중력이 떨어진다' '쉽게 피로하다' 등의 증상이 완화되었음을 보고한 바 있다.

6. 철영양제 보충 전과 후의 혈액수지 변화와 영양제 섭취량과의 상관관계

연구기간 중 철 영양제 보충량과 보충 전과 후의 혈액학적 지수 변화와의 상관관계를 Table 7에 나타내었다. 대상자가 섭취한 철보충제의 양은 혈청 hemoglobin (t = 0.194, p < 0.01), 혈청 ferritin (t = 0.181, p < 0.01), TS (%) (t = 0.141, p < 0.05), hematocrit (t = 0.254, p < 0.01)의 차이와 양의 상관관계를 나타내었고, TIBC (t = -0.143, p < 0.05), RDW (t = -0.140, p < 0.05) 차이의 변화와 음의 상관관계를 나타내어 철 보충량이 많을수록 철영양상태가 개선되었음을 알 수 있다.

철영양제 보충의 효과에 관한 연구들을 보면 청소년들을 대상으로 주 단위로 ferrous sulfate를 3달동안 섭취시켰을 때 serum ferritin이 유의적으로 증가하였고,²⁷⁾ 철 결핍 청소년기 여고생들에게 철을 투여한 결과 압기력과 언어능력이 의미있게 증가되었으며,⁹⁾ 또한 어린이들을 대상으로 철을 보충시켰을 때 식욕증진과 함께 성장촉진 효과를 가져왔다고 보고하기도 하였다.²⁸⁾

본 연구기간은 3달간으로 비교적 단기간에 해당하였으므로 철의 과량 섭취에 의한 큰 부작용은 관찰되지 않았으나, 장기간 매일 철영양제를 보충시킬 경우 세포내의 철의 과량

축적이나 여분의 철에 의해 위장장애를 일으킨다는 지적도 있으므로,²⁹⁾ 이를 예방하기 위하여 효과적인 철영양제 보충 방법에 대한 연구가 필요하다고 본다. 앞으로는 철영양제 보충기간, 보충횟수 (매일, 주단위), 보충 양을 달리하여 철 영양상태의 변화 양상에 대한 연구도 바람직하리라 본다.

결론 및 제언

본 연구는 울산 지역 여고 1년생 487명에게 혈액검사를 실시하여 이 중 빈혈 (hemoglobin농도가 12 g/dl미만)로 판정된 여고생 67명과 hemoglobin농도는 12g/dl이상으로 정상이지만 혈청 ferritin농도가 12 ng/ml 미만이거나 TS (%)가 15%미만으로 철결핍으로 판정된 여고생의 144명을 대상으로 하였다. 대상자에의 영양 섭취 상태와 생활 습관을 조사하였으며, 영양교육과 함께 빈혈 여고생에게는 철영양제 매일 2정, 철결핍 여고생에게는 철영양제를 1정을 보충시켜 보충 후의 빈혈증상의 개선과 혈액학적 수치를 비교하여 보았다.

1) 빈혈로 판정된 여고 1년생의 신장은 161.24 ± 4.50 cm, 체중은 50.87 ± 5.86 kg, 평균신체중량지수 (BMI)는 19.58 ± 2.03, PIBW (percent ideal body weight)는 92.52 ± 9.84%로 조사되었다. Hemoglobin 수치는 정상이지만 철결핍에 해당하는 대상자의 경우 체중 52.09 ± 7.23 kg, 신장 161.38 ± 4.89 cm으로 빈혈 여고생보다 약간 높은 경향을 나타내었으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

2) 대상자의 간이영양조사법에 의한 영양소 섭취수준을 보면, 빈혈여고생의 경우 단백질 섭취량은 52.94 ± 16.32 g으로 권장량의 88.1%를 나타내었으며, 비타민 B₂는 1.16 ± 0.37 mg으로 권장량의 89.5%, 비타민 B₁은 권장량의 66.3%, 철은 권장량의 69.1%로 낮았으며, 권장량에 비해 가장 낮게 섭취되고 있는 영양소는 칼슘으로 권장량의 59.1%를 섭취하고 있는 것으로 나타났다. 철결핍 여고생의 영양소 섭취량은 빈혈 여고생 보다는 조금 높은 수준을 보였으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았고, 칼슘, 비타민 B₁, 철분, 열량 섭취는 권장량의 80% 미만으로 매우 부족한 섭취를 하고 있는 것으로 조사되었다.

3) 영양교육과 철영양제 보충 전, 후의 혈액수치의 변화를 보면, 빈혈 여고생의 경우 혈청 hemoglobin 농도는 10.77 ± 1.33 g/dl이었으며, 이는 3개월간의 철 보충 후 12.12 ± 1.08 g/dl로 유의적으로 증가하였다 (p < 0.001). 또한 혈청 ferritin 농도는 12.51 ± 15.19 ng/ml에서 보충 후 20.59 ± 22.39 ng/ml (p < 0.005)로, 철농도는 36.58 ± 35.97 µg/dl에서 60.75 ± 44.93 µg/dl (p < 0.005)로 TS (%)는

8.43 ± 7.56%에서 15.56 ± 12.87%로 증가되었으며 (p < 0.001). TIBC는 486.80 ± 70.16 µg/dl에서 철분 보충 후에 417.86 ± 67.63 µg/dl (p < 0.001)로 유의적으로 감소되었다. 철결핍 여고생의 경우도 철분 보충 후에 개선된 혈액수치를 보면 hemoglobin농도, 철, TS (%)수치가 유의적으로 (p < 0.001) 증가되었으며, TIBC수준은 보충 후 유의적인 감소 경향을 나타내어, 철영양제 보충 후 철 영양 상태가 매우 개선되었음을 알 수 있었다.

4) 영양교육과 철영양제 보충 후에 빈혈로 판정된 여고생의 경우 '우울하다 (p < 0.05)', '집중력이 떨어진다 (p < 0.001)', '기억력이 떨어진다 (p < 0.05)'는 증상이 유의적으로 감소되었다. 철결핍 여고생의 경우도 식욕이 없다 (p < 0.001), '계단을 오를 때 숨이 차다 (p < 0.05)', '쉽게 피로하다 (p < 0.05)', '쉽게 감기에 걸린다 (p < 0.001)', '집중력이 감소한다 (p < 0.001)', '기억력이 떨어진다 (p < 0.05)'는 증상이 유의적으로 감소되었다.

5) 대상자가 실제로 섭취한 철영양제의 양과 철 보충 전후의 혈액수치의 변화를 보면 철 보충량은 혈청 hemoglobin (t = 0.194, p < 0.01), 혈청 ferritin (t = 0.181, p < 0.01), TS (%) (t = 0.141, p < 0.05), hematocrit (t = 0.254, p < 0.01)의 차이와 양의 상관관계를 나타내었고, TIBC (t = -0.143, p < 0.05), RDW (t = -0.140, p < 0.05)의 차이와는 음의 상관관계를 나타내어 철 보충량이 많을수록 철영양상태가 개선되었음을 알 수 있다.

본 연구결과 빈혈이나 철결핍으로 판정된 여고생의 영양 섭취 상태와 식습관에 여러 가지 문제점이 있음이 지적되었고, 영양교육을 실시한 결과 식생활태도가 어느정도 개선되었으며, 3개월간의 철영양제의 보충으로 빈혈증상과 철영양과 관련된 혈액수치가 개선되어 나타났다. 따라서 빈혈의 예방과 치료에 있어 올바른 식습관과 생활 습관이 형성될 수 있도록 지속적인 영양 교육이 계획되고 실시되어야 하겠고, 철영양상태가 불량한 경우 영양보충과 함께 철영양제의 보충과 같은 적극적인 개선 방안이 반드시 필요하다고 본다.

Literature cited

1) Mortenson GM, Hoerr SL, Garmer DH. Predictors body satisfaction in college women. *J Am Diet Assoc* 93(9): 1037-1044, 1985
 2) Viteri FE. A guide for the global control of nutritional anemias and iron deficiency. Nutrition Unit, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 1993
 3) Kurz KM. Adolescent nutritional status in developing countries. *Proc Nutr Soc* 44: 321-331, 1996

4) Looker AC, Dallman PR, Carroll MD, Gunter EW, Johnson CL. Prevalence of iron deficiency in the united states. *JAMA* 277: 973-976, 1997
 5) Hong SM, Hwang HJ, Park SK. A Study of iron status and anemia in female high school students in Ulsan. *Korean J Community Nutrition* 6(1): 28-35, 2001
 6) Kye SH, Paik HY. Iron nutriture and related dietary factors in apparently healthy young Korean women (1): Comparison and evaluation of blood biochemical indices for assessment of iron nutritional status. *Korean J Nutrition* 26(6): 692-702, 1993
 7) Du S, Zhai F, Wang Y, Popkin BM. Current methods for estimating dietary iron bioavailability do not work in China. *J Nutr* 130(2): 193-198, 2000
 8) Ministry of Health and welfare, '98 National Nutrition Survey Report', 1999
 9) Brunner AB, Joffe E, Duggan AK, Casella JF & Brandt J. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anemia iron-deficient adolescent girls. *Lancet* 348: 992-996, 1996
 10) Nelson M. Anemia in adolescent girls: effects on cognitive function and activity. *Proc Nutr Soc* 55: 359-367, 1996
 11) Lozoff B, Jimenez E, Wolf AW. Long-term developmental outcome of infants with iron deficiency. *N Engl J Med* 325: 687-694, 1991
 12) Gibson RS. Principles of nutritional assessment, Oxford university press. New York oxford, 1990
 13) Moon SJ, Lee KY, Kim SY. Application of convenient method for the study of nutritional status of middle aged Korean women. *Yonseinonchong* 203-218, 1981
 14) Hong SM, Kim EY. A Effect of nutrition counseling for improving iron status of female college students. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(5): 1158-1163, 1999
 15) Ahn HS, Lee JY, Kim SK. Assessment of dietary availability and analysis of dietary factors affecting hematological indices in iron deficiency anemic female high school students. *Korean J Nutrition* 32(7): 787-792, 1999
 16) Hong SM, Hwang HJ. Effects of iron supplementation on iron status of anemic high school girls. *Korean J Community Nutrition* 6(5): 726-733, 2001
 17) Hong SM, Hwang HJ. A Study on Nutritional Status and Nutrition Education effect of Anemic High School Girls. *J Human Ecology, University of Ulsan* 4(1): 1-10, 2002
 18) Hyun WJ, Lee JW. Seasonal and regional variations in nutrient intakes of Korean adolescents as assessed by 3-day dietary records. *Korean J Community Nutrition* 6(4): 599-603, 2001
 19) Park TS, Kang HW, Park JE, Cho SH. Dietary intakes, plasma levels and urinary excretions of taurine in adolescents and adults residing in Seoul Area. *Korean J Nutrition* 34(4): 440-448, 2001
 20) Kim MH, Sung CJ. The study of relationship among serum leptin, nutritional status, serum glucose and lipids of middle-school girls. *Korean J Nutrition* 33(1): 49-58, 2000
 21) Kang MH. Changes in recommended dietary allowances and dietary intake in Korea for year 2000. *Korean J Nutrition* 35(1): 147-157, 2002
 22) Kwon JS. Effects of a short period nutrition education program on the dietary behavior and the dietary intake of female college students with the different adiposity index. *Korean J Dietary culture* 8(4): 321-330, 1993

- 23) Carruth BR, Mangel M, Anderson HL. Assessing change-proneness and nutrition-related behaviors. *J Am Diet Assoc* 70: 47-72, 1977
- 24) Herbert V. Recommended dietary intakes of iron in human. *Am J Clin Nutr* 45: 679-686, 1988
- 25) Walters MC, Abelson HT. Interpretation of the complete blood count. *Pediatr Clin North Am* 3: 599-622, 1996
- 26) Lee GR, Bithell TC, Foerster J, Athens JW, Lukens JN. Wintrobe's clinical hematology. 9th ed. Lea & Febiger, USA, pp.797-798, 1993
- 27) Beasley NM, Tomkins AM, Hall A, Lorri W, Kihamia CM, Bundy DA. 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, 2000
- 28) Lawless JW, Latham MC, Stephenson LS, Kinoti SN & Pertet AM. Iron supplementation improves appetite and growth in anemic Kenyan primary school children. *J Nutr* 124: 645-654, 1994
- 29) Stephenson LS. Possible new developments in community control of iron deficiency anemia. *Nutr Rev* 53: 23-30, 1995