

중학생의 철분 영양 상태에 영향을 미치는 생태학적 변인 분석*

최주현 · 김정현 · 이민준 · 문수재 · 이상일** · 백남선**

연세대학교 생활과학대학 식품영양학과, 삼성의료원 소아과**

An Ecological Analysis of Iron Status of Middle School Students in Seoul

Choi, Joo Hyun · Kim, Jung Hyun · Lee, Min June
Moon, Soo Jae · Lee, Sang Il** · Baek, Nam Sun**

Department of Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul, Korea
Department of Pediatrics,** SamSung Hospital, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the iron nutritional status of 212 middle school students(106 males and 106 females) residing in Seoul(13-14 years old) using eating patterns and a measurement of anthropometrical determination and hematological indices. Fasting blood samples were taken from all subjects, serum iron(SI) and total iron binding capacity(TIBC) concentrations were measured, and transferrin saturation(TS) levels were calculated. Iron and other nutrient intakes were estimated by a semi-quantitative frequency questionnaire. The level of TS(%) which was calculated with TIBC and SI in females(20.4 μ g/dl) was significantly lower($p < 0.05$) than that of males(27.4 μ g/dl). The prevalence of iron deficiency was found to be 36.7% when defined by TS%($< 15\%$). Mean daily intake of total iron in the study subjects was 14mg and heme iron intake was 5.4mg(38.1%). There was a significant negative correlation between the level of SI and the income level and a positive correlation with the level of TIBC and the income level. TIBC had a positive correlation with the anthropometric variables(Ht, Wt, BMI, RI and PIBW). SI and TS had a negative correlation with body fat percentage. There was a positive correlation between energy intake and TIBC only among females. The logistic regression analysis revealed that income level, body fat percentage, weight and energy intake were major determinants of low SI levels. Among the determinants of abnormal TIBC levels were weight, height, income level and energy intake. Finally, among those of low TS% were iron and energy intake and income level. These observations suggest that physical status, body fat percentage energy and iron intakes and income level are risk factors for iron-deficiency anemia among the middle school students in Seoul. (*Korean J Nutrition* 30(8) : 960~975, 1997)

KEY WORDS : serum iron · total iron binding capacity · transferrin saturation · dietary intake · physical status · anemia.

채택일 : 1997년 9월 22일

*본 연구는 1995년도 보건 의료기술 연구 개발 사업의 연구비로 진행되었음.

서론

청소년기는 아동기에서 성인기로 전환되는 과도기이며, 영유아기 이후로 성장률이 매우 빠른 시기로서, "급성장기(growth spurt)"라고 불리는 변화 즉, 신장과 체중의 빠른 증가, 체구성 조직의 변화와 성적인 성숙 등 신체 내에서 전반적인 생물학적 변화들이 일어나는 시기이므로¹⁾²⁾ 이와 같은 급성장기를 위한 영양관리가 요구된다. 현재, 우리나라에서 지적되고 있는 청소년기의 영양 문제는 양적, 질적 영양 불량으로서, 영양 과잉과 부족이 공존하고 있다는 점이다. 즉, 열량의 과잉 섭취로서 체중과다 및 비만의 이환율은 점차로 증가하는 추세이나³⁻⁶⁾, 단백질의 질적 섭취 불량 및 칼슘과 철분 등 무기질 부족이 지적되고 있다⁷⁻¹²⁾.

특히, 철분 결핍은 세계 보건 기구의 보고에 의하면, 경제 수준과 상관없이 어느 연령층에서나 발생할 수 있는 영양 문제로서¹³⁻¹⁵⁾ 우리나라의 경우 철분 결핍성 빈혈의 유병율을 정확히 파악하기는 어렵지만 철분 결핍은 현재까지도 성장 속도가 빠른 유년기 아동 및 청소년기를 비롯해서 가임기 여성, 그리고 임신부 및 수유부 등에서 빈번히 관찰되는 있는 부족 영양소이다¹⁶⁻²⁰⁾.

철분의 영양상태 평가는 철분의 결핍 정도에 따라 생화학적 지표를 분석하여 판정하는데, 일반적으로 널리 알려진 지표로는 빈혈 판정 도구인 Hemoglobin(Hb)과 Hematocrit(Hct)이다. 이는 정상 범위가 비교적 정확히 제시되어 보편화된 방법이나, 철분 결핍 정도를 제시하는데 있어 정확성이 결여되며, 철분 결핍을 예방하기 위한 지표로서 사용은 적절한 방법이 아닌 것으로 알려지고 있다¹⁴⁾. 따라서 철분 결핍의 단계를 파악할 수 있는 보다 정확하고 예민한 방법으로 제시되는 생화학적 지표로는 serum transferrin(Ts), serum iron(SI), total iron binding capacity(TIBC), 그리고 serum ferritin(SF) 등이 있다. 즉, 철분 운반 단백질로서 철분 결핍의 초기 단계에 양적인 변화를 보이는 Ts와 철분 결핍이 진행되면서 나타나는 SI 감소와 TIBC의 증가 등은 철분 결핍과 더 나아가 철분 결핍성 빈혈에 유용한 지표로 제시되고 있다¹²⁻¹⁴⁾.

현재 우리나라의 경우 철분의 섭취량은 과거에 비해 지속적으로 증가하고 있어 권장량에 대한 섭취 비율이 충족되고 있는 것으로 국민영양조사 결과 보고 되고 있지만²¹⁾, 철분 섭취의 질적 문제 및 철분 결핍성 빈혈 등은 여전히 일부 보고되고 있으며, 특히 초경이라는 생리적 출혈을 경험하는 여학생들의 철분 결핍성 빈혈은 이미 영양 문제점으로 지적되고 있는 실정이다¹⁶⁻²²⁾.

따라서 경제 성장에 따른 식생활 행태의 다양화 및 풍요로움으로 체격은 향상되어 평균 신장 및 체중은 증가하고 있지만, 이에 비해 체력의 부실함은 영양소의 질적인 영양 불량 문제와 연결되어 철분 결핍은 아직까지 해결되고 있지 않은 영양 문제 중의 하나이다. 더욱이 청소년기의 철분 영양 상태에 대한 중요성은 많이 인식되어 왔으나 연구 결과는 매우 제한되어 있고, 청소년들, 특히 초경을 경험하는 시기인 여학생들을 대상으로 실시된 철분 영양 상태 평가는 매우 미비하며 철분 영양 상태에 영향을 주는 변인들에 관한 분석은 거의 이루어지고 있지 않고 있다.

이에 본 연구에서는, 중학교에 재학 중인 남, 여학생들을 대상으로, 이들이 가지고 있는 사회 환경적 요인은 물론 인체 계측을 실시하여 현재의 성장 발육 상태를 평가하고, 영양소 섭취 상태를 조사하였으며, 혈액 채취를 하여 철분 영양 상태를 보다 예민하게 반영하는 Serum Iron(SI), Total Iron Binding Capacity(TIBC), Transferrin Saturation(TS%)의 생화학적 검사를 수행하였다. 또한 이들의 식생활 행태를 조사하여 식습관 문제를 파악하였다. 이를 통하여 급성장기를 경험하는 우리나라 일부 중학생들의 철분 영양 상태를 파악하고 이에 영향을 미치는 발육 상태 및 식사 상태를 비롯한 변인들을 규명하여 청소년들의 철분 영양 상태의 증진과 빈혈 예방의 기초자료로서 제시하고자 하였다.

연구방법

1. 연구 대상 및 기간

연구 대상자는 서울시에 위치한 일부 중학교 2학년 재학중인 남, 여학생 212명(남학생 : 106명, 여학생 : 106명)을 대상으로 하였다. 2일간 인체 계측과 생화학적 분석을 위한 혈액 채취 및 전문의에 의한 임상 조사를 실시하였으며, 설문지와 기록지를 이용하여 2일째의 식생활 및 활동 내용을 기록하도록 하였다.

2. 연구 내용 및 방법

본 연구는 설문 조사, 인체 계측, 생화학적 분석 및 임상 조사로 진행되었다. 청소년들의 사회 환경적 특성 및 식행동 특성을 조사하기 위해 설문지를 이용하여 연구 대상자의 가정환경을 비롯한 사회·환경적 변인과 식생활 태도 및 영양소 섭취상태를 조사하였다. 또한, 인체 계측을 실시하였으며, 공복시의 혈액을 채취하여 생화학적 검사 및 소아과 전문의에 의한 임상 조사를 실시하여 특이 체질 및 특정 질병에 유병된 대상자는 본 연구에서 제외하였다.

1) 사회·환경적 변인

청소년들의 식생활에 영향을 줄 것으로 예측되는 가정 환경 및 사회·환경적 특성을 규명하기 위해 생년월일, 가족 사항(부모와의 동거 유무와 부모의 연령, 직업 및 학력, 가족 수 및 가족 형태, 형제 수 및 순위), 경제 수준, 거주 지역 등의 문항으로 구성하였다.

2) 인체 계측

(1) 신장, 체중 및 체격 지수

신장과 체중은 걸음을 벗고 소수점 첫째 자리까지 계측하였으며, 체형 및 비만도 판정을 위한 체격지수로는 Body Mass Index(BMI), Rohrer Index(RI) 등의 체격 지수와 표준 체중에 따른 Percent Ideal Body Weight(PIBW)를 이용하였다²³⁾.

(2) 체지방량 측정

체지방량을 측정하기 위해 사용된 생체 전기 저항 분석법(BIA, Bioelectrical Impedance Fatness Analyzer, 길우회사제품)은 인체에 교류의 미전류를 전도시켜 인체 조성을 추정하는 방법으로, GIF-891(임피던스계) 및 흡착 전극(4전극)을 이용하여 손과 발등에 800µA, 50kHz의 미세한 전류를 흐르게 하여 측정하였다. 피검자에게 측정하기 2시간 전까지 음식물 섭취와 심한 운동을 금지하도록 하였다²⁴⁾.

3) 생화학적 분석

철분 영양 상태를 평가하기 위해 철 결핍증을 파악하는 데 예민한 방법으로 제시되는 SI와 TIBC, 그리고 이들을 이용한 TS%를 사용하였다²⁵⁾.

이 중 TS%는 철로 포화된 transferrin의 비율을 말하며, transferrin은 혈액 중의 철과 결합하여 수송하는 단백질이다. TS%는 transferrin에 결합된 철의 함량인 혈청 철 수준과 결합되지 않은 철 결합부위(iron-binding site)의 총 수로서 혈청 transferrin을 나타내는 TIBC를 이용하여 계산된다²⁵⁾. TS%를 이용한 빈혈 판정의 기준은 16% 이하로 하였다.

(1) 혈청 철(s-Fe)

표준 혈청을 정제수 2.0ml에 용해한 후에 서로 다른 철 측정용 탈철 시험관에 검체하여 표준 혈청, 정제수 0.1ml씩을 각각 넣는다. 발색 시약을 넣고 혼합하여 실온에서 10분간 반응시킨 후에 파장 640nm에서 흡광도(O.D.)를 측정하였다.

(2) 철결합능(Total Iron Binding Capacity, TIBC)

표준 혈청을 정제수 2.0ml에 용해한 후에 다른 시험관에 검체와 표준 혈청을 0.2ml씩 각각 넣었다. 철 용

액 0.4ml를 넣고 혼합하여 실온에서 5분간 방치시킨 후에 3000rpm에서 10분간 원심 분리하였으며, 각 시료의 상층액 0.1ml와 정제수 0.1ml를 서로 다른 철 측정용 탈철 시험관에 넣고 발색 시약을 넣은 뒤 혼합하여 실온에서 10분간 반응시킨 후에 30분 이내에 파장 640nm에서 흡광도(O.D.)를 측정하였다.

(3) TS%(Transferrine Saturation %)

TS%는 transferrine 포화도로서 혈청 철 농도와 철 결합능을 분석하여 이들의 분석치를 다음의 계산식에 도입하여 산출하였다.

$$TS\% = \frac{s-Fe}{TIBC} \times 100$$

4) 식생활 행태

(1) 영양소 섭취 상태

연구 대상자들의 평상시의 식사력을 통한 영양소 섭취 상태를 조사하기 위하여 문 등에 의해 개발된 반정량적 빈도법(semi-quantitative frequency)²⁶⁾을 이용한 간이법을 이용하여 철분의 섭취 상태 및 철분의 급원이 되고 있는 식품을 조사하였다. 이를 각종 식품의 영양소 및 열량 함량이 입력되어 있는 computer program을 이용하여 한국인 청소년의 영양권장량과 비교하였다.

(2) 식생활 태도 조사

식생활 태도를 측정하기 위해서 Atachi 등²⁷⁾에 의해 개발된 식생활 행동 평가 문항을 그 표현 내용상 우리나라 청소년에게 알맞도록 문 등에 의해 일부 개정 후¹⁰⁾ 사용하였다. 식생활 행동 평가 문항의 구성은 ① 전반적인 식생활 행동 평가 문항(5문항)과 ② 섭취 음식의 균형성 평가 문항(9문항), 그리고 ③ 생활과의 조화를 평가하는 문항(6문항) 등 총 20문항(100점 만점)으로 구성되어 있으며, 총점이 80점 이상일 때는 '우수' 판정을 내렸고, 79점에서 60점인 경우에는 식생활 행동이 '양호'한 것으로, 59점 이하일 때는 '불량'으로 판정을 내렸다.

5) 임상 조사

소아과 전문의 2인이 청소년들의 건강 상태를 판정하기 위한 임상적 조사 및 문진을 실시하였다.

3. 통계 분석

수집된 모든 자료는 SAS(Statistical Analysis System) 전자계산 package를 이용하여 통계 분석 처리하였다. 모든 연속형 변수의 평균값과 표준 편차를 산출하

Table 1. Demographic characteristics of subjects

(n=202)

	Father	Mother	No.	%
	No. (%)	No. (%)		
Parental education level				
Primary school	3(1.7)	8(4.4)		
Middle school	28(16.0)	50(27.5)		
High school	96(54.9)	102(56.0)		
> College	48(27.5)	22(12.1)		
Parental occupation				
Professional, officer	29(15.3)	7(3.6)		
Employee	42(22.2)	9(4.6)		
Service, merchandise	47(24.9)	47(23.9)		
The 1st industry	9(4.8)	7(3.6)		
Laborer, driver	40(21.2)	13(6.6)		
Others	22(11.6)	17(8.6)		
Housewife	- (-)	97(49.2)		
Family system				
Large family			34	16.0
Nuclear family			164	78.8
Others			11	5.2
Family Number.				
2-3			28	13.7
4-5			147	72.1
6-			29	14.2
Economic level ¹⁾				
High			38	19.0
Middle			136	68.0
Low			26	13.0

1) high : >1,400,000 won/month middle : 1,000,000 - 1,400,000 won/month low : <1,000,000 won/month

였고, 범주형 변수는 단순 빈도와 백분율을 구하였다. 전체 항목에 대한 남, 여학생간의 차이를 χ^2 -test 및 t-test를 통해 분석하였으며 각 변수간의 상관 관계는 Pearson correlation으로 분석하였다. 또한 위험 변인 분석을 위해 Logistic regression을 수행하였다.

연구 결과 및 고찰

1. 연구 대상자의 사회 환경적 특성

연구 대상자 부모의 교육 수준 및 직업, 가족 형태, 동거 가족 수 및 경제 수준 등의 사회 환경적인 특성들을 Table 1에 제시하였다.

부모의 교육 수준은 부모 모두 고등학교 졸업자가 각각 54.9%와 56.0%로 반수 이상을 차지하였고, 그 다음으로 아버지는 대학교 졸업(22.9%)이, 어머니는 중학교 졸업(27.5%)이 많았다. 부모의 직업을 살펴보면, 아버지의 경우 '판매 및 서비스직'과 '사무직' 그리고 '생산직, 운수장비 운전자 및 단순 노동자'가 각각 24.9%, 22.2%, 21.2%로 나타났고, 어머니의 경우 취업 주부가 50.8%, 가정 주부가 49.2%로 주부 취업율이 상당히 높았으며, 어머니의 직업 가운데는 '판매 및 서비스직'이 47%로 가장 많은 부분을 차지하였다. 가정의 경제 수준을 조사한 결과, 중류에 속한다고 응답한 비율이 68.0%로 가장 많았고, 상류가 19.0%, 하류가 13.0%로 나타났다.

2. 인체 체격치 및 체격 지수

본 연구에서는 성장이 활발한 청소년기에 있어서 성장에 영향을 주는 요소는 유전적인 요인 이외에 영양적인 요인이 큰 영향을 준다는 전제하에 성장을 대변할

Table 2. Anthropometric parameters and related indexes of subjects with sex

	Male	Female
	Mean±S.D.	Mean±S.D.
Height(cm)**	163.5±7.4	156.8±5.1
Weight(kg)*	52.2±9.7	49.6±7.9
BMI ¹⁾	19.4±2.9	20.2±3.0
RI ²⁾ **	119.0±17.3	128.7±20.2
PIBW(%) ³⁾ *	102.3±16.0	106.7±16.4
Bady Fat(kg)**	8.5±4.2	12.4±3.8
LBM(kg) ⁴⁾ **	43.7±7.0	37.2±4.6
TBW(l) ⁵⁾ **	32.0±5.1	27.2±3.4
%Fat(%)**	15.8±5.2	24.6±4.0

1) BMI(Body Mass Index)=weight(kg) / height(m)

2) RI(Rohrer Index)=weight(kg)/height³(m) × 100

3) PIBW(Percent Ideal Body Weight)=weight(kg)/IBW × 100

4) LBM : Lean Body Mass

5) TBW : Total Body Water

**p<0.001

*p<0.05

수 있는 요소들을 측정하여, 성장발달 상태 및 체구성 성분을 분석하므로써 영양 부족 및 과잉의 영양 불량 위험이 있는 대상을 파악하여 철분 영양 상태에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

1) 체격 지수 및 체구성 성분

조사 대상자들의 신장, 체중에 대한 성별 평균치는 신장의 경우 남학생이 163.5±7.4cm, 여학생이 156.8±5.1cm로 나타났으며, 체중은 52.2±9.7cm, 여학생이 49.6±7.9cm로 측정되었다(Table 2). 또한, 체격지수(BMI, RI, PIBW)의 성별 평균치는 다음의 Table 2에 제시된 바와 같이, 각 체격 지수의 평균값은 BMI의 경우, 남학생이 19.4±2.9, 여학생이 20.2±3.0이었고, RI의 경우는 남학생이 119.0±17.3, 여학생이 128.

7±20.2이었으며, PIBW는 남학생이 102.3±16.0, 여학생이 106.7±16.4로 나타났다. 여러 체격지수 가운데 RI와 PIBW의 경우에는 여학생의 평균값이 남학생보다 유의적으로 크게 나타났으나(각각 $p < 0.001$, $p < 0.05$) BMI의 경우는 여학생의 평균이 더 크지만 유의적인 차이는 없었다. 90년대의 연구 결과를 보면, 김 등⁶⁾은 10~14세의 평균 BMI가 남녀 모두 19±4라고 하였으며, 김 등⁹⁾에 의하면 12~15세의 평균이 남학생은 20.0±2.9, 여학생은 19.9±3.2라고 하였고, 김 등⁷⁾의 중학교 2학년생을 대상으로 한 연구에서는 남, 여학생의 BMI가 각각 18.8과 19.1로 측정된 바 있다.

“영양 상태에 따라 신체 조직의 구성 상태가 다르다”는 점을 근거로 하여 주로 체지방량과 체단백질량을 측정하므로²⁸⁾, 연구 대상자의 성별 체지방률(% fat)과 체지방 중량 및 체지방량(LBM, lean body mass)과 총수분량(TBW, total body water)의 평균값을 Table 2에 제시하였다. 체지방 비율은 남녀 각각 15.8±5.2%와 24.6±4.0%이었고, 남학생보다 여학생의 체지방률이 유의적으로 컸으며($p < 0.001$), 체지방 중량은 남녀 각각 8.5±4.2kg과 12.4±3.8kg, 체지방량은 43.7±7.0kg과 37.2±4.6kg이었고, 총 수분량은 32.0±5.11와 27.2±3.41으로 나타났다.

김 등⁷⁾이 중학생을 대상으로 한 연구에서 피지후법에 의한 남학생의 체지방률(% fat)의 평균값은 연령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보인 반면, 여학생은 증가하는 경향을 보였으며, 여학생의 평균 체지방률(24.4±4.5%)은 남학생(17.9±5.8%)보다 유의적으로 높았다. 김과 송⁷⁾의 연구에서는 충주 시내 중학교 2학년 남학생의 체지방률이 17.9%, 여학생은 28.4%이었으며, 체지방중량은 남, 여학생 각각 8.9kg와 13.6kg으로 조사되었고, 김 등⁹⁾은 남녀중학생의 체지방률을 각각 17.9±5.8%와 24.4±4.5%로 보고하여 대부분의 연구가 본 연구 결과와 비슷하였다.

2) 체격 지수 및 체지방량에 따른 평가

본 연구 대상자의 체형을 판정하기 위해 측정된 체중과 신장을 근거로 하여 산출한 BMI, RI, 그리고 PIBW와 BIA를 이용하여 측정된 체지방률(% body fat)을 사용하여 체중 부족(underweight), 체중 과다(overweight)와 비만(obesity) 그리고 정상 범위에 해당하는 비율을 분류하였다(Fig. 1).

BMI의 경우는 체중 부족(underweight)으로 분류된 남학생의 경우 65.1%이었으며, 여학생은 52.9%이었다. 또한, 비만으로 판정받은 경우 여학생에서 1%뿐이었으며, 체중 과다인 경우 남학생 2.8%, 여학생 6.

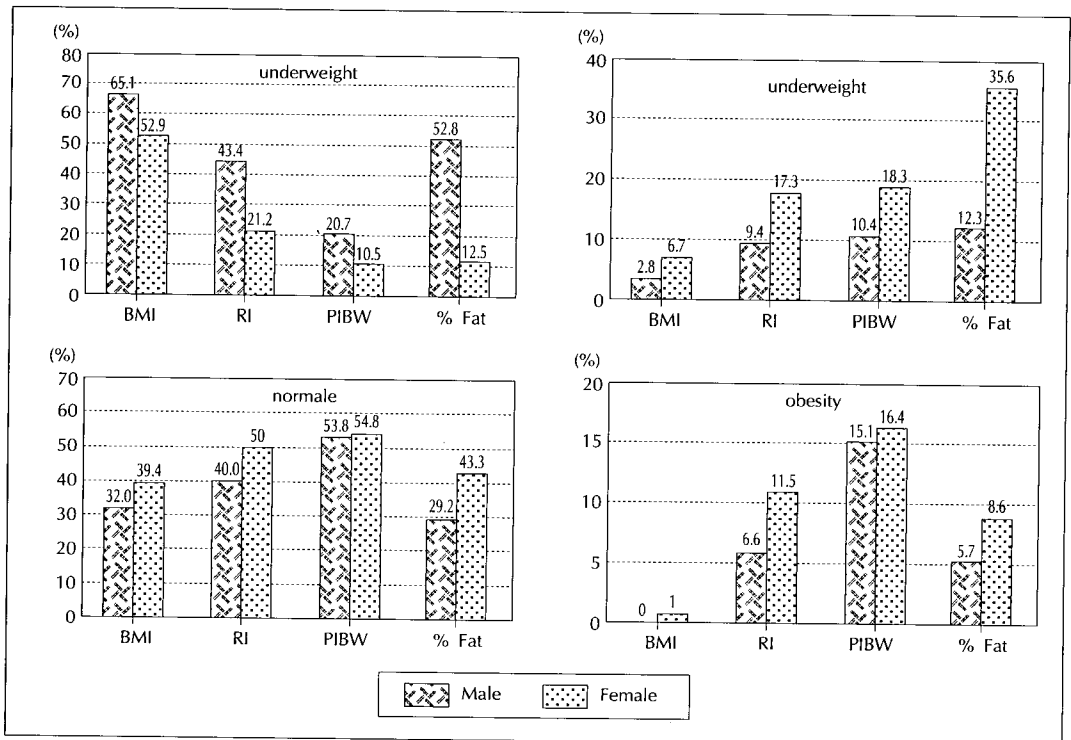


Fig. 1. Distribution of body indexes of subjects with sex.

7%로 분류되었다. 이에 비해 RI는 체중 부족으로 분류된 남학생이 43.4% 그리고 여학생이 21.2%이었으며, 체중 과다인 경우 남, 여학생이 각각 9.4%와 17.3%이었으며, 비만은 6.6%와 11.5%로 판정되었다. PIBW는 체중 부족으로 분류된 남, 여학생이 각각 20.7% 그리고 10.5%로 나타났으며, 15.1%의 남학생과 16.4%의 여학생이 비만으로 분류되었으며, BIA를 이용한 체지방률(% fat)을 사용하여 분류한 결과 체중 과다로 분류된 남학생이 12.3%이었고, 여학생이 35.6%이었으며, 비만으로 판정된 남학생은 5.7%, 여학생은 8.6%로 나타났다.

따라서 BMI의 경우 성인을 대상으로 판정하는 체격 지수임을 고려해 볼 때, 아직 성장기 청소년들의 체격 지수를 판정하기에는 적절하지 않은 것으로 생각되어지며, 기타의 체격 지수에 의한 분류를 분석해 볼 때, 모든 계층에서 남학생의 경우 체중 부족으로 분류된 경우가 여학생보다 많은 반면, 체중과다 및 비만 비율은 여학생의 경우 남학생보다 유의적으로 많았음을 알 수 있었다.

우리나라의 경우 1980년대 경제 성장과 더불어 질병 형태의 급격한 변화가 초래되어, 대표적인 영양, 건강 문제는 체중 부족 및 영양 부족에 관한 문제에서 체중 과다 및 비만 등의 영양 과잉 측면의 영양 불량 문제가 대두되고 있다. 즉, 소아비만의 경우 1984년 8.0%에서 1988년 12.4%로 급속히 증가하였고, 1992년의 조사에서는 14.5%로 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다고 보고되고 있다³¹⁾. 비만은 어느 시기에도 발생할 수 있으나 특히 학령기 아동과 사춘기에 발생률이 높은 이유는 신체적으로 급성장기이므로 체지방 세포 수가 왕성하게 증가하며, 청소년기 특유의 호르몬의 작용으로 체형에 변화가 일어나기 때문이며³¹⁻³⁴⁾, 중학생을 대상으로 비만을 조사한 연구 결과는 다음과 같다. 이 등³⁵⁾은 서울지역 중학교 2학년 여학생의 경우 12.9%, 이와 이³⁶⁾는 12.7%, 문 등³⁷⁾은 12.8%가 비만이라고 하였으며, 중학교 시기에서는 2학년 여학생(14세)의 체지방률이 가장 높았고, 중학생 전체의 비만 빈도는 여학생보다 남학생이 더 높다고 하였다. 또한 김과 송²⁴⁾은 남학생의 11.4%와 여학생의 29.3%가 비만이라고 보고한 바 있다.

이와 같이 최근 소아, 청소년 비만율이 빠르게 증가하는 것이 문제시되고 있으나 본 연구에서 나타난 결과에 의하면, 체중 과다 및 비만 특히 여학생의 경우 그 비율이 증가하고 있음은 사실이나, 아직까지도 저체중으로 분류된 학생의 비율이 여전히 많은 비율이 존재하고 있음을 나타내어 청소년기의 영양 부족 문제도 검토되어야 함을 시사하는 바이다.

2. 혈액학적 지표

철분 영양 상태를 파악하기 위한 혈액학적 지표로는 각각의 개인별 혈청내 SI, TIBC 및 SI와 TIBC로 산출한 TS(%)를 분석하였다. 그 분포는 Fig. 2~4에 제시하였으며, 평균치는 Table 3에 나타내었다.

1) 혈청 철(SI, Serum Iron)과 총 철결합 능력(TIBC, Total Iron Binding Capacity)

본 연구에서는 남학생과 여학생의 혈청 철(SI)의 평균값은 각각 108.1 μ g/dl와 81.4 μ g/dl로 남학생의 평균값이 여학생보다 유의적으로 높았다($p < 0.01$) (Table 3). 김 등¹⁶⁾이 보고한 성인 여성의 정상범위인 65~165 μ g/dl에 포함되어 있었다. 선행 연구들을 살펴보면, 1984년 정상 여성을 대상으로 연구한 서 등¹⁷⁾의 보고에서는 혈청 철분 농도가 93.1 \pm 27.9 μ g/dl이었으며, 1981년 채 등²⁰⁾에 의한 보고에서는 108.5 \pm 40.2 μ g/dl로 나타나 본 연구 결과와 비슷한 양상을 보였다. 또한 계 등¹⁸⁾은 젊은 여성들의 혈청 철분 농도를 99.72 \pm 45.26 μ g/dl로 보고하였으며 남 등¹⁹⁾은 91.0 \pm 36.7 μ g/dl로 보고한 바 있다.

철분 결핍의 초기 단계는 철분의 흡수량과 손실량 간에 불균형이 계속될 때에 일어나는 것으로 체내의 철분 보유량의 감소와 함께 transferrin의 증가로부터 시작되어 다음 단계는 철분 결핍성 빈혈의 초기 단계로 조직 고갈이 심해져서 골수의 요구가 충족되지 않게 되

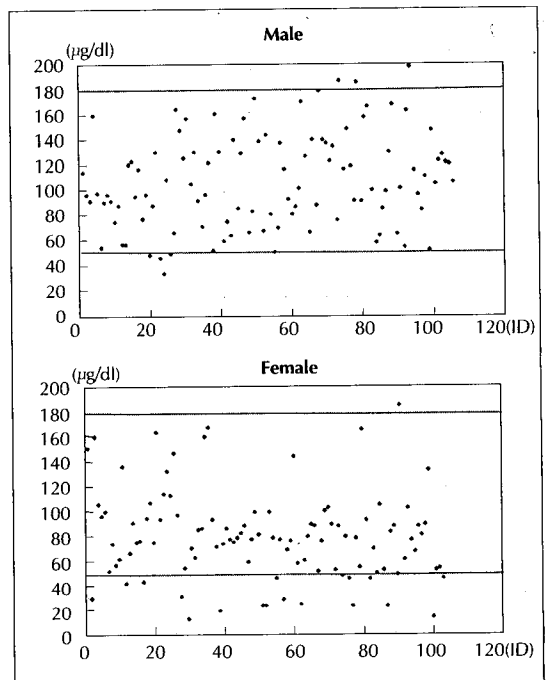


Fig. 2. Distribution of serum-iron levels with sex.

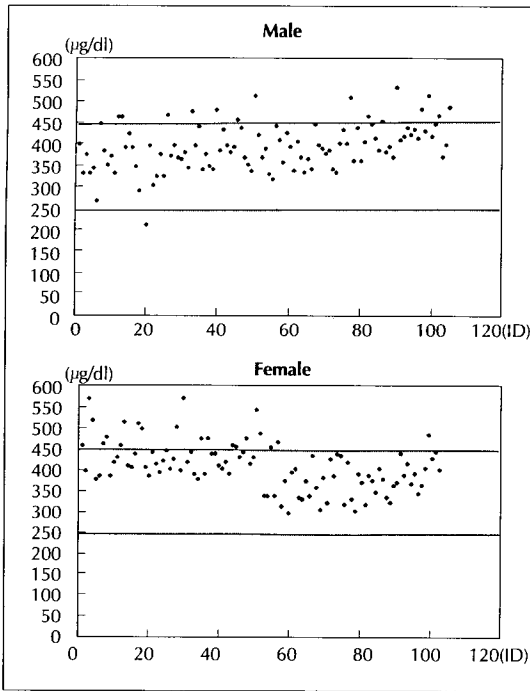


Fig. 3. Distribution of TIBC levels with sex.

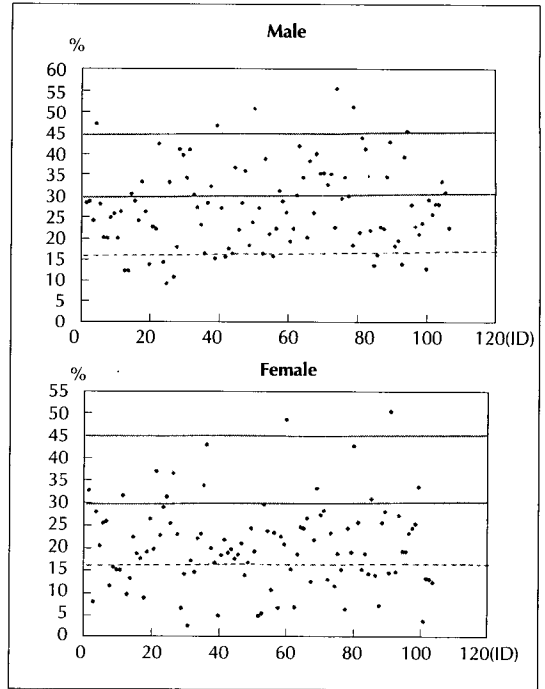


Fig. 4. Distribution of TS% with sex.

Table 3. The level of hematological indices and prevalence of iron deficiency

	Male		Female		Criteria for defecency ²⁾
	Mean ± S.D.	% ¹⁾	Mean ± S.D.	%	
SI(ug/100ml)*	108.1 ± 37.2 ²⁾	11.3	81.4 ± 35.6	28.2	<60
TIBC(ug/100ml)	400.0 ± 61.5	73.6	410.4 ± 57.0	81.6	>360
TS(%)**	27.4 ± 9.9	8.5	20.4 ± 9.3	28.2	<15

1) % of subjects below criteria

2) reference 21

3) *p<0.01, **p<0.05

며, 이 때 혈청 철(SI)의 양은 감소되고 TIBC(total iron binding capacity) 수준이 증가함에 따라 빈혈 증상이 나타나게 된다고 알려져 있다²⁵⁾.

TIBC의 평균값은 남학생과 여학생이 각각 400.0µg/dl과 410.4µg/dl로 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 3). 본 연구의 결과는 우리 나라 여성들을 대상으로 실시된 선행 연구인 계 등¹⁸⁾이 보고한 측정치(348.4±54.07µg/dl)와 여대생을 대상으로한 남 등¹⁹⁾이 보고한 측정치(372.9±104.3µg/dl), 그리고 채 등²⁰⁾이 보고한 291.2±55.2µg/dl들의 결과들 보다 비교적 높게 나타났으며, 김 등¹⁶⁾이 보고한 TIBC 정상 범위인 250~450µg/dl에는 포함되어 있었다.

2) Transferrin 포화도(TS, Transferrin Saturation)

철분 부족이 나타날 경우 SI값은 감소되고 TIBC는 증가하기 때문에 철 결합성 빈혈의 좀 더 유의적인 판단 기준은 두 혈액 지수의 비율인 TS(%)라 할 수 있다

²⁹⁾ SI은 남학생의 평균값이 여학생보다 유의적으로 높고(p<0.01), TIBC는 남녀간에 유의적인 차이가 없으므로 TIBC와 SI로부터 계산된 TS는 여학생의 평균값(20.4%)이 남학생의 평균값(27.4%)에 비해 유의적으로 낮았다(p<0.05)(Table 3). 김 등¹⁶⁾의 보고에서도 지적한 바와 같이 청소년기에는 등교시간으로 인한 불규칙적인 식습관, 외모에 대한 관심의 증가, 경제적인 제한, 영양 교육의 미비에서 오는 낮은 영양 지식 등으로 철분 영양 부족이 흔히 나타날 수 있다는 양상과 연결될 수 있을 것이다. 특히 10대 중반 이후의 여학생들에게 가장 심하다고 지적되고 있으며, 이에 비해 계 등¹⁸⁾은 젊은 여성의 경우 TS(%)가 29.1±13.77%으로 보고하였고, 남 등¹⁹⁾은 여대생의 경우 TS% rk 26.2±13.0%로 보고하여 본 연구 결과에 비해 비교적 높게 측정되었는데, 이러한 양상은 여학생의 경우 더욱 뚜렷하였다.

Beutler 등³⁰⁾은 체내 철분 고갈의 초기 단계는 혈청

철의 양과 TIBC에 의해 알아낼 수 있다고 하였고, Bainton과 Finch는 철분으로 포화된 transferrin의 비율을 나타내는 TS가 16% 이하로 감소되면 골수로 운반되는 철분의 공급이 부적절함을 나타내며, TS는 보통 25~50% 범위에 있고 평균치는 30~40% 사이에 있다고 하였다²⁵⁾.

3) 혈액학적 지표 비교 분석을 통한 철분 결핍성 빈혈 위험집단 추정

본 연구 대상자들에 대한 개인별 측정치(Fig. 2~4)에 대해 철 결핍성 빈혈 발현율을 조사하여 Table 3에 제시하였다. Hb과 Hct의 경우 대상 집단의 철분의 영양상태를 간편하게 알아볼 수 있는것으로 알려져 있는데¹³⁾, 이는 빈혈 판정에 민감한 방법은 아니나 정상범위가 비교적 정확히 나타나 있으므로 빈혈빈도가 높은 지역에서는 그 상황을 충분히 반영한다는 점으로 보아 일차 의료의 예방적 차원에서 영양상태를 판정하는데 가장 보편화된 방법으로 사용되고 있다²⁵⁾. 그러나 Hb농도는 정상적인 사람간에도 큰 변이를 가지며 판정기준에 따라서는 실제 빈혈인 사람이 정상으로 분류되기도 하는 오차가 생기기 쉽다²³⁾³³⁾. Cook과 Finch²⁹⁾는 빈혈 증세를 보이는 여성들 중 30% 이상의 Hb이 정상 범위에 포함되어 있었고, 그 반면에 정상 여성의 30% 이상이 Hb 농도가 높게 나타났음을 지적하여 빈혈 판정에 있어 Hb의 부적합성을 보고하였다. Hb에 의한 빈혈 판정은 12g/dl미만을 기준으로 하고 있다. 이러한 기준치는 WHO뿐 아니라 미국의 NHANES나 캐나다의 국민영양조사에서 기준으로 사용하고 있는 보편적인 측정치로 알려져 있다.

본 연구에서 측정한 S-Fe 함량으로 빈혈의 유무를 판정할 경우 한국인 성인 여성의 정상치 50~180µg/dl 미만에 속하는 혈청 철의 측정치를 보인 경우 남녀 각각 2.8%와 16.5%로 전체의 9.6%가 정상치 미만으로 나타났다(Fig. 1). Herbert³⁴⁾가 제시한 철 결핍성 빈혈로 판정하는 혈청 철 농도가 60µg/dl 이하로 나타나는 경우 남학생은 11.3%이었으며, 여학생은 28.2%이었다.

TIBC 경우도 SI와 마찬가지로 차이를 보이는데 한국 성인 여자의 정상 상한치 485µg/dl 이상인 경우는 7.2%(남학생 : 5.7%, 여학생 : 8.7%)이었으나 Herbert³⁴⁾의 분류 기준에 의한 철분 고갈성 적혈구를 보이는 390µg/dl 이상에 속하는 대상자는 전체의 55.5%(남학생 : 53.8%, 여학생 : 59.2%)로 나타났다. 또한 전체 대상자들 중 남학생 2명이 289µg/dl보다 적게 나타나 철 결핍성 빈혈이 아닌 만성 질환이나 감염, 다른 영양

소의 부족 등에 의한 빈혈로 나타났다. 일반적으로 단순 철 부족성 증세인 경우 S-Fe값은 감소하고 TIBC는 증가하기 때문에 철 결핍성 빈혈의 좀 더 유의적인 판단 기준은 두 혈액지수의 비율인 TS(%)라 할 수 있다³⁵⁾.

본 연구에서 사용한 TS(%)를 이용한 빈혈자 추정에서 그 기준치를 16% 이하로 설정할 경우 전체의 23%(남학생 : 30%, 여학생 : 12.5%)가 빈혈로 판정되었으며 WHO의 기준치인 <15%에 의한 빈혈자는 전체 연구 대상자의 18.2%(남학생 : 30%, 여학생 : 10%)가 해당되었다.

한편, 다른 연구자는 SI에 대해 철 결핍성 빈혈로 판정되는 기준치는 10ng/ml로 보고한 바도 있다³⁶⁾³⁷⁾. 그러나 Worwood³⁸⁾나 Lipschits³⁹⁾ 등은 정상 하한치로 12ng/ml로 설정한바 있으며 Thomson 등⁴⁰⁾은 18ng/ml로 보고하였으며 한국에서 김 등⁴¹⁾은 20ng/ml로 보고하여 빈혈 판정 기준이 측정 방법이나 보고한 사람에 따라 약간씩 차이가 있음을 알 수 있다. 또한 Herbert³⁴⁾는 SI치에 대해서도 좀 더 세분하여 구분하였는데 SI가 20ng/ml 이하일 경우, 체내 저장 철의 고갈 상태를 나타내 주고 있으며 10ng/ml이하인 경우 무철성 적혈구의 출현을 의미하는 것이고 그리고 그 이하에서는 철 결핍성 빈혈이 유발되어 있음을 보고하였다. 본 연구의 결과를 Herbert³⁴⁾의 판정 기준에 따라 분류해 보았을 때 전체 연구 대상자의 23% 정도가 철 결핍성 빈혈 증세를 보이고 전체의 31% 정도가 체내 철 저장량이 고갈된 상태인 것 분석할 수 있었다.

3. 철분 및 기타 영양소 섭취 상태

연구 대상자의 성별 1일 평균 철분 및 기타 영양소 섭취량과 권장량에 대한 섭취 비율을 Table 4에 나타내었다. 1일 평균 열량 섭취량은 남학생이 1892kcal, 여학생이 1593kcal로서 각각 권장량의 78.8%와 79.7%를 섭취하고 있었으며, 단백질의 1일 평균 섭취량은 남학생이 70.0g, 여학생이 57.3g으로서 각각 권장량의 100.1%와 88.2%를 섭취하고 있었다. 무기질 가운데 칼슘의 1일 평균 섭취량은 남학생이 611mg, 여학생이 507mg으로서 각각 권장량의 67.9%와 63.4%를 섭취하고 있었으며, 철분의 1일 평균 섭취량은 남학생이 15.1mg, 여학생이 12.7mg으로서 각각 권장량의 84.1%와 70.7%를 섭취하고 있었다.

총 섭취 열량 가운데 당질, 단백질과 지방으로부터 섭취한 열량 구성비율(C : P : F ratio)은 남, 여학생이 각각 67.7 : 14.8 : 17.5와 68.0 : 14.3 : 17.7이었는데, 이는 1992년 FAO 아시아 태평양 지역 사무국에서 아시아 지역에 알맞은 식사 패턴(DDP, Desirable Die-

Table 4. The daily means of nutrients intake and %RDA

Nutrients	Male			Female		
	RDA ¹⁾	Amount ²⁾	%RDA	RDA	Amount	%RDA
Calorie(kcal)	2400	1892±396	78.8	2000	1593±299	79.7
Protein(g)	70	70.0 ±16.4	100.1	65	57.3 ±14.2	88.2
Ca(mg)	900	611±169	67.9	800	507±148	63.4
Fe(mg)	18	15.1 ±3.9	84.1	18	12.7 ±3.5	70.7
Vit. A(R.E.)	700	1034.3 ±341.5	148.0	700	874.8 ±310.7	125.0
Vit. B ₁ (mg)	1.2	0.98±0.24	82.1	1.0	0.82±0.21	82.7
Vit. B ₂ (mg)	1.4	1.46±0.36	104.0	1.2	1.21±0.31	100.9
Niacin(mg)	16.0	16.3 ±4.1	101.8	13.0	13.5 ±3.62	104.1
Vit. C(mg)	50	121.3 ±43.2	242.5	50	109.3 ±41.2	218.6
C : P : F Ratio ³⁾		67.7 : 14.8 : 17.5			68.0 : 14.3 : 17.7	

1) reference 21

2) Mean±S.D.

3) Carbohydrate : Protein : Fat Ratio

tary Pattern)으로 제시한 당질 64~70%, 단백질 10~11%, 지방 20~25%를 바탕으로 설정된 한국인에게 바람직한 열량 구성비 65 : 15 : 20과 비교했을 때⁴²⁾ 당질의 비율은 약간 높고 지방의 비율은 다소 낮은 편으로 나타났다.

본 연구 대상자의 영양 권장량에 대한 열량 및 영양소 섭취 비율을 부족(권장량의 75% 미만 섭취군)과 적정(권장량의 75~125% 섭취군) 및 과잉(권장량의 125% 이상) 집단으로 나누어 그에 따른 분포를 Table 5에 정리하였다. 열량과 단백질의 경우에 Table 6에 나타난 바와 같이, 권장량의 125% 이상을 섭취하는 비율이 열량은 전체대상자의 1/4, 단백질은 1/2 정도가 과다 섭취하는 것으로 조사되었다. 그에 반하여 칼슘과 철분의 경우는 평균 섭취량도 부족했으나 권장량의 75% 미만을 섭취하는 비율이 칼슘의 경우 남자의 65.4%, 여자는 42.9%, 철분의 경우는 남자가 47.1%, 여자가 39.8%로 나타났다. 비타민의 경우도 비타민 B₂와 비타민 C의 경우 성별 평균 섭취량은 양호한 반면 75% 미만을 섭취하는 비율이 많은 것을 볼 수 있었다.

우리나라 청소년들의 영양 상태에 관한 연구는 여러 지역에서 다양한 대상을 가지고 진행되어왔다. 70년대에 진행된 연구에서는 권장량에 대한 열량 및 영양소의 섭취 비율이 열량의 경우에 여고생은 72%⁴³⁾, 국민학생은 65%로 나타났고⁴⁴⁾, 단백질은 여고생이 80%, 국민학생이 89%, 광산촌의 여자 중학생이 79%이었다⁴⁵⁾, 이와 장⁴⁶⁾의 연구에서 서울, 인천, 기타 지방 국민학생의 칼슘 섭취량은 권장량의 76%이었으며 흡수율이 높은 우유와 유제품의 섭취보다는 곡류, 야채, 과일 등의 흡수율이 낮은 식물성 식품을 주로 섭취하여 평균 흡수율은 51% 정도라고 하였다. 철분의 경우, 장⁴⁷⁾이 서울 남녀 중학생을 대상으로 도시락 영양 상태를 조사한 결과, 권장량의 66% 정도를 섭취하고 있었고, 이⁴⁸⁾는 농

Table 5. Percentile distributions of nutrients intake of RDA

	- 75% ¹⁾		75% - 125% ²⁾		125% - ³⁾	
	N ⁴⁾	% ⁵⁾	N	%	N	%
Total						
Cal	14	6.9	137	67.8	51	25.3
Protein	12	5.9	82	40.6	108	53.5
Ca	110	54.5	74	36.6	18	8.9
Fe	88	43.6	92	45.5	22	10.9
Vit B ₁	16	7.9	72	35.6	114	56.4
Vit B ₂	54	26.7	90	44.6	58	28.7
Niacine	16	7.9	74	36.6	112	55.5
Vit C	59	29.2	56	27.7	87	43.1
Male						
Cal	10	9.6	70	67.3	24	23.1
Protein	7	6.7	44	42.3	53	51.0
Ca	68	65.4	32	30.8	4	3.9
Fe	49	47.1	41	39.4	14	13.5
Vit B ₁	9	8.7	36	34.6	59	56.7
Vit B ₂	33	31.7	43	41.4	28	26.9
Niacine	11	10.6	41	39.4	52	50.0
Vit C	34	32.7	32	30.8	38	36.5
Female						
Cal	4	4.1	67	68.4	27	27.6
Protein	5	5.1	38	38.8	55	56.1
Ca	42	42.9	42	42.9	14	14.3
Fe	39	39.8	51	52.0	8	8.2
Vit B ₁	7	7.1	36	36.7	55	56.2
Vit B ₂	21	21.4	47	48.0	30	30.6
니아신	5	5.1	33	33.7	60	61.2
Vit C	25	25.5	24	24.5	49	50.0

1) <75% of RDA

2) 75 - 125% of RDA

3) ≥125% of RDA

4) Number

촌과 대도시에 사는 6~12세 아동들의 경우에 권장량의 약 60% 정도를 섭취하는 것으로 나타났음을 보고하였다. 80년대에 서울 시내 만 12~16세의 여중생 687명을 대상으로 한 연구⁴⁹⁾에 의하면 열량 섭취량은 권장량의 69.5%, 단백질은 76.0%, 칼슘은 47.8%, 철

Table 6. Heme iron and Non-heme iron intakes and percentage of total iron by sex

	Total	Male	Female	p-value
Heme(mg)	5.4±2.2	6.0±2.2	4.8±2.1	NS
(%)	(38.1±9.7)	(39.1±2.5)	(37.0±10.7)	0.002
Non-heme(mg)	8.6±2.5	9.2±2.5	7.9±2.2	NS
(%)	(61.9±9.7)	(60.9±8.6)	(63.0±10.7)	0.003

분은 57.2%이었고, 비타민 섭취량의 경우 티아민(102.0%)과 니아신(90.6%) 그리고 비타민 C(147.8%)의 섭취 상태는 양호한 반면 비타민 A는 65.4%, 리보플라빈은 67.9%로, 전반적으로 낮은 섭취율을 나타내었다. 문 등¹⁰⁾의 연구에서도 남녀 중, 고등학생 모두 열량, 단백질, 철분, 칼슘 및 비타민 A의 섭취량은 권장량보다 낮았고, 티아민, 니아신 그리고 비타민 C의 섭취 경우는 권장량보다 높은 것으로 조사되어 경제 성장과 더불어 우리 나라 청소년의 영양소 섭취 실태도 향상되고 있는 것으로 나타났으나 아직도 몇 영양소들의 섭취량이 권장량에 미치지 못하고 있는 것으로 보고되고 있었으며, 본 연구에서도 열량 및 전반적인 영양소의 섭취율은 80% 이상으로 나타나서 대체로 양호한 것으로 보이지만, 칼슘과 철분의 경우는 아직 문제되는 영양소임을 알 수가 있었다.

따라서 전반적으로 볼 때, 본 연구 대상자의 영양 섭취 상태는 과다와 부족이 공존하는 것으로 사료되며 이들에게 칼슘과 철분 섭취의 중요성을 강조해야 할 것으로 생각되며, 특히 칼슘과 비타민 B₂는 우유 및 유제품의 섭취를 높임으로써 향상을 가져올 수 있을 것으로 사료된다.

특히, 철분의 섭취 상태를 동물성 식품과 식물성 식품으로 나누어 비교해 본 결과(Table 6), 남녀 학생 모두 60% 이상을 식물성 식품에서 철분을 공급받고 있는 것으로 나타났다. 양적으로 헴철과 비헴철의 섭취량 자체는 남, 여학생 간에 유의적인 차이가 없었으나, 전체 철분 섭취량 중 헴철과 비헴철의 비율을 분석하여 비교한 결과, 남, 여학생 간의 유의적인 차이가 나타났다. 즉, 동물성 식품의 경우에 남학생이, 그리고 식물성 식품의 경우에는 여학생이 유의적으로 더 높은 비율을 나타내었다(각각 p<0.05). 이 등⁵⁰⁾의 연구에서도 철분의 섭취는 철분 흡수율이 좋은 동물성 단백질이 아닌 식물성 식품 특히 곡류와 해조류에서 주로 공급되어 지고 있다고 하였다.

따라서 본 연구 결과에 의하면, 남, 여 중학교 청소년들의 철분 섭취량 중 60% 이상이 식물성 급원에서 얻고 있었으며, 그 비율은 남학생의 경우 여학생 보다 동물성 급원으로부터 얻는 철분의 비율이 유의적으로 높은 것으로 나타났다.

Table 7. The correlation coefficients between family characteristics and hematological indices (correlation : r)

	Family no.	Father's education level	Mother's education level	Economic level
Total				
SI	0.035	-0.071	-0.039	0.187***
TIBC	-0.017	-0.085	-0.007	0.002
TS	0.039	-0.045	-0.037	-0.178*
Male				
SI	0.055	-0.116	-0.068	-0.261**
TIBC	-0.045	-0.003	-0.003	-0.092
TS	0.093	-0.119	-0.072	-0.226*
Female				
SI	0.058	0.031	-0.010	-0.089
TIBC	0.007	-0.221*	-0.013	-0.116**
TS	0.022	0.100	0.004	-0.111

*p<0.05 **p<0.01 ***p<0.005

4. 철분 영양 상태에 영향을 주는 변인 분석

1) 사회 환경적 변인

가족수, 부모의 학력, 경제 수준 그리고 운동 빈도와 시간 등의 사회 환경적 요인과 혈액학적 지표들간의 상관성을 분석하여 Table 7에 제시하였다. 철분 영양 상태에 유의적으로 영향을 주는 것으로 분석된 변인은 경제 수준으로 이는 SI의 경우는 연구 대상자 전체(r=0.187, p<0.005)와 남학생(r=0.261, p<0.01)에서 양의 상관성을 보였으며, TIBC의 경우는 여학생에서만 유의적인 음의 상관성(r=-0.116, p<0.01)를 나타내어 경제 수준이 낮을수록 SI는 낮아지고 TIBC는 높아져서 빈혈의 위험이 더 커지는 것으로 나타났다.

이 등⁴⁹⁾이 1983년 서울 시내 여자 중학생을 대상으로 한 연구에서 철분 섭취 상태와 환경 요인과의 상관관계를 알아본 결과, 아버지, 어머니의 학력과 월 총수입, 식생활비 및 1인당 식생활비 등과 양의 상관성(p<0.05)이 있는 것으로 나타났으며, Koski 등⁵¹⁾에 의하면 plasma ferritin level은 매주 평균 운동 시간과 음의 상관성을 가지며, 특히 운동 선수의 경우는 적혈구와 조직 생성을 위한 요구량의 증가와 낮은 철분 섭취 습관 등의 복합 원인들 때문에 철분 결핍의 위험이 더 높다고 지적하였으나 본 연구에서는 운동 빈도와 시간과

유의적인 상관성이 없었다(Table 7).

2) 체위, 체격 지수 및 체지방량

체위(신장, 체중, 흉위), 체격 지수(BMI, RI, PIBW) 및 체지방량과 철분 영양 상태 간의 상관 관계를 분석한 결과는 다음과 같다(Table 8).

신장의 경우 전체 대상자의 SI와 유의적인 음의 상관성($r = -0.225, p < 0.0001$)을, TS와도 유의적인 음의 상관성($r = -0.156, p < 0.05$)을 나타냈다. 또한 TIBC의 경우 전체대상자에서는 유의적인 양의 상관성($r = 0.170, p < 0.05$), 남학생의 경우는 유의적인 양의 상관성($r = 0.307, p < 0.0001$)이 있는 것으로 분석되었다. 이는 신장이 클수록 SI와 TS는 감소하고 TIBC는 증가함을 나타내는 것으로 신장이 클수록 철분 영양의 문제점을 가지고 있는 것으로 예상할 수 있을 것이다.

체중의 경우는 전체 대상자와 남학생의 경우 체중이 증가할수록 TIBC가 유의적(각각 $r = 0.192, p < 0.005, r = 0.295, p < 0.0001$)으로 증가하고 있는 것으로 나타나, 체중 역시 신장과 마찬가지로 체중이 증가할수록 철분 부족의 위험이 큰 것으로 볼 수 있을 것이다. 이러한 현상은 가슴둘레에서도 비슷한 경향을 보여 전체 대상자와 남학생에서 가슴둘레가 증가할수록 TIBC가 유의적으로 증가하고 있음을 알 수 있었다(각각 $r = 0.182, p < 0.05, r = 0.266, p < 0.05$).

체격 지수의 경우 RI와 유의적인 상관성이 있는 혈액학적 지표는 나타나지 않았으나, BMI와 PIBW는 비슷한 경향으로 분석되었다. 즉, 전체 대상자와 남학생의 경우 체격 지수가 증가할수록 TIBC가 유의적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 체지방량의 경우 전체 대상자에서 체지방량이 증가할수록 SI는 유의적인 감소($r = -0.165, p < 0.05$), TIBC는 유의적인 증가

($r = 0.146, p < 0.05$), 그리고 TS는 유의적인 감소($r = -0.208, p < 0.0001$)를 하는 것으로 분석되어 남녀의 차이 없이 전체 중학생의 경우 체지방량이 증가할수록 철분 부족을 예측할 수 있음을 시사하였다.

그러므로 체위 및 체격 지수와 상관성이 가장 많은 것은 TIBC로서, 체위와 체격 지수가 클수록 TIBC는 증가되는 경향이 있는 것으로 나타났으며, 체지방량의 경우에도 체지방량이 많을수록 SI와 TS가 감소되는 경향이 있어서 체위가 크거나 비만한 사람의 경우에 철분 부족의 위험이 더 많을 수 있는 것으로 나타났다.

3) 철분 및 기타 영양소 섭취 상태

철분 및 기타 영양소 섭취량과 혈액학적 지표들과의 상관성을 살펴본 결과, 여학생의 경우 열량 섭취가 증가할수록 TIBC가 유의적으로 증가($r = 0.208, p < 0.05$)하고 있음이 나타난 것외에는 유의적인 상관성은 분석되지 않았다(Table 9). 즉, 여학생의 과도한 열량 섭취는 철분 부족에 영향을 줄 수 있을 것으로 사려되며, 기타의 영양소 섭취량은 혈액학적 지표에 뚜렷한 영향력을 주고있지 않는 것으로 볼 수 있었다.

철분의 소화 흡수는 섭취하는 식사 내용, 식품의 종류에 따라 많은 차이가 있으므로 식이내 철분을 조사하는데 중요하게 고려되어야 하는 것은 생체 이용률(bio-availability)이다. 철분의 이용 가능한 수준을 높이는 것은 고 열량, 동물성 식품 그리고 비타민 C 등과 관련이 있다고 알려져 있다¹⁴⁾. 청소년에서의 증거들은 제한되어 있지만, 철분 강화 또는 whole grain bread와 cereals, lean red meats 그리고 철분이 풍부한 동물성 식품 이외에도 식물성 식품의 경우에 비타민 C가 풍부한 식품(citrus fruit)과 함께 섭취되어질 때에 non-heme iron의 생체 이용률이 증가된다고 한다⁹⁾.

Table 8. Correlation coefficients between anthropometry and hematological indices

(correlation : r)

	Height	Weight	Chest circumference	BMI	RI	PIBW	%FAT
Total							
SI	-0.225***	0.126†	0.004	0.009	-0.055	0.006	-0.165*
TIBC	0.170*	0.192**	0.182**	0.127†	0.078	0.133*	0.146*
TS	-0.156*	0.040	-0.065	-0.051	-0.095	-0.058	-0.208***
Male							
SI	0.147	0.127	0.245*	0.077	0.034	0.067	0.078
TIBC	0.307***	0.295***	0.266**	0.192*	0.102	0.194*	0.166
TS	0.020	-0.006	0.122	-0.015	-0.021	-0.026	0.001
Female							
SI	-0.026	0.027	-0.004	0.037	0.039	0.047	0.147
TIBC	0.138	0.088	0.040	0.041	0.016	0.046	0.049
TS	-0.047	-0.015	-0.030	-0.001	0.006	0.005	0.110

* $p < 0.05$

** $p < 0.005$

† $p = 0.06$

*** $p < 0.0001$

임 등⁵²⁾의 연구에서 농촌 지역 부인들은 단백질($p < 0.05$), 철분 및 비타민 C(각각 $p < 0.01$)와 SI 간에 유의적인 양의 상관성이 있었으며, Hb 역시 비타민 C와 유의적인 상관성($p < 0.01$)이 있는 것으로 나타났고, 또한 Koski 등⁵¹⁾에 의하면 plasma ferritin level은 비타민 C($r=0.45, p < 0.05$)나 철분 보충제($r=0.59, p < 0.05$)의 섭취와는 양의 상관성을 갖는 것으로 나타났으나 한편 식이 내의 철분 섭취량(단백질, 철분, 비타민 C, 섬유소 및 수조육류)과 plasma ferritin level과는 상관성이 없는 것으로 나타났다. 이 등⁵³⁾의 연구에서도 Hb 농도는 열량, 식물성 단백질, 철분, 리보플라빈의 섭취량과 유의적인 양의 상관성을, 그리고 비타민 C는 반대의 경향을 띄었으며($p < 0.05$), Hct치는 동물성 단백질 및 총 단백질의 섭취량과 유의적인 양의 상관성을 나타내었다고 보고되었다.

그러나 김 등¹⁷⁾이 농촌 지역 여고생을 대상으로한 연구 결과와 임⁵²⁾이 여대생을 대상으로 한 연구 결과에서는 SI, TIBC 그리고 TS 모두 영양소 섭취와는 유의적인 상관성이 없는 것으로 나타나서 본 연구와 같은 결과를 나타내었다(Table 9).

5. 철분 부족 위험 집단에 영향을 주는 위험변인 분석

앞에서 제시된 바와 같이 철분 영양 상태를 제시할 수 있는 혈액학적 지표들의 수준에 영향을 미치고 있는 사회, 환경적, 체위, 체격 지수 및 체지방량, 그리고 영양소 섭취 상태에 관한 각각의 변인들이 가지는 상관성에 대해 분석하여 보았다. 이에 본 연구에서 측정된 혈액학적 지표들의 철분 결핍성 빈혈의 판정 기준을 근거로 하여 두 집단으로 나누어 집단간에 유의적인 차이가 있는 변수들 중에 대해 logistic regression을 하여 철분 부족 집단을 결정하는 위험 변인들을 분석하여 Table 10에 제시하였다.

연구 결과, SI의 경우 전체 대상자에서는 체지방량과 생활 수준으로 나타났으며, 남학생의 경우는 생활수준이 그리고 여학생의 경우는 열량 섭취량과 체중이 중요 위험 변인으로 분석되었다. 따라서 SI의 경우 남, 여학생 모두에서는 체지방량과 생활 수준이 중요한 변인으로 작용하였으며, 남학생에서는 생활 수준만이 그리고 여학생의 경우는 체중과 열량 섭취량이 SI에 중요하게 작용하는 것을 알 수 있었다. TIBC의 경우 전체 대상자들에서는 체중만이 영향을 주는 변인으로 분석되었으며, 남학생의 경우 신장 그리고 생활 수준이 순위적으로 영향을 미치고 있었으며, 여학생의 경우 열량 섭취만이 중요한 변인으로 추출되었다. 한편 TS%의 경우는 전체 대상자의 경우 철분 섭취량과 체지방량 그리고 생활수준이 주요 변인으로 분석되었으며, 남학생의 경우 영향력을 행사할 수 있는 변인 분석이 되지 않았으며, 여학생의 경우 역시 열량 섭취가 중요 변인으로 분석되었다.

그러므로 본 연구 결과, 전체 대상자의 생활 수준(낮을수록), 체중(많을수록), 체지방량(높을수록) 그리고 철분 섭취량(낮을수록)이 철분 부족에 중요 위험 변인으로 관련되어 있음을 알 수 있었다. 남, 여학생으로 분류하여 살펴보면, 남학생의 경우 생활 수준(낮을수록) 그리고 신장(클수록)으로 나타났으며, 여학생의 경우 열량 섭취량(많을수록)과 체중(많을수록)의 변인이 철분 부족에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

따라서 본 연구 결과, 과거에 비해 중학교 남, 여학생들의 체위가 향상되고 식생활이 개선되었지만, 신장과 체중이 증가할수록 철분 부족의 우려가 높았고, 또한 여학생의 경우 과잉의 열량 섭취가 역시 철분 부족에 영향을 미치고 있는 것으로 분석되어, 질적인 영양 개선 문제와 체위의 향상 뿐만이 아닌 체력의 향상을 위한 영양, 건강에 관한 교육 및 홍보가 필요할 것으로

Table 9. The correlation coefficients between nutrients intake and blood profiles (correlation : r)

	Calorie	Protein	Fat	Carbohydrate	Ca	Fe	Vit. A	Vit. B ₁	Vit. B ₂	Niacin	Vit. C
Total											
SI	0.079	0.060	0.032	0.089	0.048	0.065	0.026	0.059	0.068	0.054	0.036
TIBC	0.069	0.034	0.057	0.074	0.062	0.057	0.019	0.069	0.068	0.045	0.120
TS	0.057	0.041	0.010	0.068	0.013	0.021	0.007	0.022	0.030	0.027	-0.023
Male											
SI	-0.048	-0.075	-0.115	-0.017	-0.124	-0.080	-0.116	-0.090	-0.100	-0.067	-0.116
TIBC	0.065	0.024	0.048	0.072	0.057	0.055	0.012	0.062	0.063	0.032	0.125
TS	-0.068	-0.090	-0.138	-0.036	-0.151	-0.111	-0.132	-0.122	-0.130	-0.089	-0.172
Female											
SI	-0.067	-0.071	-0.018	-0.071	0.025	-0.009	-0.035	-0.006	0.018	-0.057	0.105
TIBC	0.208*	0.157	0.152	0.208*	0.156	0.165	0.097	0.173	0.176	0.155	0.149
TS	-0.109	-0.109	-0.050	-0.111	-0.034	-0.066	-0.067	-0.065	-0.044	-0.101	0.031

* $p < 0.05$

Table 10. Logistic regression analysis between Fe-deficient anemia and normal hematological levels

Variables	Parameter estimate	Standard error	Wald chi-square	p-value	Standardized estimated
SI					
<u>Total</u>					
Intercept	-0.3682	1.2682	0.0629	0.8020	
Income level	-0.5299	0.2924	3.2841	0.0700	-0.1834
% of bodt fat	0.0856	0.0319	7.1974	0.0073	-0.3222
Concordant=66.1% Sommer's D=0.328					
<u>Male</u>					
Intercept	4.4313	1.4293	9.6116	0.0019	
Income level	-0.7841	0.4391	3.1881	0.0742	-0.2870
Concordant=38.5% Sommer's D=0.252					
<u>Female</u>					
Intercept	1.9031	2.1017	0.8200	0.3652	
Energy intake	-0.0013	0.00059	4.6115	0.0318	-0.2892
Weight	0.0415	0.0337	1.5213	0.2174	0.1822
Concordant=67.1% Sommer's D=0.348					
TIBC					
<u>Total</u>					
Intercept	2.2002	1.1344	3.7616	0.0524	
Weight	-0.0706	0.0233	9.1969	0.0024	-0.3474
Concordant=64.6% Sommer's D=0.299					
<u>Male</u>					
Intercept	18.3526	6.3335	8.3967	0.0038	
Income level	-0.6705	0.3745	3.2046	0.0734	0.2344
Height	-0.1329	0.0405	10.7954	0.0010	-0.5248
Concordant=73.4% Sommer's D=0.471					
<u>Female</u>					
Intercept	1.9223	1.4989	1.6446	0.1997	
Energy intake	-0.0016	0.0007	5.0115	0.0252	-0.3589
Concordant=64.3% Sommer's D=0.291					
TS%					
<u>Total</u>					
Intercept	1.4063	1.5857	0.7864	0.3752	
Fe Intake	-0.0664	0.0313	4.4901	0.0341	-0.2165
Income level	-0.5284	0.3060	2.9819	0.0842	-0.1816
% of bodt fat	0.0695	0.0319	4.7565	0.0292	0.2629
Concordant=67.7% Sommer's D=0.360					
<u>Female</u>					
Intercept	3.7938	1.3864	7.4885	0.0062	
Energy intake	-0.0012	0.0006	4.4314	0.0315	-0.2815
Concordant=65.3% Sommer's D=0.310					

사려된다.

결론 및 제언

서울 시내에 위치한 중학교 2학년에 재학중인 총 212명(남학생 : 106명, 여학생 : 106명)을 대상으로 하여 그들의 철분 영양 상태를 평가하고 이에 영향을 줄

수 있는 여러 요인들을 사회·환경적, 인체 계측, 그리고 식사적 요인들을 분석한 결과를 요약하여 결론을 내리면 다음과 같다.

1) 철분 영양 상태를 평가하기 위해 혈액학적 지표들을 분석한 결과, 혈청 철(SI)의 평균값은 남녀 각각 108.1µg/dl와 81.4µg/dl, TIBC의 평균값은 각각 400.0µg/dl과 410.4µg/dl로 나타났고, TIBC와 SI로부터

계산된 TS는 여학생의 평균값(20.4μg/dl)이 남학생의 평균값(27.4μg/dl)에 비해 유의적으로 낮았으며(p<0.05). TS가 16% 이하를 빈혈로 판정하는 경우에 전체 연구 대상자의 23%, 남학생은 12.3%, 여학생은 34.0%로 여학생의 경우에 철분 부족으로 인한 빈혈로 판정된 비율이 유의적으로 더 높은 것으로 나타났다(p<0.0001).

2) 본 연구 대상의 철분 섭취량은 남학생의 경우 권장량의 84.1% 그리고 여학생일 경우 70.7%에 그치고 있어 칼슘과 함께 부족되고 있는 영양소임을 알 수 있었다. 더욱이 철분의 급원을 나누어 분석한 결과 헴철(동물성 급원)의 경우 빈혈의 빈도가 높은 여학생의 경우 남학생에 비해 섭취량이 현저히 낮은 것으로 나타났다.

3) 철분 영양 상태에 영향을 주는 요인들을 분석한 결과, 경제 수준과 SI은 연구 대상자 전체(p<0.005)와 남학생(p<0.01)의 경우에 양의 상관성을, TIBC와는 여학생의 경우에 유의적인 음의 상관성(p<0.01)을 나타내어 경제 수준이 낮을수록 SI는 낮아지고 TIBC는 높아지는 것으로 분석되어 철분 부족의 위험이 더 큰 것으로 나타났다. 체위와 체격 지수 및 체지방량과 철분 영양 상태간의 관련성을 분석한 결과, 체위와 체격 지수가 클수록 TIBC는 증가되는 경향이 있었으며, 체지방량이 많을수록 SI와 TS%가 감소되는 경향이 있어서 체위가 크거나 비만한 사람의 경우에 철분 부족의 위험이 더 많을 수 있는 것으로 나타났다. 선행 연구에서는 철분의 이용을 높이는 영양소로서 고 열량, 동물성 식품 그리고 비타민 C 등과 관련되어 있다고 보고되었으나 본 연구에서는 여학생의 경우 열량 섭취가 증가할수록 TIBC가 증가하는 것으로 분석된 것을 제외하고는 기타 영양소 섭취와는 유의적인 상관성이 없는 것으로 나타났다.

또한, 다변량 회귀 분석을 통하여 분석한 결과 전체 대상자의 생활 수준(낮을수록), 체중(많을수록), 그리고 체지방량(높을수록)이 철분 부족에 중요 위험 변인으로 판정되어 있음을 알 수 있었다. 남, 여학생으로 분류하여 살펴보면, 남학생의 경우 생활 수준(낮을수록) 그리고 신장(클수록)의 변인이 철분 부족에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 여학생의 경우 열량 섭취량(많을수록)과 체중(많을수록)이 철분 부족에 영향을 미치는 주요 변인으로 분석되었다.

따라서 과거에 비해 평균 신장과 체중이 증가하는 추세에 있는 시점에서 중학교 남, 여학생들의 체위가 향상되고 식생활이 개선되었지만, 신장과 체중이 증가할수록 철분 부족의 우려가 높았고, 또한 여학생의 경우

과잉의 열량 섭취가 역시 철분 부족에 영향을 미치고 있는 것으로 분석되어, 영양소 섭취의 질적 평가의 중요성을 재 인식할 수 있었으므로 청소년기의 철분 영양 상태의 질적 향상 및 체력의 향상을 위한 영양, 건강에 관한 교육 및 홍보가 필요할 것으로 사려된다.

Literature cited

- 1) Gong EJ, Spear BA. Adolescent Growth and Development : Implications for nutritional needs. *J Nutr Educ* 20 (6) : 273-279, 1988
- 2) Meredith CN, Dwyer JT. Nutrition and exercise : Effects on adolescent health. *Ann Rev Pub Health* 12 : 309-333, 1991
- 3) 강신주 · 이해성. 도시중학생의 신체발육 및 영양상태 평가를 위한 연구. *대한가정학회지* 13(4) : 1-11, 1994
- 4) 이일하 · 이미애. 서울시대 여자중학생들의 성장발육과 영양섭취실태 및 환경요인과의 관계. *대한가정학회지* 21(1) : 37-40, 1983
- 5) 박순영 · 손백현. 한국, 중국, 일본인 초중고교생의 성장발육과 최대성장발육연령 비교에 관한 연구 -1989년을 중심으로-. *대한보건협회지* 20(1) : 54-69, 1994
- 6) 정문자 · 정정숙. 초 · 중 · 고학생들의 신체발달에 대한 종단적 연구 -신장, 체중, 흉위, 좌고-. *대한가정학회지* 22(3) : 1-10, 1984
- 7) 김혜영 · 송경희. 충주 시내 중학생들의 간식 섭취 실태와 체지방량에 대한 연구. *한국보건협회지* 20(2) : 125-139, 1994
- 8) 김진규 · 송정환 · 김상인. 한국인 소아에서 고지혈증 및 관상동맥질환 발병 관련 위험인자의 유병률에 관한 연구. *한국지질학회지* 2 : 72-80, 1992
- 9) 김현수 · 이윤나 · 모수미, 최해미. 중학생의 간접적 비만 판정에 관한 고칼-피지후 방식과 체격지수방식의 비교-. *한국지질학회지* 4(1) : 41-49, 1994
- 10) 문수재 · 윤진 · 이영미. 청소년의 식생활행동, 성격특성과 영양섭취상태에 관한 연구. 연세대학교 *생활과학논집* 3 : 47-61, 1989
- 11) 김정미 · 정국래. 일부 농촌지역 여고생의 영양실태 및 혈액상에 관한 연구. *한국영양학회지* 18(1) : 5-13, 1985
- 12) 채법석 · 이효은. 한국농촌 미취학아동의 철결핍성 빈혈에 관한 연구 -충청남도 대덕군 상대리를 중심으로-. *한국영양학회지* 3(3,4) : 149-159, 1970
- 13) Dallman PR. Biochemical basis for the manifestations of iron deficiency. *Ann Rev Nut* 6 : 13-40, 1986
- 14) 정해랑 · 문현경 · 송병호 · 김미경. 빈혈 판정 지표로서의 헤모그로빈, 헤마토크릿 및 혈청 페리틴. *한국영양학회지* 24(5) : 450-457, 1991
- 15) Hereberg S, Galan P, Sourstrey Y, Dop MC, Devanlaay M & Dupin H : Effects of iron supplementation on serum

- ferritin and other hematological indices of iron status in menstruating women. *Ann Nut Metab* 2 : 232-238, 1985
- 16) 김정미 · 정국채. 일부 농촌지역 여고생의 영양상태 및 혈액 성상에 관한 연구. *한국영양학회지* 18(1) : 5-13, 1985
- 17) 서영환 · 문철웅 · 채종구 · 이민형 · 홍순표 · 조진국. 철 결핍성 빈혈과 각종 진신 질환에 수반된 빈혈에서 혈청 ferritin 치의 비교 연구. *대한의학협회지* 27 : 631-639, 1984
- 18) 계승희 · 백희영. 우리 나라 젊은 성인여성의 철분 영양상태와 이에 영향을 미치는 식이 요인 분석(2) : 주요 식품의 철분 분석과 철분 섭취량 및 이용률 평가. *한국영양학회지* 26(6) : 703-714, 1993
- 19) 남혜선 · 이선영. 충남대 여대생의 철분 섭취량과 영양상태에 대한 연구. *한국영양학회지* 25(5) : 404-412, 1992
- 20) 채범식 · 강은주 · 이혜숙 · 한정호. 한국인의 빈혈빈도에 관한 연구. *한국영양학회지* 14(4) : 182-189, 1981
- 21) 한국인 영양 권장량-제 6 차 개정-, 한국영양학회, 1995
- 22) 정영진 · 이혜수 · 강길원 · 채범식. 일부 농촌지역 성장기 아동의 단백질 및 철분 영양상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 7(3) : 27-44, 1974
- 23) 이영미. 신체계측의 방법과 의미 및 수치의 해석. *국민영양* 94-10 : 12-22, 1994
- 24) Bioelectrical Impedance Fatness Analyzer GIF-891, 길우 트레이닝
- 25) Bainton DF, Finch CA. The diagnosis of iron deficiency anemia. *Am J Med* 38 : 62-70, 1964
- 26) 문수재 · 이기열 · 김숙영. 간식 영양조사법을 적용한 중년 부인의 영양상태, 1. 간식 영양조사법 검토, 2. 중년부인의 식생활 상태. *연세논총* 99 : 203-218, 1981
- 27) 足立己幸 · 磯田厚子. 食事の 健全 自己點檢のこひさ, 食の科學, 61 : 105, 1983
- 28) 이영미. 식품섭취 조사 방법과 조사 결과의 해석. *국민영양* 94-12 : 12-21, 1994
- 29) Cook JD, Finch CA. Assessing iron status of a population. *Am J Clin Nutr* 32 : 2115-2119, 1979
- 30) Beutler E, Robson MJ, Bittenwieser E. A comparison of the plasma iron, iron-binding capacity, sternal marrow iron and other methods in the clinical evaluation of iron stores. *Ann Inter Med* 48 : 60-68, 1958
- 31) Cook JD & Monsen ER : Food iron absorption in human subjects III. Comparison of the effect of animal proteins on nonheme iron absorption. *Am J Clin Nut* 2 : 859-867, 1976
- 32) Garly L, Irmell L, Werner I. Iron deficiency in women of fertile age in a swedish community III. Estimation of prevalence based on response to iron supplementation. *Acta Med Scand* 185 : 113-117, 1969
- 33) Cook JD, Alvarado J, Gutnisky A, Jamra M, labardin J, MaspesV, Retrerro A, Reynatarja C, Sanchez-Medal L, Velez H, Viteri F. Nutritional deficiency and anemia in latin America : A collaborative study. *Blood* 38 : 591, 1971
- 34) Herbert V. Recommended dietary intakes of iron in humans. *Am J Clin Nutr* 45 : 679-686, 1987
- 35) Ann C. Massey. MD. Microcytic Anemia : Differential diagnosis and management of iron deficiency anemia. *The Med Clin of North Am* 76(3) : 549-559, May, 1992
- 36) Strandberg DN, Morlin N. Iron stores in blood donors evaluate by serum ferrin. *Scan J Haematol* 20 : 70-76, 1978
- 37) Forman DT, Parker SL. The measurement and interpretation of serum ferritin. *Anal of Clin and Lab Sci* 10 : 345-350, 1989
- 38) Worwood M. Serum Ferrin. CRC critical. *Rev in Clin Lab Sci* 10 : 345-350, 1989
- 39) Lipschits DA, Cook JD, Finch CA. A clinical evaluation of serum ferritin as a index of iron stores. *NEJM* 290 : 1213-1216, 1974
- 40) Thomson ABR. Iron deficiency in inflammatory bowel disease. *Diges Dis* 23 : 705-709, 1978
- 41) 김삼용 · 석창현 · 조보연 · 김병국 · 이문호. 각종 철 대사 이상 질환에서의 혈청 ferritin 측정. 제 31 차 대한내과학회 초록집 : 856, 1979
- 42) 이영미. 영양판정-일반개요-. *국민영양* 94-9 : 20-25, 1994
- 43) 이현옥. 고등학생의 영양섭취 실태와 성장발육에 관한 연구. 석사학위 논문, 이화여자대학교 대학원, 서울, 1973
- 44) 이경신 · 최경숙 · 윤은영 · 이실열 · 김창임 · 박영숙 · 모수미 · 이원표. 도시국민학교급식의 효과에 대한 연구. *한국영양학회지* 21(6) : 392-409, 1988
- 45) Dietz Jr WH. Childhood obesity, susceptibility cause and management. *J Pediatr* 103 : 676-685, 1983
- 46) 이일하 · 장경정. 학령기 아동의 칼슘 섭취 현황 및 그 흡수율에 관한 연구. *한국영양학회지* 12(1) : 17-22, 1979
- 47) 장명숙. 서울시내 중학생의 도시락 영양실태 조사. *한국영양학회지* 6(2) : 113-121, 1973
- 48) 이영숙. 영양실태 조사를 통한 학령기 아동의 철분 섭취 현황과 배설량에 관한 연구. 석사학위 논문, 이화여자대학교 대학원, 서울, 1979
- 49) 이일하 · 이미애. 서울시내 여자중학생들의 성장발육과 영양섭취실태 및 환경요인과의 관계. *대한가정학회지* 21(1) : 37-40, 1983
- 50) 이영숙. 영양실태 조사를 통한 학령기 아동의 철분 섭취 현황과 배설량에 관한 연구. 석사학위 논문, 이화여자대학교 대학원, 1979
- 51) Koski HK, Cheney CL, Worthington-Roberts BS, Labbe RL. Iron status of active premenopausal women. *J Am Diet Assoc* 93(9) : A-52, 1993
- 52) 임현숙. 일부 지역 여대생의 식생활 실태 조사. *대한가정학회* 18(1) : 47-52, 1980
- 53) 이일하 · 홍현순. 서울시내 저소득층 임신부의 헤모글로빈, 헤마토크릿치 및 식이 섭취 실태와 환경요인과의 관계. *대한가정학회* 21(4) : 51-64, 1983

- 54) 강지희 · 주진순 · 박명윤. 취학전 아동의 영양개선을 위한 철분첨가 급식효과에 대한 연구. *한국영양학회지* 16(3) : 216-228, 1983
- 55) Scott MB, Adria RS, Richard AB. The effects of fitness-type exercise on iron status in adult women. *Am J Clin Nutr* 43 : 456-463, 1986
- 56) 이송미. 청소년기의 섭식 장애. *국민영양* 11 : 11-12, 1993
- 57) Valadian I, Berkey C and Reed RB. Adolescent nutrition as it relates to cardiovascular disease and reproductive capacity later in life. *Nutrition Review* 39 : 107-111
- 58) Meredith CN and Dwyer JT. Nutritional and exercise : Effects on adolescent health. *Ann Rev Pub* 12 : 309-333, 1991
- 59) Musaiger AO. Nutritional status and dietary habits of adolescent girls in oman. *Ecol of Food and Nutrition* 31 : 227-237, 1994
- 60) 이동환 · 이종국 · 이철 · 황용승 · 차성호 · 최용. 고도비만아의 합병증에 대한 연구. *소아과* 34 : 4-8, 1991
- 61) 문형남 · 홍수중 · 서성재. 서울지역의 학동기 소아 및 청소년의 비만증 이환율 조사. *한국영양학회지* 25(5) : 413-418, 1992
- 62) 김향숙 · 이일하. 대도시 여고생의 비만실태와 식생활 양상에 관한 연구. *한국영양학회지* 26(2) : 182-188, 1993