대한영양사협회 학술지 12(1):55-67, 2006
Journal of the Korean Dietetic Association

정상 남자 아동과 비만 남자 아동의 철 영양상태에 관한 연구

이승아 · 배윤정† · 승정자
숙명여자대학교 식품영양학과

A Study on Nutritional Status of Iron in Korean Normal and Obese Male Elementary School Students

Seung-A Lee · Yun-Jung Bae† · Chung-Ja Sung
Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the food behavior and nutrient intakes, and the analysis of constituent parts of blood related to iron nutrition conditions and to investigate the correlation between iron nutrition conditions and obesity. Each subject was assigned to one of such as normal(n=55) and obese groups(n=60) according to their obesity index. Their nutritional status, serum iron status were evaluated based in 24-hr dietary recalls, questionnaire and blood analysis. The mean age of the normal group(10.76 years) and that of the obese group(10.95 years) made little difference. The height($p<0.05$), weight($p<0.001$), and obesity index($p<0.001$) in the obese group were higher than those of the normal group in every respect. The 63.55% of the subject of this study gave an answer 'They eat breakfast daily', and the frequency of eating breakfast made little difference. The average intakes of energy were 1669.44 kcal(84.19% of EER) in the obese group and 1673.59 kcal(86.72% of EER) in the normal group respectively, which made little difference between two groups. The intake of nutrients such as calcium and folate was as insufficient as below 75% of RI. The heme iron intake of the obese group was low that of the normal group($p<0.05$). Among the major 20 iron resources the iron intake through animal food intake were 1.43 mg(12.00%) in the obese group and 1.93 mg(17.72%) in the normal group respectively. The rating of iron condition in the blood showed that the number of red blood cell($p<0.01$), the hemoglobin($p<0.001$), and hematocrit($p<0.01$) of the obese group were lower than those of the normal group. These results suggest that there should be the right choice of food according to its bioavailability and nutritive guidance to appropriate food behavior, in addition to increasing iron intake to improve iron nutrition conditions of obese male elementary school students.

Key Word : Iron, Obese, Male, Elementary school student

서 론

최근 급속한 경제성장과 생활수준의 향상으로 생활이 편리해지고, 식생활 패턴의 서구화 등의 영향으로 과거 성인에게만 문제시되던 비만이 청소년 및 아동에게까지 확대되어 아동건강의 중요한 문제로 대두되고 있다. 비만은 어느 시기에나 발생할 수 있으나 신체적으로 급성장이 이루어지며 호르몬 작용으로 체형에 변화가 일어나는 아동과 청소년기에 발생률이 특히 높으며(1), 2001년도 국민건강 · 영양조사(2)에 의하면 과체중인 11세 아동의 비율이 남아 18.3%, 여아 7.3%로 남아에서의 비만 발생률이 여아에 비해 현저히 높다고 보고되었다.

비만의 원인으로는 유전적 요인 이외에 에너지 섭

접수일 : 2005년 9월 26일, 채택일 : 2005년 12월 20일
† Corresponding author : Yun-Jung Bae, Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, 53-12, Chungpa-dong 2-ga, Yongsan-gu, Seoul 140-742, Korea
Tel : 02)710-9465 Fax : 02)701-2926
E-mail : swingtru@hanmail.net

취 및 소비의 불균형, 운동 부족, 호르몬과 대사 이상, 신체 활동량의 감소와 잘못된 식품선택 등 부적절한 식습관과 같은 환경적 요인이 복합적으로 관련되어 있다. 특히 비만의 다양한 원인 중에서 조절 가능한 중요한 요인 중의 하나는 좋은 식습관과 적절한 영양소 섭취상태로, 대부분의 비만 아동은 열량 및 단백질의 섭취가 높았으며 당질과 지질의 섭취비율이 정상체중을 지닌 아동들에 비해 높은 것으로 나타났고, 칼슘과 철, 아연 등 무기질의 섭취 부족현상을 보인다고 보고되고 있어, 비만 아동의 부적절한 영양소 섭취에 관한 문제가 제기되고 있다(3,4).

학동기 아동은 신체적, 정신적으로 발육이 왕성한 유아기와 사춘기의 중간에 있으므로 건강유지와 증진은 물론 성장발육에 필요한 영양소가 충분히 공급되어야 한다. 그러나 2001년 국민건강·영양조사(2) 결과에 의하면 7~12세 아동의 에너지, 칼슘, 철, 비타민 A의 섭취량이 권장량에 미치지 못하였으며, 영양권장량의 75% 미만을 섭취하는 어린이의 비율이 칼슘과 철에서 각각 68.0%와 54.6%로 보고되어 다른 영양소에 비해 높게 나타났다. 특히 비만 아동의 경우 성장을 고려하지 않고 열량의 섭취제한과 열량소모 증가에만 식사섭취의 초점이 맞추어져 있어서 단백질과 기타 필수 미량영양소의 섭취 부족을 동반하게 되므로 영양불균형 상태와 성장발육 저해 현상을 일으키게 될 수도 있다.

일부 연구보고에 의하면 이 중 철의 섭취부족이 심각한 영양문제로 지적되고 있으며, Son과 Yang(5)은 초등학교 5~6학년에서 정상체중을 가진 남아와 여아의 25.4%와 23.2%가 철 결핍으로 판정되어 여아보다 남아에게 있어 철 결핍 현상이 높다고 보고하였다. 이와 같이 남아의 철 결핍문제도 심각함에도 불구하고 대부분 연구에서는 생리적 출혈을 경험하는 여아(6-8)나 성인여성(9-11), 노인(12,13)에게 국한되어 있어서 성장기의 남아를 대상으로 한 연구는 부족한 실정이다. 특히 비만 아동의 경우 정상 아동에 비해 열량섭취는 과다하나 상대적으로 미량영양소는 권장량 수준에 도달하지 못하며, 국외의 연구에서 정상 아동에 비해 비만 아동에서 철 결핍 위험률이 증가할 수 있다는 연구(14,15)가 일부 보고되고 있지만 우리나라 성장기 비만 아동을 대상으로 한 철 영양상태에 관한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 일부 남자 초등학생을 비만도에 따라 정상군 55명과 비만군 60명으로 분류한 후 신체계측, 식습관 조사, 식사섭취조사 및 철 관련 혈액성상 조사를 실시하여, 이에 성장시기의 비만과 철 영양상태와의 관련성을 찾아봄으로써 비만아동에 있어 신체발달을 위한 올바른 영양관리 및 영양평가에 필요한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상자 및 기간

본 연구는 2004년 6월 경기도 부천시에 거주하는 10~12세의 남자 초등학생 115명을 무작위로 선택한 후 비만도에 따라 20% 이상이면 비만군(60명), 비만도 -10~20% 미만이면 정상군(55명)으로 분류(16)한 후 이들을 대상으로 신체계측, 식습관 및 영양소 섭취 상태, 혈액성상을 조사하여 이를 분석하였다.

2. 신체계측

신장과 체중은 신체 자동계측기(DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립 자세로 측정하였다. 초등학생의 신장과 체중의 실측치와 대한 소아과학회에서 발표한 한국 소아의 신장별 백분위 자료(17)를 근거로, 50백분위수를 표준체중으로 하여 다음과 같은 방법으로 비만지수(Obesity index)를 계산하였다.

$$\text{비만지수}(\%) = \frac{\text{실제체중} - \text{표준체중}}{\text{표준체중}} \times 100$$

3. 설문조사 및 식사섭취조사

식습관 조사는 총 8개의 설문지 문항으로 구성하였으며, 식사별 섭취횟수와 식사속도, 외식빈도와 외식시 선호음식, 간식횟수와 간식종류 등이 포함되었고 예비조사 후 본 조사에 사용하였다.

식사섭취조사는 조사원이 직접 인터뷰를 통하여 식기와 음식 모형을 제시하면서 3일간의 식사섭취를 24시간 회상법에 의해 조사하였다. 이 결과는 영양분석 프로그램 Can-pro(Computer Aided Nutritional Analysis program for Professionals, 한국영양학회, 2002)를 이용하여 영양소 섭취량을 분석하였으며, 3대 영양소의 총 열량 섭취량에 대한 구성비율도 계산하였다. 총 철 섭취량 중에서 헴철은 MFP(Meat, Fish, Poultry)에서부터 공급되는 철의 40% 정도로 계산하였고, 그 외의 철은 모두 비헴철로 계산하였다(18,19).

4. 혈액채취 및 분석

혈액채취는 12시간 공복상태에서 진공 채혈관을 이용하여 정맥혈 20 ㎖를 채취하고, 상온에서 30분간 방치한 후 2500 rpm에서 15분간 원심 분리하여 혈청을 분리한 후 -70℃에서 냉동 보관하여 분석에 사용하였다. 혈액 중의 적혈구(Red blood cell), 헤모글로빈(Hemoglobin), 헤마토크릿(Hematocrit)은 혈액성분자동분석기(Hitachi 7170, Hitachi, Japan)를 이용하여 분석하였고, 이 결과를 토대로 평균적혈구용적(Mean Corpuscular Volume ; MCV(fL) = Hematocrit(%) / Red blood cell count per liter), 평균 적혈구 헤모글로빈농도(Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration ; MCHC (pg) = Hemoglobin(g/L) / Hematocrit(volume fraction)) 등을 계산하였다.

5. 통계처리

연구결과로 얻어진 각 분석치의 통계분석은 SAS program(version 8.1)을 이용하였다. 정상군과 비만군 간의 비교는 연속성 변수일 경우는 Student's t-test로, 비연속성 변수일 경우는 Chi-square test로, 각 변수들 간의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient(r)로 유의성을 검정하였다.

연구결과 및 고찰

1. 신체계측 사항

본 연구대상자들의 연령과 신체계측 사항은 Table 1과 같다. 연구대상자의 평균 연령은 비만군 10.95세, 정상군 10.76세로 두 군 간에 유의적인 차이가 없었다. 평균 신장은 비만군 148.15 cm, 정상군 145.47 cm로 비만군이 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 평균 체중도 비만군과 정상군 각각 56.60 kg, 38.54 kg으로 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$). 이와 같은 결과를 한국인 영양섭취기준(20)의 성별·연령별(남, 9~11세)에 나타난 한국인 체위기준치인 신장 138 cm, 체중 34.5 kg과 비교했을 경우 본 연구의 비만군과 정상군의 신장은 모두 높았으며, 정상군의 체중은 기준치보다 약간 높은 수준이었으나, 비만군의 체중은 그보다 더 높은 수준을 보였다. 신장과 체중을 이용하여 계산한 비만지수(Obesity Index)는 정상군 -0.79%, 비만군 37.93%로 비만군이 유의적으로 높았다($p<0.001$).

Table 1. Anthropometric measurements of subjects

	Obese(n=60)	Normal(n=55)	Significance[2)]
Age(yr)	10.95±0.67[1)]	10.76±0.61	N.S[3)]
Height(㎝)	148.15±6.85	145.47±6.85	$p<0.05$
Weight(㎏)	56.60±9.13	38.54±6.29	$p<0.001$
Obese Index(%)	37.93±12.22	-0.79±10.94	$p<0.001$

[1)] Mean±Standard Deviation
[2)] Significance as determined by Student's t-test according to obesity index
[3)] Not significant

2. 식습관

연구대상자의 식습관에 대한 조사 결과는 Table 2와 같다. 식사 빈도에서 아침, 점심, 저녁을 매일 먹는다고 답한 비율이 비만군에서 각각 52.73%, 80.00%, 76.36%로, 정상군에서 75.00%, 80.77%, 82.69%로 나타나 비만군에서 정상군에 비해 아침을 거르는 빈도가 더 높은 것으로 나타났다($p<0.05$). 식사속도에 대한 조사에서는 10~20분 정도 소요된다는 대상자가 비만군과 정상군에서 각각 63.64%, 59.62%로 가장 많았고, 그 다음으로 20~30분, 10분 미만의 순으로 나타났다. 본 연구대상자의 외식빈도에서는 '한 달에 1번 정도'가 42.31%로 가장 많았고, '일주일에 1번', '2주일에 1번', '일주일에 2~3번 이상'의 순으로 두 군간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 외식시 자주 먹는 음식은 '갈비, 불고기 등 한식, 육류'가 전체 66.67%로 가장 높게 나타났으며 비만군이 정상군에 비해 '갈비, 불고기 등 한식, 육류'를 외식음식으로 섭취하는 비율이 유의적으로 높았다($p<0.05$). 또한 간식빈도는 '하루 1회'가 전체 45.10%로 가장 높았고, '하루 2회', '하루 3회', '하지 않는다'의 순으로 나타났으며, 간식의 종류로는 '우유 및 유제품, 아이스크림'이 전체의 47.06%로 가장 많았고, '과일', '만두, 떡볶이, 라면 등', '과자, 빵류', '청량음료'의 순으로 나타났으며 두 군간 유의적인 차이는 없었다.

성장기 아동은 매일의 균형잡힌 식사가 필요하며 이러한 식사는 뇌가 활동을 하는데 필요로 하는 포도당을 공급해 주기 때문에 아침식사를 하는 것이 바람직하다(21). 또한 아침식사 여부에 따른 영양소 섭취실태를 조사한 결과 결식아동의 에너지, 단백질, 철, 칼슘, 비타민 A, 비타민 B 및 비타민 C 등이 부족하여, 아침의 결식이 영양불량을 초래하며(22), 아침의 결식 후 과식을 하게 되면 피하지방의 발달을 촉진하여 비만을 일으키는 원인이 될 수도 있다는 연구보고도 있다(23). 이와 같이 아침식사는 성장기 아동의 지적, 신체적 발달에 영향을 미치므로 성장기 아동, 특히 비만 아동을 대상으로 규칙적인 아침식사에 대한 영양교육이 필요할 것으로 본다.

본 연구대상자의 간식빈도는 '하루 1회'가 45.10%로 나타난 반면, '하지 않는다'가 9.80%로 나타나 2001년 국민건강·영양조사(2)의 7~12세 남아의 '하루 1회 정도'의 36.3%와 '거의 안 한다'가 3.5%로 나타난 결과와 비교시 본 연구대상자의 간식섭취 빈도가 낮음을 알 수 있었다. 간식은 식사에서 부족한 영양소의 섭취를 보충하며, 식사시간과의 간격, 간식의 종류 및 양에 따라 그 음식의 소화성 및 영양적 가치가 달라질 수 있으므로, 성장기 아동에 있어 적절한 간식의 섭취는 성장과 발달에 필요한 영양소의 적절한 섭취를 도와주는 역할을 한다. Park과 Kim(24)의 연구에서 간식의 빈도는 하루 1~2회가 가장 높은 비율을 차지하였고, 비만도에 따른 유의적 차이를 보여 과체중군이나 비만군이 정상군이나 저체중군에 비하여 간식을 자주 먹지 않는 것으로 나타나, 비만 아동 스스로의 비만에 대한 우려가 식생활에 반영된 것 같다고 하였다. 본 연구에서는 비만군과 정상군간 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 일부 연구(24,25)의 1일 1~2회보다 낮은 간식섭취 빈도를 보여 성장기 아동을 대상으로 한 적절한 종류와 양의 간식섭취를 위한 영양교육이 필요할 것으로 생각된다.

3. 영양소 섭취 상태

연구대상자의 영양소 섭취 상태를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 열량 섭취량은 비만군이 1669.44 kcal, 정상군이 1673.59 kcal로 필요추정량(EER)의 각각 84.19%와 86.72%의 섭취수준을 보였다. 단백질은 권장섭취량 대비 비만군 165.66%, 정상군 168.05%의 섭취수준이었으며, 총 열량에 대한 당질, 단백질, 지질의 섭취비율은 비만군 71 : 12 : 17, 정상군 71 : 12 : 17로 비만군과 정상군 모두 총 열량에 대한 당질의 섭취비율이 높았다.

영양소 섭취상태에서 나트륨, 비타민 B_1, 비타민

Table 2. Dietary behaviors of subjects

		Obese (n=60)	Nomal (n=55)	Total (n=115)	Significance
Numbers of breakfast per week	Every day	29(52.73)	39(75.00)	68(63.55)	χ^2=8.152 (df=2) p<0.05
	5~6 time	7(12.73)	7(13.46)	14(13.08)	
	≤ 4 time	19(34.55)	6(11.54)	25(23.36)	
Numbers of lunch per week	Every day	44(80.00)	42(80.77)	86(80.37)	χ^2=0.539 (df=2) N.S[1)]
	5~6 time	6(10.91)	7(13.46)	6(10.91)	
	≤ 4 time	5(9.09)	3(5.77)	5(9.09)	
Numbers of dinner per week	Every day	42(76.36)	43(82.69)	85(79.44)	χ^2=0.671 (df=2) N.S
	5~6 time	4(7.27)	3(5.77)	7(6.54)	
	≤ 4 time	9(16.36)	6(11.54)	15(14.02)	
Duration of meal time	<10 min	10(18.18)	11(21.15)	21(19.68)	χ^2=0.206 (df=2) N.S
	10~20 min	35(63.64)	31(59.62)	66(61.68)	
	20~30 min	10(18.18)	10(19.23)	20(18.69)	
Frequencies of dining out	≥2~3 / week	3(5.66)	5(9.80)	8(7.69)	χ^2=3.465 (df=5) N.S
	1 / week	11(20.75)	12(23.53)	23(22.12)	
	1 / two week	8(15.09)	11(21.57)	19(18.27)	
	1 / month	25(47.17)	19(37.25)	44(42.31)	
	1 / two month	3(5.66)	1(1.96)	4(3.85)	
	None	3(5.86)	3(5.88)	5(5.76)	
Kinds of dining out	Korean food	43(78.18)	27(54.00)	70(66.67)	χ^2=12.376 (df=4) p<0.05
	Chinese food	0(0.00)	6(12.00)	6(5.71)	
	Fastfood	2(3.64)	5(10.00)	7(6.67)	
	Western food	5(9.09)	9(18.00)	14(13.33)	
	Japanese food	5(9.09)	3(6.00)	8(7.62)	
Frequencies of snack	None	7(13.46)	3(6.00)	10(9.80)	χ^2=5.317 (df=4) N.S
	1 / day	25(48.08)	21(42.00)	46(45.10)	
	2 / day	14(26.92)	16(32.00)	30(29.41)	
	3 / day	3(5.77)	8(16.00)	11(10.78)	
	≥4 / day	3(5.77)	2(4.00)	5(4.90)	
Kinds of snack	Beverage	1(2.00)	4(7.69)	5(4.90)	χ^2=5.996 (df=5) N.S
	Milk, Milk product, Ice cream	26(52.00)	22(42.31)	48(47.06)	
	Fruits	13(26.00)	11(21.15)	24(23.53)	
	Wheat meals	3(6.00)	9(17.31)	12(11.76)	
	Fastfood	1(2.00)	2(3.85)	3(2.94)	
	Bakery, Confectionery	6(12.00)	4(7.69)	10(9.80)	

[1)] Not significant

B_6, 비타민 E는 비만군과 정상군 모두 권장량 이상의 양호한 섭취상태를 보였으나, 칼슘, 칼륨, 철, 비타민 B_2, 엽산, 비타민 C 등의 영양소의 섭취가 권장량 이하 수준으로 나타났다. 그 중 본 연구대상자의 1일 철 섭취량은 비만군 11.09 mg(92.45% of RI), 정상군 11.16 mg(92.96% of RI)으로 나타났다.

또한 헴철 섭취량은 비만군 0.53 mg, 정상군 0.74 mg으로 비만군이 유의적으로 낮게 나타났으며

Table 3. The daily nutrient intakes of subjects

	Obese(n=60)		Normal(n=55)		Significance[2]
	Amount	% of Korean DRIs[4]	Amount	% of Korean DRIs	
Energy(kcal)	1669.44±434.33[1]	84.19±22.40	1673.59±418.38	86.72±23.26	N.S[3]
Protein(g)	61.88±22.81	165.66±61.62	60.23±16.58	168.05±50.17	N.S
Animal protein	30.45±18.47		30.21±13.28		N.S
Plant protein	31.42±11.99		30.02±9.12		N.S
Fat(g)	43.70±20.20		44.91±18.24		N.S
Animal fat	21.09±15.42		21.06±13.97		N.S
Plant fat	22.61±13.57		23.85±11.84		N.S
Carbohydrate(g)	257.99±60.97		257.65±62.94		N.S
Crude fiber(g)	5.59±2.56		5.35±4.96		N.S
Ash(g)	16.49±5.23		16.24±4.96		N.S
Vitamin A(R.E)	568.11±677.25	99.53±123.12	508.72±402.95	90.78±73.06	N.S
Retinol(μs)	134.71±122.88		138.04±134.34		N.S
Carotene(ug)	2425.40±4060.09		1841.83±1563.96		N.S
Vitamin B_1(mg)	1.11±0.37	116.45±38.75	1.02±0.30	110.74±34.54	N.S
Vitamin B_2(mg)	1.03±0.37	88.48±32.27	1.01±0.41	89.41±37.81	N.S
Niacin(mg)	13.67±7.06	109.57±57.49	13.27±5.02	109.03±42.87	N.S
Vitamin B_6(mg)	1.64±0.57	142.21±52.65	1.63±0.58	144.90±52.28	N.S
Folate(ug)	167.73±81.06	54.42±27.03	166.83±74.98	54.76±24.74	N.S
Vitamin C(mg)	57.24±30.39	77.19±41.14	66.02±50.92	91.75±72.60	N.S
Vitamin E(mg a-TE)	12.15±5.91	132.23±64.13	13.75±6.51	151.51±72.52	N.S
Calcium(mg)	560.01±210.03	67.17±25.25	575.27±278.81	70.66±34.86	N.S
Animal calcium	322.96±177.40		347.73±251.09		N.S
Plant calcium	237.05±120.32		227.54±106.09		N.S
Phosphorus(mg)	1002.63±323.11	100.26±32.31	966.49±297.02	96.64±29.70	N.S
Sodium(mg)	3630.93±1291.49	242.06±86.09	3530.54±1159.51	235.36±77.30	N.S
Potassium(mg)	2022.95±626.63	87.95±27.44	2087.52±880.47	90.76±38.28	N.S
Iron(mg)	11.09±5.21	92.45±43.42	11.16±4.87	92.96±40.58	N.S
Animal iron	2.15±1.61		2.34±1.67		N.S
Plant iron	8.94±5.04		8.82±4.66		N.S
Heme iron(mg)	0.53±0.38		0.74±0.63		$p<0.05$
Nonheme iron(mg)	10.56±5.31		10.42±4.93		N.S
Zinc(mg)	7.91±2.41	110.33±34.10	7.56±2.10	106.85±30.53	N.S

[1] Mean±Standard Deviation

[2] Significance as determined by Student's t-test according to obesity index

[3] Not significant

[4] Estimated Energy Requirements(EER) use : energy
Recommended Intake(RI) use : protein, vitamin A, vitamin B_1, vitamin B_2, niacin, vitamin B_6, folate, vitamin C, calcium, phosphorus, iron, zinc
Adequate Intake(AI) use : vitamin E, sodium, potassium

($p<0.05$), 총 철 섭취량에 대한 헴철의 섭취비율은 비만군과 정상군에서 각각 4.78%, 6.63%로 나타났다. 일부 연구(26)에 의하면 초등학교 남자 비만아동과 정상아동에서 총 철 섭취량에 대한 헴철의 섭취비율은 비만군과 정상군에서 각각 8.91%, 10.26%로 비만군에 비해 정상군에서 낮게 나타나 본 연구 결과와 같은 양상을 보였다. 철은 다른 무기질에 비해 생체 이용률이 매우 낮고, 섭취하는 철의 함량과 형태에 따라 체내 이용률에 크게 차이가 있다(18, 19). 또한 식품 중 헴철과 비헴철의 2가지 형태로 존재하며 헴철은 동물성 식품 중 육류, 생선류, 가금류에 함유된 철의 약 40% 정도에 해당하여 흡수율이 15~35%로 높은 반면, 비헴철은 식물성 식품에 함유된 대부분의 철에 해당하며 흡수율이 5~10%로

Table 4. Major food sources of iron calculated from three-day food intake records of subjects

	Obese (n=60)			Normal (n=55)		
	Food Source	Iron intake (㎎/day)	% of total intake	Food Source	Iron intake (㎎/day)	% of total intake
1	Paddy rice	3.78	34.08(34.08)	Paddy rice	2.37	21.24(21.24)[1)]
2	Soybean Curd	1.03	9.29(43.37)	Kimchi(Korean Chinese Cabbage)	0.55	4.93(26.17)
3	Kimchi(Korean Chinese Cabbage)	0.61	5.50(48.87)	Soybean Curd	0.53	4.75(30.92)
4	Pork	0.29	2.61(51.48)	Chocopie	0.45	4.03(34.95)
5	Egg	0.27	2.43(53.92)	Radish	0.41	3.67(38.62)
6	Beef	0.25	2.25(56.17)	Egg	0.39	3.49(42.12)
7	Red pepper	0.23	2.07(58.25)	Pork	0.31	2.78(44.90)
8	Anchovy	0.19	1.71(59.96)	Anchovy	0.29	2.60(47.49)
9	Cow's Milk	0.19	1.71(61.67)	Beef	0.27	2.42(49.91)
10	Pizza	0.17	1.53(63.21)	Chicken	0.26	2.33(52.24)
11	Soy sauce	0.17	1.53(64.74)	Tomato	0.26	2.33(54.57)
12	Radish	0.17	1.53(66.27)	Cow's Milk	0.23	2.06(56.63)
13	Isotonic Drink	0.15	1.35(67.62)	Tuna	0.18	1.61(58.25)
14	Welsh onion	0.12	1.08(68.71)	Cereals	0.18	1.61(59.86)
15	Mackerel	0.12	1.08(69.79)	Glutinous millet	0.16	1.43(61.29)
16	Tuna	0.12	1.08(70.87)	Red pepper	0.16	1.43(62.73)
17	Potato	0.10	0.90(71.77)	Soybean	0.15	1.34(64.07)
18	Small red beans	0.10	0.90(72.67)	Potato	0.15	1.34(65.42)
19	Ra Myeon	0.10	0.90(73.58)	Cracker	0.13	1.16(66.58)
20	Glutinous millet	0.09	0.81(74.39)	Starches	0.11	0.99(67.57)
	Other	2.84	25.61(100.00)	Other	3.62	32.44(100.00)
	Total	11.09	100	Total	11.16	100

[1)] Accumulation of % of total intake

낮고(19), 다른 식이요인에 의하여 흡수에 많은 영향을 받는다(27). 따라서 본 연구대상자 중 비만군에 있어 흡수율이 높은 헴철의 섭취 부족은 급격한 성장을 겪는 시기에 발생하기 쉬운 철 결핍성 빈혈의 원인이 될 수도 있을 것으로 생각되어 헴철의 급원식품의 섭취를 증가시키는 것이 필요하다고 사료된다.

4. 철의 급원식품 및 급원음식

철의 20가지 주요 급원식품들은 Table 4에 제시하였으며, 철의 20가지 주요 급원음식은 Table 5와 같다. 비만군은 멥쌀(3.78 mg), 두부(1.03 mg), 배추김치(0.61 mg), 돼지고기(0.29 mg), 계란(0.27 mg) 등의 순으로, 정상군은 멥쌀(2.37 mg), 배추김치(0.55 mg), 두부(0.53 mg), 초코파이(0.45 mg), 무(0.41 mg) 등이 철의 주요 급원식품으로 나타났다. 철 급원식품 중 가장 섭취비율이 높은 식품은 비만군, 정상군 모두 멥쌀로, 철의 20가지 급원식품으로부터의 철 섭취량 중 비만군에서는 34.08%, 정상군에서는 21.24%를 차지하였다. 주요 20가지 철 급원식품 중 동물성 식품을 통한 철 섭취량은 비만군 1.43 mg(12.00%)이 정상군 1.93 mg(17.72%) 보다 적게 섭취하는 것으로 나타났다. 또한 나열된 20가지 식품섭취가 1일 평균 철 섭취량에서 차지하는 비율은 비만군이 8.25 mg (74.39%), 정상군이 7.54 mg(67.57%)으로 정상군이 비만군에 비해 더 다양한 식품으로부터 철을 섭취한 것으로 나타났다.

철의 20가지 주요 급원음식으로 비만군은 현미밥(1.80 mg), 쌀밥(1.15 mg), 두부양념조림(0.77 mg), 배추김치(0.49 mg), 잡곡밥(0.47 mg) 순으로, 정상군은 쌀밥(1.04 mg), 시래기 된장국(0.60 mg), 짜장밥(0.50 mg), 초코파이(0.45 mg), 마파두부(0.42 mg) 등의 순서로 높게 섭취하는 것으로 나타났다. 일반적으로

Table 5. Major dish sources of iron calculated from three-day food intake records of subjects

	Obese (n=60)			Normal (n=55)		
	Food Source	Iron intake (㎎/day)	% of total intake	Food Source	Iron intake (㎎/day)	% of total intake
1	Cooked Brown Rice	1.80	16.23(16.23)	Cooked Rice	1.04	9.32(9.32)[1)]
2	Cooked Rice	1.15	10.37(26.60)	Chinese Cabbage Soybean Paste Soup	0.60	5.38(14.70)
3	Soy Sauce Glazed Soybean Curd	0.77	6.94(33.54)	Cooked Rice with Black Been Sauce	0.50	4.48(19.18)
4	Kimchi	0.49	4.42(37.96)	Chocopie	0.45	4.03(23.21)
5	Cooked Rice with Five Grains	0.47	4.24(42.20)	Mapa Soybean Curd	0.42	3.76(26.97)
6	Cooked Rice with Black Been Sauce	0.42	3.79(45.99)	Cooked Rice whit chestnut	0.41	3.67(30.65)
7	Beef Bone Stew	0.34	3.07(49.05)	Kimchi	0.41	3.67(34.32)
8	Cow's Milk	0.18	1.62(50.68)	Cooked Rice with millet	0.40	3.58(37.90)
9	Tuna and Kimchi Pot Stew	0.16	1.44(52.12)	Tuna and Kimchi Pot Stew	0.29	2.60(40.50)
10	Pizza	0.16	1.44(53.56)	Soy Sauce chicken	0.25	2.24(42.74)
11	Cooked Rice whit chestnut	0.15	1.35(54.91)	Cooked Rice with Five Grains	0.24	2.15(44.89)
12	Isotonic Drink	0.15	1.35(56.27)	Tomato	0.21	1.88(46.78)
13	Spicy Squid Salad	0.14	1.26(57.53)	Cow's Milk	0.21	1.88(48.66)
14	Chinese Cabbage Soybean Paste Soup	0.13	1.17(58.70)	Cooked Rice with Soybeans	0.19	1.70(50.36)
15	Pan-Fried Egg	0.13	1.17(59.87)	Cooked Brown Rice	0.16	1.43(51.79)
16	Stir Fried Dried-Anchovies	0.13	1.17(61.05)	Stir Fried Dried-Anchovies	0.15	1.34(53.14)
17	Soybean Curd Soybean Paste Stew	0.13	1.17(62.22)	Cereal	0.14	1.25(54.39)
18	Pork and Kimchi Pot Stew	0.13	1.17(63.39)	Pan-Fried Egg	0.13	1.16(55.56)
19	Cooked Rice with Soybeans	0.13	1.17(64.56)	Pan-Fried Fish and Vegetables	0.12	1.08(56.63)
20	Mapa Soybean Curd	0.11	0.99(65.55)	Stir Fried Pork	0.11	0.99(57.62)
	Other	3.82	34.45(100.00)	Other	4.73	42.38(100.00)
	Total	11.09	100	Total	11.16	100

[1)] Accumulation of % of total intake

철 급원 식품으로 가장 좋은 식품은 동물성 식품 중에서도 육류, 생선, 가금류로 흡수율이 좋으며, 곡류는 섭취량은 많으나 철이 소량 함유되어 있어 이용률이 낮은 것으로 알려져 있다(28). 따라서 아동의 철 영양상태를 향상시키기 위해서는 철 섭취량이 높은 식사의 제공 및 식사 이외의 간식 섭취시 철 함유식품의 섭취를 증가시키는 것은 물론 체내 흡수율이 높은 헴철의 섭취량을 높일 수 있는 섭취방법에 대한 영양교육이 필요하다고 사료된다.

5. 혈액 성상 분석

본 연구 대상자의 혈액 성상에 대한 결과는 Table 6에 제시하였다. 혈중 적혈구수는 비만군이 4.75×10^6/mm^3로 정상군의 4.88×10^6/mm^3보다 낮았으나($p<0.01$), 본 연구대상자들의 적혈구수는 모두 정상범위(4.2~5.4×10^6/mm^3)에 속하였다. 헤모글로빈 함량은 비만군(12.70 g/dl)이 정상군(13.15 g/dl) 보다 유의적으로 낮았다($p<0.001$). 또한 WHO에서 정한 헤모글로빈 함량의 하한치 12.0 g/dl을 기준으로 하였을 때 두 군 모두 정상범위에 속하였으나, 정상범위 이하의 수치를 보이는 비율이 비만군 5.45%, 정상군 5.00%로 비만군에서 약간 높게 나타났다. 헤마토크릿치 또한 비만군(40.34%)이 정상군(41.41%)보다 유의적으로 낮게 나타났으며($p<0.001$), WHO의 빈혈 판정기준(Hct 37%이하)과 비교시 두 군 모두 정상범

Table 6. General blood parameters of subjects

	Obese (n=60)	Normal (n=55)	Normal range	Significance[2)]
RBC[3)](10^6/mm^3)	4.75±0.25[1)]	4.88±0.22	4.2~5.4	$p<0.01$
Hb[4)](g/dl)	12.70±0.46	13.15±0.76	≥12.0	$p<0.001$
Hct[5)](%)	40.34±1.90	41.41±2.00	≥37	$p<0.01$
MCV[6)](fL)	84.57±8.33	84.64±2.66	80~100	N.S[8)]
MCHC[7)](g/dl)	31.43±1.37	31.42±1.01	32~36	N.S

1) Mean±Standard Deviation
2) Significance as determined by Student's t-test according to obesity index
3) Red blood cell
4) Hemoglobin
5) Hematocrit
6) Mean Corpuscular Volume
7) Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration
8) Not significant

위에 속하였으나, 정상 범위 이하인 비율은 비만군 3.64%, 정상군 5.00%로 나타났다. 그 외의 평균 적혈구 용적, 평균 적혈구 헤모글로빈 농도는 모두 정상범위 내에 있었으며, 두 군 간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

비만과 철 영양상태에 대하여 Micozzi 등(29)은 체질량지수가 높을수록 평균 헤모글로빈 농도와 헤마토크릿치가 높아지는 결과를 보여 체형과 철 저장상태간에 유의적인 관련성이 있다고 보고하였으며, Chandra와 Kutty (30)는 비만인에 있어서 열량섭취는 과다하나 상대적으로 미량 영양소는 권장수준에 도달하지 못하여 영양불균형 상태를 초래하며, 이로 인한 2차적인 문제 중 하나로 비만인이 정상인에 비해 철 결핍의 가능성이 더 높았다고 보고하여 본 연구결과를 뒷받침해 주었다.

본 연구결과에 의하면 비만군에서 철 관련 혈액지표 수치가 정상범위에 있음에도 불구하고 정상군보다 낮은 수준을 보였다. 일부 연구(5,14,15)에 의하면 철 섭취부족이 심각한 영양문제로 지적되고 있는 초등학교 남학생 중, 정상체중 아동에 비해 상대적으로 철 결핍 발생률이 높은 비만 아동에 있어 정상체중 아동 보다 낮은 철 관련 수치는 남자 비만 아동의 철 영양상태 저하의 위험성을 나타낼 수도 있을 것이라 사료된다.

6. 철 영양상태와 신체계측치 및 영양소 섭취상태와의 상관관계

연구대상자들의 철 영양상태와 신체계측치와의 상관관계는 Table 7에 제시되었다. 적혈구수는 체중($p<0.05$)과 비만지수($p<0.01$)와 음의 상관관계를 나타냈고, 헤모글로빈 농도는 체중($p<0.05$)과 비만지수($p<0.001$)와 유의적인 음의 상관관계를 나타냈다. 이와 관련하여 Serfass 등(31)은 lean mice와 obese mice를 이용한 동물실험시 obese mice에서 혈청 철 함량이 감소되었는데 이는 비만이 철 대사를 변화시킬 수 있다는 것을 암시한 것이라고 하여 비만과 철 결핍과의 관련성을 시사하였다.

전체 대상자의 철 영양상태와 일반 영양소 섭취와의 상관관계를 살펴보면 Table 8과 같다. 적혈구수는 비타민 C($p<0.05$)와 양의 상관관계를 나타냈고, 헤모글로빈 농도는 열량($p<0.05$), 비타민 B_6($p<0.05$), 비타민 C($p<0.05$), 비타민 E($p<0.01$)와 양의 상관관계를 나타냈다. 헤마토크릿치는 비타민 B_1($p<0.05$), B_2($p<0.01$), B_6($p<0.05$), C($p<0.01$), E($p<0.05$)와 양의 상관성을 보였고, 그 외 칼슘($p<0.01$), 인($p<0.05$), 동물성 철($p<0.05$)과도 양의 상관성을 보였다. 철 영양상태는 여러 식이인자 등에 의해 영향을 받는다고 한다(17,31). 영양소 중 철 흡수를 증진시키는 요인

Table 7. Correlation coefficients among serum parameters and anthropometric measurements of subjects (n=115)

	RBC[2]	Hb[3]	Hct[4]	MCV[5]	MCHC[6]
Age	-0.1166	-0.0808	0.0192	-0.0834	0.0001
Height	0.0024	0.0065	0.0295	-0.1197	-0.0192
Weight	-0.2068*[1]	-0.2407*	-0.1547	-0.0722	-0.0447
Obese Index	-0.2758**	-0.3158***	-0.2300	0.0013	-0.0315

[1] Pearson's correlation coefficient
* : $p<0.05$ ** : $p<0.01$ *** : $p<0.001$
[2] Red blood cell
[3] Hemoglobin
[4] Hematocrit
[5] Mean Corpuscular Volume
[6] Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration

은 비타민 C와 동물성 식품, 철, 육류, 가금류, 어류 등에 존재하는 동물성 조직 및 아미노산과 유기산 등이 있으며, 칼슘, 식이섬유소 등이 철의 흡수를 저해하는 요인으로 알려져 있다(32). 본 연구에서 식이섬유소 섭취와 철 영양상태와는 유의적인 상관성을 보이지 않았는데, 이는 본 연구에서 제시된 식이섬유소가 조섬유로 한정되어 있었기 때문이라 사료된다. 한편 비타민 B_2는 헤마토크릿치와 유의적인 양의 상관관계를 보였는데($p<0.01$), 비타민 B_2의 주요 급원식품이 육류, 닭고기, 생선 등이고, 철의 급원식품이 육류, 생선, 가금류 등으로 두 영양소의 급원식품이 유사하기 때문인 것으로 생각된다. 본 연구에서 비타민 C는 적혈구 수($p<0.05$), 헤모글로빈 농도($p<0.05$), 헤마토크릿치($p<0.01$)와 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다. 비타민 C는 철의 흡수를 증진시키는 인자로 알려져 있으며, Hallberg 등(33)의 연구에서 비헴철의 흡수는 비타민 C 함량이 높은 채식 위주의 식사에서 가장 높았다고 보고하였다. 비타민 B_6와 비타민 E는 헤모글로빈 농도($p<0.05$, $p<0.01$), 헤마토크릿치($p<0.05$, $p<0.05$)와 유의적인 양의 상관성을 나타내었다. 일부 연구(34)에 의하면 비타민 E 보충시 혈액학적 비정상이나 빈혈에 긍정적인 효과를 보였으며, 비타민 B_6 결핍은 헴 합성을 방해하는 것으로 보고되고 있다. 그러나 이에 대한

Table 8. Correlation coefficients among serum parameters and evaluation of nutrients intakes of subjects (n=115)

	RBC[2]	Hb[3]	Hct[4]	MCV[5]	MCHC[6]
Energy	0.0742	0.1759	0.1995*[1]	0.0897	-0.0409
Protein	0.0289	0.1153	0.1478	0.0095	-0.0506
Animal protein	0.1198	0.0762	0.1834	-0.1011	-0.0756
Plant protein	-0.1266	0.0996	-0.0014	0.1700	0.0197
Carbohydrate	0.0649	0.1426	0.1370	0.1473	-0.0377
Crude fiber	0.2250	0.1612	0.1468	0.0438	0.0633
Vitamin A	-0.6666	-0.0947	-0.0498	0.0547	0.0102
Vitamin B_1	0.1010	0.0799	0.2024*	0.0148	-0.0412
Vitamin B_2	0.1305	0.0960	0.2549**	-0.0975	-0.1504
Vitamin B_6	0.1316	0.2094*	0.2129*	0.0504	0.0112
Vitamin C	0.1971*	0.2080*	0.2589**	0.0810	-0.0647
Vitamin E	0.1102	0.2546**	0.2229*	0.1702	-0.0291
Calcium	0.1840	0.1380	0.2670**	0.0707	-0.0723
Phosphorus	0.1540	0.1555	0.2169*	-0.0253	-0.0359
Iron	-0.0092	0.0556	0.0101	0.0799	0.0836
Animal iron	0.1227	0.1044	0.1982*	-0.0216	-0.0098
Plant iron	-0.0512	0.0223	-0.0569	0.0903	0.0901
Heme iron	-0.0940	0.1048	0.0331	0.1163	-0.0974
Nonheme iron	0.0038	0.0374	-0.0064	0.0569	0.0948
Zinc	0.0009	0.1220	0.0944	0.1097	0.0626

[1] Pearson's correlation coefficient
* : $p<0.05$ ** : $p<0.01$
[2] Red blood cell
[3] Hemoglobin
[4] Hematocrit
[5] Mean Corpuscular Volume
[6] Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration

정확한 기전은 밝혀지지 않은 상태이기 때문에 이에 대해서는 추후 연구가 필요할 것으로 보여진다.

결론 및 제언

비만남자 초등학생의 식습관과 철의 영양상태를 알아보기 위해서 경기지역 일부 초등학교 남자 5~6학년 학생을 비만도에 따라 정상군(55명), 비만군(60명)으로 분류한 후 신체계측, 식습관 및 영양소 섭취상태를 조사하였고, 혈액성상을 분석한 후 비만도와

이들 간의 상관관계를 비교한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 연구대상자의 평균 연령은 비만군이 10.95세, 정상군이 10.76세로 두군 간에 유의적인 차이가 없었으나, 평균 신장($p<0.05$)과 체중($p<0.001$), 비만지수($p<0.001$)에서 비만군이 정상군보다 유의적으로 높게 나타났다.
2. 식습관 조사에서 아침을 매일 먹는다고 답한 비율이 비만군에서 52.73%, 정상군에서 75.00%로 나타나 비만군의 아침을 거르는 빈도가 정상군에 비해 높은 것으로 나타났다($p<0.05$).
3. 평균 1일 영양소섭취량은 비만군과 정상군 간에 유의적인 차이는 없었으며 두군 모두 총 에너지 섭취량에서 필요 추정량의 85% 정도의 낮은 수준을 보였다. 또한 칼슘, 엽산 등의 영양소의 섭취가 권장 섭취량의 75% 이하로 많이 부족한 것으로 나타났다.
4. 총 평균 철 섭취량은 비만군과 정상군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 헴철, 비헴철의 섭취량 비교시 헴철은 비만군이 0.53 mg로 정상군의 0.74 mg에 비해 유의적으로 낮았다($p<0.05$).
5. 철의 주요 급원식품들은 비만군에서 멥쌀, 두부, 배추김치, 돼지고기, 계란 등의 순으로, 정상군에서는 멥쌀, 배추, 두부, 초코파이, 무 등이 주요 급원식품으로 나타났다. 급원음식으로는 비만군에서 현미밥, 쌀밥, 두부양념조림, 배추김치, 잡곡밥 등의 순으로 나타났고, 정상군은 쌀밥, 시래기된장국, 짜장밥, 초코파이, 마파두부 등의 순으로 두군 간에 다른 양상을 보였다.
6. 혈액의 철 상태에서는 적혈구수가 비만군이 정상군 보다 유의적으로 낮았다($p<0.01$). 헤모글로빈 농도는 비만군이 12.70 g/dl로 정상군 13.15 g/dl 보다 유의적으로 낮았고($p<0.001$), 헤마토크릿치도 비만군(40.34%)이 정상군(41.41%) 보다 유의적으로 낮았으나($p<0.01$) 정상범위에 속하는 것으로 나타났다.
7. 본 연구대상자들의 철 영양상태와 신체계측과의 상관관계를 분석한 결과, 적혈구수는 체중($p<0.05$), 비만지수($p<0.01$)와 유의적인 음의 상관관계를 나타냈고, 헤모글로빈 농도도 체중($p<0.05$), 비만지수($p<0.001$)와 유의적인 음의 상관관계를 보여 비만도와 철 영양상태는 관련성이 있는 것으로 나타났다.
8. 철 영양상태와 영양소 섭취상태와의 상관관계에서는 적혈구수가 비타민 C($p<0.05$)와 유의적인 양의 상관관계를 나타냈고, 헤모글로빈 농도는 비타민 B_6($p<0.05$), 비타민 C($p<0.05$), 비타민 E($p<0.01$)와 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다. 헤마토크릿치는 열량($p<0.05$), 비타민 B_1($p<0.05$), B_2($p<0.01$), B_6($p<0.05$), C($p<0.01$), E($p<0.05$)와 유의적인 양의 상관성을 보였다.

이상과 같이 남자 초등학생에서 비만군과 정상군 간의 식사별 섭취 횟수와 식사속도는 유의적인 차이가 없었으며, 전체 대상자의 영양소 섭취에서 칼슘과 엽산의 섭취량이 권장 섭취량에 크게 미달되었다. 특히 비만군은 정상군에 비해 체내 흡수율이 높은 헴철의 섭취량이 낮았으며, 적혈구, 헤모글로빈, 헤마토크릿의 낮은 수치를 보여 철 영양상태는 비만도와 관련이 있는 것으로 보여진다. 비만군은 정상군에 비해 철 섭취량에서는 차이가 없었으나 철의 흡수를 증가시키는 헴철, 비타민 C, 육류를 적게 섭취하였다. 따라서 남자 초등학생 비만 아동을 대상으로 철 영양 상태 개선을 위해서는 철 섭취 증가뿐만 아니라 체내 이용률을 고려한 올바른 식품선택과 적절한 식습관에 대한 영양지도가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Kang YJ, Hong CH, Hong YJ. The prevalence of childhood and adolescent obesity over the last 18 years

in Seoul area. *Korean J Nutr* 30(7):832-839, 1997
2. Ministry of Health and Welfare. 2001 National Health and Nutrition Survey-Overview, Health examination, Nutrition Survey Ⅰ, Ⅱ. 2002
3. Park JK, Ahn HS, Lee DH. Nutrient intake and eating behavior in mid and severely obese children. *Korean Society for the Study of Obesity* 4(1):43-50, 1995
4. Lee YS, Park HS, Lee MS, Sung MK, Park DY, Choi MK, Kim MH, Sung CJ. A study of nutrient intake, serum lipid and leptin levels of elementary school students with different obesity index in Kyunggi area. *Korean J Nutr* 35(7):743-753, 2002
5. Son SM, Yang CS. Nutritional status of 5th grade school children residing in low-income area of Pucheon city. *Korean J Community Nutrition* 2(3):267-274, 1997
6. Ahn HS, Lee JY, Kim SK. Assessment of dietary iron availability and analysis of dietary factors affecting hematological indices in iron deficiency anemic female high school students. *Korean J Nutr* 32(7):787-92, 1999
7. Kwon WJ, Chang KJ, Kim SK. Comparison of nutrient intake, dietary behavior, perception of body image and iron nutritional status among female high school students of urban and rural areas in Kyunggi-do. *Korean J Nutr* 35(1):90-101, 2002
8. Lim HS, Jeong ES. Iron status of the adolescent females before and after menarche. *Korean J Nutr* 36(6): 646-652, 2003
9. Lee LH, Lee IY, Roh YH, Paik HY, Kim KS, Cho JH. A study on Ca , P and Fe excretions in healthy adult Koreans on their usual diet. *Korean J Nutr* 21(5):317-323, 1988
10. Sung CJ. The dietary, blood and urinary levels of lead, iron and copper in self selected dietary rural people. *J Korean Soc Food Nutr* 22(6):716-723, 1993
11. Joo EJ, Kim IS, Seo EA. A study on iron nutritional status and dietary iron bioavailability of postmenopausal women in Jeon-Ju area. *Korean Home Economics Association* 38(12):59-71, 2000
12. Gwag EH, Lee SL, Yun JS, Lee HS, Kwon JS, Kwon IS. Macronutrient, mineral and vitamin intakes in elderly people in rural area of North Kyungpook province in South Korea. *Korean J Nutr* 36(10):1052-1060, 2003
13. Choe JS, Paik HY, Kwon SO. Nutritional status and related factors of residents aged over 50 in longevity areas-1. Anthropometric and biochemical nutritional status-. *Korean J Nutr* 37(9):825-837, 2004
14. Pinhas-Hamiel O, Newfield RS, Koren I, Agmon A, Lilos P, Phillip M. Greater prevalence of iron deficiency in overweight and obese children and adolescents. *Int J Obes Relat Metab Disord* 27(3):416-418, 2003
15. Nead KG, Halterman JS. Kaczorowski JM, Auinger P, Weitzman M: Overweight children and adolescents: a risk group for iron deficiency. *Pediatrics* 114(1):104-108, 2004
16. Hong YM, Moon KR, Seo JY, Sim JG, Yoo KH, Jung BJ, Choi YH, Ha EH, Lee DH, Park JY, Yang SW, Lee JK, Yim IS, Cha SH, Hong CH, Choi JM. Guideline of diagnosis and treatment in childhood obesity. *Korean J Pediatrics* 42(10):1338-1345, 1999
17. Korean Society of Pediatrics. Body growth standard value of Korean pediatrics in 1998, pp.7-12, 1999
18. 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 Nutr* 29(8): 859-867, 1976
19. Monsen ER. Iron nutrition and absorption: dietary factors which impact iron bioavailability. *J Am Diet Assoc* 88(7):786-790, 1988
20. The Korean Nutrition Society. Dietary Reference Intakes for Koreans, Seoul, 2005
21. Joo EJ, Kim IS, Kim YS, Seo EA. Determining the frequency of obesity and eating habits of older(4th, 5th, 6th grade) elementary school students in Iksan city by some obesity indices. *Korean J Community Nutrition* 6(1):16-27, 2001
22. Yim KS, Yoon EY, Kim CI, Kim KT, Kim CI, Mo SM, Choi HM. Eating behavior, obesity and serum lipid levels in children. *Korean J Nutr* 26(1):56-66, 1993
23. 대한비만학회. 임상비만학 1판. pp.171-179, 고려의학, 1995
24. Park SJ, Kim AJ. A retrospective study on the status of obesity and eating and weight control behaviors of elementary school children in Inchon. *J Korean Diet Assoc* 6(1):44-52, 2000
25. Joo EJ, Park ES. Effect of sex and obese index on breakfast and snack intake in elementary school students. *Korean J Dietary Culture* 13(5):487-496, 1998
26. Lee SY. A study on nutritional status of iron, copper, zinc in Korean normal and obese elementary school

students. Master thesis. Sookmyung Women's University, 1998

27. Baynes RD, Bothwell TM. Iron deficiency. *Annu Rev Nutr* 10:133-48, 1990
28. Wardlaw HD. Perspectives in Nutrition. 6th. *Mcgraw-hill*, 2004
29. Micozzi MS, Albanes D, Stevens RG. Relation of body size and composition to clinical biochemical and hematologic indices in US men and women. *Am J Clin Nutr* 50(6):1276-1281, 1989
30. Chandra RK, Kutty KM. Immunocompetence in obesity. *Acta Pediatr Scand* 69(1):25-30, 1980
31. Serfass RE, Park KE, Kaplan ML. Developmental changes of selected minerals in Zucker rats. *Proc Soc Exp Biol Med* 189(2):229-239, 1988
32. Sean RL. Interaction of iron with other nutrients. *Nutr Rev* 55(4):102-110, 1997
33. Hallberg L, Brune M, Rossander L. Iron absorption in man: ascorbic acid and dose-dependent inhibition by phytate. *Am J Clin Nutr* 49(1):140-144, 1989
34. Fishman SM, Christian P, West KP: The role of vitamins in the prevention and control of anaemia. *Public Health Nutr* 3(2):125-150, 2000