

## 경기지역 일부 초등학교생의 성별과 비만도에 따른 영양소 섭취상태와 혈청 Leptin 및 혈청 지질에 관한 연구

이윤신<sup>§</sup> · 박혜순<sup>1)</sup> · 이명숙<sup>2)</sup> · 성미경<sup>3)</sup> · 박동연<sup>4)</sup> · 최미경<sup>5)</sup> · 김미현<sup>3)</sup> · 승정자<sup>3)</sup>

수원여자대학 식품과학부, 울산의대 서울아산병원 가정의학과,<sup>1)</sup> 성신여자대학교 식품영양학과<sup>2)</sup>  
숙명여자대학교 식품영양학과,<sup>3)</sup> 동국대학교 가정교육학과,<sup>4)</sup> 청운대학교 식품영양학과<sup>5)</sup>

### A Study of Nutrient Intake, Serum Lipid and Leptin Levels of Elementary School Students with Different Obesity Index in Kyunggi Area\*

Lee, Yoon-Shin<sup>§</sup> · Park, Hye-Soon<sup>1)</sup> · Lee, Myoung-Sook<sup>2)</sup> · Sung, Mi-Kyung<sup>3)</sup>

Park, Dong-Yean<sup>4)</sup> · Choi, Mi-Kyeong<sup>5)</sup> · Kim, Mi-Hyun<sup>3)</sup> · Sung, Chung-Ja<sup>3)</sup>

*Department of Food Science, Suwon Women's University, Hwasung 445-890, Korea*

*Department of Family Medicine, Asan Medical Center,<sup>1)</sup> Ulsan University College of Medicine, Seoul 138-736, Korea*

*Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University,<sup>2)</sup> Seoul 136-742, Korea*

*Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University,<sup>3)</sup> Seoul 140-742, Korea*

*Department of Home Economics Education, Dongguk University,<sup>4)</sup> Kyongju 100-715, Korea*

*Department of Human Nutrition & Food Science, Chungwoon University,<sup>5)</sup> Chungnam 350-701, Korea*

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the relationship among nutritional status, serum lipids and leptin of 134 elementary school students with different obesity index residing in Kyunggi-do, Korea. Subjects were assigned to under weight, normal weight or over weight group according to the their obesity index. Their nutritional status, serum lipid and leptin levels were evaluated based on 24-hr dietary recalls, anthropometric measurements and blood analysis. The mean weight, height and obesity index of total subjects was 150.8cm, 45.6kg and 5.4%. The mean % of body fat was higher while LBM and TBW (total body water) were lower in over weight subjects than those of other two groups. Total food, plant protein, carbohydrate, and vitamin C intakes of underweight male students were lower than those of overweight male students. The consumption of total fat was the highest in the female normal weight subjects and the lowest in female overweight subjects. Male students consumed more plant protein and vitamin C than female students. The mean daily intake of vitamin B<sub>2</sub>, calcium and zinc of all subjects did not meet the Korean RDA. Also, iron intake of female students was lower than the Korean RDA. The mean level of serum leptin was the highest in male and female overweight subjects ( $p < 0.001$ ). The HDL-cholesterol level was the highest in the underweight group of male subjects ( $p < 0.05$ ) and in the normal weight group of female subjects ( $p < 0.001$ ). The serum level of leptin and atherogenic index (AI) of females were higher than those of males. Serum leptin of total subjects had significantly positive correlation with obesity index, weight, SBP, body fat, cholesterol intake, serum triglyceride, and AI. However, serum leptin was negatively correlated with LBM, TBW, intake of plant protein, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin C and serum HDL-cholesterol. Obesity index was also positively correlated with weight, SBP, body fat, serum triglyceride and AI. To summarize the results, the vitamin B<sub>2</sub>, calcium, zinc, iron and fiber intakes should be supplied to elementary school students, especially those who were overweight. The average serum leptin level of students showed remarkably positive correlation with obesity index, body fat, serum lipids and AI. Also, it was suggested that the serum leptin might be related to the dietary factors like cholesterol, plant protein, vitamin B<sub>1</sub> and vitamin C of elementary school students. (*Korean J Nutrition* 35(7) : 743~753, 2002)

**KEY WORDS:** obesity index, leptin, serum lipids, nutrient intake.

접수일 : 2002년 6월 13일

채택일 : 2002년 8월 26일

\*This study was supported by grants from Ministry Health and Welfare(HMP-97-F) in 1997.

<sup>§</sup>To whom correspondence should be addressed.

## 서 론

우리나라는 급속한 경제성장과 국민소득의 증가로 생활 수준이 향상되어 생활이 편리해지고, 서구식 식생활의 유입으로 식생활 패턴이 변화하면서 체형이 크게 변화하고 있다. 체형의 변화로 가장 문제가 되고 있는 것은 비만으로, 이는 어느 시기에나 발생할 수 있지만 학령기 비만이 성인 비만으로 이행되는 쉽기 때문에 이시기의 비만도에 관심이 집중되고 있다<sup>1)</sup>. 비만은 성인 뿐 아니라 아동의 경우에도 당뇨병, 지방간, 고혈압 등과 같은 각종 성인병의 발생 및 심리적 장애와 관련이 있으므로 조기치료가 매우 중요하다.<sup>2,3)</sup>

과거 비만에 대한 연구는 열량과 3대 영양소와의 관계에 대한 연구가 주를 이루었으나 최근에는 지방조직에서 체지방의 상승에 따라 증가하여 분비되는 호르몬의 일종인 leptin에 대한 관심이 집중되고 있다. Leptin은 영양상태에 비례하여 지방세포의 obese gene에서 생성 분비되어 뇌의 시상하부 (hypothalamus)에 있는 포만중추 (satiety center)를 자극하는 식욕조절인자 (satiety factor)이며, 발열반응 (thermogenesis)과 활동량을 증가시키고 섭취량을 감소시키며 체중과 체지방량을 감소시킨다고 한다.<sup>4)</sup> 또한 혈청의 leptin 수준은 체중, BMI (Body Mass Index), 체지방량의 증가와 감소에 의해 영향을 받는다고 하였다.<sup>5,6)</sup> 생쥐를 이용한 동물실험에서는 leptin의 투여가 식이섭취와 체중을 감소시킨 것으로 보고되었다.<sup>7,8)</sup> 그러나 인체의 경우에는 leptin이 비만증과 관련하여 어떤 생리적 역할을 하는지 정확히 알려져 있지 않다. 다만 사람에서 혈중 leptin은 체지방량, 체질량지수와 뚜렷한 정의 상관관계를 보이며, 비만군은 정상체중군에 비하여 유의적으로 높은 leptin 함량을 나타내었으나, 거식증 환자와 같은 저체중군은 정상체중군에 비하여 유의적으로 leptin 함량이 낮았다.<sup>9)</sup> 이와 같이 비만해 질수록 혈액내 leptin 농도가 높은 것은 비만인에서 leptin에 대한 인체내 저항성 유발에 의한 것으로 추정되고 있다.<sup>10,11)</sup> 식이섭취와 leptin과의 관련성을 살펴본 연구들에서 Kolaczynski 등<sup>12)</sup>은 고에너지 식사 (120 kcal/kg)를 했을 때 체지방량의 증가 없이 leptin 농도가 급격히 증가하므로 leptin 분비가 체지방량 이외에 에너지와 같이 식이 섭취 상태에도 영향을 받는 것으로 보인다고 보고하였다.

근래 비만인구가 급증하면서 비만과 leptin과의 관계에 대해 관심을 가지고 연구가 이루어지고 있으나 대부분 동물 실험이거나 대사질환이 있는 환자군에 대한 실험으로, 실제적으로 많은 아동들에게 해당되는 과체중을 비롯하여 저체중, 정상 체중 등 비만도별 혈청 leptin 함량과 영양소 섭취

량, 이들의 상관성을 비교한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 체중의 변화가 급속한 초등학생을 대상으로 저체중, 정상체중, 과체중으로 대상자를 표집하여, 성별과 비만도에 따른 혈청 지질, 영양소 섭취 상태 및 혈청 leptin 함량 차이를 분석하고 이들간의 상관성을 검증하고자 한다.

## 연구내용 및 방법

### 1. 연구 대상자 및 조사기간

경기지역 초등학교 5~6학년에 재학중인 아동들을 대상으로 비만도에 따라 저체중군, 정상체중군, 과체중군으로 분류하여 신체계측, 영양소 섭취상태 및 혈액성상을 조사하였다. 본 연구에 참여한 대상자는 저체중군 39명, 정상체중군 47명, 과체중군 48으로 총 134명이었다.

### 2. 신체계측

신장과 체중은 신체자동계측기 (Fatness measuring system, DS-102, JENIX, Korea)를 사용하여, 가벼운 옷차림 상태에서 신발을 벗고 직립한 자세로 신장은 0.1 cm까지, 체중은 0.1 kg까지 2회 반복 측정하였다. 초등학생의 신장과 체중의 실측치와 대한 소아과학회에서 발표한 한국 소아의 신장별 체중 백분위 자료를 근거로, 50 백분위수를 표준체중으로 하여 다음과 같은 방법으로 비만도 (Obesity index)를 계산하였다.

$$\text{비만도 (\%)} = \frac{\text{실체중} - \text{표준체중}}{\text{표준체중}} \times 100$$

신장별 체중백분위에 의한 비만의 분류기준은 -10%이하를 저체중, ±10%를 정상체중, 10~19%면 과체중, 20% 이상이면 비만으로 구분하는데, 본 연구에서는 과체중과 비만인 대상자를 합하여 과체중군으로 분류하여 저체중군, 정상체중군, 과체중군의 세군으로 대상자를 구분하였다.

체지방율, 체지방율 (LBM, lean body mass)과 체수분율 (TBW, total body water)은 체지방측정기 (Bio-electrical impedance analyzer, TBF-105, TANITA, Japan)를 사용하여 연령과 신장을 기준으로 측정하였다. 혈압은 자동혈압기 (Fully automatic blood pressure monitor, BP-750A, NIEEEI, Japan)를 사용하여 공복상태에서 측정하였다.

### 3. 영양소 섭취 조사

훈련된 조사원이 식품모형과 일상생활에서 사용하는 기기를 이용하여 조사자의 회상을 도와주면서 개인 면접을 하는 방법으로 하루 동안의 영양소 섭취를 조사한 후, 영양평

가프로그래 (Can-Pro, Computer Aided Nutritional analysis program for Professionals, 한국영양학회 부설 영양정보센터)과 식품성분표<sup>13)</sup>를 이용하여 연구 대상자의 1일 영양소 섭취량을 산출하였다.

**4. 혈액성상 분석**

**1) 혈액 채취**

공복상태에서 진공채혈관을 이용하여 정맥혈 15 cc를 채취하였다. 채취한 혈액은 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻은 후 분석에 사용하였다.

**2) 혈청 지질 함량**

혈청 중 총 콜레스테롤 함량, HDL-콜레스테롤 함량 및 중성지방 함량은 각각 효소법에 의한 총 콜레스테롤 측정용 kit (Boeringer Mannheim, Germany), HDL-콜레스테롤 측정용 kit (Boeringer Mannheim, Germany) 및 중성지방 측정용 kit (Boeringer Mannheim, Germany)를 사용하여 측정하였으며, LDL-콜레스테롤 함량은 다음과 같은 Friedwald formular<sup>14)</sup>에 의거하여 산출하였다.

LDL-콜레스테롤 =

$$(\text{총 콜레스테롤}) - (\text{HDL-콜레스테롤}) - \frac{(\text{중성지방})}{5}$$

동맥경화지수 (AI: Atherogenic Index)는 총 콜레스테롤 함량과 HDL-콜레스테롤 함량을 이용하여 다음과 같은 공식으로 계산하였다<sup>15)</sup>.

$$\text{동맥경화지수} = \frac{\text{총 콜레스테롤} - (\text{HDL-콜레스테롤})}{(\text{HDL-콜레스테롤})}$$

**3) 혈청 leptin 함량**

혈청 leptin 함량은 leptin 측정용 kit (Human Leptin RIA kit, LINCO Research, INC)를 사용하여 Radio Immuno Assay법으로 측정하였다.

**5. 통계분석**

본 실험에서 얻은 모든 결과는 평균과 표준편차를 구하였고, 비만도에 따른 저체중군, 정상체중군, 과체중군 간의 신체계측, 영양소 섭취상태, 혈액성상의 모든 변수는 SAS (Statistical Analysis System) program을 이용하여 ANOVA (One-Way Analysis of Variance)와 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다. 남녀간 차이는 Student t-test로 분석하였으며, Pearson's correlation으로는 모든 변수간의 상관관계를 분석하였다.

**결과 및 고찰**

경기지역에 거주하는 일부 초등학교의 비만도와 성별에 따른 영양섭취 상태와 leptin 및 혈청 지질 함량을 조사하기 위하여 대상자를 저체중, 정상체중, 과체중군의 세군으로 분류하여 표집한 뒤 신체계측, 식이섭취조사, 혈액분석을 실시하고 이들 간의 상관관계를 살펴본 결과는 다음과 같다.

**1. 조사대상자의 일반사항**

연구대상자의 비만도별 신체계측사항은 Table 1과 같다. 연구대상자의 평균 연령은 11.9세였으며 신장은 150.8 cm, 체중은 45.6 kg이었다. 초등학교의 체중 백분위수에 의한 비만도는 남학생의 경우 저체중, 정상체중, 과체중군 각각 -14.70%, -0.93%, 31.23%이었으며, 여학생의 경우는 -17.32%, -1.07%, 26.95%로 나타났다. 본 연구에서는 비만을 과체중군에 포함시켰기 때문에 남학생과 여학생 모두 과체중군의 비만도가 과체중군의 기준치 (10~19%)를 초과하였다. 연구대상자의 평균 수축기 혈압과 이완기 혈압은 118.6 mmHg와 80.7 mmHg로 정상 범위에 속하였는데 이것은 Choi 등<sup>16)</sup>이 서울지역 초·중·고등학생을 대상으로 측정한 혈압의 50percentile (수축기혈압: 100~113 mmHg, 이완기혈압: 53~61 mmHg)과 비교시 수축기와 이완기혈압이 모두 높게 나타났다.

초등학교의 평균 체지방율, 체지방율 및 체수분율은 각각 75.7%, 24.2%, 56.0%이었다. 체지방율은 남학생의 경우 저체중군과 정상체중군 간에는 차이가 없었으나 과체중군은 이들 두군에 비해 유의적으로 높았으며 (p < 0.001), 체지방율 (p < 0.001)과 체수분율 (p < 0.001)도 과체중군이 다른 두군 보다 현저히 낮아 유의적인 차이를 보였다. 여학생의 경우에는 비만도가 증가함에 따라 체지방율은 유의적으로 증가하였으며 (p < 0.001) 체지방율 (p < 0.001)과 체수분율 (p < 0.001)은 유의적으로 감소하였다. 성별비교에서 체지방율은 여학생이 남학생 보다 높았으며 (p < 0.05), 체지방율과 체수분율은 남학생이 여학생 보다 높아 (p < 0.01, p < 0.05) 유의적인 차이를 보였다.

**2. 영양소 섭취상태**

초등학교의 1일 평균 영양소 섭취량과 이를 한국인 영양 권장량에 대한 섭취비율로 분석한 결과는 Table 2, Fig. 1과 같다. 남학생이 섭취한 총 식품량 (p < 0.05), 식물성 단백질 (p < 0.05), 탄수화물 (p < 0.05), 비타민 C (p < 0.05)는 과체중군에서 낮았으며 이들 영양소를 제외하고는 세군간

Table 1. Anthropometric measurements of elementary school students according to sex and obesity index

Variable	Male					Female				
	Total (n = 67)	Under wt. (n = 20)	Normal wt. (n = 23)	Over wt. (n = 24)	Sig-nificance <sup>2)</sup>	Total (n = 67)	Under wt. (n = 19)	Normal wt. (n = 24)	Over wt. (n = 24)	Sig-nificance <sup>2)</sup>
Age (years)	11.91 ± 0.34 <sup>1)</sup>	11.90 ± 0.31	11.91 ± 0.42	11.92 ± 0.28	N.S.	11.87 ± 0.39	11.79 ± 0.42	11.88 ± 0.45	11.92 ± 0.28	N.S.
Height (cm)	150.55 ± 9.50	154.25 ± 5.85	147.58 ± 13.42	150.31 ± 6.14	N.S.	151.00 ± 8.20	151.51 ± 3.70	150.00 ± 11.98	151.59 ± 6.12	N.S.
Weight (kg)	43.91 ± 10.52	37.85 ± 5.25 <sup>4)</sup>	39.57 ± 8.40 <sup>b</sup>	53.14 ± 9.38 <sup>a</sup>	p < 0.001	47.28 ± 11.23	37.66 ± 3.38 <sup>a</sup>	44.57 ± 8.18 <sup>b</sup>	57.62 ± 9.52 <sup>a</sup>	p < 0.001
Obesity index	6.47 ± 21.44	-14.70 ± 5.05 <sup>c</sup>	-0.93 ± 4.89 <sup>b</sup>	31.23 ± 13.81 <sup>a</sup>	p < 0.001	4.35 ± 19.79	-17.32 ± 3.90 <sup>c</sup>	-1.07 ± 5.85 <sup>b</sup>	26.95 ± 11.22 <sup>a</sup>	p < 0.001
SBP <sup>5)</sup> (mmHg)	117.63 ± 15.17	114.60 ± 12.56 <sup>b</sup>	113.70 ± 15.75 <sup>b</sup>	123.92 ± 15.10 <sup>a</sup>	p < 0.001	119.49 ± 12.99	111.74 ± 13.42 <sup>c</sup>	118.83 ± 8.10 <sup>b</sup>	126.29 ± 13.39 <sup>a</sup>	p < 0.001
DBP <sup>6)</sup> (mmHg)	72.36 ± 10.05	70.80 ± 8.46	71.57 ± 8.96	74.42 ± 12.12	N.S.	89.06 ± 102.80	69.84 ± 14.43	70.46 ± 8.70	122.88 ± 168.01	N.S.
LBM <sup>7)</sup> (%)	77.69 ± 7.93	82.68 ± 3.73 <sup>a</sup>	81.21 ± 4.23 <sup>a</sup>	70.16 ± 7.66 <sup>b</sup>	p < 0.001	73.66 ± 9.63	82.17 ± 4.19 <sup>a</sup>	76.49 ± 5.32 <sup>b</sup>	64.10 ± 7.77 <sup>c</sup>	p < 0.001
Body fat (%)	22.24 ± 7.86	17.25 ± 3.82 <sup>b</sup>	18.78 ± 4.24 <sup>b</sup>	29.73 ± 7.49 <sup>a</sup>	p < 0.001	26.06 ± 9.74	16.87 ± 2.70 <sup>c</sup>	23.49 ± 5.32 <sup>b</sup>	35.90 ± 7.77 <sup>a</sup>	p < 0.001
TBW <sup>8)</sup> (%)	57.32 ± 6.06	60.59 ± 2.87 <sup>a</sup>	59.42 ± 3.11 <sup>a</sup>	52.58 ± 7.24 <sup>b</sup>	p < 0.001	54.61 ± 6.09	60.80 ± 1.96 <sup>a</sup>	55.93 ± 3.90 <sup>b</sup>	48.41 ± 3.84 <sup>c</sup>	p < 0.001

1) Mean ± Standard Deviation 2) Significance as determined by ANOVA test according to obesity index

3) Significance as determined by Student's T-test according to the sex

4) Means with superscripts (a > b > c) within a row are significantly different from each at α = 0.05 by Duncan's multiple range test

5) Systolic Blood Pressure 6) Diastolic Blood Pressure

7) Lean Body Mass 8) Total Body Water

에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 여학생의 총 식품 섭취량 (p < 0.05)과 지방 섭취량 (p < 0.05)은 정상체중군, 저체중군, 과체중군 순으로 높았고 그밖의 영양소는 세군간에 유의차가 나타나지 않았다.

1일 평균 총 열량 섭취량은 남학생이 2167.8 kcal, 여학생이 2023.3 kcal로 저체중과 과체중 모두 정상체중군 보다 열량 섭취량이 낮았으나 유의적인 차이는 없었으며 이들 모두 권장량에는 미치지 못하였다. 모든 연구대상자들의 총 열량에 대한 탄수화물 : 단백질 : 지방의 구성비율은 평균 62 : 14 : 24로 이러한 비율은 우리나라의 권장비율인 65 : 15 : 20<sup>17)</sup>과 비교했을 때 지방의 섭취 비율이 높고, 탄수화물의 섭취 비율이 낮았다. 저체중군은 이들 비율이 65 : 14 : 21, 정상체중군은 61 : 13 : 26, 과체중군은 62 : 14 : 24로 나타나 열량에서 탄수화물이 차지하는 비율이 저체중군에서 높게 나타난 반면 정상체중군과 과체중군은 지방이 차지하는 비율이 높았다. 과체중군에서 열량 섭취가 정상체중군 보다 낮은 것은 Kim<sup>18)</sup>의 연구결과와 같은 경향을 나타내었는데 이것은 식이섭취조사시 과체중군의 경우 섭취량을 적게 보고하거나 체중조절을 위한 식사요법 실시 및 결식 등의 불규칙한 식습관으로 인하여 낮은 섭취량을 보일수 있다.<sup>18)</sup>

대상자들의 1일 평균 단백질 섭취량은 평균 71.3 g으로, 과체중군과 저체중군 모두 정상체중군 보다 섭취량이 낮은 경향을 보였으며, 특히 남학생의 경우 과체중군은 동물성 단백질의 섭취량이 다른 두군보다 높은 반면 식물성 단백질 섭취량은 낮았다. 본 연구 대상자들의 1일 평균 탄수화물 섭취량은 평균 329.6 g이었고 지방 섭취량은 1일 평균 56.0 g이었으며, 여학생의 경우 저체중군 (50.0 g)과 과체중군 (47.7 g)이 정상체중군 (71.8 g)보다 지방 섭취량이 유의적으로 낮았다 (p < 0.05). 콜레스테롤 섭취량도 지방섭취량과 동일한 경향을 나타내었으나 유의적이지는 않았다. 과체중군의 조섬유소 섭취는 다른 두군보다 적게 섭취하는 것으로 나타나 비타민, 무기질 부족과 관련하여 과체중군은 과일과 야채의 섭취를 적극 권장해야 할 것이다.

1일 영양소 섭취량을 한국인 영양권장량<sup>17)</sup>과 비교해 본 결과 전체 대상자의 비타민 B<sub>2</sub>, 칼슘, 아연의 섭취가 권장량에 미치지 못하였다 (Fig. 1). 특히 칼슘은 섭취량이 권장량의 평균 53.7%로 낮게 나타났다. 본 조사 대상자의 칼슘 : 인의 섭취비율은 1 : 2.4로 나타나 권장섭취비율 1 : 1을 상회하는 높은 비율을 나타내고 있다. 인의 섭취량이 칼슘의 섭취량에 비하여 너무 높으면 칼슘의 흡수를 저해하고 뼈의 손실이 일어나 성장발달에 저해요인이 될 수 있으므로<sup>19)</sup> 인의 함량이 높은 가공식품과 탄산음료 등의 섭취를 삼가고

**Table 2.** The daily nutrient intakes of elementary school students according to sex and obesity index

Variable	Male					Female					Sig-nificance <sup>3)</sup>
	Total (n = 67)	Under wt. (n = 20)	Normal wt. (n = 23)	Over wt. (n = 24)	Sig-nificance <sup>2)</sup>	Total (n = 67)	Under wt. (n = 19)	Normal wt. (n = 24)	Over wt. (n = 24)	Sig-nificance <sup>2)</sup>	
Food wt. (g)	1282.6 ± 566.1 <sup>1)</sup>	1494.6 ± 683.6 <sup>2b)</sup>	1322.1 ± 545.4 <sup>ab)</sup>	1068.0 ± 400.5 <sup>b)</sup>	p < 0.05	1118.5 ± 477.8	1115.1 ± 354.3 <sup>ab)</sup>	1308.0 ± 627.2 <sup>a)</sup>	939.7 ± 318.3 <sup>b)</sup>	p < 0.05	N.S.
Energy (kcal)	2167.8 ± 548.5	2177.4 ± 548.3	2331.9 ± 586.7	2002.6 ± 479.6	N.S.	2023.3 ± 859.9	1944.9 ± 638.8	2350.0 ± 301207.7	1772.1 ± 444.3	N.S.	N.S.
Protein (g)	74.6 ± 22.7	72.7 ± 18.4	80.0 ± 27.5	71.0 ± 20.8	N.S.	67.9 ± 25.3	69.9 ± 26.7	74.0 ± 32.5	60.6 ± 12.9	N.S.	N.S.
Animal protein (g)	34.8 ± 17.7	31.8 ± 13.9	35.8 ± 20.7	36.4 ± 18.5	N.S.	35.6 ± 17.6	36.1 ± 20.8	40.1 ± 20.4	31.2 ± 10.1	N.S.	N.S.
Plant protein (g)	39.8 ± 11.9	40.8 ± 10.2 <sup>ab)</sup>	44.2 ± 13.9 <sup>a)</sup>	34.6 ± 9.3 <sup>b)</sup>	p < 0.05	32.2 ± 13.0	33.8 ± 12.6	33.9 ± 16.9	29.4 ± 8.8	N.S.	p < 0.001
Fat (g)	55.3 ± 23.0	47.7 ± 15.2	61.6 ± 26.0	55.7 ± 24.4	N.S.	56.8 ± 33.8	50.0 ± 22.6 <sup>b)</sup>	71.8 ± 49.0 <sup>a)</sup>	47.7 ± 13.4 <sup>b)</sup>	p < 0.05	N.S.
Animal fat (g)	24.5 ± 16.0	17.6 ± 9.6	27.5 ± 17.5	27.4 ± 17.4	N.S.	24.4 ± 14.0	22.5 ± 13.1	29.2 ± 18.5	21.2 ± 7.3	N.S.	N.S.
Plant fat (g)	30.8 ± 14.1	30.2 ± 12.1	34.0 ± 16.8	28.3 ± 12.7	N.S.	32.4 ± 25.1	27.6 ± 13.5	42.6 ± 36.9	26.5 ± 13.6	N.S.	N.S.
Cholesterol (mg)	284.0 ± 197.1	291.8 ± 252.0	296.9 ± 190.4	265.5 ± 154.0	N.S.	342.3 ± 236.8	250.7 ± 204.2	408.4 ± 303.9	351.4 ± 161.7	N.S.	N.S.
Carbohydrate (g)	346.6 ± 92.3	369.5 ± 107.4 <sup>a)</sup>	369.8 ± 82.8 <sup>a)</sup>	305.3 ± 74.7 <sup>b)</sup>	p < 0.05	312.3 ± 122.1	302.3 ± 98.1	347.3 ± 167.4	286.6 ± 76.1	N.S.	N.S.
Crude fiber (g)	6.0 ± 3.4	6.8 ± 3.6	6.5 ± 3.9	4.7 ± 2.2	N.S.	4.8 ± 2.7	4.9 ± 1.8	5.5 ± 3.8	4.0 ± 1.7	N.S.	p < 0.05
Vit. A (R.E.)	612.5 ± 291.0	727.6 ± 319.7	585.7 ± 212.8	542.3 ± 312.8	N.S.	604.7 ± 411.8	709.3 ± 568.9	652.3 ± 396.9	476.2 ± 216.0	N.S.	N.S.
Vit. B <sub>1</sub> (mg)	1.5 ± 0.6	1.5 ± 0.6	1.7 ± 0.7	1.3 ± 0.5	N.S.	1.2 ± 0.6	1.2 ± 0.5	1.4 ± 0.7	1.0 ± 0.4	N.S.	< p0.01
Vit. B <sub>2</sub> (mg)	1.1 ± 0.4	1.1 ± 0.4	1.1 ± 0.4	1.0 ± 0.5	N.S.	1.0 ± 0.4	0.9 ± 0.4	1.1 ± 0.5	0.9 ± 0.3	N.S.	N.S.
Niacin (mg)	15.1 ± 5.6	14.7 ± 5.0	17.0 ± 6.0	13.7 ± 5.3	N.S.	14.1 ± 6.5	14.5 ± 4.4	12.6 ± 9.3	12.4 ± 4.1	N.S.	N.S.
Vit. C (mg)	155.8 ± 187.3	229.0 ± 250.5 <sup>a)</sup>	161.2 ± 152.0 <sup>ab)</sup>	89.5 ± 133.3 <sup>b)</sup>	p < 0.05	113.3 ± 108.3	115.8 ± 78.1	141.5 ± 153.9	84.2 ± 63.2	N.S.	N.S.
Calcium (mg)	436.5 ± 199.2	413.5 ± 149.4	447.5 ± 162.3	445.0 ± 263.7	N.S.	422.7 ± 230.6	445.4 ± 233.6	459.0 ± 256.1	369.9 ± 200.3	N.S.	N.S.
Phosphorus (mg)	1083.4 ± 303.4	1066.8 ± 255.2	1149.6 ± 338.9	1031.2 ± 304.9	N.S.	1031.5 ± 416.1	1064.2 ± 434.7	1111.0 ± 540.3	929.4 ± 210.1	N.S.	N.S.
Iron (mg)	12.6 ± 7.4	10.9 ± 3.8	14.5 ± 6.6	12.2 ± 9.9	N.S.	10.4 ± 6.5	10.6 ± 4.3	12.4 ± 9.6	8.2 ± 2.6	N.S.	N.S.
Zinc (mg)	8.8 ± 2.6	8.5 ± 2.0	9.7 ± 3.0	8.3 ± 2.4	N.S.	8.0 ± 2.9	7.9 ± 2.3	8.9 ± 4.0	7.2 ± 1.7	N.S.	N.S.

1) Mean ± Standard Deviation  
 2) Means with superscripts (a < b) within a row are significantly different from each at α=0.05 by Duncan's multiple range test  
 3) Significance as determined by ANOVA test according to BMI  
 4) Significance as determined by Student's T-test according to the sex

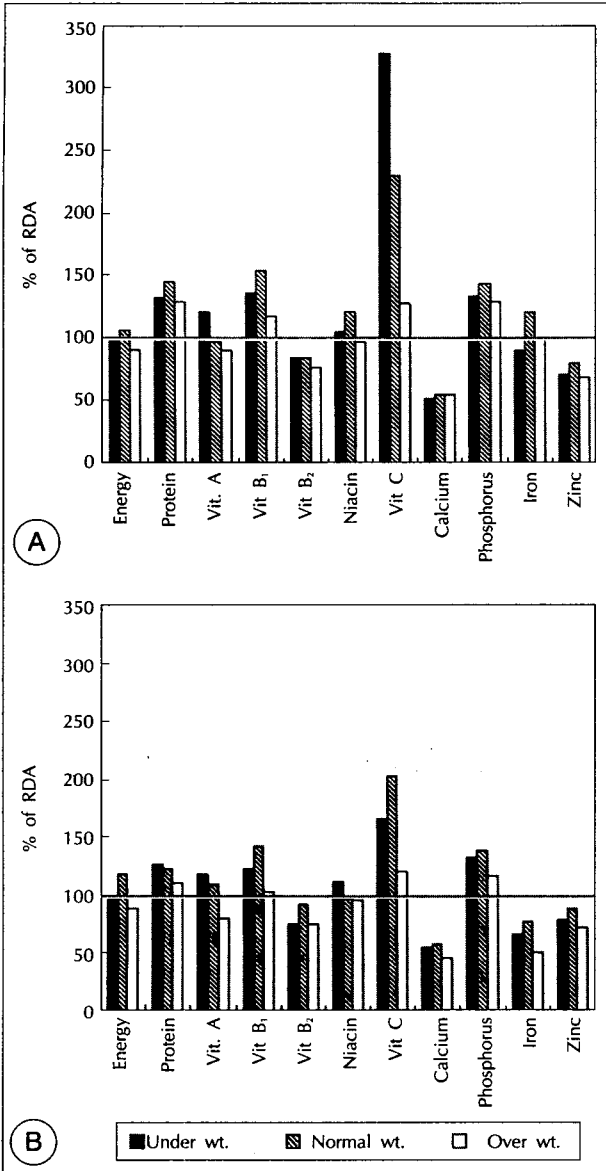


Fig. 1. Percent of RDA values about daily nutrient intakes according to sex and obesity index (A: Male, B: Female).

우유를 비롯한 칼슘 급원식품의 섭취를 증가시키도록 하는 노력이 필요할 것으로 사료된다.

아동의 성장과 발달에 필수적인 아연의 섭취량도 권장량의 76.7%로 낮게 나타났으며, 저체중군과 과체중군의 아연 섭취량이 유의적이지는 않았으나 정상체중군 보다 낮은 경향을 보여 두군 모두 아연의 보충이 요구되는 것으로 조사되었다. 사춘기에는 신장과 체중의 급속한 증가와 여성의 경우 월경에 의한 철의 손실이 있어 철의 요구량이 증가된다. 그러나 본 연구대상자 중 여학생의 경우 철의 섭취량이 권장량의 65.0%를 나타내어 초등학교 6학년때 부터 월경을 시작하는 여학생들에게는 철의 보충이 시급히 요구됨을

Table 3. Leptin contents on serum of elementary school students according to sex and obesity index

	Male (ng/ml)	Female (ng/ml)
Under weight	2.17 ± 1.08 <sup>1b2)</sup>	3.78 ± 1.62 <sup>b</sup>
Normal weight	3.19 ± 1.49 <sup>b</sup>	5.53 ± 2.69 <sup>b</sup>
Over weight	8.10 ± 4.25 <sup>a</sup>	12.86 ± 4.52 <sup>a</sup>
Total	4.71 ± 3.79	7.70 ± 5.10
Significance <sup>3)</sup>	p < 0.001	p < 0.001

1) Means ± Standard Deviation

2) Means with superscripts (a > b) within a column are significantly different from each at α = 0.05 by duncan's multiple range test

3) Significance as determined by ANOVA test according to obesity index

알수 있다. 이외에도 과체중군은 비타민 A와 나이아신의 섭취가 저체중군, 정상체중군 보다 낮은 경향을 보이는 것은 물론 권장량에 미치지 못하였으므로 과체중군의 경우 미량영양소 섭취에 좀더 신경을 기하여야 할 것이다.

남학생은 여학생 보다 식물성 단백질 (p < 0.001)과 비타민 B<sub>1</sub> (p < 0.01), 조섬유소 (p < 0.05)의 섭취가 높았다.

### 3. 혈액성상

#### 1) 혈청 leptin 함량

연구대상자들의 혈청 leptin 함량은 Table 3에 나타나 있다. 저체중, 정상체중, 과체중군의 혈청 leptin 함량은 남학생이 각각 2.2 ng/ml, 3.2 ng/ml, 8.1 ng/ml이었고, 여학생의 경우 3.8 ng/ml, 5.5 ng/ml, 12.9 ng/ml로 나타나 과체중군의 혈청 leptin 함량이 저체중군과 정상체중군 보다 유의적으로 높게 나타났다 (p < 0.001). Leptin은 중추 신경계에 비만도에 관한 구심성 신호로 작용하여 식욕 및 포만중추에서 음식 섭취와 에너지 소비를 변화시켜 체지방을 조절하게 하는 것으로 알려져 있는데<sup>9)</sup> 비만유전자의 돌연변이로 leptin을 생산하지 못하는 ob/ob 마우스에서 비만이 생기는 것이 증명되었으나<sup>4)</sup> 비만인에서 이러한 leptin 농도가 상승해 있는 것으로 보아 비만증은 비만유전자의 염기순서, 기능의 이상보다는<sup>20)</sup> leptin 수용체의 이상으로 leptin에 대한 저항성이 증가되어 leptin 수용체에 leptin이 작용하지 못하는 것으로 보인다.<sup>20)</sup> 즉 비만인의 문제는 leptin에 대한 감수성이 떨어진다는 것이다.

국내외적으로 leptin은 비만과 관련하여 활발히 연구가 진행되고는 있으나, 실험동물에서와 달리 인체에서의 그 역할은 확실히 규명되지 않았다. Falori 등<sup>21)</sup>의 연구에서는 평균 연령 13.5세의 정상 여학생의 혈청 leptin 함량을 10.8 ng/ml로 보고하였으며 평균 연령 13.4세의 비만 여학생의 경우 27.5 ng/ml의 높은 수준을 나타내었다. Wabitsch 등<sup>22)</sup>이 6~19세의 비만 학생을 대상으로 한 연구에서도 여학생

의 혈청 leptin 함량이 25.2 ng/ml로 조사되었다. 우리나라 소아 및 청소년에 대한 Choe 등의 연구에서는<sup>23)</sup> 정상 체중군이 4.8 ng/ml, 비만군이 8.7 ng/ml로 나타나 본 연구결과와 유사하였으나 연구 대상자 중 고도 비만아의 참여율이 높은 외국의 연구와는 다소 차이를 나타내었다. 최근에는 혈청 leptin 농도가 비만외의 다른 인자, 즉 고에너지 식사와 같은 식이 섭취상태<sup>12)</sup> 및 성별, 공복시 인슐린 농도, 중성지방 등과의 연관성도 보고되고 있다.<sup>24-29)</sup>

본 연구에서는 여학생의 혈청 leptin 함량이 남학생 보다 유의적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.01$ ). 이러한 결과는 여학생이 남학생보다 체지방량이 높기 때문에 leptin 농도가 더 높다고 설명할 수 있다.<sup>30)</sup> Choe 등<sup>23)</sup>의 연구에서도 혈중 leptin 농도가 여학생에게서 더 높아 본 연구결과와 같은 결과를 나타내었다. 특히 여아는 사춘기가 시작되는 연령인 14~17세에 leptin 값의 급격한 증가를 보이는데<sup>23)</sup> 이는 사춘기 시작초기에 생식에 필요한 지방조직이 축적됨에 따라 생산되는 leptin의 함량은 높아지나 leptin에 대한 저항성으로 leptin 함량이 높게 유지되기 때문이다. Leptin에 대한 감수성은 사춘기가 끝나서 에너지 요구량이나 지방조직량이 안정화되어야 회복된다고 한다.<sup>31)</sup>

2) 혈청 지질함량

초등학생의 혈액성상을 조사한 결과는 Table 4에 나타나 있다. 본 연구에서는 저체중군에서 과체중군으로 갈수록 총콜레스테롤 수준이 증가하는 경향으로 보였으나 유의적이지는 않았다.

HDL-콜레스테롤은 말초조직의 콜레스테롤을 간으로 이동, 분해, 배설시키므로써 혈중 콜레스테롤을 낮추는 역할을 하므로, 혈청 HDL-콜레스테롤 수준의 감소는 동맥경화를 촉진시켜 심혈관질환을 유발시킨다.<sup>32)</sup> 본 연구 대상자의 HDL-콜레스테롤 수준은 학동기 아동을 대상으로한 연구들<sup>32,33)</sup> 보다 높게 나타났다. HDL-콜레스테롤은 과체중군에서 유의적으로 ( $p < 0.05$ ) 낮은 함량을 나타내었으며 남학생이 여학생 보다 높게 나타났다 ( $p < 0.001$ ).

우리나라 아동에 대한 혈청 중성지방 수준에 관한 정상범위는 아직 규명되어 있지 않으나 미국 소아과학회에서 제시한 기준치는 12~15세의 남아 36~138 mg/dl, 여아 41~138 mg/dl로 본 연구대상자의 평균 중성지방 수준 103.70 mg/dl은 정상범위에 속하였다. 연구대상자의 혈청 중성지방 수준은 저체중군에서 과체중군으로 갈수록 증가하였는데 이러한 비만군의 중성지방 상승은 인슐린 저항성과 고인슐린혈증으로 간에서 VLDL생성량이 증가하고 중성지방 분비를 증가시키기 때문인 것으로 생각된다.<sup>34)</sup>

Table 4. Blood parameters of elementary school students according to sex and obesity index

Variable	Male				Female				
	Total (n = 67)	Under wt. (n = 20)	Normal wt. (n = 23)	Over wt. (n = 24)	Sig-nificance <sup>2)</sup>	Under wt. (n = 19)	Normal wt. (n = 24)	Over wt. (n = 24)	Sig-nificance <sup>3)</sup>
Total cholesterol (mg/dl)	160.57 ± 29.57 <sup>1)</sup>	155.90 ± 27.87	158.65 ± 28.24	166.29 ± 33.37	N.S.	157.68 ± 27.60	160.42 ± 39.61	162.04 ± 32.82	N.S.
LDL-C <sup>4)</sup> (mg/dl)	84.95 ± 32.17	81.31 ± 26.43	87.19 ± 28.76	85.39 ± 39.81	N.S.	84.53 ± 30.06	86.21 ± 37.85	87.78 ± 30.62	N.S.
HDL-C <sup>5)</sup> (mg/dl)	57.84 ± 10.95	64.43 ± 5.23 <sup>6)</sup>	56.05 ± 11.59 <sup>6)</sup>	54.76 ± 11.76 <sup>6)</sup>	$p < 0.05$	49.96 ± 10.66 <sup>6)</sup>	55.40 ± 13.48 <sup>6)</sup>	44.37 ± 9.77 <sup>6)</sup>	$p < 0.05$
TC <sup>7)</sup> (mg/dl)	100.51 ± 52.24	88.00 ± 33.21	94.26 ± 34.60	116.92 ± 72.93	N.S.	97.16 ± 40.83 <sup>6)</sup>	94.25 ± 42.83 <sup>6)</sup>	127.25 ± 49.35 <sup>6)</sup>	$p < 0.05$
AI <sup>8)</sup>	1.90 ± 0.68	1.57 ± 0.49	1.96 ± 0.55	2.08 ± 0.85	N.S.	2.14 ± 0.84	1.98 ± 0.85	2.69 ± 1.07	$p < 0.05$

1) Means ± Standard Deviation

2) Significance as determined by ANOVA test according to obesity index

3) Significance as determined by Student's T-test according to the sex

4) LDL-cholesterol

5) HDL-cholesterol

6) Means with superscripts(a > b) within a row are significantly different from each at  $\alpha = 0.05$  by duncan's multiple range test

7) Triglyceride

8) Atherogenic index

동맥경화지수는 심혈관계질환 및 성인병 유발 가능성을 조기에 발견하기 위해 사용되는 지수로서 어느 한 지질인자의 작용만을 반영하게 되는 것을 수정한 것이며, 동맥경화 지수가 3.0이상인 경우 동맥경화 위험이 높은 것으로 판단된다.<sup>19)</sup> 본 연구 대상자들의 평균 동맥경화지수는 2.1로 동맥경화의 위험도가 높지 않았으나 과체중군이 저체중군과 정상체중군 보다 높은 경향을 나타내어 이에 대한 주의가 요구된다. 연구대상자 중 여학생의 동맥경화 지수가 남학생보다 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

**4. 혈청 leptin 함량, 비만도, 신체계측치, 영양소 섭취량 및 혈액성상과의 상관관계**

**1) 혈청 leptin 함량, 비만도와 신체계측치와의 상관관계**

연구대상자의 신체계측치와 혈청 leptin 함량 및 비만도의 상관관계를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 혈청 leptin 함량은 체중, 비만도, 수축기 혈압, 체지방과 정의 상관관계를, 체지방율과 체수분율과는 부의 상관관계를 나타내었다. Considine 등<sup>35)</sup>은 leptin이 체중의 증가와 가장 비례하여 증가한다고 보고하여 본 연구의 결과와 같은 경향을 나타내었다. 체지방율과 혈청 leptin 함량은 밀접한 관련을

**Table 5.** Correlation coefficients among serum leptin, obesity index and anthropometric measurements of elementary school students

Variable	Leptin			Obesity index		
	Total	Male	Female	Total	Male	Female
Height	0.1813 <sup>1)</sup>	0.0143	0.1143	-0.0478	-0.1169	0.0417
Weight	<b>0.7682***</b>	<b>0.6106***</b>	<b>0.8001***</b>	<b>0.7609***</b>	<b>0.7374***</b>	<b>0.8259***</b>
Obesity index	<b>0.7486***</b>	<b>0.8066***</b>	<b>0.8321***</b>	-	-	-
SBP	<b>0.5337***</b>	<b>0.3453*</b>	<b>0.3721**</b>	<b>0.4280***</b>	<b>0.3410**</b>	<b>0.5500***</b>
DBP	<b>0.2219*</b>	0.2436	0.2041	<b>0.1914*</b>	0.2156	0.2718*
Body fat	<b>0.9014***</b>	<b>0.8663***</b>	<b>0.8314***</b>	<b>0.8187***</b>	<b>0.8008***</b>	<b>0.9105***</b>
LBM	-0.8878***	-0.8588***	-0.8323***	-0.7986***	-0.7955***	-0.8802***
TBW	<b>-0.7347***</b>	<b>-0.6564***</b>	<b>-0.6938***</b>	<b>-0.7457***</b>	<b>-0.6949***</b>	<b>-0.8667***</b>

1) Pearson's correlation coefficient  
 \*\*: Significance at  $p < 0.01$

\*: Significance at  $p < 0.05$   
 \*\*\*: Significance at  $p < 0.001$

**Table 6.** Correlation coefficients among serum leptin, obesity index and nutrients intakes of elementary school students

Variable	Leptin			Obesity index		
	Total	Male	Female	Total	Male	Female
Energy	-0.0825 <sup>1)</sup>	-0.2153	0.0150	-0.1230	-0.2106	-0.0792
Protein	-0.0908	-0.0779	-0.0366	-0.0727	-0.0426	-0.1194
Animal protein	0.0520	0.1262	-0.0036	0.0370	0.1451	-0.0817
Plant protein	-0.2363*	-0.3270*	-0.0650	-0.1858	-0.3010*	-0.1213
Fat	0.0788	0.1091	0.0515	-0.0116	0.0453	-0.0521
Animal fat	0.1377	0.2219	0.0943	0.1175	0.2302	-0.0232
Plant fat	0.0133	-0.0887	0.0190	-0.1031	-0.1865	-0.0573
Cholesterol	0.3182**	0.1168	0.3651**	0.0669	-0.0344	0.1746
Carbohydrate	-0.1556	-0.3676**	0.0316	-0.1773*	-0.3534**	-0.0566
Crude fiber	-0.1589	-0.2644	0.0134	-0.1942*	-0.2532*	-0.1456
Vitamin A	-0.0911	-0.1005	-0.0858	-0.1745*	-0.1848	-0.1746
Vitamin B <sub>1</sub>	-0.2165*	-0.2171	-0.1342	-0.1446	-0.2124	-0.0994
Vitamin B <sub>2</sub>	-0.0320	-0.0888	0.0849	-0.0808	-0.1389	-0.0264
Niacin	-0.0571	-0.1090	-0.0040	-0.0885	-0.1090	-0.0796
Vitamin C	-0.2008*	-0.2547	-0.1258	-0.2177*	-0.3009*	-0.1049
Calcium	-0.0671	-0.0360	-0.0765	-0.0668	-0.0155	-0.1194
Phosphorus	-0.0392	-0.0711	0.0058	-0.0691	-0.0608	-0.0851
Iron	-0.1599	-0.2187	-0.0332	-0.1200	-0.1028	-0.1637
Zinc	-0.0787	-0.1136	0.0204	-0.0409	-0.0522	-0.0476

1) Pearson's correlation coefficient

\*: Significance at  $p < 0.05$

\*\* : Significance at  $p < 0.01$



가져 체지방의 증가로 인해 지방조직에서 분비되는 leptin의 양이 증가되는 것으로 보고되었는데,<sup>6)</sup> 본 연구에서도 체지방율이 혈청 leptin 함량과 높은 정의 상관관계를 나타냈다. 또한 혈청 leptin 함량은 체지방율의 간접적인 지표로 알려진 비만도와 유의적으로 높은 정의 상관관계를 보였다.

비만도도 leptin과 같은 경향으로 체중, 수축기 혈압, 체지방율과 정의 상관관계를, 체지방율과 체수분율과는 부의 상관관계를 나타내었다. Macedo 등<sup>36)</sup>도 5~18세 아동과 청소년을 대상으로 한 연구에서도 혈압은 체중 ( $p < 0.01$ ) 및 비만도 ( $p < 0.01$ )와 유의적인 정의 상관관계를 나타내어 비만과 심혈관질환의 관련성을 제시해 주고 있다.

**2) 혈청 leptin 함량, 비만도와 영양소 섭취량과의 상관관계**

연구 대상자들의 혈청 leptin 함량, 비만도와 영양소 섭취량과의 상관관계는 Table 6에 나타나 있다. 초등학생의 혈청 leptin 함량은 콜레스테롤 섭취량 ( $p < 0.01$ )과 유의적인 정의 상관관계를 나타낸 반면, 식물성 단백질 ( $p < 0.05$ ), 비타민 B<sub>1</sub> ( $p < 0.05$ ), 비타민 C의 섭취량 ( $p < 0.05$ )과는 부의 상관관계를 나타내었다. 남학생의 경우에는 식물성 단백질 ( $p < 0.05$ )과 탄수화물 ( $p < 0.01$ ) 섭취량이 혈청 leptin과 유의적인 부의 상관관계를 나타낸 반면 여학생의 혈청 leptin함량은 콜레스테롤 섭취량과 정의 상관관계 ( $p < 0.01$ )만을 나타내었다.

Kim 등의 연구<sup>37)</sup>에서는 혈청 leptin함량이 동물성 지방 섭취량과 유의적인 양의 상관관계 ( $p < 0.05$ )를 나타내었으나 본 연구에서는 콜레스테롤 섭취량과 정의 상관관계를 나타내었으나 동물성 지방 섭취량과는 유의적인 상관성이 나타나지 않았다. 생쥐를 이용한 동물실험에서 고지방식이를 공급한 결과 혈청중 leptin 함량이 증가되었다는 보고가 있었으나<sup>38)</sup> 20대의 성인 남녀 12명을 대상으로 7일간 고지방식이를 공급하였을 때 혈청 leptin 함량에 유의적인 변화를 나타내지 않는 것으로 보고되어 있어<sup>39)</sup> 정확한 결론을 내리기가 어렵다. 또한 식이섭취의 변화로 영향을 받을 수 있는 영양소 섭취량과 혈중 leptin 함량과의 관련성을 살펴

본 우리나라의 연구 결과들<sup>2,18)</sup>에서도 다양한 결과를 보여 이분야에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

비만도와 영양소 섭취량과의 상관관계를 조사한 결과에서는 탄수화물 ( $p < 0.05$ ), 조섬유 ( $p < 0.05$ ) 비타민 A ( $p < 0.05$ ), 비타민 C의 섭취량 ( $p < 0.05$ )은 비만도와 부의 상관관계를 나타내었다. 남학생의 비만도는 식물성 단백질 ( $p < 0.05$ ), 탄수화물 ( $p < 0.01$ ), 조섬유소 ( $p < 0.05$ ), 비타민 C의 섭취량 ( $p < 0.05$ )과 부의 상관성을 나타낸 반면 여학생의 경우에는 비만도와 영양소 섭취량간에 이러한 상관성을 찾아볼 수 없었다.

**3) 혈청 leptin 함량, 비만도와 혈액성상과의 상관관계**

초등학생의 혈청 leptin 함량, 비만도와 혈액성상과의 상관관계는 Table 7과 같다. 연구 대상자 모두의 혈청 leptin 함량은 중성지방 수준 ( $p < 0.05$ ), 동맥경화지수 ( $p < 0.001$ )와 정의 상관관계를, HDL-콜레스테롤 수준과는 부의 상관관계 ( $p < 0.001$ )를 나타내었으며, 이러한 상관성은 남학생 보다 여학생에서 뚜렷이 나타났다.

중성지방은 지방세포에 에너지가 저장되는 주된 형태로 지방량이 많을수록 증가하는 경향이므로 전체적으로 볼 때 leptin과 상관관계가 있는 것으로 보고되었으나<sup>40)</sup> 이들 사이에 상관관계가 있다기 보다는 전반적으로 중성지방 농도가 체질량지수에 비례하기 때문인 것으로 생각된다.

전체 연구 대상자의 비만도가 증가함에 따라 혈청 중성지방 수준 ( $p < 0.01$ ), 동맥경화지수 ( $p < 0.01$ )는 증가하였다. 남학생의 경우 비만도와 정의 상관성은 동맥경화 지수와만 정의 상관성 ( $p < 0.05$ )을 나타낸 반면 여학생은 중성지방 ( $p < 0.05$ ), 동맥경화지수 ( $p < 0.05$ )는 비만도와 정의 상관관계를, HDL-콜레스테롤 수준과는 부의 상관관계를 ( $p < 0.05$ ) 나타내어 Han 등<sup>41)</sup>이 초등학교 아동을 대상으로 한 연구와 일치하였다. 이상의 결과를 볼 때 남학생 보다 여학생의 혈청지질 성상이 혈청 leptin 및 비만도와 더 높은 관련성이 있는 것으로 사료된다.

**Table 7.** Correlation coefficients among serum leptin, obesity index and serum lipids of elementary school students

Variable	Leptin			Obesity index		
	Total	Male	Female	Total	Male	Female
Total cholesterol	0.0205 <sup>1)</sup>	0.1348	-0.0031	0.1161	0.1682	0.0674
HDL - cholesterol	-0.3237***	-0.1713	-0.2975*	-0.1891	-0.0934	-0.3064*
LDL-cholesterol	0.0835	0.0794	0.0833	0.0861	0.0800	0.0948
Triglyceride	0.2143*	0.1602	0.2575	0.2418**	0.2188	0.2790*
Atherogenic index	0.3286***	0.1891	0.3262*	0.2700**	0.3008*	0.2899*

1) Pearson's correlation coefficient  
 \*\*: Significance at  $p < 0.01$   
 \* : Significance at  $p < 0.05$   
 \*\*\*: Significance at  $p < 0.001$

## 요약 및 결론

경기지역 일부 초등학생의 비만도 및 성별에 따른 영양섭취 상태와 혈청 leptin 및 혈청 지질 함량을 조사한 결과에 대한 요약은 다음과 같다.

1) 연구대상자의 신체측측 결과 신장과 체중은 각각 평균 150.8 cm, 45.6 kg이었으며 체중 백분위수에 의한 비만도는 남학생의 경우 저체중, 정상체중, 과체중군 각각 -14.70%, -0.93%, 31.23%, 여학생의 경우는 -17.32%, -1.07%, 26.95%이었으며 남학생과 여학생 모두 체지방율은 과체중군이 저체중군과 정상체중군 보다 유의적으로 높았으나 체지방율과 체수분율은 가장 낮게 나타났다. 여학생이 남학생에 비해 체지방율은 유의적으로 높게, 체지방율과 체수분율은 낮게 나타났다.

2) 초등학생의 1일 평균 영양소 섭취량을 분석한 결과 남학생과 여학생 모두 과체중군의 총 식품 섭취량과 비타민의 섭취량이 저체중군 보다 낮은 경향을 나타내었으며, 여학생의 무기질 섭취량은 과체중군에서 가장 낮게 나타났으나 유의적인 차이가 없었다. 영양권장량에 대한 영양소 섭취비율을 조사한 결과 연구 대상자 모두 비타민 B<sub>2</sub>와 칼슘, 아연을 권장량 이하로 섭취하고 있는 것으로 나타났으며 철 섭취량은 여학생에서 권장량 보다 낮게 나타나 이들 영양소의 보충이 요구되었다. 남학생이 여학생 보다 식물성 단백질, 조섬유소와 비타민 B<sub>2</sub>의 섭취는 높았다.

3) 연구대상자들의 혈중 leptin 함량은 저체중, 정상체중, 과체중군 각각 남학생은 2.2 ng/ml, 3.2 ng/ml, 8.1 ng/ml, 여학생은 3.8 ng/ml, 5.5 ng/ml, 12.9 ng/ml로 과체중군이 저체중군과 정상체중군 보다 높게 나타났으며, 여학생의 혈청 leptin 함량이 남학생 보다 높게 나타났다.

4) 초등학생의 혈청 지질함량 중 HDL-콜레스테롤은 남학생의 경우 저체중군에서 유의적으로 높게 나타났으며, 여학생의 경우에는 과체중군에서 유의적으로 낮게 나타났다. 중성지방 수준은 여학생의 과체중군이 다른 두군에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 동맥경화지수는 여학생의 동맥경화 지수가 남학생 보다 높았다.

4) 연구대상자의 혈청 leptin 함량은 비만도와 유의적인 정 상관성을 나타내었다 ( $p < 0.001$ ). 혈청 leptin 함량과 비만도 모두는 체중, 수축기 혈압, 체지방과 정의 상관관계를, 체지방율과 체수분율과는 부의 상관관계를 나타내어 신체측측치와 비만도 및 혈청 leptin 간의 강한 연관성을 나타내었다. 또한 혈청 leptin 함량은 콜레스테롤 섭취량과 정의 상관관계를 나타낸 반면, 식물성 단백질, 비타민 B<sub>1</sub>,

비타민 C의 섭취량과는 부의 상관관계를 나타내었다. 비만도는 탄수화물, 조섬유, 비타민 A, 비타민 C의 섭취량과 부의 상관관계를 나타내었다.

5) 연구 대상자의 중성지방 수준, 동맥경화지수는 혈청 leptin 함량 및 비만도와 정의 상관관계를 나타내었다. 그러나 혈청 leptin 함량은 HDL-콜레스테롤 수준과는 부의 상관관계를 나타내었으며, 이러한 경향은 여학생에서 보다 뚜렷이 나타났다.

이상과 같이 경기지역 초등학생의 과체중군의 영양소 섭취가 정상 체중군과 저체중 군에 비하여 오히려 낮은 경향을 나타내므로 과체중군은 양적으로 질적으로 적절한 영양소 섭취가 이루어져야 하겠다. 초등학생 전체 대상자의 비타민 B<sub>2</sub>, 칼슘, 철, 아연의 섭취량은 권장량에 크게 미달되었으며, 특히 여학생의 철을 비롯한 무기질의 보충이 이시기에 중요한 문제로 대두되었다. 이러한 미량 영양소 섭취 부족은 저체중군과 과체중군 모두에서 나타나고 과체중군이 더 낮게 조사되므로 부족한 영양소를 보충할수 있는 균형된 영양섭취가 이루어져야 한다. 혈청 leptin 함량은 비만도의 증가와 밀접한 관련성이 있어 체지방, 혈청 지질 및 동맥경화지수의 증가와 함께 증가되는 경향을 보였으며 남학생 보다 체지방이 높은 여학생에게서 이러한 경향은 더욱 현저하게 나타났다. 혈중 leptin 함량이 열량 섭취량과는 유의적인 상관성을 보이지 않았으나 콜레스테롤, 식물성 단백질, 비타민 B<sub>1</sub>, 비타민 C의 섭취량과는 상관성을 나타내어 식이인자와의 관련성이 제시되었는데 이를 기초로 추후 혈청 leptin과 영양소 섭취에 관한 보다 더 많은 연구가 이루어져야 하겠다.

## ■ 감사의 글

본 연구는 1997년 보건복지부 보건의료 기술 연구개발사업 (HMP-97-F)의 지원에 의하여 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

## Literature cited

- 1) Kim HS, Lee LH. The prevalence of obesity and it's related factors of high school girls in the large cities. *Korean J Nutrition* 26(2): 182-188, 1993
- 2) Lee YS. A study of food habits, serum leptin, zinc and copper status in Korean elementary, middle and high school students with different obesity index. Sookmyung women's university, 1999
- 3) Kim SL, Park HR. The relationship of obesity and related behaviors among 4th and 5th Grade-Primary School Children. *Kor J Dietary Culture* 10(1): 19-28, 1995

- 4) Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* 372(1): 425-432, 1994
- 5) Considine RV, Caro JF. Leptin: gene, concepts and clinical perspective. *Horm Rew* 46: 249-256, 1996
- 6) Luke AH, Rotimi CN, Cooper RS, Long AE, Forrester TE, Wilks R, Bennett FL. Leptin and body composition of Nigerians, Jamaicans, and US blacks. *Am J Clin Nutr* 67: 391-396, 1998
- 7) Halaas JL, Gajiwala KS, Maffei M, Cohen SL, Chait BT, Rabinowitz D, Lallone RL, Burley SK, Friedman JM. Weight-reducing effects of the plasma protein encoded by the obese gene. *Science* 269(28): 543-546, 1995
- 8) Pellymouther MA, Cullen MJ, Baker MB, Hecht R, Winters D, Boone T. Effects of the obese gene product on body weight regulation in ob/ob mice. *Science* 269: 540-543, 1995
- 9) Ferron F, Considine RV, Peino R, Lado IG, Dieguez C, Casanueva FF. Serum leptin concentrations in patients with anorexia nervosa, bulimia nervosa and non-specific eating disorders correlate with the body mass index but are independent of the respective disease. *Clin Endocrinology* 46: 289-293, 1997
- 10) Lonqvist F, Arner P, Nordfors S, Schalling M. Overexpression of the obese gene in adipose tissue of human obese subjects. *Nature Med* 1: 950-953, 1995
- 11) Maffei M, Halaas JL, Ravussin E, Pratley RE, Lee GH, Zhang Y, Fei H, Kim S, Lallone R, Ranganathan S, Kern PA, Friedman JM. Leptin levels in human and rodent measurement of plasma leptin and ob RNA in obese and weight-reduced subjects. *Nature Med* 1: 1155-1161, 1995
- 12) Kolaczynski JW, Ohannesian J, Considine RV, et al. Response of leptin to short-term and prolonged overfeeding in human. *J Clinical Endo Metabolism* 91: 4162-4165, 1996
- 13) Food composition table, 5th revision, National Rural Living Science Institute, R.D.A, 1996
- 14) Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502, 1972
- 15) Gastineau CF. Mayo clinic diet manual. 7th ed. BC Decker Inc. Toronto, Philadelphia, 1994
- 16) Choi Y, Lee CY, Noh JI, Hong CE, Lee SI. A study on blood pressure measurement of children in Seoul area. *J Korean Pediatr Soc* 32: 1086-1091, 1989
- 17) Recommended dietary allowances for Koreans, 7th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 2000
- 18) Kim MH. The study of nutritional status, serum leptin, copper and zinc contents of Korean middle school female students according to the body mass index. Sookmyung women's university, 1999
- 19) 95 National Nutritional Survey Report, Ministry of health and welfare, 1997
- 20) Considine RV, Considine EL, Williams CJ, et al. Evidence against either a premature stop codon or the absence of obese gene mRNA in human obesity. *J Clin Invest* 95: 2986-2988, 1995
- 21) Falorni A, Bini V, Molinari D, Papi F, Celi F, Stefano GD, Berioli MG, Bacosi ML, Contessa G. Leptin serum levels in normal weight and obese children and adolescents: relationship with age, sex, pubertal development, body mass index and insulin. *Int J Obes* 21: 881-890, 1997
- 22) Wabitsch M, Blum WF, Muehe R, Braun M, Hube F, Rascher W, Heinze E. Contribution of androgens to the gender difference in leptin production in obese children and adolescents. *J Clin Invest* 100(4): 808-813, 1997
- 23) Choe YH, Kim SK, Hyun IY. Serum leptin concentration in Korean children. *J Korean Pediatr Soc* 41(7): 960-965, 1998
- 24) Lee KY. Adiposity, metabolic parameters and circulation leptin. *J Korean Soc Study Obesity* 7(4): 323-331, 1998
- 25) Park IB, Oh JH, Kim NH, Kim YH, Kim SJ, Baik SH, Choi DS. Serum leptin concentrations in Korean NIDDM patients. *J Kor Soc Stu Obesity* 7(4): 316-322, 1998
- 26) Kim EM, Cho EY, Kwon SJ, Lee JH, Song YD, Lee HC, Huh KB. A study on relationship between the adiposity and serum leptin concentration in adult women. *J Kor Soc Stu Obesity* 8(4): 244-255, 1999
- 27) Shin JH, Nam SY, Kim ES, Kim KR, Cha BS, Song YD, Lim SK, Lee HC, Huh KB. Serum immunoreactive-leptin concentrations to adiposity and other biochemical parameters in Korean adults. *J Korean Soc Endocrinology* 13(2): 216-222, 1998
- 28) Friedman JM, Halaas JL. Leptin and the regulation of body weight in mammals. *Nature* 395(22): 763-770, 1998
- 29) Sorensen T, Echwald, Soren M, Holm, Jens C. Leptin in obesity. *Inter J Obesity* 313: 953-957, 1996
- 30) Nam SY, Shin JH, Choi BK, Kim KW, Kim KR, Song YD, Lim SK, Lee HC, Huh KB. Serum leptin levels in obese Korean adults with varying glucose tolerance; its relationship to insulin and body fat distribution. *J Kor Soc Stu Obes* 8(2): 145-153, 1999
- 31) Hassink SG, Sheslow DB, Lancey E, Opentanova I, Considine RV, Caro JF. Serum leptin in children with obesity: Relationship to gender and development. *Pediatrics* 98: 201-203, 1996
- 32) Son SM, Lee JH. Obesity, serum lipid and related eating behaviors of school children. *Korean J Community Nutrition* 2(2): 141-150, 1997
- 33) Yim, KS, Yoon, EY, Kim, CI, Kim, KT, Kim, CI, Mo, SM and Choi, HM. Eating behavior, Obesity and serum lipid levels in children. *Kor J Nutr* 26(1): 56-66, 1993
- 34) Lee, HO. Nutritional status, immune response and trace minerals in Korean urban young women according to body mass index. Sookmyung university doctoral dissertation, 1997
- 35) Considine RV, Sinha MK, Heiman ML, Kriauciunas A, Stephens TW, Nyce MR, Ohannesian J, Marco GC, Makee LJ, Bauer TL, Caro JF. Serum immunoreactive-leptin concentration in normal-weight and obese humans. *The New England J Med* 334: 292-295, 1996
- 36) Macedo ME, Ttigueiros D, De Freitas F. Prevalence of high blood pressure in children and adolescents, Influence of obesity. *Rev Port Cardiol* 16(1): 27-30, 1997
- 37) Kim YS, Kim SK, Kim HJ. A study on serum leptin concentrations by obesity index in male college students in Korea. *Korean J Nutrition* 33(5): 524-531, 2000
- 38) Frederich RC, Hamann A, Anderson S. Leptin levels reflects body lipid content in mice: Evidence for diet-induced resistance to leptin action. *Nat Med* 1: 1311-1314, 1995
- 39) Schrauwen P, Marken LW, Westerterp KR, Saris WH. Effect of diet composition on leptin in lean subjects. *Metabolism* 46(4): 420-424, 1997
- 40) Rosenbaum M, Leibel RL. Pathophysiology of childhood obesity. *Adv Pediatr* 35: 73-137, 1988
- 41) Han JS, Rhee SH. The relationship between serum cholesterol level and dietary intake in obese children. *J Kor Society Food and Nutr* 25(3): 433-440, 1996