

## 비만아의 체성분 및 생화학적 측정치와 혈중 Leptin 농도와의 관계

손수진 · 이희자<sup>1)</sup> · 최봉순<sup>§</sup> · 박명희<sup>2)</sup> · 이은주 · 서주영

대구가톨릭대학교 식품영양학과, 경북대학교 식품영양학과,<sup>1)</sup> 대구대학교 식품영양학과<sup>2)</sup>

### Relationship among Body Composition, Biochemical Measurements and Serum Leptin Level in Obese Children

Son, Su-Jin · Lee, Hee-ja<sup>1)</sup> · Choi, Bong-Soon<sup>§</sup> · Park, Myeung-Hee<sup>2)</sup> · Lee, Eun-Ju · Seo, Ju-Young

Department of Food and Nutrition, Catholic University of Daegu, Daegu 712-702, Korea

Department of Food Science and Nutrition,<sup>1)</sup> Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Department of Food and Nutrition,<sup>2)</sup> Taegu University, Daegu 712-714, Korea

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the relationship among the anthropometric measurements, body composition indices, biochemical indices and serum leptin level of obese school children. The study was conducted on 97 elementary school children from 4 - 5th grade residing in Daegu and Kyungbuk area. Obesity was defined as fat percentage that exceed 25% of body fat mass. The prevalence of obesity of subject was 58.3% for male and 54.1% for female. The mean value of height, weight, body composition indices and biochemical indices of obese group were significantly higher than those of control group. The leptin level was significantly different in obese group but showed no difference by gender. The differences of leptin level were according to adiposity and BMI in obese subjects. Multiple regression analysis data showed that the BMI and body fat mass may influence on the leptin level of subject. Also, these data revealed the leptin resistance in obese children and relationship between leptin level and various factors including anthropometric measurements, body composition and biochemical indices. Additional research should be necessary to assess the mechanism of leptin resistance in obese children. (*Korean J Nutrition* 35(4) : 454~463, 2002)

KEY WORDS: leptin, anthropometric measurements, body composition indices, biochemical indices, obese.

## 서 론

우리나라는 산업화에 따른 경제성장으로 생활수준이 향상되어 생활이 편리해지고, 서구식 식생활의 유입으로 식생활 패턴이 변화되면서 비만증이 중요한 건강문제로 대두되고 있으며,<sup>1)</sup> 최근에 들어서는 소아비만의 빈도가 세계적으로 점점 증가하는 추세에 있다.<sup>2)</sup> 우리나라에서도 비만 이환율이 비교적 빠른 속도로 증가하고 있다는 점에서 중요성이 인식되고 있으며, 소아비만은 중요한 보건 문제의 하나로 대두되고 있다.<sup>3,6)</sup> 소아 및 청소년 비만은 지방세포의 수가 증가하므로 성인비만 보다 증상이 심하고 치료가 어려우며,<sup>7)</sup> 성인 비만으로 이행될 위험성이 높다.<sup>8,12)</sup>

비만은 유전적 원인, 에너지 섭취 및 소비의 불균형, 운동 부족, 호르몬 이상과 대사 이상 등 여러 가지 원인이 복합적

으로 관련되어 있는 것으로 보고되고 있다.<sup>6-13)</sup> 최근까지의 연구에서 성인의 경우 혈중 leptin 농도가 체질량지수 및 체지방비율, 성별, 중성지방 등과 관련이 있는 것으로 보고되어 비만과 leptin과의 관계에 대해 관심이 높아지고 있다.<sup>14)</sup> Leptin은 비만유전자 (ob gene)의 산물로서 지방세포에서 생성되어 분비되고 167개의 아미노산으로 구성되어 있으며, N말달에서 21개의 아미노산으로 된 시그널 펩타이드가 제거되어 혈액 중에서는 146개의 아미노산 구조로 존재하게 된다.<sup>15)</sup> Ob 유전자 특이단백질 산물인 leptin은 시상하부로 체내 에너지 저장정도를 전달하는 구심성 포만신호로 작용하여 식욕을 감소시키고 열량 소모를 증가시켜 에너지 항상성을 유지하여 체중 조절에 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있으며 비만과의 여러 가지 가능성이 제시되고 있다.<sup>16)</sup> 한편, 사람에서는 비만하게 될수록 지방량이 증가하게 되고 생성되는 leptin의 농도가 증가하게 되어 혈중 leptin 농도는 상승하지만 식욕조절은 되지 않아 leptin에 대해 저항성이 발생하는 것으로 보고되고 있으나 그 기전은 아직 명확하게 밝혀져 있지 않다.<sup>17,18)</sup>

접수일: 2002년 3월 15일

채택일: 2002년 5월 7일

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

소아에서는 leptin과의 관련 인자에 대한 연구가 일부 있으나,<sup>19)</sup> 아직까지 국내외적으로 많지 않은 실정이고 더욱이 체지방율을 비만의 판정 지표로 삼아 비만도에 따른 관련변수들을 고려한 연구가 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 체지방율을 비만의 판정지표로 삼아 비만 아동에서의 신체계측치, 체성분 분석치, 혈중 leptin 농도를 비롯한 생화학적 자료 등을 분석하고 이들 인자들 간의 상호 관련성을 알아보려고 시도되었다.

## 연구내용 및 방법

### 1. 조사 대상

대구 및 대구 인근지역 초등학교 4~5학년에 재학중인 아동들을 대상으로 실시하였으며, 신체계측과 체성분을 분석하여 체지방율이 25%이상인 아동을 비만군, 25%미만인 아동을 대조군으로 선정하였다. 본 연구에 참여한 대상자의 분포는 비만군 55명 (남: 35명, 여: 20명), 대조군 42명 (남: 25, 여: 17명)으로 총 97명이었다.

### 2. 조사내용 및 방법

#### 1) 신체 계측 및 체성분 분석

신체계측 및 체성분 분석 장비인 inbody 3.0을 이용하여 측정하였다. 기존의 경험 변수를 사용하지 않은 inbody 3.0은 입력정보 (성별)를 바꾸어도 결과 (체지방량, 체지방율, 제지방량)에는 변화가 없는 체성분 분석기이다. 즉 신장 (height) 및 체중 (weight), 체지방량 (fat mass, kg), 제지방 (lean body mass, kg = 근육량 + 무기질량), 근육량 (soft lean mass, kg), 체지방율 (percent body fat, %), 복부지방율 (abdominal fat distribution, waist-hip ratio: WHR), 비만도 (obesity degree, %), BMI (Body mass index, kg/m<sup>2</sup>), 상완위둘레 (arm muscle circumference: AMC; cm), 체세포량 (Body cell mass: BCM; kg), 신체발달점수 (fitness score) 등을 측정 분석하였다. 신체발달점수는 일반인이 쉽게 이해할 수 있도록 체성분 조성을 점수화하여 나타낸 것으로 100~60점까지 분포하는데 70점 이하는 전반적인 신체 상태가 허약하다고 할 수 있고, 보통 사람의 경우 70~90점, 90점 이상의 점수가 나오는 경우 운동선수나 운동을 많이 해서 근육이 많이 발달한 경우이다. 이 점수는 근육량에 의해 산정된 점수이므로 근육이 많을수록 점수가 높고, 근육이 적고 체지방이 많을수록 점수가 낮게 측정된다.<sup>20)</sup> 체성분 검사를 종합하여 근육형태, 신체영양상태, 상하균형, 좌우균형을 평가하였다. 근육형태는 체중과 근육의 과부족에 따른 체질분류표로 정상체중의

110% 초과시 과체중, 90% 미달시 저체중, 현재 체중에서 근육량이 부족하면 저근육형, 많으면 근육형으로 분류되었다. 신체영양상태에서는 신체의 구성성분인 근육, 지방, 골격의 과부족을 평가하였다. 상하균형에서는 상하체의 상대적인 발달정도를, 좌우균형에서는 좌우의 균형정도를 평가하였다.

### 2) 혈액 분석

#### (1) 혈액채취

공복상태에서 채취된 혈액을 3000 rpm으로 15분간 원심 분리하여 혈청을 얻은 후 분석에 사용하였다.

#### (2) 혈당, 혈중 철분상태 및 혈중지질 농도

혈당 (glucose), 헤모글로빈 (HB), ferritin, Iron, total-cholesterol, HDL-cholesterol, 중성지방 (TG)은 자동분석기를 이용하여 효소법으로 측정하였다.

LDL-cholesterol 함량은 다음과 같이 Friedwald formula<sup>21)</sup>에 의거하여 산출하였다.

$LDL\text{-cholesterol} = (\text{total-cholesterol}) - (\text{HDL-cholesterol}) - (\text{중성지방}/5)$

#### (3) 혈중 Leptin 농도

혈중 leptin농도는 leptin 측정용 kit (Human Leptin RIA kit, LINCO Research, INC)를 사용하여 radioimmuno assay (RIA) 방법으로 측정하였다.

### 3) 통계처리

SPSS통계 패키지를 이용하여 통계분석을 시행하였으며, p값이 0.05미만일 때 유의한 것으로 간주하였다. 측정치는 빈도수 및 백분율, 평균 및 표준편차로 표시하였으며, 성별과 비만도에 따른 관련인자들의 비교는 교차분석 (cross-tabs)과 t-test 및 분산분석 (one-way ANOVA)을 사용하였으며, 다중범위 비교 (multiple range tests)는 Scheffe test를 이용하였다. 혈중 leptin 농도와 관련 인자 상호간의 상관성은 Pearson의 correlation coefficient로 구하였다. 단계적 다중회귀분석 (multiple regression analysis by stepwise method)을 통하여 leptin 농도에 미치는 상대적인 강도를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 비만도 판정

조사 대상자들의 비만도를 여러 가지 방법으로 진단한 결과는 Table 1과 같다. 체질량지수 (body mass index:

BMI:  $\text{kg/m}^2$ ) 25를 기준으로 하여 비만을 판정한 결과 비만군의 분포는 총 조사 대상자의 30.9%로 나타났고, 상대체중 (relative weight, percent of ideal body weight: PIBW: 실제체중  $\times$  100/표준체중) 120%를 기준으로 하여 판정한 결과 비만군은 27.8%의 분포를 나타내었다. 아동의 비만을 판정하는 방법으로 체격지수를 이용한 비체중

**Table 1.** Proportion of obesity by obesity indices in subjects

Indices	Criteria	Sex		Total
		Male	Female	
BMI ( $\text{kg/m}^2$ )	Control ( $\leq 25$ )	36 (60.0)	31 (83.8)	67 (69.1)
	Obese ( $> 25$ )	24 (40.0)	6 (16.2)	30 (30.9)
RW (%)	Control ( $\leq 120$ )	39 (65.0)	31 (83.8)	70 (72.2)
	Obese ( $> 120$ )	21 (35.0)	6 (16.2)	27 (27.8)
%FAT (%)	Control ( $\leq 25$ )	25 (41.7)	17 (45.9)	42 (43.3)
	Obese ( $> 25$ )	35 (58.3)	20 (54.1)	55 (56.7)

BMI: body mass index = body weight (kg)/height ( $\text{m}^2$ )

RW: relative weight = body weight  $\times$  100/standard weight

%FAT: percent body fat

**Table 2.** Correlation coefficients among RW, BMI and % Fat in subjects

Variable	RW	BMI	% FAT
RW	1		
BMI	0.87**	1	
%FAT	0.54**	0.59**	1

BMI: body mass index = body weight(kg)/height( $\text{m}^2$ )

RW: relative weight = body weight  $\times$  100/standard weight

%FAT: percent body fat

\*\* :  $p < 0.01$

**Table 3.** Comparisons of anthropometric measurements and body composition between control and obese groups

Variable	Male		Female		All subjects	
	Control	Obese	Control	Obese	Control	Obese
Height (cm)	132.28 $\pm$ 5.18 <sup>1)</sup>	143.62 $\pm$ 6.68***	133.77 $\pm$ 5.46	138.32 $\pm$ 6.92*	132.88 $\pm$ 5.28	141.69 $\pm$ 7.18***
Weight (kg)	29.49 $\pm$ 3.58	54.25 $\pm$ 12.14***	28.83 $\pm$ 2.82	42.60 $\pm$ 11.93***	29.23 $\pm$ 3.27	50.13 $\pm$ 13.22***
BMI ( $\text{kg/m}^2$ )	16.80 $\pm$ 1.13	26.09 $\pm$ 4.50***	16.12 $\pm$ 1.34	21.91 $\pm$ 4.28***	16.53 $\pm$ 1.26	24.57 $\pm$ 4.83***
RW (%)	92.31 $\pm$ 8.96	125.06 $\pm$ 20.58***	86.80 $\pm$ 11.63	110.09 $\pm$ 15.47***	90.08 $\pm$ 10.36	119.62 $\pm$ 20.09***
Fat mass (kg)	5.78 $\pm$ 1.46	20.71 $\pm$ 7.25***	5.93 $\pm$ 1.27	14.39 $\pm$ 6.65***	5.84 $\pm$ 1.37	18.41 $\pm$ 7.62***
Soft lean mass (kg)	22.11 $\pm$ 2.32	31.50 $\pm$ 5.28***	21.33 $\pm$ 1.98	26.46 $\pm$ 5.47***	21.80 $\pm$ 2.20	29.67 $\pm$ 5.84***
Lean body mass	23.71 $\pm$ 2.44	33.53 $\pm$ 5.52***	22.91 $\pm$ 2.08	28.45 $\pm$ 5.72***	23.39 $\pm$ 2.31	31.61 $\pm$ 6.11***
% FAT (%)	19.39 $\pm$ 3.13	37.10 $\pm$ 6.15***	20.45 $\pm$ 3.34	32.49 $\pm$ 6.00***	19.82 $\pm$ 3.22	35.42 $\pm$ 6.44***
WHR	0.86 $\pm$ 2.08	0.95 $\pm$ 5.90***	0.81 $\pm$ 2.57	0.86 $\pm$ 4.48***	0.84 $\pm$ 3.62	0.92 $\pm$ 7.02***
AMC (cm)	16.04 $\pm$ 0.77	19.76 $\pm$ 1.95***	15.65 $\pm$ 0.64	17.88 $\pm$ 2.08***	15.88 $\pm$ 0.74	19.08 $\pm$ 2.18***
Fitness score	76.16 $\pm$ 4.47	72.89 $\pm$ 3.84**	76.06 $\pm$ 6.49	78.10 $\pm$ 4.19	76.12 $\pm$ 5.31	74.78 $\pm$ 4.68
BCM (kg)	16.04 $\pm$ 0.77	19.76 $\pm$ 1.95***	15.65 $\pm$ 0.64	17.88 $\pm$ 2.08***	15.88 $\pm$ 0.74	19.08 $\pm$ 2.18***

BMI: body mass index, RW: relative weight AMC: arm muscle circumference, BCM: body cell mass

1) Mean  $\pm$  SE

Compared between obese and non-obese group within same gender and total subjects respectively

Fitness score  $\leq$  70: weakness, 70 - 90: moderate,  $\geq$  90: development of muscle

\*:  $p < 0.05$  \*\*:  $p < 0.01$  \*\*\*:  $p < 0.001$

(weight/height ratio), 체질량지수 (BMI), 상대체중 (RW) 등의 지수와 체지방율 (percent body fat: %) 등이 있으나 학동기 같은 성장기에는 신장의 영향을 많이 받으므로 성인에 비해 체격지수를 이용한 지수로는 비만의 판정이 제한되며 이는 또한 지방과 비지방을 구분하기가 힘들고 비만을 예측하는데 오차가 크므로 직접적인 체지방 측정방법을 사용할 것이 권장되고 있다.<sup>22,28)</sup>

비만이 단지 체중이 많이 나가는 과체중에 국한된 것이 아니라 근육에 비해 체지방이 많은 체성분의 불균형이라는 것을 인식해야 하므로 본 연구에서는 체중에서 체지방량이 차지하는 비율인 체지방율을 비만의 판정 지표로 삼았다. 흔히 체지방의 경우 남자 25% 이상 여자 30% 이상을 비만으로 분류하나<sup>28)</sup> 우리나라의 경우 아동을 대상으로 한 전국적인 기준치가 없고 Soon과 Lee<sup>29)</sup>의 연구에서도 체지방율 25%를 남녀 아동의 비만 기준으로 하여 판정하였다. 따라서 본 연구에서도 체지방율 25% 이상을 비만의 기준으로 하였다. 즉 체지방율 25% 이상을 기준으로 했을 때 비만군의 분포는 56.7%으로 나타났다. 체질량지수, 상대체중과 체지방율과의 관련성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 체질량지수와 상대체중 상호간에는 높은 상관성 ( $r = 0.87$ ,  $p < 0.01$ )을 나타내었으나, 체지방율과는 중 정도의 상관성을 나타내었다 ( $r = 0.54$ ,  $r = 0.59$ ,  $p < 0.01$ ).

대상자의 평균 연령은 대조군이  $10.95 \pm 0.22$ 세, 비만군이  $10.80 \pm 0.70$ 세이었으며, 비만군과 대조군간에 연령에 따른 유의적인 차이는 없었다.

2. 신체 계측치 및 체성분 측정치 비교분석

신체 계측치 및 체성분 측정치를 비교분석한 결과는 Table 3과 같다. 비만군이 대조군보다 신장 (height: cm), 체중 (weight: kg), 체지방량 (fat mass: kg), 체지방량 (lean body mass: LBM: kg), 근육량 (soft lean mass = LBM-mineral mass: kg), 체지방율, 복부지방율 (waist/hip ratio: WHR: %), 체질량지수, 상대체중 (RW), 상완위 근육둘레 (arm muscle circumference: AMC: cm)가 남녀 모두 유의적으로 높게 나타났다 (p < 0.001). 신체발달점수 (fitness score)는 보통이었으며, 남아의 경우 비만군이 대조군보다 유의적으로 낮게 나타났으나, 여아의 경우 비만군이 대조군보다 높은 경향을 나타내었다.

체성분 검사를 종합하여 근육 형태, 신체 영양상태, 상하

균형, 좌우 균형을 분석 평가한 결과는 Table 4와 같다. 근육 형태별로 분석한 결과 대조군에서는 조사대상자의 52.4% (남/여: 52%/52.9%)가 비례형 표준체중이었고 비만군에서는 50.9% (남/여: 71.4%/15%)가 저근육형 과체중으로 나타났다. 대조군에서는 남녀 모두 비례형 표준체중이 가장 많았으나, 비만군에서는 남이는 저근육형 과체중 (71.4%), 여아는 비례형 표준체중 (50.0%)이 가장 많았다.

체성분 분석을 통해서 얻은 신체의 영양상태 평가에서 단백질 영양상태는 양군 모두 과다한 수준이 가장 많게 나타났다, 지방질 영양상태는 대조군에서 남녀 모두 100% 양호한 편이었으나, 비만군에서는 여아의 경우 15.0%가 과다한 것으로 나타났으나 남이는 58.2%가 과다한 편으로 나타났다. 무기질 영양상태는 모두 양호한 수준으로 나타

Table 4. Comparisons of body balance status and body nutritional status by body composition analysis between control and obese groups N (%)

Variable	Male		Female		All subjects	
	Control	Obese	Control	Obese	Control	Obese
<b>Muscular form</b>						
Low muscular low weight	2 ( 8.0)	-	-	-	2 ( 4.8)	-
Low muscular normal weight	1 ( 4.0)	3 ( 8.6)	-	2 ( 10.0)	1 ( 2.4)	5 ( 9.1)
Low muscular over weight	-	25 ( 71.4)	-	3 ( 15.0)	-	28 ( 50.9)
Proportion type low weight	9 ( 36.0)	-	8 ( 47.1)	-	17 ( 40.5)	-
Proportion type normal weight	13 ( 52.0)	5 ( 14.3)	9 ( 52.9)	10 ( 50.0)	22 ( 52.4)	15 ( 27.3)
Proportion type over weight	-	2 ( 5.7)	-	5 ( 25.0)	-	7 ( 12.7)
<b>Body nutritional status by body composition analysis</b>						
<b>Protein nutritional state</b>						
Good	12 ( 48.0)	3 ( 8.6)	8 ( 47.1)	3 ( 15.0)	20 ( 47.6)	6 ( 10.9)
Excess	13 ( 52.0)	32 ( 91.4)	9 ( 52.9)	17 ( 85.0)	22 ( 52.4)	49 ( 89.1)
<b>Fat nutritional state</b>						
Good	25 (100.0)	6 ( 17.1)	17 (100.0)	17 ( 85.0)	42 (100.0)	23 ( 41.8)
Excess	-	29 ( 82.9)	-	3 ( 15.0)	-	32 ( 58.2)
<b>Mineral nutritional state</b>						
Good	25 (100.0)	35 (100.0)	17 (100.0)	20 (100.0)	42 (100.0)	55 (100.0)
<b>Up and Down balance</b>						
<b>The upper part of the body</b>						
Development	1 ( 4.0)	-	-	1 ( 5.0)	1 ( 2.4)	1 ( 1.8)
Standard	3 ( 12.0)	15 ( 42.9)	1 ( 5.9)	6 ( 30.0)	4 ( 9.5)	21 ( 38.2)
Weakness	21 ( 84.0)	20 ( 57.1)	16 ( 94.1)	13 ( 65.0)	37 ( 88.1)	33 ( 60.0)
<b>The lower part of the body</b>						
Standard	5 ( 20.0)	1 ( 2.9)	-	1 ( 5.0)	5 ( 11.9)	2 ( 3.6)
Weakness	20 ( 80.0)	34 ( 97.1)	17 (100.0)	19 ( 95.0)	37 ( 88.1)	53 ( 96.4)
<b>The left and right balance</b>						
<b>The upper part of the body</b>						
Balance	24 ( 96.0)	34 ( 97.1)	17 (100.0)	20 (100.0)	41 ( 97.6)	54 ( 98.2)
Unbalance	1 ( 4.0)	1 ( 2.9)	-	-	1 ( 2.4)	1 ( 1.8)
<b>The lower part of the body</b>						
Balance	25 (100.0)	35 (100.0)	17 (100.0)	20 (100.0)	42 (100.0)	55 (100.0)

났다.

상하 균형 상태를 분석한 결과 대조군과 비만군의 상체 균형 상태는 88.1%, 60.0%로 상체 균형 허약으로 나타났다. 대조군에서 남자의 경우 84.0%가 여자의 경우 94.1%가 상체 균형이 허약한 것으로 나타났다. 비만군에서는 남자의 경우 57.1%가 상체 균형이 허약한 것으로, 여자의 경우 65.0%가 허약한 것으로 나타났다. 하체의 균형 상태를 비교한 결과 대조군의 88.1%, 비만군의 96.4%가 하체의 균형 상태가 허약한 것으로 나타났다.

좌우의 균형 상태를 비교한 결과, 대조군에서는 남자의 경우 96.0%가 균형 상태인 것으로, 여자의 경우 100%가 균형 상태인 것으로 나타났다. 비만군에서도 남자의 경우 97.1%가 균형 상태인 것으로, 여자의 경우 100%가 균형 상태인 것으로 나타났다. 하체는 대조군, 비만군 남녀 모두 균형 상태인 것으로 나타났다. 조사대상자들의 균형상태는 양군 모두 좌우 균형상태는 대체로 양호하였으나, 상하 균형상태는 허약한 상태로 나타났다.

본 조사대상자들의 신체 측정치 및 체성분 측정치 분석 결과를 종합해 보면 특히 남아의 경우 비만군이 대조군보다 체지방량 뿐만 아니라 근육량 및 체지방량 역시 높게 나타났으나, 근육형태의 분포에서는 대조군과는 달리 저근육형 과체중의 분포가 매우 높게 나타났고, 신체발달점수도 유의하게 낮게 나타났으며, 조사대상자의 반 이상이 상하체 균형 상태가 허약한 것으로 나타났다. 따라서 겉으로 보이는 체중뿐만 아니라 체지방을 적당한 수준으로 감량하는 것이 비만 치료의 핵심이라고 할 수 있으며, 올바른 비만 치료에 있어서 체지방, 근육, 신체균형 등 신체 전반에 걸친 균형을 회복하는 것이 매우 중요하므로 지속적인 자기 관리가 필요하다.

### 3. 혈액의 생화학적 지표의 비교분석

대조군과 비만군의 혈액의 생화학적 검사 결과는 Table 5와 같다. 혈중 헤모글로빈, ferritin, iron 농도는 남아의 경우 비만군이 대조군보다 유의적으로 높게 나타났다. 여아에서는 비만군의 헤모글로빈, ferritin 농도가 대조군보다 높은 경향을 나타냈으나, iron 농도는 유의적으로 높게 나타났다. 혈당은 남아의 경우 비만군이 대조군보다 유의적으로 높게 나타났으나, 여아의 경우는 높은 경향을 나타내었다. 혈중 지질 상태를 분석한 결과 남아의 경우 total-cholesterol과 LDL-cholesterol 및 중성지방 농도가 비만군이 대조군보다 유의적으로 높게 나타났으나, HDL-cholesterol은 높은 경향을 나타내었다. 여아에서는 중성지방 농도만이 비만군이 대조군보다 유의적으로 높게 나타났고, total-cholesterol과 LDL-cholesterol은 높은 경향을, HDL-cholesterol은 낮은 경향을 나타내었다.

혈중 leptin 농도는 대조군의 경우  $2.43 \pm 1.53$  ng/ml, 비만군의 경우  $12.84 \pm 6.97$  ng/ml을 나타내어 비만군이 대조군보다 남녀 모두 유의적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.001$ ). Leptin은 지방세포에서 특이적으로 분비되는 단백질로 식이섭취를 감소시키고 에너지 소비를 증가시켜 체지방을 조절하는데 중요한 역할을 하는 것으로 보고되었다.<sup>30,33)</sup> 그러나 비만군의 leptin 농도가 대조군보다 더 높게 나타난 것은 비만군이 지방조직이 많고 leptin에 대한 저항성이 더욱 높아졌기 때문이라고 사료된다. 체지방이 증가하면 사람에서는 혈중 leptin의 농도가 증가하며, 이 leptin의 작용에 대하여 저항성을 보이게 되어 지방조직의 양이 유지되는 것으로 알려져 있으며<sup>34)</sup> 비만인에 있어서의 문제는 이 leptin에 대한 감수성이 떨어져 있다는 것이다. 한편 성인 비만군을 대상으로 한 연구에서는 여자가 남자보다 현저하게 높

Table 5. Comparisons of biochemical indices between control and obese groups N (%)

Variable	Male		Female		All subjects	
	Control	Obese	Control	Obese	Control	Obese
HB (g/dl)	13.06 ± 0.79 <sup>1)</sup>	13.44 ± 0.66*	13.24 ± 0.71	13.28 ± 0.55	13.13 ± 0.75	13.38 ± 0.62
Glucose (mg/dl)	77.88 ± 4.79	82.03 ± 5.37**	75.52 ± 5.15	78.00 ± 6.03	76.93 ± 5.02	80.54 ± 5.90**
TCH (mg/dl)	146.24 ± 25.51	194.15 ± 39.34***	163.76 ± 22.75	172.70 ± 20.39	153.33 ± 25.67	186.20 ± 34.96***
HDL (mg/dl)	56.64 ± 12.66	59.26 ± 10.35	56.82 ± 14.33	52.73 ± 10.12	56.71 ± 13.19	56.84 ± 10.66
TG (mg/dl)	74.32 ± 38.91	105.47 ± 43.04**	74.88 ± 26.38	102.40 ± 43.38*	74.54 ± 34.03	104.33 ± 42.78***
LDL (mg/dl)	74.74 ± 27.42	113.79 ± 33.61***	91.96 ± 19.10	99.50 ± 17.13	81.71 ± 25.61	108.50 ± 29.28***
Ferritin (ng/ml)	19.36 ± 11.10	59.15 ± 60.95***	21.87 ± 12.56	26.20 ± 17.43	20.38 ± 11.63	46.95 ± 51.76***
Iron (µg/dl)	83.64 ± 37.27	114.06 ± 39.43**	86.65 ± 28.02	114.40 ± 43.27*	84.86 ± 33.50	114.19 ± 40.49***
Leptin (ng/ml)	2.25 ± 1.70	14.14 ± 6.79***	2.68 ± 1.25	10.62 ± 6.88***	2.43 ± 1.53	12.84 ± 6.97***

1) Mean ± SE

Compared between obese and non-obese group within same gender and total subjects respectively

HB: hemoglobin, TG: triglyceride, TCH: total cholesterol, HDL: high density lipoprotein, LDL: low density lipoprotein

\*:  $p < 0.05$  \*\*:  $p < 0.01$  \*\*\*:  $p < 0.001$

은 leptin 농도를 보였으며, 성별에 따른 leptin 농도가 성인 남자에서보다 여자에게서 더 높은 이유에 대하여 실제로 비만도가 유사하더라도 여자가 남자보다 더 많은 체지방량을 가지기 때문에 leptin 농도가 더 높다고 설명하였다.<sup>35)</sup> 그러나 최근 Kennedy 등<sup>36)</sup>은 체질량지수가 20 kg/m<sup>2</sup> 이하이고 체지방율이 20% 이하인 경우 남녀에서 leptin 농도가 유사하였으나, 그 이상으로 비만도가 증가할수록 leptin 농도는 여자에서 3배 빠르게 증가하여 비만군은 체지방량이 같더라도 여자가 남자보다 현저히 높은 leptin 농도를 갖는다고 보고하여 체지방량 외의 다른 인자들이 비만인에서 성별에 따른 leptin 농도의 차이에 관여함을 배제할 수가 없다고 하였다. 체지방량 외에 leptin 농도에 영향을 미치는 인자로는 성호르몬, 인슐린 등이 보고되고 있다.<sup>37-41)</sup> 본 조사대상자들의 성별에 따른 leptin 농도의 차이는 성인들의 결과와는 상이하였다. 즉 대조군의 경우 남아 2.25 ± 1.70 ng/ml, 여아 2.68 ± 1.25 ng/ml로 여아가 높은 경향을 나타내었고, 비만군에서는 남아 14.14 ± 6.79 ng/ml, 여아 10.62 ± 6.88 ng/ml로 남아의 leptin 농도가 여아보다 높은 경향으로 나타났으나, 유의적인 차이는 없었다. 이는 본 조사대상자들의 연령이 사춘기가 아직 시작되지 않은 초등학교 4~5학년이므로 성호르몬의 영향이 비교적 적게 작용하였을 가능성을 생각할 수 있고, 이들 연령에서는 성호르몬의 영향보다 오히려 체지방량이 더 큰 영향을 미쳐서 체지방량이 많았던 대상자의 leptin 농도가 더 높은 경향을 보이게 되었을 것으로 추측된다. Ha 등<sup>42)</sup>은 체중이 1985년도 한국소아 발육표준치의 97퍼센타일 이상인 소아를 비만군으로 선정하여 연구한 결과 혈중 leptin은 비만군 (평균 연령 10.8 ± 2.5)에서는 여아가 남아보다 높은 경향을 나타내었고, 대조군 (평균연령 10.6 ± 2.0)에서는 남아가 여아보다 높은 경향을 나타내었으나 비만군 대조군 모두 남녀간의 유의한 차이는 없었다. 이는 대상군이 남녀간에 체지방량이나 체지방분포의 유의한 차이가 없었기 때문으로 설명하였다. Choe 등<sup>43)</sup>의 연구에서도 10~18세 대상자의 혈중 leptin농도는 여아가 남아보다 유의하게 높았다. 여아에서는 특히 14~17세 사이에 leptin 값의 급격한 증가를 보였다. 체중이 1985년도 한국소아과학회 신장별 표준체중에 의한 비만도로 계산한 120% 이상인 소아를 비만군으로 선정하였을 때 비만군의 경우 여아가 남아보다 높았고, 정상

아의 경우에도 여아가 남아보다 높게 나타났다. 혈중 leptin 농도와 연령 및 사춘기의 관계는 여아에서는 사춘기의 진행에 따라 꾸준히 leptin 농도가 상승하나 남아에서는 Tanner stage III 이후부터는 leptin 농도가 저하되는데 이는 남아에서 사춘기 말기에 체지방량보다 androgen에 의한 근육량이 증가하기 때문이라는 보고도 있다.<sup>44)</sup> Has-sink 등<sup>45)</sup>은 Tanner stage I, II에서 Tanner stage V보다 leptin 농도가 유의하게 증가되는데 사춘기 시작 초기에 생식 (reproduction)에 필요한 지방조직 축적을 위해 leptin 저항성이 필요하며 사춘기가 끝나면 에너지 요구량이나 지방조직량이 안정화되어 leptin 감수성이 회복되어 leptin 량이 감소된다고 하였다. 따라서 아동을 대상으로 한 성별 따른 혈중 leptin 농도는 비만 여부에 따라 연령 분포에 따라 상이한 결과를 나타내므로, 연령별로 더 많은 아동을 대상으로 한 연구가 필요하리라 사료된다.

4. Leptin 농도와 신체 계측치, 체성분 측정치 및 생화학적 지표와의 관련성

1) Leptin 농도와 신체 계측치 및 체성분 측정치와의 관련성

Leptin 농도와 신체 계측치 및 체성분 측정치와의 관련성은 Table 6과 같다. 1953년 Kennedy<sup>36)</sup>는 체중 조절, 특히 지방세포의 함량에 호르몬성 인자가 관여하며, 이러한 인자는 지방조직의 함량에 비례하여 분비되며 시상하부에 신호를 주어 음식물 섭취나 에너지 소비에 변화를 일으켜 체성분 항정상태 (steady state)를 이루게 한다고 체중조절기전의 가설을 제시하였는데, 최근 밝혀진 leptin이 이러한 인자로 간주되고 있다. 체지방 함량과 leptin은 밀접한 관련이 있으므로 체지방의 증가로 인해 지방조직에서 분비되는 leptin의 양이 증가되는 것으로 보고되었다.<sup>46,47)</sup> 본 연구에서도 체지방 함량 및 체지방율이 혈청 leptin 농도와 높은 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다. 또한 혈청 leptin 함량은 체지방 함량의 간접적인 지표로 알려진 체질량지수, 상대체중, 복부지방율과도 유의적인 높은 양의 상관관계를 나타냈다. 또한 leptin은 체지방량, 체중, 신장, 체세포량 (body cell mass, BCM; kg)과도 유의적인 높은 양의 상관관계를 나타냈다 (Table 6).

Leptin 농도와 상관성을 보이는 여러 비만 지표 중 어느 요인이 가장 커다란 영향을 미치는지를 검토하기 위해 실시

Table 6. Correlation coefficients between leptin level and anthropometric measurements and body composition indices

Height	Weight	BMI	RW	Fat mass	% FAT	LBM	WHR	BCM
0.66***	0.88***	0.90***	0.83***	0.90***	0.87***	0.82***	0.73***	0.82***

BMI: body mass index, RW: relative weight, % FAT: percent body fat, LBM: Lean body mass, WHR: waist/hip ratio, BCM: body cell mass  
 \*\*\*: p < 0.001

**Table 7.** Stepwise multiple regression analyses for leptin level on anthropometric measurements and body composition indices

Group	Significant independent variable	B	SE	$\beta$	p value	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>
Obese	BMI	1.177	0.116	0.816	0.000	0.665	0.659
Control	Fat mass	0.490	0.159	0.439	0.004	0.192	0.172
All subjects	BMI	1.216	0.061	0.899	0.000	0.807	0.805

**Table 8.** Correlation coefficients between leptin level and biochemical indices

Glucose	TCH	HDL	LDL	TG	HB	Ferritin	Iron
0.32**	0.59**	0.07	0.51***	0.50***	0.23*	0.47***	0.47***

TCH: Total cholesterol, HDL: High density lipoprotein, LDL: Low density lipoprotein, TG: Triglyceride, HB: Hemoglobin

\*: p &lt; 0.05 \*\* : p &lt; 0.01 \*\*\*: p &lt; 0.001

**Table 9.** Stepwise multiple regression analyses for leptin level on biochemical indices

Group	Significant independent variable	B	SE	$\beta$	p value	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>
Obese	Total cholesterol	8.279E-02	0.24	0.404	0.001	0.322	0.294
	Iron	5.840E-02	0.021	0.331	0.007		
All subjects	Total cholesterol	7.264E-02	0.018	0.340	0.000	0.520	0.499
	Iron	4.277E-02	0.015	0.228	0.005		
	TG	4.209E-02	0.015	0.237	0.005		
	Ferritin	3.669E-02	0.014	0.205	0.013		

Variables are listed in order of entry into model by forward stepwise multiple regression

한 다중회귀분석 결과는 Table 7과 같다. 전체대상자 중에서는 체질량지수가 독립적으로 leptin 농도에 실질적인 예언력을 갖는다. 비만 여부에 따라 분석하였을 때 대조군의 경우는 총지방량이, 비만군의 경우는 체질량지수가 각각 독립적으로 leptin 농도에 실질적인 예언력을 갖는다.

일반적으로 내장지방은 피하지방보다 대사적으로 활성화되어 있으며 여러 가지 대사 증후군과 밀접한 관계가 있다고 알려져 있다.<sup>48-50</sup> 사람을 대상으로 한 혈중 leptin 농도와 체지방분포와의 관련 연구 결과는 다양하여 내장지방이 피하지방보다 관련이 있다는 보고<sup>51</sup>가 있는 반면 내장지방보다 피하지방이 관련이 있다는 상반된 보고<sup>52</sup>도 있다. 본 연구에서 leptin 농도는 체지방 함량, 체지방율, 체질량지수, 상대체중, 복부지방율, 제지방량, 체중, 신장과 0.66~0.90의 높은 양의 상관관계를 보였으며, leptin 농도와 가장 높은 상관관계를 보인 것은 체질량지수와 체지방 함량이었다. 체성분 분석을 통한 복부비만도가 정확히 내장지방량과 일치한다고는 볼 수는 없지만 비만여성들에게서 전산화 단층 촬영을 이용하여 얻은 복강내 지방량과 비만 지표들과의 관계를 분석한 Oh 등<sup>53</sup>의 보고에 의하면 허리둘레가 복강내 지방량을 가장 잘 예측할 수 있는 지표이며, WHR이 심혈관계 위험인자들과 유의한 연관성을 가장 많이 나타내었다고 한다. 본 연구에서는 WHR로 나타낸 복부지방율보다 총체지방율이 leptin과 연관성이 더 높아 내장지방보다

피하지방이 leptin과 관련 가능성이 더 있음을 시사하였다.

이상의 결과를 종합해 보면 본 조사대상자들의 혈중 leptin 농도는 체질량지수 및 총체지방량과 강한 연관성을 가지며 특히 체지방 분포도에 따른 차이보다도 총체지방량 및 체질량지수와 더 밀접한 관련이 있고 비만군의 leptin 농도가 대조군보다 더 높게 나타났다. 체지방이 증가할수록 leptin의 농도가 증가된다는 사실은 대부분의 비만인이 내인성 (endogenous) leptin에 저항성이 있다는 것을 시사한다. 즉 비만인에서 leptin의 증가는 leptin에 대한 반응에 장애가 있어서 생리적인 leptin 저항성을 보인 것으로 생각된다.

## 2) Leptin 농도와 생화학 지표와의 관련성

Leptin 농도와 생화학적 지표와의 관련성을 분석한 결과는 Table 8, 9와 같다. Leptin 농도는 HDL-cholesterol을 제외한 측정된 모든 생화학적 지표 즉 공복시 혈당, total-cholesterol, LDL-cholesterol, 중성지방, 헤모글로빈, ferritin, iron 농도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다. 여러 지수들 중에서 leptin 농도와 가장 높은 상관관계를 보인 것은 total-cholesterol 농도였다 (Table 8).

Leptin 농도와 상관성을 보이는 여러 생화학적 지표 중 어느 요인이 가장 커다란 영향을 미치는지를 검토하기 위해 실시한 다중회귀분석 결과는 Table 9와 같다. 전체대상자

중에서는 total-cholesterol, iron, 중성지방, ferritin의 농도가 각각 독립적으로 leptin 농도에 영향을 주는 것으로 나타났다. 비만 여부에 따라 분석하였을 때 비만군에서만 total-cholesterol, iron의 농도가 각각 독립적으로 leptin 농도에 실질적인 예언력을 갖는 것으로 나타났다.

이는 Kim과 Sung<sup>54)</sup>의 일부 사춘기 여중생을 대상으로 한 연구에서 혈청 leptin 농도가 높으면 혈당, total-cholesterol, LDL-cholesterol, 중성지방이 유의적으로 높게 나타난 결과와 유사했다. 따라서 leptin 농도는 혈청지질, 혈중 철분상태 지수들과 유의적인 상관관계를 나타내므로 이들 지수와 관련 있는 질병을 예측할 수 있는 민감한 지표로 제안될 수 있을 것으로 사료된다.

단일변량 분석에서는 혈당이 leptin 농도와 유의적인 상관성이 있었지만, 다변량분석 결과에서는 관련성이 없는 것으로 나타났다. 혈당 농도는 leptin 농도와 상관관계가 없으며 당뇨병은 그 자체가 leptin 농도에 영향을 미치지 않고,<sup>55)</sup> 공복시 인슐린 농도 증가가 leptin 농도 증가에 더 많은 영향을 미친다는 보고<sup>56,59)</sup>도 있다. Kolacynski 등<sup>37)</sup>의 보고에 따르면 사람에서 단시간의 인슐린 증가는 leptin 농도를 증가시키지 못하지만 48시간 이상의 장기간의 고인슐린혈증은 leptin 농도를 증가시켰다. 따라서 비만에 동반된 인슐린저항성 (insulin resistance)에 따른 만성적인 고인슐린혈증이 비만증에서 leptin 농도 증가에 영향을 주는 인자로 고려될 수 있을 것이다. 성인 비만군에서 남성만 공복시 인슐린 농도가 leptin 농도와 관련이 있었는데 이에 대한 가능한 원인으로 남자는 여자에 비해 피하지방량보다 내장지방량이 현저히 많으며 이로 인해 인슐린저항성 또한 남자에서 여자보다 더욱 심하게 나타나기 때문에 남자에서 인슐린 농도의 증가가 leptin 농도 증가에 더 많은 영향을 나타낸다고 제시하였다.<sup>35)</sup> 본 연구에서는 성별에 따른 유의적인 차이는 없었지만, 비만군의 경우 남아의 leptin 농도가 여아보다 높은 경향을 나타내었다. 이에 대한 가능한 원인으로 비만 남아에게서 체지방량과 복부지방을 등의 여러 비만지수들이 비만 여아보다 더 높았던 점을 감안할 때 본 조사 대상자들의 경우 성호르몬의 영향보다는 비만에 동반된 인자들이 leptin 농도 증가에 영향을 더 주었을 것으로 추측된다. 그러나 본 연구에서 공복시 인슐린 농도를 측정하지 않았고, 비만아들에게도 이와 같은 기전이 적용되어 나타나는지 확인하기 위해서는 더 많은 대상자를 중심으로 한 광범위한 추적연구가 요망된다. 더욱이 인슐린 저항성을 공통적으로 보여주는 증세들 즉 고인슐린혈증, VLDL의 증가와 HDL 콜레스테롤의 감소, 당불내인성 (impaired glucose tolerance) 및 고혈압, 비만증 또는 체지방의 이상 분

포 등 심혈관계 질환의 위험을 증가시키는 요인들이 군집 (cluster)을 이루어 자주 동반되어 나타난다는 것이 알려져 있다.<sup>60)</sup> 소아비만은 성인 비만으로 이행되기 쉽고 비만한 성인에서도 고혈압, 고지혈증 등의 여러 합병증을 더 잘 유발시키기 때문에 그 중요성이 부각되고 있다. 따라서 비만이 평가시 반드시 동반된 합병증 여부도 평가하여야 할 것이다. 본 연구대상자들 중에서도 비만군의 경우 대조군에 비해 체지방량의 증가는 물론이고 혈당, 총콜레스테롤 및 LDL 콜레스테롤, 중성지방의 증가, HDL 콜레스테롤의 감소 증세가 이미 나타나고 있으므로, 이런 복합증세를 가진 비만아들을 조기 발견하고, 바람직한 식행동 변화를 유도하는 구체적인 영양 목표와 개별적인 식사계획을 마련하고 지속적인 추후관리를 시행하는 철저한 영양관리 및 영양교육을 할 수 있는 체계가 이루어져서 치료와 예방을 조기에 시행하게 된다면 성인기에 경험하게 될 합병증을 최소화할 수 있으리라 판단된다.

## 요약 및 결론

대구 및 대구 인근 경북지역 초등학교 4~5학년에 재학 중인 남아 42명, 여아 55명을 대상으로 조사대상자들의 비만도에 따른 신체 측정치와 체성분 측정치, leptin를 비롯한 생화학적 자료들을 비교 분석하고, 이들 인자들간의 상호 관련성을 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 여러 가지 방법으로 비만을 판정한 결과, 체질량지수 25를 기준으로 하였을 때 비만군의 분포는 총 조사대상자의 30.9%, 상대체중 120%를 기준으로 하였을 때는 27.8%, 체지방을 25% 이상을 기준으로 했을 때는 56.7%로 나타났다. 체질량지수와 상대체중 상호간에는 높은 상관성 ( $r = 0.87$ ,  $p < 0.01$ )을 나타내었으나, 체지방을과는 중 정도의 상관성을 나타내었다 ( $r = 0.54$ ,  $r = 0.59$ ,  $p < 0.01$ ).

2) 신체계측 및 체성분 분석 결과, 비만군이 대조군보다 신장, 체중, 체지방량, 체지방량, 근육량, 체지방율, 복부지방율, 체질량지수, 상완위 근육둘레가 남녀 모두 유의적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.001$ ). 특히 남아의 경우 비만군이 근육형태의 분포에서는 대조군과는 달리 저근육형 과체중의 분포가 매우 높게 나타났고, 신체발달점수도 유의하게 낮게 나타났다. 전체 조사대상자의 반 이상이 상하체 균형이 허약한 것으로 나타났다.

3) 혈액의 생화학적 검사 결과, 남아의 경우 HDL-cholesterol을 제외한 모든 측정치가, 여아의 경우 중성지방과 iron의 농도가 비만군이 대조군보다 유의적으로 높게 나타났다. 혈중 leptin 농도는 남녀 모두 비만군이 대조군보다



유의적으로 높게 나타났으나, 성별에 따른 혈중 leptin 농도는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그러나 대조군에서는 여아가 남아보다 비만군에서는 오히려 남아가 여아보다 높은 경향을 보였다.

4) Leptin 농도와 신체계측치 및 체성분 측정치와의 관계에서 혈청 leptin 함량은 측정된 모든 신체 계측치 및 체성분 분석치와 유의적인 높은 양의 상관관계를 나타냈다. 다변량분석 결과 전체대상자 중에서는 체질량지수가, 비만 여부에 따라 분석하였을 때 대조군의 경우는 총지방량이, 비만군의 경우는 체질량지수가 각각 독립적으로 leptin 농도에 실질적으로 예언력을 갖는 것으로 나타나 체지방 분포도에 따른 차이보다도 총체지방량 및 체질량지수와 관련이 더 있음을 보여주었다.

5) Leptin 농도와 생화학적 지표와의 관련성을 분석한 결과, leptin 농도는 HDL-cholesterol을 제외한 측정된 모든 생화학적 지표와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다. 다변량분석 결과 전체대상자 중에서는 total-cholesterol, iron, 중성지방, ferritin의 농도가 각각 독립적으로 leptin 농도에 실질적인 예언력을 갖는 것으로 나타났고 비만 여부에 따라 분석하였을 때 비만군에서만 total-cholesterol, iron의 농도가 각각 독립적으로 leptin 농도에 실질적인 예언력을 갖는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해보면 본 조사대상자들의 신체 계측치 및 체성분 분석치, 혈액성상은 비만 여부에 따라 다양한 양상을 보였다. 따라서 비만은 체중뿐만 아니라 체지방을 적당한 수준으로 감량하는 것이 중요하고, 올바른 비만 치료는 체지방, 근육, 신체균형 등 신체 전반에 걸친 균형을 회복하는데 중점을 두어 지속적으로 자기관리를 해야 한다고 사료된다. 혈중 leptin 농도는 혈중 철분상태 지수들뿐만 아니라 혈청지질과 유의적인 상관관계를 나타내었으므로 향후 leptin 농도와 비만 및 이와 관련된 질환과의 관계를 알아보기 위하여 보다 많은 사람을 대상으로 한 더 많은 연구가 요구된다.

#### Literature cited

- 1) Son SM, Lee JH. Obesity, serum lipid and related eating behaviors of school children. *Kor J Comm Nutr* 2(2): 141-150, 1997
- 2) Flegal KM, Carroll MD, Kuczmarski RJ, Johnson CL. Overweight and obesity in the United States: Prevalence and trends. *Int J Obes* 22: 39-47, 1998
- 3) Kang YJ, Hong CH, Hong YJ. The prevalence of childhood and adolescent obesity over the last 18 years in seoul area. *Kor J Nutr* 30(7): 832-839, 1997
- 4) Park MA, Moon HK, Lee KH, Suh SJ. A study on related risk factors of obesity for primary school children: Difference between normal and obese group. *Kor J Nutr* 31(7): 1158-1164, 1996
- 5) Kang YR, Paik HY. A study on the etiology of childhood obesity. *Kor J Nutr* 21(5): 283-294, 1988
- 6) Moon HN, Hong SJ, Suh SJ. The Prevalence of Obesity in Children and Adolescents. *Kor J Nutr* 25: 413-418, 1992
- 7) Leung AC, Robson WM. Childhood obesity. *Postgraduate Medicine* 87(4): 123-133, 1989
- 8) Styne DM. Childhood obesity: Time for action not complacency. *Am Fam Physician* 59: 758-762, 1999
- 9) Lee DH. Diagnosis and management in childhood obesity. *Kor J Pediatr* 39: 1055-1065, 1996
- 10) Power C, Lake JK, Cole TJ. Measurement and long-term health risks of child and adolescent fatness. *Int J Obese Relat Metab Disord* 21: 507-526, 1997
- 11) Whitaker RC, Wright JA, Pepe MS, Seidel KD, Dietz WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med* 337: 869-873, 1997
- 12) Epstein LH, Wing RR, Valoski A. Childhood obesity. *Pediatr Clin North Am* 32: 363-379, 1985
- 13) Story M, Alton I. Current perspective on adolescent obesity. *Top Clin Nutr* 39A: 304-314, 1985
- 14) Kolaczynski JW, Nyce MR, Considine RV, Boden G, Nolan JJ, Henry R. Acute and chronic effects of insulin on leptin production in humans: studies in vivo and in vitro. *Diabetes* 45: 699-701, 1996
- 15) Kennedy GR. The role of depot fat in the hypothalamic control of food intake in the rat. *Proc R Soc Lond* 140: 578-592, 1997
- 16) 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: 425-432, 1994
- 17) Ha KA, Kim IR, Park MJ, Jang JH, Chung CY. Serum leptin levels in obese children. *Kor J Pediatr* 41(7): 953-959, 1998
- 18) Nagy TR, Gower BA, Trowbridge CA, Dezenberg C, Shewchuk RM, Goran MI. Effect of gender, ethnicity, body composition, and fat distribution on serum leptin concentrations in children. *J Clin Endocrinol Metab* 82: 2148-2152, 1997
- 19) Lee BC, Song MY, Suh BK. Serum leptin levels in children with obesity. *J Kor Pediatr* 41(6): 785-790, 1998
- 20) Precision body composition analyzer (Inbody 3.0). Biospace. 1999
- 21) Fredewald 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
- 22) Garrow JS. Obesity and related disease, Churchill Livingstone, NY. 1988
- 23) Lohman TG. Advances in body composition assessment, current issues in exercise science series. Human kinetics publishers, Champaign IL. 1992
- 24) Guillaume M. Defining obesity in childhood: current practice. *Am J Clin Nutr* 70: S126-130, 1999
- 25) Dietz WH, Bellizzi MC. Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. *Am J Clin Nutr* 70: S123-125, 1999
- 26) Frisancho AR, Flegel PN. Relative merits of old and new indices body mass with reference to skinfold thickness. *Am J Clin Nutr* 36: 697-699, 1982
- 27) Revicki DA, Israel RG. Relationship between body mass indices and measures of body adiposity. *Am J Public Health* 76: 992-994, 1986
- 28) Lee KW. Diagnosis and evaluation of obesity. *J Kor Soc Stu Obes* 1(1): 1-4, 1992
- 29) Son SM, Lee JH. Obesity, serum lipid and related eating behaviors of school children. *Kor J Comm Nutr* 2(2): 141-150, 1997
- 30) Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homo-

- logue. *Nature* 372: 425-432, 1994
- 31) Bray GA. Progress in understanding the genetics of obesity. *J Nutr* 127:940S-942S, 1997
  - 32) Wolf G. Leptin: The weight-reducing plasma protein encoded by obese gene. *Nutr Review* 54: 91-93, 1996
  - 33) Brunner L, Nick HP, Cumin F, Chiesi M, Baum H-P, Whitebread S, Stricker-Krongrad A, Levens N. Leptin is a physiologically important regulator of food intake. *Int J Obes* 21: 1152-1160, 1997
  - 34) Lonqvist F, Arner P, Nordfors L, Schalling M. Overexpression of the ob gene in adipose tissue of human obese subjects. *Nature Med* 1: 950-953, 1995
  - 35) 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 bodyfat distribution. *J Kor Soc Stu Obes* 8(2): 145-153, 1999
  - 36) Kennedy A, Gettys TW, Watson P, Wallace P, Ganaway E, Pan Q, Garvey WT. The metabolic significance of leptin in humans: gender-based differences in relationship to adiposity, insulin sensitivity, and energy expenditure. *J Clin Endocrinol Metab* 82: 1293-1300, 1997
  - 37) Kolaczynski JW, Nyce MR, Considine RV, Boden G, Nolan JJ, Henry R, et al. Acute and chronic effects of insulin on leptin production in humans: studies in vivo and in vitro. *Diabetes* 45: 699-701, 1996
  - 38) Elbers JM, Asscheman H, Seidell JC, Frolich M, Meinders E, Gooren LJ. Reversal of the sex difference in serum leptin levels upon cross-sexual hormone administration in transsexuals. *J Clin Endocrinol Metab* 82: 3267-3270, 1997
  - 39) Machinal F, Dieudonne MN, Leneuve MC, Pecquery R, Giudicelli Y. In Vivo and in vitro ob gene expression and leptin secretion in rat adipocytes: Evidence for a regional specific regulation by sex steroid hormones. *Endocrinology* 140: 1567-1574, 1999
  - 40) Boden G, Chen X, Kolaczynski JW, Rolasky M. Effects of prolonged hyperinsulinemia on serum leptin in normal human subject. *J Clin Invest* 100: 1107-1113, 1997
  - 41) Haffner SM, Stern MP, Miettinen H, Wei M, Gingerich RL. Leptin concentrations in diabetic and nondiabetic Mexican-Americans. *Diabetes* 45: 822-824, 1996
  - 42) Ha KA, Kim IR, Park MJ, Jang JH, Chung CY. Serum leptin levels in obese children. *Kor J Pediatr* 41(7): 953-959, 1998
  - 43) Choe YH, Kim SK, Hyun IY. Serum leptin concentrations in Korean children. *Kor J Pediatr* 41(7): 960-965, 1998
  - 44) Blum WF, Englaro P, Hanitsch S, Juul A, Hertel NT, Muller J, et al. Plasma leptin level in healthy children and adolescents: Dependence on body mass index, body fat mass, gender, pubertal stage, and testosterone. *J Clin Endocrinol Metab* 82: 2904-2910, 1997
  - 45) Hassink SG, Sheslow DV, Lancey E, Opentanova I, Considine RV, Caro JF. Serum leptin in children with obesity: Relationship to gender and development. *Pediatrics* 98: 201-203, 1996
  - 46) Waxman M, Strnkard A. Calorie intake and expenditure of obese boys. *J Pediatr* 96: 187-193, 1980
  - 47) Miller WC, Linderman AK, Wallace J, Nieder-Preum M. Diet composition, energy intake and exercise in relation to body fatness in men and women. *Am J Clin Nutr* 52: 426-430, 1990
  - 48) Carlson LA, Hallberg D, Micheli H. Quantitative studies on the lipolytic response of human subcutaneous and omental adipose tissue to noradrenalin and theophylline. *Acta Med Scand* 185: 465-469, 1969
  - 49) Ostman J, Arner P, Engfeldt P, Kager L. Regional differences in the control of lipolysis in human adipose tissue. *Metab Clin Exp* 28: 1198-1205, 1979
  - 50) Bjorntrorp P. Portal adipose tissue as a generator of risk factors for cardiovascular disease and diabetes. *Arteriosclerosis* 10: 493-496, 1990
  - 51) Ramchandaran A, Snchalatha C, Vijay K, Styavani F, Latha S, Haffner SM. Plasma leptin in non-diabetic Asian Indians: association with abdominal obesity. *Diabetic Med* 14: 937-941, 1997
  - 52) Ronnema T, Karonen SL, Rissanen A, Koskenvuo M. Relation between plasma leptin levels and measures of body fat in identical twins discordant for obesity. *Ann Intern Med* 126: 26-31, 1997
  - 53) Oh HJ, Kim JH, Chung HY, Han KO, Jang HC, Yoon HK, Han IK, Min HK. The usefulness of waist circumference as an indicator of the abdominal obesity: The risk factor of coronary artery disease. *J Kor Soc Stu Obes* 8(2): 124-129, 1990
  - 54) Kim MH, Sung CJ. The study of relationship among serum leptin, nutritional status, serum glucose and lipids of middle-school girls. *Kor J Nutr* 33(1): 49-58, 2000
  - 55) Steven MH, Michael PS, Heikki M, Ming W. Leptin concentrations in diabetic and nondiabetic Mexican-Americans. *Diabetes* 45: 822-824, 1996
  - 56) Zimmet P, Hodge A, Nicolson M, Staten M. Serum leptin concentration, obesity and insulin resistance in Western Samoans: cross sectional study. *Br Med J* 313: 965-969, 1996
  - 57) Mohamed AV, Pinkney JH, Panahloo A. Relationships between plasma leptin and insulin concentration, but not insulin resistance, in non-insulin-dependent (type 2) diabetes mellitus. *Diabetic Medicine* 14: 376-380, 1997
  - 58) Kim MH, Yamaguchi T, Katakura T. Serum leptin levels are associated with hyperinsulinemia independent of body mass index but not with visceral obesity. *Bioche Biophys Resea Commu* 239: 340-344, 1997
  - 59) Considine RV, Sinha MK, Heiman ML, Kriauciunas A, Stephens TW, Nyce MR, Ohannesian JP, Marco CC, Mckee LJ, Bauer TL, Caro JF. Serum immunoreactive-leptin concentrations in normal-weight and obese humans. *N Engl J Med* 334: 292-295, 1996
  - 60) Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 37: 1595-1607, 1988