

과천시 지역 초등학생의 Leptin 수준과 열량섭취, 체중 및 비만도 변화와의 관계*

김인경** · 강재현*** · 송지현**§

국립보건연구원 생명의과학센터 대사영양질환팀, ** 인제대학교 서울백병원 가정의학과***

Serum Leptin Levels and Changes in Body Weight and Obesity Index in Gwacheon Elementary School Children*

Kim, In Kyoung** · Kang, Jae Heon*** · Song, Jihyun**§

Division of Metabolic Diseases,** Center for Biomedical Sciences, National Institute of Health, Seoul 122-701, Korea
Department of Family Medicine,*** Seoul Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, Seoul 100-032, Korea

ABSTRACT

Leptin, as an adipocyte-derived hormone, is an important regulator of food intake and energy expenditure. In the cross-sectional study, leptin was shown to be positively related to body adiposity and metabolic disorders in adults. However, there were very few studies which reported the leptin as a predictor of weight gain over time. We examined whether serum leptin can be used as an indicator of the present and 1-year past weight status in very young children. First grade students from elementary schools in Gwacheon City were enrolled in the study since 2005. The study subjects (total 375 students; 195 boys and 180 girls) participated in the investigation of both 2005 and 2006. Physical examinations including height, weight, waist circumference were done. To examine the prevalence of obesity, obesity index was used. Serum leptin was measured, and their nutritional status was also evaluated based on 3-Day dietary records. Serum leptin levels were strongly positively related with the value of the present BMI and with the value of the BMI one year before. We found no association with leptin levels and amount of energy intake and macronutrient intake in this children population. Children were divided into three groups according to leptin tertiles. The highest leptin tertile group showed highest prevalence of obesity in year 2006 as well as in year 2005. Serum leptin levels can reflect the weight status now and as well as 1-year before. Possibly serum leptin levels can predict the weight gain of year later. Without an action against the obesity on children with high leptin level, those children would maintain the excess adiposity growth and progress into the obesity-related metabolic disorders. Further studies are needed to predict the obesity as early as possible and preventive system then after. (*Korean J Nutr* 2007; 40(8): 736~744)

KEY WORDS : children, obesity, leptin.

서 론

최근 우리나라에서는 식생활의 서구화와 편리한 생활환경 등의 영향으로 성인 비만을 비롯한 소아 비만의 유병률이 증가하는 추세이다.^{1,2)} 서울지역 초·중·고등학교의 비만 유병률이 2002년에 남·녀 학생의 17.9%, 10.9%로 1979년에 비해 남, 녀학생 각기 9배, 4배 증가한 것으로

보고되고 있다.¹⁾ 2005년에 실시된 국민건강조사에 의하면 전국 5~9세 소아 중 8.8% (남아 8.3%, 여아 9.5%)가 비만으로 관찰되었다.²⁾ 이처럼 여러 연구 결과에서 비만 유병률이 매우 다르게 보고되고 있는데, 성장속도가 매우 빠른 소아기에는 연령증가에 따른 성장발달이 고려된 비만도의 변화를 관찰하려면 거주지, 성별 뿐만 아니라, 연령 구성이 명확하게 밝혀진 집단에서 연차적인 변동을 관찰하는 것이 더 바람직 할 것이다.

비만은 인슐린 저항성을 야기할 수 있으며, 고혈당, 고지혈, 고혈압 등의 대사증후군 및 당뇨, 심혈관질환의 발생을 증가시킨다고 알려져 있다.³⁾ 특히 소아비만은 이러한 질환으로 이환되는 것을 증가시켜 복합질환의 발생 및 이로 인한 사망률을 증가시킬 수 있어 이에 대한 대책이 필요하다.⁴⁾

접수일 : 2007년 11월 6일

채택일 : 2007년 12월 18일

*This study was supported by the intramural grant of the National Institute of Health, Korea (No. 4847-301-210-13).

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail : jihyun_s@yahoo.com

만약 비만의 위험이 있는 소아를 미리 예측할 수 있다면, 이들을 조기에 관리하여 비만 및 이와 관련하여 나타나는 질환을 예방할 수 있을 것이다.

비만으로 인해 지방조직이 증가하는 데, 증가된 지방조직은 인슐린 저항성을 증가시키는 여러 물질 (leptin, TNF-alpha, FFA, resistin, adiponectin) 등의 분비를 증가시킨다.⁵⁾ 지방세포에서 분비되는 호르몬인 leptin은 음식섭취나 에너지 균형변화에 영향을 주는 주요 조절물질이다.⁶⁾ 지방조직의 크기가 증가하면 leptin을 분비하여 시상하부의 식욕중추에 신호를 보내 에너지 섭취를 감소시킨다고 한다. Leptin은 인슐린 민감성을 증가시킨다고 하나, 대사증후군의 요소인 BMI, 공복 시 인슐린, 혈압 등과 양의 상관관계를 보인다고 한다. 보고된 연구에 의하면 leptin이 높을수록 체지방량이 증가하는 것을 관찰할 수 있었으나,^{7,8)} 또 다른 연구에서는 leptin 수준이 낮을 때 체지방량을 증가시킨다고 보고하여⁹⁾ 체중변화에 대한 leptin의 영향은 현재 명확하지 않다. 시간경과에 따른 체중변화와 leptin 수준의 변화를 관찰한 연구는 매우 적다.¹⁰⁻¹³⁾ 유전적으로 leptin receptor 결함이 있으면 leptin의 수치가 높다.¹⁴⁾ 이외에 대부분의 연구에서 과체중인 사람들이 장기적으로 leptin의 수준이 높게 지속되는데 이는 leptin resistance로 인한 것으로 추정되나 이에 대한 연구는 대상자수가 적거나 연구방법이 각기 달라 결론이 어렵다.^{15,16)} 특히 어린이의 경우 체중상태 변화와 leptin 수준과의 관계에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 성장발달을 고려한 비만 유형을 변화와 소아의 비만 동반 대사이상 질환의 위험인자 변화를 분석하고자 2005년에 경기도 과천시 소재의 초등학교 1학년이었던 학생들을 대상으로 소아 코호트 연구를 수행하고 있다.

본 연구에서는 초등학교 2학년 학생의 leptin 수준에 따른 당해연도와 전년도의 체중, 신체 조성성분 변화, 비만도 변화와의 관계를 관찰하여 leptin 수준이 저학년 초등학생의 비만도와 어떤 연관성이 있는가를 관찰하여 비만도를 예측하는 지표로서의 가능성을 관찰하였다.

연구내용 및 방법

연구 대상자

소아비만 및 동반 대사이상 질환의 위험인자를 분석하고, 예방 및 치료 프로그램을 개발하기 위해 2005년에 경기도 과천시 소재의 초등학교 1학년이었던 학생들을 대상으로 소아 코호트 연구가 시행되고 있다. 연구지역인 과천시는 정부과천청사가 위치한 행정 도시로, 서울 남부에 인접하고

있고, 인구 규모는 약 6만 명이다. 과천에는 4개의 초등학교가 있으며, 2005년에는 초등학교 1학년생이 약 860명이었다.

2005년 5월에 1차년도 연구에는 초등학교 1학년생 약 860명중 683명, 2006년 6, 7월에 2차년도 연구에는 초등학교 2학년 전체 아동 841명 중 부모가 설문조사와 신체측, 혈액채취에 동의한 467명을 연구 대상으로 하였다. 2006년 2차년도 조사 당시, 2005년과 2006년 2년 연속 연구에 참여하였던 소아는 375명 (남아: 195명, 여아: 180명)이었다.

본 연구는 질병관리본부 연구윤리 심의위원회와 서울 백병원의 임상연구심의위원회 승인을 받았으며, 부모의 동의서를 받아 진행하였다.

연구 방법

신체계측

신체계측은 연구진의 지도하에 사전에 충분히 훈련받은 간호사들에 의해 측정되었으며, 측정의 오차를 줄이기 위해 각각의 신체계측은 동일한 간호사가 동일한 계측기를 사용하여 동일한 방법으로 측정하였다. 모든 신체계측은 오전에 금식된 상태에서 가벼운 옷차림으로 신발을 벗은 상태로 측정되었고, 모든 측정수치는 반올림하지 않고, 소수점 첫째 자리까지 측정하였다.

신장은 자동신장측정기 (DS-102, Jenix, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였고, 체중 및 체지방량과 체지방량은 임피던스 측정방식에 의한 체성분 분석기 (BC-418, Tanita, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 체지방량과 체지방량은 2006년도에만 측정되었고, 체중 및 신장은 2005, 2006년 모두 측정되었다. 체질량지수는 체중 (kg)을 키 (m)의 제곱으로 나누어 구하였다. 허리둘레는 줄자를 이용하여 측정하였으며, 가볍게 숨을 내쉬 상태에서 12번째 늑골 하단부와 장골능 최상단부의 중간 부위를 측정하였다. 허리둘레와 엉덩이 둘레를 측정하여 WHR (Waist to Hip Ratio)을 구하였다.

혈액검사

혈액검사는 12시간 이상 금식한 상태에서 상완정맥에서 1회용 주사기를 이용하여 채혈한 후, 혈액분석기관으로 운반하여 분석하였다. Leptin은 방사면역 측정법 (Linco Research Inc., St Charles, Mo, USA)으로 측정하였다.

식이조사

대상자들의 식이섭취조사는 식사기록법을 이용하였고 평일 2일과 주말 하루에 걸쳐 섭취한 모든 음식에 대하여 섭

취량과 재료를 끼니별로 기록하게 하였다. 조사된 식이섭취량은 한국영양학회 부설 영양정보센터에서 개발한 영양평가 프로그램인 CAN-pro (전문가용)를 이용하여 개인별 1일 섭취량 및 영양소 구성에 대해 분석하였다.²⁰⁾

비만판정기준

성인과 달리 소아비만은 국제적으로 통일된 정의가 없어, 연구마다, 조사 지역마다 서로 다른 기준을 사용하고 있다. 우리나라에서는 현재 1998년 대한소아과학회에서 제시한 한국 소아 및 청소년 신체발육 표준치를 기준으로 성별, 신장별 표준체중을 이용하여 산출한 비만도를 이용하여 비만을 진단하는 방법과 성별, 연령별 체질량지수 백분위수를 구하여 비만을 진단하는 방법으로 주로 비만을 진단하고 있다.¹⁹⁾ 표준체중으로 산출된 비만도를 이용한 비만 진단방법이 체질량지수 백분위수를 이용한 방법보다 체지방량을 더 잘 반영하고 비만도의 변화를 정량화하는데 용이하기 때문에 본 연구에서는 성별, 신장별 표준체중을 이용하여 산출한 비만도를 이용하여 비만을 진단하였다. 표준체중은 1998년 대한소아과학회에서 제시한 성별, 신장별 표준체중을 사용하였으며, 비만지수 (obesity index: OI)는 다음의 공식을 통해 구하였고, 비만지수 -20% 미만을 저체중으로, -20~19%를 정상, 20~29%를 경도비만, 30~49%를 중등도, 50% 이상을 고도비만으로 진단하였다.

$$\text{비만지수 (\%)} = (\text{실측} - \text{신장별 표준체중}) / \text{표준체중} \times 100$$

통계 분석

결과 분석에서 유병률은 빈도수와 함께 전체에서 차지하

는 비율을 백분위 (%)로 표시하였고, 검사 결과는 평균과 표준편차를 표시하였다. 신체계측 변수 간의 상관계수를 구하였고, 신체계측 변수들과 대사성 위험인자들의 상관계수들을 비교하였다. 각 군 간의 유의성 검정은 SAS (Statistical Analysis System version 9.1, SAS Institute, Cary, NC)을 이용하여 두 군 간의 평균 비교는 독립 t-test를, 세군 간의 평균 비교는 Duncan's multiple range test로, 각 군 간의 빈도 비교는 χ^2 -test로 검정하였다.

연구결과

성별, 연령별 소아의 신체계측치

2차년도 조사에 응했던 467명 중 1차년도 조사에 응했던 소아는 375명이었다. 조사대상자의 1차년도와 2차년도의 신장, 체중, BMI, 허리둘레, 엉덩이 둘레, 허리/엉덩이 둘레비 (WHR) 등의 신체계측치를 Table 1에 제시하였다. 신장, 체중은 남학생이 여학생보다 높은 수치를 보였다. 1년 후 신장과 체중은 남·녀 학생 모두 유의적인 성장을 보여 신장은 남녀 각각 6%, 6% 증가하였고, 체중은 15%, 13% 증가하였다. 그러나 BMI는 남학생이 여학생보다 유의적으로 높았으나 시간경과에 따른 통계적으로 유의한 증가를 관찰할 수 없었다. 엉덩이 둘레는 2차년도에 유의적으로 증가하여 WHR이 감소하는 경향을 보였다.

성별, 연령별 소아의 비만 유병률

표준체중법에 의한 비만분류기준에 따라 비만을 판정한 결과, 1차년도 비만 유병률은 남학생이 경도비만이 8.7%, 중등도 비만이 3.6%이었다. 여학생은 경도비만이 1.7%로

Table 1. General characteristics of children from elementary schools in gwacheon

	Boys (n = 195)		Girls (n = 180)	
	First year	Second year	First year	Second year
Height (cm) ⁴⁾	121.1 ± 4.6 ^{*1)}	128.7 ± 4.8	119.4 ± 4.6 [*]	126.9 ± 4.9
Weight (kg)	24.7 ± 4.2 [*]	28.4 ± 5.1	22.4 ± 3.1 [*]	25.4 ± 3.9
BMI (kg/m ²)	16.8 ± 2.0	17.1 ± 2.3	15.7 ± 1.5	15.7 ± 1.7
Waist (cm)	56.7 ± 7.0	57.3 ± 6.4	53.6 ± 4.7	53.9 ± 4.6
Hip (cm)	67.6 ± 5.5 [*]	70.0 ± 6.0	65.1 ± 4.5 [*]	67.3 ± 4.5
WHR ²⁾	0.84 ± 0.07 [*]	0.82 ± 0.04	0.82 ± 0.05 [*]	0.80 ± 0.04
OI ³⁾				
Mild	17 (8.7%)	15 (7.7%)	3 (1.7%)	2 (1.1%)
Moderate	7 (3.6%)	7 (3.6%)	0	1 (0.6%)
Severe	0	1 (0.5%)	0	0

1) Mean ± Standard deviation

2) Waist/Hip ratio

3) Obesity Index classified (body weight-sex matched ideal standardized body weight)/standardized body weight × 100 mild obesity 20-29%: moderate obesity 30-49%: severe obesity over 50%

4) Height, Weight, BMI, Waist, Hip, WHR values are significantly difference between boys and girls at p < 0.05 by t-test

*: significantly difference between first and second year at p < 0.05 by paired t-test

관찰되어 남학생보다 비만 유병률이 낮았다. 2차년도에 경 우 남학생은 경도, 중등도, 고도비만이 각기 7.7, 3.6, 0.5% 로 관찰되어 경도비만 이상의 비만 유병률은 전년도 12.3% 에 비해 11.8%로 증가하지는 않았으나 고도비만이 새로 관 찰되었다. 여학생의 경우 2차년도의 비만 유병률은 1.7% 로 전년도에 비해 증가하지는 않았으나 경도, 중등도 비만 이 각기 1.1%, 0.6%로 중등도 비만이 증가하였다. 즉, 남 학생이 여학생보다 비만 유병률이 높게 관찰되었다.

1차년도에 조사한 동일아동들을 1년 후 추적 검사한 결 과, 비만 유병률은 증가하지 않았으나 비만의 정도가 심해 지는 것으로 판단된다.

Table 2. The mean of body composition and serum leptin level in second year children

	Boys (n = 195)	Girls (n = 180)
Fat mass	4.9 ± 3.1 ¹⁾	4.4 ± 1.9
Fat free mass*	23.5 ± 2.5	21.0 ± 2.2
Body fat (%)	16.2 ± 6.7	16.8 ± 4.7
Leptin (ng/ml)	3.9 ± 4.1	4.0 ± 3.1

1) Mean ± Standard deviation
 *: significantly difference between boys and girls at p < 0.05 by t-test

2차년도 소아의 체지방량, 제지방량, 체지방률 및 혈액 leptin 수준

2차년도 소아의 체지방량, 제지방량, 체지방률은 Table 2와 같다. 체지방량은 남학생이 높았으나, 제지방량은 여 학생이 적어 체지방률은 여학생이 높았다. 2차년도 학생의 혈중 leptin 수준은 Table 2와 같다. 혈중 leptin의 수준은 여학생이 유의적으로 높았다.

2차년도 소아의 leptin 수준과 신체지수와의 상관관계

1, 2차년도의 비만지수 (OI), BMI, 허리둘레 수치와 2차 년도 leptin, 체지방량, 제지방량 수치들 상호간의 관계는 Table 3과 같다. 특히, leptin 수치와 1차년도, 2차년도의 OI 간의 관계는 Fig. 1과 같다. 남학생의 혈중 leptin 수준 과 신체지수와의 관계는 체지방량, 제지방량, BMI, 허리둘 레, 제지방량의 순으로 양의 상관관계를 보였다 (Table 3). 여학생의 경우 남학생보다는 상관계수는 낮았으나 유사한 상관관계를 보였다. 남학생의 혈중 leptin 수준과 OI와의 상 관관계도 매우 밀접하여 2006년 비만도와 r = 0.77의 상 관관계가 있음을 관찰하였다. 남·녀 학생의 leptin 수준은 현재의 BMI 수치, OI 뿐만 아니라 전년도의 BMI, OI와도

Table 3. Pearson's correlation coefficient between serum leptin level and body composition

	BMI (1 st)	BMI (2 nd)	OI (1 st)	OI (2 nd)	Waist (1 st)	Waist (2 nd)	% fat	Fat mass	Fat free mass
Boys (n=195)									
Leptin	0.72*	0.81*	0.68*	0.77*	0.63*	0.77*	0.82*	0.87*	0.53*
BMI (1 st)	1.00	0.91*	0.99*	0.88*	0.69*	0.80*	0.85*	0.86*	0.67*
BMI (2 nd)		1.00	0.89*	0.97*	0.69*	0.89*	0.94*	0.94*	0.74*
OI (1 st)			1.00	0.88*	0.58*	0.61*	0.64*	0.69*	0.41*
OI (2 nd)				1.00	0.57*	0.63*	0.70*	0.76*	0.39*
Waist (1 st)					1.00	0.69*	0.67*	0.70*	0.56*
Waist (2 nd)						1.00	0.88*	0.90*	0.77*
% fat							1.00	0.97*	0.64*
Fat mass								1.00	0.71*
Fat free mass									1.00
Girls (n=180)									
Leptin	0.65*	0.73*	0.64*	0.73*	0.59*	0.69*	0.75*	0.76*	0.41*
BMI (1 st)	1.00	0.89*	0.99*	0.87*	0.70*	0.78*	0.82*	0.85*	0.58*
BMI (2 nd)		1.00	0.87*	0.97*	0.70*	0.87*	0.88*	0.95*	0.69*
OI (1 st)			1.00	0.87*	0.32*	0.26*	0.22*	0.44*	0.22*
OI (2 nd)				1.00	0.34*	0.36*	0.38*	0.53*	0.28*
Waist (1 st)					1.00	0.78*	0.67*	0.74*	0.61*
Waist (2 nd)						1.00	0.82*	0.90*	0.72*
% fat							1.00	0.89*	0.54*
Fat mass								1.00	0.74*
Fat free mass									1.00

*: p < 0.005
 1) measured in 2005, 1st year
 2) measured in 2006, 2nd year

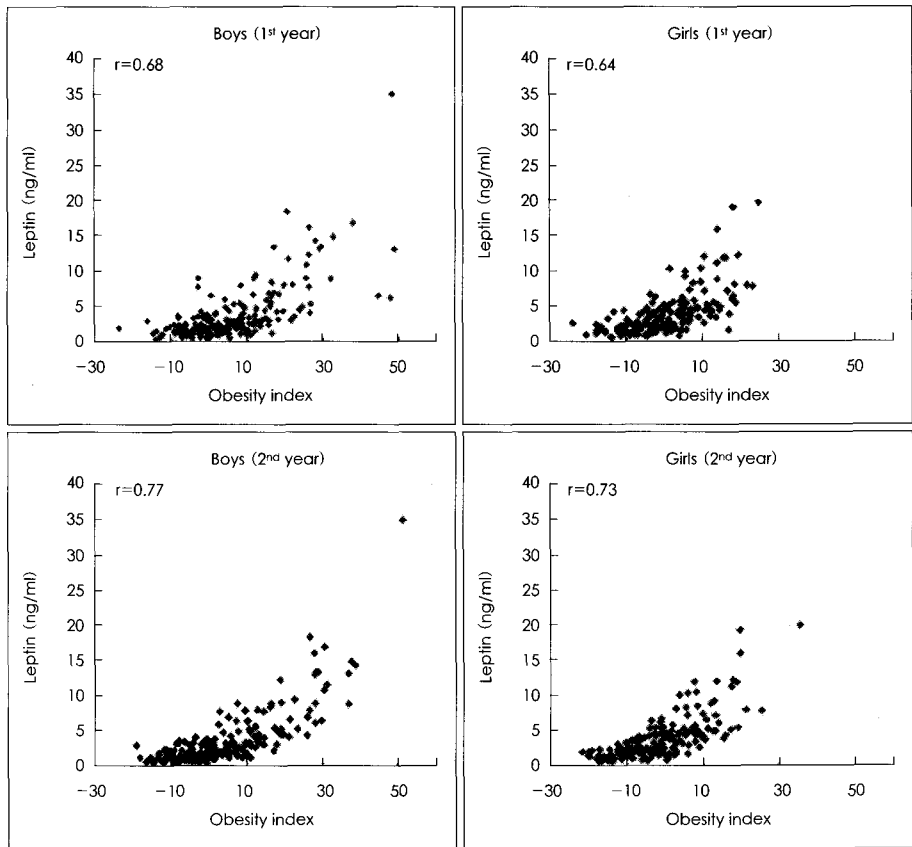


Fig. 1. Pearson's correlation between obesity index and serum leptin levels in children according to age and sex.

상관관계가 깊게 나타났다 (Fig. 1).

Leptin 수준과 영양섭취상태

Table 4에서 조사대상자의 평균 열량섭취량은 남학생은 1,739 kcal, 여학생은 1,630 kcal으로 남학생이 더 많이 섭취하고 있었다. 총열량 섭취에 대한 단백질, 지방, 탄수화물 섭취량을 비교하여 보면 탄수화물, 지방 섭취량이 남학생이 유의적으로 많았다. leptin과 지방섭취량, 탄수화물 섭취량과의 관계는 유의적인 상관관계가 없었다.

2차년도 소아의 Leptin 수준에 따른 연차별 신체지수의 변화 및 비만도 변화

Leptin과 신체지수 지표가 양의 상관관계가 있음을 관찰한 바 2차년도 소아의 leptin 수준을 삼분위수로 나누고 이들의 연도별 신체지수를 관찰하였다 (Table 5).

leptin 삼분위 수와 비만분포 변화는 Table 6과 같다. 남학생의 leptin 최하위 군의 경우 OI로 비만관정 시 2차년도에는 비만이 없었다. 남학생의 leptin 중간 군의 경우 전년도에는 비만이었으나, 당해연도에는 비만이 아닌 학생들이 발견되었다. 즉, 전년도에는 경도비만이었으나 정상군으로 전환되었고, leptin 수준도 중간 군의 수준을 유지하였음을 알 수 있다.

Table 4. Energy and nutrition intake in second year children

	Boys (n = 122)	Girls (n = 109)
Energy intake (kcal)*	1739.3 ± 312.9	1630.3 ± 317.1
Protein intake (g)	70.7 ± 16.6	68.3 ± 17.3
Fat intake (g)	50.3 ± 16.6	47.0 ± 13.8
Carbohydrate intake (g)*	257.3 ± 46.6	242.5 ± 49.7
fiber intake (g)	5.7 ± 2.4	6.1 ± 2.4

*: significantly difference between boys and girls at p < 0.05 by t-test

남학생은 2차년도에는 leptin 최상위군에서만 비만이 관찰되었고, 그 유병률이 경도, 중등도, 고도비만 각각 23.1, 10.8, 1.5%이었다. 1차년도의 경우 경도비만 24.6%, 중등도비만 10.8%의 비만 유병률을 보여 2차년도에는 고도비만이 증가하였음을 관찰할 수 있었다. 여학생 역시 2차년도에는 leptin 최상위군에서만 비만이 관찰되었고, 유병률은 경도, 중등도 비만 각각 3.3, 1.7%로 관찰되었다. 1차년도에는 경도비만만 5% 관찰되었다. 남학생 비만 유병률이 leptin 최상위군에서 1/3 정도로 나타나 여학생보다 6 배 이상 높게 나타났다. 비만이 높게 나타났을 뿐만 아니라 전년도에 비해 경도에서 중등도, 중등도에서 고도비만으로 이환되었음을 관찰하였다.

Table 5. Body mass index and weight status of children from elementary school in gwacheon at baseline and at the end of 1 year follow-up according to leptin tertiles

	Boys (n = 195)										Girls (n = 180)							
	First year			Second year			First year			Second year			First year			Second year		
	T1 (n = 65)	T2 (n = 65)	T3 (n = 65)	T1 (n = 65)	T2 (n = 65)	T3 (n = 65)	L1 (n = 60)	L2 (n = 60)	L3 (n = 60)	L1 (n = 60)	L2 (n = 60)	L3 (n = 60)	L1 (n = 60)	L2 (n = 60)	L3 (n = 60)			
Height	119.0 ± 4.0 ^{ab}	120.3 ± 3.9 ^{ab}	123.8 ± 4.4 ^{ab}	126.4 ± 4.0 ^c	128.0 ± 4.1 ^b	131.6 ± 4.6 ^d	118.3 ± 4.4 [*]	119.6 ± 4.8 [*]	120.2 ± 4.3 [*]	125.6 ± 4.7 [*]	127.2 ± 5.3 ^{ab}	127.9 ± 4.5 ^c	125.6 ± 4.3 [*]	125.6 ± 4.7 [*]	127.2 ± 5.3 ^{ab}			
Weight	22.1 ± 2.2 ^{ac}	23.5 ± 2.7 ^{ab}	28.6 ± 4.2 ^{ab}	24.7 ± 2.4 ^c	26.9 ± 3.0 ^b	33.6 ± 4.6 ^d	20.6 ± 2.3 ^{bc}	22.1 ± 2.4 ^{ab}	24.4 ± 3.3 ^{ab}	23.1 ± 2.6 ^c	25.0 ± 2.9 ^b	28.3 ± 4.0 ^d	23.1 ± 2.6 ^c	23.1 ± 2.6 ^c	25.0 ± 2.9 ^b			
BMI	15.6 ± 1.1 ^c	16.2 ± 1.3 ^b	18.6 ± 2.1 ^{ab}	15.4 ± 1.1 ^c	16.4 ± 1.3 ^b	19.4 ± 2.0 ^a	14.7 ± 1.1 ^c	15.4 ± 1.2 ^b	16.9 ± 1.4 ^{ab}	14.6 ± 1.1 ^c	15.4 ± 1.1 ^b	17.2 ± 1.5 ^d	14.6 ± 1.1 ^c	14.6 ± 1.1 ^c	15.4 ± 1.1 ^b			
Oil	-1.3 ± 7.0 ^{ac}	2.5 ± 8.5 ^{ab}	16.4 ± 12.9 ^b	-4.7 ± 6.8 ^c	0.5 ± 7.8 ^b	16.4 ± 12.3 ^b	-5.8 ± 7.2 ^{bc}	-1.2 ± 7.7 ^{bc}	7.7 ± 8.4 ^c	-8.2 ± 6.8 ^c	-4.0 ± 7.3 ^b	7.7 ± 8.2 ^d	-8.2 ± 6.8 ^c	-4.0 ± 7.3 ^b	7.7 ± 8.2 ^d			
Waist	53.2 ± 3.4 ^b	54.7 ± 7.1 ^b	62.2 ± 6.3 ^{ab}	52.9 ± 2.8 ^c	55.6 ± 3.8 ^b	63.5 ± 6.2 ^a	50.9 ± 2.7 ^c	53.3 ± 4.0 ^b	56.7 ± 5.3 ^{ab}	50.9 ± 2.9 ^c	52.9 ± 3.1 ^b	57.8 ± 4.5 ^d	50.9 ± 2.9 ^c	52.9 ± 3.1 ^b	57.8 ± 4.5 ^d			
% fat				11.1 ± 2.7 ^c	14.1 ± 3.6 ^b	23.4 ± 5.8 ^a							13.5 ± 2.9 ^c	15.8 ± 2.9 ^b	21.0 ± 4.3 ^a			
Fat mass				2.8 ± 0.9 ^c	3.9 ± 1.4 ^b	8.1 ± 3.2 ^a							3.2 ± 1.0 ^c	4.0 ± 1.1 ^b	6.2 ± 2.1 ^a			
Fat free mass				21.9 ± 1.7 ^c	23.0 ± 1.9 ^b	25.5 ± 2.2 ^a							19.9 ± 1.9 ^c	21.0 ± 2.0 ^b	22.1 ± 2.2 ^a			
Leptin				1.3 ± 0.4 ^c	2.6 ± 0.5 ^b	7.8 ± 5.1 ^a							1.6 ± 0.4 ^c	3.1 ± 0.7 ^b	7.2 ± 3.5 ^a			

T1: 1.79 ≤ leptin, T2: 1.79 < leptin ≤ 3.46, T3: 3.46 < leptin, L1: 2.22 ≤ leptin, L2: 2.22 < leptin ≤ 4.31, L3: 4.31 < leptin

1) means with different superscripts within a same year are significantly different from each at α = 0.05 by Duncan's multiple range test

*: significantly difference between first and second year at p < 0.05 by paired t-test

고찰 및 결론

전 세계적으로 소아비만 유병률이 증가하고 있다. 우리나라도 서울지역 초·중·고등학생의 비만 유병률이 2002년에 남·녀 학생의 17.9%, 10.9%로 1979년에 비해 남·녀 학생 각기 9배, 4배 증가한 것으로 보고되고 있다.¹⁾ 2005년에 실시된 국민건강조사에 의하면 전국 5~9세 표본 조사 대상자 656명 중 8.8%가 비만으로 관찰되었다.²⁾ 서울지역 조사결과에서는 2005년 만 7세 초등학생이 남·녀 학생 각각 5.3%, 5.5%로 관찰되었다.²¹⁾ 여러 연구 결과에서 비만 유병률이 매우 다르게 보고되고 있는데, 이는 조사대상자의 거주지, 성별, 연령 구성의 차이로 인한 것으로 판단된다.^{2,5,21,22)} 소아의 경우 성장속도가 매우 빨라, 연령증가에 따른 성장발달이 고려된 비만도의 변화를 관찰하려면 거주지, 성별 뿐만 아니라, 연령 구성이 명확하게 밝혀진 집단에서 연차적인 변동을 관찰하는 것이 더 바람직할 것이다.

본 연구에서는 2005년 만 7세인 과천 남학생 집단에서 경도비만 이상의 비만 유병률은 12.3%로 서울지역 만 7세 남학생의 비만 유병률 보다 높게 관찰되었다. 동일 아동을 1년 추적검사를 한 결과 비만 유병률이 11.8%로 관찰되었다. 여학생의 경우 1차년도에 비만 유병률은 1.7%로 비만 유병률은 서울지역 보다 낮게 관찰되었다. 2차년도의 비만 유병률은 1.7%로 전년도에 비해 증가하지는 않았으나 경도, 중등도 비만이 각기 1.1, 0.6%로 중등도 비만이 증가하였다. 따라서 과천 초등학생의 경우, 비만 유병률은 남학생이 여학생보다 7배 이상으로 높았고, 1년 추적 후 비만 유병률이 증가하지는 않았으나 비만의 정도가 증가하였음을 관찰할 수 있었다.

비만으로 인해 대사증후군 위험요소 변화 및 당뇨병 관련 질환 유병률 등을 비교한 연구들은 많이 수행되고 있다.³⁾ 소아에서도 비만은 고지혈증, 당불내성, 당뇨병 합병증을 일으키며 성인 비만으로 진행된다고 알려져 있다.^{4,23)} 지방조직 분비 호르몬과 비만이 관련이 있다고 성인에서 보고되고 있으나 소아를 대상으로 한 연구는 매우 한정적이다.^{8,11,24-26)} 또한 국내에서 지역사회를 근거로 한 소아집단에서 초등학교 저학년 학생의 leptin 수준을 관찰한 연구는 없다고 생각된다.

본 연구에서 소아의 혈중 leptin은 0.5~35.0 ng/ml 수준으로 관찰되었고, 소아의 BMI가 증가할수록 leptin 수준이 증가함을 관찰할 수 있었다. 이는 소아와 성인집단에서 leptin과 BMI수치가 유의적 상관관계가 있다는 보고와 일

Table 6. Number of children from elementary school in Gwacheon at baseline and at the end of 1 year follow-up according to leptin tertiles and obesity index

	Boys (n = 195)						Girls (n = 180)					
	First year			Second year			First year			Second year		
	T1 (n = 65)	T2 (n = 65)	T3 (n = 65)	T1	T2	T3	L1 (n = 60)	L2 (n = 60)	L3 (n = 60)	L1	L2	L3
Ob ²⁾												
Under	1 (1.5) ¹⁾						1 (1.7)	1 (1.7)	3 (5.0)			1 (1.7)
Normal	65 (100)	63 (96.9)	42 (64.6)	65 (100)	65 (100)	42 (64.6)	59 (98.3)	59 (98.3)	57 (95.0)	57 (95.0)	59 (98.3)	57 (95.0)
Mild	1 (1.5)		16 (24.6)		15 (23.1)		3 (5.0)			2 (3.3)		
Moderate	7 (10.8)			7 (10.8)						1 (1.7)		
Severe				1 (1.5)								

T1: 1.79 ≤ leptin, T2: 1.79 < leptin ≤ 3.46, T3: 3.46 < leptin, L1: 2.22 ≤ leptin, L2: 2.22 < leptin ≤ 4.31, L3: 4.31 < leptin

1) Data are shown as N (%)

2) Obesity Index classified (body weight - sex matched ideal standardized body weight)/standardized body weight × 100 underweight under -20%: normal -20-19%: mild obesity 20-29%: moderate obesity 30-49%: severe obesity over 50%

치하였다.^{3,27,28)} leptin 수준이 높을수록 BMI 뿐만 아니라, 허리둘레, WHR, 체지방률 등도 유의적인 상관관계가 있었다. 고지방식을 섭취하거나, 과잉 열량을 섭취하면 leptin 수준이 증가하여 궁극적으로 leptin resistance한 결과를 초래하거나, 과잉열량으로 인한 비만으로 leptin이 증가하여 뇌에서 leptin signaling이 저해되어 이는 또 식품 섭취 억제 능력의 저하된다는 보고 등 leptin과 열량섭취량과의 관계를 기술한 연구가 있었으나²⁹⁾ 본 연구 결과에 의하면 혈중 leptin 수준과 열량섭취량, 혹은 지방섭취량과는 유의적 상관관계가 없었다. Leptin의 수준과 BMI의 관계는 당해년도의 BMI 뿐 아니라 전년도 BMI와도 밀접한 관계가 있음을 관찰할 수 있어 leptin 수준으로 전년도의 비만 상태를 가늠할 수 있었고, 차년도의 소아의 비만상태도 예측이 가능할 것으로 판단된다. 혈중 leptin과 비만 유병률이 밀접한 관계가 있을 것으로 고려하여 leptin 수준에 따라 대상자를 삼등분으로 구분하였을 때, leptin 수준이 높은 군에 속하는 남학생 집단에서 1/3 이상이 비만으로 판정되었고, 이 중 1/3 이상이 중등도 비만 및 고도비만이였다. 전년도에도 고도 비만은 없었지만, 유사한 비만 유병율을 관찰할 수 있었다. 여학생의 경우도 leptin 수준이 높을수록 비만 유병률이 높아 최상위군은 5%로 관찰되었고, 전년도도 유사한 비율로 관찰되었다. 전년도에 비해 남녀 학생 모두 leptin 값이 높은 학생이 비만의 정도가 높아짐을 관찰하였으며 leptin 값이 낮은 학생이 비만의 정도가 낮아짐을 관찰 할 수 있었다.

이 연구의 제한점은 1차년도에 leptin 측정이 이루어지지 못해 2차년도의 leptin 수준을 기준으로 당해년도와 전년도의 비만도와의 관계를 관찰하여 leptin의 비만도 증가에 대한 예측정도는 retrospective 하여 앞으로의 비만정

도를 예측하기 위해서는 follow-up 연구가 더 필요하다는 것이다.

이상의 결과로 볼 때 leptin 수준과 비만도와의 관계에 대해 연차별 변화를 관찰한 연구는 종전에 없어 leptin 수준과 전년도 비만과의 관련성에 대한 정보를 제공할 수 있었다. 현재까지 유사한 연구로는 비만위험도가 높은 소아 중 leptin 수준이 높은 경우 소아기에 체중과 체지방의 증가폭이 더 크다는 보고가 있으나 인종에 따라 증가폭이 다를 것으로 보고하고 있어 한국인에 대한 연구가 필요하다. 한국인 소아집단에서 동일인에 대해 연령증가에 따른 leptin 및 비만도의 변화를 장기간 관찰함으로써 leptin 수준의 평가를 통해 체중증가, 비만 이환 여부 등을 예측할 수 있는지를 확인한다면, leptin이 비만을 미리 진단하여 예방할 수 있는 좋은 지표로 사용할 수 있을 것이다.

요 약

과천에서 진행되고 있는 소아 코호트의 1차년도와 2차년도 조사에 모두 참여했던 소아 375명 (남아 : 195명, 여아 : 180명)을 연구 대상으로 leptin 수준을 삼분위수로 나누어 leptin 수준에 따른 신체조성 성분 변화를 관찰한 결과에 대한 요약은 다음과 같다.

1) 1차년도 비만 유병률은 남학생이 경도비만 8.7%, 중등도 비만 3.6%였고, 여학생은 경도비만이 1.7%로 관찰되었다.

2) 1, 2차년도의 비만지수 (OD), BMI, 허리둘레 수치와 2차년도 leptin, 체지방률, 체지방량 수치들 상호간의 관계를 보았을 때, 남학생의 혈중 leptin 수준과 신체지수와의 관계는 체지방량, 체지방률, BMI 허리둘레, 체지방량의 순

으로 양의 상관관계를 보였으며, 특히 leptin의 농도가 높을수록 현재의 체중, 체질량지수, 비만도, 허리둘레, 체지방률이 높았다 ($p < 0.001$). 이는 여학생의 경우에도 유사한 상관관계를 나타냈다.

3) leptin과 지방섭취량, 탄수화물 섭취량과의 관계는 유의적인 상관관계를 보이지 않았다.

4) 혈중 leptin 수준을 삼등분하여 그 수준이 최상위 삼분위에 포함되는 어린이 집단의 비만 유병률은 남 34.3%, 여 5% 이었으나 최하위군 에서는 0%이었다. 최상위군의 경우 1년 전의 비만유병률도 유사하였다 (남 34.3%, 여 5%).

이상의 결과를 종합해보면 소아의 leptin 수준은 현재의 비만도를 반영할 수 있을 뿐 아니라, 1년 전의 비만상태도 예측이 가능하다. 비만도가 높은 소아의 경우 적극적 개선이 행해지지 않으면 체중 및 비만상태가 1년간 지속되므로 대사증후군 및 심혈관계 질환의 위험이 증가될 것으로 판단되며 이들을 조기에 예측, 관리하는 체계가 필요하다.

■ 감사의 글

본 연구에 도움을 주신 과천시역 초등학교 학생들과 학부모님, 그리고 선생님께 감사드립니다.

Literature cited

- 1) Park YS, Lee DH, Choi JM, Kang YJ, Kim JH. Trend of Obesity in School Age Children in Seoul Over th Past 23 Years. *Korean J Pediatr* 2004; 47(3): 247-256
- 2) Korea centers for disease control and prevention and Korean Institute for health and social affairs. In-depth Analyses of the Third National Health and Nutrition Examination Survey: the Health Interview and Health Attitude Survey Part. (Korean); 2007.
- 3) Steinberger J, Steffen L, Jacobs DR Jr, Moran A, Hong CP, Sinaiko AR. Relation of leptin to insulin resistance syndrome in children. *Obes Res* 2003; 11(9): 1124-1130
- 4) Must A, Strauss RS. Risks and consequences of childhood and adolescent obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999 Mar; 23 Suppl 2: S2-11
- 5) Hotamisligil GS, Shargill NS, Spiegelman BM. Adipose expression of tumor necrosis factor-alpha: direct role in obesity-linked insulin resistance. *Science* 1993 Jan 1; 259(5091): 87-91
- 6) Friedman JM, Halaas JL. Leptin and the regulation of body weight in mammals. *Nature* 1998 Oct 22; 395(6704): 763-770
- 7) Dencker M, Thorsson O, Karlsson MK, Linden C, Wollmer P, Ahren B. Leptin is closely related to body fat in prepubertal children aged 8-11 years. *Acta Paediatr* 2006; 95(8): 975-979
- 8) Silha JV, Krsek M, Skrha JV, Sucharda P, Nyomba BL, Murphy LJ. Plasma resistin, adiponectin and leptin levels in lean and obese subjects: correlations with insulin resistance. *Eur J Endocrinol* 2003; 149(4): 331-335
- 9) Ravussin E, Pratley RE, Maffei M, Wang H, Friedman JM, Bennett PH, Bogardus C. Relatively low plasma leptin concentrations

- precede weight gain in Pima Indians. *Nat Med* 1997; 3(2): 238-240
- 10) Fleisch AF, Agarwal N, Roberts MD, Han JC, Theim KR, Vexler A, Troendle J, Yanovski SZ, Yanovski JA. Influence of serum leptin on weight and body fat growth in children at high risk for adult obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 2007; 92(3): 948-954
- 11) Nishimura R, Sano H, Matsudaira T, Miyashita Y, Morimoto A, Shirasawa T, Takahashi E, Kawaguchi T, Tajima N. Childhood obesity and its relation to serum adiponectin and leptin: a report from a population-based study. *Diabetes Res Clin Pract* 2007; 76(2): 245-250
- 12) Garcia-Mayor RV, Andrade MA, Rios M, Lage M, Dieguez C, Casanueva FF. Serum leptin levels in normal children: relationship to age, gender, body mass index, pituitary-gonadal hormones, and pubertal stage. *J Clin Endocrinol Metab* 1997; 82(9): 2849-2855
- 13) Chu NF, Spiegelman D, Yu J, Rifai N, Hotamisligil GS, Rimm EB. Plasma leptin concentrations and four-year weight gain among US men. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25(3): 346-353
- 14) Echwald SM, Sorensen TD, Sorensen TI, Tybjaerg-Hansen A, Andersen T, Chung WK, Leibel RL, Pedersen O. Amino acid variants in the human leptin receptor: lack of association to juvenile onset obesity. *Biochem Biophys Res Commun* 1997; 7: 233(1): 248-252
- 15) Ahmed ML, Ong KK, Morrell DJ, Cox L, Drayer N, Perry L, Preece MA, Dunger DB. Longitudinal study of leptin concentrations during puberty: sex differences and relationship to changes in body composition. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84(3): 899-905
- 16) Byrnes SE, Baur LA, Bermingham M, Brock K, Steinbeck K. Leptin and total cholesterol are predictors of weight gain in prepubertal children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23(2): 146-150
- 17) Salbe AD, Weyer C, Lindsay RS, Ravussin E, Tataranni PA. Assessing risk factors for obesity between childhood and adolescence: I. Birth weight, childhood adiposity, parental obesity, insulin, and leptin. *Pediatrics* 2002; 110(2 Pt 1): 299-306
- 18) Savoye M, Dziura J, Castle J, DiPietro L, Tamborlane WV, Caprio S. Importance of plasma leptin in predicting future weight gain in obese children: a two-and-a-half-year longitudinal study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26(7): 942-946
- 19) Korean pediatrics public health statistics. Korean pediatric society the korean standard growth data of childhood and adolescents in 1998; 1998. p.8-30
- 20) Korean Nutrition Society (2002a) Nutritional assessment program, 'Can pro 2.0'
- 21) Seoul school health promotion center. Yearbook of school health; 2006. p.15-17
- 22) Song YJ, Joung HJ, Kim YN, Paik HY. The physical development and dietary intake for Korean children and adolescents: body composition and obesity prevalence. *Korean J Nutr* 2006; 39(1): 44-49
- 23) Jang HO, Lee GG, Kang YJ. The prevalent rate of abnormal serum aminotransferase levels and total cholesterol levels among adolescents with obesity. *J Korean Pediatric Soc* 2002; 45: 1484-1490
- 24) Lee HS, Choi JS, Kim WY. The study on the serum levels of re-

- sistin, adiponectin, and leptin in obese children. *Korean J Nutr* 2005; 38(3): 197-202
- 25) Jung MJ, Shin JY, Kim SY, Lee JH, Lee KH, Lee JW. Alteration of insulin resistance and serum adiponectin levels after one year follow-up of obese children and adolescents. *Korean J of Pediatrics* 2007; 50(8): 767-773
- 26) Ruhl CE, Harris TB, Ding J, Goodpaster BH, Kanaya AM, Kritchevsky SB, Simonsick EM, Tylavsky FA, Everhart JE. Body mass index and serum leptin concentration independently estimate percentage body fat in older adults. *Am J Clin Nutr* 2007; 85(4): 1121-1126
- 27) Valle M, Gascon F, Martos R, Bermudo F, Ceballos P, Suanes A. Relationship between high plasma leptin concentrations and metabolic syndrome in obese pre-pubertal children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003; 27(1): 13-18
- 28) Wannamethee SG, Tchernova J, Whincup P, Lowe GD, Kelly A, Rumley A, Wallace AM, Sattar N. Plasma leptin: associations with metabolic, inflammatory and haemostatic risk factors for cardiovascular disease. *Atherosclerosis* 2007; 191(2): 418-426
- 29) Ronghua Yang, Lili A. Barouch. Leptin signaling and obesity. *Circ Res* 2007; 101: 545-559