

## 체중조절 영양교육 프로그램이 비만 아동의 식습관, 체중, 지방세포분비 호르몬의 농도에 미치는 영향

이현숙 · 최진선\* · 김화영\*

서울스포츠대학원대학교 스포츠과학학과, 이화여자대학교 식품영양학과\*

(2005년 3월 2일 접수)

## Effect of Nutrition Education for Weight Control on the Dietary Behavior, Anthropometry, Body Composition, and the Serum Levels of Adipocytokines in the Elementary Obese Children

Hyun-Sook Lee, Jin-Sun Choi\*, and Wha-Young Kim\*

Department of Sports Sciences, Seoul Sports Graduate University,

Department of Food and Nutrition, Ewha Womans University\*

(Received March 2, 2005)

### Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of the weight control programme through nutrition education on anthropometry, body composition, dietary behavior, and adipocyte-driven protein in obese elementary school children. The subjects were 17 obese children of OI over 120% from the fourth to sixth grades of elementary school. The subjects were given nutrition education for weight control along with physical and behavioral advices once a week, and the program was 12 weeks long. On the completion of 12 week weight control program, significant decreases in waist and hip circumferences were resulted, however, no changes in body mass index (BMI) and obesity index (OI) were found. Hemoglobin was significantly decreased and HDL-cholesterol was significantly increased. Energy intake was decreased significantly along with intakes of Ca, Fe, folic acid, vitamin B1, vitamin B6, and vitamin C. Meal distribution of energy was changed; % energy from snack significantly from 11.9% to 3.3%. Resistin, leptin, and adiponectin level were not changed; Resistin had a negative correlation with vitamin C intake. Leptin had positive correlations with weight and BMI. Adiponectin was negatively correlated with weight and BMI. In conclusion, nutrition education program for weight control for 12 weeks is effective in changing the dietary behavior, serum profile, and anthropometry in obese elementary children, however, no effect was seen in adipocytokine levels.

**Key Words** : weight control program, nutrition education, BMI, OI, resistin, adiponectin, leptin

### 1. 서론

비만은 서구사회뿐만 아니라 우리나라에서도 중요한 건강문제이다. 국민건강보험공단의 2000년 건강검진결과에 의하면 5명 중 1명이 비만 상태이며, 비만이 국민건강을 위협하는 첫 번째 위험요소로 꼽혔다. 비만은 어느 연령층에나 발생할 수 있으나 어린 나이에 발생할수록 지방세포의 크기 뿐만 아니라 지방세포수 자체가 증가하여 성인비만으로 이행할 확률이 높다<sup>1)</sup>.

비만은 그 원인이 매우 복잡하고 상호 연관적인데, 유전적 요

인이나 내분비 장애로 인한 것보다는 과식이나 운동부족 등 생활양식에 기인하는 경우가 더 많다<sup>2)</sup>. 아동비만은 신체적 건강상의 문제뿐만 아니라 자존감의 상실, 우울, 부정적 자기 신체상 등 정신적 문제들을 야기할 수 있다<sup>3)</sup>. 따라서 아동의 비만 관리는 정신적, 신체적 건강을 위해 매우 중요하다. 한편 아동기는 식행동을 개선시키고 바람직하지 못한 행동이 고착되기 전에 행동을 개선할 수 있는 최적의 시기일 뿐만 아니라 감수성이 예민하고 지식 습득력이 큰 시기로서 영양에 관한 올바른 지식, 태도, 행동을 습득함에 있어서 다른 연령층에 비해 빠르고

효과적이다.<sup>4, 5)</sup>

지방조직에서 분비되는 물질인 leptin은 식품섭취와 에너지 균형의 변화를 통하여 체지방을 조절하는 기능을 가지고 있다<sup>6)</sup>. 혈청 leptin 수준, 지방 조직의 크기, 그리고 지방조직에서의 leptin mRNA 사이에 양의 상관관계가 있고, leptin은 인슐린 민감성 및 대사 증후군의 요소인 체질량지수 (Body Mass Index, BMI, kg/m<sup>2</sup>), 공복시 인슐린 수준, 평균혈압과 양의 상관관계가 있으며<sup>7)</sup> 지방 조직의 크기가 증가하면 leptin을 분비하여 시상하부의 식욕증추에 신호를 보내고 이에 따라 에너지 섭취가 줄어드는 것으로 보고되었다<sup>8)</sup>. Resistin과 adiponectin은 최근에 발견된 adipocytokine의 일종으로 현재 그 기능 및 질병과의 연관성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 물질이다. Resistin은 인슐린과 길항작용을 하는 등 당뇨와 관계가 있는 것으로 밝혀지고 있으며, 최근 비만과의 관련성에 대한 연구도 활발히 진행되고 있으나 아직 그 기능이 확실치 않다<sup>9-12)</sup>. Adiponectin은 인슐린 저항성이 있거나 비만한 사람 또는 동물에서 혈중 농도가 감소하는 것으로 보고되었다<sup>13-15)</sup>.

비만 치료방법으로는 운동요법, 식이요법, 행동수정요법이 있다. 소아비만의 치료는 적절한 식품섭취와 올바른 영양섭취 그리고 운동을 통하여 바람직한 체중을 지속적으로 유지하도록 하는 것이다<sup>16, 17)</sup>. 아동을 대상으로 영양교육 효과를 연구한 박 등<sup>18)</sup>은 비만아의 체중관리를 위해 영양상담을 실시한 결과 식이 섭취가 줄고 비만도, 혈청 콜레스테롤, 중성지방 성분이 유의적으로 감소되었다고 보고하였으며 서울시 일부 비만아동을 대상으로 영양교육을 한 이 등<sup>19)</sup>의 연구에서도 영양교육 후 영양지식이 유의적으로 향상되었다고 하여 영양교육의 효과를 보여주었다.

최근에는 학교중심의 비만관리프로그램에 대한 관심이 고조되고 있고 비만 아동을 위한, 학교에서 실천 가능한 프로그램의 개발 필요성이 부각되고 있으나 아직 학교 현장에서 운영 가능한 체계적인 비만관리 프로그램은 부족한 실정이며, 기존의 비만관리 프로그램도 보건교사들을 중심으로 한 프로그램 개발에 초점이 맞춰져 있다.

이에 본 연구는 학교현장에서 학교급식영양사나 영양교사가

주축이 되어 영양교육과 식생활지도를 통한 체중관리프로그램의 실시가 비만 아동의 비만도 개선과 식생활 변화에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는지 살펴보고 또한 체중관리프로그램에 따른 체중조절이 지방세포에서 분비되는 호르몬들의 수준에도 영향을 미치는지 살펴보기 위해서 수행되었다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 연구 대상자

조사대상자는 서울시 소재 초등학교에서 비만도 120 이상인 4~6학년 학생 중 프로그램에 참가하기를 희망하는 17명을 대상으로 하였다. 조사 대상자의 평균 연령은 10.8±0.15세였으며 성별로는 남학생이 12명, 여학생이 5명이었다.

### 2. 조사 내용 및 방법

연구대상자를 대상으로 2004년 1월부터 6월 사이에 12주간 체중조절 프로그램을 실시하였다. 방학 중에는 수요일 오전, 학기 중에는 수요일 방과 후 매주 60분씩 총 12회에 걸쳐 숙련된 영양사와 영양전문가가 함께 프로그램을 실시하였다. 프로그램을 시작하기 전 비만도를 평가하고 설문조사, 혈액검사를 하였고, 2주에 한 번씩 체중을 측정하였으며 12주 후 다시 설문조사와 혈액검사를 하였다.

체중조절 프로그램의 내용은 <Table 1>과 같다. 본 체중조절 프로그램은 식사요법, 운동요법 및 행동수정 요법으로 구성되어 있고 매주 교육과 상담을 실시하였다. 교육의 내용은 비만의 정의와 문제점 알기, 영양 지도로는 식품 모형을 이용하여 식품과 영양소 알기, 식품구성탐 알기, 식품의 열량 알기, 간식의 열량 알기를 지도하였다. 운동 지도로는 올바른 운동습관을 통하여 하루 30분씩 일주일에 3번 이상 운동을 하도록 권장하였으며 날씬이 습관과 뚱뚱이 습관을 비교하여 자신의 습관을 돌아보고 올바른 식습관과 간식 선택을 할 수 있도록 지도하였다. 매주 2회씩 식사기록지를 작성하고 식품구성탐에 식품군별로 스티커를 붙이게 함으로써 본인의 식사내용을 점검할 수 있도록

<Table 1> Contents of weight control program

Week	Activity	Homework
1	physical and blood test	
2	Learning about obesity	Recording food intakes, 2 times a week
3	Learning about foods and nutrients	Recording food intakes, 2 times a week
4	Learning about food pyramid	Recording food intakes, 2 times a week
5	Learning about proper food habit	Recording food intakes, 2 times a week
6	Learning about proper exercise	Recording food intakes, 2 times a week
7	Learning about calories of foods	Recording food intakes, 2 times a week
8	Learning about proper snack	Recording food intakes, 2 times a week
9	Learning about calories of snacks	Recording food intakes, 2 times a week
10	Learnig about recording food intakes	Recording food intakes, 2 times a week
11	Recording food intakes and assessment	Recording food intakes, 2 times a week
12	Recording food intakes and assessment	Recording food intakes, 2 times a week

록 하였다. 행동수정 지도로는 식사기록지를 본인과 영양사가 함께 평가하여 부모님에게 평가내용과 수정이 필요한 부분을 직접 작성하여 송부함으로써 가정에서 바람직하지 못한 식습관을 수정할 수 있도록 가족의 협조를 구했다.

일반사항조사는 설문지를 이용한 면접 방식으로 수행하였다. 설문지는 대상자 부모의 연령, 직업, 교육정도 등 일반사항과 영양지식, 식습관, 체중조절과 행동습관을 파악할 수 있도록 개발되었다.식이섭취조사는 잘 훈련된 조사자가 24시간 회상법을 이용하여 조사하였다. 조사된 식이 섭취량은 CAN-Pro 2.0<sup>20)</sup>으로 분석하여 식품 섭취량과 영양소 섭취량을 구하였으며 1일 영양소 섭취량을 한국인 영양권장량<sup>21)</sup>과 비교하였다.

체위는 아침 공복 시, 얇은 겂옷만을 착용한 상태로 측정하였다. 한국 소아 및 청소년 신체 발육 표준치에서 소아의 신장별 체중 백분위의 50percentile 값을 표준체중으로 하여 Obesity Index((실제체중/표준체중)×100)를 구하였으며, 신장과 체중 값으로부터 BMI를 산출하였고 허리/엉덩이 둘레비(waist to hip ratio, WHR)을 구하였다. 삼두박 피하지방두께 (Triceps skinfold thickness, TSF)는 Lange skinfold caliper(Cambridge Scientific Industries, INC. Cambridge, MD)를 이용하여 측정하였다. 혈액은 12시간 공복상태에서 조사 대상자의 상완정맥에서 채혈하여 혈청 또는 혈장을 분리하였고 분석 시 까지 -70℃에서 보관하였다.

### 3. 자료의 처리 및 분석

본 연구의 모든 자료는 SPSS 통계 package(Ver 10.1)를 이

용하여 분석하였다. 체중조절 프로그램 전과 후 아동의 일반사항, 신체계측, 영양소 섭취량 및 식품군별 섭취량, 혈액 성분, 호르몬의 평균과 표준 오차를 산출하였고 체중조절 프로그램 전과 후의 차이는 paired t-test로  $p < 0.05$  수준에서 유의성을 검증하였다. 영양소 섭취량, 체위, 혈액 성분, 호르몬 변화와의 상관관계는 Pearson's Correlation Analysis를 통해 검증하였다.

## III. 연구 결과

체중조절프로그램 실시 후 조사대상자의 체위 변화를 보면, 신장과 체중은 시작 전에 비해 유의적으로 증가하였고 비만도와 BMI는 유의적인 차이가 없었으며 허리와 엉덩이 둘레가 유의적으로 감소하였으나 WHR은 유의적인 변화가 없었다(Table 2). 체중조절 프로그램 실시 후 조사대상자의 헤모글로빈 농도 ( $p < 0.01$ )는 유의적으로 감소하였고, HDL-콜레스테롤 ( $p < 0.01$ )은 유의적으로 증가하였다(Table 2).

체중조절프로그램 실시 전의 조사대상자의 평균 혈중 resistin, leptin, adiponectin 농도를 보면, 각각 4.64ng/ml, 12.59ng/ml, 6.61 $\mu$ g/ml였다. 체중조절 프로그램 참가 후에도 4.38ng/ml, 12.52ng/ml, 6.49 $\mu$ g/ml로서 프로그램 실시 전과 비교해서 유의적인 변화가 없었다(Table 3).

체중조절 프로그램 참가 전과 후의 에너지 섭취량은 1614kcal에서 1440kcal로 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 지방, 칼슘, 철분, 엽산, 비타민 B<sub>1</sub>, 비타민 B<sub>6</sub>, 비타민 C의 섭취량도 체중조절 프로그램 실시 후 유의적으로 감소하였다. 그러나 에너지 섭

<Table 2> Anthropometric characteristics and blood profiles of the subjects before and after weight control program<sup>1)</sup>

	Before(n=17)	After(n=17)
<b>Anthropometric characteristics</b>		
Age(yr)	10.8 ± 0.15	
Height(cm)	142.4 ± 1.7	143.4 ± 1.7*** <sup>2)</sup>
Weight(kg)	49.5 ± 1.5	50.5 ± 1.6**
OI(% <sup>3)</sup> )	137.3 ± 3.0	141.3 ± 3.2
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.9 ± 0.4	24.1 ± 0.5
Waist(cm)	80.7 ± 6.3	79.3 ± 1.5*
Hip(cm)	90.3 ± 1.0	89.5 ± 1.0*
WHR	0.893 ± 0.01	0.888 ± 0.01
TSF(mm)	24.8 ± 1.1	25.0 ± 1.0
<b>Blood profiles</b>		
Hemoglobin(g/dl)	13.5 ± 0.2	12.9 ± 0.2**
Hematocrit(%)	39.6 ± 0.7	39.1 ± 0.6
Triglyceride(mg/dl)	111.9 ± 15.3	91.7 ± 12.6
Total cholesterol(mg/dl)	181.5 ± 8.5	187.0 ± 8.2
LDL-C(mg/dl)	154.8 ± 10.6	151.0 ± 9.0
HDL-C(mg/dl)	48.9 ± 3.3	54.9 ± 2.9**
Glucose(mg/dl)	89.1 ± 1.9	88.5 ± 2.0

OI: obesity index, BMI: body mass index, WHR: Waist / Hip ratio, TSF: Triceps skinfold thickness, LDL-C: Low density lipoprotein - cholesterol, HDL-C: High density lipoprotein - cholesterol

<sup>1)</sup> Mean ± S.E(standard error)

<sup>2)</sup> Significantly different between before and after weight control program by paired t-test(\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ).

<sup>3)</sup> OI = ((Current body weight / Ideal body weight) × 100)

<Table 3> Serum hormonal levels of the subjects before and after weight control program<sup>1)</sup>

	Before (n=17)	After (n=17)
Resistin(ng/ml)	4.64 ± 0.67 <sup>NS2)</sup>	4.38 ± 0.52
Leptin(ng/ml)	12.59 ± 2.11	12.52 ± 2.09
Adiponectin(μg/ml)	6.61 ± 1.41	6.49 ± 1.43
Insulin(IU/ml)	23.10 ± 3.13	23.86 ± 3.27

<sup>1)</sup> Mean ± S.E.

<sup>2)</sup> Not Significant

취비율은 체중조절 프로그램 실시 전 탄수화물 69.5%, 단백질 18.0%, 지방 12.6%에서 참가 후 탄수화물 68.6%, 단백질 19.4%, 지방 12.0%로 유의적인 차이가 없었다(Table 4). 또한 끼니별 에너지 섭취비율을 살펴보면 체중조절 프로그램 참가 전 식사별 에너지 비율이 아침 20.0%, 점심 36.2%, 저녁 36.3%, 간식 11.9%였으나 후에는 아침 23.3%, 점심 41.1%, 저녁 34.3%, 간식 3.3%로 간식에서 오는 에너지 섭취비율이 체중조절 프로그램 후 유의적으로( $p < 0.05$ ) 감소하였고 대신 아침과 점심의 섭취비율이 증가하였다 (Table 4).

체중조절 프로그램 실시 전과 후의 영양소 섭취량 변화와 체위 변화와의 상관관계를 <Table 5>에 제시하였다. 체위에 가장 영향을 많이 미친 영양소는 총에너지, 단백질, 지방, 탄수화물로

서 전체 에너지 섭취 변화량과 허리둘레 변화량( $r = 0.622$ ) 및 WHR( $r = 0.591$ ), 그리고 단백질과 BMI( $r = 0.441$ ), 비만도( $r = 0.475$ ), 허리둘레( $r = 0.820$ ), WHR( $r = 0.683$ )은 유의적으로 양의 상관관계를 나타냈다. 탄수화물 섭취량은 BMI( $r = 0.447$ ), 비만도( $r = 0.467$ ), 허리둘레( $r = 0.694$ ), WHR( $r = 0.639$ )과 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다. 즉 총에너지섭취량이 증가할수록 허리둘레와 WHR이 증가하는 것으로 나타났으며 단백질과 탄수화물의 섭취가 증가할수록 BMI, 비만도, 허리둘레, WHR이 증가하였다. 이 외에도 허리둘레는 아연( $r = 0.521$ ), 비타민 B<sub>1</sub>( $r = 0.468$ ), 비타민 B<sub>6</sub>( $r = 0.487$ )와 양의 상관관계를 나타내어 허리둘레는 미량영양소 섭취의 영향을 받았다.

체중조절 프로그램 실시 전과 후의 각 호르몬 변화량 상호간의 상관관계를 분석한 결과, resistin의 변화량은 leptin 변화량( $r = 0.512$ )과 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다(Table 6). 체위의 변화량과 비만세포분비 호르몬 변화량 사이의 관계를 알아보고자 상관관계를 분석한 결과, leptin은 체중( $r = 0.546$ ), BMI( $r = 0.569$ )와 양의 상관관계를 보였으며 그와 반대로 adiponectin은 체중( $r = -0.438$ ), BMI( $r = -0.436$ )와 음의 상관관계를 보였다(Table 7). 따라서 체중과 BMI가 증가할수록 leptin 수준이 증가하는 반면 체중과 BMI가 증가할수록 adiponectin 수준은 감소하는 것으로 나타났다.

체중조절 프로그램 실시 전과 후의 총콜레스테롤 변화량은

<Table 4> Daily nutrient intakes and % RDA of the subjects before and after weight control program<sup>1)</sup>

Nutrient	Before	After
Energy(g)	1613.9 ± 99.2 <sup>1)</sup> (76.1 ± 4.8) <sup>2)</sup>	1440.2 ± 113.0(67.9 ± 5.6) <sup>3)</sup>
Protein(g)	62.9 ± 4.1(114.4 ± 7.5)	56.4 ± 3.1(102.5 ± 5.6)
Fat(g)	44.3 ± 17.4	34.9 ± 2.6*
Carbohydrate(g)	242.1 ± 13.7	210.2 ± 18.6
Ca(mg)	675.5 ± 70.5(84.4 ± 8.8)	460.1 ± 49.7(57.5 ± 6.2)**
Fe(mg)	14.7 ± 1.2(115.1 ± 9.8)	8.8 ± 0.6(68.9 ± 5.6)***
Folic acid(μg)	234.8 ± 25.4(115.9 ± 12.7)	161.8 ± 15.7(80.9 ± 7.3)**
Zn(mg)	10.2 ± 2.3(88.2 ± 19.4)	6.7 ± 0.4(58.1 ± 3.8)
Niacin(mg NE)	14.6 ± 0.5(101.0 ± 10.4)	11.6 ± 0.8(79.6 ± 5.4)
Vitamin A(μg RE)	810.5 ± 135.2(135.1 ± 22.5)	482.5 ± 72.7(80.4 ± 12.1)
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	1.5 ± 0.1(136.4 ± 13.4)	1.0 ± 0.1(90.1 ± 7.2)**
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	0.9 ± 0.2(81.9 ± 10.4)	0.9 ± 0.1(69.7 ± 5.3)
Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	2.2 ± 0.2(199.2 ± 15.6)	1.6 ± 0.1(144.7 ± 11.3)**
Vitamin C(mg)	156.7 ± 26.0(223.9 ± 37.1)	66.7 ± 21.1(95.3 ± 30.1)*
Vitamin E(mg α-TE)	9.3 ± 1.2(115.8 ± 60.4)	12.4 ± 3.5(155.4 ± 11.0)
Cholesterol(mg)	230.2 ± 40.1	185.0 ± 27.9
Energy distribution		
% Carbohydrate	69.5 ± 0.7	68.6 ± 1.3
% Protein	18.0 ± 0.5	19.4 ± 0.7
% Fat	12.6 ± 0.8	12.0 ± 0.7
Meal distribution of energy intake		
% Breakfast	20.0 ± 2.2	23.3 ± 2.4
% Lunch	36.2 ± 2.3	41.1 ± 3.5
% Dinner	36.3 ± 3.9	34.3 ± 2.7
% Snack	11.9 ± 2.4	3.3 ± 1.8*

<sup>1)</sup> Mean ± S.E.

<sup>2)</sup> ( ) refers to % RDA<sup>24)</sup>

<sup>3)</sup> Significantly different between before and after weight control program by paired t-test(\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ )

<Table 5> Pearson's correlation between change of nutrient intakes and anthropometrics in the subjects

	Height	Weight	BMI	OI	Waist	Hip	WHR	TSF
Energy	-0.364	0.251	0.349	0.266	0.622*1)	-0.044	0.591*	0.225
Protein	-0.325	0.376	0.441*	0.475*	0.820***	0.128	0.683**	0.500
Fat	-0.292	0.162	0.277	-0.132	0.455*	0.216	0.292	-0.226
Carbohydrate	-0.448	0.349	0.447*	0.467*	0.694**	-0.019	0.639**	0.484
Ca	-0.232	-0.233	-0.105	0.080	0.413	0.053	0.359	0.140
Fe	0.160	-0.106	-0.163	0.230	0.306	-0.220	0.370	0.381
Folic acid	0.018	-0.339	-0.274	-0.011	0.217	-0.133	0.238	0.197
Zn	-0.070	0.385	0.325	0.269	0.521*	0.253	0.426	-0.046
Niacin	0.056	0.331	0.289	0.268	0.390	0.067	0.294	0.206
Vitamin A	-0.407	-0.122	0.034	-0.005	0.368	-0.096	0.359	0.101
Vitamin B <sub>1</sub>	-0.162	0.274	0.311	0.180	0.468*	0.127	0.374	0.040
Vitamin B <sub>2</sub>	-0.416	0.201	0.332	0.135	0.339	0.188	0.221	-0.109
Vitamin B <sub>6</sub>	-0.186	0.018	0.058	0.301	0.487*	-0.077	0.487	0.393
Vitamin C	-0.260	-0.055	0.041	0.080	0.180	-0.134	0.231	0.000
Vitamin E	-0.212	-0.117	0.008	-0.123	0.349	0.187	0.205	0.073
Cholesterol	-0.460	0.152	0.269	0.065	0.062	0.025	0.076	-0.169

1) Significantly correlation between change of nutrient intakes and anthropometrics (\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ )

<Table 6> Pearson's correlation matrix change of hormonal substances in the subjects

	Resistin	Leptin	Adiponectin	Insulin
Resistin	1.000			
Leptin	0.512*1)	1.000		
Adiponectin	0.049	-0.209	1.000	
Insulin	-0.017	0.179	0.232	1.000

1) Significantly correlation matrix change of hormonal substances (\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ).

<Table 7> Pearson's correlation between change of anthropometrics and hormonal levels in the subjects

	Resistin	Leptin	Adiponectin	Insulin
Height	-0.208	-0.318	0.130	-0.060
Weight	0.432	0.546*1)	-0.438*	-0.344
BMI	0.420	0.569*	-0.436*	-0.261
OI	0.193	0.461	-0.103	-0.183
Waist	0.103	-0.007	-0.098	0.082
Hip	0.351	0.369	-0.047	0.093
WHR	-0.039	-0.166	-0.082	-0.039
TSF	-0.373	-0.173	0.233	0.181

1) Significantly correlation between change of anthropometrics and hormonal levels (\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ).

체중( $r = -0.509$ ), BMI( $r = -0.525$ ), 비만도( $r = -0.736$ )의 변화량과 유의적인( $p < 0.05$ ) 음의 상관관계를 나타냈다. HDL-총콜레스테롤의 변화량은 키 변화량( $r = 0.494$ )과는 유의적인 양의 상관관계를, 비만도 변화량( $r = -0.520$ )과는 유의적인( $p < 0.05$ ) 음의 상관관계를 보였다(Table 8). 즉 체중, BMI, 비만도 감소량이 클수록 총콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤이 감소하는 것으로 나타났다.

<Table 8> Pearson's correlation between change of anthropometrics and blood substances in the subjects

	TC	HDL-C	LDL-C	TG	Glucose
Height	0.395	0.494*1)	0.143	0.244	0.363
Weight	-0.509*	-0.317	-0.272	-0.067	0.000
BMI	-0.525*	-0.354	-0.266	-0.158	-0.107
OI	-0.736*	-0.520*	-0.409	0.156	-0.080
Waist	0.059	0.128	-0.160	-0.350	-0.324
Hip	-0.244	-0.356	0.019	-0.310	-0.062
WHR	0.092	0.202	-0.171	-0.144	-0.292
TSF	-0.194	0.092	-0.343	-0.266	0.017

TC: Total cholesterol, TG: Triglyceride

1) Significantly correlation between change of anthropometrics and blood substances (\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ).

#### IV. 고찰 및 결론

본 연구는 서울시내 한 초등학교의 비만도 120 이상인 46학년 비만아동 17명을 대상으로 12주간 영양교육을 중심으로 한 체중 조절 프로그램을 실시하고 이 프로그램이 식습관, 체위, 혈액성분, 지방세포에서 분비되는 호르몬들-resistin, adiponectin, leptin에 영향을 미치는지 살펴보기 위해 수행되었다.

본 연구 결과 비만아동들의 신장과 체중은 12주 동안 유의적으로 증가하였으나 비만도와 BMI는 유의적인 변화를 보이지 않았다. 이는 조사대상자들이 성장기 아동이라는 특성상 신장, 체중의 증가가 수반된 것으로 보이며 신장 증가에 비례하여 체중이 증가하였고 이로 인해 BMI와 비만도에 있어서 유의적인 차이를 보이지 않은 것으로 볼 수 있다. 반면 허리와 엉덩이 둘레가 체중조절 프로그램 실시 후에 유의적으로 감소하여 체중 조절 프로그램이 복부비만 개선에 긍정적인 영향을 미쳤음을 보여주었다.

아동기는 성장을 위해 충분하고 균형 잡힌 영양소 섭취가 필

요하며 또한 식습관의 체계가 잡혀가는 시기로서 적절한 영양소 섭취가 권장되어야 한다. 특히 비만 아동들이 올바른 식습관을 갖도록 지도하는 것은 매우 중요한 일이다. 본 연구에서는 영양교육을 중심으로 한 체중조절 프로그램 실시 후에 조사 대상자의 총에너지 섭취가 감소한 것을 볼 수 있었다. 그런데 에너지 뿐 아니라 지방, 칼슘, 철분, 엽산, 비타민 B<sub>1</sub>, 비타민 B<sub>6</sub>, 비타민 C의 섭취가 감소하여 문제점으로 지적되었다. 특히 칼슘, 철분, 아연, 비타민 B<sub>2</sub>는 권장량의 75% 미만을 섭취하였다. 이는 체중조절 프로그램이 단순한 식사량 감소로 이어지는 것이 아니라 비타민, 무기질 등의 미량영양소 섭취는 충분히 유지하면서 총에너지 섭취를 감소시킬 수 있도록 영양교육이 이루어져야 함을 의미한다. 본 연구에서 체중조절 프로그램 실시 후 헤모글로빈 수준은 유의적으로 감소하였고 HDL-콜레스테롤은 증가하였으며 그 외 중성지방, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 혈당의 수준은 유의적인 차이가 없었다. 본 연구에서 체중조절 프로그램 후에 HDL-콜레스테롤이 유의적으로 증가한 것은 건강상 매우 유익한 결과이나 Hb 농도가 감소한 것은 바람직하지 않은 현상이다. 이것은 열량섭취와 더불어 철, 엽산 등의 섭취량도 함께 감소한데 그 원인이 있는 것으로 본다. 따라서 앞으로 비만아동의 체중조절 프로그램 수행 시 미량영양소의 섭취에 많은 관심을 가져야 할 것으로 사료된다.

체중조절 프로그램 실시 전과 후의 resistin, leptin, adiponectin, 인슐린의 변화를 살펴본 결과 모두 유의적인 변화를 보이지 않았다. 본 조사 대상자의 resistin 농도는 Heibron 등<sup>22)</sup>이 보고한 23세 정상 체중자 4.1ng/ml, 59세의 비만인 4.2ng/ml과 비슷한 수준이었다. 혈중 leptin 농도는 비만 아동에서는 10.5ng/ml, 정상체중 아동에서는 2.8ng/ml로 보고된 바 있는데<sup>23)</sup>, 본 연구에서는 약 12.5ng/ml 정도로서 높게 나타났다. 혈중 adiponectin의 농도는 선행연구<sup>23)</sup>에서 비만 아동은 6.8, 정상아동은 8.5g/ml로 보고된 바 있는데, 본 연구에서는 평균 6.56g/ml로서 정상아동에 비해 낮았다. 이런 결과로 볼 때 본 조사대상자는 정상체중아에 비해 resistin 농도는 비슷하나 adiponectin 농도는 낮고, leptin 농도는 높은 전형적인 비만아동의 현상을 보이는 것으로 볼 수 있다. Azuma 등<sup>24)</sup>은 평균 나이 32세인 비만인에게 20% 열량 감량과 운동을 병행한 체중감소 프로그램을 실시한 결과 BMI, resistin, 인슐린이 모두 감소하였으며 resistin의 변화값은 BMI의 변화량보다는 체지방의 변화량과 더 양의 관계가 있었다고 보고하였다. Yannakoulia 등<sup>25)</sup>은 총열량 및 3대 영양소와 resistin 사이에는 유의한 관련성이 없다고 보고하였다. 비만한 아동을 대상으로 운동과 식이요법을 통한 체중조절프로그램을 5주간 진행한 Pilcova 등<sup>26)</sup>의 결과나 또는 비만아동에게 하루 세 번 운동을 시키고 열량영양소의 비율을 저탄수화물 고지방으로 조절한 Gallistl 등<sup>27)</sup>의 연구 결과를 보면 체중조절 프로그램 진행 후 leptin 수준과 BMI가 유의적으로 감소하였다. 이러한 연구들은 영양교육을 주로 한 본 연구와 달리 구체적인 식이요법과 운동을 병행한 점과 연구대상의 연령이 달랐던 점 때문에 본 연구와

다른 결과를 보인 것으로 사료된다. 영양소 섭취량과 leptin과의 상관성을 살펴보면, 본 연구에서 leptin은 영양소와 유의적인 상관관계를 보이지 않았다(결과 미제시). 그러나 3대 영양소 및 총 열량과 leptin과의 상관성을 조사한 Yannakoulia 등<sup>25)</sup>은 leptin이 탄수화물과 음의 상관관계, 지방과는 양의 상관관계를 나타냈다고 보고하였고 Larsson 등<sup>28)</sup>은 총에너지, 단백질, 탄수화물, 지방의 섭취와 모두 음의 상관성을 가졌다고 보고하였다. 본 연구 결과 leptin과 체위와의 상관관계에서는 leptin이 체중, BMI와 양의 상관관계를 보여 체중 감소 전과 후의 leptin 수준이 BMI와 양의 상관관계를 나타냈다고 보고한 Pilcova 등<sup>26)</sup>의 결과와 일치하였으며, Pilcova 등<sup>26)</sup>은 leptin 수준과 WHR이 남자에서는 양의 상관관계를, 여자에서는 음의 상관관계를 보였다고 하여 leptin이 비만 아동에서 체중 감소와 체구성의 민감한 척도가 된다고 하였다.

본 연구에서 adiponectin은 체중, BMI와 음의 상관관계를 보였다. 이는 1019세의 건강한 청소년을 대상으로 한 연구에서 adiponectin이 BMI와 음의 상관관계를 보였다고 보고한 Huang 등<sup>29)</sup>의 연구와 일치하여 비만도가 낮을수록 adiponectin이 증가한다는 사실을 다시 한 번 확인할 수 있었다. 본 연구에서 adiponectin 수준은 체중조절 프로그램 실시 전과 후에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Raitakari 등<sup>30)</sup>과 Garaulet 등<sup>31)</sup>의 비만한 성인을 대상으로 한 두 연구를 비교하면 각각 580kcal/day와 800kcal/day의 초저열량식으로 체중 감량을 한 결과 adiponectin 수준이 전자에서는 감소되었으나 후자에서는 변화가 없었다. Yannakoulia 등<sup>25)</sup>의 연구에서 총 열량 및 3대 영양소와 adiponectin 사이에는 유의한 관련성이 없는 것으로 나타났으며 이는 본 연구와도 일치하였다. 그러나 Esposito 등<sup>32)</sup>은 폐경전 여성 100명에게 저열량식(780kcal/day)을 제공하고 활동량을 늘린 경우 adiponectin이 유의적으로 증가하였다고 하여 에너지와의 상관성을 시사하였다. 식이 섭취와 adiponectin과의 상관성, 체중 감량과 adiponectin 농도 변화에 대한 결과는 이처럼 상반되는 결과들이 보여 영양소와의 상관성에 관한 연구가 이루어져야 하며 특히 열량 영양소 뿐만 아니라 미량 영양소와의 관련성에 관한 연구도 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

## V. 요약

평균 연령 10.8세인 비만 아동 17명을 대상으로 12주간 영양교육을 중심으로 한 체중조절 프로그램을 실시한 결과 비만도와 BMI에서는 유의적인 변화를 보이지 않았으나 허리둘레 및 엉덩이 둘레가 유의적으로 감소하였고, HDL-콜레스테롤이 유의적으로 증가하였다. 지방 조직 분비 호르몬-resistin, adiponectin, leptin의 수준은 체중조절 프로그램 실시전과 후에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Resistin과 leptin의 변화량은 BMI 변화량과 양의 관계를, adiponectin의 변화량은 음의 관계를 나타내 체위와의 상관성을 보여주었으나 본 연구만

으로 이들 호르몬들과 체위변화와의 상관성을 규명하기에는 부족했다. 또한 체중조절 프로그램 후 열량 외에 무기질과 비타민 등 대부분의 영양소 섭취가 감소하여 체중조절 프로그램을 진행할 때 열량섭취는 줄이면서 미량 영양소의 섭취는 유지할 수 있게 올바른 식품을 선택할 수 있도록 하는 교육이 강화되어야 할 것이다.

본 연구는 비교적 단기간의 체중조절프로그램의 효과를 살펴본 것으로서, 본 연구결과를 토대로 앞으로 영양교육의 내용을 수정하고, 체조성 변화에 대한 연구를 강화하며 좀 더 장기적인 체중조절 프로그램을 수행한다면 아동 비만 치료에 더 좋은 효과를 낼 수 있을 것이라 사료된다. 또한 비만과 체지방분비호르몬의 상관성에 대한 후속연구도 필요한 것으로 본다.

#### ■ 참고문헌

- 1) Must A, Strauss RS. Risks and consequences of childhood and adolescent obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 23(Suppl 2): S2-11, 1999
- 2) Illuzzi S, Cinelli B. A coordinated school health program approach to adolescent obesity. *J Sch Nurs* 16(1): 12-19, 2000
- 3) Gortmaker SL, Must A, Perrin JM, Sobol AM, Dietz WH. Social and economic consequences of overweight in adolescence and young adulthood. *N Eng J Med* 329(14): 1008-1012, 1992
- 4) Hochbaum GM. Strategies and their rationale for changing people's eating habits. *J Nutr Education* 13(1): 59-65, 1981
- 5) Kim KH. The effect of parent's nutritional education for body weight control of obese children. *Korean J Dietary Culture* 17(2): 185-196, 2002
- 6) 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(5223): 543-546, 1995
- 7) Ahren B, Larsson H, Whihelmsson C. Regulation of circulating leptin levels in humans. *Endocrinology* 7: 1-7, 1997
- 8) Kennedy GC. The role of depot fat in the hypothalamic control of food intake in the rat. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 140(901): 578-596, 1953
- 9) Matsuzawa Y, Funahashi T, Nakamura T. Molecular mechanism of metabolic syndrome X: contribution of adipocytokines adipocyte-derived bioactive substances. *Ann N Y Acad Sci* 892: 146-154, 1999
- 10) Steppan CM, Lazar MA. Resistin and obesity-associated insulin resistance. *Trends Endocrinol Metab* 13(1): 18-23, 2002
- 11) Masuzaki H, Paterson J, Shinyama H, Morton NM, Mullins JJ, Seckl JR, Flier JS. A transgenic model of visceral obesity and the metabolic syndrome. *Science* 294(5549): 2166-2170, 2001
- 12) Way JM, Gorgun CZ, Tong Q, Uysal KT, Brown KK, Harrington WW, Oliver WR Jr, Willson TM, Klierer SA, Hotamisligil GS. Adipose tissue resistin expression is severely suppressed in obesity and stimulated by peroxisome proliferator-activated receptor gamma agonists. *J Biol Chem* 276(28): 25651-25653, 2001
- 13) Shojima N, Sakoda H, Ogiwara T, Fujishiro M, Katagiri H, Anai M, Onishi Y, Ono H, Inukai K, Abe M, Fukushima Y, Kikuchi M, Oka Y, Asano T. Humoral regulation of resistin expression in 3T3-L1 and mouse adipose cells. *Diabetes* 51(6): 1737-1744, 2002
- 14) Weyer C, Funahashi T, Tanaka S, Hotta K, Matsuzawa Y, Pratley RE, Tataranni PA. Hypoadiponectinemia in obesity and type 2 diabetes: close association with insulin resistance and hyperinsulinemia. *J Clin Endocrinol Metab* 86(5): 1930-1935, 2001
- 15) Hotta K, Funahashi T, Bodkin NL, Ortmeier HK, Arita Y, Hansen BC, Matsuzawa Y. Circulating concentrations of the adipocyte protein adiponectin are decreased in parallel with reduced insulin sensitivity during the progression to type 2 diabetes in rhesus monkeys. *Diabetes* 50(5): 1126-1133, 2001
- 16) Epstein LH, Wing RR, Valoski A. Childhood obesity. *Pediatr Clin North Am* 32(2): 363-379, 1985
- 17) Wadden TA. The treatment of obesity: an overview. obesity theory and therapy. 2nd ed, New York. Raven Press, 1993
- 18) Park JK, Ahn HS, Lee DW. Effects of Step by Step Diet Control Program in Obese Children. *Korean J Obesity* 10(2): 165-173, 2001
- 19) Lee AR, Moon HK, Kim EK. A study on dietary habits, dietary behaviors and body image recognition of nutrition knowledge after nutrition education for obese children in Seoul. *J Korean Dietetic Association* 6(2): 171-178, 2000
- 20) The Korean Nutrition Society. Nutrition information center. Nutritional assessment program, 'CAN pro 2.0', 2002
- 21) Recommended dietary allowances for Koreans, 7th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 2000
- 22) Heilbronn LK, Rood J, Janderova L, Albu JB, Kelly DE, Ravussin E, Smith SR. Relationship between serum resistin concentrations and insulin resistance in nonobese, obese, and obese diabetic subjects. *J Clin Endocrinol Metab* 89(4): 1844-1848, 2004
- 23) Choi JS. Resistin, adiponectin and leptin levels in obese

- children and the effect of weight control program on the hormones. Ewha Womans University masters degree thesis, 2004
- 24) Azuma K, Katsukawa F, Oguchi S, Murata M, Yamazaki H, Shimada A, Saruta T. Correlation between serum resistin level and adiposity in obese individuals. *Obes Res* 11(8): 997-1001, 2003
- 25) Yannakoulia M, Yiannakouris N, Bluher S, Matalas AL, Klimis-Zacas D, Mantzoros CS. Body fat mass and macronutrient intake in relation to circulating soluble leptin receptor, free leptin index, adiponectin, and resistin concentrations in healthy humans. *J Clin Endocrinol Metab* 88(4): 1730-1736, 2003
- 26) Pilcova R, Sulcova J, Hill M, Blaha P, Lisa L. Leptin levels in obese children: effects of gender, weight reduction and androgens. *Physiol Res* 52(1): 53-60, 2003
- 27) Gallistl S, Sudi KM, Aigner R, Borkenstein M. Changes in serum interleukin-6 concentrations in obese children and adolescents during a weight reduction program. *Int J Obes Relat Metab Disord* 25(11): 1640-1643, 2001
- 28) Larsson H, Elmstahl S, Berglund G, Ahren B. Evidence for leptin regulation of food intake in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 83(12): 4382-4385, 1998
- 29) Huang KC, Lue BH, Yen RF, Shen CG, Ho SR, Tai TY, Yang WS. Plasma adiponectin levels and metabolic factors in nondiabetic adolescents. *Obes Res* 12(1): 119-124, 2004
- 30) Raitakari M, Ilvonen T, Ahotupa M, Lehtimaki T, Harmoinen A, Suominen P, Elo J, Hartiala J, Raitakari OT. Weight reduction with very-low-caloric diet and endothelial function in overweight adults: role of plasma glucose. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 24(1): 124-128, 2004
- 31) Garaulet M, Viguerie N, Porubsky S, Klimcakova E, Clement K, Langin D, Stich V. Adiponectin gene expression and plasma values in obese women during very-low-calorie diet. Relationship with cardiovascular risk factors and insulin resistance. *J Clin Endocrinol Metab* 89(2): 756-760, 2004
- 32) Esposito K, Nappo F, Giugliano F, Di Palo C, Ciotola M, Barbieri M, Paolisso G, Giugliano D. Meal modulation of circulating interleukin 18 and adiponectin concentrations in healthy subjects and in patients with type 2 diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 78(6): 1135-1140, 2003