

## 비만아동을 위한 운동 및 식이조절 효과에 관한 연구

김유섭\* · 이성숙 · 오승호†

\*전남대학교 체육교육학과

전남대학교 식품영양학과

### Effect of Exercise and Diet Control Program for Obese Children

Yoo-Sup Kim\*, Sung-Sug Lee and Seoung-Ho Oh†

\*Dept. of Physical Education, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea  
Dept. of Food and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

#### Abstract

This study was conducted to obtain data on effective exercise and diet therapy for obese children. A group of 5 obese (body fat :  $36.1 \pm 1.3\%$ ) and 5 normal (body fat :  $18.9 \pm 1.3\%$ ) boys, 8 to 12 year old, participated in the Control (C) for 3 days, Exercise without energy deficit (EEN) for a week and Exercise with energy deficit (EED) for a week. The intensity of exercise was 60~75% HRmax and the amount of energy deficit was 493kcal/day. The metabolizable energy intake, and changes in body weight, body composition, body energy store and energy expenditure were measured at the end of each experimental program. Fat mass was measured by bio-electrical fatness analyzer. Mean daily metabolizable energy (ME) intake estimated by subtracting fecal and urinary energy loss, of normal boys were  $1802 \pm 50$  kcal and  $1771 \pm 72$  kcal for C and EEN, respectively, and those of obese boys were  $2152 \pm 138$  kcal,  $1861 \pm 138$  kcal, and  $1368 \pm 87$  kcal for C, EEN, EED, respectively. During C, the ME intake of the obese boys were higher than that of the normal boys but ME/kg of lean body mass were 79kcal in the normal boys and 70kcal in the obese boys, less in obese boys. Overall, the energy intake was reduced by the exercise program. Under identical exercise program, the normal boys lost  $1.00 \pm 0.20$  kg of body weight and the obese boys lost  $1.24 \pm 0.22$  kg, indicating there was more weight loss in obese boys. The energy reduction (493kcal/day) caused body weight reduction of 0.52kg and fat mass reduction of 0.46kg in the obese boys. Total body energy changes estimated from body composition change over a week were decreased at the levels of 1092kcal/day in the normal and 1270kcal/day in the obese boys for the EEN, and those in the obese boys was decreased 1786kcal/day for the EED. Mean daily energy expenditure were  $2863 \pm 58$  kcal in the normal and  $3131 \pm 158$  kcal in the obese boys for the EEN, and those in the obese boys were  $3153 \pm 151$  kcal for the EED. With above results considered, it seems the exercise program employed for this study was effective in weight reduction, but it also reduced lean body mass, which may indicate an excess in amount of exercise. Energy reduction (493kcal) seems to be very effective in weight reduction. Thus energy reduction plus exercise program for obese children should be more successful only if the amount of exercise can be reduced.

**Key words:** obese, exercise, energy deficit, body weight, body composition, energy expenditure

#### 서 론

국민소득의 증가와 생활수준의 향상으로 식품 소비의 증가, 생활문화적 습성에 있어서의 식생활을 즐기는 경향, 그리고 생활기구의 자동화 및 간소화로 운동량의 감소 등 생활 환경의 변화로 점차 과체중 아동과

비만 아동이 증가 추세에 있음이 보고되고 있다. 아동기 비만은 정서적 또는 육체적 불이익 뿐만 아니라 성인기로 이양되는 경향과 이것이 성인기의 기타 질병과 사망율을 높이는 인자로 작용한다는데 문제가 있다 (1-3).

비만치료의 성공은 정상적인 건강을 유지하면서 오

† To whom all correspondence should be addressed

§ 이 논문은 1994년도 한국학술진흥재단의 공모과제연구비에 의하여 연구되었음.

랫동안 지속될 수 있으나 달려있으므로, 성공적인 비만 치료 방안은 에너지 소비 측면의 운동과 섭취제한 측면의 식이섭취 조절을 어떻게 조화시키느냐에 있다. 그러나 체중 및 체지방의 감소를 최대로 하고, 감소된 체중을 장기간 유지할 수 있도록 하는 운동 및 식이제한 정도에 대한 최적 조건에 있어 일치된 견해는 없다.

비만 치료에 대한 식이섭취 조절 효과에 대하여 Hamner 등(4)은 비만여성을 대상으로 한 실험에서 심한 에너지 제한(1400kcal/day)이 중등도 에너지 제한(843 kcal/day) 보다 체중 및 체지방 감소량은 더 많지만 에너지 제한량에 따라 예측되는 에너지 소모 효율은 중등도 에너지 제한이 더 높다고 하였으나, 다른 연구들은 심한 에너지 제한과 중등도 에너지 제한 간에 체중 감소(5) 혹은 체지방 감소(6)에 있어 큰 차이가 없다고 주장하였다.

한편 식이 제한과 더불어 유산소 운동의 병행은 식이 제한만을 단독 실시했을 때에 비하여 더 큰 체중 감소 효과(7,8) 및 무지방 조직의 보존 효과가 크며(9,10), 휴식시 에너지 소모량의 저하가 적었다고(11,12) 하므로서 운동 병행의 장점을 주장하는 반면 다른 연구자들은 유산소 운동의 이러한 병행 효과를 관찰하지 못했다고 하였다(13-16). 이상의 서로 다른 주장에 대하여 Phinney 등(17)은 대단히 낮은 에너지 급식시에 운동의 추가적인 병행 효과는 나타나지 않는다고 하며, 운동이 체중 및 체조성을 변화시키고 또는 변화시키지 않는 것은 그때의 에너지 제한 정도에 따라 달라질지도 모른다는 점을 시사하였다.

본 연구는 비만 체중의 초등학교 아동을 대상으로

중 조절에 대한 운동의 효과 및 운동과 식이 섭취 제한을 병행할 때 각각의 효과를 관찰하여 비만치료를 위한 효과적인 운동량과 식이요법 제시를 위한 자료를 얻기 위하여 시도되었다.

## 연구 방법

### 실험대상

실험 대상자는 9~12세 남자 아동중 정상체중의 아동 5명과 체지방 함유율이 25%를 초과하는 비만아동 5명이었다. 각 대상자별 신체상황은 Table 1과 같다.

모든 대상자는 실험 첫날과 마지막날 소아과 전문의사에 의하여 임상 증상, 혈액 및 X선 검사 등으로 실험기간 중 건강상태의 이상 유무를 관찰토록 하였다. 이들은 실험기간 중 식이 섭취 및 운동량 조절에 엄격한 통제를 받도록 하여 에너지 섭취량과 운동량을 정확히 측정할 수 있게 하였다. 정상(n=5) 및 비만 체중 아동(n=5)들은 3일간 정상시와 유사한 자유스러운 생활 환경하에서 대사 에너지 소모량을 측정하는데 참여하였고, 이후 7일간 정상(n=5) 및 비만 아동(n=5)들은 에너지 섭취량을 권장량을 수준으로 하며 운동을 병행하였을 때의 효과를 관찰하는데 참여하였으며, 이후 7일간은 비만 아동(n=4)만이 에너지량도 제한(권장량의 80%)하고 운동도 병행할 때의 효과를 관찰하는데 참여하였다. 정상 및 비만 아동중 각 1명씩이 실험 기간중 건강상태의 이상으로 본 실험에서 제외되었다.

Table 1. Initial characteristics of subjects

	Subject No.	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Percent body fat (%)	REE (kcal/day)
Normal	1	11.3	129.9	26.6	19.2	1116
	2	9.8	141.0	30.0	23.0	1211
	3	10.5	127.5	29.9	15.2	1174
	4	10.8	134.3	27.1	17.3	1125
	5	9.8	135.3	28.3	19.6	1091
Mean ± SEM		10.4 ± 0.3	133.6 ± 2.3	28.4 ± 1.0	18.9 ± 1.3	1143 ± 22
Obese	6	11.2	143.9	56.1	36.7	1299
	7	11.3	150.1	61.1	38.7	1359
	8	8.2	135.5	53.7	38.9	1065
	9	8.4	130.1	39.1	34.1	1045
	10	9.0	133.5	34.7	32.0	956
Mean ± SEM		9.6 ± 0.7	138.6 ± 3.7	48.9 ± 5.1*	36.1 ± 1.3*	1145 ± 78

REE : Resting energy expenditure

Values are Mean ± Standard error

\*Significantly different at  $p < 0.05$  compared with the normal children in the same column as determined by student's t-test

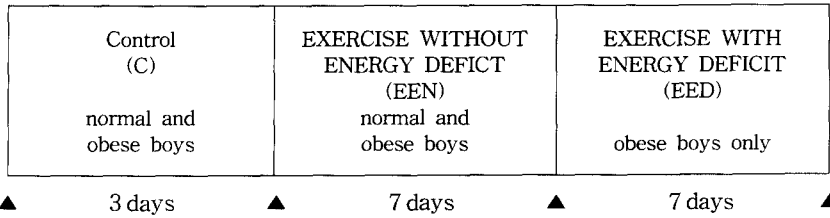


Fig. 1. Design of protocol used to study effects of exercise with and without energy deficit.

본 실험의 protocol은 Fig. 1과 같다.

### 실험식이 및 급식

한국인이 상용하는 식품을 이용하여 식이의 총 에너지 구성비가 단백질 15%(1.21g/체중kg/1일), 당질 70% 및 지방질 15%를 차지하는 식이를 기본으로 하였으며, 에너지 제한시에는 각 대상자별 기본식이 섭취량에서 1일 약 500kcal 정도의 에너지를 밥의 양만을 줄여 급여하였다. 실험식이 조리 및 급식은 영양사의 엄격한 관리 감독하에 실시되었으며 음식은 지정된 장소에서 비교적 일정한 시간(아침 7:00, 점심 12:30, 저녁 6:30)에 섭취토록 하였다.

### 운동부하

실험 대상자에 대한 유산소 운동 프로그램은 오전에 조깅을 기본으로 하는 육상 운동 및 오후에는 수영으로 구성되었으며 전문 강사의 지도에 따라 운동하였다.

조깅은 체육관내에서 4~5분간 준비운동을 한 후에 20분간씩 2반복 하였으며 운동 강도는 10초간 경동맥 촉진으로 60~75% HRmax를 유지하도록 하였으며 조깅이 끝난 후 정리 운동을 실시하였다. 수영은 수영하기 전 강사의 지도에 따라 신체 각 부위의 스트레칭을 2~3분에 걸쳐 실시하고 윗몸일으키기 25회, 팔굽혀펴기 10회씩 4반복 실시하였다. 이후 뜨기 및 발차기 10분, 발차기 및 팔동작 10분, 평형 및 자유형으로 정상 호흡을 하면서 25m 왕복에 1분간씩 휴식하며 20분간 실시하였다. 각 운동 유형별 훈련시간 및 훈련 강도는 Table 2와 같다.

Table 2. Aerobic exercise program

Exercise	Period (week)	Frequency (day/week)	Time (min/day)	Intensity (% HRmax)
Stretching	2	5	40	maximum
Jogging	2	5	30	60~70
Swimming	2	5	60	maximum
Basketball	2	5	30	60~70

### 시료 채취 및 처리

음식물 및 배설물 시료의 채취는 대조기간(Control : C) 3일, 에너지는 권장량 수준으로 급식하며 운동을 부하하는 운동기간(Exercise without energy deficit : EEN) 7일중 마지막 3일간 및 에너지 섭취량도 제한하며 운동도 병행하여 부하하는 에너지 제한 운동기간(Exercise with energy deficit : EED) 7일중 마지막 3일간 각 대상자들이 섭취하는 모든 음식물과 동량의 것, 그리고 배설물로서 대변 및 소변의 전량을 수거한 후 그 일부를 분석용 시료로 사용하였다. 즉 각 실험 조건별 24시간의 총 식이 섭취량을 실측하고 섭취량 만큼의 식이를 수집하여 1일 에너지 섭취량 분석에 이용하였다. 대변은 1일 1회 기상 직후 미리 칭량된 용기에 수집하여 총량을 측정 후 각각 그 일부를 밀폐된 용기에 담아 각 성분 분석시까지 냉동 보관하였다. 소변은 매일 아침 8시 부터 다음날 아침 8시 까지 24시간 소변을 수집하였다. 수집하는 소변은 3~4방울의 toluene이 들어있는 용량 2000ml의 플라스틱 수집통에 수집하여 총량을 측정 후, 그 일부를 밀폐된 용기에 담아 각 성분 분석시까지 냉동 보관하였다.

### 체성분 변화량 측정

체중은 매일 아침 기상과 동시에 공복상태에서 측정하였으며 체지방 함유율은 대조기간(Control period : C), 운동기간(Exercise without energy deficit : EEN) 및 에너지 제한 운동기간(Exercise with energy deficit : EED)의 마지막날 각각 생체 전기저항 지방분석기(Bio-Electrical Fatness Analyzer, GIF-891, Gil Woo Trading Co., Korea)를 이용하여 각 대상자들의 지방 조직량(Fat mass : FM)을 측정하였다. 무지방 조직량(Lean Body Mass : LBM)은 Lean Body Mass(kg) = Body Weight(kg) - Fat Mass(kg)의 식에 의하여 측정하였다.

### 에너지 섭취와 배설물로의 에너지 손실

각 대상자별 음식물 및 대변 시료의 일정량을 냉동

건조 후 각각의 에너지량을 열량계(Yoshida Seisakusho, Nenken type, Japan)로 측정하였다(18). 소변중 에너지 손실량은 micro-Kjeldahl법(19)으로 측정된 소변의 질소량으로부터 환산하였다. 음식물로부터 측정된 총 에너지 섭취량(Gross energy : GE)에서 대변(Fecal energy : FE)과 소변의 에너지(Urinary energy : UE) 손실량을 감하여 대사 에너지량(Metabolizable energy : ME)을 산출하였다. 즉 Metabolizable energy=Gross energy-(Fecal energy+Urinary energy)

#### 에너지 소비량 및 에너지 제한 효율 계수

에너지 소비량(Energy expenditure : EE)은 대사에너지량과 체내 에너지 저장량(Body energy : BE)의 변동을 가감한 다음과 같은 식 즉  $EE=ME-BE$ (20)에 의하여 산출하였는데 BE는 본 실험 첫날과 마지막날 측정된 FM과 LBM의 변화량을  $BE=9300(\text{FM변화량})+1020(\text{LBM변화량})$ 의 식에 대입하여 산출하였다(21). 체중 감소의 양적 효율을 에너지 제한 효율 계수(Energy-Deficit-Efficiency Factor : DEF)로 나타냈다. 이 계수는 단위시간 체내 에너지 저장량(BE)의 변동치를 그 기간 식이 제한으로 생긴 에너지 제한량(Energy Deficit : ED)으로 나눈 것이다. 즉  $\text{Energy-Deficit-Efficiency Factor}=\text{Body Energy}/\text{Energy Deficit}$  휴식시 에너지 소비량(Resting energy expenditure : REE)은 Douglas bag에 호기를 수집하여 가스 분석기(Scholander Gas Analyzer, Japan)를 이용하여 측정하였다. 정상아동의 일부 REE는 호기 채취에 실패하여 WHO (22)의 자료를 인용하여 환산하였다.

#### 혈액성분 측정

비만아동을 대상으로 실험 첫날과 마지막날 채혈하

였으며 채혈 전날 9시 이후부터 다음날 9시 까지 금식한후 공복의 안정상태에서 혈압을 측정하고 혈액 채취 후 분석하였다.

Hemoglobin(Hb)는 Cyanmethemoglobin법, Hematocrit치(Hct)는 Microhematocrit법, 혈당치는 효소법을 이용한 kit시약(Korea reagents Co., Ltd.), Glutamic oxaloacetic transaminase(sGOT) 및 Glutamic pyruvic transaminase(sGPT)활성은 Reitman-Frankel법(23)으로 측정하였다. Alkaline phosphatase는 Kind-king법을 이용한 kit시약(Korea reagents Co., Ltd.)으로 측정하였고, 총 단백질 농도는 Biuret법(23), 알부민 농도는 BCG법(23)으로 비색정량하였다.

#### 측정자료의 통계처리

모든 결과는 실험 항목별로 평균치와 표준 오차를 구하였으며 실험 조건별 평균치간의 유의성 검정은 t-test로 실시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 대상자의 일반 상황

모든 실험 대상자들은 전 실험기간 동안 운동 부하 및 주어진 식단에 잘 적응하였으며 임상학적 증상에 이상이 없었다. 단 정상 및 비만아동 중 각 1명씩이 실험기간 중 독감으로 일부 실험에서 제외되었다. 본 실험 대상자들의 평균 연령, 신장, 체중, 체지방량(FM) 및 REE(Table 1 참조)는 정상아동이 각각  $10.4 \pm 0.3$ 세,  $133.6 \pm 2.3\text{cm}$ ,  $28.4 \pm 1.0\text{kg}$ ,  $18.9 \pm 1.3\%$  및  $1143 \pm 22\text{kcal/day}$ 이었고, 비만아동이 각각  $9.6 \pm 0.7$ 세,  $138.6 \pm 3.7\text{cm}$ ,  $48.9 \pm 5.1\text{kg}$ ,  $36.1 \pm 1.3\%$  및  $1145 \pm 78\text{kcal/day}$ 이었다. Table 3은 비만아동의 실험 첫날과 마지막

Table 3. Blood pressure and blood clinical results of obese subject

	Initial	Final	Normal range(23)
Blood pressure(mmHg)			
Systolic	$90.0 \pm 4.5$	$96.0 \pm 2.5$	90~120
Diastolic	$64.0 \pm 2.5$	$66.0 \pm 2.5$	50~ 70
Hemoglobin(g/dl)	$15.6 \pm 0.4$	$15.5 \pm 0.3$	12~ 15
Hematocrit(%)	$48.2 \pm 1.2$	$45.8 \pm 0.9$	30~ 50
Blood sugar(mg/dl)	$95.4 \pm 8.5$	$89.6 \pm 3.7$	80~120
sGOT(unit)	$18.8 \pm 1.0$	$16.3 \pm 1.5$	<50
sGPT(unit)	$13.8 \pm 0.6$	$12.0 \pm 1.6$	<45
Al. Pase(unit)	$25.4 \pm 1.9$	$19.0 \pm 1.0$	13~35
A/G ratio	$1.5 \pm 0.3$	$1.6 \pm 0.1$	1.2~2.0

sGOT : Glutamic oxaloacetic transaminase(Reitman-Frankel Units)

sGPT : Glutamic pyruvic transaminase(Reitman-Frankel Units)

Al. Pase : Alkaline phosphatase

Values are Mean  $\pm$  Standard error

Table 4. Daily energy intake and diet composition during each period

		Energy intake(kcal/day)		% Energy		
		Table <sup>1)</sup>	ME <sup>2)</sup>	CHO	Protein	Fat
C	Normal	1815± 69	1802± 50	73.9±0.0	10.4±0.3	15.6±0.7
	Obese	2245±113	2152±138	73.8±0.8	10.4±0.4	15.7±0.5
EEN	Normal	1735±108	1771± 72	68.8±0.7*	12.0±0.3*	16.6±0.9
	Obese	1951± 69	1861±138	71.5±1.2	13.7±0.4*	12.9±1.1*
EED	Obese	1434±130	1368± 87	67.4±1.2*	14.6±0.4*	17.9±1.0

<sup>1)</sup>Energy estimated by food composition table, <sup>2)</sup>Metabolizable energy

CHO : Carbohydrate, C : Control period, EEN : Exercise without energy deficit, EED : Exercise with energy deficit  
Values are Mean±Standard error

\*Significantly different at  $p<0.05$  compared with the control period in the same column as determined by student's t-test

날의 혈압 및 혈액성상의 변화를 제시한 것으로서 모두 정상 범위에 속하여 혈액학적 증상에 이상이 없었다.

#### 총에너지 섭취량 및 공급원

본 실험 대상자의 1일 총 에너지 섭취량을 열량계로 측정된 성적(measured)과 식품분석표로 환산한 성적(estimated), 그리고 총 에너지 섭취량에 대한 당질, 단백질 및 지방질 등 공급원의 구성비는 Table 4와 같다.

1일 평균 총 에너지 섭취량은 열량계로 측정할 경우 정상아동은 대조기간(C) 및 운동기간(EEN)별로 각각 1940kcal 및 1880kcal이었고 비만아동은 대조기간(C), 운동기간(EEN) 및 에너지 제한 운동기간(EED)별로 각각 2301kcal, 1970kcal 및 1463kcal이었다. 식품분석표(24, 25)로 환산한 에너지 섭취량은 정상아동은 대조기간(C) 및 운동기간(EEN)별로 각각 1일 평균 1815kcal 및 1735kcal이었고 비만아동은 대조기간(C), 운동기간(EEN) 및 에너지 제한 운동기간(EED)별로 각각 2245kcal, 1951kcal 및 1434kcal이었다. 또한 총 에너지 섭취량에 대한 당질, 단백질 및 지방질의 평균 구성비는 대조기간(C)에서 정상아동이 각각 73.9% : 10.4% : 15.6%이었으며 비만아동이 각각 73.8% : 10.4% : 15.7%로 같았으나, 운동기간(EEN)에는 정상아동이 각각 68.8% : 12.0% : 16.6%이었으며 비만아동은 각각 71.5% : 13.7% : 12.9%로 비만아동의 지방질 섭취 비율이 정상아동에 비해 다소 낮았다. 한편 에너지 제한 운동기간(EED)에서 비만아동의 당질, 단백질 및 지방의 구성비는 각각 67.4% : 14.6% : 17.9%로 운동기간(EEN)에 비하여 당질은 감소하고 지방질 섭취량이 증가하였다. 1993년 보건사회부의 국민영양조사 보고서(26)에 의하면 에너지 공급원의 구성비는 당질, 단백질 및 지방별로 각각 65.9%, 15.9%, 18.2%이었다. 이에 비해 본 실험대상자들은 당질 섭취는 높고 단백질 섭취는

낮았다.

#### 배설물로의 에너지 손실과 대사에너지

열량계로 측정된 대상아동들의 총 연소 에너지량, 그리고 대변과 소변으로의 에너지 손실량 및 대사에너지량을 나타낸 결과는 Table 5와 같다.

총 연소 에너지량은 정상아동은 대조기간(C) 및 운동기간(EEN)별로 각각 1일 평균 1940kcal 및 1880kcal이었고 비만아동은 대조기간(C), 운동기간(EEN) 및 에너지 제한 운동기간(EED)별로 각각 2301kcal, 1970kcal 및 1463kcal이었다. 총에너지 섭취량에 대한 대변 중 에너지 손실량은 정상아동이 대조기간(C) 및 운동기간(EEN)별로 5.1% 및 3.4%이었고 비만아동은 대조기간(C), 운동기간(EEN) 및 에너지 제한 운동기간(EED)별로 각각 3.9%, 3.1% 및 2.7%이었다. 총 에너지 섭취량에 대한 소변 중 에너지 손실량은 정상아동이 대조기간(C) 및 운동기간(EEN)별로 각각 2.1% 및 2.4%이었고 비만아동은 대조기간(C), 운동기간(EEN) 및 에너지 제한 운동기간(EED)별로 각각 2.6%, 2.4% 및 3.8%이었다. 총 에너지 섭취량에서 대변 및 소변중 에너지 손실량을 감하여 산출한 대사에너지량은 정상아동이 대조기간(C) 및 운동기간(EEN)별로 각각 1일 평균 1802±50kcal 및 1771±72kcal이었고 비만아동이 대조기간(C), 운동기간(EEN) 및 에너지 제한 운동기간(EED)별로 각각 2152±138kcal, 1861±138kcal 및 1368±87kcal이었다. 이들의 대사에너지량은 총 에너지 섭취량의 평균 약 94%에 해당되는 것으로 에너지원 흡수율은 정상 및 비만아동간에 차이가 없었으며 또한 실험 조건별로도 유사한 것으로 나타났다.

본 실험에서 대조기간(C)중 비만아동은 정상아동에 비해 대사에너지량이 높았다. 그러나 무지방조직(LBM)의 단위 중량당(kg) 1일 대사에너지량은 정상

**Table 5. Relationship between daily combustion energy and metabolizable energy intake during each period (kcal/day)**

		Combustion energy (bomb calorimetry)	Fecal loss	Urinary loss	Metabolizable energy
C	Normal	1940± 49	99± 5	41±1	1802± 50
	Obese	2301±162	90±12	59±5	2152±138
EEN	Normal	1880±106	64± 8*	45±5	1771± 72
	Obese	1970±143	62± 7*	47±4	1861±138
EED	Obese	1463± 91*	40± 3*	55±6	1368± 87*

C : Control period, EEN : Exercise without energy deficit, EED : Exercise with energy deficit

Values are Mean±Standard Error

\*Significantly different at  $p<0.05$  compared with the control period in the same column as determined by student's t-test

아동이 79kcal이며 비만아동이 70kcal으로 오히려 비만아동의 경우가 낮았다( $p<0.05$ ). 김 등(27)은 비만 남자의 1일 총 에너지 섭취량이 2550kcal로 정상인의 2113kcal 보다 유의하게 높았고, 체중 1kg당 평균 에너지 섭취량도 비만군에서 kg당 40.5kcal로 대조군의 34.1kcal 보다 유의하게 많았다고 보고하였다. 그러나 강과 백(28)은 정상아동과 비만아동의 식이 섭취량을 조사한 결과 정상아동은 1일 2343kcal, 비만아동은 1일 2358kcal으로 두군이 유사하였다고 보고하였다. 여러 연구(29-32)에서도 비만군에서 항상 에너지 섭취량이 많지는 않다고 보고하였다. 이상의 비만인과 정상인에서 에너지 섭취량에 대한 상반된 주장 및 본 실험에서 정상 및 비만아동의 무지방 조직량(LBM)당 에너지 섭취량 성적으로 볼 때 어떤 단기간의 에너지 섭취량 수준을 끝 비만과 관련시켜 생각하는 것은 무리가 있을 을 뜻한다고 보겠다.

한편 에너지 소비량을 증가시키는 방법으로 운동을 할 때에 그 운동이 식욕에 어떠한 영향을 미치는가에 대해서 여러 연구가 있다. Oscari(33)는 운동은 입맛을 억제시키는 요인이 있으며 그 억제 경향은 운동 강도와 관련이 있다고 하였다. 즉, 운동시간이 길고 강도가 낮게 실시한 실험군은 식욕에 있어서 비교군과 유사하였는데 강도가 높고 운동시간이 짧은 군은 식욕이 현저하게 억제되었다고 보고 하였다. Katch 등(34)은 동물실험에서 운동 강도가 식품섭취와 체중 변화에 미친 영향을 연구한 결과 높은 강도로 실시한 군은 낮은 군에 비해서 식품 섭취량이 줄었으며 체중 증가도 억제 되었으나 두군을 비운동군과 비교해 볼 때 식품 섭취량이나 체중 증가율이 저조한 결과를 나타냈다고 보고하였다. Belbeck과 Critz(35)는 건강한 젊은 남자 7명을 60~90분간 Treadmill훈련을 실시한 후 식욕 감퇴물질의 배출이 증가됨을 관찰하였으며, Oscari(33)는 혈액내의 catecholamin량의 증가에 그 원인이 있다고

주장하였다. 본 실험에서도 위의 보고와 유사하게 두 군 모두 대조기간(C)에서와 유사하게 식품을 섭취토록 하였음에도 운동 부하에 따라 대사에너지량이 대조기간에 비해 대체로 감소하였다.

에너지 제한 운동기간(EED)에 비만아동은 대조기간(C) 및 운동기간(EEN)에 비하여 소변으로의 에너지 손실율이 대변으로의 에너지 손실율 보다 더 높았는데 이는 에너지 제한시 주로 밥만으로 제한하였으므로 단백질 섭취량이 적고, 또한 에너지 제한으로 체내 단백질의 일부가 분해되어 배설되었기 때문으로 생각된다. 에너지 제한 운동기간(EED)에 비만아동의 대사에너지량은 대조기간(C)에 비하여 1일 493kcal이 낮았다.

#### 체중 및 체성분 변화

본 실험 대상자들의 체중 및 체성분의 변화는 Table 6과 같다.

본 대상자들의 대조기간(C)에 평균 체중은 정상아동 및 비만아동별로 각각  $28.4\pm 1.0\text{kg}$ ,  $48.9\pm 5.1\text{kg}$ 이었는데 운동기간(EEN)에 정상아동 및 비만아동별로  $1.00\pm 0.20\text{kg}$  및  $1.24\pm 0.22\text{kg}$ 씩 감소되어 비만아동의 체중감소가 다소 많았다. 이는 비만아동의 1일 대사에너지량 섭취량은 많았으나(Table 5 참조) 이를 kg당 무지방조직량(LBM)으로 환산한 대사에너지량은 정상아동이 약 79kcal/kgLBM 인데 비하여 비만아동이 약 70kcal/kgLBM으로 낮았기 때문이라 생각된다.

에너지 제한 운동기간(EEN)에 비만아동은 운동기간(EEN)에 비하여  $1.76\pm 0.35\text{kg}$  더 감소되었다. 운동으로 인한 체중 감소가  $1.24\pm 0.22\text{kg}$ 이므로 에너지 제한으로 인한 체중 감소량은 0.52kg에 해당된다고 볼 수 있다.

무지방조직량(LBM)은 대조기간(C)에 정상아동 및 비만아동별로 각각  $22.8\pm 0.7\text{kg}$  및  $31.0\pm 2.7\text{kg}$ 이었던

Table 6. Changes in body weight and composition during each period

		Weight(kg)	Fat mass(kg)	LBM(kg)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )
C	Normal	28.4±1.0	5.6±0.3	22.8±0.7	15.9±0.6
	Obese	48.9±5.1	17.9±0.6	31.0±2.7	25.2±1.7
EEN	Normal	27.4±0.3	4.8±0.1*	22.6±0.3	15.4±0.3
	Obese	47.7±5.1	16.9±1.0*	30.8±2.6	24.6±1.7
EED	Obese	45.9±4.7	15.4±0.8	30.5±2.6	23.7±1.6

LBM : Lean body mass, BMI : Body mass index, C : Control period, EEN : Exercise without energy deficit, EED : Exercise with energy deficit

Values are Mean±Standard Error

\*Significantly different at  $p < 0.05$  compared with the control period in the same column as determined by student's t-test

데 운동기간(EEN)에 정상아동 및 비만아동별로 각각  $0.20 \pm 0.10$ kg 및  $0.26 \pm 0.46$ kg씩 감소되었으며 에너지 제한 운동기간(EED)에 비만아동은 운동기간(EEN)에 비하여  $0.32 \pm 0.45$ kg 더 감소되었으나 통계적 유의성은 없었다. 이에 비하여 체지방 조직은 대조기간(C)에 정상아동 및 비만아동별로 각각  $5.6 \pm 0.4$ kg 및  $17.9 \pm 0.6$ kg이었는데 운동기간(EEN)에 정상아동 및 비만아동별로 각각  $0.80 \pm 0.10$ kg 및  $0.98 \pm 0.36$ kg씩 감소되었으며 에너지 제한 운동기간(EEN)에 비만아동은 운동기간(EEN)에 비하여  $1.44 \pm 0.50$ kg이 더 감소되어 무지방조직량 보다 그 감소량이 현저하게 낮았다( $p < 0.05$ ). 신체 질량지수(BMI)는 대조기간(C)에 정상아동 및 비만아동별로 각각  $15.9 \pm 0.6$ kg/m<sup>2</sup> 및  $25.2 \pm 1.7$ kg/m<sup>2</sup>이었는데 운동기간(EEN) 및 에너지 제한 운동기간(EEN)에 실험대상자별로 다소 감소되었으나 통계적 유의성은 없었다.

운동은 비만자나 정상 체중자에게 체지방을 감소시키며(36-38), 식이 제한을 하지 않더라도 규칙적인 유산소 운동은 체지방을 줄일 수 있으며, 무지방 조직의 감소를 막을 수 있다고 한다(39-41). Steven 등(42)은 비만여성을 대상으로 1주일에 2회는 2.5마일의 거리를 걷기와 달리를 하고 1회는 미용체조를 1시간씩 17주 동안 실시한 실험에서 체중은 평균 4.2kg 감소하고, 체지방률은 5% 감소함을 보고하였다. Leon 등(43)은 평균 체중이 99.1kg인 비만남성을 대상으로 11주 동안 하루 90분씩 걷기를 실시한 실험에서 체지방은 5.9% 감소하였으나 오히려 0.2kg의 무지방 조직이 증가함을 관찰하였다.

한편 비만치료를 운동은 식이요법과 병행하여 사용할 때 체중 감소에 효과적인 뿐 아니라 감소된 체중의 유지에도 효과적인 것으로 알려져 있으며 운동이 체중 및 체조성을 변화시키는 효과는 이와 병행한 에너지 제한 정도에 따라 달라진다고 한다. Konstantin 등(44)은 체지방률 평균이 38%인 남자 비만자를 대상으로

식이요법과 운동이 무지방 조직과 지방량에 미치는 효과를 관찰한 결과, 운동을 한 군에서는 무지방 조직의 감소가 없었으나 운동을 하지 않거나 식이요법을 한 군에서는 무지방 조직량이 감소함을 보고하였다. 장(45)은 비만 여성을 대상으로 1200kcal의 저에너지식과 주당 3~5일간 1시간 정도의 유산소 체조를 5주간 실시한 결과 체중이 평균 4.8kg(주당 0.96kg), 체지방은 7.6% 감소되었으며 BMI, 허리, 팔, 둔부의 둘레가 유의적으로 감소되었다고 보고하였다. 그러나 Kein 등(46)은 정상성인을 12주 동안 에너지 섭취량의 50%를 감소시키고 중등 정도 유산소 운동을 하였을 경우 병행군은 전체 체중 감소에서 체지방 및 무지방 조직이 차지하는 비율은 각각 주당 67% 및 33% 감소되었고, 운동군은 각각 86% 및 14% 감소되었다고 보고하였으며, 다른 연구자들(17,47,48)도 비만여성에서 에너지 제한과 유산소 운동의 병행은 질소 평형이나 무지방 조직의 감소를 개선시키지 못하였다고 하므로서 운동과 식이제한 요법이 체중감소에 효과적이기는 하지만 체지방 조직 뿐 아니라 어느 정도 무지방조직량까지도 감소시키기를 지적하고 있다. 이상의 선행 연구보고를 참고로 할 때 본 실험대상자들에게 운동을 부하하였을 때 체중감소의 대부분(약 80%)이 체지방조직량이었으나 일부 무지방조직량의 저하도 있는 것으로 보아 본 실험에서 부하한 운동량이 다소 과도한 것이 아닌가 추측되며 에너지를 제한하였을 때 전체 체중감소에서 체지방(FM) 및 무지방조직(LBM)이 차지하는 비율이 운동만을 부하하였을 때와 유사한 경향은 에너지 제한으로 인한 무지방조직(LBM)의 변동은 크지 않았던 것으로 생각된다. 그러므로 본 연구에서 에너지 제한 운동기간(EEN)의 에너지 제한량은 1일 493kcal는 중정도 제한식이라 생각되며 비록 무지방조직량(LBM) 보유효과는 나타나지 않았으나 이는 운동부하를 줄이면 개선되어지지 않을까 추측된다.

### 체내 에너지 보유량

본 연구 대상자의 체중 변화와 생체전기저항법으로 측정된 체성분 변화량과 이들로 부터 산출한 체내 에너지 보유량 변화는 Table 7과 같다.

정상아동은 운동기간(EEN)에 체중이 1.00kg이 감소되었는데 이중 지방조직량(FM)은 0.80kg이 감소하였고, 무지방조직량(LBM)은 0.20kg가 감소하여 이들 체성분 변화량으로부터 환산한 체내에너지 보유량은 -7644kcal/7days의 변동을 보였다. 비만아동은 운동기간(EEN)에 체중이 1.24kg이 감소되었는데 이중 지방조직량(FM)은 0.98kg이 감소하였고, 무지방조직량(LBM)은 0.26kg이 감소하였고, -8890kcal/7days의 체내 에너지 보유량 변동을 보였다. 에너지 제한 운동기간(EED)에 비만아동은 체중이 1.76kg이 감소되었는데 이중 지방조직량(FM)은 1.44kg, 무지방조직량(LBM)은 0.32kg가 감소하였고, 체내에너지 보유량은 -12494kcal/7days의 변동을 보였다. 운동부하로 인한 체내 에너지 변동량은 정상아동이 1일 1092kcal, 비만아동이 1일 1270kcal 감소되어 비만아동의 체내 에너지 소모량이 더 많았는데 이는 비만아동의 무지방조직량(LBM)이 kg당 대사에너지 섭취량이 정상아동에 비하여 다소 낮기도 하지만 (Table 5 및 6 참조) 정상아동과 비만아동에게 같은 운동량을 부하하였을 경우 비만아동에서 체중부하성이 더 큰 것과도 관련된 현상이라 생각된다. 한편 비만아동에 있어 에너지제한 운동기간(EED)에 체내 총 에너지 변동량은 -12494kcal/7days로 1일 1785kcal가 감소되었으므로 1일 체내 에너지 감소량 1270를 제하면 운동부하로 인한 에너지 제한만으리의 체내 에너지 감소량은 1일 515kcal가 된다. 이것은 운동기간(EEN)의 1일 평균 대사에너지량이 1861kcal인 것에 비하여 에너지 제한 운동기간(EED)에 1368

kcal가 되어(Table 5 참조) 1일 493kcal의 에너지를 적게 섭취한 것과 매우 유사한 성적으로서 섭취에너지 제한량이 체내 에너지 감소량에 그대로 반영된 결과라 생각된다. 또한 운동기간(EEN)의 지방조직 감소량이 0.98kg/7days인 것에 비하여 에너지 제한 운동기간(EED)의 지방조직 감소량이 1.44kg/7days로서(Table 7 참조) 에너지제한만으리의 체중 감소량은 0.46kg/7days에 해당된다. 이는 1일 500kcal의 에너지 제한은 1주당 약 1파운드(0.45kg)의 체지방 감소 효과를 보인다는 사실(49)을 재확인하는 점이라 생각된다.

체중 감소의 양적 효율을 나타내기 위하여 단위시간 체내 에너지 저장량 (BE)의 변동치(515kcal)를 그 기간 식이 제한으로 생긴 에너지 제한량(Energy Deficit : ED, 493kcal)으로 나누어서 산출한 에너지 제한 효율 계수(Energy-Deficit-Efficiency Factor : DEF)는 1.04로 역시 에너지 제한으로 인한 체중감소의 양적 효율은 양호한 것(16)으로 나타났다.

체내 에너지 평형의 유지는 에너지 섭취량과 소비량에 따른다. 총 에너지 섭취량과 체내 에너지 보유량의 변동으로부터 1일 평균 에너지 소비량을 산출한 결과는 Table 8과 같다.

운동기간(EEN)에 정상아동은 1일 에너지 소비량은 2863kcal $\pm$ 58kg(체중 kg당 104kcal), 비만아동은 3131 $\pm$ 158kcal(체중 kg당 66kcal)이었다. 에너지 제한 기간에 비만아동의 1일 에너지 소비량은 3153 $\pm$ 151kcal(체중 kg당 69kcal)이었다. 이상에서와 같이 정상아동에 비하여 비만아동의 에너지 소비량이 더 높은 것은 정상아동과 비만아동에게 동일한 운동을 부하하였을 경우 비만아동이 정상아동에 비해 에너지 소비량이 더 많다는 점을 시사하고 있으며 한편 비만아동의 경우 운동기간(EEN) 및 에너지 제한 운동기간(EED)에 에너

**Table 7. Changes in body composition and body energy content during 7-day exercise with or without energy deficit**

		Weight loss (kg)	Fat mass (kg)	LBM (kg)	Total body energy (kcal/7days)
C <sup>1)</sup>	Normal	(28.4 $\pm$ 1.0)	( 5.6 $\pm$ 0.4)	(22.8 $\pm$ 0.7)	(75336)
	Obese	(48.9 $\pm$ 5.1)	(17.9 $\pm$ 0.6)	(31.0 $\pm$ 2.7)	(198090)
EEN	Normal	1.00 $\pm$ 0.20*	-0.80 $\pm$ 0.10*	-0.20 $\pm$ 0.10	-7644 $\pm$ 1032
	Obese	1.24 $\pm$ 0.22*	-0.98 $\pm$ 0.36*	-0.26 $\pm$ 0.46	-8890 $\pm$ 2978
EED	Obese	1.76 $\pm$ 0.35	-1.44 $\pm$ 0.50*	-0.32 $\pm$ 0.45	-12494 $\pm$ 4642 <sup>†</sup>

C : Control period, EEN : Exercise without energy deficit, EED : Exercise with energy deficit  
Values are Mean $\pm$ Standard error

<sup>1)</sup>Body weight, body composition weight and total body energy content before 7-day exercise with or without energy deficit

\*Significantly different at p<0.05 compared with the control period in the same column as determined by student's t-test



**Table 8. Intake/balance estimation of daily energy expenditure during 7-day exercise with or without energy deficit**

		Total ME intake (kcal)	Change in body energy content(kcal)	Daily Energy Expenditure		
				(kcal)	(kcal/kg BW)	(kcal/LBM)
C	Normal	12614±350	0	1802±50	63±2	79±4
	Obese	15064±966	0	2152±138	44±3	69±4
EEN	Normal	12397±504	-7644±1032*	2863±58*	104±2*	127±3*
	Obese	13027±966	-8890±2978*	3131±158*	66±3*	102±5*
EED	Obese	9576±609*	-12494±2936*	3153±151*	69±3*	103±5*

ME : Metabolizable energy, LBM : Lean body mass, BW : Body weight, C : Control period, EEN : Exercise without energy deficit, EED : Exercise with energy deficit

Values are Mean±Standard Error

\*Significantly different at  $p < 0.05$  compared with the control period in the same column as determined by student's t-test

지 소모량이 유사한 결과로 보아 모든 실험 조건별 운동부하량은 동일하게 적용되었음을 나타내고 있다.

## 요 약

본 연구는 비만아동을 위한 효과적인 운동 및 식이요법에 관한 자료를 얻기 위하여 실시하였다. 대상자는 8~12세의 비만아동(체지방 36.1±1.3%)과 정상아동(18.9±1.3%) 각각 5명이었으며 3일간 실험환경에 적응하기 위한 대조기간(Control : C)을 거친 후 1주간은 운동은 부하되 에너지는 제한하지 않는 운동기간(Exercise without energy deficit : EEN)과 다음 1주간은 비만아동만을 대상으로 운동부하와 동시에 에너지를 제한하는 에너지 제한 운동기간(Exercise with energy deficit : EED)으로 나누어 실시하였다. 운동강도는 60~75%HRmax이었으며 에너지 제한량은 493 kcal/day이었다. 각 실험 조건별 대사에너지 섭취량, 체중, 체성분, 체내 보유 에너지, 에너지 소비량의 변화를 측정하였다. 체지방량은 생체 전기저항 지방측정기를 이용하여 측정하였다. 대변 및 소변으로의 에너지 손실량으로부터 측정된 1일 평균 대사 에너지량(ME)은 정상아동이 대조기간(C) 및 운동기간(EEN)별로 각각 1802±50kcal 및 1771±72kcal이었고 비만아동이 대조기간(C), 운동기간(EEN) 및 에너지 제한 운동기간(EED)별로 각각 2152±138kcal, 1861±138kcal 및 1368±87kcal이었다. 대조기간(C)에 비만아동은 정상아동에 비해 대사에너지량(ME)이 높았으나 무지방조직(LBM) kg당 섭취량은 정상아동이 79kcal이며 비만아동이 70kcal로 오히려 비만아동의 경우가 낮았다. 대체로 운동에 의해 에너지 섭취량은 감소되었다. 동일한 운동 부하로 정상아동 및 비만아동의 체중은 각각

1.00±0.20kg 및 1.24±0.22kg씩 감소되어 정상아동에 비하여 비만아동의 체중감소가 더 많았다. 비만아동에서 에너지 제한(493kcal)으로 인한 체중 감소량은 0.52 kg이었고 체지방조직량(FM)은 0.46kg이었다. 운동기간(EEN)중 체성분 변동량으로부터 산출한 1일 1인당 체내 에너지 변동량은 정상아동이 1092kcal, 비만아동이 1270kcal 감소되어 비만아동의 에너지 소모량이 더 많았다. 비만아동에 있어 에너지제한 운동기간(EED)중 체내 에너지 변동량은 1786kcal 감소되었다. 1일 1인당 평균 에너지 소비량은 운동기간(EEN)에 정상아동이 2863±58kcal, 비만아동이 3131±158kcal이었으며, 에너지 제한 운동기간(EED)에 비만아동은 3153±151kcal이었다. 이상의 성적으로 보아 본 실험에 적용한 운동 프로그램은 체중 감소에 효과적으로 작용하나 일부 무지방조직(LBM)의 감소를 동반하는 것으로 보아 다소 운동 부하량이 과도한 것으로 생각된다. 그러나 에너지 제한량(500kcal)은 체중감소에 매우 효율적인 것으로 평가되어 이후 비만아동의 체중조절에 본 실험의 에너지제한 운동 프로그램중 운동 부하량만을 다소 줄여 적용하면 매우 효과적일 것이라 생각된다.

## 문 헌

1. Ebstein, L. H., Wing, R. R. and Valoski, A. : Children obesity. *Pediatr. Clin. North Am.*, **32**, 363(1985)
2. Knittle, J. L., Merritt, R. I., Dixon-Shanies, D., Ginsberg-Fellner, F., Timmers, K. I. and Katz, D. P. : Childhood obesity. In "Textbook of pediatric nutrition" Suskind, R. M.(ed.), Raven Press, New York, p.415(1981)
3. Corst, J. M. : Obesity in childhood. *Med. J. Aust.*, **1**, 888(1977)
4. Hammer, R. L., Baarrier, C. A., Roundy, E. S., Bradford, J. M. and Fisher, A. G. : Calori-restricted low-fat diet and exercise in obese women. *Am. J.*

- Clin. Nutr.*, **49**, 77(1989)
5. Foster, G. D., Wadden, T. A., Feuer, I. D., Jennings, A. S., Stunkard, A. J., Crosby, L. O., Ship, J. and Mullen, J. I. : Controlled trial of the metabolic effect of a very-low-calorie diet : short- and long-term effects. *Am. J. Clin. Nutr.*, **51**, 167(1990)
  6. Davies, H. J. A., Baird, I. M., Fowler, J., Mills, I. H., Ballie, J. E., Rattan, S. and Howard, A. N. : Metabolic response to low and very-low-calorie diets. *Am. J. Clin. Nutr.*, **49**, 745(1989)
  7. Hagan, R. D., Upton, J. S., Wong, L. and Whittan, J. : The effects of aerobic conditioning and/or calorie restriction in overweight men and women. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, **18**, 87(1986)
  8. Pavlow, K. N., Whatley, J. E. and Jannace, P. W. : Physical activity as a supplement to a weight-loss dietary regimen. *Am. J. Clin. Nutr.*, **49**, 1110(1989)
  9. Hill, J. O., Sparling, P. B., Shield, T. W. and Heller, P. A. : Exercise and food restriction : Effect of on body composition and metabolic rate in obese women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **46**, 622(1987)
  10. Ballor, D. L., Katch, V. L., Becoue, M. D. and Marks, C. R. : Resistance weight training during calorie restriction enhances lean body weight maintenance. *Am. J. Clin. Nutr.*, **47**, 16(1988)
  11. Lennon, D., Nagle, F., Stratman, F., Shrago, E. and Dennis, S. : Diet and exercise training effects on resting metabolic rate. *Int. J. Obes.*, **9**, 39(1985)
  12. Mole, P. A., Stern, J. S., Schultz, C. L., Bernauer, E. M. and Holcomb, B. J. : Severe reserves depressed metabolic rate produced by severe caloric restriction. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, **21**, 29(1989)
  13. Warwick, M., Garrow, J. S., Shultz, C. L., Bernauer, E. M. and Holcomb, B. J. : Exercise reserves depressed metabolic rate produced by severe caloric restriction. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, **21**, 29(1989)
  14. Van Dale, D., Saris, W. H. M., Schoffelen, P. F. M. and Ten Hoor, F. : Dose exercise give an additional effect in weight reduction regimens? *Int. J. Obes.*, **11**, 367(1987)
  15. Lemmons, A. D., Kreitman, S. N., Coxon, A. and Howard, A. : Selection of appropriate exercise regimens for weight reduction during VLCD and maintenance. *Int. J. Obes.*, **13**, 119(1989)
  16. Sweeney, M. E., Hill, J. O., Heller, D. A., Baney, R. and Digirolamo, M. : Severs vs moderate energy restriction with and without exercise in the treatment of obesity : efficiency of weight loss. *Am. J. Clin. Nutr.*, **57**, 124(1993)
  17. Phinney, S. D., LaGrange, B. M., OConnell, M. and Danforth, E. J. : Effect of aerobic exercise on energy expenditure and nitrogen balance during very low calorie dieting. *Metabol.*, **37**, 758(1989)
  18. Miller, D. S. and Payne, P. R. : A ballistic bomb calorimeter. *Br. J. Nutr.*, **13**, 501(1959)
  19. Pike, L. and Brown, M. L. : An integrated approach. 3rd ed., In "Nutrition" John, W. and Sons(eds.), New York, p.771(1984)
  20. Acheson, K. J., Campbell, I. T., Edholm, O. G., Miller, D. S. and Stock, M. J. : The measurement of daily energy expenditure. An evaluation of some technique. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 1155(1980)
  21. Van Itallie, T. B., Yang, M. and Hashim, S. A. : Dietary approaches to obesity. Metabolic and appetitive considerations. In "Recent advances in obesity research" Howard, A. N.(ed.), Westport CT, Technomic Publishing Co. Inc., p.256(1990)
  22. WHO : Energy and protein requirement. Report of a joint FAO/WHO/UNU meeting. Genova : WHO(WHO technical report series #724)(1985)
  23. 이삼열, 정윤성 : 임상병리검사법. 연세대학교 출판부, p.75(1987)
  24. 한국 인구 보건 연구원 : 한국인의 영양권장량. 제5차 개정, 고문사, p.25(1989)
  25. 농촌진흥청 농촌영양개선연수원 : 식품성분표. 제4개정판, p.14(1991)
  26. 보건사회부 : 국민영양조사보고서.(1991)
  27. 김미영, 이순환, 신은수, 박혜순 : 비만환자의 영양 섭취 및 식이행동 양상. 가정의학회지, **15**, 353(1994)
  28. 강영림, 백희영 : 서울시내 사립국민학교 아동의 비만 요인에 관한 분석. 한국영양학회지, **21**, 283(1988)
  29. Dreon, D. M., Frey-Hewitt, B., Ellsworth, N., Williams, P. T., Terry, R. B. and Wood, P. D. : Dietary fat : Carbohydrate ratio and obesity in middle-aged men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **47**, 995(1988)
  30. Baeche, A. H., Staveren, W. A. and Burema, J. : Food consumption, habitual physical activity, and body fatness in young Dutch adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, **37**, 278(1983)
  31. Braitman, L. E., Adlin, E. V. and Stanton, J. L. : Obesity and caloric intake : The national health and nutrition examination survey of 1971-1975. *J. Chron. Dis.*, **38**, 727(1985)
  32. Rolland-Cachera, M. F. and Bellisle, F. : No correlation between adiposity and food intake : why are working class children fatter? *Am. J. Clin. Nutr.*, **44**, 779(1986)
  33. Oscai, L. B. : The role exercise in weight control. In "Exercise and sport science review 1" Wilmore, J. H. (ed.), Academic Press, New York, p.103(1973)
  34. Katch, V. L., Martin, R. and Martin, J. : Effects of exercise intensity on food consumption in the male rat. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 1401(1979)
  35. Belbeck, L. W. and Critz, J. B. : Effect of exercise on the plasma concentration of anorexigenic substance. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **142**, 19(1973)
  36. Bray, G. A. : The obese patient. W. B. Saunders Co., Philadelphia(1976)
  37. Brownell, K. D. and Stunkard, A. J. : Physical activity in the development and control of obesity. In "Obesity" Stunkard, A. J.(ed.), W. B. Saunders Co., Philadelphia (1980)
  38. Pacy, P. J., Webster, J. and Garrow, J. B. : Exercise and obesity. *Sports Med.*, **3**, 89(1986)
  39. Bouchard, C., trenblay, A. and Nadeau, A. : Longterm exercise training with constant energy intake. 1 : Effect on body composition and selected metabolic variables. *Int. J. Obes.*, **14**, 57(1990)

40. Despres, J. P., Bouchard, C., Tremblay, A., Savard, R. and Marcottr, M. : Effects of aerobic training on fat distribution in male subjects. *Med. Sci. Sports*, **17**, 113(1985)
41. Shephard, R. J. : Intensity, duration and frequency of exercise as determinants of the response to a training regimen. *Int. Angew Physiol.*, **262**, 272(1969)
42. Steven Lewis, M. A., Haskell, W. L., Wood, P. D., Norman-Manoogian, M. A., Bailey, J. E., MaryBeth, R. N. and Pereira, B. A. : Effects of physical activity on weight reduction in obese middle-aged women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**, 151(1976)
43. Leon, A. S., Conrad, J., Hunninghake, D. B. and Serfass, R. : Effects of a vigorous walking program on body composition, and carbohydrate and lipid metabolism of obese young man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 1776(1979)
44. Konstantin, N. P., Pavlou William, P. S., Robert, H. L. and Belton, A. B. : Effects of dieting and exercise on lean body mass, oxygen uptake, and strength. *Med. Sci. Sports*, **17**, 466(1985)
45. 장경자 : 저열량균형식, 운동 및 행동수정에 의한 비만 여성의 치료에 관한 연구. *한국영양식량학회지*, **24**, 510(1995)
46. Kein, N. L., Barbieri, T. F., Van Loan, M. D. and Anderson, B. L. : Energy expenditure and physical performance in overweight women : Response to training with and without caloric restriction. *Metabol.*, **39**, 651(1990)
47. Henson, L. C., Poole, D. C., Donahoe, C. P. and Heber, D. : Effects of exercise training on resting energy expenditure during caloric restriction. *Am. J. Clin. Nutr.*, **46**, 466(1987)
48. Heymsfield, S. B., Casper, K., Hearn, J. and Guy, D. : Rate of weight loss during underfeeding : Relation to level physical activity. *Metabol.*, **38**, 215(1989)
49. Owen, O. E. : Regulation of energy and metabolism. In "Nutrition and metabolism in patient care" Kenney, J. M.(ed.), W. B. Saunders, Philadelphia(1988)

(1996년 2월 15일 접수)