

운동과 에너지 제한이 비만아동의 혈액 성상에 미치는 영향

이 성 숙[†] · 오 승 호

전남대학교 가정대학 식품영양학과, 생활과학연구소

Effect of exercise and energy restriction on blood pattern in obese children

Sung-Sug Lee[†] · Seung-Ho Oh

*Department of Food and Nutrition, Home Economics Research Institute,
Chonnam National University,
Human Ecology Research Institute*

Abstract

The purpose of this study was to examine the effect of exercise and diet control program on blood pattern in obese children. The subjects of this study were five obese boys aged from 8 to 12 participating in the control period(C) for 3 days, exercise period(E) for one week, and exercise+energy restriction period(EER) for another one week, consecutively. The intensity of the exercise was 60~70% of HRmax and the energy was restricted at 493kcal/day. Daily mean total energy intake was $2,152 \pm 138$ kcal, $1,861 \pm 138$ kcal, and $1,368 \pm 87$ kcal for the period C, E and EER, respectively. Body weight of after the program was significantly decreased from 48.94 ± 5.11 kg to 45.94 ± 4.74 kg($p < 0.01$). And skinfold thickness, %fat, lean body mass, body mass index were significantly decreased($p < 0.01$). Blood sugar concentration was not significantly affected by weight loss, but alkaline phosphatase activity was significantly decreased. Concentrations of total lipid, LDL-cholesterol, triglyceride, phospholipid were not significantly decreased. But concentrations of HDL-cholesterol, %HDL-cholesterol, free fatty acid were significantly increased and concentration of VLDL-cholesterol, atherogenic index were significantly decreased. The results of this study showed that the obese children had a tendency to decrease coronary heart disease risk in the respect of plasma HDL-cholesterol and VLDL-cholesterol concentration by the exercise plus energy restriction program. Thus if we apply the lower intensity or duration of exercise for them this program might be more effective on the obese children.

Key Words : exercise, energy restriction, cholesterol, HDL, LDL

[†]Corresponding Author : Department of food and nutrition, College of home Economics, Chonnam National University, 300, Yongbong-dong, puk-gu, Gwangju, 500-757, Korea
Tel : 062-530-1331, Fax : 062-530-1339
E-mail : sunsug@yahoo.co.kr

I. 서론

비만은 열량의 과잉섭취 또는 활동량의 부족으로 체내에 지방이 과잉으로 축적된 상태로 외관상의 문제 뿐만 아니라 각종 성인병 특히 고지혈증, 고혈압, 관상동맥질환 등의 순환기계질환과 당뇨병과 같은 합병증의 원인이 된다(김성희 등 1998: 김동호 등 1991: Wynder 등 1989).

비만치료는 정상적인 건강을 유지하면서 감소된 체중이 장기간 지속되어야 하므로 효과적인 비만 치료를 위해서는 에너지 소비를 위한 운동과 섭취 제한을 위한 식이 조절의 적절한 조화가 필요하다. 그러나 비만 치료를 위한 운동 및 식이제한 정도의 최적 조건에 대한 일치된 결론을 내리지 못하고 있는 실정이다.

비만인을 위한 식이 제한 효과에 대한 연구결과 저에너지식 급여시 VLDL-콜레스테롤, 중성지방, 복부지방을 감소시켜 동맥경화를 감소시켰다고 하였으나(Markovic 등 1998) 다른 연구(Palgi 등 1985: Bray 등 1992: Heiner 등 1992: Parenti 등 1992)에서는 HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤/HDL-콜레스테롤비는 변화가 없었다고 보고하였다. 운동은 혈 중 지질을 낮추는데 중요한 역할을 하며 혈 중 총 콜레스테롤 농도, 중성지방, LDL은 식이 중 콜레스테롤과 불포화지방산의 양에 의하여 영향을 받으나(Johnson 등 1990: Lukaski 등 1990) HDL은 운동에 의해서만 증가된다고 한다(Wood 등 1988). 그러나 비만인에서 운동시 신체질량지수(body mass index: BMI), LDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤/HDL-콜레스테롤 및 중성지방의 농도는 감소(Lavie, Milani 등 1996: Mertens 등 1998: 문수재 등 1993)되었으나 콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤 농도는 변화되지 않았다고 보고(Mertens 등 1998: Parrel, Baboriak, 1980)하였다. 또한 비만아동을 대상으로 운동을 실시한 결과(김현아, 김은경 1996)에서는 총 콜레스테롤 농도가 오히려 증가하였고 중성지방의 농도는 감소되었다고 보고하였다. 한편 식이 제한과 더불어 유산소 운동의 병행은 식이 제한만을 단독 실시했을 때에 비하여 더 큰 체중감소 효과(Pavlov 등 1989) 및 무지방 조직의 보존 및 상승 효과가 크며(Hill 등 1987: Ballor 등 1988), 당질대사(Rice 등 1999)와 지질대사(Warwic 등 1989)에 긍정적 효과를 나타내어 운동 병행의 장점을 주장하는 반면 다른 연구자들은 유산소

운동의 이러한 병행 효과를 관찰하지 못했다고 하였다(Sweeny 등 1993: 장경자 1995). 이와 같이 비만 치료가 혈액 중의 지질 함량에 주는 영향은 식이 제한 및 운동의 정도, 대상자의 비만 정도 및 치료 기간 등에 의해 다양한 결과가 나타남을 알 수 있다. 특히 아동기 비만은 대개 영유아기 때 과잉영양으로 인하여 지방세포 수와 크기가 모두 증가하므로, 성인의 비만증보다 조절하기가 매우 까다롭고, 일단 조절되었다 하더라도 다시 재발할 우려가 크다(이기완 등 1995). 또한 성인보다 의지가 약하고 중도 포기율이 높으므로 평상시에도 무리없이 적용할 수 있는 비만 치료 방법이 필요하다. 그러므로 극심한 에너지나 극심한 운동은 실행하기 어려우므로 적절한 에너지 제한과 함께 운동을 병행하는 것이 바람직한 방법이라 생각된다.

비만 청소년의 체중조절 행태를 조사한 결과(박수영 등 2000) 비만학생의 약 반수에서 체중조절 경험이 있었고, 주로 운동요법 및 식이요법을 시행하였으나 일부에서는 바람직하지 않는 체중 조절 행태를 나타낸다고 조사되었다. 최근 생활 환경의 변화로 점차 과체중 아동과 비만 아동이 증가하는 현시점에서 청소년의 정상적인 성장 발달과 조화를 이룰 수 있는 적절한 체중조절 프로그램의 도입이 시급하다 하겠다.

따라서 본 연구는 비만 체중의 초등학교 아동을 대상으로 운동과 에너지 제한을 통한 체중 조절 프로그램을 실시하여 프로그램 전후의 혈액 성상을 관찰하여 아동의 비만치료를 위한 자료를 얻기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험대상

실험 대상자는 8~11세 남자 아동 중 체지방 함유율이 25%를 초과하는 비만아동 5명이었다. 각 대상자별 신체 상황은 Table 1과 같다.

모든 대상자는 실험 첫날과 마지막날 소아과 전문의 사에 의하여 임상 증상, 혈액 및 X선 검사 등으로 실험 기간 중 건강상태의 이상 유무를 관찰토록 하였다. 이들은 실험기간 중 식이 섭취 및 운동량 조절에 엄격한 통제를 받도록 하여 에너지 섭취량과 운동량을 정확히

Table 1. Physical characteristics of each subjects.

subject	Age(year)	Height(cm)	Weight(kg)	BMI(kg/m ²)
1	11.2	143.9	56.1	27.1
2	11.3	150.1	61.1	27.1
3	8.2	135.5	53.7	29.22
4	8.4	130.1	39.1	23.07
5	9.0	133.5	34.7	19.5
Mean±SE	9.6±0.7	138.6± 3.7	48.9±5.1	25.2±1.7

BMI : Body Mass Index

산출하였다. 비만아동들은 3일간 평상시와 유사한 자유스러운 생활 환경하에서 생활하게 하였고(Control: C), 이후 7일간은 에너지 섭취량을 권장량을 수준으로 하면서 운동(Exercise: E)을 실시하였고, 이후 7일간은 에너지량도 제한(권장량의 80%)하고 운동도 병행(Exercise+Energy Restriction: EER)하였다. 10~12세의 에너지 권장량이 2200kcal(한국영양학회 2000)이므로 그에 준하여 에너지를 공급하였으며, 에너지 제한 양은 비만 치료시 가장 바람직하다고 알려져 500kcal 정도를 제한하기 위하여 권장량의 80%로 하였다.

2. 실험식이 및 급식

한국인이 상용하는 식품을 이용하여 식이의 총에너지 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 섭취하도록 하였다.

3. 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 반복하였으며 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	20	60~70
Swimming	2	5	60	maximum
Basketball	2	5	30	60~70

4. 에너지 섭취량 측정

에너지 섭취량은 음식물 및 대변 시료의 일정량을 냉동 건조 후 각각의 에너지를 열량계(Yoshida Seisakusho, Nenken type, Japan)로 측정하였다(Miller, Payne 1959). 소변 중 에너지 손실량은 Micro-kjeldahl법(Pike, Brown 1984)으로 측정된 소변의 질소량으로 부터 환산하였다. 음식물로부터 측정된 총 에너지 섭취량(Gross energy)에서 대변(Fecal energy)과 소변의 에너지(Urinary energy) 손실량을 감하여 대사 에너지량(Metabolizable energy)을 산출하였다. 즉 Metabolizable energy=Gross energy-(Fecal energy+Urinary energy)

5. 체성분 변화량 측정

체중은 매일 아침 기상과 동시에 공복상태에서 측정하였으며 체지방 함유율은 실험 첫날과 마지막날에 생체전기저항 지방분석기(Bio-Electrical Fatness Analyzer, GIF-891, Gil Woo Trading Co., Korea)를 이용하여 측정하였다.

6. 혈액성분 측정

실험 첫날과 마지막날 채혈하였으며 채혈전날 9시 이후부터 다음날 9시까지 금식한 후 공복의 안정상태에서

혈압을 측정하고, 헤파린이 처리된 시험관에 채혈하였고 즉시 Hemoglobin 농도와 Hematocrit치를 측정하였으며 3000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈장을 얻어 분석시까지 -20°C 에서 냉동 보관하였다.

Hemoglobin 농도는 Cyanmethemoglobin법(이삼열, 정윤성 1987), Hematocrit치는 Microhematocrit법(이삼열, 정윤성 1987), 혈당치는 효소법을 이용한 kit시약(Korea reagents Co., Ltd.), Glutamic oxaloacetic transaminase (sGOT) 및 Glutamic pyruvic transaminase(sGOT)활성은 Reitman-Frankel법(이삼열, 정윤성 1987)으로 측정하였다. Alkaline phosphatase는 Kind-king법을 이용한 kit시약(Korea reagents Co., Ltd.)으로 측정하였고, 총단백질 농도는 Buret법(이삼열, 정윤성 1987), 알부민 농도는 BCG법(이삼열, 정윤성 1987)으로 비색정량하였다.

혈장의 총지방 함량은 Frings 법(1970)으로 측정하였고, 총 콜레스테롤(T-choles, 5, 國際試藥, 日本, 神戸), 중성지방(triglyceride-E(GPO), 國際試藥, 日本, 神戸), 유리지방산(NEFAZYME-S, 榮研化學, 日本, 東京), 인지질(PLzyme, 榮研化學, 日本, 東京), LDL-콜레스테롤(BLF, 榮研化學, 日本, 東京) 및 HDL-콜레스테롤(HDL-C 555, 榮研化學, 日本, 東京) 농도는 각각 측정용 kit 시약으로 측정하였다. VLDL-콜레스테롤은 중성지방에서 HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤을 감하여 산출하였으며(Fridewald 등 1979) 동맥경화지수(atherogenic index, AI)는 총 콜레스테롤에서 HDL-콜레스테롤을 감한 후 HDL-콜레스테롤로 나누어서 산출하였다.

7. 측정자료의 통계처리

모든 결과는 SAS(statistical analysis system)통계 모델을 이용하여 실험 항목별로 평균치와 표준오차를 구하였으며 평균치간의 유의성 검정은 paired t-test 및 ANOVA-test를 실시하여 유의성을 $p<0.05$ 수준으로 던컨의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하여 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 대상자의 일반 상황

모든 실험 대상자들은 전 실험기간 동안 운동 부하 및 주어진 식단에 잘 적응하였으며 임상학적 증상에 이상이 없었다. 본 실험 대상자들의 평균 연령, 신장 및 체중은 각각 9.6 ± 0.7 세, 138.6 ± 3.7 cm 및 48.9 ± 5.1 kg이었다. 10~12세의 체위 기준치(한국영양학회, 2000)와 비교하면 신장, 체중 모두 높은 수준이었다. 한국인 소아발육 표준치(대한소아과학회, 1998)와 비교한 Z-score(Z-score = (individual's anthropometric data-mean value of standard)/SD value of standard)는 신장은 0.56, 체중은 2.43으로 신장은 양호하나 체중은 표준집단과 비교하여 상회하고 있는 것으로 나타났다.

2. 총에너지 섭취량 및 공급원

본 실험 대상자의 1일 총 에너지 섭취량과 총 에너지 섭취량에 대한 당질, 단백질 및 지방 등 공급원의 구성비는 Table 3과 같다.

Table 3. Daily energy intake and composition during each periods

	C	E	EER
Energy intake(kcal/day)	2152 ± 138^a	1861 ± 138^a	1368 ± 130^b
CHO	73.8 ± 0.8^a	73.0 ± 1.2^a	67.4 ± 1.2^b
% Energy Protein	10.4 ± 0.4^b	13.3 ± 0.4^a	14.6 ± 0.4^a
Fat	15.7 ± 0.5^{ab}	13.6 ± 1.1^b	17.9 ± 1.0^a

Values are Mean \pm SE.

C : Control period

E : Exercise period

EED : Exercise+Energy Restriction period

CHO : Carbohydrate

Values with different alphabet are significantly different at $p<0.05$.

1일 평균 에너지 섭취량은 대조기간(C), 운동기간(E) 및 에너지제한 운동기간(EER)별로 각각 2152 ± 138 kcal, 1861 ± 138 kcal 및 1368 ± 87 kcal이었다. 또한 총 에너지 섭취량에 대한 당질, 단백질 및 지방의 평균 구성비는 대조기간(C)에서 각각 73.8%: 10.4%: 15.7%, 운동기간(E)에는 각 73.0%: 13.3%: 13.6%, 에너지제한 운동기간

(EER)에서 각각 67.4%: 14.6%: 17.9%로 운동기간에 비하여 당질은 감소하고 지방질 섭취량이 증가하였다. 1998년 보건사회부의 국민영양조사 보고서(1998)에 의하면 에너지 공급원의 구성비는 당질, 단백질 및 지방 별로 각각 66%: 15%: 19%이었다. 이에 비해 본 실험 대상자들은 당질 섭취가 높은 편이었다.

3. 체중 및 체성분 변화

본 실험 대상자들의 체중 및 체성분의 변화는 Table 4와 같다.

Table 4. Changes in body weight and composition before and after weight control program

	Before	After
Weight(kg)	48.94±5.11	45.94±4.74**
Biceps(mm)	14.64±1.68	12.36±0.59
Triceps(mm)	25.80±1.86	22.54±0.99*
Subscapular(mm)	22.68±2.46	18.76±2.15**
Abdomen(mm)	30.16±1.88	27.82±1.62*
Sum(mm) ¹⁾	93.30±7.07	81.06±4.85**
%fat	36.08±1.34	33.20±1.75**
Fat weight(kg)	18.48±2.57	15.48±2.23**
Lean body mass(kg)	32.02±2.98	30.46±2.59**
Body mass index(kg/m ²)	25.19±1.74	23.66±1.58**

Values are Mean±SE.

¹⁾ The sum of triceps, biceps, abdomen, subscapular skinfold thickness.

* Significantly different by paired t-test at p<0.05

** p<0.01

본 대상자들의 평균 체중은 실험전 48.9±5.1kg에서 실험 후 45.9±4.7kg으로 감소하였다. 실험전 이두박근, 삼두박근, 견갑골 하부, 복부의 피부두께는 각각 14.64±1.68mm, 25.80±1.86mm, 22.68±2.46mm, 30.16±1.88mm이었으며 실험 후 각각 12.36±0.59mm, 22.54±0.99mm, 18.76±2.15mm, 27.82±1.62mm으로 감소하였으며 이두박근을 제외한 피부두께에서 유의적으로 감소하였다(p<0.01). 4부위의 피부두께의 합 또한 실험전 93.30±7.07mm에서 실험 후에는 81.06±4.85mm로 유의적으로 감소하였다(p<0.01). 체지방율(%fat)은 실험 전후 각각 36.08±1.34%와 33.20±1.75%, 체지방 무게(fat weight)는 실험 전후 각각 18.48±2.57kg과 15.48±2.23kg, 무지방 체중(lean

body mass)은 32.02±2.98kg과 30.46±2.59kg로서 실험 후 유의적으로 감소하였으며(p<0.01) 신체질량지수(BMI) 또한 실험전 25.2±1.7kg/m²에서 실험 후 23.7±1.6kg으로 유의적으로 감소하였다(p<0.01).

운동은 비만인이나 정상인에서 체지방을 감소시키며 (Pacy 등 1986), 식이 제한을 하지 않더라도 규칙적인 유산소 운동은 체지방을 줄일 수 있으며, 무지방 조직의 감소를 막을 수 있다고 한다(bouchard 등 1990: Despres 등 1985: Shephard 등 1969). 김현아와 김은경(1996)은 비만아동을 대상으로 운동을 실시한 후 피부두께가 유의적으로 감소하였다고 보고한 바 있었으며 본 연구에서도 확인할 수 있었다. 차연수 등(1995)은 운동을 하는 중년여성에서 체지방량과 체지방 무게가 낮아졌다고 보고하였고, Lewis 등(1976)은 비만여성을 대상으로 1주일에 2회는 2.5마일의 거리를 걷기와 달리기를 하고 1회는 미용체조를 1시간씩 17주 동안 실시한 실험에서 체중은 평균 4.2kg, 체지방률은 5%감소함을 보고하였다. Leon 등(1979)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 비만치료에 운동은 식이요법과 병행하여 수행할 때 체중 감소에 효과적일 뿐 아니라 감소된 체중의 유지에도 효과적인 것으로 알려져 있으며 운동이 체중 및 체조성을 변화시키는 효과는 이와 병행한 에너지 제한 정도에 따라 달라진다고 한다(Hill 등 1989). 장경자(1995)는 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. 본 실험에서는 실험 후 체지방율은 7.98%, 체지방 무게는 16.2% 및 BMI는 6.07% 감소되었다. 김현아와 김은경(1996)은 14주 동안 매주 토요일 1시간씩의 운동요법과 행동 수정을 한 결과 체지방 비율은 32.7%에서 30.4%로 감소하였으나 체중에 대한 근육량 비율은 17.7%에서 23.3%로 유의적으로 증가하여 체지방 비율은 감소된 반면 근육량은 오히려 증가하는 바람직한 결과를 보였다고 하였다. Southern 등(2000)은 비만 아동에서 10주 동안 식이, 행동수정 운동의 체중 감소

프로그램 결과 체중을 유의적으로 감소시켰다고 하였다. Nuutinen과 Knip는 48명의 비만아동을 대상으로 강도 높은 카운셀링, 집단요법, 학교건강관리실을 운영한 결과 체중감량에 성공한 아동은 실패한 아동에 비해 체중은 더 많이 감소되고 무지방조직은 더 적게 감소되었다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 실험 결과와 대조적인 양상을 보였는데 이는 운동 강도의 차이 때문으로 사료된다. Konstantin 등(1985)은 체지방률이 평균 38%인 남자 비만자를 대상으로 식이요법과 운동요법을 실시한 결과 운동을 한 군에서는 무지방 조직의 감소가 없었으나 운동을 하지 않거나 식이요법을 한 군에서는 무지방 조직량이 감소함을 보고하였다. 다른 연구자들(Henson 등 1987; Heymfield 등 1989)은 비만여성에서 에너지제한과 유산소 운동의 병행은 질소 평형이나 무지방 조직의 감소를 개선시키지 못하였다고 하므로서 운동과 식이제한 요법이 체중감소에 효과적이기는 하지만 체지방 조직 뿐아니라 어느정도 무지방조직량까지도 감소시킴을 지적하고 있다. 이상의 선행 연구보고를 참고로 할 때 본 실험에서도 체지방량의 감소 뿐만 아니라 일부 무지방조직량의 저하도 나타나서 본 실험에서 부하한 운동량이 다소 과도한 것이 아닌가 추측된다.

4. 혈액 성상의 변화

실험 첫날과 마지막날의 혈압 및 혈액성상의 변화는 Table 5와 같다.

비만한 아동들은 여러 가지 질병의 위험이 크므로 건강 상태를 측정하기 위해 여러 지표들을 측정하였다. 고혈압 여부를 알기 위해 측정된 수축기 혈압, 이완기 혈압과 빈혈 여부를 알기 위해 측정된 Hemoglobin 농도와 Hematocrit치는 정상 범위에었으며 실험전후 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 당뇨병을 진단하기 위한 혈당 농도와 간기능 이상을 알기 위한 GOT 및 GPT 활성 또한 정상 수준 범위에었지만 실험 전에 비해 실험 후에 감소하는 경향을 보여서 실험기간을 연장한다면 더 유의적인 효과를 볼 수 있으리라 기대된다. 뼈나 간질환의 진단에 사용되는 alkaline phosphatase 활성은 유의적으로 감소하여 단기간이었지만 효과를 볼 수 있었다.

혈장 총 지방, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-

콜레스테롤 농도, VLDL-콜레스테롤 농도, %HDL-콜레스테롤 및 atherogenic index는 Table 6과 같다. 혈장 중성지방, 인지질, 유리지방산의 농도는 Table 7과 같다. 혈장 총 지방 함량은 실험전 680.0±83.1mg/dl이었고 실험 후에는 630.0±68.2mg/dl로 감소하는 경향은 보이나

Table 5. Blood pressure and concentration of hemoglobin, hematocrit, blood sugar, albumin / globulin ratio and GOT, GPT activity, alkaline phosphatase activity before and after weight control program

	Before	After
Blood pressure(mmHg)		
systolic	90.0±4.5	96.0±2.5
diastolic	64.0±2.5	66.0±2.5
Hemoglobin(g/dl)	15.6±0.4	15.5±0.3
Hematocrit(%)	48.2±1.2	45.8±0.9
Blood sugar(mg/dl)	95.4±8.5	89.6±3.7
sGOT(R-F unit)	18.8±1.0	16.3±1.5
sGPT(R-F unit)	13.8±0.6	12.0±1.6
Alkaline phosphatase(K-A unit)	25.4±1.9	19.0±1.0*
Albumin/Globulin ratio	1.5±0.3	1.6±0.1

Values are Mean±SE.

sGOT : Glutamic Oxaloacetic Transaminase(Reitman-Frankel Units)

sGPT : Glutamic Pyruvic Transaminase(Reitman-Frankel Units)

*Significantly different by paired t-test at p<0.05

Table 6. Concentrations of plasma total lipid, total cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol, VLDL-cholesterol, %HDL-cholesterol, atherogenic index before and after weight control program

	Before	After
Total lipid(mg/dl)	680.0±83.1	630.6±68.2
Total cholesterol(mg/dl)	187.0± 8.1	192.6± 6.9
HDL-cholesterol(mg/dl)	51.8± 2.9	70.2± 6.4**
LDL-cholesterol(mg/dl)	100.7± 5.6	108.5± 2.3
VLDL-cholesterol(mg/dl)	34.5± 5.1	14.3± 7.6*
%HDL-cholesterol	27.9± 2.0	34.6± 2.9*
Atherogenic index	2.7± 0.3	1.8± 0.2*

Values are Mean±SE.

HDL-cholesterol : High Density Lipoprotein-cholesterol

LDL-cholesterol : Low Density Lipoprotein-cholesterol

VLDL-cholesterol : Very Low Density Lipoprotein-cholesterol

%HDL-cholesterol : HDL-cholesterol × 100/total cholesterol

Atherogenic index : (total cholesterol-HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol

* Significantly different by paired t-test at p<0.05

** p<0.01

Table 7. Concentrations of plasma triglyceride, phospholipid, free fatty acid before and after weight control program

	Before	After
Triglyceride(mg/dl)	192.0±27.1	132.3± 9.7
Phospholipid(mg/dl)	176.4±14.8	179.4±10.7*
Free Fatty acid(μEq/l)	20.0± 2.1	30.1± 3.3

Values are Mean±SE.

*Significantly different by paired t-test at p(0.05)

유의적인 차이는 나타나지 않았다. 혈장 총 콜레스테롤 농도는 실험전 187.0±8.1mg/dl이었고 실험 후에는 192.6±6.9mg/dl로 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 초등학교 비만아동을 대상으로 체중조절 프로그램을 실시한 결과(김현아, 김은경 1996)에서 총 콜레스테롤 농도가 실험 전 162.3mg/dl이었고 실험 후에는 181.3mg/dl로 오히려 증가하였다고 보고하였다. 이들 값들은 미국 소아과학회의 기준치(Nelson 1979)인 200mg/dl 이하에 해당되며, 미국 아동에게서 총 콜레스테롤 농도가 200mg/dl 이상은 95 percentiles에 속하며 이들에게는 엄격한 식이조절이 실시되어야 한다고 보고(Nelson 1979)된 바 있다. Parrel 등(1980)은 8주 동안 운동을 시킨 결과 총 콜레스테롤 농도가 유의적으로 감소되지 않았는데 이는 대상자의 총 콜레스테롤 농도가 낮기 때문이라고 보고하였다. 본 대상자들도 높지 않은 수준이었기 때문에 총 콜레스테롤 농도의 감소가 나타나지 않은 것으로 사료된다. Wood 등(1979)도 콜레스테롤 농도가 높을수록 운동에 의한 총 콜레스테롤의 감소가 더 효과적이라고 보고한 바 있다.

혈 중 HDL-콜레스테롤 농도는 비만의 경우 저하되며 심혈관계질환의 독립적인 위험인자로 알려져 있는데(박혜순 등 1992) 본 실험에서 HDL-콜레스테롤 농도는 실험 전 51.8±2.9mg/dl에서 실험 후 70.2±6.4mg/dl로 유의적으로 증가하였다. 김성희 등(1998)은 초등학교 비만아동의 HDL-콜레스테롤 농도는 44.2mg/dl라고 보고하였으며 이탈리아 비만아동의 경우는 44.4mg/dl(Lauer 1991)라고 보고한 결과와 비교하면 본 조사아동의 HDL-콜레스테롤 농도는 더 높은 수준이었으며 59.5mg/dl라고 보고한 김현아와 김은경(1996)의 결과와는 유사한 수준이었다. 식사내용과 더불어 운동도 혈청지질을 낮추는데 중요한 역할을 하며 식이 중 콜레스테롤과 불포화지

방산의 양에 의하여 혈청 총 콜레스테롤 농도, 중성지방, LDL-콜레스테롤은 영향을 받으나(Johnson, Greenland 1990: Lukaski, Bolonchuck 1984) HDL-콜레스테롤은 운동에 의해서만 증가된다고 한다(Wood 등 1988). 본 연구에서는 실험 후 HDL-콜레스테롤 농도가 증가하였으나 김현아와 김은경(1996)의 연구에서는 실험 전 59.5mg/dl에서 실험 후 57.9mg/dl로 유사한 값을 나타내었는데 이는 운동강도와 같은 차이로부터 온다고 사료된다.

비만인은 혈 중 LDL 및 VLDL의 증가를 가져오며 VLDL의 증가는 주로 중성지방 대사의 이상에 의한 결과이며(박혜순 등 1992) LDL농도의 변화는 일반적으로 LDL생성률의 변화 또는 간장에 의한 receptor-dependent LDL 흡수율의 변화에 기인된다고 한다(Havel 1984). 본 실험에서 혈 중 LDL-콜레스테롤 농도는 실험전 100.7±5.6mg/dl, 실험 후 108.5±2.3mg/dl로 유의적인 차이는 없었다. 혈 중 VLDL-콜레스테롤 농도는 실험 전 34.5±5.1mg/dl, 실험 후 14.3±7.6mg/dl로 유의적으로 감소하였다. 김성희 등(1998)은 초등학교 비만아동의 LDL-콜레스테롤 농도는 116.0mg/dl라고 보고하였으며 본 대상자들과 유사한 수준이었다. 정상인을 대상으로 8주간 활동강도가 높은 운동을 실시한 결과(문수재 등 1993) 중성지방만이 유의적인 감소를 보였고 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤은 운동 전후에 유의적인 변화가 없었다고 보고하였다. 그러나 차연수 등(1995)은 운동을 함으로서 총지질 및 LDL-콜레스테롤 농도가 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 장경자(1995)의 연구에서는 5주간의 비만 치료로 지질 양상 중 LDL-콜레스테롤이 유의적으로 감소하였다고 보고하여 비만 치료가 혈액 중의 지질 함량에 주는 영향은 치료 대상의 연령, 성별, 비만 정도 및 치료 기간 등에 의해 다양한 결과를 보임을 확인할 수 있었다.

식이요법에 의한 체중감소가 혈청지질 및 지단백 수준에 미치는 효과에 관한 많은 연구에서 상반되는 결과들이 보고되어 있기는 하지만 일반적으로 체중감소는 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤, 중성지방을 유의적으로 감소시킨다고 알려져 있다(Dittilo, Kris-Etherton 1992: Tomson 등 1979). 그러나 초등학교 비만아동을 대상으로 체중조절 프로그램 중 단순당질 및 지방의 섭취를

제한하도록 교육한 결과(김현아, 김은경 1996) 중성지방은 유의적으로 감소하였으나 총 콜레스테롤 농도는 실험전 162.3mg/dl에서 실험 후에는 181.3mg/dl로 LDL-콜레스테롤은 68.0mg/dl에서 101.8mg/dl로 오히려 상승되는 결과가 나타나 콜레스테롤의 농도를 낮추기 위해서는 식이요법의 내용이 구체적으로 지도되어야 한다고 보고한 바 있다. Markovic 등(1998)은 비만인에서 1100kcal의 저에너지식서 VLDL-콜레스테롤, 중성지방, 복부지방을 감소시켜 동맥경화를 감소시켰으나 다른 연구에서는 HDL-콜레스테롤, LDL/HDL 콜레스테롤비는 변화가 없었다고 보고하였다(Palgi 등 1985; Bray 등 1992; Heiner 등 1992; Parenti 등 1992). Lavie 등(1996)은 비만인에서 3개월간 운동시 BMI, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤/HDL-콜레스테롤 농도를 감소시켰으나, Mertens 등(1998)은 식이제한 없이 12개월간 걷기를 한 결과 총 LDL, LDL-콜레스테롤 농도는 감소되었으나 HDL은 변화되지 않았다고 보고하였다. 문수재 등(1993)은 정상인을 대상으로 8주간 활동강도가 높은 운동을 실시한 결과 중성지방만이 유의적인 감소를 보였고 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤은 운동전후에 유의적인 변화가 없었다고 보고하였다. Southern 등(2000)은 비만 아동에서 10주 동안 식이, 행동수정 운동의 체중 감소 프로그램 결과 총 콜레스테롤과 중성지방 농도를 유의있게 감소시켰다고 보고하였다.

비만인은 공복시 중성지방의 농도가 높다고 하며(Kissebah 등 1989) 본 실험에서 중성지방 농도는 실험 전 $192.0 \pm 27.1 \text{mg/dl}$ 에서 $132.3 \pm 9.7 \text{mg/dl}$ 로 감소되는 경향이었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 본 대상자의 중성지방 농도는 미국의 소아학회의 기준치(Nelson 1979)인 $36 \sim 138 \text{mg/dl}$ 보다 높았으며, 만 4~12세 비만아의 평균 중성지방을 110.0mg/dl 로 보고한 임경숙 등(1993)의 결과와 비교하여도 높은 수준이었다. 김현아와 김은경(1996)의 연구에서는 14주 교육 후 중성지방의 농도가 유의적으로 29% 감소되었다고 보고하였으나 본 연구에서는 감소하는 경향이었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 혈 중 인지질 농도는 실험 전과 후 각각 $176.4 \pm 14.8 \text{mg/dl}$ 와 $179.4 \pm 10.7 \text{mg/dl}$ 이었으며 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 혈 중 유리지방산 농도는

실험전 $20.0 \pm 2.1 \mu\text{Eq/l}$ 에서 실험 후 $30.1 \pm 3.3 \mu\text{Eq/l}$ 로 유의적으로 증가하였다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율(%HDL) 또한 실험 전 27.9에 비해 실험 후 34.6으로 유의적으로 증가하였다. 심혈관질환의 위험도 판정에 사용되는 동맥경화지수는 실험 전 2.7에서 실험 후 1.8로 유의적으로 감소하였다. 미국소아과학회의 기준치(Nelson 1979)인 3.0보다는 낮은 수준이었으며 체중 감소 후 심혈관질환의 위험도가 감소됨을 알 수 있었다.

IV. 요약

본 연구는 비만아동을 위한 효과적인 운동 및 식이요법에 관한 기초 자료를 얻기 위하여 실시하였다. 8~12세의 비만아동(BMI 25.2 ± 1.7)을 대상으로 3일간 실험환경에 적응하기 위한 대조기간을 거친 후 1주간은 운동기간과 다음 1주간은 운동을 하면서 에너지를 제한하는 기간으로 나누어 실시하였다. 운동강도는 $60 \sim 75\% \text{HRmax}$ 이었으며 에너지 제한량은 493kcal/day 이었다. 실험 전후 혈액 성상의 변화를 측정된 결과 Hemoglobin 농도, Hematocrit치, 혈당, GOT 및 GPT 활성은 실험 전후 유의적인 차이는 없었으며 alkaline phosphatase 활성은 유의적으로 감소하였다. 혈 중 총 지방 함량은 실험전 $680.0 \pm 83.1 \text{mg/dl}$ 에서 실험 후에는 $630.0 \pm 68.2 \text{mg/dl}$ 로 감소하는 경향은 보이나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 혈 중 총 콜레스테롤 농도는 실험전 $187.0 \pm 8.1 \text{mg/dl}$ 에서 실험 후에는 $192.6 \pm 6.9 \text{mg/dl}$ 으로 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, HDL-콜레스테롤 농도는 실험 전 $51.8 \pm 2.9 \text{mg/dl}$ 에서 실험 후 $70.2 \pm 6.4 \text{mg/dl}$ 으로 유의적으로 증가하였다. 혈 중 LDL-콜레스테롤 농도는 실험전 $100.7 \pm 5.6 \text{mg/dl}$ 에서 실험 후 $108.5 \pm 2.3 \text{mg/dl}$ 으로 유의적인 차이는 없었으나, 혈 중 VLDL-콜레스테롤 농도는 실험 전 $34.5 \pm 5.1 \text{mg/dl}$ 에서 실험 후 $14.3 \pm 7.6 \text{mg/dl}$ 으로 유의적으로 감소하였다. 혈 중 중성지방 농도는 실험전 $192.0 \pm 27.1 \text{mg/dl}$ 에서 $132.3 \pm 9.7 \text{mg/dl}$ 으로 감소되는 경향이었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 혈 중 유리지방산 농도는 실험 전 $20.0 \pm 2.1 \mu\text{Eq/l}$ 에서 실험 후 $30.1 \pm 3.3 \mu\text{Eq/l}$ 로 유의적으로 증가하였다. 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율(%HDL) 또한 실험전 27.9

에 비해 실험 후 34.6으로 유의적으로 증가하였다. 심혈관질환의 위험도 판정에 사용되는 동맥경화지수는 실험 전 2.7에서 실험 후 1.8로 유의적으로 감소하였다.

이상의 결과로 보아 비만아동을 대상으로 운동 및 에너지 제한을 실시한 결과 본 실험에 적용한 프로그램은 체중 감소에 효과적으로 작용하였으며 유의있게 HDL-콜레스테롤 농도를 증가, VLDL-콜레스테롤 농도는 감소시켜서 혈 중 지질대사 측면에 긍정적인 효과를 나타내었다. 그러나 일부 무지방조식의 감소를 동반하는 것으로 보아 본 실험의 프로그램 중 운동 부하량을 다소 줄여 비만 치료시 적용하면 매우 효과적인 것이라 사료된다.

참고 문헌

1. 김성희, 김경엽, 김소영(1998). 초등학교 어린이의 비만과 혈청지질 및 인슐린 농도와의 관련성에 관한 연구. *한국영양학회지* 31(2), 159-165.
2. 김현아, 김은경(1996). 학령기 비만아동을 위한 체중 조절 프로그램의 실시 및 효과 평가. *한국영양학회지* 29(3): 307-320.
3. 문수재, 이은경, 전형주, 고병교(1993): 활동 강도에 따른 체지방 분포 및 혈청지질 농도에 관한 연구. *한국영양학회지* 26(1): 47-55.
4. 박수현, 강현주, 신용경, 문선임, 이혜리(2000). 비만 청소년의 체중조절 행태. *가정의학회지* 21(2), 2540-2564.
5. 박혜순, 조홍준, 김영식, 김철준(1992). 성인의 비만과 관련된 질환. *가정의학회지* 13: 344-353.
6. 보건사회부(1998). 국민영양조사보고서.
7. 사단법인 한국영양학회(2000). 한국인 영양권장량. 제7차 개정. 서울. 중앙문화사.
8. 이기원, 명춘옥, 박영심, 남혜원, 김은경(1995). 특수 영양학. 서울. 신광출판사.
9. 이동환, 이종국, 이철, 황승용, 차승호, 최용(1991). 고도 비만아의 합병증에 관한 연구. *소아과학회지* 34(4): 445-451.
10. 이동환, 임인석, 박재욱, 이종국, 양세원, 창성호, 홍창호, 최용목, 최종영, 최봉근, 박순영(1998). 1998년 한국소아 및 청소년 신체발육 표준치. 제48차 대한 소아과학회 추계학술대회 초록집.
11. 이삼열, 정윤성(1987). *임상병리검사법*. 서울. 연세대학교 출판부.
12. 임경숙, 윤은경, 김초일, 김경태(1993). 어린이들의 식습관이 비만도와 혈청지질 수준에 미치는 영향. *한국영양학회지* 26(1): 56-66.
13. 장경자(1995). 저열량 균형식, 운동 및 행동수정에 의한 비만 여성의 치료에 관한 연구. *한국영양학회지* 24(4): 510-516.
14. 차연수, 김인숙, 주은정(1995). 운동(수영)여부에 따른 중년여성의 체지방 대사 비교. *한국영양학회지* 28(5): 397-405.
15. Ballor, D.L., Katch, V.L., Becque, M.D. and Marks, C.R.(1988). Resistance weight training during caloric restriction enhances lean body weight maintenance. *Am. J. Clin. Nutr.*, 47: 19-25.
16. Bouchard, C., Tremblay, A., Nadeau, A., Dussault, J., Despres J. P., Theriault, G., Lupien, P.J., Serresse, O., Boulay, M.R. and Fournier, G.(1990). Longterm exercise training with constant energy intake. 1: Effect on body composition and selected metabolic variables. *Int. J. Obes.*, 14: 57-73.
17. Bray, G.A.(1992). Pathophysiology of obesity. *Am. J. Clin. Nutr.* 55: 488s-494s.
18. Dattilo, A.M., Kris-Etherton, P.M.(1992). Effects of weight reduction on blood lipid and lipoproteins : a meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 56: 320-328.
19. Despres, J.P., Bouchard, C., Tremblay, A., Savard, R. and Marcottr, M.(1985). Effects of aerobic training on fat distribution in male subjects. *Med. Sci. Sports*, 17: 113-125.
20. Friedwald, W.T., Levy, R.I., Fedreicson, D.S. (1979). Estimation of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* 18: 499-502.
21. Fring, C.S., Dunn, R.T.(1970). A colorimetric method for determination of total serum lipid based the sulfo-phospho-vanillin reaction. *Am. J.*

- Clin. Pathol.* 53: 89-91.
22. Hainer, V., Stich, V., Kunesova, M., Parizkova, J.L., Zak, A., Wernischova, V., Hrabak, P.(1992). Effect of 4-wk treatment of obesity by very-low-calorie diet on anthropometric, metabolic, and hormonal indexes. *Am. J. Clin. Nutr.* 56: 281s-282s.
 23. Havel, G.J.(1984). The formation of LDL: mechanism and regulation. *J. Lipid Res.* 25: 1570-1576.
 24. Henson, L.C., Poole, D.C., Donahoe, C.P., Heber, D.(1987). Effects of exercise training on resting energy expenditure during caloric restriction. *Am. J. Clin. Nutr.*, 46: 893-899.
 25. Heymsfield, S.B., Casper, K., Hearn, J. and Guy, D.(1989). Rate of weight loss during underfeeding : relation to level of physical activity. *Metabol.*, 38 : 215-223.
 26. Hill, J.O., Schlundt, D.G., Sbrocco, T., Sharp, J. and Pope-Cordle, J., Stetson, B., Kaler, M. and Heim, C.(1989). Evaluation of an alternating-calorie diet with and without exercise in the threat of obesity. *Am. J. Clin. Nutr.*, 50: 248-254.
 27. Hill, J.O., Sparling, P.B., Shield, T.W. and Heller, P.A.(1987). Exercise and food restriction: Effect of on body composition and metabolic rate in obese women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 46: 622-630.
 28. Johnson, C., Greenland, P.(1999). Effect of exercise, dietary cholesterol, dietary fat on blood lipids. *Arch. Intern. Med.* 150: 137-141.
 29. Kissebah, A.M., Freedman, D.S., Peiris, A.N.(1989). Health risks of obesity. *Med. Clin. N. Am.* 73: 111-138.
 30. Konstantin, N.P., William, P.S., Robert, H.L., Belton, A.B.(1985). Effects of dieting and exercise on lean body mass, oxygen uptake, and strength. *Med. Sci. Sports*, 17: 466-472.
 31. Lauer, R.M.(1991). Report of the expert panel on blood cholesterol levels in children and adolescence. *NIH.* 91: 2732-2737.
 32. Lavie, C.J., Milani, R.V.(1996). Effects of cardiac rehabilitation and exercise training in obese patients with coronary artery disease. *Chest* 109: 52-56.
 33. Leon, A.S., Conrad, J., Hunninghake, D.B., Serfass, R.(1979). Effects of a vigorous walking program on body composition, and carbohydrate and lipid metabolism of obese young man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32: 1776-1787.
 34. Lewis, S., Haskell, W.L., Wood, P.D., Manoogian, N., Bailey, J.E., Pereira, B.A.(1976). Effects of physical activity on weight reduction in obese middle-aged womwn. *Am. J. Clin. Nutr.*, 29: 151-156.
 35. Lukaski, H.C., and Bolonchuck, W.W.(1984). Influence of type and amount of dietary lipid on plasma lipid concentrations in endurance athletes. *Am. J. Clin. Nutr.* 39: 35-44.
 36. Markovic, T.P., Camobell, L.V., Balasubramanian, S., Jenkins, A.B., Fleury, A.C., Simon, L.A., Chisholm, D.J.(1998). Beneficial effect of on average lipid levels from energy restriction and fat loss in obese individuals with or without type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 21: 695-700.
 37. Mertens, D.J., Kavana, G.T., Campbell, R.B., Shephard, R.J.(1998). Exercise without dietary restriction as a means to long-term fat loss in the obese cardiac patient. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 38: 310-316.
 38. Miller, D.S., Payne, P.R.(1959). A ballistic bomb calorimeter. *Br. J. Nutr.*, 13: 501-509.
 39. Nelson, W.E.(1991): *Textbook of pediatrics*, 14th ed. WE Sandera Co. 1800-1824.
 40. Nuutinen, O., Knip, M.(1992): Predictors of weight reduction in obese children. *European J. Clin. Nutr.*, 46: 785-794.
 41. Pacy, P.J., Webster, J., Garrow, J.S.(1986) Exercise and obesity. *Sports Med.*, 3: 89-133.
 42. Palgi, A., Read, J.L., Greenberg, I., Hoefler, M.A., Bistrain, B.R., Blackburn, G.L.(1985). Multidisciplinary

- 11 한국가정과학회지 4(1) : 68~78, 2001
Korean J. of Human Ecology 4(1) : 68~78, 2001

- treatment of obesity with a protein-sparing modified fast: results in 688 outpatients. *Am. J. Public Health*, 75: 1190-1194.
43. Parenti, M., Balini, A.C., Cecchetto, M.E., Bartolo, P.D., Luehi, A., Saretta, B., Sorrenti, G., Motta, R., Helchionda, N., Barbara, L.(1992). Lipid, lipoprotein, apolipoprotein assessment during an 8-wk very-low-calorie diet. *Am. J. Clin. Nutr.* 56: 268s-270s.
44. Parrel, P., Baboriak, J.(1980). The time course of alterations in plasma lipid and lipoprotein concentrations during eight weeks of endurance training. *Atherosclerosis* 37: 231-238.
45. Pavlow, K.N., Whatley, J.E., Jannace, P.W.(1989). Physical activity as a supplement to a weight-loss dietary regimen. *Am. J. Clin. Nutr.*, 49: 1110-1114.
46. Pike, L., Brown, M.L.(1984): *An integrated approach*. 3rd ed., In "Nutrition" John, W. and Sons, New York, 771.
47. Rice, B., Janssen, I., Hudson, R., Ross, R.(1999). Effect of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese. *Diabetes Care* 22: 684-691.
48. Shephard, R.J.(1969). Intensity, duration and frequency of exercise as determinants of the response to a training regime. *Int. Angew Physiol.*, 262: 272-280.
49. Sothorn, M.S., Despinasse, B., Brown, R., Suskind, R.M., Udall, J.N., Blecker, U.(2000). Lipid profiles of obese children and adolescent before and after significant weight loss: different according to sex. *Southern Med. J.* 93: 278-282.
50. Sweeney, M.E., Hill, J.O., Heller, P.A., Baney, R., Digirolamo, M.(1993). Severs vs moderate energy restriction with and without exercise in the treatment of obesity: efficiency of weight loss. *Am. J. Clin. Nutr.*, 57: 124-134.
51. Tompson, P.D., Jeffery, R.W., Wing, R.R. and Wood, P.D.(1979). Unexpected decrease in plasma high density lipoprotein cholesterol with weight loss. *Am. J. Clin. Nutr.* 32: 2016-2021.
52. Warwick, M., Garrow, J.S., Shultz, C.L., Bernauer, E.M., Holcomb, B.J.(1989). Exercise reverses depressed metabolic rate produced by severe caloric restriction. *Med. Sci. Sports, Exerc.*, 21: 29-35.
53. Wood, P. D., Haskel, W. L.(1979). The effect of exercise on plasma high density lipoprotein. *Lipids* 14: 417-427.
54. Wood, P.D., Stefanick, W.L., Dreon, DM(1988). Changes in plasma lipid and lipoproteins in overweight men during weight loss through dieting as compared with exercise. *N. Engl. J. Med.* 319: 1173-1179.
55. Wynder, E.L., Berenson, G.S., String, W.B., Williams (1989). Coronart artery disease prevention: Cholesterol, a diatric perspective. *Pre. Med.* 18: 323-409.