

## 8주간 저항성 운동이 비만 여성의 신체 성분, 혈청 호르몬 및 섭식에 미치는 영향\*

최상호\*\* · 조민화\*\*\* · 신동순\*\*\*\*§

경남대학교 체육학과,\*\* 식품영양학과\*\*\*

### Effects of the 8-week Resistance Exercise on Body Composition, Serum Hormone Profiles and Feeding Patterns of Obese Females\*

Choi, Sang Ho\*\* · Jo, Min Wha\*\*\* · Shin, Dong Soon\*\*\*\*§

Department of Physical Education,\*\* Food and Nutritional Sciences,\*\*\* Kyungnam University,  
Masan 630-701, Korea

#### ABSTRACT

This study was designed to investigate the effects of 8-week resistance exercise by using dumbbell on the body composition, serum hormone profiles and feeding patterns in young and healthy female students with over 30% of body fat, aged 22 years in Masan, Korea. The subjects were all six, performed successfully the entire exercise-program. Anthropometry, serum lipid and neurohormone profiles of subjects were analyzed at 0, 4 and 8 weeks after exercise. And also their food and nutrient intakes were self-reported by 3-day record and food frequency questionnaire. Triceps skinfold-thickness of the subject students significantly reduced after the exercise to 46% less than before ( $p < 0.002$ ). The serum concentrations of leptin, insulin and catecholamine appeared to decrease steadily, but not significantly. Total protein in serum increased significantly ( $p < 0.05$ ), and Na ( $p < 0.005$ ), K ( $p < 0.001$ ) and Fe ( $p < 0.058$ ) concentrations increased remarkably within the normal range. The 8-week resistance exercise tended to induce fiber consumption ( $p < 0.089$ ) of subject students and changed the P/M/S ratio changed into the desirable way from 0.8 : 1 : 1 to 1 : 1 : 1, and that of n-6/n-3 PUFA from 11 : 1 to 6 : 1. After taking exercise, the intake frequency of cookies ( $p < 0.058$ ) and raymeun ( $p < 0.085$ ) decreased, but finally this feeding pattern returned to the way as before even though at marginal significance. Consequently the resistance exercise may induce the desirable changes of body fat and improve serum lipid profiles and feeding patterns in young obese females. (*Korean J Nutrition* 37(10): 888~898, 2004)

**KEY WORDS** : resistance exercise, obese female, body fat, serum hormone profiles, nutrients intake, feeding pattern.

#### 서 론

지난 이 십여년 간 우리사회는 괄목할 만한 경제성장과 세계화 경향으로 많은 사회적 변화를 경험하였다. 그 중 식생활의 변화가 매우 현저하였으며 특히 식품산업의 발달은 다양한 식품과 외식을 일상화시키고 패스트푸드를 손쉽게 접할 수 있는 식생활 환경을 제공하였다. 이러한 변화가 최근 우리 국민들로 하여금 에너지 불균형 현상인 과체중이

나 비만으로 고생하게 하는데 일조를 하였다 해도 과언은 아니다. 그러나 비만은 섭취에너지가 소비에너지보다 많아져서 신체에 지방이 과잉 축적된 상태를 말하며, 그 원인이 고열량 섭취, 운동 부족, 유전, 대사적 이상 등 여러 가지이며 그 합병 증세도 고지혈증, 고혈압, 관상동맥질환 등 순환계 질환과 당뇨병과 같은 만성 성인질환<sup>1)</sup> 들로 매우 다양하다.

일반적으로 비만인들은 섭취에너지를 감소시키는 식이조절이나 소비에너지를 증가시키는 운동으로 체중 조절을 시도해 보지만 어느 방법도 단기간에 그 효과가 나타나지 않을 뿐 아니라 요요현상으로 정상 체중을 유지하기가 쉽지 않다. 단식이나 절식 등 식이조절은 일시적으로 체중을 감량하는 효과는 있으나 필수 영양소의 섭취가 제한되어 오히려 건강을 해칠 수도 있다.

접수일 : 2004년 7월 15일

채택일 : 2004년 12월 17일

\*This research was supported by grants from Kyungnam University

§To whom correspondence should be addressed.

비만치로나 예방을 위한 운동요법으로 유산소 운동<sup>2-4)</sup> 즉, 지구력 운동이 널리 권장되어 왔다. 지구력 운동의 장점은 세포내 미토콘드리아 밀도와 미오글로빈을 증가시키고 모세혈관을 형성하여 최대 산소 소비량을 증가시킴으로써 체지방을 감소시킨다는 것이다. 따라서 이러한 운동을 규칙적으로 하면 골격 근육의 포도당 운반체가 변화되어 인슐린 자극에 대한 포도당 내성이 증가하고 포도당 제거율이 증대하여 피로감이 감소한다고 알려져 있다.<sup>5)</sup>

반면에 근육량 증대를 통해 기초대사량의 변화를 유도하거나 근육을 강화시키는 근력 운동, 즉 저항성 운동은 근육질을 발달시키려는 젊은 사람들을 중심으로 많이 이용되고 있다. 저항성운동은 인슐린 분비를 촉진함으로써 아미노산 유용성을 증대시켜 수축성 근육단백질 합성을 촉진하여 근육량을 증대시키므로 기초대사량이 증가하고 소비에너지가 높아져서 비만을 해소할 뿐 아니라 당뇨, 고혈압 등에 효과를 보인다.<sup>6)</sup> 근육은 지방을 연소시키는 가장 큰 조직이기 때문에 지방이 에너지원으로 이용되기 쉬워지고<sup>7,8)</sup> 결과적으로 체지방이 감소될 수 있기 때문이다.<sup>9)</sup> 이러한 저항성 운동은 프로그램에 따라 신체 에너지원의 사용에 대한 다양한 변화를 유도하여 체지방을 감소시킬 뿐 아니라 체 단백질 같은 신체 구성에 변화를 유도하고, 이로 인해 렙틴, 인슐린, 카테콜라민 등 신체 에너지 균형에 민감하게 반응하는 호르몬 분비의 변화를 초래하고, 궁극적으로 신체 에너지 공급을 위한 섭식 패턴에 변화를 줄 것으로 예상되었다.

그런데 저항성 운동이 사람의 식품 및 영양소 섭취양상을 어떻게 변화시키는지에 관한 체계적인 연구는 별로 없다. 본 연구자들은 비만 여성을 대상으로 4주간 저항성 운동을 실시한 이전 연구<sup>10)</sup>에서 체지방 감소 효과와 함께 탄수화물 및 식이섬유질 식품의 섭취가 증가하고 인스턴트식품 섭취가 감소하는 등 섭식변화를 보고한 바 있다. 이와 같은 4주간의 저항성 운동이 체지방과 섭식에 미친 효과가 운동 기간이 8주간 길어질 때도 지속적으로 유지되는지와 신체 및 혈액 성분의 변화에 따른 호르몬의 변화 등 장기

간 저항성 운동의 효과를 알아 보고자 하였다. 따라서 본 연구에서는 비만여성을 대상으로 상체, 하체, 복부에 중량을 주는 저항성 운동프로그램을 8주간 계획하였으며 이들의 신체 단백질량, 지방량 및 혈액 성분을 비롯하여 렙틴, 인슐린, 카테콜라민 등 신경호르몬 등에 미치는 영향을 분석하는 한편, 운동 프로그램 기간에 따른 식품과 영양소 섭취패턴의 변화를 관찰하였다.

## 연구방법

### 1. 연구 피험자

피험자는 인터넷 모집에 지원한 K 대학교 재학생 중인 여 대학생들로 체지방을 30% 이상이며 평소 운동을 잘 하지 않는 자들로 이들의 평균 연령은 22세이었다. 지원자 중 현재 질환이 없는 사람을 선별하였으며 중도에 포기하지 않고 본 운동 프로그램을 완료한 여섯 명의 자료를 분석대상으로 하였다.

### 2. 운동 프로그램 구성

운동 프로그램은 덤벨을 이용하여 Table 1에 제시된 바와 같이 구성하였다. 덤벨 운동은<sup>7)</sup> 기구의 특성상 경제성과 편리성을 갖추고 있을 뿐 아니라 프로그램 형태에 따라 다양한 부위의 근력 증강효과를 얻을 수 있는 장점을 지닌다.

본 프로그램은 8주 동안 주 5일에 걸쳐 교내 체육관에서 규칙적으로 이루어졌다. 매일 오후 7시에서 9시 사이에 행하였으며 하루에 소요된 운동시간은 대략 90분 정도였다. 각 운동마다 10 cycles 3 sets를 기본으로 하고, 일부 다리운동 (Flat footed wide stance free hand squat)의 경우 30 cycles 3sets를 실시하였다. 각 set 실시 후에는 완전 휴식을 취하도록 하였다. 피험자들의 근육중대와 근력 강화를 위해 운동 강도는 최대 근력의 60%를 기준으로 하였으며 초급자에게 적합한 운동부하를 줄 수 있도록 개인별로 다소 조정하였다.

Table 1. Resistance-exercise program

Position	Type	Weight/cycles
Shoulder/Arms	Front raise	2 kg/10 cycles
	Lateral raise	2 kg/10 cycles
	Seated alternated dumbbell curl	2 kg/10 cycles
	Seated bent over one dumbbell triceps extension	2 kg/10 cycles
Legs	Barbell front lunge	10 kg/10 cycles
	Flat footed wide stance barbell squat	10 kg/10 cycles
	Flat footed wide stance free hand squat	30 cycles
Abdominal muscle	Basic crunch	30 cycles

### 3. 신체계측 및 기초대사량 측정

운동 실시 전, 운동 4주 및 8주 후 신체 성분의 변화를 비교하기 위해 신체계측과 신체저항 측정기기 (Biospace, Korea)를 사용하여 피험자들의 신장, 체중, 체지방, 체단백질 등 신체 성분과 기초대사량을 측정하였다. 피험자들의 복부 지방의 변화를 관찰하기 위해 허리둘레와 엉덩이둘레를 측정하여 WHR (waist-hip circumference ratio)를 구하였으며 피하지방의 변화를 관찰하기 위해 캘리퍼 (Danabot, Japan) 로 상완위 피지두검두께를 측정하였다.

### 4. 혈청 채취 및 분석

운동 실시 전, 운동 4주 및 8주 후 공복 시에 피험자의 혈액을 채취하였으며, 채취 즉시 원심 분리하여 혈청을 얻은 후 분석 전까지  $-70^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동 보관하였다.

혈청 인슐린과 렙틴 분석은 double-antibody sandwich technique으로 수행하였다. 인슐린 kit (DRG, Germany) 및 렙틴 kit (Cayman, USA)를 구입하여 enzyme-linked immunosorbent assay reader (Sunrise, Austria)로 450 nm과 630 nm에서 판독하여 농도를 정량하였다.

혈청 카테콜라민 분석에는 high performance liquid chromatograph (HPLC)를 이용하였다. 분석기기는 영린 pump (model 930), Waters pulsed electrochemical detector (model 464), C18 column (Nova-pak)으로 구성하였다. 이동성 용매의 성분 조성은 1 L당 0.15 mM chloroacetate, 250 mg  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ , 80 mg octylsulfate, 5% methanol로 하였으며 pH는 3.5가 되도록 조정하였다. 용매의 flow

rate은 0.8 mL/min로 하였다. 혈청 카테콜라민은 acid-washed alumina에 흡착시킨 후 이를 증류수로 세척하고 0.1 N perchloric acid에 용출하였다. HPLC의 시료 주입기로 용출액 25  $\mu\text{L}$ 를 주입한 뒤 영린 AutoChro-win에서 정량하였다. 모든 시약은 HPLC grade (Sigma, USA)를 사용하였다.

운동을 통한 체구성 성분의 변화에 따른 체내 대사의 변화를 파악하기 위해 혈청 내 비전해질 성분으로 포도당, 총 단백질, 알부민, 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤을 측정하였다. 일반적으로 운동은 발한 작용을 촉진시키며 이에 따른 전해질 성분의 변화가 초래될 수 있으므로 혈청 나트륨, 칼륨, 칼슘, 철, 마그네슘 등 전해질 농도를 측정하였다. 또한 근육, 심장 등 조직의 기능변화를 파악하기 위해서 alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), lipase 농도를 분석하였다. 사용된 분석기기는 Vitros DT60 Chemistry System (Johnson & Johnson, USA) 이었으며 각 성분은 kit (Ortho-Clinical Diagnostics, USA)를 이용하여 분석하였다.

### 5. 영양소 섭취 및 식품섭취 빈도조사

피험자들의 운동 전, 운동 4주, 8주 후의 식품섭취 패턴의 변화를 조사하기 위해 31가지 식품으로 구성된 간이 식이섭취 빈도조사지<sup>10)</sup>를 이용하였으며 이들의 한 달간 섭취빈도에 따라 '거의 먹지 않음' (0점)에서부터 '매일 3회 이상 섭취' (8점)까지 총 아홉 단계로 점수화하였다. 또한 3일 기록법을 이용하여 피험자들이 섭취한 음식의 종류와 목적량을

**Table 2.** The changes in anthropometry and body composition according to the period of resistance-exercise

Variables		Before exercise	4 weeks after exercise	8 weeks after exercise	p-value
Anthropometry	Height (cm)	162.5 $\pm$ 2.74 <sup>1)</sup>	162.8 $\pm$ 2.6	162.8 $\pm$ 2.6	0.969
	Weight (kg)	68.4 $\pm$ 8.5	66.6 $\pm$ 7.6	65.7 $\pm$ 7.1	0.827
	Body mass index ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	25.9 $\pm$ 2.7	25.1 $\pm$ 2.4	24.7 $\pm$ 2.3	0.723
	Triceps skinfold thickness (mm)	24.7 $\pm$ 7.7 <sup>2)</sup>	15.0 $\pm$ 2.1 <sup>b</sup>	13.3 $\pm$ 2.3 <sup>b</sup>	0.002
	Waist circumference (cm)	81.0 $\pm$ 9.2	81.9 $\pm$ 7.5	82.6 $\pm$ 7.6	0.942
	Hip circumference (cm)	100.5 $\pm$ 6.8	100.2 $\pm$ 4.8	99.7 $\pm$ 4.7	0.967
Body composition	WHR <sup>3)</sup>	0.80 $\pm$ 0.05	0.82 $\pm$ 0.04	0.83 $\pm$ 0.05	0.694
	ICF (L)	20.9 $\pm$ 2.3	20.6 $\pm$ 2.2	20.7 $\pm$ 2.0	0.959
Bioelectrical impedance	ECF (L)	10.2 $\pm$ 1.3	10.0 $\pm$ 1.0	9.9 $\pm$ 1.0	0.900
	Body protein (kg)	11.3 $\pm$ 1.3	11.1 $\pm$ 1.2	11.2 $\pm$ 1.1	0.952
	Body mineral (kg)	2.5 $\pm$ 0.2	2.5 $\pm$ 0.2	2.5 $\pm$ 0.2	0.950
	Body fat (kg)	23.4 $\pm$ 4.0	22.4 $\pm$ 3.4	21.4 $\pm$ 3.2	0.645
	Body fat (%)	34.0 $\pm$ 2.7	33.5 $\pm$ 2.1	32.5 $\pm$ 2.2	0.504
	Abdominal fat (%)	0.86 $\pm$ 0.04	0.85 $\pm$ 0.03	0.85 $\pm$ 0.03	0.853
Basal metabolism (kcal)		1527.0 $\pm$ 111.3	1506.9 $\pm$ 96.3	1508.4 $\pm$ 90.1	0.928

1) Values are Mean  $\pm$  SD. 2) Values with different alphabet within the column were significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by least significant difference (LSD) test. 3) WHR: Waist/Hip circumference ratio

조사한 뒤 CAN-Pro 2.0<sup>11)</sup> 를 이용하여 영양소 섭취량으로 환산하였다. 운동기간 동안 특정 식품의 제한없이 자유롭게 먹도록 하였으나 야식은 가급적 삼가할 것을 권유하였다.

**6. 자료의 통계 처리**

본 연구의 모든 자료는 운동 실시 전, 운동 4주 후, 8주 후 세 군으로 나누어 평균 및 표준편차로 제시하였다. 각 자료는 일원배치 분산분석 (one-way ANOVA)을 한 후 p < 0.05 수준에서 least significant difference test를 하여 구간 평균값의 차이에 대한 유의성 검정을 하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 신체 구성성분 및 기초대사량 변화**

신장, 체중, 상완위 피지두겹두께 및 허리둘레를 비롯하여 체지방, 단백질, 무기질 및 수분을 측정하여 운동에 따른 변화를 비교해 본 결과는 Table 2에 제시한 바와 같다.

총 운동 기간동안 피험자의 체중이 평균 3 kg 정도 감소하였으나 유의적인 차이는 아니었다. 체질량 지수 (BMI)의 변화가 거의 없었고 허리둘레, 엉덩이 둘레 및 WHR의 변화도 거의 없어 복부지방의 감소 효과를 얻지는 못하였다. 이러한 결과는 유산소 훈련과 근저항 훈련으로 비만 중년여성의 피하지방 및 복부지방 등 전반적으로 체지방이 감소하였다는 타 연구<sup>12)</sup>와는 다소 다르게 나타났으며 생체 저항을 이용하여 체지방을 측정한 결과에서도 유의적인 변화를 보이지 않았다. 그러나 피하지방은 현저하게 변화 (p < 0.002) 하여, 상완위 피지두겹두께가 운동전 24.67 mm에서 운동 8주 후에는 13.25 mm로 무려 46%나 감소하였다.

체 수분과 체 단백질은 저항성 운동에 따른 변화가 거의 없었으며 기초대사량의 변화도 관찰되지 않았다. 같은 기간, 같은 강도의 운동을 할 때 여성은 남성에 비해 테스토스테론이 적기 때문에 상대적으로 체단백질이 변해도 피지두겹두께의 변화가 심하여 체 단백질의 증가가 효율적으로 측정되지 않는 특성<sup>13)</sup>이 있다. 지속적인 신체활동으로 골밀도가 증가하고 칼슘과 인의 신체 무기질을 축적시키는 것으로 보

고 된 바<sup>14)</sup> 있으나 본 연구에서는 신체 무기질량에서도 유의적인 변화가 없었다.

따라서 본 연구의 저항성 운동은 비만 여성의 피하지방을 감소시키는 효과를 확실하게 유도하였으나 단백질, 무기질 등 신체구성 물질과 기초대사량을 변화시키기에는 그 기간이 다소 짧았던 것으로 사료된다.

**2. 혈청 성분 변화**

**1) 혈청 내 신경호르몬의 농도변화**

저항성 운동이 피험자들의 혈청 렙틴과 인슐린 농도에 미치는 변화를 비교한 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 유의적인 변화는 없었으나 두 호르몬 모두 감소하는 경향을 보였다. 또한 혈청 내 카테콜라민 농도의 변화를 비교한 결과에서도 도파민, 노아에피네프린 및 에피네프린 모두 운동 후 전반적으로 감소하는 경향이였다.

혈청 렙틴의 분비는 사람에서 체지방이 많아질수록 많아지기 때문에 상완위 피지두겹두께의 유의적인 감소와 혈청 렙틴의 변화는 무관하지 않다고 본다. 렙틴은 인슐린에 대해 길항작용을 하여 그 분비를 억제하며 비만인에서 렙틴 저항성이 있는 경우 인슐린 저항성도 함께 동반되는 것으로 알려져 있다.<sup>15)</sup> 본 연구에서 운동이 진행됨에 따라 인슐린 농도가 감소하는 경향을 보이며, 피험자들의 공복시 혈당이 전반적으로 낮아졌다가 저항성 운동으로 인해 개선되었음을 고려할 때 세포의 인슐린에 대한 민감성이 증가한 것으로 해석하였다. 이는 중년 비만 남성을 대상으로 12주 동안 운동과 열량제한을 통해 체중을 감소시켰을 때 혈청 인슐린 농도를 감소시키고 혈당 농도를 개선시킨 타 연구<sup>16,17)</sup>와 유사한 결과이다. 일반적으로 저항성 운동은 정상인에서 인슐린을 분비하여 가자미근과 비복근 단백질 합성을 증가시키며<sup>6)</sup> 특히 type I형의 느린 연속 섬유인 가자미근을 증가시켜 지방을 에너지원으로 하는 호기성 에너지대사를 촉진시키는데<sup>9,13)</sup> 나이가 들수록 그 효과가 뚜렷하게 나타난다.<sup>18)</sup> 본 연구에서 비만 여성의 저항성 운동이 체단백질 및 기초대사량을 증가시킬 것이라는 기대를 효율적으로 충족시켜 주지 못한 것은 유의적인 것은 아니나 혈중 인슐린 농도의 감소

**Table 3.** The changes in serum catecholamine, leptin and insulin profiles according to the period of resistance-exercise

Variables	Before exercise	4 weeks after exercise	8 weeks after exercise	p-value
Norepinephrine (pg/mL)	660.39 ± 47.53 <sup>1)</sup>	510.69 ± 18.26	490.48 ± 14.71	0.643
Epinephrine (pg/mL)	80.47 ± 20.37	75.68 ± 25.69	71.93 ± 20.59	0.805
Dopamine (pg/mL)	67.30 ± 20.28	61.49 ± 15.58	53.74 ± 7.05	0.333
Leptin (ng/mL)	27.91 ± 6.96	24.32 ± 7.24	23.76 ± 11.81	0.701
Insulin (mU/mL)	21.09 ± 5.12	19.17 ± 2.85	18.01 ± 1.99	0.358

1) Values are Mean ± SD

경향 때문이라 사료된다.

피험자의 공복 시 노아에피네프린과 에피네프린 농도의 감소 현상을 통해 운동기간이 경과함에 따라 신체가 생리적으로 에너지 대사에 적절히 대응하고 있다는 것을 예측하게 하며 이는 공복 시 혈당 농도의 변화에서도 엿볼 수 있다 (Table 4). 일반적으로 성인 운동 중 노아에피네프린은 주로 당대사 조절에 관여하는 반면, 에피네프린은 심장의 박출량 조절에 관여하며 격심한 운동 중에는 저혈당에 반응하여 다량 분비된다.<sup>19)</sup> 본 연구의 결과는, 12주간 근저항 트레이닝으로 중년여성의 체지방율, 중성지방, LDL-콜레스테롤 및 apolipoprotein B가 감소하고 HDL-콜레스테롤과 apolipoprotein A-I이 증가하였을 때 성장호르몬은 증가한 반면 에피네프린과 노아에피네프린이 감소함으로써 관상동맥질환예방 효과<sup>20)</sup>가 있다는 보고와 부분적으로 유사하다.

결과적으로 본 연구의 저항성 운동이 렙틴, 인슐린, 카테콜라민의 분비를 감소시키는 경향을 보이기는 하였으나 유의적인 것은 아니었다.

## 2) 혈청 내 비전해질의 농도 변화

운동 기간동안 혈청 성분의 변화를 관찰한 결과는 Table 4에 제시된 바와 같다.

정상인의 공복 시 혈당농도인 80~100 mg/dL와 비교할 때 피험자들의 혈당은 전반적으로 낮은 수준인 저혈당 증세를 보였다. 운동 기간에 따라 그 농도가 49.0 mg/dL에서 64.0 mg/dL로 상승하였으나 여전히 정상인의 혈당수준보다 낮았다. 운동전 피험자들의 저혈당 증세는 말초조직에서

포도당 이용능력이 저하된 비만인의 적응현상 때문이며, 운동 후 혈당 증가는 간의 당질 동원 능력과 인슐린 민감성의 증진으로 인해<sup>21)</sup> 저혈당 증세가 개선된 것으로 사료되었다.

혈청 지질농도의 변화를 비교한 결과, 본 연구에서는 혈액 지질 profiles 변화가 일관된 경향을 나타내지는 않았으며 유의적인 차이를 보이지 않았으며 혈청 중성지방과 총 콜레스테롤 수준은 모두 정상 범위 내이었다. 피험자의 HDL-콜레스테롤 수준은 전반적으로 정상인 수준 (45~65 mg/dL) 보다 낮았으나, 운동 기간이 경과함에 따라 초기 33 mg/dL에서 41.33 mg/dL로 증가하는 추세를 보여 본 연구의 저항성 운동프로그램이 장기간 시도되면 피험자들의 체지방 이동을 충분히 유도할 것으로 여겨진다. 중년여성을 대상으로 한 연구<sup>22,23)</sup>에서 근력 운동이나 유산소 운동을 하였을 때도와 유사하게 나타났으며 특히 HDL-콜레스테롤을 증가시키고 LDL-콜레스테롤을 감소시킴으로써 혈액 지질대사에 영향을 미쳐 관상동맥질환 예방에 도움을 주었다고 보고된 바 있다.

혈청 알부민의 농도는 운동기간에 따른 유의적인 변화를 보이지 않았으며 혈청 내 단백질 수준은 대체로 정상 범위 내에 있었다. 그러나 혈청 내 총 단백질 함량은 유의적으로 증가하여 ( $p < 0.05$ ) 저항성 운동의 질소 보유 및 단백질 합성 효과를 혈액에서 부분적으로나마 확인할 수 있었다.

운동시작 당시의 건강상태, 나이, 성별에 따라, 특히 운동 종류와 기간에 따라 서로 다른 결과들을 유도할 수 있기 때문에<sup>24)</sup> 본 연구의 경우 혈청 내 비전해질 농도의 현저한 변화

**Table 4.** The changes in serum concentration of non-electrolytes and electrolytes according to the period of resistance-exercise

Variables	Before exercise	4 weeks after exercise	8 weeks after exercise	p-value
non-electrolytes				
Glucose (mg/dL)	49.0 ± 11.3 <sup>1)</sup>	54.4 ± 11.7	64.0 ± 11.6	0.108
Total-protein (g/dL)	6.7 ± 1.9 <sup>ab2)</sup>	5.5 ± 1.3 <sup>b</sup>	7.7 ± 0.9 <sup>a</sup>	0.050
Albumin (g/dL)	4.1 ± 0.3	4.0 ± 1.3	3.7 ± 0.2	0.602
Triglyceride (mg/dL)	92.8 ± 42.1	97.3 ± 45.4	76.7 ± 61.7	0.761
Total-cholesterol (mg/dL)	129.0 ± 26.4	100.3 ± 43.6	149.7 ± 39.4	0.103
HDL-cholesterol (mg/dL)	33.3 ± 5.5	34.3 ± 10.5	41.3 ± 12.0	0.326
Electrolytes				
Na (mmol/L)	126.8 ± 8.9 <sup>b</sup>	138.3 ± 4.0 <sup>a</sup>	140.2 ± 5.3 <sup>a</sup>	0.005
K (mmol/L)	16.9 ± 7.2 <sup>a</sup>	5.8 ± 3.3 <sup>b</sup>	4.5 ± 1.2 <sup>b</sup>	0.001
Cl (mmol/L)	102.3 ± 4.0	104.0 ± 2.3	102.7 ± 5.1	0.746
CO <sub>2</sub> (mmol/L)	22.2 ± 5.2	22.2 ± 2.3	23.2 ± 3.1	0.867
Ca (mg/dL)	8.9 ± 0.4	9.0 ± 0.3	8.3 ± 0.8	0.085
P (mg/dL)	3.0 ± 0.4	3.9 ± 0.9	3.6 ± 0.3	0.103
Mg (mg/dL)	1.6 ± 0.3	2.0 ± 0.3	1.8 ± 0.5	0.219
Fe (μg/dL)	75.3 ± 42.7 <sup>ab</sup>	62.3 ± 18.6 <sup>b</sup>	123.0 ± 38.3 <sup>a</sup>	0.058

1) Values are Mean ± SD, 2) Values with different alphabet within the column were significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by least significant difference (LSD) test

를 유도하기 위해서는 좀 더 장기간의 운동이 필요하였던 것으로 여겨진다.

**3) 혈청 내 전해질의 농도 변화**

한편 혈청 전해질 농도변화는 매우 현저하게 나타났다 (Table 4). 특히 세포외액의 주요 양이온인 Na<sup>+</sup> 경우, 운동 전 126.83 mmol/L에서 운동 8주 후에는 140.17 mmol/L로 증가 (p < 0.005)한 반면, 세포내액의 주요 양이온인 K<sup>+</sup>의 경우 16.86 mmol/L에서 운동 8주 후에는 4.53 mmol/L로 유의적으로 감소하였다 (p < 0.001). 운동 8주 후 Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> 농도는 운동 전보다 정상 수준에 근접하여 본 연구의 저항성 운동이 세포내외의 전해질 농도 균형에 바람직한 영향을 준 것으로 보인다. 혈액의 Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> 농도 유지는 근육과 신경세포에서 안정막 전압 유지와 활동전압 생성에 직접적으로 작용할 뿐 아니라 정상적인 혈압과 체온 유지에 필수적이다.<sup>27)</sup>

혈청 칼슘농도는 운동 전 8.9 mg/dL에서 운동 8주 후 8.3 mg/dL로 감소하는 경향을 보였으나 (p < 0.085) 정상 수준 내에서 변화하였다. 마그네슘은 일반적으로 항상성이 잘 이루어지는 무기질로서 그 정상 수준은 1.6~2.6 mg/dL로 알려져 있으나 운동 전이나 운동 8주 후 1.55~1.77 mg/dL로 한계 수준 (marginal level)에 머물러 있어 마그네슘 영양상태가 양호하지는 않았다.

혈청 철분 농도는 골수로 이동되는 양을 반영하는데 여성의 경우 50~130 μg/dL가 정상 수준으로 본 피험자의 철 농도는 모두 정상 범위에 속하였다. 운동 4주 후에 철 농도가 다소 감소하여 운동성 빈혈이 우려되기도 하였으나 운동 8주 후 혈청 철 농도가 증가하였다 (p < 0.058). 이는 저항성운동이 철 결핍 증세를 완화시켰다고 보고한 타 연구<sup>8,25,26)</sup>와 유사하며 신체의 철 유용성을 증진시킨 것으로 사료된다.

**4) 혈청 내 효소의 농도변화**

운동 기간 중 혈청 내 alanine aminotransferase (ALT), aspartate transferase (AST) 및 lipase의 농도는 Table 5에서와 같이 모두 정상 범위 내에 존재하였다. ALT와 AST는 심장이나 근육 손상 시에 혈중 농도가 높아지기 때문에 진단 지표로 이용되는 효소다. 두 효소의 농도는 통계적으로 유의한 차이는 아니었으나 운동기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보여 본 연구의 저항성 운동이 근육이나 심장

등에 무리가 되지 않았음을 알 수 있었다. 역설적으로 운동 수행 시 근육 손상이 많을수록 체 단백질 합성이 증가하는데, 본 연구의 저항성 운동은 체 단백질 합성을 유도할 만큼 근육 손상을 주지 않은 것으로 보인다.

훈련을 하면 근육 내에서 lipase 합성이 촉진되며 지방산 산화를 통한 에너지 대사에 사용한 후, 세포 밖으로 배출되어 혈관으로 들어간다.<sup>27)</sup> 본 연구에서 lipase 농도는 운동 8주간 중 유의한 변화를 보이지 않았으므로 본 저항성 운동이 피험자들에서 근육의 지방산 대사를 효율적으로 유도하지는 못한 것으로 판단된다.

**3. 식품 및 영양소 섭취 변화**

**1) 열량영양소 및 식이 섬유질 섭취**

운동 전과 운동 후 열량영양소 섭취 양상을 비교한 결과 (Table 6), 총 열량섭취량을 비롯하여 단백질, 지질, 탄수화물의 섭취량에 유의적인 변화가 없었으며 식물성·동물성 급원에 따른 단백질과 지질 섭취량의 차이도 없었다. 에너지를 많이 소비하는 운동을 할 때 신체 조직으로부터 혈액으로 지방산과 사이토카인이 방출되며 이 물질들은 식욕을 억제하고 이 억제 효과는 48시간 동안 지속된다.<sup>28)</sup> 따라서 운동 후에는 공복감을 덜 느끼며 에너지를 보충하려는 적응 기전이 억제되어 열량 섭취가 증가하지 않는다고 여겨진다.

그러나 총 섭취열량에 대한 단백질 (P), 지질 (F), 탄수화물 (C)의 비율은 운동 전 16 : 24 : 60에서 운동 8주 후 15 : 21 : 64로 변화하였다. 본 연구의 저항성 운동은 피험자의 총 열량 섭취에 영향을 주지 않았으나 지질에서 얻는 열량 비율을 감소시키고 탄수화물의 섭취비율은 증가시켰다. 탄수화물 섭취가 충분할 때 단백질의 체내 이용율은 상대적으로 높아지므로 저항성 운동은 피험자들의 질소균형에 효율적인 방향으로 변화시키는데 도움을 주었을 것으로 사료된다.

피험자들의 식이섬유질 섭취량은 운동 8주 후 증가하는 경향을 보였다 (p < 0.089). 그러나 식이 섬유질 권장수준<sup>29)</sup>이 10 g/1000 kcal 이고 피험자들의 열량 섭취가 평균적으로 1500 kcal임을 감안할 때, 그 섭취량은 5.2~7.7 g으로 권장량의 약 30~50%에 해당되는 수준이어서 매우 부족한 실정이었다.

**Table 5.** The changes in serum enzyme profiles according to the period of resistance-exercise

Variables	Before exercise	4 weeks after exercise	8 weeks after exercise	p-value
ALT (u/L)	35.0 ± 49.9 <sup>1)</sup>	12.6 ± 6.1	20.3 ± 16.8	0.503
AST (u/L)	20.5 ± 14.9	11.0 ± 3.9	8.7 ± 3.8	0.220
Lipase (u/L)	129.7 ± 72.9	99.5 ± 57.7	102.5 ± 60.2	0.674

1) Values are Mean ± SD

2) 무기질 및 비타민 섭취

식이섬유질 섭취의 변화에 따라 비타민과 무기질의 섭취의 변화가 예측되었으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지

않았다 (Table 6). 그러나 몇 가지 주목되는 것은 비타민 A의 섭취에서 레티놀 섭취는 차츰 감소하는 반면, β-카로틴 섭취는 증가함으로써 운동기간에 따라 레티놀과 β-카

Table 6. The changes in nutrient intakes according to the period of resistance-exercise

Nutrients	Before exercise	4 weeks after exercise	8 weeks after exercise	p-value
<b>Macronutrients</b>				
Energy (kcal)	1541.5 ± 826.0 <sup>1)</sup>	1461.0 ± 443.8	1489.8 ± 424.6	0.919
Protein (g), Total	62.6 ± 41.5	62.8 ± 24.9	56.4 ± 20.8	0.778
Plant	27.5 ± 15.5	31.6 ± 13.9	28.1 ± 7.2	0.581
Animal	35.1 ± 34.7	31.2 ± 20.4	28.3 ± 17.3	0.726
Fat (g), Total	41.7 ± 39.4	38.0 ± 21.3	34.7 ± 16.7	0.749
Plant	22.6 ± 20.3	20.0 ± 14.1	19.7 ± 11.7	0.828
Animal	19.1 ± 21.4	18.1 ± 13.5	15.1 ± 11.4	0.734
Carbohydrate (g)	221.9 ± 90.6	217.1 ± 57.4	220.4 ± 43.4	0.976
Fiber(g)	5.6 ± 2.6 <sup>2b)</sup>	5.2 ± 1.5 <sup>b)</sup>	7.7 ± 5.6 <sup>a)</sup>	0.089
Ash (g)	14.8 ± 6.7	13.7 ± 4.6	14.1 ± 4.6	0.812
P : F : C ratio <sup>3)</sup>	16 : 24 : 60	17 : 23 : 60	15 : 21 : 64	-
<b>Micronutrients</b>				
Ca (mg)	417.2 ± 248.9	379.3 ± 207.0	417.9 ± 179.8	0.826
P (mg)	834.4 ± 495.6	819.9 ± 274.8	815.7 ± 285.4	0.987
Fe (mg)	12.1 ± 7.0	10.0 ± 2.6	10.6 ± 3.2	0.410
Na (mg)	3668.9 ± 1538.0	3279.5 ± 1172.7	3437.5 ± 1272.6	0.681
K (mg)	2122.4 ± 895.0	2093.1 ± 813.5	2196.0 ± 593.6	0.925
Zn (mg)	7.7 ± 4.6	7.5 ± 3.0	7.8 ± 2.8	0.957
Vitamin A (μgRE)	591.0 ± 432.0	537.3 ± 273.9	655.5 ± 363.3	0.621
Retinol (μg)	111.3 ± 129.8	109.3 ± 101.7	98.2 ± 127.0	0.940
β-carotene (μg)	2761.7 ± 2339.9	2463.6 ± 1562.9	3081.8 ± 1827.6	0.635
Thiamin (mg)	0.85 ± 0.51	0.92 ± 0.35	0.89 ± 0.30	0.893
Riboflavin (mg)	0.87 ± 0.53	0.77 ± 0.32	0.89 ± 0.41	0.699
Vitamin B6 (mg)	1.68 ± 1.05	1.74 ± 0.71	1.70 ± 0.68	0.974
Niacin (mg)	14.8 ± 12.9	14.0 ± 8.3	13.3 ± 5.2	0.880
Vitamin C (mg)	68.2 ± 45.3	87.9 ± 58.6	88.3 ± 49.8	0.416
Folate (μg)	216.5 ± 97.7	167.7 ± 69.3	204.2 ± 73.6	0.182
Vitamin E (mg)	9.3 ± 4.4	8.5 ± 4.7	9.7 ± 5.3	0.766

1) Values are Mean ± SD, 2) Values with different alphabet within the column were significantly different at α = 0.05 level by least significant difference (LSD) test, 3) P : F : C ratio; the ratio of % of protein, fat and carbohydrate in energy consumption

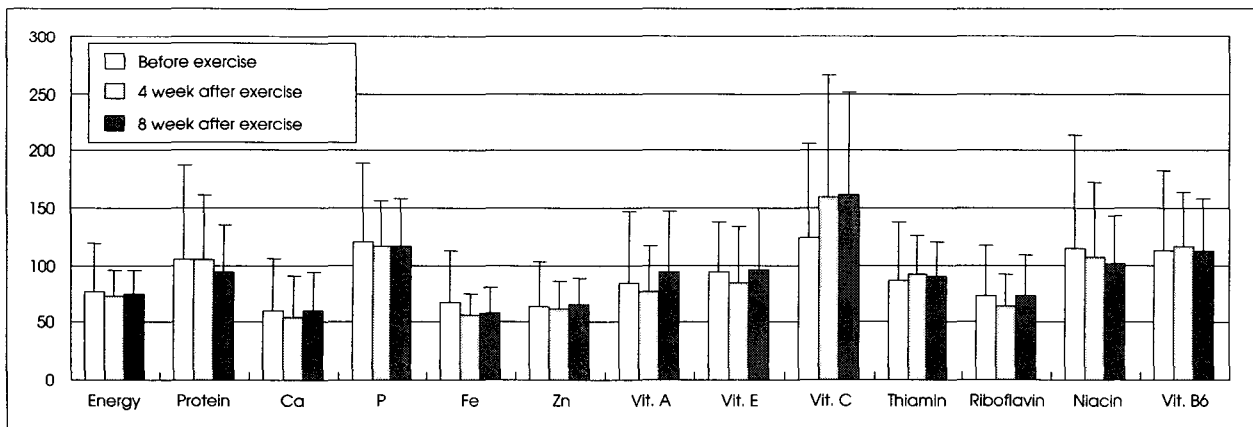


Fig. 1. The changes in % RDA of nutrient intakes according to the period of resistance-exercise.

로틴의 섭취는 정반대 경향을 보였으며 비타민 C의 섭취는 지속적으로 증가하였다 점이다. 결과적으로 저항성 운동을 함에 따라 β-카로틴, 비타민 C 등 항산화 영양소의 섭취가 증가할 것으로 예측되었다.

한편 이들의 영양소 섭취 정도를 일일권장량에 대한 백분율로 비교한 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 단백질, 인, 나이아신, 비타민 B<sub>6</sub> 등의 영양소는 그 섭취 수준이 권장량에 이르러 적절했던 반면, 칼슘, 철, 아연을 비롯하여 리보플라빈 섭취는 권장량에 미치지 못하였다. 특히 철 섭취가 부족한 것은, 이미 기술한 바와 같이 혈청 철 농도가 증가하여

신체 철의 유용성이 증가하였던 점을 고려할 때, 조직 내 철 저장량의 고갈을 예측케 하였다. 운동 기간동안 비타민 C 섭취는 권장량을 웃돌고 있으며 특히 운동 후에는 권장량의 150% 수준까지 섭취한 것으로 나타났다. 최근 발표된 국민 건강영양조사 결과, 우리나라 사람들의 비타민 C 섭취가 권장량의 2~3배 정도로 매우 높는데, 이러한 현상은 1990년대 이후 과일 섭취의 증가에 따른 일반적인 추세이다.

### 3) 지방산 및 아미노산 섭취

Table 7과 Table 8에서 보는 바와 같이 지방산 섭취는

**Table 7.** The changes in fatty acid (FA) intakes according to the period of resistance-exercise (g)

Variables	Before exercise	4 weeks after exercise	8 weeks after exercise	p-value
Total FA	15.8 ± 9.2 <sup>1)</sup>	18.9 ± 14.0	12.8 ± 9.7	0.267
Saturated FA (S)	5.7 ± 5.1	6.2 ± 5.8	4.1 ± 3.3	0.398
Monounsaturated FA (M)	5.6 ± 3.1 <sup>ab2)</sup>	7.2 ± 5.7 <sup>a</sup>	4.4 ± 3.5 <sup>b</sup>	0.109
Polyunsaturated FA (P)	4.5 ± 3.1	5.5 ± 3.5	4.3 ± 3.5	0.497
% kcal linoleic acid	2.3	3.0	2.2	0.353
% kcal PUFA	2.7	3.4	2.6	0.402
P/M/S ratio	0.8 : 1 : 1	0.9 : 1.2 : 1	1 : 1 : 1	-
n-6/n-3 PUFA ratio	11.2 : 1	8.4 : 1	6.1 : 1	0.356

1) Values are Mean ± SD, 2) Values with different alphabet within the column were significantly different at α = 0.05 level by least significant difference (LSD) test

**Table 8.** The changes in amino acid intakes according to the period of resistance-exercise (mg)

Amino acids	Before exercise	4 weeks after exercise	8 weeks after exercise	p-value
Isoleucine	1956.4 ± 1125.6 <sup>1)</sup>	2056.4 ± 1000.3	1717.8 ± 805.7	0.574
Leucine	3367.7 ± 1924.2	3528.9 ± 1678.5	2978.5 ± 1342.3	0.598
Lysine	2712.0 ± 1978.4	2867.8 ± 1697.0	2318.9 ± 1213.2	0.596
Methionine	974.0 ± 636.5	994.0 ± 532.2	823.3 ± 413.9	0.582
Cysteine	616.0 ± 342.2	646.0 ± 280.3	547.3 ± 234.2	0.580
Phenylalanine	1876.1 ± 1001.6	1996.5 ± 871.7	1684.5 ± 738.4	0.564
Tyrosine	1492.5 ± 801.7	1573.0 ± 685.6	1369.8 ± 616.7	0.686
Threonine	1706.5 ± 987.4	1815.0 ± 869.9	1510.4 ± 693.0	0.562
Tryptophan	497.9 ± 278.4	525.0 ± 245.8	453.9 ± 224.6	0.693
Valine	2064.1 ± 1222.8	2193.3 ± 1076.9	1808.5 ± 824.4	0.541
Histidine	1152.8 ± 833.7	1244.6 ± 731.6	1004.9 ± 462.9	0.582
Arginine	3261.4 ± 1692.4	3340.4 ± 1517.0	2796.9 ± 1366.7	0.520
Alanine	2397.8 ± 1349.5	2516.1 ± 1197.8	2176.7 ± 921.5	0.679
Aspartic acid	4077.2 ± 2220.6	4423.4 ± 2006.4	3743.3 ± 1633.3	0.588
Glutamic acid	7350.6 ± 4059.6	7974.2 ± 3529.8	6832.4 ± 2876.1	0.625
Glycine	2092.3 ± 1333.2	2090.8 ± 1160.5	1720.4 ± 825.1	0.526
Proline	1976.8 ± 1178.7	2046.9 ± 937.9	1637.4 ± 749.0	0.407
Serine	1856.0 ± 964.6	1991.2 ± 815.7	1684.2 ± 731.9	0.553
Taurine	38.1 ± 82.7	44.2 ± 86.0	9.6 ± 24.4	0.298
S-containing AA <sup>2)</sup>	1590.0 ± 967.9	1640.0 ± 807.5	1370.6 ± 642.0	0.578
Aromatic AA	3395.3 ± 1855.8	3587.2 ± 1603.0	3054.4 ± 1353.0	0.609
BCAA <sup>3)</sup>	7388.2 ± 4269.3	7778.5 ± 3752.6	6504.7 ± 2966.5	0.575

1) Values are Mean ± SD, 2) S-containing AA means Sulfur-containing amino acid (cysteine+methionine), 3) BCAA means branched-chain amino acid (isoleucine + leucine + lysine)



**Table 9.** The changes in food intake frequency of some foods according to the period of resistance-exercise (score)

Food items	Before exercise	4 weeks after exercise	8 weeks after exercise	p-value
Boiled rice	7.50 ± 0.55 <sup>1)</sup>	7.83 ± 0.41	7.67 ± 0.82	0.651
Sweet potatoes	4.67 ± 0.82	4.17 ± 1.17	4.67 ± 1.37	0.687
Noodle	2.83 ± 1.72	2.17 ± 1.60	2.83 ± 1.72	0.735
Cookies	5.50 ± 1.05 <sup>a2)</sup>	3.50 ± 2.07 <sup>b)</sup>	5.17 ± 0.75 <sup>ab)</sup>	0.058
Sugar	5.00 ± 1.10	3.83 ± 2.14	4.50 ± 1.38	0.466
Butter	2.33 ± 1.51	2.00 ± 1.26	1.83 ± 0.98	0.789
Mayonnaise	2.50 ± 1.05	1.50 ± 1.38	2.00 ± 1.41	0.427
Sesame oil	4.83 ± 1.47	4.50 ± 1.22	4.33 ± 1.63	0.734
Corn oil	4.67 ± 1.03	4.50 ± 1.87	4.50 ± 1.87	0.980
Fried foods	3.50 ± 1.05	4.00 ± 1.55	3.33 ± 2.07	0.760
Pizza	2.83 ± 1.17	2.67 ± 0.52	3.17 ± 1.17	0.684
Hamburger	3.00 ± 1.10	2.17 ± 0.75	2.33 ± 1.37	0.404
Ramyeon	3.50 ± 0.84 <sup>o)</sup>	1.67 ± 1.63 <sup>b)</sup>	2.17 ± 1.47 <sup>ab)</sup>	0.085
Sausage	2.83 ± 1.72	2.50 ± 1.52	2.50 ± 1.38	0.912
Canned foods (fishes)	3.00 ± 1.10	3.17 ± 1.17	2.50 ± 1.64	0.670
Instant foods (soup)	3.17 ± 0.98	3.50 ± 1.38	2.17 ± 1.47	0.212
Meats	4.50 ± 0.84	4.83 ± 0.75	4.33 ± 0.82	0.560
Fishes	3.83 ± 1.72	4.00 ± 1.79	4.50 ± 2.07	0.815
Eggs	5.17 ± 1.17	4.50 ± 1.05	4.17 ± 1.47	0.389
Soy products	5.00 ± 1.26	4.67 ± 1.03	5.33 ± 1.51	0.674
Cheese	1.83 ± 1.83	2.67 ± 1.51	1.83 ± 1.60	0.612
Milk	4.50 ± 1.64	4.67 ± 3.01	4.83 ± 2.79	0.975
Yogurt	3.83 ± 1.33	2.83 ± 1.47	3.67 ± 2.58	0.624
Ice cream	5.00 ± 1.55	3.33 ± 1.75	4.50 ± 1.05	0.169
Small anchovy, dried	4.33 ± 1.75	4.33 ± 1.51	4.00 ± 1.90	0.928
Icefishes, dried	3.17 ± 2.86	3.33 ± 2.42	3.50 ± 1.87	0.972
Dark-green vegetables	5.50 ± 1.52	5.17 ± 1.17	5.67 ± 1.03	0.785
Seaweeds	5.17 ± 1.794	4.83 ± 1.33	5.00 ± 1.41	0.936
Kimchi	7.33 ± 0.52	7.67 ± 0.82	7.67 ± 0.52	0.585
Fruits, raw	5.50 ± 1.05	6.17 ± 0.75	5.50 ± 1.38	0.490
Fruit juice	5.50 ± 1.52 <sup>a2)</sup>	5.33 ± 1.21	5.50 ± 1.05	0.966

1) Values are Mean ± SD. 2) Values with different alphabet within the column were significantly different at  $\alpha = 0.05$  level by least significant difference (LSD) test

운동기간에 따른 유의적 차이를 보이지 않았다. 다만 단일 불포화지방산 섭취는 전반적으로 운동 4주 후에 증가하다가 8주 후에 다시 감소하는 경향이였다 ( $p < 0.109$ ).

필수 지방산의 결핍예방을 위한 linoleic acid (18 : 2, n-6)의 섭취 수준은 열량의 1~2% 정도인데 섭취 수준은 운동 전, 운동 4주 후, 운동 8주 후 각기 2.3%, 3.0% 2.2%로 권장 수준보다 높았다. 불포화지방산 과잉섭취는 항산화영양소의 소모를 초래하므로 총 열량의 10%를 넘지 않는 것이 좋으나<sup>29)</sup> 건강한 사람의 경우 6~7%를 유지하는것<sup>30)</sup>이 바람직하다고 여겨진다. 피험자들의 복합불포화 지방산의 총 섭취 수준은 운동 전, 운동 4주 후, 운동 8주 후 각기 2.7%, 3.4%, 2.6%로서, 그 섭취 정도가 낮았다.

한편 지방산 섭취를 복합불포화지방산 (P), 단일불포화지방산 (M), 포화지방산 (S)의 비율로 비교해 보았다. 우리나라의 사람의 P/M/S 권장 비율은 1 : 1 : 1인데, 운동 전 0.8 : 1 : 1, 운동 4주 후 0.9 : 1.2 : 1, 그리고 운동 8주 후에는 1 : 1 : 1로 나타나서 운동함에 따라 그 섭취 비율이 점차 개선되는 경향을 보였다. 또한 복합불포화지방산을 n-6/n-3 지방산 섭취비율로 보면, 운동 전 11.2 : 1, 운동 4주 후 8.4 : 1, 8주 후 6.1 : 1로 변화하였다. 심혈관계 질환의 예방을 위한 n-6/n-3 지방산 권장비율이 6 : 1임을 감안할 때 바람직한 변화라고 여겨진다.<sup>30,31)</sup> 따라서 장기간의 저항성 운동은 불포화지방산 중 P/M/S 섭취비율은 물론, 복합불포화지방산 n-6/ n-3 지방산 섭취 비율도 개선하는

효과를 유도할 수 있을 것으로 사료되었다.

저항성 운동 기간 중 아미노산 섭취도 유의적 차이를 보이지 않았다. 그러나 타우린의 섭취 변화가 현저해서 운동 8주후 타우린 섭취는 운동전의 1/4 수준으로 감소하였다. 타우린은 함유황 아미노산의 일종으로 세포막 지질과산화물을 억제하고 라디칼을 제거하는 항산화 기능을 담당한다고 알려진 물질로서, 저항성 운동을 통한 타우린의 섭취 감소는 항산화 비타민의 섭취 증가와는 매우 대조적인 결과이다. 일반적으로 운동의 기대 효과는 주로 체 단백질량의 증가를 통해 체력을 증진시키는 것이며 이는 섭취 아미노산을 기본으로 이루어진다.<sup>32)</sup> 이러한 중요성 때문에 운동하는 사람들을 위한 아미노산의 보충제가 많이 판매되고 있다. 그러나 본 연구를 통해 운동기간에 따른 아미노산 섭취 패턴의 변화를 비교한 결과, 유의적인 차이를 찾을 수 없었으며 타우린의 경우 오히려 섭취가 감소하는 경향을 볼 수 있어 아미노산의 복용은 신중하게 재고되어야 할 것으로 사료되었다.

#### 4) 식품 섭취 빈도

영양소 섭취는 일반적으로 식품과 음식을 통해 이루어지므로 식품섭취 빈도를 조사하여 8주간의 저항성 운동으로 인한 섭식 변화를 알아보았다 (Table 9). 과자와 라면의 섭취빈도가 운동 전에 비해 운동 4주 후에 감소하였다가 운동 8주후에는 다시 증가하였으나 통계적 유의성은 한계수준이었다 (과자  $p < 0.058$ , 라면  $p < 0.085$ ). 전반적으로 식품섭취 양상이 유의적인 차이를 보이지 않았으나 본 운동 프로그램을 시행하는 중 섭식 패턴이 운동 4주를 기점으로 변화하고 있음을 볼 수 있으며 이러한 섭식 주기변화는 운동함에 따라 발생하는 에너지 소비에 대한 생리적 적응현상으로서 여겨진다. 일반적으로 비만치료에서 자주 나타나는 요요 현상이 개인의 절체력 부족에서 기인하는 것이 아니라 신체 적응에 따른 생리적인 섭식변화 때문일 수도 있으므로 세밀한 영양상담을 통해 피험자의 식품과 영양소의 섭취량은 물론 섭식 주기의 변화를 관찰한 뒤, 그 주기에 맞게 식이요법을 병행하면 체중 감량 효과를 더욱 효과적으로 유도할 수 있을 것이라 사료된다.

상완위 피지두겹두께가 운동 8주 후 운동전보다 46%정도 현저하게 감소하였다 ( $p < 0.05$ ). 그러나 체단백질, 무기질 등 신체 구성물질과 기초대사량의 변화는 없었으나 혈청 총 단백질 ( $p < 0.05$ )과 철 농도 ( $p < 0.058$ )는 현저하게 증가하였다.

피험자들의 식이 섬유질 섭취가 다소 증가하는 경향을 보였으나 ( $p < 0.089$ ), 다른 모든 영양소 섭취에 변화를 유도하지는 못하였다. 전반적으로 지방산과 아미노산 섭취에서도 유의적인 차이를 보이지 않았다.

한편 총열량 섭취에 대한 단백질 : 지질 : 탄수화물 섭취율이 운동 전 16 : 24 : 60에서 운동 8주 후 15 : 21 : 64로 지질 섭취비율이 낮아지고 탄수화물 섭취비율은 증가되어 우리나라 권장비율에 근접하는 변화를 유도하였다. 지방산 섭취에서는 P/M/S 섭취비율이 운동 전 0.8 : 1 : 1에서 운동 8주 후 1 : 1 : 1로 전환되었으며 특히 복합불포화지방산 중 n-6/n-3 지방산 섭취 비율이 운동 전 11 : 1에서 8주 후에는 6 : 1로 전환하여 매우 바람직한 효과를 보였다.

운동 전에 비해 운동 4주 후 과자, 라면의 섭취 빈도가 낮아지는 경향을 보였다가 8주 후에는 다시 운동 전 상태로 되돌아가는 섭식의 주기 변화를 보였다.

결론적으로 운동선수나 전문보디빌더들의 근육의 증가와 근육의 강화를 위해 시행되는 저항성운동이 비만 여성에서 피하지방을 감소시키고 식이 섬유질 섭취를 증가시키는 경향을 보이며, 열량영양소의 섭취비율과 복합 불포화 지방산의 n-6/n-3 섭취 비율을 권장수준에 접근시키는 등 바람직한 효과를 유도할 수 있음을 확인하였다.

본 연구는 대상자가 스스로 운동 프로그램에 자원하여 8주의 운동 기간을 빠짐없이 완수해야 하는 개인적 인내와 체력없이는 이루어 질수없는 본 연구의 특성상 중간 포기자가 있어 프로그램 종료까지 대상자를 충분히 확보하지 못한 한계점을 지니고 있으나 비만인을 위해 체지방을 조절하는 동시에 체력을 증강시킬 수 있는 맞춤형 운동 프로그램 마련하고 섭식행동을 개선하기 위해 필요한 영양상담 및 교육 프로그램을 구축하는 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 예측된다.

### 요약 및 결론

덤벨을 이용한 8주간 저항성 운동이 체지방 30% 이상인 비만 여대생의 체지방, 혈액 호르몬, 식품 및 영양소 섭취에 미치는 효과를 알아보고자 수행된 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

### Literature cited

- 1) Valoski AM. Do children lose and maintain weight easier than adults: a comparison of child and parent weight changes from six months to ten years. *Obes Res* 3 (5): 411-417, 1995
- 2) Bermon S, Ferrari P, Bernard P, Altare S, Dolisi C. Response of total and free insulin like growth factor binding protein-3 after resistance exercise training in elderly subjects. *Acta Physiol*

- Scan 165(1): 51-56, 1999
- 3) Buyz MT, Foster C, Pollock ML, Sennett SM, Hare J, Sol N. Comparative training response to repo skipping and jogging. *Phys Sports Med* 14: 65-69, 1986
  - 4) Haluzik M, Haluzikova D, Branchejsky P, Nedvidkova J, Boudova L, Barackova M, Vilikus Z. Effect of aerobic training in top athletes on serum leptin: comparison with healthy non-athletes. *Vnirt Lek* 45 (1): 51-54, 1999
  - 5) Engdahl JH, Veldhuis J, Farrell PA. Altered pulsatile insulin secretion associated with endurance training. *J Appl Physiol* 79: 1977-1985, 1995
  - 6) Fluckey JD, Kraemer WJ, Farrell PA. Pancreatic islet insulin secretion is increased after resistance exercise in rats. *J Appl Physiol* 79: 1100-1105, 1995
  - 7) Suzuki M. Dumbbell exercise and health, The 1st international symposium on dumbbell exercise, Abstract, pp.1-5, 1996
  - 8) Melanson EL, Sharp TA. Resistance and aerobic exercise have similar effects on 24-h nutrient oxidation. *Med Sci Sports Exerc* 34(11): 1793-1800, 2002
  - 9) Kim SH, Kim DH, Ko YH, Kim SC, Choi SJ. Effect of resistance exercise for 10 weeks on blood lipids, GH and IGH-I on obesity girl students. *Exer Sci* 10(1): 57-68, 2001
  - 10) Choi SH, Jo MW, Shin DS. Effects of short-period resistance exercise on body fat, serum profiles and feending behaviors of obese females. *J Basic Science* 18: 125-135, 2003
  - 11) CAN for professional, v. 2.0, The Korean Nutrition Society, Seoul, 2002
  - 12) Park SK, Park JH, Kwon WC, Kim SH, Yoon MS, Park HT. The effect of combined aerobic and resistance exercise training on abdominal fat in obese middle-aged women. *J Physio Anthropol* 22(3): 129-135, 2003
  - 13) Deschenes MR, Kraemer WJ. Performance and physiological adaptations to resistance training. *Am J Phy Med Rehabil* 81: 3-16, 2002
  - 14) Han EP, Jang KT. Effect of training and detraining on blood lipids and body composition in middle aged women. *Korean J Physic Educ* 40(3): 801-812, 2001
  - 15) Muoio DM, Dohm GL. Peripheral metabolic actions of leptin. *Best Prac Res Clin. Endo Meta* 16(4): 853-666, 2002
  - 16) Lee JH, Jang YS, Park HY. Beneficial effect of weight reduction in overweight middle-aged men. *Korean J Obes* 8(2): 154-163, 1999
  - 17) Shin CH. Effect of intermittent hypoxic training on body fat and metabolism regulatory hormone in obese women. *Korean J Exer Nutri* 7(2): 107-111, 2003
  - 18) Pate RR, Pratt M, Blair SN. Physical activity and public health: a recommendation from the centers for disease control and prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 273: 402-407, 1995
  - 19) Timiras PS, Quay WD. Hormones and aging, CRC, 1995
  - 20) Park JH, Kim EH, Kim IK, Park SK, Yoon MS, Park HT. The effect of the resistance training on serum lipids and hormone related lipids metaolism in middle-aged women. *J Sport Leisu Stud* 14: 199-210, 2000
  - 21) Oral EA, Simha V, Ruiz E. Leptin replacement theraphy for lipodysssstrophy. *New Eng J Med* 346: 570-78, 2002
  - 22) Kang HS. Study on the effect of resistive training program on the iron content and serum lipid immunity of middle-aged women. *J Sport Leisure Studies* 19: 1047-1056, 2003
  - 23) Seo HK, Lee SW, Na JC, Kang SB, Kim JM. The effect muscle endurance weight training on physical fitness, blood lipid and lipoprotein in middle-aged women. *Korean Soc Sport Med* 17(2): 224-234, 1999
  - 24) Halbert JA, Silagy CA. Exercise training and blood lipids in hyperlipidemic and normolipidemic adults: A meta analysis of randomized, controlled trials. *Eur J Clin Nutr* 53: 514-522, 1999
  - 25) Matsuo T, Kang HS, Suzuki H, Suzuki M. Voluntary resistance exercise improves blood hemoglobin concentration in severely iron deficient rats. *JNSV* 48(2): 161-164, 2002
  - 26) Matsuo T, Suzuki M. Dumbbell exercise improve non-anemic iron deficiency in young women without iron supplementation. *Health Sci* 16: 236-243, 2000
  - 27) Powers SK, Howley ET. Exercise Physiology; Theory and application to fitness and performance, 3rd, WCB/McGraw-Hill, New York, 2003
  - 28) Hubert P, King NA, Blundell JE. Uncoupling the effects of energy expenditure and energy intake: appetite response to short-term energy deficit induced by meal omission and physical acitivity. *Appetite* 3: 9-19, 1998
  - 29) Recommended dietary allowances for Koreans, 7th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 2000
  - 30) Wijendran V. Dietary n-6 and n-3 fatty acid and cardiovascular health. *Ann Rev Nutri* 24: 10, 2004
  - 31) Peron-Caso E, Taverna M, Guerre-Millo M, Rizkalla SW. Dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids up-regulate plasma leptin in insulin-resistant rats. *J Nutrition* 132: 2235-2240, 2002
  - 32) Evans WJ. Exercise. In: Present Knowledge in Nutrition, pp23-32, The Korean Nutrition Society & ILSI of Korea, Seoul, 2003