

규칙적 운동 및 식이요법이 비만여성의 안정시대사량과 호르몬 변화에 미치는 영향

박형란 · 백일영 · 진화은 · 김영일 · 곽이섭¹ · 우진희^{2*}

연세대학교 체육교육과, ¹동의대학교 체육학과, ²동아대학교 체육학과

Received April 16, 2008 / Accepted June 20, 2008

Effects of Regular Exercise and Diet on RMR and Hormonal Changes in Obese Women. Hyong-Ran Park, Il-Young Paik, Hwa-Eun Jin, Young-Il Kim, Yi-Sub Kwak¹ and Jin-Hee Woo^{2*}. *Department of Physical Education, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea, ¹Department of Physical Education, Dongeui University, Busan 614-714, Korea, ²Department of Physical Education, Dong-A University, Busan 604-714, Korea* - The purpose of this study was to examine resting metabolic rate (RMR) and thyroid hormonal (TSH, T₃, and T₄) changes following weight loss by diet with regular exercise in obese women. The subjects of the present study were 7 women who were above 30% body fat. The subjects arrived into the laboratory in the morning after 12 hour overnight fasting. All subjects measured RMR, % body fat, and fat free mass at weight loss program start time, after 4 weeks and after 8 weeks. All the RMR values were expressed as absolute value (kcal/day), absolute value/FFM (kcal/day/FFM), and absolute value/BSA (kcal/m²/hr), and were calculated predicted RMR value minus actual RMR value. Also, correlation of blood thyroid hormonal (TSH, T₃, and T₄) secretion and RMR were analyzed. There were significant differences in weight, % body fat, and BSA following diet with exercise ($p < 0.05$). Also, there was a difference between predicted RMR and actual RMR value following weight loss ($p < 0.05$). We also examined the hormonal changes according to weight loss. After weight loss, the level of TSH and T₄ were higher than before. But there were no significant differences. Also, the level of T₃ was lower than rather before but there was no significant difference. Among the anthropometric factors, FFM was highly correlated ($r = 0.761$) with actual RMR value before weight loss. Also, there was a correlation ($r = 0.771$) with actual RMR value after weight loss. Therefore, actual RMR expressed as FFM increased in weight loss program by diet with exercise. There were no changes in the level of thyroid hormonal TSH and T₄.

Key words : Resting metabolic rate (RMR), thyroid hormone (TSH, T₃, and T₄), % fat, exercise, diet

서 론

비만은 음식물 섭취 후 소비되는 칼로리보다 체내에 지방이 과다하게 축적되는 에너지 불균형의 결과이며[2], 일반적으로 여성의 경우 체지방율이 32%, 남성의 경우 25%를 초과하게 되면 비만으로 분류하고 있다[8]. 비만은 고지혈증, 당뇨병, 심장병, 관절염, 그리고 고혈압 등 현대병 발병원인으로 보고 있으며, 비과학적인 체중감량으로 인하여 건강상에도 많은 문제점들이 일어날 수 있으므로 비만의 예방과 그 치료방법에 있어서 다각적인 고찰이 필요하다고 본다.

과거에는 단기간에 체중감량 효과를 기대할 수 있는 식이요법이 비만 치료방법으로 많이 선호되어왔으나, 이에 따른 부작용도 심각한 수준이다. 따라서, 효과적인 체중감량 방법으로 체내 축적되어 있던 칼로리를 신체활동을 통하여 소모시키면서 근육을 발달시키는 운동요법과 식이요법을 병행한 이상적인 체중감량 프로그램이 제시되고 있다.

일반적으로 안정시대사량은 체온이 증가함에 따라 증가하

며[9], 동일체중이나 체표면적당으로 환산했을 때 남성이 여성보다 훨씬 높은 안정시대사량을 보이고 나이가 들에 따라 안정시대사량은 감소한다[2]. Potteiger 등(2008)은 안정시대사량이 체지방량보다 제지방량(FFM: Fat free mass)과 더 밀접한 관련이 있다고 보고했으며, 비만할수록 지방도 많고 제지방량도 증가하므로 안정시대사량은 높지만 단위 근육당으로 환산해보면 지방 축적이 높으므로 대사량은 감소하게 된다고 했다[12]. 즉, 안정시대사량은 제지방량과 밀접한 관련이 있다고 보고되고 있으며, 여성의 경우는 생리주기에 의해서도 영향을 받는다[15].

안정시대사량에 영향을 미치는 요인인 운동과 관련되어 많은 연구가 진행되어 왔는데, 지방이 주 에너지원으로 이용되는 저강도의 지구력 운동 시 지방량이 감소함에 따라 제지방량은 증가되어[10] 운동 후 안정 시대사활동이 증가했다고 보고하였다[11]. 따라서, 운동이 안정시대사량을 증가시킨다는 사실에 대해서는 일반적으로 동의하고 있으며, 뇌하수체 전엽에서 분비되어 신체의 대사율을 결정하는 중추적인 역할을 하는 갑상선 호르몬 즉, T₄ (L-thyroxine), T₃ (L-triiodothyronine) 역시 안정시대사율 조절에 주요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다[3]. 그러나, 최근의 많은 연구들이 비만

*Corresponding author

Tel : +82-51-200-7815, Fax : +82-51-200-7805

E-mail : sports@dau.ac.kr

인의 안정시대사량과 상호 관련 있는 요인들만을 비교 분석하였을 뿐[7], 운동과 식이요법에 따른 체중감량이 안정시대사량과 갑상선 호르몬 분비에 어떤 영향을 미치는가에 관한 체계적인 연구는 진행되지 않고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 운동과 식이요법을 병행한 체중감량 프로그램에 8주간 참여한 비만여성을 대상으로 체중감량이 안정시대사량의 변화와 갑상선 호르몬(TSH, T₃ 그리고 T₄) 분비에 미치는 영향을 고찰하는데 있으며, 체중감량에 따른 안정시대사량을 비교하여, 운동처방 효과에 관한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

연구 대상

본 실험은 운동과 식이요법을 병행하는 체중감량 프로그램에 참여하는 체지방량 30% 이상인 20대 비만여성 7명을 대상으로, 생리주기는 규칙적이며, 실험기간 중 특정한 약물의 복용 또는 주입은 하지 않도록 하였으며, 항상 심리적인 안정을 취하도록 하였다. 또한 당뇨병, 갑상선 기능이상, 간, 혹은 신장 질환, 섭식장애 그리고 고혈압(확장기 혈압≥105 mmHg)과 같은 질병을 최근에 혹은 이전에 경험이 있는 피험자들은 제외시켰다. 피험자들은 8주의 실험기간 동안에 주 5회, 60~90분 이상의 유산소 운동프로그램과 저칼로리 식이요법을 병행하였으며 이들의 신체적 특성은 Table 1에 나타나 있다.

운동 프로그램 및 식이요법

피험자들은 1~4주 동안 최대운동능력의 55~65% 운동강도로 유산소운동 일일 60분, 5~8주 동안 최대운동능력의 65~75% 운동강도로 유산소운동 60분, 1-RM 65~75%로 근력운동 30분 씩 일일 90분의 운동프로그램에 규칙적으로 참여하였다(Table 2). 일상 식이에서 열량을 제한시킨 저지방 저열량 식이요법은 Table 3과 같이 1~4주는 일일 800 kcal, 5~8주는 일일 1,000 kcal를 적용하였다.

안정시대사량 측정

안정시대사량 측정은 각 피험자들의 생리주기를 고려하여 본 실험을 시작하면서 1회, 체중감량 프로그램 4주 후, 그리고 실험을 마치게 된 8주 후, 총 3회 실시하였다.

피험자들은 식후 10~12시간이 지난 이른 아침에 움직임을 최소한 자제한 상태로 MedGraphic사(USA)의 gas analyzer canopy system에 의해서 breath by breath방법으로 안정시

Table 1. Characteristics of subjects (Mean±SD)

Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Body fat (%)
21.14 (±1.37)	165.80 (±7.39)	70.35 (±11.51)	34.37 (±3.22)

Table 2. Exercise program

Week	Exercise type & duration	Exercise intensity
1~4	· Cycling 30 min · Treadmill 20 min · Stapping 10 min	· 55~65% Heart rate reserve
5~8	· Cycling 30 min · Treadmill 20 min · Stapping 10 min · Weight training 30 min Bench press Leg press Lat pull down Leg curl Shoulder press Triceps	· 65~75% Heart rate reserve · 1-RM 65~75% · 10~13 reps · 3 set · Rest 60 sec/item

Table 3. Diet

Week	Meal (kcal)	Menu
1~3	Breakfast (200) & dinner (200)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Choose 1 among below 5 1. vegetables+juice or coffee 2. fruits+juice or coffee 3. vegetables+bread (2 slices)+juice or coffee 4. powder of roast grain+vegetables 5. powder of roast grain+fruits
	Lunch (400)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Choose 1 between below 2 1. noodles 2. boiled rice+soup+side dishes (kimchi, seasoned vegetables, fishes, chicken)
4~8	Breakfast (300)	· boiled rice and cereals+soup+side dishes (kimchi, seasoned vegetables, laver, a cake of bean curd)
	Lunch (400)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Choose 1 among below 3 1. boiled rice+soup+side dishes (kimchi, seasoned vegetables, fishes, chicken) 2. noodles 3. rice gruel+soup+side dishes (kimchi, seasoned vegetables, fishes, laver, a cake of bean curd)
	Dinner (300)	· Boiled rice and cereals+side dishes (kimchi, seasoned vegetables, a cake of bean curd)

대사량을 측정하였다. 우선 canopy bubble에 피험자의 머리를 넣고, oronasal collector는 입과 코 위에 위치시켜 가스의 흐름이 얼굴의 정면 위로 향하도록 한 후 피험자의 체중에 맞는 fan speed를 조정하고 테스트를 실시하였다. 각 피험자의 안정시대사량 및 호흡상 그리고 각종 가스 분석의 자료들은 MedGraphic사(USA)의 Nutritional Software Program을 이용하여 매 30초마다 자동으로 측정되도록 조절을 하였다.

본 실험의 안정시대사량은 45분 동안 측정이 되었는데, 처음 15분 동안의 측정값은 불안정하므로 생략하고 그 후 안정을 보이는 약 30분간의 평균값을 구했으며, 안정시대사량 값이 피험자의 예상치에서 크게 벗어나면 자동으로 컴퓨터 프로그램에서 그 측정치가 삭제되도록 했다.

체지방량 측정

전기저항 측정원리에 의해 체지방율(%), 체지방량(kg), 체지방량(kg), 체수분량(liter)이 측정되는 Biodynamics사(USA) Model 310의 body composition analyzer를 이용하여 피험자의 체지방량을 측정하였다. 정확한 체지방량의 검사를 위하여 측정 전날 저녁 식사 후부터는 생수 이외의 어떠한 음료나 음식물의 섭취를 하지 않아야 하며, 측정 30분 전에는 반드시 배뇨를 했다. 피험자는 팔과 다리를 각각 6인치 정도 벌리고 침대에 편안하게 누운 후 우측 발목·손목과 발가락·손가락 관절 마디 밑 부분에 4장의 센서 패드를 부착시킨 후 측정하였다.

혈액 채취 및 호르몬 분석

혈액은 안정시대사량의 측정을 마친 후 즉시 5ml vacutainer와 22gauge needle을 사용하여 전완 정맥(antecubital vein)에서 추출하였다. 채취된 혈액은 즉시 원심분리기에서 원심분리한 후, 혈청 부분만을 추출하여 Byk-Sangtec Diagnostica GmbH사 (Germany)의 전자동 RIA-mat®280를 이용한 방사면역측정법으로 갑상선호르몬 T₃ (triiodothyronine), T₄ (thyroxine), Thyroid Stimulating Hormone (TSH)을 분석하였다.

자료 처리 방법

본 실험의 결과는 SPSS 통계 package (ver. 12.0)를 이용하

여, 기술통계량과 체중감량 프로그램 참여 전, 4주 후, 8주 후 사이의 안정시대사량, 체구성비, 갑상선호르몬(TSH, T₃, T₄)의 측정치를 반복측정에 의한 분산분석을 이용하여 분석하였으며, Duncan의 사후검증법으로 차이를 비교하였고, 피어슨 상관분석(Pearson's Correlation Analysis)을 이용하여 안정시대사량과 체중, 체지방체중, 그리고 BSA 간의 상관관계를 분석하였다. 유의수준은 α=0.05로 설정하였다.

결 과

체중 변화는 Table 4에 나타난 것과 같이 체중감량 전 70.35±11.51 kg에서 체중감량 8주후 60.55±11.58 kg으로 유의하게 감소되었다(p<0.05). 체지방량은 체중감량 전 45.98±5.88 kg에서 체중감량 8주후 42.51±5.94 kg으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 체지방량은 체중감량 전 24.37±6.10 kg에서 체중감량 8주후 18.04±6.63 kg으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 체지방율은 체중감량 전 34.37±3.22%에서 체중감량 8주후 29.32±4.83%로 감소되었으며, 통계적으로도 유의한 차이가 발견되었다(p<0.05). 또한, 체표면적은 체중감량 전 1.77±0.16 m²에서 체중감량 8주후 1.67±0.16 m²로 유의한 차이를 보이며 감소되었다(p<0.05).

연구 대상자의 체중감량에 따른 안정시대사량 예측치와 실측치 사이의 차에 대한 비교 결과는 Table 5에 나타나 있는 것과 같이 안정시대사량의 절대치 값의 예측치는 체중감량 전 평균이 1537.71±124.36 kcal/day, 체중감량 후 평균이 1441.14±126.36 kcal/day로, 안정시대사량의 절대치 값의 예측치는 통계적으로 유의한 차이가 발견되었으며(p<0.05), 안정시대사량의 절대치 값의 실측치는 체중감량 전 평균이 1350.43±252.67 kcal/day, 체중감량 후 평균이 1268.57±207.52 kcal/day로, 안정시대사량의 절대치의 실측치도 통계적으로

Table 4. The changes of physical characteristics (Mean±SD)

	Height (cm)	Weight (kg)	FFM (kg)	Fat mass (kg)	Body fat (%)	BSA (m ²)
Baseline	165.80±7.39	70.35±11.51	45.98±5.88	24.37±6.10	34.37±3.22	1.77±0.16
4 wk	165.94±7.65	63.14±10.38	43.04±5.59	20.10±5.35	31.60±3.14	1.71±0.15
8 wk	166.11±7.62	60.55±11.58*	42.51±5.94	18.04±6.63*	29.32±4.83*	1.67±0.16*

* Significant difference vs. baseline

Table 5. The changes of RMR (Mean±SD)

	Predicted value			Actual value			Predicted-actual value
	AV	AV/BSA	AV/FFM	AV	AV/BSA	AV/FFM	
Baseline	1537.71±124.36	35.71±0.95	33.48±1.96	1350.43±252.67	31.42±3.20	29.56±2.24	187.28±131.57
4 wk	1468.29±113.08	35.71±0.95	33.63±2.34	1284.29±207.87	30.85±3.71	30.13±4.12	184.00±154.31
8 wk	1441.14±126.36*	35.71±0.95	33.61±1.86	1268.57±207.52*	31.71±4.34	30.36±4.81	172.57±154.88*

• AV: Absolute value (kcal/day), BSA: Body surface area (m²), FFM: Fat free mass (kg)

* Significant difference vs. baseline

유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$).

안정시대사량 예측치를 체표면적당 대사량으로 환산한 값은 체중감량 전이 평균 $35.71 \pm 0.95 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$, 체중감량 후 평균은 $35.71 \pm 0.95 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$ 로, 체표면적당 환산한 대사량은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 안정시대사량 실측치를 체표면적당 대사량으로 환산한 값은 체중감량 전 평균이 $31.42 \pm 3.20 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$, 체중감량 후 평균이 $31.71 \pm 4.34 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$ 로, 체중감량 후가 체중감량 전보다 높게 나타났지만, 통계적으로 체표면적당 대사량에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 안정시대사량 예측치를 제지방 체중당 대사량으로 환산한 값은 체중감량 전이 평균 $33.48 \pm 1.96 \text{ kcal/FFM}$, 체중감량 후 평균이 $33.61 \pm 1.86 \text{ kcal/FFM}$ 으로 제지방 체중에 의해 산출된 체중감량 후의 안정시대사량이 체중감량 전보다 높게 나타났으나, 통계적으로는 유의한 차이가 발견되지 않았으며, 실측치에 있어서도 체중감량 전과 체중감량 후에서 각각 평균 $29.56 \pm 2.24 \text{ kcal/FFM}$, 평균 $30.36 \pm 4.81 \text{ kcal/FFM}$ 로 나타났으나 통계적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

안정시대사량 예측치와 안정시대사량 실측치 사이의 차에 있어서 체중감량 전에는 평균 $187.28 \pm 131.57 \text{ kcal/day}$ 의 차이를 보였고, 체중감량 후에는 평균 $172.57 \pm 154.88 \text{ kcal/day}$ 의 차이를 보여, 체중감량 전이 체중감량 후보다 큰 차이가 나타났으며, 체중감량 전과 체중감량 후 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 또한, Table 6에 나타나 있듯이 체중감량 전의 안정시대사량 실측치와 체중, 제지방 체중, 체표면적과의 상관관계는 각각 $r=0.721$, $r=0.761$, $r=0.729$ 가 나타나 안정시대사량 실측치와 제지방체중이 가장 높은 상관관계를 보였고, 체중감량 후의 상관관계도 각각 $r=0.707$, $r=0.771$, $r=0.728$ 로 나타나 안정시대사량 실측치와 제지방 체중이 가장 높은 상관관계를 보였다.

연구 대상자의 체중감량에 따른 갑상선 호르몬 TSH, T3, 그리고 T4에 대한 비교 결과는 Table 7에 나타나 있다. 체중감량 전과 후에 있어서 TSH, T3, 그리고 T4는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 연구 대상자의 체중감량 전과 후의 안정시대사량 실측치와 TSH, T3, T4 간의 상관관계에 대한 결

Table 6. The correlations between RMR and weight, FFM, BSA (r)

	Weight	FFM	BSA
Baseline	0.721	0.761	0.729
4 wk	0.715	0.764	0.727
8 wk	0.707	0.771	0.728

Table 7. The changes of thyroid hormones (Mean±SD)

	TSH (μIU/ml)	T3 (ng/dl)	T4 (μg/dl)
Baseline	0.86 ± 0.36	114.79 ± 31.64	8.16 ± 1.99
8 wk	1.11 ± 0.93	112.85 ± 38.33	8.68 ± 1.99

Table 8. The correlations between RMR and thyroid hormones (r)

	TSH	T3	T4
Baseline	0.377	0.412	0.369
8 wk	0.425	0.398	0.387

과는 Table 8에 나타나있는 것과 같이 체중감량 전 안정시대사량 실측치와 TSH, T3, T4 간의 상관계수는 각각 $r=0.377$, $r=0.412$, $r=0.369$ 를 나타내 안정시대사량 실측치와 T3가 가장 높은 상관관계를 보였다. 그러나 체중감량 후 안정시대사량 실측치와 TSH, T3, T4 간의 상관계수는 각각 $r=0.425$, $r=0.398$, $r=0.387$ 를 나타내 체중감량 후에는 안정시대사량 실측치와 TSH가 가장 높은 상관관계를 나타냈다.

고 찰

본 연구에서 제지방(FFM)은 체중감량 전에 비해 체중감량 후 손실이 적게 나타나, 식이요법과 근력운동을 병행한 그룹에서 제지방량이 적게 감소되었다는 Geliebter 등의 연구결과[4]와 같이 단순한 식이요법만으로 체중감량을 시도하였을 경우 손실될 수 있는 근육량을 근력운동이 포함된 프로그램 병행하여 실시함에 따라 근육량 손실을 최소화 할 수 있었다.

일반적으로 일반인의 안정시대사량의 표현에 있어서 가장 정확하고 많이 사용되고 있는 표현은 안정시대사량 실측치 절대값을 제지방체중으로 나눈 값(kcal/FFM)이라고 할 수 있다[1,13]. 본 연구에서는 kcal/FFM 값 이외에, 안정시대사량 절대값을 체표면적당 대사량으로 환산한 값($\text{kcal/m}^2/\text{hr}$), 안정시대사량의 절대치 값(kcal/day), 그리고 안정시대사량 예측치와 실측치 사이의 차이를 이용하여 안정시대사량을 대변하는 표현방법으로 사용했다. 하지만, 안정시대사량과 체중, 제지방, 체표면적과의 상관관계분석을 한 결과, 체중감량 전, 4주 후, 8주 후 모두 제지방 체중과의 상관관계가 가장 높은 것으로 나타나, 안정시대사량 표현에 있어 제지방 체중을 기준으로 평가하는 것이 보다 타당하다고 사료된다.

본 연구의 안정시대사량 예측치는 체형적 조건 등을 기본으로 일반화된 공식인 Harris-Benedict 공식을 사용하였으며, Harris-Benedict의 공식을 이용한 일반화된 안정시대사량 예측치에서 실질적인 가스교환에 의해 측정된 안정시대사량 실측치를 뺀으로써 체중감량 프로그램이 안정시대사량에 미치는 영향을 더 명확히 비교할 수 있다. 체중감량 전과 후 안정시대사량 예측치-실측치는 각각 187.28 kcal/day 와 172.57 kcal/day 를 나타내 체중감량 전이 체중감량 후보다 크게 나타났다. 이러한 차이는 본 연구에서 실제 의미를 부여하는 중요한 결과라고 할 수 있는데, 체중감량 전의 비만 여성들의 체중과 제지방량이 체중감량 후에 비해 컸기 때문

에 예측치와 실측치간의 차이가 상대적으로 크게 나타났다고 할 수 있다. 반면, 체중감량 후에는 예측치와 실측치간의 차이가 체중감량 전보다는 줄어들어 운동을 병행한 체중감량 프로그램에 의해 체중의 감소와 상대적인 체지방량 비율이 증가하여 대사량이 증가되었다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서 체중감량 전과 체중감량 후의 안정시대사량 차이를 구분할 수 있는 방법 중 일반인에게 비교적 정확하다고 알려진 Kcal/FFM값은, 인체 내에서의 대사는 주로 지방을 제외한 체지방에서 일어나므로 일반적으로 체지방이 많은 사람이 대사량이 높다고 주장되어왔다. 즉, 운동선수가 비운동선수에 비해 체지방량이 많으며, 비만한 사람이 비만하지 않은 사람보다 절대적인 체지방량이 많으므로 절대적인 대사량 값은 높지만, 체지방 근육당 환산한 안정시대사량은 일반인에 비해 적게 나타나므로 에너지 저장의 효율이 높아져 체지방의 축적이 용이하다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 체중감량 전에는 29.56 kcal/FFM의 안정시대사량을 보였고, 체중감량 후에는 30.36 kcal/FFM의 안정시대사량을 보여 체중감량 전과 체중감량 후 사이에는 유의한 차이가 나타나지 않았는데, 이러한 결과는 운동을 병행한 체중감량 프로그램으로 비만인의 체지방량에는 유의한 차이가 있었으나 체지방량의 감소는 상대적으로 적어진데 원인이 있다고 본다.

Ribeiro (2008)는 비만인의 경우 에너지 균형에 장애가 나타나 결과적으로는 비정상적인 갑상선 기능을 일으킬 수 있다고 한다[14]. 즉, 갑상선 기능 저하로 인하여 비만이 되는 원인이 제공되는데 일반적으로 비만인의 경우 혈중 T₄와 TSH의 농도는 정상수치이고, T₃ 농도는 증가되었다는 연구 결과가 보고되었다[5]. Geliebter 등의 연구에서(1997) 갑상선 호르몬 T₃는 정상적인 식이요법을 할 때보다 저 열량 식이요법으로 인한 체중감량에 의해 더 많이 감소된 것으로 보고했으며, 근력훈련을 병행한 그룹에서는 T₃가 비교적 적게 감소하였다고 주장했다[4]. 본 연구에서 체중감량 전과 체중감량 후를 비교해 보았을 때 TSH, T, T 모두 그룹 간 그리고 시점 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않아, 운동으로 인하여 뇌하수체 전엽으로 부터의 혈중 TSH 분비가 증가된다는 선행연구[6]의 결과를 입증하지는 못하였다. 만일, 본 연구에서 설정한 숫자보다 검체 수가 클 경우 차이가 타나날 수 있다고 보여 진다.

운동이 안정시대사량을 증진시킨다는 사실에 대해 상반된 연구들이 많이 있는데, 장기간의 운동으로 인하여 근육이 증가하여 총체적 대사 역량의 증가가 생겨 안정시대사량이 증가된다는 주장[12]과 이와는 상반된 의견으로 운동에 의한 대사역량 증가로 에너지 이용의 효율성이 일어나 운동시 더 많은 에너지를 생성하지만, 운동을 하지 않는 안정시에 일반인과 같거나 오히려 더 적은 에너지를 소비한다는 주장이 있다[11]. 갑상선 호르몬의 수준은 신진대사와 밀접한 관계를 갖고는 있지만, 갑상선 호르몬이 안정시대사량 수준을 정확

하게 반영한다고는 할 수 없으며, 다른 대사에 미치는 많은 요인들과의 관계에 따라서 나타난다고 할 수 있고, 이 분야에 더 많은 연구가 이루어져야 한다고 본다. 따라서, 비만인의 대사량 연구는 에너지 균형에 입각한 체중감량 운동프로그램의 제공시 고려되어야 할 중요한 자료가 될 수 있으며, 비만인들의 경우에 특히 정규적인 운동프로그램에 참가시켜 비활동적인 생활 습관을 고쳐 체지방량과 안정시대사량을 증진시켜야 한다고 사료된다.

결론적으로 운동과 식이요법을 병행한 8주간의 체중감량 프로그램으로 체중이 감소되었음에도 불구하고 안정시대사량의 감소는 최소화되었으며, 이는 운동이 에너지 대사작용을 유지시켜, 체지방 감소에 좋은 효과로 작용하였음을 알 수 있었다. 하지만, 체중감량 프로그램으로 인한 갑상선 호르몬 분비 차이는 본 연구에서 나타나지 않았다. 따라서, 비만인의 경우 8주간 규칙적인 운동과 식이조절로 갑상선 호르몬 변화는 볼 수 없었지만, 체지방은 감소되고 체지방량과 안정시대사량을 효과적으로 유지시켜 줄 수 있었다.

요 약

운동과 식이요법을 병행한 체중감량 프로그램에 참여한 여성 비만인의 체지방량, 안정시대사량, 그리고 갑상선 호르몬 차이를 비교할 목적으로 실험한 결과, 체지방량, 체지방율, 체표면적이 유의하게 감소되었고, 안정시대사량 예측치와 실측치 모두 유의하게 감소되었지만, 갑상선 호르몬의 변화는 나타나지 않았다. 안정시대사량과 신체요인들과의 상관분석 결과, 체지방 체중이 가장 밀접한 관계를 보였으며, 안정시대사량과 갑상선 호르몬들과의 관계에서는 TSH와 가장 밀접한 관계를 나타내었다. 결론적으로 8주간 체중감량 프로그램 참여로 체지방은 효과적으로 감소되었으나, 갑상선 호르몬 차이는 없었고 체중감소에 비해 체지방이 유지됨으로써 안정시대사량의 감소는 최소화되어, 에너지 대사작용에 긍정적인 영향을 준 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 동아대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

References

1. Bessard, T., Y. Schutz and E. Jequier. 1983. Energy expenditure and postprandial thermogenesis in obese women before and after weight loss. *The American Journal of Clinical Nutrition*. **38**, 680-693.
2. Bray, G. A. 1992. Pathophysiology of obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition* **55**, 488S-494S.

3. Fisher, D. A. 1996. Physiological variations in thyroid hormones: physiological and pathophysiological considerations. *Clinical Chemistry*. **42**, 135-139.
4. Geliebter, A., M. M. Maher, L. Gerace, B. Gutin, S. B. Heymsfield and S. A. Hashim. 1997. Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. *American Journal of Clinical Nutrition* **66**, 557-563.
5. Glass, A. R. 1989. Endocrine aspects of obesity. *The medical clinics of north america*. **73**, 139-160.
6. Graves, E. A., H. C. Schott 2nd, J. V. Marteniuk, K. R. Refsal and R. F. Nachreiner. 2006. Thyroid hormone responses to endurance exercise. *Equine Veterinary Journal Supplement* **36**, 32-36.
7. Karhunen, L., A. Franssila-Kallunki, A. Rissanen, K. Kervinen, Y. A. Kesaniemi and M. Uusitupa. 1997. Determinants of resting energy expenditure in obese non-diabetic caucasian women. *International Journal of Obesity* **21**, 197-202.
8. Lohman, T. G. 1992. Advances in body composition assessment. *Human Kinetics*. Champaign, IL.
9. Maeda, T., T. Fukushima, K. Ishibashi and S. Higuchi. 2007. Involvement of basal metabolic rate in determination of type of cold tolerance. *Journal of Physiological Anthropology* **26**, 415-418.
10. Nancy, L. K., F. B. Teresa and D. Marta. 1990. Energy expenditure and physical performance in overweight women: Response to training with and without caloric restriction. *Metabolism*. **39**, 651-658.
11. Poehlman, E. T., C. L. Melby and S. F. Badylak. 1988. Resting metabolic rate and postprandial thermogenesis in highly trained and untrained males. *The American Journal of Clinical Nutrition*. **47**, 793-798.
12. Potteiger, J. A., E. P. Kirk, D. J. Jacobsen and J. E. Donnelly. 2008. Changes in resting metabolic rate and substrate oxidation after 16 months of exercise training in overweight adults. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism* **18**, 79-95.
13. Ravussin, E. and B. A. Swinburn. 1993. Metabolic predictors of obesity: cross-sectional versus longitudinal data. *International Journal of Obesity* **17**, S28-S31.
14. Ribeiro, M. O. 2008. Effects of thyroid hormone analogs on lipid metabolism and thermogenesis. *Thyroid* **18**, 197-203.
15. Tomten, S. E. and A. T. Høstmark. 2006. Energy balance in weight stable athletes with and without menstrual disorders. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* **16**, 127-133.