

과체중 대학생에서 저열량식이 또는 저열량식이와 운동병합에 의한 체중 감량 효과*

윤군애¹ · 안현호² · 박보혜² · 유단비² · 박선민^{2§}

동의대학교 생활과학대학 식품영양학과,¹
호서대학교 자연과학대학 기초과학연구소 비만당뇨연구센터 식품영양학과²

The effects of weight loss by a low-calorie diet and a low-calorie plus exercise in overweight undergraduate students*

Yoon, Gun-Ae¹ · Ahn, Hyun-Ho² · Park, Bo-Hae² · Yoo, Danbi² · Park, Sunmin^{2§}

¹Department of Food and Nutrition, Dongeui University, Busan 614-714, Korea

²Department of Food & Nutrition, College of Natural Science, Institutes of Basic Science, Obesity/Diabetes Research Institutes,
Hoseo University, Asan 336-795, Korea

ABSTRACT

Korean undergraduate students attempt to lose weight but often fail due to utilizing ineffective weight loss strategies. Some diet programs have succeeded, yet, they have not provided adequate skills for long-term weight maintenance. The aim of the study was to determine the effect of a low calorie diet and exercise with nutritional education on weight loss, serum lipid profiles, nutrient intakes, and dietary behavior modification in overweight and obese undergraduate students. The subjects in the low calorie diet group (LCD; n = 12) and the low calorie diet plus exercise group (LCDE; n = 13) had the same goal of losing 4 kg during a 12 week program. Nutrient intakes were assessed by the 24 hour recall method. Also, food habits and dietary behaviors were investigated by self-administered questionnaires before and after the weight control program and one month after completing the program. LCD and LCDE groups lowered body weight by 2 kg and 1 kg, respectively, although they decreased calorie intake by 355 and 287 kcal per day compared to intakes prior to the study. Body fat mass decreased in both the LCD and LCDE groups; however, the decrease was greater in the LCDE group. In addition, only the LCDE group increased muscle mass. The LCD group had a slightly better effect in reducing body weight, body fat, and waist circumference than the LCDE group. However, their decrease was reversed after the mid-study check in the LCD group; the reduction was better maintained and decreased more in the LCDE group. However, serum lipid profiles were already in borderline prior to the study; moreover, they were not modified after losing weight. The dietary behavior program helped students to develop better dietary habits. In conclusion, the combination of a low calorie diet and exercise is necessary in order to maintain longer weight loss by increasing muscle mass and decreasing body fat. (*Korean J Nutr* 2012; 45(4): 315 ~ 323)

KEY WORDS: diet program, weight loss, a low calorie diet, exercise, body fat.

서 론

우리나라에서도 식생활이 서구화 되면서 지방과 당분 함량이 높은 고열량 식품의 과잉 섭취와 음주 및 스트레스 등으로 인해 과체중과 비만의 인구가 증가하고 있다. 우리나라에서

2010년에 조사한 국민건강영양조사 결과¹⁾에 따르면 우리나라 성인의 비만 유병률 (BMI 25 이상 비만)은 31.4% (남자 36.5%, 여자 26.4%)이며, 남자는 30대에, 여자는 60대에는 42~43%가 비만으로 나타났다.

대한비만학회에서는 과체중 body mass index (BMI)는 남자와 여자 모두에서 23 kg/m² 이상으로 정하였고 비만은 25 kg/m²로 정하였다.²⁾ 복부비만이 피하지방의 증가로 인한 비만보

접수일: 2012년 7월 13일 / 수정일: 2012년 8월 6일 / 채택일: 2012년 8월 7일

*This Work was supported by Dong-Eui University Foundation Grant (2008).

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail: smpark@hoseo.edu

© 2012 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

다 건강에 더 악영향을 미치므로 허리둘레가 남성은 90 cm, 여성은 85 cm인 경우 비만으로 정하였다. 정상 체지방 함량에 대해서는 이견이 많지만, 남자의 체지방은 20% 이하 그리고 여성은 25% 이하로 정하는 것이 일반적이다. 아시아인들은 서구인들에 비해 체중이 적어도 체지방 비율이 상대적으로 높아 BMI 25 이상일 때 대사성 질병의 발병률 증가로 인한 건강의 적신호를 나타내므로 정상 체중을 나타내는 BMI와 체지방율을 서구에 비해 낮게 정한 것이다.²⁾

우리나라 대학생들은 식사를 통한 영양섭취와 건강관리의 중요성을 잘 인식하지 못하고 식생활에 대한 가치관이 바르게 형성되어 있지 않다. 또한, 고등학교 때와는 다른 생활 패턴, 제한된 경제력, 방과후의 활동, 외모에 대한 지나친 관심 및 그릇된 영양지식 등으로 불규칙한 식사, 잦은 결식, 부적당한 식품섭취, 잘못된 간식, 야식, 무분별한 음주 등의 나쁜 식습관을 가지고 있는 경우가 많은데 이들은 비만의 원인이 된다. 그러나 우리나라 대학생들은 비만한 경우는 많지 않지만 과체중인 경우는 상당수 있고 이들 중 특히 여학생들은 잘못된 방법으로 체중 감량을 하는 경우가 대부분이다. 본 연구에서는 과체중이나 비만인 대학생을 대상으로 저열량식이군과 저열량식이 + 운동군으로 나누어 3개월 동안 정해진 목표와 방법에 따르도록 하였을 때 체중 감량의 효과, 체구성성분과 혈청 지질의 변화 등을 조사하였다. 이들은 3개월 동안 2 kg의 체중감량을 목표로 모두 영양교육과 영양상담으로 행동수정요법을 통해 개인에 맞는 올바른 식생활을 지속하도록 한 후 영양지식과 인식 등의 변화를 조사하였다.

연구 방법

연구 기간과 대상

연구 기간은 2011년 3월 11부터 2011년 6월 10일까지로 약 3개월 동안 시행되었다. 연구 대상은 충청남도 아산에 위치한 대학교의 대학생 중에서 과체중이나 비만으로 인해 체중감량을 희망하나 실천하는데 어려움을 겪고 있는 20대 대학생들을 모집하였다. 희망자 중에서 학교 보건소에서 신체계측을 진행하여 BMI가 23 이상이거나, BMI는 23에 약간 미달이지만 Inbody 2.0 (Biospace, Cheonan, Korea)로 측정한 체지방량이 여자는 30% 이상, 남성은 23% 이상을 대상자로 정하였다. 희망자 30명을 운동의 선호도에 따라 2군으로 나누어 저열량 식이군 15명과 저열량식이 + 운동군 15명으로 나누었다. 이들 중 중도포기자 5명을 제외한 25명이 전체 실험 기간 동안 참여하였고 이들은 저열량식이군 12명과 저열량식이 + 운동군 13명으로 구성되었다. 본 연구는 호서대학교 연구윤리 위원회 (IRB)의 허가를 받았으며 연구대상자 모두에게

연구의 기간, 목적과 방법, 예견되는 효과 및 위험성 등에 대해 설명하고 서면 동의를 받았다.

체중 감량 프로그램

모든 대상자들은 2주에 한번씩 6회의 영양교육과 2주에 한번씩 6회 개인의 특성을 고려한 개별 영양상담을 통해 행동수정 방법으로 체중 감량을 할 수 있도록 도와 주었다. 체중 감량 프로그램에 목표는 연구기간인 12주 동안 4 kg의 체중을 감량하는 것으로 1일에 총 300 kcal 적게 섭취하거나 운동으로 열량을 더 소모하도록 하였다. 저열량식이군은 열량섭취만으로 1일 300 kcal를 적게 섭취하도록 하였고, 저열량식이 + 운동군은 하루에 200 kcal 적게 섭취하고 운동을 100 kcal씩 실행하도록 교육하였다. 영양교육은 1회에 50분 내외로 시행하였고, 개별 영양상담은 개인 별로 1회 30분씩 진행하였다. 영양 교육의 주제는 Table 1에 주었다. 영양 교육은 추상적인 영양소에 대한 것보다는 실질적으로 실생활에 적용하여 나쁜 식습관을 올바른 식습관으로 전환할 수 있는 행동수정방법 위주로 교육하였다. 영양교육과 영양상담은 식품영양학을 전공한 영양사가 진행하였다.

1차 영양교육에서는 식품구성자전거 (Food Balance Wheels)를 이용하여 다양한 식품섭취를 통한 균형 잡힌 식사구성에 맞는 식사, 적절한 수분섭취 그리고 적절한 운동을 통한 비만예방이라는 주제로 교육하였다. 2차에는 '식사일기 쓰기'로 식사일지를 쓸 양식을 제시하고 쓰는 방법에 대해 교육하였다. 식사일기를 매일 쓰고 이것을 인터넷을 통해 교육자에게 보내도록 하였다. 3차 영양교육은 식품교환군이 잘 정리되어있는 교육자료를 인쇄하여 나눠준 뒤 식단을 짜는 방법을 교육하였다. 교육내용을 토대로 스스로 자신의 하루 식단을 계획하는 훈련을 하였다. 4차 영양교육의 주제는 '영양표시제 올바르게 보기'로 시중에서 대상자들이 많이 접하고 섭취하고 있는 식품들의 영양표시를 Sample로 5개를 제시하여 나눠준 교육자료와 함께 병행하여 올바르게 읽는 방법을 교육하였다. 5차 영양교육은 '똑똑하게 술먹기'라는 주제로 이루어졌다. 술을 피할 수 없는 자리에서 현명하게 대처할 수 있는

Table 1. Contents of the weight control program

Week	Topic of nutritional education
1	A balanced diets using food balance wheels
3	Finding dietary habits to induce obesity by recording daily food intake
5	Planning what to eat every meal
7	Understanding food labeling in the foods and using in the life
9	What is the smart drinking
11	How to increase daily activity: 'Sedentary NO!, Walking YES!'

방법을 제시하고, 음주를 하더라도 적은 칼로리로 섭취할 수 있는 방법을 교육하였다. 대상자들에게 막연하게 술 한 병의 열량을 알려주지 않았고, 소주 한 병은 밥 몇 공기에 해당하는지와 같이 비교하여 이해하기 쉽고 실생활에 적용하기 쉽게 제시하였다. 6차 영양교육은 ‘뒹굴뒹굴 NO! 왔다갔다 YES!’라는 주제로 과체중이나 비만한 사람들이 공통적으로 가지고 있는 일상생활습관의 일부분이나 1가지의 개선을 목적으로 교육을 진행했다. 다같이 ‘뒹굴뒹굴 NO! 왔다갔다 YES!’라는 구호도 외치면서 일상에서 잘못된 습관을 고쳐나갈 수 있도록 유도하였다.

영양상담은 영양교육과는 다르게 동기부여 위주의 상담을 진행하였다. 참여자에 개별적으로 칼로리북을 배포하여 실험 기간 동안에는 자신이 섭취하는 열량이 얼마인지를 예측할 수 있도록 하여 식사 조절을 도와 주었다. 또한, 참가자들은 매일 식사일기를 작성하고 이것을 인터넷을 통해 매일 연구원에게 제출하도록 하였으며 이것은 다음 영양상담의 자료로 사용하였다. 왜 체중을 감량해야 하는지 체중 감량을 하면 무엇이 좋은지 현재 식습관의 잘못된 점은 무엇인지 등을 충고가 아닌 조언으로 설명해주어서 살을 빼야겠다는 의지를 높이는데 중점을 두었다. 1번 상담 때 1가지의 식행동 변화를 실천할 수 있도록 상담을 실행하였다. 폭식의 습관을 가진 사람에게는 적당량의 식사하기, 술을 많이 먹는 사람에게는 절주, 편식하는 사람에게는 골고루 먹기와 같이 1가지의 과제만을 부여하여 다음 상담 때 그것이 잘 지켜졌는지 확인하였다. 또한, 적극적인 칭찬을 통해 동기부여를 시켜주었으며, 지켜지지 못했을 시 대화를 통하여 원인을 찾아 고칠 수 있는 방법이 무엇이 있을지 상담하였다. 습관적으로 야식을 먹는 사람들에게는 9~12시 하루에 한번씩 야식을 자제하도록 문자메시지를 보내주어 흐트러질 수 있는 마음가짐을 다시 복돋아 주었다.

신체계측

신체계측은 식이 조절을 시작하기 전, 6주와 12주에 수행하였다. 신장과 체중은 오전에 가벼운 옷을 입고 신발은 벗은 상태에서 신체자동 측정기 (DS-102, Jenix, Korea)로 측정하였다. 대상자가 평평한 바닥에 서있는 상태에서 줄자로 배꼽이 지나가는 부위를 허리둘레로 측정하였고, 엉덩이 부위 중에서 가장 높은 부분을 엉덩이 둘레로 측정하였다. 체지방량은 생체전기임피던스법 (Bioelectric Impedance Analysis, BIA)방법으로 측정하는 Inbody 2.0를 이용하여 측정하였다. 여러 논문에서^{3,4)} BIA는 체지방량을 간편하게 측정하면서 정확도도 높아 다이어트 프로그램에 사용하기에 적절하다고 보고하였다. Han 등⁵⁾은 BIA방식과 에너지방사선흡수계측법

(DEXA; GE, Lunar Prodigy, USA)으로 체지방을 측정하여 비교하였을 때 두 방식들 사이의 상관관계수가 0.9538로 매우 높아 BIA 방식은 체지방 측정에 효율적이라는 것을 보여주었다. 또한, 비만도는 신체질량 지수인 BMI와 체지방률로 측정하였고 복부비만은 허리둘레나 허리둘레와 엉덩이 둘레의 비로 정하였다. BMI는 체중 (kg)/신장 (m)²으로 계산하였다.

영양소 섭취실태

영양소 섭취량은 영양 교육 전과 후에 훈련된 영양사에 의해서 24시간 회상법으로 조사하였다. 이때 좀 더 정확한 섭취량을 조사하기 위해서 식품 모형과 일상생활에서 사용하는 식기를 이용하여 참가자의 섭취량을 정확하게 파악할 수 있도록 하였다. 조사한 식이 섭취량은 Can Pro 3.0 (The Korean Nutrition Society, Korea)으로 분석하여 영양소 섭취량을 계산하였다. 일부 영양소는 영양소섭취기준의 비로 계산하였다.⁶⁾

혈액의 생화학적 검사

다이어트 시행 전과 후 두 번 혈액을 채혈하여 비만과 관련이 있는 혈청 지질인 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤과 중성지방의 농도를 각각에 해당하는 콜레스테롤 kit, HDL 침전 시약과 중성지방 kit (아산 제약, 한국)로 실험하여 비색정량하였다. LDL-콜레스테롤은 Friedewald이 고안한 방정식에 의해서 계산하였다.⁷⁾ 또한, 간 기능을 나타내는 지표인 GOT (glutamic oxaloacetic transaminase), GPT (glutamic pyruvic transaminase)의 혈청 내 농도도 GOT kit와 GPT kit (아산 제약, 한국)로 실험하여 비색정량하였다.

영양 교육 평가

영양 교육과 상담의 효과를 조사하기 위해서 교육 전과 후에 식사 행동이나 인지의 변화를 측정할 수 있는 설문 조사를 하였다 (Table 2). 식사습관에 대한 설문문의 16개 문항마다 나쁜 행동이나 생각은 3점, 좋은 행동이나 생각은 1점을 주어 점수화했다. 운동설문 문항은 27종류의 운동에 대하여 실천 유무를 조사하였으며 1가지의 운동에 1점씩 부과하였다. 결과적으로 점수가 높을수록 나쁜 식습관이나 운동 습관을 가진 것으로 평가하였다.

Table 2. Characteristics of subjects before the weight control program

	Low calorie diet (n = 12)	Low calorie diet + exercise (n = 13)
Age (y)	21.9 ± 1.8	22.4 ± 2.2
Men (%)	50	38.4
Height (cm)	165.6 ± 7.7	167.8 ± 9.3
Body weight (kg)	70.7 ± 11.6	69.3 ± 10.5

통계처리

데이터는 평균 \pm 표준편차나 %로 표시하였다. 체위조사는 다이어트 시행 전 (0주), 6주와 12주에 측정하였다. 각 변수에 따른 데이터들은 정규성 검정을 시행하였을 때 정규분포를 나타내었으므로 시간에 따른 차이는 ANOVA로 측정하였다. 혈액 성분과 영양소 섭취 및 식습관은 다이어트 시행전과 후에 측정하였으므로 다이어트 시행 후의 저열량식이와 저열량식이 + 운동군의 통계적 유의적인 차이는 two-sample t-test로 검증하였고, 다이어트시행 전과 후의 차이는 paired t-test로 통계적 유의성을 검증하였다.

결 과

대상자의 특성

저열량식이군과 저열량식이 + 운동군에 속한 대상자들의 나이, 키와 비만도를 나타내는 BMI는 유의적인 차이는 없었다 (Table 2). 그러나 두군 사이에 남녀 비율에 차이가 있었는데 이것은 저열량식이 + 운동군에 남자 탈락자가 많았기 때문이다.

체중, 체지방 등 신체 계측치 변화

12주 동안 체중의 변화를 살펴보면 두 군 모두 감소하였는데 저열량식이군에 비해 저열량식이 + 운동군의 체중 감소가 현저하게 높았지만 당초의 목표인 12주에 4 kg 감량은 도달하지 못했다 (Table 3). BMI는 연구 기간 동안 점차 감소하는 경향을 나타내었지만, 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 연구 기간 동안의 BMI변화는 저열량식이군과 저열량식이 + 운

동군에서 차이가 없었다 (Table 3). 그러나 BIA방법으로 측정한 신체구성 성분에는 차이가 있어서, 두군에서 모두 시간이 지남에 따라 체지방은 감소하고 근육량은 증가하며 체수분의 양도 증가하였다 (Table 3). 그러나 저열량식이군은 6주까지 변화가 더 커서 12주에 비해 6주에 체지방이 낮았고 근육량은 더 많았다. 12주 동안의 신체구성 성분의 변화를 비교하면 체지방의 감소량, 근육량, 체수량의 증가는 저열량식이군에 비해 저열량식이 + 운동군이 더 컸다 (Table 3). 허리둘레도 체지방과 같은 경향을 나타내어 저열량식이군에 비해 저열량식이 + 운동군에서 더 감소하였다 (Table 3). 결과적으로 저열량식이는 체중 감량에 효과적이기는 하나 6주 이상 지속하기 어렵다는 것을 알 수 있었고 반면에 저열량식이 + 운동군은 6주까지는 서서히 감소하였지만, 12주에는 현저하게 체지방 및 허리둘레의 감소를 나타내었다.

혈청 지방 변화

다이어트 실행 전에 연구대상자들의 혈청 총 콜레스테롤, LDL, HDL, 중성지방의 농도는 정상 농도 범위에 있었지만 HDL콜레스테롤 농도는 위험 경계 범위인 1.03 mmol/L에 있었다 (Table 4). 저열량식이와 저열량식이 + 운동의 다이어트 프로그램을 실행한 후에 혈청 지방 profile에는 큰 차이가 없었다. 다만, 두 군에서 모두 HDL 콜레스테롤의 농도가 감소하여 정상범위 농도보다 낮아졌고 혈청 중성 지방의 농도가 증가하였다 (Table 4).

최근 연구에 따르면 비만한 경우 지방간 등으로 간 손상을 유발시켜 혈청 GOT와 GPT 농도가 증가한다는 보고가 있으므로 이들의 농도를 측정하였다. 그러나 본 연구대상자들

Table 3. The anthropometric data after the weight control programs and the differences before and after the program

	Low calorie diet (n = 12)			Low calorie diet + exercise (n = 13)		
	0 week	6 weeks	12 weeks	0 week	6 weeks	12 weeks
Changes of body weight		-1.09 \pm 0.05			-1.98 \pm 0.12 ³⁾	
BMI	25.8 \pm 2.5	24.9 \pm 2.7	25.0 \pm 2.8	24.6 \pm 2.1	24.0 \pm 1.9	23.9 \pm 2.0
Changes of BMI		-0.8 \pm 0.1			-0.7 \pm 0.06	
Body fat (%)	32.6 \pm 4.1 ^a	27.7 \pm 4.2 ^b	30.2 \pm 4.3 ^{ab}	29.3 \pm 3.6 ^{ab}	25.9 \pm 3.7 ^c	25.7 \pm 3.8 ^{c1,2)}
Changes of body fat (%)		-2.4 \pm 0.31			-3.6 \pm 0.42 ³⁾	
Skeletal muscle (%)	13.8 \pm 1.8 ^b	14.3 \pm 1.5 ^{ab}	14.0 \pm 1.8 ^b	14.6 \pm 1.7 ^{ab}	15.3 \pm 1.6 ^a	15.4 \pm 1.7 ^{a1,2)}
Changes of skeletal muscle (%)		0.2 \pm 0.03			0.6 \pm 0.07 ³⁾	
Body water (%)	49.3 \pm 5.7 ^b	53.3 \pm 5.9 ^a	51.5 \pm 5.9 ^{ab}	51.1 \pm 5.0 ^b	54.5 \pm 4.7 ^a	54.5 \pm 5.2 ^{a1)}
Changes of body water (%)		2.2 \pm 0.25			2.9 \pm 0.28 ³⁾	
Waist circumference (cm)	82.4 \pm 9.6	80.8 \pm 10.5	82.2 \pm 9.0	81.8 \pm 7.1	80.8 \pm 6.8	80.4 \pm 8.0
Changes of waist circumference (cm)		-0.2 \pm 0.03			-1.4 \pm 0.15 ³⁾	
Waist-hip ratio	0.85 \pm 0.12 ^a	0.83 \pm 0.11 ^b	0.84 \pm 0.09 ^a	0.84 \pm 0.11 ^a	0.83 \pm 0.07 ^b	0.83 \pm 0.08 ^{ab1)}
Changes of waist-hip ratio (%)		-0.004 \pm 0.0005			-0.011 \pm 0.00 ³⁾	

1) Significant time effects by two-way ANOVA at $p < 0.05$ 2) Significant effect of diet programs by two-way ANOVA at $p < 0.05$

3) Significantly different from a low calorie diet by two-sampled t-test at $p < 0.05$

a, b, c: Values in the same row with different superscripts were significantly different in Tukey test at $p < 0.05$

의 혈청 GOT와 GPT 농도는 다이어트 프로그램 실행 전에도 정상 범위 내에 있었으며 두 군에서 모두 실행 전과 후에 차이가 없었다 (Table 4).

영양소 섭취량 및 식습관

다이어트프로그램을 시작하기 전에 저열량식이군과 저열량식이 + 운동군의 대상자들은 모두 에너지필요추정량의 약 81~87%를 섭취하고 있었고, 12후에 섭취량은 두 군에서 모두 다이어트 프로그램 실행 전보다 약 10% 적게 섭취하였다 (Table 5). 저열량식이군과 저열량식이 + 운동군은 다이어트 실행 전에 비해 각각 약 355와 287 kcal를 적게 섭취하였다. 결과적으로 저열량식이군과 저열량식이 + 운동군은 모두 계획했던

것만큼 적게 섭취하였다 (Table 5). 열량섭취를 열량영양소로 나누어보면 두 군에서 모두 단백질 섭취량은 다이어트 프로그램 실행 전후에 차이가 없었고, 열량 섭취량 감소는 탄수화물과 지방섭취량의 감소로 인한 것이었다. 특히 다이어트 실행 후에 저열량식이군과 저열량식이 + 운동군은 모두 열량 중 단백질섭취 비율이 증가하였으며 탄수화물과 지방 섭취 비율은 감소하였다 (Table 5). 다이어트프로그램 후에 두 군에서 모두 열량 섭취량이 감소하였음에도 불구하고 일부 미량영양소 섭취량은 증가하였다. 특히 저열량식이 + 운동군에서는 칼슘, 비타민 C와 엽산 섭취량이 증가하였다 (Table 5). 결과적으로 저열량식이군과 저열량식이 + 운동군에서 열량 섭취는 감소하였지만 특히 저열량식이 + 운동군에서의 미량영양소

Table 4. The serum lipid profiles and liver damage index after the weight control programs and the differences before and after the program

	Low calorie diet (n = 12)		Low calorie diet + exercise (n = 13)	
	0 week	12 week	0 week	12 week
Serum total cholesterol (mmol/L)	4.5 ± 0.5	4.4 ± 0.6	4.3 ± 0.5	4.5 ± 0.7
Serum HDL cholesterol (mmol/L)	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.1	1.1 ± 0.2	0.9 ± 0.1
Serum LDL cholesterol (mmol/L)	2.8 ± 0.6	2.8 ± 0.5	2.6 ± 0.5	2.9 ± 0.8
Serum triglyceride (mmol/L)	1.3 ± 0.3	1.5 ± 0.3	1.3 ± 0.3	1.5 ± 0.3
Serum GOT (IU/L)	8.3 ± 2.1	8.4 ± 2.1	7.6 ± 1.6	8.5 ± 1.6
Serum GPT (IU/L)	5.4 ± 1.9	4.6 ± 2.0	4.4 ± 1.1	4.9 ± 1.1

Table 5. Daily nutrient intakes after the weight control programs and the differences before and after the program

	Low calorie diet (n = 12)		Low calorie diet + exercise (n = 13)	
	0 week	12 week	0 week	12 week
Energy intake (kcal)	1917.2 ± 201.9 ^a	1562.1 ± 110.0 ^c	2054.4 ± 232.4 ^a	1767.5 ± 141.4 ^{b1,2)}
% of EER	81.6 ± 8.6 ^a	69.3 ± 5.4 ^b	87.4 ± 9.9 ^{ab}	78.4 ± 6.3 ^{c1,2)}
Carbohydrate (g)	268.6 ± 17.9 ^a	209.855 ± 11.4 ^b	277.4 ± 29.5 ^{ab}	242.4 ± 22.9 ^{c1,2)}
% carbohydrate of calorie intake	56.0 ± 3.7 ^a	53.7 ± 2.9 ^a	54.0 ± 5.8 ^{ab}	55.1 ± 5.2 ^{b1,2)}
Protein (g)	73.1 ± 10.7	67.4 ± 7.4	76.5 ± 9.4	73.5 ± 8.3
% protein of calorie intake	15.3 ± 2.2 ^{ab}	17.3 ± 1.9 ^a	14.9 ± 1.8 ^b	16.6 ± 1.9 ^{a1,2)}
Fat (g)	61.1 ± 8.5 ^a	50.3 ± 7.4 ^b	71.0 ± 7.9 ^a	55.9 ± 6.5 ^{b1,2)}
% fat of calorie intake	3.4 ± 3.3	20.1 ± 3.0	27.2 ± 3.0	22.3 ± 2.6
Fiber (g)	14.2 ± 2.1	13.3 ± 2.6	13.8 ± 2.0	15.8 ± 1.9
Calcium (mg)	483.7 ± 80.5 ^b	450.8 ± 141.5 ^b	338.1 ± 73.8 ^c	589.6 ± 176.6 ^{a1,2)}
Iron (mg)	10.4 ± 1.6 ^b	10.2 ± 1.8 ^b	12.8 ± 1.9 ^a	11.4 ± 1.7 ^{ab1,2)}
Zinc (mg)	9.2 ± 1.8 ^a	6.7 ± 1.0 ^b	8.7 ± 1.7 ^a	8.5 ± 0.9 ^{a1,2)}
Vitamin A	627.0 ± 201.1	536.6 ± 216.0	513.8 ± 210.5	665.5 ± 206.6
V-E (mg α-TE)	12.0 ± 3.1	10.8 ± 2.3	14.0 ± 3.2	14.0 ± 3.5
V-B ₁ (mg)	1.2 ± 0.4	1.0 ± 0.3	1.2 ± 0.3	1.2 ± 0.3
V-B ₂ (mg)	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.3	1.3 ± 0.8	1.2 ± 0.3
V-B (mg)	1.7 ± 0.4	1.9 ± 0.5	1.5 ± 0.4	2.0 ± 0.5
Niacin (mg)	14.6 ± 2.9	16.2 ± 3.2	18.6 ± 3.1	17.3 ± 2.9
V-C (mg)	60.3 ± 28.7 ^b	56.0 ± 18.2 ^b	57.9 ± 15.6 ^b	94.2 ± 33.3 ^{a1,2)}
Folic acid (ug)	204.3 ± 38.2 ^a	163.5 ± 30.7 ^b	175.1 ± 34.7 ^b	211.5 ± 38.9 ^{a1,2)}

1) Significant time effects by two-way ANOVA at p < 0.05 2) Significant effect of diet programs by two-way ANOVA at p < 0.05
a, b, c: Values in the same row with different superscripts were significantly different in Tukey test at p < 0.05

Table 6. Scores of dietary and exercise habits

	Low calorie diet (n = 12)		Low calorie diet + exercise (n = 13)	
	0 week	12 week	0 week	12 week
Meal regularity	1.7 ± 0.4 ^a	1.6 ± 0.4 ^{ab}	1.8 ± 0.3 ^a	1.4 ± 0.3 ^{b*}
Eating periods	2.5 ± 0.4 ^a	2.2 ± 0.3 ^a	2.3 ± 0.4 ^a	1.8 ± 0.4 ^{b*}
Overeating	2.0 ± 0.1 ^a	1.9 ± 0.2 ^a	1.8 ± 0.3 ^{ab}	1.7 ± 0.3 ^{b*}
Saltiness	2.0 ± 0.5	2.3 ± 0.5	2.6 ± 0.5	2.6 ± 0.6
Fatty meat	2.2 ± 0.2	2.0 ± 0.3	2.3 ± 0.3	2.2 ± 0.3
Snacking	1.8 ± 0.4	2.2 ± 0.4	1.8 ± 0.4	1.8 ± 0.5
Eating-out	1.6 ± 0.4 ^a	1.2 ± 0.2 ^b	1.5 ± 0.4 ^a	1.1 ± 0.1 ^{b*}
Eating night	1.8 ± 0.4	1.9 ± 0.4	1.7 ± 0.4	1.8 ± 0.5
Drinking	2.0 ± 0.4 ^a	1.6 ± 0.3 ^b	2.0 ± 0.3 ^a	1.6 ± 0.3 ^{b*}
Total dietary score	32.0 ± 2.3 ^a	28.2 ± 2.1 ^b	31.8 ± 2.6 ^a	26.6 ± 1.6 ^{b*}
Exercise score	0.8 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.6 ± 0.3

*: Significant time effects by two-way ANOVA at $p < 0.05$

a, b, c: Values in the same row with different superscripts were significantly different in Tukey test at $p < 0.05$

섭취 비율은 향상된 것을 알 수 있었다. 그렇지만 전체적으로 보았을 때, 비타민 B₂, 비타민 C, 엽산, 칼슘, 철분의 섭취는 권장 섭취량에 크게 미치는 못하여서 영양결핍증이 우려되므로 대학생들의 영양관리가 시급하다고 하겠다.

식습관도 영양소와 마찬가지로 다이어트프로그램 실행 전에 비해 실행 후에 좋아졌는데, 특히 저열량식이 + 운동군에서 식습관이 더 향상되었다 (Table 6). 그런데 각각의 식습관 중에서는 규칙적인 식사, 천천히 식사하기, 과식은 저열량식이 + 운동군에서만 다이어트 프로그램 실행 후에 그 점수가 감소하였고, 외식, 음주 그리고 전체적인 식습관 점수는 저열량식이군과 저열량식이 + 운동군에서 모두 다이어트 프로그램 실행 후에 점수가 감소하였다 (Table 6). 간식여부에 대한 점수는 간식 전후에 큰 차이를 보이지 않았지만 간식의 종류에 있어서 두군 모두에서 다이어트프로그램 시행 전에는 떡볶이, 튀김, 순대, 라면, 감밥 등 칼로리가 높고 자극적인 맛을 가진 간식을 선택하는 반면 감량하는 동안 간식의 종류로는 칼로리가 낮고 포만감을 주는 과일이나 고구마 혹은 저지방우유, 두유 등으로 바뀐 대상자들이 많아졌다 (data not shown). 이것은 다이어트 프로그램 실행 후에 두 군에서 모두 식습관이 향상되고, 특히 저열량식이 + 운동군에서 식습관이 향상되었다는 것을 보여주는 것이다.

고 찰

본 연구에서는 과체중이나 비만인 대학생을 대상으로 저열량식이군과 저열량식이 + 운동군으로 나누어 3개월 동안 2 kg의 체중감량을 목표로 저열량식이 또는 저열량식이와 운동을 병행하는 방법으로 체중감량을 실시하였다. 그 결과, 열량 섭취는 저열량식이군은 355 kcal/일 그리고 저열량식이 + 운

동군은 287 kcal/일을 섭취하여 적절한 열량 섭취를 하였음에도 불구하고 저열량식이 + 운동군과 저열량식이군의 평균 체중 감소량은 각각 2 kg와 1 kg이었다. 또한, 저열량식이군에 비해 저열량식이방법 + 운동군의 체지방과 허리둘레 감소율이 더 높았다. 저열량식이군은 6주에는 저열량식이 + 운동군보다 더 효율적으로 체중을 감량하는 것처럼 보였으나 12주까지 지속하지 못하였고, 12주에는 저열량식이 + 운동군이 저열량식이군에 비해 체지방 감량이 더 높았다. 그러므로 저열량식이는 단기적인 체중감량에는 효과적이지만 장기적인 경우에는 비효과적이라는 것을 알 수 있었다.

본 연구 대상자는 학교 교내에 체중 감량 프로그램에 대한 공고를 한 후 30명을 대상자들을 기준에 맞춰 선발한 후 두 군으로 나누었다. 운동에 대한 선호도 때문에 대상자를 무작위로 두 군으로 나눌 경우 운동의 효과가 없어질 가능성이 있어서 운동의 선호도에 따라 두 군으로 나누었다. 만약, 운동에 대한 선호도 없는 대상자는 무작위로 두 군에 배정하였다. 그래서 연구 시작 전의 저열량식이군이 저열량식이 + 운동군에 비해 체중, 체지방, 허리둘레 등이 낮은 경향을 나타내었다. 과체중이나 비만 (특히 복부 비만)은 고지혈증, 비알코올성 지방간, 당뇨, 고혈압 등의 대사성 질환의 발병을 초래할 수 있으므로 젊어서부터 정상 체중을 유지하도록 하는 것이 중요하다.⁸⁾ 비만은 인슐린 작용을 약화시켜 인슐린 저항성을 증가시키는데 서구인과는 달리 우리나라를 포함한 동남아시아인에서는 췌장에서 인슐린의 분비를 증가시키지 못하여 당뇨병으로 진전되기 쉽다는 것이 보고되었다.^{9,10)} 1971년에는 우리나라의 30세 이상 당뇨병의 유병률은 1.5%에서 2009년에는 10% 내외로 무려 7배 가까이 증가하였다.¹¹⁾ 이것은 같은 기간 미국에서의 당뇨병 유병률이 두 배 가량 증가해온 것과 비교할 때 매우 급격한 증가라고 할 수 있다.¹²⁾ 이러한 제2형 당뇨병의 유

병률의 증가는 비만율과 양의 상관관계를 나타낸다는 것이 보고되었다.¹³⁾ 그러므로 우리나라 성인은 BMI로 23 kg/m² 이하로 유지하고 체지방도 남자는 20% 이하 여자는 25% 이하로 유지하는 것이 중요하겠다.

이 연구에서는 12주 동안 영양교육을 6회 실시하고 개인별 영양상담도 6회 진행하였다. 영양교육의 내용은 영양 지식 보다는 체중 감량을 위해서 올바른 저열량식이를 실천하고 적절한 활동량을 유지할 수 있도록 동기를 유발하고 지속적으로 유지할 수 있도록 인식의 재구조화를 할 수 있는 교육을 실행하였다. 여러 연구에서¹⁴⁾ 영양지식을 알려주는 영양교육은 영양지식은 증가하지만 이것이 실천으로 연결되지 않아 효과가 적은 경우가 많으므로 본 연구에서는 영양교육은 체중 감량을 실천하고자 하는 동기를 유발하고 실천을 유지할 수 있도록 하는 교육에 중점을 두었다. 또한, 식사일기를 매일 쓰도록 하여 자기 관찰을 통해서 자신의 식행동과 연결된 감정이나 문제점을 발견하고 문제가 있는 행동을 수정하고 개선할 수 있도록 하므로 체중 감량이 필요하다는 것이 알려졌다.¹⁴⁾ 식사일기는 영양상담사에게 이메일로 보내도록 하여 필요할 경우 상담을 받을 수 있도록 실행하였다. 저열량식이군의 대상자들은 6주까지는 효과가 좋았으나 이것을 지속하는데 어려움이 많았다. 특히 대상자들이 에너지 필요추정량의 81~87%를 섭취하고 있어서 여기에서 열량섭취를 줄여서 섭취하는 것이 쉽지 않았고, 학기 중이어서 여러 가지 학교 행사들로 인해서 음주나 회식 등에 참석하는 일들이 많아지면서 열량 섭취를 계획대로 실천하기가 어려운 점들이 있었다. 운동을 병행한 군의 대상자들은 같은 문제에 도달하더라도 식이 조절이 되지 않으면 운동을 더 많이 하려는 경향이 있어서 전체적으로 음의 열량 균형을 맞추는데 더 효과적인 면도 있었다.

일반적으로 저열량식이는 하루에 800~1,500 kcal로 정의된다. 그러나 필수 영양소인 비타민, 무기질, 단백질 등의 섭취를 충족시킬 수 있는 최저필요량인 1,200 kcal/일은 섭취하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 조금씩 지속적으로 체중 감량을 목표로 하여 저열량식이군에서는 다이어트 프로그램 실행 전에 섭취하고 있는 열량보다 하루에 300 kcal를 적게 섭취하도록 정하여 주었고, 저열량식이 + 운동군에는 하루에 200 kcal의 열량섭취를 줄이고 100 kcal 정도에 해당하는 운동을 더 하기를 권장하였다. 이론적으로 12주에 약 4 kg 정도가 감량하겠지만 이 목표보다는 적게 도달할 것으로 예측하였다. 예측한대로 체중 감량은 목표치에 도달하지 못했다. 체중감량 프로그램을 할 때 일반적으로 계획했던 대로 매일 지키는 것이 어렵기 때문에 이론적인 계산한 예측치보다는 적게 감량되는 경우가 많다. 그러므로 영양교육과 상담시 식사섭취량,

행동수정 및 운동에 대한 약속을 지키지 못한 날에 대한 것은 그 후에 만회하도록 권장하는 것이 좋겠다. 본 연구에서는 저열량식이 + 열량군에서 12주 동안 체중 감량이 2 kg이었으므로 일부 다른 연구^{15,16)} 보다는 다이어트 프로그램의 효과가 크지 않았다. 그러나 24시간 회상법으로 조사한 영양소 섭취량을 보면 대상자들은 정해진 규칙에 맞춰서 섭취하였다. 그런데 체중감소가 이론적인 것과 차이가 있었던 것은 회식으로 인한 음주나 시험 등의 스트레스로 인한 과식 등으로 자신의 열량섭취량보다 많이 섭취한 날들이 있었기 때문으로 파악된다. Ahn 등¹⁵⁾은 제2형 당뇨병 환자들을 대상으로 500 kcal/일 이상으로 감소시킨 저열량식이를 12주 동안 수행하였을 때 체중이 약 5.2 ± 1.5 kg가 감소하였다. 또한, Ross 등¹⁶⁾에서는 성인을 대상으로 저칼로리 식사 12주 후에 체중이 8% 감소하였고, 제지방량도 유의한 감소를 보였다. 그러나, Kang 등¹⁷⁾에서는 비만 여성을 대상으로 8주 후 체중의 약 8% 감량하였고, 제지방량의 감소없이 복부 내장 지방은 24.8%, 복부 피하지방은 21.7% 감소하였다. Gasteyer 등¹⁸⁾은 비만 여성에서 저칼로리 식사로 10%의 체중을 감소시킨 결과, 복부 내장지방을 23.7%, 복부 피하지방을 15.7% 감소시켰다. 그러나 Kim 등¹⁹⁾은 과체중인 제2형 당뇨병환자를 대상으로 12주 동안 표준체중 × 30~35 kcal를 하루에 섭취하도록 하였을 때 약 1.5 kg이 감량하였다. 결과적으로 체지방이 감소될 때 복부 지방이 약간 더 감소하는 것을 볼 수 있었다. 본 연구에서도 저열량식이 + 운동은 체중은 2 kg, 체지방이 3.6%, 감소하였고, 특히 복부지방을 나타내주는 허리둘레는 1.4 cm 감소하였다.

본 연구에서는 다이어트 프로그램 종류에 관계없이 참여 전후에 혈청 지질 profiles의 변화가 거의 없었으며, HDL 콜레스테롤만 약간 낮아져서 정상범위보다 낮은 수치를 나타내었으나 다이어트 프로그램 전후에 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 일반적으로 체중 감량을 하였을 때 혈청 지방 profile이 향상되었다는 보고^{20,21)}도 있지만, 일부 다이어트 연구²²⁾에서도 체중 감량 전후에 혈청 지질 profiles의 변화가 없는 경우도 많았다. 이러한 연구 결과를 종합해보면 운동을 하지 않고 저열량식이로만 체중 감량을 시도할 경우 혈청 지방 profile이 개선되지 않을 가능성이 높다는 것을 알 수 있었다. 운동을 할 경우에는 운동시간이 길수록 그리고 운동 강도가 높을수록 혈청 지질 profile이 향상되었으므로 체중 감량을 시작하기 전에는 반드시 혈청 지질 profile을 측정하여 자신이 할 수 있는 최고 운동량을 유지하는 것이 필요하겠다. 또한, 다이어트 프로그램 중에도 혈청지질 profile을 정기적으로 검사하여 심혈관계질환의 발생을 방지하는 것이 필요하겠다.

요약 및 결론

우리나라 대학생들은 정상체중이나 과체중인 경우에도 특히 여학생들은 체중 감량을 하고자 노력하지만 잘못된 방법으로 하는 경우가 대부분이다. 또한, 다이어트 프로그램의 성과를 보고한 것들도 있지만, 체중 감량을 지속적으로 유지할 수 있도록 행동 수정 교육을 통한 체중 감량 프로그램을 운영한 것은 많지 않다. 본 연구의 목적은 과체중이나 비만인 대학생을 대상으로 행동 수정을 바탕으로 하는 영양교육 및 상담 프로그램과 함께 저열량식이와 운동을 하였을 때 체중 감량, 혈청 지질 profiles, 식행동 변화의 효과를 조사하는 것이었다. 저열량식이군 (n = 12)과 저열량식이와 운동군 (n = 13)의 대상자들은 모두 3개월 동안 4 kg의 체중감량을 목표로 영양교육과 영양상담으로 행동 수정요법을 통해 개인에 맞는 올바른 식생활을 가지도록 하였다. 12주 프로그램 전과 후에 체중 감량, BIA 방법으로 체구성 성분, 혈청 지질, 24시간 회상법으로 영양소 섭취량 그리고 설문지에 대한 응답으로 식습관의 변화 등을 조사하였다. 그 결과, 열량 섭취는 저열량식이군은 355 kcal/일 그리고 저열량식에 비해 + 운동군은 287 kcal/일을 섭취하여 적절한 열량 섭취를 하였음에도 불구하고 저열량식이 + 운동군과 저열량 식이군의 평균 체중 감소량은 각각 2 kg와 1 kg이었고, 저열량식이군에 비해 저열량식이방법 + 운동군이 체지방 감소율과 허리둘레 감소 등의 더 높았다. 또한, 저열량식이군에서는 근육량이 거의 증가하지 않았지만, 저열량식이 + 운동군에서는 근육량이 증가하여 체지방 감소량이 체중 감소량보다 많았다. 저열량식이군은 6주까지는 체중, 체지방, 허리둘레가 급격히 감소하였지만, 이것이 12주까지 지속하기 어려웠다. 저열량식이 + 운동군은 처음에 6주 동안도 천천히 감소하였지만 12주가 지속된 것으로 보아 체중 감소와 유지에 효과적이었다. 또한, 설문조사에서는 식행동에 관한 영양교육 및 상담은 잘못된 행동을 수정하려는 노력을 향상시켰다는 것을 보여 주었다. 결론적으로 저열량식이와 운동을 병행하는 것이 체지방을 감소시키고 근육량은 증가시켜 지속적인 변화를 유지시킬 수 있어 다이어트 프로그램으로 적절하다는 것을 알 수 있었다.

Literature cited

- 1) Ministry of Health and Welfare. The 4th Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2010). Seoul: Ministry of Health and Welfare; 2011
- 2) Korean Society for the Study of Obesity. The diagnosis and treatment of obesity. Guidelines for the Asia-Pacific region. Seoul: Han Medical; 2000
- 3) Panotopoulos G, Ruiz JC, Guy-Grand B, Basdevant A. Dual x-ray absorptiometry, bioelectrical impedance, and near infrared interactance in obese women. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(4): 665-670
- 4) Jeong DW, Lee SY, Min HG, Kim YJ, Choi SH, Kim YJ, Cho BM. Measuring performance evaluation of body fat measuring instrument applying body measuring value method. *Korean J Health Promot Dis Prev* 2006; 6(2): 79-87
- 5) Han SH, Lee SY, Kim KN, Yoo SM. Comparison between dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) and bioelectrical impedance analysis (BIA) in measurement of lean body mass and fat mass in obese adults: based Bland-Altman plot analysis. *Korean J Obes* 2006; 15(4): 213-218
- 6) The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans. Seoul; 2010
- 7) Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18(6): 499-502
- 8) Nicklas BJ, Penninx BW, Ryan AS, Berman DM, Lynch NA, Dennis KE. Visceral adipose tissue cutoffs associated with metabolic risk factors for coronary heart disease in women. *Diabetes Care* 2003; 26(5): 1413-1420
- 9) Chan JC, Malik V, Jia W, Kadowaki T, Yajnik CS, Yoon KH, Hu FB. Diabetes in Asia: epidemiology, risk factors, and pathophysiology. *JAMA* 2009; 301(20): 2129-2140
- 10) Yoon KH, Lee JH, Kim JW, Cho JH, Choi YH, Ko SH, Zimmet P, Son HY. Epidemic obesity and type 2 diabetes in Asia. *Lancet* 2006; 368(9548): 1681-1688
- 11) Kim SG, Choi DS. The present state of diabetes mellitus in Korea. *J Korean Med Assoc* 2008; 51(9): 791-798
- 12) Gregg EW, Cadwell BL, Cheng YJ, Cowie CC, Williams DE, Geiss L, Engelgau MM, Vinicor F. Trends in the prevalence and ratio of diagnosed to undiagnosed diabetes according to obesity levels in the U.S. *Diabetes Care* 2004; 27(12): 2806-2812
- 13) Korea Centers for Disease Control and Prevention. Obesity prevalence and trends in Korea (1998-2009). 2011 Oct. Available from: http://www.cdc.go.kr/contents/information/had/b/12130_view.html
- 14) Burke LE, Styn MA, Sereika SM, Conroy MB, Ye L, Glanz K, Sevik MA, Ewing LJ. Using mHealth technology to enhance self-monitoring for weight loss: a randomized trial. *Am J Prev Med* 2012; 43(1): 20-26
- 15) Ahn HJ, Cho YO, Kwon HR, Ku YH, Koo BK, Han KA, Min KW. The effects of low-calorie diets on abdominal visceral fat, muscle mass, and dietary quality in obese type 2 diabetic subjects. *Korean Diabetes J* 2009; 33(6): 526-536
- 16) Ross R, Dagnone D, Jones PJ, Smith H, Paddags A, Hudson R, Janssen I. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2000; 133(2): 92-103
- 17) Kang JS, Kim HS. A study on the evaluation of a nutritional education program for the middle aged obese women. *Korean J Food Nutr* 2004; 17(4): 356-367
- 18) Gasteyer C, Larsen TM, Vercruysse F, Pedersen D, Toubro S, Astrup A. Visceral fat loss induced by a low-calorie diet: a direct comparison between women and men. *Diabetes Obes Metab* 2009; 11(6): 596-602
- 19) Kim SH, Lee SJ, Kang ES, Kang S, Hur KY, Lee HJ, Ahn CW, Cha BS, Yoo JS, Lee HC. Effects of lifestyle modification on metabolic parameters and carotid intima-media thickness in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 2006; 55(8): 1181-1187

- 1053-1059
- 20) Kwon IC, Oh JK, Shin YO, Yoon SM, Lee JP, Kim YJ, Kwon KW. The effects of aerobics and aerobics combined with circuit weight training on body composition, blood lipids, serum leptin and heart rate recovery in obese children. *Korean J Phys Educ* 2002; 41(3): 383-391
- 21) Kawano M, Shono N, Yoshimura T, Yamaguchi M, Hirano T, Hisatomi A. Improved cardio-respiratory fitness correlates with changes in the number and size of small dense LDL: randomized controlled trial with exercise training and dietary instruction. *Intern Med* 2009; 48(1): 25-32
- 22) Heo YH, Kim EJ, Seo HS, Kim SM, Choi KM, Hwang TG, Cho GJ, Park Y. The effect of 16 week exercise program on abdominal fat, serum lipids, blood glucose, and blood pressure in obese women. *Korean J Obes* 2010; 19(1): 16-23