

비만한 중년 남성에서 열량제한과 운동을 통한 체중 감소의 효과

연세대학교 식품영양학과, 연세대학교 의과대학 심혈관 연구소¹

이종호 · 장양수¹ · 박현영¹ · 김오연 · 유하정 · 채지숙

Beneficial Effect of Weight Reduction in Overweight Middle-Aged Men

Jong Ho Lee, Ph.D., Yang soo Jang, M.D.¹, Hyun-Young Park, M.D.¹, Oh Yeon Kim, M.S.,
Ha Jung Ryu, B.S. and Ji Sook Chae, B.S.

*Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Cardiovascular Research Institute,
College of Medicine¹, Yonsei University, Seoul, Korea*

ABSTRACT

Background: With abdominal obesity being recognized as an important risk factor of metabolic disease and atherosclerosis, it is important to determine the optimal weight loss program for decreasing this risk. The goal of this study was to determine beneficial health effects of modest weight loss with low calorie diet and exercise in middle-aged overweight Korean men.

Method: Sixteen overweight men aged 40~49 years participated in a 3-month weight-management program. The diet and exercise program reduced daily energy intake by 300~400 kcal from daily energy need and expended about 100 kcal in walking and other light exercise. Compliance with the diet and exercise protocol was monitored through 7-day records of diet and physical activity maintained by subjects monthly. Adipose tissue and muscle areas were calculated from computerized tomography scans at 3 body levels, L1, L4 and mid portion of thigh before and after weight loss. Anthropometries, serum levels of lipids and hormones and response areas of glucose, C-peptide, insulin and free fatty acid during oral glucose tolerance test (OGTT) were determined.

Result: After 3 months of diet and exercise, body weight fell an average of 4.9 kg (6.3%) and waist circumference reduced an average of 5cm. Modest weight loss appeared to decrease blood pressure in overweight males. Although weight loss did not show any significant differences in thigh muscle and femoral subcutaneous fat areas, there was about 20% reduction in visceral, subcutaneous and total fat areas of L1 and L4 levels after weight loss. Mean values of serum total cholesterol, even though within normal range before weight loss, decreased significantly after weight loss. Serum triglyceride concentration fell from 192 to 143 mg/dL in association the loss of weight. Modest weight loss showed a 30% decrease in fasting insulin and response areas of

insulin during OGTT. There was a 16% but not significant decrease in the response area of free fatty acid during OGTT after weight reduction.

Conclusion: The result suggests that modest weight reduction with diet and exercise can show a rapid decrease in abdominal fat without muscle loss, compared with in femoral fat. Modest weight loss about 6% of initial weight can be viable approach to help decrease serum lipids and hyperinsulinemia and improve insulin responsiveness to glucose challenge.

Key Words: Abdominal obesity, Exercise, Weight reduction, Abdominal fat, Middle-aged men

서 론

복부 지방은 인슐린저항성증후군을 초래하는 요인으로[1,2], 이상지혈증, 당뇨병, 고혈압 및 관동맥 질환의 유병률을 증가시킨다[3~8]. 이러한 복부 지방의 영향은 체질량지수에 대해 독립적이므로[1,9,10], 성인에서 비만도뿐 아니라 체지방 분포의 평가가 중요하다[1,5]. 특히 내장지방의 축적은 비만인보다 비비만인에서 더 해로운 것으로 알려져[3,10], 우리나라의 경우 비만도가 높지 않더라도 중심성 체지방 분포를 보여주는 성인이 많은 것이 높은 인슐린저항성증후군을 보여주는 중요한 이유가 될 것으로 생각된다. 실질적으로 우리나라는 서구 사회만큼 비만도가 높지 않은데도 불구하고 성인병의 높은 유병률과 사망률을 보이고 있고[11], 이는 잘못된 식생활로 인한 복부비만의 증가가 부분적인 이유가 될 수 있을 것이다.

대사성 질환과 밀접한 관련이 있는 복부비만은[5~8] 열량 제한시 쉽게 지방세포가 이동되며[12~14] 체지방 감소는 수술적인 제거를 제외하고는 단지 열량 섭취의 감소 혹은 열량소모의 증가에 의해서만 일어난다[15]. 비만인들이 표준체중을 달성하기 위한 무리한 체중감소는 인슐린저항성증후군을 개선시키나 근육량이 감소되고 체중 감소 후 빠른 체중 증가를 보여주어 10 kg의 체중 감소 후 1년 이내에 평균 4.2 kg이 증가하고, 4년째에 평균 8.7 kg까지 증가하며 연구대상자 중 37%가 처음보다 더 비만해진다고 한다[10]. 반면에 초기체중의 5~10%의 경미한 체중감량은 근육량을 적게 감소시키고 혈압, 혈청지질, 혈당과 인슐린저항성을 개선시키기에 충분하다고 알려졌다[16].

비만도가 비교적 낮고 배가 나온 우리나라 중년 남

성에서 저열량 식사요법과 운동요법을 동시에 사용하여 초기 체중의 5% 정도의 경미한 체중 감소를 달성한다면 근육이 유지되면서 내장지방이 감소될 것이다. 이러한 식생활의 개선을 통한 체중 감소 및 체형 변화는 대사성 및 심혈관질환 위험 인자를 정상화시키고 비정상적인 내분비 양상을 개선시킬 것이다. 따라서 본 연구는 섭취 열량 제한과 운동을 동시에 사용한 경미한 체중 감소시 체중 감소량보다는 체형의 개선이 비정상적인 내분비 양상을 정상화시키고 성인병 위험의 감소와 관련이 있다는 것을 보여주므로써 중년 남성에서 식생활 개선의 중요성을 입증하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상자 및 체중조절 프로그램

표준체중 백분율(percent ideal body weight, PIBW)을 기준으로 현재 체중 120% 이상의 비만인 40~49세 남성 11명과 110% 이상 120% 미만의 과체중 남성 5명이 체중조절 프로그램에 자발적으로 참여하였다. 체중조절 프로그램에 참여하는 3개월 동안 알코올을 섭취하지 않도록 하였으며 흡연은 제한하지 않았다.

기억회상법(24hr usual food intake)을 이용하여 평상시의 음식 섭취량을 조사하였으며 영양섭취상태 분석은 우리나라 식품 분석표[17]를 사용하여 열량, 단백질, 지방, 단백질 등의 섭취상태를 조사하였다. 각각의 대상자마다 기초대사량을 Harris-Benedict 방정식[18]으로 구하고 하루 필요열량은 육체적 활동량[19]과 식품의 특이동적 작용을 위한 열량을 가산하였다. 목표 열량은 하루 총 필요열량에 500 kcal를 감산해 주어

설정하였다. 감소된 500 kcal 중 300~400 kcal는 비만인의 평상시 식단을 분석하여 고열량 식품을 저열량 식품으로 대체시켜 주었고, 식품교환표를 이용하여 실질적인 식단의 예를 제공하였다. 또한 200 kcal를 소모할 수 있는 운동의 종류와 시간을 적어주어 좋아하는 운동을 선택할 수 있게 하였으며, 운동은 1주일에 적어도 3번이상 한번에 한시간 가량 할 것을 권장하였다. 연구대상자들이 식사 및 운동요법을 실행하였는지는 매달 1주일치의 식품섭취기록과 한달 동안 실시한 운동 종류와 시간의 기록을 조사하였다. 매달마다 연구대상자들은 만나 문제점들을 듣고 올바른 식품섭취 선택방법과 운동을 습관화시켜주기 위한 행동수정을 위하여 상담하였다.

2. 인체계측 및 혈압측정

체중조절 프로그램을 시작 전과 시작 후 3개월에 인체계측, 혈압측정, 생화학 검사 및 컴퓨터 단층촬영을 시행하였다. 인체계측으로 신장과 체중을 측정하였으며, 대상자를 평평한 바닥에 세운 채 tape로 허리와 엉덩이 둘레를 측정하였다. 비만의 지표로써 허리와 엉덩이 둘레비(waist to hip ratio, WHR)를 사용하였으며, 체질량지수(body mass index, BMI)는 체중÷(신장×신장) (kg/m²)의 공식, 그리고 표준체중은 신장에서 100을 감한 후 0.9를 곱하여 사용하였다. 혈압은 채혈시와 동일한 시간에 10분 이상 안정상태를 유지시킨 후 표준수는 압력계로 수축기 혈압과 확장기 혈압을 측정하였다.

3. 컴퓨터 단층촬영을 통한 체지방 및 근육량 측정

컴퓨터 단층촬영은 CT (Hispeed Advantage, GE medical system, USA)를 이용하여 lumbar spine중 1번과 4번에 해당하는 척추의 가운데를 횡단하여 이 부위에서 Hounsfield number -150~50에 속하는 부위를 측정하여 총 복부 지방 면적을 구하였다. 복부와 배부의 복막을 경계로 안쪽을 내장지방면적(visceral fat area), 바깥쪽을 피하지방 면적(subcutaneous fat area)으로 하여 그 면적을 구하였다. 대퇴 중간부위(mid portion of upper border of patella and greater

trochanter)를 횡단하여 Hounsfield number -49~+100에 속하는 면적을 대퇴 근육면적(thigh muscle area)으로 하고, Hounsfield number -150~50에 속하는 부위를 측정하여 대퇴 지방 면적(thigh fat area)으로 하였다. 대퇴 근육 면적은 체중으로 나누어서 단위 체중당 근육 면적(cm²/kg body wt)으로 사용하였다.

4. 혈청 지질 및 지단백 농도 측정

검사 당일 아침 공복시 정맥에서 채혈하여 혈청 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤과 중성지방은 자동 분석기(Autoanalyzer Hitachi 7150, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 효소법으로 측정하였고, HDL 콜레스테롤은 침전제를 이용하여 유미지립(chylomicron), 저밀도 지단백(low density lipoprotein, LDL), 초저밀도 지단백(very low density lipoprotein, VLDL)을 침전시킨 후 상층액에 있는 HDL 중에서 콜레스테롤을 효소법으로 측정하였다.

5. 당부하 검사와 혈청 유리지방산, 인슐린 및 C-peptide 농도 측정

경구 당부하 검사는 공복 및 75 g의 포도당을 경구 투여하고 30, 60, 120분 후에 각각 채혈하여 혈당은 포도당 산화 효소법으로, 유리지방산(free fatty acid)은 Hitachi 7150 Autoanalyzer로, C-peptide와 인슐린 농도는 INC (Immuno Nucleo Cooperation, Stillwater, USA)에서 제조한 kit를 사용하여 방사면역법으로 측정하였다. 혈당 면적, 유리지방산 면적, C-peptide 면적, 인슐린 면적은 각각 혈당, 유리지방산, C-peptide, 인슐린 반응 곡선 아래 면적으로 계산하였다.

6. 혈청 호르몬 농도 측정

혈청 성호르몬 결합단백질(sex hormone-binding globulin: SHBG) 농도는 Diagnostic product Corporation. (Los Angeles, CA)에서 제조한 commercial kit를 사용하여 면역방사법으로 측정하였다. 혈청 testosterone은 Immuchem direct testosterone kit를 이용하여 SHBG와 동일한 방법으로 측정하였다. 유리 androgen 지수(free androgen index)는 총 testosterone 농도(nmol/L)를 성호르몬 결합단백질

(Sex hormone-binding globulin) 농도 (nmol/L)로 나눈 값의 백분율을 사용하였다[20]. 혈청 insulin like growth factor-1 (IGF-1)은 Diagnostic Systems Laboratories (Texas, USA)에서 제조한 kit를 이용하여 면역방사계수 측정법 (immunoradiometric assay, IRMA)으로 측정하였다.

7. 자료의 통계 처리

연구 자료는 Window용 SPSS package (Statistical Package for the Social Science, SPSS Ins., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계 처리하였고, 모든 측정치는 평균±표준오차로 표시하였으며, 검정 시에는 $p < 0.05$ 일 때를 통계적으로 유의하다고 보았다. 체중조절 시작전과 3달 후에 체지방 분포 및 혈청 지질 및 당부하 검사치, 성호르몬 농도 등 측정치의 평균차이의 유의성을 보기 위해 paired t-test를 실시하였다.

연구결과

1. 인체계측치와 혈압의 변화

시작시와 비교하여 3개월 후 평균 4.9 kg (3~7 kg)이 감소되었으며, 이는 실험시작 전 평균체중 (77.7kg)의 6.3%에 해당하였다. 이상체중 백분율은 실험 시작 전 125%이었으며 3개월 후 117%로 감소하였다 (Table 1). 허리둘레는 체중감소 후 5 cm 감소하였다

Table 1. Anthropometric Parameters and Blood Pressure Before and After Weight Loss

	Before weight loss (n=16)	After weight loss (n=16)
% ideal body weight	124.9 ± 2.31	117.0 ± 2.25**
Body mass index (kg/m ²)	27.4 ± 0.56	25.7 ± 0.51**
Waist (cm)	93.3 ± 3.16	88.3 ± 2.94**
Hip (cm)	101.6 ± 2.48	98.7 ± 2.01
Waist/hip ratio	0.95 ± 0.01	0.93 ± 0.02*
Systolic blood pressure (mmHg)	128.8 ± 6.38	113.2 ± 3.50*
Diastolic blood pressure (mmHg)	87.8 ± 7.07	78.6 ± 4.30

Mean ± S.E.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$, compared with initial value.

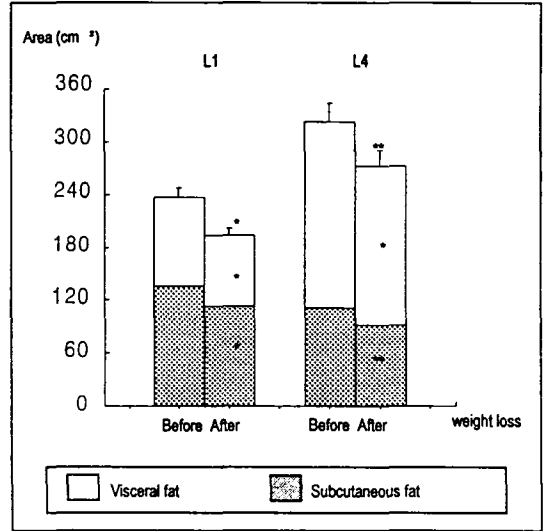


Fig. 1. Fat distribution at L1 and L4 levels before and after weight loss.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$, compared with initial area

Table 2. Fat and Muscle Areas at Different Levels of Body Before and After Weight Loss

	Before weight loss (n=16)	After weight loss (n=16)
1st lumbar (L1) vertebra		
Total fat (cm ²)	237.7 ± 31.4	194.5 ± 38.8*
Visceral fat (cm ²)	135.4 ± 23.1	113.1 ± 26.6*
Subcutaneous fat (cm ²)	102.3 ± 12.9	81.4 ± 15.5*
Visceral/subcutaneous fat ratio	1.40 ± 0.22	1.61 ± 0.32
Visceral/thigh muscle ratio	0.84 ± 0.11	0.74 ± 0.16*
Visceral/thigh fat ratio	2.40 ± 0.41	2.60 ± 0.51
4th lumbar (L4) vertebra		
Total fat (cm ²)	323.1 ± 24.3	273.0 ± 25.3***
Visceral fat (cm ²)	111.1 ± 9.05	91.2 ± 9.52***
Subcutaneous fat (cm ²)	212.0 ± 21.4	181.5 ± 21.3*
Visceral/subcutaneous fat ratio	0.62 ± 0.08	0.60 ± 0.07*
Visceral/thigh muscle ratio	0.83 ± 0.07	0.69 ± 0.08**
Visceral/thigh fat ratio	1.89 ± 0.20	1.68 ± 0.18*
Mid thigh		
Fat (cm ²)	65.0 ± 6.31	60.9 ± 6.92
Muscle (cm ²)	140.5 ± 10.2	141.1 ± 8.35
Muscle/kg BW	1.88 ± 0.19	2.08 ± 0.88

Mean ± S.E.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, compared with initial value.

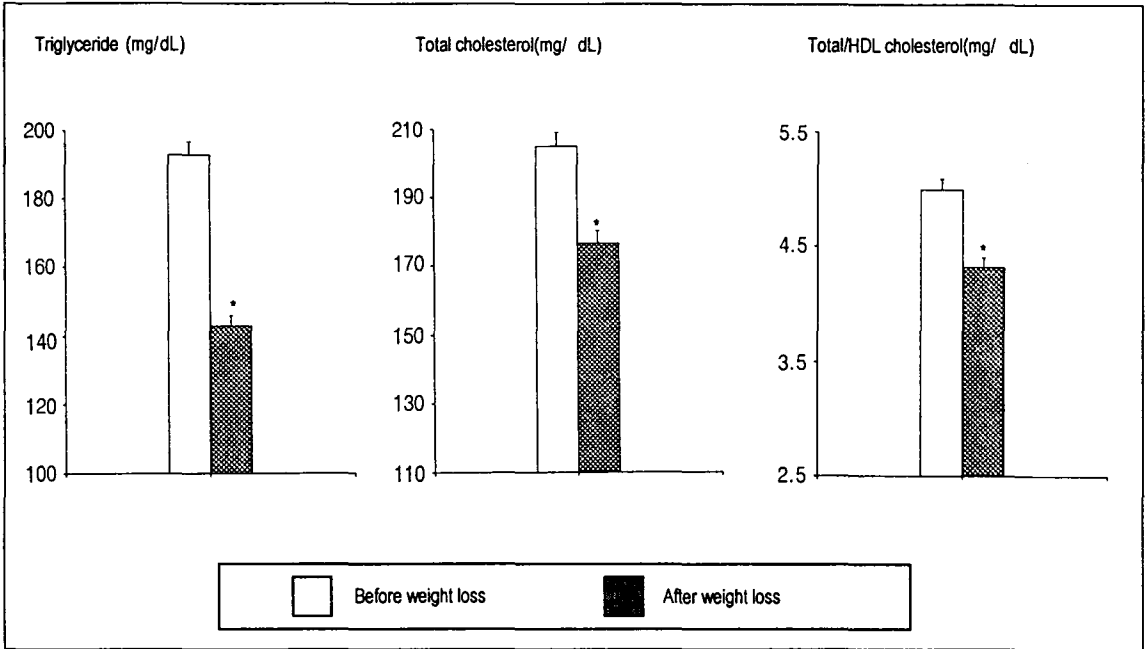


Fig. 2. Serum concentrations of triglyceride and total cholesterol and total/HDL cholesterol ratio before and after weight loss.
* p<0.001, compared with initial value

며, 허리둘레와 엉덩이 둘레비, 수축기혈압도 체중 감소 후 감소되었다.

컴퓨터 단층촬영을 통한 지방 및 근육 면적의 변화 체중 감소 후 L1 수준의 총 복부지방 면적은 18% 감소하였으며, L1 내장지방 면적은 16%, L1 피하지방 면적은 20% 감소하였다 (Fig. 1). 체중 감소 후 L4 수준의 총 복부지방 면적은 16%, L4 내장지방 면적은 18%, 피하지방 면적은 14% 감소하였다. 대퇴부 지방 면적은 체중 감소 후 6% 감소하였으나 유의한 차이는 아니었고, 대퇴부 근육 면적은 변화가 없어 단위 체중 당 근육 면적은 증가하는 경향을 보여주었으나 유의한 증가는 아니었다 (Table 2). L1과 L4 내장지방 면적과 대퇴부 근육 면적 비율은 체중 감소 후 감소하였으며, L4 내장지방과 피하지방 면적 비율, L4 내장지방과 대퇴부지방 면적 비율도 감소하였다.

2. 혈청 지질, 알부민 및 호르몬 농도의 변화

체중 감소 후 혈청 중성지방 농도, 총콜레스테롤 농

Table 3. Serum Concentrations of Lipids, Albumin and Hormones Before and After Weight Loss

	Before weight loss (n=16)	After weight loss (n=16)
Triglyceride (mg/dL)	192.4 ± 17.9	143.0 ± 12.4*
Total cholesterol (mg/dL)	204.8 ± 8.04	176.5 ± 7.74*
HDL cholesterol (mg/dL)	42.9 ± 2.44	42.7 ± 2.15
LDL cholesterol (mg/dL)	122.5 ± 6.92	104.5 ± 7.74
Atherogenic index	3.99 ± 0.34	3.32 ± 0.33
Total/HDL cholesterol	4.99 ± 0.34	4.32 ± 0.32**
LDL/HDL cholesterol	2.98 ± 0.24	2.59 ± 0.26
Albumin (g/dL)	4.72 ± 0.11	4.78 ± 0.11
SHBG (nmol/L)	27.4 ± 3.07	32.1 ± 3.64
Testosterone (ng/mL)	5.85 ± 0.56	6.22 ± 0.47
Free androgen index	80.6 ± 8.29	74.3 ± 7.78
IGF-1 (ng/mL)	138.4 ± 31.5	140.9 ± 30.3
Mean ± S.E.		

* p<0.05, **p<0.001, compared with initial value.

도 및 총콜레스테롤과 HDL 콜레스테롤 비율이 감소하였다 (Fig. 2). HDL 콜레스테롤 농도는 체중 감소

후 변화가 없었으며, 혈청 알부민, 성호르몬 결합단백질, testosterone 및 IGF-1 농도는 체중 감소 후에 유의한 변화가 없었다 (Table 3).

Table 4. Serum Concentrations of Glucose, Free Fatty Acid and C-peptide During Oral Glucose Tolerance Test Before and After Weight Loss

	Before weight loss (n=16)	After weight loss (n=16)
Fasting level		
Glucose (mg/dL)	98.8 ± 5.06	102.9 ± 6.04
Free fatty acid (μEq/L)	643.8 ± 69.9	590.8 ± 46.6
Insulin (μU/mL)	10.2 ± 1.30	6.78 ± 1.15*
C-peptide (ng/mL)	1.26 ± 0.19	1.18 ± 0.15
Response area		
Glucose (mg/dL×hr)	339.6 ± 62.6	295.1 ± 39.1
Free fatty acid (μEq/L×hr)	916.3 ± 110.7	774.8 ± 76.6
Insulin (μU/mL×hr)	98.5 ± 13.4	69.3 ± 10.2*
C-peptide (ng/mL×hr)	5.99 ± 1.00	6.57 ± 1.21

Mean ± S.E.

*p<0.01, compared with initial value.

3. 당부하 검사상 혈당, 유리지방산, 인슐린, C-peptide 농도의 변화

공복 및 당부하 검사상 혈당과 C-peptide 농도는 체중 감소후 변화가 없었다 (Table 4). 공복 및 당부하시 유리지방산 농도는 체중 감소후 감소하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 아니었다. 체중조절 프로그램 참여 3개월 후 공복 혈청 인슐린 농도와 인슐린 반응 면적이 감소하였다 (Fig. 3).

고 찰

본 연구는 40대 체중과다 남성에서 식사요법과 운동을 통한 초기 체중의 약 6%의 경미한 체중 감소는 대퇴부 지방 및 근육량에 감소없이 복부지방을 효율적으로 감소시키는 것을 보여주었다. 이러한 것은 체중 감소 후 L1과 L4 수준의 복부 지방 면적이 약 17% 감소된 반면에 대퇴부 근육 면적은 변화가 없었으며 대퇴부 피하지방 면적은 6% 가량 감소하였으나 유의한 감소가 아니었던 것으로 나타났다.

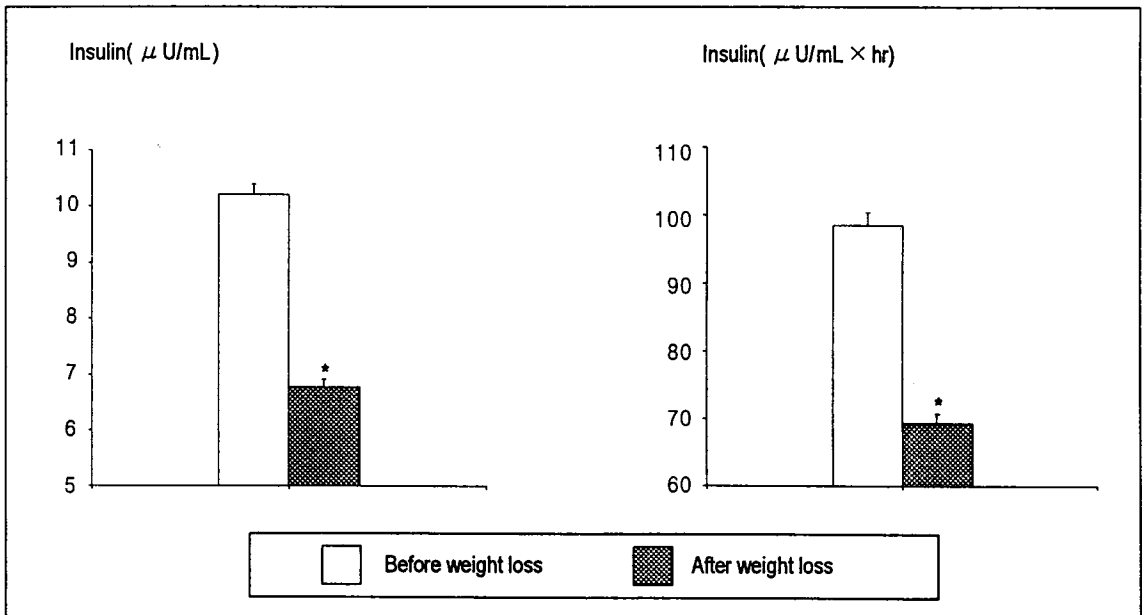


Fig. 3. Fasting insulin concentration and insulin response area during oral glucose tolerance test before and after weight loss.

* p<0.01, compared with initial value

초기체중의 약 6% 감소시 복부 피하지방 면적은 L1 수준에서 20%, L4에서 14% 감소하였던 것과 비교하여 대퇴부 피하지방의 적은 감소는 체중 감소시 부위별로 피하지방의 감소 정도가 다르다는 것을 제시한다. 실제로 성인에서 대퇴부 피하지방 세포는 복부 피하지방 세포 보다 catecholamine에 대하여 지방 분해 반응이 낮은 것으로 알려졌다[7,11,17]. 체중감소 후 복부지방의 감소는 허리 둘레를 5cm 감소시켰으며 이러한 결과들은 식사요법과 운동이 복부비만을 치료할 수 있다는 다른 보고들[18,19,21]과 일치한다.

열량제한으로 체중이 감소되는 경우 LPL 활성이 50~80% 감소되어 중성지방의 합성이 감소된다고 알려졌다[20]. 본 연구에서도 시작시와 비교하여 체중 감소 후 혈청 중성지방 농도는 26% 감소하였다. 또한 혈청 총 콜레스테롤 농도는 14%, LDL 콜레스테롤은 15% 감소하였다. 체중은 콜레스테롤 합성을 결정하는 중요한 인자이며, 1 kg 체지방당 1일 약 20 mg 콜레스테롤을 합성한다고 한다. 열량제한 후 혈청 콜레스테롤 농도의 감소원인은 β -hydroxy β -methyl-glutaryl coenzyme A reductase (HMG-CoA reductase) 활성도의 감소, 지방세포에서 콜레스테롤의 이동으로 간의 콜레스테롤 합성의 방해와 체중 감소시 담즙을 통한 콜레스테롤 배설의 증가 때문인 것으로 알려졌다[20]. 체중 감소 후 혈청 총 콜레스테롤과 HDL 콜레스테롤 농도 비율은 감소하였으나 이는 총콜레스테롤 농도의 감소때문이었으며, HDL 콜레스테롤 농도에는 변화가 없었다. 일반적으로 감소된 체중의 유지 기간에는 여성보다 남성에서 HDL 콜레스테롤 농도의 증가가 큰 것으로 알려졌다[23,24] 본 논문에서는 변화가 없는 상반된 결과를 보여주었다. 이는 본 연구에 참여한 남성의 체중이 계속적으로 감소중이어서 LPL (Lipoprotein lipase) 활성이 감소되어 VLDL 콜레스테롤 합성과 이화작용이 손상되어, HDL로 전환이 감소되었기 때문일 수 있을 것이다[23]. 또한 본 연구에 참여한 남성은 흡연을 계속하였으며, 알코올 섭취는 중단하였는데 이러한 요인들도 HDL 콜레스테롤을 증가시키지 못한 부분적인 이유로 여겨진다. 실제로 흡연은 HDL-콜레스테롤을 감소시키는 경향이 있고, 알코올을 섭취하는 사람들에게 알코올을 제한할 경우 HDL-콜레스

테롤은 감소된다고 한다[23].

인슐린저항성은 당대사가 정상인 경우 공복 인슐린 농도와 경구 당부하 검사에 대한 인슐린 곡선하 면적으로 간접적으로 측정할 수 있다[25~27]. 본 연구에서 체중 감소후 공복 및 당부하시 인슐린 농도가 약 30% 감소하였는데 인슐린 농도의 감소는 인슐린 분비의 감소보다는 인슐린저항성의 개선으로 인하여 간에서 인슐린 제거가 증가되었기 때문으로 여겨진다[28]. 이는 체중 감소후 공복 및 당부하시 C-peptide 농도는 변화가 없었던 반면에 인슐린 농도만 감소된 것으로 나타났다.

체중감소로 인한 인슐린저항성의 감소와 인슐린 민감도의 증가는 인슐린 작용을 증가시켜 hormone-sensitive lipase 활성을 감소시키므로 지방세포로부터 유리지방산 방출이 감소되고 간으로 유입되는 유리지방산의 양이 감소되며 결국 중성지방의 합성이 감소된다고 한다[29]. 본 연구에서도 체중감소후 유의하지는 않지만 공복 및 당부하시 유리지방산 농도가 각각 8, 16% 감소하였으며, 체중감소후 중성지방 농도는 유의하게 감소하였다. 체중감소후 인슐린저항성의 감소는 혈압을 정상화시키는 것으로 알려졌으며 이외에도 체중감소는 심박출량감소, 혈액 용적 및 세포내 소듐 농도의 감소를 통하여 혈압을 정상화시킨다고 한다[30]. 본 연구에서도 경미한 체중 감소후 수축기 혈압이 감소하였다는 것을 보여주었다.

본 연구에서 초기체중의 6% 가량의 경미한 체중감소는 혈청 인슐린 농도외에 혈청 성호르몬 결합 단백질 농도, testosterone 농도 및 IGF-1 농도에는 변화가 없었다. 일반적으로 성호르몬의 변화는 체중 감소량이 초기 체중의 7% 이상 감소된 경우에만 보여진다고 한다[31]. 이상의 결과로 미루어 보아 40대 과다체중 남성에서 초기체중 6%를 감소시키는 경미한 체중감소는 표준체중을 달성하지 않더라도 수축기 혈압 및 혈청 인슐린 농도를 감소시키고 지질 농도를 개선시킨다는 것을 알 수 있었다. 또한 1일 평균 300 kcal의 열량 제한과 평균 반시간 가량의 규칙적인 운동은 근육 면적의 감소없이 하체지방보다 복부 지방을 빠르게 감소시켜 체지방을 적절하게 분포시키는 것도 알 수 있었다.

요 약

연구배경: 복부 비만은 대사성 질환과 동맥경화증의 주요 위험인자이므로 복부 비만 치료를 위한 따르기 쉬운 체중 조절법이 필요하다. 본 연구는 체중과다의 40대 남성에서 저열량 식사요법과 운동을 통한 경미한 체중 감소의 효과를 규명하였다.

방 법: 질병이 없는 40~49세의 체중과다 남성 16 명이 3개월간의 체중 조절에 자발적으로 참여하였다. 체중감소를 위하여는 1일 300~400 kcal의 섭취열량 제한과 평균 100 kcal의 열량 소모를 증가시키는 저열량 식사요법과 운동을 사용하였다. 연구대상자들이 식사요법 및 운동을 실행하였는지는 매달 1주일치의 식품섭취기록과 활동량 기록을 통하여 조사하였다. 체중 조절을 시작하기 전과 시작한 후 3개월에 인체계측과 컴퓨터 단층 촬영을 통한 L1, L4 수준에서 피하지방과 내장지방 면적, 대퇴부의 근육과 지방면적을 측정하였다. 혈청 지질과 당부하시 혈당, 인슐린, 유리지방산과 C-peptide 농도를 분석하였고, testosterone, IGF-1, 성호르몬 결합 단백질 농도를 측정하였다.

결 과: 체중 조절 전보다 3개월 후에 평균 4.9 kg의 체중이 감소하였다. 초기 체중의 6.3%에 해당하는 경미한 체중 감소 후 허리둘레가 5 cm 감소하였으며, 수축기 혈압이 감소되었다. L1과 L4 수준의 내장지방, 피하지방 및 총지방 면적은 체중 감소후 16~20% 감소되었으며, 대퇴부 피하지방 면적과 근육면적은 변화가 없었다. 체중 감소는 혈청 중성지방 농도를 26% 감소시켰으며, 혈청 총콜레스테롤 농도를 14%, LDL 콜레스테롤 농도를 15% 감소시켰다. 공복 인슐린 농도와 당부하시 인슐린 폭선하 면적은 체중 감소후 약 30% 감소하였으며, 당부하시 유리지방산 면적은 16% 감소하는 경향을 보였으나 유의한 변화는 아니었다.

결 론: 40대 체중과다 남성에서 3개월 동안 저열량 식사와 운동을 통한 경미한 체중 감소는 근육 손실 없이 하체 지방보다 복부 지방을 빠르게 감소시켜 체지방 분포를 개선시키는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 초기 체중의 6%가 감소하는 경미한 체중 감소로 혈압 및 인슐린 농도가 감소되고, 지질농도가 개선될 수 있다는 것을 관찰할 수 있었다. 본 연구결과는 체중과다

의 40대 남성이 표준체중을 달성하기 위하여 무리하게 체중을 감소시키지 않더라도 경미한 체중 감소만으로 도 비만으로 인한 합병증을 예방할 수 있다는 것을 제시한다.

참 고 문 헌

1. Zamboni M, Armellini F, Milani MP, Marchi MD, Todesco T, Ribi R, Bergamo-Andreis IA, Bosello O: *Body fat distribution in pre-and postmenopausal women: metabolic and anthropometric variables and their interrelationships. Int J Ob 16:495-504, 1992*
2. Cefalu WT, Wang ZQ, Werbel S, Bell-Farrow A, Crouse III JR, Hinson WH, Terry JG, Anderson R: *Contribution of visceral fat mass to the insulin resistance of aging. Metab 44:954-959, 1995*
3. Chowdhury B, Kvist H, Anderson B, Bjorntorp P, Sjostorm L: *CT-determined changes in adipose tissue distribution during a small weight reduction in obese males. Int J Ob 17:685-691, 1993*
4. Sparrow D, Brokan GA, Gerzof SG, Wisniewskic, Silbert CK: *Relationship of fat distribution to glucose tolerance. Diabetes 35: 411-415, 1986*
5. Zamboni M, Armellini F, Cominacini L, Turcato E, Todesco T, Bissoli L, Micciolo R, Bergamo-Andreis IA, Bosello O: *Obesity and regional body-fat distribution in men: Separate and joint relationships to glucose tolerance and plasma lipoproteins. Am J Clin Nutr 60:682-687, 1994*
6. Björntorp P: *Body fat distribution, insulin resistance, and metabolic disease. Nutr 13:795-803, 1997*
7. Star N, Tan CE, Han TS, Forster L, Lean MEJ, Shepherd J, Packard CJ: *Associations of indices of adiposity with atherogenic lipoprotein*

- subfractions. *Int J Ob* 22:432-439, 1998
8. Vanhala MJ, Pitkääjärvi TK, Kumpusalo EA, Takala JK: *Obesity type and clustering of insulin resistance-associated cardiovascular risk factors in middle-aged men and women. Int J Ob* 22:369-374, 1998
 9. Yamashita S, Nakamura T, Shimomura I, Nishida M, Yoshida S, Kotani K, Kameda-Takamura K, Tokanaga K, Matsuzawa Y: *Insulin resistance and body fat distribution. Diabetes Care* 19:287-291, 1996
 10. Hensrud DD, Weinsier RL, Darnell BE, Hunter GR: *A prospective study of weight maintenance in obese subjects reduced to normal body weight without weight-loss training. Am J Clin Nutr* 60:688-694, 1994
 11. 박기준. 국민건강 증진법의 이해. 보건소식 6-9, 1995 (11,12)
 12. Kissebah AH, Krakower GR: *Regional adiposity and morbidity. Physiol Rev* 74:761-811, 1994
 13. Bouchard C, Després J, Mauriége P: *Genetic and nongenetic determinants of regional fat distribution. Endo Rev* 14:72-93, 1993
 14. Blackburn GL: *Benefits of weight loss in the treatment of obesity. Am J Clin Nutr* 69:347-349, 1999
 15. Abate N: *Insulin resistance and obesity. The role of fat distribution pattern. Diabetes Care* 19: 292-294, 1996
 16. Evans DJ, Hoffmann RG, Kalkhoff, Kissebah AH: *Relationship of androgenic activity to body fat topography, fat cell morphology and metabolic aberrations in premenopausal women. J Clin Endocrinol Metab* 57:304-310, 1983
 17. 농촌진흥청. 식품분석표 제5개정판, 1996
 18. The Am Dietetic Asso: *Handbook of Clinical Dietetics. 2nd ed., pp.5-39, MA, Yale Univ Press, 1992*
 19. Christian JL, Greger JH: *Nutrition for Living. p.111, CA, The Benjamin /Cummings Publ. Comp. Inc., 1991*
 20. Carter GD, Holland SM, Alahband-Zadeh J, Rayman G, Dorrington-ward P, Wise PH: *Investigation of hirsutism: testosterone is not enough. Ann Clin Biochem* 20:262-263, 1983
 21. Ross R, Rissanen J: *Mobilization of visceral and subcutaneous adipose tissue in response to energy restriction and exercise. Am J Clin Nutr* 60:695-703, 1994
 22. Harris TB, Savage PJ, Tell GS, Haan M, Kumanyika S, Lynch JC: *Carrying the burden of cardiovascular risk in old age: associations of weight and weight change with prevalent cardiovascular disease, risk factors, and health status in the Cardiovascular Health Study. Am J Clin Nutr* 66:837-844, 1997
 23. Dattilo AM, Kris-Etherton PM: *Effects of weight reduction on blood lipids and lipoproteins: a meta-analysis. Am J Clin Nutr* 56:320-328, 1992
 24. Pi-Sunyer FX: *Short-term medical benefits and adverse effects of weight loss. Am Intern Med* 119:722-726, 1993
 25. Nagi DK, Knowler WC, Charles MA, Liu QZ, Hanson RL, McLance DR, Pettitt DJ, Bennett PH: *Early and late insulin response as predictors of NIDDM in pima Indians with impaired glucose tolerance. Diabetologia* 38: 187-192, 1995
 26. Ludvik B, Nolan JJ, Baloga D, Sacks D, Olefsky J: *Effects of obesity in insulin resistance in normal subjects and patients with NIDDM. Diabetes* 44:1121-1125, 1995
 27. Ferrannini E, Vichi S, Beck-Nielsen H, Lsaakso M, Paolisso G, Smith U: *Insulin action and age. Diabetes* 45:947-953, 1996
 28. Bryson JM, King SE, Burns CM, Baur LA, Swaraj S, Caterson ID: *Changes in glucose and lipid metabolism following weight loss produced*

- by a very low calorie diet in obese subjects. Int J Ob 20:338-345, 1996*
29. Frayn KN: *Insulin resistance and lipid metabolism. Curr Opin in Lipidol 4:197-204, 1993*
30. Goldstein DJ: *Beneficial health effects of modest weight loss. Int J Ob 16L379-415, 1992*
31. Havel PJ, Kasim-Karakas S, Muller W, Johnson PR, Gingerich RL, Stern JS: *Relationship of plasma leptin to plasma insulin and adiposity in normal weight and overweight women: effects of dietary fat content and sustained weight loss. J Clin Endocrinol Metab 81:4406-4413, 1996*
-