

과체중인 여성에서 체중 감소 보조제를 이용한 체중 및 내장지방의 감소 효과

차보람 · 채지숙[§] · 이종호 · 장양수* · 이진희** · 손종욱**

연세대학교 식품영양학과, 의과대학 심장내과,* CJ(주) 식품연구소**

The Effect of a Potential Antiobesity-Supplement on Weight Loss and Visceral Fat Accumulation in Overweight Women

Cha, Bo Ram · Chae, Jey Sook[§] · Lee, Jong Ho
Jang, Yang Soo* · Lee, Jin Hee** · Son, Jong Wook**

Department of Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

Department of Cardiology,* College of Medicine, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

Nutraceuticals & Functional Foods Division,** CJ Foods R & D, CJ Corp., Seoul 152-050, Korea

ABSTRACT

Chitosan, hydroxycitrate and L-carnitine have been known to be antiobesity components. The purpose of this study was to evaluate the combined effects of chitosan, hydroxycitrate and L-carnitine mixture as a potential antiobesity supplement in overweight women. Pre-menopausal healthy females who were overweight (percent ideal body weight > 110) were included in this study. Forty-nine subjects randomly received a placebo (n = 25) or antiobesity-supplement (n = 24), which was a mixture of chitosan, hydroxycitrate, and L-carnitine. Before and after the eight-week experimental period, anthropometric parameters, blood components and computerized tomography were measured. At baseline, the two groups were well matched in terms of age, body mass index and lipid profile. After the eight weeks of potential antiobesity supplementation, the subjects' body fat percent had decreased significantly ($p < 0.001$) by 5.6% (39.1 ± 1 vs $36.9 \pm 1\%$) while lean body mass increased ($p < 0.01$). Visceral fat area at the L4 vertebra decreased significantly ($p < 0.01$) by 8.6% in the supplemented group and the total fat area at the L4 vertebra showed a tendency to decrease ($p = 0.051$) by 2.4%. Also, in the group given the antiobesity-supplement rather than the placebo, the fasting triglyceride level decreased significantly ($p < 0.05$) by 10.0%. In addition, serum total cholesterol levels in the antiobesity-supplement group showed a tendency to decrease ($p = 0.159$) by 2.7% (194 ± 6 vs 189 ± 6 mg/dl). No side effects were found in either group during the intervention. In conclusion, the present study demonstrated that taking a mixture of chitosan, hydroxycitrate, and L-carnitine as a potential antiobesity supplement for eight weeks produced advantageous changes in the weight and visceral fat accumulation of overweight women without any side effects. (*Korean J Nutrition* 36(5) : 483~490, 2003)

KEY WORDS : overweight, chitosan, hydroxycitrate, L-carnitine, weight loss, visceral fat area.

서 론

비만은 각종 성인병의 발병과 매우 깊은 관련을 갖는데, 비만도가 높아질수록 당뇨병과 담석증, 고혈압, 심장 질환 및 뇌졸중 등의 유병율이 증가된다.¹⁾ 비만 치료를 위한 가장 합리적인 방법은 열량을 제한하면서 모든 영양소들은 골고루 섭취하는 것이다. 열량 제한 식품의 사용은 일반적

으로 식사를 심하게 제한함으로써 식품에 대한 애착과 체중 감소 후 더 많이 먹게 되는 문제점을 야기시킨다.²⁻⁴⁾ 체중 감소는 열량 섭취의 감소와 열량 소모의 증가로 인하여 체내에 축적되어 있는 지방이 감소되어야 효과적이라고 할 수 있다.³⁾ 모든 영양소들을 골고루 섭취하면서 부작용 없이 비만 치료를 돕는 기능성 식품이나 기능성 식품의 보조제를 받으면서 식사량을 조절하여 체중을 감소시킬 수 있는 현실적인 방법의 개발도 필요하다.

키토산은 지방의 흡수를 저해하고 담즙산을 통한 콜레스테롤의 배설을 증가시켜 체중 조절과 함께 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있다.⁵⁾

접수일 : 2003년 4월 15일

채택일 : 2003년 6월 2일

[§]To whom correspondence should be addressed.

이러한 chitosan의 콜레스테롤 농도 감소 효과는 동물 모델을 이용한 실험⁶⁾이나 정상지혈증 대상자⁷⁾ 또는 고콜레스테롤혈증 환자를 통한 임상 연구 등에서 이미 증명되었고,⁵⁾ 안전성과 복용에 대한 대상자의 순응도 면에서도 긍정적으로 평가되고 있다. Hydroxycitrate는 ATP citrate lyase의 저해제로 작용하여 지방산과 지방의 생합성 과정을 저해함으로써 섭취한 지방의 흡수를 감소시켜 주는데,⁸⁻¹⁰⁾ 이로써 체중 감소 보조제로 많이 알려져 있다. 또한 L-carnitine은 붉은살 육류에 많이 포함되어 있고 결핍시 혈중 중성지방의 제거를 지연시켜 이상지혈증을 초래하는데,¹¹⁾ 체내에서 지방을 산화시키는 등 지방대사에 관여하여 비만 치료의 보조제로 사용되고 있으며 근육을 보강시켜 열량을 생성하는 생체물질로 보고된 바 있다.^{11,12)}

실제 체중 감량을 위해 지나친 열량 제한을 실시할 경우 영양소 섭취 제한에 따른 부작용과 감량 후 요요현상이 더 심각한 문제가 될 수 있으므로, 안전한 기능성 식품의 이용 방안을 검토할 필요가 있으나 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 또한 아직까지 우리나라 사람들을 대상으로 이들 성분을 복합적으로 체중 및 체지방 감소를 위해 사용한 연구가 없었으므로, 본 연구를 통하여 과체중인 성인 여성을 대상으로 1일 748 mg의 chitosan과 260 mg의 hydroxycitrate, 405 mg의 L-carnitine 복합 제제를 8주간 섭취하게 하고 placebo 섭취군과 비교하여 체중 및 체지방 감

소 효과와 지질대사 개선 효과에 대한 실질적인 결과를 얻고자 하였다.

연구방법

1. 대상자 선정 및 투여 제제

본 연구는 자발적으로 참여한 이상체중백분율이 110% 이상 과체중의 폐경전 여성 50명을 대상으로 하였으며, 대상자 모집시 연구의 기간, 목적과 방법, 준수 사항과 기대 효과 등에 대하여 설명하고 서면 동의를 받았다. 실험에 참여한 대상자는 과체중 이외에는 질환을 진단받은 적이 없는 건강한 성인 여성을 대상으로 하였다.

대상자는 난수표를 이용하여 두 군으로 나누어 이중 맹검 검사 (double blind test)를 시행하였다. 실험군은 체중 감소 보조제 섭취군으로 1일 chitosan 748 mg, hydroxy-citrate 260 mg, L-carnitine 405 mg의 복합 제제를, 대조군은 placebo 섭취군으로 텍스트린을 hard-capsule 형태로 8주 동안 섭취하도록 하였다. 두 군간에 연령과 체질량지수, 초기 지질 농도의 차이는 없었으며, 최종적으로 체중 감소 보조제 섭취군은 24명, 대조군은 25명이 검사를 마쳤다.

2. 인체계측, 식품 섭취량 및 활동량 조사

인체계측으로 신장과 체중을 측정하고 이상체중백분율 (percent ideal body weight : PIBW)은 실제체중(kg)을

Table 1. Anthropometric parameters and daily food intake and total energy expenditure in overweight women before and after intervention

	Placebo (n=25)		Antiobesity-supplement (n=24)	
	0 week	8 week	0 week	8 week
Age (yrs)	54.2 ± 1.74		49.0 ± 1.83	
Height (cm)	157.2 ± 0.93		156.5 ± 1.01	
Body mass index (kg/m ²)	27.9 ± 0.55	27.8 ± 0.54	27.2 ± 0.49	26.7 ± 0.46**
PIBW (%)	134.4 ± 2.69	133.6 ± 2.70	131.3 ± 2.26	129.0 ± 2.17**
WHR	0.92 ± 0.01	0.92 ± 0.01	0.89 ± 0.01	0.90 ± 0.01
Lean body mass (kg)	41.8 ± 0.81	41.9 ± 0.80	40.5 ± 0.78	41.2 ± 0.76*
Blood pressure				
Systolic BP (mmHg)	127.5 ± 2.54	124.5 ± 2.14	132.7 ± 2.79	128.7 ± 3.54
Diastolic BP (mmHg)	76.7 ± 1.74	75.6 ± 1.80	78.7 ± 1.98	78.4 ± 2.14
BMR (kcal/d) ¹⁾	1491 ± 34.2	1482 ± 33.7	1442 ± 34.5	1428 ± 35.0*
TEE (kcal/d) ²⁾	2129 ± 39.1	2115 ± 34.5	2168 ± 31.2	2153 ± 30.0
TCI (kcal/d) ³⁾	2313 ± 33.5	2279 ± 33.1*	2294 ± 25.6	2289 ± 24.2
% of TCI				
Carbohydrates	65.4 ± 1.09	65.9 ± 1.42	68.7 ± 1.29	68.4 ± 1.10
Protein	15.2 ± 0.42	14.2 ± 0.36	14.6 ± 0.62	14.5 ± 0.60
Fat	18.3 ± 0.93	18.5 ± 0.89	17.0 ± 0.79	17.4 ± 0.84

Mean ± S.E. *p < 0.01, **p < 0.001 compared with initial value in each group

¹⁾ Basal metabolic rate

²⁾ Total energy expenditure

³⁾ Total calorie intake

{(신장 (cm) - 100) × 0.9}로 나눈 백분율 값을 사용하였다. 체지방 백분율 (% body fat)과 근육량 (lean body mass : LBM)은 Body fat analyzer TBF-105 (Tanita Co., Japan)를 이용하여 직접 측정하였다. 또한 대상자를 평평한 바닥에 세운 채 tape로 허리와 엉덩이 둘레를 측정하여 복부비만의 지표로서 허리와 엉덩이 둘레비 (waist to hip circumference ratio : WHR)를 사용하였다. 혈압은 채혈과 동일한 시간에 10분 이상 안정 상태를 유지시킨 후 자동혈압계를 사용하여 측정하였다.

검사 시작시 24시간 회상법에 의하여 식품 섭취량을 확인하였고, 1일 열량 섭취량 (total calorie intake : TCI) 분석은 우리나라 식품 성분표를 이용한 N3 Program (N-squared Co Ltd, OR, USA)으로 분석하였으며, 각각의 연구 대상자에 대한 기초대사량 (basal metabolic rate : BMR)은 Harris-Benedict 방정식을 이용하여 구하고, 1일 열량 소모량 (total energy expenditure : TEE)은 24시간 활동 상태를 기록하는 신체적 활동량을 고려하여 계산하였다. 실험 기간 중 섭취 및 활동 상태 분석을 위하여 마지막 검사 전 3일간의 식품 섭취량과 활동량을 기록하도록 하였다.

3. 혈청 지질 및 지단백 농도 측정

검사 당일 아침 공복시 정맥에서 채혈하여 혈청 총 콜레스테롤, 중성지방은 Auto Chemistry Analyzer Express Plus (Chiron Diagnostics Co, MA, USA)를 이용하여 효소법으로 측정하였고, HDL 콜레스테롤 (high density lipoprotein : HDL)은 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 다시 효소법으로 측정하였다. LDL 콜레스테롤은 Frideman의 공식을 이용하여 계산하였고,¹³⁾ 동맥경화지수 (atherogenic index : AI)는 총 콜레스테롤에서 HDL 콜레스테롤을 뺀 값을 다시 HDL 콜레스테롤 값으로 나누어 표시하였다. 혈청 apolipoprotein A1, B 농도는 특이 항혈청과의 침전물 형태로 비탁적으로 340 nm파장에서 Immunoturbidimetric analyzer (Cobas Integra Roche, Switzerland)로 측정하였다.

4. 컴퓨터 단층 촬영을 통한 체지방 및 근육량 측정

컴퓨터 단층 촬영은 CT (Hispeed Advantage, GE Medical System, WI, USA)를 이용하여 lumber spine 중 1번과 4번에 해당하는 척추의 가운데를 횡단하여 이 부위에서 Hounsfield number -150~-50에 속하는 부위를 측정하여 총 복부지방 면적을 구하였다. 복부와 배부의 복막을

경계로 인쪽을 내장지방 면적 (visceral fat area), 바깥쪽을 피하지방 면적 (subcutaneous fat area)으로 하여 면적을 구하였다. 대퇴 중간부위 (mid portion of upper border of patella and greater trochanter)를 횡단하여 Hounsfield number -49~+100에 속하는 면적을 대퇴근육 면적 (thigh muscle area)으로 하였고, Hounsfield number -150~-50에 속하는 부위를 측정하여 대퇴지방 면적 (thigh fat area)으로 하였다. 대퇴근육 면적은 체중으로 나누어 단위 체중당 근육 면적 (cm²/kg body weight)으로 사용하였다.

5. 자료의 통계처리

연구 자료는 Window용 SPSS package 11.0 (Statistical Package for the Social Science, SPSS Ins, Chicago,

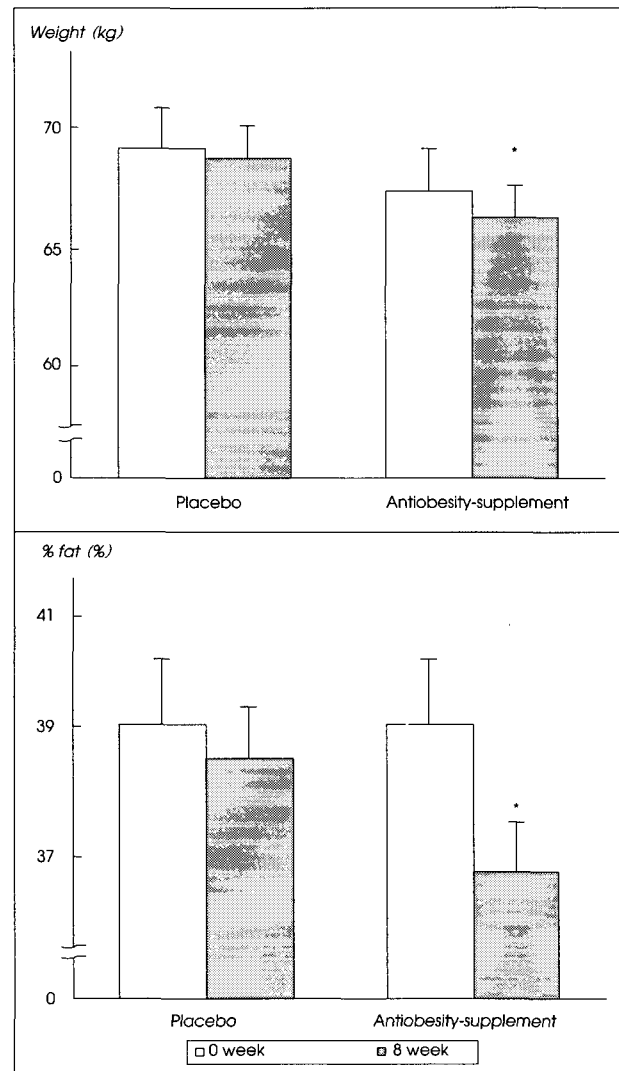


Fig. 1. Body weight and percent body fat change in overweight women before and after intervention, **p* < 0.001 compared with initial value in each group.

IL, USA)를 이용하여 통계 처리하였고, 모든 측정치들은 평균 ± 표준오차로 표시하였다. 제재의 효과를 검증하기 위하여 제재 복용 전과 8주 후의 측정치를 chitosan, hydroxycitrate와 L-carnitine 함유 제재 섭취군과 대조군으로

을 변화를 비교했을 때에도 체중 감소 보조제군에서 유의적인 수준으로 감소한 것으로 나타났다 ($p = 0.013$) (Table 4). 이때 근육량은 다소 증가한 것으로 나타났으며 (40.5 ± 0.8 vs 41.2 ± 0.8), 혈압은 수축기와 이완기 모

Table 2. Fat and muscle areas at different levels of body in overweight women before and after intervention

	Placebo (n=25)		Antiobesity-supplement (n=22)	
	0 week	8 week	0 week	8 week
1st lumbar (L1) vertebra				
Total fat (cm ²)	293.0 ± 11.3	299.3 ± 11.4	289.8 ± 14.6	287.4 ± 15.6
Visceral fat (cm ²)	118.1 ± 5.45	123.6 ± 6.11	115.5 ± 5.65	116.3 ± 6.66
Subcutaneous fat (cm ²)	174.9 ± 8.06	175.6 ± 8.06	174.3 ± 10.6	171.0 ± 11.5
Visceral/Subcutaneous fat	0.69 ± 0.03	0.73 ± 0.04	0.69 ± 0.04	0.71 ± 0.05
Visceral/thigh muscle	1.20 ± 0.07	1.29 ± 0.09	1.14 ± 0.07	1.13 ± 0.06
Visceral/thigh fat	1.45 ± 0.09	1.51 ± 0.09	1.60 ± 0.13	1.55 ± 0.13
4th lumbar (L4) vertebra				
Total fat (cm ²)	338.3 ± 11.3	346.0 ± 10.8	325.7 ± 14.7	318.0 ± 14.9
Visceral fat (cm ²)	116.8 ± 6.25	115.1 ± 5.70	104.5 ± 6.56	95.5 ± 6.58**
Subcutaneous fat (cm ²)	221.4 ± 9.15	230.9 ± 9.14	221.2 ± 12.2	222.5 ± 12.8
Visceral/Subcutaneous fat	0.55 ± 0.04	0.52 ± 0.03	0.50 ± 0.04	0.46 ± 0.05*
Visceral/thigh muscle	1.22 ± 0.10	1.20 ± 0.08	1.02 ± 0.07	0.92 ± 0.06**
Visceral/thigh fat	1.42 ± 0.08	1.40 ± 0.07	1.47 ± 0.15	1.31 ± 0.15**
Mid thigh				
Fat (cm ²)	84.5 ± 3.88	84.3 ± 3.38	78.3 ± 5.17	80.7 ± 5.08
Muscle (cm ²)	101.4 ± 3.60	99.4 ± 3.35	103.1 ± 2.57	103.0 ± 1.76
Calf				
Fat (cm ²)	27.0 ± 1.08	28.2 ± 1.15*	27.0 ± 1.92	26.3 ± 1.92
Muscle (cm ²)	65.4 ± 2.21	65.6 ± 2.37	64.1 ± 1.69	63.4 ± 1.89

Mean ± S. E. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ compared with initial value in each group

나누어 비교하였다. 동일군 내에서의 검정 시에는 paired t-test를 시행하였으며, 대조군과 체중 감소 보조제군의 초기 평균 값 비교와 각 군에서 8주간의 제재 섭취 전후의 차이 값 비교를 위해 student's t-test를 시행하였다. 모든 검정시에는 $p < 0.05$ 일 때를 통계적으로 유의하다고 간주하였다.

결 과

1. 체중 및 체지방량의 변화

초기 연령과 체질량지수는 두 군간에 유의한 차이가 없도록 조정하였다 (Table 1). Placebo군에서는 복용 후 체중과 체지방량의 변화가 없었으나, 체중 감소 보조제군에서는 체중이 66.7 ± 1.6 kg에서 65.6 ± 1.5 kg으로 감소하여 유의적인 변화를 보였다 (Fig. 1). 또한 체지방이 $39.1 \pm 1.0\%$ 에서 $36.9 \pm 1.0\%$ 로 감소하여 약 5.6%의 체지방이 효과적으로 감소하였다. 이는 각 군에서 8주간의 체지방

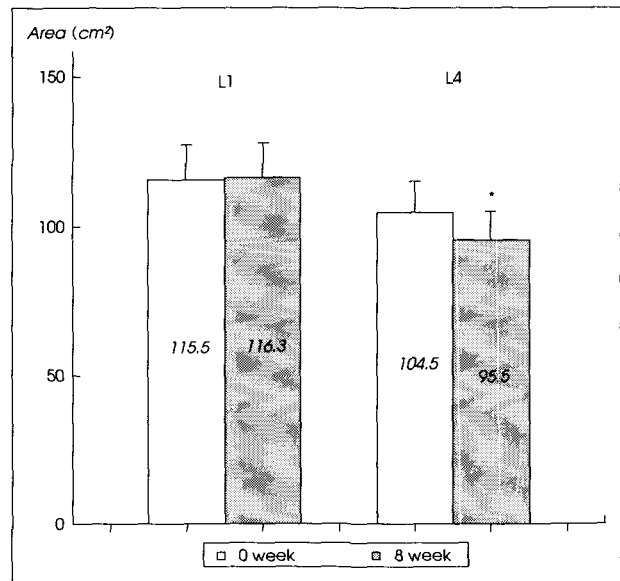


Fig. 2. Visceral fat distribution at L1 and L4 vertebra levels in antiobesity-supplement group before and after intervention * $p < 0.05$ compared with initial area in each level.

Table 3. Serum concentrations of lipids and apolipoproteins in overweight women before and after intervention

	Placebo (n=25)		Antiobesity-supplement (n=24)	
	0 week	8 week	0 week	8 week
Triglyceride (mg/dl)	144.9 ± 9.83	154.8 ± 13.3	132.0 ± 12.5	118.8 ± 11.6*
Total cholesterol (mg/dl)	203.4 ± 7.16	197.6 ± 7.34	193.7 ± 6.32	188.5 ± 6.15
LDL cholesterol (mg/dl)	130.4 ± 6.35	122.9 ± 6.70	121.9 ± 5.78	119.9 ± 5.75
HDL cholesterol (mg/dl)	44.1 ± 2.29	43.8 ± 2.20	45.4 ± 2.06	44.9 ± 1.81
Atherogenic index ¹⁾	3.80 ± 0.23	3.69 ± 0.23	3.45 ± 0.23	3.35 ± 0.22
LDL/HDL cholesterol	3.11 ± 0.20	2.93 ± 0.19	2.82 ± 0.18	2.78 ± 0.18
Apolipoprotein A1 (mg/dl)	108.3 ± 5.95	106.0 ± 5.57	131.5 ± 6.44	127.3 ± 5.96
Apolipoprotein B (mg/dl)	121.9 ± 6.86	122.1 ± 7.09	92.8 ± 5.07	93.7 ± 5.12

Mean ± S.E. *p<0.05 compared with initial value in each group

¹⁾ Atherogenic index=(Total cholesterol - HDL cholesterol)/HDL cholesterol

Table 4. Differences of anthropometries, fat and muscle areas at L4 vertebra and serum lipid concentrations in overweight women before and after intervention

	Placebo (n=25)	Antiobesity-supplement (n=24)
Anthropometries		
Weight (kg)	-0.43 ± 0.27	-1.16 ± 0.26
Body mass index (kg/m ²)	-0.11 ± 0.10	-0.51 ± 0.12*
% fat (%)	-0.52 ± 0.47	-2.17 ± 0.42*
Lean body mass (kg)	0.18 ± 0.37	0.72 ± 0.25
Fat and muscle areas at L4 vertebra		
Total fat (cm ²)	7.78 ± 5.46	-7.69 ± 3.68*
Visceral fat (cm ²)	-1.69 ± 4.20	-9.02 ± 3.06
Subcutaneous fat (cm ²)	9.49 ± 5.09	1.32 ± 3.08
Visceral/Subcutaneous fat	-0.04 ± 0.03	-0.04 ± 0.02
Serum lipid profiles		
Triglyceride (mg/dl)	9.88 ± 11.2	-13.2 ± 5.38
Total cholesterol (mg/dl)	-5.80 ± 4.48	-5.21 ± 3.58
LDL cholesterol (mg/dl)	-7.48 ± 5.12	-2.00 ± 2.93
HDL cholesterol (mg/dl)	-0.32 ± 1.41	-0.50 ± 1.17

Mean ± S.E. *p<0.05 compared with difference value in placebo group

두에서 두 군 간에 변화가 없었다.

각 군에서 제재 복용 전과 후에 실시한 활동량과 섭취량 분석에서, placebo군에서는 총 열량 섭취량이 다소 증가하였으며 체중 감소 보조제군에서는 복용 8주 후에 기초대사량이 감소한 것은 체중 감소에 따른 것으로 보인다. 그러나 총 소모 열량에는 변화가 없었고 총 열량 섭취량 또한 초기 값과 비교하여 차이가 없었다 (Table 1).

2. 컴퓨터 단층촬영에 따른 복부 지방 면적

컴퓨터 단층촬영을 이용한 복부 지방 면적 분석 결과 L1과 L4 vertebra에서 총 지방 면적과 내장지방, 피하지방 면적 모두 placebo군과 체중 감소 보조제군에서 초기 값의 유의적인 차이는 없었다 (Table 2). 복용에 따른 결과를 비교했을 때, L1 vertebra에서는 placebo군과 체중 감소 보조제군 모두 내장지방과 피하지방 면적에서 차이가 나타

나지 않았는데, 체중 감소 보조제군에서 L1 수준의 내장지방 면적은 제재 복용에 따라 변화가 나타나지 않았고 피하지방 면적이 다소 감소하였으나 유의적인 수준은 아니었다.

L4 vertebra의 내장지방 면적은 체중 감소 보조제 섭취군에서 8주간의 보조제 섭취에 따라 104.5 ± 6.6 cm²에서 약 8.6% 감소하여 95.5 ± 6.6 cm²로 유의적인 감소를 보였다 (p = 0.008) (Fig. 2). L4 수준에서 피하지방의 면적은 보조제 섭취에 따라 변화를 보이지 않았고 (221.2 ± 12.2 vs 222.5 ± 12.8 cm²), 이에 따라 L4 vertebra에서의 총 지방 면적은 복용 전 325.7 ± 14.7 cm²에서 제재 복용 8주 후 318.0 ± 14.9 cm²으로 약 2.4% 감소하는 경향을 보였으며 (p = 0.051), 이는 제재 복용에 따른 변화를 비교했을 때에도 유의적으로 감소된 것으로 나타났다 (Table 4). 그러나 내장지방 면적이 감소되었으므로 이에 따른 내장지방

과 피하지방의 면적 비율이 유의적으로 개선되었고 (0.50 ± 0.04 vs 0.46 ± 0.05 , $p = 0.039$), 내장지방과 대퇴부 근육 면적간의 비율 ($p = 0.002$), 내장지방과 대퇴부 지방 면적간의 비율 ($p = 0.003$)이 L4 수준에서 모두 유의적으로 변화하였다. 대퇴부와 종아리의 근육과 지방 면적은 두 군 모두 제제 복용에 따른 차이가 나타나지 않았다.

3. 혈청 지질 및 지단백 농도의 변화

초기 지질 농도는 두 군간에 유의적인 차이가 없었으며, 실험 시작시와 비교하여 체중 감소 보조제군에서 실험 8주 후 혈청 중성지방 농도가 132.0 ± 12.5 mg/dl에서 118.8 ± 11.6 mg/dl로 약 10.0% 감소하여 개선효과를 보였다 ($p = 0.023$) (Table 3). Placebo군에서는 중성지방 농도가 다소 증가하였으나 유의적인 차이는 아니었다. 혈청 총 콜레스테롤 농도는 체중 감소-보조제 섭취군에서 193.7 ± 6.3 mg/dl에서 보조제 복용 후 188.5 ± 6.2 mg/dl로 약 2.7% 감소하였으나 유의적인 수준은 아니었고 ($p = 0.159$), LDL 콜레스테롤 농도는 placebo군과 체중 감소 보조제군 모두 변화를 보이지 않았으며, apolipoprotein B 농도도 차이를 보이지 않았다. HDL 콜레스테롤과 apolipoprotein A1 농도 또한 초기 값에 비하여 차이가 나타나지 않았다. 체중 감소 보조제군에서 동맥경화지수는 감소하였으나 유의적인 차이가 아니었고, 총 콜레스테롤과 HDL 콜레스테롤 농도 비율, LDL 콜레스테롤과 HDL 콜레스테롤 농도 비율도 8주간의 제제 섭취에 따른 변화가 없었다.

체중 감소 보조제군에 속한 24명의 대상자 가운데 혈청 총 콜레스테롤 농도가 200 mg/dl 이상인 예는 모두 8예 (33.3%)였으며, LDL 콜레스테롤 농도가 130 mg/dl 이상인 경우가 5예 (20.8%), 혈청 중성지방 농도가 160 mg/dl 이상인 경우가 6예 (25.0%)였다. 총 콜레스테롤 농도가 200 mg/dl 이상이거나 LDL 콜레스테롤 농도가 130 mg/dl 이상 또는 혈청 중성지방 농도가 160 mg/dl 이상인 고지혈증 대상자는 모두 10예 (41.7%)로, 고지혈증군과 정상지혈증군으로 나누어 체중 감소 보조제 섭취에 따른 지질 개선 효과를 비교하였지만 두 군 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다 (Data는 제시하지 않음).

요약 및 결론

본 연구에서 과체중인 건강한 성인 여성에게 1일 748 mg의 chitosan과 260 mg의 hydroxycitrate, 405 mg의 L-carnitine 복합 제제를 8주간 복용시켰을 때 식품섭취 및 소모량의 변화 없이 체중 감소와 함께 체지방율이 5.6%

감소되었으며, 복부지방의 컴퓨터 단층촬영 결과 L4 수준의 내장지방 면적이 8.6% 감소하여 유의적인 차이를 보였다. 혈청 총콜레스테롤 농도는 체중 감소 보조제 섭취에 따라 2.7% 감소하였으나 유의적인 변화는 아니었고, 중성지방 농도가 10% 감소하였다. 본 연구에서 사용된 체중 감소 보조제는 chitosan과 hydroxycitrate, L-carnitine의 복합 제제로 각각의 성분이 비만인에서 체지방의 감소 또는 혈청 지질 수준을 개선시키는 효과가 있음이 이미 많은 연구에서 입증되었으나, 병용 섭취시의 효과에 대해서는 아직 밝혀진 바 없었다.

본 연구에서는 체중 및 체지방율의 감소 효과 뿐 아니라 컴퓨터 단층촬영을 통하여 복부지방, 특히 내장지방의 감소 여부를 확인하였다. 이는 식사로 섭취한 지방이 chitosan에 의해 흡수가 저해되고, hydroxycitrate와 L-carnitine의 작용으로 체지방의 합성이 저해되고 분해가 촉진된 다른 보고들과 관련성이 있는 것으로 볼 수 있다.

Hydroxycitrate는 citrate가 oxaloacetate와 acetyl-CoA로 전환되는 과정을 촉매하는 ATP citrate lyase 작용을 저해하는 것으로 알려져 있는데, acetyl-CoA는 지방 생합성 (lipogenesis) 시에 필수적이므로 결과적으로 hydroxycitrate는 acetyl-CoA의 생체유용성을 저하시켜 체지방을 감소시키는 역할을 한다.^{8-10,14} 인체를 대상으로 한 실험에서 hydroxycitrate의 체중 감소 효과는 상반된 견해를 보이고 있다. Heymsfield SB 등⁹이 체질량지수 32 이상인 성인을 대상으로 하루 1500 mg의 hydroxycitrate를 제공한 연구에서는 체중과 체지방량의 유의적인 변화는 나타나지 않았고, Conte AA¹⁵와 Thom E 등¹⁶의 연구에서는 hydroxycitrate가 체중 및 체지방 감소에 유의적인 개선 효과를 갖는 것으로 나타났다. 이러한 결과의 차이는 제제의 형태나 복용량, 복용 시간 등에 따른 차이인 것으로 보이는데, 보조제로 활용하기 위한 hydroxycitrate의 복용량은 1일 750~1500 mg이며 식전에 섭취해야 효과가 있는 것으로 보고되고 있다.¹⁷ 본 연구에서 8주간의 chitosan hydroxycitrate, L-carnitine의 복합 섭취가 체지방의 감소와 내장지방 면적의 감소에 미치는 효과는 Conte AA¹⁵와 Thom E¹⁶의 연구에서 hydroxycitrate 단일 성분에 의한 개선 효과와 유사하였다. 본 연구의 체중 감소 보조제는 하루 260 mg의 hydroxycitrate를 포함하였지만 L-carnitine 등 다른 성분과의 복합적인 작용으로 체지방을 감소시킬 수 있었던 것으로 보인다.

L-carnitine 또한 섭취 효과에 대하여 서로 상반된 결과가 보고되고 있는데, 하루 1~3 g 섭취가 임상적인 의의를 갖는다고 하나 Villani RG 등의 연구¹⁸에서는 과체중인 폐

경 전 여성에서 하루 2 g의 L-carnitine 섭취시에도 체중 감소 효과는 나타나지 않았다. 주로 L-carnitine은 인슐린 저항성을 보이는 비만인이나 당뇨 환자에게 보충했을 때 pyruvate dehydrogenase의 활성을 증가시켜 인슐린 예민도를 증가시키고 인슐린 저항성을 개선시키는 것으로 나타났다¹⁹⁾ 고중성지방혈증과 같은 이상지혈증 환자에서 혈청 지질 농도를 개선시키는 것으로 보고된 바 있다.

Chitosan의 혈중 콜레스테롤 농도 개선 효과에 대해서는 아직까지 서로 상반된 연구 결과를 보이지만, 실제로 동물 실험에서 chitosan이 혈청 총 콜레스테롤 농도를 낮추고 인체를 대상으로 한 실험에서도 고콜레스테롤혈증에 개선 효과가 있음이 보고된 바 있으며, 또한 chitosan이 체중 조절에도 도움이 된다는 보고도 있다.⁶⁾ 체질량지수가 30 이상인 비만 여성에게 하루 1200 mg의 chitosan을 8주간 섭취시킨 연구에서, 섭취 시작 4주부터 총 콜레스테롤 농도가 유의적으로 감소된 것이 확인되었으며, 8주 후에는 LDL 콜레스테롤 농도 또한 유의적으로 개선되었고, 이때 체중의 변화는 없었다.²⁰⁾ 이는 Pittler MH 등의 연구에서 chitosan 섭취가 체중 조절에 영향을 미치지 않는 것으로 나타난 결과와 일치한다.²¹⁾ Gallaher DD 등의 연구에서는 정상지혈증인 과체중 성인에게 chitosan과 글루코만난 복합 제제를 하루 2400 mg씩 4주간 복용시켰을 때 총 콜레스테롤 농도와 LDL 콜레스테롤 농도가 모두 유의적으로 감소하였으며, 이때 분변으로 배설되는 지방량에는 변화가 없었으나 중성 스테롤과 담즙산의 배설은 증가하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.⁷⁾ 이는 chitosan의 콜레스테롤 저하 효과가 스테로이드의 배설 증가와 관련 있음을 시사한다. 본 연구 참여 대상자는 이상체중 백분율이 110% 이상인 과체중자였으나, 대부분 초기 혈청 총 콜레스테롤 농도가 정상 범위 내에 있었으며 비교적 높은 고콜레스테롤혈증의 기준이 되는 240 mg/dl 이상인 대상자는 모두 3명이었다. 따라서 본 연구에서 혈중 총 콜레스테롤 농도가 유의적으로 감소하지 않은 것은 대상자의 초기 콜레스테롤 수준이 높지 않았기 때문인 것으로 여겨진다.

따라서 비만인에게 체중 및 체지방 감소를 목적으로 보조제를 사용할 경우 단일 성분보다 각각의 생리 기능을 고려하여 복합적으로 처방하면 단일 성분의 제제에 비하여 저용량으로도 유의적인 개선 효과를 보일 수 있고, 또한 식사 섭취 조절과 병행할 경우 더 효과적일 것으로 사료된다. 본 연구에서 8주의 보조제 섭취 기간동안 대상자에서 부작용은 보고되지 않았으며 대상자들의 순응도가 높았던 점과 체중 및 체지방의 감소, 특히 내장지방을 효과적으로 감소시킬 수 있음이 증명되었으므로, 차후 과체중 및 비만인에

게 항비만 제제로의 적용이 어렵지 않을 것으로 기대된다. 그러나 chitosan, hydroxycitrate, L-carnitine 복합 제제를 8주간 과체중 여성에게 섭취시켰을 때 총 콜레스테롤 농도에 있어서는 유의적인 감소를 보이지 않아 섭취 용량에 따른 장기간의 투여 효과를 보는 연구가 필요할 것으로 보인다.

■ 감사의 글

본 연구는 CJ(주)에서 연구비와 제품을 지원 받아 수행되었음.

Literature cited

- 1) Field AE, Coakley EH, Must A, Spadano JL, Laird N, Dietz WH, Rimm E, Colditz GA. Impact of overweight on the risk of developing common chronic diseases during a 10-year period. *Arch Intern Med* 161 (13) : 1581-1586, 2001
- 2) Noel PH, Pugh JA. Management of overweight and obese adults. *BMJ* 325 (7367) : 757-761, 2002
- 3) Klauer J, Aronne LJ. Managing overweight and obesity in women. *Clin Obstet Gynecol* 45 (4) : 1080-1088, 2002
- 4) Shick SM, Wing RR, Klem ML, McGuire MT, Hill JO, Seagle H. Persons successful at long-term weight loss and maintenance continue to consume a low-energy, low-fat diet. *J Am Diet Assoc* 98 (4) : 408-413, 2002
- 5) Guerciolini R, Radu-Radulescu L, Boldrin M, Dallas J, Moore R. Comparative evaluation of fecal fat excretion induced by orlistat and chitosan. *Obes Res* 9 (6) : 364-367, 2001
- 6) Muzzarelli RA. Clinical and biochemical evaluation of chitosan for hypercholesterolemia and overweight control. *EXS* 87 : 293-304, 1999
- 7) Gallaher DD, Gallaher CM, Mahrt GJ, Carr TP, Hollingshead CH, Hesslink R Jr, Wise J. A glucomannan and chitosan fiber supplement decreases plasma cholesterol and increases cholesterol excretion in overweight normocholesterolemic humans. *J Am Coll Nutr* 21 (5) : 428-433, 2002
- 8) Jena BS, Jayaprakasha GK, Singh RP, Sakariah KK. Chemistry and biochemistry of (-)-hydroxycitric acid from Garcinia. *J Agric Food Chem* 50(1) : 10-22, 2002
- 9) Heymsfield SB, Allison DB, Vasselli JR, Pirotbelli A, Greenfield D, Nunez C. Garcinia cambogia (hydroxycitric acid) as a potential antiobesity agent: a randomized controlled trial. *JAMA* 280 (18) : 1596-1600, 1998
- 10) Westerterp-Plantenga MS, Kovacs EM. The effect of (-)-hydroxycitrate on energy intake and satiety in overweight humans. *Int J Obes Relat Metab Disord* 26 (6) : 870-872, 2002
- 11) Bremer J. Carnitine-metabolism and functions. *Physiol Rev* 63 (4) : 1420-1480, 1983
- 12) Hoppel CL, Genuth SM. Carnitine metabolism in normal-weight and obese human subjects during fasting. *Am J Physiol* 238 (5) : E409-415, 1980
- 13) Friedman M, Byers SO, Rosenman RH, Li CH. Hypocholesterolemia

- lemic effect of human growth hormone in coronary. Prone (type A) hypercholesterolemic subjects. *Proc Soc Exp Biol Med* 141 (1): 76-80, 1972
- 14) Clouatre D, Rosenbaum M. The diet and health benefits of HCA (Hydroxycitric acid); Keats Publishing, New Cannan, CT, 1994
 - 15) Conte AA. A non-prescription alternative on weight reduction therapy. *Am J Bariatr Med summer*, pp.17-19, 1993
 - 16) Thom E. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of a new weight-reducing agent of natural origin. *J Int Med Res* 28 (5): 229-233, 2000
 - 17) Sullivan AC, Triscari J, Hamilton JG, Miller ON, Wheatley VR. Effect of (-)-hydroxycitrate upon the accumulation of lipid in the rat. I. Lipogenesis. *Lipids* 9 (2): 121-128, 1974
 - 18) Villani RG, Gannon J, Self M, Rich PA. L-Carnitine supplementation combined with aerobic training does not promote weight loss in moderately obese women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 10 (2): 199-207, 2000
 - 19) Inokuchi T, Imamura K, Nomura K, Nomoto K, Isogai S. Changes in carnitine metabolism with ketone body production in obese glucose-intolerant patients. *Diabetes Res Clin Pract* 30 (1): 1-7, 1995
 - 20) Wuolijoki E, Hirvela T, Ylitalo P. Decrease in serum LDL cholesterol with microcrystalline chitosan. *Methods Find Exp Clin Pharmacol* 21 (5): 357-361, 1999
 - 21) Pittler MH, Abbot NC, Harkness EF, Ernst E. Randomized, double-blind trial of chitosan for body weight reduction. *Eur J Clin Nutr* 53 (5): 379-381, 1999