

비만 여성에서 베타-사이클로덱스트린 함유 다이어트 식품의 체중 감소 효과

박 병 성

강원대학교 동물생명과학전공

The Effect of Antifat Diets with β -Cyclodextrin on the Weight Loss in Obese Korean Women

Byung Sung Park

Animal Life Science Program, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract

This study investigated the effects of an antifat diet with β -cyclodextrin on the reduction of body weight, obesity index, body mass index, body fat mass, body circumferences and plasma lipid levels in obese Korean women. After maintaining an antifat diet for 45 days, there were significant reductions in body weight by 4 kg, obesity index by 5%, body mass index by 1 kg/m^2 and body fat mass by 7% as absolute values ($p < 0.05$). When expressed as percentages of the decrease, these reductions remained significant at 4%, 13%, 4% and 20%, respectively ($p < 0.05$). In addition, after maintaining this antifat diet for 45 days, there were also significant reductions in arm, waist, hip and thigh circumferences by 3 cm as absolute values when compared to before intake of antifat diet, and these reductions remained significant at 8%, 3.4%, 3% and 5%, respectively ($p < 0.05$) as percentages of the decrease. Furthermore, this antifat diet significantly reduced triacylglyceride by 103 mg/dL, total cholesterol by 50 mg/dL and LDL-C by 50 mg/dL respectively ($p < 0.05$). Thus, the present results demonstrate that β -cyclodextrin may have benefit as a novel food resource for diets to prevent obesity and control overweight in adult women.

Key words: body weight, obesity, circumference, β -cyclodextrin, plasma lipids

서 론

국민소득이 증가함에 따라서 칼로리 함량이 높은 튀김류, 햄버거, 피자 등을 비롯한 각종 인스턴트 식품의 잦은 섭취와 과잉섭취에 따른 영양 불균형(1,2)이 염려되고 있다. 이와 함께 과자, 초콜릿 등과 같이 단 음식을 이용한 군것질(3,4), 그리고 여성의 힘든 가사노동 및 사회활동 증가로 인한 여가시간의 운동량 부족(5-7) 등은 비만 인구를 높였다. 이에 따라 국민 건강상의 문제와 미를 추구하는 여성들에게 있어서 비만은 대단히 중요한 현안으로 뜨고 있다.

비만은 외관상으로 보아도 보는 이에게 좋지 않은 이미지를 주고 활동에도 불편할 뿐만 아니라 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 및 지방대사 이상에 기인한 각종 심장혈관계 질환 발병율을 높여주는 원인으로 알려져 있다(8-10). 비만은 일반적으로 과체중 상태를 의미하지만 체격이 크거나 근육량의 비대를 의미하지는 않으며 체내에 지방조직이 과다하게 축적되어 있는 상태를 말한다(11-13). 사람은 출생시에 단백질 세포와 지방세포의 숫자와 크기가 일정하게 조절되지만 점차 성장해 감에 따라서 단백질 세포의 숫자는 고정되고 단백질

세포의 크기만 증가하게 되어 근육을 형성하게 된다(14). 그러나 이와 반대로 지방세포는 출생 후 성장해 감에 따라서 지방세포의 숫자와 크기가 함께 증가하게 되고 더욱 커다란 지방조직을 만들게 되어 비만할 수 있다(15). 이때 잦은 외식으로 인한 기름기 함유 식품 및 인스턴트 식품을 자주 섭취하거나 과잉섭취하게 되면 지방조직은 더욱 더 커지게 되고 결국 체내에 지방조직이 과다하게 축적된 비만이 나타난다(16,17).

따라서 체중조절에 대한 관심이 증가되면서 비만 치료 및 예방을 위한 다양한 방법들이 제시되고 있으며 다이어트 식품의 사용이 급격히 증가하였다. 특히 여성들에게 있어서 비만 방지를 위한 다이어트 식품의 소비가 급증하고 있는 이유는 바로 날씬한 몸매를 유지하려는 신체 이미지 추구 욕구(18)가 남성들에 비해서 더 강하기 때문으로 보인다. 이와 관련하여 체중 조절분야에서 홍삼, 알로에, 키토산, 고추 발효추출물과 같은 여러 가지 식품소재(19), 식이섬유(20,21) 및 생식(22)에 관한 다이어트 효과가 연구되었다.

베타-사이클로덱스트린(BCD: β -cyclodextrin)은 7개의 글루코스 단위가 α -(1,4) glycosidic linkage로 연결된 고리

형 올리고당(cyclic oligosaccharides)으로서 전분이나 말토 올리고당으로부터 cyclodextrin glycosyl transferase의 효소작용에 의해서 생성, 추출된 도넛츠형의 구조를 갖는 물질이다(23,24). BCD는 분자 내부의 소수성기가 콜레스테롤과 서로 높은 친화력을 유지할 수 있도록 작용하여서 식품산업에 있어서 콜레스테롤 제거에 효과적인 외부흡착제로 널리 쓰이고 있다(25). 동물의 생체내에서 BCD 내벽은 콜레스테롤, steroid 그리고 bile salts 등과 높은 친화력을 유지하기 때문에 지질의 흡수를 억제하는 것으로 보고되었다(26). BCD는 사람과 동물의 소장에서 분해 흡수되지 않으며 대장미생물에 의한 작용으로 일부가 분해되는 것으로 알려져 있으며(27,28) 설치류에 있어 경구투여시 20% 이상 급여하여도 독성이 나타나지 않는 것으로 보고되었다(27). 동물실험 결과 BCD는 햄스터(29)와 흰쥐(27,30)에서 혈액 중성지방과 콜레스테롤 함량을 낮추는 효과가 큰 것으로 보고되었다. BCD는 중성지방과 콜레스테롤의 흡수를 억제시키고 변을 통한 스테로이드 배설량을 높여줌으로서 혈액 내 지질 함량을 떨어뜨린다(27,29,30).

선행된 동물실험(*in vivo*)에서 BCD 첨가식을 흰쥐에게 급여하였을 때 BCD 무첨가군에 비해서 복강지방이 30%까지 유의적으로 감소하였고 사람에서 비만의 직접적인 원인이 될 수 있는 혈액 내 총지질과 중성지방 함량이 각각 87%, 89%까지 획기적으로 낮아짐을 확인하였으며(30) 이러한 동물실험 결과로 볼 때 BCD가 사람에서 비만 예방을 위한 다이어트 식품소재로서 충분히 활용될 수 있을 것으로 보인다. 그러나 이와 관련한 인체 실험 연구보고는 거의 찾아볼 수가 없었다.

따라서 본 연구는 성인 비만 여성을 대상으로 BCD를 함유하는 다이어트 식품(antifat diets)을 45일 동안 섭취시키면서 체중, 체지방, 신체 둘레 및 혈액 지질농도에 관한 BCD의 다이어트 효과를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

연구대상자 선정 및 연구기간

강원도 춘천시에서 거주하는 성인 여성 지원자를 대상으로 질병의 유무를 확인한 다음 일반 건강인으로서 비만도 30% 이상으로 판정된 12명을 선정하였다. 선정된 피측정자에게는 시험의 목적, 내용, 배경, 절차 및 기타 준수해야 할 사항을 전달한 후 시험시작 전 서면 동의를 얻었다. 지원자에 대한 비만도 측정법은 WHO(1998)에서 제시된 방법으로 다음과 같이 측정하였다(31).

$$\text{표준체중(kg)} = [\text{신장(cm)} - 100] \times 0.9$$

$$\text{비만도(\%)} = (\text{실제체중} - \text{표준체중}) \div \text{실제체중} \times 100$$

연구기간은 총 45일로 하였고 연구 시작 전에 예비모임을 포함해 15일 간격으로 4차 방문을 통해 인체계측을 실시하였다. 측정 2~3일전부터 미리 전화 연락을 통해 먼저 측정된

수치를 알려주고 참가 시마다 교통편의 제공과 소액의 인센티브를 지급해 줌으로서 비만여성들의 참가 욕구를 높였으며 지속적인 참여를 유지시켰다.

다이어트 식품의 제조 및 섭취량의 계산

선행된 동물실험(*in vivo*)결과에서 기능성이 입증된 BCD (purity 99.4%이상, Cavamax[®] W7, Wacker, USA)를 이용하여서(30) 비만방지를 위한 다이어트 식품(antifat diets)을 미세과립형태로 제조하였다. Antifat diets의 배합비는 BCD 75.0%, 폴리덱스트로스 6.0%, 해조류분말 8.0%, 비타민·미네랄복합물 0.10%, 베타카로틴(30%) 0.10%, 콜라겐 1.0%, 프락토올리고당 1.0%, 당귀추출물 2.0%, 가르시니아 캄보지아(HCA 50) 1.0%, 타우린 1.8%, 아르기닌 2.0% 및 메치오닌 2.0%로 구성되었다. Antifat diets에 대한 섭취량의 조절은 실험동물 식이의 단위열량당 유효량으로부터 사람의 일일 소비열량 기준값으로 환산하였다. 일일섭취량의 계산은 다음과 같다. 즉 선행된 동물실험(*in vivo*)결과 BCD 5% 수준의 첨가구(50 g/kg diet)에서 혈액 내 중성지방, 유해 콜레스테롤 및 복강지방의 유의적인 감소가 나타났고 흰쥐는 하루에 g당 3.75 kcal 함유식이를 약 20 g 섭취하였으며 이는 75 kcal에 해당하였다(30). 그러므로 50 g/kg diet=1 g/20 g=1 g/75 kcal=1.33 g/100 kcal가 된다. 성인여성의 일일 평균 열량 권장량은 2000 kcal이므로(32) 동물실험 결과로부터 제시된 유효농도에서 유추하면 1.33×20=26.6 g 이상이 되므로 이를 일일 3회로 나누어 회당 약 9 g씩을 식후에 각각 섭취하도록 권장하였다.

신체계측

신장 및 체중은 똑바로 선 자세로 신발과 걸옷을 벗은 상태에서 동일한 신장·체중자동측정계(FA-94H, Fanics, Korea)로 0.1 kg, 0.1 cm까지 측정하였으며 이에 의한 체질량지수(BMI: body mass index)는 체중을 신장의 제곱으로 나눈 값으로 다음과 같이 구하였다(33).

$$\text{BMI} = \text{body weight (kg)} / [\text{height (m)}]^2$$

체지방율(%)은 생체전기저항 분석법(BIA: bioelectrical impedance analysis) 방식의 체성분분석기(Inbody 30, Biospace, Korea)를 이용하여 측정하였으며 이때 피측정자의 연령, 신장 및 성별을 입력하고 걸옷과 신발은 벗은 상태에서 측정하였다. 피측정자에 대한 신체 부위별 둘레측정은 잘 훈련된 한 명의 측정자가 줄자를 이용하여 일정한 부위에서 일관성 있게 측정함으로써 측정자간 및 측정자내 오류를 최소화하도록 노력하였다. 상완, 허리, 엉덩이 및 양측 허벅지 둘레를 측정하였으며(34) 허리둘레는 똑바로 선 자세에서 늑골 최하단 부위와 골반 장골능 최상단 부위의 중간지점에 줄자를 대고 가볍게 숨을 내쉬게 한 상태에서 0.1 cm까지 측정하였고(31) 엉덩이둘레는 호기 후 편한 상태에서 엉덩이 둘레 중 가장 큰 둘레선을 줄자로 측정하였으며 허리와 엉덩이 둘레비(WHR: waist/hip ratio)는 허리둘레를 엉덩이 둘레로

나는 값으로 하였다(35).

혈액의 생화학적 분석

피측정자에 대한 혈액지질의 생화학적 분석은 실험시작 전과 antifat diets 섭취 후 45일째에 각각 측정하였다. 자동측정용 펀치를 이용하여서 피측정자의 손끝으로부터 측정용 카셀에 혈액 2~3방울을 떨어뜨린 다음 지질자동분석기(Cholestec L·D·X analyzer, cholestec corporation, USA)에 의해서 중성지방, 총 콜레스테롤, 저밀도 지질단백질 콜레스테롤, 초저밀도 지질단백질 콜레스테롤 그리고 고밀도 지질단백질 콜레스테롤 함량을 측정하였다. 동맥경화지수(AI: atherogenic index)는 (총 콜레스테롤 - HDL·C)/HDL·C의 공식에 의해서 구하였다(36).

통계처리

실험을 통해서 얻은 모든 결과는 SAS program(37)을 이용하여 평균과 표준오차를 계산하였고, antifat diets의 섭취 전과 섭취후의 모든 변수들의 차이는 paired t-test로 95% 신뢰수준에서 유의성(p<0.05)을 검정하였다.

결과 및 고찰

체중, 비만도, 체질량지수, 체지방율 및 신체 둘레의 변화

BCD를 함유하는 다이어트 식품(antifat diets)을 45일간 섭취하면서 조사된 체중, 비만도, 체질량지수(BMI), 체지방율 및 신체둘레의 변화에 관한 실제 측정치는 Table 1에서 보는 바와 같으며, antifat diets 섭취전과 비교해서 섭취 45일째에 낮아진 측정치들의 감소율은 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다.

Table 1과 Fig. 1에서 보듯이 모든 연구대상자들의 체중과 비만도, 체질량지수(BMI) 및 체지방율 변화는 antifat diets 섭취 후 시일이 경과함에 따라서 전반적으로 감소경향을 나타냈다. 평균체중은 antifat diets 섭취 전 76.2 kg이었으나 antifat diets 섭취 15일 후에는 75.5 kg, 30일 후에는 75.2 kg

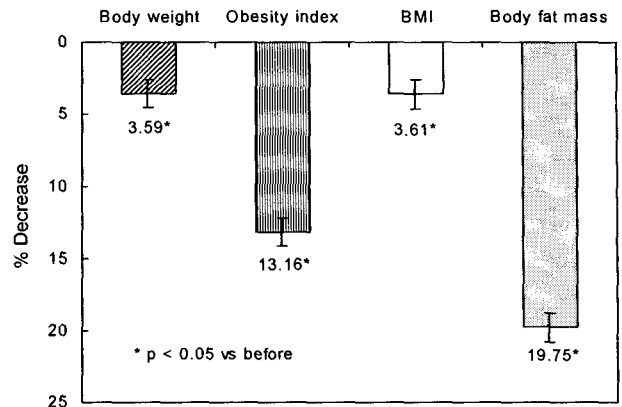


Fig. 1. % Decrease in body weight, obesity index, BMI, body fat mass after intake of antifat diets with β -cyclodextrin for 45 days in obese Korean women.

BMI: body mass index. Values are mean \pm SE (n=12).

Asterisks in each spot show statistical differences when compared with values before intake of antifat diets by t-test (p<0.05).

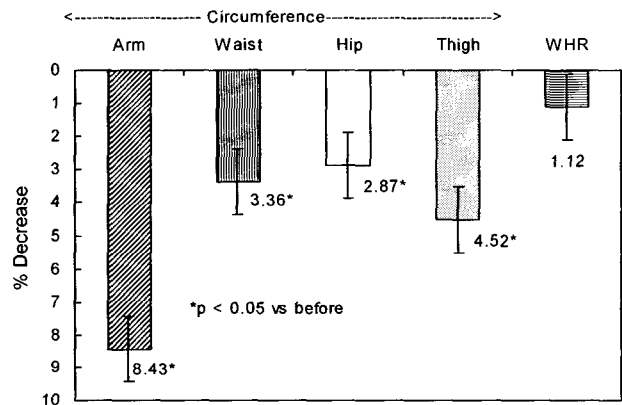


Fig. 2. % Decrease in arm, waist, hip, thigh circumference and WHR after intake of antifat diets with β -cyclodextrin for 45 days in obese Korean women.

WHR: waist-hip ratio. Values are mean \pm SE (n=12).

Asterisks in each spot show statistical differences when compared with values before intake of antifat diets by t-test (p<0.05).

Table 1. Changes in variables before and after intake of antifat diets with β -cyclodextrin during 45 days in obese Korean women¹⁾

Variables	Before	After		
		15 days	30 days	45 days
Body weight (kg)	76.20 \pm 3.28 ²⁾	75.50 \pm 3.03	75.20 \pm 3.02	73.46 \pm 3.18
Obesity index (%)	38.41 \pm 7.87	37.07 \pm 7.58	36.63 \pm 7.61	33.41 \pm 7.52
BMI (kg/m ²) ³⁾	29.19 \pm 1.45	28.92 \pm 1.39	28.81 \pm 1.39	28.13 \pm 1.40
Body fat mass (%)	36.62 \pm 2.94	34.92 \pm 3.00	33.72 \pm 2.82	29.60 \pm 3.08
Circumference (cm)				
Arm	31.30 \pm 1.38	29.68 \pm 0.93	29.02 \pm 0.82	28.66 \pm 0.83
Waist	92.40 \pm 4.31	91.74 \pm 4.36	90.50 \pm 4.00	89.22 \pm 3.82
Hip	103.68 \pm 2.12	103.18 \pm 2.12	102.08 \pm 2.39	100.70 \pm 2.18
Thigh	58.60 \pm 1.71	58.16 \pm 1.57	57.00 \pm 1.68	55.94 \pm 1.61
WHR ⁴⁾	0.89 \pm 0.02	0.88 \pm 0.02	0.88 \pm 0.02	0.88 \pm 0.02

¹⁾Data not analyzed by SAS because individual difference was too high.

²⁾Mean values \pm standard error (n=12).

³⁾BMI: body mass index.

⁴⁾WHR: waist-hip ratio.

그리고 45일 후에는 73.5 kg으로 낮아졌다. 특히 antifat diets 섭취 45일째는 체중이 3 kg 낮아졌으며 이 값은 antifat diets 섭취전과 비교하였을 때 4%가 유의적으로 감소한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 비만도는 antifat diets 섭취 전 38.4%였으나 antifat diets 섭취 15일 후에는 37.1%, 30일 후에는 36.6% 그리고 45일 후에는 33.4%로 낮아졌으며 특히 antifat diets 섭취 45일째는 비만도가 5% 낮아졌고 이 값은 antifat diets 섭취전과 비교하였을 때 13%가 유의적으로 감소하였음을 나타냈다($p < 0.05$). 비만도 평가에서 여성의 경우 30 이상을 비만으로 판정하고 있으며(31) 피측정자들의 antifat diets 섭취 전 비만도는 38.4%로서 고도비만인들이었음을 알 수 있다. 본 실험결과 antifat diets 섭취 후 체지방을 감소에 따른 체중 감소에 있어서 유의적인 차이를 나타내어 비만지수감소에 효과가 있었던 것으로 볼 수 있다. BMI는 antifat diets 섭취 전 29.2 kg/m^2 이었으나 antifat diets 섭취 15일 후에는 28.9 kg/m^2 , 30일 후에는 28.8 kg/m^2 그리고 45일 후에는 28.1 kg/m^2 로 낮아졌다. 특히 antifat diets 섭취 45일째는 BMI가 약 1 kg/m^2 낮아졌고 이 값은 antifat diets 섭취전에 비교하였을 때 4%가 유의적으로 낮아졌다($p < 0.05$). 단순한 체중보다는 체질량 지수가 보다 더 정확한 체중 감소 여부를 판단할 수 있는 자료로서 사용되는데 BMI는 체중을 신장의 제곱으로 나누어서 계산하며 비만의 정도를 평가하는 방법 중 가장 널리 사용되고 있는 방법이다(33). BMI는 체지방량과 높은상관관계를 보이며 2000년 세계보건기구의 아시아-태평양지침서에 따르면 체질량지수 25 kg/m^2 이상인 경우를 비만으로 판정하고 있다(38). 한편 본 연구에서 나타난 BMI 범위 $28 \sim 22 \text{ kg/m}^2$ 의 값은 1995~2000년 사이의 BMI 체질량지수 85th percentile을 기준으로 하여 조사된 한국인의 BMI 분포값인 $25 \sim 27.5 \text{ kg/m}^2$ (39)보다 훨씬 높았다. 이는 본 연구에서 비만도를 나타내는 대표적인 지표인 BMI가 매우 높은 피측정자들을 대상으로 하였기 때문으로 실험결과 체중 감소효과가 기대치보다 낮았을 것으로 생각되며 따라서 비만도가 이보다 낮거나 비만을 염려하여 다이어트를 하려는 정상인에서 antifat diets를 섭취할 경우 체중 조절 효과는

더욱 크게 나타날 것으로 보인다. 체지방율은 antifat diets 섭취 전 36.6%였으나 antifat diets 섭취 15일 후에는 34.9%, 30일 후에는 33.7% 그리고 45일 후에는 33.4%로 낮아졌으며 특히 antifat diets 섭취 45일째는 체지방율이 7%까지 낮아졌고 이 값은 antifat diets 섭취 전에 비교하였을 때 유의적으로 감소하였음을 나타냈다($p < 0.05$). 체지방은 우선적으로 중성지방의 형태로 지방세포에 저장되는데 지방세포는 각 부위의 세포크기가 $0.7 \sim 0.8 \mu\text{g/cell}$ 까지 증대된 후에 지방세포수의 증가에 의해 지방조직이 되는 것으로 알려져 있다(16,17,22,40). 성인비만은 지방세포 크기의 증대에 의한 것이며 심할 경우 지방세포의 수가 증가한다는 점으로 볼 때 체지방율의 감소는 체중감소의 중요한 요인이 될 수 있을 것으로 보이며(40) 따라서 본 연구결과 antifat diets 섭취 45일째에 3 kg의 유의적인 체중 감소가 있었던 것은 바로 이러한 체지방율의 감소가 원인이었을 것으로 추정된다. 식이를 통한 antifat diets 섭취시 체중이 감소하는 요인으로서 BCD가 생체내에서 중성지방을 비롯한 각종 지질과 흡착하여 불용성 물질을 형성하게 되어 지질의 흡수를 저해하고(24,26,29) 변을 통한 지질대사물질인 스테로이드의 배설을 촉진함으로써(27,29,30) 에너지섭취량을 감소시켜서 궁극적으로 체지방을 감소와 동시에 체중감소의 효과가 있는 것으로 본다. Table 2와 Fig. 3에서 나타난 antifat diets 섭취 후 혈액 내 지질 함량 즉 중성지방 및 유해 콜레스테롤 함량이 낮아짐은 바로 이와 같은 BCD의 체중 감소 효과를 시사해주는 것으로 볼 수 있다.

Table 1과 Fig. 2에서 알 수 있듯이 신체둘레 즉 상위 팔둘레, 허리둘레, 엉덩이 둘레, 허벅지 둘레의 변화는 시일이 경과함에 따라서 전반적으로 감소경향을 나타냈다.

상위 팔둘레는 antifat diets 섭취전 31.3 cm였으나 antifat diets 섭취 15일 후 29.7 cm, 30일 후 29 cm 그리고 45일 후 28.7 cm로 낮아졌다. 특히 antifat diets 섭취 45일째는 상위 팔둘레가 3 cm 감소하였고 이 값은 antifat diets 섭취전과 비교하였을 때 8%가 유의적으로 감소한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 허리둘레는 antifat diets 섭취 전 92.4 cm였으나 antifat diets 섭취 15일 후 91.7 cm, 30일 후 90.5 cm 그리고

Table 2. Changes in plasma lipid levels before and after intake of antifat diets with β -cyclodextrin for 45 days in obese Korean women

Items ¹⁾	Antifat diets		p-Value
	Before	After	
TAG, mg/dL	260.66 \pm 11.54	157.66 \pm 17.32 ²⁾	0.0644
TC, mg/dL	213.67 \pm 3.92	165.00 \pm 3.60*	0.0230
LDL-C, mg/dL	137.75 \pm 11.37	84.75 \pm 2.71*	0.0726
HDL-C, mg/dL	30.75 \pm 1.10	39.25 \pm 1.49*	0.0031
VLDL-C, mg/dL	68.00 \pm 1.15	37.66 \pm 5.36*	0.0339
AI	7.82 \pm 1.31	5.40 \pm 1.06*	0.0184

¹⁾TAG: triacylglyceride, TC: total cholesterol, VLDL-C: very low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C: low density lipoprotein-cholesterol, HDL-C: high density lipoprotein-cholesterol, AI: atherogenic index.

²⁾Standard error of mean.

* $p < 0.05$. compared with values before intake of antifat diets by t-test.

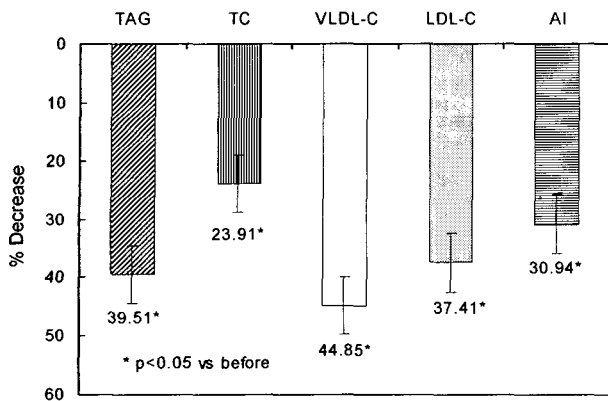


Fig. 3. % Decrease in TAG, TC, VLDL-C, LDL-C and AI after intake of antifat diets with β -cyclodextrin for 45 days in obese Korean women.

TAG: triacylglyceride, TC: total cholesterol, VLDL-C: very low density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low density lipoprotein cholesterol, AI: atherogenic index. Values are mean \pm SE (n=12). Asterisks in each spot show statistical differences when compared with values before intake of antifat diets by t-test (p<0.05).

45일 후 89.2 cm로 낮아졌으며 특히 antifat diets 섭취 45일째는 허리둘레가 3 cm 감소하였고 이 값은 antifat diets 섭취 전과 비교하였을 때 3.4%가 유의적으로 감소한 것으로 나타났다(p<0.05). 엉덩이둘레는 antifat diets 섭취 전 103.7 cm였으나 antifat diets 섭취 15일 후 103.2 cm, 30일 후 102.1 cm 그리고 45일 후 100.7 cm로 낮아졌으며 특히 antifat diets 섭취 45일째는 엉덩이둘레가 3 cm 감소하였고 이 값은 antifat diets 섭취 전과 비교하였을 때 3%가 유의적으로 감소한 것으로 나타났다(p<0.05). 그러나 WHR값은 antifat diets 섭취 전과 섭취 후 사이에 유의차가 나타나지 않았다. 양쪽 허벅지둘레는 antifat diets 섭취 전 58.6 cm였으나 antifat diets 섭취 15일 후 58.2 cm, 30일 후 57.0 cm 그리고 45일 후 55.9 cm로 낮아졌으며 특히 antifat diets 섭취 45일째는 양쪽 허벅지둘레가 3 cm 감소하였고 이 값은 antifat diets 섭취 전과 비교하였을 때 5%가 유의적으로 감소한 것으로 나타났다(p<0.05). 복부비만의 평가에 있어서 흔히 사용되는 지표로서 허리 둘레, 허리-엉덩이 둘레비(WHR) 등이 있으며 특히 허리둘레는 내장지방 및 심장혈관계 질환의 위험을 가장 잘 반영하는 지표로 인정되고 있으며 지방분포를 선별하는데 있어서 WHR 보다 더 정확하며 중심성비만을 측정하는 간단하고 예민한 측정도구로 알려져 있다(41,42). 지방분포 유형을 알기 위해서는 신체둘레의 측정 특히 복부의 지방축적 상태를 나타내 주는 WHR이 피하지방과 내장지방에 대한 비율을 잘 반영해 주는 것으로 보고되었는데 WHR 값이 크면 말초부위 보다 중심부위 지방축적이 더 크다는 것을 나타낸다(43). 체지방은 나이가 들어감에 따라서 복부에서 주로 축적되는 것으로 알려져 있으며 특히 중년여성의 경우 엉덩이 둘레에 지방세포가 많아 피하지방이 많이 축적된다고 하였다(44). 한편 내장지방 축적이 많을수록 심장혈관계 질환의 발병을 위협

이 높아지게 되므로 비만을 평가함에 있어서 단순비만의 정도보다 지방분포, 특히 내장지방 평가 즉 복부비만의 중요성이 대두되고 있다. 여자의 경우 체질량지수, 체지방률, 허리둘레가 피하형 비만과 내장형 비만 사이에 유의차가 없으므로 체질량지수, 체지방률, 허리둘레 등으로 내장지방 축적을 추정하기는 곤란할 수 있다. 따라서 과체중 및 비만환자에서는 복부지방 분포를 정확히 평가하여 내장지방 축적을 알기 위해 영상기법을 적용하는 것이 필요하지만(45) 본 연구에서는 사용하지 못했고 피하지방 두께는 직접 측정하지 않았기 때문에 비교할 수는 없지만 antifat diets 섭취가 체지방율을 유의적으로 낮췄기 때문에 피하지방 두께의 감소도 있었을 것으로 추정해 보며 앞으로 이와 관련한 보다 많은 연구가 필요할 것으로 본다. 한편 antifat diets 섭취 후 실험대상자들로부터 나타날 수 있는 장내 가스 발생 등 부작용 및 불편한 점들은 나타나지 않았다.

혈액 지질 수준의 변화

BCD를 함유하는 다이어트 식품(antifat diets)을 45일간 섭취한 후 조사된 혈액 중성지방, 총 콜레스테롤, VLDL-C, LDL-C, HDL-C 함량 및 동맥경화지수(AI)의 변화에 관한 실제 측정치는 Table 2와 같으며, antifat diets 섭취 전에 비해서 antifat diets 섭취 45일째에 낮아진 측정치들의 감소율은 Fig. 3과 같다.

Table 2와 Fig. 3에서 나타난 것처럼 antifat diets 섭취 후 혈액 HDL-C 함량은 증가하였으나 중성지방, 총콜레스테롤, VLDL-C, LDL-C 함량 및 AI는 유의적인 감소 경향을 나타냈다(p<0.05).

혈액 중성지방은 antifat diets 섭취 전 261 mg/dL이었으나 antifat diets 섭취 45일 후에는 158 mg/dL로서 103 mg/dL이 낮아져 40%의 유의적인 감소를 나타냈다(p<0.05). 혈액 총콜레스테롤은 antifat diets 섭취 전 212.3 mg/dL이었으나 antifat diets 섭취 45일 후 161.5 mg/dL로서 50 mg/dL이 낮아졌으며 이 값은 antifat diets 섭취 전과 비교하였을 때 24%의 유의적인 감소가 있었다(p<0.05). 혈액 VLDL-C는 antifat diets 섭취 전 68.0 mg/dL이었으나 antifat diets 섭취 45일 후 37.5 mg/dL로서 31 mg/dL이 낮아졌고 이 값은 antifat diets 섭취 전과 비교하였을 때 46%의 유의적인 감소가 있었다(p<0.05). 혈액 LDL-C는 antifat diets 섭취 전 133.7 mg/dL이었으나 antifat diets 섭취 45일 후 83.7 mg/dL로서 50 mg/dL이 낮아졌고 이 값은 antifat diets 섭취 전과 비교하였을 때 37%가 유의적으로 낮아졌다(p<0.05). 혈액 HDL-C는 antifat diets 섭취 전 30 mg/dL이었으나 antifat diets 섭취 45일 후 39.0 mg/dL로서 9 mg/dL이 높아져 30%의 유의적인 증가를 나타냈다(p<0.05). AI값은 antifat diets 섭취 전 7.82였으나 antifat diets 섭취 45일 후 5.40으로 2.42가 낮아졌으며 이 값은 antifat diets 섭취 전에 비교하였을 때 31%가 유의적으로 낮아졌음을 나타냈다(p<0.05). 일반적으로 BCD는 사람과 실험동물인 흰쥐의 소장에서 효소작용에 의해 가수분해되지

않으며(27,28) 생체 내 지질과 강하게 흡착하여 불용성물질을 형성함으로써(24,26,29) 분을 통한 지질의 배설량을 촉진시켜(27,29,30) 궁극적으로 에너지 섭취량 감소에 의한 체지방을 감소 및 체중 감소를 더 용이하게 하는 것으로 알려졌다(30,44,46). BCD는 특히 중성지방과 콜레스테롤 흡수를 억제시키고 담즙산 분비를 증가시켜 혈액 콜레스테롤 수치를 떨어뜨린다(29,30,44,46). Park(30)은 흰쥐에게 BCD함유 식이를 30일 동안 급여하였을 때 혈액 내 총 지질 함량이 87%까지 낮아졌고 중성지방 89%, 총 콜레스테롤 62% 그리고 LDL-C 54%의 유의적인 감소를 관찰하였는데 이는 분을 통한 스테로이드의 배설량이 167%까지 증가했기 때문이며 따라서 체지방 축적이 30% 낮아진 것으로 보고하였다.

요 약

본 연구는 성인 비만 여성을 대상으로 45일 동안 β -cyclodextrin을 함유하는 다이어트 식품(antifat diets)의 섭취시 체중, 비만도, 체질량지수, 체지방율, 신체둘레 및 혈액지질 수준의 변화를 관찰하였다. Antifat diet 섭취 전과 비교하였을 때 antifat diets 섭취 후 체중 3 kg 감소, 비만도 5% 감소, 체질량지수 1 kg/m^2 감소, 체지방율 7% 감소가 실제 측정치로써 나타났으며, 이를 감소율로써 나타냈을 때 체중 4%, 비만도 13%, 체질량지수 4%, 체지방율 20%의 감소효과가 있었으며 통계적 유의성이 있었다($p < 0.05$). Antifat diets 섭취 전과 비교하였을 때 antifat diets 섭취 후 상위 팔둘레 3 cm 감소, 허리둘레 3 cm 감소, 엉덩이 둘레 3 cm 감소 및 허벅지 둘레 3 cm가 실제 측정치로서 감소하였고, 이를 감소율로써 나타냈을 때 상위팔둘레 8%, 허리둘레 3.4%, 엉덩이둘레 3% 및 허벅지둘레 5%의 감소효과를 보였으며 통계적으로 유의성이 있었다($p < 0.05$). Antifat diets를 45일간 섭취하였을 경우 antifat diets 섭취 전에 비하여 중성지방 103 mg/dL 감소, 총콜레스테롤 50 mg/dL 감소, LDL-C 50 mg/dL 감소가 실제 측정치로써 나타났으며, 이를 감소율로써 나타냈을 때 중성지방 40%, 총콜레스테롤 24%, LDL-C 37% 및 동맥경화지수 31%까지 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 따라서 β -cyclodextrin이 비만방지 및 과체중 조절을 위한 새로운 다이어트 식품소재로서 충분히 활용될 수 있음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2003년 (주)고려인삼제약의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사 드립니다. 또한 연구수행을 위해서 협조를 아끼지 않았던 강원대학교 동물자원공동연구소 및 대학원생 강환구, 박태준 군에게 고마움을 드립니다.

문 헌

1. Nakamura T. 1999. Obesity: mechanism of energy regulation

- and diet. *J Japan Oil Chemist's Society* 48: 997-1004.
2. Hirsch J, Hudgins L, Leibel R, Rosenbaum M. 1998. Diet composition and energy balance in humane. *Am J Clin Nutr* 67 (Suppl 3): 551-555.
3. Astrup A. 1997. Sugar in the diet and obesity. *Scan J Nutr* 41: 164-167.
4. Wahrburg U, Kratoch M, Cullen P. 2002. Low and light outlook to 2006: Growth opportunities in diet and health food and drinks. *Eur J Lipid Sci Tec* 104: 698-705.
5. Gortmaker SL, Diets WH, Cheung WLY. 1990. Inactivity, diet and the fattening of america. *J Am Diet Assoc* 90: 1247-1252.
6. Ching PLYH, Willet WC, Rimm EB, Colditz GH, Gortmaker SL, Stamper MJ. 1996. Activity level and risk of overweight in male health professionals. *Am J Public Health* 86: 25-30.
7. Yoon GA. 2003. Association of obesity with television watching and physical activity in adult female. *Korean J Nutr* 36: 769-776.
8. Aviva M, Jennifer S, Eugenie H. 1999. The disease burden associated with overweight and obesity. *JAMA* 282: 1523-1529.
9. Dattil MA, Kris-Etherton PM. 1992. Effects of weight reduction on blood lipids and lipoprotein: A meta analysis. *Am J Clin Nutr* 56: 320-328.
10. Heidi O. 1995. Attitude of dietetics students and registered dieticians toward obesity. *J Am Diet Assoc* 95: 914-916.
11. Despres JP. 1991. Obesity and lipid metabolism: relevance of body fat distribution. *Curr Opin Lipidol* 2: 5-15.
12. National Institutes of Health. 1985. Health implications of obesity. *Ann Int Med* 103: 1073-1077.
13. Story M, Alton I. 1985. Current perspective on adolescent obesity. *Top Clin Nutr* 39A: 304-314.
14. Winick M. 1968. Nutrition and cell growth. *Nutr Rev* 26: 195-197.
15. Montgomery R, Dryer RL, Conway TW, Spector AR. 1983. *Biochemistry, A case-oriented approach*. Mosby company, London, UK. p 419.
16. Choi WH. 2002. Adipose tissue and adipokines. *J Kor Soc Study Obes* 11: 103-107.
17. Ashima RS, Flier JS. 2000. Adipose tissue as an endocrine organ. *Trends Endocrinol Meta* 11: 372-332.
18. Bresolin L. 1993. Body image and health counseling for women. *Arch Fam Med* 2: 1084-1087.
19. Chang UJ, Kim DG, Kim JM, Suh HJ, Oh SH. 2003. Weight reduction effect of fermented red peppers on female college students. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 32: 479-484.
20. Park SJ, Kang MH. 2003. The effect of dietary nuddle with glucomannan on the weight loss in high fat diet-induced obese rats. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 32: 893-898.
21. Trowell H, Southgate DAT, Wolever TMS, Leeds AR, Gasull MA, Jenkins DJA. 1976. Dietary fiber redefined. *Lancet* 1: 967-968.
22. Ha TY, Kim NY. 2003. The effects of uncooked grains and vegetables with mainly brown rice on weight control and serum components in korean overweight/obese female. *Korean J Nutr* 36: 183-190.
23. Horikoshi K. 1974. Production and industrial applications of beta-cyclodextrin. *Process Biochem* 14: 26-30.
24. Szeitli J. 1982. Types, formation and structure of inclusion complexes in β -cyclodextrins. *Budapest Akademical Kiado* 21: 93-103.
25. Oakenfull DG, Pearce RJ, Sidhu GS. 1991. Low-cholesterol dairy products. *Aust J Dairy Technol* 46: 110-112.
26. Froming KH, Fridrich R, Mehnert W. 1993. Inclusion compounds of cholesterol and β -cyclodextrin. *Eur J Pharm Biopharm* 39: 148-152.

27. Oliver P, Verwaerde F, Hedges AR. 1991. Subchronic toxicity of orally administered beta-cyclodextrin in rats. *J Am Coll Toxicol* 10: 407-419.
28. Flourie B, Molis C, Achour L, Dupas H, Hatat C, Rambaud JC. 1993. Fate of β -cyclodextrin in human intestine. *J Nutr* 123: 676-680.
29. Riottot M, Olivier P, Huet A, Caboche JT, Parguet M, Khalou J, Lutton C. 1993. Hypolipidemic effect of β -cyclodextrin in the hamster and in the genetically hypercholesterolemic rico rat. *Lipids* 28: 181-188.
30. Park BS. 2003. The biological effects of β -cyclodextrin on antithrombotic activity and plasma lipid metabolism in rats. *J Anim Sci Tec (Kor)* 45: 199-210.
31. World Health Organization. 1999. Obesity: preventing and managing in the global epidemic. In *Report of a WHO consultation on obesity*. WHO, Geneva, Swiss. p 13-15.
32. The Korean Nutrition Society. 2000. *Recommended dietary allowances for koreans*. 7th revision. Korea. p 490.
33. Gallagher D, Visser M, Sepulveda D, Pierson R, Harris J, Heymsfield SB. 1996. How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex, and ethnic groups? *Am J Epidemiol* 143: 228-239.
34. Ashwell M, Chim S, Stalley S, Garrow JS. 1982. Female fat distribution - a simple classification based on two circumference measurements. *Int J Obes* 6: 143-152.
35. Kissebah AH, Vydelingum N, Murray R, Evans DJ, Hartz AJ, Kalkhoff RK, Adams PW. 1982. Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 54: 254-260.
36. Bery JE, Hostmark AT. 1994. Cardiovascular risk determination: discrepancy between total cholesterol evaluation and two compound laboratory in dices in norway. *J Epide Com Health* 48: 338-343.
37. SAS Institute. 2000. *SAS User's Guide: Statistics*. Version 8 edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
38. Shim KW, Kim JY, Seo HS, Lee HS, Lee SW, Kang JH. 2002. Predicting body fat by anthropometry in obese Korean women. *J Korean Soc Study Obes* 11: 150-157.
39. Kang JH, Kim NS. 2002. Secular trend of obesity prevalence in Korea. *J Korean Soc Study Obes* 11: 329-336.
40. Krotiewski M. 1983. Impact of obesity on metabolism in men and women: Importance of regional adipose tissue distribution. *J Clin Invest* 72: 1150-1162.
41. Pare A, Dumont M, Lemieux I, Brochu M, Alemeras N, Lemieux S. 2001. Is the relationship between adipose tissue and waist girth altered by weight loss in obese men? *Obes Res* 9: 526-534.
42. Taylor RW, Kell D, Caulfield EJ. 1998. Body mass index, waist girth, and waist-to-hip ration as index of total and regional adiposity in women evaluation using receiver operating characteristic curves. *Am J Clin Nutr* 67: 44-49.
43. Barrows KS. 1987. Effect of a high protein, very low caloric diet on body composition and anthropometric parameters of obese middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 45: 381-390.
44. Favier ML, Remesy C, Moundras C, Demigne C. 1995. Effect of cyclodextrin on plasma lipids and cholesterol metabolism in the rat. *Metabolism* 44: 200-206.
45. Park HS, Kim PN. 2002. Lifestyle factors associated with visceral fat accumulation by CT scan in Korean obese adults. *J Korean Soc Study Obes* 11: 337-348.
46. Hostmark AT, Lystad E, Haug A, Eilertsen E. 1989. Plasma lipids, lipoproteins, and fecal excretion of neutral sterols and bile acids in rats fed various and high diets or low fat/high sucrose diet. *J Nutr* 119: 356-363.

(2004년 1월 12일 접수; 2004년 6월 3일 채택)