

약용식물 물 추출물들 혼합식이에 의한 고지방식으로 유도된 마우스의 비만 억제효과

서동주¹ · 정미자² · 김대중¹ · 최 먼^{1*}

¹강원대학교 식물생명공학전공

²강원대학교 BK21사업단(뉴트라슈티컬바이오)

Antiobese Effects of Diet Containing Medicinal Plant Water Extracts in High Fat Diet-Induced Obese Mice

Dong-Joo Seo¹, Mi Ja Chung², Dae-Jung Kim¹, and Myeon Choe^{1*}

¹Dept. of Plant Biotechnology, Division of Biotechnology, School of Bioscience and Biotechnology, and

²The Nutraceutical Bio Brain Korea 21 Project Group, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

Abstract

We investigated the effects of feeding diet containing medicinal plant water extracts (MPWEs) on body weight, epididymal adipose tissue weight, adipocyte size of epididymal adipose tissue and plasma lipid levels in high fat (HF) diet-induced obese mice. To test antiobese effects of diet containing the MPWEs, C57BL/6J mice were fed with HF diet for 11 weeks. In the last 6 weeks, the HF diet was supplemented with 0 (HFD) or MPWEs (5 g/kg, HFD+MPWEs) or orlistat [0.5 g/kg, HFD+orlistat (antiobesity drug)]. The HF-free diet group was fed normal chow for 11 weeks. Eleven-weeks feeding with HFD resulted in significant increase in lipid levels, body weight, liver and epididymal adipose tissue weights, compared with the HF-free group. Diet containing MPWEs significantly reduced plasma total cholesterol, LDL-cholesterol, triglyceride and glucose concentrations as well as body weight, liver weight and epididymal adipose tissue weight. Plasma triglyceride levels were significantly lower in the HFD+orlistat group after 6 weeks and a similar effect was found with HFD+MPWEs group. The adipocyte size of epididymal adipose tissue in HFD group was significantly larger than those of HF-free group. MPWEs and orlistat (positive control) significantly decreased the size of epididymal adipocytes but orlistat was slightly more effective than MPWEs. These results suggest that oral feeding of the MPWEs may have antiobesity effects by suppressing body weight gain, adipose tissue formation and adipocyte size increase.

Key words: adipose tissue, antiobesity, body weight, high fat diet, lipid

서 론

만성대사성질환의 원인으로 잘 알려진 비만은 유전적, 환경적 및 사회적 구조변화와 식습관의 변화 등 다양한 원인들이 관여하는 복합적 증후군으로, 과도한 에너지 섭취로 체내 대사활동으로 소비되고 남은 것이 지방조직에 중성지방으로 축적되어 발생되며(1,2) 이러한 지방조직이 필요량 이상으로 과도하게 축적되면 정상적인 생리적 및 생화학적 기능에 영향을 미친다(3). 이에 세계보건기구에서는 비만을 세계적으로 건강과 보건에 대해 부정적인 영향을 미치고 있으며, 하나의 현상이나 증상이 아닌 질병으로 분류하고 있다(4). 비만의 치료는 행동양식의 관리(식사요법, 운동요법 행동조절요법), 의학적인 기술의 적용(치아교정, 위절제술) 사회적 또는 정신적인 측면에서의 관리 등 다방면에서 복합적으로

이루어지고 있지만(5) 최근에는 인공적으로 합성된 항비만 약제를 복용하는 방법이 많이 이용되고 있다. 그러나 이러한 약물들은 대부분 부작용을 가지고 있어, 부작용을 최소화할 수 있고 향상된 항비만 기능을 가진 천연물질을 이용한 비만 치료제 개발이 절실히 요구되고 있다.

본 연구에 사용된 소재들(옥수수수염, 팔삭, 표고버섯, 청고추) 중 옥수수수염은 다이어트 음료로 잘 알려져 있지만 아직 과학적으로 검증이 되지 않았으며, 팔은 독을 풀고 배변을 촉진하여 장을 깨끗하게 해주며, 팔에 함유된 사포닌은 섬유질과 함께 변통을 돕는 효과를 나타내는 물질인 것으로 알려져 있다(6). 팔삭 역시 혈액 내 독소를 소변으로 배출하고 배변을 촉진하는 것으로 예부터 전해지고 있으나 과학적인 근거를 제시한 연구결과는 전무한 상태이다. 따라서 팔삭에 의한 배설 촉진이 항비만 효과를 나타낼 수 있을 것이라

*Corresponding author. E-mail: mchoe@kangwon.ac.kr
Phone: 82-33-250-8645, Fax: 82-33-250-7451

추정되어 본 연구에서 항비만 소재로 팔짝을 선택하였다. Kwon 등(7)은 표고버섯의 균사체에서 분리한 단백질과 고추 추출물을 흰쥐에 투여했을 때 체중과 LDL-콜레스테롤 함량이 감소되었다고 보고하였다. 본 실험에 약용식물 물 추출물들 혼합식이 제조를 위해 사용된 소재들은 예비 실험을 통해 항비만 관련 주요 효소들(lipoprotein lipase, acyl-CoA synthetase, carnitine acetyl transferase)의 활성에 영향을 미치는 것이었으나 소재마다 활성이 잘 일어나는 효소의 종류는 달랐다. 따라서 lipoprotein lipase, acyl-CoA synthetase 그리고 carnitine acetyl transferase가 비슷한 속도로 모두 활성이 일어날 수 있는 최적 소재를 찾되 각 소재들의 물 추출물 동결 건조 분말을 일정한 비율로 고지방식이에 혼합하여 실험 식이를 제조하였으며, 이는 각 성분들의 시너지 효과를 얻기 위한 목적이었다. 본 연구에 사용된 positive control로 사용된 orlistat[1-(3-hexyl-4-oxooxetan-2-yl) tridecan-2-yl 2-formamido-4-methylpentanoate]는 Xenical®(Roche Pharma Ltd, Reinach, Switzerland)라는 이름으로 시판되는 lipase 저해제로 이들은 식사로 섭취한 지방 흡수를 저해함으로써 항비만 약제 기능을 하는 것으로 알려져 있다(8).

따라서 본 연구에서는 C57BL/6J 마우스를 이용하여 5주 동안 비만을 유도한 후 6주간 옥수수수염, 팔짝, 표고버섯 및 청고추 물 추출물을 동결 건조한 분말 혼합물을 고지방식이에 혼합 투여하여 몸무게, 부고환 지방함량, 지질대사와 부고환 지방세포의 크기에 미치는 영향을 관찰하여 항비만 기능성식품 소재를 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료 및 추출물의 제조

본 연구에 사용된 옥수수수염(*Zea mays* L.), 팔짝(*Phaseolus angularis* L.), 표고버섯(*Lentinus edodes*(Berk.) Sing) 및 청고추(*Capsicum annuum* L.)는 춘천 소재 재료상 및 대형마트에서 구입하여 건조하였다. 건조된 각각의 시료를 분쇄한 후 10.7배의 증류수를 첨가한 다음 60°C shaking incubator에서 24시간 추출하여 원심분리한 후 상층액을 취하였다. 여과한 상층액을 동결 건조시킨 후 옥수수수염, 팔짝, 표고버섯, 청고추의 동결 건조 분말을 Table 1과 같은 비율로 배합하여 5 g/kg, 즉 0.5%의 비율로 고지방 식이에

Table 1. Composition of *Zea mays* L., *Phaseolus angularis* L., *Lentinus edodes* (Berk.) Sing, *Lentinus edodes* (Berk.) Sing, and *Capsicum annuum* L. for mixture (%)

| Plants | Contents |
|-------------------------------------|----------|
| <i>Zea mays</i> L. | 30.44 |
| <i>Phaseolus angularis</i> L. | 39.12 |
| <i>Lentinus edodes</i> (Berk.) Sing | 12.79 |
| <i>Capsicum annuum</i> L. | 17.65 |
| Total | 100 |

Table 2. Composition of experimental diets (g/kg diet)

| Ingredient | HF ¹⁾ -free diet | Control (HF diet, HFD) | HFD+ orlistat ²⁾ | HFD+ MPWEs ³⁾ |
|--------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Orlistat | — | — | 0.5 | — |
| Mixture | — | — | — | 5.0 |
| Casein | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Sucrose | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Corn starch | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Cellulose | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Beef tallow | — | 400 | 400 | 400 |
| Mineral mixture | 35 | 35 | 35 | 35 |
| Vitamin mixture | 10 | 10 | 10 | 10 |
| DL-methionine | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Choline bitartrate | 2 | 2 | 2 | 2 |

¹⁾High fat.

²⁾Xenical® (Roche Pharma Ltd, Reinach, Switzerland) as an antiobesity drug.

³⁾Medicinal plant water extracts: *Zea mays* L. (30.44%) + *Phaseolus angularis* L. (39.12%) + *Lentinus edodes* (Berk.) Sing (12.79%) + *Capsicum annuum* L. (17.65%).

혼합하여 고형 식이로 제조하였다(Table 2). 배합비율 결정은 항비만 관련 주요 효소들인 lipoprotein lipase, acyl-CoA synthetase와 carnitine acetyl transferase의 K_m값을 구한 후 *in vitro* 예비실험에서 얻어진 효소 활성비를 K_m값에 곱하여 Table 1과 같은 배합비율을 결정하였다. Positive control로 사용한 orlistat는 Xenical®라는 의약품으로 판매되고 있는 캡슐을 개봉하여 고지방식이 1 kg에 0.5 g, 즉 0.05%가 되도록 고지방식이에 혼합하여 고형 식이를 제조하였다(9).

실험동물 및 식이

본 연구에서는 7주령의 C57BL/6J(Central Lab. Animal Inc., Seoul, Korea) 수컷 33마리를 일주일간 적응시킨 후 일반식이 섭취군[high fat(HF)-free diet, n=7]을 제외하고 모두 고지방식이를 5주 동안 하여 비만을 유도하였다. 5주후 난괴법에 의거하여 3개의 군으로 분류하였다. 즉 고지방식 이만을 섭취한 군[HF diet(HFD), n=10], 고지방식이에 orlistat 0.05%를 혼합하여 섭취한 군(HFD+orlistat, n=8), 고지방식이에 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물을 고지방 식이에 0.5%를 투여한 군(HFD+MPWEs, n=8)으로 분류하여 실험을 진행하였다. 일반식이 섭취군은 혼합물을 투여하는 실험기간 6주 동안에도 계속해서 일반 식이를 투여하였다. 실험기간 동안 음수와 식이는 *ad libitum*으로 급여하였으며, 체중과 식이섭취량은 3일 간격으로 측정하였다. 사육장 온도는 21±2°C, 습도 50±10%에서 12시간 주기로 명암 조절하였다. 본 연구에서의 모든 동물실험은 강원대학교 동물실험윤리위원회(Kangwon National University Institutional Animal Care and Use Committee, KIUACUC)의 승인 하에 수행하였다.

혈액 분석

혈액은 5주 동안 고지방식이에 의해 비만을 유도한 후 약

용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물이나 orlistat을 함유하고 있는 고지방 식이를 시작하기 바로 직전 0주와 실험식이 후 3주에 16시간 절식 후 Avertin(0.8 mg/g)(10)을 복강 투여하여 마취시킨 후 안와 채혈하여 EDTA가 함유된 튜브에 혈액을 수집하였고, 실험식이가 종결되는 6주에는 절식, 마취 후 심장 채혈하였다. 채혈된 혈액은 4°C에서 10,000 rpm으로 10분 동안 원심분리 하여 혈장(plasma)을 얻어 총콜레스테롤(total cholesterol), 중성지방(triglyceride) 그리고 글루코오스(glucose) 농도를 아산제약(Asan-pharm, Seoul, Korea) 상업용 kit을 이용하여 측정하였다. LDL 콜레스테롤(LDL-cholesterol) 농도는 Stanbio Laboratory(Stanbio, TX, USA)로부터 구입한 LDL 콜레스테롤 측정용 시약을 이용하여 자동분석기(BT-1000, Rome, Italy)로 측정하였다.

간 무게 및 부고환 지방조직 무게 측정 그리고 부고환 지방조직 세포의 크기 측정

간 무게 및 부고환 지방조직 함량은 실험 종료 후 실험동물을 안락사시킨 다음 복부를 절개하여 간 및 부고환 지방조직을 적출하여 생리식염수를 이용하여 혈액 및 이물질을 제거하여 무게를 측정하였으며, 부고환 지방세포의 크기는 부고환 지방조직을 일정 크기로 잘라 10% formalin으로 48시간 동안 고정하여 동결절편기로 18 μm 으로 절편한 후 oil-red-o 지방 염색방법으로 지방세포를 염색하였다. 염색 후 60% isopropanol을 이용하여 탈색한 뒤 현미경하에서 디지털 카메라를 이용하여 이미지를 측정하였다. 지방세포의 크기 분석을 위해 Fluor Chem 8900 image analysis program을 이용하여 지방세포의 직경을 측정하였고, 지방세포의 직경은 절대적 수치가 아닌 상대적 수치로 측정하였다.

통계처리

실험에서 얻어진 결과의 통계적 유의성은 SPSS(statistical package for social sciences, Version 10.0, Chicago, USA) program을 이용하여 실험군당 평균 \pm 표준편차로 표시하였고, 각 농도의 평균차의 통계적 유의성을 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

체중, 간 무게 및 부고환 지방조직 무게

옥수수수염, 팥, 표고버섯 및 청고추 각각의 물 추출물 냉동건조 분말 혼합물을 섭취한 생쥐의 체중 변화량, 간 무게, 부고환 지방조직의 무게는 Table 3과 같다. 체중변화량은 실험 시작부터 시작 종결까지의 무게 변화량을 총 식이 섭취량으로 나누어 나타내었다. 그 결과 고지방식이만을 섭취한 대조군(HFD)과 비교하여 모든 실험군에서 유의적으로 감소하였다. 항비만 치료제로 판매되고 있는 orlistat 섭취군(HFD+orlistat)은 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 섭취군(HFD+MPWEs)과 일반식이 섭취군(HF-free diet)보다 더 체중이 감소되었고, 혼합물을 섭취한 군은 대조군과 비교하여 48.51% 체중 감소를 나타내었다. 간 무게를 측정된 결과 고지방식이군인 대조군과 비교하여 고지방 식이와 함께 orlistat 섭취는 간 무게를 32.93%, 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물은 26.22% 유의적으로 감소시켰다. 부고환 지방조직 함량을 측정된 결과 대조군인 고지방식이군은 1.85 ± 0.15 g, 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 섭취한 군은 1.30 ± 0.19 g으로 대조군과 비교하여 29.73%가 유의적으로 감소하였다.

본 연구 결과는 Jayasooriya 등(11)은 고지방식이가 체중을 증가시키며 또한 간에서 지방을 축적시켜 간 무게가 증가한다고 발표하였으며, Lee 등(12)과 Park 등(13)은 브로콜리 싹 에탄올 추출물과 도라지 물 추출물을 고지방식이와 함께 섭취시킨 결과 고지방식이 유도 흰쥐의 체중증가량이 현저히 감소하였으므로 비만 억제효과가 있다고 보고하였을 뿐만 아니라 고지방식이에 의해 증가된 간조직 및 지방 무게도 이들 추출물들 투여에 의해 감소하였다고 보고하여 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 섭취에 의해 몸무게 감소, 간 무게 감소 및 부고환 지방 조직량 감소를 나타낸 본 연구 결과와 유사하였다. 또한 본 연구에 사용된 천연 소재 물 추출물 혼합물 섭취에 의한 부고환 지방량 감소는 비만에 있어서 체중의 증가보다는 체지방량의 증가가 건강

Table 3. Effect of diet containing medicinal plant water extracts (MPWEs) on body weight gain/feed intake, liver and epididymal adipose tissue weights in high fat diet-induced obese mice

| Groups | Body weight gain/food intake (g/g) | Liver weight (g/mouse) | Epididymal adipose tissue (g/mouse) |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Control (HF ¹) diet, HFD) | 0.0738 ± 0.0055^{4c5} | 1.64 ± 0.17^b | 1.85 ± 0.15^c |
| HF-free diet | 0.0379 ± 0.0036^b | 1.17 ± 0.06^a | 0.48 ± 0.06^a |
| HFD+orlistat ² (0.5 g/kg) | -0.0045 ± 0.0031^a | 1.10 ± 0.05^a | 0.77 ± 0.11^a |
| HFD+MPWEs ³ (5 g/kg) | 0.0380 ± 0.0051^b | 1.21 ± 0.06^a | 1.30 ± 0.19^b |

¹) High fat.

²) Xenical® (Roche Pharma Ltd, Reinach, Switzerland) as an antiobesity drug.

³) Medicinal plant water extracts: *Zea mays* L. (30.44%)+*Phaseolus angularis* L. (39.12%)+*Lentinus edodes* (Berk.) Sing (12.79%)+*Capsicum annuum* L. (17.65%).

⁴) The values shown are mean \pm SD (n=7~10).

⁵) Within each column, values with different superscripts are significantly different from each other ($p < 0.05$), as determined by Duncan's multiple range test.

을 해친다는 Kim 등(14)의 연구 결과에 근거한다면 본 연구에서 비만 마우스에게 섭취시킨 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물은 비만한 사람에게 건강 개선과 함께 항비만 효과를 나타낼 수 있는 항비만 천연 소재일 것이라는 것을 시사하고 있다.

혈장 지질 및 글루코오스 함량

혈장 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방 및 글루코오스 농도는 Table 4와 같다. 실험식이 시작되기 바로 직전 0주에는 고지방식이군(HFD, control), 고지방식이에 0.5 g/kg orlistat 섭취군(HFD+orlistat) 그리고 고지방식에 5 g/kg 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 섭취군(HFD+MPWEs) 간에는 혈장 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 중성지방 농도에는 유의적 차이가 나타나지 않았으나(p>0.05), 이들 3군은 일반식이군(HF-free diet)과 비교하여 혈장 지질 함량이 현저히 높았다(p<0.05).

총콜레스테롤은 3주째 orlistat 섭취군에서 대조군인 고지방식이군과 비교하여 유의적으로 감소하였지만 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 섭취는 영향을 미치지 않았다. 그러나 6주 후에는 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 섭취군에서 140.65±11.91 mg/dL로 대조군인 170.88±5.64 mg/dL와 비교하여 17.69% 유의적으로 감소하였다. LDL 콜레스테롤은 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물과 orlistat 섭취군에서 고지방식이군인 대조군과 비교하여 현저히 낮은 함량을 나타내었고 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 투여가 LDL 콜레스테롤 농도 감소에 항비만 약제인 orlistat보다 더 효과가 있었다. 대조군과 비교하여 약용식물 물 추출물들을 동결

건조한 분말 혼합물 섭취군의 혈장 중성지방 함량이 이들 혼합물 섭취 3주와 6주 모두 유의적으로 감소하였다. 3주에는 43.49±1.26 mg/dL로 대조군(HFD, 54.94±1.69 mg/dL)과 비교하여 20.84% 감소하였으며 6주에는 39.60±1.83 mg/dL로 대조군(56.00±3.89 mg/dL)과 비교하여 29.29% 유의적으로 감소하였다. 감소율은 positive control로 사용된 orlistat 투여군과 유사하였다. 혈장 글루코오스 함량은 일반식이군(HF-free diet)과 비교하여 고지방식이군(HFD)에서 유의적으로 증가하였고 orlistat와 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 섭취 3주째 고지방식에 의해 증가된 고혈당을 현저히 감소시켰고 감소율은 두 섭취군이 비슷하였다. 6주째, 대조군에 비해 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 섭취군의 글루코오스 함량이 유의적으로 낮았지만, 혼합물 섭취군보다 orlistat 섭취군이 더 낮은 글루코오스 함량을 나타내었다.

Park 등(15)과 Wat 등(16)은 고지방식이 급여가 일반식이군과 비교하여 혈중 중성지방과 총콜레스테롤 함량을 증가시킨다고 보고하였는데 이는 본 연구 결과와 일치하였다. 또한 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 섭취에 의한 혈장 중성지방과 총콜레스테롤 함량 감소는 브로콜리 싹 추출물, 뽕잎 추출물 그리고 도라지 물 추출물이 식이적 비만에 의해 유발된 고지혈증을 개선하였다는 보고들(12,17)과 유사하였다. 혈중 지질 함량 감소는 관상심혈관계 질환의 위험을 감소시킨다는 여러 연구 결과들(15,16,18)에 근거하여 옥수수수염, 팥, 표고버섯 및 청고추 각각의 물 추출물 냉동 건조 분말 혼합물 섭취는 비만에 의해 유발되는 심혈관계 질환의 위험성을 줄여 줄 것으로 추정된다.

Table 4. Effect of diet containing medicinal plant water extracts (MPWEs) on plasma lipid and glucose levels in high fat diet-induced obese mice (mg/dL)

| Treatment | HF ¹⁾ diet (HFD, control) | HF-free diet | HFD+orlistat ²⁾ (0.5 g/kg) | HFD+MPWEs ³⁾ (5 g/kg) |
|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Total cholesterol ⁴⁾ | 0 week | 102.21±4.27 ^{5)ab6)} | 74.78±3.03 ^a | 103.28±3.38 ^b |
| | 3 weeks | 143.21±3.51 ^c | 84.66±1.31 ^a | 121.82±5.64 ^b |
| | 6 weeks | 170.88±5.64 ^c | 113.89±8.44 ^a | 158.15±5.26 ^{bc} |
| LDL-cholesterol | 0 week | 35.07±3.13 ^b | 25.09±4.36 ^a | 34.68±7.00 ^b |
| | 3 weeks | 70.98±4.20 ^c | 27.95±4.55 ^a | 69.99±7.21 ^c |
| | 6 weeks | 93.16±5.08 ^b | 49.25±8.96 ^a | 104.11±4.79 ^b |
| Triglyceride | 0 week | 47.29±2.02 ^b | 29.07±0.99 ^a | 45.04±2.14 ^b |
| | 3 weeks | 54.94±1.69 ^c | 29.18±1.17 ^a | 43.97±2.04 ^b |
| | 6 weeks | 56.00±3.89 ^c | 27.76±1.40 ^a | 42.09±2.42 ^b |
| Glucose | 0 week | 119.39±5.58 ^b | 87.75±6.10 ^a | 122.51±11.88 ^b |
| | 3 weeks | 206.40±4.85 ^c | 139.60±6.52 ^a | 167.26±9.47 ^b |
| | 6 weeks | 277.31±13.42 ^c | 208.52±10.53 ^b | 169.41±9.44 ^a |

¹⁾High fat.

²⁾Xenical® (Roche Pharma Ltd, Reinach, Switzerland) as an anti-obesity drug.

³⁾Medicinal plant water extracts: *Zea mays* L. (30.44%)+*Phaseolus angularis* L. (39.12%)+*Lentinus edodes* (Berk.) Sing (12.79%)+*Capsicum annuum* L. (17.65%).

⁴⁾Blood samples were collected on weeks 0, 3, and 6 after oral feeding of MPWEs or orlistat.

⁵⁾The values shown are the means±SD (n=7~10).

⁶⁾Values with different superscript letters (a-c) within the same row are significantly different (p<0.05) as determined by Duncan's multiple range test.

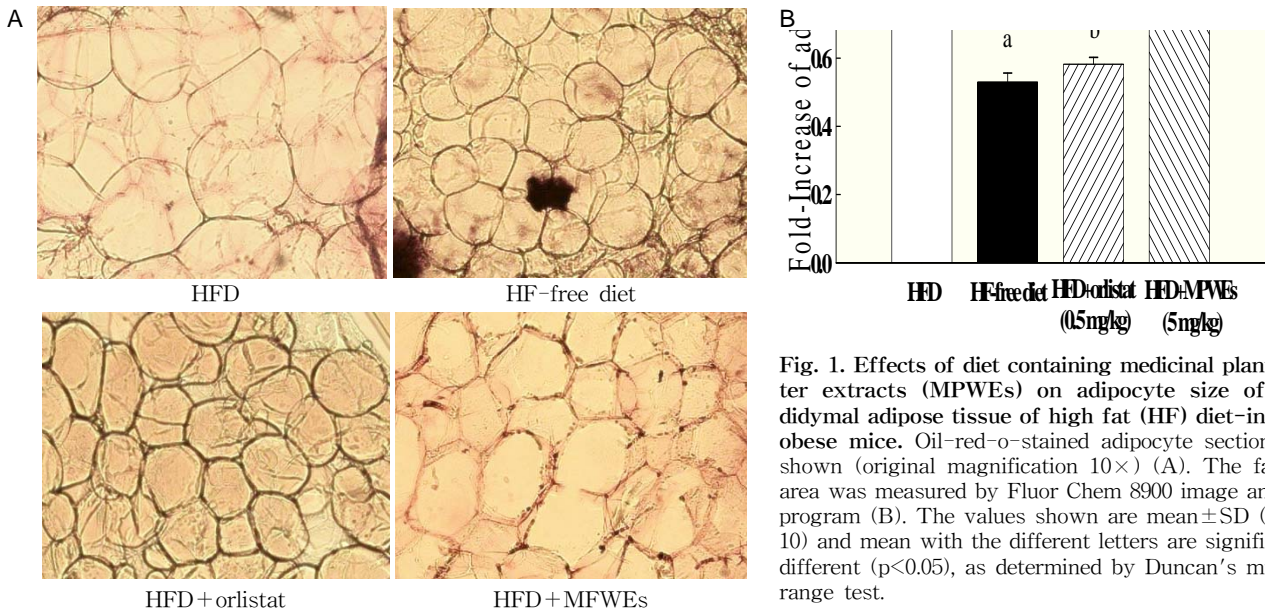


Fig. 1. Effects of diet containing medicinal plant water extracts (MPWEs) on adipocyte size of epididymal adipose tissue of high fat (HF) diet-induced obese mice. Oil-red-O-stained adipocyte sections are shown (original magnification 10×) (A). The fat cell area was measured by Fluor Chem 8900 image analysis program (B). The values shown are mean ± SD (n=7~10) and mean with the different letters are significantly different (p<0.05), as determined by Duncan's multiple range test.

부고환 지방세포 크기

마우스의 부고환 지방조직을 염색하여 현미경으로 관찰한 결과(Fig. 1A)와 image analyzer로 측정된 결과(Fig. 1B)는 Fig. 1과 같다. 부고환 지방조직의 지방세포 크기가 고지방식을 섭취한 군(HFD)에서 일반식이 섭취군(HF-free diet)과 비교하여 현저히 증가하였고, 고지방 식이에 의한 지방세포 크기 증가는 orlistata과 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 섭취에 의해 억제되었다. 고지방식이군의 지방세포 크기가 1.0배일 때 일반식이군(HF-free diet)과 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물 섭취군(HF+MPWEs)의 지방세포 크기는 고지방식이군의 지방세포 크기의 0.47배와 0.69배로 감소하였다. 이는 고지방식이의 섭취가 지방세포의 중성지방의 축적을 증가시켰음을 의미하며(15), 옥수수수염, 팔삭, 표고버섯 및 청고추 각각의 물 추출물 냉동 건조 분말 혼합물 섭취가 이러한 중성지방의 축적을 억제한 것으로 사료된다.

본 연구 결과는 Kim 등(14)의 연구 결과와 유사하게 나타났으며, Moon 등(19)도 한약재로 구성된 천연소재 조성물에 의해 체중과 부고환 지방 조직량의 감소와 지방세포 크기의 감소가 항비만 효과가 있다고 의견을 제시하였다. 지방세포 크기의 측정은 항비만 효능을 입증할 수 있는 효과적인 방법으로 알려져 있다(15). 따라서 지방세포의 조직학적 실험 결과는 본 실험에 사용된 약용식물 물 추출물들을 동결 건조한 분말 혼합물이 항비만 기능성식품 개발 등 다양한 용도의 기능성 소재로 사용 가능성을 다시 한 번 시사하고 있다.

요 약

우리는 고지방식에 의해 유도된 비만 마우스의 몸무게,

부고환 지방조직 무게, 부고환 지방조직의 지방세포 크기 및 혈장 지질 농도에 약용식물 물 추출물들(MPWEs) 혼합식이 어떤 영향들을 미치는지 연구하였다. MPWEs 혼합식이의 항비만 효과를 알아보기 위하여 C57BL/6J 마우스는 11주 동안 고지방식을 섭취시켰다. 마지막 6주 동안, 계속해서 고지방식이(HFD)만 섭취시키거나 고지방식에 MPWEs(5 g/kg, HFD+MPWEs)이나 고지방식에 orlistat[0.5 g/kg, HFD+orlistat(항비만 약)]을 섞어 섭취시켰다. HF-free군은 11주 동안 일반 식이를 섭취시켰다. 11주간 고지방식을 섭취한 군은 일반식이군과 비교하여 혈장 지질 수준, 몸무게, 간 무게 및 부고환 지방조직 무게가 현저하게 증가하였다. MPWEs를 함유하고 있는 식이는 몸무게, 간 무게 및 부고환 지방조직 무게와 마찬가지로 혈장 총콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 중성지방 그리고 혈당 농도를 현저하게 감소시켰다. 혈장 중성지방 수준은 6주 동안 orlistat를 함유한 고지방식이군(HFD+orlistat)에서 현저히 낮았고 MPWEs를 함유한 고지방식이군(HFD+MPWEs)의 그것과 유사하였다. 고지방식이군 마우스의 지방세포 크기가 일반식이군의 그것에 비해 현저하게 증가하였고, MPWEs와 orlistat(positive control)는 부고환 지방세포 크기를 현저하게 감소시켰으나 orlistat가 MPWEs보다 약간 더 영향력이 있었다. 이들 결과들은 MPWEs 섭취는 몸무게 증가, 지방세포 형성 및 지방세포 크기 증가를 저해함으로써 항비만 효과가 있을 것이라는 것을 시사하고 있다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업과 강원대학교 BK21 뉴트라슈티컬사업단의 일부 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Grundy SM. 1998. Multifactorial causation of obesity: implications for prevention. *Am J Clin Nutr* 67: 563S-572S.
2. Albu J, Allison D, Boozer CN, Heymsfield S, Kissileff H, Kretser A, Krumhar K, Leibel R, Nonas C, Pi-Sunyer X, Vanlath T, Wedral E. 1997. Obesity solution: report of a meeting. *Nutr Res* 55: 150-156.
3. Huh KB. 1990. Recent progress in obesity research: pathogenesis of obesity. *Kor J Nutr* 23: 333-336.
4. McGee DL. 2005. Body mass index and mortality: a meta-analysis based on person-level data from twenty-six observational studies. *Ann Epidemiol* 15: 87-97.
5. Lang A, Froelicher ES. 2006. Management of over weight and obesity in adults: Behavioral intervention for long-term weight loss and maintenance. *Eur J Cardiovas Nurs* 5: 102-114.
6. Hwang CS, Shin DH. 2005. Effects of enzyme treatment on physicochemical characteristics of small red bean percolate. *Kor J Food Sci Technol* 37: 187-193.
7. Kwon ST, Kwon SH, Ma MS, Park YI. 2002. Lowering effects in plasma cholesterol and body weight by mycelial extracts of two mushrooms: *Agaricus blazei* and *Lentinus edodes*. *Korean J Microbiol Biotechnol* 30: 402-409.
8. Ballinger A, Peikin SR. 2002. Orlistat: its current status as an anti-obesity drug. *Eur J Pharmacol* 440: 109-117.
9. Ryu JM, Lee TH, Seo IK, Lee SH, Jang YH, Kim YB, Wang SY. 2006. Anti-obesity effects of Misaengtang in rats fed on a high-fat diet or normal diet. *Toxicol Res* 22: 339-348.
10. Lee SH, Park HJ, Chun HK, Cho SY, Jung HJ, Cho SM, Kim DY, Kang MS, Lillehoj HS. 2007. Dietary phytic acid improves serum and hepatic lipids levels in aged ICR mice fed a high-cholesterol diet. *Nutr Res* 27: 505-510.
11. Jayasooriya AP, Sakono M, Yukizaki C, Kawano M, Yamamoto K, Fukuda N. 2000. Effects of *Momordica charantia* powder on serum glucose levels and various lipid parameters in rats fed with cholesterol-free and cholesterol enriched diets. *J Ethnopharmacol* 72: 331-336.
12. Lee JJ, Shin HD, Lee YM, Kim AR, Lee MY. 2009. Effect of broccoli sprouts on cholesterol-lowering and anti-obesity effects in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 309-318.
13. Park YS, Yoon Y, Ahn HS. 2007. *Platycodon grandiflorum* extract represses up-regulated adipocyte fatty acid binding protein triggered by a high fat feeding in obese rats. *World J Gastroenterol* 13: 3493-3499.
14. Kim HS, Kim TW, Kim DJ, Hwang HJ, Lee HJ, Choe M. 2007. Effects of natural plants supplementation on adipocyte size of the epididymal fat pads in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 419-423.
15. Park SH, Ko SK, Chung SH. 2005. *Euonymus alatus* prevents the hyperglycemia and hyperlipidemia induced by high-fat diet in ICR mice. *J Ethnopharmacol* 102: 326-335.
16. Wat E, Tandy S, Kapera E, Kamili A, Chung RWS, Brown A, Rowney M, Cohn JS. 2009. Dietary phospholipid-rich dairy milk extract reduces hepatomegaly, hepatic steatosis and hyperlipidemia in mice fed a high-fat diet. *Atherosclerosis* 205: 144-150.
17. Cho YS, Shon MY, Lee MK. 2007. Lipid-lowering action of powder and water extract of mulberry leaves in C57BL/6 mice fed high-fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 405-410.
18. Davignon J, Cohn JS. 1996. Triglyceride: a risk factor for coronary heart disease. *Atherosclerosis* 124: S57-S64.
19. Moon GA, Choi SM, Kim SH, Kim SS, Kang JY, Yoon Y. 2003. Human and animal study on the natural food for obesity and metabolic syndrome risk factors. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1394-1400.

(2009년 7월 29일 접수; 2009년 9월 16일 채택)