

# 고지방 식이로 유도된 비만 백서에서 뽕잎 추출물의 항비만 효과

김은정 · 김계엽 · 김영민<sup>1</sup> · 최경호<sup>2</sup> · 장성주<sup>3\*</sup>

동신대학교 물리치료학과, 1: (주)동의나라, 2: 전남테크노파크, 3: 동신대학교 방사선학과

## Anti-obesity Effect of *Mulberry Leaves* Extraction in Obese Rats High-fat Diet

Eun Jung Kim, Gye Yeop Kim, Young Min Kim<sup>1</sup>, Kung Ho Choi<sup>2</sup>, Seong Joo Jang<sup>3\*</sup>

Department of Physical Therapy, Dongshin University, 1: Donguinara Co., 2: Jeonnam Technopark, 3: Department of Radiology, Dongshin University

The aims of this investigation was to examine the anti-obesity effects of oral administration with *Mulberry leaves* extraction in the high-fat diet induced obesity rats. We investigated the anti-obesity effects of the extract from *Mulberry leaves* on the progress of high fat diet for 8 weeks. Experimental rats were divided into 5 different experimental groups including an normal group (normal dieat; n=10), control group (high fat diet; n=10), I (*Mulberry leaves* extraction 100 mg/kg oral administration induced obesity; n=10), II (*Mulberry leaves* extraction 300 mg/kg oral administration; n=10), and III (*Mulberry leaves* extraction 500 mg/kg oral administration; n=10). It is to analysis changes in body weight, epididymal fat weight, blood lipid profiles, and fat histological findings. Body weights were significantly increase in control group than normal groups(p<0.05). The level of total cholesterol, LDL-C and TG were significantly lower in experimental groups than control group (p<0.05). In histopathologic finding of fat-tissue around testicle experimental group I and II were more decreased than high fat diet-induced control group in fat cell size. These results suggested that the *Mulberry leaves* extraction oral administration made the increase of anti-obesity effect in high-fat diet induced obesity rats.

Key words : *mulberry leaves*, obesity, rats

### 서 론

비만은 신체 에너지 소비량보다 과잉으로 에너지를 섭취 하였을 때 점차적으로 체지방이 피하조직이나, 장간막에 축적되어 체중이 증가하는 상태로 유전적, 영양적, 환경적 및 사회적 요인 등 다양한 원인들이 관여하는 복합증후군이다<sup>1)</sup>. 비만은 복잡한 만성 질환으로 비만에 대한 정확한 기전은 알려져 있지 않으나 비만도가 높을수록 심혈관 장애 질환 등의 위험도가 높아진다<sup>2)</sup>. 비만에 있어 체중 감소는 인슐린 저항, 당내성, 고혈압, 및 지단백질 장애 개선에 효과적이며, 제 2형 당뇨의 위험을 줄이는데도 중요하다<sup>3-5)</sup>. 혈장 내 자유지방산(free fatty acid) 수준의 증가로 인한 고지혈증은 비만의 흔한 증상으로, 자유지방산의 증가는 심

실의 비대와 함께<sup>6)</sup> 복부 지방 축적과 인슐린 저항성이 밀접한 연관성은 많은 연구에서 확인되었고, 이는 복부 비만과 제 2형 당뇨병과 같은 성인병과 관련<sup>7,8)</sup>있으므로 장기적인 비만관리와 치료 필요하다. 체중 감소를 위해 운동, 식이요법, 약물투여, 수술 등의 방법이 있으며, 이중 식이요법은 비만의 예방과 치료에 가장 근본적이며, 중요한 방법이다.

뽕잎(*Mulberry leaves*)은 수 천년 동안 누에의 먹이로 이용되어왔으며, 이미 신농본초경(神農本草經)에서 약용식물의 효과가 기록되어 있다<sup>9)</sup>. 본초강목(本草綱目), 일본의 오처경(五妻鏡), 깍다양생기(喫茶養生記) 등에서도 뽕잎의 효과 복용법이 기록되어 있다. 허준의 <동의보감>에 의하면 각기병, 부종, 당뇨, 탈항, 종기, 못에 찢린 상처, 데인 상처, 손발이 저리고 감각이 없는 증세 등에 좋다고 한다<sup>10)</sup>. 최근 한국과 중국, 일본 등에서 뽕잎의 성인병 예방 효과가 밝혀지면서 기능성 식품의 재료로서 각광받고 있다. 뽕잎은 50여종의 각종 무기성분과 아미노산이 21종이

\* 교신저자 : 장성주, 전남 나주시 대호동 252, 동신대학교 보건복지대학

· E-mail : ddoosuny@hanmail.net, · Tel : 061-330-3300

· 접수 : 2009/05/21 · 수정 : 2009/06/19 · 채택 : 2009/07/06

함유되어 있으며, 그 외 기능성 성분인 rutin, quercetin, quercitrin, isoquercitrin과 같은 flavonoid계 물질이 함유되어 있다. Alkaloid 성분인 α-glucosidase 저해 활성을 갖는 1-deoxynojirimycin(1-DNJ)과 N-containing sugar의 steroid, amino acid, vitamin 외 다량의 무기질과 섬유소를 함유하고 있다<sup>11)</sup>. γ-aminobutyric acid(GABA)와 flavonoid계 물질 등이 비교적 풍부하며<sup>12)</sup>, 뽕잎에는 다양한 flavonoid가 다량 함유되어 있어 catechin으로 인한 떫은 맛이 없다. 이로 인해 사람들의 선호도가 높아지고 있으며, 중성지방이나 콜레스테롤 저하, 항고혈압, 항당뇨, 발암 억제 및 체지방 축적 억제 등 다양한 임상 효능을 지니고 있다<sup>9,13,14)</sup>. 그러나 고지방 식이로 유도된 비만 백서를 대상으로 뽕잎 추출물 투여에 따른 혈중 지질 조성 및 내장 지방의 세포와 크기를 관찰한 구체적인 항비만 효능 연구는 미비하다.

따라서 본 연구에서는 고지방 식이로 유도된 비만 백서에서 뽕잎 추출물의 농도별 투여에 따른 혈중 지질 농도의 변화와 고환주위 내장 지방에 뽕잎이 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 동물 및 비만 유도

실험동물은 3주령 된 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 대한 실험동물사에서 50마리를 구입하여, 1주일간 적응시킨 후 실험동물 4주령부터 정상군 10마리를 제외한 40마리를 6주간 고지방 식이를 보충하였다. 사육실은 일정조건(온도는 22~24 °C, 습도는 40~50%)를 유지하였으며, 명암은 12시간 간격(7:00~19:00)으로 조절하였다. Kim 등<sup>15)</sup>의 연구에서 Sprague-Dawley 수컷 흰쥐 4주령부터 성장기 6주간 고지방 식이는 체지방 축적을 증가시켜 비만이 유도 된다고 보고하였다. 이러한 연구 결과를 근거로 하여 정상 대조군(n=10)은 AIN-76A diet #100000 (Dyets Inc., Bethlehem, PA, USA)를 충분히 급여하였고, 40마리는 고지방식이 사료인 beef tallow(AIN-76, high fat diet # 100496, Dyets Inc., USA)를 사용하여 총 열량의 40%를 지방으로 공급하여 사육하였다. 사료의 조성은 Table 1과 같다. 물과 식이는 제한 없이 공급하였고, 체중은 6주간의 고지방 식이 공급 후, 10주령의 체중을 실험 시작 체중으로 하였고, 4주간 뽕잎 추출물을 주 5회 투여한 후 14주령의 체중을 최종 체중으로 하였다.

Table 1. The composition of experimental fat diet(g/kg)

Component	Normal diet	High fat diet
Casein	200.0	200.0
Beef tallow	-	205.0
Methionine	3.0	3.0
Starch	150.0	150.0
Sucrose	500.0	345.0
Cellulose	50.0	50.0
Corn oil	50.0	-
Salt mixture	35.0	35.0
Vitamine mixture	10.0	10.0
Choline bitartrate	2.0	2.0
Fat %	11.7	40.0

### 2. 실험군 설정

고지방 식이 공급으로 비만을 유도한 40마리 중 무작위 추출하여 실험군을 나누었다. 대조군은 물과 일반 사료를 공급한 정상 대조군(n=10), 그룹 I은 실험적 비만 유도군(n=10), 그룹 I은 유도 후 뽕잎 추출물 100 mg/kg 투여군(n=10), 그룹 II는 비만 유도 후 뽕잎 추출물 300 mg/kg 투여군(n=10), 그룹 III은 비만 유도 후 뽕잎 추출물 500 mg/kg 투여군(n=10)으로 나누었다 (Table 2). 4주간 주 5회 뽕잎 추출물 투여를 실시하였다.

Table 2. Classification of experimental groups

Group (n=10)	Characteristics
Normal group	Normal rats fed with normal diet
Control group	High-fat diet induced obesity
Experimental group I	Mulberry leaves extraction 100 mg/kg administration with high-fat diet induced obesity
Experimental group II	Mulberry leaves extraction 300 mg/kg administration with high-fat diet induced obesity
Experimental group III	Mulberry leaves extraction 500 mg/kg administration with high-fat diet induced obesity

### 3. 시료추출

본 실험에 사용한 뽕잎은 나주 소재의 동이나에서 구입하였으며, 음건 한 후 작은 절편으로 만들어 균질기로 파쇄한 후 사용하였다. 열수 추출물은 뽕잎 분말시료 100 g을 둥근 플라스크에 넣고, 10배의 증류수를 가하여 95~100°C 수욕조에서 4시간 동안 가열 추출하고, 그 추출액을 약 50°C 정도로 냉각시키고 여러 겹의 거즈로 여과하여 상등액을 취하였다. 회전증발 농축기(rotary evaporator)로 감압농축 한 후 동결 건조하여 사용하였다.

### 4. 분석 방법

#### 1) 체중 및 고환주위조직 지방량 측정

총 4 주간의 실험 기간 동안 체중 변화를 관찰하기 위해서 1주 1회 체중계는 전자저울(Dragon 204/S, Mettler Toledo, USA)을 사용하였다. 또한 4주 실험 종료 후 경추 탈골시킨 후 복부를 절개 하여 부고환 주위 내장 지방 조직들을 절취하여 0.1 g 까지 무게를 측정하였다.

#### 2) 혈액학적 검사

실험에 사용된 흰쥐를 실험종료 후 경추탈골한 후에 약 3 cc 정도의 혈액을 심장천자 하여 채취한 후 원심분리기(KM-70, Germany)로 10분간 3,500rpm에서 원심분리하여, 혈청을 분리한 후 측정하였다. 총콜레스테롤(Total cholesterol)은 Cholesterol reagent(Bayer, USA)를 사용하였으며, 중성지방(Triglyceride)은 Triglycerides reagent(Bayer, USA), 고밀도 지단백(HDL-C)은 Direct HDL-Cholesterol (Bayer, USA)kit, 저밀도 지단백(LDL-C)은 LDL-Cholesterol(Roche, Germany)kit를 사용하였으며 활성도는 생화학분석기(RM 2060-18, Eltec. Co., Italy)를 사용하여 측정하였다.

### 5. 고환주위 지방 조직 관찰

실험 종료 4주후 경추 탈골법으로 희생시킨 후 해부용 고정틀에 고정하고, 수술용 메스로 복부를 절개하여 고환주위 지방조

직을 적출하였다. 적출된 지방 조직은 10 μm 두께로 동결 박절하여 조직절편을 제작 후 hematoxylin(HHS32, Sigma, USA)으로 5분간 핵 염색 하였으며, 다시 수세하여 eosin(HT110232, Sigma, USA) 용액으로 3분간 세포질 염색을 실시하였다. 염색된 조직은 광학현미경(BX50, Olympus, Japan)을 사용하여 각 실험군들의 고환주위 지방조직을 관찰하였다.

6. 통계방법

본 연구의 통계학적 분석은 SPSS ver. 12.0을 이용하여 각 항목에 대한 평균 및 표준 편차를 산출하였다. 각 변인별 평균과 표준편차로 t-test를 실시하였고, 집단 간 평균차 검증은 일요인 분산분석(one-way ANOVA)을 적용하였다. 유의성이 있을 때에는 사후검정으로 Tukey's multiple range test를 사용하였고, 각 분석 시 유의수준은 p<0.05로 설정하여 검정하였다.

결 과

1. 실험군간 체중 변화량

6 주간의 고지방 식이 후, 10주령의 체중을 실험 시작 체중으로 하였고, 4주간 뽕잎 추출물을 농도별로 투여한 후 14주령의 체중을 최종 체중으로 하여 나타내었다(Table 2). 실험군별 체중은 정상대조군은 264.34±12.30 g에서 290.38±14.85 g으로 증가하였고, 실험대조군(고지방 식이만 공급)에서 383.17±12.40 g에서 418.47±14.66 g으로 실험시작전보다 체중이 9.2% 증가로 유의성 있게 증가하였고(P<0.05), 실험군 I (뽕잎 100 mg/kg 투여군)은 383.59±12.48 g에서 368.47±14.35 g으로 실험전에 비하여 3.9%로 유의하게 감소하였다(P<0.01). 실험군 II (뽕잎 300 mg/kg 투여군)는 387.74±11.35 g에서 356.28±15.48 g으로 실험전에 비하여 8.1% 체중이 유의성 있게 감소하였다(P<0.001). 실험군 III(뽕잎 500 mg/kg 투여군)에서는 384.42±14.89 g에서 345.50±19.27 g으로 10.1% 감소하였다(P<0.001).

Table 2. The changes of body weight on Mulberry extraction administration for 4 weeks in obesity rats. (g)

Group	Week	Pre	1 week	2 weeks	3 weeks	4 weeks
Normal group		264.34±12.30	272.00±15.21	277.31±13.92	287.13±12.35	290.38±14.85
Control group		383.17±12.40*	388.50±13.80*	397.77±14.32 <sup>a</sup>	407.54±13.17 <sup>a</sup>	418.47±14.66 <sup>a</sup>
Experimental group I		383.59±12.48	388.50±13.68	384.77±14.83 <sup>a</sup>	377.54±14.66 <sup>b</sup>	368.47±14.35 <sup>b</sup>
Experimental group II		387.74±11.35	380.23±11.58	372.00±11.22 <sup>b</sup>	365.35±12.72 <sup>b</sup>	356.28±15.48 <sup>c</sup>
Experimental group III		384.42±14.89	380.27±12.37	366.67±15.55 <sup>b</sup>	354.64±17.22 <sup>c</sup>	345.50±19.27 <sup>c</sup>

(Values are showed mean±SD, \*: Significantly different from normal group, a <0.05, b<0.01, c<0.001: statistically significant as compared with experimental groups)

2. 고환주위 복부내장지방의 무게 변화

뽕잎 추출물의 농도별 투여에 따른 고환주위 복부내장지방 무게를 비교한 결과는 Table 3과 같다. 부고환지방 조직 무게는 실험대조군(고지방 식이를 공급)에서 7.21±0.73 g으로 정상 대조

군(일반 식이 공급)인 3.93±0.51 g보다 내장 지방 조직 무게가 유의성 있게 높았고(P<0.05), 실험군 I (뽕잎 추출물 100 mg/kg 투여)는 6.81±0.60 g, 실험군 II(뽕잎 추출물 300 mg/kg 투여)에서는 5.89±0.42 g으로 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 실험군 III(뽕잎 추출물 500 mg/kg 투여)에서는 실험전에 비하여 5.28±0.62 g으로 부고환 지방 무게가 유의성 있게 감소하였다(p<0.05)(Table 3).

Table 3. The changes of visceral fat mass in each groups for 4 week experimen- tal period. (g)

Groups	Normal group	Control group	Experimental group I	Experimental group II	Experimental group III
Visceral fat mass	3.93±0.51	7.21±0.73*	6.81±0.60**	5.89±0.42**	5.28±0.62**

(Valued are mean±SD, \*p < 0.05 compared with normal group, \*\*p < 0.05 compared with control group).

3. 혈중 지질에 미치는 영향

고밀도 지단백(high-density lipoprotein cholesterol)은 정상 대조군이 41.15 ± 2.66 mg/dl로 나타났고, 실험대조군은 30.15 ± 2.28 mg/dl로 나타나 정상 대조군에 비해서 실험대조군이 유의성 있는 감소가 나타났다(p<0.05). 실험군 I 은 33.20 ± 3.80 mg/dl, 실험군 II는 36.49±3.64 mg/dl, 실험군 III은 39.36 ± 3.52 mg/dl로 나타나 실험대조군에 비하여 유의성 있는 감소 억제효과가 나타났다. 저밀도 지단백(low-density lipoprotein cholesterol)은 정상 대조군이 6.33±2.62 mg/dl로 나타났고 실험대조군이 12.50 ± 3.81 mg/dl로 나타나 정상 대조군에 비해서 실험대조군이 유의성 있는 증가를 보였다(p<0.05). 실험군 I 은 11.24 ± 2.47 mg/dl로 나타났고, 실험군 II는 8.42 ± 2.80 mg/dl, 실험군 III은 8.03 ± 3.32로 유의한 감소를 나타내었다(p<0.05). 총콜레스테롤(total cholesterol)은 정상 대조군이 75.34 ± 5.83 mg/dl로, 실험대조군이 96.64±4.72 mg/dl로 실험대조군이 유의한 증가를 보였다(p<0.05). 실험군 I 은 88.30 ± 4.87 mg/dl로 실험군 I 이 정상 대조군에 비해 유의성 있게 총콜레스테롤 양이 감소하였다(p<0.05). 중성지방(triglycerides)은 정상 대조군이 82.43±3.86 mg/dl, 실험군 I 이 96.33 ± 5.34 mg/dl로 중성지방수치의 유의한 증가를 보였으며, 실험군 I 이 90.35±4.37 mg/dl, 89.53 ± 2.86mg/dl, 실험군 III은 85.52±3.43 mg/dl, 95.52 ± 3.43mg/dl으로 유의한 감소가 나타났다(p<0.05)(Table 4).

Table 4. Effect of Mulberry leaves extraction administration on the serum lipid level in high fat diet-induced obesity rats. (mg/dl)

Group	HDL cholesterol	LDL cholesterol	Total cholesterol	Triglycerides
Normal group	41.15±2.66	6.33±2.62	75.34±5.83	82.43±3.86
Control group	30.15±2.28 *	12.50±3.81 *	96.64±4.72 *	96.33±5.34 *
Experimental group I	33.20±3.80	11.24±2.47	88.30±4.87 <sup>#</sup>	90.35±4.37
Experimental group II	36.49±3.64 <sup>#</sup>	8.42±2.80 <sup>#</sup>	80.44±6.83 <sup>#</sup>	89.53±2.86 <sup>#</sup>
Experimental group III	39.36±3.52 <sup>#</sup>	8.03±3.32 <sup>#</sup>	72.67±4.36 <sup>#</sup>	85.52±3.43 <sup>#</sup>

(Valued are mean±SD, \*p<0.05 compared with normal group, #p<0.05 compared with control group).

4. 병리조직학적 검사

고지방식으로 유발된 비만백서에 4주간 뽕잎 추출물을 농도별로 투여한 후 지방 세포의 크기 변화를 관찰하기 위해서 고환주위 지방조직을 적출하여 관찰하였다. 지방세포의 크기는 정상군(Fig. 1A)과 비교하여 실험대조군(Fig. 1B)에서 지방세포가 많이 커져 있음이 관찰되었다. 각 실험군들 모두 지방세포 크기 감소가 관찰되었다. 특히 실험군 II(Fig. 1D)와 실험군 III(Fig. 1E)은 실험군 I(Fig. 1C)보다는 지방세포의 크기가 더욱 현저하게 감소되어 있음이 관찰되었다(Fig. 1).

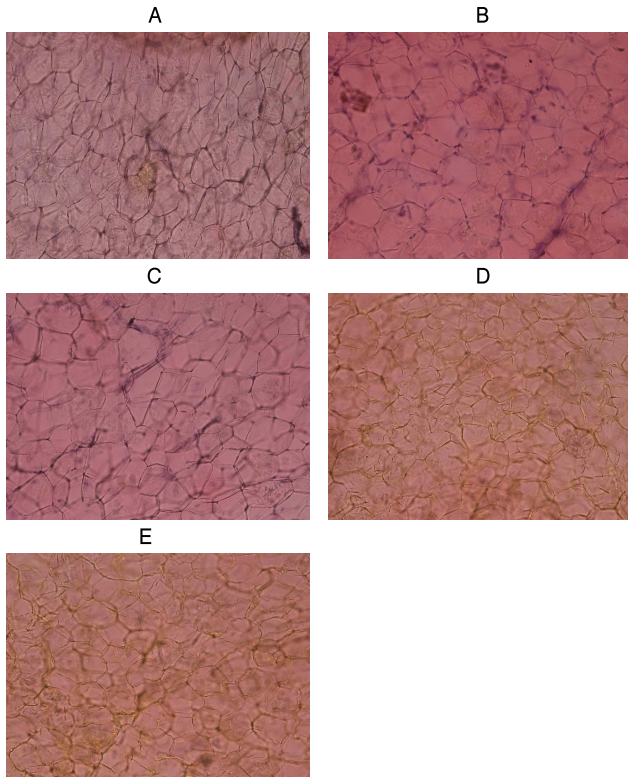


Fig. 1. Histopathological change of fat-tissue around testicle in each groups (Oil red O stain, × 200). A: Normal group. B: High-fat diet induced obesity. C: *Mulberry leaves* extraction 100 mg/kg administration with high-fat diet induced obesity. D: *Mulberry leaves* extraction 300 mg/kg administration with high-fat diet induced obesity. E: *Mulberry leaves* extraction 500 mg/kg administration with high-fat diet induced obesity.

고 찰

비만은 인슐린저항, 비알콜성 지방간, 죽상동맥경화증, 치매와 같은 퇴행성 신경질환, 특정 암이나 면역 질환 등의 위험도를 증가시키며 많은 건강 문제들을 가져 온다<sup>16,17</sup>. 고지방 사료를 주령이 낮을 때부터 시작하여 수주에 걸쳐 지속적으로 할 때 비만 유도가 효율적이며, 고지방 식이로 비만이 유도된 백서는 내장 지방량 증가, 고혈당, 지질대사 기능장애, 고인슐린증, 지방간 등을 유도한다<sup>18</sup>. 이러한 비만에 있어 식이요법은 매우 중요하며, 특히 과일, 야채, 통곡물, 차 등은 신체 내 고인슐린증, 염증, 산화성 물질 감소, 만성 질환을 예방하고 지연시키는데 매우 중요하다<sup>19</sup>. 그러나 아직까지 뽕잎 추출물과 항비만에 대한 혈중 지

질 농도 변화 및 지방세포 크기에 대한 연구는 많이 보고되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서 고지방 식이로 유도된 비만 백서에서 뽕잎 추출물의 농도별 투여에 따른 체중변화량과 혈중 지질 농도 변화와 고환주위 복부 내장지방에 뽕잎이 어떠한 영향을 미치는지 관찰하였다.

본 연구에서 고지방식으로 유발된 비만 백서에 4주간 뽕잎 추출물의 농도별 투여 후 주간 체중변화를 관찰하였는데, 2주차부터 각 군간 유의한 차이를 보였다( $p < 0.01$ ). 고지방사료를 섭취한 실험대조군은 실험종료 4주후 체중의 증가율이 가장 크게 나타남을 알 수 있었고, 2주차부터 실험대조군 I에 비해 실험군 II와 III군에서 체중 증가의 감소가 나타났다. 이는 비만에 있어서 뽕잎 추출물 투여가 체중 감소에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 고환 주위 복부내장 지방 조직의 지방량 무게 측정에서는 실험군 III에서 실험대조군에 비해 유의한 감소가 있었다( $p < 0.05$ ). 조영수와 차재영<sup>20</sup>의 연구결과에서 뽕나무와 꾸지뽕나무 추출물이 지질 대사에 긍정적 영향을 미친다고 하였으며, 본 연구결과에서도 지속적 투여 시 체중 감소가 나타나는 것으로 미루어 보아 지속적인 뽕잎 추출물 투여가 지방량을 감소시키는 것으로 사료된다.

주요 혈장 지질에는 중성지방, 인지질, 콜레스테롤 및 유리 지방산 등이 있다. 이 중 중성지방은 음식물로부터 흡수되거나 간과 소장에서 지방산으로부터 합성되어 체내 중성지방의 저장에 기여한다<sup>21</sup>. 본 연구결과에서 총콜레스테롤(TC), 저밀도 지단백(LDL), 중성지방(TG) 등이 유의한 감소를 보인 반면, 고밀도 지단백(HDL)은 유의한 증가를 보였다. 수용성 식이섬유소가 담즙산 식이 콜레스테롤 및 유리지방산과 결합하여 담즙산 형태로 배설을 촉진함으로써 혈중 지질 상태를 개선한다고 하였다<sup>22</sup>. 즉, 실험군 I 과 실험군 II에서 총콜레스테롤(TC), 저밀도 지단백(LDL), 중성지방(TG)의 농도가 실험대조군에 비해 감소하였고 ( $p < 0.01$ ), 특히 실험군 III에서 가장 많이 감소된 것을 알 수 있었다 ( $p < 0.05$ ). 고밀도 지단백(HDL)에서는 실험대조군 비해 실험군 II와 III에서 농도가 증가하였고, 실험군 V에서 고밀도 지단백(HDL)의 농도가 가장 많이 증가하였다( $p < 0.01$ ). 이와 같은 결과는 일반적으로 포화지방산이 많이 함유된 동물성 지방의 섭취 결과로 혈중 콜레스테롤 농도가 증가되는 연구결과<sup>23</sup>와 일치하였다. 또한 김애정 등<sup>23</sup>의 논문에서도 고콜레스테롤을 투여한 흰쥐에서 뽕잎 분말을 투여한 결과 뽕잎 투여군이 총콜레스테롤과 LDL, 중성지방을 감소하였다 하였다.

본 연구결과에서 뽕잎 추출물 투여 후 고환주위 복부 내장지방세포 변화를 관찰하였다. 투여 후 4주째 지방세포의 크기는 정상군에 비하여 대조군에서 지방세포의 크기가 많이 커져 있음이 관찰되었다. 고지방식을 섭취한 비만백서에서는 지방세포수와 크기가 증가한다는 연구결과와 일치하였다<sup>24</sup>. 본 연구결과에서 각 실험군들 모두 지방세포의 크기 감소가 뚜렷하게 관찰되었다. 특히 실험군 II와 실험군 III은 실험군 I보다는 지방세포의 크기가 더욱 현저하게 감소되어 있음이 관찰되었다(Fig. 1).

이상의 연구 결과로 보아 고지방 식이로 유도한 비만 백서에서 뽕잎 추출물을 투여 시 실험대조군에 비해 실험군들에서

체중감소와, 혈중 중성지방 및 콜레스테롤이 유의하게 감소하였으며, 복부 내장지방 세포 크기 또한 현저하게 크기가 감소하였다. 뽕잎 추출물이 비만에 효과적인 것으로 사료되며, 향후, 더 구체적으로 뽕잎과 비만에 대한 효능에 대해 연구가 지속되어야 될 것으로 사료되어진다.

## 결 론

본 연구에서는 뽕잎 추출물의 항비만 효과를 알아보기 위하여 고지방 섭취로 유도된 비만 쥐에게 뽕잎 추출물 투여를 실시한 후 체중, 고환주위 내장 지방무게, 혈청 지질 농도, 지방 조직을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

실험 대조군에 비하여 뽕잎 추출물 투여군들은 유의하게 체중이 감소하였고, 실험군 III에서 고환주위 내장 지방 무게가 감소하였다. 또한 혈중 지질대사에 관여하는 효소 측정 결과 대조군에 비해 실험군 II와 III에서 혈청 중성지방 및 총콜레스테롤 농도가 유의하게 감소하였고( $P<0.05$ ), 실험군들 간 유의한 차이는 없었다. 병리조직학적 검사 결과 내장 지방 세포에서 각 실험군에서 지방질의 축적의 유의한 감소와 지방세포의 위축 소견을 보였다. 결과적으로 고지방 식이 급여로 비만을 유도한 백서에서 뽕잎 투여는 체중 및 지질 대사에 관여하여 체지방 형성을 억제함으로써 항비만 효과가 있는 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 2008년도 중소기업청 산·학·연 공동기술개발 컨소시엄사업 지원에 의해 이루어진 결과이며, 참여기업인 (주)동 의나라와 공동으로 연구하였습니다.

## 참고문헌

1. Chua, S.C.Jr. Monogenic models of obesity. *Behav Genet.* 27: 277-284, 1997.
2. Messerli, F.H., Nunez, B.D., Ventura, H.O., Snyder, D.W. Overweight and sudden death. Increased ventricular ectopy in cardiopathy of obesity. *Arch Intern Med.* 147(10):1725-1728, 1987.
3. Sjöström, L., Lindroos, A.K., Peltonen, M., Torgerson, J., Bouchard, C., Carlsson, B., Dahlgren, S., Larsson, B., Narbro, K., Sjöström, C.D., Sullivan, M., Wedel, H. Swedish Obese Subjects Study Scientific Group. Lifestyle, diabetes, and cardiovascular risk factors 10 years after bariatric surgery. *N Engl J Med.* 351(26):2683-2693, 2004.
4. Modan, M., Halkin, H. Hyperinsulinemia or increased sympathetic drive as links for obesity and hypertension. *Diabetes Care.* 14(6):470-487, 1991.
5. Dustan, H.P. Obesity and hypertension. *Diabetes Care.* 14(6):488-504, 1991.
6. DeFronzo, R.A., Ferrannini, E. Insulin resistance. A multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care.* 14(3):173-194, 1991.
7. Amati, F., Dubé, J.J., Coen, P.M., Stefanovic-Racic, M., Toledo, F.G., Goodpaster, B.H. Physical inactivity and obesity underlie the insulin resistance of aging. *Diabetes Care.* Apr 28, 2009.
8. Tamori, Y., Kasuga, M. Obesity and insulin resistance. *Nippon Rinsho.* 67(2):236-244, 2009.
9. Lee, W.C., Kim, A.J., Kim, S.Y. The study on the functional materials and effects of mulberry leaf. *Food Sci Industry.* 36: 2-14, 2003.
10. 이완주, 김애정, 김선여. 뽕잎의 기능성물질 탐색 및 효과 구명. *식품과학과 산업.* 36(3):2-14, 2003.
11. 유수경, 김미지, 김진원, 이순재. YK-209 뽕잎이 Streptozotocin유발 당뇨쥐 소장의 이당류 분해 효소 활성과 혈당강하에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지* 31(6):1071-1077, 2002.
12. Kimura, M., Chen, F., Nakashima, N., Kimura, I., Asano, A., Koya, S. Antihyperglycemic effect of N-containing sugars derived from mulberry leaves in streptozotocin-induced diabetic mice. *J Traditional Med.* 12: 214-216, 1995.
13. 장미진, 이순재. 뽕잎과 누에가루 혼합환의 Streptozotocin유발 당뇨 쥐에서의 혈당강하 효과. *한국식품영양과학회지* 33(10):1611-1617, 2004.
14. Kim, S.K., Kim, S.Y., Kim, H.J., Kim, A.J. The effect of mulberry-leaf extract on the body fat accumulation in obese fa/fa male Zucker rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 30: 516-520, 2001.
15. Kim, N.H., Moon, P.D., Kim, S.J., Choi, I.Y., An, H.J., Myung, N.Y., Jeong, H.J., Um, J.Y., Hong, S.H., Kim, H.M. Lipid profile lowering effect of Soypro fermented with lactic acid bacteria isolated from Kimchi in high-fat diet-induced obese rats. *Biofactors.* 33(1):49-60, 2008.
16. Wellen, K.E., Hotamisligil, G.S. Inflammation, stress, and diabetes. *J Clin Invest.* 115(5):1111-1119, 2005.
17. Tilg, H., Moschen, A.R. Adipocytokines: mediators linking adipose tissue, inflammation and immunity. *Nat Rev Immunol.* 6(10):772-783, 2006.
18. Peckham, S.C., Entenman, C. The influence of a hypercaloric diet on gross body and adipose tissue composition in the rat. *Res Dev Tech Rep.* 5: 23, 1962.
19. Schlienger, J.L., Pradignac, A. Nutrition approaches to prevent chronic disease. *Rev Prat.* 59(1):61-65, 2009.
20. 조영수, 차재영. 뽕나무와 꾸지뽕나무의 수피 수용성 추출물이 콜레스테롤 함유식이 투여 흰쥐의 지질농도 및 과산화지질 농도에 미치는 영향. *한국식품과학회지* 33(1):128-134,

- 2001.
21. 金井泉, 金井正光. 臨床検査法提要(改訂 第3版). 高文社, 서울, pp 1384-1386, 1993.
  22. Russell, D.W., Setchell, K.D.R. Bile acid biosynthesis. *Biochem*, 31: 4737-4749, 1992.
  23. Rim, J.C.K., Kang, S.A. Effect of high fat and high carbohydrate diet on serum leptin and lipid concentration in rats. *Korean J Nutr.* 34: 123-131, 2001.
  24. 김애정, 김선여, 최미경, 김명환, 한명륜, 정건섭. 빵잎분말이 고콜레스테롤 식이 투여 흰쥐의 지질대사에 미친 영향. *한국식품과학회*, 37(4):636-641, 2005.
  25. 한정순, 한용봉. 고지방식이 및 식이섬유가 흰쥐의 정소상체 지방조직의 지방세포에 미치는 영향. *한국영양학회*, 27(2): 118-126, 1994.