

Effect of Capsaicin on the Body fat and Adipocyte in the Diet induced-obese Mice

Won-Joon Lee and Hyun-Ju Choi[†]

Department of Biomedical Laboratory Science, Biohealth Products Research Center, Food Science Institute, Diet Research Center, Inje University, Gimhae 621-749, Korea

As the obesity has been known to be related with the hyperlipidemia, cardiovascular disease, cerebral apoplexy, fatty liver, and other chronic diseases, recent researches have focused on the functional food materials and their anti-obesity activities. This study was performed to study the effects of vanilloid family capsaicin, major pungent ingredient of hot chillies and peppers, on anti-obesity activities. ICR male mice were fed one of the pellet diet, basal diet, and high fat diet with capsaicin (45 µg/day) solution for 5 days. Mice in the corresponding control groups were given water for 5 days. In results, capsaicin reduced body weights in any diet groups. Percent weight and cell size of the abdominal white adipose tissue in mice on the high fat diet with capsaicin were significantly lower compared with those in mice on the high fat diet with water. However, percent brown adipose tissue weight per body weight in mice on the high fat diet was not affected by capsaicin. Capsaicin reduced the levels of s-triglyceride and s-total cholesterol in the pellet diet or high fat diet groups. There was no difference in the s-protein levels between the capsaicin group and the control water group. These data indicate that 1) orally administered capsaicin has a reducing effect on the blood triglyceride and total cholesterol levels, and 2) capsaicin has lowering effects on the body weight, percent weight and cell size of the abdominal white adipose tissue.

Key Words: Obesity, Mice, Capsaicin, White adipose tissue, Adipocyte size, s-triglyceride, s-cholesterol

서 론

비만은 산업화된 국가에서 가장 심각한 영양문제로 대두되고 있다¹⁾. 근래 대한민국은 경제발전의 여파로 생활패턴이 서구화되고²⁾ 고영양식이 및 고지방식이의 식단이 늘어남에 따라 섭취 열량은 과다해지는 반면 활동량이나 운동량은 그에 미치지 못하여 비만인구의 발생이 급증하고 있는 실정이다³⁾. 더욱이 근래에는 비만이 발생하는 연령이 낮아질 뿐만 아니라 소아비만의 발생률 또한 현저히 증가 추세를 나타내는 것으로 보고되었다^{4,5)}. 이러한 비만은 단순히 외형상의 문제뿐만이 아니라 대표적인 성인병인 당뇨병, 고혈압, 심혈관계질환, 뇌혈관계질환 및 관절염, 담낭질환 그리고 유방암과 대장암 등 각종 암질환의 합병증 발생에 높은 연관이 있는 것으로 알려져 의학적으로도 심각한 질병으로 분류되

고 있다^{6,7)}. 비만인에 있어 질병발생의 위험도는 정상인에 비해 고혈압의 경우에는 4배,⁸⁾ 당뇨병의 경우 무려 10배⁹⁾나 높아지며, 사망률은 체중이 25% 과다일 때 39% 증가하는 것으로 보고되었다¹⁰⁾. 그러므로 비만의 예방 및 치료를 위한 방법들의 개발이 시급히 요구되어 지고 있다. 비만은 관련된 유전자의 발현, 인슐린 등의 대사관련 호르몬의 작용, 흡연, 식습관, 활동량과 운동량 등의 개인 환경 및 기타 조절 작용에 의해 지방세포 내에 과도한 지방이 축적된 상태를 의미하므로^{11,12)} 체지방 감량에 대한 근본적인 대책이 필요하다.

최근 비만을 예방, 치료할 수 있는 물질에 대한 많은 연구가 진행되고 있으며, 이는 각 나라별 고유한 식문화를 바탕으로 한 천연물로부터 항비만 물질의 추출에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 식품의 신미성분 혹은 신미성분을 함유한 식품들이 에너지 대사를 증진시킨다는 결과가 1980년대 중반부터 몇몇 연구자들에 의해 단편적으로 보고되었는데^{13,14)}, 이러한 결과는 신미식품이나 신미성분을 비만의 예방 및 치료에 이용할 수 있다는 가능성을 시사한다고 할 수 있다. 특히 우리나라의 대표적인 식재료인 고추는 김치가 세계적인 건강식품으로 각광받기 시작함에 따라 그 기능에 대한 연구가 많이 수행되고 있다. 항비만 효과의 가능

*논문 접수: 2003년 11월 25일
수정재접수: 2003년 12월 18일

[†]별책 요청 저자: 최현주, (우) 621-749 경남 김해시 어방동 607, 인제대학교 의생명공학대학 임상병리학과
Tel: 055-320-3665, Fax: 055-334-3426
e-mail: chj@inje.ac.kr

성을 보여주는 식품 소재로서 vanilloid family인 capsaicin은 고추에서 매운맛을 느끼게 하는 성분으로¹⁵⁾ 섭취하였을 경우 neuron과 neuropeptide를 자극하여 식욕을 감소시키고¹⁶⁾ epinephrine 분비를 촉진시키며, glucogenesis와 lipolysis를 증가시키는 등¹⁷⁾ 여러 작용이 보고되어 있다.

본 연구에서는 고지방 비만 유도식을 통해 비만을 유도한 ICR mice에 capsaicin을 섭취케 하여 체중과 체지방 무게, 지방세포 크기 그리고 혈지질 농도에 미치는 영향을 조사하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험동물

ICR male mice (4 weeks 연령, 체중 25 ± 3 g)를 구입하여 cage당 한 마리씩 넣어 사육하였으며, 사육 환경은 사육실 온도가 $22 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도는 50~60%가 되도록 유지하였고, 명암은 12시간 (day light 06:00~18:00)을 주기로 하여 1주일간 환경에 적응시킨 후 실험에 착수하였다.

2. Pellet diet 섭취 mice에서의 capsaicin 효과

Capsaicin의 항비만 효과 및 적정 dose를 찾기 위해 예비 실험을 실시하였다. Mice를 난괴법 (randomized design)에 의해 군당 5마리씩 control (CONT)군과 capsaicin (CAPS)군의 2군으로 나눈 후, 일반 시판되는 pellet diet (삼양사료)를 공급하며 CONT군은 water를 제공하였고 capsaicin군에는 하루 $45 \mu\text{g}$ capsaicin을 용액으로 하여서 5일간 음용시켰다. 체중은 capsaicin 용액 공급 첫날의 체중을 초기 (initial) 체중으로 하였고, 5일 후의 체중을 마지막 (final) 체중으로 하여 변화를 살펴보았다. 혈중 지질 수치를 측정하기 위하여서 혈액을 capsaicin 용액을 공급하기 시작한 실험 첫날 (initial)과 5일이 되는 마지막 날 (final)에 실험동물을 6시간 절식시킨 후, 안와 정맥총에서 혈액을 채취하였다. 혈액을 채취한 후 즉시 micro centrifuge (Eppendorf Co.)로 원심분리하여 혈청을 분리하여 실험에 사용하였다. 혈중 지질은 혈청 triglyceride, cholesterol, total protein의 initial과 final level을 측정하였으며, 혈액 분석기 (Cobas Mira, Roche Diagnostics)를 사용하여 분석하였다.

3. High fat diet 유도-비만 mice에서의 capsaicin 효과

위와 같은 방식으로 사육한 mice를 일반식이 (basal diet)군과 고지방식이 (high fat diet)군으로 나누어서 식이를 공급하였다. 실험동물의 식이 조성은 Table 3과 같다. 공급한 고지방 식이의 지방을 제외한 일반 성분은 기본식에 준하여 조제하였고 비만을 유도할 수 있게 고칼로리로 조제하였다. 대조군 (Control, CONT)에는 water를 제공하였고, capsaicin군

(CAPS)에는 하루 $45 \mu\text{g}$ 의 capsaicin을 음료를 통해 섭취시켰다. 일반식이군과 고지방식이군을 각각 실험 첫날의 체중이 유사하도록 basal diet control (BD-CONT), basal diet capsaicin (BD-CAPS), high fat diet control (HFD-CONT), high fat diet capsaicin (HFD-CAPS)의 네 그룹 (n=6)으로 나누어서 실험을 수행하였다.

체중의 변화는 capsaicin 음료 공급 첫날의 체중을 초기 (initial) 체중으로 하였고 5일 후 체중을 마지막 (final) 체중으로 하였다. 초기 혈액의 채취는 capsaicin 음료 공급할 실험 첫날에 실험동물을 6시간 절식시킨 후, 안와 정맥총에서 채취하였다. 실험 사육 5일이 되는 마지막 날에 실험동물을 6시간 절식한 후, 30 mg/g body Wt urethane (Sigma Chemical Co., St. Louis)을 복강에 주사하여 마취시켜 희생하였다. 복강 대정맥에서 혈액을 채취한 후, epididymal adipose tissue, retro-peritoneal adipose tissue 및 brown adipose tissue를 분리하여 무게를 측정하였다. 혈액은 micro centrifuge (Eppendorf Co.)로 원심분리하여 혈청을 채취한 후에 혈청 cholesterol 농도를 혈액 분석기 (Cobas Mira, Roche Diagnostics)를 사용하여 측정하였다.

복강지방을 적출하여 Bouin solution으로 고정하여 파라핀 블록을 제작한 후 박리하여 절편을 만들고 슬라이드를 제작한 후 Anillin Blue 염색액을 사용하여 염색하였다. 전자현미경 (Olympus CK2)을 통해 지방세포의 사진을 찍은 후 image analyzer (Sigma Scan Pro 5.0) 프로그램을 사용하여 각 group 간의 지방세포 크기를 비교하여 분류하였다¹⁸⁾.

4. 통계 처리

모든 데이터는 Mean \pm SE로 나타내었으며, statistical analysis는 Anova와 Sheffe F-test, 또는 Student t-test를 통해서 검증하였다. P value < 0.05은 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

결 과

1. Pellet diet 섭취 mice에서의 capsaicin 효과

1) 체중 변화

본 실험에서 체중 변화를 관찰한 결과는 Table 1과 같다. 실험 첫날 mice의 체중은 CONT군 (31.92 ± 0.58 g)과 CAPS군 (33.22 ± 0.58 g)이 모두 유사하였다. 체중 증가량을 실험 첫날과 비교하여 %로 살펴보면 CONT군이 $-1.63 \pm 0.59\%$ 로 감소한 반면 CAPS군은 $-23.99 \pm 2.12\%$ 로 감소하여, 그 감소율에 있어서 유의적인 차이가 있었다.

2) 혈청 Triglyceride 함량의 변화

혈청 중 triglyceride 함량의 변화는 Table 2와 같다. 실험 첫날 중성지방 함량이 CONT군 ($27.04 \pm 1.58 \text{ mg/dl}$)과 CAPS군 ($24.44 \pm 2.03 \text{ mg/dl}$)이 모두 유사하였으나, 실험 마지막 날

Table 1. Body weights in mice fed pellet diet and capsaicin for 5 days

	CONT	CAPS
Initial Body Wt (g)	31.92±0.58	33.22±0.58
Final Body Wt (g)	31.40±0.58	25.28±10.12*

Values are means ± SE.

Within a line, value with an asterisk is significantly different from the value of the control group at $P<0.05$

(CONT: control water group, CAPS: capsaicin group)

Table 2. Serum triglyceride, total cholesterol and total protein levels in mice fed pellet diet and capsaicin for 5 days

	CONT (n=5)	CAPS (n=5)
Initial s-Triglyceride (mg/dl)	27.04±1.58	24.44±2.03
Final s-Triglyceride (mg/dl)	24.78±1.41	19.68±1.42*
Initial s-total cholesterol (mg/dl)	149.8±14.70	166.0±9.17
Final s-total cholesterol (mg/dl)	185.0±9.29	144.2±11.14*
Initial s-total-Protein (g/dl)	8.44±1.02	7.56±0.64
Final s-total-Protein (g/dl)	8.48±0.34	9.12±1.17

Values are means ± SE.

Within a line, value with an asterisk is significantly different from the value of the control group at $P<0.05$

(CONT: control water group, CAPS: capsaicin group)

중성지방 함량은 CONT군 (24.78±1.41 mg/dl)에 비교해서 CAPS군 (19.68±1.42 mg/dl)이 유의적인 감소를 보였다.

3) 혈청 Total cholesterol 함량의 변화

혈청 중 Total cholesterol 함량의 변화는 Table 2와 같다. 실험 첫날 총콜레스테롤 함량이 CONT군 (149.8±14.70 mg/dl)과 CAPS군 (166.0±9.17 mg/dl) 사이에 유의적인 차이가 없었으며, 실험 마지막 날 총콜레스테롤 함량은 CONT군 (185.0±9.29 mg/dl)에 비교해서 CAPS군 (144.2±11.14 mg/dl)이 유의적인 감소를 보였다.

4) 혈청 Total protein 함량의 변화

혈청 중 총단백질 함량의 변화는 Table 2와 같다. 실험 첫날 총단백질 함량이 CONT군 (8.44±1.02 g/dl)과 CAPS군 (7.56±0.64 g/dl)이었고, 실험 마지막 날 총단백질의 함량은 CONT군 (8.48±0.34 g/dl)과 CAPS군 (9.12±1.17 g/dl)이 모두 유사하였다.

2. High fat diet 유도-비만 mice에서의 capsaicin 효과

1) 체중 변화

Lean mice군으로서 실험 첫날 BD군 mice의 체중은 BD-CONT군 (26.5±1.1 g)과 BD-CAPS군 (23.3±1.83 g)이 모두

Table 3. Composition of basal diet and high-fat diet (g/100 g)

Ingredients	Basal diet	High-fat diet
Cholin	0.2	0.2
DL-methionine	0.3	0.3
Vitamin mix	1.0	1.0
Mineral mix	3.5	3.5
Cellulose	5.0	5.0
Casein	20	23.25
Corn starch	53.5	35
Sucrose	10	10
Corn oil	6.5	6.5
Shortening	0	14.25

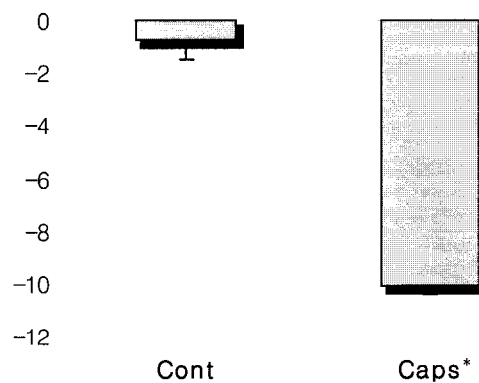


Fig. 1. Percent (%) body weight gain in mice fed basal diet and capsaicin. Bar with an asterisk is significantly different at $P<0.05$ (Cont: control, Caps: capsaicin group).

유사하였다. Obese mice군으로서 실험 첫날 HFD군 mice의 체중은 HFD-CONT군 (37.1±0.3 g)과 HFD-CAPS군 (37.5±1.1 g)이 모두 유사하였다.

Fig. 1은 BD군의 체중 변화량을 실험 첫날과 비교하여 %로 나타낸 것으로 BD-CONT군이 0.73% 감소한데 비하여 BD-CAPS군은 10.09% 감소함을 보여 그 감소율이 유의적으로 많았다. 또한 Fig. 2에서 보는 바와 같이 HFD-CONT군이 실험 첫날에 비하여서 마지막 날에 0.52% 증가한데 비하여 HFD-CAPS군은 5.48% 감소함으로써 유의적인 감소를 보이고 있다.

2) White adipose tissue 무게 및 brown adipose tissue 무게

실험 마지막날 지방의 무게는 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다. 복부의 white adipose tissue 무게는 BD-CONT군 (2.10±0.8 g)에 비해 BD-CAPS군 (0.55±0.02 g)은 유의적으로 감소하였다 (Fig. 3). 또한 HFD-CONT군 (4.91±0.22 g)과 비교해서 HFD-

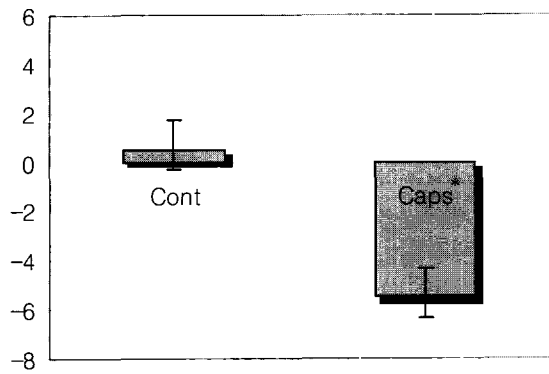


Fig. 2. Percent (%) body weight gain in mice fed high fat diet and capsaicin. Bar with an asterisk is significantly different at $P<0.05$ (Cont: control, Caps: capsaicin group).

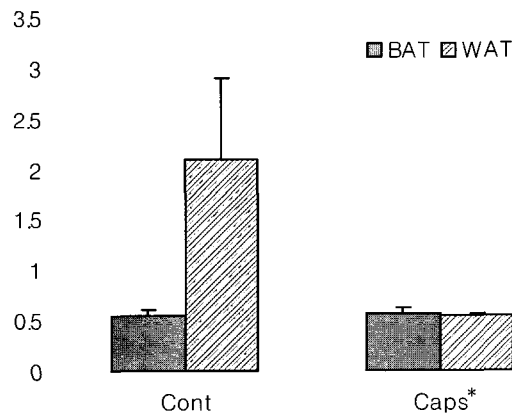


Fig. 3. Percent (%) brown and white adipose tissue weights (%/body Wt) in mice fed basal diet and capsaicin. In WAT, a bar with an asterisk is significantly different at $P<0.05$ (BAT: brown adipose tissue, WAT: white adipose tissue, Cont: control, Caps: capsaicin group).

CAPS군 (3.69 ± 0.15 g)도 유의적으로 감소함을 나타내었다 (Fig. 4). 그러나 brown adipose tissue의 무게에서는 BD-CONT군 (0.55 ± 0.05 g)과 BD-CAPS군 (0.66 ± 0.06 g)은 차이가 없었으며 (Fig. 3), HFD-CONT군 (0.69 ± 0.03 g) 및 HFD-CAPS (0.53 ± 0.11 g)군에서도 차이가 없었다 (Fig. 4).

3) 혈청 Total cholesterol 함량의 변화

혈청 중 Total cholesterol 함량의 변화는 Fig. 5 및 Fig. 6과 같다. 총콜레스테롤 함량이 BD-CONT에서 0.8% 증가한 반면, BD-CAPS군은 10.7% 유의적으로 감소하였다 (Fig. 5). HFD-CONT에서 혈중 total cholesterol이 37.3% 증가한 반면 HFD-CAPS군에서는 23.83%의 유의적인 감소를 나타내었다 (Fig. 6).

4) White adipose tissue의 adipocyte 크기 측정

사진이 찍힌 필드 당 보이는 세포의 크기를 측정하여 분류한 결과는 Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9 및 Fig. 10과 같다. BD-CONT

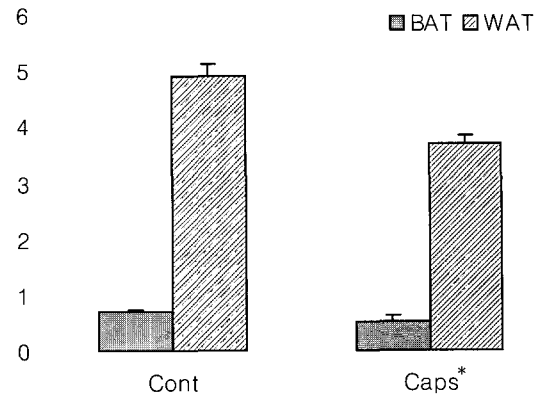


Fig. 4. Percent (%) brown and white adipose tissue weights (%/body Wt) in mice fed high fat diet and capsaicin. In WAT, a bar with an asterisk is significantly different at $P<0.05$ (BAT: brown adipose tissue, WAT: white adipose tissue, Cont: control, Caps: capsaicin group).

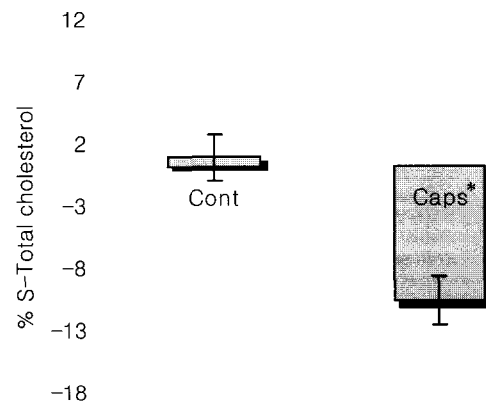


Fig. 5. Percent (%) s-total cholesterol in mice fed basal diet and capsaicin. Bar with an asterisk is significantly different at $P<0.05$ (Cont: control, Caps: capsaicin group).

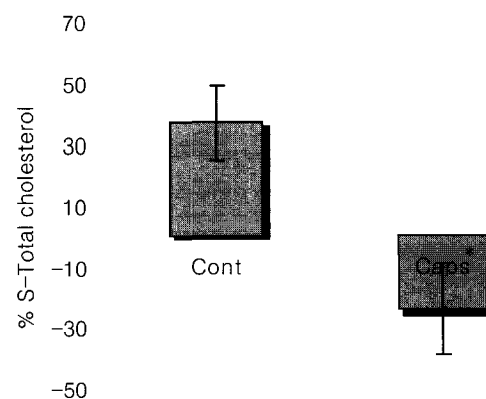
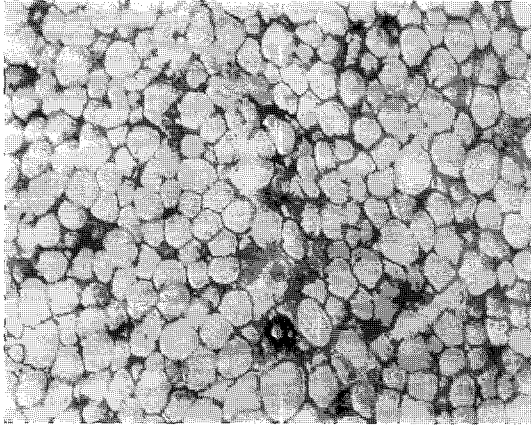
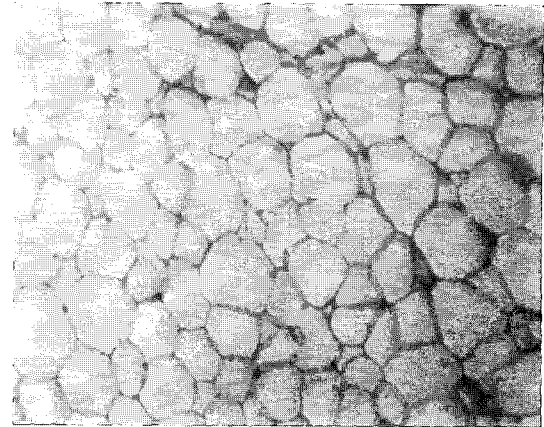


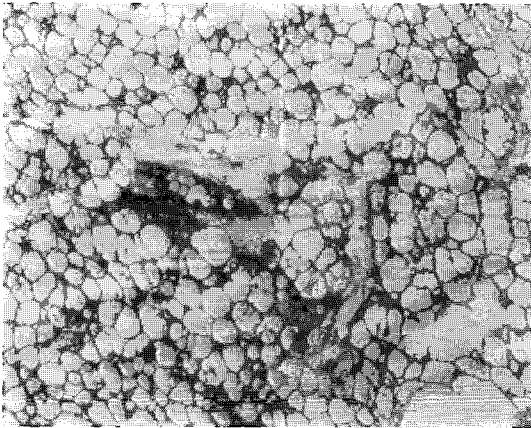
Fig. 6. Percent (%) s-total cholesterol in mice fed high fat diet and capsaicin. Bar with an asterisk is significantly different at $P<0.05$ (Cont: control, Caps: capsaicin group).



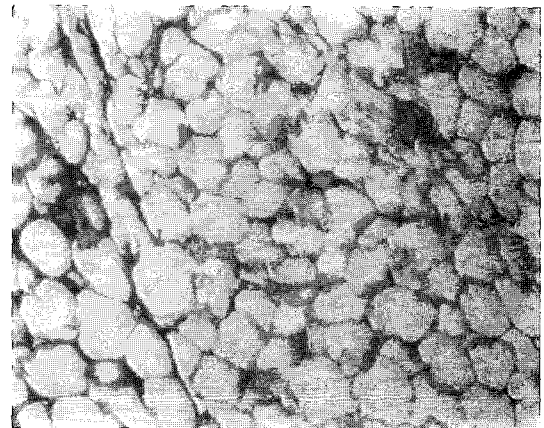
A



A



B



B

Fig. 7. Adipocyte in mice fed basal diet and capsaicin. A) control B) capsaicin group

Fig. 8. Adipocyte in mice fed high fat diet and capsaicin. A) control B) capsaicin group

군에서는 field 당 30 μm 크기의 지름을 가진 cell이 주로 분포하는 것에 비해 BD-CAPS군에서는 10 μm 크기의 지름을 가진 cell이 주로 분포하고 있었다. 또한 HFD-CONT군에서는 10 μm 크기의 지름부터 70 μm 크기의 지름을 가진 cell이 고루 분포하였으나 HFD-CAPS군에서는 40 μm 크기의 지름을 가진 cell이 집중적으로 증가하였다.

유전자들은 영양상태, 활동량, 흡연이나 음주 등 환경적 요인과 결부되어 유전자들간의 상호작용을 통해 표현형이 발현되는 것으로 알려져 있다.

고찰

비만은 결합조직 구성세포가 지방세포로 differentiation 되면서 지방세포 속에 지질이 축적되는 질병으로서 호르몬 조절 인자와 효소 활성 등 생리적 인자를 비롯하여 나이, 성별, 활동량 등 환경적인 요인을 통해 비만이 발생하는 것으로 알려져 있다¹⁹⁾. 또한 최근 연구되는 분야로 비만의 유전적 소인을 들 수 있는데, 비만에서 유전적 소인의 역할은 복잡하여 몇 가지 관련 유전자들이 보고되어 있으며²⁰⁻²²⁾ 각각의

고지방식을 통한 비만 유도 mice에서의 capsaicin 효과 연구를 수행하기 앞서 pellet diet를 제공한 mice에서 capsaicin을 섭취시킨 후 체중 및 혈지질 성분의 변화를 살펴보았을 때 capsaicin을 제공한 군에서 23.99 \pm 2.12%의 현저한 체중 감소를 보였다. 비만증의 관리 및 예방 치료에 있어서 체중 감량과 체지방 무게의 감소가 우선적으로 주요하지만 이상지혈증 (dyslipidemia)이 지단백 대사의 이상으로 인하여 흔히 동반되므로 혈지질 수치의 감소 효과도 요구되고 있다. 혈지질의 변화로는 고중성지방혈증, 고초밀도지단백혈증, 저고밀도지단백혈증, 아포지단백 B, C, E 등의 농도 증가, 고유리 지방산혈증, 저케톤혈증 등이 알려져 있다. 특히 지방세포의 지방축적은 중성지방을 합성하는 지방생성 과정과 중성지방을 분해하는 지방분해 과정의 균형에 의해 결정된다. 지방

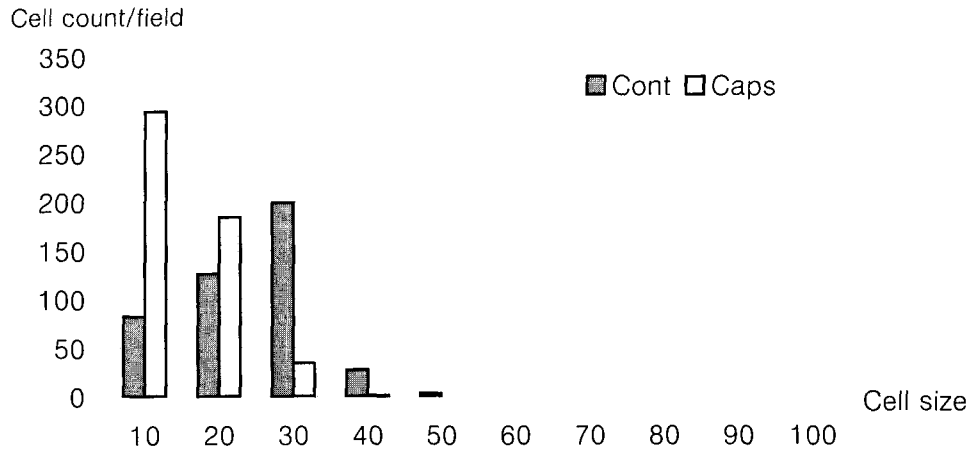


Fig. 9. Adipocyte distribution in mice fed basal diet and capsaicin (Cont: control, Caps: capsaicin group)

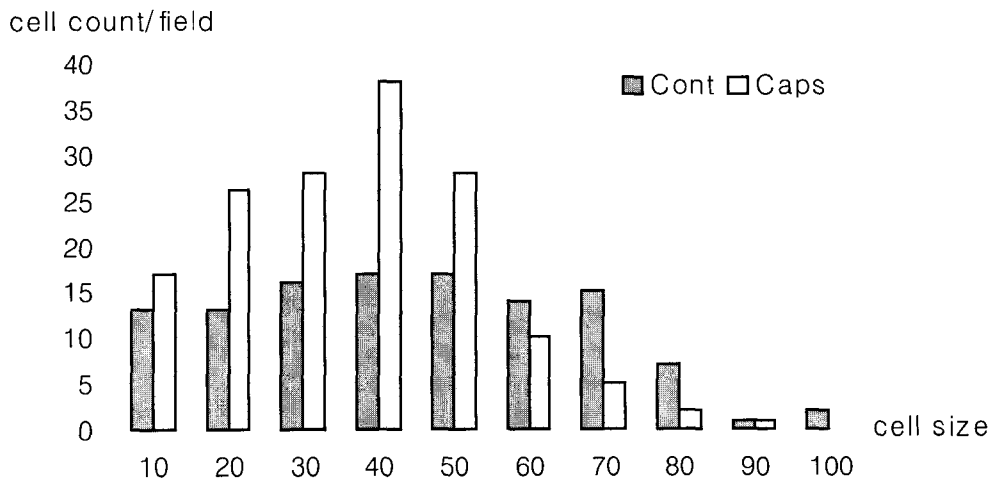


Fig. 10. Adipocyte distribution in mice fed high fat diet and capsaicin (Cont: control, Caps: capsaicin group)

생성은 혈중의 킬로미크론 (chylomicron) 및 초저밀도지단백 (very low-density lipoprotein) 내에 함유되어 있는 중성지방이 지단백 분해효소 (lipoprotein lipase)에 의해 가수분해되어 유리지방산과 글리세롤이 생성되는데 이때 생성된 유리지방산은 지방세포 내로 유입되어 포도당의 대사 산물은 알파글리세로포스페이트 (α -glycerolphosphate)와 결합하여 중성지방을 생성한다²³. 따라서 과식 및 고칼로리 식이에 의한 비만에서 혈장 유리지방산의 turn over가 증가되어 있어²⁴ 간으로 유입되는 유리지방산이 증가하면 중성지방 합성이 증가하게 된다. 선행된 연구에 의하면, 식이에 의해 비만증이 유도된 흰쥐에서 혈중 중성지방과 콜레스테롤의 증가를 보고하였다^{25,26}. 본 실험에서 혈청 중성지방 수치는 pellet diet를 제공한 mice 중 capsaicin을 섭취한 군이 19.68 ± 1.42 mg/dl로서, control인 24.78 ± 1.41 mg/dl에 비해 유의적으로 낮은 수치를 보였다. 또한 총콜레스테롤의 경우도 control군인 185.0 ± 9.29

mg/dl에 비해 capsaicin군은 144.7 ± 11.14 mg/dl로서 유의성 있게 감소함을 보였다. 이러한 결과로 capsaicin이 혈지질 개선 효과가 있으며, 비만증의 주요 합병증인 이상지혈증 (dyslipidemia)의 치료 및 예방에 대한 가능성이 있음이 사료된다. 한편, 혈청 내 대부분의 단백질은 간에서 합성되며 혈청 total protein을 측정함으로써 어떠한 물질을 섭취하였을 경우 독성학적으로 간 이하 장기에 손상을 주는가에 대한 간접적인 모니터링이 가능하다. 본 실험에서 pellet diet를 제공한 mice의 total protein이 capsaicin 섭취 후에도 수치의 변화가 없음을 나타내었다. 이로써 capsaicin은 장기에 특별한 무리를 주지 않으면서 항비만 효과를 가질 수 있음이 사료된다.

이러한 여러 가지 선행된 예비실험을 거친 후 shortening을 함유한 고지방식을 통해 비만 mice를 유도하였다. Initial 체중이 basal diet군에서 평균 24.9 g이었고 high fat diet군에서 평균 37.3 g으로서, high fat diet군 mice의 몸무게가 현저

하게 높았으며, 이는 basal diet군 mice의 약 150%로 비만이 잘 유도되었음을 보여주었다²⁷⁾. Despres 등²⁸⁾은 연령과 체지방량이 같더라도 복부지방량이 증가할수록 대사성 합병증의 발생률이 증가하며, 복부지방량이 이들 질환의 독립된 위험 인자임을 보고한 바 있다. 복부 주위의 지방세포는 피하지방 세포와 달리 크기가 크고 adipose tissue lipoprotein lipase의 활성도의 증가로 모세혈관에서 중성지방의 분해가 지속적으로 진행되어 혈중 유리지방산 농도를 상승시키며, 유리지방산은 다시 지방세포로 흡수되어 중성지방의 형태로 지방세포내 축적되게 된다. 또한 비만증에서는 공복시 혈중 유리지방산의 농도가 증가되어 있을 뿐 아니라 포도당을 섭취한 후에도 인슐린 분비에 의한 지방분해의 억제에 장애가 발생하여 유리지방산 농도가 감소되지 않게 된다. 특히 복부지방은 고지방식에 의한 급격한 영향을 보여 단위 체중당 지방량이 급격히 증가하게 된다²⁹⁾. 본 실험에서 복부 지방의 무게를 측정함으로써 그 수준을 알아보았다. Basal diet군과 high fat diet군 각각의 복강내 지방함량을 살펴보면 basal diet를 섭취한 mice에서 capsaicin군이 control군에 비해 유의적으로 낮았고 ($P < 0.05$), high fat diet를 섭취한 mice에선 1.3 g 이상의 복부지방 감소를 보였다. 더욱이 복강 지방세포는 지방을 많이 함유할 수록 크기가 커지는 특징을 가지는데 capsaicin을 섭취한 group에서 유의적으로 지방세포의 크기를 감소시키는 것으로 밝혀졌다. 이는 capsaicin의 섭취가 thermogenesis를 증가시켜 체중 감소와 함께 복강지방 조직의 축적을 감소시킨 것으로 사료된다. 위 실험 결과로 capsaicin이 비만증의 원인인 복부 내 지방을 감소시키는 효과가 있음이 사료된다. 또한 혈중 total cholesterol의 유의적인 감소를 관찰할 수 있어서, 혈지질 수치의 감소에도 도움이 되고 있음이 나타났다. 이를 통해 고추를 이용한 여러 가지 기능성 식소재 개발의 가능성을 확인하였으며 나아가 순수 capsaicin을 사용한 대체 치료용 소재 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 인제대학교 2000년 학술연구조성비로 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) Grundy, SM (1998): Multi-factorial causation of obesity: implications for prevention. *Am J Clin Nutr* **67(suppl)**: 563S-572S.
- 2) Lee HS (1997): Dietary fiber intake of Korea. *J Korean Soc Food Sci Nut*, **25**: 540-548.
- 3) National Nutrition Survey (2001): Ministry of Health and Wel-

fare, Korea.

- 4) Kang YJ, Hong CH and Hong YJ (1997) The prevalence of childhood and adolescent obesity over the last 18 year in Seoul area. *Korean J Nutrition*, **30**: 832-839.
- 5) Moon HN, Hong SJ and Suh SJ (1992) The prevalence of obesity in children and adolescents. *Korean J Nutrition*, **25**: 413-418.
- 6) Angel A, Anderson H, Bouchard C, Lau D, Leither L, Mendelson R, ed. Colditz GA and Wolf AM (1996) The public health impact of obesity. *Progress in Obesity Research, John Libbey, London* 517-523.
- 7) Caro JF, Dohm LG, Pories WJ and Sinha MK (1989) Cellular alteration in liver, skeletal muscle, adipose tissue responsible for insulin resistance in obesity and type II diabetes. *Diabetes Metab Rev*, **5**: 665-689.
- 8) Witteman JCM, Willet WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Sacks FM, Speizer FE, Rosner B and Hennekens CH (1989) A prospective study of nutritional factors and hypertension among US women. *Circulation*, **80**: 1320-1327.
- 9) Westlund K and Nicolaysen R (1972) Ten-year mortality related to serum cholesterol: A follow up of 3751 men aged 40-49. *Scand J Clin Lab Invest*, **30**: 1-24.
- 10) Garrow JA (1988): Overview, Expectations of treatment, pp. 24-25. In James WPT and Parker SW (ed) "Obesity", Duphar Medical Relations, Southampton.
- 11) Krotkiewski M, Bjorntorp P, Sjostrom L, et al (1983) Impact of obesity on metabolism in men and women: Importance of adipose tissue metabolism. *J Clin Invest*, **72**: 1150-1162.
- 12) Kissebah AH, Vydellingum N, Murry R, et al (1982) Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab*, **54**: 254-260.
- 13) Henry CJK and Emery B (1985) Effect of spiced food on metabolic rate. *Hum Nutr: Clin Nutr*, **40C**: 165-168.
- 14) Kawada T, Watanabe T, Takaishi T, Tanaka T and Iwai K (1986) Capsaicin-induced β -adrenergic action on energy metabolism in rats: Influence of capsaicin on oxygen consumption, the respiratory quotient and substrate utilization. *Proc Soc Exp Biol Med*, **183**: 250-256.
- 15) Hui K, Liu B and Qin F (2003) Capsaicin activation of the pain receptor, VR1: multiple open states from both partial and full binding. *Biophys J*, **84**: 2957-2968.
- 16) Buck SH and Burks TF (1986) The neuropharmacology of capsaicin: review of some recent observations. *Pharmacol Rev*, **38**: 179-226.
- 17) MacLean DB (1985) Abrogation of peripheral cholecystokinin-

- satiety in the capsaicin-treated rat. *Regul Pept*, **11**: 321-333.
- 18) Michael JA, Dorothy BH, Matthew BS, William PF and Dennis EJ (2000) Dietary conjugated linoleic acid reduces rat adipose tissue cell size rather than cell number. *Amer Soci for Nutri Sci*, 1548-1554.
- 19) Vague J (1954) The degree of masculine differentiation of obesities: A factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout and uric-calculous disease. *Am J Clin Nutr*, **4**: 20-34.
- 20) Bouchard C (1995) Genetics of obesity: an update on molecular markers. *Int J Obesity*, **19**: S10-S13.
- 21) Zhang Z, Proenca R, Maffei M, et al. (1994) Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature*, **372**: 425-431.
- 22) Rentsch J, Levens N and Chiesi M (1995) Recombinant ob gene product reduces food intake in fasted mice. *Biochem Biophys Res Commun*, **214**: 131-136.
- 23) Kissebach AH, Alfarsi S and Evans DJ (1982) Integrated regulation of very low density lipoprotein triglyceride and apolipoprotein B kinetics in insulin dependent diabetes mellitus. *Diabetes*, **31**: 217.
- 24) Wiegman CH, Havinga R, Sauerwein HP, et al. (2001) Less effective suppression of hepatic very low density lipoprotein (VLDL) production by insulin in rats fed a high-fat diet. *Diabetes*, **50**(2): 324.
- 25) Kang YH, Park YL, Ha TY, et al. (1996) Effects of pine needle extracts on serum and liver lipid contents in rats fed high fat diet. *J Korea Soc Food Nutr*, **25**(3): 367-373.
- 26) Dalessio DA, Seelyey RJ, Rushing PA, et al. (2002) A controlled model of dietary fat-induced obesity. *Diabetes*, **50**(2): 532.
- 27) Barry E L, Joseph T and Ahn C (1983) Relationship between sympathetic activity and diet-induced in two rat strains. *Am J Physiol*, **245**: R367-371.
- 28) Despres JP (1993) Abdominal obesity as important component of insulin-resistant syndrome. *Nutrition*, **19**: 452-459.
- 29) Hansen PA, Han DH, Nolte LA, et al. (1997) DHEA protects against visceral obesity and muscle insulin resistance in rats fed high fat diet. *Am J Physiol*, **273**: 1704-1708.
-