

고지방식이를 섭취시킨 흰쥐에서 동과가 체중, 중성지방, Leptin과 지방세포의 크기에 미치는 영향*

강금지*[§] · 임숙자* · 정종길** · 한혜경* · 최성숙* · 김명화* · 권소영*

덕성여자대학교 자연과학대학 식품영양학과,* 동신대학교 한의과 대학**

Effects of Wax Guard on Weight, Triglyceride, Leptin and Fat Cell Size in Rats Fed on a High Fat Diet*

Kang, Keum Jee*[§] · Lim Sook Ja* · Jeong, Jong Gil** · Han, Hye Kyoung*
Choi, Sung Sook* · Kim, Myung Hwa* · Kwon, So Young*

Department of Food and Nutrition,* DukSung Women's University, Seoul, 132-714, Korea
Department of Herbiology and Prescription,** College of Oriental Medicine Dong Shin University,
252 Daeho-dong, Naju, Jeonnam, 520-714, South Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of wax gourd on weight, triglyceride, leptin and fat cell size in rats fed a high-fat diet. Male Sprague Dawley rats were fed an experimental diet containing total dietary fat at 40% of calories with wax gourd 0%, 5%, 10% and 15% (w/w) for 4 weeks. Weight gain and triglyceride level fell significantly in the 15% wax gourd group compared to the control group. Epididymal fat pad, abdominal fat and perirenal fat tended to decrease in the 15% wax gourd group. Leptin and free fatty acid level were not significantly different among the groups. Fat cell size significantly decreased in the 10% and 15% wax gourd groups compared to the control group. Weight gain correlated positively with visceral fat masses and the levels of leptin and triglyceride. Fat cell size significantly correlated with visceral fat and leptin level. Therefore, the 15% wax gourd diet substantially reduced weight, triglyceride and fat cell size. (*Korean J Nutrition* 36(5) : 446~451, 2003)

KEY WORDS : obesity, wax gourd, leptin, triglyceride, fat mass, fat cell size.

서 론

우리나라 국민영양보고서에 의하면 20세이상 조사대상 자중 체질량지수 (body mass index : BMI)가 25를 넘는 사람이 1991년에는 17.1%, 1992년에는 19.6%, 1995년에는 20.5%, 1998년에는 23%로써 해마다 빠르게 증가하고 있는 추세이다.¹⁻³⁾ 비만은 특히 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 및 심혈관계 질환 등의 질병 유발을 증가시킬 수 있는 위험요인이 될 수 있어 비만 예방은 중요한 건강 문제로 대두되고 있다.⁴⁻⁶⁾

비만은 유전적인 요인과 환경적인 요인에 의하여 발생하

게 된다.⁷⁾ 환경적인 요인으로는 과잉의 열량공급으로 인한 지방의 축적을 들 수가 있다. 지방 세포의 수효와 크기는 과잉 열량에 의해 기하 급수적으로 증가하여 일단 형성된 지방세포의 수효는 식사나 운동과 같은 노력에 의해 감소되지 않는 반면 지방세포의 크기는 어느 정도 조절이 가능하다고 알려져 왔다.^{8,9)} Leptin은 식욕을 조절하는 단백질로써 영양상태에 비례하여 지방세포에서 분비되며 혈장의 leptin은 뇌의 시상하부에 있는 수용체와 결합하여 식이섭취를 감소시키고 thermogenesis와 활동량을 증가시켜 에너지 소비량이 증가되고, 또한 식이섭취량을 감소시켜 체중과 체지방이 감소된다고 보고되고 있다.¹⁰⁻¹⁴⁾ 비만인에서는 혈중 지질농도와 간조직의 lipogenic enzymes의 활성도가 높을 것으로 예측된다.^{15,16)} Lipogenic enzymes의 활성이 높으면 간에서 지방산의 생 합성이 증가되고 이로 인하여 간에서 중성지방의 합성이 일어나 혈액으로 분비되는 중성지방의 농도가 높아진다고 보고되었다.¹⁷⁾ 한편, 지방조

접수일 : 2003년 2월 10일

채택일 : 2003년 5월 21일

*This research was supported by STC company (2002).

[§]To whom correspondence should be addressed.

직에서 혈액순환으로 유리되어 나온 유리지방산의 수준은 지방조직의 lipase라는 호르몬에 의해 조절되지만 유리지방산 유출은 지방조직의 총 함량에 의존한다.^{18,19)} 그러므로 비만인은 비만이 아닌 사람보다 유리지방산 유출이 더 높아 공복시에 더 높은 유리지방산 수준을 유지하게 될 것이며 이로 인하여 간조직에서는 더 많은 지방을 합성하여 저장 할 수도 있다.

동과 (Wax gourd, *Benincasa hispida*)는 한해살이 덩굴 식물로 줄기가 굵으며 갈색 털이 있고 여름에 노란 꽃이 핀다. 긴 타원형의 호박 비슷한 열매가 가을에 익는데 맛이 좋으며, 과육과 종자는 약용한다.^{20,21)} 한국인의 영양권장량의 식품분석표²²⁾에 의하면 동과 100 g당 에너지 13 Kcal, 수분 96%, 단백질 0.4 g, 지질 0.1 g, 당질 2.4 g과 조섬유 0.4 g이다. 동과는 더운 성질을 가지며 오줌과 변을 잘 나오게하고, 기침 제거, 해독 효과가 있고, 소갈 (당뇨병)이나 열독을 풀어주고 변조종을 낮게 한다고 한다.²³⁾ 현재 동과는 비만, 변비 억제와 콜레스테롤 저하, 당뇨 개선에 효과적인 기능성 식품 소재로 쓰일 수 있음이 밝혀졌다.²⁴⁾

동과를 쥐와 사람에게 먹었을 때 체중을 감소시킨다고 보고되었으나²⁴⁾ 생화학적인 기전에 대한 연구는 미비하다. 그러므로 본 연구에서는 고지방식을 섭취시킨 흰쥐에게

동과를 섭취시켜 체중, 혈장 중성지방농도, leptin과 지방세포의 크기에 미치는 영향을 관찰하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물 및 식이

본 연구에서는 체중이 약 70 g되는 Sprague-Dawley 수컷쥐를 사용하였으며, 실험 개시 전 5일간 개별 cage에서 분말 사료로 적응시킨 후 난괴법에 의해 각 군에 10마리씩 4군으로 나누어 4주동안 실험을 하였다. 본 연구에서 사료로 사용한 동과 (wax gourd)는 경상북도 청도군에서 2001년 수확하여 건조시켜 분말화 한 것을 구입하였다. 동과의 분말 사료는 냉장 보관하면서 실험 식이 무게에 각각 5%, 10% 및 15%가 되도록 첨가하였다. 동과의 농도는 성인이 일일 먹으라고 권장 한 용양²¹⁾을 쥐의 무게로 환산하여 5% 농도로 하였고, 2배, 3배의 양을 추가하였다.

실험 식이는 총 칼로리당 탄수화물 40%, 단백질 20%, 지방 40%이다 (Table 1).

2. 시료채취 및 분석방법

실험기간이 끝나는 날 12시간 공복 상태에서 ether로 마취시킨 후 단두로 희생시킨 후 중성지방, 콜레스테롤. 유

Table 1. Diet composition of experimental groups (g/kg diet)

Ingredients	Dietary group			
	I	II	III	IV
Corn starch	293.055	266.055	239.055	212.055
Casein	228.633	266.055	220.633	216.633
Dextrinized cornstarch	97.329	97.329	97.329	97.329
Sucrose	73.751	97.329	73.751	73.751
Beef tallow	188.533	188.533	188.533	188.533
Corn oil	17.750	16.75	15.750	14.750
Fiber	50	38	26	14
Mineral mix ¹⁾	35	29	23	17
Vitamin mix ²⁾	10	10	10	10
L-Cystine	3.435	3.435	3.435	3.435
Choline bitartrate	2.5	2.5	2.5	2.5
Tert-butylhydroquinone	0.014	0.014	0.014	0.014
Wax gourd	0	50	100	150
Total	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00

1) AIN 93 Mineral mixture: g or mg/kg of mix: Calcium carbonate anhydrous (40.04% Ca), 357.00; Potassium phosphate monobasic (22.76% P, 28.73% K), 196.00; Potassium citrate, tripotassium monohydrate (36.16% K), 70.78; Sodium chloride (39.34% Na, 60.66% Cl) 74.00; Potassium sulfate (44.87% K, 18.39% S), 46.60; Magnesium oxide (60.32% Mg), 24.00; Ferric citrate (16.5% Fe), 6.06; Zinc carbonate (52.14% Zn), 1.65; Sodium meta-silicate · 9H₂O (9.88% Si), 1.45; Manganous carbonate (47.79% Mn), 0.63; Cupric carbonate (57.47% Cu), 0.30; Chromium potassium sulfate · 12H₂O (10.42% Cr), 0.275; Boric acid (17.5% B), mg 81.5; Sodium fluoride (45.24% F), mg 63.5; Nickel carbonate (45% Ni), mg 31.8; Lithium chloride (16.38% Li), mg 17.4; Sodium selenate anhydrous (41.79% Se), mg 10.25; Potassium iodate (59.3% I), mg 10.0; Ammonium paramolybdate · 4H₂O (54.34% Mo), mg 7.95; Ammonium vanadate (43.55% V), mg 6.6; Powdered sucrose 221.026

2) AIN 93 Vitamin mixture: g/kg of mix: Nicotinic acid 3.000; Ca pantothenate 1.600; Pyridoxine-HCl 0.700; Thiamin-HCl 0.600; Riboflavin 0.600; Folic acid 0.200; Biotin 0.020; Vitamin B-12 (cyanocobalamin) (0.1% in mannitol), 2.500; Vitamin E (all-rac- α -tocopheryl acetate)² (500 IU/g), 15.000; Vitamin A (all-trans-retinyl palmitate)² (500,000 IU/g), 0.800; Vitamin D-3 (cholecalciferol) (400,000 IU/g) 0.250; Vitamin K-1 (phyloquinone), 0.075; Powdered sucrose 974.655

리지방산과 leptin의 농도를 측정하기 위해 heparinized tube에 혈액을 모아 3,000 rpm에서 15분간 원심분리(Sorvall Ultracentrifuge Model RC-5C)하여 혈장을 분리하여 측정하였다. 복부 지방 (abdominal fat), 부고환지방(epididymal fat pad)과 신장 주변의 지방(perirenal)을 떼어내어 무게를 측정하였다. 지방세포 크기를 측정하기 위하여 부고환지방조직에서 1 g을 떼어내어 4% formalin 용액에 담가 4°C에 저장하였다.

1) 체중, 식이섭취량 및 식이효율

체중은 매주 일정한 시간에 동일 순서로 측정하였고, 식이 섭취는 매일 일정한 시간에 먹은 양을 측정하였고, 식이 이용효율은 실험 전 기간의 체중 증가량을 같은 기간에 섭취한 식이량으로 나누어 계산하였다.

2) 혈장의 중성지방, 유리지방산 및 leptin 농도

혈장 중성지방은 영동제약의 분석용 kit를 이용하여 분석하였고, 유리지방산은 SICDA-NEFAZYNE법을 이용한 kit (신양화학)로 측정하였으며, leptin 농도는 Radioimmunoassay 법에 의한 Ria kit ((Linco Research, INC)로 측정하였다.

3) 지방세포의 크기

부고환지방조직을 일반적인 hematoxyline eosin (HE) 염색을 하여 image analyzer (Bioquant RND Nashville, TN)를 사용하여 지방세포의 크기를 측정하였다.²⁵⁾

3. 통계분석

모든 통계분석은 SAS program을 이용하여 평균 (mean) ± 표준편차 (standard deviation, SD)로 표시하였다. 각

실험군간의 차이는 one-way ANOVA에 의하여 검정하였고, Duncans multiple range test를 실시하여 $\alpha = 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다. 각 요인간의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 체중변화, 식이섭취량 및 식이이용효율

고지방 식이에 농도를 달리하여 동과를 4주동안 섭취시킨 흰쥐의 체중, 식이섭취량 및 식이이용효율은 Table 2와 같다. 식이섭취량과 식이이용효율을 4주동안 평균을 냈을 때 대조군과 동과 첨가군간에 유의적인 차이가 없었다. 체중의 증가량은 40% 지방에 동과를 15% 첨가한 군이 (6.88 ± 13.52 g) 지방 40% 만 첨가한 군에 (7.55 ± 1.04 g) 비해 유의적으로 적음을 보였다. 홍²⁴⁾의 연구에 의하면 동결 건조 동과 분말 1% (식이무게)를 흰쥐에게 먹었을 때 체중 증가량의 감소를 보였으며, 체지방 함량이 30% 이상인 성인 여성 30명에게 동과 분말 30%와 6종의 생약재가 함유된 과립체를 제조하여 하루 24 g씩 28일간 섭취 시킨 결과 체중이 3.6 kg 감소하였다고 보고 하였다. 동과의 투여 농도는 홍의 연구에 비해 월등히 많으나 체중 감소 효과는 홍²⁴⁾의 보고와 일치하는 것으로 보인다.

2. 부고환, 복부 및 신장 주변의 지방무게

내장지방량을 측정하기 위해 체내의 지방으로 가장 많은 부위를 차지하는 부고환, 복부와 신장 주변의 지방을 떼어내어 무게를 체중 100 g당으로 나누어 계산하여 나온 결과

Table 2. Effects of wax gourd on food intake, body weight gain and food efficiency in rats fed on a high-fat diet for 4 weeks

Dietary group	Food intake (g/day)	Body weight change			Food efficiency
		Initial (g)	Final (g)	Weight gain (g/day)	
I	14.52 ± 1.67 ^{NS}	66.18 ± 13.52 ^{NS}	277.59 ± 21.65 ^{NS}	7.55 ± 1.04 ^a	0.13 ± 0.02 ^{NS}
II	15.29 ± 1.93	70.68 ± 3.05	275.73 ± 10.15	7.32 ± 0.31 ^{ab}	0.12 ± 0.02
III	14.32 ± 0.83	70.64 ± 2.90	276.82 ± 17.12	7.36 ± 0.54 ^{ab}	0.13 ± 0.00
IV	14.31 ± 1.44	71.15 ± 2.44	263.90 ± 19.91	6.88 ± 0.68 ^b	0.12 ± 0.01

I: Fat 40%, II: Fat 40% + wax gourd 5%, III: Fat 40% + wax gourd 10%, IV: Fat 40% + wax gourd 15%. Values sharing common superscripts in the same column are not significantly different at $p < 0.05$. NS: Not significant, Number of rats: 9-11

Table 3. Effects of wax gourd on weight of epididymal fat pad, abdominal fat and perirenal fat in rats fed on a high-fat diet for 4 weeks (g/100g BW)

Dietary group	Epididymal fat pad	Abdominal fat	Perirenal fat	Total
I	1.53 ± 0.29 ^{NS}	0.98 ± 0.39 ^{NS}	0.32 ± 0.06 ^{NS}	2.83 ± 0.60 ^{NS}
II	1.64 ± 0.21	0.99 ± 0.22	0.32 ± 0.07	2.95 ± 0.45
III	1.61 ± 0.44	0.89 ± 0.22	0.29 ± 0.12	2.79 ± 0.69
IV	1.49 ± 0.29	0.78 ± 0.19	0.24 ± 0.08	2.51 ± 0.43

I: Fat 40%, II: Fat 40% + wax gourd 5%, III: Fat 40% + wax gourd 10%, IV: Fat 40% + wax gourd 15%. NS: Not significant. Number of rats: 9-11

는 Table 3와 같다. 체중과 내장 지방량과는 상관관계가 있다고 보고되었는데²⁵⁾ 본 실험 결과에서도 체중이 가장 적은 군이 체내 지방량이 적은 경향을 보였다. 홍²⁴⁾의 연구에 의하면 흰쥐에게 동결 건조 동과 분말을 투여했을 때 대조군에 비해 fat pad 중량을 감소시켰다고 하여 본 연구의 결과와 일치함을 보였다. 부고환 지방은 군 간에 유의성은 없었으나 동과 15% 첨가군이 대조군과 동과 5%, 10% 첨가군에 비해 적은 경향을 나타냈다. 복부지방, 신장 주변의 지방량도 대조군과 동과 5%, 10%, 와 15% 첨가군 사이에 유의적인 차이는 없었으나 동과 15% 첨가군이 대조군과 다른 두군에 비해 낮아지는 경향을 보였다. 이 결과로 보아 동과 15% 첨가시 체지방 축적 억제에 대한 가능성을 제시하였다.

3. 혈 장

1) 중성지방 농도

중성지방 농도는 동과 10% (24.11 ± 2.62 mg/dl)와 동과 15% 첨가시 (22.05 ± 11.54 mg/dl) 대조군 (43.50 ± 25.88 mg/dl)과 동과 5% 첨가시 (40.01 ± 12.29 mg/dl) 보다 유의적으로 ($p < 0.05$) 낮아졌다 (Table 4). 체중이 많이 나갈수록 혈중의 지질농도가 높다고 보고되었는데²⁶⁾ 동과 15% 첨가시 혈장의 중성지방이 대조군과 동과 5% 첨가시 보다는 유의적으로 낮고, 동과 10% 첨가군보다는 낮아지는 경향을 보인 것으로 보아 동과 15% 첨가군이 혈장의 중성지방의 농도가 낮아 간에서 지방산의 합성이 적게 이루어진 것으로 사료되며 이와 비례하여 체중의 증가가 가장 적은 것으로 나타났다.

2) Leptin 농도

Leptin은 에너지가 과잉 축적될 경우 생성이 증가하여 비만의 지표로 사용될 수 있다.¹⁴⁾ 본 실험의 결과에서는 (Table 4) Leptin 농도는 군간의 유의적인 차이는 없었다. 체중이 많으면 leptin의 농도가 높아진다고 보고되었는데,^{13,14)} 본 실험에서도 동과 15% 첨가군이 체중 증가량이 가장

적었고, 내장지방량도 가장 낮은 경향이었고, 이에 비례하여 유의적인 차이는 아니지만 leptin의 농도도 낮아지는 경향을 보였다.

3) 유리지방산 농도

유리지방산 농도는 군간에 유의적인 차이가 없었다 (Table 4). 체중이 많이 나가면 유리지방산의 농도가 높아서 간에서 중성지방의 합성이 활발히 일어나 체지방이 높다고 하였는데¹⁶⁾ 본 연구에서는 체지방, 중성지방과 유리지방산과는 상관관계가 없는 것으로 나타났는데, 유리지방산의 농도가 군 간의 차이가 없는 것은 쥐를 희생하기 전 12시간 공복 상태에서 혈액을 채취하여 이미 지방을 에너지로 모든 군에서 사용하고 있었기 때문에 체중과 관계없이 모든 군에서 차이가 없는 것으로 나타났다고 사료된다.

4. 부고환지방 조직의 지방세포 크기

부고환 지방 조직을 염색하여 image analyzer로 측정 한 크기는 Fig. 1과 같다. 동과 10% ($56.59 \pm 12.19 \mu m$) 15% ($56.98 \pm 12.70 \mu m$) 첨가군이 대조군($58.36 \pm 13.34 \mu m$)보다 지방세포 크기가 유의적으로 작았고, 5% ($58.08 \pm 12.21 \mu m$) 첨가군은 대조군 ($58.36 \pm 13.34 \mu m$)과 15% ($56.98 \pm 12.70 \mu m$) 첨가군과는 유의적인 차이가 없었으나 10% ($56.59 \pm 12.19 \mu m$) 첨가군과는 유의적으로 컸다. 일단 형성된 지방 세포의 수효는 식사에 의해 감소가 되지 않으나 지방 세포의 크기는 어느 정도 조절이 가능하다고 알려져 왔다. Image analyzer로 세포의 크기를 측정할 때 같은 면적 안에 나타난 지방 세포 크기를 측정 한 것이기 때문에 동과 15% 첨가군이 크기가 작었다는 것은 동과에 의해 중성지방 합성이 감소되어 체지방 축적이 적게되어 지방세포의 hypertrophy를 억제하는 것으로써 동과 15% 첨가의 좋은 효과라고 사료된다.

5. Parameter간의 상관관계

위에서 언급한 모든 parameter와 체지방 축적 및 관계

Table 4. Effect of wax gourd on the levels of Leptin, Triglyceride, and Free fatty acid in rats fed a high-fat diet for 4 weeks

Dietary group	Leptin (ng/ml)	Triglyceride (mg/dl)	Free fatty acid ($\mu Eq/L$)
I	2.02 ± 0.53^{NS}	43.50 ± 25.88^a	320.08 ± 81.17^{NS}
II	2.12 ± 0.99	40.01 ± 12.29^a	315.47 ± 75.57
III	1.87 ± 0.41	24.11 ± 2.62^b	324.46 ± 14.62
IV	1.95 ± 0.56	22.05 ± 11.54^b	367.06 ± 34.11

I: Fat 40%, II: Fat 40% + wax gourd 5%, III: Fat 40% + wax gourd 10%, IV: Fat 40% + wax gourd 15%. Values sharing common superscripts in the same column are not significantly different at $p < 0.05$. NS: Not significant. Number of rats: 9-11

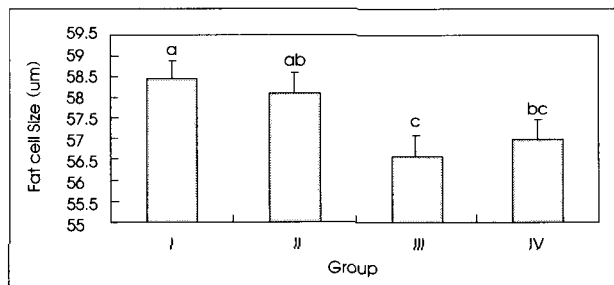


Fig. 1. Effects of wax gourd on fat cell size in rats fed on a high fat diet for 4 weeks. I: Fat 40%, II: Fat 40% + wax gourd 5%, III: Fat 40% + wax gourd 10%, IV: Fat 40% + wax gourd 15%. Values sharing common superscripts in the same column are not significantly different at $p < 0.05$.

Table 5. Correlation coefficient between parameters of rats fed experimental diets for 4 weeks

	Total fat	Leptin	Free fatty acid	Triglyceride	Fat cell size
Weight gain	0.5433***	0.3296**	0.0347	0.5007***	0.1607
Total fat	.	0.59313***	-0.1129	0.2441	0.5931***
Leptin	.	.	0.0582	0.0451	0.6845***
Free fatty acid	.	.	.	-0.1986	0.0217
Triglyceride	0.0287

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$

되는 요인들 간의 상관관계를 보았을때 부고환, 복부 및 신장 주변의 지방은 체중 증가량과 강한 양의 상관관계 ($p < 0.001$)를 이루는 것으로 나타났다 (Table 5). 이는 체내 지방량이 많으면 체중의 증가가 많음을 시사하였으며, leptin은 체중 ($p < 0.1$)과 체지방량과 ($p < 0.01$)양의 상관관계를 이루어 leptin은 체지방량을 반영하는 것을 입증하였다.²⁷⁾ 혈중 중성지방의 농도는 체중의 증가와 양의 상관관계를 보였으며 지방세포의 크기는 크면 클수록 체내 지방량과 leptin에 유의적인 상관관계를 보였다.²⁸⁾

요약 및 결론

본 연구에서는 약 70 g 되는 Sprague Dawley 수컷 쥐에게 고지방식이 (총 칼로리의 40%)를 먹이고 동과의 농도를 5, 10, 15% (w/w)로 섭취시켜 4주간 사육하여 체중 증가량, 체내 지방량, 혈장에서의 leptin, 중성지방, 유리지방산과 부고환지방조직의 지방세포 크기와 분포도를 측정하였다.

1) 체중증가량은 동과 15%를 섭취한 군이 다른 세군에 비해 유의적으로 적었다. 체내 지방량은 대조군과 동과의 농도에 유의적인 차이는 없었으나 동과 15% 첨가한 군이 부고환지방조직, 복부지방과 신장주변의 지방이 다른 세군에 비해 낮아지는 경향을 보였다

2) 혈장의 leptin,과 유리지방산은 군 간에 유의적인 차이가 없었으나 중성지방은 동과 10%와 15% 섭취군이 대조군에 비해 유의적으로 낮아졌다.

3) 부고환지방조직의 지방세포 크기는 대조군에 비해 동과10%와 15% 첨가군이 유의적으로 작았다.

4) 내장 지방은 체중의 증가와 유의적인 상관관계를 보였으며, leptin은 체중의 증가와 내장 지방, 혈장의 중성지방은 체중의 증가와 지방세포 크기는 내장 지방과 leptin과 양의 상관관계를 나타냈다.

결론적으로 고지방식이에 동과 5%와 10% 첨가시에는 체중에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으나 동과 15%

첨가시에는 체지방 축적의 억제 효과를 제시하였다. 이 체지방 억제 효과는 지방을 합성하는 lipogenic enzymes의 활성이 감소되거나, 지방을 조직으로 유입하는 lipoprotein lipase의 활성의 감소 또는 지방을 분해하는 hormone sensitive lipase의 활성의 증가에 의해 일어날 수 있으므로 다음의 연구에서는 체지방 억제에 영향을 주는 생화학적 기전에 대한 연구가 요구된다.

Literature cited

- 1) National nutrition survey report. *Ministry of Health and Welfare* 2000
- 2) National nutrition survey report. *Ministry of Health and Welfare* 1997
- 3) National nutrition survey report. *Ministry of Health and Welfare* 1994
- 4) Grundy, SM. Multi-factorial of obesity: implications for prevention. *Am J Clin Nutr* 67 (suppl): 563s-572s, 1998
- 5) Bray GA. Complications of obesity. *Annals of Internal Medicine* 103: 1052-1062, 1985
- 6) Huh KB. Cause of obesity. *Korean J Nutr* 23(5): 333-336, 1990
- 7) Albu J, Allison D, Boozer CN, Heymsfield S, Kissileff H, Kretser A, Krumhar K, Leibel R, Nonas C, Pi-Sunyer X, Vanlalline T, Wedral E. Obesity Solutions: report of a Meeting. *Nutr Rev* 55(5): 150-156, 1977
- 8) Sisk M, Azin MJ, Hausman DB, Jewell DE, Effect of conjugated linoleic acid on fat pad weights and cellularity in Sprague Dawley and Zucker rats. *FASEB* 3116: A536, 1999
- 9) Flier JS. The adipocyte: Storage depot or node on the energy information superhighway. *Cell* 80:15-18, 1995
- 10) Behme MT. Leptin: Products of the obese gene. *Nutrition Today* 31(4): 138-141, 1996
- 11) Considine RV, Sinha MK, Heiman ML, et al. Serum immunoreactive-leptin concentrations in normal weight and obese humans. *N Engl J Med* 334: 292-295, 1996
- 12) Mistry AM, Swick AG, Romos DR. Leptin rapidly lowers food intake and elevates metabolic rates in lean ob/ob mice. *J Nutr* 127: 2065-2072, 1997
- 13) Lee EO. Effect of total starvation on body composition, serum leptin and lipid profile, and urinary excretion of minerals in women. *Kyung Hee University, Master Thesis* 1999

- 14) Havel PJ. Role of adipose tissue in body-weight regulation: mechanism regulating leptin production and energy balance. *Proc Nutr Soc* 59(3) : 359-371, 2000
- 15) Chan DC, Watts GF, Barrett PH, Mamo JC, Redgrave TG. Markers of triglyceride rich lipoprotein remnant metabolism in visceral obesity. *Clinical Chemistry Feb* 48(2) : 278-283, 2002
- 16) Elam MB, Wilcox Hg, Cagen LM, Deng X, Raghov R, Kumar P, Heimberg M, Russell JC. Increased hepatic VLDL secretion, lipoproteins and SREBP-1 expression in the corpulent JCRLA-CP rat. *J Lipid Res Dec* 42(12) : 2039-2048, 2001
- 17) Coppack SW, Jenson MD, Miles JM. In vivo regulation of lipolysis in humans. *J lipid Res* 35: 177-193, 1994
- 18) Jenson MD, Haymond MW, Rizza RA, Cryer Pe, Miles JM. Influence of body fat distribution on free fatty acid metabolism in obesity. *J Clin Invest* 83(4) : 1168-1173, 1989
- 19) Bruce R, Godsland I, Walton C, Crock D, Wynn V. Associations between insulin sensitivity and free fatty acid and triglyceride and triglyceride metabolism independent of uncomplicated obesity. *Metabolism Oct* 43(10) : 1275-1281, 1994
- 20) Song HS. The Encyclopedia of Crops in Korea. *Pulkomamoo* 1998
- 21) Ahn DG. The Herb Illustrated-book of Korea. *Kyohaksa* 1998
- 22) Korean Nutrition Society. Recommended Dietary Allowances for Koreans. 7th ed. 2000
- 23) Huh J. The Handbook of Oriental Medicine. NamSanDang 1994
- 24) Hong SS, Choi SY, Cha SK, Kim HJ, Park HJ, Lee YS. A study on the weight loss effect of wax gourd and the development of processed food from wax gourd. *Korea Food Development Institute Report* 10, 1999
- 25) Kang KJ, Kim KH, Park HS. Dietary conjugated linoleic acid did not affect on body fatness, fat cell sizes and leptin levels in Male Sprague Dawley rats. *Nutritional Sciences* 5(3) : 117-122, 2002
- 26) Parrish CC, Pathy DA, Parkers JG, Angel A. Dietary fish oil modify adipocytes structure and function. *J Cell Physiol* 148(3) : 493-502, 1991
- 27) Van Harmelen V, Reynisdottir S, Eriksson P, Thorne A, Hoffstedt J, Lonnqvist F, Arner P. Leptin secretion from subcutaneous and visceral tissue in women. *Diabetes Jun* 47(6) : 913-917, 1998
- 28) Garaulwt M, Perex-Llamas F, fuente T, Zamora S, Tebar FJ. Anthropometric, computed tomography and fat cell data in obese population: relationship with insulin, leptin, tumor necrosis factor-alpha, sex hormone-binding globulin and sex hormones. *Euporean J Endo Nov* 143(5) : 657-666, 2000