

고지방식이를 섭취시킨 흰쥐에서 β -adrenergic 활성의 증가에 의한 Capsaicin의 체지방 감소 효과

주 종 재 · 신 현 주

군산대학교 자연과학대학 식품영양학과

Body-fat Suppressive Effects of Capsaicin through β -adrenergic Stimulation in Rats Fed a High-fat Diet

Choo, Jong Jae · Shin, Hyun Ju

Department of Foods and Nutrition, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

ABSTRACT

The effects of capsaicin, a pungent principle of hot red pepper, on body fat gain, energy balance and serum lipid values were investigated in rats fed a high-fat(30%) diet. Administration of capsaicin by dietary administration caused a complete cessation of increases in body weight and fat gain induced by the high-fat diet. However, energy intake and body protein gain were not affected by capsaicin. Therefore, the suppression of body fat gain by capsaicin was believed due to an increase in energy expenditure. Simultaneous administration of capsaicin and a β -adrenergic blocker, propranolol, resulted in the inhibition of changes in body fat gain by capsaicin without affecting energy intake. Protein content of interscapular brown adipose tissue was increased by capsaicin while weight and DNA content remained unchanged, indicating an increase in the number of mitochondria in brown adipose tissue. Therefore, it appears that capsaicin possesses potent body fat suppressive effects mediated by β -adrenergic stimulation in which brown adipose tissue may be involved. On the other hand, capsaicin had no effects on serum triglyceride, total cholesterol or HDL-cholesterol levels. These results are in contrast to those reported by other investigators. Perhaps expression of the effects of capsaicin on plasma lipids is a rather complicated process, dependent on the type of diet administered, fat content of the diet, period and route of capsaicin administration, and species and strain of animals used. (*Korean J Nutrition* 32(5) : 533~539, 1999)

KEY WORDS: capsaicin, body fat, energy expenditure, β -adrenergic activity, brown adipose tissue.

서 론

비만은 단순히 외모상의 문제 때문이 아니라 이에 수반되는 당뇨병, 고혈압, 심혈관질환, 뇌혈관질환, 관절염, 담낭질환 그리고 유방암 및 대장암 등의 합병증 발생으로 인하여 의학적으로 심각한 질병으로 분류되고 있다.¹⁾ 비만인에 있어 질병발생의 위험도는 정상인에 비해 고혈압의 경우에는 4배²⁾ 그리고 당뇨병의 경우에는 무려 10배³⁾나 높아지며 사망률은 체중이 25% 과다일 때 39% 증가하는 것으로 보고되었다.⁴⁾ 서구 여러 나라에서는 해가 거듭될수록 비만에 대한 문제가 더욱 심각해져 전체인구의 40~50%가 과다체중 혹은 비만으로 시달리고 있으며 비만으로 인하여 야기되는 질병치료에 소요되는 의료비는 날로 증가하고 있는 실정이다.⁵⁾ 우리 나라에서도 최근에 식생활의 형태가 급

격히 서구화되고 교통수단의 발달로 신체적 활동량이 저하되면서 비만의 문제가 심각한 사회문제로 대두되기 시작하고 있는데 1995년도 국민영양조사 결과에 의하면 체질량지수(BMI, body mass index)가 25이상인 사람이 무려 20.5 %에 이르는 것으로 나타났다.⁶⁾ 더욱이 근래에는 비만이 발생하는 연령이 낮아질 뿐만 아니라 소아비만의 발생율 또한 현저히 증가 추세를 나타내는 것으로 보고되었다.^{6,7)} 그러므로 비만의 예방 및 치료를 위한 방법들의 개발이 시급히 요구되어지고 있다.

식품의 신미성분 혹은 신미성분을 함유한 식품들이 에너지대사를 증진시킨다는 결과가 1980년대 중반부터 몇몇 연구자들에 의해 단편적으로 보고되었는데,^{8,9)} 이러한 결과는 신미식품이나 신미성분을 비만의 예방 및 치료에 이용할 수 있다는 가능성을 시사한다고 하겠다. 신미성분이 지질대사에 미치는 효과에 대한 연구는 고추의 신미성분인 capsaicin을 중심으로 이루어져 capsaicin의 항비만성 효과를 가

책임 : 1999년 5월 18일

지고 있다는 것이 제시되었지만 대부분 특정 호르몬의 혈중 농도의 변화,¹⁰⁾¹¹⁾ 효소 활성도의 변화¹²⁾¹³⁾ 등 간접적인 근거에 토대를 둔 것이지 직접적으로 capsaicin이 체지방을 감소시키는지에 대한 실험결과에 근거를 둔 capsaicin의 효과를 제시한 연구는 전무한 상태이다. 그러므로 본 연구에서는 고지방식이로 체지방 축적의 증가를 유도한 환경에서 capsaicin에 의한 체지방 축적 및 에너지 균형의 변화를 조사하여 capsaicin의 항비만성 효과에 대한 구체적인 자료를 획득하고 나아가 capsaicin의 항비만성 효과에 대한 기전을 규명하고자 한다.

실험재료 및 방법

1. 실험동물 및 실험식이

실험동물은 체중이 180~185g 정도 되는 Sprague-Dawley 수컷 쥐를 대한실험동물센타(충북음성, 한국)로부터 구입하여 사용하였다. 쥐들은 3일간 사육장과 조제사료에 적응시킨 후 난괴법에 의해 군당 8마리씩 나누었으며 실험기간동안 개별 cage에서 사육하였다. 식이와 물은 자유로이 섭취하도록 하였으며, 사육장 온도는 22 ± 2°C 그리고 습도는 40~60%로 유지하였고 명암은 12시간(08 : 00 ~ 20 : 00)을 주기로 조명하였다.

본 연구는 두 가지 실험으로 구성되었다. 실험1에서는 고지방식이 섭취로 인해 체지방 축적이 증가하였을 때 capsaicin이 이에 미치는 영향을 조사하고자 하였으며 실험2에서는 capsaicin이 체지방 축적의 증가를 억제한다면 이것이 체지방 축적에 중요한 역할을 하는 β-adrenergic activity의 변화와 어떠한 관계가 있는지를 조사하고자 하였다. 실험1과 실험2에서 쥐들을 각각 3개의 군으로 나누었는데 실험1의 경우에는 정상식이군, 고지방식이군, 고지방식이 + capsaicin군으로 그리고 실험2의 경우에는 고지방식이군, 고지방식이 + capsaicin군, 고지방식이 + capsaicin + propranolol군으로 구성하였다. 정상식이와 체지방의 축적을 위해 사용된 고지방 식이의 조성은 Table 1과 같다. 고지방 식이의 경우 정상식이에서 옥수수 전분의 일부를 lard로 대치하여 제조하였다. Capsaicin(Sigma, USA)은 식이에 0.02% 수준으로 섞어 투여하였다. 1995년 국민영양조사보고서⁵⁾의 식품별 섭취량을 기준으로 고추장과 마른 고추의 capsaicin 함량을 0.02%로 적용하여 우리 국민의 1일 capsaicin 섭취량을 산출하면 대략 120mg 정도 되는 것으로 나타났는데 이를 65kg 성인을 기준으로 할 때 kg 몸무게 당 1.8mg이 된다. 이 수치를 실험동물에 적용하게 되면 capsaicin을 식이에 0.0018% 수준으로 섞어 투여하

Table 1. Composition(g / kg) of the experimental diets

Constituent	Normal-fat diet	High-fat diet
Casein	200	200
Maize starch	521	321
Sucrose	100	100
Maize oil	100	100
Lard	-	200
Cellulose	30	30
DL-methionine	2	2
Mineral mix*	35	35
Vitamin mix†	10	10
Choline bitartrate	2	2
Gross energy content (kcal / g)	4.25	5.20

*AIN mineral mix containing(g / kg): calcium phosphate dibasic 500, sodium chloride 74, potassium citrate 220, potassium sulfate 52, magnesium oxide 24, manganous carbonate 3.5, ferric citrate 6, zinc carbonate 1.6, cupric carbonate 0.3, potassium iodate 0.01, sodium selenite 0.01, chromium potassium sulfate 0.55.

†AIN vitamin mix containing(g / kg): thiamin HCl 0.6, riboflavin 0.6, pyridoxine HCl 0.7, niacin 3, calcium pantothenate 1.6, folic acid 0.2, biotin 0.02, vitamin B₁₂(0.1% trituration in mannitol) 1, dry vitamin A palmitate(500,000 U / g) 0.8, dry vitamin E acetate (500 U / g) 10, vitamin D₃ (trituration(400,000 U / g), 0.25, manadione sodium bisulfite complex 0.15.

여야 한다. 그러나 인체생리와 쥐생리의 차이점을 고려하고 capsaicin의 투여량을 달리한 우리의 예비실험 결과를 토대로 할 때 그리고 capsaicin에 관한 다른 연구자들¹²⁾¹⁴⁾이 동물실험에 적용한 capsaicin의 투여량(식이의 0.015%)을 참조하여 capsaicin의 투여량을 식이의 0.02%로 정하였다. propranolol(Sigma, USA)은 식이에 0.05% 수준으로 섞어 capsaicin과 함께 투여하였다. 실험기간은 14일이었으며 실험기간 중 체중의 변화와 식이섭취량은 2일 간격으로 측정하였고 변은 매일 채취하여 건조한 후 분석시까지 냉동보관하였다. 실험쥐들은 실험종료전 12시간동안 굶긴 후 단두하여 회생시킨 다음 혈액을 채취하여 혈청을 성분함량 분석에 사용하였다.

2. 체지방 및 체단백질 측정

회생된 쥐를 복개하여 위장관에 들어있는 내용물을 제거하고 105°C에서 황량이 될 때까지 건조한 후 딱서에 갈아균질화한 다음 약 20g을 취하여 Soxhlet 추출법으로 체지방량을 측정하였으며 체단백질량은 탈지시료를 이용하여 Kjeldahl법으로 질소함량을 측정한 후 질소계수 6.25를 적용하여 산출하였다. 체지방 증가량과 체단백질 증가량은 실험시작일에 별도로 실험군 쥐들과 체중이 유사한 8마리의 쥐를 회생시켜 체지방량 및 체단백질량을 측정하여 얻은 자료를 기준으로 실험군의 실험시작일 체지방 및 체단백질량을 산출한 다음 이를 실험종료일의 체지방량 및 체단백질량

에서 빼주어 구하였다.

3. 소화율 측정

실험식이와 채취한 변의 에너지함량을 Ballistic Bomb Calorimeter(Gallenkamp, England)를 이용하여 측정하여 식이섭취량에 에너지함량을 곱하여 에너지 섭취량을 구한 다음 같은 방법으로 구한 변의 에너지함량을 뺀 값을 에너지섭취량으로 나눈 것에 100을 곱하여 소화율(apparent digestibility)을 구하였다.

4. 에너지 소비량 측정

에너지 소비량은 실험기간중 대사에너지 섭취량에서 에너지 축적량을 빼주는 방법인 Comparative Carcass Technique에 의해 측정하였다.¹⁵⁾ 대사에너지 섭취량(metabolizable energy intake)은 식¹⁶⁾ 에너지 섭취량 × 소화율 (%/100) – 0.314 × N에 의해 산출하였으며 에너지 축적량은 체지방 증가량 1g당 9.22kcal를 곱하고 체단백질 증가량 1g당 5.42kcal를 곱한 다음 합하는 방식으로 구하였다.¹⁵⁾

5. 갈색지방조직의 단백질 및 DNA 함량 측정

견갑풀 갈색지방조직(interscapular brown adipose tissue, IBAT)의 단백질 함량은 시료에 0.3-NaOH를 넣고 조직균질기를 이용하여 균질화한 후 45°C에서 1시간 동안 용해하여 얻은 다음 Lowry 방법¹⁷⁾에 의해 측정하였으며 DNA 함량은 8% perchloric acid로 DNA를 추출한 다음 Giles와 Myers에 의해 개선된 Burton의 diphenylamine 방법¹⁸⁾에 의해 측정하였다.

6. 혈청 지질 함량 측정

혈청 중성지방, 총콜레스테롤 그리고 HDL 콜레스테롤 함량은 상업적으로 판매하는 아산제약 분석용 키트를 이용하여 분석하였다.

7. 통계처리

실험에서 얻어진 결과의 유의성은 SPSS computer program을 이용하여 분석하였다. 실험결과는 실험군 별로 평균과 표준오차를 구하였으며 $\alpha = 0.05$ 수준에서 one-way ANOVA에 의해 유의성이 발견되면 실험군들 간의 유의성은 LSD(Least Significant Difference) test로 분석하였다.

결과

실험쥐에 고지방식이를 섭취시켰을 때 에너지 섭취량은

변화하지 않았으나 체지방 축적량과 실험기간중 체중의 증가는 각각 54%와 20% 증가하였다(Fig. 1). 그러나 고지방식이에 의해 체단백질 축적량은 변화하지 않았으므로 체지방 축적량의 증가는 에너지 소비량의 감소에 의한 것으로 나타났다. 소화율은 고지방식이에 의해 약간(1.1%) 그러나 유의적인 감소를 보였다(Fig. 1). 고지방식이를 섭취시킨 쥐에 capsaicin을 경구로 투여하였을 때 에너지 섭취량은 변화하지 않으면서 고지방식이에 의한 체지방 축적량의 증가와 체중 증가가 완전히 억제되었는데 이러한 현상은 에너지 소비량의 정상화에 기인하는 것으로 나타났다(Fig. 1). 한편 capsaicin은 소화율에는 아무런 영향을 미치지 않았다.

Interscapular brown adipose tissue(IBAT)의 무게, 단백질 함량 그리고 DNA 함량은 고지방식이에 의해 변화하지 않는 것으로 나타났다(Table 2). Capsaicin은 IBAT의 무게나 DNA 함량에는 영향을 미치지 않았지만 단백질 함량은 유의적으로 증가시켰다(Table 2).

혈중 중성지방, 총콜레스테롤 그리고 HDL 콜레스테롤 함량은 고지방식이에 의해 전혀 변화하지 않았으며 capsaicin도 이러한 혈액성분 함량에 아무런 영향을 미치지 않았다(Table 3).

Capsaicin과 β -adrenergic blocker인 propranolol을 고지방식이와 함께 투여하여 capsaicin에 의한 체지방 감소효과가 β -adrenergic activity의 증가에 의한 것인지를 알아보기 위한 실험에서 capsaicin과 propranolol을 동시에 투여하면 에너지 섭취량과 체단백질 축적량은 변화하지 않으면서 capsaicin에 의한 체지방 감소효과와 에너지 소비량 증가효과가 완전히 억제되는 것으로 나타났다(Table 4).

고찰

실험동물에 비만을 유도하는 방법에는 ventromedial hypothalamus에 손상을 입히거나 고환을 제거하는 등의 수술적인 방법, monosodium glutamate 등을 투여하는 화학적인 방법, 지방축적을 유도하는 호르몬을 투여하는 내분비계 변형법 그리고 식이의 조성을 조절하는 식이조성조절법 등이 있다.¹⁹⁾ 본 연구에서는 흰쥐에서 고지방식이를 이용하여 체지방 축적의 증가를 유도하고자 하였는데 사용된 고지방식이의 지방 함량은 무게비로 식이의 30%이었으며 식이의 에너지함량비로 52%이었다. 이 고지방식이는 본 연구에서 14일 동안 54%의 체지방 축적의 증가를 유도하여 비만의 모델로 사용하는데 타당한 것으로 나타났다. 본 연구팀의 예비실험 결과에 의하면 실험동물에서 체지방 축적의 증가를 유도하는데 적당한 식이의 지방함량은 실험동물

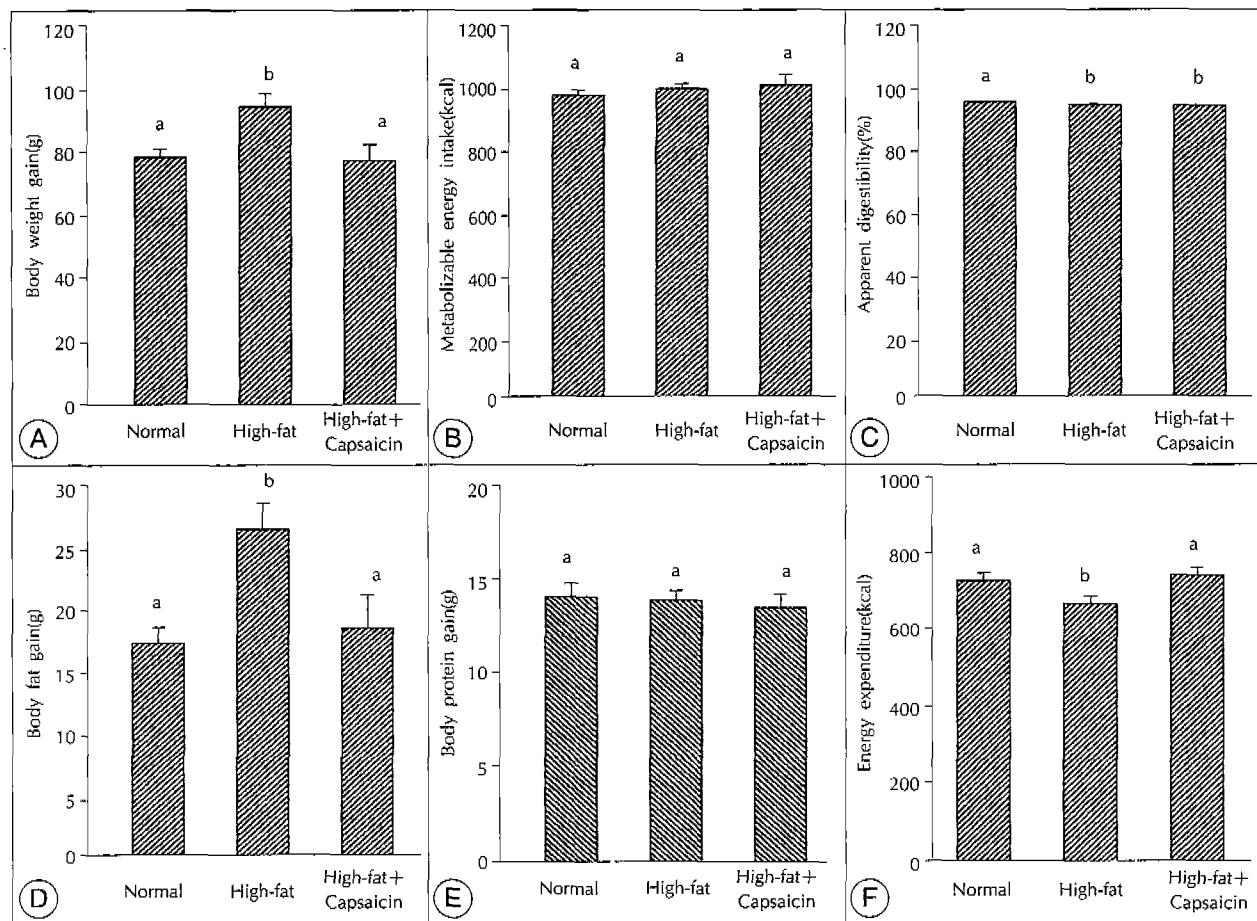


Fig. 1. Effects of capsaicin on body weight gain(A), energy intake(B), apparent digestibility(C), body fat(D) and protein gain(E), and energy expenditure(F) in rats fed on a high-fat diet over 14 days: normal diet(Normal), high-fat diet(High-fat). Values are means for eight rats, with their standard errors indicated by vertical bars. Bars not sharing a common letter were significantly different, $p < 0.05$.

Table 2. Effects of capsaicin on weight, protein and DNA content of interscapular brown adipose tissue(IBAT) in rats fed on a high-fat diet over 14 days

	Normal diet	High-fat diet	High-fat diet + Capsaicin
Weight(g)	0.247 ± 0.024^a	0.269 ± 0.021^a	0.304 ± 0.040^a
Protein content(mg)	33.9 ± 1.9^a	38.2 ± 1.7^a	48.6 ± 3.5^b
DNA content(μ g)	423 ± 29^a	458 ± 21^a	470 ± 47^a

Values are means for eight rats, with their standard errors. Values within a column not sharing a common superscript letter were significantly different, $p < 0.05$.

의 유전적인 요인 그리고 실험기간 등에 의해 영향을 받는 테 Sparque-Dawley 쥐의 경우에는 식이의 지방함량을 총 에너지 함량의 50% 정도로 조절하였을 때 가장 적당한 것으로 나타났다. 일반적으로 고지방식이를 섭취시켰을 때 에너지 섭취량이 증가할 것으로 예측되나 실험동물들은 식이 섭취량 자체를 줄임으로서 에너지 섭취량은 궁극적으로 정상식이 섭취 동물의 수준으로 조절하는 양상을 보였다. 고지방식이에 의해 에너지 섭취량은 변화하지 않고 소화율은 오히려 감소함에도 불구하고 체지방 축적은 증가하는 것으로 나타났는데 이러한 현상은 식이에서 유래된 지방이 체내

에 축적되는데 필요한 에너지 보다 체내에서 탄수화물로부터 지방이 합성되는데 요구되는 에너지가 훨씬 적으므로 전체적으로 에너지 소비량을 감소시킴으로서 일어나는 것으로 생각된다.

그동안 고추의 신미성분인 capsaicin이 지질 및 에너지 대사에 미치는 영향에 대한 연구는 주로 Iwai를 중심으로 한 일본 연구팀과 Satyanarayana를 중심으로 하는 인도 연구팀에 의해 주로 행하여 졌는데 그들은 흰쥐에서 capsaicin이 간에서 지방산 합성 과정의 제한효소인 acetyl-CoA carboxylase의 활성을 저해하고,¹³⁾ 지방조직 lipo-

Table 3. Effects of capsaicin on the serum triglyceride and cholesterol levels in rats fed on a high-fat diet for 14 days

	Normal diet	High-fat diet	High-fat diet + Capsaicin
Triglyceride(mg / dl)	108.9 ± 12.3 ^a	92.1 ± 8.6 ^a	98.8 ± 9.9 ^a
Total cholesterol(mg / dl)	86.5 ± 5.9 ^a	80.0 ± 3.3 ^a	78.4 ± 5.8 ^a
HDL-cholesterol(mg / dl)	58.0 ± 2.9 ^a	54.6 ± 1.7 ^a	55.1 ± 2.2 ^a

Values are means for eight rats, with their standard errors. Values within a column not sharing a common superscript letter were significantly different, p < 0.05.

Table 4. Effects of propranolol(500mg / kg diet) on responses to capsaicin(200mg / kg diet) in rats fed on a high-fat diet over 14 days

	High-fat diet	High-fat diet + Capsaicin	High-fat diet + Capsaicin + Propranolol
Body weight gain(g)	80.1 ± 4.6 ^a	74.5 ± 3.7 ^b	77.4 ± 3.2 ^a
Metabolizable energy intake(kcal)	894 ± 19 ^a	901 ± 31 ^a	871 ± 20 ^a
Body fat gain(g)	23.4 ± 1.2 ^a	17.2 ± 1.3 ^b	22.1 ± 1.5 ^a
Body protein gain(g)	14.7 ± 0.6 ^a	14.3 ± 0.8 ^a	14.9 ± 0.7 ^a
Energy expenditure(kcal)	578 ± 17a	635 ± 19 ^b	569 ± 23 ^a

Values are means for eight rats, with their standard errors. Values within a column not sharing a common superscript letter were significantly different, p < 0.05.

protein lipase의 활성을 증가시키며,¹²⁾ 부신수질에서 catecholamine의 분비를 촉진시키고 또한 체내 산소소비량을 증가시킨다고^{9),10)} 보고하였다. 이러한 결과들은 capsaicin이 항비만성 효과를 가지고 있다는 것을 암시하는 자료로 인용되었다. 그러나 위의 측정치들은 capsaicin의 항비만성 효과를 간접적으로 시사하는 단편적인 자료로 이들의 변화가 곧 체지방 함량의 변화를 의미하지는 않는다. Capsaicin에 의한 체지방 함량의 변화에 대한 직접적인 연구는 그동안 전무한 상태였다. Kawada 등¹²⁾의 연구에서 capsaicin이 고지방식이를 섭취시킨 훈련에서 perirenal adipose tissue 및 epididymal fat pad를 체지방 함량의 지표로 사용하여 이들 조직의 무게의 변화를 관찰하였는데 capsaicin은 perirenal adipose tissue의 무게는 감소시켰으나 epididymal fat pad의 무게는 capsaicin에 의해 전혀 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 이 결과 또한 capsaicin의 항비만성 효과를 증명하기에는 미흡하다고 하겠다. 본 연구에서는 체지방량을 직접 분석하는 방법을 사용하여 capsaicin이 고지방식이에 의해 체지방 축적이 증가하였을 때 이에 미치는 영향을 조사하여 capsaicin의 효과를 직접적으로 규명하고자 하였다. 실험결과에 의하면 고지방식이는 체지방 축적량을 54% 증가시켰는데 이러한 증가는 capsaicin에 의해 완전히 억제되는 것으로 나타났다. 이는 capsaicin의 체지방 감소효과를 명확히 입증하는 결과라고 하겠다.

Capsaicin에 의한 체지방 축적의 감소는 에너지 섭취량이나 체단백질 축적량의 변화를 수반하지 않았으므로 결국 에너지 소비량의 증가에 의한 것으로 나타났다. 그런데 capsaicin이 부신수질에서 catecholamine의 분비를 촉진시

키며 capsaicin에 의한 체내 산소소비량의 증가가 β-adrenergic blocker에 의해 억제된다는 보고들은^{9),10)} capsaicin에 의한 에너지 소비량의 증가가 아마도 β-adrenergic acitivity의 증가에 의한 것일 수 있음을 암시한다. 이에 capsaicin과 β-adrenergic blocker인 propranolol을 동시에 투여한 실험을 수행하였는데 propranolol은 고지방식이 섭취 쥐에서 capsaicin에 의한 체지방 축적의 억제 및 에너지 소비량의 증가를 완전히 소멸시키는 효과를 보였다. 그러므로 capsaicin에 의한 체지방 감소 효과는 β-adrenergic activity의 증가에 의한 것으로 나타났다.

갈색지방조직(brown adipose tissue)은 무게가 사람이나 쥐에서 체중의 1% 정도밖에 안 되는 작은 조직이지만 열발생에 있어 매우 중요한 역할을 한다.²¹⁾ 갈색지방조직에는 다른 조직에 비해 많은 양의 혈액이 공급되며 갈색지방조직의 aerobic capacity은 동일 무게의 근육조직에 비해 무려 10배나 높다.²²⁾ Kawada 등²³⁾은 capsaicin이 갈색지방조직의 미토콘드리아에서 thermogenin(uncoupling protein, 32K protein) 함량을 증가시켰다고 보고하였고 Kobayashi 등²⁴⁾은 쥐에 capsaicin 피하주사가 갈색지방조직의 온도를 상승시킨다고 보고하였다. 본 연구에서 capsaicin은 갈색지방조직의 무게나 DNA 함량에는 영향을 미치지 않았으나 갈색지방조직의 단백질 함량을 증가시키는 것으로 관찰되었다. 그러므로 갈색지방조직은 capsaicin에 의한 에너지 소비량 증가 기전에 관여하며 이러한 효과는 갈색지방조직 세포수의 증가보다는 미토콘드리아 수의 증가에 의해 갈색지방조직의 활성이 높아지는 것에 의한 것으로 나타났다.

Capsaicin이 혈중 중성지방 그리고 총콜레스테롤 함량

에 미치는 영향에 대해서는 상이한 결과들이 보고되었다. Negulesco와 Young²⁵⁾은 capsaicin이 lagomorph에서 혈장 중성지방 및 총콜레스테롤 함량을 감소시켰다고 보고하였고 또한 Negulesco 등²⁶⁾은 capsaicin이 칠면조의 혈장 중성지방 및 총콜레스테롤 함량을 낮추었다고 보고하였다. 그러나 이러한 효과는 콜레스테롤을 첨가한 식이를 섭취시켰을 때 나타났으며 콜레스테롤을 첨가하지 않은 식이를 섭취시켰을 경우에는 capsaicin이 혈중 중성지방이나 콜레스테롤에 아무런 효과를 보이지 않았다고 보고하였다. 그러나 Kawada 등¹²⁾은 콜레스테롤을 첨가하지 않은 고지방 식이를 섭취시킨 Wistar 수컷 쥐에서 capsaicin이 혈청 중성지방 함량을 낮추는 효과를 발휘하였다고 보고하였다. 한편 Sprague-Dawley 수컷 쥐를 이용한 본 연구에서는 혈청 중성지방이나 총콜레스테롤 그리고 HDL-콜레스테롤 함량 모두 capsaicin에 의해 전혀 변화하지 않는 것으로 판찰되었다. Capsaicin이 혈중 지질 함량에 미치는 영향은 아마도 식이의 지방 함량, capsaicin 투여기간 그리고 실험동물의 종 및 계통에 따라 달리 나타나는 것으로 생각된다.

요약 및 결론

고추의 신미성분인 capsaicin의 항비만성 효과를 규명하고자 흰쥐에서 고지방식이 섭취에 의해 체지방의 축적이 증가되었을 때 capsaicin이 체지방 축적 및 에너지 균형에 미치는 영향을 조사하였다.

Capsaicin은 고지방식이에 의한 체지방 축적의 증가와 체중의 증가를 완전히 억제하였는데, 에너지 섭취량과 체단백질 축적량 그리고 소화율이 capsaicin에 의해 변화하지 않았으므로 capsaicin의 체지방 감소 효과는 에너지 소비량의 증가에 의한 것으로 나타났다. Capsaicin이 체내에서 에너지 소비의 조절에 중요한 역할을 하는 것으로 알려진 갈색지방조직의 활성에 미치는 영향을 알아보기 위해 capsaicin에 의한 견갑골 갈색지방조직(interscapular brown adipose tissue, IBAT)의 무게, 단백질 함량 그리고 DNA 함량의 변화를 측정하였다. Capsaicin은 갈색지방조직의 무게나 DNA 함량에는 영향을 미치지 않았지만 단백질 함량은 유의적으로 증가시키는 것으로 나타났다. capsaicin에 의한 에너지 소비량의 증가가 β -adrenergic activity의 증가에 의한 것인지를 알아보기 위한 실험에서 β -adrenergic blocker인 propranolol을 capsaicin과 동시에 투여하면 에너지 섭취량과 체단백질의 축적량은 변화하지 않으면서 capsaicin에 의한 체지방 감소 효과와 에너지 소비량 증가효과가 완전히 억제되는 현상을 보였다. 그러므로

capsaicin에 의한 체지방 감소 효과는 β -adrenergic 활성의 증가에 의한 것으로 볼 수 있다. 이상의 결과들은 capsaicin의 체지방 감소효과를 명확히 입증하는 것이며 capsaicin에 의한 항비만성 효과는 β -adrenergic 활성의 증가로 야기되는 에너지 소비량의 증가에 기인하는 것이고 여기에 갈색지방조직이 관여한다는 것을 보여주는 것이다. 아울러 capsaicin 혹은 capsaicin을 함유하는 식품을 비만의 예방 및 치료에 활용할 수 있다는 가능성을 제시한다고 하겠다. 한편 본 연구에서 capsaicin은 혈중 중성지방, 총콜레스테롤 그리고 HDL-콜레스테롤 함량에 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 나타났는데 이는 다른 연구자들의 보고와 다소 상이한 결과이었다. 그러나 실험에 적용된 식이에 콜레스테롤의 첨가여부, 식이의 지방 함량, capsaicin의 투여기간 및 방법 그리고 실험동물의 종 및 계통 등의 차이를 고려할 때 capsaicin이 혈중 지질에 미치는 영향은 여러 가지 요인에 따라 달리 나타나는 것으로 생각된다.

Literature cited

- 1) Colditz GA, Wolf AM. The public health impact of obesity. In: Angel A, Anderson H, Bouchard C, Lau D, Leiter L, Mendelson R, ed. Progress in Obesity Research, pp.517-523, John Libbey. London, 1996
- 2) Witteman JCM, Willet WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Sacks FM, Speizer FE, Rosner B, Hennekens CH. A prospective study of nutritional factors and hypertension among US women. *Circulation* 80: 1320-1327, 1989
- 3) Westlund K, Nicolaysen R. Ten-year mortality related to serum cholesterol: A followup of 3751 men aged 40-49. *Scand J Clin Lab Invest* 30: 1-24, 1972
- 4) Garrow JA. Overview: Expectations of treatment. In: James WPT, Parker SW, ed. Obesity, pp.42-45, Duphar Medical Relations, Southampton, 1988
- 5) '95 National Nutrition Survey Report, Ministry of Health and Welfare, 1997
- 6) Kang YJ, Hong CH, Hong YJ. The prevalence of childhood and adolescent obesity over the last 18 years in Seoul area. *Korean J Nutrition* 30(7): 832-839, 1997
- 7) Moon HN, Hong SJ, Suh SJ. The prevalence of obesity in children and adolescents. *Korean J Nutrition* 25(5): 413-418, 1992
- 8) Henry CJK, Emery B. Effect of spiced food on metabolic rate. *Hum Nutr: Clin Nutr* 40C: 165-168, 1985
- 9) Kawada T, Watanabe T, Takaishi T, Tanaka T, Iwai K. 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, 1986
- 10) Watanabe T, Kawada T, Yamamoto M, Iwai K. Capsaicin, a pungent principle of hot red pepper, evokes catecholamine secretion from the adrenal medulla of anesthetized rats. *Biochem Biophys Res Commun* 142: 259-264, 1987
- 11) Watanabe T, Kawada T, Kurosawa M, Sato A, Iwai K. Adrenal sympathetic efferent nerve and catecholamine secretion excitation caused by capsaicin in rats. *Am J Physiol* 255: E23-E27, 1988
- 12) Kawada T, Higihara K, Iwai K. Effects of capsaicin on lipid meta-

- bolism in rats fed a high fat diet. *J Nutr* 116: 1272-1278, 1986
- 13) Sambaiah K, Satyanarayana MN. Influence of red pepper and capsaicin on body composition and lipogenesis in rats. *J Biosci* 4: 425-430, 1982
 - 14) Sambaiah K, Satyanarayana MN. Effect of capsaicin on triglyceride accumulation and secretion in ethanol fed rats. *Indian J Med Res* 90: 154-158, 1989
 - 15) Miller DS, Dulloo A. Energy balance following sympathetic denervation of brown adipose tissue. *Can J Physiol Pharmacol* 62: 235-240, 1984
 - 16) Miller DS, Payne PR. A ballistic bomb calorimeter. *Br J Nutr* 13: 501-508, 1959
 - 17) Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193: 265-275, 1951
 - 18) Giles KW, Myers A. An improved diphenylamine method for the estimation of deoxyribonucleic acid. *Nature* 279: 93, 1965
 - 19) Trayhurn P. The development of obesity in animals: The role of genetic susceptibility. *Clinics Endocrinol Metab* 13(3): 451-474, 1984
 - 20) Watanabe T, Kawada T, Iwai K. Enhancement by capsaicin of energy metabolism in rats through secretion of catecholamine from adrenal medulla. *Agric Biol Chem* 51(1): 75-79, 1987
 - 21) Himms-Hagen J, Ricquier D. Brown adipose tissue. In: Bray GA, Bouchard C, James WPT, ed. *Hand Book of Obesity*, pp.415-442, Marcel Dekker, New York, 1997
 - 22) Ricquier D, Mory G. Factors affecting brown adipose tissue activity in animals and man. *Clinics Endocrinol Metab* 13(3): 501-520, 1984
 - 23) Kawada T, Sakabe S, Aoki N, Watanabe T, Higeta K, Iwai K, Sugimoto E. Intake of sweeteners and pungent ingredients increases the thermogenin content in brown adipose tissue of rat. *J Agri Food Chem* 39: 651-654, 1991
 - 24) Kobayashi A, Osaka T, Namba Y, Inoue S, Lee TH, Kimura S. Capsaicin activates heat loss and heat production simultaneously and independently in rats. *Am J Physiol* 264: R92-R98, 1998
 - 25) Negulesco JA, Young RM, Ki P. Capsaicin lowers plasma cholesterol and triglycerides of lagomorphs. *Artery* 12(5): 301-311, 1985
 - 26) Negulesco JA, Noel SA, Newman HA, Naber EC, Bhat HB, Witiaik DT. Effects of pure capsaicinoids(capsaicin and dihydrocapsaicin) on plasma lipid and lipoprotein concentrations of turkey poult. *Atherosclerosis* 64(2-3): 85-90, 1987