

## Orotic acid 투여 흰쥐의 조직 과산화지질 농도에 미치는 capsaicin의 영향

차재영 · 전방실 · 이영병<sup>1</sup> · 박진철 · 조영수\*

동아대학교 응용생명공학부, <sup>1</sup>동아대학교 식물생명공학부

Received May 8, 2004 / Accepted June 23, 2004

**Effect of Capsaicin on the Lipid Peroxidation in Tissues of Rats Fed Orotic Acid.** Jae-Young Cha, Bang-Sil Jun, <sup>1</sup>Young-Byung Yi, Jin-Chul Park and Young-Su Cho\*. *College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea* - The antioxidative activities of capsaicin (Cap, 0.02 and 0.04%) on the lipid peroxidation of tissues in male Sprague Dawley rats fed diets with or without orotic acid (1.0%, w/w) were studied *in vivo* system by measuring thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) concentrations. Body weight gain, food intakes, food efficiency ratio and the relative tissues weights of brain, kidney, spleen, heart, and testis were not significantly different among dietary groups. Relative weights of liver were higher in the OA group than that in the other groups. TBARS concentrations in liver were significantly higher in the OA or 0.04% Cap groups than in the normal group, while this raise was not observed 0.02% Cap group. A significant increase in TBARS concentrations was found in the liver of the OA+0.04% Cap group compared with the OA or the 0.04% Cap groups. Nonheme iron concentrations were significantly higher in the liver of the OA, 0.04% Cap, OA+0.02% Cap, OA+0.04% Cap groups than that in the normal group. TBARS concentrations in kidney were lower in the 0.02% or 0.04% Cap groups than that in the normal group, but this concentrations were higher in either the OA, OA+0.02% Cap or OA+0.04% Cap groups than that in the normal group. Meanwhile, TBARS concentrations of brain, spleen, heart and testis were not significantly different among groups. The present study suggested that the lipid peroxidation was increased in the rats liver fed diet with orotic acid, and the simultaneous supplementation of capsaicin further enhanced.

**Key words** – capsaicin, orotic acid, TBARS, nonheme iron

생활여건의 개선으로 인한 식생활 패턴의 변화로 고지방식이 섭취량의 증가로 이와 관련된 생활습관병으로 지칭되는 비만, 지방간, 뇌경색, 심근경색, 고혈압, 비만, 당뇨병 및 암 질환으로 인한 사망률이 증가함에 따라 건강에 대한 관심이 고조되고 있다[2]. 최근들어 생체 내에서 산화 스트레스에 의한 유리 라디칼 생성은 생체막을 구성하고 있는 지질 성분인 불포화지방산을 산화 시켜 생성된 과산화지질이 만성 퇴행성 질환들의 유발과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려지고 있다[1,19,22]. 이러한 과산화지질 반응은 여러 가지 독성화합물과 약물에 의한 병태 생리학적 현상이나 조직의 손상정도를 나타내는 가장 중요한 기전으로 인정되고 있는데, 이는 생체외적인 요인뿐만 아니라 내적인 요인에 의하여 생성된 산소 유리 라디칼들 때문이다[22,25]. 또한 생체는 유리 라디칼의 작용을 저지시켜주는 유리 라디칼 소거 시스템사이의 불균형이 초래될 경우에도 조직의 손상, 발암, 염증, 생활습관병 및 노화가 진행되는 것으로 알려져 있다[3]. 최근, 이러한 질환들의 증가에 의한 사회적 문제점과 함께 건강 증진을 위한 생리활성 물질의 탐색에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다[8,26]. 한편, 우리가 일상적으로

섭취하고 있는 식품 재료 중에서도 생체 내에서 free radical 형성에 의한 체내의 산화적 손상을 억제시킬 수 있는 항산화 물질이 있다면 이는 순환기계 질환 등 만성 퇴행성질환의 발병률을 낮추는 데 크게 기여할 것으로 생각되어진다[4, 6,7,9].

Pyrimidine nucleotide 생합성의 중간 유도체인 orotic acid (OA)는 흰쥐에 과잉으로 투여하게 되면 간에 중성지질이 축적되어 지방간이 유발되고 혈중의 유리지방산을 현저하게 증가시키는 것으로 알려져 있다[10,28,30]. 이러한 OA-유발 지방간 모델은 간의 조직 손상에는 크게 영향을 미치지 않으면서 지질대사의 변화에 의해 간에 지방이 축적됨으로써 조직 내 과산화지질 농도 증가가 예상된다. OA 투여 흰쥐 및 마우스의 간에서 항산화 효소인 Cu 및 Zn-superoxide dismutase 활성과 mRNA 수준이 현저히 저하됨으로써 간 조직의 손상이 있었다는 보고[3,23]와 고추의 색소 성분 capsaicin을 투여 했을 때 마우스의 간에서 과산화지질 농도가 저하되었다는 보고가[4] 있을 뿐이다. 한편, OA로 유발된 간의 지방 축적은 고추의 매운맛 성분인 capsaicin 투여에 의해서 어느 정도 억제되는 것으로 밝혀졌으나(투고중), 흰쥐 조직중의 과산화지질 농도에 미치는 영향에 관한 연구는 보고된 적이 없다. 고추의 매운맛 성분인 capsaicin은 인체 내에서 에너지 소비를 증가시켜 항비만 효과를 나타내는 것으로

### \*Corresponding author

Tel : +82-51-200-7586, Fax : +82-51-200-7505

E-mail : choys@daunet.donga.ac.kr

알려 있다[13,21,33]. Capsaicin은 섭취 후 위와 소장 중상부에서 약 85%가 흡수되어 혈중의 알부민과 결합되어 문맥을 통해서 인체 각 부분에 운반되는데, 각 조직에서 여러 가지 대사경로를 거쳐 에피네프린을 주체로 하는 카테콜아민의 분비를 촉진시킨다. 분비된 카테콜아민은 간에서 글리코겐으로부터 글루코스 분해를 촉진시키고, 또한 지방조직에서 중성지방으로부터 유리지방산 분해를 촉진시켜 혈중으로 운반되어 근육 등의 말초조직에서 연소되어 에너지로 전환됨으로써 체중감소에 효과적으로 작용하는 것으로 보고된 바 있다[14, 18,33,34]. 그러나, capsaicin이 지방 섭취 과잉상태에서는 오히려 지질대사를 촉진시키는 것으로 보고된 바 있다[17].

따라서, OA 투여에 의한 간 지방 농도와 혈중 유리지방산의 증가 상태에서 capsaicin 투여에 의한 과산화지질 농도 변화에 어떠한 영향을 미치는지를 검토하기 위해 우리 식생활에서 일상적으로 섭취하고 있는 capsaicin의 섭취량을 고려한 0.024% 농도[17,33]와 이보다 2배정도 많은 capsaicin을 단독 또는 OA와 함께 투여하여 농도별 영향을 조사하였다.

**재료 및 방법**

**실험재료**

본 실험에 사용된 orotic acid는 TCI (Tokyo Chemical Industry Co., Ltd, Japan)제품을 사용하였으며, capsaicin은 Sigma사(St. Louis, MO, USA) 제품을 구입하여 사용하였다.

**실험동물, 사육조건 및 식이조성**

실험동물은 4주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐(Hyochang Experimental Animal Co., Daegu, Korea)에서 분양받아 일주일간 시판사료를 급여하면서 환경에 적응시킨 후 실험에 사용하였다. 적응기간 1주일 종료 후, 난괴법으로 분류하여 스테인레스 개별케이지에서 사육실 온도 22±2℃, 습도 50±5%, 명암주기 12시간 (명주기: 07:00~19:00)이 자동 설정된 동물 사육실에서 사육하였다. 실험동물은 각 군마다 6마리씩 나누고, 식이와 물은 4주간 자유섭취 시켰다. 사육기간 중 식이 섭취량은 매일 일정한 시간에 측정하고, 체중은 이틀에 한번

씩 측정하였다. 식이효율(FER)은 일정기간의 체중 증가량을 식이 섭취량으로 나누어 산출하였다. 본 실험의 식이 조성은 Table 1과 같다. OA에 의한 간의 중성지질 농도를 높이기 위하여 시판분말식이 60%에 sucrose와 corn oil를 각각 30%와 10%씩 첨가하고[10,11], capsaicin 성분은 0.02% 및 0.04% 농도로 첨가하였다.

\* 식이효율(FER)=4주간 체중 증가량(g)/4주간 식이 섭취량(g)

**분석시료 조제**

동물실험은 4주간 각 군별로 조제사료를 급여하면서 사육한 후, 실험 최종일 12시간이상 절식 후 에테르로 가볍게 마취시켜 해부하였다. 채혈 후 각 조직을 적출하여 차가운 0.9% 생리식염수로 세척하고 여과지로 물기를 제거한 후, 무게를 측정하고 분석시까지 -80℃에 냉동보관 하였다. 각 조직은 1.15% KCl-10 mM phosphate buffer (pH 7.4)를 가하여 homogenizer로 얼음 위에서 균질화 하여 과산화지질 분석실험의 시료로 사용하였다. 균질화된 조직은 분석에 사용하기 전까지 -80℃에서 냉동보관 하였다.

**각 조직의 지질과산화물 정량**

지질과산화물 함량은 각 조직 homogenate 용액 1 ml에 각각 thiobarbituric acid (TBA) 시약 2 ml을 가하여 잘 혼합하고, 수조상에서 30분간 가열한 후 실온에서 식혔다. 이를 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 후 상등액을 535 nm에서 흡광도를 측정하였다[31]. 각 조직의 과산화지질 농도는 malondialdehyde를 nmol/g으로 나타내었다.

**간 조직의 비헴철 및 아연 함량 측정**

간 조직의 비헴철 및 아연 함량 측정은 Woo 등[32]의 방법에 따라 전처리 한 후 원자흡수 분광분석기(Perkin Elmer AAnalyst 300, U.S.A.)로 측정하였다.

**통계처리**

실험으로부터 얻어진 결과는 one-way ANOVA 검정에 의한 평균치와 표준오차(means±S.E.)로 표시하였으며, 각

Table 1. Composition of experimental diet

	Normal	OA <sup>2)</sup>	0.02% Cap <sup>3)</sup>	0.04% Cap	OA+0.02% Cap	OA+0.04% Cap
Basal diet <sup>1)</sup>	60.0	59.0	59.98	59.96	58.98	59.96
Sucrose	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
Corn oil	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Orotic acid	-	1.0	-	-	1.0	1.0
Capsaicin	-	-	0.02	0.04	0.02	0.04

<sup>1)</sup>Basal diet consisted of powdered laboratory rat chow diet.

<sup>2)</sup>OA : Orotic acid (uracil-6-carboxylic acid, C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O=156.10 (Anh)).

<sup>3)</sup>Cap : Capsaicin (N-Vanillylonamide, C<sub>17</sub>H<sub>27</sub>N<sub>3</sub>=293.4).

Synthetic analogue of capsaicin with similar bioactivity.

(%)

실험군간의 유의성 검증은 Duncan's multiple range test로 하였다[15].

**결과 및 고찰**

**체중, 식이 섭취량 및 식이 효율에 미치는 영향**

Orotic acid 및 capsaicin의 단독 또는 병합 투여한 흰쥐의 체중 증가량, 사료 섭취량 및 식이효율은 실험군간에 통계상의 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 2). 그러나 정상군과 0.02% 및 0.04% Cap군에 비해서 OA와 capsaicin을 병합 투여한 OA+0.02% Cap군 및 OA+0.04% Cap군에서 체중 증가량이 다소 감소하는 것으로 나타났다. 한편, capsaicin 단독 투여군과 정상군 사이에서는 체중변화가 거의 없는 것으로 나타나 capsaicin에 의한 항비만 효과는 본 실험조건에서는 관찰되지 않았다.

**각 장기 무게에 미치는 영향**

간장의 상대적 무게는 기본식을 투여한 정상군과 비교해서 OA군에서는 유의적으로 증가하였으며, 0.02% 및 0.04% Cap군에서는 차이를 보이지 않았고 OA+0.02% Cap군 및 OA+0.04% Cap군에서는 감소하는 경향을 보였다 (Table 3).

이러한 OA군에서 간장 중량의 증가는 중성지방 농도의 현저한 증가에 의한 OA-유발 지방간 모델에서 나타나는 전형적인 결과로서 이전의 결과와 일치하였다[10]. 뇌, 신장, 비장, 심장 및 고환의 상대적 무게는 실험군간에 차이가 인정되지 않은 것으로 나타났다(Table 3).

**각 조직의 과산화지질 농도에 미치는 영향**

생체내의 과산화지질 반응은 여러 독성 화합물이나 약물 또는 당뇨병 등에 의한 병태 생리학적 현상이나 조직의 손상 정도를 나타내는 가장 중요한 기전으로 인정되고 있다[1, 19,22,25]. 이러한 기전은 조직 내 세포의 산화적 스트레스에 의한 free radical 생성 증가 및 체내 항산화적 방어력의 감소로 인해 야기된다. 흰쥐 조직 내에서 생체막 과산화지질의 생성 정도를 나타내는 과산화지질 농도를 측정된 결과는 Table 4와 같다.

간 조직의 과산화지질 농도는 정상군에 비해 OA군에서 유의적으로 증가하였다. 그러나 0.02% Cap군과 정상군과는 유의적인 차이가 없었으나, 0.04% Cap군에서는 과산화지질 농도가 유의적으로 증가하여 농도별 차이를 나타내었다. 한편, OA군에 비해 OA+0.02% Cap군에서는 유의적인 차이가 없었으나, OA+0.04% Cap군에서는 통계상의 유의적으로 증

Table 2. Effect of capsaicin on body weight, food intake and FER in rats fed orotic acid

Group	Body weight			Food intake g/day	FER <sup>1)</sup>
	Initial	Final g/rat	Gain		
Normal	106.22 ± 1.27 <sup>NS</sup>	223.13 ± 6.08 <sup>NS</sup>	116.91 ± 5.62 <sup>NS</sup>	15.29 ± 0.53 <sup>NS</sup>	0.27 ± 0.29 <sup>NS</sup>
OA <sup>2)</sup>	106.09 ± 1.40	218.62 ± 4.66	112.53 ± 5.21	15.41 ± 0.86	0.26 ± 0.35
0.02% Cap <sup>3)</sup>	105.40 ± 1.52	217.14 ± 9.33	111.74 ± 10.34	17.04 ± 0.03	0.23 ± 0.60
0.04% Cap	105.51 ± 1.64	220.23 ± 10.48	114.72 ± 9.98	14.59 ± 0.01	0.28 ± 0.68
OA+0.02% Cap	104.89 ± 1.02	213.88 ± 5.20	108.99 ± 5.28	15.15 ± 0.49	0.25 ± 0.31
OA+0.04% Cap	104.36 ± 1.12	208.42 ± 3.80	104.06 ± 4.03	14.43 ± 0.90	0.25 ± 0.19

<sup>1)</sup>Food efficiency ratio=Body weight gain /Food intake.

Values are mean ± SE of six rats per group.

<sup>2)</sup>OA : orotic acid, <sup>3)</sup>Cap : capsaicin.

NS : not significant.

Table 3. Effect of capsaicin on the tissue weight in rats fed orotic acid (g/100g B.W.)

	Liver	Brain	Kidney	Spleen	Heart	Testis
Normal	3.03 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.68 ± 0.04 <sup>NS</sup>	0.70 ± 0.01 <sup>NS</sup>	0.23 ± 0.01 <sup>NS</sup>	0.42 ± 0.01 <sup>NS</sup>	1.45 ± 0.06 <sup>NS</sup>
OA <sup>1)</sup>	4.17 ± 0.18 <sup>b</sup>	0.73 ± 0.04	0.71 ± 0.02	0.23 ± 0.01	0.42 ± 0.02	1.41 ± 0.07
0.02% Cap <sup>2)</sup>	3.03 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.64 ± 0.06	0.68 ± 0.06	0.22 ± 0.04	0.45 ± 0.04	1.54 ± 0.10
0.04% Cap	3.02 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.79 ± 0.02	0.76 ± 0.10	0.24 ± 0.02	0.41 ± 0.01	1.54 ± 0.10
OA+0.02% Cap	3.67 ± 0.16 <sup>ab</sup>	0.68 ± 0.04	0.72 ± 0.03	0.22 ± 0.02	0.41 ± 0.03	1.45 ± 0.06
OA+0.04% Cap	3.70 ± 0.19 <sup>ab</sup>	0.76 ± 0.04	0.70 ± 0.03	0.24 ± 0.02	0.41 ± 0.03	1.48 ± 0.04

Values are means ± SE of six rats per group.

Between the groups, values with different letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

<sup>1)</sup>OA : orotic acid, <sup>2)</sup>Cap : capsaicin.

NS : not significant.

Table 4. Effect of capsaicin on the TBARS of tissues in rats fed orotic acid

	Liver	Brain	Kidney	Spleen	Heart	Testis
Normal	116.60±9.60 <sup>a</sup>	97.79±4.70 <sup>NS</sup>	110.91±2.88 <sup>ab</sup>	116.97±4.66 <sup>NS</sup>	115.32±3.19 <sup>NS</sup>	154.99±14.45 <sup>NS</sup>
OA <sup>1)</sup>	183.60±20.44 <sup>b</sup>	110.75±8.54	129.68±10.4 <sup>a</sup>	111.25±6.39	100.16±3.11	138.96±4.52
0.02% Cap <sup>2)</sup>	114.70±29.59 <sup>a</sup>	107.59±19.25	82.36±19.73 <sup>b</sup>	109.23±9.88	106.63±3.46	145.69±12.98
0.04% Cap	223.78±40.97 <sup>b</sup>	130.45±4.70	83.84±17.65 <sup>b</sup>	119.85±1.72	106.47±23.39	126.74±21.94
OA+0.02% Cap	227.77±12.19 <sup>b</sup>	117.76±6.09	121.86±8.50 <sup>a</sup>	107.04±5.40	117.21±11.40	151.89±6.34
OA+0.04% Cap	330.04±12.76 <sup>c</sup>	108.66±6.73	120.01±8.33 <sup>a</sup>	111.93±5.08	112.41±12.90	144.74±2.70

Values are means±SE of six rats per group.

Between the groups, values with different letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>1)</sup>OA : orotic acid, <sup>2)</sup>Cap : capsaicin.

NS : not significant.

가되었다. 0.04% Cap군에서 간 조직의 과산화지질 농도 증가의 정확한 기전은 알 수 없으나, capsaicin이 흡수된 후 여러 대사경로를 거쳐 에피네프린을 주체로 하는 카테콜아민의 분비량 증가로 지방조직에서 중성지방으로부터 유리지방산 분해 촉진으로 인해 간 조직으로 지방 유입량 증가 때문인 것으로 생각되어 진다[7,14,34]. OA+0.04% Cap군에서 간 조직의 과산화지질 농도의 현저한 증가는 0.04% capsaicin과 OA 투여에 의한 상호작용에 의한 것으로 사료된다. 이는 OA 투여 흰쥐 및 마우스의 간장에서 항산화 효소인 Cu 및 Zn-superoxide dismutase 활성과 이 효소의 mRNA 수준이 현저하게 저하됨으로써 간 조직의 손상이 있었다고 보고한 바 있다[3,23].

신장 조직의 과산화지질 농도는 정상군에 비해 OA군에서 증가경향을 보였고, OA를 함유한 OA+0.02% Cap군 및 OA+0.04% Cap군에서도 증가경향을 나타내었다. 그러나, 0.02% Cap군 및 0.04% Cap군에서는 오히려 감소경향을 보였다. 따라서 신장 조직에서 과산화지질 농도 변화는 OA 함유식이에서 capsaicin 첨가에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다. 생체의 대사과정에서 생성된 노폐물을 체외로 배설시키고 체액의 항상성 유지와 항이노 호르몬 생성에 관여하는 내분

비 기능을 가진 신장은 혈류량이 많고 노폐물을 여과시키는 과정에서 혈액 속에 들어있는 독성물질에 노출될 기회가 많기 때문에 과산화지질을 생성하는데 좋은 환경을 제공하여 조직의 손상 초래를 가져올 수가 있다고 지적하고 있다 [5,20]. OA 섭취 흰쥐의 간 및 신장 조직에서 콜레스테롤 농도 증가가 보고된 바 있다[16]. 콜레스테롤 섭취 동물 또는 당뇨와 같은 질병 상태에서 신장의 과산화지질 농도 증가는 신장에서 어떤 기능장애가 일어난 것을 암시해준다[9,29]. 본 실험의 결과에서 정상군에 비해 OA군 및 capsaicin을 첨가한 OA+0.02% Cap군 및 OA+0.04% Cap군에서 신장의 과산화지질 농도의 증가도 콜레스테롤 급여 흰쥐와 비슷한 원인에 의한 것으로 생각되어진다. 한편, 뇌, 심장, 비장 및 고환 조직의 과산화지질 농도는 각 실험군간 에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이전의 실험 결과[7,8]와 마찬가지로 흰쥐 조직 중에서 비장은 과산화지질 생성에 있어서 식이에 의한 영향을 가장 적게 받는 조직으로 사료되는 부분이다.

**비헴철 및 아연 함량 측정**

천연에 존재하는 필수 미량원소로 지방산화를 촉진시키는 물질로 알려져 있는 철은 체내 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 제거하는 catalase의 구성성분이며, 체내의 비타민 C의 함량과 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 농도차에 의해서 지질과산화 반응에 영향을 미치는 것으로 보고[24, 27]된 바 있어 생체내 지질과산화 반응을 조사하는데 있어서 비헴철 함량 측정은 중요한 요인으로 시사되어 있다[11,21,24]. 간의 비헴철 함량은 정상군에 비해 OA군, OA+0.02% Cap군 및 OA+0.04% Cap군에서 유의적으로 증가하였고, OA군과는 차이가 없었다(Table 5). 간 중의 지질과산화 농도는 철분 함량에 의해 영향을 받는다는 결과가 보고된 바 있는데 [12,27, 30,31], OA+0.04% Cap군에서 간의 과산화지질 농도와 철분 함량과는 상관관계를 나타내지 못하여 다른 요인이 작용한 것으로 사료되어지지만 정확한 기전에 대해서는 차 후 실험을 통하여 밝혀낼 필요가 있다고 생각되어진다. 간 조직 중의 아연 함량은 정상군에 비해 OA군, 0.02% Cap군에서 저하경향을 보였고, 0.04% Cap군 및 OA+0.02% Cap군에서는 증가경향을 나타내었다. 그러나, OA+0.04% Cap군

Table 5. Effect of capsaicin on the concentrations of nonheme iron and zinc of liver in rats fed orotic acid

	Fe (ppm)	Zn (ppm)
Normal	127.94±4.44 <sup>a</sup>	28.75±1.32 <sup>ab</sup>
OA <sup>1)</sup>	165.92±3.80 <sup>b</sup>	25.08±0.53 <sup>a</sup>
0.02% Cap <sup>2)</sup>	144.98±6.20 <sup>ab</sup>	25.58±1.70 <sup>a</sup>
0.04% Cap	174.08±4.26 <sup>b</sup>	30.93±1.17 <sup>b</sup>
OA+0.02% Cap	176.06±7.16 <sup>b</sup>	30.18±2.22 <sup>b</sup>
OA+0.04% Cap	189.06±9.56 <sup>b</sup>	28.00±1.72 <sup>ab</sup>

Values are means±SE of six rats per group.

Between the groups, values with different letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>1)</sup>OA : orotic acid, <sup>2)</sup>Cap : capsaicin.

NS : not significant.

과는 차이가 없었다.

이상의 결과에서 OA 투여 흰쥐의 간 조직에서 과산화지질 농도 증가와 동시에 비헵철 함량이 증가하였고, 이러한 증가는 0.04% capsaicin 병합투여에 의해 더욱 증가하는 것으로 나타났다.

## 요 약

Orotic acid 및 capsaicin (0.02 and 0.04%)을 단독 또는 병합 투여한 상태에서 흰쥐의 각 조직 중에 과산화지질 농도를 thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 측정법으로 검토했다. 체중 증가량, 식이섭취량, 식이효율 및 뇌, 심장, 심장, 비장, 고환의 상대무게는 각 실험군간에 유의적인 차이가 없었다. 간의 상대적 무게는 정상군과 비교해서 OA군에서는 유의적으로 증가하였고, 0.02% 및 0.04% Cap군에서는 차이를 보이지 않았으나 OA+0.02% Cap군 및 OA+0.04% Cap군에서는 감소하는 경향을 보였다. 간 조직의 과산화지질 농도는 정상군에 비해 OA군에서 유의적으로 증가하였고, 이러한 증가는 0.04% capsaicin 병합투여에 의해 더욱 증가하는 것으로 나타났다. 그러나, 간 조직의 과산화지질 농도는 정상군보다 0.02% Cap군에서는 유의적인 차이가 없었으나, 0.04% Cap군에서는 유의적으로 증가하여 농도별 차이를 보여 주었다. 심장 조직의 과산화지질 농도는 정상군에 비해 OA군에서 증가하였고, OA를 함유한 OA+0.02% Cap군 및 OA+0.04% Cap군에서도 증가하였다. 그러나, 0.02% Cap군 및 0.04% Cap군에서는 오히려 감소하였다. 간의 비헵철 함량은 정상군에 비해 OA군과 capsaicin을 병합 투여한 OA+0.02% Cap군 및 OA+0.04% Cap군에서 유의적으로 증가하였다. 한편, 뇌, 심장, 비장 및 고환 조직의 과산화지질 농도는 각 실험군간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 OA 투여 흰쥐의 간 조직에서 과산화지질 농도 증가와 동시에 비헵철 함량이 증가하였고, 이러한 증가는 0.04% capsaicin 병합투여에 의해 더욱 증가하는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 2004학년도 동아대학교 학술연구비(연구소공모 과제) 지원에 의하여 연구되었으며, 박진철 연구조원은 Brain Busan 21 사업 연구 장학금을 지원 받았습니다.

## 참 고 문 헌

- Alordmann, R., C. Ribierre and H. Rouach. 1990. Ethanol induced lipid peroxidation and oxidative stress in extrahepatic tissues. *Alcohol*, **25**, 231-237.
- Annual report on the cause of death statistics. 2001. National Statistical Office, Republic of Korea.
- Aoyama, Y. and M. Morifuji. 2002. Dietary orotic acid increases 1,2-diacylglycerol level and lowers superoxide dismutase activity in rat liver. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* (Tokyo) **48**, 40-46.
- Asai, A., K. Nakagawa and T. Miyazawa. 1999. Antioxidative effects of turmeric, rosemary and capsicum extracts on membrane phospholipid peroxidation and liver lipid metabolism in mice. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **63**, 2188-2122.
- Beytut, E., A. Yuce, N. N. Kamiloglu and M. Aksakal. 2003. Role of dietary vitamin E in cadmium-induced oxidative damage in rabbit's blood, liver and kidneys. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* **73**, 351-355.
- Cha, J. Y., H. J. Kim, C. H. Chung and Y. S. Cho. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 1310-1315.
- Cha, J. Y., H. J. Kim and Y. S. Cho. 2000. Effect of water-soluble extract from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the lipid peroxidation in tissues of rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 531-536.
- Cha, J. Y. and Y. S. Cho. 2001. Effect of stem bark extract from *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the lipid concentrations of lipid and tissue lipid peroxidation in the cholesterol-fed rats. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**, 128-134.
- Cha, J. Y. and Y. S. Cho. 1999. Effect of potato polyphenolics on lipid peroxidation in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 1131-1136.
- Cha, J. Y., Y. Mameda, K. Oogami and T. Yanagita. 1998. Association between hepatic triacylglycerol accumulation induced by administering orotic acid and enhanced phosphatidate phosphohydrolase activity in rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **62**, 508-513.
- Cha, J. Y., Y. S. Cho, I. Kim, T. Anno, S. M. Rahman and T. Yanagita. 2001. Effect of hesperetin, a citrus flavonoid, on the liver triacylglycerol content and phosphatidate phosphohydrolase activity in orotic acid-fed rats. *Plant Food Human Nutr.* **56**, 349-358.
- Chiba, H., M. Takasaki, R. Masuyama, M. Uehara, Y. Kanke, K. Suzuki and S. Goto. 1998. Time course of change in hepatic lipid peroxide level in iron-deficient rats. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* **51**, 201-206.
- Choi, S. M., Y. S. Jeon, S. H. Rhee and K. Y. Park. 2002. Red pepper powder and Kimchi reduce body weight and blood and tissue lipids in rats fed a high fat diet. *Nutraceuticals Food* **7**, 162-167.
- Cui, J. and J. Himms-Hahihara. 1992. Rapid but transient atrophy of brown adipose tissue in capsaicin-desensitized rats. *Am. J. Physiol.* **262**, 562-567.
- Duncan, D. B. 1959. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* **1**, 1-42.
- Fears, R. and A. M. Umpleby. 1978. The relationship between changes in the concentration of serum lipoproteins and tissue lipogenesis: effects of dietary cholesterol and orotic acid. *Biochem. Soc. Trans.* **6**, 602-604.

17. Kawada, T., K. Hagihara and K. Iwai. 1986. Effects of capsaicin on lipid metabolism in rats fed a high fat diet. *J. Nutr.* **22**, 1272-1278.
18. Kawada, T., T. Watanabe, T. Takaishi, T. Tanaka and K. Iwai. 1986. Capsaicin-induced  $\beta$ -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.
19. Khalil, Z. and B. Khodr. 2001. A role for free radicals and nitric oxide in delayed recovery in aged rats with chronic constriction nerve injury. *Free Radic. Biol. Med.* **31**, 430-439.
20. Lee, S. J., J. Y. Shin and B. G. Cha. 1998. Effect of green tea catechin on the microsomal mixed function oxidase system of kidney and brain in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 319-325.
21. Lejeune, M. P. G., E. M. R. Kovacs and M. S. Westerterp-Pantenga. 2003. Effect of capsaicin on substrate oxidation and weight maintenance after modest body-weight loss in human subjects. *Br. J. Nutr.* **90**, 651-659.
22. Lin, M. Y. and C. L. Yen. 1999. Reactive oxygen species and lipid peroxidation product-scavenging ability of yogurt organisms. *J. Dairy Sci.* **82**, 1629-1634.
23. Morifuji, M. and Y. Aoyama. 2002. Dietary orotic acid affects antioxidant enzyme mRNA levels and oxidative damage to lipids and protein in rat liver. *J. Nutr. Biochem.* **13**, 403-410.
24. Murakami, A., M. Kishimoto, M. Kawaguchi, T. Matsuura and T. Ichikawa. 1998. Lipid peroxides and their relatives in organs of female rats fed diets containing excessive heme iron. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* **51**, 9-15.
25. Rouach, H., V. Fataccioli, M. Gentil, S. W. French, M. Morimoto and R. Nordmann. 1997. Effect of chronic ethanol feeding on lipid peroxidation and protein oxidation in relation to liver pathology. *Hepatology* **25**, 351-355.
26. Sambaiah, K. and M. N. Satyanarayana. 1982. Influence of red pepper and capsaicin on body composition and lipogenesis in rats. *J. Biosci.* **4**, 425-430.
27. Singh, R. K. and M. A. Barrand. 1990. Lipid peroxidation effects of a novel iron compound, ferric maltol. A comparison with ferrous sulphate. *J. Pharm. Pharmacol.* **42**, 276-927.
28. Standerfer, S. D. and P. Handler. 1955. Fatty liver induced by orotic acid feeding. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* **90**, 270-271.
29. Suzuki, S., Y. Hinokio, K. Komatu, M. Ohtomo, M. Onoda, S. Hirai, M. Hirai, A. Hirai, M. Chiba, S. Kasuga, H. Akai, and T. Toyota. 1999. Oxidative damage to mitochondrial DNA and its relationship to diabetic complications. *Diabetes Res. Clin. Pract.* **45**, 161-168.
30. Witting, L. A. 1972. Fatty liver induction: inverse relationship between hepatic neutral lipid accumulation and dietary polyunsaturated fatty acids in orotic acid-fed rats. *J. Lipid Res.* **13**, 27-31.
31. Wong, S. F., B. Holliwell, R. Richmond and W. R. Skowronek. 1981. The role of superoxide and hydroxyl radical in the degradation of hyaluronic acid induced by metal ions and by ascorbic acid. *J. Inorganic. Biochem.* **14**, 127-134.
32. Woo, S. J. and S. S. Ryu. 1983. Preparation method for atomic absorption spectrophotometry of food samples. *Korean J. Food Sci. Technol.* **15**, 225-230.
33. Yagi, N., T. Noguchi and A. Okada. 2000. The effects of capsaicin on decrease of weight and consumption of energy in obesity rats by high-fat diet. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* **53**, 227-231.
34. Yu, R., M. A. Choi, T. Kawada, B. S. Kim, I. S. Han and H. Yoo. 2002. Inhibitory effect of capsaicin against carcinogen-induced oxidative damage in rats. *J. Food Sci. Nutr.* **7**, 67-71.