

고지방식이를 섭취한 흡연 흰쥐모델에서 양파껍질 추출물의 혈액지질 대사 개선 효과

김주연 · 노상규

국립창원대학교 식품영양학과

Hypolipidemic Effect of Onion Peel Extract in Rats Exposed to Cigarette Smoke Extract with a High-Fat Diet

Juyeon Kim and Sang Kyu Noh

Department of Food and Nutrition, Changwon National University

ABSTRACT This study was designed to investigate whether or not onion peel extract can lower blood lipid levels in rats exposed to cigarette smoke (CS) extract with a high-fat diet. Initially, male Sprague-Dawley rats were housed individually in a stainless steel, wire-bottomed cage with free access to AIN-93G diet. Rats were weight-matched and assigned to the following five groups: 1) control rats (CT) fed standard AIN-93G diet alone, 2) control rats exposed to CS extract (CT+CS), 3) high-fat group (HF) fed standard AIN-93 diet supplemented with 3% lard and 0.2% cholesterol, 4) high-fat group exposed to CS extract (HF+CS) fed standard AIN-93 diet supplemented with 3% lard and 0.2% cholesterol plus CS extract, and 5) high-fat plus onion peel (OP) extract group exposed to CS extract (HF+CS+OP) fed standard AIN-93 diet supplemented with 3% lard, 0.2% cholesterol, and onion peel extract (20 mg/17 g diet) plus CS extract. Using this feeding protocol, all animals completely consumed their respective diets throughout the 6 week duration. Blood was collected via the orbital sinus at weeks 0, 3, and 6, following overnight food deprivation. OP extract feeding resulted in significant reductions in blood triglyceride, total cholesterol, and non-HDL-cholesterol. Further, serum activities of aspartate transaminase and alanine transaminase were significantly reduced by OP extract at 6 weeks. These results provide clear evidence that onion peel extract has a profound inhibitory effect on blood lipids in rats exposed to CS extract. These findings suggest that OP extract can be used as an effective means in alleviating the serum lipid concentration after CS exposure.

Key words: cigarette smoke extract, onion peel, cholesterol, triglyceride, rat

서 론

흡연 시 약 4,000여 종 이상의 화학물질과 40종 이상의 발암성 물질이 담배필터를 통해 체내로 유입된다(1). 담배에 포함된 니코틴, 타르와 흡연으로 생성되는 유리라디칼의 영향으로 세포 내 DNA가 손상되며 이로 인하여 각종 암, 고혈압, 구강질환, 위장질환 등을 초래하는 것으로 알려졌다(2-4). 또한 흡연은 혈중 총콜레스테롤, 중성지방, LDL-콜레스테롤의 수치는 높이고 HDL-콜레스테롤의 수치는 낮춰 동맥경화를 촉진하고 지질대사에 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고된다(5-7). 이는 산화적 스트레스 증가로 인한 산화된 LDL 수치 증가, foam cell 증가, 모세혈관 손상, 혈전 작용 증가 등으로 인해 혈관조직 경화가 발생하기 때문으로

알려졌다(8-10). 하지만 이러한 유해성에도 불구하고 2013년 국민건강통계에 따르면 현재 우리나라 남성의 흡연율은 42.1%로 OECD 국가 중 가장 높은 수치를 나타내는 것으로 조사되어 흡연과 관련한 질병관리가 우려되는 실정이다(11). 또한 비만과 흡연의 관계를 살펴본 연구에 의하면 비흡연자보다 흡연자에게서 비만과 관련한 질병의 유병률이 유의적으로 증가하는 것으로 보고된다(12). 최근 흡연으로 인한 심혈관계 질환의 발생을 생리활성물질이 풍부한 식품의 섭취로 감소시킬 수 있다는 연구들이 다수 보고되고 있다(13-15). 그중 양파(*Allium cepa* L.)는 quercetin, rutin 같은 flavonoid류와 allyl propyl disulfide 및 diallyl disulfide와 같은 황화합물 등을 함유하고 있어 항산화, 항혈당, 항동맥경화, 혈액지질 개선 효과를 나타내는 것으로 보고되고 있다(16-20). 이러한 생리활성 효과를 나타내는 quercetin을 포함하는 피토케미칼 물질의 함량은 양파의 가식부위보다는 껍질부분에 높은 것으로 보고되어 있으나(21,22), 양파껍질을 이용한 혈액지질 개선 연구는 현재까지 보고된 바가 적다. 따라서 본 연구에서는 고지방식이와 담배연기 추출액

공급을 통한 흡연동물모델을 이용하여 양파껍질 추출물의 섭취가 혈액지질 함량 및 간 기능 지표에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

양파껍질 추출물과 동물식이 조성

동물실험에 사용한 양파껍질 추출물은 45~48°C에서 2 시간 동안 주정으로 추출하여 진공 증발하였으며 알코올 성분은 모두 제거하고 수용성 부분을 농축하여 제조하였다. 여과 후 불용성 물질은 제거하고 저장 안정성을 증가시킨 후 동결 건조하여 분말화하였다. 실험에 사용한 식이는 미국 영양학회(American Institute of Nutrition, AIN)가 추천하는 표준식이인 분말형 AIN-93G 식이를 (주)중앙실험동물(Seoul, Korea)을 통해 구입하여 사용하였다. 고지방식이를 만들기 위해서 AIN-93 식이에 3% 라드(30 g/kg diet)와 0.2% 콜레스테롤(2 g/kg diet)을 혼합하여 고지혈증 유도식으로 사용하였다. 식이는 실험동물 간의 식이섭취량 차이가 발생하지 않게 하려고 평균 식이섭취량(20 g/d)의 85% 수준(17 g/d)으로 6주간 매일 제공하였다. 1 g의 양파껍질 추출물당 100 mg의 quercetin이 함유된 것으로 측정되어 양파껍질 추출물은 20 mg/17 g diet의 비율로 식이에 혼합하여 공급하였다. 조성된 식이표는 Table 1과 같다.

실험동물 사육 및 담배연기 추출액 공급

실험동물은 8주령 수컷 Sprague-Dawley 흰쥐를 (주)중앙실험동물로부터 공급받아 동물사육실(실내온도 22±2°C, 상대습도 55±5%, 12 h light-dark cycle)에서 개인별 cage로 자유롭게 공급된 증류수와 표준식이로 실험식이 공급 시까지 사육하였다. 실험식이 공급 전날 체중에 따른 난괴법으로 6마리씩 5군으로 나누었다. 일반식이를 공급받는 대조군

(control, CT), 일반식이와 담배연기 추출액을 공급받는 대조흡연군(control+ cigarette smoke, CT+ CS), 고지방식이를 공급받는 고지방식이군(high fat, HF), 고지방식이와 담배연기 추출액을 공급받는 고지방흡연군(high fat+ cigarette smoke, HF+ CS), 고지방식이와 담배연기 추출액 그리고 양파껍질 추출물을 공급받는 고지방흡연양파군(high fat+ cigarette smoke+ onion peel, HF+ CS+ OP)으로 그룹을 설정하였다. 흡연으로 인한 니코틴 성분은 호흡기 점막을 거쳐 폐로 유입되는 동시에 구강의 타액에 용해되어 식도를 거쳐 위장으로 유입되는 경로로 대사된다(23). 본 연구에서는 담배연기를 용해한 음용수를 섭취시키는 방법으로 흡연모델을 유도하였으며, 하루 평균 물 섭취량(40 mL/d)을 측정하여 담배연기 추출액의 공급량을 계산하였다. Zhang 등(24)이 제안한 담배연기 추출액 생성장치 펌프(GAST Manufacturing, Inc., Benton Harbor, MI, USA)를 이용하여 40 mL 증류수를 담은 플라스크에 시판 담배 말보루(Marlboro Red, Phillip Morris USA, Pittsburgh, PA, USA) 1개비(타르 8.0 mg, 니코틴 0.7 mg/개비)가 연소하도록 포집하였다. 이때 만들어진 담배연기 추출액은 5°C에서 냉장 보관하였다. 담배연기 추출액 섭취량은 사람-동물 체표면적(body surface area(BSA), m²) 비로 계산하여 사람이 하루에 담배 한 갑 즉, 20개비의 담배를 피우는 것과 같은 수준으로 6주 동안 매일 신선하게 공급하였다. 체중 변화량을 측정하기 위해서 6주간에 걸쳐 매주 각 동물의 체중을 측정하였다. 본 동물실험은 창원대학교 동물윤리심의위원회 승인을 거쳐 진행하였다(CWNUIACUC 2015-1).

실험동물의 혈액 분석

6주 동안 동물의 혈액성분 변화를 측정하기 위하여 안구 혈액채취법(retro-orbital sinus bleeding)으로 실험식이 공급하기 직전(0주), 실험 3주째, 6주째 시점에서 12시간

Table 1. Diet composition

Ingredient ¹⁾	Amount (g/kg)				
	CT ²⁾	CT+CS	HF	HF+CS	HF+CS+OP
Egg white	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
Cornstarch	528.5	528.5	528.5	528.5	528.5
Dextrose	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Cellulose	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Soybean oil ³⁾	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
Mineral mix	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Vitamin mix	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Biotin (1 mg/g biotin sucrose mix)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Choline bitartrate	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Lard	—	—	30.0	30.0	30.0
Cholesterol	—	—	2.0	2.0	2.0
Cholic acid	—	—	1.0	1.0	1.0
CS extract	—	40.0 mL	—	40.0 mL	40.0 mL
OP extract powder	—	—	—	—	1.2

¹⁾Formulated and supplied from Dyets, Bethlehem, PA, according to the recommendations of the AIN.

²⁾Abbreviations used: CT, control; CS, cigarette smoke; HF, high-fat; OP, onion peel.

³⁾Contained 0.02% tert-butylhydroquinone.

절식 후 혈액을 채취하였다. 혈액은 응고를 유도한 후 3°C, 2,000×g 조건에서 10분 동안 원심분리기(Micro 17TR, Han-il Science Industrial Co., Incheon, Korea)를 이용하여 혈청 성분만 분리하였다. 혈청 총콜레스테롤 농도는 (주)아산제약 분석용 kit(Seoul, Korea)을 이용하여 효소비색법으로 측정하였다. 먼저 혈청에서 HDL-콜레스테롤을 분획한 후 상기한 방법으로 측정하였으며, non-HDL-콜레스테롤의 계산은 총콜레스테롤에서 HDL-콜레스테롤을 뺀 값으로 하였다. 혈청 중성지방, aspartate transaminase(AST)와 alanine transaminase(ALT) 농도는 (주)아산제약 분석용 kit을 이용하여 측정하였다.

통계 처리

실험 결과들은 평균치와 표준편차(mean±SD)로 나타내었고, SPSS package program software(SPSS ver. 21, IBM, Armonk, NY, USA)를 이용하여 ANOVA로 검증한 후 $P < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

체중 변화

6주 동안 담배연기 추출액과 함께 양과껍질 추출물을 급여한 결과로 나타난 체중 변화는 Table 2와 같다. 매일 같은 양의 식이를 공급하는 방법을 통해 식이섭취량으로 인한 차이를 배제한 상태에서 모든 동물군은 실험종료 시점까지 지속해서 체중이 증가하였다. 먼저 일반식이를 공급받은 두 동물군의 비교에서는 실험 시작 5주째부터 6주째까지 CT군보다 CT+CS군의 체중이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 이와 비교하여 HF군과 HF+CS군의 6주째 체중은 일반식이를 섭취한 동물군에 비해 체중이 유의적으로 증가한 것으로 나타났으나, 양과껍질 추출물을 추가로 공급한 HF+CS+OP군의 체중은 일반식이 섭취 동물군과 유사한 수준으로 나타났다. 결과적으로 실험종료 시점인 6주째 체중은 담배연기 추출액을 공급받거나 양과껍질 추출물을 공급받는 동물군에서 유의적으로 낮게 나타났다. 일반적으로 흡연으로 인해 체중이 감소하는 원인은 수용성 인터루킨-1

수용체 길항제(interleukin-1 receptor antagonist)의 혈중 농도를 낮춰 전구염증 인터루킨(pro-inflammatory interleukin)의 길항작용을 감소시키므로 분해대사를 촉진하고 에너지 소비를 증가시키기 때문으로 알려졌다(25,26). 본 연구에서 나타난 CT+CS군의 체중 감소는 흡연의 환경과 유사한 담배연기 추출액의 공급이 영향을 준 것으로 생각된다. 한편 본 연구에서는 고지방식이 동물에 6주 동안의 양과껍질 추출물 공급이 체중감량에 영향을 준 것으로 보이는데, 이는 양과 섭취 동물들의 체중 증가량이 적은 것으로 나타난 Kim과 Kim(27)의 연구 결과와도 일치한다. 이처럼 양과껍질 섭취로 인한 체중감량 효과는 양과껍질에 함유된 식이섬유와 플라보노이드, 항산화합물 등의 영향일 것으로 추측된다.

혈액 지질과 간 기능 지표 변화

6주 동안 담배연기 추출액과 함께 양과껍질 추출물을 급여한 결과로 나타난 혈중지질과 간 기능 지표 농도는 Table 3, Fig. 1, 2와 같다. 고지방식이 공급은 실험동물의 최종 혈중중성지방, non-HDL-콜레스테롤의 농도를 유의적으로 증가시키는 것으로 나타났다. 일반식이와 함께 담배연기 추출액을 공급받은 CT+CS군의 중성지방 농도는 일반식이만 섭취한 CT군보다 현저하게 상승하였다. 따라서 일반체중을 가진 흰쥐에게 담배연기 추출액 공급은 혈중중성지방 농도를 증가시키는 것으로 확인되었다. 6주 동안 고지방식이, 담배연기 추출액과 함께 양과껍질 추출물을 섭취한 HF+CS+OP군의 중성지방 농도는 105.05±7.25 mg/dL, 총콜레스테롤 66.75±8.61 mg/dL, non-HDL-콜레스테롤 47.56±6.04 mg/dL로 나타나 혈중지질 농도가 다른 고지방식이군에 비해 유의적으로 억제된 것으로 나타났다. 고지방식이와 담배연기 추출액을 공급받은 HF+CS군은 일반식이를 공급받은 CT군보다 혈중지질 농도가 상승하였지만, 양과껍질 추출물의 추가적인 섭취로 혈중지질 상태가 개선되는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 실험동물에 공급한 고지방식은 질병 상태의 비만을 유도할 수 있는 수준이 아니므로 혈중중성지방 농도는 많이 증가하지 않았다. 하지만 Fig. 1에서와 같이 고지방식이와 담배연기 추출액을 섭취한 HF+CS군에 비해 양과껍질 추출물을 추가로 섭취한 HF+CS+

Table 2. Effect of onion peel extract on mean body weights in rats exposed to cigarette smoke extract with a high-fat diet for 6 weeks (g/rat)

Week	CT ¹⁾	CT+CS	HF	HF+CS	HF+CS+OP
0	329.6±10.3 ^{NS2)3)}	332.4±7.7	338.7±12.9	338.5±14.8	330.6±14.1
1	338.0±11.6 ^{NS}	335.1±8.1	343.1±12.7	344.9±9.9	342.3±12.6
2	357.6±10.2 ^{NS}	355.7±7.2	362.7±7.9	364.4±10.1	358.1±9.8
3	370.6±9.5 ^b	366.2±11.5 ^b	383.6±11.1 ^a	385.2±13.9 ^a	375.6±9.0 ^{ab}
4	389.3±12.7 ^b	380.3±10.4 ^b	410.2±10.6 ^a	407.6±8.2 ^a	390.9±9.8 ^b
5	405.6±10.0 ^b	393.4±11.6 ^c	429.8±6.2 ^a	425.3±8.9 ^a	405.4±6.9 ^b
6	426.8±12.5 ^b	409.7±11.3 ^c	440.9±7.9 ^a	437.8±9.4 ^a	419.2±10.9 ^b

¹⁾ Abbreviations used: CT, control; CS, cigarette smoke; HF, high-fat; OP, onion peel.

²⁾ Values are expressed as means±SD, n=5.

³⁾ Values in a row not sharing a superscript letter differ significantly ($P < 0.05$). NS: not significant.

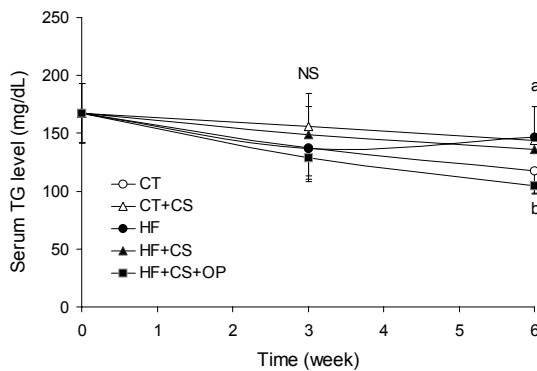
Table 3. Effect of onion peel extract on the serum concentrations of total cholesterol (TC), HDL-cholesterol (HDL-C), non-HDL-C and alanine transaminase (ALT) in rats exposed to cigarette smoke extract with a high-fat diet for 6 weeks (mg/dL)

Lipids	CT ¹⁾	CT+CS	HF	HF+CS	HF+CS+OP
TC	71.68±13.04 ^{ab2)3)}	73.02±9.17 ^{ab}	83.59±7.45 ^a	79.79±8.39 ^{ab}	66.75±8.61 ^b
HDL-C	27.35±5.17 ^{NS}	26.34±8.80	23.19±4.64	22.29±6.44	23.98±3.50
Non-HDL-C	44.34±8.60 ^b	46.69±5.72 ^b	60.41±9.81 ^a	59.50±6.74 ^a	47.56±6.04 ^b
ALT	6.30±0.82 ^b	6.35±1.15 ^b	8.39±0.71 ^a	8.54±0.37 ^a	7.00±0.44 ^b

¹⁾ Abbreviations used: CT, control; CS, cigarette smoke; HF, high-fat; OP, onion peel; ALT, alanine transaminase.

²⁾ Values are expressed as means±SD, n=5.

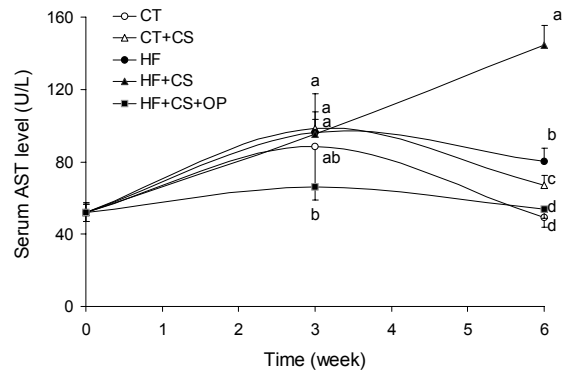
³⁾ Values in a row not sharing a superscript letter differ significantly ($P<0.05$). NS: not significant.

**Fig. 1.** Effect of onion peel extract on serum triglyceride (TG) levels of rats exposed to cigarette smoke extract with a high-fat diet for 6 weeks. Values are expressed as means±SD, n=5. Means at a time without a common letter differ, $P<0.05$. NS: not significant.

OP군의 혈중중성지방 농도는 3주째부터 감소하는 경향을 보였으며, 6주째에는 그 수준이 일반식을 섭취한 CT군과 유사한 정도인 것으로 나타났다. 6주째 non-HDL-콜레스테롤의 농도는 고지방식을 섭취한 동물군들이 일반식을 섭취군들에 비해 높은 수준으로 나타났으나, 양과껍질 추출물을 섭취한 HF+CS+OP군의 농도는 일반식이 섭취군과 유사한 수준으로까지 억제된 것으로 나타났다(Table 3). HDL-콜레스테롤 농도는 그룹 간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

6주째 나타난 AST 농도는 고지방식과 담배연기 추출액의 섭취로 인해 혈중 농도가 증가하는 것으로 나타났으며, 그중 고지방식과 담배연기 추출액을 함께 공급받은 HF+CS군의 농도가 가장 높은 것으로 확인되었다. 반면 고지방식이, 담배연기 추출액과 함께 양과껍질 추출물을 섭취한 HF+CS+OP군은 HF+CS군에 비해 AST의 농도가 상당히 유의적으로 감소한 것으로 나타났다. Fig. 2에서와 같이 혈중 AST 농도는 고지방식과 담배연기 추출액의 공급으로 지속해서 상승하는 것으로 나타났으나, 양과껍질 추출물의 공급으로 CT군과 유사한 수준인 54.01±5.17 U/L까지 개선되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 HF+CS+OP군의 6주째 혈중 ALT 농도는 CT군과 유사한 수준인 7.00±0.44 U/L까지 감소한 것을 확인하였다.

흡연은 만성질환에 영향을 미치는 중요한 위험요인 중의

**Fig. 2.** Effect of onion peel extract on serum aspartate transaminase (AST) levels of rats exposed to cigarette smoke extract with a high-fat diet for 6 weeks. Values are expressed as means±SD, n=5. Means at a time without a common letter differ, $P<0.05$.

하나로 담배에 함유된 니코틴, 타르, 벤젠 등의 독성물질이 체내에 유입되면 모세혈관을 수축시켜 혈액순환을 방해하고, 체내 자유라디칼을 증가시켜 LDL-콜레스테롤의 산화를 유발하고 산화된 LDL-콜레스테롤이 혈관벽을 손상하는 것으로 알려졌다(28,29). 또한 흡연과 같은 상황이 실험동물의 혈중콜레스테롤, 인지질, 중성지방의 농도를 상승시키는 것으로 알려졌는데(30), 이러한 결과들은 공통으로 흡연이 모세혈관을 손상하고 혈전작용을 증가시키며, 나아가 관상동맥질환을 유발하는 위험인자임을 나타낸다(8). 간 기능지표로써 사용되는 혈액 내 AST, ALT 농도는 간세포의 손상 정도를 진단하는 방법으로 간 질환의 경우 세포막이 손상되어 간세포 내의 효소가 혈액으로 유출되어 혈액 중의 효소 활성이 증가하게 된다. Kim과 Seo(31)의 연구와 El-Zayadi(32)의 연구에 의하면 흡연은 AST와 ALT 농도를 동시에 상승시키는 것으로 보고하였으나, 본 연구에서는 6주 동안의 담배연기 추출액 공급이 혈중 AST 농도만을 유의적으로 증가시킨 것으로 나타났다. 앞서 여러 연구자가 양과의 지질강화 효과를 보고한 바 있다. 본 연구자의 이전 동물실험에서 고지방식이로 유도된 비만 동물모델에 양과 농축액의 섭취로 혈중지질 농도가 개선되는 것을 확인하였고(33), 4주 동안 에탄올과 함께 양과추출물 분말을 섭취시킨 동물실험에서도 양과분말의 혈중지질 강화 효과를 확인하였다(34). 또한 실험동물에 고지방식과 함께 양과즙을 공급한 Sheo

와 Jung(35)의 연구와 고콜레스테롤 혈증 환자를 대상으로 양과추출물을 8주간 공급한 Nam 등(36)의 연구에서도 양과의 섭취가 혈중중성지방 농도를 낮춰준다는 유사한 결과를 나타냈다. 이러한 양과의 생리활성은 함황화합물, 플라보노이드 물질과 식이섬유 성분에 기인하는 것으로 보고된다. 양과의 생리활성 성분 중 하나인 S-methyl cysteine sulf-oxide는 지방조직의 lipoprotein lipase 활성 억제와 지방합성효소인 glucose-6-phosphate dehydrogenase, malic enzyme, HMG CoA reductase의 활성을 저하해 혈중지질을 개선하는 것으로 보고된다(37). 실험동물에 플라보노이드를 섭취시키면 혈중콜레스테롤 수치가 개선되는 것으로 알려졌는데, 플라보노이드 성분은 지방 소화흡수과정 중의 pancreatic lipase의 활성을 억제하며(38), 지방유화 과정을 억제하여 혈중지질을 저하하는 것으로 알려졌다(39). 또한 양과에 풍부한 플라보노이드 성분 중의 하나인 quercetin은 강한 생리활성기능을 하는 것으로 알려졌으며 지질대사와 관련하여 콜레스테롤과 담즙의 배설을 촉진하여 혈중콜레스테롤과 간으로의 지질 축적을 감소시키는 것으로 알려졌다(40). 이러한 quercetin은 양과육질 부분보다는 양과겹질 부위에 더 높은 것으로 보고되는데(21), Kim과 Kim(27)의 연구에서 실험동물을 대상으로 양과육질 추출물과 양과겹질 추출물의 효과를 비교한 결과 양과겹질 추출물의 지질개선 효과가 우수한 것으로 보고하였다. 따라서 양과겹질 추출물 섭취에 의한 고지혈 개선작용은 간이나 다른 지방조직에서 지방합성을 억제함으로써 결과적으로 혈액지질의 농도가 감소한 것으로 판단된다. 흡연은 체내에서 활성산소(reactive oxygen species)와 활성질소(reactive nitrogen species)와 같은 유리라디칼 증가를 유발하여 체내 항산화 방어시스템을 유지하는 항산화 효소를 고갈시킨다(41). 이렇게 흡연으로 인해 손상된 항산화 방어시스템은 양과겹질에 함유된 quercetin을 비롯한 플라보노이드 성분의 항산화제 완충 역할을 통해 보호될 수 있을 것으로 생각된다. 실제로 항산화 물질이 풍부한 양과의 섭취가 흡연으로 인한 체내의 산화적 손상을 억제할 수 있는 것으로 알려졌다(42). 또한 사염화탄소로 간 손상을 유발한 모델에서 양과겹질 추출물의 섭취는 ALT, AST와 같은 간 기능 지표의 농도를 완화할 수 있는 것으로 보고된다(43). 이러한 결과를 종합해볼 때 양과겹질의 공급이 고지방식이와 담배연기 추출액의 섭취로 유도된 혈중지질 상승과 간 손상을 크게 개선할 수 있는 것으로 판단된다. 이는 현재까지 제대로 이용되지 못하고 부산물로 분류되는 양과겹질이 흡연자들에게 있어 고지혈증과 간 기능 개선 작용을 할 가능성을 제시한다. 앞으로 고지방 흡연동물모델을 이용하여 양과겹질의 혈중지질 개선 효과뿐만 아니라 간지질 개선, 소화흡수 억제 차원의 추가적인 연구가 필요하다 하겠다.

요 약

본 연구에서는 양과겹질 추출물이 흡연동물모델에서 고지방식으로 유도된 고지혈증의 혈액지질 대사에 어떤 영향을 미치는지를 조사하였다. 흡연모델을 유도하기 위하여 담배연기(CS) 추출액을 공급하였으며, 일반식이를 공급받는 동물군을 대조군(CT), 일반식이와 담배연기 추출액을 공급받는 동물군을 대조흡연군(CT+CS), 고지방식이를 공급받는 동물군을 고지방식이군(HF), 고지방식이와 담배연기 추출액을 공급받는 동물군을 고지방흡연군(HF+CS), 고지방식이와 담배연기 추출액과 더불어 양과겹질(OP) 추출물을 공급받는 동물군을 고지방흡연양과군(HF+CS+OP)으로 6마리씩 5그룹으로 나누어 6주간 사육하였다. 실험 시작 전, 3주, 6주에 혈액을 채취하였다. 6주 동안 양과겹질 추출물의 공급으로 혈액 중성지방, 총콜레스테롤, non-HDL-콜레스테롤 농도는 HF군과 HF+CS군에 비해 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 또한 HF+CS보다 HF+CS+OP에서 혈액의 AST, ALT 농도가 유의적으로 감소한 것으로 나타났다. 본 실험을 통해 양과겹질 추출물의 공급이 담배연기 추출액과 고지방식이로 증가한 혈중지질 수준과 간 기능 지표 수준을 개선하는 것을 확인하였다. 이러한 지표들을 바탕으로 양과겹질의 섭취는 흡연자들의 간 기능 손상과 고지혈증 증상을 완화할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역연고산업진흥사업의 일환인 창녕양과장류산업의 지원에 의해 수행된 연구내용으로써 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Rogers JM. 2008. Tobacco and pregnancy: overview of exposures and effects. *Birth Defects Res C Embryo Today* 84: 1-15.
2. Church DF, Pryor WA. 1985. Free radical chemistry of cigarette smoke and its toxicological implications. *Environ Health Perspect* 64: 111-126.
3. Loft S, Poulsen HE. 1996. Cancer risk and oxidative DNA damage in man. *J Mol Med* 74: 297-312.
4. Pittilo RM. 2000. Cigarette smoking, endothelial injury and cardiovascular disease. *Int J Exp Pathol* 81: 219-230.
5. McGill HC. 1988. The cardiovascular pathology of smoking. *Am Heart J* 115: 250-257.
6. Ambrose JA, Barua RS. 2004. The pathophysiology of cigarette smoking and cardiovascular disease: an update. *J Am Coll Cardiol* 43: 1731-1737.
7. Craig WY, Palomaki GE, Haddow JE. 1989. Cigarette smoking and serum lipid and lipoprotein concentrations: an analysis of published data. *Br Med J* 298: 784-788.
8. Nishio E, Watanabe Y. 1997. Cigarette smoke extract inhibits plasma paraoxonase activity by modification of the enzyme's free thiols. *Biochem Biophys Res Commun* 236: 289-293.

9. Frei B, Forte TM, Ames BN, Cross CE. 1991. Gas phase oxidants of cigarette smoke induce lipid peroxidation and changes in lipoprotein properties in human blood plasma. Protective effects of ascorbic acid. *Biochem J* 277: 133-138.
10. Cross CE, van der Vliet A, Eiserich JP. 1998. Cigarette smokers and oxidant stress: a continuing mystery. *Am J Clin Nutr* 67: 184-185.
11. Ministry of Health and Welfare. 2014. *Korea Health Statistics 2013: Korea National Health & Nutrition Examination Survey (KNHANES VI-1)*. p 23.
12. Mizuno O, Okamoto K, Sawada M, Mimura M, Watanabe T, Morishita T. 2005. Obesity and smoking: relationship with waist circumference and obesity-related disorders in men undergoing a health screening. *J Atheroscler Thromb* 12: 199-204.
13. Shenouda SM, Vita JA. 2007. Effects of flavonoid-containing beverages and EGCG on endothelial function. *J Am Coll Nutr* 26: 366S-372S.
14. Duffy SJ, Keaney JF Jr, Holbrook M, Gokce N, Swerdloff PL, Frei B, Vita JA. 2001. Short- and long-term black tea consumption reverses endothelial dysfunction in patients with coronary artery disease. *Circulation* 104: 151-156.
15. Nagaya N, Yamamoto H, Uematsu M, Itoh T, Nakagawa K, Miyazawa T, Kangawa K, Miyatake K. 2004. Green tea reverses endothelial dysfunction in healthy smokers. *Heart* 90: 1485-1486.
16. Griffiths G, Trueman L, Crowther T, Thomas B, Smith B. 2002. Onion—a global benefit to health. *Phytother Res* 16: 603-615.
17. Jakubowski H. 2003. On the health benefit of *Allium* sp. *Nutrition* 19: 167-168.
18. El-Demerdash FM, Yousef MI, El-Naga NI. 2005. Biochemical study on the hypoglycemic effects of onion and garlic in alloxan-induced diabetic rats. *Food Chem Toxicol* 43: 57-63.
19. Chen JH, Chen H, Tsai SJ, Jen CJ. 2000. Chronic consumption of raw but not boiled Welsh onion juice inhibits rat platelet function. *J Nutr* 130: 34-37.
20. Yamamoto Y, Aoyama S, Hamaguchi N, Rhi GS. 2005. Antioxidant and antihypertensive effects of Welsh onion on rats fed with a high-fat high-sucrose diet. *Biosci Biotechnol Biochem* 69: 1311-1317.
21. Herrmann K. 1976. Flavonols and flavones in food plants: a review. *Int J Food Sci Technol* 11: 433-448.
22. Cook NC, Samman S. 1996. Flavonoids—Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *J Nutr Biochem* 7: 66-76.
23. Benowitz NL, Jacob P 3rd, Fong I, Gupta S. 1994. Nicotine metabolic profile in man: comparison of cigarette smoking and transdermal nicotine. *J Pharmacol Exp Ther* 268: 296-303.
24. Zhang D, Tao Y, Gao J, Zhang C, Wan S, Chen Y, Huang X, Sun X, Duan S, Schönlauf F, Rohdewald P, Zhao B. 2002. Pycnogenol in cigarette filters scavenges free radicals and reduces mutagenicity and toxicity of tobacco smoke in vivo. *Toxicol Ind Health* 18: 215-224.
25. Chen H, Hansen MJ, Jones JE, Vlahos R, Bozinovski S, Anderson GP, Morris MJ. 2006. Cigarette smoke exposure reprograms the hypothalamic neuropeptide Y axis to promote weight loss. *Am J Respir Crit Care Med* 173: 1248-1254.
26. Chiolero A, Jacot-Sadowski I, Faeh D, Paccaud F, Cornuz J. 2007. Association of cigarettes smoked daily with obesity in a general adult population. *Obesity* 15: 1311-1318.
27. Kim SK, Kim MK. 2004. Effect of dried powders or ethanol extracts of onion flesh and peel on lipid metabolism, antioxidative and antithrombogenic capacities in 16-month-old rats. *Korean J Nutr* 37: 623-632.
28. Freeman DJ, Packard CJ. 1995. Smoking and plasma lipoprotein metabolism. *Clin Sci* 89: 333-342.
29. Steinberg D, Pathasarathy S, Carew TE, Khoo JC, Witztum JL. 1989. Beyond cholesterol. Modifications of low-density lipoprotein that increase its atherogenicity. *N Engl J Med* 320: 915-924.
30. Latha MS, Vijayammal PL, Kurup PA. 1988. Effect of exposure of rats to cigarette smoke on the metabolism of lipids. *Atherosclerosis* 70: 225-231.
31. Kim D, Seo S. 1988. Effect of drinking and smoking on AST and ALT activities. *Korean J Prev Med* 21: 329-339.
32. El-Zayadi AR. 2006. Heavy smoking and liver. *World J Gastroenterol* 12: 6098-6101.
33. Kim J, Seo Y, Noh SK, Cha YJ. 2010. A concentrated onion extract lowers serum lipid levels in rats fed a high-fat diet. *Korean J Food Preserv* 17: 398-404.
34. Shin HK, Seo YJ, Kim JY, Kim CS, Noh SK. 2007. Onion favorably affects serum markers of ethanol-induced fatty liver in rats. *Korean J Food Preserv* 14: 662-668.
35. Sheo HJ, Jung DL. 1997. The effects of onion juice on serum lipid levels in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 1164-1172.
36. Nam KH, Baik HW, Choi TY, Yoon SG, Park SW, Joung H. 2007. Effects of ethanol extract of onion on the lipid profiles in patients with hypercholesterolemia. *Korean J Nutr* 40: 242-248.
37. Kumari K, Augusti KT. 2007. Lipid lowering effect of S-methyl cysteine sulfoxide from *Allium cepa* Linn in high cholesterol diet fed rats. *J Ethnopharmacol* 109: 367-371.
38. Juhel C, Armand M, Pafumi Y, Rosier C, Vandermander J, Lairon D. 2000. Green tea extract (AR25) inhibits lipolysis of triglycerides in gastric and duodenal medium in vitro. *J Nutr Biochem* 11: 45-51.
39. Shishikura Y, Khokhar S, Murray BS. 2006. Effect of tea polyphenols on emulsification of olive oil in a small intestine model system. *J Agric Food Chem* 54: 1906-1913.
40. Igarashi K, Ohmura M. 1995. Effects of isorhamnetin, rhamnetin, and quercetin on the concentrations of cholesterol and lipoperoxide in the serum and liver and on the blood and liver antioxidative enzyme activities of rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 59: 595-601.
41. Faux SP, Tai T, Thorne D, Xu Y, Breheny D, Gaca M. 2009. The role of oxidative stress in the biological responses of lung epithelial cells to cigarette smoke. *Biomarkers* 14 (Suppl 1): 90-96.
42. Azuma K, Minami Y, Ippoushi K, Terao J. 2007. Lowering effects of onion intake on oxidative stress biomarkers in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Clin Biochem Nutr* 40: 131-140.
43. Kim JM. 2012. Effects of onion peel extracts on antioxidant status—in vitro and human intervention study. *PhD Dissertation*. Gyeongnam University, Gyeongnam, Korea.