

흰쥐에서 양파 농축액의 고지혈 개선 작용

김주연·서윤정·노상규[†]·차용준
국립창원대학교 식품영양학과

A Concentrated Onion Extract Lowers Serum Lipid Levels in Rats Fed a High-Fat Diet

Juyoun Kim, Yunjung Seo, Sang K. Noh[†] and Yong-Jun Cha

Department of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

Abstract

It is known that onions, or bioactive compounds therein, provide health benefits. The present study was designed to investigate whether a concentrated onion extract lowered blood lipid levels in rats fed a high-fat diet. Initially, male Sprague-Dawley rats were housed singly in an environment in which temperature and light duration were controlled, and had free access to a nutritionally adequate AIN-93G diet and deionized water. After an acclimatization period, rats were weight-matched and assigned to one of the following five groups: 1) a control group, fed the AIN-93G diet mixed with 10% (w/v) lard and 0.7% (w/v) cholesterol to induce hyperlipidemia (control); 2) three experimental groups, fed the AIN-93G diet mixed with a high-fat source plus concentrated onion extract at three different levels (termed the low-dose, medium-dose, and high-dose groups); and, 3) a placebo group, fed the AIN-93G diet with fats plus the same concentrated extract but devoid of onion-derived material. All five groups freely ingested their respective diets over 6 weeks. At 0, 3, and 6 weeks, blood samples were collected from the orbital sinus following overnight food deprivation. At 6 weeks, livers were collected. Both control and experimental groups continually gained body weight throughout the study. No significant difference in body weight gain was observed among groups. However, the serum concentrations of triglycerides, total cholesterol, and non HDL-cholesterol were significantly reduced by ingestion of concentrated onion extract. Also, the hepatic levels of total lipids and total fatty acids, especially C18:1 (oleic acid), were significantly decreased in rats fed a high level of concentrated onion extract, compared with the control and placebo groups. These results provide clear evidence that ingestion of a concentrated onion extract has a profound inhibitory effect on serum lipid levels in rats fed a high-fat diet. Our findings indicate that a concentrated onion extract may be used to alleviate hyperlipidemia by lowering serum cholesterol and triglyceride levels.

Key words : concentrated onion extract, hyperlipidemia, cholesterol, triglyceride, rat

서 론

고지혈증은 심혈관계 질환의 주요 위험인자이다(1). 지난 10년간 심혈관계 질환으로 사망률이 가장 높았다고 보고되었고, 실제로, 콜레스테롤 수치와 건강과의 관계를 조사한 연구에 의하면, 혈액 콜레스테롤 수치가 1 mmol/L 증가할 때마다 허혈성 뇌졸중으로 인한 사망률은 20%, 심

근경색으로 인한 사망률은 48% 증가한다고 보고되었다(2,3). 고지혈증 개선과 관련하여 식품 섭취를 통한 혈액 지질 개선이나 식품 성분의 생리활성 연구가 어느 때보다 활발하다. 생리적으로 활성을 가지는 flavonoid가 풍부한 과채류나 종자류, 그리고 차 등의 섭취는 심혈관계 질환을 낮춘다는 보고들이 있다(4-6). 동물이나 사람을 대상으로 한 실험에서 혈액의 콜레스테롤 농도는 섭취되는 flavonoid 농도와 반비례 관계에 있다는 보고도 있다(6).

양파(*Allium cepa* L.)는 전 세계적으로 널리 재배되는 다년생으로 식재료로 널리 이용되어져 왔다. 양파의 성분 구

[†]Corresponding author. E-mail : sknolog@changwon.ac.kr,
Phone : 82-54-213-3516, Fax : 82-54-281-7480

성은 수분이 약 90%이며 가식부의 주성분은 당질(6.8-8.0%)이며 이중 fructose가 가장 많다. 생리적으로 활성을 띠는 것으로 알려진 quercetin, quercitrin, rutin 등의 flavonoid 류와 황화합류인 allyl disulfide 및 diallyl disulfide 등이 포함되어 있어 최근에는 건강증진 목적으로 많은 연구 대상이 되고 있다(7,8). 이러한 화합물들은 항산화 작용, 항고혈압 작용, 항혈당 작용, 항동맥경화 작용 등을 유도하는 물질로 알려져 있으며, 콜레스테롤을 포함한 혈액 지질 개선에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(8-13). 그러나 이러한 양파 자체의 성분 분석이나 동물실험은 다수 보고가 되어 있으나 양파를 음료 형태로 가공처리한 후 액상의 상태에서 혈액 지질대사에 미치는 영향을 조사한 것은 아직 보고되어 있지 않다.

본 연구는 고지방 식이로 유도된 고지혈증 흰쥐 모델을 이용해서 표준화된 가공 방법으로 생산된 양파 농축액 (concentrated onion extract)의 보충이 혈액 지질대사와 간조직의 지질 농도에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하기 위해서 설계되었다. 양파 농축액의 공급은 보다 안전하고 자연스러운 방법으로 스스로 마실 수 있도록 유고하기 위해서 동물이 매일 먹는 물에 희석하여 공급하였으며, 양파 농축액의 섭취량에 따른 영향을 비교하기 위해서 저농도, 중농도, 고농도 그룹으로 나누어 6주 동안 조사하였다.

재료 및 방법

양파 농축액

실험에 사용된 양파 농축액은 창녕군 소재 한 업체에서 제조된 양파 농축액(상품명: 오니웰(Oniwell)TM)을 사용하였다. 이 양파 농축액은 현재 시판 중이며 농축 과정을 통해서 지표 성분으로 평균 17.28-25.92 mg/100 g의 quercetin이 함유되도록 농축된 것으로 알려져 있다. 동물실험 6주 기간 동안 같은 조건에서 제조된 양파 농축액을 냉동 저장 보관 하면서 실험동물에 공급하였다

동물식이 조성

실험에 사용된 식이는 미국영양학회(American Institute of Nutrition, AIN)가 추천하는 표준식이인 분말형 AIN-93G 식이[중앙실험동물(주)]를 사용하였다(14). 이 AIN-93G 식이의 mineral 함량은 egg white로 조정되었고, 고지방식을 만들기 위해서 AIN-93G 식이에 10% lard (100 g/kg diet)와 0.7% 콜레스테롤(7 g/kg diet)을 혼합하여 고지혈증 유도 식이로 사용하였다. 조성된 식이조성표는 Table 1과 같다.

실험동물 사육 및 양파 농축액 공급 방법

실험동물은 8주령 male Sprague-Dawley rat(Harlan Sprague Dawley, Inc, 중앙실험동물)이며, 창원대학교 식품영양학

과 동물사육실(실내온도 22±2℃, 상대습도 55±5%, 12 h light-dark cycle)에서 개인별 cage로 자유롭게 공급된 증류수와 표준식이로 실험식이 공급 시까지 사육을 하였다. 실험식이 공급 전날 체중에 따른 난괴법으로 8마리씩 6군으로 나누었다. 고지방 식이를 공급받은 동물군을 대조군(control), 고지방식이와 양파만 제외된 양파 농축액(농축액의 첨가제 및 향미 성분 등)만 공급받은 동물군을 위약군(placebo), 그리고 고지방식이와 양파 농축액을 공급받은 동물군을 양파 농축액의 양에 따라 저농도군(low dose), 중농도군(medium dose), 고농도군(high dose)으로 정하였다.

Table 1. Diet composition¹⁾

| Ingredient | Amount (g/kg) | |
|---|---------------|-------------------|
| | Control diet | Experimental diet |
| Egg white | 200.0 | 200.0 |
| Cornstarch | 528.5 | 528.5 |
| Dextrose | 100.0 | 100.0 |
| Cellulose | 50.0 | 50.0 |
| Soybean oil ²⁾ | 70.0 | 70.0 |
| Mineral mix | 35.0 | 35.0 |
| Vitamin mix | 10.0 | 10.0 |
| Biotin (1mg/g biotin sucrose mix) | 4.0 | 4.0 |
| Choline Bitartrate | 2.5 | 2.5 |
| Lard | 100.0 | 100.0 |
| Cholesterol | 7.0 | 7.0 |
| Cholic acid | 3.5 | 3.5 |
| Concentrated onion extract (mL/rat) at Low dose | - | 1.63 |
| Concentrated onion extract at medium dose | - | 3.26 |
| Concentrated onion extract at high dose | - | 6.52 |

¹⁾Formulated and supplied from Dyets, Bethlehem, PA, according to the recommendations of the AIN (14).

²⁾Contained 0.02% tert-butylhydroquinone.

양파 농축액은 자연스럽게 자발적으로 섭취를 유도하기 위해서 동물이 매일 먹는 물을 통해서 공급되었다. 먼저 정확한 공급량 계산을 위해서, 실험동물의 1주일간의 평균 물 섭취량을 측정(mL/day)한 후, 이 물을 매개체로 양파농축액의 공급량을 계산하였다. 양파농축액 투여량은 ‘사람-동물 체표면적[body surface area (BSA), m²]비’로 계산하였다(15). 즉, 성인(70 kg 몸무게와 키 173 cm를 기준)의 평균 BSA는 약 1.844 m²이고, 300 g 흰쥐의 BSA가 약 0.040 m²인 것을 기준하여 계산된 사람과 흰쥐의 BSA비가 약 ‘46’이었다. 사람의 경우 매일 음료로 양파농축액 1포(150 mL)를 섭취한다고 가정하여, ‘46’ 비율에 해당되는 ‘3.26

mL'가 '동물 섭취 당량(animal intake equivalent)'이 된다. 이 실험에서는 양과 농축액을 사람이 음료 형식으로 마실 수 있는 양을 기호에 따라 3 그룹으로 나누었다. 사람의 1/2포(75 mL)에 해당하는 양(1.63 mL/rat), 1포(150 mL)에 해당하는 양(3.26 mL/rat), 그리고 2포(300 mL)에 해당하는 양(6.52 mL/rat)을 각각 저농도군(low dose), 중농도군(medium dose), 고농도군(high dose)으로 하여 해당 동물에 6주간 매일 신선하게 공급하였다. 일주일간 실험동물의 하루 평균 물 섭취량이 약 25 mL이었고 매일 섭취하는 물 25 mL당 상기된 해당 양과농축액을 희석하여 공급하였다. 평균 양과농축액이 포함된 물 섭취량은 6주 동안 그룹 간에 유의적인 차이가 없었다. 체중 변화량을 측정하기 위해서 6주간에 걸쳐 매주 정해진 날에 각 동물의 체중을 측정하였다.

혈청 지질의 분석

동물 혈액의 지방 농도 변화를 6주 동안 지속적으로 살펴 보기 위해서, '안구혈액채취법(retro-orbital sinus bleeding)'으로 3주마다 같은 동물에서 약 2 mL의 공복(약 12시간) 혈액을 채취하였다. 채취된 혈액은 혈액응고를 유도한 후 원심분리기(2,000 x g for 10 min at 3°C)를 이용, 혈청 시료를 분리하였다. 6주째, 채혈 직후 각 동물의 간을 적출하여 냉동보관(-75°C)하였다. 혈액의 총콜레스테롤 농도는 효소적 방법(아산제약)으로 측정하였다. 혈청 HDL-콜레스테롤은 먼저 HDL을 분리한 후 상기한 효소비색법을 이용하여 측정하였고 non-HDL-콜레스테롤 농도는 총콜레스테롤 농도에서 HDL-콜레스테롤 값을 제한 수치로 하였다. 혈청의 중성지방(triglycerides) 농도는 효소적 방법(아산제약)을 이용하여 측정하였다.

간 지질의 추출 및 α -tocopherol과 총지방산 측정

간 지질은 약 700 mg의 균질화된 간 시료로부터 chloroform:methanol (v/v, BHT 151.3 μ mol/L) 혼합 유기용매 추출방법으로 분리하였으며(16), 유기용매 제거 후 (N-EVAPTTM 111, Organomation Associates Inc., MA, USA), 총 지방량(total lipid)을 측정하였다. 간의 α -tocopherol HPLC 측정은 Zaspel 등(17)의 방법을 따랐다. 사용된 HPLC column은 40°C에 유지된 역상 column (Alltima C18, 5 μ m, 4.6 x 150 mm, Alltech Associates, Inc., IL, USA)으로, Beckman System Gold software (Beckman Instruments, Inc., Fullerton, CA, USA)을 겸비한 장치에 연결되었다. 이동상은 100% methanol (2 mL/min)이었고 UV 295 nm에서 분석되었다(18).

간 조직의 총지방산 측정은 GC를 이용하여 Folch 등(16)과 Slover 등(19)의 방법에 준하여 측정하였다. 추출된 지방에 2 mL의 0.5 N methanolic NaOH와 14% BF₃를 첨가하여 메틸화를 유도하였다. 지방산의 분리 및 동정은 GC (Model GC 7890A, Agilent Technologies, Inc., Wilmington, DE,

USA)와 불꽃이온화검출기를 이용해서 측정하였다. 사용된 column은 DB-23 (50%-Cyanopropyl)-methyl polysiloxane; 0.15 μ m, 0.2 mm; 60 m, Agilent J&W, Inc., USA)이며, 분리 온도 조건은 200°C에서 10분, 그 후 1분에 5°C씩 온도를 올려서 4분 후 220°C에서 9분 동안 측정하였다. 사용된 internal standard는 17:0이었으며, 같은 분석조건외의 표준 지방산(Nu-Chek Prep Inc., Elysian, MN, USA)과 비교해서 각 지방산의 양을 계산하였다.

통계처리

실험 결과들은 평균치와 표준편차(means \pm SD)로 나타내었고, SPSS package program software를 이용하여 ANOVA로 검증한 후 P < 0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 비교분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

체중 변화

고기방 식이와 함께 6주 동안 급여한 결과로 나타난 체중 변화는 Table 2와 같다. 대조군들과 실험군들의 비교에서 모든 동물군에서 실험 종료 시점까지 지속적인 체중 증가율을 보였으며, 6주째 최종 몸무게가 시작 몸무게와 비교해서 대조군이 468.0 g으로 44.4%, 위약군이 461.5 g으로 42.1%, 양과 농축액 저농도군이 450.4 g으로 38.4%, 중농도군이 454.3 g으로 40.1%, 451.7 g으로 39.1% 증가율을 보였다. 그러나 동물군들 사이에는 유의적인 차이가 없었다. 김과 김(22)의 보고에서는 양과 시료 섭취 군들이 양과의 식이섭취, flavonoids, 함황화합물의 영향으로 사료 섭취량에 비해 체중 증가량이 적었다고 보고했으나 본 연구에서는 실험기간 동안 모든 군에서 체중이 지속적으로 증가하였고 그룹간의 비교에서는 실험군들의 평균 체중이 감소하는 경향이 있었지만 유의적으로 차이가 발생하지 않았다.

Table 2. Effect of concentrated onion extract on mean body weights in rats fed a high fat diet for 6 wk

| Week | (g/rat) | | | | |
|------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | Control | Placebo | Low dose | Medium dose | High dose |
| 0 | 324.4 \pm 14.7 ¹⁾ | 324.7 \pm 14.1 | 324.5 \pm 14.0 | 323.6 \pm 14.1 | 325.1 \pm 14.2 |
| 1 | 354.6 \pm 18.0 ²⁾ | 350.7 \pm 15.6 ^a | 343.2 \pm 15.1 ^{ab} | 333.5 \pm 14.9 ^{ab} | 323.9 \pm 21.3 ^b |
| 2 | 389.2 \pm 23.0 ^a | 386.8 \pm 23.4 ^a | 365.6 \pm 15.2 ^{ab} | 365.0 \pm 12.5 ^{ab} | 358.0 \pm 23.8 ^b |
| 3 | 414.6 \pm 28.1 | 411.0 \pm 26.2 | 388.0 \pm 19.3 | 393.6 \pm 15.4 | 393.6 \pm 26.7 |
| 4 | 435.8 \pm 31.9 | 424.7 \pm 32.8 | 407.6 \pm 29.3 | 416.1 \pm 17.2 | 414.4 \pm 31.4 |
| 5 | 456.3 \pm 33.3 | 446.9 \pm 32.9 | 432.2 \pm 38.0 | 439.2 \pm 19.5 | 438.6 \pm 32.8 |
| 6 | 468.0 \pm 36.9 | 461.5 \pm 36.1 | 450.4 \pm 37.4 | 454.3 \pm 21.5 | 451.7 \pm 32.8 |

¹⁾Values are means \pm SD, n = 8.

²⁾Values in a row not sharing a superscript differ significantly (p<0.05).

혈액 지질 변화

양파 농축액을 6주간에 걸쳐 공급한 결과 동물의 주요 혈청 중성지방과 콜레스테롤의 농도에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 6주째에 나타난 혈액의 중성지방 농도는 고지방식이 대조군, 그리고 위약군(placebo)에서 각각 136.2 mg/dL, 119.3 mg/dL으로 나타났고 그리고 양파 농축액의 고농도, 중농도, 고농도 단계별 급여군에서 각각 52.0 mg/dL, 72.4 mg/dL, 73.83 mg/dL이었다. 이는 중성지방의 농도가 대조군이나 위약군의 경우 고지방 식이(10% lard와 0.7% 콜레스테롤 첨가)에 의해서 증가되었으나 고지방식이와 함께 급여된 양파 농축액에 의하여 유의적으로 감소되었음을 발견할 수 있었다. 그러나 양파 농축액 급여군들 간의 비교에서는 공급된 양파 농축액의 양에 비례해서 감소 현상이 나타나지 않았다. Fig. 1에서와 같이 중성지방 농도는 3주째부터 양파농축액의 공급으로 감소하는 경향을 보였으며 6주째에 대조군이나 위약군에서는 지속적으로 증가한 반면 실험군에서는 고지방식이가 공급되더라도 양파 농축액 공급에 의해서 유의적으로 감소현상을 지속한 것으로 나타났다.

Table 3. Effect of concentrated onion extract on the serum concentrations of triglyceride (TG), total cholesterol (TC), HDL-cholesterol (HDL-C) and non-HDL-C in rats fed a high fat diet for 6 wk

| Lipids | Control | Placebo | Low dose | Medium dose | High dose |
|-----------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| TG | 136.2±33.5 ^{a1)} | 119.3±35.1 ^a | 52.0±14.3 ^b | 72.4±12.4 ^b | 73.8±25.0 ^b |
| TC | 170.1±19.1 ^a | 151.3±25.4 ^a | 109.4±20.4 ^b | 113.7±18.3 ^b | 123.7±21.3 ^b |
| HDL-C | 29.5±9.8 ^{ab} | 26.8±4.5 ^{ab} | 22.3±6.9 ^c | 23.1±5.4 ^{bc} | 34.7±8.9 ^a |
| Non-HDL-C | 140.6±17.2 ^a | 124.5±23.0 ^a | 87.1±18.8 ^b | 90.6±18.6 ^b | 89.0±25.3 ^b |

¹⁾Values are means±SD, n = 8. Values in a row not sharing a superscript differ significantly (p<0.05).

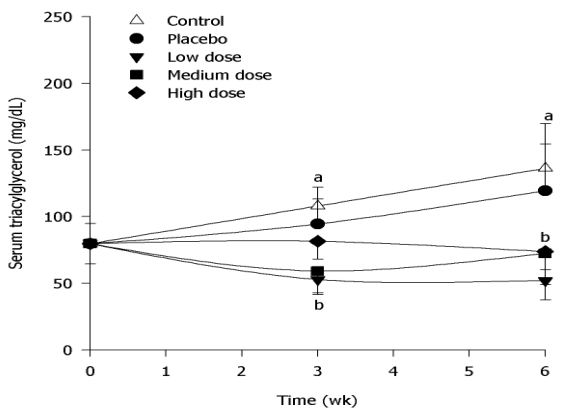


Fig. 1. Effect of concentrated onion extract on serum triacylglycerol levels of rats fed a high fat diet for 6 wk.

Values are expressed as means±SD, n = 8. Means at a time without a common letter differ, p<0.05.

혈청의 총콜레스테롤 농도는 고지방식이 대조군, 그리고 위약군(placebo)에서 각각 170.1 mg/dL, 151.3 mg/dL으로 나타났고 그리고 양파 농축액의 농도 단계별 급여군에서 각각 109.4 mg/dL, 113.7 mg/dL, 123.7 mg/dL이었다. 이 또한 혈청의 중성지방 농도 변화와 유사하게 콜레스테롤 첨가(0.7% 콜레스테롤)에 의해서 증가되었으나 고지방식이와 함께 급여된 양파 농축액에 의해서 약 18%-27.8% 이상 감소되었다. 그러나 양파농축액 급여군들 간의 비교에서는 급여된 양파 농축액의 양에 비례해서 감소현상이 지속되지 않았다. Fig. 2는 6주 동안에 혈액순환계 상에서 총콜레스테롤의 농도 변화를 나타낸다. 고지방 식이 공급으로 대조군이나 위약군은 지속적으로 고콜레스테롤혈증으로 발전하였고 반면에 양파 농축액 급여군에서는 혈액의 총콜레스테롤 농도가 시간이 지남에 따라 개선되는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 실험군 간의 비교에서는 그림에서 보이는 바와 같이 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

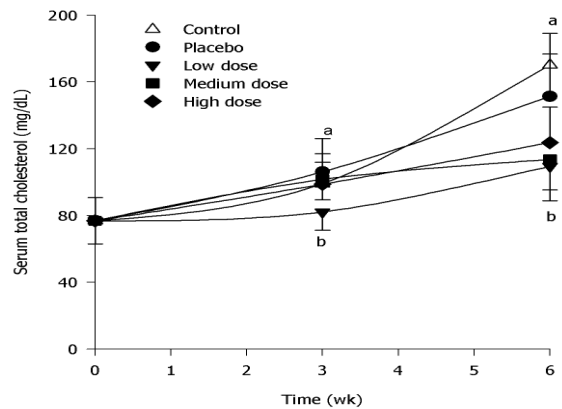


Fig. 2. Effect of concentrated onion extract on serum total cholesterol levels of rats fed a high fat diet for 6 wk.

Values are expressed as means±SD, n = 8. Means at a time without a common letter differ, p<0.05.

Table 3에서와 같이, HDL-콜레스테롤 농도는 대조군이 29.5 mg/dL이었고, 위약군이 26.8 mg/dL이었으며, 양파 농축액의 저농도, 중농도, 고농도 급여군에서는 각각 22.3 mg/dL, 23.1 mg/dL, 34.7 mg/dL로 나타나 대조군과 실험군, 또는 실험군들 간의 비교에서는 유의적인 차이가 없었으나 고농도 투여군에서만 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 혈중 non-HDL(공복시 혈액인 경우, non HDL-콜레스테롤은 대부분 LDL) 콜레스테롤 농도는 대조군과 실험군의 비교에서는 실험군에서 유의적으로 감소하는 경향을 보였다.

여러 연구자들이 다양한 실험 조건에서 양파 성분의 고지혈증 개선 작용을 보고하였다. 본 연구의 혈액 중성지방이나 콜레스테롤 감소 현상은 다른 연구자들의 연구 결과들과 어느 정도 일치한다고 판단된다. 예로, 본인의 이전 실험 결과에서도 알코올성 지방간 동물모델로 유도된 고중성지

방혈증(hypertriacylglycerolemia)이 동결 건조된 양파 추출물 분말에 의해서 개선되는 것으로 나타났다(20). 양파 성분 영향 실험에서 양파의 주요 생리활성 성분인 S-methyl cysteine sulfoxide (200 mg/kg 체중)를 45일간 함께 1% 콜레스테롤 보충 식이와 혼합 공급했을 때 고지혈증이 개선되는 것으로 나타났으며, 특히 이러한 개선 효과는 지방 조직의 lipoprotein lipase 활성 억제와 관련이 있으며 혈액이나 조직의 free fatty acids 농도 감소와 밀접한 관계가 있다고 보고하였다(21). 또한 대표적인 지방합성 효소인 glucose 6-phosphate dehydrogenase, malic enzyme, HMG CoA reductase 활성 저하와도 밀접한 관계가 있다고 보고하였다(21). 이러한 양파의 생리활성 성분의 고지혈증 억제작용은 양파의 부위별 성분에 따라 달라질 수 있으며, 특히 양파의 껍질 부분의 추출물이 고지혈증 억제작용과 변은 통한 지방 배출작용을 야기한다고 보고하였다(22). 또 다른 연구는 양파즙(onion juice)의 형태로 투여했을 때에도 유사한 고지혈 개선 작용을 보고하였다(23). 이번 실험에 사용된 양파 농축액은 양파 껍질 부분을 포함한 전체를 사용하여 농축한 점을 고려해 볼 때, 위에서 열거한 성분별 고지혈증 억제 작용들이 종합적으로 작용한 것으로 판단이 된다. 따라서, 양파 농축액에 의한 고지혈 개선 작용은 간이나 다른 지방 조직에서 총체적으로 지방 합성을 억제함으로써 결과적으로 혈액 지질의 농도 감소가 발생한 것으로 판단이 된다. 그리고 본 연구에서 결론을 얻지 못한 것은 양파 농축액의 투여량이 다른 농도 비례적인 개선 효과를 보이지 않았다는 점인데, 현재로서는 최적의 혈액 지질 감소 효과를 유도할 양이 어느 정도인지 현 실험 결과로서는 결론지을 수 없기 때문에 앞으로 추진되어져야 할 관련 과제라고 판단이 된다.

간 조직의 지질 변화

양파 농축액의 6주간 공급에 따른 간의 주요 지방 농도 변화에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 6주째의 간의 무게는 대조군, 위약군에서 각각 22.3 ± 2.5 g, 22.0 ± 1.7 g이었으며, 양파 농축액을 저농도, 중농도, 고농도 단계별로 공급받은 동물군에서는 각각 20.2 ± 2.0 g, 21.9 ± 2.6 g, 20.5 ± 2.4 g으로 나타났다. 이들 동물군들 간에는 유의적인 차이가 없었다. 간 조직의 총콜레스테롤 농도는 대조군과의 비교에서 양파 농축액 급여군들의 수치는 유의적으로 감소되지 않았다. 대표적인 항산화 지용성 비타민인 α -tocopherol 농도도 고지방 식이 섭취로 상당히 증가하는 추세를 보였으나 양파 농축액 고농도 급여군에서만 유의적으로 감소하는 경향을 보였다.

간 조직의 총지방 함량은 대조군과의 비교에서 양파 농축액의 공급으로 저농도, 중농도 급여군에서는 차이가 없었으나 고농도군에서는 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(306.0 ± 19.1 mg/g vs. 265.1 ± 24.7 mg/g liver). 이는 양파 농축액을 고농도 수준에서 급여하였을 때만, 간 지방

의 농도가 감소했다고 할 수 있다. Table 5는 추출된 간의 총지방의 지방산 조성을 나타낸다. 팔미트산(16:0), 스테아르산(18:0), 올레산(18:1), 리놀렌산(18:2)이 간의 주요 지방산으로 존재하였고 오직 양파 농축액 고농도 급여군의 올레산에서만 대조군과의 비교에서 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 팔미트산이나 스테아르산에서도 비슷한 경향을 있었지만 유의적으로 감소되지는 않았다.

Table 4. Effect of concentrated onion extract on the liver concentrations of α -tocopherol (α TP), phospholipid (PL), total cholesterol (TC) and total fatty acids in rats fed a high fat diet for 6 wk

| Lipids | Control | Placebo | Low dose | Medium dose | High dose |
|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| α TP (nmol/g liver) | 129.8 \pm 27.4 ^{a1} | 153.1 \pm 14.6 ^a | 147.6 \pm 37.4 ^a | 154.3 \pm 33.0 ^a | 88.9 \pm 18.5 ^b |
| PL (μ mol/g liver) | 17.2 \pm 0.8 ^b | 19.9 \pm 2.9 ^a | 19.5 \pm 1.3 ^a | 18.8 \pm 0.8 ^{ab} | 19.9 \pm 1.0 ^a |
| TC (μ mol/g liver) | 218.4 \pm 27.8 ^{ab} | 225.0 \pm 19.7 ^{ab} | 240.2 \pm 33.0 ^a | 226.1 \pm 17.7 ^{ab} | 199.4 \pm 22.3 ^b |
| Liver (weight, g) | 22.3 \pm 2.5 | 22.0 \pm 1.7 | 20.2 \pm 2.0 | 21.9 \pm 2.6 | 20.5 \pm 2.4 |
| Total lipid (mg/g) | 306.0 \pm 19.1 ^a | 313.4 \pm 14.0 ^a | 291.1 \pm 33.1 ^{ab} | 302.0 \pm 14.9 ^a | 265.1 \pm 24.7 ^b |
| Total fatty acid (μ mol/g liver) | 358.5 \pm 61.0 ^a | 350.9 \pm 13.0 ^{ab} | 305.8 \pm 51.2 ^{ab} | 329.7 \pm 49.7 ^{ab} | 291.7 \pm 49.8 ^b |

¹Values are means \pm SD, n=8. Values in a row not sharing a superscript differ significantly (P<0.05).

Table 5. Effect of concentrated onion extract on the liver concentrations of fatty acids in rats fed high fat diet for 6 wk^{1,2)}

| Fatty acids | Control | Placebo | Low dose | Medium dose | High dose |
|-------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | μ mol/g liver | | | | |
| 16:0 | 94.7 \pm 24.4 ¹⁾ | 87.5 \pm 9.2 | 72.5 \pm 21.8 | 85.5 \pm 20.0 | 70.5 \pm 14.1 |
| 18:0 | 137.1 \pm 25.7 | 131.8 \pm 6.3 | 115.3 \pm 22.2 | 129.5 \pm 19.5 | 110.4 \pm 19.7 |
| 18:1 | 106.1 \pm 12.1 ²⁾ | 103.4 \pm 5.4 ^a | 90.1 \pm 12.7 ^{ab} | 87.7 \pm 14.3 ^{ab} | 84.5 \pm 17.2 ^b |
| 18:2 | 7.8 \pm 1.1 ^a | 7.6 \pm 0.4 ^a | 5.9 \pm 0.9 ^b | 5.8 \pm 1.0 ^b | 6.2 \pm 1.6 ^b |
| 18:3 | 14.5 \pm 2.0 | 14.6 \pm 1.4 | 16.2 \pm 2.0 | 15.4 \pm 1.2 | 14.8 \pm 1.4 |
| 20:4 | 3.0 \pm 0.6 | 3.0 \pm 0.3 | 2.9 \pm 1.0 | 2.9 \pm 0.5 | 2.7 \pm 0.2 |
| 22:6 | 3.1 \pm 0.6 | 3.0 \pm 0.3 | 2.9 \pm 1.0 | 2.9 \pm 0.5 | 2.7 \pm 0.2 |
| Total | 358.5 \pm 61.0 ^a | 350.9 \pm 13.0 ^{ab} | 305.8 \pm 51.2 ^{ab} | 329.7 \pm 49.7 ^{ab} | 291.7 \pm 49.8 ^b |

¹Values are means \pm SD, n=8.

²Values in a row not sharing a superscript differ significantly (P<0.05).

이상의 결과들을 바탕으로 종합해 보면, 양파 농축액 급여에 의해서 간의 지질 농도 변화는 혈액의 지질 농도 변화만큼 큰 변화가 발생되지 않았음을 알 수 있다. 직접적인 원인은 현재 알려져 있지 않으나 소장 지방 소화 및 흡수 과정에서 양파의 flavonoid 성분이 지방의 분해효소에 의한

활성 억제나 변으로의 담즙산이나 지방의 배설을 촉진할 수 있다는 가능성을 제시하였다(24). 또한 본인의 최근의 실험에서 양과 성분이 포함된 양과고추장추출물이 중성지방과 콜레스테롤의 소장 흡수율을 현저히 억제한다는 사실을 실험을 통해 밝혔다(미발표). Juhel 등(25)은 췌장성 인지질 분해효소(pancreatic lipases)의 활성이 flavonoid에 의해서 급격히 감소한다는 사실을 보고하였고, Shishikira 등(26)도 지방유화모델(lipid emulsion model)을 이용, flavonoid이 지방유화작용(lipid emulsification)을 억제한다고 보고하였다. 이러한 결과들을 종합해 볼 때, 혈액의 지방대사와 관련한 양과의 개선 효과는 간에서 보다 다른 조직 특히, 소장의 소화 및 흡수 차원에서 더 중요한 역할을 하였다고 판단된다. 이와외의 직접적인 관련성 연구는 또한 앞으로의 중요한 연구 과제라 판단된다.

결론적으로, 본 실험에서와 같이, 양과의 개별 성분이 아닌 양과 전체를 이용해서 제조한 양과 농축액을 액상의 형태로 지질대사에 어떤 영향을 미치는지를 연구한 것은 새로운 시도라고 판단이 된다. 이 실험조건 하에서 6주 동안 고지방식사와 함께 실험동물에 공급했을 때, 혈액의 지질 농도가 크게 개선됨을 확인할 수 있었다. 그리고 현 실험 조건에서 양과 농축액을 급여한 양을 비례적으로 차이를 두어 공급했음에도 불구하고 농도비례적인 지질 개선 작용이 없었다. 그래서 양과 농축액에 의한 고지혈 개선 작용은 1차적으로 간이나 다른 지방 조직의 지방 합성을 억제함으로써 혈중 지질의 농도를 감소시킨 것으로 판단이 되며 앞으로의 방향은 소장 지방의 흡수율이 flavonoids에 의해서 억제된다는 사실을 간주해 볼 때, 양과의 quercetin 성분이 소장의 지방 흡수율에 어떤 영향을 미치는지 조사하는 것도 중요한 연구 과제라 하겠다.

요 약

양과 농축액이 흰쥐 동물모델에서 고지방식으로 유도된 고지혈증에 어떤 영향을 미치는지를 조사하였다. 고지방식이 혼합된 식이만 공급된 동물군을 대조군, 고지방 식이와 함께 양과 농축액 중 양과만 제거된 농축액만 공급된 동물군을 위약군, 그리고 고지방 식이와 양과 농축액을 함께 공급된 동물군을 농도에 따라 저농도군, 중농도군, 고농도군으로 8마리씩 5그룹으로 나누어 6주간 사육하였다. 시작전, 3주째 그리고 6주째에 혈액을 채취하였고 간은 6주 혈액 채취 직후 적출되었다. 대조군과 실험군 모두 연구 시작부터 종료 시까지 지속적으로 체중이 증가하였으나 그룹 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 양과 농축액을 공급받은 동물군들의 혈액의 중성지방, 총콜레스테롤 non-HDL콜레스테롤 수치는 고지방 식이를 지속적으로 동시에 공급받았음에도 불구하고 6주째에는 대조군에 비해

서 유의적으로 감소되는 경향을 보였다. 간의 총지방 함량이나 총지방산의 농도는 대조군과 비교해서 양과농축액 고농도 급여군에서만 유의적으로 감소되는 경향을 보였다. 이상의 실험 결과들을 종합해 볼 때, 6주 동안 고지방 식이로 유도된 실험동물의 고지혈은 양과 농축액에 의해서 유의적으로 개선되는 경향을 보였다. 이 실험 결과는 양과 농축액이 혈액의 중성지방과 총콜레스테롤을 감소시킴으로서 고지혈증 개선에 효과가 있어 고지혈증을 완화하는데 효과적인 식이적인 수단이 될 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지원 창녕양과RIS사업단과 2008년도 창원대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행된 연구내용으로써 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Assmann, G., Gullen, P., Jossa, F., Lewis, B. and Mancini, M. (1999) Coronary heart disease: reducing the risk. The scientific background to primary and secondary prevention of coronary heart disease: a worldwide view. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.*, 19, 1819-1824
2. Tyrovolas, S. and Panaqiotakos, D.B. (2009) The role Mediterranean type of diet on the development of cancer and cardiovascular disease, in the elderly: A systematic review. *Maturitas*, 163, 1461-1462
3. Ebrahim, S., Sung, J.h., Song, Y.M., Ferrer, R.L., Debbie, A.L. and Smith, G.D. (2006) Serum cholesterol, haemorrhagic stroke, ischaemic stroke, and myocardial infarction: Korean national health system prospective cohort study. *BMJ*, 333, 22-27
4. Ness, A.R. and Powles, J.W. (1997) Fruits and vegetables, and cardiovascular disease: a review. *Int. J. Epidemiol.*, 26, 1-13
5. Knekt, P., Kumpulainen, J., Jarvinen, R., Rissanen, H., Heliovaara, M., Reunanen, A. and Hakulinen, T. (2002) Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *Am. J. Clin. Nutr.*, 76, 560-568
6. Geleijnse, J.M., Launer, L.J., van der Kuip, D.A.M., Hofman, A. and Witteman, J.C.M. (2002) Inverse association of tea and flavonoid intakes with incident myocardial infarction: the Rotterdam Study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 75, 880-886
7. Griffiths, G., Trueman, L., Growther, T., Thomas, B. and

- Smith, B. (2002) Onion-a global benefit to health. *Phytother. Res.*, 16, 603-615
8. Jakubowski, H. (2003) On the health benefit of *Allium* sp. *Nutrition*, 19, 167-168
 9. Chen, J.H., Chen, H., Tsai, S.J. and Jen, C.J. (2000) Chronic consumption of raw but not boiled Welsh onion juice inhibits rat platelet function. *J. Nutr.*, 130, 34-37
 10. El-Demerdash, F.M., Yousef, M.I. and El-Naga, N.I. (2005) Biochemical study on the hypoglycemic effects of onion and garlic in alloxan-induced diabetic rats. *Food Chem. Toxicol.*, 43, 57-63
 11. Sheo, H.J., Lim, H.J. and Jung, D.L. (1993) Effects of onion juice on toxicity of lead in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 22, 138-143
 12. de Pascual-Teresa S., Johnston, K.L., DuPont, M.S., O'Leary K.A., Needs, P.W., Morgan, L.M., Clifford, M.N., Bao, Y. and Williamson, G. (2004) Quercetin metabolites downregulate cyclooxygenase-2 transcription in human lymphocytes ex vivo but not in vivo. *J. Nutr.*, 134, 552-557
 13. Yamamoto, Y., Aoyama, S., Hamaguchi, N. and Rhi, G.S. (2005) Antioxidative and antihypertensive effects of Welch onion on rats fed with a high-fat high-sucrose diet. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 69, 1311-1317
 14. Reeves, P.G., Nielson, F.H. and Fahey Jr, G.C. (1993) AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J. Nutr.*, 123, 1939-1951
 15. Hammarlund, M.M. and Paalzow, L.K. (1982) Dose-dependent pharmacokinetics of furosemide in the rat. *Biopharm. Drug Dispos.*, 3, 345-59
 16. Folch, P.J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G.M. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509
 17. Zaspel, B.J. and Csallany, A.S. (1983) Determination of alpha-tocopherol in tissues and plasma by high-performance liquid chromatography. *Anal. Biochem.*, 130, 146-150
 18. Liu, J.F. and Huang, C.J. (1995) Tissue α -tocopherol retention in male rats is compromised by feeding diets containing oxidized frying oil. *J. Nutr.*, 125, 3071-3080
 19. Slover, H.T. and Lanza, E. (1979) Quantitative analysis of food fatty acids by capillary gas chromatography. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56, 933-943
 20. Shin, H.K., Seo, Y.J., Kim, J.Y. and Noh, S.K. (2007) Onion favorably affects serum markers of ethanol-induced fatty liver in rats. *Korean J. Food Preserv.*, 14, 662-668
 21. Kumari, K. and Augusti, K.T. (2007) Lipid lowering effect of S-methyl cysteine sulfoxide from *Allium cepa* Linn in high cholesterol diet fed rats. *J. Ethnopharmacol.*, 109, 367-371
 22. Kim, S.K. and Kim, M.K. (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
 23. Park, P.S., Lee, B.R. and Lee, M.Y. (1996) Effects of onion juice on ethanol-induced hepatic lipid peroxidation in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 23, 750-756
 24. Vahnouny, G.V., Khalafi, R., Satchithandam, S., Watkins, D.W., Story, J.A., Cassidy, M.M. and Kritchevsky, D. (1987) Dietary fiber supplementation and fecal bile acids, neutral steroids and divalent cations in rats. *J. Nutr.*, 117, 2009-2015
 25. Juhel C., Armand, M., Pafumi, Y., Rosier, C., Vandermmmander, J. and Lairon, D. (2000) Green tea extract (AR25) inhibits lipolysis of triglycerides in gastric and duodenal medium in vitro. *J. Nutr. Biochem.*, 11, 45-51
 26. Shishikura Y., Khokhar, S. and Murray, B.S. (2006) Effect of tea polyphenols on emulsification of olive oil in a small intestine model system. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 1906-1913