

## 울금(*Curcuma longa* L.) 첨가 식이가 이상지질혈증 흰쥐의 지질성분 및 단백질 농도에 미치는 영향

오다영 · 강동수<sup>1</sup> · 이영근 · 김한수<sup>†</sup>

부산대학교 식품공학과, <sup>1</sup>전남대학교 해양바이오식품학과  
(2019년 1월 23일 접수: 2019년 3월 20일 수정: 2019년 3월 26일 채택)

## Effects of Turmeric (*Curcuma longa* L.) on Lipid Component and Protein Concentration in Dyslipidemic Rats

Da-Young Oh · Dong-Soo Kang<sup>1</sup> · Young-Geun Lee · Han-Soo Kim<sup>†</sup>

Department of Food Science and Technology, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

<sup>1</sup>Department of Marine Bio Food Science, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

(Received January 23, 2019; Revised March 20, 2019; Accepted March 26, 2019)

**요 약 :** 울금(*Curcuma longa* L.)이 이상지질혈증 유발 흰쥐의 지질성분과 단백질 및 전해질 농도에 미치는 영향을 확인하기 위하여 기본 식이를 섭취시킨 ND군, 정상 실험군에 5% 울금 급여군(NT군), 이상지질혈증 유발 실험군(DD군)과 DD군에 5% 울금을 섭취시킨 실험군(DT군)으로 나누어 실험을 행하였다. 혈청 지질성분(총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지질, 인지질, 유리 콜레스테롤, 콜레스테롤 에스테르), 혈당 및 유리지방산(non esterified fatty acid, NEFA)의 농도와 동맥경화지수(atherosclerotic index, AI), 심혈관 위험지수(cardiac risk factor, CRF)는 이상지질혈증군에서 여타 실험군과 비교하였을 때 유의적인 증가를 나타내었으며( $p < 0.05$ ), 5% 울금 급여군에서 감소시키는 것으로 나타났다. DD군에 비해 DT군에서 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-콜레스테롤) 및 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 농도 비는 유의적인 증가를 보였다( $p < 0.05$ ). 혈청 단백질의 농도에 있어서, DT군은 DD군에 비하여 흰쥐의 혈청 알부민(albumin) 농도와 알부민/글로불린 비(albumin/globulin ratio, A/G 비)의 증가 및 글로불린(globulin) 농도는 감소되는 것으로 관찰되었다. 나트륨(Na) 및 염소(Cl)는 DT군에서 DD군 보다 농도가 감소된 것으로 확인하였다. 이상의 결과, 5% 울금은 흰쥐의 혈청 지질성분 개선과 단백질 및 전해질 농도 조절에 도움이 되는 것으로 사료된다.

**주제어 :** 울금(*Curcuma longa* L.), 지질대사, 알부민, 글로불린, 전해질

---

<sup>†</sup>Corresponding author  
(E-mail: kimhs777@pusan.ac.kr)

**Abstract** : This study aimed to investigate the improvement effect of turmeric (*Curcuma longa* L.) on the lipid component, protein and electrolyte concentration in dyslipidemic rats. Sprague-Dawley rats (24 male) were divided into four groups, namely the ND (normal-nondyslipidemic diet), NT (normal-nondyslipidemic diet+5% turmeric), DD (control-dyslipidemic diet), and DT groups (dyslipidemic diet+5% turmeric). Rats were sacrificed at the end of 5 weeks after experiment diet. In this study, turmeric diet (NT, DT) groups in lipid composition as evidenced from the significantly reduction of serum total cholesterol, low density lipoprotein-cholesterol (LDL-cholesterol), atherosclerotic index (AI), cardiac risk factor (CRF), triglyceride (TG), phospholipid (PL), free cholesterol, cholesteryl ester, blood glucose and non esterified fatty acid (NEFA), and elevation of high density lipoprotein-cholesterol (HDL-cholesterol) ( $p<0.05$ ). The serum globulin concentration was significantly decreased ( $p<0.05$ ), and the albumin concentrations were increased in turmeric diet than dyslipidemic rats. Concentrations of sodium (Na) and chlorine (Cl) in sera were lower in the DT group than DD group. Concentrations of total calcium (T-Ca), phosphorus (Pi) and potassium (K) in sera were higher in the ND, NT and DT groups than DD group. Therefore, it was concluded that the 5% turmeric diet used in the condition of this study had a beneficial effect on dyslipidemia.

**Keywords** : Turmeric (*Curcuma longa* L.), Lipid metabolism, Albumin, Globulin, Electrolyte

## 1. 서론

이상지질혈증(dyslipidemia)혈증은 관상동맥 및 말초동맥, 신장동맥질환 등 뇌,심혈관계질환과 관련되어 사회적으로 문제가 되고 있는 실정이다 [1-3]. 이상지질혈증 약물 요법으로 알려진 statin, fibrate 및 resin 등은 혈액 중 총 콜레스테롤(total cholesterol) 및 저밀도 지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein-cholesterol, LDL-콜레스테롤), 중성지질(triglyceride), 인지질(phospholipid, PL), 혈당(blood glucose) 농도 등의 감소와 더불어 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-콜레스테롤) 농도의 증가로 혈중 지질성분을 개선시켜, 관상동맥과 심혈관계질환 사망률을 낮춘다고 한다[4].

유리지방산(non esterified fatty acid, NEFA)의 증가는 NO 라디칼 등 활성산소(reactive oxygen species, ROS)의 생성과 밀접한 관련이 있다고 보고되어져 있다[5]. 또한, 혈청 단백질의 대부분을 차지하고 있는 알부민(albumin)과 글로불린(globulin)은 간 기능 장애 및 고혈압, 신부전 등에서 증가된다고 한다[6,7]. 전해질 농도의 이상은 hormone의 분비와 신장기능의 장애 발생시

일어날 수 있으며, 나트륨(Na)의 특이적 증가는 심각한 전해질 불균형 등을 초래할 수 있다고 알려져 있다[8-10]. 한편, 지질대사 기능 개선을 위한 천연물질 중 생리활성물질의 관심과 기능성 식품에 대한 연구가 진행되고 있으며[11], 마(*Dioscorea* sp.) 뿌리에 함유된 디오스진(dioscin)의 배당체인 디오스게닌(diosgenin)은 스테로이드 화합물로 식물성 사포닌 일종이며, 간장 및 혈장의 지질성분을 감소시킨다고 한다[12]. 생강과(Zingiberaceae)에 속하는 울금(*Curcuma longa* L.)은 다년생 속근성 식물로 인도와 중국을 중심으로 아시아 등에서 자생하고 있다[13]. 강황(*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) 급여가 토끼의 지질대사에 미치는 연구에서 분변 중으로 담즙(bile juice) 배설 촉진과 지질 성분을 조절하여 죽상동맥경화증 및 심혈관계질환 등을 감소시켜주는 것으로 나타났다[14]. 울금은 심혈관계질환과 만성 폐질환 증상을 동반하는 낭포성 섬유증, 간질환 및 피부질환에 효능이 있는 것으로 보고되어 있다[15]. 또한, 건강한 성인 남녀 30명을 대상으로 30일 동안 울금 추출물을 매일 섭취시킨 결과, 혈청 LDL-cholesterol 및 Apo B의 농도 감소와 HDL-cholesterol 및 Apo A를 증가시키며 Apo B/Apo A ratio를 감소시켜, 죽상동맥

경화증에 효과가 있는 것으로 알려져 있다[16]. 이에, 본 연구는 5% 울금이 이상지질혈증 흰쥐에 있어 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, TG, 인지질, 유리 콜레스테롤(free cholesterol), 콜레스테롤 에스테르(cholesteryl ester), 유리지방산 등 지질성분과 혈당 및 총 단백질(total protein), 알부민, 글로불린, 총 칼슘(total-Ca), 인(Pi), 나트륨(Na), 칼륨(K) 및 염소(Cl)의 전해질 농도와 동맥경화지수(atherosclerotic index, AI), 심혈관 위험지수(cardiac risk factor, CRF), A/G 비에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험 재료

울금(*Curcuma longa* L.)은 전남 진도(Jindo, Jeonnam, Korea) 영농조합법인에서 구입하여 진공동결건조(EYELA, FDU-2000, Rikakikai Co., Tokyo, Japan)시킨 후, 분쇄기(HMF-3250S, Han-I1 Co., Seoul, Korea)로 마쇄한 다음 -80°C (DF-8514, I1-Shin BioBase Co., Daegu, Korea)에 저장하여 본 실험에 사용하였다.

### 2.2. 실험동물 사육

실험동물은 생후 7주된 평균 체중이  $200 \pm 10$  g인 Sprague Dawley (SD)계 수컷 흰쥐(Daehan Biolink Co., LTD, Eumseong, Korea)를 구입하여, 5% 콩기름(Ottogi, soybean oil, Anyang, Korea)을 함유하는 기초식이로 1주일 동안 식이 및 동물실에 대한 적응 기간을 둔 후 난괴법(Randomized Complete Block Design)에 의해 각 실험군 당 6마리씩 4개의 군으로 나누어 metabolic cage (JD-C-71, Jeongdo, Korea)에 5주간 실험 사육하였다. 사육실의 온도는  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , 습도는  $50 \pm 10\%$ 로 유지하였으며 명암은 12시간 주기(07:00~19:00)로 조절하여 관리하였다[17]. 모든 실험은 부산대학교 동물실험윤리위원회의 승인을 얻어 실시하였다(PNU-2017-1422).

### 2.3. 식이조성 및 실험군

기본식이를 섭취시킨 대조군(control)인 정상군(normal-nondyslipidemic)은 ND군, 정상 실험군에 5% 울금 급여군(NT군), 이상지질혈증 유발 실험군(DD군)인 질환 모델 대조군(control-

dyslipidemic)과 질환 실험군(dyslipidemic)에 5% 울금을 급여시킨 실험군(DT)으로 나누었다. 식이 조성 및 실험군은 Table 1과 같다.

### 2.4. 실험 동물의 처치

실험 사육 최종일에 7시간 절식시킨 후, 가스 마취기(animal inhalation narcosis control, SK-INC-100A, Daejong, Seoul, Korea)를 사용하여 CO<sub>2</sub> gas 마취하에 심장채혈법으로 채혈하였으며, 혈액을 취하여 4°C에서 약 1시간 방치한 후 분당 3,000 cycle로 20분간 원심분리하여 혈청을 취하여 본 실험에 사용하였다[17].

### 2.5. 혈청의 생화학적 성분 분석

혈청 중의 총 콜레스테롤(total cholesterol), 고밀도지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-콜레스테롤), 저밀도지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein-cholesterol, LDL-콜레스테롤) 및 중성지질(triglyceride, TG)의 농도는 효소법(enzymatic)에 의해 조제된 시약(Eiken, Tokyo, Japan)을 이용하였고, 인지질(phospholipid, PL) 농도의 측정에는 효소법으로 조제된 측정용 시약(SICDIA PL, Eiken, Tokyo, Japan)을 사용하여 생화학분석기(Hitachi 7150, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 측정된 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤을 이용해 동맥경화지수(atherosclerotic index, AI) 및 심혈관 위험지수(cardiac risk factor, CRF)를 계산하였다. 유리 콜레스테롤(free cholesterol)은 효소법에 의해 조제된 시약(Free cholesterol, Eiken, Tokyo, Japan)을 사용하여 생화학분석기(Modular Analytics P, Mannheim, Germany)로 정량하였다. 콜레스테롤 에스테르(cholesteryl ester)는 총 콜레스테롤 농도에서 유리 콜레스테롤 농도를 뺀 평균값으로 나타내었다. 콜레스테롤 에스테르 및 총 콜레스테롤을 이용하여 콜레스테롤 에스테르 비(cholesteryl ester ratio)를 나타내었고, 혈당(blood glucose) 농도는 효소법에 의해 조제된 시약(Eiken, Tokyo, Japan)을 이용하여 자동분석기(Hitachi 7150, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 유리지방산(non esterified fatty acid, NEFA) 농도는 효소법에 의하여 조제된 시약(SICDIA NEFAZYME, Eiken, Tokyo, Japan)을 사용하여 생화학분석기(Hitachi 7150, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

Table 1. Compositions of experimental diet and groups

Ingredient	Group <sup>1)</sup>			
	ND	NT	DD	DT
<b>Casein</b> (C3400) (Sigma, St. Louis, USA)	22.0	21.7	22.0	21.7
<b>Corn starch</b> (S4126) (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA)	48.0	43.3	48.0	43.3
<b>Sucrose</b> (Cheiljedang, Incheon, Korea)	15.0	15.0	15.0	15.0
<b>Cellulose</b> (C8002) (Sigma, St. Louis, USA)	5.0	5.0	4.0	4.0
<b>Mineral mix.</b> <sup>2)</sup> (960400) (MP Biomedicals, California, USA)	3.5	3.5	3.5	3.5
<b>Vitamin mix.</b> <sup>3)</sup> (960402) (MP Biomedicals, California, USA)	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>Soybean oil</b> (Ottogi, Gyeonggido, Korea)	5.0	5.0	5.0	5.0
<b>Cholesterol</b> (C8667) (Sigma, St. Louis, USA)	-	-	0.75	0.75
<b>Sodium cholate</b> (S9875) (Sigma, St. Louis, USA)	-	-	0.25	0.25
<b>L-Cystine</b> (34430-0310) (Junsei, Tokyo, Japan)	0.3	0.3	0.3	0.3
<b>Choline bitartrate</b> (C1629) (Sigma, St. Louis, USA)	0.2	0.2	0.2	0.2
<b>Turmeric</b> ( <i>Curcuma longa</i> L.)	-	5.0	-	5.0
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

<sup>1)</sup>ND : normal-nondyslipidemic diet (control group).

NT : normal-nondyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

DD : control-dyslipidemic diet. DT : dyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

<sup>2)</sup>AIN-93G-MX mineral mix. <sup>3)</sup>AIN-93-VX vitamin mix (MP Biomedicals, Illkirch, France).

## 2.6. 총 단백질(total protein), 알부민(albumin) 및 글로불린(globulin) 농도의 정량

혈청 중의 총 단백질(total protein), 알부민(albumin) 및 글로불린(globulin)의 농도는 효소법에 의해 조제된 측정용 시약(Eiken, Tokyo, Japan)을 이용하여 자동분석기(Hitachi 7150, Tokyo, Japan)를 사용하여 분석하였고, 알부민 및 글로불린 농도를 이용하여 알부민/글로불린비(albumin/globulin ratio, A/G 비)를 나타내었다.

## 2.7. 전해질 농도의 정량

혈청 중의 총 칼슘(total-Ca) 및 인(Pi)은 효소법에 의해 조제된 시약(Eiken, Tokyo, Japan)을 사용하여 자동분석기(Hitachi 7150, Tokyo, Japan)로 분석하였으며, 나트륨(Na), 칼륨(K) 및 염소(Cl)는 ion selective electrode 방법에 준하여 electrolyte analyzer (Easlyte- Plus, USA)를 이용하여 분석하였다.

## 2.8. 통계 처리

실험을 통하여 얻어진 결과는 평균값±표준편차로 나타내었다. 유의성 검정은 one-way

analysis of variance로 분석 후  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 실험군 간의 유의적인 차이를 알아보았다. 통계처리 프로그램은 IBM SPSS statistic ver. 22를 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도와 AI 및 CRF

흰쥐의 혈청 중 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤의 농도와 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 농도비, 동맥경화지수(atherosclerotic index, AI) 및 CRF는 Table 2와 같다. 혈청 중 총 콜레스테롤 농도는 이상지질혈증 유발 실험군인 DD군( $182.7 \pm 18.2$  mg/dL)에 5% 울금을 급여시킨 DT군( $146.1 \pm 15.9$  mg/dL)에서 유의적인 차이로 저하되는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 또한, 대조군인 ND군 및 대조군에 5% 울금 급여군(NT군)은 각각  $108.6 \pm 12.8$  및  $101.9 \pm 12.3$  mg/dL로 대조군에 비해 유의적인 차이는 없었으나 감소되는 것으로 확인되었다. HDL-콜레스테롤의 농도는 DD군( $23.7 \pm 1.9$  mg/dL) 보다, 울금 급여(DT군,  $27.9 \pm 2.0$  mg/dL)에 의하여 유의적

인 증가를 관찰할 수 있었다( $p < 0.05$ ). 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 농도 비는 ND군 및 NT군에서 각각  $30.8 \pm 1.7\%$  및  $31.6 \pm 1.6\%$ 로 NT군에서 농도 비의 증가를 보였으나 유의적인 차이는 없었으며, DT군( $19.1 \pm 1.4\%$ )은 DD군에 비해 유의적으로 증가된 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). AI는 이상지질혈증을 유발한 DD군에서  $6.71 \pm 0.69$ 로 높게 나타났으나, 5% 울금을 급여한 DT군( $4.24 \pm 0.49$ )에서 유의적인 차이로 감소를 보였다( $p < 0.05$ ). ND군 및 NT군은  $2.25 \pm 0.33$  및  $2.16 \pm 0.34$ 로 ND군에 비하여 NT군에서 감소된 것으로 나타났지만, 유의적인 차이는 없었다. CRF 또한, AI와 유사한 경향을 보였다. 총 콜레스테롤의 증가는 관상동맥질환(coronary artery disease, CAD)을 초래하며, HDL-콜레스테롤 증가는 CAD 위험을 감소시키고[18,19], 심혈관 위험지수(cardiac risk factor, CRF)는 동맥경화의 위험을 나타낸다고 한다[20]. 따라서, 본 연구 결과, 5% 울금 급여에 의하여 총 콜레스테롤 농도의 감소와 HDL-콜레스테롤 농도, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 농도 비의 증가, AI 및 CRF의 감소 등을 미루어 볼 때, 울금은 지질성분 개선 효과와 CAD 위험을 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

Table 2. Effects of turmeric (*Curcuma longa* L.) on serum biochemical parameters, ratio of HDL-cholesterol to total cholesterol, AI and CRF in dyslipidemic rats

Group <sup>1)</sup>	ND	NT	DD	DT
Total cholesterol (mg/dL)	$108.6 \pm 12.8^{a5)}$	$101.9 \pm 12.3^a$	$182.7 \pm 18.2^c$	$146.1 \pm 15.9^b$
HDL-cholesterol <sup>2)</sup> (mg/dL)	$33.4 \pm 1.9^c$	$32.2 \pm 1.6^c$	$23.7 \pm 1.9^a$	$27.9 \pm 2.0^b$
HDL-C/Total cholesterol (%)	$30.8 \pm 1.7^c$	$31.6 \pm 1.6^c$	$13.0 \pm 1.0^a$	$19.1 \pm 1.4^b$
AI <sup>3)</sup>	$2.25 \pm 0.33^a$	$2.16 \pm 0.34^a$	$6.71 \pm 0.69^c$	$4.24 \pm 0.49^b$
CRF <sup>4)</sup>	$3.25 \pm 0.38^a$	$3.16 \pm 0.39^a$	$7.71 \pm 0.77^c$	$5.24 \pm 0.57^b$

<sup>1)</sup>ND : normal-nondyslipidemic diet (control group).

NT : normal-nondyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

DD : control-dyslipidemic diet. DT : dyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

<sup>2)</sup>HDL-cholesterol : high density lipoprotein-cholesterol.

<sup>3)</sup>Atherosclerotic index : (total cholesterol - HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol.

<sup>4)</sup>Cardiac risk factor : total cholesterol/HDL-cholesterol.

<sup>5)</sup>The data are presented as means  $\pm$  standard deviation of 6 independent rats. Means with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

### 3.2. LDL-콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 농도

혈청 중의 LDL-콜레스테롤 및 중성지질, 인지질의 농도는 Table 3과 같다. 흰쥐의 혈청 LDL-콜레스테롤 농도는 이상지질혈증을 유발한 실험군(DD군,  $134.8 \pm 12.6$  mg/dL)에 5% 울금을 급여(DT군,  $112.2 \pm 8.8$  mg/dL)함에 따라 유의적인 감소를 확인할 수 있었다( $p < 0.05$ ). ND군 및 NT군에서는  $65.1 \pm 7.9$  및  $65.7 \pm 5.7$  mg/dL로 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 중성지질의 농도는 울금을 급여한 DT군에서  $103.7 \pm 7.5$  mg/dL로, DD군( $121.3 \pm 7.4$  mg/dL)에 비해 유의적인 차이로 감소하였다( $p < 0.05$ ). ND군 및 NT군에서  $74.2 \pm 6.1$  및  $70.6 \pm 6.3$  mg/dL로 ND군에 비하여 NT군의 농도가 감소된 것을 확인하였지만, 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 인지질의 농도는 DT군이  $98.7 \pm 6.1$  mg/dL로, DD군( $111.0 \pm 5.8$  mg/dL)보다 유의적인 차이를 보이며 감소하였다( $p < 0.05$ ). ND군 및 NT군에서  $85.6 \pm 6.8$  및  $84.7 \pm 6.1$  mg/dL로 관찰되었다. LDL-콜레스테롤 감소는 심장질환의 위험을 줄여 주는 것으로 알려져 있으며[21,22], 중성지질 함량이 높은 lipoprotein은 죽종 형성을 특징으로 하는 것으로 보고되어 있다[23]. 이에, 5% 울금의 급여는 지질성분 농도를 유의적으로 감소시켰으며, curcumin,

demethoxycurcumin 및 bis-demethoxycurcumin (bDMC)과 같은 성분에 의한 약리학적 효과 때문인 것으로 사료된다[24].

### 3.3. 유리 콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도와 콜레스테롤 에스테르 비

흰쥐의 혈청 중 유리 콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도와 콜레스테롤 에스테르 비는 Table 3에 나타내었다. 유리 콜레스테롤의 농도는 이상지질혈증 유발군(DD군)에서  $27.8 \pm 3.5$  mg/dL로, 울금 급여(DT군)에 의해서  $20.8 \pm 2.9$  mg/dL로 유의적인 감소를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 대조군(ND군) 및 대조군에 5% 울금을 급여(NT군)한 군에서  $15.3 \pm 2.1$  및  $14.5 \pm 2.2$  mg/dL로 확인되었다. 콜레스테롤 에스테르 농도는 DD군에서  $154.9 \pm 10.9$  mg/dL로 나타났고, DT군은  $125.3 \pm 9.4$  mg/dL로 유의적인 감소를 보였다( $p < 0.05$ ). ND군( $93.3 \pm 7.5$  mg/dL)에 비하여 NT군( $87.4 \pm 7.3$  mg/dL)에서 농도의 감소를 확인하였지만 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 콜레스테롤 에스테르 비는 ND군, NT군, DD군 및 DT군에서 각각  $85.9 \pm 6.9$ ,  $85.8 \pm 7.1$ ,  $84.8 \pm 5.9$  및  $85.8 \pm 6.4\%$ 로 나타났으나, 유의적인 차이는 없는 것으로 확인되었다. 혈청 중의 유리 콜레스테롤은 간경변증, 폐쇄성 황달, 만성

Table 3. Effects of turmeric (*Curcuma longa* L.) on serum biochemical parameters and ratio of cholesteryl ester in dyslipidemic rats

Group <sup>1)</sup>	ND	NT	DD	DT
LDL-cholesterol <sup>2)</sup> (mg/dL)	$65.1 \pm 7.9^{a4)}$	$65.7 \pm 5.7^a$	$134.8 \pm 12.6^c$	$112.2 \pm 8.8^b$
Triglyceride (mg/dL)	$74.2 \pm 6.1^a$	$70.6 \pm 6.3^a$	$121.3 \pm 7.4^c$	$103.7 \pm 7.5^b$
Phospholipid (mg/dL)	$85.6 \pm 6.8^a$	$84.7 \pm 6.1^a$	$111.0 \pm 5.8^c$	$98.7 \pm 6.1^b$
Free cholesterol (mg/dL)	$15.3 \pm 2.1^a$	$14.5 \pm 2.2^a$	$27.8 \pm 3.5^c$	$20.8 \pm 2.9^b$
Cholesteryl ester (mg/dL)	$93.3 \pm 7.5^a$	$87.4 \pm 7.3^a$	$154.9 \pm 10.9^c$	$125.3 \pm 9.4^b$
Cholesteryl ester ratio (%) <sup>3)</sup>	$85.9 \pm 6.9^a$	$85.8 \pm 7.1^a$	$84.8 \pm 5.9^a$	$85.8 \pm 6.4^a$

<sup>1)</sup>ND : normal-nondyslipidemic diet (control group).

NT : normal-nondyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

DD : control-dyslipidemic diet, DT : dyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

<sup>2)</sup>LDL-cholesterol : low density lipoprotein-cholesterol.

<sup>3)</sup>Cholesteryl ester ratio (%) : cholesteryl ester/total cholesterol $\times 100$ .

<sup>4)</sup>The data are presented as means $\pm$ standard deviation of 6 independent rats. Means with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

간염 등에서 증가하고[25], 콜레스테롤 에스테르 비는 간질환의 지표로 이용되는 것으로 알려져 있다[26]. 따라서 울금의 급여는 흰쥐의 혈청 지질성분 개선에 효과가 있을 것으로 추정된다.

### 3.4. 혈당 농도

울금의 급여가 흰쥐의 혈청 중 혈당 농도에 미치는 영향은 Fig. 1과 같다. 이상지질혈증 유발군인 DD군 107.2±4.2 mg/dL에 비해, 이상지질혈증군에 5% 울금을 급여시킨 DT군은 97.7±4.3 mg/dL로 유의적인 감소를 나타내었다( $p<0.05$ ). 대조군인 ND군 및 대조군 식이에 5% 울금을 급여시킨 NT군에서 92.7±3.7 및 91.6±3.5 mg/dL로, ND군에 비해 NT군에서 감소된 것으로 나타났지만, 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 혈당은 총 콜레스테롤 및 TG와 함께 심혈관계 위험 요인으로 알려져 있다[27,28]. 본 연구에서 5% 울금의 급여는 혈당 농도 개선에 효과가 있는 것으로 나타났다.

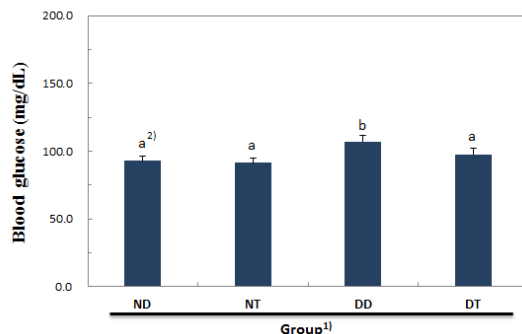


Fig. 1. Effects of turmeric (*Curcuma longa* L.) on serum blood glucose concentration in dyslipidemic rats.

<sup>1</sup>)ND : normal-nondyslipidemic diet (control group).

NT : normal-nondyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

DD : control-dyslipidemic diet, DT : dyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

<sup>2</sup>)The data are presented as means± standard deviation of 6 independent rats.

Means with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

### 3.5. 유리지방산(non esterified fatty acid, NEFA) 농도

흰쥐의 혈청 유리지방산(non esterified fatty acid, NEFA) 농도는 Fig. 2와 같다. 이상지질혈증 유발군인 DD군에서 770.8±38.5  $\mu$ Eq/L로 다른 실험군과 비교하였을 때 유의적으로 증가된 농도를 나타내었으며( $p<0.05$ ), 이상지질혈증 유발군에 5% 울금 급여군인 DT군에서 687.0±35.4  $\mu$ Eq/L로 나타나 DD군에 비해 유의적인 차이를 보이며 감소된 것으로 확인되었다( $p<0.05$ ). ND군 및 NT군에서 581.8±30.5 및 529.9±27.5  $\mu$ Eq/L로 대조군에 비하여 5% 울금 급여군에서 농도를 감소시켰지만 유의적인 차이는 없었다. NEFA는 TG의 가수분해로 혈액에 존재하고, ketosis에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[29].

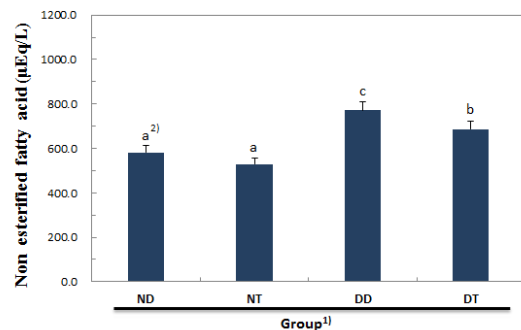


Fig. 2. Effects of turmeric (*Curcuma longa* L.) on serum non esterified fatty acid (NEFA) concentration in dyslipidemic rats.

<sup>1</sup>)ND : normal-nondyslipidemic diet (control group).

NT : normal-nondyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

DD : control-dyslipidemic diet, DT : dyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

<sup>2</sup>)The data are presented as means± standard deviation of 6 independent rats.

Means with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

### 3.6. 총 단백질, 알부민 및 글로불린 농도와 A/G 비

혈청 중 총 단백질, 알부민 및 글로불린 농도와 A/G 비는 Table 4와 같다. 이상지질혈증 유발군인 DD군의 총 단백질 농도는  $8.39 \pm 0.32$  g/dL로 DT군( $8.06 \pm 0.31$  g/dL)에서 감소시킨 것으로 나타났다. ND군 및 NT군에서  $7.62 \pm 0.29$  및  $7.31 \pm 0.30$  g/dL, NT군에서 농도의 감소를 보였지만 유의적인 차이는 없는 것으로 확인되었다. 알부민의 농도는 DD군, DT군, ND군 및 NT군에서 각각  $3.76 \pm 0.08$ ,  $3.77 \pm 0.07$ ,  $3.64 \pm 0.10$  및  $3.46 \pm 0.09$  g/dL의 농도로 나타났다. 글로불린의 농도는 DD군, DT군, ND군 및 NT군에서 각각  $4.63 \pm 0.13$ ,  $4.29 \pm 0.12$ ,  $3.98 \pm 0.11$  및  $3.85 \pm 0.09$  g/dL로, DD군에 비하여 DT군에서 유의적인 감소를 보였으며( $p < 0.05$ ), NT군 또한 ND군 보다 감소된 것으로 나타났지만 유의적인 차이는 없었다. A/G 비는 DD군에서  $0.81 \pm 0.02$ 로 DT군인  $0.88 \pm 0.02$ 에 비하여 유의적인 감소를 확인하였다( $p < 0.05$ ). 총 단백질 및 알부민, 글로불린은 간 기능 검사의 급성질환 지표보다는 만성질환시 유용한 것으로 알려져 있다 [30,31]. 글로불린은 간 기능 장애가 있을 때 증가하며 [6], 간병변 환자의 경과에서 알부민, A/G 비 등은 임상적으로 의미가 없다고 보고되어 있다 [32]. 따라서 이상지질혈증군에서 글로불린 농도의 증가 및 A/G 비의 감소를 가져오며, 울금의 급여는 글로불린의 감소 및 A/G 비의 증가

효과를 나타내어 간기능 및 지질성분 등의 개선에 효과가 있을 것으로 추정된다.

### 3.7. 전해질 농도

흰쥐의 혈청 중 전해질 농도는 Table 5와 같다. 혈청 총 칼슘(total-Ca) 농도는 5% 울금을 섭취시킨 DT군에서  $12.3 \pm 1.2$  mEq/L로, 이상지질혈증 유발군인 DD군( $11.6 \pm 1.1$  mEq/L)에 비해 농도의 증가를 확인할 수가 있었다. 대조군(ND군,  $14.1 \pm 1.1$  mEq/L)에 비하여 대조군에 5% 울금을 급여한 NT군( $16.2 \pm 1.2$  mEq/L)이 증가된 것으로 확인되었다. 인(Pi)의 농도는 DT군에서 DD군에 비해 증가된 것으로 나타났지만, 유의적인 차이는 없었다. 나트륨(Na)은 DD군 보다 DT군에서 농도가 감소되는 것으로 나타났다. NT군은  $142.6 \pm 7.0$  mEq/L로, ND군( $144.5 \pm 6.9$  mEq/L) 보다 농도가 감소되었다. 칼륨(K)의 농도는 DD군에 비하여 DT군에서 농도의 증가를 보였지만, 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. ND군 및 NT군은  $6.7 \pm 0.2$  및  $7.4 \pm 0.4$  mEq/L로, NT군에서 유의적인 증가를 확인하였다( $p < 0.05$ ). DD군 및 DT군의 염소(Cl) 농도는 각각  $103.4 \pm 3.3$  및  $101.4 \pm 3.0$  mEq/L로 DT군에서 감소를 나타냈으나, 유의적인 차이는 없는 것으로 확인되었다. ND군 및 NT군에서  $91.3 \pm 2.8$  및  $91.6 \pm 2.4$  mEq/L로 나타났다. 사구체 여과율과 전해질 항상성은 고혈압 및 신장 기능 등과 관계있는 것으로 보고되어 있으며 [33],

Table 4. Effects of turmeric (*Curcuma longa* L.) on serum total protein, albumin, globulin concentration and ratio of A/G in dyslipidemic rats

Group <sup>1)</sup>	Total protein	Albumin	Globulin	A/G ratio <sup>2)</sup>
ND	$7.62 \pm 0.29^{ab3)}$	$3.64 \pm 0.10^b$	$3.98 \pm 0.11^a$	$0.91 \pm 0.03^b$
NT	$7.31 \pm 0.30^a$	$3.46 \pm 0.09^a$	$3.85 \pm 0.09^a$	$0.90 \pm 0.02^b$
DD	$8.39 \pm 0.32^c$	$3.76 \pm 0.08^b$	$4.63 \pm 0.13^c$	$0.81 \pm 0.02^a$
DT	$8.06 \pm 0.31^{bc}$	$3.77 \pm 0.07^b$	$4.29 \pm 0.12^b$	$0.88 \pm 0.02^b$

<sup>1)</sup>ND : normal-nondyslipidemic diet (control group).

NT : normal-nondyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

DD : control-dyslipidemic diet. DT : dyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

<sup>2)</sup>A/G ratio : albumin/globulin ratio.

<sup>3)</sup>The data are presented as means  $\pm$  standard deviation of 6 independent rats. Means with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.



Table 5. Effects of turmeric (*Curcuma longa* L.) on serum electrolyte concentration in dyslipidemic rats (unit: mEq/L)

Group <sup>1)</sup>	ND	NT	DD	DT
T-Ca	14.1±1.1 <sup>bc2)</sup>	16.2±1.2 <sup>c</sup>	11.6±1.1 <sup>a</sup>	12.3±1.2 <sup>ab</sup>
Pi	12.4±0.4 <sup>b</sup>	12.6±0.5 <sup>b</sup>	10.9±0.4 <sup>a</sup>	11.4±0.5 <sup>a</sup>
Na	144.5±6.9 <sup>a</sup>	142.6±7.0 <sup>a</sup>	163.7±8.0 <sup>b</sup>	154.1±7.9 <sup>ab</sup>
K	6.7±0.2 <sup>b</sup>	7.4±0.4 <sup>c</sup>	5.6±0.2 <sup>a</sup>	6.0±0.1 <sup>a</sup>
Cl	91.3±2.8 <sup>a</sup>	91.6±2.4 <sup>a</sup>	103.4±3.3 <sup>b</sup>	101.4±3.0 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>ND : normal-nondyslipidemic diet (control group).

NT : normal-nondyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

DD : control-dyslipidemic diet, DT : dyslipidemic diet+5% turmeric (*Curcuma longa* L.).

<sup>2)</sup>The data are presented as means±standard deviation of 6 independent rats. Means with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range tests.

나트륨과 염소는 뇌혈관 및 중추신경 장애 등으로 혈청 중 농도가 증가되는 것으로 알려져 있다 [34]. 본 연구에서 이상지질혈증 유발군에 5% 울금의 급여가 나트륨 및 염소의 농도를 감소시켰으며, 총 칼슘, 인 및 칼륨 농도를 증가시켜 전해질 균형을 통한 지질대사 기능 개선 등에 효과가 있는 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

이상지질혈증 유발 흰쥐에 5% 울금(*Curcuma longa* L.) 급여가 혈청 중 지질성분, 단백질 및 전해질 농도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험한 결과, 총 콜레스테롤 농도와 동맥경화 지수(AI) 및 심혈관 위험지수(CRF)는 이상지질혈증 유발군(DD군)에 비해 울금을 섭취한 DT군에서 유의적인 차이를 보이며 감소시키는 효과를 나타내었다( $p<0.05$ ). HDL-콜레스테롤 농도와 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 농도비는 DD군 보다 DT군에서 유의적으로 증가되는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 혈청 LDL-콜레스테롤 농도는 이상지질혈증군에서 증가를 보였으나, 울금을 섭취(DT군)함으로써 감소되었다. 중성지질, 인지질, 유리 콜레스테롤 및 콜레스테롤 에스테르 농도 또한 LDL-콜레스테롤 농도와 유사한 경향을 보였다. 혈당 농도는 DD군, DT군, ND군 및 NT군에서 각각  $107.2\pm 4.2$ ,  $97.7\pm 4.3$ ,  $92.7\pm 3.7$

및  $91.6\pm 3.5$  mg/dL로, 5% 울금의 급여에 의하여 혈당 농도를 감소시켰다. 유리지방산 농도는 울금 급여가 이상지질혈증 실험군에 비하여 저하되는 것으로 관찰되었다. 이상지질혈증 실험군에서 글로불린 농도의 증가와 A/G 비의 감소를 확인하였고, 울금의 급여는 알부민 농도의 증가와 글로불린 농도의 감소 효과를 나타내어 혈청 지질성분 개선 등에 효과가 있는 것으로 나타났다. 흰쥐의 혈청 중의 총 칼슘 농도는 DT군에서 DD군에 비하여 농도의 증가를 확인하였으며, ND군에 비해 NT군에서 증가된 것으로 나타났다. 인 농도는 DT군에서 DD군에 비해 증가된 것으로 나타났지만, 유의적인 차이는 없는 것으로 확인되었다( $p<0.05$ ). 나트륨은 DD군에 비해 DT군에서 농도의 감소를 확인하였다. ND군에 비해 NT군에서 농도의 감소를 보였으나, 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 칼륨의 농도는 DD군에 비해 DT군에서 농도의 증가를 보였지만, 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 염소 농도는 DD군에 비하여 DT군에서 감소되었다. 이상지질혈증 유발 흰쥐에 있어 울금의 섭취는 혈청 지질성분, 단백질 및 전해질 농도 및 지질대사 개선에 효과가 있는 것으로 사료되며, 건강 기능성 식품 소재로서 활용 방안이 기대된다.

## References

1. Y. E. Kim, D. H. Kim, Y. K. Roh, S. Y. Ju, Y. J. Yoon, G. E. Nam, H. Y. Nam, J. S. Choi, J. E. Lee, J. E. Sang, K. Han, Y. G. Park, "Relationship between serum ferritin levels and dyslipidemia in Korean adolescents", *PLoS One*, Vol.11, No.4 pp. e0153167-e0153178, (2016).
2. S. M. Jeon, M. S. Choi, "Comparison of the effects of cyclodextrin-naringin inclusion complex with naringin on lipid metabolism in mice fed a high-fat diet", *J. East Asian Soc. Dietary Life*, Vol.20, No.1 pp. 20-29, (2010).
3. X. Li, Y. Chen, S. Chen, G. Sun, Y. Sun, "The research of the association between dyslipidemia and chronic kidney disease", *Biomed. Res.*, Vol.28, No.18 pp. 7800-7805, (2017).
4. S. Jain, V. Vaishnavi, B. S. Chakraborty, "The effect of dyslipidemic drugs on mortality: a meta-analysis", *Indian J. Pharmacol.*, Vol.41, No.1 pp. 4-8, (2009).
5. L. F. Van Gaal, I. L. Mertens, E. Christophe, "Mechanisms linking obesity with cardiovascular disease", *Nature*, Vol.444, No.7121 pp. 875-880, (2006).
6. M. W. Kim, E. J. Kim, "The changes of serum protein and lipoproteins in Korean diabetic patients and alloxan-diabetic rabbits", *Kor. J. Internal Med.*, Vol.12, No.9 pp. 5-21, (1969).
7. H. K. Nam, "Effect of perilla oil on the fatty acid composition, ACAT and HMG-CoA reductase in microsomes, or cholesterol and protein in serum of rabbits", *Kor. J. Dietary Culture*, Vol.4, No.2 pp. 185-189, (1989).
8. H. W. Kim, S. J. Cho, B. Y. Kim, S. Jung, J. S. Park, S. Y. Lee, S. I. Cho, "Effects of herbal-cheonggukjang on serum composition and urine in rats", *Kor. J. Herbology*, Vol.23, No.2 pp. 137-143, (2008).
9. J. S. Kim, "The serum NPN, BUN and creatinine values in chronic congestive heart failure", *Kor. Circulation J.* Vol.7, No.2 pp. 35-40, (1977).
10. M. A. Kwon, G. S. Kim, J. K. Hong, H. S. Jo, J. K. Kim, M. K. Yang, B. D. Lee, "The effects of 0.45% and 0.9% saline solutions on serum sodium concentrations in chronic renal failure patients", *Kor. J. Anesthesiology*, Vol.44, pp. 462-468, (2003).
11. R. Cueto, P. Valdivielso, M. I. Lucena, C. García-Arias, R. J. Andrade, P. González-Santos, M. I. Lucena, "Statins: Hepatic disease and hepatotoxicity risk", *Open Gastroenterol. J.*, Vol.2, pp. 18-23, (2008).
12. T. Uemura, T. Goto, M. S. Kang, N. Mizoguchi, S. Hirai, J. Y. Lee, Y. Nakano, J. Shono, S. Hoshion, K. Taketani, N. Tsuge, T. Narukami, M. Makishima, N. Takahashi, T. Kawada, "Diosgenin, the main aglycon of fenugreek, inhibits LXR $\alpha$  activity in HepG2 cells and decreases plasma and hepatic triglycerides in obese diabetic mice", *J. Nutr.*, Vol.141, No.1 pp. 17-23, (2010).
13. C. A. C. Araujo, L. L. Leon, "Biological activities of *Curcuma longa* L.", *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Vol.96, No.5 pp. 723-728, (2001).
14. I. Wientarsih, S. Chakeredza, U. ter Meulen, "Influence of curcuma (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) on lipid metabolism in rabbits", *J. Sci. Food Agric.*, Vol.82, No.15 pp. 1875-1880, (2002).
15. B. Y. Seo, E. J. Park, "Protective role of *Curcuma longa* L. extracts on hydrogen peroxide-induced DNA damage in human leukocytes", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, Vol.46, No.5 pp. 545-551, (2017).
16. A. Ramirez-Boscá, A. Soler, M. A. Carrion, J. Diaz-Alperi, A. Bernd, C. Quintanilla, J. Miquel, "An hydroalcoholic extract of *Curcuma longa* lowers the apo B/apo A ratio: implications for atherogenesis prevention", *Mechanisms*

- Ageing Development*, Vol.119, No.1-2 pp. 41-47, (2000).
17. D. H. Jin, D. Y. Oh, D. S. Kang, H. S. Chung, D. S. Kim, Y. G. Lee, J. H. Seong, H. S. Kim, "Effects of krill (*Euphausia superba*) on free fatty acid and electrolyte concentrations in rats", *J. Korean Oil Chem. Soc.*, Vol.35, No.1 pp. 186-193, (2018).
  18. R. P. Mensink, P. L. Zock, A. D. Kester, M. B. Katan, "Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials", *American J. Clin. Nutr.*, Vol.77, No.5 pp. 1146-1155, (2003).
  19. J. C. Russell, S. D. Proctor, "Small animal models of cardiovascular disease: tools for the study of the roles of metabolic syndrome, dyslipidemia, and atherosclerosis", *Cardiovasc. Pathol.*, Vol.15, No.6 pp. 318-330, (2006).
  20. G. J. Thoni, C. Fedou, J. F. Brun, J. Fabre, E. Renard, J. Reynes, A. Varray, J. Mercier, "Reduction of fat accumulation and lipid disorders by individualized light aerobic training in human immunodeficiency virus infected patients with lipodystrophy and/or dyslipidemia", *Diabetes Metabolism*, Vol.28, No.5 pp. 397-404, (2002).
  21. H. Noda, H. Iso, F. Irie, T. Sairenchi, E. Ohtaka, H. Ohta, "Gender difference of association between LDL cholesterol concentrations and mortality from coronary heart disease amongst Japanese: the Ibaraki Prefectural Health Study", *J. Intern. Med.*, Vol.267, No.6 pp. 576-587, (2010).
  22. C. Baigent, L. Blackwell, J. Emberson, L. E. Holland, C. Reith, N. Bhala, R. Collins, "Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: a meta-analysis of data from 170,000 participants in 26 randomised trials", *Lancet*, Vol.376, No.9753 pp. 1670-1681, (2010).
  23. K. Berge, K. Musa-Veloso, M. Harwood, N. Hoem, L. Burri, "Krill oil supplementation lowers serum triglycerides without increasing low-density lipoprotein cholesterol in adults with borderline high or high triglyceride levels", *Nutr. Res.*, Vol.34, No.2 pp. 126-133, (2014).
  24. B. K. Jadhav, K. R. Mahadik, A. R. Paradkar, "Development and validation of improved reversed phase-HPLC method for simultaneous determination of curcumin, demethoxycurcumin and bis-demethoxycurcumin", *Chromatographia*, Vol.65, No.7-8 pp. 483-488, (2007).
  25. J. W. Hur, Y. J. Jeon, S. K. Park, "Determination of total cholesterol, free cholesterol and individual cholesteryl esters in various liver diseases", *Kor. J. Gastroentero.*, Vol.17, No.1 pp. 129-135, (1985).
  26. H. S. Kim, J. H. Seong, "Effects of chitosan oligo-saccharide supplementation on blood glucose, lipid components and enzyme activities in hyperglycemic rats", *J. Food Nutr.*, Vol.21, No.3 pp. 328-335, (2008).
  27. A. C. Pereira, A. C. Sposito, G. F. Mota, R. S. Cunha, F. L. Herkenhoff, J. G. Mill, J. E. Krieger, "Endothelial nitric oxide synthase gene variant modulates the relationship between serum cholesterol levels and blood pressure in the general population: new evidence for a direct effect of lipids in arterial blood pressure", *Atherosclerosis*, Vol.184, No.1 pp. 193-200, (2006).
  28. UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) group, "Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33)", *Lancet*, Vol.352, No.9131 pp. 837-853, (1998).
  29. V. P. Dole, "A relation between non-esterified fatty acids in plasma and the

- metabolism of glucose”, *J. Clin. Invest.*, Vol.35, No.2 pp. 150-154, (1956).
30. K. A. Kim, “Understanding and application of liver function tests”, *Kor. J. Med.*, Vol.76, No.2 pp. 163-168, (2009).
31. Y. J. Kim, “Interpretation of liver function tests”, *Kor. J. Gastroentero.*, Vol.51, pp. 219-224, (2008).
32. S. Lee, K. H. Jang, C. Y. Lee, “The evaluation of prognosis by biochemisteric analysis in the cirrhotic patients”, *J. Kor. Surgical Society*, Vol.33, No.3 pp. 307-320, (1987).
33. D. J. Hunter, M. De Lange, H. Snieder, A. J. Mac Gregor, R. Swaminathan, R. V. Thakker, T. D. Spector, “Genetic contribution to renal function and electrolyte balance: a twin study”, *Clin. Sci.*, Vol.103, No.3 pp. 259-265, (2002).
34. H. S. Kim, “Effects of *Prunus persica* Batsch var. *dauriana* Max. extract on the free fatty acid, creatine phosphokinase and LCAT activities in hypercholesterolemic rats”, *Kor. J. Food Nutr.*, Vol.18, No.3 pp. 265-271, (2005).