

고지방 식이에 있어 체내 지질농도 및 건강 개선에 미치는 연근 추출물의 기능성 평가

박성혜^{1*} · 현중순² · 신언환³ · 한종현¹

¹원광대학교 한의학전문대학원 한약자원개발학과, ²연 그리고 콩 식품 연구소, ³울산대학 호텔조리과

Functional Evaluation of Lotus Root on Serum Lipid Profile and Health Improvement

Sung-Hye Park^{1*}, Joong-Soon Hyun², Eon-Hwan Sihn³ and Jong-Hyun Han¹

¹Dept. of Herbal Resources, Professional Graduate School of Oriental Medicine, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

²Lotus Root & Legume Research Institute, Naju 520-710, Korea

³Dept. of Hotel Culinary Arts, Ulsan College, Ulsan 682-090, Korea

Abstract

In this study, lotus root (*Nelumbo nucifera* G.) which has been used in oriental medicine and folks remedy, was studied to apply to functional foods. We investigated the effects of the lotus root extracts (LTE) with hot water on the reduction of serum lipid and improvement of blood parameters in rats fed high fat diet for 5 weeks. Sprague-Dawley rats weigh 150 g \pm 15 g, were randomly assigned to 4 groups such as basal diet only (BDG), high fat diet without LTE (FDCG), high fat diet with 6% LTE (FD6L), high fat diet with 12% LTE (FD12L). The results of this study were as follows. Hematological data were not significantly different among 4 groups. Serum transferrin concentration and GOT activity were reasonable levels in FD6L and FD12L groups compared with FDCG group. Total cholesterol, LDL-cholesterol, triglyceride in serum and atherogenic index were remarkably reduced in LTE supplemented groups as compared with the control group. But HDL-cholesterol contents in FD6L and FD12L groups were significantly increased compared with that in control group. These results imply that lotus root extracts could be used as a potent food resources for decrease of serum lipid concentration.

Key words : Lotus root, high fat diet, hypolipidemic effect, food resources.

서론

생활 수준 향상 및 식생활의 서구화에 따라 질병 발생 양상이 급격히 변화되고 있어 식사와 관련된 식이성 성인병이 오늘날 가장 큰 건강문제로 대두되고 있다. 특히 동물성 지방 섭취 증가로 인한 고지혈증 발생 빈도가 높아지고 있고 동맥경화, 허혈성 심장질환 등이 급격히 증가되고 있는 추세이다 (Moon SJ 1996, Yim *et al* 1998, Kim *et al* 2002). 동맥경화증의 주요 위험인자인 고지혈증은 고혈압, 흡연과 더불어 관상동맥질환의 3대 위험인자로 알려져 있으며 이와 관계되는 식이 인자로는 콜레스테롤과 총 지방 섭취량 (Goodhart & Shils 1980), 식이 지방내의 불포화지방산과 포화지방산의 비율 (Shepherd *et al* 1980), 과잉의 당질 섭취 (Mettson & Grundy 1985) 등을 들 수 있다. 특히 콜레스테롤의 과잉섭취는 혈중 콜레스테롤의 농도를 상승시키며 LDL-receptor의 활

성을 저하시키고 혈중 LDL-콜레스테롤의 농도를 증가시킨다 (Shepherd *et al* 1980, Mettson & Grundy 1985). 따라서 총 지방의 섭취량보다 섭취하는 지방의 종류가 건강과 더욱 밀접함을 알 수 있다.

우리 나라 국민 영양 개선을 위한 연구보고서 (한국식품위생연구원 2002)에 따르면 총 지방 섭취량은 2000년 이후에 계속 증가하고 있어서 향후 혈중 콜레스테롤 농도의 상승에 따른 심혈관계 질환 발생 증가가 문제시 될 것으로 보고되어 있다.

이에 따라 이의 개선을 위한 의약품의 개발이 활발히 이루어지고 있으며 또한 최근에는 phytochemical 등 식물자원을 활용한 건강 기능성 식품의 개발 및 활용에 많은 관심이 고조되고 있다.

연근은 본초명이 우(藕)라 하며 수련과 식물 연(蓮)의 비대해진 뿌리줄기이다 (중약대사전편찬위원회 1997). 연못이나 깊은 논에서 자라며 식용으로 사용되나 연잎, 연자육과 함께 약용으로 쓰여지고 있다 (Yang *et al* 1985). 연근의 주성분은 탄수화물로 식이섬유소가 풍부하여 장내의 활동을 촉진시키

* Corresponding author : Sung-Hye Park, Tel : +82-63-850-6939
Fax : +82-63-852-0011, E-mail : psh0528kr@hanmail.net

고 체내 콜레스테롤 수치를 저하시키는 작용이 있다(Han & Koo 1993, Kim *et al* 2002). 또한 연근은 맛이 달고 뽀얗게 되면서 성질이 차지도 덥지도 않아 상처부위를 수렴시켜 지혈하는데 도움이 되며(Kim *et al* 2002) 연근속의 레시틴은 혈관벽에 콜레스테롤이 침착되는 것을 예방하여 혈관벽을 강화시키고(Han & Koo 1993, Kim *et al* 2002, 황안국 1998) 신경전달물질인 아세틸콜린을 생성하여 기억력 감퇴 억제작용에 의한 치매 예방 효과도 크다고 알려져 있다(Han & Koo 1993). 또한 혈압이 높은 사람에게 필요한 칼륨의 함량이 높고 복합단백질인 뮤신을 함유하고 있어 콜레스테롤 저하작용과 위벽보호, 해독작용 등을 한다고 보고되었다(Moon *et al* 2003).

이에 본 연구자들은 한약 자원을 기능성 식품이나 건강 식품으로 활용하기 위한 연구의 일환으로 우리나라 식품공전(한국식품공업협회 2002)에 식품재료로 사용이 허가되어 있는 연근을 선택하여 그 기능성을 평가해 보고자 계획하여 첫 번째로 연근의 열수 추출물이 국소 뇌혈류량과 혈압에 미치는 영향을 조사하였고(Park *et al* 2005), 본 논문에서는 연근 열수 추출물이 고지방 식이에 있어 체내 콜레스테롤 농도 및 전반적인 건강 증진에 미치는 영향을 조사하여 유의한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

연구내용 및 방법

1. 연근 열수추출물의 제조

실험에 사용한 연근은 원광대학교 익산 한방병원에서 구입하였다. 연근 100 g을 증류수 2,000 mL와 함께 삼각 플라스크에 넣은 다음 100~120°C에서 120분간 가열하여 얻은 추출액을 면포로 여과한 후 3,000 rpm으로 15분간 원심분리하고 감압농축(CCA-1100, Ilsin, Seoul, Korea) 과정을 거쳐 갈색 분말로 만들어 시료로 사용하였다.

2. 고지방 식이에 있어 혈청 콜레스테롤 농도 개선 효과의 조사

1) 동물의 사육

본 연구에 사용된 동물은 150 g \pm 5 g, Sprague-Dawley계(♂)의 흰쥐를 (주)샘타코에서 분양받아 1마리씩 stainless steel cage(항온항습기, 온도 22 \pm 2°C, 습도 50 \pm 5%)에 넣어 사육하며 연구를 진행하였다. 총 연구기간은 6주이었는데 일주일은 적응시기였고 실험식은 5주간 섭취시켰다.

2) 실험식이

일주일간 적응시킨 흰쥐를 난괴법에 의해 나누어 각 군당

10마리씩 총 4군으로 분류하였다. 즉 기본식이군(Basal diet group, BDG), 고지방 대조군(High fat diet control group, FDCG)과 고지방 식이에 연근 추출분말 6%를 첨가한 군(High fat diet + 6% 연근분말, FD6L), 고지방 식이에 연근 추출분말 12%를 첨가한 군(High fat diet + 12% 연근분말, FD12L)으로 나누었고 실험식은 Table 1에 자세히 정리하였다.

사육하는 동안 흰쥐들이 하루에 섭취한 사료의 양은 네 군간에 유의적인 차이없이 약 25.7 g이었고 이 양은 약 100 Kcal에 해당된다. 따라서 6%, 12%의 연근 추출물을 섭취한 군은 매일 연근 열수 추출 분말을 각각 약 1.54 g, 3.08 g 섭취하였다.

3) 혈액의 채취

사육한 실험동물의 혈액을 채취하기 위해 실험종료 12시간 전부터 절식시키고 마취하여 혈액을 취하였다. 채취 후 CBC tube에 3 mL를 취하고, 나머지는 원심분리(US-5500CF, Vision, Seoul, Korea)하여 혈청을 분리한 후 -80°C에서 냉동 보관하였다.

4) 혈액학적 조사

WBC, RBC, Hct, Hb 및 MCV, MCH, MCHC는 자동분석기(Advia 120, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였고 lymphocyte는 Turk solution을 이용하여 염색하여 수를 카운트한 후 percentage로 표시하였다(대한임상병리학회 2001).

5) 혈액의 임상화학 검사

(1) 총단백질

Biuret method 원리에 의해 TP kit(Total protein reagent, Bayer, U.S.A.)를 이용하여 유색 화합물을 형성시킨 후 자동분석기(Advia 1650, Tokyo, Japan)를 이용하여 농도를 구하였다(대한임상병리학회 2001).

(2) 알부민

Bromocresol green-Doumas method에 의해 albumin kit(Albumin reagent, Bayer, U.S.A.)를 이용하여 화합물을 형성시킨 후 자동분석기(Advia 1650, Tokyo, Japan)로 분석하였다(대한임상병리학회 2001).

(3) 총빌리루빈

Azo reaction 원리에 의해 Kit(Total bilirubin reagent, Bayer, U.S.A.)를 사용하여 발색시킨 후 자동분석기(Advia 1650, Tokyo, Japan)로 농도를 구하였다(대한임상병리학회 2001).

Table 1. Composition of experimental diet

Ingredient(g)	Group	BDG ¹⁾	FDCG ²⁾	FD6L ³⁾	FD12L ⁴⁾
Starch ⁵⁾		22.68	21.34	21.34	21.34
Wheat-powder ⁶⁾		22.68	21.34	21.34	21.34
Sucrose ⁷⁾		20.18	18.26	18.26	18.26
Corn oil ⁸⁾		2.14	3.64	3.64	3.64
Beaf tallow ⁹⁾		4.28	10.94	10.94	10.94
Casein ¹⁰⁾		20.18	16.62	16.62	16.62
Cellulose ¹¹⁾		4.60	4.60	4.60	4.60
Mineral mixture ¹²⁾		1.41	1.41	1.41	1.41
Vitamin mixture ¹³⁾		1.85	1.85	1.85	1.85
LTE ¹⁴⁾		-	-	6% of 100kcal	12% of 100kcal
Total Energy(kcal)		100.00	100.00	100.00	100.00
Carbohydrate(g) ¹⁵⁾		16.25 (65%)	13.75 (55%)	13.75 (55%)	13.75 (55%)
Lipid(g)		1.60 (15%)	3.30 (30%)	3.30 (30%)	3.30 (30%)
Protein(g)		5.00 (20%)	3.75 (15%)	3.75 (15%)	3.75 (15%)

¹⁾ BDG : Basal diet group.

²⁾ FDCG : High fat diet control group.

³⁾ FD6L : High fat diet + *Nelumbo nucifera* powder 6% of 100 kcal.

⁴⁾ FD12L : High fat diet + *Nelumbo nucifera* powder 12% of 100 kcal.

⁵⁾ Starch : Woo-li Food, Korea.

⁶⁾ Wheat-powder : CJ Food, Korea.

⁷⁾ Sucrose : Sigma Co. LTD., U.S.A.

⁸⁾ Corn oil : CJ Food, Korea.

⁹⁾ Beef tallow : Lotte Samkang, Korea.

¹⁰⁾ Casein : Naarden Agro Products BV, Holland.

¹¹⁾ Cellulose : Sigma Co. LTD., U.S.A.

¹²⁾ AIN - Mineral mixture : ICN Biomedicals, Germany.

¹³⁾ AIN - Vitamin mixture : ICN Biomedicals, Germany.

¹⁴⁾ LTE : Lotus root extract.

¹⁵⁾ () : Energy construction ratio.

(4) Creatinine

Creatinine은 알칼리 용액에서 pocrote와 유색 화합물을 형성하는데 형성속도를 측정하여 농도를 구한다. 이때 사용하는 kit는 Crea(Boehringer Mannheim, Germany)이고 자동분석기(747, Hitachi, Nagoya, Japan)로 측정하였다(대한임상병리학회 2001).

회 2001).

(5) Uric Acid

PAP method에 따라 kit(UA, Boehringer Mannheim, Germany)와 자동분석기(747, Hitachi, Nagoya, Japan)를 통해 혈청내 요산농도를 구하였다(대한임상병리학회 2001).

(6) Blood Urea Nitrogen (BUN)

Kinetic UV test에 따라 Urea kit (Boehringer Mannheim, Germany)와 자동분석기(747, Hitachi, Nagoya, Japan)로 농도를 측정하였다(대한임상병리학회 2001).

(7) Alkaline Phosphatase (ALP)

AMP buffer를 이용하는 IFCC method에 의해 Kit(Alkaline phosphate reagent, Bayer, U.S.A.)를 이용하여 발색시키고 자동분석기(Advia 1650, Tokyo, Japan)로 측정하였다(대한임상병리학회 2001).

(8) Glutamic Oxaloacetate Transaminase (GOT)

혈청 중의 GOT 작용으로 aspartic acid와 α -ketoglutaric acid는 oxaloacetic acid와 L-glutamic acid로 변화된다. 다시 oxaloacetic acid는 조효소 NADH의 존재하에서 MDH 작용으로 malate가 생성되는데 NADH가 NAD^+ 로 산화될 때 340 nm에서 흡광도의 감소를 측정하여 농도를 구한다. 이때 사용한 kit는 독일의 Boehringer Mannheim의 ST kit를 사용하였고 자동분석기(747, Hitachi, Nagoya, Japan)로 농도를 측정하였다(대한임상병리학회 2001).

(9) Glutamic Pyruvate Transaminase (GTP)

혈청 중의 GPT 작용으로 L-alanine과 α -ketoglutaric acid는 pyruvic acid와 L-glutamic acid로 변화된다. 생성된 pyruvate는 조효소 NADH의 존재하에 LDH 작용으로 lactate가 생성되는 데 NADH가 NAD^+ 로 산화될 때 340 nm에서 흡광도의 감소를 측정한다. 독일의 Boehringer Mannheim의 ALT kit를 이용하였고 자동분석기(747, Hitachi, Nagoya, Japan)로 측정하였다(대한임상병리학회 2001).

(10) Lactate Dehydrogenase (LDH)

Buffered pyruvate substrate와 $NADH_2$ 에다 혈청을 가해 incubation시키면 혈청내의 LDH에 의해 pyruvic acid가 감소되고 lactate와 NAD^+ 가 생성되는 원리로 LDH kit(Boehringer Mannheim, Germany)를 이용하여 발색시킨 후 자동분석기(747, Hitachi, Nagoya, Japan)로 측정하였다(대한임상병리학회 2001).

6) 혈청의 콜레스테롤 및 중성지질의 분석

(1) Total Cholesterol

Enzymatic colormetric test에 의해 R208 시약(Cholester-R, Youngdong Pharm., Seoul, Korea)으로 발색시킨 후 자동분석기(747, Hitachi, Nagoya, Japan)로 농도를 구하였다(대한임상병리학회 2001).

(2) HDL-Cholesterol

Enzymatic colorimetry 방법을 이용하여 HDL-Cholesterol kit(Boehringer Mannheim, Germany)와 생화학분석기(7450, Hitachi, Nagoya, Japan)로 측정하였다(대한임상병리학회 2001).

(3) LDL-Cholesterol

LDL-Cholesterol kit(Daichi, Japan)와 생화학분석기(7450, Hitachi, Nagoya, Japan)를 이용하여 direct로 농도를 구하였다(대한임상병리학회 2001).

(4) Triglyceride

Enzymatic glycerol 비소거법의 원리에 의해 분석하였다. TG kit(Boehringer Mannheim, Germany)와 자동분석기(747, Hitachi, Nagoya, Japan)를 이용하여 분석하였다(대한임상병리학회 2001).

3. 결과의 통계처리

수집된 모든 자료는 SPSS 프로그램(version 10.0)을 이용하여 처리하였다. 모든 측정치는 평균 ± 표준편차를 구하였고 네 군간의 차이는 분산분석 및 Duncan's multiple range test를 통해 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 연근 추출물 섭취에 따른 Physical Examinations의 변화

고지방 식이와 함께 연근 추출물을 5주간 섭취한 후의 건강상태의 변화를 관찰하기 위해 혈액학적 성상 및 혈청의 임상화학 검사를 실시하여 Table 2, 3에 정리하였다.

Table 2에서 보듯이 기본식이군, 고지방 대조군 및 연근 추출물을 섭취한 두 군에서 모두 혈액학적 성상은 정상농도(대한임상병리학회 2002)를 유지하고 있었다. 또한 네 군간의 유의적인 차이를 보인 항목은 없는 것으로 나타났다.

혈액학적 성상은 어떤 질병상태에 노출되기 전에는 정상농도 범위를 크게 벗어나지 않으므로 혈액학적 성상만으로

Table 2. Hematological variables of rats fed experimental diets

Variable	Group	BDG ²⁾	FDCG ³⁾	FD6L ⁴⁾	FD12L ⁵⁾
RBC($\times 10^6/\text{mm}^3$)		3.87 \pm 0.32 ¹⁾	3.67 \pm 0.41	3.07 \pm 0.42	3.13 \pm 0.38
WBC($\times 10^3/\text{mm}^3$)		3.57 \pm 0.28	3.02 \pm 0.19	2.91 \pm 0.09	3.12 \pm 0.07
Hct(%)		57.38 \pm 4.92	57.00 \pm 3.19	58.00 \pm 5.10	57.63 \pm 3.72
Hb(g/dL)		16.35 \pm 1.01	15.99 \pm 0.99	16.39 \pm 1.06	16.70 \pm 0.96
MCV(fl)		64.63 \pm 0.91	63.10 \pm 0.54	64.25 \pm 0.12	63.13 \pm 0.85
MCH(pg)		18.50 \pm 0.31	18.39 \pm 0.45	18.00 \pm 0.29	18.50 \pm 1.48
MCHC(g/dL)		28.63 \pm 1.09	28.59 \pm 0.89	28.00 \pm 3.02	28.88 \pm 1.52
Lymphocyte(%)		72.88 \pm 5.02	73.00 \pm 4.02	69.63 \pm 4.75	72.88 \pm 5.55

¹⁾ Values are mean \pm S.D.

²⁾ BDG : Basal diet group.

³⁾ FDCG : High fat diet control group.

⁴⁾ FD6L : High fat diet + *Nelumbo nucifera* powder 6% of 100 kcal.

⁵⁾ FD12L : High fat diet + *Nelumbo nucifera* powder 12% of 100 kcal.

건강 증진 효과를 논하기는 어려우나 5주간의 연근 추출물 섭취 시 정상농도를 벗어나지 않은 점으로 보아 연근 추출물이 혈액학적 요인에 유해한 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

체내 영양상태를 민감하게 반영하는 혈청의 임상화학적 결과에서 네 군간에 유의적인 차이를 보인 항목은 혈청의 transferrin과 GOT 농도였다.

철분의 이동형태인 transferrin이 연근 추출물 섭취에 의해 유의적으로 상승되었는데 이 결과가 체내 철분의 농도를 상승시켰음을 반영하는 것은 아니지만 Table 2의 헤마토크리트치, 헤모글로빈 농도, MCV, MCH 및 MCHC의 농도 변화와 함께 관찰해 볼 때 철분의 원활한 이용 가능성이 높음을 생각해 볼 수 있겠다. 또한 간기능의 지표가 되는 GOT 농도는 고지방 대조군의 농도가 45.06 U/L로써 기본식이군의 31.00 U/L보다 유의적으로 높아져서 정상범위를 벗어났으나 연근 추출물을 6%, 12% 섭취한 군에서는 각각 21.75 U/L, 20.25 U/L로써 고지방 대조군보다 유의적으로 낮아졌고 기본식이군보다도 유의적으로 낮은 수준을 보였다. 이는 연근 추출물이 고지방 식사에서 오는 간의 부담을 감소시키므로 나타난 결과로 사료된다. Table 2, 3의 결과를 바탕으로 판단해 보면 5주간의 연근 섭취가 건강 개선에 다소 유익한 영향을 줄 수 있었음을 알 수 있었으나 long-term study를 실시한다면 뚜렷한 건강 증진 효과가 있는지 또는 혈액의 건강지표에는 유의한 변화를 나타내지 않는지에 대한 더욱 명확한 결과를 얻으리라 생각된다.

Table 3. Serum metabolic variables of rat fed experimental diets

Variable	Group	BDG ³⁾	FDCG ⁴⁾	FD6L ⁵⁾	FD12L ⁶⁾
Total protein (g/dL)		4.86± 0.32 ¹⁾	4.95± 0.29	4.91± 0.57	5.21± 0.33
Albumin (g/dL)		3.34± 0.10	3.60± 0.17	3.40± 0.12	4.11± 0.24
Total bilirubin (mg/dL)		0.18± 0.04	0.25± 0.06	0.20± 0.04	0.21± 0.03
Creatinine (mg/dL)		0.58± 0.04	0.60± 0.06	0.59± 0.02	0.47± 0.05
Transferrin (mg/dL)		38.41± 5.11 ^{b2)}	40.59± 3.99 ^b	49.35± 2.62 ^a	52.06± 4.00 ^a
Uric acid (mg/dL)		1.75± 0.44	1.94± 0.32	2.51± 0.59	2.81± 0.61
BUN ⁷⁾ (mg/dL)		12.05± 3.00	11.94± 2.62	12.18± 2.75	11.71± 2.11
ALP ⁸⁾ (U/L)		109.63± 5.19	115.12± 3.76	125.13± 4.92	126.36± 7.01
GOT ⁹⁾ (U/L)		31.00±14.00 ^b	45.06±10.17 ^a	21.75±16.61 ^c	20.25±13.27 ^c
GPT ¹⁰⁾ (U/L)		27.13± 5.15	29.00± 4.10	25.13± 9.16	28.75± 4.92
LDH ¹¹⁾ (U/L)		139.65±30.09	167.09±19.21	118.58±41.72	109.61±37.72

¹⁾ Values are mean±S.D. ²⁾ Alphabet : Significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

³⁾ BDG : Basal diet group. ⁴⁾ FDCG : High fat diet control group.

⁵⁾ FD6L : High fat diet + *Nelumbo nucifera* powder 6% of 100 kcal.

⁶⁾ FD12L : High fat diet + *Nelumbo nucifera* powder 12% of 100 kcal.

⁷⁾ BUN : Blood urea nitrogen. ⁸⁾ ALP : Alkaline phosphatase. ⁹⁾ GOT : Glutamic oxaloacetate transaminase.

¹⁰⁾ GPT : Glutamic pyruvate transaminase. ¹¹⁾ LDH : Lactate dehydrogenase.

2. 연근 추출물 섭취에 따른 혈청 지질 농도의 개선 효과

Table 4에서 기본식이군, 고지방 대조군 및 고지방 식이에 6%, 12%의 연근 추출물을 섭취한 네 군의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지질 농도 및 동맥 경화지수를 정리하였다.

모든 지질의 농도가 네 군간에 유의적인 차이를 보였는데 특히 총 콜레스테롤 농도는 연근 추출물을 섭취한 두 군의 농도와 기본식이군의 농도가 같은 수준으로 나타나 연근 추출물이 혈청의 총 콜레스테롤 농도를 낮추는데 매우 좋은 효과가 있었음을 알 수 있다.

HDL-콜레스테롤 농도는 12%의 연근 추출물을 섭취한 군에서는 38.02 mg/dL로서 기본식이군의 30.57 mg/dL, 6% 연근섭취군의 30.76 mg/dL 보다도 유의적으로 높게 나타났다. 한편 LDL-콜레스테롤의 농도는 고지방 섭취에 의해 기본식이군보다 유의적으로 상승되었고 또한 상승된 농도는 연근 추출물 섭취에 의해 유의적으로 낮아져서 12% 섭취군에서는 그 농도가 44.16 mg/dL로서 기본식이군의 46.24 mg/dL와 같은 수준이었다. 중성지질의 농도는 고지방 식이 섭취에 의해 기본식이군보다도 유의적으로 높아져서 146.07 mg/dL로 상승되었고 6% 및 12%의 연근 추출물 섭취에 의해 각각 99.75 mg/dL, 43.25 mg/dL로 유의적으로 낮아진 결과를 보였다.

한편 동맥경화지수는 기본식이군에서 6.07, 고지방대조군에서 11.72, 6% 섭취군에서는 6.16, 12% 섭취군에서는 4.39로 나타나 서로 유의적인 차이를 보였는데 이는 연근 추출물이 총 콜레스테롤 농도는 낮추고 상대적으로 HDL-콜레스테롤 농도를 높인에서 기인한 것으로 혈청의 지질 농도 개선에 매우 좋은 방향이라 사료된다.

국내·외적으로 식물이나 한방자원 등을 이용하여 체내 지질대사를 연구한 논문은 매우 많이 보고되어 있다. 고당질 식사로 인한 고지혈증에 있어 녹차, 우롱차가 체내 지질대사에 미치는 영향(Yang *et al* 2001), 블루베리(*Vaccinium myrtillus* L.)의 체내 지질 농도 저하효과(Andrea *et al.* 1990), 고중성지질 혈증에 있어 코리언더(*Coriandrum sativum*)의 지질 농도 저하 효과(Hwang *et al* 2001), oyster 버섯(*Pleurotus ostreatus*) 열수 추출물의 체지방 저하 효과(Kim *et. al* 1999) 및 들나물미 혈청 지질 함량에 미치는 영향(Kim WH 2002) 등에서 각 식물들의 지질 농도 저하 효과가 보고되어 있다. 한편 한방자원에 속하는 미(*Dioscorea batatas*)와 천미(*Gastrodia rhizoma*)가 흰쥐의 혈청, 간장의 총 지질 농도를 저하시키는데 효과가 제시되었다(Park & Park 2001). 또한 당근 추출물이 난소를 절제한 흰쥐의 혈중 지질 농도에 영향을 미치는데 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도를 유의적으로 낮추

Table 4. Serum lipid concentrations of rat fed experimental diets

Variable	Group	BDG ³⁾	FDCG ⁴⁾	FD6L ⁵⁾	FD12L ⁶⁾
Total cholesterol(mg/dL)		216.18±19.24 ^{1) b2)}	341.38± 1.02 ^a	220.38±20.10 ^b	205.02±17.62 ^b
HDL-cholesterol(mg/dL)		30.57± 4.09 ^b	26.84± 2.92 ^c	30.76± 4.11 ^b	38.02± 2.11 ^a
LDL-cholesterol(mg/dL)		46.24± 8.75 ^c	62.91± 5.12 ^a	52.16± 8.75 ^b	44.16± 4.44 ^c
Triglyceride(mg/dL)		47.31±11.41 ^b	146.07±18.20 ^a	99.75± 9.82 ^a	43.25±12.91 ^b
Atherogenic index ⁷⁾		6.07± 1.02 ^b	11.72± 0.98 ^a	6.16± 0.62 ^b	4.39± 0.39 ^c

1) Values are mean±S.D.

2) Alphabet : Significantly different at the $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

3) BDG : Basal diet group.

4) FDCG : High fat diet control group.

5) FD6L : High fat diet + *Nelumbo nucifera* powder 6% of 100 kcal.

6) FD12L : High fat diet + *Nelumbo nucifera* powder 12% of 100 kcal.

7) Atherogenic index : [Total cholesterol-(HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol].

고 HDL-콜레스테롤 농도를 유의적으로 상승시킨다고 하였고(Kim *et al* 2000) 한국산 배로부터 분리한 polyphenol 분획물이 지질대사에 미치는 영향에 관한 논문(Choi *et al* 2004)도 보고되어 있다.

또한 수종 잎 식물 건조물을 이용한 지질대사의 효능을 보고한 Kang & Kim(1995)에 의하면 감잎, 뽕잎 및 콩잎을 급여시킨 시험군에서 중성지질이 감소되는 경향을 나타낸다고 하였다. 연근의 열수 추출물이 혈액의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지질 농도를 낮추고 HDL-콜레스테롤 농도를 상승시키는 유용한 결과를 나타낸 것은 수용성 및 불용성 식이섬유 등을 동시에 함유하고 있는 식품이 고지혈증 및 동맥경화의 예방이나 치료에 효과가 있다는 보고(Kang & Kim 1995)와 같이 연근의 혈청 지질 농도 개선 효과도 이 영향이 클 것으로 생각되나 열수에 추출될 수 있는 뮤신의 작용도 관련될 수 있으리라 보여진다. 따라서 향후 연근을 추출분획이나 성분별로 나누어서 그 영향을 찾아본다면 명확한 결론을 내릴 수 있으리라 사료된다.

요약 및 결론

연근을 열수추출하여 동결건조한 분말을 고지방 식이와 함께 5주간 섭취시킨 후 혈액의 건강지표와 지질농도를 분석하여 연근 열수 추출물이 건강 및 지질 농도 개선에 미치는 효과를 조사하였다.

고지방 식이과 연근 추출물을 섭취했을 때 건강지표 중 혈청의 transferrin과 GOT 농도가 개선되었고, 혈청의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도가 연근 추출물을 섭취하지

않은 기본식이군과 같은 수준으로 저하되었다. 반면 연근 추출물을 섭취한 경우 HDL-콜레스테롤 농도는 기본식이군 수준으로 상승되었다. 중성지질 농도는 고지방 식이로 인해 유의적으로 상승된 고지방 대조군과 비교 시 연근 추출물을 12% 섭취한 군의 농도가 유의적으로 낮아져서 기본 식이군 농도 수준이었다. 또한 연근 추출물 섭취에 따른 동맥경화지수의 감소는 총 콜레스테롤 농도의 유의한 감소로 나타난 결과가 반영된 것으로 연근 추출물 섭취에 의해 유의적으로 낮아졌다. 이상의 결과에서 연근 추출물은 고지방 식이의 흰쥐에 있어 혈청 지질 profile을 개선시키는데 효과가 있었음을 알 수 있다.

그러나 그 기전은 콜레스테롤의 장내 흡수가 억제되어서인지, 배설이 촉진되어서인지 또는 간에서의 체내 생합성 억제에서 오는 효과인지는 향후 연구가 더 수반되어야 할 것이며, 연근의 어떤 성분이 지질 농도 개선에 효과가 있었는지 역시 추출에 따른 분획을 이용하여 계속 연구되어야 하겠으나 본 연구 결과에서는 연근의 열수추출물이 체내의 지질 농도 개선에는 유용한 효과가 있음을 제시할 수 있겠다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부의 뇌질환 한방연구센터의 연구비(03-PJ9-PG6-SO02-0001)에 의해 수행되었습니다.

문헌

대한임상병리학회(2001) 임상병리학. 고려의학, 서울. p 39-293.

- 중약대사전 편찬위원회(1997) 중약대사전. 도서출판정담, 서울.
- 한국식품공업협회 (2002) 식품공전. 훈영사, 서울. p 452-455.
- 한국식품위생연구원 (2002) 국민영양개선을 위한 보고서. 서울. p 528-542.
- 황안국 (1998) 한방영양학. 한울출판사, 서울. p 111-112.
- Andrea C, Milena N, Elena C, Lina P (1996) Novel lipid-lowering properties of *Vaccinium myrtillus* leaves, a traditional antidiabetic treatment, in several models of rats dyslipidaemia : A comparison with ciprofibrate. *Thrombosis research* 84: 311-322.
- Choi HJ, Park JH, Han HS, Son JH, Son GM, Bae JH, Choi C (2004) Effect of polyphenol compound from Korean pear on lipid metabolism. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 299-304.
- Goodhart RH, Shils ME (1980) Modern nutrition in health and disease. Lea and Febriger, Philadelphia. p 1045.
- Han SJ, Koo SJ (1993) Study on the chemical composition in bamboo shoot, lotus root and burdock. *Korean J Soc Food Sci* 9: 82-87.
- Hwang GH, Heo YR, Choi OJ, Lee HJ (2001) Effects of *Coriandrum sativum* L. on lipid metabolism in rats with hypertriglyceridemic diet. *Nutritional Science* 4: 13-19.
- Kang JO, Kim KS (1995) The effect of dry edible leaves feeding on serum lipids of hypercholesterolemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24: 502-509.
- Kim MH, Ha BJ, Bae SJ (2002) The effects of *Daucus carota* L. extracts on serum lipid and antioxidative enzyme activity in ovariectomized rats. *Korean J of Life Science* 10: 7-13.
- Kim SJ, Park CW, Kim JO, Kim JM, Ha YL (1999) Reduction of mouse body fats by water extract of *Pleurotus ostreatus*. *J Food Sci Nutr* 4: 130-133.
- Kim WH, Bae SJ, Kim MH (2002) The effects of *Sedum sarmentosum* burge on serum lipid concentration in ovariectomized rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 290-294.
- Kim YS, Jeon SS, Jung ST (2002) Effect of lotus root powder on the baking quality of white bread. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 413-725.
- Mettson FH, Grundy SH (1985) Comparison of effects of dietary saturated monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *J Lipid Res* 26: 194-200.
- Moon SJ (1996) Korean Disease pattern and nutrition. *Korean J Nutr* 29: 381-383.
- Moon SM, Kim HJ, Han KS (2003) Purification and characterization of polyphenol oxidase from lotus root. *Korean J Food Sci Technol* 35: 791-796.
- Park PS, Park MY (2001) Effects of *Diocorea batatas* and *Gastrodia rhizoma* on fatty acid compositions of serum, liver and brain in rats. *Korean J Life Science* 11: 83-92.
- Park SH, Sihn EH, Koo JG, Lee TH, Han JH (2005) Effects of *Nelumbo nucifera* on the regional cerebral blood flow and blood pressure in rats. *J East Asian Soc Dietary Life* 15: 49-56.
- Shepherd J, Packard CJ, Grundy SM, Yeshumin P, Gotto AM, Taunton OD (1980) Effects of saturated and polyunsaturated fat diets on the chemical composition and metabolism of low density lipoproteins in man. *J Lipid Res* 21: 91-99.
- Yang HC, Kim YH, Lee TK, Cha YS (1985) Physicochemical properties of lotus root. *J Korean Agricultural Chemical Society* 28: 29-244.
- Yang MH, Wang CH, Chen HL (2001) Green, oolong and black tea extracts modulate lipid metabolism in hyperlipidemia rats fed high-sucrose diet. *J Nutritional Biochemistry* 12: 14-20.
- Yim JE, Chouse RW, Kim YS (1998) Effect of dietary counseling and HMG Cat reductase inhibitor treatment on serum lipid levels in hyperlipidemic patients. *Korea J Lipidology* 8: 61-76.

(2005년 2월 25일 접수, 2005년 6월 15일 채택)