大韓本草學會誌 제20권 제2호 (2005년 6월)
Kor. J. Herbology 2005;20(2):69-75

加味防風通聖散이 고지방식이 급여 흰쥐의 체지질구성과 항산화능에 미치는 영향

이장천#*

상지대학교 한의과대학

Effects of *Gamibangpungtongseungsan* on lipid composition and antioxidant in rat fed high fat

Jang-cheon Lee#*

Dept. of Oriental Medicine, Sangji university, Wonju 220-702, Korea

ABSTRACT

Objective : Effects of Gamibangpungtongseungsan on lipid composition and antioxidant system were investigated in rat fed high fat diet.

Methods : We fed control group rats high fat diet and administered normal saline for 8 weeks, and experimental group rats high fat diet and administered extract of Gamibangpungtongseungsan for 8 weeks.

Results : Body weight gain, concentration of plasma triglyceride, total cholesterol, LDL-cholesterol showed a tendency to decrease in Gamibangpungtongseungsan groups. However, the concentration of HDL-cholesterol showed a tendency to increase in Gamibangpungtongseungsan groups. Plasma and liver TBARS concentration showed a low values in Gamibangpungtongseungsan groups. Activities of SOD, GSH-Px and CAT showed a tendency to increase in Gamibangpungtongseungsan groups.

Conclusions : These results indicate that Gamibangpungtongseungsan has a deep inhibitory effect on lipid composition and antioxidant system.

Key words : Gamibangpungtongseungsan, Lipid, Thiobarbituric acid, Antioxidant

#*제1저자, 교신저자: 이장천. 상지대학교 한의과대학 본초·방제학교실. Tel: 033-730-0663 E-mail: jcl7788@sangji.ac.kr

· 접수 : 2005년 4월 6일 · 수정 : 2005년 6월 15일 · 채택 : 2005년 6월 20일

서 론

고지혈증, 고혈압, 지방간, 당뇨, 심근경색, 협심증, 뇌출혈 및 중풍 등의 성인병들은 현대인에게 가장 흔하게 나타나고 있는 질환들이며, 이러한 질환들의 주요 발병원인은 비만이다. 따라서 성인병을 예방, 치료하기 위해서는 먼저 비만을 치료하여 생체내 지질대사를 원활하게 하고 고지혈, 지방간 등의 일차적 질환을 치료하는 것이 무엇보다 중요하다. 한의학에서는 비만의 원인을 穀氣勝元氣 其人肥而不壽라하여 脾胃濕困, 肝脾不調, 脾腎陽虛, 代謝失常 등으로 설명하고 있으며, 비만에 수반되는 高脂血症 및 고콜레스테롤혈증은 藁梁厚味, 嗜食肥甘, 體肥多痰 등이 원인이며 脾腎의 虛弱으로 인해 체내에 축적된 水濕津液을 痰과 유사한 것으로 해석하고, 증상으로는 頭暈, 心荒, 肢痲, 胸悶, 胸痛 등의 증상을 수반한다고 했다[1,2,3]. 한의학적 비만 치료법으로는 化濕利水, 祛痰, 健脾燥濕, 消導, 活血通絡 등의 방법이 있는데, 비만치료는 비만의 원인을 고려한 여러 가지의 임상적 대응이 필요하다. 특히 성인병과 가장 상관성이 높은 단순성 비만의 경우는 생체의 에너지 수급의 불균형과 지질대사의 이상이 주요 원인이므로 이점을 고려한 적당한 대응법이 제시되어야 한다. 그 동안 여러 연구자들에 의해 비만의 치료효과를 개선하기 위한 연구가 다양하게 수행되었다[4,5,6,7,8]. 그러나 그 결과는 만족한 수준에 이르지 못하고 있으며, 보다 더 많은 연구의 필요성을 인식시켜 주었다. 한편, 가미방풍통성산은 방풍통성산에서 마황, 대황, 망초를 거하고, 목통, 백지, 갈근, 세신, 창이자, 신이, 천초피, 맥문동을 가한 23종의 약물로 구성되었으며, 최근 임상에서 鼻淵[9]치료에 응용되었다. 또한 방풍통성산은 중풍, 고혈압, 동맥경화[10,11] 등에 응용되었으며, 김[12]의 지질저하효과, 진통, 소염, 항균효과[13], 항알레르기 및 면역효과[14], 간기능 효과[15]등 다양한 질환들에 대해 연구되었다. 이러한 여러 연구결과를 고려해 볼 때 은 생체내 지질대사 및 항산화계에 어떤 영향을 줄 가능성을 시사한다. 따라서 본 연구는 비만치료효과를 개선하기 위한 일련의 기초연구로 을 고지방식이를 급여한 흰쥐에게 급여량을 달리하여 처리한 후 생체 지질구성과 항산화계에 미치는 영향을 처리군 간에 비교, 검토했다.

재료 및 방법

1. 실험동물, 식이 및 실험군

평균체중이 166.31±2.94g인 Sprague-Dawel계 숫컷 32두를 일주일간 기본식이(Table 1) 및 환경에 적응시킨 후 대조군(고지방사료,Table1), 처리1군(고지방식이 + 100mg/Kg 농축액, T_I), 처리2군(고지방식이 + 200mg/Kg 농축액, T_{II}) 및 처리3군(고지방식이 + 300 mg/Kg 농축액, T_{III})으로 나누고, 각 처리군당 8두씩 평균체중이 유사하게 임의 배치했다. 식이급여는 8주간의 실험기간동안 각 처리군별 평균 식이섭취량의 차이가 5% 전후가 되도록 급여량을 제한하였다. 물은 자유급여 하였으며, 농축액은 매일 오전 10시에 처리량에 따라 sonde를 이용하여 경구투여했다.

Table 1. Composition of experimental diets.

Ingredients(%)	Basal diet	High fat diet
Casein	20.0	20.0
α- Corn starch	35.0	30.0
Sucrose	11.0	10.0
Lard	4.0	25.0
Corn oil	1.0	5.0
Mineral mix[1)]	3.5	3.5
Vitamin mix[2)]	1.0	1.0
Cellulose powder	23.5	5.2
DL-methione	0.3	0.3

[1)] Mineral mix.(g/kg diet) : $CaCO_3$, 29.29 ; $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, 0.43 ; KH_2PO_4, 34.30 ; NaCl, 25.06 ; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 9.98 ; Feric citrate hexahydrate, 0.623 ; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 0.516 ; MnSO 4 $\cdot H_2O$, 0.121 ; $ZnCl_2$, 0.02 ; KI, 0.005 ; $(NH_4)_6 MO_7O_{24} \cdot 4H_2O$, 0.0025.

[2)] Vitamin mix(mg/kg diet) : Thiamine-HCl, 12 ; Riboflavin, 40 ; Pyrodoxin-HCl, 8 ; Vitamin-B12, 0.005 ; Ascorbic acid, 300 ; D-bitotin, 0.2 ; Menadione, 52 ; Folic acid, 2 ; D-calcium pantothenate, 50 ; P-aminobenzoic acid, 50 ; Nicotinic acid, 60; Cholin choloride, 2000(IU/kg diet) ; Rethinyl acetae, 5000(IU/kg diet) ; Cholecalciferol, 250(IU/kg diet).

2. 약재 및 검액의 조제

본 실험에 사용된 약재는 Table 2와 같으며 중국산으로 영창제약사에서 구입했으며, 상지대학교 한의과대학 본초학교실에서 검증받아 실험에 이용하였다. 400g(건조중량, 약 10첩분)을 정제수 4ℓ로 가열, 추출한 후, 감압농축한 뒤 deep freezer(Freeze dryer, EYELA FDU-540, Japan)에 넣고 동결 건조시켜, 150g의 추출물을 얻었다.

Table 2. Composition of *Gamibangpungtongseungsan*

Talcum(활석)	7.50g
Puerariae Radix(갈근)	7.50g
Xanthii Fructus(창이자)	7.50g
Glycyrrhizae Radix(감초)	3.75g
Schizonepetae Spica(형개)	3.75g
Atractylodis Rhizoma Alba(백출)	3.75g
Angelicae Dahuricae Radix(백지)	3.75g
Akebiae Caulis(목통)	3.75g
Asari Radix(세신)	3.75g
Forsythiae Fructus(연교)	3.00g
Angelicae gigantis Radix(당귀)	3.00g
Paeoniae Radix Rubra(적작약)	3.00g
Cnidini Rhizoma(천궁)	3.00g
Saposhnikovia Radix(방풍)	2.25g
Gypsum(석고)	2.25g
Menthae Herba(박하)	2.25g
Scutellariae Radix(황금)	2.25g
Gardeniae Fructus(치자)	1.875g
Liriopis Tuber(맥문동)	1.875g
Platycodi Radix(길경)	1.875g
Coptidis Rhizoma(황련)	1.875g
Magnoliae Flos(신이)	1.875g
Zanthoxyli Fructus(촉초)	1.125g
Zingiberis Rhizoma(생강)	6.00g

3. 체중측정 및 식이섭취량

실험동물의 체중은 오전 10시에 매일 측정하였으며, 식이 섭취량은 각 시험군 별로 체중측정 직전에 잔량을 수거하여 측정하였다.

4. 채혈 및 시료분석

채혈은 실험종료 12시간 전에 급여사료를 중단, 절식한 상태에서 심장천자법에 의해 채혈, 공시했다. 혈장 TBARS의 정량은 EDTA처리 혈액으로부터 혈장을 분리하여, 37℃에서 120분간 배양 후 Buege와 Aust[16]의 방법에 의해 정량했다. 간장내 TBARS량은 Ohkawa 등[17]의 방법으로 정량했다. SOD는 Flohe 등[18]의 방법으로, Glutathione peroxidase (GSH-Px)활성측정은 Levander등[19]의 방법에 의해, CAT활성측정은Johnsson과 Hkan Borg[20]의 방법에 준해 정량했다. 혈청 Triglyceride량, 혈청Total cholesterol, HDL-cholesterol 및 LDL-cholesterol량은 혈액자동분석기(Boeheringer Manheim, 독일)에 의해 측정했다.

5. 통계분석

실험결과는 SPSS package를 이용하여 one-way ANOVA검정을 수행하였으며, 각 처리군간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test에 의해 $p<0.05$수준에서 실시했다.

결 과

1. 증체량

Table 3에 각 처리군 별 일일 두당 평균 증체량을 나타내었다. 전 처리군에서 2.61g/day에서 3.97g/day의 범위를 나타내었으며, 처리군들이 대조군과 비교하여 낮은 경향을 보여주었다. 그러나 100mg/kg 처리군은 대조군과 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 추출물처리량이 증가함에 따라 일일 증체량은 감소하는 경향을 보였다.

Table 3. Effects of *Gamibangpungtongseungsan* extracts on body weight gain in rat fed high fat diet.

Treatment	Feed intake (g/day)	Body weight gain (g/day)
Control	18.37±0.91^{NS}	3.97±0.66^{c}
T$_{I}$	16.95±0.82^{NS}	3.53±0.92^{bc}
T$_{II}$	17.39±0.83^{NS}	2.88±0.55^{ab}
T$_{III}$	16.61±0.88^{NS}	2.61±0.71^{a}

T$_{I}$: 100mg/Kg *Gamibangpungtongseungsan* extracts, T$_{II}$: 200mg/Kg *Gamibangpungtongseungsan* extracts, T$_{III}$:300mg/Kg Gamibangpungtongseungsan extracts

a, b, c : Values with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

2. 혈액내 지질구성

Table 4는 처리군 별 혈액내 Triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol 및 LDL-cholesterol량을 나타내었다. Triglyceride량은 처리군 별로 107.16mg/dl에서 141.53mg/dl의 범위를 나타내었으며, 대조군에 비교하여 처리군들이 유의하게 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 약물처리군들 간에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. Total cholesterol량은 전 처리군에서 92.38mg/dl에서 131.39mg/dl의 범위를 나타내었으며, 대조군과 비교하여 처리군 모두가 낮은 값을 나타내었다. 약물처리군들 간에서는 약물처리량이 가장 많은 300mg/kg 처리군이 가장 낮은 값을 보였다. HDL-cholesterol량의 변동 범위는 전 처리군에서 39.27mg/dl에서 48.52mg/dl의 범위를 나타내었으며, 약물처리군들이 대조군보다 높은 값을 나타내었다. 그러나 100mg/kg 약물처리군은 여타 약물처리군들보다 낮은 값을 보여, 대조군과 유의한 차이를 나타내지는 않았다. LDL-cholesterol량은 전 처리군에서 50.93mg/dl에서 71.19mg/dl의 범위를 나타내었으며, 대조군보다 약물처리군 모두가 낮은 값을 나타내었다.

Table 4. Effects of *Gamibangpungtongseungsan* on plasma triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol in rat fed high fat diet

Treatment	Triglyceride (mg/dl)	Total cholesterol (mg/dl)	HDL-cholestrol (mg/dl)	LDL-cholesterol (mg/dl)
Control	141.53±4.79^{b}	131.39±4.15^{c}	39.27±4.81^{a}	71.19±4.75^{b}
T$_{I}$	111.46±5.08^{a}	101.55±4.36^{ab}	43.72±4.59^{ab}	55.24±3.82^{a}
T$_{II}$	107.16±6.43^{a}	110.72±6.21^{b}	48.52±3.27^{b}	50.93±4.73^{a}
T$_{III}$	113.58±4.17^{a}	92.38±5.33^{a}	47.95±3.72^{b}	53.96±5.27^{a}

T$_{I}$: 100mg/Kg *Gamibangpungtongseungsan* extracts, T$_{II}$: 200mg/Kg *Gamibangpungtongseungsan* extracts, T$_{III}$:300mg/Kg *Gamibangpungtongseungsan* extracts

a, b, c : Values with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

3. Thiobabituric acid reactive substance (TBARS)

Table 5는 각 처리군 별 혈액 및 간장내 TBARS 농도의 변화량을 나타내었다. 혈액내 TBARS농도는 전 처리군에서 23.77 단위에서 29.18 단위의 범위를 나타내었으며, 가미통성산처리군 모두가 대조군 보다 낮은 값을 나타내었다. 약물처리군 간에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다.. 간장 TBARS농도는

전 처리군에서 16.41단위에서 24.58단위의 범위를 나타내었으며, 약물첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향이었다. 그러나 100mg/kg 약물처리군은 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 5. Effects of *Gamibangpungtongseungsan* extracts on plasma and liver TBARS concentration in rat fed high fat diet

Treatment	Plasma TBARS (n moles MDA/ml)	Liver TBARS (n moles MDA/g)
Control	29.18±4.94[b]	24.58±3.11[b]
T_I	23.77±4.03[a]	19.29±3.52[ab]
T_{II}	25.31±4.83[a]	16.41±3.91[a]
T_{III}	25.74±3.19[a]	17.29±3.15[a]

T_I: 100mg/Kg *Gamibangpungtongseungsan* extracts, T_{II}: 200mg/Kg *Gamibangpungtongseungsan* extracts, T_{III}:300mg/Kg *Gamibangpungtongseungsan* extracts

a, b, c : Values with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

4. Superoxide dismutase (SOD), Glutathione peroxidase (GSH-Px) 및 Catalase (CAT) 활성

각 처리군 별 SOD, GSH-Px 및 CAT활성치의 변동경향을 Table 6에 나타내었다. SOD활성치는 전 처리군에서 161.79단위에서 228.47 단위의 범위를 나타내었으며, 가미통성산 처리군 모두가 대조군보다 높은 값을 보였다. 약물처리군 간에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. GSH-Px활성치는 전 처리군에서 137.95단위에서 219.91단위의 범위를 나타내었으며, 대조군과 비교하여, 약물처리군 모두가 높은 값을 나타내었으나, 100mg/kg 약물처리군은 대조군과 유의한 차이를 나타내지는 않았다. CAT활성치는 전 처리군에서 90.55단위에서 146.35단위의 범위를 나타내었으며, 가미통성산처리군 모두가 대조군 보다 높은 활성치를 보여주었다. 약물처리군들 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 6).

Table 6. Effect of *Gamibangpungtongseungsan* extracts on SOD, GSH-Px, CAT activities in rat fed high fat diet

Treatment	SOD (unit/g fresh tissue)	GSH-Px (n moles/min/mg protein)	CAT (n moles H_2O_2 decomposedsed /min/mg protein)
Control	161.79±21.53[a]	137.95±20.05[a]	90.55±19.65[a]
T_I	215.37±19.27[b]	145.61±25.57[a]	131.58±20.17[b]
T_{II}	221.55±21.98[b]	189.35±24.37[b]	146.35±20.93[b]
T_{III}	228.47±20.88[b]	219.91±23.71[b]	135.71±23.27[b]

T_I: 100mg/Kg *Gamibangpungtongseungsan* extracts, T_{II}: 200mg/Kg *Gamibangpungtongseungsan* extracts, T_{III}:300mg/Kg *Gamibangpungtongseungsan* extracts

a, b, c : Values with different superscripts in the same column are significantly different ($P<0.05$).

고 찰

비만은 당뇨병, 고혈압 및 심근경색 등의 각종 성인병을 일으키는 주요 원인이 되며, 체내 지질대사에 이상을 초래하여 과산화물의 축적을 증가시켜 퇴행성 질환, 노화 및 암의 원인이 되기도 한다[21,22,23]. 최근의 고지방 혹은 고에너지 식품 위주의 식생활은 비만을 야기하고, 한편으로는 이러한 식습관이 비만의 예방이나 치료에 상당한 어려움을 주고 있다. 그 동안 많은 분야에서 비만을 효과적으로 치료하기 위한 연구가 수행되었으나[4,5,6,24,25], 아직까

지도 만족할 수준의 연구결과는 없다. 한방에서는 비만으로 인한 고지혈증의 원인을 膏粱厚味, 嗜食肥甘, 體肥多痰 등 으로 해석하고 있으며, 高脂血症을 水濕津液이 脾腎의 虛弱으로 인해 체내에 정체하여 生한 淡과 유사하다고 하였으며, 頭暈, 心慌, 肢痲, 胸悶, 胸痛 등의 증상으로 인해 淡症, 心悸, 眩暈, 頭痛, 胸痺, 眞心痛, 中風 등의 範疇에서 임상적으로 해석한다[1,2,3]. 또한 한의학에서는 생체 본래의 기능을 활성화시켜 비만을 예방하고 치료하는 방법들이 여러 연구자들에 의해 보고되었다[4,6,7]. 특히 방풍통성산은 그 동안 중풍, 고혈압, 동맥경화[10,11] 등에 응용되어 생체내 지질대사 및 항산화계에 어떤 영향을 줄 가능성을 시사한다. 따라서 본 연구는 비만치료효과를 개선하기 위한 일련의 기초연구로 을 고지방식이를 급여한 흰쥐에게 급여량을 달리하여 처리한 후 생체 지질구성과 항산화계에 미치는 영향을 처리군 간에 비교, 검토했다. 그 결과 의 급여량이 증가함에 따라 일일 두당 증체량이 감소하였으며(Table 3), 혈액내 지질구성(Table 4)에 있어서도 Triglyceride농도는 대조군과 비교하여 약물처리군 모두가 유의하게 감소하였으며, 총 콜레스테롤 및 LDL-cholesterol 농도도 이와 유사하게 급여군들이 감소하는 경향을 보였다. 혈액내 Triglyceride, 총 콜레스테롤 및 LDL-cholesterol은 비만의 경우에 비정상적으로 증가하고 이러한 생물학적 수치의 증가가 고혈압, 심근경색 등의 순환계질환의 주요 원인이 된다. 따라서 본 실험의 결과를 미루어 볼 때 은 비만 및 성인병예방과 치료에 긍정적인 효과를 가져다 줄 수 있음을 시사한다. HDL-cholesterol 농도는 100mg/kg 약물처리군이 대조군과 유의한 차이를 나타내지는 않았지만, 약물급여량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 일반적으로 HDL-cholesterol은 혈액내 잉여 cholesterol을 간장으로 재 순환시켜주는 역할을 하여, 혈관내 환경을 개선하여 성인병을 예방하는 인자로 알려져 있다. 따라서 본 실험의 결과를 볼 때 이 HDL-cholesterol량을 증가시켜 순환계질환을 예방하거나 치료하는데 효과적임을 시사해 주었다. 혈장 및 간장내 TBARS농도는 처리군들 모두가 대조군 보다 낮은 경향을 보였으며, SOD, GSH-Px 및 CAT의 항산화계 효소활성치는 처리군 모두가 증가하는 경향을 보여, 체내 과산화물질량과 관련 효소활성치가 잘 부합되었으며, 이러한 결과는 이 체내 항산화능에 영향을 줄 수 있음을 시사해 준다.

결 론

가미통성산탕이 비만과 항산화능에 미치는 영향을 검토하기 위하여 가미통성산탕 농축액을 급여량을 달리하여 고지방식이를 급여한 흰쥐에게 급여한 후 지질구성과 항산화능을 처리군 간에 비교, 검토했다. 그 결과 액의 급여량이 증가함에 따라 일일 두당 증체량이 감소하였으며, 혈액내 지질구성, 즉 Triglyceride농도, 총 콜레스테롤 및 LDL-cholesterol 농도도 이와 유사하게 급여군들에서 감소하는 경향을 보였다. HDL-cholesterol농도는 100mg/kg 약물처리군이 대조군과 유의한 차이를 나타내지는 않았지만, 약물급여량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 혈장 및 간장내 TBARS농도는 처리군들 모두가 대조군 보다 낮은 경향을 보였으며, SOD, GSH-Px 및 CAT의 항산화계 효소활성치는 처리군 모두가 증가하는 경향을 보였다. 이상의 결과를 미루어 보면 은 비만개선과 체내 항산화능에 긍정적으로 영향을 줄 수 있음을 시사해 준다.

감사의 글

본 논문은 2003년도 상지대학교 학술연구지원비에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 宗文九. 痰飮淺說. 上海:上海科技. 1985:51-52.
2. 陸紀宏. 試論中醫辯治高脂血症. 遼寧中醫雜誌. 1991;18(2):1-3.
3. 王其飛. 中醫長壽學. 南京. 遼寧科學技術出版社. 1989:490-501.
4. 김종흘. 刺針이 비만쥐의 혈청지질저하 및 항산화효과와 분자생물학적 양상에 미치는 영향. 상지대학교대학원. 2002.
5. 박진아, 김미경. 한국고유의 산채류첨가식이가 흰쥐의 지방대사 및 항산화능과 카드뮴제독에 미치는 영향. 한국영양학회지. 1999;32(4):353-368.
6. 오세웅. 침자극이 고지방식이를 급여한 흰쥐의 체지질합성과 항산화능에 미치는 영향. 상지대학교박사논문. 2001.

7 이명진. 침자극이 비만쥐의 지질강하 및 항산화효과와 Apo-B, Apo-E, TNF-α 및 Leptin 의 DNA 발현량에 미치는 영향. 상지대학교 대학원박사논문. 2002.

8. 박원환. 평위도담탕이 고지방식이성 고지혈증 백서에 미치는 영향. 동의병리학회지. 1996;10(2):103-111.

9. 채병윤. 鼻淵疾患의 治療에 관한 임상적 연구. 서울. 대한한의학회지. 1985;6:93-103.

10. 황도연. 방약합편. 서울:의약사. 1984:71-72.

11. 염태환. 동의처방대전. 서울:행림출판사. 1975:225.

12. 김수억. 방풍통성산이 가토혈청지질함량에 미치는 영향. 경희약대논문집. 1977:5,63.

13. 성현제. 방풍통성산의 진통, 소염, 해열 및 항균작용에 관한 실험적 연구. 경희대학교 대학원. 1984.

14. 이동현. 방풍통성산 및 방풍통성산가미방이 항알레르기와 면역반응에 미치는 영향. 경희대학교 대학원. 1990.

15. 맹정균. 방풍통성산이 사염화중독 백서의 혈액상에 미치는 영향. 경희대학교 대학원. 1985.

16. Buge, J. A., Aust, S. D. Microsmal lipid peroxidation. In : Fleicher, S., Packer, L. eds. Methods in enzymelogy. London:Academic press. 1978:302-309.

17. Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yagi, K. Assay for lipid peroxide in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. Anal. biochem. 1979;95:351-358.

18. Flohe L., Becker R., Brigelius R., Lengfelder E., Otting F. Convenient as says for superoxide dismutase. CRC Handbook of free radicals and antioxidants in Biomedicine. 1992:287-293.

19. Levander, O. A., Deloach, D. P., Morris, V. C. and Moser, P. B. Platelet glutathione peroxidase activity as an index of selenium status in rats. J. Nutr. 1983;113:55-63.

20. Johnson L. H., Hikan Borg L. A. A spectrophotometric method for determination of catalase activity in small tissue samples. Analytical Biochemistry. 1988;174:331-336.

21. Vergroeson, A.T. Physiological effects of dietary linoleic acid. Nutr. Rev. 1997;35:1-5.

22. Bidlack, W.R. and Tappel, A. L. Damage to micrbial membrane by lipid peroxidation. Lipids. 1973;8:177-185.

23. Saito, M. International status. J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci. 1988;41:343-351.

24. 이은, 최무영 솔잎분말이 고콜레스테롤 급여 흰쥐의 체지질구성과 TBARS량에 미치는 영향. Korean J. Food Sci. Technol. 2000;32(5):1186-1190.

25 김주희, 김미경. 깻잎, 쑥, 참취의 건분 및 에타놀추출물이 흰쥐의 지방대사와 항산화능에 미치는 영향. 한국영양학회지. 1999;32(5):540-551.