

Treadmill 운동과 DNA 및 첨 Catechin 섭취가 흰쥐 생체내 지방조성과 항산화 활성에 미치는 영향

이치호* · 조진국 · 이은정 · 손영희 · 남혜영 · 최일신¹
건국대학교 동물생명과학부 축산가공학과, ¹한경대학교 낙농과학과

Effect of the Treadmill Exercise and the Intake of DNA and Crude Catechin (from *Puerariae thunbergiana* Roots) on the Body Fat Composition and the Antioxidant Activity in Rats

Chi-Ho Lee*, Jin-Kook Cho, Eun-Jung Lee, Young-Hee Son,
Hye-Young Nam and Il-Shin Choi¹

Dept. of Animal Product Processing, Faculty of Animal Life Science, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

¹Dept. of Dairy Science, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea

Abstract

Rats(Sprague-Dawley) were randomly assigned to the following four groups, control, exercise only, exercise and the intake of DNA, exercise, and the intake of DNA plus crude catechin. 0.4% of DNA from salmon egg and 0.1% crude catechins from *Puerariae thunbergiana* roots were fed to the rats. The exercise group was exercised in a treadmill at 20 m/min speed for 6 wks. Body weight and body fat weight of 4 groups were investigated, and the body fat composition and antioxidant activity were evaluated by measuring the weight of organs and biochemical test. After 6 wks, body weight did not show any significant differences among those 4 groups, but body fat weight in exercised groups was significantly decreased. The weight of liver, epididymal adipose tissue(E.A.T) and perirenal adipose tissue(P.A.T) were significantly decreased in groups of exercise only, exercise and the intake of DNA, exercise and the intake of DNA plus crude catechin($p<0.05$). Phospholipid, cholesterol and triglyceride levels of serum were decreased by exercise, but HDL-cholesterol level of serum was significantly increased($p<0.05$). GOT, GPT and glucose levels in serum were slightly decreased by crude catechin, but serum NEFA levels were significantly increased by crude catechin($p<0.05$). Results indicated that exercise with the intake of crude catechin would be helpful for the functional development of the compositions in blood lipid.

Key words : treadmill exercise, DNA, catechin, antioxidant activity, rat

서 론

서구식 식생활이 도입되면서 동물성 식품 및 가공식품 등을 통하여 열량의 섭취가 증가하고 있고 성인병으로 비만, 당뇨병, 고혈압, 동맥경화 및 심혈관계질환 등이 늘어나고

있다(Moon, 1996; Dietschy, 1998). 성인병의 주요 원인 인자 중 혈중 cholesterol 농도는 cholesterol 섭취량에 따라 생합성이 조절되어 일정하게 유지되나 과량으로 섭취시 여러 가지 대사성 질환을 유발한다. Cholesterol 함량과 지방 과다로 인한 비만 등은 영양과다 추세와 운동부족으로 인하여 발생된다고 사료되므로(이, 1965), 건강유지에는 식이조절의 측면에서 기능성 물질의 섭취와 더불어 운동이 중요한 요소라고 할 수 있다.

실험동물을 운동처리했을 때는 간조직에서 혈중으로

*Corresponding author : Chi-Ho Lee, Dept. of Animal Product Processing, Faculty of Animal Life Science, Konkuk University, Seoul, 143-701, Korea. Tel: 82-2-450-3681, Fax: 82-2-455-1044, E-mail: Leech@kkucc.konkuk.ac.kr

lipoprotein, 특히 LDL의 방출이 증가된다는 보고가 있으며 (Link et al., 1972), 혈중 cholesterol의 수치는 도리어 저하되는 경향이 있다고 알려졌다(Link et al., 1972; 安部, 1987). 이러한 결과는 운동처리에 의하여 cholesterol 생합성은 진행되지만 운동에 의하여 체내 성분의 분해가 촉진되는 일환이라는 점을 시사하고 있다(Link et al., 1972; 安部, 1987; Oh, 1997).

한편, 운동할 때 인체가 섭취하는 산소는 세포내에서 여러 가지 원인에 의해 두 개의 전자를 동시에 수용하지 않고 한번에 하나씩 전자를 수용하는 환원이 일어나 산소라디칼이 생성된다(Lehninger, 1987). 활성산소의 유해성에 대해 다양한 형태로 인체를 보호하려는 작용을 하므로 활성산소와 항산화 활성 및 면역기능의 관계에 대한 내용을 포함하는 복합적인 연구가 시도되고 있다(김, 1995; Jan Koolman, 1996).

최근에는 한방과 민간요법에 근거한 천연물의 성인병 예방 및 치료효과에 관심이 모아지고 있으며, 혈중 cholesterol을 낮추기 위한 것이나 항산화작용을 강화한 기능성 식품에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다.

참은 두과식물로서 우리나라의 전통적인 약재이면서 동남아 각지에서 자생하는 민간요법의 재료이다. 이미 많은 연구가 이루어진 녹차 polyphenol의 항산화 효과와 같이 참의 polyphenol류인 catechin도 또한 항산화효과 외에 해열, 해독 등 간장병과 관련한 약리작용 등이 있다고 인정되고 있다(이, 1965; Oh et al., 1990; Kim, 1996; An, 1998). 이외에 참의 추출 성분이 지질의 과산화물 생성을 방지하는 효과나 생체에 대해 지질막 등의 보호작용, 식용유지에 대한 효과 등이 보고된 바 있다(Kim, 1997). 이와 같이 참의 polyphenol의 특성과 crude catechin의 항산화 효과에 관하여는 연구가 상당히 진행이 되었으나(An, 1998; Lee et al., 1995; Gong, 1988), 생체내에 참 catechin이 미치는 영향에 관하여는 연구가 이루어지지 않았다.

핵산은 체내에 흡수되지 않고 배설되며, 간과 일부 신장에 아미노산등을 원료로써 합성되고 있기 때문에 영양소로 분류되고 있지 않았다. 그러나 최근 간장 이외의 골수, 소장, 뇌, 피부 등의 조직은 *de novo* 합성능력이 약해 식이로서 공급된 핵산을 salvage 합성에 이용하고 있다는 것이 해명되면서 핵산의 중요성이 새롭게 인식되어 일부에서는 제7의 영양소라고도 일컬어지고 있다(松永, 1999). 특히 핵산의 세포복원 작용, 면역증강작용, 과산화지질 억제작용, 항알러지 작용 등은 식품첨가물로서 가치가 인정되고 있다(松永, 1999).

그러므로, catechin과 핵산 등의 생리적 활성에 초점을 맞추어 성인병 예방에 미치는 영향에 더욱 깊은 연구가 필요하며 동시에 운동처리와의 관계를 정립하는 것은 의미 있는 일이라고 할 수 있다.

따라서, 본 실험은 연어 알에서 추출한 DNA와 참에서 추출한 crude catechin을 투여하며, 주기적으로 적용한 운동부하가 생체내 지방조성과 항산화작용에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

재료 및 방법

재 료

DNA는 연어 알에서 추출하여 분말화 한 것을 (주)일본 사루데약품으로부터 제공받아 이용하였으며, 참 crude catechin은 *Puerariae thunbergiana*에서 Iwasa와 Torri(1962)의 방법에 의해 추출하였다. 즉, 시중 한국산 참뿌리에서 즙을 짠 후, 참 즙 100 mL에 대하여 1:10의 부피(V/V)비로 물 및 에탄올에 현탁시켜, 100°C에서 환류기를 이용해 추출하였다. 그 증류액은 플라스크에 모아 진공농축을 하였고, 냉동보관하며 사용하였다. 또, 본 실험에 사용된 동물은 Sprague-Dawley계 rat로 6주령(90~110 g)의 수컷을 사용하였다.

실험동물 사육조건

실험동물은 건국대학교 실험동물 사육실에서 8마리를 한 군으로 하여 Table 1과 같이 각각 대조군(Con), 운동처리군(Exercise), 운동처리와 DNA를 투여한 군(Exercise+DNA) 및 운동처리에 DNA와 crude catechin을 투여한 군(Exercise+DNA+Crude catechin)의 4군으로 나누어 사육하였다. 사료는 (주)일본 크레아(クレア配合飼料)에서 공급받은 rat 사료로 실험동물의 건강유지에 충분한 양을 공급해 주었다. 사료의 급여는 매일 9시부터 17시까지 충분히 섭취시킨 후, 다음날 9시까지 절식시켜 충분한 계류시간을 두었다.

사료 급여 외에 DNA 및 참 catechin의 급여는 조제주사를 이용한 경구 투여로 실시하였다. 대조군 외 운동부하 및 경구투여가 요구되는 군은 매일 17시에 상기 조제주사를 경구 투여 한 후 운동부하를 주어 실험하였다. DNA와 참 추출물의 경구투여는 각각 사료섭취량의 0.4%와 0.1% 수준으로 맞추어 DNA는 0.08 g/mL, 참은 0.02 g/mL의 농도로 투여하였다.

Table 1. Experimental group of rats

Group	Treatment
Control	The intake only feed without exercise
Exercise	Exercise and the intake of saline solution
Exercise+DNA	Exercise and the intake of DNA extract
Exercise+DNA+Crude catechin	Exercise and intake of DNA extract and crude catechin

Each group consist of 8 rats.

운동부하 적용

시료의 경구투여를 완료한 후 운동처리군은 즉시 실험동물 사육실내의 treadmill에서 운동부하를 주었다. 운동부하는 경사 7°C에서 평균 20 m/min의 조건으로 최초 15분부터 일일 5분의 증가량을 감안하여 최종 60분까지를 상한선으로 하여 수행시키면서 6주 동안 운동처치 하였다. 운동처리가 끝난 군은 충분한 식수공급으로 다음날 9시까지 절식하여 스트레스를 받지 않도록 계류 조치하였다.

장기 적출 및 채혈

실험종료군은 24시간 절식하여 에테르로 가볍게 마취한 후 복부를 절개하여 심장채혈하였고, 개복 후 간, 심장, 신장 지방, 부고환지방 등을 적출하여 무게를 칭량하고 냉동보관하였다. 채혈한 혈액은 30분 동안 실온에 방치하였다가 3,000 rpm으로 20분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 -18°C에 냉동보관하며 실험에 이용하였다.

혈청내 성분 정량법

DNA와 칩 catechin 및 운동부하가 생체 내 미치는 영향을 조사하기 위해 혈장 내 성분을 다음 방법을 이용하여 정량 혹은 측정하였다.

분리된 혈청의 생화학적 검사로 혈중 cholesterol 농도는 효소법을 이용한 Sterozyme 545 Kit(Fuji Lebio Co., Japan)를 사용하였다. High density lipoprotein cholesterol 및 phospholipids, triglyceride, non-esterified fatty acid 농도는 Wako Pure Chemical Co. (Japan)의 HDL-cholesterol kit 및 phospholipids kit, triglyceride G-test kit, NEFA kit를 사용하였다. 또한 glutamate oxaloacetate transaminase(GOT) 및 glutamate pyruvate transaminase(GPT)농도는 일본 소화기학회 간기능 연구반이 만든 표준 조제법(Reitmamflankle법)에 따라 transaminase 측정 kit를 이용하여 측정하였다. Thiobarbituric acid(TBA)가는 Yagi 등(1979)의 방법을 사용하여 측정하였다.

통계처리

실험에 의한 자료처리는 MS Excel 및 SAS(Stastic Analytical System, USA) Program을 사용하여 구하였고, 신뢰구간 검정은 κ^2 검정에 의하였고, 유의차 검정은 Duncan Multiple Range Test로 모두 95% 이상의 신뢰구간을 기준으로 산출하였다.

결과 및 고찰

각 군당 체중 증체량과 사료효율

6주후의 최종체중과 체중증가량 및 사료효율은 Table 2에

Table 2. Final body weight, weight gain and feeding efficiency of 4 rat groups after six weeks

Group	Final body weight(g)	Weight gain(g)	Feeding efficiency
Control	189.8±22.2 ^a	85.4±21.8 ^a	7.1±0.2 ^a
Exercise	207.4±16.9 ^a	101.6±17.4 ^a	6.0±0.3 ^b
Exercise+DNA	208.9±10.3 ^a	104.1±12.3 ^a	5.9± 0 ^{bc}
Exercise+DNA+Catechin	199.0±15.5 ^a	102.3±35.3 ^a	6.1±0.1 ^{bcd}

^{a,b,c,d} Values with different letter are not significantly different ($p>0.05$).

Feeding efficiency was expressed as the weight gain (g)/100 g of body weight.

Values are mean±SD(n=8).

나타낸 바와 같다.

6주 동안의 체중증가량은 운동부하를 적용한 운동군이 대조군(Control)과 비교하여 약 10~20 g의 체중증가를 보였으나, 운동군 및 운동 + DNA군과 운동 + DNA + catechin군의 체중증가량은 101.6±21.8, 104.1±12.3 및 102.3±35.3 g으로 유의차가 없는 균일한 범위내로 나타났다.

운동군과 비운동군 사이의 체중증가는 실험 전 기간에 걸쳐 유의한 차이가 없는 것으로 사료되며, 이러한 결과는 동물성 식이와 treadmill 운동부하를 실시한 An(1992)의 동물실험 결과에도 나타나 있다.

사료급여에 따른 증체와의 상관관계를 살펴볼 때, 100 g당 사료섭취량은 운동부하군들이 대조군의 섭취량에 비해 낮은 수치를 보였다. 즉 사료효율은 대조군에 비해 운동부하군, 운동부하+DNA, 운동부하+DNA+Crude catechin 첨가군이 유의성은 없으나 낮은 값을 나타냈고, DNA 및 Crude catechin의 투여에 따른 효과는 나타나지 않았다. 따라서 대조군과 다른 3군 간의 사료효율차는 운동부하에 따른 것으로 사료된다.

장기 및 부고환지방, 신장지방 적출 정량

해부 직후 측정된 장기의 무게는 심장 및 신장, 비장이 Table 3에 나타낸 바와 같이 차이가 거의 없었다. 그러나 간장과 부고환지방 및 신장지방의 무게는 대조군에 비해 운동부하를 적용한 군이 유의성 있게 작았다. 특히 간의 무게는 운동에다 DNA와 catechin의 투여에 의하여 감소되었고, 부고환지방 및 신장지방의 무게는 운동부하군 내에서는 DNA 및 catechin투여에 의한 차이는 없었다. 따라서 운동부하가 체지방을 줄이는데 가장 효과적인 것이 재확인되었다.

혈액성분 정량

혈액의 각 지질성분을 정량한 결과는 Table 4에 나타내었다. 혈중 triglyceride 농도는 대조군에 비해 운동부하군이 유

Table 3. Relative weight of various organs and adipose tissues

(unit: g)

Group	Heart	Kidney	Spleen	Liver	E.A.T. ¹⁾	P.A.T. ²⁾
Control	0.36±0.02 ^a	0.69±0.04 ^a	0.21±0.03 ^a	3.02±0.02 ^a	1.37±0.29 ^a	1.24±0.16 ^a
Exercise	0.37±0.03 ^a	0.69±0.02 ^a	0.20±0.03 ^a	2.94±0.12 ^{ab}	0.97±0.17 ^b	0.92±0.30 ^b
Exercise+DNA	0.37±0.04 ^a	0.66±0.03 ^a	0.20±0.02 ^a	2.83±0.14 ^b	0.90±0.11 ^b	0.72±0.16 ^b
Exercise+DNA+Catechin	0.37±0.04 ^a	0.69±0.03 ^a	0.22±0.03 ^a	2.81±0.08 ^b	0.94±0.22 ^b	0.77±0.24 ^b

¹⁾ E.A.T. : Epididymal Adipose Tissue.²⁾ P.A.T. : Perirenal Adipose Tissue.^{a,b} Values followed by the same letter in the column are not significantly different(p>0.05).**Table 4. Biochemical values of blood lipid compositions in serum**

(unit: mg/dL at 100 g of body weight)

Group	Phospholipid	Total Cholesterol	¹⁾ HDL-Cholesterol	¹⁾ Triglyceride
Control	72.6±12.11 ^a	56.60±9.77 ^a	11.27±1.35 ^a	6.25±1.09 ^a
Exercise	57.1±6.25 ^b	48.85±6.49 ^b	13.91±1.97 ^b	5.22±0.38 ^b
Exercise+DNA	51.6±7.16 ^{bc}	50.00±3.42 ^{bc}	13.09±1.99 ^{bc}	5.59±0.33 ^{abc}
Exercise+DNA+Catechin	64.5±5.91 ^{abd}	54.97±5.89 ^{abc}	11.41±0.58 ^{ad}	5.02±0.17 ^{bd}

¹⁾ HDL-Cholesterol : High Density Lipoprotein - Cholesterol.^{a,b,c,d} Values with different letter are significantly different (p<0.05).

의성 있게 낮은 값을 나타내었으며(p<0.05), DNA 첨가의 효과는 없었으나 운동부하군에 비해 crude catechin의 투여가 더욱 낮은 값을 나타냈다(p<0.05). 이는 Mayumi 등(1986)의 고지방식이에 녹차추출물인 catechin섭취 후 혈청 triglyceride가 유의하게 낮아지는 보고와 일치하는 결과로 나타났다. 혈중 phospholipid 및 총 cholesterol량은 대조군에 비해 운동부하군들이 유의하게 낮은 값을 나타내었으며(p<0.05), HDL-Cholesterol인 경우는 대조군에 비해 운동부하군과 운동 및 DNA투여군이 유의하게 높은 값을 나타냈다(p<0.05). 그러나, HDL-cholesterol 농도는 DNA에 의한 영향은 없고 칙 catechin에 의해 오히려 감소되는 것으로 나타났으므로 이 결과는 운동에 의한 것으로 판단된다. HDL-cholesterol 농도 증가는 말초조직으로부터 cholesterol을 간으로 운반하여 혈관 벽에 cholesterol의 침착을 방지함으로써 운동이 관상동맥질환의 예방에 효과적인 것으로 보고되고 있다(Chung and Yoo, 1995; Kim and Gong, 1995).

혈액지질 성분들의 결과는 운동을 통하여 섭취에너지의 과잉을 막고 체중감량을 실시할 때 triglyceride가 저하되고 HDL-cholesterol이 증가되며, 또 총 cholesterol의 합성을 감소시킨다는 MacNamara(1987)의 보고와 일치하는 경향을 보였다. 또, HDL-cholesterol은 동맥경화의 예방인자로 장거리 달리기 운동을 규칙적으로 실시한 유산소 운동군에서 대조군에 비하여 상대적으로 높아(Grundy, 1990), 지속적인 운동이 혈액내의 효과적인 지질변화를 가져오는 것으로 사료되고

있다(Brownell et al., 1982).

혈액중의 GOT활성은 Exercise+DNA+catechin군이 유의성은 없었으나 다른 군에 비하여 비교적 낮았으며, GPT활성은 각 군간에 차이가 없었다(Table 5). GOT 및 GPT 활성이 높은 경우는 심근경색, 급성간염 및 만성간염이 발병한다는 사실을 유의하면 운동을 하며 칙 catechin을 섭취하면 이들의 질병예방에 어느 정도 효과가 있을 것으로 기대되며, 이를 위하여 세분화된 연구가 필요하다고 생각한다. TBA는 각 군간의 유의차가 보이지 않았다.

혈중 NEFA의 함량은 운동에 의해서는 대조군과 유의차는 없었으나 칙 crude catechin 첨가군이 대조군에 비해 p<0.05로

Table 5. Enzyme activities of GOT and GPT, and the TBA value in serum

Group	GOT	GPT	TBA value
Control	41.11±5.99 ^a	11.82±1.50 ^a	0.82±0.11 ^a
Exercise	39.29±6.42 ^a	11.30±1.16 ^a	0.78±0.18 ^a
Exercise+DNA	39.23±5.85 ^a	11.43±1.05 ^a	0.79±0.14 ^a
Exercise+DNA+Catechin	36.28±6.19 ^a	11.69±1.53 ^a	0.82±0.15 ^a

Units of GOT (Glutamate Oxaloacetate Transaminase) and GPT (Glutamate Pyruvate Transaminase) activities are International Unit.

TBA value was expressed as the malondialdehyde nmol/g.

^a Values with different letter are significantly different (p<0.05).

Table 6. NEFA value and glucose levels in serum
(unit: mg/dL at 100 g of body weight)

Group	NEFA ¹⁾	Glucose
Control	655.6±127.0 ^a	91.2±22.1 ^a
Exercise	655.1±140.5 ^{ab}	102.3± 7.4 ^a
Exercise+DNA	675.9± 42.8 ^{abc}	110.6±15.5 ^a
Exercise+DNA+ Catechin	844.0±105.3 ^d	89.4± 6.8 ^a

¹⁾ NEFA : Non-esterified fatty acid.

^{a,b,c,d} Values with different letters are significantly different (p<0.05).

유의하게 크게 나타났다(Table 6).

또한 glucose의 함량도 각 군간의 유의차는 없었지만 운동부하가 적용된 군에서 증가되는 경향을 보였고 운동과 칩 catechin을 적용한 군에서 가장 적은 범위를 나타내었다(Table 6).

이상의 결과를 종합하면 운동부하가 혈액내 phospholipid 총 cholesterol과 triglyceride를 감소시키고 HDL-cholesterol은 증가시켜 혈액내의 지질변화를 긍정적으로 개선시켜 주는 것이 확인되었다. DNA와 crude catechin의 투여는 기대한 만큼 생체내 지방산조성과 항산화활성에 효과가 나타나지 않았으나 catechin 투여군에서 혈액내 GOT활성이 낮고 NEFA는 증가하는 경향이 나타났다.

따라서, 운동과 더불어 crude catechin 섭취가 유의한 차이를 나타내지는 않았지만 혈청지질의 성분의 향상에 보조역할을 할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 운동부하와 DNA 및 칩 crude catechin의 급여에 의한 생체내 성분 변화를 알아보기 위하여 흰쥐를 대조군, 운동부하군, 운동부하+DNA 및 운동부하+DNA+crude catechin 첨가군으로 나누어 사육하였다. 각각 0.4% DNA와 0.1% 칩 crude catechins을 해당 흰쥐에 급식시켰으며, 운동부하군은 Treadmill에서 20 m/min의 속도로 6주 동안 운동시켰다. 사육실험종료 후 체중 증체량과 체지방무게를 먼저 칭량한 후, 항산화활성과 체지방조성을 kit assay를 이용하여 측정하였다.

6주후 각 군간의 최종 체중에는 유의적인 차이가 없었으나 간장, 부고환주위지방 및 신장주위지방은 운동부하군, 운동부하+DNA 첨가군 및 운동부하+DNA+crude catechin 첨가군이 대조군에 비해 유의하게 낮은 값(p<0.05)을 나타냈다. 또, 혈중 phospholipid, cholesterol 및 triglyceride농도는 운동부하군, 운동부하+DNA 첨가군 및 운동부하+DNA+crude catechin 첨가군이 대조군에 비해 유의하게 낮았으나(p<0.05),

HDL-cholesterol은 유의하게 높은 값을 나타냈다. GPT 활성은 각 군간에 유의차가 없었으나, GOT활성은 운동부하를 처리한 군에서 적은 수치를 나타냈으며, TBA가는 각 군간에 유의차가 없었다. 또, 혈중 NEFA 수준은 운동부하+DNA+crude catechin 첨가군이 대조군에 비해 유의하게 높은 값을 나타냈다(p<0.05).

이상의 실험에서 운동과 더불어 crude catechin 섭취가 유의한 차이를 나타내지는 않았지만 혈청지질의 성분의 향상에 보조역할을 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 1999년 NICS의 산학협동을 위한 연구비로 행한 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- An, C. G. (1998) Antioxidative effect of spice and their synergism with catechin and ascorbic acid. *Ph.D. thesis*, Sook-Myoung Univ., Seoul, Korea.
- An, E. N. (1992) Effects of exercise, dietary fat sources and cholesterol levels on lipid compositions of rat serum and tissues. *Ph.D. thesis*, Korea University.
- Brownell, K. D., Bachorik, P. S. and Ayerle, R. S. (1982) Changes in plasma lipid and lipoprotein levels in men and women after a program of moderate exercise. *Circulation*, **65**, 477-484.
- Ohkawa, H., Ohishi, N, and Yagi, K. (1979) Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.* **95**(2), 351-358.
- Chung, H. C. and Yoo, Y. S. (1995) Effects of aqueous green tea extracts with α -tocopherol and lecithin on the lipid metabolism in serum and liver of rats. *Kor. J. Nutr.* **28**, 15-22.
- Dietschy, J. M. (1998) Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentrations. *J. Nutr.* **128**, 444S-448S.
- Gong, K. H. (1988) Studies on the characteristics of polyphenol oxidase from arrowroot. *Ph.D. thesis*, Chung-Ang Univ., Seoul, Korea.
- Grundey, S. M. (1990) Cholesterol and coronary heart disease. *J. American Med. Association* **264**, 3053-3057.
- Iwasa, K. and Torri, H. (1962) A colorimetric determination of tea tannins with ferrous tartrate. *Chagyō Kinkyū Houkoku* **19**, 104-108(in Japanese).

10. Jan Koolman etc. (1996) Color atlas of biochemistry. *Thieme*, pp. 250-294.
11. Kim, D. H. and Gong, S. B. (1995) Relationship between fatness and risk factors of cardiovascular disease in children and adolescent. *Kor. J. Physical Edu.* **34**, 240-249.
12. Kim, M. J. (1997) The effects of extracts from *mugwort* and *Puerariae radix* roots on the blood ethanol concentration and liver function., *M.D. thesis*, Konkuk Univ., Seoul, Korea.
13. Kim, S. H. (1996) The study on the antioxidant effects of crude catechin extracted from *Puerariae thungkergiana* roots. *MD thesis*, Konkuk Univ., Seoul, Korea.
14. Lee, C. H. (1995) The effect of *Puerariae radix* Catechins administration on liver function in carbon tetrachloride treated rat. *Kor. J. Food Sci. and Nutr.* **24**(5), 713-719.
15. Lehninger. (1987) Principles of Biochemistry. 3rd ed., Worth pp. 309-332.
16. Rothfeld, B., Levine, A., Varady, A., Loken, S. and Karmen A. (1977) The effect of exercise on lipid deposition in the rat. *Biochem. Med.* **18**(2), 206-209.
17. Mayumi, Y. H. and Keiichiro, M. (1986) Effect of leaf catechin, (-)epigallocatechin gallate on plasma cholesterol level in rats. *Jpn. J. Nutr. Food Sci.* **39**. 496-500.
18. McNamara, D. J. (1987) Effects of fat modified diets on cholesterol and lipoprotein metabolism. *Ann. Rev. Nutr.* **7**, 273-209.
19. Moon, S. J. (1996) Nutritional problems of Korean. *Korean J. Nutr.* **29**, 371-380.
20. Oh, B. S. (1997) The effect of antioxidant ingestion on the antioxidant enzymes and immune function in endurance training. *Ph.D. thesis*, Korea Univ., Seoul, Korea.
21. Oh, M. J. (1990) Antioxidative components of *Pueraria* root. *Kor. J. Food Sci.* **22**(7), 793-798.
22. 安部孝等. (1987) ラット体内コレステロール代謝に及ぼす身体運動のトレーニング効果. *体力科学.* **36**(95), pp. 77-83.
23. 松永政司. (1999) 核酸の作用と食品としての利用, *Proceeding of 23th Congress of Kor. Soc. for Food Science and Ani. Resour.* pp. 23-61.
24. 이민재. (1965) 약용식물학. 동명사, pp. 287.
25. 김현영. (1995) 식이 지방질 및 항산화제를 달리하여 급여한 흰쥐의 체내 주요 지방질 및 단백질 획득의 산화양상. 부산대학교 대학원 박사논문.

(2003. 4. 16. 접수 ; 2003. 5. 26. 채택)