

## 고지방식이에 Treadmill운동과 녹차추출물 섭취가 흰쥐의 혈청지질에 미치는 영향

정원훈<sup>†</sup> · 신미경\*

원광보건대학

\*원광대학교 식품영양학과

## The Effect on Rats Serum Lipid of Treadmill Exercise and Green Tea Extracts Intake with High Fat Diet

Won-Hun Jeong<sup>†</sup> and Mee-Kung Sin\*

Wonkwang Health Science College, Iksan 570-750, Korea

\*Dept. of Food Nutrition, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

### Abstract

In this research high-fat-diet, which amounts to 40% out of the total calories, is prepared and taken to SD-lined rats for four weeks, and the exercise is taken using treadmill so that two groups are formed: one is for exercise group (E, EG) and the other for non-exercise group (CO, G). In addition the diet-intake-amount and body weight are measured for comparing a green tea extract intake group (EG, G) with a non-intake group (CO, E) and then serum lipid components can be analyzed after four weeks. Considering the total diet amounts for four weeks, CO group has the largest while the EG group does the smallest for the diet-intake-amounts; there is, however, no significant difference among all groups. Both body weight gain and the feed efficiency ratio of the CO group are larger than those of the EG and G group with significant differences ( $p < 0.05$ ). Taking into account the serum lipid components analysis, all of serum total cholesterol, LDL-cholesterol, and triglyceride of EG group have smaller values than those of non-exercise groups (CO, G) with significant differences ( $p < 0.05$ ) respectively, while HDL/LDL-cholesterol of EG group does a larger value than that of non-exercise groups with significant difference ( $p < 0.05$ ); these, hence, show efficient results. For the HDL-cholesterol level, there are no significant differences among each group and the ratio TC/HDL-cholesterol of EG group is smaller than that of CO group with a significant difference ( $p < 0.05$ ). Therefore, we can draw conclusions that exercise and green tea extract intake group (EG) has relatively better results than non-exercise groups (CO, G) through serum lipid components results and furthermore the effects of the green tea extracts intake is considered to play a supplementary role for the improvement of the serum lipid components.

**Key words:** high fat diet, exercise, non-exercise, green tea extract, treadmill

### 서론

생활수준의 향상과 의학의 발전으로 인간의 평균수명과 노령층이 증가하고 있으며, 식습관과 일상생활습관의 변화에 따른 여러 위험인자에 노출되면서, 한국인의 질병 발생률에도 큰 변화를 가져와 과거에는 감염성질환이 사망의 주요인이 되었으나, 1998년 사망원인 통계(1)에 의하면 인구 10만명당 뇌혈관질환사망이 74명, 심장질환사망이 38.9명으로 각각 1위와 2위를 차지하여 순환기계질환으로 인한 사망이 주된 질병양상으로 나타나고 있다. 순환기계질환중에서도 뇌혈관질환, 고혈압질환, 허혈성 심질환이 80%에 달하며 이들 3개 질환은 우리 나라 사망

원인의 21.1%를 차지하고 있다(2). 이러한 순환기질환의 발병률이 높은 것은 고지혈증, 비만, 고혈압과 운동부족 등 일상생활의 습관과도 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다(3).

서구에서는 동맥질환관련 질환이 감소하고 있으나 우리는 영양과다 추세와 운동부족으로 인하여 급속히 증가하고 있다. 질환의 예방과 치료에 식이조절과 운동이 효과적이며, 규칙적인 운동과 식이조절 후에 혈청지질양상은 총 콜레스테롤, 중성지질, LDL-콜레스테롤이 유의하게 감소하였다고 보고하였다(4). 여러 가지 식이요인들이 만성질환의 발병 혹은 예방인자인 것으로 알려지고 있으며, 이러한 요인들은 식생활을 변화시킴으로서 질병발생

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

에 영향을 미칠 수 있으므로 영양교육과 식생활지침은 국민건강증진에 매우 중요하다(5).

식은 고지혈증 유발에 영향을 주고, 혈중지질을 바람직한 수준으로 낮추기 위해서는 적절한 영양상태를 유지하면서 지속적인 식사관리가 필요하며, NCEP에서도 고지혈증 약물치료에 앞서 식이요법을 권하고 있다(6). 그러나 일반인을 대상으로 한 식이에서 지방과 콜레스테롤 등의 섭취와 혈중 콜레스테롤과는 상관성이 없다는 보고도 있다. 즉 혈중 콜레스테롤은 식이뿐만 아니라, 성별, 연령, 운동 등의 상호작용과 환경의 영향을 받기 때문이다(7).

운동과 혈중지질과의 관계를 보면, 7개월간 유산소운동을 실시한 후 중년남성의 혈중 총 콜레스테롤과 중성지질의 개선효과 보고(8)와 조깅 등 평소 운동이 습관화된 중년여성은 혈중 총 콜레스테롤, 중성지질, HDL-콜레스테롤이 안정되어 있음이 보고(9)되어 있다.

녹차의 카테킨은 가용성 성분이 10~15%정도로 함유량이 풍부하며, 성인병 예방에 관계하는 항산화작용(10)과 혈중 콜레스테롤 저하(11) 등의 기능이 밝혀지고 있다. 기호와 기능성 음료인 녹차는 국제적인 역학조사에서 상용시 심장병위험이 낮으며(12), 지방식에 녹차 추출물 첨가 연구에서 녹차섭취집단은 비교집단에 비하여 혈청 총 콜레스테롤, 중성지질은 낮고 HDL-콜레스테롤은 유의하게 높은 보고(13)와, 녹차는 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤 비율을 낮추고(14), 녹차의 카테킨이 혈장 총 콜레스테롤 농도를 낮추고 혈청중의 지질농도를 저하시킨다고 보고하였다(15,16).

따라서 본 연구에서는 흰쥐의 식이조성을 혈중지질성분의 농도에 영향을 줄 수 있는 동물성 고지방식을 주로 하여 운동과 녹차추출물 섭취가 혈중지질성분에 미치는 효과가 있는지를 알아보기로 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험동물의 사육과 식이

본 연구에 사용된 실험동물은 대한실험동물센터에서 분양 받은 평균체중이  $240.3 \pm 6.8$  g이고 8주령된 Sprague Dawley종 수컷 흰쥐로 1주일간 삼양사료로 적응시킨 후 체중에 따른 난피법으로 7마리씩 4군으로 나누어 각 1마리씩 cage에 넣어 실내온도  $23 \pm 5^\circ\text{C}$ , 습도  $55 \pm 5\%$  조건을 유지 사육하였다.

실험식은 고지방식이로 Table 1에서 보는 바와 같이 전체열량의 40%(corn oil 13%, lard 27%)를 지방열량으로 조성하여 고형으로 건조후  $-20^\circ\text{C}$  냉동실에 보관하며 사용하였다.

녹차는 태평양제품(주)으로 관능검사법(17)에 따라 일상 음용하는 차농도인 1.0%~1.5%를 기준으로 하여 끓인 물 100 mL에 녹차 2 g비율로 넣고 5분간 침출한 2%의

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredient	g/kg	kcal	%
Corn starch	510	2,040	43
Casein	200	800	17
Lard <sup>1)</sup>	141	1,269	27
Corn oil	70	630	13
$\alpha$ -Cellulose	30		
Mineral mix <sup>2)</sup>	35		
Vitamin mix <sup>3)</sup>	10		
DL-methione	2		
Choline chloride	2		

<sup>1)</sup>Lotte samkang lard Co.

<sup>2)</sup>Mineral mix: AIN-76.

<sup>3)</sup>Vitamin mix: AIN-76.

차액을 제조하여 급수기에 넣어 녹차추출물 섭취집단(EG, G)에게 자유롭게 섭취하도록 하였으며, 녹차추출물의 성분(18)은 Table 2와 같다.

### 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율 측정

체중은 매주 1회 일정한 시간에 측정하였고 식이섭취량은 매일 측정하였다. 식이효율(FER, food efficiency ratio)은 4주간의 체중증가량을 같은 기간의 식이섭취량으로 나누어 계산하였다.

### 운동 계획

운동방법은 먼저 운동집단(EG, E)과 비운동집단(CO, G)으로 나누고 운동집단을 하루에 10분간 treadmill의 속도 10 m/min 경사  $0^\circ$ 에서 3일간 적응훈련을 시킨 후 4주 동안 매주 5일간 실시하고, 1일 40분씩 20m/min 경사  $7^\circ$  조건에서 달리게 하였다.

Treadmill은 소형동물용 Quinton model을 참고로 제작하였으며 흰쥐가 임의의 휴식을 방지하도록 treadmill 말단에 10 volts의 전기자극을 장치하여 계속 운동하도록 하였다.

### 혈액채취 및 혈청의 지질분석

운동은 실험 24시간 전에 중지시키고 식이는 12시간

Table 2. Components of green tea extracts (2 g/100 mL)

Components	Extract numeral
Total nitrogen (%)	2.92
Tannin (catechin) (%)	6.24
Amino acid (%)	2.19
Caffeine (%)	1.45
Reduce sugar (%)	0.44
Potassium (%)	1.12
Vitamin C (mg%)	1.34
Phosphorus (mg%)	4.12
Calcium (mg%)	2.73
Magnesium (mg%)	1.82

전에 절삭시켜 ethyl ether로 마취시킨 후 개복하여 심실에서 1회용 주사기를 이용하여 혈액을 채취하였으며, 30분간 10°C에 방치한 후 3,000 rpm으로 20분간 원심분리하여 얻은 혈청을 시료로 사용하였다.

Total cholesterol(Riedel, Japan)과 triglyceride(B.M, German) 함량은 효소법에 의하여 검액 0.02 mL를 chemistry automatic analyzer에 넣어 측정하였다.

혈청중 high density lipoprotein cholesterol(HDL-cho)은 효소법(Kanto, Japan)으로 검액 0.2 mL에 침전시약 0.2 mL를 가하고 충분히 혼합하여 실온에서 5분간 방치한 후 3,000 rpm으로 원심분리한 후 상등액 0.1 mL를 얻어 효소시약 3.0 mL를 혼합한 다음 37°C 항온조에서 5분간 가온한 후 505 nm에서 흡광도를 측정하여 다음식에 의하여 산출하였다.

HDL-C함량(mg/dL) = 검체의 흡광도/표준의 흡광도 × 표준액의 표준치(mg/dL) × 2.

Low density lipoprotein cholesterol(LDL-cho)은 Friedwald 등(19)의 다음식을 적용하여 산출하였다.

LDL-C함량(mg/dL) = TC-HDL-TG/5

통계 처리

각 실험의 결과는 SPSS 통계프로그램으로 유의성을 검증하기 위하여 관전자료들을 ANOVA를 하였고, 각 실험군간의 유의적인 차이 분석을 Duncan's multiple comparison test를 실시하였다.

결과 및 고찰

체중증가량과 식이섭취량 및 식이효율

4주간의 식이섭취량과 체중증가량 및 식이효율은 Table 3에서 보는 바와 같다.

4주간의 총 식이섭취량은 CO군이 549.8±18.4 g으로 가장 많이 섭취했으며, 다음으로 G군이 540.7±22.4 g을, E군이 538.4±18.8 g, EG군이 536.3±10.8 g 순으로 식이를 섭취하였으나 각 군간에 유의한 차이는 없었다.

4주 동안 체중증가는 CO군이 115.1±7.8 g으로 가장 증체량이 많았고, 그 다음이 G군으로 102.7±8.4 g, EG군이 89.0±7.1 g, E군이 87.6±5.7 g으로 나타나 녹차급여집

단과 비급여집단과의 관계는 유의한 차이를 보이지 않았으나 CO군이 treadmill운동을 실시한 EG군과 E군에 비하여 유의한(p<0.05) 차이로 증가량이 많았다.

비만이 혈청지질에 미치는 영향을 McNamara(20)는 TC, TG, LDL-cho 합성물을 증가시켜 고지혈증에 이르며 체중의 감소는 TC와 LDL-cho의 합성을 감소시킨다고 하였고, Castelli(21)는 HDL-cho의 상승과 관련이 있을 뿐만 아니라 독립된 위험인자이므로 섭취에너지의 과잉을 막고 체중감량을 실시하여야 LDL-cho와 TG가 저하되고 HDL-cho이 증가하게 된다고 하였다.

4주간 동물성지방식이와 treadmill운동부하를 실시한 동물실험에서 운동군과 비운동군사이의 체중증가는 실험 전기간에 걸쳐 유의한 차이가 없음도 보고되었으나(22), 고지방식이를 섭취한 본 연구에서는 비운동집단이 운동집단에 비하여 증체량이 높아 운동과 체중증가와의 관계를 볼 수 있었다.

4주간의 전체적인 식이효율은 비운동집단인 CO군이 0.21±0.04로 가장 높았고, 다음으로 G군이 0.19±0.03으로 효율이 높았으며, 운동집단인 EG군은 0.17±0.05를, E군은 0.16±0.06의 낮은 효율을 보여 운동집단과 비운동집단 사이에 각각 유의한(p<0.05) 차이를 나타내어 An(22)의 4주간의 treadmill에 의한 운동부하와 beef tallow 섭취시 운동집단과 비운동집단의 식이효율 비교와도 같은 결과를 보였다. 그러나 녹차급여여부에 따른 식이효율은 비녹차급여군이 녹차급여군에 비하여 식이효율의 수치는 높았으나 유의하진 않았다.

혈청 total-cholesterol(TC)의 수준

4주간 treadmill운동과 고지방식이에 녹차를 섭취한 후의 혈청 total-cholesterol(TC)를 분석한 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

혈청 TC에서 EG군이 CO군과 G군에 비하여 유의하게(p<0.05) 낮았다. 즉, treadmill운동과 함께 녹차추출물 섭취는 TC의 농도를 낮추는 효과를 보였다.

혈청 TG의 농도는 동맥경화의 선별 및 고지혈증환자의 예방과 치료방침여부, 치료효과판정에 가장 대표적인 생화학지표로서 널리 사용되고 있으나 식이, 운동, 생활 습관, 비만 등의 일상생활요인과 함께 종합적인 판단이

Table 3. Food intake and weight gains for 4 weeks

	CO	EG	E	G
Total food intake (g)	549.8±18.4 <sup>1)</sup>	536.3±10.8	538.4±18.8	540.7±22.4 <sup>NS2)</sup>
Total weight gain (g)	115.1±7.8 <sup>3)</sup>	89.0±7.1 <sup>b</sup>	87.6±5.7 <sup>b</sup>	102.7±8.4 <sup>ab</sup>
Total food efficiency ratio	0.21±0.04 <sup>a</sup>	0.17±0.05 <sup>b</sup>	0.16±0.06 <sup>b</sup>	0.19±0.03 <sup>a</sup>

CO: control group. EG: intake group of exercise and green tea extract. E: exercise group. G: intake group of green tea extract with non-exercise.

<sup>1)</sup>Values are M±SD of 7 experiment. <sup>2)</sup>NS: not significant.

<sup>3)</sup>Means with different alphabets are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple comparison test.

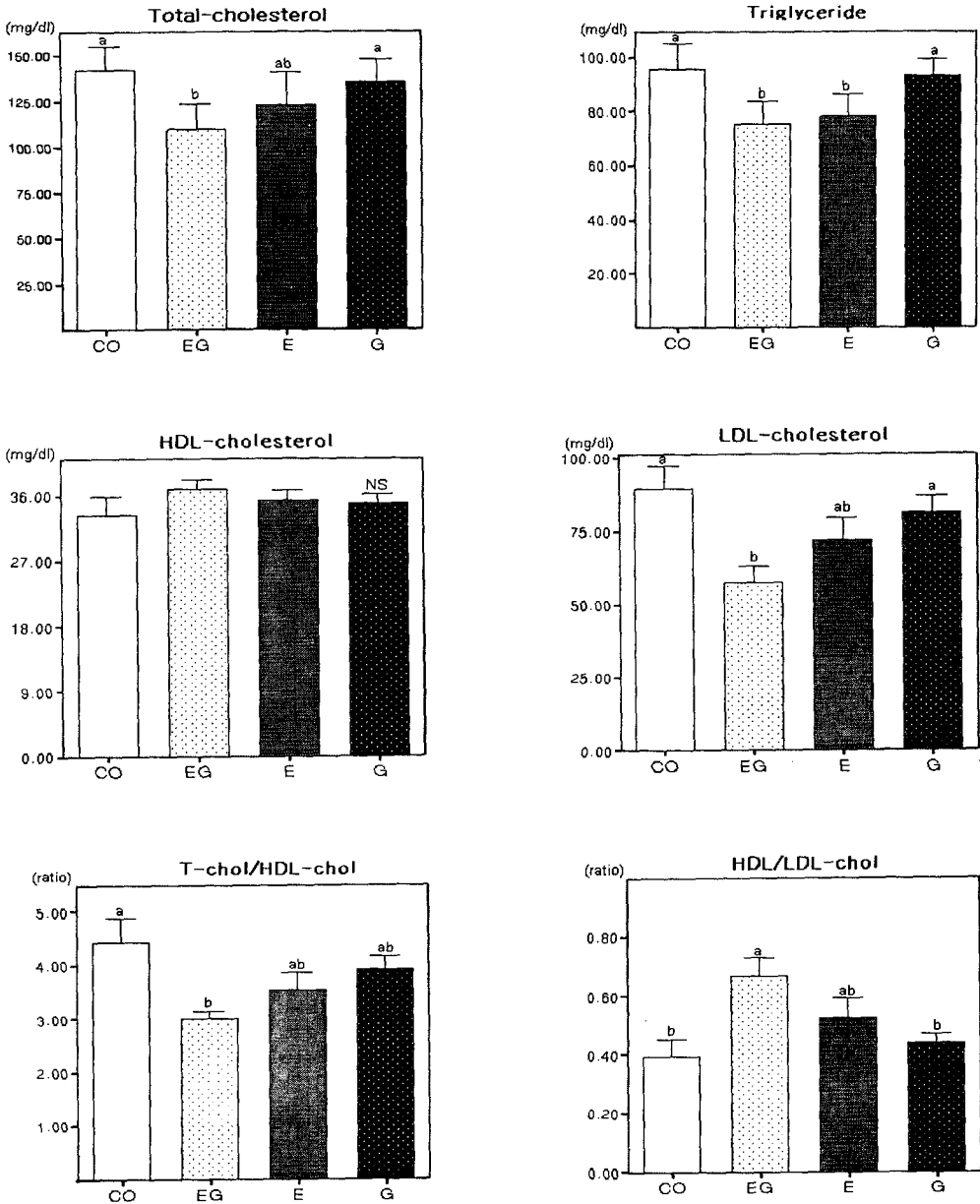


Fig. 1. Levels of serum lipid components of each group after four weeks.

CO: control group. EG: intake group of exercise and green tea extract. E: exercise group. G: intake group of green tea extract with non-exercise.

Values are M±SD of 7 experiment. NS: not significant.

Means with different alphabets on the bars are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple comparison test.

필요하며, 많은 역학조사에서 동맥경화와 지질의 관련성에 관한 공통적인 연구결과는 TC 농도가 증가함에 따라 동맥경화의 위험요소가 증가됨을 보고하고 있다(23).

Lipid research clinic coronary prevention trial(24)에서는 혈중 TC가 1% 감소함에 따라 2%의 동맥경화를 감소시킬 수 있음을 보고하였으며, Frick와 Haapa(25)도 Helsinki heart study에서 1% TC를 감소시킴에 따라 4%의 동맥경화를 감소시킬 수 있다고 보고한 이후 혈중 지질

에 대한 관심이 더욱 강조되어 왔다.

본 실험에서 treadmill 운동부하를 실시한 집단은 비운동집단에 비하여 TC의 농도를 억제하는 반응을 보였는데, 6주간의 수영 후 혈청 TC는 운동지속시간과 강도에 의해 유의적인 차이로 낮아진다는 보고와 운동유형에 따른 TC 수준은 운동의 부하정도와 오랜 운동기간일 때 유의적인 TC 저하를 나타낸다고 보고한 것과 같은 결과를 볼 수 있었다(26,27).

녹차급여의 영향은 급여집단이 비급여집단에 비하여 TC의 뚜렷한 억제효과보다는 운동집단의 TC수준을 낮추는 보조역활을 하는 것으로 사려되며, Chung과 Yoo(28)의 녹차추출물 투여집단의 혈중TC 수준이 유의하진 않았으나 낮은 수치를 보인 것과 같은 결과로 보여진다.

비만집단이 정상집단에 비하여 TC가 유의적으로 높고, 청소년의 비만은 혈중 TC를 높일 위험이 있다는 보고(29)와, Framingham heart study에서 Kannel과 Gordon(30)은 체중의 증가는 증가된 혈청 TC, TG 농도와 관련성이 있으며 LDL-chol농도를 상승시키고 이상체중에서 10%의 체중이 늘어나면 혈청 TC는 12 mg/dL 증가한다고 하였으며, Castelli(21)는 Framingham study에서 이상체중의 20%초과시 동맥경화발생율이 1.5~2배 증가하며 26년간 동맥경화로 사망한 사람을 관찰한 결과 25%는 비만과 직접적인 관련이 있다고 보고하였는데, 본 연구에서도 운동집단에 비하여 비운동집단의 증가한 체중비교와 TC, TG, LDL-chol의 연관성이 보였다.

#### 혈청 triglyceride(TG)의 수준

오늘날 한국인의 고지혈증세에 미치는 영향에 있어서 혈청 TG의 중요성이 강조되고 있으며, 또한 혈청 TG와 동맥경화와의 상관성이 보고되고 있어 TG의 역할이 중요한 것으로 알려지고 있다.

혈청 TG가 식이에 의한 외인성과 체내합성에 의한 내인성으로 인하여 생성되며 식이에 의한 생성이 당질에서 유래하는 유리 지방산과 glycerol에 의해 합성되는 사실을 감안하면, 우리 나라는 과거엔 주로 곡류를 중심으로 한 식물성식품을 섭취하는 고당질식이 저지방식을 하는 식이특성으로 인하여 고콜레스테롤혈증보다는 당질 유도성 고중성지방혈증이 많다고 보고하고 있으나(31), 최근에는 개인소득의 향상에 따라 동물성식품도 섭취가 많아지면서 지방섭취비율도 상승하여, 국민영양조사결과 1995년 우리 나라 국민평균 1인 1일 지방섭취량은 38.5 g으로 10년전에 비하여 49.6%가 증가하고 있으며 향후 지속적인 증가가 예상되므로 고지방식이 TC와 함께 TG에 미치는 영향도 주목이 된다.

혈청 TG는 EG군과 E군이 CO군과 G군에 비하여 유의한( $p < 0.05$ ) 차이로 낮은 결과를 보였다(Fig. 1). 즉 운동집단이 비운동집단에 비하여 운동에 의한 TG의 감소경향이 나타났는데 운동과 TG농도와와 관계를 살펴보면, TG의 변화를 보기 위해서는 유산소 능력을 부여하는 훈련에 운동강도의 반복횟수와 운동시간이 TG의 유의적인 변화요인으로 작용한다고 보고하였으며(32), Godon과 Castell(33)은 장기간 운동과정에서 운동강도에 따라 혈청 TG의 감소와, 지구성 유산소 운동을 실시하여 TG 저하의 효과를 보았다고 하였고, Yoo 등(34)은 유산소 운동처방실시 4개월 경과 후에 최대산소섭취량의 증가와 함께 TG농도

를 유의한 수준으로 감소하였다고 하여 규칙적 유산소 운동이 동맥경화위험자인 TG농도저하에 효과적임을 보고하였다. 또한 Jin(35)과 Castelli(21)는 성인들의 식이와 생활습관에서 활동집단에 비활동집단에 비하여 TG가 유의하게 낮으며 정상수준을 유지하였다는 보고와 An(22)의 4주간 동물성지방식에 treadmill운동부하를 실시한 동물실험에서 혈청 TG는 운동군이 비운동군에 비하여 유의한 차이로 낮은 결과를 보인 것과 같이 본 연구에서도 treadmill운동부하를 실시한 집단에서 유의한 차이를 보인 것은 운동에 의한 TG저하의 효과가 있었다고 사려되며, 녹차급여와 TG 수준과의 관계는 보이지 않았다. CO군과 G군과의 관계에서도 G군이 CO군에 비하여 낮은 수치는 보였으나 유의성이 없어 Mayumi 등(36)의 고지방식에 녹차추출물인 카테킨 섭취후 혈청 TG수준이 유의하게 낮아진 보고와는 차이를 보였다.

#### 혈청 HDL-cholesterol의 수준

Treadmill운동 후 HDL-chol은 각군간에 유의한 차이를 발견하지 못하였다(Fig. 1). 즉 운동을 실시한 EG군과 E군의 운동집단과 운동부하가 없는 G군과 CO군 사이에서의 HDL-chol 수준차이가 없었고, EG군과 G군의 녹차급여 집단과 E군 CO군의 비급여집단간에도 유의한 차이는 없었다.

혈중 TC는 lipoprotein 상태로 운반되며 그 밀도의 차이에 따라 high density lipoprotein과 low density lipoprotein으로 나누어지고 HDL-chol은 동맥혈관에 침착된 콜레스테롤을 제거하는 기능을 가진 동맥경화의 예방인자(37)로 알려져 있으며, 운동과 HDL-chol과의 관계에서 장거리달리기 등을 규칙적으로 실시한 유산소 운동군에게서는 HDL-chol이 비군군에 비하여 상대적으로 높아(38) 지속적인 운동이 혈액내의 효과적인 지질변화를 가져오고, 혈청 HDL-chol의 변화는 비교적 독립적인 운동에 의하여 영향을 받아 평소에 낮은 HDL-chol치를 보여 동맥경화위험이 높은 사람도 운동 후에 안정되는 방향으로 혈청지질이 변화한다(39). HDL-chol 상승효과는 6개월 동안의 낮은 운동강도에서는 효과를 보기 어려웠으나 높은 강도에서의 효과적인 상승보고(40)와, 8개월 동안의 운동으로는 HDL-chol의 상승효과가 없었지만 14개월 후에 효과가 있었다는 보고(41)와 장거리선수들은 HDL-chol수준이 유의한 차이로 높게 나타났으나 단거리선수들은 효과가 없었다고 보고(42)한 것을 볼 때 적절한 강도에 지속적인 운동이 HDL-chol수준을 높이는 것임을 알 수 있다. 그러나 본 연구에서의 고지방식에 운동실시와 녹차급여여부에 따라 수치의 차이는 있었으나 운동과 녹차가 유의있는 HDL-chol의 상승효과는 볼 수 없었다.

#### 혈청 LDL-cholesterol의 수준

4주간 treadmill운동 후 혈중 LDL-chol은 Fig. 1에서 보

는 바와 같이 EG군은 CO군과 G군에 비하여 유의한( $p < 0.05$ ) 차이로 낮은 결과를 보였다. 즉 운동부하를 가하며 녹차를 섭취한 군에서 LDL-cholesterol이 감소하는 결과를 보였고, E군의 LDL-cholesterol수치는 G군과 CO군에 비하여 낮았으나 통계적 유의성은 없었다. 포화지방의 섭취는 불포화지방에 비하여 TG와 LDL-cholesterol 수준을 증가시키는데 (43) 동물성 고지방식이에 운동부하와 녹차의 섭취는 효과가 있었다.

LDL-cholesterol의 생성은 주로 간에서 합성된 VLDL-cholesterol로부터 이루어지며, 그 중 대사산물인 intermediate density lipoprotein도 동맥경화증을 촉진하는 위험한 성분으로 VLDL-cholesterol 합성이 증가되면 동맥경화증을 더욱 악화시킴으로서 혈중 LDL-cholesterol증가는 심혈관질환을 일으키는 주요 위험인자로 보고 있으며(44), LDL-cholesterol이 혈중에 생성되는 양에 따라 동맥경화 발생위험에 직접적 영향을 미치므로 동맥경화위험을 해소하거나 억제하기 위해서는 LDL-cholesterol수준이 정상으로 유지되어야 한다.

식사조절과 운동으로 혈중지질이 효과적으로 개선되었는데(45), LDL-cholesterol은 지구성 유산소 훈련에 의하여 낮아진 보고와(38), 유산소 운동을 실시하여 최대산소섭취량을 증가시킨 후와 지구성 운동 후에도 LDL-cholesterol감소경향은 보이지 않았다는 상반된 의견이 있고(46), 활동적인 생활을 하는 사람과 비활동적인 생활을 하는 사람의 정도에서는 LDL-cholesterol 수치차이의 유의성과, 또는 유산소성 지구력을 요하는 운동에 있어서도 LDL-cholesterol의 급격한 저하반응은 기대하기 어려우나 대체로 LDL-cholesterol 수준의 일반적인 운동에 의한 영향에서 Kim(47)은 조강 운동집단에서 운동전에 비하여 13주 운동후에 LDL-cholesterol 농도의 효과적인 감소를 보았다고 한 것과 같이 고강도의 지구성 운동시에는 점진적인 LDL-cholesterol 수준의 변화를 밝히고 있다. LDL-cholesterol은 운동수행의 강도와 시간에 역의 관계에 있으며, 12주간 규칙적 신체훈련에 체중조절이 LDL-cholesterol의 수준저하에 현저한 효과가 있음을 보고(48) 한 것과 같이 본 연구에서도 각 군간 체중차이의 유의성과 LDL-cholesterol농도의 유의성을 비교해 볼 수 있었다.

동맥경화가 발생하는 이유는 동맥벽에 TC의 clearance가 감소되기 때문이며, 그 원인이 HDL-cholesterol이 감소되고 LDL-cholesterol이 증가하는 지질의 비정상적인 현상으로 인식하고 있는데, 운동집단과 비운동집단간의 LDL-cholesterol의 유의한 차이는 고지방식이 섭취시에도 TC의 수준을 저하시킬 수 있는 운동의 효과라 사려된다.

또한 각 군간에 녹차급여 여부에 의해서도 LDL-cholesterol 농도수치의 유의성에 영향을 주는 것으로 나타나고 있으나, Friedwald 등(19)의 공식에 의하여 산출된 LDL-cholesterol 수치는 TC와 TG, HDL-cholesterol의 농도에 영향을 받고 TC 수치감소는 LDL-cholesterol에 직접적인 감소요인이 되는 관계에서 볼 때, 녹차의 카테킨 성분이 어떠한 작용기전에 의해서 혈중 LDL-cholesterol 수준을 억제하는가에 대해서는 더 자

세한 연구가 필요하다고 본다.

**혈청 TC/HDL-cholesterol 및 HDL/LDL-cholesterol의 수치**

TC/HDL-cholesterol 비율은 CO군이 가장 높았으며 EG군이 가장 낮아 유의한( $p < 0.05$ )차이를 보였다(Fig. 1). 즉 treadmill운동과 녹차를 급여한 군이 일반군에 비하여 낮은 수치의 비율을 보였는데 TC/HDL-cholesterol 비율은 TC 수치가 낮고 HDL-cholesterol 수치가 높을수록 비율이 낮은 관계를 고려하면, 본 연구에서 EG군이 CO군에 비하여 HDL-cholesterol 수치차이가 유의하진 않았지만 높았고, TC 농도에서는 유의하게 낮은 수치를 보인 결과로 사려된다.

HDL/LDL-cholesterol 비율은 EG군이 G군과 CO군에 비하여 높은 비율을 보였으며 유의한( $p < 0.05$ ) 차이를 보였다(Fig. 1). 즉 treadmill운동과 녹차를 함께 급여한 EG군이 비운동집단인 G군과 CO군에 비하여 높은 비율을 보였다.

EG군이 유의하게 높은 비율을 보인 것은 본 연구에서 각 군간에 HDL-cholesterol 수치차이가 유의하진 않았지만 비운동집단의 LDL-cholesterol 수치가 높은 영향을 받은 결과로 보아진다.

TC/HDL-cholesterol 비율과 HDL/LDL-cholesterol 비율은 동맥경화에 의한 사망률과 높은 상관관계가 있고 발생위험을 예측하여 적절한 조치를 취하는 유용한 지표로 사용하는데 (21) 운동에 의해서 동맥경화의 위험을 줄일 수 있다는 가능성을 반영한 것이라 사려된다.

**요 약**

본 연구는 전체열량의 40%를 고지방식으로 조성하여 4주 동안 SD계 흰쥐에 섭취시키며 운동집단(EG, E군)과 비운동집단(CO, G군)으로 나누고, 다시 녹차추출물 섭취집단(EG, G군)과 비섭취집단(CO, E군)으로 비교하였으며, 운동집단에 treadmill운동을 실시하며 식이섭취량과 체중을 측정하고 4주 후에 혈청지질성분을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 4주 동안 총식이섭취량 비교에서 비운동집단인 CO군의 섭취량이 가장 많았으며 운동집단인 EG군의 섭취량이 가장 낮았으나 유의한 차이는 없었다. 체중증가는 비운동집단인 CO군과 G군이 운동집단인 EG군과 E군에 비하여 유의한( $p < 0.05$ ) 차이로 높았으며, 식이효율도 비운동집단이 운동집단에 비하여 유의하게( $p < 0.05$ ) 높았다. 혈청 총 콜레스테롤 농도는 운동집단인 EG군이 비운동집단인 CO군과 G군에 비하여 유의하게 낮았으며( $p < 0.05$ ) 혈청 중성지질 농도는 운동집단인 EG군과 E군이 비운동집단인 CO군과 G군에 비하여 유의하게( $p < 0.05$ ) 낮았다. HDL-cholesterol 수준은 각군간에 유의성이 없었으며 LDL-cholesterol에서는 운동집단인 EG군이 비운동집단인 CO군과 G군에 비하여 유의하게( $p < 0.05$ ) 낮았으며, HDL/LDL-cholesterol 비율은 운동을 실시한 집단인 EG군이 비운동집단인 CO군과 G군에 비하여 유

의하게( $p < 0.05$ ) 낮아, 운동과 녹차추출물을 섭취한 EG군이 혈청지질성분에서 비운동집단인 CO군과 G군에 비하여 비교적 좋은 성적을 보였다. 녹차추출물섭취 효과는 혈청 총 콜레스테롤과 LDL-cho, HDL/LDL-cho 비교에서 EG군이 E군에 비하여 유의한 차이를 나타내지는 않았으나 혈청지질성분의 향상에 보조역활을 한 것으로 사려된다.

### 감사의 글

본 연구는 1999년도 원광보건대학의 교내연구비 지원에 의해서 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 문헌

- National statistical office republic of Korea: Annual report on the cause of death statistics (1998)
- 김정순: 한국허혈성심질환의 사망률 및 유병률과 그 위험요인. 한국지질학회지, 7, 부록 제2호, 91-99 (1997)
- Donahue, R.P., Abbott, R.D., Bloom, E. and Reed, D.M.: Central obesity and coronary heart disease in men. *Lancet*, 821-824 (1987)
- Park, H.S. and Sohn, K.S.: Effect of diet and exercise on blood pressures and lipid profiles in young men. *Kor. J. Lipid*, 6, 43-48 (1996)
- 백희영: 국민건강 영양조사와 관상동맥질환 관련 식이요인 연구. 한국지질학회지, 7, 부록 제2호, 117-119 (1997)
- Summary of second report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. *JAMA*, 269, 3015-3023 (1993)
- Rosenbaum, P.A., Elston, R.C., Srinivasan, S.R., Webber, L.S. and Berenson, G.S.: Predictive value of parental measures in determining cardiovascular risk factor variables in early life. *Pediatrics*, 80, 807-816 (1987)
- Chio, H.N., Joo, M.H. and Park, K.H.: Effects of long aerobic exercise on plasma total-cholesterol, triglyceride, glucose and ventilatory functions. *Kor. J. Exer. Sci. Acad.*, 5, 25-35 (1996)
- Ko, Y.H.: The effects on exercise habits in climacteric women's on blood lipids. *Kor. J. Physical Edu.*, 36, 205-211 (1997)
- Rhi, J.W. and Shin, H.S.: Antioxidant effect of aqueous extract obtained from green tea. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 25, 759-763 (1993)
- 村松敬日郎: 茶の科學. 朝倉書店 (1991)
- Kei, N., Kenji, S. and Kazue, I.: Preventive effects drinking green tea on cardiovascular disease and cancer. The 3rd international symposium on green tea Seoul, Korea. *Kor. J. Food. Sci. Technol.*, p.13-20 (1995)
- Sin, M.K., Han, S.H. and Han, G.J.: The effects of green tea on the serum lipid and liver tissue cholesterol fed rats. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 6, 1255-1263 (1997)
- Chung, H.C.: The effect of green tea on the lipid composition of serum and liver and the activities of antioxidative enzymes in rats. Department of home economics graduate school, Dongguk University (1994)
- Muramatsu, K., Fukuyo, M. and Hara, Y.: Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 32, 613-622 (1986)
- Muramatsu, K., Sugiyama, K., Amano, S., Nakashima, J. and Saeki, S.: Effect of green tea on cholesterol metabolism in rats. *Proceeding Int. Symp. Tea Sci.*, p.220-224 (1991)
- Official methods of analysis of tea: Reprinted from the bulletin of the tea research station. *JPA Ministry of Agriculture and Forestry*, 6, 167-172 (1970)
- Kenjiro, I., Hirotsugu, T. and Toyomasa, A.: Quantitative analysis of tea constituents. *Tea Research J.*, 71, 43-74 (1990)
- Friedwald, W.T., Levy, R.I. and Fredrickson, D.S.: Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18, 499-502 (1972)
- McNamara, D.J.: Effects of fat modified diets on cholesterol and lipoprotein metabolism. *Ann. Rev. Nutr.*, 7, 273-299 (1987)
- Castelli, W.P.: Epidemiology of coronary heart disease. The framingham study. *Am. J. Med.*, 76, 4-12 (1984)
- An, E.N.: Effects of exercise, dietary fat sources and cholesterol levels on lipid compositions of rat serum and tissues. Department of P.E. graduate school, Korea University (1992)
- Dawer, T.R.: The epidemiology of atherosclerotic disease. In *The framingham study*. Harvard University Press, Cambridge (1980)
- Lipid research clinics program. The lipid research clinics coronary primary prevention trial results. II. The relationship of reduction in incidence of coronary heart disease cholesterol lowering. *JAMA*, 251, 365-374 (1984)
- Frick, M.H. and Haapa, K.: Helsinki heart study. primary prevention trial with gemfibrozil in middleaged men with dyslipidemia. safety of treatment, changes in risk factors and incidence of coronary heart disease. *N. Eng. J. Med.*, 317, 1237-1243 (1987)
- Ko, K.J., Kim, T.U. and Baek, Y.H.: The effect of swimming on serum lipids in cholesterol diet rats. *Kor. J. Exercise Nutr.*, 3, 41-52 (1999)
- Kim, Y.S.: The effects of regular exercise on plasma lipoprotein metabolism. *Kor. J. Physical Edu.*, 36, 191-204 (1997)
- Chung, H.C. and Yoo, Y.S.: Effects of aqueous green tea extracts with  $\alpha$ -tocopherol and lecithin on the lipid metabolism in serum and liver of rats. *Kor. J. Nutr.*, 28, 15-22 (1995)
- Kim, D.H. and Going, S.B.: Relationship between fatness and risk factors of cardiovascular disease in children and adolescent. *Kor. J. Physical Edu.*, 34, 240-249 (1995)
- Kannel, W.B. and Gordon, T.: Physiologic and medical concomitants of obesity. In *The framingham study*. NIH Publication, Washington D.C., p.125-163 (1979)
- Park, Y.H., Rhee, C.H. and Lee, Y.C.: Distribution patterns of serum lipids by age and the relation of serum lipids to degree of obesity and blood pressure in Korean adults. *Kor. J. Lipid*, 3, 165-180 (1993)
- Trans, Z.V., Weltman, A., Glass, G.V. and Mood, D.P.: The effect of exercise on blood lipid and lipoproteins. *Med. Sci. Sports*, 15, 393-402 (1983)
- Godon, I. and Castell, W.P.: HDL density lipoprotein as a protective factor against coronary heart disease. *Am. F. Med.*, 62, 707-712 (1977)
- Yoo, S.H., Nho, H.S. and Choi, S.K.: The proper intensity

- of exercise and the effect of exercise program for the coronary heart disease invalid. *Kor. J. Physical Edu.*, **33**, 416-424 (1994)
35. Jin, B.H. : Diet and serum lipids, lipoprotein association at the different serum cholesterol levels in adults male. Major in nutrition dept. of food and nutrition graduate school, Dongduk Women's University (1995)
  36. Mayumi, Yukihiko, H. and Keiichiro, M. : Effect of leaf catechin, (-)epigallocatechin gallate, on plasma cholesterol level in rats. *Jpn. J. Nutr. Food Sci.*, **39**, 496-500 (1986)
  37. Grundy, S.M. : Cholesterol and coronary heart disease. *JAMA*, **264**, 3053-3057 (1990)
  38. Brownell, K.D., Bachorik, P.S. and Ayerle, R.S. : Changes in plasma lipid and lipoprotein levels in men and women after a program of moderate exercise. *Circulation*, **65**, 477-484 (1982)
  39. Sutherland, W. and Woodhouse, S. : Physical activity and plasma lipid concentrations in men. *Atherosclerosis*, **37**, 285-291 (1980)
  40. Seals, D.R., Allen, W.K. and Hurley, B.F. : Elevated high-density lipoprotein cholesterol levels in older endurance athletic. *Am. J. Cardiol.*, **54**, 390-393 (1984)
  41. King, A.C., Haskell, W.L. and Young, D.R. : Long-term effect of varying intensities and formats of physical activity on participation rates, fitness and lipoproteins in men and women aged 50 to 65 years. *Circulation*, **91**, 2596-2604 (1995)
  42. Enger, S.C., Herbiornsen, K. and Erikssen, J. : High density lipoproteins (HDL) and physical activity the influence of physical exercise, age and smoking on HDL-cholesterol and the HDL-C/total cholesterol ratio. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, **37**, 251-255 (1977)
  43. Keys, A., Anderson, J.T. and Grande, F. : Serum cholesterol response to changes in the diet. IV. Particular saturated fatty acids in the diet. *Metabolism*, **14**, 776-787 (1965)
  44. Zavaroni, I., Bonord, E. and Pagliara, M. : Risk factors for coronary artery disease in healthy persons with hyperinsulinemia and normal glucose tolerance. *N. Engl. J. Med.*, **320**, 703-706 (1987)
  45. Valenta, L.J. and Elias, A.N. : Modified fasting in treatment of obesity: effects on serum lipids, electrolytes, liver enzymes, and blood pressure. *Postgrad. Med.*, **79**, 263-267 (1986)
  46. Gaesser, G.A. and Rich, R.C. : Effect of high and low-intensity exercise training on aerobic capacity and blood lipids. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **16**, 269-275 (1984)
  47. Kim, Y.S. : The effects of regular exercise on plasma lipoprotein metabolism. *Kor. J. Physical Edu.*, **36**, 191-204 (1997)
  48. Kim, Y.I., Kim, C.K. and Hwang, S.K. : Effect of treadmill exercise programs on cardiopulmonary functions and blood component in adult obesity. *Kor. J. Physical Edu.*, **38**, 331-343 (1999)

(2000년 4월 26일 접수)