

# 운동량이 젊은 성인 남자의 비타민 C와 E 섭취량 및 혈장 비타민 C, $\alpha$ -tocopherol 및 $\gamma$ -tocopherol 수준에 미치는 영향

강 명 희<sup>1</sup> · 윤 지 숙

한남대학교 이과대학 식품영양학과

## The Effects of Exercise on the Vitamin C and E Intakes and Their Plasma Levels of Vitamin C, $\alpha$ -tocopherol and $\gamma$ -tocopherol in Young Male Adults

Kang, Myung-Hee<sup>1</sup> · Yun, Ji-Suk

Department of Food and Nutrition, Hannam University, Daejeon 306-791, Korea

### ABSTRACT

We investigated the effect of physical exercise on the intakes and plasma levels of vitamin C and vitamin E in young male adults. The study population were divided into two groups: small-amount exercisers( $\leq 30$ min/day, n = 29) and moderate-amount exercisers( $> 30$ min/day, n = 32) according to their physical exercise habits measured by a questionnaire. Dietary intakes of vitamin C and E of the subjects were estimated by the 24 hour recall method. Plasma lipid profiles, vitamin C,  $\alpha$ -tocopherol and  $\gamma$ -tocopherol levels were analyzed. No significant differences were observed in total cholesterol, TG, HDL-C and LDL-C of plasma between two groups. Plasma vitamin C and  $\alpha$ -tocopherol levels in moderate-amount exercisers were significantly higher than those in small-amount exercisers, although dietary intakes of vitamin C and vitamin E were not significantly different between two groups. However, plasma  $\gamma$ -tocopherol level of moderate-amount exercisers did not significantly differ from small-amount exercisers. There was a positive correlation between the amount of exercise and plasma  $\alpha$ -tocopherol level. These results suggest that moderate amount of exercise over 30 min per day would lead to a healthy life with an activated antioxidant defence system against oxidative stress. (*Korean J Nutrition* 34(3) : 306~312, 2001)

**KEY WORDS:** exercise, vitamin C and E intakes, plasma lipid, plasma vitamin C, plasma  $\alpha$ -tocopherol, plasma  $\gamma$ -tocopherol.

## 서 론

과학기술의 발달과 함께 생활수준이 윤택해짐에 따라 현대인들의 생활양식이 급격히 변화되고 있다. 영양소의 과잉 섭취와 운동 부족, 스트레스와 환경오염으로 인해 체중과다, 비만이 점점 늘고 있으며, 이로 인해 심장병, 고혈압, 동맥경화증, 당뇨병을 비롯한 만성질환의 위험률이 증가하고 있다. 특히 비만증, 심근경색, 협심증, 고혈압, 동맥경화증, 노이로제, 자율신경 불안정증후군, 요통 등은 운동 부족과 관련이 많은 질환들로 분류되고 있어, 현대인들에게 있어 운동의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 그러나 규칙적으로 운동을 하는 사람의 비율은 아직도 낮아 1998년 국민건강 영양조사에 의하면, 1회 20분 이상 주 3회 이상 규칙적으로

운동을 하는 사람의 비율이 8.62%, 1회 20분 이상 주 2회 이하 운동을 하는 사람의 비율이 17.74%로 나타났다.<sup>1)</sup>

일상생활에서 운동의 효과는 작업능률과 피로회복 능력의 향상, 좋은 자세의 유지 및 교정, 스트레스 해소 등으로 볼 수 있으며 적당량의 규칙적인 운동은 효율적으로 건강한 신체를 가꾸어 준다. 건강한 생활습관과 적절한 운동은 65세 이전에 만성질환으로 인한 사망률을 85% 이상 예방할 수 있으며, 비활동적인 생활습관을 가진 사람은 활동적인 사람보다 평균수명이 짧을 뿐만 아니라 만성질환에 걸릴 확률도 비교적 높다.<sup>2)</sup> 규칙적인 운동을 하는 사람은 운동하지 않는 사람에 비해 혈 중 비타민 C 및 비타민 E 수준이 높으며, 적혈구 항산화 효소활성을 향상시킨다.<sup>3,4)</sup> 적절한 양의 운동은 활성 산소종에 대한 체내 항산화 방어 능력을 향상시켜 운동으로 증가된 지질 과산화를 감소시키며, 산화적 손상에 대한 내성을 증가시켜 심혈관계 질환을 비롯하여 여러 종류의 암을 예방할 수 있다.<sup>5,6)</sup> 규칙적인 운동을 하는 사람은 산화적 스트레스를 덜 받으면서 강도 높은 일을 수

접수일 : 2001년 3월 7일

채택일 : 2001년 4월 17일

<sup>1</sup>To whom correspondence should be addressed.

행할 수 있으며, 적절한 양의 규칙적인 운동은 산화적 손상에 대한 내성을 증가시켜 항산화 상태를 개선시킨다.<sup>10,11)</sup>

최근, 운동으로 야기되는 산화적 스트레스와 그에 따른 항산화 방어 능력에 대한 연구가 많이 보고되고 있으나 대부분 운동선수를 대상으로 장시간 및 단시간 훈련이 활성 산소종과 지질 과산화에 미치는 영향에 관한 연구<sup>3,10,12-14)</sup>들이다. 운동선수가 아닌 일반인 대상의 연구도 단기간 동안 운동을 시키고 운동전후의 항산화 수준을 측정한 연구 및 쉬는 상태에서 항산화 수준을 측정하여 평소 운동량에 따라 비교한 것이 몇 편 보고되었으나<sup>15-17)</sup> 많지 않으며, 운동량이 비타민 C와 비타민 E 섭취량과 혈장 비타민 C 및 tocopherol 수준에 미치는 영향을 본 연구는 거의 없다. 따라서 본 연구는 젊은 성인 남자를 대상으로, 운동량이 항산화 영양소인 비타민 C와 비타민 E의 섭취량 및 혈장 비타민 C,  $\alpha$ -tocopherol 및  $\gamma$ -tocopherol 수준에 미치는 영향에 대해 알아보려는 목적으로 시도되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구 대상자 선정 및 재별

본 연구는 H대학교에 재학중인 18~26세의 건강한 남자 대학생을 대상으로 1999년 11월부터 1999년 12월까지 수행되었다. 조사에 응했던 92명중 설문조사 결과 운동량이 하루 2시간 이상인 사람을 제외한 61명을 최종 대상자로 선정하였다. 이들을 운동량에 따라 운동량이 하루 30분 미만인 저 운동군(small-amount exercisers, 29명)과 운동량이 하루 30분 이상인 적정 운동군(moderate-amount exercisers, 32명)으로 나누었다. 대상자들은 채혈 전 9시간 이상 음식을 먹지 않도록 지도하였으며, 이들로부터 공복의 안정상태에서 헤파린이 처리된 시험관(vacutainer, Becton Dickinson Co.)을 사용하여 약 10mL의 혈액을 채취하였다. 채혈 즉시 상하로 천천히 12회 이상 흔든 후 ice box에 보관하였고, 1000rpm에서 15분간 원심 분리하여 상층의 PRP(platelet-rich plasma)를 취한 뒤 일부를 비타민 C 분석용으로 사용하고, 다시 3000 rpm에서 30분간 원심 분리하여 상층의 PDP(platelet-deficient plasma)를 분리한 후,  $\alpha$ -tocopherol 및  $\gamma$ -tocopherol 분석 전까지 -80℃ 냉동고에 보관하였다.

### 2. 조사내용 및 방법

#### 1) 일반사항, 운동량 및 신체계측 조사

일반사항 및 운동량에 대한 조사는 설문지를 사용하여 조

사하였다. 일반사항으로는 나이, 영양제 복용 여부, 흡연여부, 흡연량, 흡연력, 금연기간, 알코올 섭취 여부, 알코올의 종류와 섭취량 등을 조사하였으며, 운동량 조사에서는 운동의 규칙성, 운동 횟수, 운동량, 운동강도 및 종류 등에 대한 내용을 조사하였다. 신장은 신장계, 체중은 체중계로 측정하였고, BMI(body mass index)는 신장과 체중으로부터 계산하였으며, 엉덩이-허리 둘레 비(WHR)는 배꼽을 지나 는 수준에서 측정한 허리 둘레를 최대로 측정되는 엉덩이 둘레로 나누어 구하였다. 체지방 비율(%)은 부위별 임피던스 측정기(Inbody 2.0, Biospace co., Korea)를 이용하여 구하였으며, 복부지방 비율(%)은 몸통부위의 체지방량을 전신 체지방량으로 나눈 백분율로 구하였다.

#### 2) 식이 섭취 조사

식이섭취 조사는 24시간 회상법을 사용하여 1대 1 면담하는 방식으로 실시하였다. 면담은 사전에 훈련을 받은 조사원들에 의해 실시되었으며, 대상자들이 분량을 회상하는 데 도움을 주기 위하여 food model을 제시하여 섭취한 모든 음식의 종류와 섭취량이 가능한 정확하게 조사되도록 하였다. 조사 결과로부터 한국영양학회 부설 영양정보센터에서 제작한 CAN program과 한국인 영양권장량(6차 개정)<sup>18)</sup>을 이용하여 영양소 섭취량을 구하였다.

#### 3) 혈장 지질 분석

혈장 총콜레스테롤(TC, total cholesterol), HDL-콜레스테롤(HDL-C) 및 중성지방(TG, triglyceride) 수준은 (주)인화제약의 kit 시약을 이용하여 Photometric Auto-analyzer(Biotron Scientific Instruments BTR 815)로 비색정량 하였다. LDL-콜레스테롤(LDL-C)은 Friedwald 식<sup>19)</sup>을 이용하여 다음과 같이 계산하였다.

$$LDL-C(mg/dL) = TC - (HDL-C + TG/5)$$

#### 4) 혈장 비타민 C, $\alpha$ -tocopherol 및 $\gamma$ -tocopherol 수준 측정

혈장 vitamin C 수준은 0.75 M metaphosphoric acid로 채혈 당일에 분리한 PRP 혈장의 단백질을 제거한 후 2,4-dinitrophenylhydrazine method<sup>20)</sup>를 이용하여 520nm에서 Spectrophotometer(Shimadzu UV-1601)로 측정하였다. 혈장  $\alpha$ -tocopherol 및  $\gamma$ -tocopherol은 ethanol로 PDP 혈장의 단백질을 제거하고 n-hexane으로 지방을 추출한 후 rotary evaporator로 hexane을 증발시키고, mobile phase(methanol: dichloromethane = 85 : 15)에 녹여 295nm에서 HPLC로 측정하였다.<sup>21)</sup> 분석에 사용한 HPLC의 조건은 Table 1과 같다.

**Table 1.** HPLC apparatus and conditions for tocopherols

Column	Merck, LiChrosper 100 RP-18(5 $\mu$ m)
Pump	Shimadzu LC-10AT
Flow rate	0.8mL/min
Detector	Shimadzu SPD-10A
Wavelength	295nm
Integrator	Shimadzu C-R6A Chromatopac
Mobile phase	Methanol : Dichloromethane = 85 : 15(v/v)

### 3. 자료의 처리

모든 자료는 statistical package for social science (SPSS-PC<sup>+</sup>)를 이용하여 통계처리 하였다. 각 항목에 따라 평균  $\pm$  표준오차(SE)를 구하였고, 운동량에 따른 두 군간의 차이는 Student t-test로 검증하였다. 운동과 흡연의 영향은 나이를 통제시킨 후에 two-way ANCOVA로 검증하였다. 각 군간의 표본 분포의 비교는 Chi-square test로 알아보았으며, 운동량과 항산화 비타민의 상관관계는 Simple linear regression으로 알아보았다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사 대상자들의 일반적인 사항

조사 대상자들의 일반적인 특성은 Table 2와 같다. 대상자들의 나이는 저 운동군이 23.1세, 고 운동군이 21.2세로 저 운동군의 나이가 더 많았다. 신장과 체중 모두 저 운동군에 비해 적정 운동군이 더 많았으나, BMI는 저 운동군이 22.1  $\pm$  0.5, 적정 운동군이 22.9  $\pm$  0.4로 두 군간에 차이가 없었다.

대상자들의 평균 운동시간은 저 운동군이 하루에 12분, 적정 운동군이 하루에 60분이었으며, 저 운동군의 경우 운동을 하지 않는 사람의 비율이 34.5%이고, 주 5회 이상 규칙적으로 운동하는 사람의 비율은 20.7%인데 비해, 적정 운동군은 모두 운동을 하고 있었고, 주 5회 이상 규칙적으로 운동하는 사람의 비율이 59.4%를 보여 두 군의 운동 습관에 유의적인 차이를 보였다.

흡연자 비율은 저 운동군 58.6%, 적정 운동군 59.4%로 두 군 간에 차이가 없었으며, 흡연량과 흡연력을 감안하여 1년에 한 갑(20개피)를 피우는 것을 기준으로 계산한 흡연력(pack years)도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 대상자 중 음주자 비율은 저 운동군 79.3%, 적정 운동군 84.4%로 두 군 간에 차이가 없었으나, 음주량은 적정 운동군이 저 운동군보다 더 많았다.

### 2. 운동량에 따른 비타민 C와 E 섭취 상태

조사 대상자들의 비타민 C 섭취량은 저 운동군과 적정 운

**Table 2.** General characteristic of the subjects

	Small-amount exerciser (n = 29)	Moderate-amount exerciser(n = 32)	p-value
Age(years)	23.1 $\pm$ 0.4	21.2 $\pm$ 0.4 <sup>1)</sup>	0.002 <sup>2)</sup>
Height(cm)	170.6 $\pm$ 1.1	174.9 $\pm$ 1.1	0.009
Weight(kg)	64.4 $\pm$ 1.5	70.0 $\pm$ 1.5	0.012
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.1 $\pm$ 0.5	22.9 $\pm$ 0.4	NS <sup>3)</sup>
WHR <sup>4)</sup>	0.8 $\pm$ 0.0	0.8 $\pm$ 0.0	NS
% Body fat <sup>5)</sup>	17.7 $\pm$ 0.9	15.5 $\pm$ 0.6	NS
% Abdominal fat <sup>6)</sup>	82.0 $\pm$ 0.0	80.9 $\pm$ 0.0	NS
Exercise habits			
Amount(min/day)	12.0 $\pm$ 0.0	60.0 $\pm$ 0.1	0.000
None	10(34.5%)	-	
$\leq$ 30min/day	19(65.5%)	-	
30 - 60min/day	-	21(65.6%)	
61 - 119min/day	-	11(34.4%)	
Frequency			0.001 <sup>7)</sup>
$\geq$ 5/week(%)	6(20.7%)	19(59.4%)	
3 - 4/week(%)	4(13.8%)	6(18.8%)	
1 - 2/week(%)	9(31.0%)	7(21.9%)	
none(%)	10(34.5%)	0( 0.0%)	
Smoking habits			
Current smoker(%)	17(58.6%)	19(59.4%)	NS
Pack years <sup>8)</sup>	2.8 $\pm$ 0.1	1.3 $\pm$ 0.4	NS
Drinking habits			
Drinker(%)	23(79.3%)	27(84.4%)	NS
Amount(drink <sup>9)</sup> /day)	0.6 $\pm$ 0.2	2.4 $\pm$ 0.4	0.001

1) Mean  $\pm$  SE

2) p-values by Student t-test

3) Not significant

4) Circumference of Waist/Circumference of Hip

5) Measured by Inbody 2.0, Biospace co., Korea

6) (Abdominal fat/Body fat)  $\times$  100

7) p-values by Chi-square test

8) Pack years = (Cigarettes smoked/day  $\times$  Years smoked)/20

9) One drink is a dose of alcoholic beverage that delivers 14g of pure alcohol

동군이 각각 101.7  $\pm$  18.0mg/day, 79.9  $\pm$  11.1mg/day로 저 운동군의 섭취량이 적정 운동군에 비해 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 비타민 E의 섭취량도 저 운동군 14.5  $\pm$  2.4mg/day, 적정 운동군 10.8  $\pm$  1.3mg/day로 역시 저 운동군에서 다소 높았으나 유의적인 차이는 아니었다(Table 3).

흡연자는 미각이나 후각의 변화로 인해 식품섭취패턴의 차이가 생기고 이에 따라 영양소 섭취량도 달라질 수 있으므로<sup>22)</sup> 본 연구대상 군인 저 운동군과 적정 운동군을 흡연 상태에 따라 흡연자와 비흡연자로 나누어 비타민 C와 비타민 E 섭취상태를 비교해 보았으나, 흡연 여부에 따라 나누

기에는 그 대상자 수가 적고, 흡연력도 짧음으로 인해 흡연 상태에 따른 비타민 C와 비타민 E 섭취량에 차이를 보이지 않았다(자료미제시). 그 동안 우리 나라에 수행된 연구들을 보면, 생활습관 중에서 흡연 여부에 따른 항산화 비타민 섭취실태에 관한 연구는 비타민 C 및  $\beta$ -carotene 섭취를 중심으로 많이 보고되고 있으나<sup>23,26)</sup> 우리 나라 사람을 대상으로 운동량에 따른 비타민 C 및 E 섭취량의 차이를 본 논문은 아직 보고되지 않고 있다.

### 3. 운동량에 따른 혈장 지질 수준

저 운동군과 적정 운동군의 혈장 지질 수준은 모두 정상범 위였으며, 혈장 총 콜레스테롤(TC), 중성지방(TG), HDL-C 및 LDL-C 모두 두 군간에 유의적인 차이를 볼 수 없었다(Table 4). 혈장 지질 농도는 운동뿐만 아니라 흡연에도 영향을 받으므로, 저 운동군과 적정 운동군을 흡연자와 비 흡연자로 나누어 혈장 지질 수준을 비교해 본 결과, 저 운동군과 적정 운동군 모두 흡연상태에 따른 혈장 TC, TG, HDL-C 및 LDL-C 수준은 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 4). 혈장 지질 농도에 대한 운동과 흡연의 영향을 알아보기 위해, 나이를 통제시킨 후 Two-way ANCOVA로 분석해 본 결과, TC의 경우 운동의 영향이 유의적으로 나타났으나( $p < 0.029$ ), 흡연의 영향 및 운동과 흡연의 상호작용 영향은 없었다. 혈장 지질 수준에 대하여 흡연의 영향이 없었던 것은 대상자들의 나이가 18~26세로 젊었으며,

흡연력 또한 짧았기 때문으로 생각된다.

젊은 성인 남자를 대상으로 연구한 Rosenblit & Kark<sup>26)</sup>와 남녀 대학생을 대상으로 연구한 권정숙 등<sup>27)</sup>은 혈장 지질 수준이 운동유무에 따라 차이가 없었다고 보고하였다. 이순영 등<sup>28)</sup>과 최영선 등<sup>29)</sup>은 운동하지 않는 성인남자에 비해 규칙적인 운동을 하는 남자에게서 TC, TG, LDL-C 수준은 차이가 없으나 혈장 HDL-C 수준은 높았다고 보고한 반면, 김미경<sup>30)</sup>은 다른 혈중 지질 수준은 차이가 없었으나, 운동을 하는 군의 혈중 TG 수준이 운동을 하지 않는 군보다 낮았다고 하였다. 이처럼 연구마다 다양한 결과를 나타내는 것은 운동량, 운동의 종류, 운동 강도, 대상자의 나이 등 여러 변수가 작용했기 때문이며, 본 연구에서 혈장 지질 수준에 대한 운동의 영향이 나타나지 않은 것은 두 군 모두 혈장 지질 수준이 정상 범위였기 때문으로 생각된다.

### 3. 운동량에 따른 혈장 비타민 C, $\alpha$ -tocopherol 및 $\gamma$ -tocopherol 수준

운동량에 따른 두 군의 혈장 비타민 C,  $\alpha$ -tocopherol 및  $\gamma$ -tocopherol의 수준은 Table 5와 같다. 혈장 비타민 C 수준은 두 군 모두 정상범위를 보였으나, 적정 운동군( $1.00 \pm 1.1\text{mg/dl}$ )의 혈장 비타민 C 수준이 저 운동군( $0.66 \pm 0.1\text{mg/dl}$ )보다 유의적으로 높았다. 혈장  $\alpha$ -tocopherol 수준도 적정 운동군( $340.2 \pm 11.9\mu\text{g/dl}$ )이 저 운동군( $283.0 \pm 12.8\mu\text{g/dl}$ )에 비해 유의적으로 높았다. 그러나  $\gamma$ -tocopherol의 수준은 적정 운동군( $65.5 \pm 3.3\mu\text{g/dl}$ )이 저 운동군( $57.5 \pm 3.9\mu\text{g/dl}$ )에 비해 높은 경향을 보였을 뿐 두 군간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

혈장 비타민 E 수준은 혈중 지질함량에 영향을 받으므로 비타민 E 수준을 TC나 TG로 나누어 분석해 보면 지질의 영향을 상쇄시켜 비타민 E 영양상태를 반영하는 더 좋은 지표가 될 수 있다.<sup>31,32)</sup> 본 연구에서 혈장 비타민 E 수준을 TC, 혹은 TG로 나누어, TC 혹은 TG에 대한 비타민 E의 비율을 구하여 비교해 본 결과, TC에 대한  $\alpha$ -tocopherol의 비율인  $\alpha$ -tocopherol/TC는 저 운동군이  $0.18 \pm 0.0\%$ .

**Table 3.** Vitamin C and vitamin E intakes of the subjects by the amount of exercise

	Small-amount exercisers (n = 29)	Moderate-amount exercisers (n = 32)	Significance
Intakes of Vit. C (mg/day)	101.7 $\pm$ 18.0 <sup>1)</sup>	79.9 $\pm$ 11.1	NS <sup>2)</sup>
Intakes of Vit. E (mg/day)	14.5 $\pm$ 2.4	10.8 $\pm$ 1.3	NS

1) Mean  $\pm$  SE

2) Not significant at  $p < 0.05$  level by Student t-test between the two groups

**Table 4.** Plasma lipids of the subjects by the amount of exercise

	TC(mg/dl)	TG(mg/dl)	HDL-C(mg/dl)	LDL-C(mg/dl)
Small-amount exercisers	157.3 $\pm$ 6.5 <sup>NS2,3)</sup>	57.2 $\pm$ 5.3 <sup>NS</sup>	45.8 $\pm$ 3.1 <sup>NS</sup>	100.1 $\pm$ 5.7 <sup>NS</sup>
Moderate-amount exercisers	168.4 $\pm$ 4.5	64.3 $\pm$ 4.2	51.0 $\pm$ 1.6	100.4 $\pm$ 4.2
Two-way ANCOVA <sup>1)</sup>				
Exercise effect	0.029	NS	NS	NS
Smoking effect	NS	NS	NS	NS
Interaction	NS	NS	NS	NS

1) p-value of exercise and smoking effects by two-way ANCOVA with age as a covariate

2) Mean  $\pm$  SE

3) Not significant

적정 운동군이  $0.20 \pm 0.0\%$ 으로 적정 운동군에서 더 높았으나, TG에 대한 비율인  $\alpha$ -tocopherol/TG는 두 군 간에 차이가 없었다. 이에 비해  $\gamma$ -tocopherol의 경우는 TC에 대한 비율인  $\gamma$ -tocopherol/TC과 TG에 대한 비율인  $\gamma$ -tocopherol/TG 모두 운동량에 따른 차이를 보이지 않았다(Table 5). 혈장 비타민 C,  $\alpha$ -tocopherol 및  $\gamma$ -tocopherol 수준에 대한 운동과 흡연의 영향을 함께 알아보기 위해, 나이를 통제시킨 후에 two-way ANCOVA로 분석해 본 결과, 운동의 영향은  $\alpha$ -tocopherol과  $\gamma$ -tocopherol, 그리고  $\alpha$ -tocopherol/TC에서 유의적으로 나타났다(Table 5). 흡연의 영향은 비타민 C와 비타민 E 모두 나타나지 않았으며, 운동과 흡연 상호작용의 영향도 없었다. 이러한 결과는 적당한 양의 규칙적인 운동이 흡연보다 혈장 비타민 E 영양상태를 개선시키는데 더 기여함을 의미한다.

비타민 E의 여러 형태 중  $\alpha$ -tocopherol이 잠재적 항산화 활성이 가장 높은 것으로 알려져 왔다. 그러나 최근 *in vitro* 실험에서 지질 과산화물에 대한  $\gamma$ -tocopherol의 항산화 활성도가  $\alpha$ -tocopherol보다도 높다는 연구결과<sup>35,36)</sup>가 보고되면서, 식품에 다량 함유되어 있어 인체 비타민 E의 주된 공급형태이면서도 그 동안 상대적으로 소홀히 취급되어 왔던  $\gamma$ -tocopherol에 대한 관심이 증가하고 있다. 아직까지 인체 혈장의  $\gamma$ -tocopherol 수준과 운동과의 관련성에 관한 연구 등  $\gamma$ -tocopherol의 역학 연구는 많이 이루어지지 않고 있는데, 본 연구에서 운동량에 따른 두 군의 혈장  $\gamma$ -tocopherol 수준은 차이가 없었으나, ANCOVA 분석 결과 운동의 영향이 혈장  $\alpha$ -tocopherol 수준뿐 아니라  $\gamma$ -tocopherol 수준에서도 나타난 것은 상당히 흥미 있는 결과라고 볼 수 있다. 우리나라에서의 선행연구로 중년 남성을 대상으로 한 강명희와 박은주의 연구<sup>16)</sup>에서는, 중년 남성의 경우 운동량이 하루 10분 이하인 군은 흡연에 따른  $\alpha$ -,  $\gamma$ -tocopherol 수준의 차이가 없었으나, 운동량이 20분 이상인 군은 비흡연자가 흡연자보다  $\alpha$ -,  $\gamma$ -tocopherol 수준이

높았음을 보고하였다. 앞으로 혈장  $\alpha$ -tocopherol 뿐 아니라  $\gamma$ -tocopherol 수준과 운동 및 여러 관련요인에 관한 역학적인 연구가 이루어져야 하리라고 본다.

하루에 운동하는 시간을 운동량으로 보고 운동량과 혈장  $\alpha$ -tocopherol 수준과의 상관관계를 본 결과는 Fig. 1과 같다. 운동량이 증가할수록 혈장  $\alpha$ -tocopherol 수준이 유의적으로 증가하는 것을 볼 수 있었다. Kawai 등<sup>39)</sup>은 운동을 자주 하는 것이 혈중  $\alpha$ -tocopherol 농도와 정의 상관관계를 나타낸다고 하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 박선민 등<sup>4)</sup>은 남녀 대학생의 운동습관을 조사한 결과 규칙적으로 운동을 하는 사람은 운동을 하지 않는 사람에 비해 혈청 비타민 C 수준은 높으나,  $\alpha$ -tocopherol 수준은 낮았으며,  $\alpha$ -tocopherol/TG는 차이가 없다고 보고하였다. 권성숙 등<sup>27)</sup>은 남자 대학생의 경우 혈중 비타민 C, 비타민 E, Vit E/

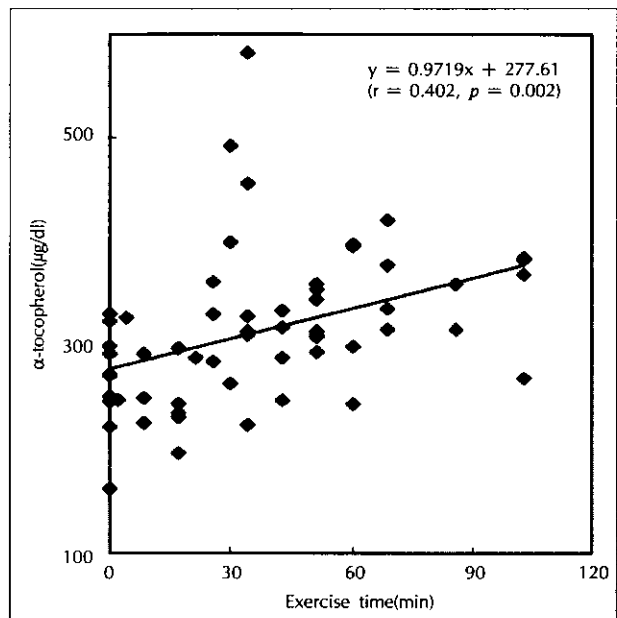


Fig. 1. Correlation between amount of exercise(exercise time) and plasma  $\alpha$ -tocopherol level.

Table 5. Plasma vitamin C,  $\alpha$ -tocopherol and  $\gamma$ -tocopherol levels by the amount of exercise

	Small-amount exercisers(n = 29)	Moderate-amount exercisers(n = 32)	p-value <sup>1)</sup>	Two-way ANCOVA <sup>2)</sup>		
				Exercise effect	Smoking effect	Inter-action
Vit C(mg/dl)	0.66 ± 0.1 <sup>3)</sup>	1.00 ± 1.1	0.020	NS <sup>4)</sup>	NS	NS
$\alpha$ -tocopherol( $\mu$ g/dl)	283.0 ± 12.8	340.2 ± 11.9	0.002	0.000	NS	NS
$\alpha$ -tocopherol/TC(%)	0.18 ± 0.0	0.20 ± 0.0	0.009	0.015	NS	NS
$\alpha$ -tocopherol/TG(%)	0.12 ± 0.0	0.11 ± 0.0	NS	NS	NS	NS
$\gamma$ -tocopherol( $\mu$ g/dl)	57.5 ± 3.9	65.5 ± 3.3	NS	0.026	NS	NS
$\gamma$ -tocopherol/TC(%)	0.04 ± 0.0	0.04 ± 0.0	NS	NS	NS	NS
$\gamma$ -tocopherol/TG(%)	0.12 ± 0.0	0.11 ± 0.0	NS	NS	NS	NS

1) p-values by Student t-test

2) p-values of exercise and smoking effects by two-way ANCOVA with age as a covariate

3) Mean ± SE

4) Not significant

TC, Vit E/TG 수준이 운동유무에 따라 차이가 없었다고 하였다. 안경춘<sup>34)</sup>은 혈장 비타민 C 수준은 운동유무에 따라 차이가 없었으나 비타민 E 수준은 운동을 하는 사람이 운동을 하지 않는 사람에 비해 높았다고 하였다. 강명희와 박은주<sup>16)</sup>는 운동량이 하루 10분 이하인 중년 남성과 20분 이상인 중년 남성을 비교하였을 때, 혈장  $\alpha$ -tocopherol 수준에 차이가 없었다고 보고하였다. 이처럼 연구마다 다양한 결과를 나타내는 것은 운동량, 운동의 종류, 운동 강도, 연구 대상자 등의 여러 변수가 작용했기 때문이라 생각된다.

본 연구 결과, 비타민 C와 비타민 E 섭취량이 두 군간에 차이가 없었음에도 불구하고, 혈장 비타민 C,  $\alpha$ -tocopherol 수준은 적정 운동군이 저 운동군 보다 높았으며, 운동량과 혈장  $\alpha$ -tocopherol 수준도 유의한 정의 상관관계를 보였다. 이는 규칙적인 운동을 하는 사람은 산화적 스트레스를 덜 받으면서 강도 높은 일을 수행할 수 있으며, 적절한 양의 규칙적인 운동이 산화적 손상에 대한 내성을 증가시켜 항산화 상태를 개선시킨다는 여러 연구들<sup>5,7-9,11,33)</sup>과 일치하는 결과이다. 저 운동군과 적정 운동군 모두 혈장 비타민 C,  $\alpha$ -tocopherol 수준이 정상범위라 할지라도, 저 운동군이 앞으로 계속 이러한 운동습관을 고수한다면 혈장 항산화 수준이 저하될 수 있으며, 적절한 양의 규칙적인 운동을 한다면 항산화 상태를 개선시킬 수 있을 것으로 생각된다.

적당량의 규칙적인 운동이 혈장 총 항산화 능력을 증가시키는 것은 두 가지 이유로 설명될 수 있다. 먼저, 적당량의 규칙적인 운동은 호중구와 대식세포에 의한 활성 산소종의 과다한 생성을 감소시켜 항산화계의 적응을 유도해 운동으로 인한 산화적 스트레스를 최소화시킬 수 있다.<sup>37)</sup> 둘째 적당량의 규칙적인 운동은 미토콘드리아와 cytochrome c, a 같은 미토콘드리아 구성성분의 생성을 배로 증가시키는데, 전자 전달계의 cytochrome은 4개의 전자와 수소를 산소에 전달하여  $O_2 \cdot$ ,  $HO \cdot$ ,  $H_2O_2$  대신에 물을 생성함으로써 활성 산소종이 생성되지 않도록 중화시켜 준다.<sup>38)</sup> 본 연구 결과, 비타민 C와 비타민 E 섭취량은 두 군 간에 차이가 없었으나, 혈장 비타민 C,  $\alpha$ -tocopherol 및  $\alpha$ -tocopherol/TC 수준은 적정 운동군이 저 운동군에 비해 유의적으로 높은 것으로 나타나, 하루 30분 이상 규칙적으로 운동하는 것만으로도 젊은 성인 남자의 항산화 영양상태가 개선됨을 알 수 있었다.

### 요약 및 결론

본 연구는 운동량이 항산화 영양상태에 미치는 영향을 알아보기 위해, 18~26세 성인 남자를 대상으로 운동량에 따라

저 운동군( $\leq 30$ min/day, 29명)과 적정 운동군( $> 30$ min/day, 32명)으로 나누어, 일반사항에 대한 설문조사, 식이 섭취 조사를 수행하고, 쉬는 상태에서 혈액을 채취하여 혈장 지질 수준과 혈장 비타민 C,  $\alpha$ -tocopherol 및  $\gamma$ -tocopherol 수준을 측정하였다. 대상자들의 나이는 저 운동군이 적정 운동군 보다 많았으며, BMI는 두 군간에 차이가 없었다. 비타민 C 및 비타민 E 섭취량은 운동량에 따른 차이가 없었으며 혈장 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL-C 및 LDL-C 수준도 두 군간에 차이가 없었다. 비타민 C와 비타민 E의 섭취량은 저 운동군과 적정 운동군 간에 차이가 없었으나, 혈장 비타민 C,  $\alpha$ -tocopherol,  $\alpha$ -tocopherol/TC는 적정 운동군이 저 운동군보다 높았으며,  $\alpha$ -tocopherol은 운동량과 유의한 정의 상관관계가 있었다.

본 연구 결과 비타민 C와 비타민 E의 섭취량은 두 군간에 차이가 없었으나, 혈장 비타민 C,  $\alpha$ -tocopherol,  $\alpha$ -tocopherol/TC의 수준은 적정 운동군이 저 운동군에 비해 유의적으로 높은 것으로 나타나, 하루 30분 이상 규칙적으로 운동하는 것이 항산화 영양상태를 개선시킴을 알 수 있었다. 앞으로 운동이 항산화 영양상태에 미치는 영향을 알아보기 위해, 운동량 뿐 아니라 운동 종류나 강도 등을 고려하여 항산화 영양소의 섭취상태를 조사하고, 항산화 비타민 수준과 항산화 효소 활성, 지질 과산화 정도, TRAP을 비롯한 항산화 능력을 측정함으로써, 운동과 관련된 항산화 영양상태를 판정하는 다각적인 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

### Literature cited

- 1) 보건복지부, '98 국민건강·영양조사 총괄보고서, 보건복지부, 1999
- 2) Pollock ML, Pels AE. Exercise prescription for the cardiac patient: An Update. *Clin Sports Med* 3(2): 425-442, 1984
- 3) Sanchez-Quesada JJ, Ortega H, Payes-Romero A, Serrat-Serrat J, Gonzalez-Sastre F, Lasuncion MA, Ordonez-Llanos J. LDL from aerobically-trained subjects shows higher resistance to oxidative modification than LDL from sedentary subjects. *Atherosclerosis* 132: 207-213, 1997
- 4) Park SM, Yu JG, Lee JY. Analysis of factors to influence requirements of vitamin E and vitamin C in young and healthy men and women. *Kor J Nutr* 31(4): 729-738, 1998
- 5) Brites FD, Evelson PA, Christiansen MC, Nicol MF, Basilio MJ, Wikinski RW. Soccer players under regular training show oxidative stress but an improved plasma antioxidant status. *Clin Sci* 96: 381-385, 1999
- 6) Kim WS, Kim YS, Shin MS, Kim SS. Exercise and oxidative stress. *Korean J Exercise Nutrition* 2(1): 1-23, 1998
- 7) Lee IM. Exercise and physical and the primary prevention of cancer. *RQES* 66: 286-291, 1995
- 8) Marzatico F, Pansarasa O, Bertorelli L, Somenzini L, Della valle G. Blood free radical antioxidant enzymes and lipid peroxides fol-

- lowing long-distance and lactacidemic performances in highly trained aerobic and sprint athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 37(4): 235-239, 1997
- 9) Sen CK. Oxidants and antioxidants in exercise. *J Appl Physiol* 79: 675-686, 1995
  - 10) Yoon GA. Antioxidant levels and lipid peroxidation in plasma and erythrocyte following treadmill running. *Kor J Nutr* 32(8): 870-876, 1999
  - 11) Leaf DA, Kleinman MT, Hamilton M, Deitrick RW. The exercise-induced oxidative stress paradox: the effects of physical exercise training. *Am J Med Sci* 317(5): 295-300, 1999
  - 12) Sjodin B, Westing YH, Apple FS. Biochemical mechanism for oxygen free radical formation during exercise. *Sports Med* 10(4): 236-254, 1990
  - 13) Jee YS, Kim MH, Han JW, Ahn HJ, Kim JH, Lee CH. The influence of all-out exercise on antioxidant enzymes activity and MDA level in judo athletes. *Korean J Physical Education* 38(3): 617-626, 1999
  - 14) Ohno H, Yahata T, Yamamura K, Taniguchi N. Physical training and fasting erythrocyte activities of free radical scavenging enzymes systems in sedentary men. *Eur J Appl Occu Physiol* 57(2): 173-176, 1988
  - 15) Choi SK, Kim TY. The effect of aerobic exercise program for chronic disease patients. *Kor J Nutr* 28(9): 904-913, 1995
  - 16) Kang MH, Park EJ. Effects of smoking and regular physical exercise habits on the status of plasma lipidsoluble antioxidant vitamins and ubiquinone(Coenzyme Q10) in Korean middle-aged men. *Kor J Nutr* 33(2): 158-166, 2000
  - 17) Kang MH, Park EJ. Effects of regular physical exercise habits on the activities of erythrocyte antioxidant enzyme and plasma total radical-trapping antioxidant potential in healthy male subjects. *Kor J Nutr* 33(3): 289-295, 2000
  - 18) Recommended dietary allowances for Koreans, 6th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 1995
  - 19) Friedwald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low density-lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499, 1972
  - 20) Pesce AJ, Kaplan LA. Methods in Clinical Chemistry. The C. V. Mosby Company, 1987
  - 21) Genser D, Kang MH, Vogelsang H, Elmadfa I. Status of lipid-soluble antioxidants and TRAP in patients with crohn's disease and healthy controls. *Eur J Clin Nutr* 53: 675-679, 1999
  - 22) Midgette AS, Baron JA, Rohan TE. Do cigarette smokers have diets that increase their risks of coronary heart disease and cancer? *Am J Epidemiol* 137(5): 521-529, 1993
  - 23) Lee SS, Choi IS, Lee KH, Choi UJ, Oh SH. A study on the nutrients intake and serum lipid pattern in smoking college men. *Kor J Nutr* 29(5): 489-498, 1996
  - 24) Park JA, Kang MH. Vitamin C Intakes and Serum Levels in Smoking College Students. *Kor J Nutr* 29(1): 122-133, 1996
  - 25) Kim WK. Effects of vitamin C supplementation on immune status in smoking and nonsmoking male college students. *Kor J Nutr* 31(8): 1244-1253, 1998
  - 26) Rosenblit RIH, Kark JD. Effects of moderate exercise on serum lipids in young men with low HDL-cholesterol. *Arteriosclerosis* 8: 245-251, 1988
  - 27) Kwoon JS, Han EH, Yoon SH, Jang HS. The relationship between the life style and the status of serum lipids and antioxidant vitamins in university students. *J Kor Soc Food Nutr* 28(1): 257-264, 1999
  - 28) Lee SY, Kim SW, Kim YO. The relation of smoking, alcohol consumption and exercise and blood lipids in adult male. *Kor J lipidology* 9(4): 421-428, 1999
  - 29) Choi YS, Lee OJ, Cho SH, Park WH, Im JG, Kwon SJ. Serum lipid and lipoperoxide levels and their related factors in middle-aged men in Teagu. *Kor J Nutr* 28(8): 771-781, 1995
  - 30) Kim MK. Serum lipids by gender, age and lifestyle in Korean adults. *Kor J Nutr* 5(1): 109-119, 2000
  - 31) Mino M, Kitagawa M, Nakagawa S. Red blood cell tocopherol concentrations in a normal population of Japanese children and premature infants in relation to the assessment of vitamin E status. *Am J Clin Nutr* 41: 631-638, 1985
  - 32) Yoon GA. The relation of the elevated plasma lipid levels to plasma vitamin E status and activities of erythrocyte glutathione peroxidase in smokers. *Kor J Nutr* 31(8): 1254-1262, 1998
  - 33) Kawai Y, Iwane H, Takanami Y, Shimomitsu T, Katumura T, Fujinami J. Vitamin E is mobilized in relation to lipolysis after strenuous endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 26: S7-S16, 1994
  - 34) Ahn KC. A study on the status of antioxidant vitamins and serum lipids according to adults' life style in Tae-gu and Kyung-buk areas. Kyung-buk university. An master thesis, 1999
  - 35) Christen S, Woodall AA, Shigenaga MK, Southwell-Keely PT, Duncan MW, Ames BN. Gamma-tocopherol traps mutagenic electrophiles such as NO(X) and complements alpha-tocopherol: physiological implications. *Proc Natl Acad Sci USA* 94(7): 3217-3222, 1997
  - 36) Cooney RV, Franke AA, Harwood PJ, Hatch-Pigott V, Custer LJ, Mordan LJ. Gamma-tocopherol detoxification of nitrogen dioxide: superiority to alpha-tocopherol. *Proc Natl Acad Sci USA* 90(5): 1771-1775, 1993
  - 37) Niess AM, Dickhuth HH, Northoff H, Fehrenbach E. Free radicals and oxidative stress in exercise-immunological aspects. *Exerc Immunol Res* 5: 22-56, 1999
  - 38) Alessio HM, Blasi ER. Physical activity as a natural antioxidant booster and its effect on a healthy life span. *RQES* 68(4): 292-302, 1997