

건강하고 젊은 남녀의 비타민 E와 비타민 C 요구량에 영향을 미치는 요인 분석*

박선민 · 류정길 · 이주영

호서대학교 자연과학대학 식품영양학과

Analysis of Factors to Influence Requirements of Vitamin E and Vitamin C in Young and Healthy Men and Women

Park, Sunmin · Yu, Jung Gil · Lee, Ju Young

Department of Food & Nutrition, College of Natural Science, Hoseo University,
Asan City, Chungnam 336-795, Korea

ABSTRACT

Antioxidants such as vitamin C and E may play a preventive role in the development of cancer and coronary heart disease. The status of vitamins C and E may be affected by lifestyle habits such as smoking, drinking, and exercise. These habits can modify the dietary requirements of vitamin C and vitamin E. The purpose of this study was to determine whether Korean young healthy men and women consume vitamins C and E in sufficient quantities relative to their lifestyle habits. Among the participants in this study, 52% of the men and none of the women were smokers; 84% of all subjects drank alcohol more than once a week; and the men exercised more often than the women. The concentrations of serum total, HDL-, and LDL-cholesterol were higher in the women than in the men, but the serum triglyceride concentrations were higher in the men than in the women. The men consumed less saturated fat than the women ($p < 0.05$). The daily intakes of vitamin C for the men and the women were 47.1mg and 65.6mg, respectively. On the other hand, the daily vitamin E intake was higher in the men (11.8mg) than women (6.9mg). The serum α -tocopherol concentrations of all subjects were in a normal range, and in no subjects were they below the minimum value of ranges. However, about 19% of male subjects and 10% of female subjects showed deficient status, although the mean serum vitamin C levels were normal. Lifestyle habits of the sort mentioned above have little influence on the serum vitamin C and α -tocopherol concentrations. The serum α -tocopherol concentration had a positive correlation with total fat and alcohol consumption. The serum vitamin C concentration was positively associated with regular exercise, but it was negatively correlated with the number of cigarettes smoked. Meanwhile, the serum lipid peroxide concentration, the indirect index of oxidative stress, was influenced by certain variables such as body mass index, the number of cigarettes smoked, alcohol consumption, energy expenditure, vitamin C intake, and serum γ -tocopherol concentration. Serum lipid peroxide concentration was positively associated with body mass index, the number of cigarettes smoked, serum triglyceride, and HDL-cholesterol concentration. In conclusion, the vitamin E requirements of

채택일 : 1998년 4월 13일

*This research was supported by grants from Hoseo University.

the subjects were met by the Recommended Daily Allowance(RDA) regardless of lifestyle habits. However, serum vitamin C concentration showed individual variation and was below the normal ranges. Smoking and exercise influenced serum vitamin C concentration. Therefore, a reevaluation of the requirements of vitamin C relative to lifestyle habits is necessary. (*Korean J Nutrition* 31(4) : 729~738, 1998)

KEY WORDS : vitamin C · vitamin E · lipid peroxide · lifestyle · premenopausal women.

서 론

체내의 산화 상태 증가는 노화 뿐 만 아니라 암이나 심혈관계 질환을 진전시키는 중요한 요인으로 알려져 있다. 여러 연구 결과에 따르면 비타민 E, 카로틴, 비타민 C와 같은 항산화제는 체내의 자유 라디칼을 제거하여 체내의 과산화물의 생성을 감소시켜 노화, 암, 심혈관계 질환에 유리한 효과를 나타내었다고 보고하였다¹⁻³⁾.

비타민 E는 세포막에 존재하는 불포화지방산이 과산화되는 것을 막는 항산화제로 작용한다. 이 과정 중 불포화지방산의 불포화기가 과산화 형태로 되는 대신 비타민 E가 과산화 비타민 E로 전환된다. 전환된 과산화 비타민 E는 비타민 C의 도움으로 비타민 E로 재전환되고, 비타민 C는 산화 형태인 dehydroascorbic acid로 전환된다. 그러므로 비타민 C가 부족한 경우 비타민 E는 항산화제로 작용하기보다는 pro-oxidant로 작용한다는 보고도 있다⁴⁾.

비타민 C 섭취량에 대한 연구는 매년 국민 영양 조사에서 이루어지고 있으며, 1993년 평균 섭취량은 일일 권장량의 약 155%를 섭취하고 있다⁵⁾. 그러나 일부 특수 계층의 비타민 C 섭취량은 일일 권장량에 미달될 것으로 여겨진다. 체내에서 비타민 C는 이용된 비타민 E의 재생을 도와 줄 뿐 아니라 그 자체가 항산화제의 역할을 하므로 체내의 산화 상태에 영향을 미치는 요인이 비타민 C의 요구량에 영향을 미친다. 그러므로 체내 비타민 E와 비타민 C의 요구량은 상호 관련이 있으며, 체내 산화 상태와도 밀접한 관계가 있다.

비타민 E와 비타민 C의 요구량은 체내 대사에 필요한 양을 충족시키고, 체내 보유량을 적절히 유지할 수 있는 양으로 체내의 산화 상태에 영향을 줄 수 있는 요인인 흡연, 음주, 운동, 불포화지방의 섭취량에 의해서 영향을 받는다고 알려져 있다^{6,7)}. 또한 비타민 E의 요구량은 비타민 C의 섭취량에 의해서도 영향을 받을 것으로 여겨진다. 그러나 아직까지 다양한 요인에 따른 비타민 E의 일일 권장량은 정해지지 않았다. 특히 우리나라에서는 비타민 E 섭취량에 대한 연구도 많이 이루어지지 않았고, 비타민 E의 권장량도 대부분 외국의 자료

에 근거하여 설정하고 있다. 그러므로 우리나라의 다양한 계층의 사람들에 대한 비타민 E 섭취량을 조사하는 연구와 비타민 C의 섭취량을 비롯한 비타민 E의 요구량에 영향을 미치는 다양한 요인에 따른 비타민 E의 권장량을 설정하는데 필요한 기초 자료를 마련하는 것이 시급하다. 본 연구는 건강한 젊은 남녀를 대상으로 생활습관과 식사 형태가 혈청내 비타민 C, tocopherol과 과산화지질 농도에 미치는 영향을 조사하여 개인의 다양한 생활 습관과는 무관하게 성별과 나이에 따라 정해져 통용되고 있는 비타민 C와 비타민 E의 일일 권장량이 건강한 남녀 성인을 대상으로 적절한지 검토하였다.

재료 및 방법

1. 연구 대상자 선정

본 연구는 호서 대학교에 재학 중인 특별한 질병을 가지고 있지 않거나, 걸린 적이 없고, 약이나 영양제를 복용하지 않는 건강한 남녀 대학생과 대학원생 195명을 대상으로 조사하였다.

2. 시료 수집 및 분석

연구가 실시된 기간은 1996년 9~11월이었고, 연구에 참여할 지원자 모집을 광고한 후, 지원자를 받아, 혈액 채취할 날을 정하였다. 혈액을 채취하는 날 아침에 식습관과 활동량을 조사하는 설문지를 작성하도록 하고, 훈련된 호서대학교 식품영양학과 학생이 식품 모형을 이용하여 그 전날 섭취한 음식의 종류와 분량을 24시간 회상법으로 정확하게 조사하였다. 일품요리의 경우 주요 재료와 그 섭취량을 조사하였다. 또한 주식뿐 아니라 간식이나 음료수와 술의 섭취도 빠짐없이 조사하였다. 조사대상자의 일일 열량 소모량은 7일 활동량 회상법으로 활동량을 측정하여 계산하였다⁸⁾. 7일 동안에 수면, 가벼운 활동, 중등활동, 심한 활동, 또는 매우 심한 활동에 소모한 정도에 따른 시간을 기록하도록 하여 이로부터 일일 열량 소모량을 계산하였다.

1) 혈액 채취

혈액 채취 3일 전부터 금주하도록 하였고, 혈액 채취 전날 저녁 9시 이후에는 식품 섭취를 금하도록 했으며,

혈액 채취 당일 아침에 임상병리사가 15ml의 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 실온에서 30분간 방치한 후 3,000 rpm으로 4°C에서 30분간 원심분리하였다. 혈청은 여러 개의 튜브에 나누어 분리한 후 실험에 이용할 때까지 -70°C 냉동고에 보관하였다.

2) 식이 섭취량 분석

24 시간 회상법에 의해서 조사한 식품 섭취량으로부터 하루에 섭취한 영양소의 양을 계산하였다. 식품의 영양소를 분석하는 컴퓨터 프로그램인 Food Processor II를 한국 식품에 맞게 변형한 영양소 분석 프로그램을 이용하여 식품의 영양소 분석에 이용하였다. Food Processor II에 없는 우리나라 음식은 농촌 진흥청에서 나온 식품 분석표(4판, 1991) 이용하여서 추가로 첨가하였다⁹⁾.

3) 생화학적 조사

혈청내의 총 콜레스테롤과 혈청내의 중성지방 농도는 영동제약의 kits를 이용하여 비색정량하였다¹⁰⁾¹¹⁾. HDL 콜레스테롤은 침전시약을 이용하여 LDL과 VLDL을 침전시킨 후¹²⁾, 상등액의 콜레스테롤 함량을 영동제약의 kits로 비색정량하였다. LDL 콜레스테롤 농도는 Friedewald 식을 이용하여서 계산하였다¹³⁾.

- LDL 콜레스테롤 = 총콜레스테롤농도
- HDL 콜레스테롤 농도
- 중성지방 농도/5

혈청 과산화물 농도는 Yagi법으로 측정하였다¹⁴⁾. 혈청에 1/12 N 황산과 10% phosphotungstic acid를 넣고 5분간 방치한 후 3,000rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액은 버렸고, 침전물에 위와 같은 과정을 다시 한번 반복한 후 얻어진 침전물에 증류수와 thiobaburic acid(TBA) reagent를 가하여 잘 섞은 후 뚜껑을 단단히 막고 37°C 수조에서 2.5시간 배양시켰다. 부탄올을 가하여 격렬하게 섞은 후 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 상층액을 spectrophotometer(Pharmacia)로 534nm에서 비색정량하였다.

혈장내의 지용성 항산화제의 보유 상태를 조사하기 위해서 α -, β -, γ -tocopherol의 농도를 fluorescence detector를 가진 HPLC를 이용하여서 측정하였다. 혈청에 에탄올과 핵산을 첨가한 후 3 분간 진탕하였고, 1,000xg에서 15분간 원심분리한 후 윗층인 핵산층을 유리로 된 튜브로 옮겼다. 남아 있는 밑층에 핵산을 첨가한 후에 다시 반복하여 추출하였다. 여기서 형성된 윗층을 첫번째 옮겨 놓은 핵산층과 합쳤다. 질소 가스를 내보내면서 이 핵산층을 말렸다. 이렇게 말린 핵산층은

분석 직전에 메탄올/에탄올(1 : 1, v : v)에 용해시켰다. 완전히 용해된 것은 fluorescence detector를 가진 HPLC에 25 μ l을 주입하여 그 양을 측정하였다¹⁵⁾.

혈청내 비타민 C 농도는 혈청의 단백질을 10% 메타인산 용액으로 제거한 후 5% 메타인산으로 희석하여 u-bondapack C18 column을 연결한 HPLC로 측정하였다¹⁶⁾.

3. 통계처리

모든 자료는 Statistical Analysis System(SAS) program을 이용하여서 통계처리하였다. 조사대상자의 일반 사항, 영양소 섭취, 혈청 비타민 C 농도, tocopherol 농도, 혈청 과산화지질 농도, 혈청 콜레스테롤의 농도를 성별에 따라 군을 나누고, 각 군의 평균치와 표준편차를 계산하였다. 성별에 의한 통계적인 유의성은 t-test에 의해서 검증하였다. 생활 습관 중 특히 흡연, 음주와 정기적인 운동에 따른 혈청내 비타민 C, tocopherol과 과산화지질 농도의 평균과 표준편차를 계산하였고, 통계적인 유의성은 one-way analysis of variance와 t-test에 의해서 검증하였다. 또한 생활 습관, 영양소 섭취와 개인이 처한 상황 중 어떤 요인이 혈청 과산화지질, 혈청 tocopherol과 혈청 비타민 C의 농도에 영향을 미치는 지를 조사하기 위해서 다중 회귀분석 중 후진 선택법에 의해서 중요한 요인을 선택하였다. 모든 통계처리의 유의성 검증은 $\alpha=0.05$ 로 정하였다.

결과 및 고찰

1. 대상자의 일반 사항과 영양소 섭취 상태

조사대상자들의 일반 사항은 Table 1에 나와 있는 것처럼 정상적인 체중을 가진 19~22세의 남녀로 구성되었다. 이들의 생활 습관을 살펴보면, 여자 대상자는 모두 비흡연자였고, 남자 대상자의 52%가 흡연을 하였으며, 남녀 구별없이 전체의 약 84%가 음주를 하였다. 남자의 경우 흡연군과 비흡연군의 대상자 수를 비슷하게 맞추기 위해서 조사대상자 선정시 비흡연자를 중점적으로 선택하였으므로 52%가 모집단의 흡연 인구를 나타내는 것은 아니었다. 1990년에 대한결핵협회는 20~39세의 흡연율은 70%이상으로 보고하였다¹⁷⁾. 정기적인 운동을 하는 비율은 남자가 여자에 비해서 현저히 높았고, 단위 체중당 소비하는 열량도 남자가 여자에 비해 높은 경향을 나타내었지만, 통계적으로 유의하지 않았다. 이것은 운동을 하는 시간과 횟수가 높지 않았기 때문이었다. 조사대상자는 주로 맥주나 소주를 섭취하였고, 일반적으로 이용되는 맥주 컵과 소주잔을 각각의

Table 1. Characteristics of subjects

	Men	Women
Sample Size	100	95
Age(year)	21.5 ± 2.6 ¹⁾	20.6 ± 1.6
Body mass index(kg/m ²)	22.3 ± 2.6	20.9 ± 1.9*** ²⁾
Smokers(%)	52.0	0
Amount of Cigarettes(number per day)	15.7 ± 7.8	0
Drinker(%)	84.7	83.6
Amount of Drinking(cups per day)	1.2 ± 0.9	2.4 ± 2.2***
Regular Exerciser(%)	60.3	17.4
Calorie Expenditure(kcal/day)	2,632.3 ± 415.1	2,106.0 ± 347.8***
(kcal/kg body weight)	38.6 ± 2.7	37.6 ± 4.5
Serum Total cholesterol(mg/dl)	148.4 ± 35.2	163.4 ± 28.6***
Serum LDL-cholesterol(mg/dl)	86.3 ± 38.5	101.3 ± 26.1***
Serum HDL-cholesterol(mg/dl)	44.1 ± 13.0	46.3 ± 12.4
Serum Triglyceride(mg/dl)	100.1 ± 39.2	78.8 ± 31.8***

1) Mean ± Standard Deviation

2) Significantly different from men, $p < 0.001$

컵의 기준으로 정하였다.

혈청내 총 콜레스테롤농도와 LDL 콜레스테롤 농도는 여자 대상자가 남자에 비해서 높았는데, 이것은 남자에 비해서 여자 대상자가 포화지방의 섭취가 높은 것에 기인한 것으로 여겨진다(Table 2). 흡연에 의한 혈청 콜레스테롤 농도의 차이는 없었다(자료 미제시). Lee 등도 남자의 평균 혈청 콜레스테롤 농도는 흡연에 의한 차이가 없이 약 185mg/dl라고 보고했는데, 이것은 본 연구의 결과 보다 높았다¹⁸⁾. 그러나 본 결과의 불포화지방과 포화지방의 비는 0.9이었고, Lee 등의 결과는 약 0.7로 섭취한 불포화지방과 포화지방의 비의 차이가 혈청내 콜레스테롤 농도에 큰 영향을 미친 것으로 여겨진다. 혈청 중성지방의 농도는 남자 대상자에 비해 여자가 현저히 낮았고, 흡연에 의한 차이는 크지 않았지만, 흡연을 하는 대상자의 혈청 중성지방 농도가(105.0 ± 34.6) 비흡연 남자(98.7 ± 42.9)에 비해서 약간 높은 경향을 나타내었다. 음주에 따라 혈청 중성지방의 농도는 큰 차이를 나타내지 않았다.

남녀에 따른 영양소 섭취량을 비교해 보면 열량 섭취량은 남자와 여자 모두 일일 권장량의¹⁹⁾ 약 85%를 섭취하였다(Table 2). 총 열량 중 탄수화물, 지방, 단백질로 섭취한 퍼센트는 각각 58, 14, 28 정도이었다. 대부분 조사대상자들이 자취, 장거리 통학 또는 기숙사에 기거하여서 외식을 주로 하였기 때문에 신선한 과일이나 채소를 섭취할 수 있는 기회가 적고, 주로 라면, 짜장면, 과자와 같이 지방이 많이 함유되어 있는 간편하게 섭취할 수 있는 식품을 섭취하였다. 특히 본 연구의 남자 대상자들은 자취생이 많았고, 이들은 생 채소와 과일을 매우 적게 섭취하여 비타민 C 섭취량이 매우 낮았다. 본 연구의 비타민 C 섭취량은 남자 대상자에 비

Table 2. Nutrients intakes

	Men	Women
Sample Size	100	95
Energy(kcal/day)	2,082.9 ± 776.2 ¹⁾	1,761.1 ± 507.3*** ²⁾
Percentage of RDA	83.3 ± 31.0	85.9 ± 24.7
Protein (% of energy)	14.2 ± 3.8	14.2 ± 1.7
Percentage of RDA	111.2 ± 37.8	118.0 ± 14.1
Carbohydrates (% of energy)	58.0 ± 11.5	57.9 ± 4.2
Fat(% of Energy)	28.7 ± 3.8	27.7 ± 1.0
Saturated fat (% of energy)	8.0 ± 4.0	10.4 ± 2.0***
(g/day)	18.5 ± 16.7	20.6 ± 8.6
Monounsaturated fat(% of energy)	9.3 ± 4.6	8.9 ± 1.4
(g/day)	23.4 ± 21.0	17.6 ± 7.1
Polyunsaturated fat(% of energy)	7.0 ± 3.4	7.4 ± 1.7
(g/day)	16.2 ± 5.2	14.2 ± 4.2
Polyunsaturated fat : Saturated fat Ratio	0.9 ± 0.7	0.7 ± 1.7*
Cholesterol(mg/day)	286.5 ± 232.6	219.7 ± 93.2* ³⁾
(mg/1,000 kcal)	146.3 ± 134.0	123.7 ± 37.5
Vitamin C(mg/day)	47.1 ± 38.9	65.5 ± 31.1***
(mg/1,000 kcal)	23.7 ± 19.0	37.3 ± 15.4***
Percentage of RDA	85.6 ± 72.6	119.1 ± 56.6***
Vitamin E(mg/day)	11.8 ± 8.4	6.9 ± 2.6***
(mg/1,000 kcal)	5.9 ± 3.6	3.9 ± 0.8***
Percentage of RDA	118.0 ± 84.0	69.0 ± 26.0***

1) Mean ± Standard Deviation

2) Significantly different from men, $p < 0.001$ 3) Significantly different from men, $p < 0.05$

해서 여자 대상자가 훨씬 높아 일일에 약 66mg을 섭취하였고, 이는 일일 권장량의 약 120%에 해당하였다. 남자 대상자는 일일에 약 47mg을 섭취하여 일일 권장량의 약 86% 정도만을 섭취하였다. 이것은 1990년 국민 영양 조사 및 Oh 등에²⁰⁾ 비해서 현저히 낮은 경향을 나타내었다. 한편 Lee 등에 의하면¹⁸⁾ 남자 대상자 중 특히 흡연군의 비타민 C 섭취량은 일일에 약 48mg으로 본 연구와 유사하였다.

그러나 비타민 C 섭취 경향과는 달리 비타민 E의 섭취량은 남자에 비해서 여자가 현저하게 낮았으며, 여자는 일일 권장량의 69%만을 섭취하였다. 우리나라에서 비타민 E 섭취량에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았고, 우리나라 사람들이 대략 일일에 9~11mg을 섭취할 것으로 추정하고 있다. 본 연구의 조사 결과에 따르면 여자 대상자의 비타민 E 섭취량은 일일에 약 7mg으로 추정치보다 다소 낮았다. 비타민 E 섭취량이 매우 낮은 여자 대상자의 혈청내 tocopherol의 농도는 정상이었으며, 남자 대상자보다 오히려 높은 경향을 나타내었다 (Table 3). Elgin project에 의하면 성인 남자의 최소한 요구량은 식사로 α -tocopherol을 일일에 2mg이라고 했다²¹⁾. 또한 Bieri와 Evarts도 비타민 E를 일일에 6.5mg 이상 섭취하면 혈청 α -tocopherol의 농도는 정상이었다고 하였다²²⁾. 한편 Dam과 Bieri는 linoleic ac-

id를 주요 불포화지방산으로 하는 식사를 하는 경우 식사내 비타민 E와 불포화지방의 비율 0.4로 유지하는 것이 바람직하다고 하였다^{22,23)}. 본 연구 대상자의 비타민 E 요구량을 불포화지방의 섭취에 따라 계산해 보면 여자와 남자 대상자의 비타민 E 일일 섭취량은 부족하지 않았다. 한편 여자 대상자가 남자에 비해서 비타민 C 섭취량이 높았는데 이것이 혈청내 tocopherol이 산화된 후 다시 본래의 형태로 돌아오는데 비타민 C가 관여하여⁴⁾, 여자 대상자의 tocopherol 섭취량은 낮았지만, 혈청내 tocopherol 농도가 정상적으로 유지된 것으로 여겨진다.

2. 혈청내 비타민 C, 비타민 E 농도와 혈청내 과산화지질 농도

혈청 비타민 C 농도는 한 개인의 비타민 C 섭취량이 충분가를 평가할 수 있는 좋은 지표 중에 하나이다²⁴⁾. 혈청내 비타민 C 평균 농도는 남자와 여자 모두 정상 범위인 0.2mg/dl 이상이었다. 그러나 남자 대상자의 약 18.6%의 혈청 비타민 C 농도는 결핍 상태인 0.2mg/dl 이하였고, 15.6%는 한계 결핍 상태인 0.2~0.4mg/dl이었다. 여자의 경우도 약 10%가 결핍 상태였고, 8%가 한계 결핍 상태이었다. 혈청 비타민 C 농도가 낮은 대상자도 임상적인 결핍 증세를 나타내지는 않았다.

Table 3. Serum vitamin C, vitamin E and lipid peroxide concentrations

	Sample Size	Vitamin C (mg/dl)	α -tocopherol (mg/dl)	γ -tocopherol (mg/dl)	Total ¹⁾ tocopherol (mg/l)	α -tocoph/Tg ²⁾	Lipid peroxides (nmol/ml)
Gender							
Men	100	0.69±0.7 ³⁾	0.70±0.19	0.08±0.07	0.79±0.21	0.008±0.004	0.55±0.17
Women	95	0.74±0.6	0.74±0.1	0.13±0.16 ⁴⁾	0.89±0.16 ⁵⁾	0.011±0.004 ^{**}	0.52±0.14
Smoker							
Non-Smoker	143	0.74±0.7	0.68±0.16 ^{a)}	0.11±0.07	0.8±0.19	0.01±0.005 ^{a)}	0.54±0.15
Mild Smoker ⁶⁾	7	0.80±0.5	0.90±0.1 ^{b)}	0.11±0.05	1.0±0.09	0.013±0.005 ^{b)}	0.46±0.14
Heavy Smoker ⁷⁾	45	0.66±0.43	0.79±0.18 ^{b*)}	0.07±0.06	0.9±0.21	0.009±0.004 ^{a*)}	0.59±0.18
Alcohol Drinker							
Non-Drinker	31	0.86±0.67	0.66±0.17	0.12±0.09	0.75±0.19	0.01±0.004	0.54±0.17
Regular-Drinker	164	0.7±0.64	0.71±0.18	0.10±0.07	0.82±0.21	0.01±0.005	0.53±0.16
Exerciser							
Non-Exerciser	118	0.62±0.5	0.68±0.16	0.12±0.07	0.80±0.19	0.01±0.004	0.54±0.17
Regular Exerciser	77	0.93±0.8 ⁹⁾	0.73±0.2	0.07±0.06 ¹⁰⁾	0.83±0.22	0.01±0.005	0.53±0.16

1) Sum of α -, β - and γ -tocopherol

2) Serum α -tocopherol concentration/serum triglyceride concentrations

3) Mean \pm Standard Deviation

4) Significantly different from men, $p < 0.001$

5) Significantly different from men, $p < 0.01$

6) Smoked up to nine cigarettes per day

7) Smoked ten or more cigarettes per day

8) Values within smoker categories with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Tukey multiple comparison.

9) Significantly different from non-exerciser, $p < 0.01$

10) Significantly different from non-exerciser, $p < 0.001$

혈청내 비타민 C 농도와 일일 비타민 C 섭취량 사이에는 뚜렷한 상관관계를 나타내지 않았다. 한편, 혈청내 비타민 C 농도는 여자가 남자에 비해서 높은 경향을 나타내었는데, 이것은 생활습관과 관련이 있는 것으로 여자가 남자에 비해 높은 비타민 C 섭취량, 좋은 생활습관과 남녀간의 대사적인 차이에 의한 것으로 여겨진다. 혈청 비타민 C 농도는 생활 습관에 의해 영향을 받아 좋은 생활 습관을 가진 대상자의 혈청 비타민 C 농도가 높은 경향을 나타내었다(Table 3). 하루에 10개피 이상을 흡연하는 대상자의 혈청내 비타민 C 농도가 그렇지 않은 사람에 비해 낮은 경향을 나타내었다($p=0.08$). 대부분의 흡연과 혈청 비타민 C 농도에 대한 연구의 결과는 본 연구의 결과와 유사하였는데, 연구 결과에 따르면 흡연자의 혈청내 비타민 C 농도가 비흡연자에 비해 유의적으로 낮았다고 보고하였다^{25,26}. 그것은 흡연자의 비타민 C 섭취량과 흡수율이 낮고 교체율이 현저하게 높기 때문 일것이라고 하였다. Park과 Kang의 보고에 따르면²⁵ 흡연자와 비흡연자의 비타민 C 섭취량은 일일 권장량의 약 180~200%를 섭취하고 있었고, 혈청내 비타민 C 농도도 두 군에서 모두 정상 농도 이상이였다. 그럼에도 불구하고 흡연자의 혈청 비타민 C 농도가 비흡연자에 비해서 현저하게 낮았다고 하였다.

흡연 뿐만 아니라 음주와 운동도 혈청 비타민 C 농도에 영향을 미쳤다. 본 연구에서는 음주를 정기적으로 하는 대상자는 그렇지 않은 자들에 비해 혈청 비타민 C 농도가 낮은 경향을 나타내었다. 혈청내 비타민 C 농도와 음주와의 관계에 대한 본 연구 결과는 Buiatti 등의 연구³⁰ 결과와 일치하여 음주를 정기적으로 하는 대상자의 혈청 비타민 C 농도가 낮은 경향을 나타내었다. 또한 운동을 정기적으로 하는 대상자의 혈청 비타민 C 농도가 운동을 하지 않는 대상자에 비해 통계적으로 유의하게 높았다. 본 연구와 다른 연구를 종합적으로 볼 때 우리나라의 비타민 C 섭취량과 혈청내 비타민 C 농도 사이의 상관관계에 있어서는 개인차가 크고, 혈청 비타민 C 농도는 생활 습관에 의해서 영향을 받으므로 일일 권장량에 대한 연구가 좀 더 다각적으로 이루어져야 할 것이다.

비타민 E의 체내 보유 상태를 나타내 주는 지표는 혈청내 total tocopherol 농도이다³¹. 본 연구에 참여한 대상자의 혈청 total tocopherol의 평균 농도는 약 0.8 mg/dl로 정상적인 범위에 있었고²⁹. 모든 대상자의 혈청내 total tocopherol 농도는 정상범위내에 있었다. 남자와 여자 대상자 사이에 혈청 α -tocopherol 농도의 차이는 없었지만, 혈청 γ -tocopherol 농도와 혈청 to-

tal tocopherol 농도는 여자가 남자에 비해 현저하게 높았다. 한편 혈청내 비타민 E는 주로 지방과 함께 존재하므로 혈청내 지방 함량에 따라 영향을 받으므로 혈청내 α -tocopherol 농도와 γ -tocopherol 농도를 각각 혈청내 중성지방의 농도로 나눈 값을 계산하였다. 혈청 α -tocopherol의 혈청 중성지방 농도에 대한 비는 모두 남자에 비해서 여자가 현저하게 높았다. 또한 혈청 γ -tocopherol 농도의 혈청 중성지방에 대한 비도 남자에 비해(0.0008 ± 0.0006) 여자가(0.0016 ± 0.0008) 현저하게 높았다.

생활습관이 혈청내 α -와 γ -tocopherol 농도에 현저한 영향을 미치지 않는았다. γ -tocopherol의 농도는 하루에 10개피 이상 흡연하는 대상자가 나머지 대상자에 비해 낮은 경향을 나타내었다. 그러나 흡연을 하지 않는 대상자의 혈청내 α -tocopherol 농도는 하루에 9개피 이하로 흡연하는 자들에 비해 오히려 현저하게 낮은 경향을 나타내었다. 혈청 α -tocopherol 농도를 중성지방으로 나누어 계산한 값도 중성지방으로 나누어 계산하지 않은 경우와 유사한 결과를 나타내어 담배를 일일에 9개피 이하로 핀 군이 다른 군에 비해 유의적으로 높았다. 혈청 α -tocopherol, γ -tocopherol과 total tocopherol 농도는 음주나 정기적 운동과 같은 생활습관에 따른 차이를 거의 나타내지 않았다. 단지 혈청 γ -tocopherol 농도는 정기적으로 운동을 하는 대상자에서 유의적으로 낮은 경향을 나타내었다. 일본의 흡연자를 대상으로 조사한 결과에 따르면 혈청내 α -tocopherol 농도는 음주와 식사 습관에 의한 영향을 받지 않았고, 단지 정기적인 운동을 하는 경우에 혈청 α -tocopherol 농도가 높았다³². Gascon-Vila 등은³³ 비흡연자에서 혈청내 α -tocopherol 농도는 비타민 E 섭취량과 체질량지수에 의해 영향을 받았지만, 음주, 나이, 성별과는 관련이 없었다고 보고하였다. 본 연구와 더불어 다양한 연구들을 고찰하여 볼 때 우리나라의 비타민 E의 일일 권장량은 생활습관의 차이에 관계없이 건강한 젊은 남녀에게 충분한 것으로 여겨진다.

혈청내 과산화물 농도는 성별에 따른 차이를 거의 나타내지 않았고, 생활습관인 흡연, 음주, 정기적인 운동에 의한 차이도 거의 없었다. 건강한 젊은 남녀의 체내 과산화물 농도는 생활습관이나 식사 형태에 의해 큰 영향을 받지 않은 것으로 여겨진다. Choi 등이 보고한 중년 남자의 생활습관에 혈청 과산화지질의 농도도 흡연, 음주, 운동 등에 따른 차이가 없었고, 이것은 이들의 체내 항산화 영양소 상태가 상당히 양호했기 때문일 것이라고 하였다³⁴.

3. 혈청 tocopherol, 비타민 C와 과산화지질의 농도에 영향을 미치는 요인 분석

독립변수인 흡연, 음주, 운동과 같은 생활습관, 불포화 지방, 비타민 E와 비타민 C 섭취를 포함한 식사섭취 형태, 혈청내 콜레스테롤과 중성지방 농도 중 종속변수인 혈청 tocopherol, 비타민 C와 과산화지질의 농도에 영향을 미치는 요인을 선택하기 위해서 다중 회귀 분석을 이용하였다. 이 과정 중 독립변수 사이의 상호 관련이 있는 요인은 제거되고, 종속변수에 상관관계를 나타내면서 독립변수 사이에는 상호 관련이 없는 독립변수는 남게 된다. 다중 회귀분석의 결과는 Table 4, Table 5와 Table 6에 있다.

혈청내 α -tocopherol 농도는 생활습관이나 식사형태에 의해서 큰 영향을 받지 않았다(Table 4). 혈청내 α -tocopherol 농도의 변이는 생활습관과 식사형태에 의해서 약 22% 정도만이 설명되었다. 여러 변수 중 총지방 섭취량과 알코올 섭취량만이 혈청 α -tocopherol의 농도에 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다. 알코올의 섭취와 혈청내 α -tocopherol 농도와와의 관계에 대한 연구 결과는 아직까지 논란이 있지만, 대부분의 경우에 알코올을 섭취가 혈청내 α -tocopherol에 큰 영향을 미치지 않았다고 하였다.³²⁾³⁵⁾³⁶⁾ Choi 등은 주 5회 이상 음주를 하는 중년 남자의 혈청 α -tocopherol 농도가 주 1~2회 이하로 음주하는 사람보다 유의적으로 높다고 보고

Table 4. Multiple regression analysis of potential predictors of serum α -tocopherol and γ -tocopherol concentrations¹⁾

Independent variable	Regression Coefficient for serum α -tocopherol ²⁾	Regression Coefficient for serum γ -tocopherol ³⁾
Intercept	0.7** ⁴⁾	0.49*** ⁵⁾
Number of cigarettes (cigarettes per day)	0.002	0.0002
Amount of alcohol (cups per day)	0.02*	-0.01***
Calorie expenditure (kcal/kg body weight)	0.0001	-0.005***
Total fat intake (% of energy)	0.006*	-0.001
Polyunsaturated fat : Saturated fat ratio	-0.07	-0.02
Vitamin C intake (mg/1,000 kcal)	-0.001	0.0004
Serum total cholesterol (mg/dl)	-0.0007	-0.006***
Serum lipid peroxide (nmol/ml)	0.11	-0.08** ⁶⁾

1) n=185 2) R²=0.22 3) R²=0.47
4) *p<0.05 5) ***p<0.001 6) **p<0.01

하여서 본 연구의 알코올 섭취량과 혈청 α -tocopherol 농도 사이에 나타난 양의 상관관계와 유사한 경향을 나타내었다.³⁵⁾ 운동이 혈청내 α -tocopherol에 미치는 영향에 대한 연구는 아직까지 많이 이루어지지 않았지만, Kawai 등의 연구에 따르면 운동을 자주하는 것과 혈청 α -tocopherol의 농도가 양의 상관관계를 나타내

Table 5. Multiple regression analysis of potential predictors of serum vitamin C concentrations¹⁾

Independent variable	Regression Coefficient ²⁾	95% Confidence Interval	
Intercept	2.16*** ³⁾	0.32,	4.0
BMI(kg/m ²)	-0.04	-0.104,	0.024
Number of cigarettes (cigarettes per day)	-0.02** ⁴⁾	-0.036,	-0.004
Amount of alcohol (cups per day)	0.08	0.0,	0.16
Regular exercise (yes, no) ⁵⁾	0.29*	0.1,	0.77
Total fat intake (% of energy)	-0.02	-0.052,	0.012
Vitamin E intake (mg/1,000 kcal)	0.03	-0.018,	0.078
Serum α -tocopherol (mg/dl)	-0.34	-1.3,	0.62
Serum HDL-cholesterol (mg/dl)	-0.01	-0.024,	0.004
Serum lipid peroxides (nmol/ml)	0.62	-0.148,	1.388

1) n=185 2) R²=0.22 3) ***p<0.001
4) *p<0.05 5) Indicative variable : yes, 1 : No, 0.

Table 6. Multiple regression analysis of potential predictors of serum lipid peroxide concentrations¹⁾

Independent variable	Regression Coefficient ²⁾	95% Confidence Interval	
Intercept	0.52	-0.23,	1.27
BMI(kg/m ²)	0.03*** ³⁾	0.014,	0.046
Number of cigarettes (cigarettes per day)	0.007*	0.0006,	0.013
Amount of alcohol (cups per day)	-0.039***	-0.007,	-0.071
Calorie expenditure (kcal/kg body weight)	-0.022***	-0.035,	-0.009
Polyunsaturated fat : Saturated fat ratio	0.13***	0.05,	0.21
Vitamin C intake (mg/1,000 kcal)	-0.13** ⁴⁾	-0.0036,	-0.0004
Serum γ -tocopherol (mg/dl)	-0.73*	-1.43,	-0.03
Serum HDL-cholesterol (mg/dl)	0.005** ⁵⁾	0.002,	0.008
Serum triglycerides (mg/dl)	0.002***	0.0007,	0.0033

1) n=185 2) R²=0.5 3) ***p<0.001 4) *p<0.05 5) **p<0.01

었다³⁷⁾. 이것은 운동이 체지방을 증가시키고, 체지방에 저장된 α -tocopherol이 혈청으로 이동되어 혈청내 α -tocopherol의 농도가 증가하는 것으로 보고하였다³⁷⁾³⁸⁾.

본 연구의 다중 회귀분석에 따르면 혈청 α -tocopherol 농도에 비해 혈청 γ -tocopherol 농도는 생활습관과 식사섭취 형태에 의해서 영향을 많이 받아 생활습관과 식습관이 조사대상자 개인의 혈청 γ -tocopherol 농도의 변이를 약 47 퍼센트 설명하였다. 알코올 섭취량과 총지방섭취량이 많을수록, 단위 체중 당 열량소비량이 많을수록, 혈청 콜레스테롤 농도와 혈청 과산화지질 농도가 높을수록, 혈청내 γ -tocopherol 농도는 낮았다. 아직까지 γ -tocopherol과 생활습관과의 관계에 대해 연구는 거의 이루어지지 않았고, 단지 최근에 γ -tocopherol은 옥수수 기름과 같은 식용유에 많이 함유되어 있고, free radical 제거하는 능력이 강한 것으로 알려져 있으므로³⁹⁾ 앞으로 혈청 γ -tocopherol 농도와 생활습관과의 관계에 대한 연구가 필요하겠다.

혈청내 비타민 C 농도도 혈청내 α -tocopherol 농도와 마찬가지로 생활 습관이나 식사형태에 의해서 현저한 영향을 받지 않았다. 혈청내 비타민 C 농도의 변이는 Table 5에 나와 있는 변수에 의해서 약 22 퍼센트가 설명되었고, 독립변수 중 흡연량과 정기적인 운동만이 통계적으로 유의적인 상관관계를 나타내었다. 혈청내 비타민 C 농도는 흡연량이 증가할수록 감소하였고, 정기적인 운동을 하였을 때 증가하였다.

혈청내 과산화지질 농도는 Table 6에 나와 있는 식사섭취 형태와 생활습관에 의해서 변이의 50 퍼센트를 설명하였다. 체질량지수가 높을수록, 담배를 많이 피우수록, 섭취한 불포화지방과 포화지방의 비가 높을수록, 혈청내 중성지방과 HDL-콜레스테롤 농도가 높을수록, 혈청내 과산화지질 농도가 높아졌다. 반대로 혈청내 과산화지질 농도는 알코올 섭취량이 많을수록, 단위 체중 당 열량소비량이 많을수록, 비타민 C 섭취량이 많을수록, 혈청내 γ -tocopherol 농도가 높을수록 낮았다.

결 론

본 연구는 건강한 젊은 남녀를 대상으로 개인의 생활습관이 비타민 C와 비타민 E의 일일 권장량에 미치는 영향을 조사하였다. 조사대상자는 특별한 질병을 가지고 있거나, 걸린 적이 없고, 약이나 영양제를 복용하지 않는 건강한 남녀 대학생과 대학원생 195명이었고, 이들의 생활습관과 식습관을 설문지로 조사했으며, 일일 영양소 섭취량은 24시간 회상법으로 조사하였다. 이렇게 조사된 생활습관, 식사형태와 영양소 섭취량이 혈청

내 비타민 C, tocopherol과 과산화지질 농도에 미치는 영향을 조사하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1) 조사대상자의 평균 나이는 20~21세이고, 체질량지수는 21~22kg/m²로 정상적인 체격을 가졌다. 남자 대상자 중 52%가 흡연하였고, 여자는 모두 비흡연자였다. 남자와 여자 대상자의 약 84% 정도가 음주하였다. 정기적인 운동을 하는 경우는 여자에 비해 남자 대상자에서 현저하게 높았다. 여자의 혈청 총-, HDL-, LDL-콜레스테롤 농도가 남자에 비해 현저하게 높았지만, 혈청 중성지방 농도는 반대로 남자가 더 높았다. 이것은 조사대상자의 포화지방 섭취량과 관련이 있었다.

2) 남자와 여자 조사대상자 모두의 총 열량 섭취량 중 탄수화물, 단백질, 지방이 차지하는 퍼센트는 각각 58, 14, 28 정도였다. 남자가 여자에 비해 포화지방의 섭취는 낮고, 불포화지방과 포화지방의 비는 높았다. 비타민 C의 일일 섭취량은 남자가 47.1mg으로 일일 권장량의 약 86%를 섭취하였고, 여자가 65.6mg으로 일일 권장량의 약 119%를 섭취하였다. 반대로 비타민 E의 일일 섭취량은 남자(11.8mg) 보다 여자가(6.9mg) 낮았다.

3) 혈청내 α -tocopherol 농도는 남녀 모두 정상적인 범위에 있었고, 남녀간에 차이도 없었지만, 혈청내 α -tocopherol 농도를 혈청내 중성지방 농도로 나눈 값은 여자가 남자보다 높았다. 혈청 비타민 C와 과산화지질 농도도 남녀간에 현저한 차이를 나타내지 않았다. 혈청내 비타민 C 평균 농도는 정상 범위에 있었지만, 여자 대상자의 약 10% 그리고 남자 대상자의 약 19%가 비타민 C 결핍상태를 나타내었다. 흡연에 따른 혈청 비타민 C와 과산화지질 농도는 현저한 차이가 없었다. 하루에 9개피 이하로 흡연을 하는 대상자가 나머지 대상자에 비해 혈청 α -tocopherol 농도와 혈청 α -tocopherol 농도를 혈청 중성지방 농도로 나눈 값이 높았다. 음주에 따른 혈청내 비타민 C, α -tocopherol, 과산화지질 농도에는 현저한 차이가 없었다. 정기적인 운동을 하는 사람의 혈청 비타민 C 농도가 운동을 하지 않는 사람에 비해 유의적으로 높았고, 혈청 α -tocopherol의 농도도 높은 경향을 나타내었다.

4) 다중 회귀분석의 결과에 따르면 생활습관과 식습관이 혈청내 α -tocopherol과 비타민 C 농도에 현저한 영향을 미치지 않았다. 단지 총지방섭취량과 알코올 섭취량이 혈청 α -tocopherol 농도와 양의 상관관계를 나타내었다. 혈청내 γ -tocopherol 농도는 알코올 섭취량이 높을수록, 단위 체중 당 열량 소비량이 높을수록, 혈청내 총 콜레스테롤 농도가 높을수록, 혈청내 과산화지질 농도가 높을수록 낮았다. 혈청내 비타민 C 농도는

흡연량과는 음의 상관관계 나타내었고, 정기적인 운동과는 양의 상관관계를 나타내었다.

5) 체내의 산화 상태를 간접적으로 반영하는 혈청내 과산화지질의 농도는 체질량지수, 흡연량, 불포화지방과 포화지방의 비, 혈청내 중성지방과 HDL-콜레스테롤 농도와 양의 상관관계를 나타내었고, 반대로 혈청내 과산화지질의 농도는 섭취하는 알코올의 양이 많을수록, 단위 체중 당 열량소비량이 많을수록, 비타민 C 섭취량이 많을수록, 혈청내 γ -tocopherol 농도가 높을수록 낮았다.

결론적으로 건강한 젊은 남녀의 비타민 E 요구량은 흡연, 음주, 운동과 같은 생활습관에 관계없이 우리나라에서 정해진 비타민 E 권장량으로 충족되는 것으로 여겨진다. 그러나 비타민 C 요구량은 개인차가 크고, 생활습관 중 흡연량과 운동에 의해서 영향을 받는데 아직까지 다양한 생활습관에 따른 비타민 C의 일일 권장량에 대한 기준이 마련되지 않고 있다. 그러므로 남자와 여자의 다양한 연령층에서 생활습관에 따른 비타민 C 요구량에 대한 다각적인 연구를 통해 비타민 C의 일일 권장량을 정하는 것이 요구된다.

Literature cited

- 1) Diplock AT. Antioxidant nutrients and disease prevention. *Am J Clin Nutr* 53 : 1895-1935, 1991
- 2) Byers T, Perry G. Dietary carotenes, vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annu Rev Nutr* 12 : 139-159, 1992
- 3) Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Giovannucci E, Colditz GA, Willett WC. Vitamin E consumption and the risk of coronary heart disease in men. *N Engl J Med* 328 : 1450-1456, 1993
- 4) Kontush A, Finckh B, Karten B, Kohlschutter A, Beisiegel U. Antioxidant and prooxidant activity of α -tocopherol in human plasma and low density lipoprotein. *J Lipid Res* 37 : 1436-1448, 1996
- 5) 1993 National Nutrition Survey Report, The Ministry of Health and Welfare, Seoul, 1995
- 6) Leibovitz BE, Hu ML, Tappel AL. Lipid peroxidation in rat tissue slices : Effect of dietary vitamin E, corn oil-lard and menhaden oil. *Lipids* 25 : 125-129, 1990
- 7) Church DF, Pryor WA. Free radical chemistry of cigarette smoke and its toxicological implications. *Environ Health Perspect* 64 : 111-126, 1985
- 8) Sallis JF, Haskell W, Wood P. Physical activity assessment methodology in Five City Project. *Am J Epidemiol* 121 : 9-106, 1985
- 9) Food Composition Table, 4th edition, Department of Rural Development, Suwon, 1991
- 10) Bucolo G, David H. Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. *Clin Chem* 20 : 470-475, 1973
- 11) Allain CC, Poon LS. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin Chem* 20 : 470-475, 1974
- 12) Warnick GR, Benderson J, Albers JJ. Dextran sulfate-Mg²⁺ precipitation procedure for quantitation of high density lipoprotein cholesterol. *Clin Chem* 28 : 1379-1388, 1982
- 13) Friedewald 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 : 499-502, 1972
- 14) Yagi K. Assay for blood plasma or serum. In : *Methods in Enzymology*. Academic Press Vol 105 : 328-331, 1984
- 15) Teissier E, Walters-Laporte E, Duhem C, Luc G, Fruchart JC, Duriez P. Rapid quantification of α -tocopherol in plasma and low- and high-density lipoproteins. *Clin Chem* 42 : 430-435, 1996
- 16) Omaye ST, Turnbull JD, Sauberlich HE. Selected methods for the determination of ascorbic acid in animal cells, tissues and fluids. *Methods in Enzymology*. 62 : 3-47, 1979
- 17) Korean Tuberculosis Association. Nationwide smoking consensus. *Smoking and Health* 192(1) : 6, 1992
- 18) Lee SS, Choi IS, Lee KH, Choi UJ, Oh SH. A study on the nutrients intake and serum lipid pattern in smoking college men. *Korean J Nutrition* 29(5) : 489, 1996
- 19) Recommended dietary allowances for Koreans, 6th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 1995
- 20) Oh SY, Lee HY, Paik HY. Comparison of the levels of nutrient intakes by different dietary methods and days of dietary studies among young females in Korea. *Korean J Nutrition* 29 : 1021-1027, 1996
- 21) Horwitt MK. *Am J Clin Nutr* 8 : 451-461, 1960
- 22) Bieri A, Evarts RP. Tocopherols and fatty acids in American diets. The recommended allowance for vitamin E. *J Am Diet Assoc* 62 : 147-151, 1973
- 23) Dam H. Interrelations between vitamin E and polyunsaturated fatty acids in animals. *Vit Horm* 20 : 527-540, 1962
- 24) Jacob RA, Skala JH, Omaye ST. Biochemical indices of human vitamin C status. *Am J Clin Nutr* 46 : 818-826, 1987
- 25) Park JA, Kang MH. Vitamin C intakes and serum vitamin levels in smoking college men. *Korean J Nutrition* 29 : 122-133, 1996
- 26) Ito YY, Shima Y, Ochiai J, Otani M, Sasaki R, Suzuki S, Hamajima N, Ogawa H, Aoki K. Effects of the consumption of cigarettes, alcohol and foods on serum concentrations of carotenoids, retinol and tocopherols in healthy inhabitants living in rural area of Hokkaido. *Jpn J Hyg* 46 : 874-881, 1991

- 27) Riemersma, RA, Wood, DA, MacIntyre CCA, Elton RA, Gey KF, Oliver MF. Risk of angina pectoris and plasma concentrations of vitamins A, C and E and carotene. *Lancet* 337 : 1-5, 1991
- 28) Schectman G, Byrd JC, Gruchow HW. The influence of smoking on vitamin C status in adults. *Am J Publ Health* 79 : 158-162, 1989
- 29) Giraud DW, Martin HD, Driskell JA. Plasma and dietary vitamin C and E levels of tobacco chewers, smokers, and nonusers. *J Am Diet Assoc* 95(7):798-800, 1995
- 30) Buiatti E, Munoz N, Kato I, Vivas J, Muggli R, Plummer M, Benz M, Franceschi S, Oliver W. Determinants of plasma anti-oxidant vitamin levels in a population at high risk for stomach cancer. *Int J Cancer* 65 : 317-322, 1996
- 31) Kaplan LA, Stein EA, Willett WC, Stampfer MJ, Stryker WS. Reference ranges of retinol, tocopherols, lycopene and alpha- and beta-carotene in plasma by simultaneous high-performance liquid chromatographic analysis. *Clin Physiol Biochem* 5 : 297-304, 1987
- 32) Kitamura Y, Tanaka K, Kiyohara C, Hirohata T, Tomita Y, Ishibashi M, Kido K. Relationship of alcohol use, physical activity and dietary habits with serum carotenoids, retinol and alpha-tocopherol among male japanese smokers. *International J Epidemiology* 26 : 307-313, 1997
- 33) Gascon-Vila P, Garcia-Closas R, Serra-Majem L, Pastor MC, Ribas L, Ramon JM, Marine-Font A, Salleras L. Determinants of the nutritional status of vitamin E in a non-smoking Mediterranean population. Analysis of the effect of vitamin E intake, alcohol consumption and body mass index on the serum alpha-tocopherol concentration. *Eur J Clin Nutr* 51 : 723-8, 1997
- 34) Choi YS, Lee OJ, Cho SH, Park WH, Im JG, Kwon SJ. Serum lipid and lipid peroxide levels and their related factors in middle-aged men in Taegu. *Korean J Nutrition* 28 : 771-781, 1995
- 35) Stryker WS, Kaplan LA, Stein EA, Stampfer MJ, Sober A, Willett WC. The relation of diet, cigarette smoking, and alcohol consumption to plasma beta-carotene and alpha-tocopherol levels. *Am J Epidemiol* 127 : 283-296, 1988
- 36) Toyoshima H, Hayashi S, Miyanishi K. Effects of serum lipid concentrations and smoking and drinking habits on serum vitamin A and E levels. *Jpn J Hyg* 44 : 659-666, 1989
- 37) Kawai Y, Iwane H, Takanami Y, Shimomitsu T, Katamura T, Fujinami J. Vitamin E is mobilized in relation to lipolysis after strenuous endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 26 : S7-S16, 1994
- 38) Tidus P, Pushkarenko J, and Houston ME. Lack of antioxidant adaptation to short-term aerobic training in human muscle. *Am J Physiology* 271 : R832-R836, 1996
- 39) Farrell MP, Roberts RJ. Vitamin E. In : Shils ME, Olson JA, Shike M, ed. *Modern Nutrition in Health and Disease*, 8th edition. pp 330-331, Lea & Febiger, Philadelphia