

항산화성 비타민 보충 급여가 흡연자의 혈중 지질 양상에 미치는 영향

이성숙 · 최인선 · 이경화 · 오승호

전남대학교 가정대학 식품영양학과

Effect of Antioxidant Vitamin Supplementation on Plasma Lipid Pattern in Smoking College Men

Lee, Sung Sug · Choi, In Sun · Lee, Kyung Wha · Oh, Seung Ho

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju, Korea

ABSTRACT

Cigarette smoking is a well known risk factor for cardiovascular disease and has negative effects on blood lipid and lipoprotein. Some of the associations between smoking and chronic disease can be attributed to the less healthful lifestyles of smokers. A large body of epidemiologic evidence suggests inverse relationships between ischemic heart disease and plasma vitamin C and E concentrations. Smokers have lower plasma concentrations of these vitamins than do nonsmokers. Smokers therefore need antioxidant vitamin supplementation. The purpose of this study was to investigate the effect of antioxidant vitamin supplementation on plasma lipid patterns in smoking college men. 24 subjects were divided into 3 groups of which were the vitamin C supplementation group($n=8$), the vitamin E supplementation group($n=8$) and the vitamin C+E supplementation group($n=8$). The vitamin C supplementation group consumed 500mg of ascorbic acid, the vitamin E supplementation group consumed 200 IU of D- α -tocopherol, and the vitamin C+E supplementation group consumed 500mg of ascorbic acid + 200 IU of D- α -tocopherol for 4 weeks. We examined the plasma lipid patterns before and after the vitamins were supplemented. The results obtained were as follows : In the vitamin C supplementation group, the concentration of total cholesterol decreased significantly and HDL-cholesterol increased significantly with the supplementation of vitamin. In the vitamin E and vitamin C+E supplementation groups, however, there were no significant differences observed with the supplementation of vitamin. Concentrations of plasma LDL, triglyceride, free fatty acid were not significantly affected by the supplementation of vitamin in all groups. In terms of plasma fatty acid composition, the concentrations of saturated fatty acid were not significantly affected by the supplementation of vitamin in all groups. The concentrations of palmitoleic acid, arachidonic acid, and docosahexaenoic acid, however, significantly increased in the vitamin E supplementation group($p<0.05$). The concentration of plasma linoleic acid significantly increased in the vitamin C+E supplementation group($p<0.05$). The results of this study show that antioxidant vitamin supplementation in smokers has a tendency to decrease coronary heart disease risk in view of the plasma total cholesterol and HDL-cholesterol concentrations of the

제작일 : 1998년 9월 25일

vitamin C supplementation group and fatty acid concentration of the vitamin E supplementation group. (*Korean J Nutrition* 31(3) : 297~304, 1998)

KEY WORDS : smoking · antioxidant vitamin supplementation · total cholesterol · HDL-cholesterol · fatty acid.

서 론

흡연은 여러가지 기전에 의하여 관상심장질환의 위험율을 높이며^{1~4)} 또한 혈중 지질 및 지단백질에 부정적인 영향을 미친다⁵⁾. 혈중 지질과 지단백질(lipoprotein)에 대한 연구에 의하면 총 콜레스테롤, 저밀도 지단백질(low density lipoprotein, LDL), 중성지방 등이 관상심장질환의 위험정도와 정의 관계에 있는 반면 고밀도 지단백질(high density lipoprotein, HDL)은 관상심장질환의 보호인자로 알려져 있다^{6~7)}.

흡연을 하면 많은 자유라디칼이 생성되므로^{8~9)} 흡연자는 여러가지 질병 발생의 고도 위험군이다. 흡연자는 혈중 비타민 C와 비타민 E 농도가 비흡연자보다 유의하게 낮고 과산화지질(lipid peroxide)은 더 높으며¹⁰⁾ 항산화성 비타민 보충섭취가 동맥경화증 및 심혈관 관련 질환을 예방하는 데 효과가 있다고 주장되었다^{11~12)}. 대사율(turnover rate)에 있어서도 흡연자는 혈중 비타민 C농도가 유사한 비흡연자에 비해 40%정도 높으며^{13~14)}. Giraud 등¹⁵⁾은 흡연자가 비타민 C, 비타민 E 및 지질 섭취량이 비흡연자와 유사하여도 혈중 비타민 C 및 비타민 E 농도가 낮기 때문에 이를 비타민에 대한 생리적 요구량이 커져 보충 급여가 필요하다고 하였다. 그러므로 흡연자에게서 항산화성 영양소의 섭취는 흡연으로 인한 여러 종류의 암과 관상심장질환의 예방에 유익하다. 또한 흡연자는 식이 선택 양상 및 불건전한 생활 방식으로 인하여 질병의 위험율이 높고 항산화성 비타민에 대한 요구량이 큼에도 불구하고 흡연이 식이 선택에 영향을 주기 때문에 식이 변화로는 비타민 C 섭취량을 증가시키기 어렵고, 비타민 E는 식이중 다양 섭취가 어려움으로 보충 급여를 해야 할 필요가 있다.

비타민 C와 비타민 E 보충 급여는 혈중 총 콜레스테롤, 중성지방, LDL 및 LDL-콜레스테롤을 낮추며 HDL-콜레스테롤을 증가시킨다는 보고^{16~18)}가 있는 반면 영향을 주지 않는다는^{19~20)}는 상반된 보고도 있다. 이는 혈중 항산화성 비타민의 농도, 보충 급여량, 연령, 흡연 및 건강상태 등의 요인이 부가적인 비타민 공급이 지질 상태에 미치는 효과에 영향을 주기 때문이라 생각된다. 우리나라에서 흡연자의 지질 상태에 대한 연구^{21~23)} 있었으나 흡연자에게 항산화성 비타민을 직접 보충급여

하여 관찰한 연구가 없어 이 분야에 대한 연구가 부족한 실정이다. 생체내 지질과산화 반응은 생체막의 구성 성분비를 변화시키고, 세포의 기질적인 손상을 초래하여 정상적인 세포 기능을 상실시킴으로써 여러 병변을 유도할 수 있다²⁴⁾. 비타민 E를 감소시켰을 때 인지질 중의 다가불포화지방산이 일정하게 감소되었다고 보고²⁵⁾된 반면 항산화성 비타민을 병합하여 투여한 결과 지방산성을 변화시키지 못하였다는 보고²⁶⁾가 있어 이 분야의 연구가 미비한 실정이다. 그러므로 흡연자에게 항산화성 비타민을 단독 혹은 병합급여하여 흡연으로 인한 위험율을 감소시킬 수 있는지 여부를 관찰하는 것은 의의 있는 일이라 생각된다.

본 연구는 광주지역에 거주하고 있는 건강한 흡연 남자 대학생을 대상으로 항산화성 비타민을 보충 급여하여 혈중 지질 양상에 미치는 영향을 조사함으로써 흡연자에 대한 영양 및 건강 증진을 위한 지도 자료를 마련하는 데 그 목적이 있다.

실험 재료 및 방법

대상자 선정 및 분류, 채혈은 전보²⁷⁾와 동일한 방법으로 실행하였다.

1. 혈장 지질 농도 측정

혈장의 총 지질 함량은 Frings와 Dunn의 방법²⁸⁾으로 분석하였고, 총 콜레스테롤(T-choles. 5, 國際試藥, 日本, 神戶), 중성지방(triglyceride-E(GPO), 國際試藥, 日本, 神戶), 유리지방(NEFAZYME-S, 榮研化學, 日本, 東京), LDL-콜레스테롤(BLF, 榮研化學, 日本, 東京), HDL-콜레스테롤(HDL-C 555, 榮研化學, 日本, 東京) 농도는 각각 측정용 kit 시약으로 측정하였다. 동맥경화지수(atherogenic index, AI)는 총 콜레스테롤에서 HDL-콜레스테롤을 감한 후 HDL-콜레스테롤로 나누어서 산출하였다.

2. 혈장 지방산 조성 측정

혈장을 Folch 등²⁹⁾의 방법으로 지질을 추출한 후 0.5 N-NaOH/methanol로 가수분해 시킨 후 삼불화붕소 메탄을 시약으로 메칠 에스테르화 시켜 gas chromatograph³⁰⁾로 분석하였으며 그 분석 조건은 Table 1과 같다. 지방산 표준품은 sigma chemical Co.의 fatty

acid methyl ester 표준품을 사용하였다. 내부 표준물질로 methyl laurate를 첨가하여 이를 기준으로 각각의 지방산 농도를 산출하였다(Table 1).

3. 통계처리

조사된 자료는 SAS package를 이용하여 통계처리 하였다. 각 군의 조사 항목간의 평균과 표준오차를 구하였으며 각 군별 실험 전과 후의 유의성 검증은 paired t-test로 하였고, 군간의 유의성 검정은 anova test로 하였다. 모든 항목에 대하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

대상자에 대한 사항은 전보²⁷⁾와 동일하다.

Table 1. The operating conditions of gas chromatography for fatty acid analysis

Items	Conditions
Instrument	Hewlet packard 5890 series II
Integrator	Hewlet packard 3396 series II integrator
Column	SP-2340 fused silica capillary column (30m, 0.25mm ID)
Carrier gas	Nitrogen, 0.8 ml/min, split ratio=60 : 1
Oven	160°C for 3min, 3°C/min up to 220°C
Injector	240°C
Detector(FID)	250°C

Table 2. Concentrations of plasma total lipid, total cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol, ratio of HDL-cholesterol to the total cholesterol and atherogenic index before and after vitamin supplemented for 4 weeks

	Vit. C		Vit. E		Vit. C+Vit. E	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Total lipid(mg/dl)	576.9 ± 38.7	589.0 ± 29.3	591.4 ± 68.3	512.5 ± 59.3	449.8 ± 86.1	519.1 ± 41.1
Total cholesterol(mg/dl)	220.3 ± 9.9	192.1 ± 8.0*	184.9 ± 10.4	175.2 ± 8.9	177.6 ± 7.3	168.5 ± 9.2
LDL-cholesterol(mg/dl) ¹⁾	142.2 ± 9.7	129.0 ± 13.3	94.0 ± 18.2	91.4 ± 17.8	125.8 ± 16.3	103.2 ± 14.0
HDL-cholesterol(mg/dl) ²⁾	46.4 ± 4.1	62.7 ± 6.1*	43.8 ± 3.6	52.5 ± 2.4	46.3 ± 5.2	48.3 ± 3.8
%HDL-cholesterol ³⁾	21.1 ± 2.4	32.7 ± 4.4 ^b	23.7 ± 3.3	30.0 ± 2.3 ^{ab}	26.0 ± 4.6	28.6 ± 2.1 ^a
A.I. ⁴⁾	3.8 ± 0.5	2.1 ± 0.4*	3.2 ± 0.9	2.3 ± 0.5	2.8 ± 0.7	2.5 ± 0.6

Each values are mean ± standard error.

1) LDL-cholesterol : low density lipoprotein cholesterol

2) HDL-cholesterol : high density lipoprotein cholesterol

3) % HDL-cholesterol = HDL-cholesterol × 100/total cholesterol

4) AI : Atherogenic Index = (total cholesterol-HDL-cholesterol)/ HDL-cholesterol

*Values are significantly different within group at $p < 0.05$.

Values with different alphabets are significantly different in change between groups at $p < 0.05$.

Table 3. Concentrations of plasma triglyceride, LDL, free fatty acid before and after vitamin supplemented for 4 weeks

	Vit. C		Vit. E		Vit. C+Vit. E	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Triglyceride(mg/dl)	123.8 ± 14.7	114.6 ± 25.2	125.0 ± 25.4	112.5 ± 26.3	112.1 ± 25.2	130.6 ± 22.1
LDL (mg/dl) ¹⁾	406.2 ± 27.8	368.7 ± 38.0	268.6 ± 52.0	261.1 ± 51.0	359.4 ± 46.6	295.0 ± 40.1
Free fatty acid(u eq/l)	589.4 ± 87.8	550.9 ± 81.5	477.8 ± 79.8	560.6 ± 98.9	506.8 ± 53.5	540.9 ± 69.6

Each values are mean ± standard error.

1) LDL : low density lipoprotein

All values are not significantly different within group at $p < 0.05$.

All values are not significantly different in change between groups at $p < 0.05$.

1. 혈장 지질 농도

총 지질, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 농도, % HDL-콜레스테롤 및 atherogenic index는 Table 2와 같다.

중성지방, LDL, 유리지방의 농도는 Table 3과 같다.

총 지질 농도는 실험 전과 후 각각 비타민 C 보충군에서 576.9mg/dl와 589.0mg/dl, 비타민 E 보충군에서 591.4mg/dl와 512.5mg/dl 및 병합군여군에서 449.8mg/dl와 519.1mg/dl로서 보충군여에 의한 유의한 차이는 보이지 않았다. 총 콜레스테롤 농도는 실험 전과 후 각각 비타민 C 보충군여군에서 220.3mg/dl와 192.1mg/dl, 비타민 E 보충군여군에서 184.9mg/dl와 175.2mg/dl 및 병합군여군은 177.6mg/dl와 168.5mg/dl로 항산화성 비타민 보충 굽여로 모두 감소하는 경향을 보였는데, 특히 비타민 C 보충군여군에서 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). LDL-콜레스테롤 농도는 실험 전과 후 각각 비타민 C 보충군여군에서 142.2mg/dl와 129.0mg/dl, 비타민 E 보충군여군은 94.0mg/dl와 91.4mg/dl 및 병합군여군은 125.8mg/dl와 103.2mg/dl로 비타민 C 보충군여군과 병합군여군에서 감소하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 보이지 않았다. HDL-콜레스테롤 농도는 실험 전과 후 각각 비타

민 C 보충급여군에서는 46.4mg/dl와 62.7mg/dl, 비타민 E 보충급여군은 43.8mg/dl와 52.5mg/dl, 병합급여군은 46.3mg/dl와 48.3mg/dl로 세 군에서 모두 증가하는 경향을 보였으며 특히 비타민 C 보충급여군에서는 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율(%HDL) 또한 실험 전에 비해 보충 급여후 모두 증가하였으며, 동맥경화지수는 세 군 모두 감소하는 경향을 나타내었다. 실험 기간 동안 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도의 변화 양상을 보면 세 군 모두 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도는 감소하는 경향을 보였으며, HDL-콜레스테롤 농도는 증가하는 경향을 나타내었다. 중성지방 농도는 실험 전과 후 각각 비타민 C 보충급여군에서 123.8mg/dl와 114.6mg/dl, 비타민 E 보충급여군에서 125.0mg/dl와 112.5mg/dl 및 병합급여군은 112.1mg/dl와 130.6mg/dl로 비타민 C 보충급여군과 비타민 E 보충급여군에서 감소하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 보이지 않았다. LDL 농도는 실험 전과 후 각각 비타민 C 보충급여군에서 406.2mg/dl와 368.7mg/dl, 비타민 E 보충급여군에서 268.6mg/dl와 261.1mg/dl, 병합급여군은 359.4mg/dl와 295.0mg/dl로 비타민 C 보충급여군과 병합급여군에서 감소하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 보이지 않았다. 유리지방산 농도는 실험 전과 후 각각 비타민 C 보충급여군에서 589.4 μ Eq/1와 550.9 μ Eq/1, 비타민 E 보충급여군에서 477.8 μ Eq/1와 560.6 μ Eq/1 병합급여군은 506.8 μ Eq/1와 540.9 μ Eq/1로서 각 군간에 유의한 차이는 보이지 않았다.

혈장내 지단백질중 chylomicron과 VLDL은 혈장 중성지방의 주된 운반체인 반면, 혈장 콜레스테롤의 대부분은 LDL과 HDL에 의하여 운반되는 것으로 알려져 있다. 혈장내 콜레스테롤은 운반에서 LDL에 반해 HDL은 말초조직으로부터 간으로의 운반체로서 HDL의 콜레스테롤 농도는 동맥경화 및 심장질환의 발생과 역관계에 있다. 그러므로 혈액순환계 질병의 예방 및 치료를 위해 HDL과 LDL의 콜레스테롤 상관비를 높일 수 있는 식이 성분을 규명하기 위해 식이섬유, 미네랄, 비타민 등을 대상으로 많은 연구가 되어왔다. 비타민의 식이 조절로 만성퇴행성 질환의 예방이나 노화과정의 변화를 시도할 수 있으며 이미 질병이 이환된 경우에도 항산화성 영양소의 투여가 합병증을 예방할 수 있다고 한다.^{31),32)}

HDL-콜레스테롤은 비타민 C 보충 급여에 의해 다양하게 영향받는다. Hallfrisch 등³³⁾은 비타민 C 농도와 HDL 및 HDL₂-cholesterol에 대하여 혈중 비타민

C농도가 높으면 심장질환 위험률을 낮추는데 이는 HDL- 및 HDL₂-cholesterol과 관련이 있다고 하였다. Farugue 등³⁴⁾은 정상인에게 1일 비타민 C 1g씩을 12주동안 섭취시켰을 때 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방 및 LDL-콜레스테롤에 영향을 미치지 않는다고 하였으며, Khan 등³⁵⁾도 1일 비타민 C 1g을 4주간 급여시 혈장 지질성분에 영향을 주지 않았다고 보고하였다. 그러나 Ginter 등³⁶⁾은 고지혈증 환자에게 비타민 C 급여시 혈중 콜레스테롤 및 중성지방 농도를 유의하게 감소시켰다고 보고하였으며, Hersey 등¹⁷⁾은 노인에게 1일 1g의 비타민 C 공급시 HDL-콜레스테롤 농도를 증가시켰다고 보고하였다. Bates 등³⁷⁾이 비타민 C상태와 HDL-콜레스테롤 농도간에 정의 상관 관계가 있음을 보고한 바를 참고로 할 때 본 실험에서도 비타민 C 보충 급여로 혈장 HDL-콜레스테롤 농도가 증가하는 경향을 나타내었다. 본 실험 대상자의 혈장 비타민 C농도는 진보²⁷⁾에서 보고된 바와 같이 비타민 C 보충급여군, 비타민 E 보충급여군 및 병합급여군에서 각각 59.6 μ mol/l, 61.5 μ mol/l 및 54.6 μ mol/l로서 저 혈청 비타민 C 농도인 23 μ mol/l미만³⁸⁾은 아니었지만 흡연자에서 측정된 선행연구³⁹⁻⁴¹⁾와 유사한 수준이었으며, 우리나라에서 Park⁴¹⁾등은 혈중 비타민 C 농도가 흡연자는 64.3 μ mol/l, 비흡연자는 80.1 μ mol/l로 비흡연자에 비해 흡연자가 유의적으로 낮았다고 보고하였다. 본 조사에서 비록 비흡연자의 비타민 C농도는 측정하지 못하였지만 위의 보고들로 미루어 볼 때 비흡연자에 비해 낮을 것으로 예상되며 이로 인해 보충급여에 유의한 영향을 더 많이 받았을 것으로 사료된다.

Chapkin¹²⁾에 의하면 HDL 농도가 평균 이하로 낮은 사람에게 비타민 E를 급여하였을 때 혈청 중성지방 수준이 유의하게 낮아졌으며 당뇨 초기⁴³⁾ 환자에게 비타민 E 보충 급여한 결과 prostacyclin이나 thromboxan의 균형을 정상화시킴으로써 혈소판 응집을 막을 수 있다고 하였다. Hodis 등⁴⁴⁾은 매일 적어도 100 IU의 비타민 E를 보충제제로 섭취한 남자는 매일 100 IU 미만을 섭취한 남자에 비해 대체로 관상동맥 병변 진행이 유의하게 적었고, 평균 LDL-콜레스테롤 농도가 100mg/dl 미만인 약물 투여군에서는 관상동맥 병변의 진행이 유의할 만큼 줄어 들었으며 고농도의 비타민 E를 보충 섭취한 대상에서는 경미/중 정도의 병변을 나타내어 관상동맥 병변 진행의 감소에 대하여 항산화성 비타민 보충섭취가 유익한 상관관계가 있음을 보여 준다. Stamper와 Rimm⁴⁵⁾도 1일 100 IU이상의 비타민 E를 섭취한 경우에 관상동맥심질환의 위험을 감소시켰다고 하였으며, 따라서 위험집단에게는 비타민 E

의 보충이 이점이 있다고 주장하였다. London 등⁴⁶⁾은 비타민 E에 의해 LDL의 지질 조성 중 에스터화된 콜레스테롤이 감소됨에 따라 유리 콜레스테롤이 증가된다고 하였다. 그러나 Tomeo 등¹⁹⁾은 고지혈증 환자에게 300mg의 비타민 E를 12개월동안 투여하였을 때 혈청 지질 농도에는 영향을 주지 않았다고 하였으며, 그 외에도 비타민 E 보충 굽여가 혈중 지질 성분에 크게 영향을 미치지 않는다는 보고들^{47~50)}도 있다. Paolisso 등¹⁸⁾은 관상동맥심질환을 가진 노인 환자에게 4개월간 1일 900mg의 비타민 E를 복용시킨 결과 LDL-콜레스테롤과 인슐린 농도가 감소되어 치료에 유익하였다고 보고하였다. 그 외에도 비타민 E 보충 굽여가 혈중 지질 성분 개선에 영향을 준다는 보고^{51~53)}는 많이 있다. 이상에서와 같이 비타민 E 보충 굽여에 대한 상이한 견해들이 있는데 본 실험에서는 비타민 E 보충 굽여가 혈장 지질 성분에 별 영향을 미치지 않았다. Hermann 등⁴⁷⁾은 HDL 농도가 낮은 사람이 비타민 E 보충 굽여의 이점을 가장 많이 얻을 수 있다고 한 바 본 실험대상자의 HDL 농도가 낮은 상태는 아니었기 때문에 비타민 E 보충 효과의 이점을 얻을 수가 없었다고 생각된다. Kaseki 등⁵⁴⁾은 비타민 E 보충 굽여시 혈장 중성지방이 높은 경우 중성지방을 감소시키지 못하였고 총 콜레스테롤에도 영향을 미치지 않았다고 보고하였으며, 혈중 지질 농도가 높고 항산화 활성이 약화된 환자에게 큰

효과가 있어서 항산화 활성을 증가시키고 혈소판 응집도 억제시켰다는 보고도 있다⁵⁵⁾. 그러므로 비타민 E의 효과는 동맥 경화를 유도하거나 촉진하는 과정을 조절하는데 있고 특히 유리기의 형성을 제거하는 데 있다고 할 수 있다. Reaven 등⁵⁶⁾은 비타민의 병합 투여 효과에 관하여 베타-카로틴만을 보충 굽여 했을 때보다 베타-카로틴과 비타민 E 병합시 혈중 총 콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤이 증가되었으며 또한 이보다는 베타-카로틴, 비타민 E 및 비타민 C를 병합하여 보충 굽여한 결과 HDL-콜레스테롤이 감소되었다고 보고하였으나 본 실험 결과에서는 병합투여에 의한 효과는 볼 수 없었다. 본 연구에서는 비타민 C 보충 굽여에 의한 효과가 가장 커서 유의하게 총 콜레스테롤 농도는 감소되었으며, HDL-콜레스테롤 농도는 증가되었다.

2. 지방산 조성

본 실험 대상자의 혈장 지방산 조성은 Table 4와 같다. 생체내 지질과산화 반응은 생체막의 구성 성분비를 변화시키고, 세포의 기질적인 손상을 초래하여 정상적인 세포 기능을 상실시킴으로써 여러 병변을 유도할 수 있다²⁴⁾. 이것은 불포화지방산이 지질과산화 반응의 주요 기질이며 과산화 반응 결과로 인해 막의 구성성분, 유동성 및 투과성 등의 변화를 초래할 수 있는 것을 시사한다. Dean 등²⁵⁾은 비타민 E를 감소시켰을 때 인지

Table 4. Plasma fatty acid composition before and after vitamin supplemented for 4weeks

	Vit. C		Vit. E		Vit. C+Vit. E	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Saturated						
14 : 0	0.15 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.15 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.12 ± 0.01	0.16 ± 0.03
16 : 0	1.73 ± 0.18	1.74 ± 0.27	1.38 ± 0.19	1.52 ± 0.28	1.28 ± 0.07	1.60 ± 0.25
18 : 0	0.88 ± 0.09	0.86 ± 0.10	0.80 ± 0.13	0.80 ± 0.13	0.68 ± 0.08	0.83 ± 0.18
sub-total	2.75 ± 0.28	2.74 ± 0.48	2.34 ± 0.31	2.52 ± 2.42	2.05 ± 0.14	2.59 ± 0.45
Monounsaturated						
16 : 1	0.19 ± 0.04	0.19 ± 0.04	0.08 ± 0.02	0.13 ± 0.02*	0.13 ± 0.02	0.15 ± 0.03
18 : 1	1.41 ± 0.19	1.50 ± 0.25	1.07 ± 0.18	1.24 ± 0.18	1.05 ± 0.09	1.33 ± 0.19
sub-total	1.62 ± 0.23	1.69 ± 0.29	1.15 ± 0.19	1.38 ± 0.19	1.17 ± 0.11	1.48 ± 0.22
Polyunsaturated						
18 : 2(n-6)	1.81 ± 0.19	1.85 ± 0.26	1.42 ± 0.20	1.16 ± 0.19	1.40 ± 0.08	1.72 ± 0.17
18 : 3(n-3)	0.05 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.06 ± 0.01*
20 : 4(n-6)	0.47 ± 0.05	0.48 ± 0.08	0.30 ± 0.04	0.38 ± 0.05*	0.32 ± 0.02	0.36 ± 0.03
20 : 5(n-3)	0.12 ± 0.02	0.13 ± 0.03	0.08 ± 0.02	0.09 ± 0.02	0.07 ± 0.02	0.08 ± 0.02
22 : 5(n-3)	0.08 ± 0.02	0.06 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.05 ± 0.02	0.06 ± 0.01
22 : 6(n-3)	0.39 ± 0.03	0.39 ± 0.08	0.20 ± 0.03	0.26 ± 0.04*	0.24 ± 0.01	0.26 ± 0.02
sub-total	2.91 ± 0.26	2.97 ± 0.43	2.09 ± 0.26	2.43 ± 0.29	2.12 ± 0.11	2.54 ± 0.24
n6/n3 ¹⁾	0.30 ± 0.03	0.27 ± 0.04	0.23 ± 0.03	0.23 ± 0.02	0.24 ± 0.01	0.22 ± 0.01
P/M/S ²⁾	0.78 ± 0.12	0.80 ± 0.15	1.02 ± 0.24	0.85 ± 0.12	0.95 ± 0.09	0.93 ± 0.23

Each values(mg/ml) are mean ± standard error, 1) n6/n3 : Σn6/Σn3 fatty acid ratio, 2) P/M/S : polyunsaturated fatty acid/monounsaturated fatty acid / saturated fatty acid, *Values are significantly different within group at p<0.05. All values are not significantly different in change between groups at p<0.05.

질 중의 다가불포화지방산이 일정하게 감소되었다고 보고하였는데 이는 비타민 E가 막 속의 인지질과 황을 함유한 단백질과 결합하여 세포막을 안정화시키는 작용을 하기 때문인 것으로 사료된다. 반면 Reaven 등²⁶⁾은 몇 가지 항산화성 비타민을 병합하여 투여한 결과 지방산조성을 변화시키지 못하였다고 보고하였다.

본 실험에서 실험 전과 후 포화지방산 농도는 각각 비타민 C 보충급여군에서 2.75mg/ml와 2.74mg/ml, 비타민 E 보충급여군에서 2.34mg/ml와 2.52mg/ml 및 병합급여군은 2.05mg/ml와 2.59mg/ml이었다. 단 가불포화지방산 농도는 실험 전과 후 각각 비타민 C 보충급여군에서 1.62mg/ml와 1.69mg/ml, 비타민 E 보충급여군에서 1.15mg/ml와 1.38mg/ml 및 병합급여군은 1.17mg/ml와 1.48mg/ml이었다. 비타민 E 보충급여군은 palmitoleic acid가 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 다가불포화지방산 농도는 실험 전과 후 각각 비타민 C 보충급여군에서 2.91mg/ml와 2.97mg/ml, 비타민 E 보충급여군에서 2.09mg/ml와 2.43mg/ml 및 병합급여군은 2.12mg/ml와 2.54mg/ml이었다. 비타민 E 보충급여군에서 arachidonic acid(AA)와 docosahexaenoic acid(DHA)가, 병합급여군에서는 linoleic acid가 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 즉 본 실험에서 비타민 E를 보충 급여한 결과 AA와 DHA를 유의적으로 증가시켜 불포화지방산의 감소를 방어하는 경향을 보여주었다. 한편 흡연정도에 따라 관상동맥 질환의 발생율이 달라지며 흡연자는 혈중 포화지방산 농도가 증가하고 다가불포화지방산은 감소된다. linoleic acid(LA), AA 및 eicosapentaenoic acid(EPA)농도는 관상심장질환 위험율과 역의 관계에 있으며²⁷⁾ 지단백 조성은 동맥경화증의 발달과 주로 관계가 있는 반면 혈중 지방산 조성은 혈소판 응집²⁸⁾과 주로 관련이 있다. AA는 혈소판에서 생성되어 혈액응고를 촉진하는 방향으로 작용하는 thromboxane A₂의 전구물질이며 EPA는 혈소판 및 혈관벽에서 생성되어 혈액 응고를 억제하는 작용을 하는 thromboxane A₃ 및 prostacyclin I₂의 전구물질로 알려져 있다. EPA/AA비율은 혈액응고와 밀접한 관계가 있으며 이의 비율이 높을수록 혈전 억제 작용이 크다. 본 실험에서 EPA/AA비율은 실험 전후 유의한 차이를 나타내지 않아서 항산화성 비타민 보충 급여가 혈전 억제 작용에는 영향을 미치지 않음을 보여주었다. Leng 등²⁹⁾은 55~74세 남녀를 대상으로 연구한 결과 필수지방산 수준이 낮으면 관상심장질환의 위험율을 높이며 EPA, DHA 및 AA 농도는 흡연 및 중성지방 농도와 역관계이고, 혈중 피브리노겐, 점도(viscosity), 과산화지질은 EPA, DHA, AA

및 HDL-콜레스테롤의 낮은 농도와 관계가 있다고 보고하였다. 또한 Leng 등²⁹⁾은 말초 동맥 질환자의 지방산 조성에 흡연과 항산화제 섭취의 영향을 조사한 연구한 결과 질환자에서 정상인에 비해 흡연율이 높았고 비타민 C농도가 낮았으며, EPA, DHA, AA 및 docosapentaenoic acid(DPA/n-3)농도가 유의하게 낮았으며 실험군에서 시방산 조성중 가장 큰 차이는 n-3계 지방산, 특히 DPA/n-3이었으며 흡연과 관련된 역효과는 부분적으로 필수지방산 대사의 차이에 의해 조절된다고 보고하였다. 본 실험에서 특히 비타민 E 보충 급여군에서 AA와 나가불포화지방산 농도를 유의적으로 증가시켜 흡연으로 인한 위험을 감소시킬 수 있었다.

결 론

본 연구는 광주지역의 건강한 남자 대학생 흡연자에서 항산화성 비타민 보충 급여 효과를 조사하기 위하여 실시되었다. 비타민 C 및 비타민 E를 4주 동안 단독 혹은 병합으로 보충 급여하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 비타민 C 보충급여군에서 혈장 총 콜레스테롤 농도는 유의하게 감소하였으며, HDL-콜레스테롤 농도는 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 비타민 E 보충급여군 및 병합급여군에서는 유의한 차이는 없었다. 혈장 LDL, 중성지방 및 유리지방산 농도는 모든 군에서 보충급여에 의한 유의한 차이는 없었다.

2) 혈장 지방산 조성 중 포화지방산 농도는 모든 군에서 보충급여에 의해 유의한 차이는 보이지 않았으나, 다가 불포화 지방산은 비타민 E 보충급여군에서 palmitoleic acid, arachidonic acid 및 docosahexaenoic acid 농도가 유의하게 증가하였으며, 병합급여군에서는 linoleic acid 농도가 유의하게 증가하였다($p < 0.05$).

이상의 결과로 보아 흡연자에게 항산화성 비타민을 보충 급여한 결과 비타민 C 보충급여는 혈장 총 콜레스테롤 농도를 감소시키고, HDL-콜레스테롤 농도를 증가시켰으며, 비타민 E 보충급여군은 혈장 불포화지방산 농도를 유의하게 증가시켰다. 이로써 흡연자에게 항산화성 비타민을 보충 급여시킴으로서 흡연으로 인한 위험율을 감소시킬 수 있었으며 앞으로 많은 인원을 대상으로 한 장기간의 추후 연구가 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 96 전남대학교 가정과학연구소 연구비에 의해 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

Literature cited

- 1) Astrup P, Kjedsen K. Carbon monoxide, smoking and atherosclerosis. *Med Clin North A* 58 : 323-350, 1974
- 2) Davis RF, Topping DL, Turner DM. The effect of intermittent carbon monoxide exposure in experimental atherosclerosis in the rabbit. *Atherosclerosis* 24 : 527-536, 1976
- 3) Copper T. Cardiovascular disease. In : The Health Consequences of smoking Atlanta : U. S. Dept. HEW Public Health Service Center for Disease Control : 13-38, 1975
- 4) Stender S, Astrup P, Kjedsen K. The effect of carbon monoxide in cholesterol in the aortic walls of rabbit. *Atherosclerosis* 28 : 357-367, 1977
- 5) Brischetto CS, Conner WE, Conner SL, Matarazzo JD. Plasma lipid and lipoprotein profiles of cigarette smokers from randomly selected families : enhancement of hyperlipidemia and depression of high-density lipoprotein. *Am J Cardiol* 52 : 675-680, 1983
- 6) Lewis B. The lipoproteins : predictors, protectors and pathogens. *Br Med J* 287 : 1161-1164, 1983
- 7) Slone D, Hapiro S, Rosenberg L, Kaufman DW, Hartz SC, Rossi, Stalley PD, Miettinen OS. Relation of cigarette smoking to myocardial infarction. *N Eng J Med* 298 : 1237-1240, 1978
- 8) Church DF, Pryor WA. Free-radical chemistry of cigarette smoke and its toxicological implications. *Environ Health Perspect* 64 : 111-126, 1985
- 9) Pryor WA, Prier DG, Church DF. Electron-spin resonance study of mainstream and sidestream cigarette smoke : nature of the free radicals in gas-phase smoke and in cigarette tar. *Environ Health Perspect* 47 : 345-355, 1983
- 10) Mezzetti A, Lapenna D, Pierdomenico SD, Calafiore AM, Costantini F, Riaro-Sforza G, Imbastaro T, Neri M, Cucurullo F. Vitamins E, C and lipid peroxidation in plasma and arterial tissue of smokers and non-smokers. *Atherosclerosis* 112 : 91-99, 1995
- 11) Duthie GG, Arthur JR, Philip W, James T. Effect of smoking and vitamin E on blood antioxidant status. *Am J Clin Nutr* 53 : 1061s-1063s, 1991
- 12) Abby M, Noakes M, Nestel PJ. Dietary supplementation with orange and carrot juice in cigarette smokers lowers oxidation products in copper-oxidised low-density lipoproteins. *J Am Diet Assoc* 95 : 671-675, 1995
- 13) Pelletier O. Vitamin C and tobacco. *Int J Vitam Nutr Res Suppl* 16 : 147-170, 1977
- 14) Kallner AB, Hartmann D, Hornig DH. On the requirement of ascorbic acid in man : steady state turnover and body pool in smokers. *Am J Clin Nutr* 34 : 1347-1355, 1981
- 15) Giraud DW, Martin HD, Drskell JA. Plasma and dietary vitamin C and E levels of tobacco chewers, smokers and nonusers. *J Am Diet Assoc* 95(7) : 798-802, 1995
- 16) Spittle CR. Atherosclerosis and vitamin C. *Lancet* 2 : 1280-1281, 1971
- 17) Hersey J, Livesley B, Dickerson JWT. Ischemic heart disease and aged patients : effects of ascorbic acid on lipoproteins. *J Hum Nutr* 35 : 53-58, 1981
- 18) Paolisso G, Gambardella A, Giugliano D, Galzerano D, Amato L, Volpe C, Balbi V, Varricchio M, D'Onofrio F. Chronic intake of pharmacological doses of vitamin E might be useful in the therapy of elderly patients with coronary heart disease. *Am J Clin Nutr* 61 : 848-852, 1995
- 19) Tomeo AC, Geller M, Watkins TR, Gapor A, Bierenbaum. Antioxidant effects of tocotrienols in patients with hyperlipidemia and carotid stenosis. *Lipids* 30 : 1179-1183, 1995
- 20) Johnson GE, Obenshain S. Nonresponsiveness of serum high-density lipoprotein-cholesterol to high dose ascorbic acid administration in normal men. *Am J Clin Nutr* 34 : 2088-2091, 1981
- 21) Shin SJ, Lee HJ, Choi KS, Yoo WS, Kwon KI, Yoo UH. The effect of cigarette smoking on the blood lipid level in healthy adult men. *The Korean Journal of Internal Medicine* 38(2) : 199-205, 1990
- 22) Song JH, Oh DY, Kim SH, Ahn SW. A study on the effect of cigarette smoking in serum H.D.L.-cholesterol levels. *The Korean Journal of Internal Medicine* 26(9) : 928-993, 1983
- 23) Ha EH, Lim HS, Cheong HK and Che IH. A survey on the prevalence of smoking in male industrial workers. *Dong Guk J Med* 1(1) : 10-22, 1993
- 24) Freeman BA, Crapo JD. Biology of disease : free radicals and tissue injury. *Lab Invest* 47 : 412-425, 1982
- 25) Dean RT, Cheeseman KH. Vitamin E protects proteins against free radical damage in lipid environments. *Biochem Biophys Res Commun* 148 : 1277-1282, 1987
- 26) Reaven DR, Khouw A, Beltz WF, Parthasarathy S, Witztum JH. Effect of dietary antioxidant combination in humans. *Atherosclerosis and Thrombosis* 13 : 590-600, 1993
- 27) Lee SS, Choi IS, Lee KW, Oh SH. Effect of antioxidant vitamin supplementation on blood composition in smoking college men. *The Korean Journal of Nutrition* 31(3) : 289-296, 1998
- 28) Fring CS, Dunn RT. A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfo-phosphovanillin reaction. *Am J Clin Pathol* 53 : 89-91, 1970
- 29) Forch J, Lees M, Dunn DT. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 226 : 497, 1970
- 30) Association of official analytical chemists. Official methods of analysis. 1st Suppl. 13ed., 1980
- 31) Yagi K. Serum lipid peroxide levels in subjects having certain diseases and in aging. In : Miquel J, Quintanilha

- AT, Weber H, ed. *Handbook of free radicals and antioxidants in Biomedicine*. Vol. II : 223-230, CRC press, 1989
- 32) Yoshikawa T, Kondo M. Free radical lipid peroxidation and vitamin E in liver injury. In Miquel J, Quintanilha AT, Weber H, ed. *Handbook of free radicals and antioxidants in Biomedicine*. Vol. II : 167-169, CRC press, 1989
- 33) Hallfrisch J, Singh VN, Muller DC, Baldwin H, Bannon ME, Andres R. High plasma vitamin C associated with high plasma HDL- and HDL₂ cholesterol. *Am J Clin Nutr* 60 : 100-105, 1994
- 34) Faruque MO, Khan MR, Rahman M, Ahmed F. Relationship between smoking and antioxidant status. *Br J Nutr* 73(4) : 625-632, 1995
- 35) Khan AR, Seedarnee FA. Effect of ascorbic acid on plasma lipid and lipoproteins in healthy young women. *Atherosclerosis* 39 : 89-95, 1981
- 36) Ginter E, Kajaba I, Nizner O. Effect of ascorbic acid on cholesterolemia in healthy subjects with seasonal deficit of vitamin C. *Nutr Metabol* 12 : 76, 1970
- 37) Bates CJ, Mandal AR, Cole TJ. HDL-cholesterol and vitamin C status. *Lancet ii* : 611, 1977
- 38) Scheftman G. Estimating ascorbic acid requirement for cigarette smokers. *Ann NY Acad Sci* 28 : 686 : 335-345 : discussion 345-346, 1993
- 39) Chrisley BM. Dietary vitamin C supplementation and plasma vitamin E levels in humans. *Am J Clin Nutr* 33 : 2394-2400, 1980
- 40) Nyysonen K, Pikkala E, Salonen R, Korpela H, Salonen JT. Increase in oxidation resistance of atherogenic serum lipoproteins following antioxidant supplementation : a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *European J Clin Nutr* 48(9) : 633-642, 1994
- 41) Park JA, Kang MH. Vitamine C intakes and serum levels in smoking college students. *The Korean Journal of Nutrition* 29(1) : 122-133, 1996
- 42) Chapkin RS, Haberstroh B, Liu T, Holub BJ. Effect of vitamin E supplementation on serum and high density lipoprotein-cholesterol in renal patients on maintenance hemodialysis. *Am J Nutr* 35 : 253-256, 1983
- 43) Colette C, Pares-Herbute N, Monnier LH, Cartry E. Platelet function in type I diabetes : Effects if supplementation with large doses of vitamin E. *Am J Nutr* 47 : 256-261, 1988
- 44) Hodis HN, Mark WJ, LaBree L, Kashin-Hempill L, Sevanian A, Johnson R, Azen SP. Serial coronary angiographic evidence that antioxidant vitamin intake reduces progression of coronary artery atherosclerosis. *JAMA* 273 : 1849-1854, 1995
- 45) Stamper MJ, Rimm EB. Epidemiologic evidence for vitamin E in prevention of cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 62(suppl) : 1365S-1369S, 1995
- 46) London RS, Manimekalai GS, Sundaran GS. Athrosclerotic brain disease. *Atherosclerosis* 38 : 223, 1983
- 47) Serfontein WJ, Ubbink JB, Villiers LS. Further evidence on the effect of vitamin E on the cholesterol distribution in lipoproteins with special reference to HDL subfraction. *Am J Clin Pathol* 79 : 604-606, 1983
- 48) Hatam LJ, Kayden HJ. The failure of α -tocopherol supplementation to alter the distribution of lipoprotein cholesterol in normal and hyperlipoproteinemic persons. *Am J Clin Pathol* 76 : 122-126, 1981
- 49) Howard DR, Rundell CA, Batsakis JG. Vitamin E dose not modify HDL-cholesterol. *Am J Clin Pathol* 77 : 86-89, 1982
- 50) Schwartz FL, Rutherford IM. The effect of tocopherol on HDL-cholesterol. *Am J Clin Pathol* 76 : 843-844, 1981
- 51) Hermann WJ, Ward K, Faucett J. The effect of tocopherol on high-density lipoprotein cholesterol. *Am J Clin Pathol* 72 : 848-852, 1979
- 52) Vessby B, Lithell H, Boberg J. Supplementation with vitamin E in hyperlipidemic patients treated with diet and clofibrate. Effect of serum lipoprotein concentrations, plasma fatty acid composition and adipose tissue lipoprotein lipase activity. *Am J Clin Nutr* 30 : 517-522, 1977
- 53) Stampfer MJ, Willett W, Castelli WP, Taylor JO, Fine J, Hennekens CH. Effect of vitamin E on lipids. *Am J Clin Pathol* 79 : 714-716, 1983
- 54) Kaseki H, Kim EY, Whisler RL, Cornwell DG. Effect of an oral dose of vitamin E on the vitamin E and cholesterol content of tissue of the vitamin E-deficient rat. *J Nutr* 116 : 1631-1639, 1986
- 55) Haddad E, Blankenship TW, Register UD. Short term effect of a low fat diet on plasma retinol and α -tocopherol and red cell α -tocopherol levels in hyperlipidemic men. *Am J Clin Nutr* 41 : 599-604, 1985
- 56) Reaven DR, Khouw A, Beltz WF, Parthasarathy S, Witztum JH. Effect of dietary antioxidant combination in humans. *Atherosclerosis and Thrombosis* 13 : 590-600, 1993
- 57) Mehta JL. Prostaglandin : regulatory role in cardiovascular system and implication in ischemic heart disease. *Int J Cardiol* 4 : 249-259, 1983
- 58) Leng GC, Smith FB, Fowkes FGR, Horrobin DF, Ells K, Morsefisher N, Lowe GDO. Relationship between plasma essential fatty acids and smoking, serum-lipids, blood pressure and homeostatic and rheological factors. *Prostaglandin Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 51(2) : 101-108, 1994
- 59) Leng GC, Horrobin DF, Fowkes FGR, Smith FB, Lowe GDO, Donnan PT, Ells K. Plasma essential fatty acids, cigarette-smoking, and dietary antioxidants in peripheral arterial-disease-a population based case control study. *Atherosclerosis and Thrombosis* 14(3) : 471-478, 1994