

## 대구지역 중년 남성의 혈중 항산화성 영양소와 지질상태에 관한 연구\*

조성희 · 이옥주 · 임정교 · 최영선\*\* · 유리나\*\*\* · 박의현\*\*\*\*

효성여자대학교 식품영양학과, 대구대학교 식품영양학과\*\*

울산대학교 식품영양학과,\*\*\* 경북대학교 의과대학 내과학교실\*\*\*\*

### A Study on the Status of Antioxidant Nutrients and Lipid in the Middle-aged Korean Men Living in Taegu

Cho, Sung-Hee · Lee, Ouk Ju · Im, Jung Gyo

Choi, Youngsun\*\* · Ryu, Rina\*\*\* · Park Wee Hyun\*\*\*\*

*Department of Food Science and Nutrition, Hyosung Women's University, Kyungbuk, Korea*

*Department of Foods and Nutrition,\*\* Taegu University, Kyungbuk, Korea*

*Department of Foods and Nutrition,\*\*\* Ulsan University, Kyungnam, Korea*

*Department of Internal Medicine,\*\*\*\* College of Medicine, Kyungpook National University, Taegu, Korea*

#### ABSTRACT

Serum levels of antioxidant vitamins and lipids were determined along with anthropometric measurements in 174 healthy male subjects with mean age of  $50.3 \pm 6.8$  years from Taegu area in Korea. Body mass index (BMI) and waist/hip(W/H) ratio of the subjects were  $23.18 \pm 2.46$  and  $0.88 \pm 0.04$ , respectively and their systolic and diastolic blood pressures were  $127.8 \pm 15.5$  and  $83.9 \pm 10.8$  mmHg. Twenty one percent of the subject had BMI over 25. Average serum levels of total cholesterol, LDL- and HDL-cholesterol and triglyceride were  $187.7 \pm 34.9$ ,  $117.6 \pm 33.5$ ,  $41.1 \pm 9.0$  and  $140.7 \pm 83.6$  mg/dl, respectively. Sixteen percent of the subjects had LDL-cholesterol over 130 mg/dl. Serum level of lipid peroxide measured as thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) of the subjects was  $2.01 \pm 0.77$  MDA nmoles/ml and those of  $\alpha$ -tocopherol, retinol, ascorbic acid and sum of  $\alpha$ - and  $\beta$ -carotene were  $9.59 \pm 3.11$   $\mu$ g/ml,  $1.15 \pm 0.38$   $\mu$ g/ml,  $10.5 \pm 3.8$   $\mu$ g/ml and  $64.6 \pm 43.5$   $\mu$ g/dl, respectively. About 14% of the subjects had low vitamin E status of less than  $7.0$   $\mu$ g/ml, while 6% had low vitamin C status of less than  $4.0$   $\mu$ g/ml. Serum vitamin E showed positive correlations with total cholesterol and LDL-cholesterol and triglyceride, but no correlation with TBARS. Fatty acids of serum total lipid were composed of 42.9% as saturated, 19.3% as monounsaturated and 36.7% polyunsaturated fatty acids(PUFA). N-6 and n-3 PUFA were 27.7% and 8.3% of total fatty acids. N-6/n-3 PUFA ratios were negatively correlated both with serum total cholesterol and TBARS.

**KEY WORDS :** middle-aged men · serum · lipid · antioxidant · thiobarbituric acid reactive substances.

채택일 : 1994년 11월 28일

\* 본 논문은 1993년도 학술진흥재단 자유공모과제 연구비 지원으로 이루어졌음.

## 서 론

동맥경화증의 제 1의 위험인자는 혈청 콜레스테롤이며, 이 중 저밀도 지단백질(low density lipoprotein; LDL) 콜레스테롤이 더 직접적인 위험요인이라는 것은 보편적으로 잘 알려져 있다. LDL이 동맥경화 유발을 촉진하는 데는 본래 (native)의 형태 보다 산화된 형태 (oxidized LDL)가 작용한다는 학설이 많은 연구들에 의하여 입증되고 있다<sup>1)</sup>. 따라서 동맥경화를 예방하기 위하여 지속적인 혈청 지질의 측정 측정이 우선적으로 중요하지만, LDL의 산화를 억제해 줄 수 있는 항산화 물질의 상태와 영양에 대하여도 관심이 고조되고 있다. 비타민 E는 지용성 항산화제로서 LDL에 의하여 운반되고 있으므로<sup>2)</sup> LDL의 산화억제의 가장 큰 역할을 하는 것으로 사료된다. 실제로 *in vitro*<sup>3)</sup>와 *in vivo*<sup>4-6)</sup>에서 비타민 E 양을 증가시켰을 때 LDL의 산화가 억제되거나, 산화를 지연시켰음이 보고되었다. 역학조사<sup>7-9)</sup>에서도 혈장 비타민 E 수준이 관상동맥질환(coronary heart disease; CHD) 발병율과 역 상관관계에 있음을 보여 준 바 있다. 최근 1992년 보고된 두 Harvard Study의 연구에서 Stampfer등<sup>10)</sup>과 Rimm등<sup>11)</sup>은 비타민 E 보충에 의하여 심장병 발생이 감소하였음을 보여 주었다. LDL내에는 비타민 E 뿐 아니라  $\beta$ -carotene과 lycopene도 소량 들어 있어<sup>3)</sup> LDL의 산화를 억제할 것으로 생각하는데, 비타민 E가 산소분압이 높은(>20%) 데서 작용이 활발한 반면  $\beta$ -carotene은 산소분압이 낮은(<20%) 데서 효과가 크므로<sup>12)</sup> 두 항산화영양소는 LDL내에서 협조체제<sup>13)</sup>를 이루고 있는 것으로 여겨진다. Harvard Physicians' Health Study<sup>14)</sup>의 결과에 의하면 40~84세 남자들에게 50mg의  $\beta$ -carotene을 이들에 한번씩 6년간 섭취시켰을 때, 심혈관질환의 발병이 50%나 감소하였다고 하였다. 이 결과는 상기에서 언급한  $\beta$ -carotene의 LDL 산화 억제 기전을 반증하는 것으로 보여진다. 그러나 최근에 retinoic acid에 의한 apolipoprotein A-I 유전자의 발현 촉진<sup>15)</sup>, 비타민 A 섭취와 혈청 HDL간의 정의 상관성이<sup>16)</sup> 보고되었고  $\beta$ -carotene의 보충이 혈청 HDL을 상승시켰다는 보고<sup>17)</sup>도

있다. 따라서  $\beta$ -carotene이 항산화 작용 외에 혈청 지단백질 합성과 대사에 직접 관여하는 효과도 중요하게 생각되며 된다. 수용성 비타민 C도 *in vitro*에서 LDL의 산화를 억제하였고<sup>3)</sup>, 역학 조사에서도 비타민 C의 혈장 수준과 CHD 사망율과 역관계를 보여 주었다<sup>7)8)</sup>.

우리나라에서는 여러 종합병원에서 개별적으로 정상인과 여러 종류의 질환자들을 대상으로 혈청 콜레스테롤을 측정된 자료들이 있고, 근래 들어 직장인들의 정기 신체검사 항목에 혈청 콜레스테롤을 포함 시키므로써 성인들의 혈청치에 대한 자료가 방대하게 축적되고 있다. 이들 자료에 의하면 1970년의 평균 150mg/dl 이던 혈청 콜레스테롤의 수준이 1990년에는 200mg/dl 내외에 증가하였고<sup>18)</sup>, 이와 병행하여 순환기질환의 발생도 높아지고 있다<sup>19)</sup>. 그러나 아직 항산화 영양소들의 혈청 수준에 대한 자료는 매우 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 혈청 비타민 E와 C, 그리고  $\beta$ -carotene의 수준을 질환 발생이 증가되는 40대 이상의 남자를 대상으로 조사하여 혈청 지질, 지방산조성과 과산화물 수준, 동맥경화 지수 등과의 관련성을 분석하고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 조사대상자

조사대상자는 경북대학교 의과대학 부속병원에서 시행된 1992년 정기건강진단 검사 대상자 중에서 본 연구의 취지에 동의한 만 40세 이상의 남자 200명을 선정하여 일차 대상자로 하였다. 이 중 신체검사 결과 혈압, 당뇨, 단백뇨, 혈청 GOT, GPT 및 간염 검사에서 이상이 없는 사람 174명을 최종 조사대상자로 하였다.

### 2. 설문조사와 체위 측정

조사대상자들의 연령, 교육, 가족수, 병력, 업무의 성격, 흡연, 음주, 및 운동에 관하여 직접 면접에 의하여 설문조사를 실시하였고, 신장, 체중, 허리와 엉덩이 둘레를 훈련된 조사원에 의하여 각각 측정하였다. 이 측정치로부터 body mass index(BMI)와 waist/hip (W/H) ratio를 산출하였다.

### 3. 혈청 시료 준비

상완정맥으로 채혈한 혈액에서 분리한 혈청을 분석할 때까지  $-60^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였다가 아래의 분석 시료로 사용하였다.

### 4. 혈청 지질과 지방산 분석

콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방은 미국 Sigma사의 효소 Kit를 이용하여 비색정량하였다. HDL-콜레스테롤은 혈청에 그 부피의 1/10되는 2% dextran sulfate (M.W. 40,000~100,000)/1 M  $\text{MgSO}_4$  (1/1) 혼액을 가하여 LDL 및 VLDL-콜레스테롤을 침전시킨 후 총 콜레스테롤과 같은 효소 kit를 사용하여 정량하였다. 이 측정치들로부터 LDL-콜레스테롤치는 Friedewald식<sup>20)</sup>을 이용하여 계산하였고, atherogenic index는  $\{(\text{총 콜레스테롤} - \text{HDL-콜레스테롤}) / \text{HDL-콜레스테롤}\}$  식에 의하여 산출하였다.

혈청 300~500 $\mu\text{l}$ 에 heptadecanoic acid ( $\text{C}_{17:0}$ )을 internal standard로 첨가한 후 20배의 chloroform/methanol(2:1)로 총지질을 추출하고<sup>21)</sup> 14%  $\text{BF}_3$ /methanol로 transmethylation시켜 가스크로마토그래피 (Hewlett-Packard, North Hollywood, CA, USA: model 5890 series II)로 지방산 조성을 조사하였다<sup>22)</sup>. 이 때 사용한 column은 Megabore column (0.53mm ID $\times$ 30m, J & W Scientific, Folsom, Canada)이었으며, detector와 injector 온도는 각각  $250^{\circ}\text{C}$ ,  $240^{\circ}\text{C}$  이었고, column온도는  $210^{\circ}\text{C}$ 로 등온에서 30분간 질소를 carrier gas로 하여 크로마토그래피를 시행하였다.

### 5. 혈청 과산화지질

혈청 50 $\mu\text{l}$ 을 사용하여 thiobarbituric acid와 반응하는 물질(TBARS)을 n-butanol로 추출하여 excitation 파장 515nm, emission 파장 533nm에서 형광을 측정하는 Yagi법<sup>23)</sup>을 이용하며, 이 때 표준품은 1,1,3,3-tetramethoxypropane을 사용하였다.

### 6. 혈청 항산화 비타민

Vitamin A, E, C 와  $\beta$ -carotene은 모두 HPLC를 이용하여 분석하였다.

Vitamin A와 E의 분석은 Bieri등의 법<sup>24)</sup>에 따라 시행하였다. 혈청 200 $\mu\text{l}$ 에 internal standard로 retinyl acetate 0.1 $\mu\text{g}$ 과 tocopheryl acetate 5 $\mu\text{g}$ 을 가한 후 400

$\mu\text{l}$ 의 n-hexane으로 두 번 추출하고, 0.45 $\mu\text{l}$ 의 membrane filter로 여과하여 질소가스로 건조시켰다. 건조된 지질 추출물을 diethyl ether/methanol(1/3) 혼액으로 용해시켜 HPLC (영인 HPLC)로 정량하였다. 이 때 사용한 column은 microBondapak C 18, 이동상은 methanol/ $\text{H}_2\text{O}$  (95/5) 이었으며 UV 280 nm에서 검출 정량하였다.

Vit C는 Otsuka의 법<sup>25)</sup>에 따라 혈청 200 $\mu\text{l}$ 를 90% ethanol/1 mM EDTA 400 $\mu\text{l}$ 로 처리하여 원심분리하고 상층액을 0.45 $\mu\text{l}$ 의 membrane filter로 여과하여 10 $\mu\text{l}$ 을 HPLC 시료로 사용하였다. HPLC 분석 (Waters model 510, Millipore Co. Milford, MA, USA)시 사용한 column은 Inertsil ODS(150mm $\times$ 4.6mm ID, Gasukuro Kyogo Inc., Tokyo, Japan)였고, 이동상은 5mM tetra-n-butylammonium bromide/10mM phosphate buffer (pH 6) 였으며 UV 254nm에서 검출, 정량분석하였다.

Carotene의 정량은 김혜영의 방법<sup>26)</sup>에 따라 혈청을 methanolic KOH로 비누화시킨 후 petroleum ether로 추출하여 HPLC로 분석하였다. 이 때, column은 microBondapak C 18 column이며 이동상으로 acetonitrile/methanol/acetone (40/40/20) 이고, 450nm에서 검출 정량하였다.

### 7. 통계처리

SPSS package program을 사용하여 평균과 표준편차를 구하고 빈도분포와 백분율을 구하였다. 변인간의 상관관계는 Pearson's correlation으로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사대상자들의 업무형태와 건강지수

전체 조사대상자인 총 174명에 대한 연령분포와 업무형태가 Table 1에 나타나 있다. 전체의 평균 연령은  $50.3 \pm 6.8$ 세이며, 40~49세가 86명이고, 50~65세가 88명으로 40대와 50대가 각각 절반이었다. 업무형태는 주로 책상에 앉아서 사무를 보는 사람이 126명, 육체적인 작업을 하는 사람이 17명이었으며, 앉아서 보는 사무와 육체적 작업을 병행하는 사람이 29명으로 대부분이 사무직에 종사하는 사람이었다.

이들의 평균신장은  $169.2 \pm 5.2\text{cm}$ , 평균체중은 66.5

Antioxidant Status of Middle-aged Men

**Table 1.** Subjects' age and occupational type

Item		Frequency (N)	%
Age	Average	86	49.4
	50.3 ± 6.8	88	50.6
Type of work	Office work	128	73.6
	Labor	17	9.8
	Both office work and labor	29	16.7

± 8.1kg으로 1991년 국민 영양조사<sup>27)</sup>에서 나타난 한국 성인남자 기준치인 167cm와 61kg보다 다소 높았다. 허리둘레와 엉덩이 둘레는 각각 83.1±6.9cm, 94.3±4.9cm이었고, 수축기와 이완기 혈압의 평균이 각각 127.8±15.5mmHg, 83.9±10.8mmHg이었다. 체위 측정치들은 3등급으로 혈압은 4등급으로 나누어 그 빈도를 정리한 결과가 Table 2에 있다. 1993년도 WHO의 지침<sup>28)</sup>에 의하여 혈압(수축기/확장기)을 분류하였을 때, 정상(normal; <130/<84)은 87명 높은 정상(high normal; 130~139/85~89)은 43명으로 정상혈압으로 간주될 수 있는 총 인원이 130명으로 76.0%였으며 경증(mild)고혈압(140~159/90~99)에 속하는 사람이 33명으로 19.2%, 중등중(moderate)고혈압(160~179/100~109)인 사람이 8명으로 4.7%이었으나 중증(severe) 이상의 고혈압인 사람은 없었다. 다소 혈압이 높은 사람들을 조사대상에 포함시킨 것은 이들이 치료를 받고 있지 않는 상태였

으며 50대가 40대 보다 평균적으로 3~5mmHg가 높았기 때문이다. 체지방량과 관련이 깊은 BMI값을 보면 전체의 3/4 정도에 사람들이 정상범위인 20~24.9내에 있었다. 저체중으로 분류되는 20미만인 사람은 10명으로 전체의 5.7%인 반면 25이상인 사람이 21.3%나 되었고, 30이상으로 비만으로 판정된 사람이 3명이었는데 이들중 두 명이 중등중의 고혈압이었다. 비만지수 중 동맥경화와 관련성이 더 크다고 알려진 W/H ratio를 분류하여 본 결과 저위험도(<0.88)에 해당하는 사람은 절반이 조금 넘는 90명이었고, 고위험도(0.95≤)인 사람이 5.8%로 10명이었고, 경계역인 사람이 42%에 해당하는 73명으로 혈압과 마찬가지로 차후의 체위 관리에 대한 주의가 요구된다고 하겠다.

2. 혈청 지질

조사대상자들의 혈청 지질의 수준을 동맥경화 위

**Table 2.** Blood pressures, body mass indice and waist/hip ratios of the subjects N (%)

Blood pressure (systolic/distolic)	< 139/< 89	140-159/90-99	160-179/100-109 mmHg
	130 (76.0)	33 (19.2)	8 (4.7)
Body mass index	< 20	20 - 25	25 < kg/m <sup>2</sup>
	10 (5.7)	127 (73.0)	37 (21.3)
Waist/hip ratio	< 0.88	0.89 - 0.94	0.95 ≤
	90 (52.0)	73 (42.2)	10 (5.8)

**Table 3.** Serum cholesterol and triglyceride levels of the subjects N (%)

Total cholesterol	< 200	200-239	240 ≤ mg/dl
	114 (70.8)	36 (22.4)	11 (6.8)
HDL-cholesterol	≥ 40	35- 39	35 > mg/dl
	82 (51.6)	38 (23.9)	39 (24.5)
LDL-cholesterol	< 130	130-159	160 ≤ mg/dl
	133 (83.6)	25 (15.7)	1 (0.6)
Triglyceride	< 160	160-209	210 ≤ mg/dl
	110 (65.1)	40 (23.7)	19 (11.2)

험도 분류<sup>29)</sup>에 따라 대체로 3등급으로 나누어 그 분포를 Table 3에 정리하였다. 총 콜레스테롤 값은 평균  $186.7 \pm 34.9$ mg/dl이었는데, 본 연구의 대상자를 포함한 450명의 40세 이상 남자들로부터 얻은 평균치인  $184$ mg/dl<sup>30)</sup>과 유사하여 본 연구의 대상자가 혈청 콜레스테롤 수준에 한하여는 비교적 고르게 채택되었음을 알 수 있었다. 또한 이 수준은 1990년 대한순환기학회 주관<sup>31)</sup>으로 전국 17개 의과대학병원에서 20세 이상의 건강한 성인 남녀 3,109명을 대상으로 측정된 평균치  $185.0$ mg/dl와 1990년 이후 행하여진 기타 여러 조사<sup>32)33)</sup>에서 보고된 평균치와 매우 근사하여 '90년대 이후 현재 우리나라 성인들의 혈청 콜레스테롤 수준이 이에 달하고 있음을 재확인하였다. 동맥경화 위험도 분류에 따라 볼 때,  $200$ mg/dl 이하로 발병 위험성이 매우 적은 사람은 114명으로 조사대상자의 2/3에 해당하였다. 그러나 경계역 ( $200 \sim 239$ mg/dl)인 사람이 22.4%이며 약물치료가 요구되는 고위험도 군( $240 \leq$ mg/dl)에 속하는 사람도 11명 발견되었다. HDL-콜레스테롤의 평균치는  $41.1 \pm 9.0$ mg/dl로 상기의 보고<sup>18)</sup>보다 다소 낮아 위험도에 따라 그 빈도를 정리하였을 때 고위험도로 판단되는  $35$ mg/dl 이하가 되는 사람들이 거의 25%로 타 연구자들의 보고한 백분율보다 높았다. 그리고 이 HDL-콜레스테롤 값과 총 콜레스테롤 값으로 환산되는 동맥경화지수 평균치가  $3.7 \pm 1.3$ 으로 높았고 4.0 이상인 사람도 40%나 달하였다. 반면 LDL-콜레스테롤 수준으로 위험도를 판단할 때는 고위험도에 속하는  $160$ mg/dl 이상인 사람은 총 대상자의 1명뿐이었다. HDL-콜레스테롤 수준과 동맥경화의 발병율과의 역관계가 잘 알려져 있다 하더라도 동맥경화의 위험지표로는 LDL-콜레스테롤이 더 확실한 지표로 사용되고 있는 점을 감안할 때, LDL-콜레스테롤의 수준 분포에 더 의의를 있다고 보겠다. 그러나 본 연구에서 나타난 HDL-콜레스테롤의 수준 저하는 앞으로 보다 명확히 밝혀야 할 과제이다. HDL-콜레스테롤의 수치가 다른 보고들보다 낮는데 비하여 LDL-콜레스테롤의 수준이 높지 않은 것은 LDL-콜레스테롤치를 계산하기 위하여 (Friedewald 식 : {총 콜레스테롤 - (HDL-콜레스테롤 + triglyceride(중성지방)/5)}) 사용한 중성지방의 수준이 대체로 높는데 기인하였다. 중성지방의 평균치가

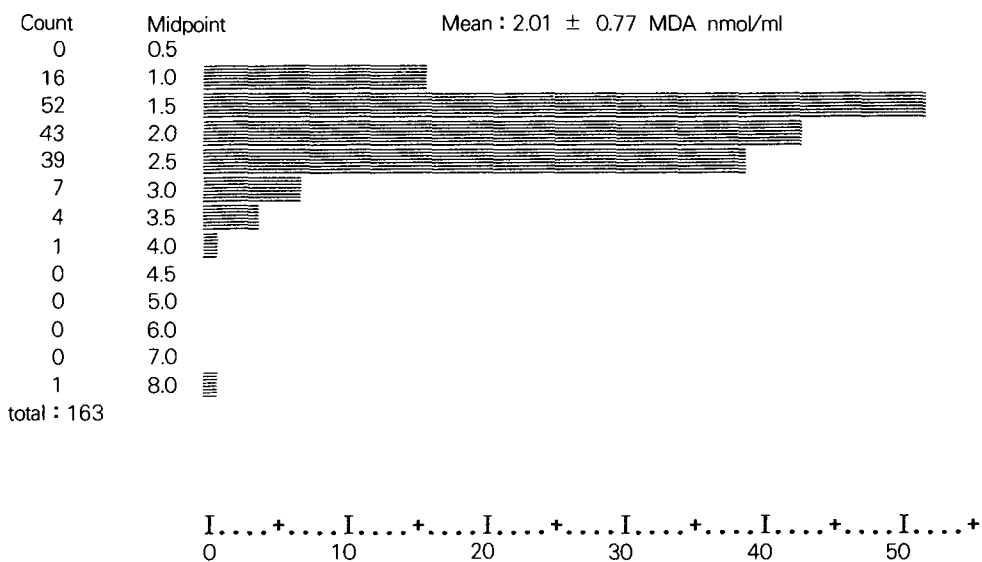
$140.7 \pm 83.6$ mg/dl로  $134$ <sup>31)</sup>,  $137.1$ <sup>32)</sup>mg/dl보다 다소 높았고, 변화의 폭도 컸다. 중성지방의 수준은 콜레스테롤에 비하여 성과 연령에 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있다. 이양자 등<sup>32)</sup>과 황수관 등<sup>33)</sup>의 보고에 의하면 우리나라 사람들의 혈청 중성지방 수준은 남자가 여자 보다 30~40% 높고, 연령에 따라 증가하여 40, 50대에 가장 높은 수준임을 보이고 있다. 따라서 본 연구에서 혈청 중성지방이 타 보고들 보다 높은 것은 조사대상이 40과 50대의 남성만이었다는데 기인하는 바 크다고 생각한다. 본 연구에서 측정된 혈청 지질을 종합해 보건대, 지난 보고들보다 대체로 높은 경향이었는데 이것은 연구대상간의 특성에 차이에도 기인하겠지만 1970년대 이후 지속적으로 증가되고 있는 혈청 지질 수준을 반영하는 것이라고 생각된다.

### 3. 혈청 과산화지질과 항산화 비타민들의 수준

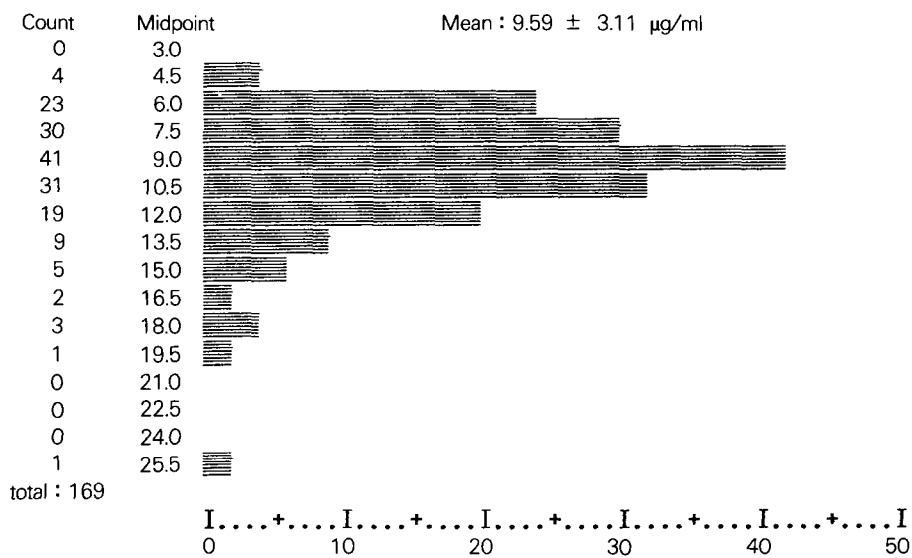
Fig. 1에 조사대상자들의 혈청 과산화지질과 비타민 E, A, C 수준들의 분포가 나타나 있다. 혈청 과산화물의 평균치는  $2.01 \pm 0.77$  MDA nmoles/ml로 국내에서 백태홍 등<sup>34)</sup>이 보고한  $2.21 \pm 0.11$  MDA nmoles/ml과 유사하였다. Fig. 1 (A)에서 보는 바와 같이 혈청 지질과산화물의 분포는 1.0에서 4.0 MDA nmoles/ml까지 이어져 있었으나 92%가 2.5 MDA nmoles/ml 이하였다. 백태홍 등<sup>34)</sup>의 결과는 40~50대 남자 대상자가 17명인데 반하여 본 연구에서는 이에 10배나 되는 대상에서 얻은 결과이므로 우리나라 중년 남성들의 보편적인 수준을 밝혔다는데 그 의의가 있다고 보겠다. Yagi<sup>35)</sup>와 Hagihara<sup>36)</sup>는 40대 이상의 일본남자들의 수준을 대략 4 MDA nmoles/ml 내외로 보고하였으며 Saito 등<sup>37)</sup>은 63~73세 대상에서  $5.82 \pm 2.13$  MDA nmoles/ml로 보고한 바 있다. 그러나 본 연구에서 사용한 형광법<sup>23)</sup>이 지질과산화물 정량에 있어 혈청내에 공존하는 여러 물질들의 영향을 받기 쉽다고 지적된 바 있어<sup>38)</sup> 사실상 타 연구결과와 직접적인 비교가 어려운 점이 있다. 이러한 점을 보완하기 위하여 최근에 malondialdehyde(MDA)-TBA adduct를 HPLC로 측정하는 방법<sup>38)</sup>이 개발되었는데, 이럴 경우는 MDA만이 측정이 되므로 전체적인 TBA adduct로 측정하는 형광법<sup>23)</sup>에서 얻은 값 보다 훨씬

### Antioxidant Status of Middle-aged Men

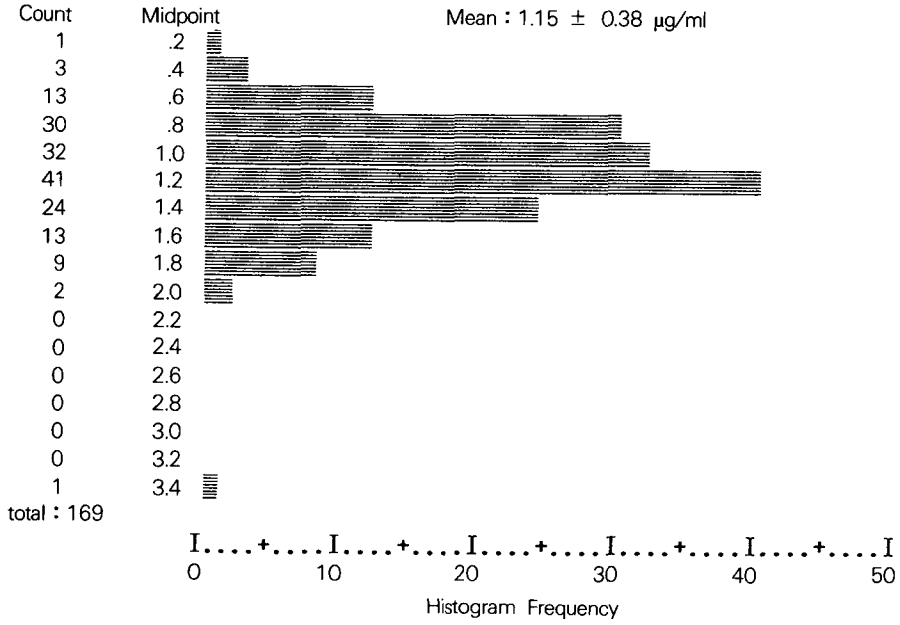
#### (A) TBARS



#### (B) Vitamin E



(C) Vitamin A



(D) Vitamin C

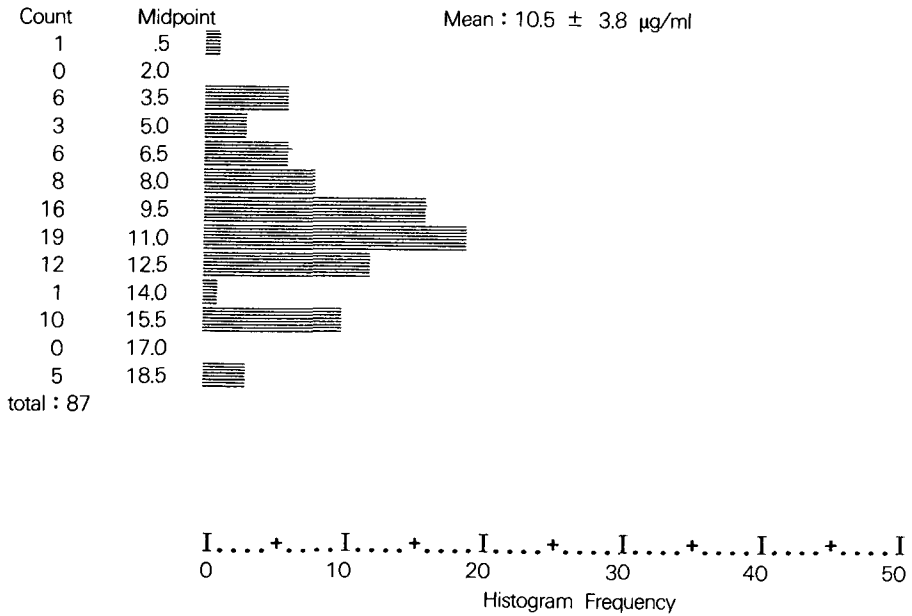


Fig. 1. Distributions and means of serum TBARS(A), vitamins E(B), A(C) and C(D) of the subjects

낮은 수준으로 보고되고 있다<sup>39)</sup>. 따라서 차후 연구에서는 표준치의 정확도를 위하여 이 두 가지 방법을 다 사용하는 것도 고려해 보아야 한다.

혈청 비타민 E의 평균치는  $9.59 \pm 3.11 \mu\text{g/ml}$ 이었으며 그 분포는 Fig. 1 (B)와 같다. 본 결과에서 얻은 평균치는 국내에서 염경진 등<sup>40)</sup>이 53명의 성인을 대상으로 조사한  $9.11 \pm 0.66 \mu\text{g/ml}$  수준과 미국에서 보고한 정상 성인 수준<sup>2)</sup>과 매우 비슷하였고, 일본에서 20대<sup>41)</sup>와 70세 전후<sup>37)</sup><sup>41)</sup>의 남성들을 대상으로 하여 보고한 평균값들보다는 다소 높았다. Gey등<sup>7)</sup>에 의하여 대규모로 시행된 역학 조사 (40~49세의 건강한 남자)에 의하면 동맥경화 발생이 적은 이탈리아와 스위스 지역은  $11 \mu\text{g/ml}$ 내외였고, 스코트랜드, 핀란드와 같이 동맥경화 발생이 높은 지역은  $9 \mu\text{g/ml}$  정도였다. 정상 상태 (acceptable)이라고 여겨지는  $7 \mu\text{g/ml}$  ( $0.7 \text{mg/dl}$ ) 이상<sup>2)</sup> 수준인 사람이 142명으로 전체의 84%였고,  $5 \sim 7 \mu\text{g/ml}$ 로 경계역 결핍인 사람이 23명으로 13.6%였고,  $5 \mu\text{g/ml}$  미만으로 결핍으로 판정되는 사람은 4명으로 2.4%였다. 이러한 비타민 E 영양상태 분포는 Saito등<sup>37)</sup>이 59명의 남녀 노인을 대상으로 한 결과와 매우 일치하였다. 비타민 E 상태는 혈청 지질, 특히 그 중에서 LDL에 비례한다고 알려져 있어 그 수준을 혈청 지질당(per mg serum lipid)로 환산하였다. 이 때 평균치가  $2.2 \pm 0.8 \mu\text{g/mg lipid}$ 이었으며 분포는 1.0에서  $4.0 \mu\text{g/mg lipid}$ 까지 대체로 정규 분포를 나타내었다(data는 나타내지 않았음). 지질당(per mg serum lipid) 평균치는 일본 남성들에 대한 Mino등<sup>41)</sup>이 보고한 수준과 유사하였고, 이 환산치에 의해 결핍이라고 판단되는  $0.8 \mu\text{g/mg lipid}$ 이하인 사람은 두명뿐이었다. 혈청 비타민 E의 수준은 그 비타민 E 섭취량뿐 아니라 다불포화지방 섭취와도 밀접한 관계를 가지고 있으며, 특히 peroxidizability가 높은 어유 n-3 지방 섭취시 감소할 수 있다는 것이 보고되어 조사대상자들의 식이섭취에 대한 차후결과가 주목된다.

비타민 A의 생리적 기능 중에서 항산화 작용은 잘 인식되지 않고 있는 듯 하나 수평의 연구보고<sup>42)</sup><sup>43)</sup>에서 비타민 A가 지질과산화 억제에 참여하고 있음을 보여 주었다. 뿐만 아니라 최근 저자등<sup>22)</sup>은 혈장 비타민 A의 수준이 비타민 E의 섭취, 혈장 비타민 C,

uric acid, 혈액의 glutathione 농도와 정의 상관성이 있음을 밝힌 바 있다. 본 조사에서는 측정된 중년남자들의 혈청 비타민 A 평균과 분포가 Fig. 1 (C)에 나타나 있다. 본 보고서에서 측정된 평균값  $1.15 \pm 0.38 \mu\text{g/ml}$  이미 보고된 국내<sup>40)</sup>외<sup>8)</sup><sup>44)</sup>의 수준 보다 높았기 때문에 한명을 제외하고는 모두 정상 (acceptable;  $0.3 \mu\text{g/ml}$  이상)이었다. 본 조사 대상자의 특성에서 기인하는지 또는 다른 이유인지는 더 연구할 문제로 생각된다.

조사대상자들의 혈청 비타민 C 평균은  $10.5 \pm 3.8 \mu\text{g/ml}$  ( $1.05 \text{mg/dl}$ )이었고 분포는 Fig. 1 (D)와 같다. 총 인원 87명 중 결핍(deficient;  $0.2 \text{mg/dl}$ )으로 판단되는<sup>45)</sup> 사람이 한 명 있었고, 정상이하(low;  $0.2 \sim 0.4 \text{mg/dl}$ )는 6명이고 나머지 사람은 모두 정상(acceptable)이었다. Gey등<sup>7)</sup><sup>8)</sup>은 유럽사람들의 평균 혈청 수준이 지역에 따라 대략 0.4에서  $0.7 \text{mg/dl}$  임을 보고하였고, 최근 미국의 Second National Health and Nutrition Examination Survey(NHANES II)<sup>46)</sup>에서 비타민제를 복용하지 않은 20~59세의 남성들의 혈청 수준  $0.78 \pm 0.01 \text{mg/dl}$ 으로 보고되었다. 본 조사의 측정치가 이렇게 보고된 구미지역인들 보다 다소 높은 것은 우리나라 국민영양조사<sup>27)</sup>에서 나타나 듯이 식사에서 비타민 C가 많은 데서 일부 기인하리라고 사료된다. 비타민 C는 식품으로뿐 아니라 각종 비타민제와 영양제에 많이 들어 있는데, 본 조사대상자들의 30% 이상이 비타민제를 복용한다고 응답하였다. NHANES II<sup>46)</sup>에서 비타민제 복용하는 사람의 혈청 비타민 C가 복용하지 않는 사람의 50% 이상이나 증가하였고 흡연으로는 거의 30% 감소하였다. 따라서 본 조사대상자들의 혈청 비타민은 영양제 복용으로 인한 부분도 많으리라고 사료된다. 천종희와 신명화<sup>47)</sup>가 보고한 국내 일부 도시지역 노인들의 혈청 비타민 C는 상당히 낮았는 반면 본 조사에서 대부분이 정상으로 유지하고 있는 것은 본 조사대상자들의 영양섭취가 일부 노인들에 비하여 충분하였기 때문으로 생각된다.

혈청 carotene의 수준은 조사대상자들중 43명에서만 측정되었으며 그 평균은  $64.6 \pm 43.5 \mu\text{g/dl}$ 였는데, 측정인원이 적어 분포는 나타내지 않았다. 본 연구에서 HPLC로 혈청  $\beta$ -carotene를 분석하는데 있어



시료의 1/3정도만이  $\alpha$ 형과  $\beta$ 형이 잘 분리되어 계산이 되었으나 나머지는 두 형태가 같이 elution되고, 따라서 두 형태가 합산된 관계로 이 값은  $\alpha$ - +  $\beta$ -carotene임을 밝힌다. 초기에 두 형태가 잘 분리된 시료들에서 판단하건대  $\alpha$ -형이 총량의 1/4~1/3이었다. 따라서 이를 기초로  $\beta$ -carotene을 환산하면 42.9~48.5  $\mu\text{g}/\text{dl}$  정도로 볼 수 있어 염경진 등<sup>40)</sup>이 보고한 37.4  $\pm$  2.66  $\mu\text{g}/\text{dl}$  범위에 드는 값이라고 할 수 있겠으나 차후 정확한 분석에 의한 검증이 필요하다. 측정 대상인원이 많지 않은 연유이기도 하겠으나 측정치의 변화 폭이 컸다. 여러 보고에 의하면 혈청  $\beta$ -carotene 수준에 영향을 미치는 것으로 식이<sup>26)</sup>, 흡연<sup>44)</sup>, 계절<sup>48)</sup>등을 지적한 바 있는데, 본 결과에서는 대상자들의 식습관의 차이가 주 요인으로 생각된다. 그러나 이 문제도 식이섭취와 흡연 및 음주 등의 요인들과 상관성을 자세히 조사할 차후 연구에서 보고하고자 한다.

4. 혈청 지질의 지방산 조성

본 연구의 조사대상자인 40세 이상 60세 미만의 대구 지역 거주 남자들 150명의 혈청 지질의 지방산 조성을 분석한 결과가 Table 4에 나타나 있다. 우리나라 사람들의 혈청 지방산 조성에 대한 자료로 보고된 것은 김양희와 백희영<sup>49)</sup>, 이해양과 김숙희<sup>50)</sup>의 보고외에는 매우 미흡한 상황이다. 본 결과를 이들의 결과와 비교할 때 다소의 차이가 있었다. 즉, 여대생들<sup>49)</sup>의 비하여 포화지방산의 함량이 많고, 단일 및 다불포화지방산의 함량이 모두 적었다. 그러나 다불포화지방산 중 n-6 지방산의 총량이 27.6%로 그들의 38.03%보다 훨씬 적었는데 반하여 n-3 지방산의 총량이 8.3%로 그들의 2배 이상이나 되었다. 총 n-3 지방산에서 eicosapentaenoic acid(EPA, C20 : 5n-3)와 docosahexaenoic acid(DHA, C22 : 6n-3)가 각각 2.050. 5.545 %로 주요 성분이었다. 이해양과 김숙희<sup>50)</sup>의 조사에서는 혈청 EPA와 DHA 수준이 20대부터 60대에 이르기까지 남녀 모두 본 결과보다도 약간씩 더 높았고, 성별과 나이에 따른 차이가 없었다. 그러나 Sawazaki등<sup>51)</sup>은 50세 전후 일본남자들의 혈청 인지질 EPA와 DHA 수준이 20세전후 사람들에 비하여 두 배로 높았다고 보고하였으며 이들의 50세 전후 남자들의 EPA와 DHA 수준은 본 결과와 비슷하였다. 이

Table 4. Serum fatty acid composition of the subjects (weight %)

Fatty acid	Mean $\pm$ S.D. (n=128)
C14 : 0	1.072 $\pm$ 0.471
C14 : 1	0.802 $\pm$ 0.659
C15 : 0	0.305 $\pm$ 0.214
C15 : 1	0.454 $\pm$ 0.247
C16 : 0	27.158 $\pm$ 2.706
C16 : 1	1.801 $\pm$ 0.678
C18 : 0	10.942 $\pm$ 1.799
C18 : 1	15.994 $\pm$ 3.739
C18 : 2n-6	19.414 $\pm$ 3.698
C18 : 3n-3	0.684 $\pm$ 1.974
C20 : 0	0.321 $\pm$ 0.407
C20 : 1	0.218 $\pm$ 0.386
C20 : 2n-6	1.020 $\pm$ 0.961
C20 : 3n-6	1.742 $\pm$ 0.550
C20 : 4n-6	5.920 $\pm$ 1.278
C20 : 5n-3	2.050 $\pm$ 1.572
C22 : 0	0.657 $\pm$ 0.835
C22 : 6n-3	5.545 $\pm$ 1.925
>C24	0.338 $\pm$ 0.485
Total SFA <sup>1)</sup>	42.918 $\pm$ 4.178
Total PUFA <sup>2)</sup>	36.677 $\pm$ 4.338
P/S <sup>3)</sup>	0.867 $\pm$ 0.150
n-6 PUFA	27.739 $\pm$ 4.049
n-3 PUFA	8.279 $\pm$ 3.122
n-6/n-3 <sup>4)</sup>	3.531 $\pm$ 1.816

- 1) Saturated fatty acids
- 2) Polyunsaturated fatty acids
- 3) Ratio of polyunsaturated and saturated fatty acids
- 4) Ratio of n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids

러한 차이들은 여러 요인에서 비롯되었으나 대상자의 특성과 인원이 주원인이 되리라고 사료된다. N-3 지방산의 건강에 미치는 영향<sup>52)</sup>을 고려할 때, 본 조사 대상자들의 혈청 수준이 비교적 높은 것은 주목할만한 사항으로 앞으로 성별, 나이별, 지역에 따른 국내조사가 충분한 수의 사람을 대상으로 하여 이루어져야 하겠다고 생각한다. 또한 혈청 지질중 인지질 지방산이 식이와 관련성이 가장 높다는 것<sup>53)</sup>과 혈청의 각 지질내에서 지방산들의 대사 특이성<sup>54)</sup>을 고려하여

**Table 5.** Correlations between serum lipid components and vitamin E n=119

	Total cholesterol	LDL-cholesterol	Triglyceride	TBARS <sup>1)</sup>
Vitamin E	0.4257***	0.3094***	0.2320**	ns <sup>2)</sup>
n-6/n-3 <sup>3)</sup>	-0.1539*	ns	ns	-0.2318*

\*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001

1) Thiobarbituric acid reactive substances

2) Not significant

3) Ratio of n-6 and n-3 PUFA

앞으로의 조사에서는 혈청 지질을 종류별로 분리하여 지방산을 분석하여 보다 세밀한 검토를 하는 것이 필요하다고 사료된다.

### 5. 혈청 지질과 비타민 E와의 상관 관계

혈청 지질들과 항산화 비타민들간의 서로 상관성을 조사하여 본 결과 서로 유의적으로 상관성이 있는 것만을 정리하여 본 결과, 항산화 비타민 중에는 비타민 E만이 관련됨을 알 수 있었다(Table 5). 표에 나타난 바와 같이 비타민 E는 혈청 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤과 높은 유의 수준(p<0.001)에서 정적 상관성을 보이고, 중성지방과도 정적 상관성을 가지고 있었으나 지질과산화의 지표인 TBARS와는 상관성을 나타내지 않았다. 이 결과는 비타민 E의 혈중 주운반체가 LDL이라는 점을 고려할 때 당연한 것으로 보이며 지질과산화와 무관하게 보이는 것은 3항에서 서술한 바와 같이 대부분 대상자들의 비타민 E의 혈중 수준이 양호하여 지질과산화가 전반적으로 낮기 때문으로 사료된다. N-6/n-3 지방산 비율이 총 콜레스테롤과 역비례함은 이미 잘 알려진 바와 같이 n-6 지방산의 혈청 콜레스테롤 강하 효과에 주로 기인한 것으로 사료된다. 반면 n-6/n-3 지방산 비율이 TBARS와 역의 관계를 보인 것은 주목하다고 하겠다. 이것은 n-6에 비하여 n-3 지방산이 높을 수록 TBARS 수준이 높다는 것으로 n-3 지방산의 높은 peroxidizability에 기인한다고 생각된다. 어유섭취로 혈장 n-3 지방산이 증가된 상태에서 혈장 TBARS나 malondialdehyde 농도가 상승되는 것은 동물<sup>22)55)</sup>과 인체대상<sup>56)57)</sup>의 여러 실험에서 보고된 바 있다.

### 요약 및 결론

동맥경화등 여러 성인병 발병이 우려되는 우리나라

중년 남성들의 건강유지에 기초자료를 마련하고자 대구지역에 거주하는 만 40세 이상의 건강한 남성 174명을 대상으로 하여 신체지수, 혈청 지질과 항산화 영양소 상태를 조사하고 이들의 상관성을 분석하여 다음의 결과를 얻었다.

1) 대상자의 73%가 사무직에 종사하는 사람으로 평균 연령은 50.3±6.8세, 신장과 체중은 각각 169.2±5.2cm, 66.5±8.1kg, 수축기 및 확장기 혈압은 각각 127.8±15.5, 83.9±10.8mmHg였다. 대상자의 BMI와 W/H ratio 평균은 각각 23.18±2.46, 0.88±0.04였고, BMI가 20~24.9에 속하는 사람이 73%, 25이상인 사람이 21.3%였고, 30이상인 사람도 3명 있었다.

2) 대상자들의 평균 혈청 총 콜레스테롤은 186.7±34.9mg/dl, LDL-콜레스테롤은 117.6±33.5mg/dl, HDL-콜레스테롤은 41.1±9.0mg/dl, 중성지방은 140.7±83.6mg/dl였다. 총 콜레스테롤이 200mg/dl이상, LDL-콜레스테롤이 130mg/dl 이상인 사람이 각각 56%, 16%가 되었다.

3) 혈청 TBARS값이 2.01±0.77 MDA nmols/ml, 비타민 E가 9.59±3.11µg/ml, 비타민 A가 1.15±0.38 µg/ml, 비타민 C가 10.5±3.8µg/ml, α+β-carotene이 64.6±43.5µg/dl였다. 측정된 비타민 수준이 결핍이라고 판단되는 사람은 극소수였으나 비타민 E와 C가 다소 부족된다고(borderline) 여겨지는 사람들이 각각 13.6%와 6%였다. 혈청 비타민 E는 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방과 유의적인 상관관계는 있었으나 TBARS와는 상관성이 없었다.

4) 혈청 지방산의 조성은 포화지방산이 42.9%, 단일불포화지방산이 19.3%, 다불포화지방산이 36.7%였고, n-6와 n-3 다불포화지방산은 각각 27.7%, 8.3%이었다. N-6/n-3 다불포화지방산의 비는 혈청 총 콜레스테롤과 TBARS와 역의 상관성을 보여 주었

다.

이상의 결과로 보건대 우리나라 중년 남성들에게서 혈청 콜레스테롤의 수준이 동맥경화 발병 위험에 상당히 근접하고 있는 반면 혈청 지질의 지방산 구성은 n-3 계가 비교적 높아 다소 상쇄 효과가 있을 것으로 사료된다. 그러나 LDL 산화 억제와 관련이 있는 비타민 E 수준이 충분치 못하다고 생각되는 사람이 상당수 있어 이에 대한 보충을 타 항산화영양소들의 보완작용과 연계하여 규명되어야 할 것으로 생각한다.

#### Literature cited

- 1) Steinber D, Parthasarathy S, Carew TE, Khoo JC, Witztum JL. Beyond cholesterol. Modifications of low-density lipoprotein that increase its atherogenicity. *N Engl J med* 320 : 915-924, 1989
- 2) Machlin LJ. Vitamin E In : Handbook of Vitamins. Machlin LJ. ed. pp99-144, 1991
- 3) Esterbauer H, Dieber-Rotheneder M, Striegl G, Waeg G. Role of vitamin E in preventing the oxidation of low-density lipoprotein. *Am J Clin Nutr* 53 : 314S-321S, 1991
- 4) Dieber-Rotheneder M, Puhl H, Waeg G, Esterbauer H. Effect of oral supplementation with D- $\alpha$ -tocopherol on the vitamin E content of human low density lipoproteins and resistance to oxidation. *J Lipid Res* 32 : 1325-1332, 1991
- 5) Jialal I, Grundy SM. Effect of dietary supplementation with alpha-tocopherol on the oxidative modification of low density lipoprotein. *J Lipid Res* 33 : 899-906, 1992
- 6) Abbey M, Nestel PJ, Baghurst PA. Antioxidant vitamins and low-density-lipoprotein oxidation. *Am J Clin Nutr* 58 : 525-532, 1993
- 7) Gey KF, Brubacher GB, Stähelin HB. Plasma levels of antioxidant vitamins in relation to ischemic heart disease and cancer. *Am J Clin Nutr* 45 : 1368-1377, 1987
- 8) Gey KF, Puska P, Jordan P, Moser U. Inverse correlation between plasma vitamin E and mortality from ischemic heart disease in cross-cultural epidemiology. *Am J Clin Nutr* 53 : 326S-334S, 1991
- 9) Riemersma RA, Wood DA, Macintyre CA, Elton RA, Gey KF, Oliver MF. Risk of angina pectoris and plasma concentrations of vitamins A, C, and E and  $\beta$ -carotene. *Lancet* 337 : 1-5, 1991
- 10) Stampfer MJ, Hennekens CH, Manson JE, Colditz GA, Rosner B, Willett WC. Vitamin E consumption and the risk of coronary disease in women. *N Engl J Med* 328 : 1444-1449, 1993
- 11) Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Giovannucci E, Colditz GA, Willett WC. Vitamin E consumption and the risk of coronary disease in men. *N Engl J Med* 328 : 1450-1456, 1993
- 12) Burton GW, Ingold KU.  $\beta$ -Carotene : an unusual type of lipid antioxidant. *Science* 224 : 569-573, 1984
- 13) Jialal I, Norkus EP, Cristol L, Grundy SM. Beta-carotene inhibits the oxidative modification of low density lipoproteins. *Biochim Biophys Acta* 1086 : 134-138, 1991
- 14) Gaziano JM, Manson JE, Ridker PM, Buring JE, Hennekens CH. Beta-carotene therapy for chronic stable angina. *Circulation* 82( sup III) : 201(Abstr 796), 1990
- 15) Kaptein A, Princen HMG. Effect of retinoic acid, and other retinoids, on the secretion of apo A-I primary hepatocytes cultures from cynomolgus monkey. *Circulation* 86 : I-746 (abstr.), 1992
- 16) Lamon-Fova S, Jenner JL, Jacque PF, Schaefer EJ. Effects of dietary intakes on plasma lipids, lipoproteins, and apolipoproteins in free living elderly men and women. *Am J Clin Nutr* 59 : 32-41, 1994
- 17) Gaffney PT. Beta carotene supplementation raises serum HDL-cholesterol. *Aust NZ J Med* 20(Suppl 1), 365, 1990
- 18) 박영배. 순환기학 분야의 국내 지질연구 동향. *한국지질학회지* 1 : 8-13, 1991
- 19) 최강원. 최근 우리나라에서의 질병 변천. *한국영양학회지* 21 : 139-145, 1990
- 20) Friedewald WT, Levy RI, Fedreicson DS. Estimation of concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18 : 499-502, 1972
- 21) Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226 : 497-509, 1957
- 22) Cho S-H, Choi Y. Lipid peroxidation and antioxidant

- status is affected by different vitamin E levels when feeding fish oil. *Lipids* 29 : 47-52, 1994
- 23) Yagi K. A simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma. *Biochem Med* 15 : 212-216, 1976
  - 24) Bieri G, Tolliver JJ, Catignani GL. Simultaneous determination of alpha-tocopherol and retinol in plasma or red blood cells by high pressure liquid chromatography. *Am J Clin Nutr* 32 : 2143-2149, 1979
  - 25) Otsuda M, Kurota T, Suzuki E, Arakawa N, Inagaki C. Separative determination of ascorbic acid and erythorbic acid in animal tissues by high performance liquid chromatography. *J Nutr Sci Vitaminol* 27 : 9-15, 1981
  - 26) 김혜영. 카로틴 공급이 정상식이 여성과 채식주의 여성의 혈청 카로틴 및 레티놀 수준에 미치는 영향. *한국영양학회지* 22 : 257-265, 1989
  - 27) 보건사회부. 국민영양조사 보고서 1991
  - 28) WHO-ISH. Guidelines for the Management of Mild Hypertension 1993
  - 29) Expert Panel. Report of the national cholesterol education program expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults. *Arch Intern Med* 148 : 36-69, 1988
  - 30) 강승완 · 이봉렬 · 박현식 · 김신우 · 우언조 · 채성철 · 전재은 · 박의현. 한국 정상 성인에서 생활습관과 Cholesterol치와의 관계. *대한내과학회지* 43 : 373-383, 1992
  - 31) 최경훈. 한국인의 지질분포. 의협신보 5월 3일자, 1991
  - 32) 이양자 · 신현아 · 이기열 · 박연희 · 이종순. 한국 정상인의 혈청지질농도, 체질량지수, 혈압 및 식습관과 일상생활습관과의 관계에 관한 연구. -혈청 Triglyceride를 중심으로-. *한국지방학회지* 2 : 41-51, 1992
  - 33) 황수관 · 고성경 · 유선희 · 남택상 · 백광세 · 강복순. 운동처방 프로그램 개발을 위한 국민건강 증진 방안. *대한스포츠학회지* 9 : 22-47, 1991
  - 34) 백태홍 · 천현자 · 전세열 · 김제국. 질환자에서의 혈청 과산화지질. *한국생화학학회지* 16 : 260-265, 1983
  - 35) Yagi. Serum lipid peroxide levels in subjects having certain disease and in aging In : CRC Handbook of Free Radicals and Antioxidants in Biomedicine. pp 223-230, 1989
  - 36) Hagihara M, Nishigaki I, Maseki M, Yagi K. Age-dependent changes in lipid peroxide levels in the lipoprotein fractions of human serum. *J Gerontology* 39 : 269-272, 1984
  - 37) Saito M, Kobatake Y, Tsuchida M, Kuroda K, Innami S, and Itoh Roichi. Nutritional status of vitamin E in healthy elderly population in Japan. *J Clin Biochem Nutr* 4 : 149-156, 1988
  - 38) Wong SHY, Knight JA, Hodfer SM, Zaharia O, Leach Jr CN, Sunderman Jr FW. Lipoperoxides in plasma as measured by liquid-chromatographic separation of malondialdehyde-thiobarbituric acid adduct. *Clin Chem* 33 : 214-220, 1987
  - 39) Knight JA, Smith SE, Kinder VE, Anstall HB. Reference intervals for plasma lipoperoxides : age-, sex-, and specimen-related variations. *Clin Chem* 33 : 2289-2291, 1987
  - 40) 염경진 · 이양자 · 이기열 · 김병수 · 노재경 · 박계숙. 혈청 Retinoids,  $\beta$ -Carotene 및  $\alpha$ -Tocopherol과 압과의 관계. *한국역학회지* 24 : 343-351, 1992
  - 41) Mino M, Tamai H, Tanabe T, Moronobu, T, Ohsawa N, Takamatsu J, Miyata S and Hirahara. Nutritional status of antioxidant vitamins (A, E, and beta-Carotene) in elderly Japanese. *J Nutr Sci Vitaminol* 39 : S 67-S74, 1993
  - 42) Kartha VNR, Krishnamurthy S. Antioxidant function of vitamin A. *Internat J Vit Nutr Res* 47 : 394-401, 1977
  - 43) Ciaccio M, Valenza M, Tesoriere L, Bongiorno A, Albiero R, Livrea MA. Vitamin A inhibits doxorubicin-induced membrane lipid peroxidation in rat tissues in vivo. *Arch Biochem Biophys* 302 : 103-108, 1993
  - 44) Comstock GW, Menkes MS, Schober SE, Vuilleumier J-P, Helsing KJ. Serum levels of retinol, beta-carotene, and alpha-tocopherol in older adults. *Am J Epidemiol* 127 : 114-123, 1987
  - 45) Moser U, Bendich A. Vitamin C In : Handbook of vitamins. Machlin LJ. ed. 195-232, 1991
  - 46) Dickinson VA, Block G, Russek-Cohen E. Supplement use, other dietary and demographic variables and serum vitamin C in NHANES II. *J Am Coll Nutr* 13 : 22-32, 1994
  - 47) 천종희 · 신명화. 도시 지역 노인의 일부 비타민 영양상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 21 : 253-259,

- 1988
- 48) Rautalahti M, Albanes D, Haukka J, Roos E, Gref C-G, Virtamo J. Seasonal variation of serum concentrations of  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol. *Am J Clin Nutr* 57 : 551-556, 1993
- 49) 김양희 · 백희영. 한국 일부 여대생의 식이 지방산과 혈장 지질, 혈장 및 적혈구 지방산 조성과의 관계. *한국영양학회지* 27 : 109-117, 1994
- 50) 이해양 · 김숙희. 연령증가에 따른 한국성인의 영양 섭취 상태가 지방대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 27 : 23-45, 1994
- 51) Sawazaki S, Hamazaki T, Yamazaki K, Taki H, Kaneda M, Yano S, Kuwamori T. Comparison of the increment in plasma eicosapentaenoate concentrations by fish oil intake between young and middle-aged volunteers. *J Nutr Sci Vitaminol* 35 : 349-359, 1989
- 52) Simopoulos AP. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am J Clin Nutr* 54 : 438-463, 1991
- 53) Bjerve KS, Brubakk AM, Fougner KJ, Johnson H, Midthjell K, Vik T. Omega-3 fatty acids : essential fatty acids with important biological effects, and serum phospholipid fatty acids as markers of dietary fatty acid intake. *Am J Clin Nutr* 57(suppl) : 801S-806S, 1993
- 54) Hodge J, Sanders K, Sinclair AJ. Differential utilization of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in human plasma. *Lipids* 28 : 525-531, 1993
- 55) Kobatake Y, Kuroda K, Jinouchi H, Nishide E, Innami S. Dietary effect of  $\omega$ 3 type polyunsaturated fatty acids on serum and liver lipid levels in rat. *J Nutr Sci Vitaminol* 29 : 11-21, 1983
- 56) Meydani M, Natiello F, Goldin B, Free N, Woods M, Schaefer E, Blumberg JB, Gorbach SL. Effect of long-term fish oil supplementation on vitamin E status and lipid peroxidation in women. *J Nutr* 121 : 484-491, 1991
- 57) Haglund O, Luostarinen R, Wallin R, Wibell L, Saldeen T. The effects of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin E. *J Nutr* 121 : 165-169, 1991