

## 중년기 성인의 혈중 항산화 물질 분석 및 혈중 지질과 신체계측치와의 상관성

이현정<sup>1</sup> · 이덕희<sup>2</sup> · 김광옥<sup>1</sup> · 김유정<sup>1</sup> · 이해성<sup>1</sup><sup>§</sup>

경북대학교 식품영양학과 · 장수생활과학연구소,<sup>1</sup> 경북대학교 의학전문대학원 예방의학교실<sup>2</sup>

### Analysis of Serum Antioxidant Materials Concentration and Their Relation with Blood Lipids and Anthropometric Indices in Middle-Aged Adults in Korea

Lee, Hyun-Jung<sup>1</sup> · Lee, Duk-Hee<sup>2</sup> · Kim, Kwang-Ok<sup>1</sup> · Kim, Yoo-Jung<sup>1</sup> · Lee, Hye-Sung<sup>1</sup><sup>§</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Nutrition · Center for Beautiful Aging, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>2</sup>Department of Preventive Medicine and Public Health, Kyungpook National University School of Medicine, Daegu 702-701, Korea

#### ABSTRACT

The serum levels of antioxidant materials ( $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin, lutein, lycopene,  $\alpha$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol, retinol) of the healthy Korean middle-aged adults (n = 373) were measured and their relationships with the serum lipids and anthropometric indices were analyzed. The serum levels of  $\beta$ -cryptoxanthin,  $\beta$ -carotene, lutein were higher than those of lycopene and  $\alpha$ -carotene. The levels of all measured carotenoids except lutein were significantly higher in females than in males, but retinol level was vice versa. There was a tendency of increase in serum levels of antioxidant vitamins with increasing age. The serum carotenoid levels had a positive correlation with serum cholesterol and a negative correlation with serum triglyceride. The serum levels of tocopherols or retinol showed a significantly positive relationship with blood cholesterol or triglyceride. In overall, anthropometric indices showed negative relations with serum carotenoids levels, but vice versa with serum tocopherol or retinol levels. Particularly,  $\beta$ -carotene and lutein levels showed a significantly negative relation with blood pressure in male subjects. The serum levels of  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene and  $\beta$ -cryptoxanthin had significantly negative relations with body fat-related indices in female subjects. The results demonstrated that blood antioxidants levels differed by sex and age, and had significant relations with blood lipid levels and anthropometric indices. Therefore, the rationale and significance of the relationships need to be elucidated in the future study related to dietary intakes and life style. (Korean J Nutr 2009; 42(5): 464~473)

**KEY WORDS:** serum carotenoids, tocopherol, retinol, blood lipid, anthropometric indice.

## 서 론

인체 내의 항산화 방어계는 항산화 효소계와 비효소적 항산화 물질들로 이루어져 있다. 항산화 효소계는 자유 라디칼 (free radical)의 초기 생성을 억제하고 이미 생성된 자유 라디칼에 대해서는 항산화 물질들이 산화 연쇄반응을 차단함으로써 우리 인체 내에서 항산화 물질과 과산화물질,

자유기 등의 산화 촉진물질 사이에 균형이 유지되게 한다.<sup>1)</sup> 그러나 항산화 영양소의 부족한 섭취와 환경오염, 자외선, 또는 부적절한 운동, 스트레스, 흡연, 음주 등의 잘못된 생활습관은 인체의 산화적 스트레스를 증가시키고 항산화 방어계의 교란을 초래하게 된다.<sup>2)</sup> 산화 스트레스의 증가는 혈중 항산화 물질들을 고갈시킬 뿐만 아니라<sup>3)</sup> 심혈관계 질환과 암, 관절염, 백내장, 당뇨병 등의 만성 퇴행성 질병의 위험도를 증가시키는 것으로 알려져 있다.<sup>4,5)</sup>

잘 알려진 항산화 물질로는 비타민 A, C, E와 carotenoids, polyphenol, flavonoid, 아연, 철, 셀레늄, 구리 및 망간 등이 있다. 이들 중 특히 식사를 통해 쉽게 섭취할 수 있는 항산화 물질들은 산화적 스트레스로 인한 손상으로부터

접수일 : 2009년 4월 16일 / 수정일 : 2009년 5월 5일

채택일 : 2009년 6월 15일

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

E-mail: hslee@knu.ac.kr

신체를 보호하고<sup>6)</sup> 상호작용에 의해 각각의 항산화 기능을 상승시켜줌으로서 산화적 스트레스와 질병으로부터 우리 몸을 방어하는 역할을 하는 것으로 보고되어 있다.<sup>7,8)</sup> 혈중 항산화 물질들의 수준과 만성 질병과의 관련성에 대해서는 국내·외의 선행 연구 결과들이 보고되어 왔다. 즉, 혈중 항산화 비타민 수준과 허혈성 심질환 및 암과의 관련성,<sup>9)</sup>  $\beta$ -carotene의 항산화 기능과 암 발생 억제력,<sup>10,11)</sup>  $\beta$ -carotene과 lutein + zeaxanthin의 유방암의 위험과의 관련성,<sup>12)</sup> carotenoids 및 retinol 섭취와 전립선암과의 관련성,<sup>13)</sup> 비타민 A와 C의 풍부한 섭취나 높은 혈청 carotene 농도와 폐암의 위험도 감소<sup>14,15)</sup> 등에 관한 보고들이 있다. 또한 혈청 carotenoids 수준과 심근경색의 위험,<sup>16)</sup> 심근경색환자, 당뇨병 환자, 심혈관계질환 환자, 흡연자의 낮은 혈청  $\beta$ -carotene 농도 등을 보고한 연구,<sup>17)</sup> 흡연이 혈청 carotene,  $\alpha$ -tocopherol과 retinol농도에 미치는 영향<sup>18)</sup>에 대한 보고도 있었다. 국내 연구로는 혈청 retinol,  $\beta$ -carotene,  $\alpha$ -tocopherol 수준과 암과의 관련성,<sup>19)</sup> 허혈성 심질환 환자의 낮은 혈장 retinol 농도,<sup>20)</sup> 흡연, 음주 운동 등 생활 습관이 노인들의 혈중 항산화 상태에 미치는 영향,<sup>21,22)</sup> 일부 여대생의 혈중 농도<sup>23)</sup>에 관한 보고들이 있다.

지금까지 국내·외에서 이루어진 산화 스트레스와 항산화 물질 관련 연구를 통해 항산화 물질들이 만성 질병의 예방에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 나타남으로서 항산화 물질에 대한 관심이 높아지고 만성 질환의 예방 차원에서의 연구도 활발하게 진행되고 있는 추세이다. 그러나 아직까지 항산화 물질들의 적정 섭취 수준이나 생리 활성에 대해 논쟁이 되고 있는 요인들이 많고, 이에 대한 연구 결과들이 대부분 서구인 대상의 자료로서 인종과 식생활, 사회·문화적인 환경이 우리와 서로 상이함을 고려할 때 국외의 연구 결과들을 우리나라 사람들에게 그대로 적용하기는 어려울 것으로 보여진다. 한편 국내에서 수행된 항산화 영양소에 대한 연구들은 연구대상이 주로 암환자, 심혈관계질환 환자, 흡연자 등이었으며, 일부 건강인에 대한 연구에서도 연구 대상자가 소수이거나 분석된 항산화 영양소가 retinol,  $\alpha$ -tocopherol과  $\beta$ -carotene으로 제한되어 있어 한국인의 혈 중 항산화 물질들의 농도는 잘 알려져 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 우리 나라의 건강한 40대 이상 남녀를 대상으로 이들의 혈청 내 주요 항산화 물질 중 carotenoids계인  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin, lutein, lycopene과  $\alpha$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol, retinol의 농도를 측정함으로써 우리나라 건강인들의 혈중 항산화 물질들의 수준을 파악하고자 하였으며, 아울러 혈중 지질 수준과 신체계측치와의 상관성도 분석해 보았다.

## 연구방법

### 조사대상자 및 조사기간

조사대상자는 정기 건강검진을 받기 위해 대구광역시 소재 경북대학교병원 건강검진센터에 내원한 40세 이상 성인 중에서 '평생건강관리프로그램'의 취지와 목적에 대해 설명을 들은 후 본 연구에 참여하기로 동의한 사람 중 건강검진 결과 질병을 가지지 않은 것으로 판정된 373명(남자 231명, 여자 142명)으로 하였다. 조사기간은 2004년 11월부터 2005년 8월까지 10개월이었다.

### 신체계측치 조사

조사대상자들의 성별과 연령별 신장, 체중, 허리둘레와 둔부둘레 비(waist/hip ratio: WHR), 체지방률(Body Composition Analyzer, Jawon Medical, Zeus 9.9), 체질량지수(body mass index: BMI) 및 혈압의 평균치는 건강검진센터에서 측정된 자료를 사용하였다.

### 혈청지질 및 지질과산화물 분석

공복상태에서 채혈한 후 항응고제를 처리하지 않은 상태로 즉시 원심분리(3,000 rpm, 15분)하여 혈청을 얻어 일부는 분석에 사용하고 나머지는  $-80^{\circ}\text{C}$  deep freezer에 보관하였다. 혈청의 총콜레스테롤(total cholesterol)과 중성지방(triglyceride)은 Modular Analytics SWA (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany)를 이용하여 채혈 당일 측정하였다. 혈청과 뇨의 지질과산화물(thiobarbituric acid reactive substances: TBARS) 측정은 Taladgis 방법<sup>24)</sup>에 의해 측정하였다.

뇨 중의 TBARS가는 creatinine 배설량과 관련하여 표시할 경우 보다 큰 통계적 유의성을 가진다는 Nelson 등<sup>25)</sup>의 보고에 따라 본 연구결과에서는 nmole MDA/mmmole creatinine으로 나타내었다.

### 혈청 항산화 물질 분석

5가지 carotenoids계 물질들( $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin, lutein, lycopene)과  $\alpha$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol, retinol의 혈 중 농도는 Bieri 등<sup>26)</sup>과 Arroyave 등<sup>27)</sup>의 HPLC 방법을 수정하여 동시에 측정하였다. 혈청 300  $\mu\text{L}$ 에 에탄올에 용해시킨 internal standard (1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  retinol acetate, 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  tocopherol acetate, 5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  sudan II)를 각각 100  $\mu\text{g}$ 씩 첨가하여 혼합한 후, 800  $\mu\text{g}$ 의 n-hexane (0.005% BHT 포함)을 첨가하였다. 원심분리(1,500 rpm, 10분)후 상층액을 분리하여 질소가

스로 건조시켰다. 건조된 지질 추출물을 HPLC 용매에 재용해시킨 후 syringe filter (0.45  $\mu$ m membrane)로 여과하여 20  $\mu$ L를 주입하여 분석하였다. 모든 과정은 빛이 차단된 상태에서 진행하였다. 본 연구에서 항산화 비타민 분석을 위해 사용한 HPLC system은 reverse phase system 으로서 Hewlett Packard 1100 series (autosampler)를 사용했고 column은 Waters symmetry C18 (3.9 cm  $\times$  150 mm, 5  $\mu$ m)을 사용하였다. 이동상으로는 acetonitrile 과 methanol을 85 : 15의 비율로 사용하였다. Hewlett Packard 1100 series multi-wavelength spectrophotometer detector는 carotenoids, tocopherol, retinol 분석을 위하여 각각 450 nm, 292 nm, 325 nm에 고정하여 동시에 분석하였다.

### 자료의 통계처리

모든 자료는 SPSS 통계 package (Ver. 12.0)을 이용하여 평균치와 표준편차를 구하였고 혈중 항산화 비타민 농도와 혈중 지질 농도, 신체계측치와의 상관관계는 partial correlation test로 분석하였다. 유의성 검증은 위험도 5% 이하 수준에서 실시하였다.

## 결 과

### 조사대상자의 신체계측치, 혈중 지질 및 과산화물 농도

조사대상자들의 일반특성, 신체계측치, 혈중 지질농도와 혈액 및 뇨 중 지질과산화물 농도는 Table 1과 같다. 조사대상자는 총 373명이었고 성별로 남자 231명 (61.9%), 여자 142명 (38.1%)이었다. 연령 분포에서 전체적으로 40대 54.4%, 50대 41.0%, 60대 4.6%였고 평균연령은 전체적으로 49.3세이었고 남녀 각각 49.8, 48.4세였다.

조사대상자들의 신체계측 결과는 평균 신장은 남녀 각각 169.3  $\pm$  5.6 cm, 158.8  $\pm$  4.6 cm, 평균 체중은 남녀 각각 68.1  $\pm$  8.2 kg, 58.8  $\pm$  7.4 kg였다. 평균 BMI는 남녀 각각 24.0  $\pm$  2.5, 23.8  $\pm$  2.9로 두군 사이에 유의적인 차이가 없었고, WHR은 남녀 각각 0.92  $\pm$  0.04, 0.84  $\pm$  0.05로 남자가 여자에 비해 유의적으로 더 높았다 ( $p < 0.001$ ). 체지방비율은 남녀 각각 21.3  $\pm$  4.0%, 28.9  $\pm$  4.5%로 여자가 남자에 비해 유의적으로 더 높았고 ( $p < 0.001$ ) 혈압은 전체적으로 평균 수축기 혈압이 122.2  $\pm$  18.4 mmHg, 이완기 혈압이 75.6  $\pm$  12.7 mmHg로 남녀

**Table 1.** Characteristics of the subjects

Category	Male	Female	Total
Sex	231 (61.9) <sup>1)</sup>	142 (38.1)	373 (100.0)
Age (year)	231 (61.9)	142 (38.1)	373 (100.0)
40-49	119 (51.5)	84 (59.2)	203 ( 54.4)
50-59	99 (42.9)	54 (38.0)	153 ( 41.0)
60-65	13 ( 5.6)	4 ( 2.8)	17 ( 4.6)
Mean	49.8 $\pm$ 6.0 <sup>2)*</sup>	48.4 $\pm$ 5.4	49.3 $\pm$ 5.8
Anthropometric indices	231 (61.9)	142 (38.1)	373 (100.0)
Height (cm)	169.3 $\pm$ 5.6**	158.8 $\pm$ 4.6	165.0 $\pm$ 7.6
Weight (kg)	68.1 $\pm$ 8.2**	58.8 $\pm$ 7.4	64.6 $\pm$ 9.1
BMI	24.0 $\pm$ 2.5 <sup>NS</sup>	23.8 $\pm$ 2.9	23.9 $\pm$ 2.7
WHR	0.92 $\pm$ 0.04**	0.84 $\pm$ 0.05	0.89 $\pm$ 0.06
Body fat (%)	21.3 $\pm$ 4.0**	28.9 $\pm$ 4.5	24.2 $\pm$ 5.6
Blood pressure (mmHg)			
Systolic	123.2 $\pm$ 18.0 <sup>NS</sup>	120.7 $\pm$ 19.0	122.2 $\pm$ 18.4
Diastolic	76.1 $\pm$ 13.1 <sup>NS</sup>	74.8 $\pm$ 11.9	75.6 $\pm$ 12.7
Serum lipids	231 (61.9)	142 (38.1)	373 (100.0)
Total cholesterol (mg/dL)	187.5 $\pm$ 30.8 <sup>NS</sup>	189.8 $\pm$ 32.8	188.4 $\pm$ 31.6
Triglyceride (mg/dL)	141.5 $\pm$ 76.2**	111.7 $\pm$ 62.9	130.1 $\pm$ 72.8
TBA-reactive substance status	184 (63.7)	105 (36.3)	289 (100.0)
Serum (nmol/mL)	2.12 $\pm$ 0.61 <sup>NS</sup>	2.23 $\pm$ 0.64	2.16 $\pm$ 0.62
Urine (nmol/mmol creatinine)	2.06 $\pm$ 0.91*	2.41 $\pm$ 0.95	2.19 $\pm$ 0.93

1) Number (%), 2) Values are mean  $\pm$  S.D.

\*: indicates significant difference between two groups by Student's t-test (\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.001$ )

NS: Not significantly different between two groups ( $p < 0.05$ ), BMI: body mass index = Weight (kg)/Height (m)<sup>2</sup>, WHR: waist hip ratio = waist circumference/hip circumference, TBA: thiobarbituric acid

간에 유의차는 없었다.

전체 조사 대상자들의 혈중 평균 지질농도는 총콜레스테롤 수준은  $188.4 \pm 31.6$  mmHg이었으며 남녀 사이에 유의차는 없었다. 중성지방 농도는 남자 ( $141.5 \pm 76.2$  mg/dL)가 여자 ( $111.7 \pm 62.9$  mg/dL)에 비해 유의적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.001$ ). 뇨 중의 지질과산화정도는 크레아티닌 배설량 기준으로 환산한 TBARS치를 분석한 결과 여자 ( $2.41 \pm 0.95$  nmol/mmol creatinine)가 남자 ( $2.06 \pm 0.91$  nmol/mmol creatinine)에 비해 유의적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

**혈청 항산화 물질의 농도**

조사대상자의 혈청 항산화 물질들의 평균농도는 Table 2와 같다. carotenoids의 평균농도는  $\alpha$ -carotene의 경우 남녀 각각  $0.59 \pm 0.24$ ,  $0.85 \pm 0.49$   $\mu$ g/dL,  $\beta$ -carotene은 각각  $25.9 \pm 15.8$ ,  $44.1 \pm 26.6$   $\mu$ g/dL,  $\beta$ -cryptoxanthin이 각각  $34.2 \pm 31.5$ ,  $55.4 \pm 42.9$   $\mu$ g/dL, lutein이 각각  $29.0 \pm 14.2$ ,  $30.4 \pm 13.6$   $\mu$ g/dL, 그리고 lycopene이  $6.97 \pm 5.53$ ,  $11.22 \pm 8.85$   $\mu$ g/dL이었다.  $\alpha$ -tocopherol은 남녀 각각  $0.82 \pm 0.34$ ,  $0.80 \pm 0.48$  mg/dL,  $\gamma$ -tocopherol은 각각  $0.15 \pm 0.05$ ,  $0.15 \pm 0.04$  mg/dL이었고

retinol은 각각  $43.0 \pm 26.3$ ,  $31.1 \pm 11.0$   $\mu$ g/dL였다. 성별에 따른 차이의 비교에서  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin과 lycopene은 여자가 남자에 비해 유의적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.001$ ). 반면 retinol만이 남자가 여자에 비해 유의적으로 높았다 ( $p < 0.05$ ). 혈청 lutein과 tocopherol류의 수준은 성별에 따른 유의차를 보이지 않았다.

조사대상자의 연령별 혈청 항산화 물질 농도는 Table 2와 같다. 남자의 경우 lutein만이 50대 ( $31.8 \pm 16.9$   $\mu$ g/dL)에서 40대 ( $26.9 \pm 11.2$   $\mu$ g/dL)에 비해 유의적으로 높았다 ( $p < 0.001$ ). 여자의 경우  $\alpha$ -carotene,  $\alpha$ -tocopherol, retinol 수준이 50대에서 유의적으로 높았다 ( $p < 0.05$ ). 혈청 retinol과  $\alpha$ -tocopherol의 수준의 영양상태 판정 기준에 따른 분포 (Table 3)를 보면  $\alpha$ -tocopherol의 경우 적절한 수준 이상의 영양상태에 있는 비율이 남녀 각각 57.6%, 52.1%, 경계역이 각각 34.2%, 32.4%, 결핍상태가 각각 8.2%, 15.5%로 여자의 결핍비율이 남자에 비해 높게 나타났다. Retinol 영양상태는 적절한 수준 이상에 속하는 사람이 남녀 각각 82.3%, 47.2%, 경계역이 각각 17.7%, 52.1%, 결핍 상태의 비율이 각각 0%, 0.7%로서

**Table 2.** Comparison of serum carotenoids, tocopherol and retinol concentrations by age and sex

Category	Male (n = 218)			Female (n = 138)		
	40-49 (yr) n = 119	50-59 (yr) n = 99	Total n = 231	40-49 (yr) n = 84	50-59 (yr) n = 54	Total n = 142
$\alpha$ -carotene ( $\mu$ g/dL)	$0.57 \pm 0.22^1$	$0.62 \pm 0.27$	$0.59 \pm 0.24$	$0.82 \pm 0.38$	$0.91 \pm 0.66^*$	$0.85 \pm 0.49^{††}$
$\beta$ -carotene ( $\mu$ g/dL)	$25.3 \pm 16.1$	$26.7 \pm 15.5$	$25.9 \pm 15.8$	$44.9 \pm 28.7$	$42.2 \pm 21.6$	$44.1 \pm 26.6^{††}$
$\beta$ -cryptoxanthin ( $\mu$ g/dL)	$34.8 \pm 37.0$	$33.5 \pm 22.9$	$34.2 \pm 31.5$	$55.7 \pm 45.1$	$54.8 \pm 37.9$	$55.4 \pm 42.9^{††}$
Lutein ( $\mu$ g/dL)	$26.9 \pm 11.2$	$31.8 \pm 16.9^{**}$	$29.0 \pm 14.2$	$29.8 \pm 12.4$	$31.8 \pm 15.9$	$30.4 \pm 13.6$
Lycopene ( $\mu$ g/dL)	$6.99 \pm 5.54$	$6.94 \pm 5.54$	$6.97 \pm 5.53$	$10.70 \pm 8.47$	$12.36 \pm 9.63$	$11.2 \pm 8.85^{††}$
$\alpha$ -tocopherol (mg/Dl)	$0.80 \pm 0.34$	$0.84 \pm 0.35$	$0.82 \pm 0.34$	$0.74 \pm 0.32$	$0.95 \pm 0.71^*$	$0.80 \pm 0.48$
$\gamma$ -tocopherol (mg/dL)	$0.15 \pm 0.05$	$0.16 \pm 0.04$	$0.15 \pm 0.05$	$0.15 \pm 0.04$	$0.15 \pm 0.04$	$0.15 \pm 0.04$
Retinol ( $\mu$ g/dL)	$45.6 \pm 32.6$	$49.8 \pm 14.6$	$43.0 \pm 26.3$	$29.9 \pm 9.79$	$33.9 \pm 13.0^*$	$31.1 \pm 11.0^{††}$

1) Values are mean  $\pm$  S.D.

$^{\dagger}$ : indicates significant difference between two sex-groups by Student's t-test ( $^{\dagger}$ :  $p < 0.05$ ,  $^{\dagger\dagger}$ :  $p < 0.001$ )

\*: indicates significant difference between two age-groups in the same sex by Student's t-test (\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.001$ )

**Table 3.** Distribution of the subjects according to nutritional status of serum  $\alpha$ -tocopherol and retinol

		Deficient	Low	Adequate
		<0.5	0.5-0.7	>0.7
$\alpha$ -tocopherol (mg/dL)	Male	19 ( 8.2%)	79 (34.2%)	133 (57.6%)
	Female	22 (15.5%)	46 (32.4%)	74 (52.1%)
	Total	41 (11.6%)	125 (33.5%)	207 (55.5%)
Retinol ( $\mu$ g/dL)	Male	0 ( 0.0%)	41 (17.7%)	190 (82.3%)
	Female	1 ( 0.7%)	74 (52.1%)	67 (47.2%)
	Total	1 ( 0.2%)	115 (30.8%)	257 (68.9%)

여자가 남자에 비해 retinol 영양상태의 불량도가 높았다.

**혈청 항산화 물질들 상호간 및 지질과의 상관관계**

혈청 항산화 물질들 상호 간의 상관관계 (Table 4)를 분석한 결과 모든 혈청 carotenoid들은 상호간에 강한 유의적인 양의 상관성 ( $p < 0.01$ )을 보였다. 또한  $\alpha$ -tocopherol 과도 유의적인 상관성을 나타냈으나 lutein을 제외하고는  $\gamma$ -tocopherol과는 음의 상관성을 보였다. lutein을 제외한 모든 carotenoid들은 retinol과는 유의적인 음의 상관관계를 보였다. 혈청 retinol 수준은  $\alpha$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol 및 lutein수준 사이에는 강한 유의적인 양의 상관성을 보였다.

혈청 지질과 혈청 항산화 물질들과의 상관관계 (Table 4) 분석에서는 carotenoids 중  $\beta$ -cryptoxanthin, lutein, lycopene은 총콜레스테롤 수준과 유의적인 양의 상관성을 보였고,  $\alpha$ -carotene과  $\beta$ -carotene은 중성지방과 유의적인 음의 상관성을 보였다. Tocopherol류와 retinol은 콜레스테롤 및 중성지방과 유의적인 양의 상관성을 보였다.

**혈청 항산화 물질들과 지질과산화물과의 상관관계**

혈청 항산화 물질들의 농도와 혈청 및 소변 중의 지질과산화물 농도와의 상관관계 (Table 5) 분석에서는 전반적으로 뚜렷한 상관성을 발견할 수가 없었다. 다만 남녀 모두에서 혈중 과산화물 농도는  $\beta$ -cryptoxanthin과 유의적인 양의 상관성을 보였다 ( $p < 0.05$ ). 남자에서는 혈중 과산화물 농도가 lycopene과 음의 상관성을 나타내었고  $\alpha$ -tocopherol과 양의 상관성을 보였다 ( $p < 0.05$ ). 남녀 모두에서 혈중 항산화 비타민 농도는 뇨 중 지질과산화물 수준에 미치는 영향은 없는 것으로 나타났다.

**신체계측치와 혈청 항산화 물질 농도의 상관관계**

조사대상자의 신체계측치와 혈청 항산화 물질 농도와의 상관관계 분석 결과는 Table 6과 같다. 전체적으로 혈청 carotenoids의 농도는 BMI, WHR, 체지방율, 혈압과 음의 상관성을 보였고 tocopherol들과 retinol 수준은 신체계측치들 및 혈압과 양의 상관성을 보였다. 남자의 경우  $\beta$ -carotene과 lutein은 혈압과 유의적인 음의 상관성을 보였고,  $\gamma$ -tocopherol은 BMI, 체지방율, 수축기 혈압과 유의적인 양의 상관성을 보였다 ( $p < 0.05$ ). 여자의 경우 신체계측치와 유의적인 상관성을 보인 혈청 항산화 물질들은  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin, retinol이었다.  $\alpha$ -carotene은 WHR, 체지방율과,  $\beta$ -cryptoxanthin은 BMI, WHR, 체지방율과 유의적인 음의 상관성을 보였고 retinol은 혈압

**Table 4.** Correlation coefficients of serum carotenoids, tocopherol and retinol concentrations with serum lipids

	$\alpha$ -carotene	$\beta$ -carotene	$\beta$ -cryptoxanthin	Lutein	Lycopene	$\alpha$ -tocopherol	$\gamma$ -tocopherol	Retinol	Total cholesterol	Triglyceride
$\alpha$ -carotene										
$\beta$ -carotene	0.724 <sup>**1)</sup>									
$\beta$ -cryptoxanthin	0.553 <sup>**</sup>	0.572 <sup>**</sup>								
Lutein	0.283 <sup>**</sup>	0.303 <sup>**</sup>	0.371 <sup>**</sup>							
Lycopene	0.617 <sup>**</sup>	0.680 <sup>**</sup>	0.361 <sup>**</sup>	0.175 <sup>*</sup>						
$\alpha$ -tocopherol	0.210 <sup>**</sup>	0.138 <sup>*</sup>	0.188 <sup>**</sup>	0.317 <sup>**</sup>	0.227 <sup>**</sup>					
$\gamma$ -tocopherol	-0.039	-0.088	0.083	0.292 <sup>**</sup>	-0.001	0.169 <sup>*</sup>				
Retinol	-0.124 <sup>*</sup>	-0.164 <sup>*</sup>	-0.050	0.347 <sup>**</sup>	-0.111 <sup>*</sup>	0.342 <sup>**</sup>	0.219 <sup>**</sup>			
Total cholesterol	0.096	0.66	0.198 <sup>**</sup>	0.189 <sup>**</sup>	0.137 <sup>*</sup>	0.453 <sup>**</sup>	0.143 <sup>*</sup>	0.195 <sup>**</sup>		
Triglyceride	-0.172 <sup>*</sup>	-0.245 <sup>**</sup>	-0.103	-0.009	-0.095	0.359 <sup>**</sup>	0.161 <sup>*</sup>	0.266 <sup>**</sup>	0.334 <sup>**</sup>	

1) indicates significant correlation between variables by Partial correlation coefficient (\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.001$ ) Adjusted for sex, age

**Table 5.** Correlation coefficients of serum carotenoids, tocopherol and retinol concentration with serum and urine TBARS

	$\alpha$ -carotene	$\beta$ -carotene	$\beta$ -cryptoxanthin	Lutein	Lycopene	$\alpha$ -tocopherol	$\gamma$ -tocopherol	Retinol
Male								
Serum (nmol/mL)	-0.022	0.037	0.177* <sup>1)</sup>	0.146	-0.211*	0.164*	0.012	0.121
Urine (nmol/mmol creatinine)	-0.007	0.037	-0.018	0.028	0.096	0.109	0.108	-0.024
Female								
Serum (nmol/mL)	0.134	-0.002	0.252*	0.091	0.080	0.180	0.016	0.115
Urine (nmol/mmol Creatinine)	-0.071	-0.059	0.008	-0.013	0.022	-0.027	0.022	0.047

1) indicates significant correlation between variables by Partial correlation test (\*:  $p < 0.05$ )  
Adjusted for sex, age. TBARS: thiobarbituric acid-reactive substances

**Table 6.** Correlation coefficient of serum carotenoids, tocopherol and retinol concentration with anthropometric indices

	$\alpha$ -carotene	$\beta$ -carotene	$\beta$ -cryptoxanthin	Lutein	Lycopene	$\alpha$ -tocopherol	$\gamma$ -tocopherol	Retinol
Male (n = 231)								
BMI	-0.106	-0.104	-0.013	-0.058	-0.041	0.068	0.132*	0.036
WHR	-0.085	-0.052	-0.035	0.001	-0.008	0.129	0.129	0.084
Body fat (%)	-0.110	-0.105	-0.057	-0.034	-0.051	0.119	0.138*	0.100
SBP	-0.100	-0.182* <sup>1)</sup>	-0.088	-0.135*	0.127	0.013	0.134*	0.067
DBP	-0.014	-0.142*	-0.032	-0.083	-0.102	0.035	0.071	0.084
Female (n = 142)								
BMI	-0.206*	-0.167	-0.212*	-0.070	-0.091	0.003	0.139	0.107
WHR	-0.298*	-0.222*	-0.296**	-0.146	-0.131	-0.004	0.078	0.075
Body fat (%)	-0.254*	-0.218*	-0.246*	-0.134	-0.136	-0.010	0.075	0.060
SBP	-0.011	-0.149	-0.046	-0.024	-0.011	0.108	0.117	0.240*
DBP	-0.203*	-0.165	0.059	-0.012	-0.099	0.098	0.093	0.186*

1) indicates significant correlation between variables by Partial correlation test (\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.001$ )

Adjusted for age, total cholesterol

BMI: body mass index = Weight (kg)/Height (m)<sup>2</sup>, WHR: waist hip ratio = waist circumference/hip circumference, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure

과 유의적인 양의 상관성을 보였다 ( $p < 0.05$ ).

## 고 찰

본 조사대상자인 중년기 성인 남녀의 신장은 한국인 영양섭취기준 산정을 위한 40~65세 남녀 각각의 신장 중앙치<sup>28)</sup>와 비슷하였고, 체중은 한국인 40~65세 남녀 각각의 체위 기준치<sup>28)</sup> 보다 5~6 kg 더 높았다. 조사 대상자의 평균 체중이 동일 연령 한국인의 기준치에 비해 높은 이유는 한국인의 체중 기준치가 BMI 22가 되도록 산출된 수치이기 때문이다. 비만의 진단도구를 체질량지수 (BMI)로 하였을 때 아시아인들을 위한 평가기준<sup>29)</sup>에 의하면 본 조사대상자의 평균 BMI는 남녀 모두 과체중 범위 (23.0~24.9 kg/m<sup>2</sup>)에 속하는 것으로 나타났다. 한편 체지방율로 비만을 진단할 경우<sup>30)</sup>에도 남녀 모두 각각 과체중의 범위 (남 16~24%, 여 24~31%)에 해당하였다. 복부비만의 지표인 허리와 둔부 둘레비 (WHR)의 비만 진단기준<sup>31)</sup>을 남

는 0.95 이상, 여자는 0.8 이상으로 하였을 때 본 조사대상자들의 평균 WHR은 남자는 정상 수준이었으나 여자는 평균적으로 복부비만으로 나타났다. 혈압은 2005년 국민건강·영양조사<sup>32)</sup>에서 사용한 미국 국립보건원의 JNC-7 보고서에서 제시한 기준에 의할 때 조사 대상자들의 평균 수축기 혈압과 이완기 혈압은 고혈압전기에 속하였다. 고혈압전기는 고혈압이 아닌 사람 중 수축기 혈압이 120~139 mmHg이거나 이완기 혈압이 80~89 mmHg인 경우를 말한다. 2005년 국민건강·영양조사<sup>32)</sup>에서 이상지질혈증 진단은 미국의 National Cholesterol Education Program 기준으로 판단하였다. 즉, 총콜레스테롤 240 mg/dL 이상, 중성지방 200 mg/dL 이상을 기준으로 하여 이 중 한 가지라도 충족시킬 경우 이상지질혈증으로 진단한다. 이 기준에 의하면 본 조사대상자의 평균 혈중 지질 농도는 정상범위에 속하는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 대상자들은 중년기의 특징으로 다소 과체중 상태이었으나 혈중 지질은 평균적으로 정상 범위인 것으로 나타났다.

본 연구 대상자인 우리나라 건강한 중년기 성인의 혈청 중에 존재하는 carotenoids는  $\beta$ -cryptoxanthin (남녀 평균 각각 34, 55  $\mu\text{g/dL}$ ),  $\beta$ -carotene (25, 44  $\mu\text{g/dL}$ ), lutein (29, 30  $\mu\text{g/dL}$ )이 양적으로 우세하였고, lycopene (6.9, 11.2  $\mu\text{g/dL}$ )과  $\alpha$ -carotene (0.59, 0.85  $\mu\text{g/dL}$ )이 더 낮은 농도로 존재하였다. 본 연구 대상자들의 혈중 carotenoids 농도는 Lee<sup>33)</sup>의 건강한 성인에 대한 보고 자료와 비교할 때  $\beta$ -cryptoxanthin과  $\alpha$ -carotene은 다소 낮은 농도 범위였으나 다른 carotenoids들은 유사한 범위에 있었다. 그러나 혈 중  $\beta$ -carotene은 이와 다른 선행 연구들에서 보고된 Kim 등의 노인 대상자<sup>21)</sup>나 Ahn과 Paik의 농촌 성인<sup>34)</sup>에 비해서는 높은 농도를 나타내었다. 따라서 같은 한국인이라도 연령과 생활환경에 따라 혈 중 항산화 물질의 농도는 달라질 수 있음을 알 수 있다.

혈청 carotenoids 농도의 성별 차이는 lutein을 제외한 모든 carotenoids, 즉  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin, lycopene의 농도가 여자가 남자에 비해 유의적으로 더 높게 나타났으며 이와 유사한 결과가 국내외 선행연구들에서도 보고된 바 있다. 즉, 국내 선행 연구로서 경기도 농촌지역에 거주하는 30세 이상의 건강한 성인 93명을 대상으로 한 연구<sup>34)</sup>에서도 혈중  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin 농도가 여자가 남자에 비해 유의적으로 높았으며 lutein + zeaxanthin은 유의차가 없는 것으로 보고되었다. 건강한 성인 45명을 대상으로 한 Ko 등<sup>35)</sup>의 연구에서도 혈중 carotenoids, 즉  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin, lycopene, lutein 모두 여자가 남자에 비해 높은 수준을 보인 것으로 나타났다. 국외 보고로는 25~59세의 건강한 스페인 사람 111명을 대상으로 한 Olmedilla 등<sup>36)</sup>의 연구에서 혈중  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin 농도가 여자가 남자에 비해 유의적으로 높았고 lutein과 lycopene은 성별에 따른 유의차를 보이지 않은 것으로 보고되었다. 또한 20대 이상의 성인을 대상으로 한 Street 등<sup>16)</sup>의 연구에서는 혈청  $\beta$ -carotene 수준은 여자가 남자에 비해 유의적으로 높았으나 lycopene, lutein은 성별에 따른 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과들에서  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin의 혈 중 농도는 여성에서 더 높은 것으로 일관성 있는 결과를 보였으며 lutein과 lycopene은 연구에 따라 성별 차이에 대한 일관된 결론을 얻을 수 없었다.

혈중 lutein의 평균 농도는 본 연구에서 남녀 각각 29  $\mu\text{g/dL}$ , 30  $\mu\text{g/dL}$ 이었고, Ko 등<sup>35)</sup>의 연구에서 남녀 각각 33  $\mu\text{g/dL}$ , 43  $\mu\text{g/dL}$ 이었으며 Kim 등<sup>37)</sup>의 연구에서 여자의 경우 38  $\mu\text{g/dL}$ 로 나타나 대체로 건강한 한국인의 혈

중 lutein 농도는 30~40  $\mu\text{g/dL}$  범위내에 있는 것으로 보인다. 한편 서구인을 대상으로 한 Olmedilla 등<sup>36)</sup>의 연구에서는 남녀 각각 11  $\mu\text{g/dL}$ , 14  $\mu\text{g/dL}$ 이었고 Street 등<sup>16)</sup>의 연구에서는 남녀 각각 14  $\mu\text{g/dL}$ , 12  $\mu\text{g/dL}$ 로 보고되어 한국인의 혈중 lutein 농도가 서구인들의 혈중 lutein 수준보다 높게 나타났다. 그 이유로는 우리나라 사람들의 식품 섭취 패턴이 서양인에 비해 채식성으로서 lutein이 풍부한 녹색채소를 비교적 많이 섭취하기 때문인 것으로 추정된다. 그러나 본 연구에서 혈청 lycopene 농도 (남녀 각각 6.97  $\mu\text{g/dL}$ , 11.22  $\mu\text{g/dL}$ )는 스페인 성인<sup>36)</sup>에 대한 결과 (남녀 각각 20.9  $\mu\text{g/dL}$ , 22.5  $\mu\text{g/dL}$ )에 비해 훨씬 낮은 수준임을 볼 수 있었다. 이는 서구인들이 lycopene의 주요 공급 식품인 토마토를 상용 식품으로서 섭취하는 비율이 더 높음에서 오는 결과일 수도 있다고 본다. 본 연구에서 카로티노이드류 중 특히 lycopene 수준이 남녀 간에 큰 차이를 보인 것은 국민영양조사<sup>32)</sup>의 성별 다소비 식품 분석에서 여성들의 토마토 섭취량이 남성들에 비해 더 높은 것과는 무관하지 않을 것으로 추정된다. 이상의 결과들을 종합해 볼 때 혈청 carotenoids의 농도는 지역에 관계없이 일관성 있게 여성이 남성에 비해 높은 경향을 보임을 알 수 있으며 이는 아마도 남녀 간에 식품섭취 패턴의 차이에서 기인하는 것으로 추정된다.

본 연구에서 측정된 혈중 tocopherol 수준은 양적으로  $\alpha$ -tocopherol (남녀 평균 각각 0.82, 0.80 mg/dL)이  $\gamma$ -tocopherol (0.15 mg/dL)의 5배 이상으로 존재하였다. tocopherol과 retinol (남녀 평균 각각 43, 31  $\mu\text{g/dL}$ )의 수준은 Cho 등<sup>38)</sup>이 보고한 중년 남성의 수준과 유사한 범위를 나타냈으나 Lee<sup>33)</sup>와 Shim 등<sup>39)</sup>의 결과보다는 낮았다. 이러한 차이는 조사 대상자의 나이, 성별, 식사 섭취 상태 또는 분석방법 등의 차이가 원인이 될 수도 있으나, 비타민 E의 경우 혈청 지질 수준과 비례하며 또한 비타민 E 자체의 섭취량 뿐 아니라 불포화지방산의 섭취와도 밀접한 관계가 있을 수 있기<sup>38)</sup> 때문인 것으로 추정된다. 본 연구에서 혈청 tocopherol의 농도는 성별에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았는데, 이는 역시 혈청  $\alpha$ -tocopherol 농도에서 남녀 사이의 유의차를 발견하지 못한 Olmedilla 등<sup>36)</sup>의 연구와 국내 특정 지역 성인 208명을 대상으로 한 Shim 등<sup>37)</sup>의 연구와 일치된 결과를 보였다. 본 연구에서 혈청 retinol 농도는 남자가 여자에 비해 유의적으로 높은 수준이었는데 이 결과는 다른 선행 연구들<sup>36,39)</sup>에서도 동일한 결과가 보고된 바 있다. 이상의 결과들에서 혈 중 tocopherol 농도는 성별 차이가 없고 retinol의 경우는 남성이 여성에 비해 유의적으로 높게 나타나는 일치된 현상을 발견하게

되는데 그 원인에 대해서는 향후 연구가 필요하다고 본다.

연령대별 혈청 항산화 물질들의 수준은 (Table 2) 남자의 경우 측정된 carotenoids 중 lutein이 40대에 비해 50대에서 유의적으로 높았고  $\alpha$ -tocopherol과 retinol은 50대에서 높은 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다. 여자의 경우  $\alpha$ -carotene,  $\alpha$ -tocopherol 그리고 retinol 수준이 40대에 비해 50대에서 유의적으로 높은 수준을 보였다. Ahn과 Paik<sup>34)</sup>의 연구에서 lutein + zeaxanthin,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin 모두 30대 이하에서 혈중 농도가 가장 높았고  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin은 60대에서 가장 낮게 나타나 연령 증가에 따른 혈 중 carotenoids 농도의 감소 현상이 보고된 바 있으나 본 연구 대상자들의 연령 분포가 40대와 50대에 국한되어 있어서 본 연구 결과와 비교하기가 어렵다. 그러나 Buiatti 등<sup>40)</sup>의 연구에서  $\beta$ -carotene과  $\beta$ -cryptoxanthin 수준이 남자의 경우 40대에서 가장 낮았고 60대에서 가장 높았으며 여자는 30대보다 40대 이상에서 높게 나타났다. Street 등<sup>46)</sup>의 연구에서 혈청 lutein,  $\alpha$ -tocopherol 수준은 40~50대가 20~30대에 비해 유의적으로 높았으며 40대와 50대 사이에는 유의차를 보이지 않았다. Shim 등<sup>39)</sup>의 연구에서 혈청 retinol 수준은 남자의 경우 30~50대에서 일정수준을 유지하였으나 여자는 50대가 30대에 비해 유의적으로 높았다. 본 연구와 선행 연구 결과들을 종합해 볼 때 연령의 증가에 따라 항산화 물질들의 혈중 수준이 높아지는 경향은 보이나 연구마다 일관성 있게 나타나지는 않았다.

영양상태 판정의 지표가 알려져 있는  $\alpha$ -tocopherol과 retinol에 대해 대상자들의 혈청 수준의 분포 (Table 3)를 보면  $\alpha$ -tocopherol의 경우 일반적으로 0.5 mg/dL 미만을 결핍 수준으로 보고 있으며<sup>41,42)</sup> 0.5~0.7 mg/dL를 경계 결핍 수준, 0.7 mg/dL 보다 높은 경우를 적절한 상태로 본다. 본 연구 대상자들의 경우 혈청  $\alpha$ -tocopherol농도가 0.5 mg/dL 미만으로서 비타민 E의 결핍 상태에 있는 사람은 전체적으로 11.6%였으며 여성의 결핍률이 남자에 비해 높았으며 경계역 범위에 33%가 분포하였고, 정상 범위에 있는 사람은 55% 정도에 불과하여 전체적으로 비타민 E 영양상태가 개선될 필요가 있는 것으로 보인다. 비타민 A의 영양상태는 일반적으로 혈청 retinol 농도가 10  $\mu$ g/dL 미만이면 결핍상태, 10~30  $\mu$ g/dL는 낮은 수준, 30  $\mu$ g/dL보다 높으면 적절한 범위에 속하며, 100  $\mu$ g/dL보다 높은 수준이면 독성을 나타낼 수 있는 상태로 구분한다.<sup>43)</sup> 이 기준에 의하면 중년 남성의 비타민 A 영양 상태는 평균적으로 양호한 상태였으나 여성은 낮은 수준에 해당하는 비율이 50%를 상회하고 47%만이 적절한 범위에 속하여 역시 남성에

비해 retinol 영양상태가 낮은 것으로 나타났다.

혈 중 carotenoids들과  $\alpha$ -tocopherol의 농도는 상호간에 강한 유의적인 양의 상관관계를 보였는데 이와 같은 결과는 이들의 풍부한 급원이 공통적으로 식물성 식품이며, 식물성 식품의 풍부한 섭취는 이 물질들의 섭취량을 함께 높이는 결과를 초래할 것이기 때문으로 보인다. 반면 lutein을 제외한 다른 carotenoids들은 retinol과는 음의 상관성을 나타냈는데 retinol은 일부 carotene으로부터 전환되기도 하지만 주로 동물성 식품에서 유래하기 때문인 것으로 보인다. 그러나 혈중  $\alpha$ -tocopherol과 retinol 사이에는 유의적인 양의 상관성을 보였으며 혈청 비타민 A와 비타민 E 농도 간의 유의적인 양의 상관관계를 보고한 Yoon 등<sup>44)</sup>의 결과와 일치한다.

혈중 지질 수준과의 상관성 분석에서 총콜레스테롤은 측정된 모든 항산화 물질들과 양의 상관관계를 나타내었다. 반면 중성지질은 carotenoid계 항산화 물질들과는 음의 상관성을 보였고 tocopherol, retinol과는 양의 상관성을 보였다. 이는 Bolton-Smith 등<sup>45)</sup>이 남자 450명을 대상으로 항산화 비타민의 섭취와 생화학적 지표를 비교한 연구에서 총콜레스테롤은 carotene과는 양의 상관관계를 보이고, 중성지질은 음의 상관관계를 보인 결과와 일치하였다. 국내의 선행 연구<sup>34)</sup>에서도  $\beta$ -cryptoxanthin과  $\beta$ -carotene이 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤과 유의적인 양의 상관관계를 보이고 중성지질과 유의적인 음의 상관관계를 나타냈다는 보고가 있어 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다. 이 결과들로부터 혈 중 carotenoids들과 tocopherol, retinol 농도가 콜레스테롤과 양의 관계를, 중성지질과 음의 관계를 가지는 것으로 일관성 있게 보고되고 있어 그 원인에 대해서도 앞으로 규명할 필요가 있다고 본다.

신체 측정치와의 상관성 분석 (Table 6)에서는 모든 항산화 물질들이 총콜레스테롤과 양의 상관관계를 나타내었으므로 연령과 함께 총콜레스테롤 농도를 보정하여 분석하였다. 분석 결과 성별에 관계없이 혈 중 carotenoid계 항산화 물질들의 수준은 BMI, WHR, 체지방량 및 혈압과 음의 상관성을 나타내었고 tocopherol과 retinol 수준은 양의 상관성을 보였다. 이 중 특히 유의적인 상관성을 보인 것은 남성에서  $\beta$ -carotene과 lutein의 혈압과의 음의 상관성, 여성에서의  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin의 체지방 관련 지표들 (BMI, WHR, 체지방량)과의 음의 관련성으로서 흥미로운 결과로 보인다. Scott 등<sup>46)</sup>의 연구에서도 BMI와 혈청  $\beta$ -caroten 수준은 역의 상관관계를 가진다고 보고된 바 있어 본 연구 결과를 뒷받침하고 있다. 이와 같은 결과는 carotenoid계 항산화 물질들이 주로 식



물성 식품으로부터 유래한다는 점과 식물성 식품의 풍부한 섭취가 혈 중 carotenoid계 항산화 물질의 농도를 높이는 한편 비만을 예방함으로써 이러한 결과를 나타내는 것으로 추정된다.

## 요 약

본 연구에서는 우리나라 건강한 중년성인의 혈청 carotenoids류 ( $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin, lutein, lycopene)와  $\alpha$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol, retinol의 수준을 파악하고 혈중 지질상태 및 신체계측치와의 상관성을 평가해보고자 하였으며 조사 대상자는 40대 이후 건강한 성인 373명 (남자 231명, 여자 142명)이었다.

우리나라 건강한 중년기 성인의 혈청 중에 존재하는 주요 carotenoids는  $\beta$ -cryptoxanthin,  $\beta$ -carotene, lutein이었고 lycopene,  $\alpha$ -carotene은 더 낮은 농도로 존재하였다. 성별에 따른 비교에서는  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin, lycopene 등의 carotenoids 물질들의 농도는 여자가 남자에 비해 유의하게 높았고, retinol은 남자가 여자에 비해 유의하게 높았으며 lutein과 tocopherol은 성별에 따른 유의차를 보이지 않았다. 혈중 항산화 물질의 농도는 연령이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였으며 retinol과  $\alpha$ -tocopherol 영양상태는 남자가 여자에 비해 우수하였다. 혈청 항산화 물질들의 농도와 혈청 및 소변 중의 지질과산화물 농도 사이에는 뚜렷한 상관성을 발견할 수가 없었다. 혈청 carotenoids들은 상호간에 또  $\alpha$ -tocopherol 사이에 유의적인 양의 상관관계를 보였으며, 반면 lutein을 제외하고는 retinol과는 음의 상관성을 나타내었다. 혈 중  $\alpha$ -tocopherol과 retinol 사이에는 유의적인 양의 상관성을 보였다. 혈 중 지질과의 상관성 분석에서 측정된 모든 항산화 물질들은 총콜레스테롤과 양의 상관관계를 나타내었다. 반면 중성지질은 carotenoids 물질과는 음의 상관성을 보였고 tocopherol, retinol과는 양의 상관성을 보였다. 혈청 항산화 물질들의 농도와 신체계측치 사이에는 성별에 관계없이 전반적으로 혈청 carotenoids류는 신체계측치들 및 혈압과 음의 상관성을 보였으며, tocopherol들과 retinol 수준은 양의 상관성을 보였다. 이 중 특히 유의적인 상관성을 보인 것은 남성에서  $\beta$ -carotene과 lutein의 혈압과의 음의 상관성, 여성에서의  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -cryptoxanthin과 체지방 관련 지표들 (BMI, WHR, 체지방율)과의 음의 관련성이었다.

본 연구 결과 중년 성인의 혈중 항산화 물질들의 농도는 종류에 따라 성별, 연령별로 유의적인 차이를 나타내었으

며, 혈중 지질 수준 및 신체 계측치와도 유의적인 관련성을 가지는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 상관성의 원인과 의미에 대해서는 향후 식생활 및 생활습관 등과 관련된 연구를 통해 밝혀져야 할 것이다.

## Literature cited

- 1) Papas AM. Determinants of antioxidant status in humans. In: Papas AM, editor, Antioxidant status, diet, nutrition and health. CRC Press; 1999. p.21-36
- 2) Davis KJ. Oxidative stress: the paradox of aerobic life. *Biochem Soc Symp* 1995; 61: 1-31
- 3) Polidori MC, Stahl W, Eichler O, Niestroj I, Sies H. Oxidative stress status: Profiles of antioxidants in human plasma. *Free Radic Biol Med* 2001; 30 (5) : 456-462
- 4) Gutteridge JMC, Hwiwell B. Antioxidants in Nutrition, Health and Disease. Oxford University press; 1994
- 5) Ames BN, Shigenaga MK, Hagen TM. Oxidants, antioxidants, and the degenerative disease of aging. *Proc Natl Acad Sci USA* 1993; 90: 7915-7922
- 6) Singh VN. A current perspective on nutrition and exercise. *J Nutr* 1992; 122: 760-765
- 7) Frei B, Stocker R, Ames BN. Antioxidant defense and lipid peroxidant in human blood plasma. *Proc Natl Acad Sci USA* 1989; 86: 6377-6381
- 8) Schmidt K. Antioxidant vitamins and beta-carotene: effects on immunocompetence. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 383s-385s
- 9) Gey KF, Brubacher GB, Sthelin HB. Plasma levels of antioxidant vitamins in relation to ischemic heart disease and cancer. *Am J Clin Nutr* 1987; 45: 1368-1377
- 10) Krinsky NI. Actions of carotenoids in biological systems. *Annu Rev Nutr* 1993; 13: 561-587
- 11) Byers T, Perry G. Dietary carotenoids, vitamin C, and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annu Rev Nutr* 1992; 13: 139-159
- 12) Freudenheim JL, Marshall JR, Vena JE, Laughlin R, Brasure JR, Swanson MK, Nemoto T, Graham S. Premenopausal breast cancer risk and intake of vegetables, fruits and related nutrients. *J Natl Cancer Inst* 1996; 88: 340-348
- 13) Giovannucci E, Ascherio A, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. *J Natl Cancer Inst* 1995; 87: 1767-1776
- 14) Midgetts AS, Baron JA, Roban TE. Do cigarette smokers have diets that increase their risk of coronary heart disease and cancer? *Am J Epidemiol* 1993; 137 (5) : 521-529
- 15) Nomura AMY, Stammermann GN, Heibrun LK. Serum vitamin levels and the risk of cancer of specific sites in men of Japanese ancestry in Hawaii. *Cancer Res* 1985; 43: 2369-2372
- 16) Street DA, Comstock GW, Salkeld RM, Schuop W, Klag MJ. Serum antioxidants and myocardial infarction: Are low levels of carotenoids and  $\alpha$ -tocopherol risk factors for myocardial infarction? *Circulation* 1994; 90: 1154-1161
- 17) Singh RB, Niaz Ma, Bishnoi I, Sharma JP, Gupta S, Rastogi SS, Singh R, Begum R, Chibo H, Shoumin Z. Diet, antioxidant vita-

- mins, oxidative stress and risk of coronary artery disease: The peerzada prospective study. *Acta Cardiol* 1994; 49(5): 453-467
- 18) Handelman GJ, Packer L, Cross CE. Destruction of tocopherols, carotenoids and retinol in human plasma by cigarette smoke. *Am J Clin Nutr* 1996; 63(4): 559-565
  - 19) Yeum KJ, Lee-Kim YC, Lee KY, Kim BS, Roh JK, Park KS, Tang G, Russell RM. The serum levels of retinoids,  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol of cancer patients. *J Korean Cancer Assoc* 1992; 24(3): 343-351
  - 20) Choi YS, Lee NH, Cho SH, Bae BS, Park WH, Im JG. Plasma antioxidant status and platelet antioxidative enzyme activities in patients of ischemic heart disease. *Korean J Nutr* 1996; 29(2): 223-231
  - 21) Kim MJ, Kim OH, Kim JH. The effects of smoking, drinking and exercise on antioxidant vitamin intakes and plasma antioxidant status in elderly people living in Ulsan. *Korean J Community Nutr* 2002; 7(4): 527-538
  - 22) Kim YK, Chyun JH. Effect of smoking and carotenoid-rich food consumption on lipid peroxidation and antioxidant status. *Korean J Nutr* 2005; 38(10): 836-846
  - 23) Park SM, Ahn HS. Antioxidant vitamins intakes and serum levels of retinol,  $\beta$ -carotene,  $\alpha$ -tocopherol in college women students. *Korean J Health Promot Dis Prev* 2003; 3(1): 34-42
  - 24) Taladgis BG, Pearson AM, Duan LR. Chemistry of the 2-thio-barbituric acid test for determination of oxidation rancidity in foods. *J Sci Food Agric* 1964; 15: 602-607
  - 25) Nelson GJ, Joshi H, Subbarau SK, Sharma VP. The urinary excretion of thiobarbituric acid reactive substances and malondialdehyde by normal adult males after consuming a diet containing salmon. *Lipid* 1993; 28: 757-761
  - 26) Bieri JG, Tolliver TJ, Catignani GL. Simultaneous determination of  $\alpha$ -tocopherol and retinol in plasma or red cells by high pressure liquid chromatography. *Am J Clin Nutr* 1979; 32: 2143-2149
  - 27) Arroyave G, Chichester CO, Flores H, Glover J, Mejia LA, Olson JA, Simpson KL, Underwood BA. Biochemical methodology for the assessment of vitamin A status, A report of the international vitamin A consultative group; 1982. p.69-72
  - 28) The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans. Seoul; 2005.
  - 29) WHO/IASO/IOTF. The Asia-Pacific perspective: Redefining obesity and its treatment. Health communication Australia Pty Ltd.; 2000.
  - 30) Nieman DC. Exercise testing and prescription: In A health-related approach. 4th ed. Mayfield CA.: Mountain View; 1999
  - 31) Choi YS, Park HR, Kim HY, Jang SO, Lee HS. Nutrition. Seoul: Hyoilbooks; 2006. p.232
  - 32) The Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2005. Ministry of health and welfare; 2006
  - 33) Lee YJ. Advanced Nutrition. 3rd ed. Seoul, Korea; Shinkwang Pub.; 2006. p.329-330
  - 34) Ahn YJ, Paik HY. Levels and factors affecting serum carotenoids concentrations of adults living in rural area of Korea. *Korean J Nutr* 1997; 30(5): 489-498
  - 35) Ko YS, Hong YJ, Chung HY, Kim SY, Lee-Kim YC. A study on antioxidant system in cataract patients. *Korean J Nutr* 2002; 35(2): 229-236
  - 36) Olmedilla B, Granado F, Blanco I, Rojas-Hidalgo E. Seasonal and sex-related variations in six serum carotenoids, retinol, and  $\alpha$ -tocopherol. *Am J Clin Nutr* 1994; 60: 106-110
  - 37) Kim JW, Choi EK, Lim JH, Kim YT, Kim DK, Lee-Kim YC, Kim SY, Chung HY. Antioxidant system and oxidative stress in uterine cervical neoplasia of Korean women. *Korean J Obstet Gynecol* 2002; 45(1): 145-152
  - 38) Cho SH, Lee OJ, Im JG, Choi Y, Ryu R, Park WH. A study on the status of antioxidant nutrients and lipid in the middle-aged Korean men living in Taegu. *Korean J Nutr* 1995; 28(1): 35-45
  - 39) Shim JE, Paik HY, Lee SY, Moon HK, Kim YO, Kwon HH, Kim JH. Assessment of vitamin A and E status in Korean rural adult population by dietary intake and serum levels. *Korean J Nutr* 2001; 34(2): 213-221
  - 40) Buiatti E, Munoz N, Kato I, Vivas J, Muggli R, Plummer M, Benz M, Franceschi S, Oliver W. Determinants of plasma antioxidant vitamin levels in a population at high risk for stomach cancer. *Int J Cancer* 1996; 65: 317-332
  - 41) Machlin LJ. Handbook of vitamins: Vitamin E: New York, Dekker; 1991. p.99-144
  - 42) Sauberlich HE, Skala JH, Dowdy RP. Laboratory Test for the Assessment of Nutritional Status. Cleveland OH USA: CRC Press; 1999
  - 43) Lee RD, Nieman DC. Nutritional assessment. 4th ed. McGraw Hill; 2007. p.335-337
  - 44) Yoon SH, Kwon JS, Park KH. A study of how serum lipids, antioxidative vitamins and other related factors effected patients with cerebrovascular disease. *J Korean Soc Hygienic Sci* 1998; 4(1): 23-40
  - 45) Bolton-Smith C, Casey CE, Gey KF, Smith WCS, Tunstall-Pedoe H. Antioxidant vitamin intakes assessed using a food-frequency questionnaire: Correlation with biochemical status in smokers and non-smokers. *Br J Nutr* 1991; 65: 337-346
  - 46) Scott KJ, Thurnham DI, Hart DJ, Bingham SA, Day K. The correlation between the intake of lutein, lycopene and  $\beta$ -carotene from vegetables and fruits, and blood plasma concentrations in a group of women aged 50-65 years in the UK. *Br J Nutr* 1996; 75(3): 409-418