

## 식이섭취조사와 혈청수준을 이용한 경기도 구리시거주 성인의 비타민 A와 E 영양상태평가\*

심재은 · 백희영<sup>5</sup> · 이순영<sup>1</sup> · 김영옥<sup>2</sup> · 문현경<sup>3</sup> · 권혁희<sup>4</sup> · 김지혜

서울대학교 생활과학대학 식품영양학과, 아주대학교 의과대학 예방의학교실,<sup>1</sup>  
동덕여자대학교 이과대학 식품영양학과,<sup>2</sup> 단국대학교 이과대학 식품영양학과,<sup>3</sup>  
보건복지부 식품 의약품 안전청<sup>4</sup>

### Assessment of Vitamin A and E Status in Korean Rural Adult Population by Dietary Intake and Serum Levels

Shim, Jae Eun · Paik, Hee Young<sup>5</sup> · Lee, Soon-Young<sup>1</sup> · Moon, Hyun Kyung<sup>2</sup>  
Kim, Young-Ok<sup>3</sup> · Kwon, Hyuk Hee<sup>4</sup> · Kim, Ji Hye

Department of Food & Nutrition, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

<sup>1</sup>Department of Preventive Medicine, Ajou University, Suwon 442-749, Korea

<sup>2</sup>Department of Food & Nutrition, Dongduk Women's University, Seoul 136-714, Korea

<sup>3</sup>Department of Food & Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

<sup>4</sup>Korea Food & Drug Administration, Ministry of Health & Welfare, Seoul 122-020, Korea

#### ABSTRACT

Because the intake of vitamin A had been consistently found to be low among Koreans, there has been a concern that mild vitamin A deficiency might be prevalent in the population. However, the inaccuracy of vitamin A database has long been suspected to be a contributor for low vitamin A intake. Vitamin E intake of Koreans has not been reported because of lack of a comprehensive database for the nutrient. This study was performed to assess the vitamin A and E status in 208 adults over 20 years of age living in a rural area of Korea. Newly modified database for vitamin A and E was used to estimate the dietary intake of the subjects in this study. A cross sectional survey of dietary intake with 24-hour recall method was conducted. Serum retinol and  $\alpha$ -tocopherol levels of the subjects were analyzed in fasting samples using HPLC. For vitamin A, mean levels of dietary intake and percent of RDA were  $620.3 \pm 1087\text{RE/day}$  and  $88.6 \pm 155.4\%$ , respectively, which were considerably higher than the levels reported in 1995 Korean National Nutrition Survey( $470.1\text{RE/day}$  and  $67.2\%$ , respectively). For vitamin E, the levels were  $9.74 \pm 6.30\text{mg/day}$  and  $97.4 \pm 63.0\%$ , respectively. Mean concentration of serum retinol was  $83.1 \pm 30.1\mu\text{g/dl}$  and none of the subjects was below  $10\mu\text{g/dl}$ , or deficient level. Mean serum retinol in men,  $99.8 \pm 30.4\mu\text{g/dl}$ , was significantly higher than in women,  $70.7 \pm 23.4\mu\text{g/dl}$ ( $p < 0.01$ ). Mean concentration of serum  $\alpha$ -tocopherol was  $1.17 \pm 0.52\text{mg/dl}$  and that of one subject was below  $0.5\text{mg/dl}$ , or deficient level. Serum  $\alpha$ -tocopherol levels of the old subjects were higher than the younger subjects in both sexes( $p < 0.05$ ). These data suggest that contrary to the previous reports about low intake of vitamin A, intake and serum levels of vitamin A among the subjects are not low. Also, in this study, intake and serum levels of vitamin E are not low, either. (*Korean J Nutrition* 34(2) : 213~221, 2001)

KEY WORDS: vitamin A, vitamin E, nutritional status, HPLC.

#### 서 론

비타민 A와 E는 항산화 비타민으로서 생체물질의 산화

접수일 : 2000년 10월 25일

채택일 : 2001년 2월 23일

\*This research was supported by grants for '97 Health and Medical Technology Project from the Ministry of Health and Welfare(Project No: HMP-96-M-1-1001).

<sup>5</sup>To whom correspondence should be addressed.

손상을 억제하며, 이로 인한 노화, 암, 동맥경화 등의 질병으로부터 보호효과를 가진다고 보고되고 있다<sup>1,4)</sup>. 이러한 만성질환들은 현대사회에서 중요한 사망원인으로 주목받고 있으며 이에 따라 항산화 비타민에 대한 관심이 높아져 항산화 비타민과 만성질환들과의 관계를 밝히는 연구가 활발하다.<sup>2,3,5-8)</sup>

비타민 A는 그 중요성에도 불구하고 리보플라빈, 칼슘 등과 함께 국민영양조사 결과 매년 섭취량이 매우 낮은 것

으로 보고되어 결핍이 우려되는 영양소 중 하나였다.<sup>9)</sup> 그러나, 비타민 A의 섭취량이 낮은 것으로 보고되는 것에 대해서 계산에 사용되는 식품영양가표가 부정확하기 때문일 수도 있음이 지적되었으며,<sup>10)</sup> 농촌생활연구소의 5개정판 식품 성분표<sup>11)</sup>를 이용한 98년 국민건강영양조사에서는 전혀 없는 높은 수준의 섭취량이 보고되었다.<sup>12)</sup> 또한, 비타민 E의 영양상태에 대한 연구는 매우 부족한 실정인데, 섭취량 연구에 필수적인 비타민 E 영양가표는 1995년 영양학회에서 비타민 E의 권장량을 설정하면서 291종의 식품에 대해 일본식품성분표에서 인용하여 작성한 것이 공식적으로 통용되고 있는 정도였으며,<sup>13)</sup> 최근에 와서 영양권장량 7개정판이 발표되면서 식품영양가표에 수록된 대부분의 식품에 대한 보완이 이루어졌다.

영양상태의 생화학적 평가는 실제 신체내의 영양소 저장이나 기능수행을 이용하므로 한계적 결핍을 찾아낼 수 있으므로 유용하며,<sup>14)</sup> 비타민 A와 E의 영양상태 평가에서는 혈청 레티놀과  $\alpha$ -토코페롤 수준을 분석하는 방법이 많이 사용된다. 국민건강에서 만성질환이 차지하는 중요성과 항산화비타민들이 만성 질병 예방과 노화에 미치는 긍정적인 효과에 대한 보고로 국내에서도 이에 대한 관심이 높으나 우리나라 사람들의 혈청 수준이나 기타 생화학적 평가 자료는 부족하다. 따라서 식이섭취조사 결과의 부정확성 및 부족함과 더불어 한국인의 비타민 A와 비타민 E 영양상태에 대한

기초 자료는 아직까지 거의 전무한 실정이라고 하겠다.

본 연구에서는 구리지역 성인 208명을 대상으로 비타민 A와 E의 섭취량을 보다 정확하게 계산하고 혈청 레티놀과  $\alpha$ -토코페롤 수준을 측정하고자 하였다. 기존의 비타민 A 영양가표에 누락되어 있거나 계산이 부정확한 식품의 비타민 A 함량을 보완한 새로운 식품영양가표를 이용하여 섭취량을 계산하고, 혈청 레티놀 수준을 분석하였다. 또한, 비타민 E에 대해서도 기존의 비타민 E 영양가표에 누락되어 있는 식품의 비타민 E 함량을 보완하고 혈청  $\alpha$ -토코페롤 수준을 분석하여 비타민 E 영양상태를 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구<sup>1)</sup>에서는 구리시에 거주하는 20세 이상의 성인을 대상으로 1997년 8월중 식이섭취조사와 건강조사를 실시하였으며 이에 참여한 88명의 남성과 120명의 여성을 연구대상자로 선정하였다. 대상자의 일반적 특징은 Table 1과 같다.

### 2. 식이섭취조사

#### 1) 24시간회상법

각 대상자들에게 24시간 회상법을 이용하여 하루의 식이섭취 내용을 조사하였다. 식이섭취 조사는 사전에 조사 방

Table 1. Characteristics of Study Subjects

Characteristics	Men	Women	Total
Number of subject			
20's	11	15	26
30's	31	34	65
40's	19	33	52
50's	19	24	43
Over 60yr.	8	14	22
Total	88	120	208
Mean $\pm$ SD			
Age(yr.)	42.9 $\pm$ 12.8	43.5 $\pm$ 12.3	43.2 $\pm$ 12.5
Height(cm)**	167.5 $\pm$ 6.3	155.3 $\pm$ 5.6	160.5 $\pm$ 8.5
Weight(kg)**	65.4 $\pm$ 9.5	57.9 $\pm$ 8.9	61.1 $\pm$ 9.9
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.3 $\pm$ 3.07	24.0 $\pm$ 3.51	23.7 $\pm$ 3.34
Blood cholestrol(mg/dl)	182.2 $\pm$ 34.3	180.8 $\pm$ 37.3	181.4 $\pm$ 36.0
Nutrients intake by 24hr recall			
Energy(kcal)*	1979.0 $\pm$ 845.7	1706.6 $\pm$ 633.0	1821.8 $\pm$ 741.0
Protein(g)*	72.9 $\pm$ 33.9	63.6 $\pm$ 31.2	67.5 $\pm$ 32.6
Fat(g)	37.5 $\pm$ 25.0	33.1 $\pm$ 21.5	34.9 $\pm$ 23.1
Carbohydrate(g)*	313.1 $\pm$ 127.5	275.4 $\pm$ 105.1	291.4 $\pm$ 116.3

\*Mean values of the sex groups are significantly different(\*p < 0.05, \*\*p < 0.01)

1) '97년도 보건의료기술개발사업 연구과제인 국민 건강 진단 조사 개발 및 타당성 검토를 위한 연구의 일부로 수행되었다.

법에 대해 훈련을 받은 식품영양학과 학부생 또는 대학원생으로 구성된 면접자들에 의해 대상자들의 직접 면담으로 이루어졌다. 대상자들의 기억을 돕기 위해 식품 모형과 식품별 1회 분량 모형, 국그릇, 밥그릇, 음식의 1회 분량에 대한 실물 크기의 사진을 사용하였다.

**2) 영양소 섭취량 계산**

조사된 식이섭취량은 영양소 섭취량 계산프로그램인 DS24<sup>15)</sup>를 사용하여 영양소 섭취량으로 환산하였다. 섭취량 계산에 이용된 데이터베이스는 한국 영양학회<sup>13)</sup>의 영양권장량 6개정판에 수록된 '식품영양가표'를 사용하였으며, 비타민 A는 Moon<sup>11)</sup>의 비타민 A 영양가표를 이용하였다. 이 비타민 A 영양가표는 농촌진흥청 농촌생활연구소의 '식품성분표 제 5개정판'을 기본으로 하여 한국 영양학회의 '식품영양가표', 한국영양학회 부설 영양정보센터의 '식품함량자료집', 보건복지부 식품의약품안전청의 '한국식품성분표', 일본영양여자대학의 '일본식품성분표', USDA의 'Composition of Food(Agriculture Handbook)', 교육부의 자료를 검토 인용하여 보완된 것이다. 비타민 E 에 대해서는 한국 영양학회<sup>13)</sup>의 영양권장량 6개정판에 부록으로 수록된 비타민 E영양가표를 기본으로 국내의 자료를 검토하여 보완하였다. 비타민 E의 보완에 사용된 자료는 Kwon<sup>16)</sup>의 비타민 E 분석자료, 일본 과학기술청의 '식품성분표<sup>17)</sup>', USDA의 'Nutrient Database for Standard Reference, Release 12<sup>18)</sup>'이다. 이 중 동일한 식품에 대해서는 Kwon<sup>16)</sup>의 자료를 우선적으로 이용하였다.

**3. 혈청 레티놀 및 α-토코페롤 수준 분석**

**1) 혈액수집 및 전처리**

조사당일 아침에 대상자들의 공복시 혈액을 수집하였다. 수집된 혈액은 red-top tube에 담아 원심분리기를 이용하여 혈청을 분리한 후 eppendorf tube에 분주하여 분석 전까지 -80℃ 냉동고에 저장하였다. 혈청 400μl를 13 × 100mm glass tube에 담고 internal standard가 포함된 에탄올 400μl를 첨가한 뒤 15초간 vortexer로 혼합하였다. 여기에 헥산 1ml를 넣고 다시 45~60초간 섞은 뒤 1000rpm에서 5분간 원심분리 하였다. 분리된 헥산층 800μl를 덜어 내어 eppendorf tube에 담고 50℃의 waterbath에서 질소를 이용하여 건조시켰다. 건조된 추출물에 에탄올 400μl를 넣고 10초간 잘 섞은 뒤 용해되도록 15분 정도 방치하였다.<sup>19)</sup>

**2) 표준용액**

All trans retinol(Sigma chemical Co., USA, product

number R7632), α-tocopherol(Sigma chemical Co., USA, product number T3251), α-tocopheryl acetate (Sigma chemical Co., USA, product number T3001)를 에탄올에 녹여 표준용액으로 이용하였다.<sup>20)</sup> 각각의 working standard의 농도는 에탄올에서의 E<sup>1%</sup><sub>1cm</sub>를 이용하여 결정하였다(retinol: 1780 at 325nm; α-tocopherol: 75.8 at 292nm; α-tocopheryl acetate: 43.6 at 285nm).<sup>21)</sup> Internal standard로는 5mg/dl의 α-tocopheryl acetate를 이용하였다.

**3) 기기조건**

고성능액체크로마토그래피(HPLC)는 Hewlett Packard사의 HP1090 SeriesII를 사용했고 column은 Waters μ-Bondak C18 stainless steel column(30cm × 0.39cm)을 이용했으며, column의 앞부분에는 Bondak C18으로 충전된 4mm × 2.5cm Waters guard column을 연결하였다. 이동상은 메탄올 95%용액을 제조하여 0.45μm membrane filter로 불순물을 거른 뒤 degassing하여 사용하였다.<sup>21)22)</sup> 유속은 1.5ml/min이었고 레티놀은 325nm, α-토코페롤과 α-토코페릴 아세테이트는 290nm에서 검출하였다.

**4) 정량분석**

일정량의 α-토코페릴 아세테이트와 여러 수준의 레티놀 및 토코페롤을 HPLC에 전개시켜 얻은 peak의 면적비를 y축, 각 표준물질의 증량비를 x축으로 하는 회귀선을 각각 작성하였다. 에탄올에 용해된 추출물 100μl를 HPLC에 주입하여 얻은 레티놀 및 토코페롤과 토코페릴 아세테이트 peak의 면적비, 작성한 회귀선의 기울기, 사용한 internal standard의 양으로부터 시료의 레티놀 및 토코페롤 농도를 계산하였다.<sup>20,21)</sup>

$$\frac{\text{시료의 peak 면적}}{\text{표준물질의 peak 면적}} = \frac{\text{표준물질의 증량}}{\text{레티놀(토코페롤) 회귀선의 기울기}}$$

= 시료의 레티놀(토코페롤) 증량

$$\frac{\text{시료의 레티놀(토코페롤) 증량}}{\text{시료의 부피}} = \text{시료의 레티놀(토코페롤) 농도}$$

**4. 자료분석**

대상자들의 성별에 따른 차이의 유의성을 검정하기 위해 student's t-test를 하였다. 연령별차이의 유의성 검증을 위해서는 분산분석(ANOVA)을 한 뒤, duncan's multiple range test를 통해 유의적인 차이를 보이는 집단을 가려내었다. 연령에 따른 혈청 토코페롤수준을 비교하기 위해 공분산분석(ANCOVA)을 통해 혈중 총 콜레스테롤 수

준으로 보정하였다. 모든 통계처리는 SAS(Release 12)<sup>23)</sup>를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 대상자들의 일반적인 특성

본 연구의 대상자들은 20세 이상의 성인으로 총 208명에 대한 조사결과가 분석되었다. 대상자들의 평균 연령은 43세이며 남녀의 평균 연령에는 유의적인 차이가 없다. 신장과 체중은 남자 대상자들이 높았으나 BMI(body mass index)에는 남녀간의 차이가 없었고, 혈중 콜레스테롤 수준에도 성별의 차이를 보이지 않았다. 그러나, Table 1에 제시된 바와 같이 지방을 제외한 주요영양소에 대해서는 남성의 섭취량이 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 전체 대상자의 평균 에너지 섭취량은 1822kcal로 본 연구 대상자의 연령 분포를 고려하여 '98년도 국민건강·영양조사<sup>12)</sup>에서 보고된 30~49세의 에너지 섭취량인 2149kcal와 50~64세의 에너지 섭취량인 1904kcal와 비교할 때 다소 낮은 수준이었다. 이는 본 연구 대상의 성별 구성을 볼 때 여성의 비율이 높다는 점, 지역적 특성, 조사시기의 차이 등으로 설명할 수 있을 것이다.

**Table 2.** Vitamin A status of study subjects

	Mean $\pm$ SD		
	Men	Women	Total
Vitamin A intake	RE/day(%RDA)		
Existing DB	478.7 $\pm$ 1557 (63.4 $\pm$ 222.4)	447.0 $\pm$ 699.8 (63.9 $\pm$ 100.0)	460.4 $\pm$ 1140 (65.8 $\pm$ 162.9)
New DB	634.5 $\pm$ 1421 (90.6 $\pm$ 202.9)	609.9 $\pm$ 763.4 (87.1 $\pm$ 109.1)	620.3 $\pm$ 1087 (88.6 $\pm$ 155.4)
Serum retinol concentration**	$\mu$ g/dl		
	99.8 $\pm$ 30.4	70.7 $\pm$ 23.4	83.0 $\pm$ 30.1

\*\*Mean values of the sex groups are significantly different( $p < 0.01$ )

### 2. 비타민 A 영양상태

Table 2에는 대상자들의 평균 비타민 A의 섭취량과 혈청 레티놀 수준을 제시하였다. 영양권장량 6개정판에 수록된 식품영양가표<sup>10)</sup>로 계산하였을 때 대상자들의 평균 섭취량은 460.4RE/day로서 권장량(700 RE/day)의 66%에 지나지 않았다. 그러나, Moon<sup>11)</sup>의 식품영양가표로 계산하였을 때 평균 섭취량은 620.3 RE/day로 크게 증가하였으며 이는 권장량의 89%에 해당하는 수준이다. 대상자들의 비타민 A 섭취수준의 분포를 살펴보면, Fig. 1에서 보는 바와 같이 낮은 섭취 수준으로 크게 치우친 분포를 나타내고 있으며 대상자의 77%정도는 권장량 이하의 수준을 섭취하고 있었다.

미국의 FDA에서는 성인의 경우 혈청 레티놀 수준이 20 $\mu$ g/dl미만일 때 비타민 A 결핍으로 인한 생리적인 손상이 우려된다고 하였는데,<sup>24)</sup> 본 연구의 대상자 중 이에 해당하는 사람은 없었다. Table 2에서 보는 바와 같이 전체 대상자의 평균 혈청 레티놀 수준은 83.0  $\pm$  30.1 $\mu$ g/dl이며 남성이 99.8  $\pm$  30.4 $\mu$ g/dl, 여성이 70.7  $\pm$  23.4 $\mu$ g/dl로 남성의 수준이 유의적으로 높았다( $p < 0.01$ ). 혈청 레티놀 수준의 분포 역시 Fig. 2에 제시된 바와 같이 남녀의 분포가 큰 차이를 보였고 남성들은 여성들보다 높은 혈청수준을 보이는 대상자가 많았다.

이제까지 비타민 A는 대상자들의 섭취량이 지속적으로 크게 낮아 결핍이 우려되고 있는 영양소중 하나였으며, '95년도 국민영양조사 결과<sup>9)</sup>에서는 평균 섭취량의 성인환산치가 470.1RE/day로 권장량의 67.2% 수준인 것으로 보고하고 있다. 조사시기와 성인환산치임을 고려하더라도 본 연구에서 영양가표를 보완한 후 계산하였을 때 섭취수준이 620.3RE/day로 크게 높아진 것과 농촌진흥청 농촌생활연구소의 식품성분표 제 5개정판을 이용한 98년 국민건강영양조사에서는 하루 평균 섭취량이 625RE/day로서 권장량의 95.

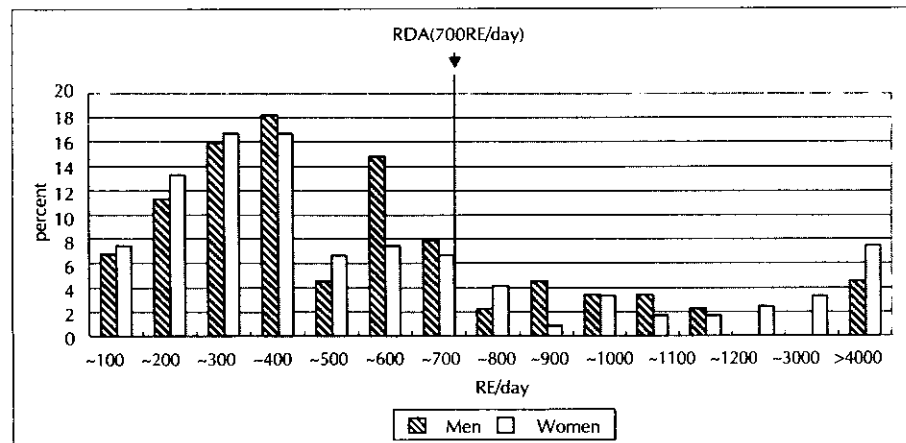


Fig. 1. Percent distribution of subjects by vitamin A intake.

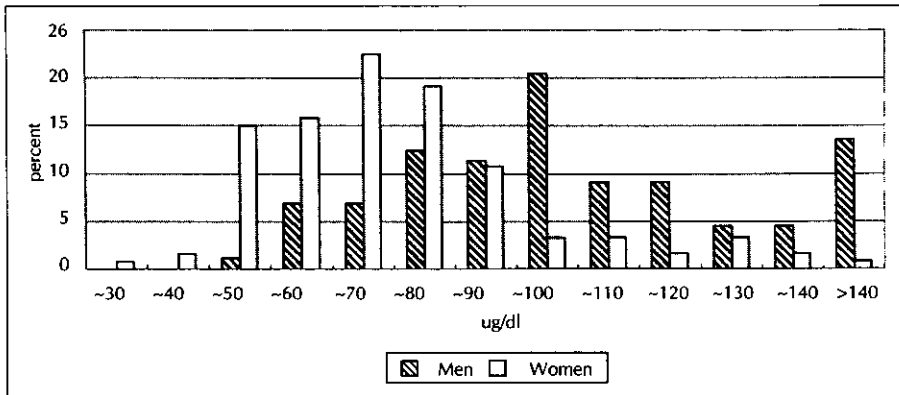


Fig. 2. Percent distribution of subjects by serum retinol level.

6%를 섭취하는 것으로 보고된 결과를 볼 때, 실제 우리나라 사람들의 비타민 A 섭취량이 과거 보고된 바와 같이 낮은 수준은 아닐 것으로 생각된다. 또한 대상자들의 혈청 레티놀 수준을 분석한 결과에서 심한 결핍이 우려되는 대상자는 관찰되지 않았다는 점도 이러한 사실을 뒷받침하고 있다.

본 연구 대상자의 평균 혈청 레티놀 수준은 다른 연구결과들과 비교해 볼 때 다소 높은 수준이며 특히 남성의 수준이 많은 차이를 보였으나, 보고된 결과들 간에는 큰 편차를 나타내었다. Stacewicz-Sapuntzakis 등의 연구<sup>26)</sup>에서 평균연령이 59세인 남성의 평균 혈청 레티놀 수준은 74.4µg/dl, 평균연령이 59세인 여성의 수준이 65.7µg/dl를 나타내었다. Nierenberg 등<sup>28)</sup>은 85세 미만의 성인들을 대상으로 혈장의 레티놀 수준을 측정하였는데 남성은 71.9µg/dl, 여성은 66.0µg/dl의 평균수준을 보였다. Garry 등<sup>27)</sup>은 60세 이상의 노인을 대상으로 4년 동안 3회에 걸쳐 비타민 A의 섭취량과 혈장의 레티놀 수준을 측정하고, 3회 째의 연구에서는 20~45세의 젊은 성인군을 대상으로 동일한 분석을 하여 비교하였다. 이 3회 째의 연구에서 보충제를 섭취하지 않는 경우 노인군의 평균 레티놀 수준은 남성이 60.9µg/dl, 여성이 59.4µg/dl이었고, 젊은 성인군은 남성이 60.9µg/dl, 여성이 50.6µg/dl이었다. Morinobu<sup>29)</sup> 등은 평균 74세의 여성과 평균 79세의 남성으로 구성된 노인군과 평균 27세의 남성과 평균 25세의 여성으로 구성된 젊은 성인군을 대상으로 혈장 α-토코페롤, 카로틴, 레티놀 수준을 분석하였다. 이 연구에서 노인의 레티놀 수준은 남성이 53.0µg/dl, 여성이 42.0µg/dl의 수준을 나타내었고, 성인군은 남녀 각각 43.1µg/dl, 43.5µg/dl의 수준을 나타내었다. 혈청의 레티노이드, β-카로틴, α-토코페롤과 암과의 관계를 연구한 Yeum 등<sup>9)</sup>의 연구에서는 대조군으로 삼은 건강한 정상인의 혈청 수준이 43.4µg/dl를 나타내었으나, 대상자에 대한 자세한 정보가 없어 비교하기가 곤란하다. 여성 뇌혈관질환자의 혈청지질과 항산화 비타민에 대해 연구한 Kwon 등<sup>9)</sup>의 연구에

서는 대조군으로 삼은 평균 연령 55세인 대상자들의 평균 혈청 수준이 33.19µg/dl로 본 연구 대상자들에 비해 매우 낮은 수준이었다.

이들 연구에서는 대부분 섭취량에 대한 자료가 제시되어 있지 않아 섭취수준을 비교하기는 어렵다. 그러나, 앞서 소개한 Garry 등<sup>27)</sup>의 연구에서 제시된 바에 의하면 보충제를 섭취하지 않은 대상자들의 섭취량의 중간값이 연령군, 성별에 따라 1200~1500RE정도였다. 이는 본 연구대상자들의 섭취수준의 2배 정도에 해당하는 양이며, FAO가 산업화된 서구사회의 일반적인 섭취량으로 추정된 1000µg(평균)과 650µg(중간값)에 비하면 매우 높은 수준이다<sup>29)</sup>. 또한, 쌀을 주식으로 하고 과일과 채소로부터 카로티노이드의 형태로 비타민 A를 섭취하는 아시아 지역의 1인 1일 평균 섭취량은 300~500µg으로 추정하고 있으며 본 연구대상자의 섭취수준은 이보다 높다. 이처럼 서구지역과의 섭취량 차이는 물론 식생활 습관의 차이에 따른 영향일 것이나, 본 연구에서 비타민 A의 영양가표를 보완한 후 그 섭취량이 크게 향상된 것을 생각해 볼 때 비타민 A 영양가표의 추가적인 보완이 필요함을 의미할 수도 있다. 본 연구에서 보완한 비타민 A 영양가표로 섭취량을 계산하였을 때 평균 섭취수준은 50%정도 상승하였으나, 권장량 미만인 섭취자는 77%정도로, 섭취가 부족한 사람들에 대한 우려는 사라지지 않았다. 그러나, 앞서 말한 영양가표에 대한 문제가 완결되면 섭취 실태는 밝혀진 것처럼 비판적이지 않을 수 있으며, 정확한 영양상태 평가를 위한 이 분야의 집중적인 연구가 요구된다.

Garry 등<sup>27)</sup>은 앞서 설명한 연구결과와 NHANES I 연구에서 보고된 3~74세 표본의 종족, 성별, 연령에 따른 혈청 레티놀 수준 자료를 바탕으로 연령과 혈청 레티놀 수준간의 관계를 성별에 따라 그래프로 작성하였다. 여기서 학령기 이전의 혈청 레티놀 수준은 남녀간의 차이를 보이지 않았으나 연령증가에 따라 혈청수준이 증가하면서 청소년기 이후 남자의 혈청수준이 더 크게 증가하였다. 이러한 성별간 혈

청 수준의 차이는 65세까지 지속되었으며 남녀모두 60µg/dl 정도의 수준에서 일정한 수준을 나타내었다. 그러나 남성의 경우 이미 30~40대에서, 여성의 경우는 느리게 증가하여 약 60대에 이르러서야 이 수준에 도달하였고 이러한 성별간의 차이가 그 양상으로 볼 때 에스트로겐에 의한 영향일 수 있음을 제안하였다. 35세 이상의 성인을 대상으로 혈청 레티놀 수준 등을 연구한 Comstock 등<sup>28)</sup>도 이와 유사한 결과를 보고하였으며 본 연구에서도 이와 비슷한 경향이 관찰되었다. Fig. 3에는 연령증가에 따른 혈청 레티놀 수준을 성별에 따라 제시하였다. 남성의 경우 30~50대에서 일정수준을 유지하고 있으나, 여성의 경우는 점차 증가하여 30대 여성의 혈청수준에 비해 폐경기에 있는 50대 여성의 수준이 유의적으로 높았다(p < 0.05). 유의적이지는 않았지만 20대와 60세 이상의 남성의 경우는 경향에서 조금 벗어난 양상을 보인 것은 이 연령대에서의 대상자의 수가 Table 1에 제시된 바와 같이 각각 11명과 8명으로 너무 적어, 낮은 수준을 나타내는 대상자에 의한 영향이 컸기 때문인 것으로 생각된다.

3. 비타민 E 영양상태

Table 3에는 대상자들의 하루 평균 비타민 E 섭취량과 혈청 α-토코페롤 수준을 제시하였다. 기존의 영양가표로 계산하였을 때 전체 대상자들의 평균 수준은 5.47 ± 4.93mg/day이고 권장량의 54.7±49.3%이었다. 그러나, 보

완된 데이터베이스로 계산하였을 때, 평균수준은 9.74 ± 6.30mg/day, 권장량의 97.4 ± 63.0%로 증가되었고 남녀 대상자간 섭취량의 유의적인 차이는 없었다. 대상자들의 비타민 E 섭취량의 분포를 Fig. 4에 제시하였다. 섭취량은 낮은 수준으로 치우친 분포를 보였다. 대상자의 63%정도는 권장량이 10mg/day 이하로 섭취하고 있었으나 높은 수준을 섭취하는 대상자도 다수 존재하였다. 남녀간의 섭취량 분포는 차이를 보이지 않았다.

전체 대상자의 혈청 α-토코페롤 수준은 Table 3에서 보는 바와 같이 1.17mg/dl로 역시 남녀대상자간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Fig. 5에는 혈청 α-토코페롤 수준의 분포를 제시하였다. 대상자의 90%이상이 적정 수준인 0.7 mg/dl이상에 분포하였으며, 비타민 E의 결핍으로 판정하는 0.5mg/dl이하인 대상자는 1명 존재하였다. 이 대상자의 비타민 E 섭취량은 9.77mg/day로 권장량에 근접한 수준

Table 3. Vitamin E status of study subjects Mean±SD

	Men	Women	Total
Vitamin E intake mg/day(%RDA)			
Existing DB	5.55 ± 5.45 (55.5 ± 54.5)	5.41 ± 4.54 (54.1 ± 45.4)	5.47 ± 4.93 (54.7 ± 49.3)
New DB	9.42 ± 6.59 (94.2 ± 65.9)	9.97 ± 6.10 (99.7 ± 61.0)	9.74 ± 6.30 (97.4 ± 63.0)
Serum α-tocopherol concentration mg/dl			
	1.14 ± 0.37	1.19 ± 0.61	1.17 ± 0.52

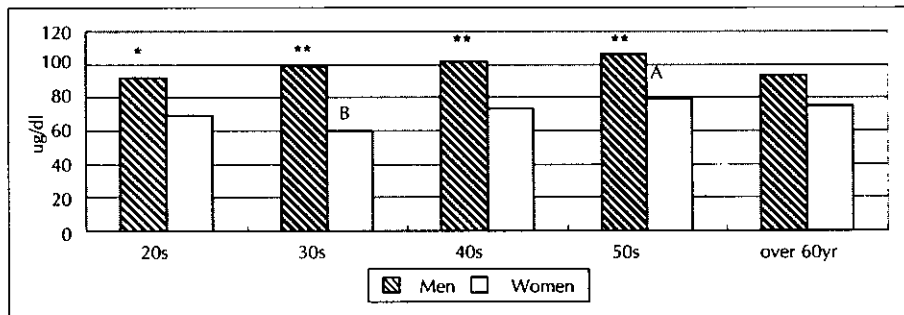


Fig. 3. Serum retinol level by age. \*Mean values of men are significantly different from those of women in the same age groups(\*p < 0.05; \*\*p < 0.01). Men values of women with different letters are significantly different(p < 0.05).

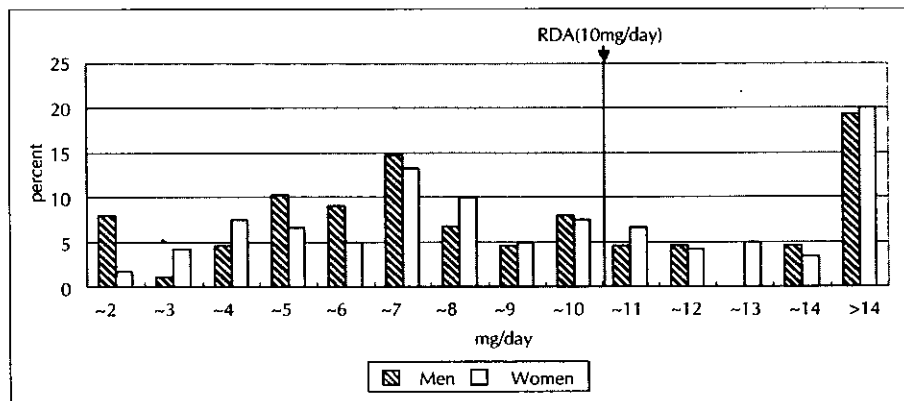


Fig. 4. Percent distribution of subjects by vitamin E intake.

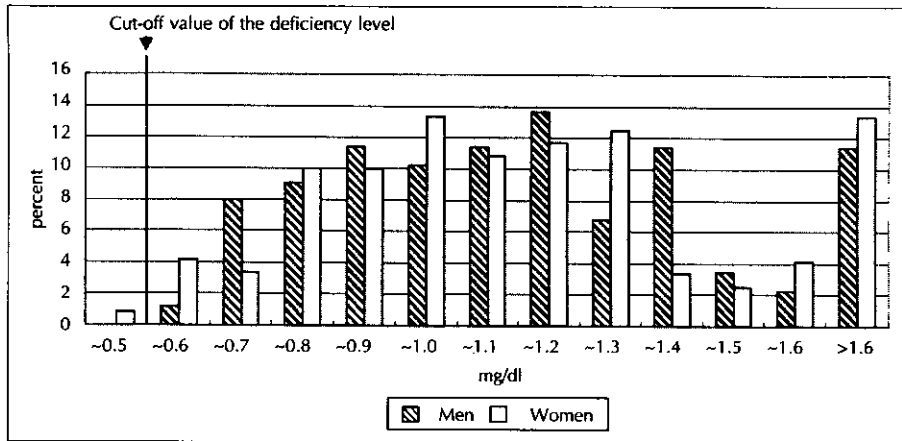


Fig. 5. Percent distribution of subjects by serum tocopherol level.

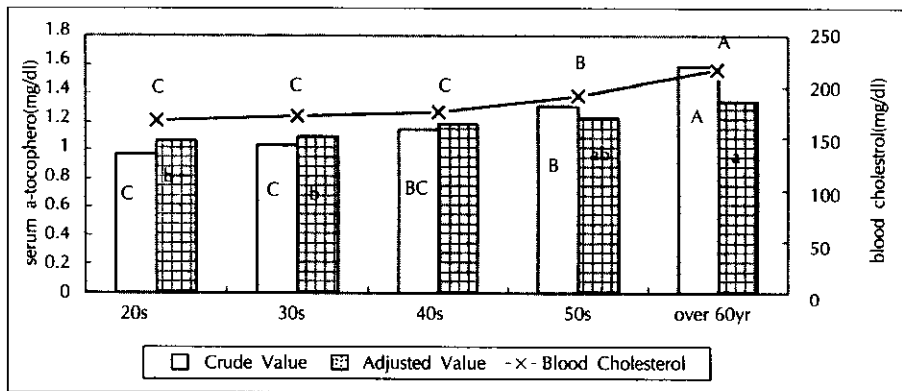


Fig. 6. Serum tocopherol level by age. \*Mean values with different letters in each parameter are significantly different ( $p < 0.05$ ). Pearson correlation coefficient of tocopherol with cholesterol is 0.54073 ( $p = 0.0001$ ).

을 섭취하고 있었으나, 하루의 회상법으로 조사된 결과임을 고려할 때 평소의 섭취수준으로 보기는 어렵다. 섭취량과 마찬가지로 혈청 수준도 남녀간 분포의 차이는 관찰되지 않았으며 보다 낮은 수준으로 치우친 분포를 하고 있었다.

Fig. 6에는 각 연령대별 대상자들의 평균 혈청  $\alpha$ -토코페롤 수준과 혈중 콜레스테롤 수준으로 보정한  $\alpha$ -토코페롤 수준을 제시하였고, 혈중 평균 콜레스테롤 수준을 함께 표시하였다. 남녀대상자간에 혈청 수준의 유의적인 차이가 나타나지 않았기 때문에 그림에는 전체 대상자에 대한 값을 제시하였다. 토코페롤은 체내에서 혈중 지질과 함께 이동하며 특히 총 콜레스테롤과 상관관계가 높은 것으로 알려져 있다.<sup>14)</sup> 본 연구에서는 두 성분간의 pearson 상관관계수가 0.54 ( $p = 0.0001$ )인 것으로 나타났으며(자료제시하지 않음), 그림에서 보는 바와 같이 연령증가에 따라 혈중 콜레스테롤 수준과  $\alpha$ -토코페롤 수준이 모두 증가하였다. 따라서 연령에 따른 혈청  $\alpha$ -토코페롤 수준을 비교하기 위해 혈중 콜레스테롤 수준을 보정하였을 때 보정 전에 비해 그 정도는 둔화되었으나 연령 증가에 따라 혈청  $\alpha$ -토코페롤 수준이 증가하는 양상은 변화하지 않았다. 혈중 retinol수준도 혈중 지질수준과 상관관계가 있는 것으로 알려져 있으

며, 본 연구에서도 자료는 제시하지 않았으나 유의적인 상관성을 나타내었다. 그러나, retinol은 혈액중에서 retinol binding protein과 결합하여 이동되므로 연령에 따른 비교적 저지질수준으로 보정하지 않았다.

Willett 등<sup>7)</sup>은 30~69세의 성인을 대상으로 혈청 비타민 A, 비타민 E, 카로티노이드와 암과의 관계를 연구하기 위해 암환자와 대조군을 선정하여 분석하였다. 이 연구에서 대조군의 경우 평균연령이 56.8세였고,  $\alpha$ -토코페롤수준은 1.26mg/dl이었다. Comstock 등<sup>20)</sup>도 35세 이상의 성인을 대상으로 혈청 레티놀,  $\beta$ -카로틴,  $\alpha$ -토코페롤 수준을 평가하였는데,  $\alpha$ -토코페롤 수준은 남성이 1.20mg/dl, 여성이 1.24mg/dl이었고 성별간에는 유의적인 차이를 보이지 않았고 대상자들의 연령이 증가함에 따라 혈청  $\alpha$ -토코페롤 수준이 높아지는 양상을 나타내었다. 두 연구 모두에서 본 연구 대상보다 높은 수준을 나타내었는데 이는 Willett 등<sup>7)</sup>과 Comstock 등<sup>20)</sup>의 연구대상자들의 연령이 본 연구대상자들에 비해 높았기 때문인 것으로 생각된다. Yeum 등<sup>8)</sup>의 연구에서는 대조군의 경우 혈청  $\alpha$ -토코페롤 수준이 0.9111mg/dl로 본 연구대상자보다 조금 낮은 수준을 나타내었으며, 이는 본 대상자들 중 20대인 대상자들의 수준과 비슷하다.

Kwon 등<sup>5)</sup>의 연구에서는 대조군의 혈청수준이 1.774mg/dl로 본 대상자들보다 매우 높은 수준이었으나 연령에 의한 영향이 있는 것으로 보인다. 그러나, 앞서 설명한 Morinobu 등<sup>30)</sup>의 연구에서 노인군은 6.50mg/day의 비타민 E를 섭취하였고 혈청수준은 남성이 0.65mg/dl, 여성이 0.76mg/dl를 나타내어 섭취량과 혈액의  $\alpha$ -토코페롤 수준이 모두 본 연구 대상자들보다 낮았으며 본 연구와는 달리 여성의 수준이 유의적으로 높았다. 또한, 젊은 성인군의 혈장  $\alpha$ -토코페롤 수준은 남성이 0.78mg/dl, 여성이 0.82mg/dl를 나타내어 연령의 증가에 따라 혈청 수준이 증가하는 경향을 보였던 본 연구결과와는 다른 양상을 나타내었다. 젊은이의 생활습관과 비타민 E와 C의 요구량에 대해 연구한 Park 등<sup>31)</sup>의 연구에서는 비타민 E의 섭취량이 남성의 경우 11.8mg/day로 본 대상자들보다 조금 높았고, 여성의 경우 남성에 비해 유의적으로 낮은 6.9mg/day를 나타내 본 연구와는 차이를 보였다. 이러한 차이는 대상자들의 연령구성이나 영양소섭취 환산에 사용된 데이터베이스의 차이 등에 기인할 것으로 보인다. 또한 혈청  $\alpha$ -토코페롤 수준은 남성이 0.70mg/dl, 여성이 0.74mg/dl을 나타내 이들의 평균연령이 남녀 각각 21.5세와 20.6세인 것으로 감안하더라도 본 대상자들에 비해 다소 낮은 수준이었다.

## 결 론

본 연구는 한국성인의 비타민 A와 E의 영양상태를 평가하고 혈청수준의 분포를 파악하기 위해 경기도 구리시에 거주하는 20세 이상의 성인 208명을 대상으로 수행되었다. 대상자들의 비타민 A와 E의 섭취량을 파악하기 위해 24시간회상법을 통해 하루의 식품 및 음식 섭취량을 조사한 후 영양소 섭취량으로 환산하였으며 계산시 기존의 영양가표에 누락된 식품의 분석값들을 보완하여 이용하였다. 또한, HPLC를 이용하여 두 비타민의 혈청 수준을 분석하고 성별 및 연령에 따른 혈청 수준의 차이를 비교하였다.

본 연구를 통해 얻은 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

보완된 영양가표를 이용했을 때, 비타민 A의 섭취량은 남녀 각각 634.5RE/day, 609.9RE/day를 나타냈으며 이는 권장량의 90.6%와 87.1%에 해당하는 수준이었다. 비타민 E의 섭취량은 남녀 각각 9.42mg/day, 9.97mg/day를 나타내었고, 권장량과 비교할 때 각각 94.2%, 99.7%에 해당하는 수준이었다. 대상자들의 혈청 수준을 분석한 결과 한 명의 대상자가 결핍으로 판정되는  $\alpha$ -토코페롤 수준을 보였고, 혈중 레티놀 수준으로 볼 때 비타민 A의 결핍으로 판정되는 대상자는 존재하지 않았다. 혈청 레티놀 수준의

경우 남성은 99.8 $\mu$ g/dl, 여성은 70.7 $\mu$ g/dl이었고 유의적인 차이를 보였으며( $p < 0.01$ ), 여성의 경우는 50대의 혈청 수준이 30대에 비해 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 전체 대상자의 혈청  $\alpha$ -토코페롤수준은 1.17mg/dl이었고, 남녀 간에는 차이를 보이지 않았으나 연령의 증가에 따라 증가하는 양상을 보였으며, 혈중 콜레스테롤 수준을 보정한 후에도 이러한 양상은 변화하지 않았다.

연구 결과, 우려했던 바와는 달리 비타민 A와 E 모두 평균 섭취량이 권장량에 상응하는 수준을 나타내었고, 본 연구 대상자들의 혈청 레티놀과  $\alpha$ -토코페롤 수준으로 볼 때 이들 영양소의 극심한 결핍은 드물 것으로 생각된다. 섭취량의 분포를 살펴보면 권장량을 충분히 섭취하지 못하는 대상자도 다수 존재하고 있으나 본 연구가 하루의 섭취량을 조사한 것이며 여러날의 섭취량을 조사하여 평소의 섭취량을 파악한다면 섭취량이 낮은 대상자의 비율이 감소할 것으로 생각된다. 특히, 식품영양가표를 보완한 후 섭취량을 계산하였을 때 그 수준이 크게 증가하였다는 것은, 이들 영양소의 영양상태 및 만성질병과 관련된 이들 영양소의 영향을 연구하는데 있어서 기본적인 식품영양가표의 중요성을 반영한다고 볼 수 있다. 또한, 본 연구의 결과로부터 혈청 레티놀은 남성이 여성에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었으나, 연령 증가에 따라 그 정도가 둔화되었고,  $\alpha$ -토코페롤의 경우 성별의 차이는 보이지 않으나, 연령증가에 따라 혈청 수준이 증가하는 경향을 관찰할 수 있었다.

## Literature cited

- 1) Cross CE, Halliwell B, Borish ET, Pryor WA, Ames BN, Saul RL, McCord JM, Harman D. Oxygen radicals and human disease. *nn Internal Med* 107: 526-545, 1987
- 2) Gaziano JM. Antioxidant vitamins and coronary artery disease risk. *Am J Med* 97(suppl 3A): 18s-21s, 1994
- 3) Hennekens CH. Antioxidant vitamins and cancer. *Am J Med* 97(suppl 3A): 2s-4s, 1994
- 4) Sies H, Stahl W, Sundquist AR. Antioxidant functions of vitamins: vitamin E and C, beta-carotene, and other carotenoids. *Ann NY Acad Sci* 669: 7-20, 1992
- 5) Kwon JS, Park KH, Yoon SH, Jang HS. The status of serum lipids and antioxidant vitamins in female patients with cerebrovascular disease. *Korean J Nutrition* 32(1): 24-29, 1999
- 6) Losonczy KG, Harris TB, Havlik RJ. Vitamin E and vitamin C supplement use and risk of all cause and coronary heart disease mortality in older persons: the established populations for epidemiologic studies of the elderly. *Am J Clin Nutr* 64: 190-196, 1996
- 7) Willet WC, Polk BF, Underwood BA, Stampfer MJ, Pressel A, Rosner B, Taylor JO, Schneider K, Hames CG. Relation of serum vitamins A and E and carotenoids to the risk of cancer. *N Engl J Med* 310: 430-434, 1984
- 8) 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  $\alpha$ -to-



- copherol of cancer patients. *J Kor Cancer Assoc* 24(3): 343-351, 1992
- 9) '95 National nutrition survey report, Ministry of Health and Welfare, 1997
  - 10) '96 International Vitamin Workshop. Research Inst. of Food & Nutritional Sci., Yonsei University Asia Food & Nutrition Research Inst., Ewha Women's University Seoul, Korea, 1996
  - 11) Moon HK. Subproject 1: establishment of nutrient database and classification for dish and food. Development of dietary assessment system for improvement of rural diet. Rural Development Administration, 2000
  - 12) Report on 1998 national health and nutrition survey(dietary intake survey), Ministry of Health and Welfare, 1999
  - 13) Recommended dietary allowances for Koreans, 6th Revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 1995
  - 14) Machlin LJ, ed. Handbook of vitamins- nutritional, biochemical, and clinical aspects. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, 1991
  - 15) DS24. Human Nutrition Lab, Department of Food and Nutrition, Seoul National University and AI/DB Lab., Sookmyung Women's University, 1996
  - 16) Kwon HH. Subproject 4: studies on the composition of Korean Foods. Modeling and feasibility study on national health and nutrition examination survey. Ministry of Health and Welfare, 1998
  - 17) Standard tables of food composition in Japan. Japanese Ministry of Science and Technology, 1991
  - 18) Nutrient Database for Standard Reference, Release 12, USDA. 1998
  - 19) Gunter EW, Lewis BG, and Koncikowski SM. Laboratory procedures used for the third national health and nutrition examination survey (NHANES III), 1988-1994. US Department of Health and Human Services, 1996
  - 20) Thurnham DI, Smith E, Flora PS. Concurrent liquid-chromatographic assay of retinol,  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene,  $\alpha$ -carotene, lycopene, and  $\beta$ -cryptoxanthin in plasma, with tocopherol acetate as internal standard. *Clin Chem* 34(2): 377-381, 1988
  - 21) Catignani GL, Bieri JG. Simultaneous determination of retinol and  $\alpha$ -tocopherol in serum or plasma by liquid chromatography. *Clin Chem* 29(4): 708-712, 1983
  - 22) Bieri JG, Tolliver TJ, Catignani GL. Simultaneous determination of  $\alpha$ -tocopherol and retinol in plasma or red cell by high pressure liquid chromatography. *Am J Clin Nutr* 32: 2143-2149, 1979
  - 23) SAS(r) proprietary software Releases 12, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
  - 24) Plich S, ed. Assessment of the vitamin A nutritional status of the US population based on data collected in the health and nutrition examination surveys. Bethesda, MD: Fedration of American Societies for Experimental Biology, 1985
  - 25) Stacewicz-Sapuntzakis M, Bowen PE, Kikendall JW, Burgess M. Simultaneous determination of serum retinol and various carotenoids: their distribution in middle-aged men and women. *J Micronutr Anal* 3: 27-45, 1987
  - 26) Nierenberg DW, Stukel TA, Baron JA, Dain BJ, Greenberg ER, The skin cancer prevention study group. *Am J Epidemiol* 130: 511-521, 1989
  - 27) Garry PJ, Hunt WC, Bandrofchak JL, Vanderjagt D, Goodwin JS. Vitamin A intake and plasma retinol levels in healthy elderly men and women. *Am J Clin Nutr* 46: 989-994, 1987
  - 28) Comstock GW, Menkes MS, Schober SE, Vulleumier JP, Helsing KJ. Serum levels of retinol, beta-carotene, and alpha-tocopherol in older adults. *Am J Epidemiol* 127(1): 114-123, 1987
  - 29) Requirements of vitamin A, iron, folate, and vitamin B12. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. FAO, 1988
  - 30) Morinobu T, Tamai H, Tanaka T, Murata T, Manago M, Mino m, Fumiko H. Plasma  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene, and retinol levels in the institutionalized elderly individuals and in young adults. *Int J Vit Nutr Res* 64: 104-108, 1994
  - 31) Park SM, Yu JG, Lee JY. Analysis of factors to influence requirements of vitamin E and vitamin C in young and healthy men and women. *Korean J Nutrition* 31(4): 729-738, 1998