

## 제 2형 당뇨병 환자와 정상 성인의 비타민 A와 비타민 E 영양상태\*

오현미<sup>1)</sup> · 윤지영<sup>2)</sup> · 조성희<sup>3)</sup> · 윤진숙<sup>1)§</sup>

계명대학교 식품영양학과,<sup>1)</sup> 한국영양학회,<sup>2)</sup> 대구가톨릭대학교 식품영양학과<sup>3)</sup>

### Vitamin A and Vitamin E Status of Diabetic Patients and Normal Adults in Korea\*

Oh, Hyun-Mee<sup>1)</sup> · Yoon, Ji-Young<sup>2)</sup> · Cho, Sung-Hee<sup>3)</sup> · Yoon, Jin-Sook<sup>1)§</sup>

Department of Food and Nutrition,<sup>1)</sup> Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

The Korean Nutrition Society,<sup>2)</sup> Seoul 135-703, Korea

Department of Food and Nutrition,<sup>3)</sup> Daegu Catholic University, Daegu 712-702, Korea

#### ABSTRACT

We evaluated the vitamin A and E status of type 2 diabetic patients and normal adults living in Daegu area. Dietary intakes for two non-consecutive days were measured by 24-hour recall method for 76 diabetic patients and 72 normal adults. Plasma levels of retinol and  $\alpha$ -tocopherol were measured using HPLC method. Dietary intakes of vitamin A were not significantly different between the diabetic and the normal adults. However, the diabetic patients had significantly lower vitamin E intakes than the normal adults. Major food sources for vitamin A intake were red pepper powder and carrot. Half of the subjects from diabetic as well as normal adults consumed less than estimated average requirement of vitamin A. Plasma levels of retinol and tocopherol were maintained within normal ranges for most of the subjects regardless of diabetic status. Dietary intake of vitamin A was associated with vitamin E intake, however, there was no significant correlations between vitamin E intake and plasma  $\alpha$ -tocopherol levels. It seems that diabetic patients should try to increase dietary intake of vitamin E, as prolonged lower-level intake of vitamin E could eventually lead to vitamin E depletion. Further studies are needed to identify the magnitude of dietary variance at individual and seasonal levels, and to understand the discrepancies in dietary intake and plasma levels before establishing the dietary reference intake based on Korean dietary pattern. (Korean J Nutr 2009; 42(4): 318~326)

**KEY WORDS**: diabetes, vitamin A intake, vitamin E intake, plasma  $\alpha$ -tocopherol, plasma retinol.

## 서 론

체내 활성산소의 증가로 인한 산화스트레스가 당뇨병을 비롯한 만성퇴행성 질환의 유발에 관련되는 요인이라는 것이 알려지면서 건강증진차원에서 항산화 방어체계에 관여하는 영양소에 대한 관심이 높아졌다.<sup>1-4)</sup>

고혈당으로 인한 포도당의 자가 산화, 폴리올 대사경로의 활성화, 그리고 단백질의 당화 등에 의해 생성된 유리 라디칼의 증가가 산화적 손상을 일으키는 요인이고, 이러한 산화 스트레스는 당뇨병 합병증 발생과 관련이 있을 것으로

인식되고 있다.<sup>5-7)</sup> 이와 관련하여 산화 스트레스에 대항하고 세포내 항산화 방어체계에 중요한 역할을 하는 항산화 비타민을 충분히 섭취한다면 당뇨병의 2차 합병증을 예방할 수 있을 것으로 보이지만 당뇨병 환자들은 이러한 항산화 비타민의 섭취가 부족할 것이라는 우려가 제기되었다.<sup>8-10)</sup>

비타민 E는 항산화 기능을 담당하는 영양소 중에서 대표적인 영양소이다. 혈청의 비타민 E 수준이 낮을 때 당뇨병의 위험이 높아졌다는 보고<sup>11)</sup>와 더불어 비타민 E의 부족은 제 2형 당뇨병의 진행에 위험 인자일 것으로 보고된 바 있다.<sup>3,10,11)</sup> 우리나라 당뇨병 환자들을 대상으로 수행된 연구에서 비타민 E의 보충이 당뇨병 환자의 혈당조절과 산화 스트레스 대처에 긍정적인 효과를 가져왔다고 하였다.<sup>12)</sup> 그러나 다른 연구에서는 식사섭취가 아닌 보충제 투여는 당뇨병의 개선에 영향을 미치지 않았으며 식사를 통한 적정 수준의 섭취가 중요함을 보고하였다.<sup>13,14)</sup> 건강한 성인의 경우 이러한 비타민 E 보충제의 섭취가 당뇨병 예방을 위

접수일: 2009년 5월 1일 / 수정일: 2009년 5월 28일

채택일: 2009년 6월 1일

\*This research was supported by a 2003 research grant of Ministry of Health and Welfare (03-PJ1-PG3-22000-0024).

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail: jsook@kmu.ac.kr

한 효과적 수단인지의 여부에 대해서도 여전히 논쟁이 진행 중이다.<sup>10,13,15)</sup>

최근에는 비타민 A에 대해서도 항산화 기능 측면에서 연구들이 수행되었는데 당뇨병 환자에서 비타민 A 수준을 측정한 연구들은 아직 일관된 결과를 나타내지는 못하고 있는 상태이다. 제 2형 당뇨병에서 혈장 비타민 A수준이 정상 또는 그 이상이었던 연구결과<sup>16-18)</sup>와 더불어 부족을 우려하는 보고<sup>16)</sup>가 있었다.

한편 Maxwell 등은 제 1형 당뇨병 환자들은 retinol, tocopherol 등의 혈청 항산화 영양 상태가 정상 군에 비하여 유의적으로 감소되어 있으나 제 2형 당뇨병 환자들은 대조군과 비교하여 항산화 영양상태에 유의적인 차이가 없었다.<sup>8)</sup>

정상 성인의 경우에 항산화 영양소를 적절히 섭취하는 것은 만성질환 예방 차원에서 바람직하지만 현재 우리나라 사람들을 대상으로 항산화 비타민들의 섭취상태나 체내수준을 체계적으로 연구한 자료는 매우 부족한 상태이다. 따라서 2005년에 제정된 한국인 영양섭취기준은 비타민 A의 평균 필요량과 권장 섭취량 설정근거를 외국자료에 의존하였다.<sup>19)</sup> 그러나 우리나라 사람들은 서구인과는 매우 상이한 지질 섭취 패턴을 보유하고 있는 상태이므로 지질 섭취 수준과 밀접한 관련성이 있는 비타민 E의 경우에는 평균 필요량 산출에 외국자료를 그대로 적용할 수 없었으며, 국내 자료는 부족하였던 관계로 부득이 충분 섭취량으로 설정하였다.<sup>19)</sup>

한국인의 식습관과 체형에 부합하는 비타민 A와 비타민 E의 영양섭취기준을 설정하려면 과학적 근거 확보 차원에서 식사 섭취량과 더불어 이러한 비타민들의 체내 수준을 함께 측정할 연구들이 다양한 인구집단을 대상으로 충분히 이루어져야 한다. 최근에 수행된 국민건강영양조사결과 자료<sup>20)</sup>를 이용하면 우리나라 사람들의 비타민 A 섭취량 평균치나 급원식품 등에 관해서는 파악 할 수 있지만 비타민 E의 경우에는 이 자료를 통해 섭취량이나 급원식품 등을 파악할 수 없는 상태이다. 한편 국민건강영양조사는 대상자의 식사섭취량을 1일간만 조사하였을 뿐이며, 체내 영양 상태를 가늠할 수 있는 생화학적 지표에 관한 조사가 병행되고 있지는 않다.

따라서 본 연구에서는 식사섭취량 조사와 혈청 수준 분석을 함께 실시하여 제 2형 당뇨병 환자와 정상 성인의 비타민 A와 비타민 E 영양 상태를 평가하고자 하였으며, 이를 통해 한국인 영양섭취기준 개정을 위한 기초자료 수집, 그리고 당뇨병 합병증 예방차원에서 항산화 영양소 섭취 방안 마련에 기여하고자 하였다.

## 연구방법

### 조사 대상자

대구 지역에서 보건소와 병원을 방문하는 성인 중에서 본 연구의 취지에 동의하여 자발적 참여의사를 밝힌 제 2형 당뇨병 환자 76명과 같은 지역 내에 거주하는 성인 중에서 질병을 보유하고 있지 않은 건강한 사람으로 진단된 72명을 대상으로 하였다. 조사는 2004년과 2005년 1~3월 중에 이루어졌다.

### 조사 내용 및 방법

#### 식사섭취량 조사

설문지를 이용하여 연령, 교육정도, 생활습관 등의 일반적 사항을 점검한 후 대상자 개인별로 훈련된 영양사가 24시간 회상법을 이용하여 식품사진과 눈대중량 책자<sup>21)</sup>를 보조 도구로 활용하면서 비연속 2일간의 1일 식사섭취량을 조사하였다. 영양소 섭취량의 분석은 CAN program (한국영양학회, 2005)을 이용하였다. 비타민 A와 비타민 E 섭취량을 세부적으로 파악하기 위해 섭취한 식품 조사결과를 토대로 각 영양소별 주요급원식품을 30순위까지 도출하였다.

#### 신체계측

조사대상자의 신장, 체중, 허리둘레, 엉덩이 둘레, 체지방량 등을 측정하였으며 신장과 체중을 이용하여 BMI (body mass index)를 계산하였다. 체지방량 측정은 체지방 측정기 (Omron body fat monitor HBF-300)를 이용하여 측정하였다.

#### 혈액 분석

저녁식사 후 10시간 이상 공복을 취한 상태에서 혈액을 채취하였고 즉시 원심 분리하여 혈장과 적혈구를 분리한 후 -70℃에서 냉동보관하였다.

비타민 A와 비타민 E 상태 측정은 High pressure liquid chromatography (HPLC)를 이용한 Bieri 등의 방법<sup>22)</sup>으로 혈장 retinol과  $\alpha$ -tocopherol을 측정하였다. Column은 microBondapak C18 column을 사용하였고 292 nm에서 UV detection으로 분석하였다.

#### 자료 처리 및 분석

모든 실험분석 결과는 SAS package를 이용하여 처리하였다. 일반적 사항에 대해서는 빈도와 백분율을 구하였으며 분포의 차이에 대한 유의성 검증은  $\chi^2$  분석을 이용하여 확인하였다. 영양소 섭취량과 혈장 수준은 평균과 표준편차

를 구한 후에 당뇨병과 정상군 간의 차이는 student t-test로 분석하여 유의성을 검증하였다. 비타민 섭취량과 혈청 수준 간의 관련성은 Pearson 상관계수를 측정하여 유의성을 검증하였다.

## 결 과

### 조사대상자의 일반적 특성

Table 1에 대상자들의 일반적인 사항을 제시하였다. 조사에 참여한 당뇨병 환자는 남자 34명, 여자 42명이었고, 정상 성인은 남자 22명, 여자 50명이었다. 연령분포는 당뇨병 군은 50세 미만 15명, 50~60세 24명, 60세 이상이 37명이었으며, 정상성인은 50세 미만 39명, 50~60세 12명, 60세 이상이 21명이 참여하여 당뇨병 군은 정상 성인에 비해 연령 구성이 높은 편이었다 ( $p < 0.001$ ). 이러한 차이는 연령이 높을수록 건강지표가 정상에 해당되는 대상자가 적고 연령이 낮을수록 당뇨병 발생률이 낮기 때문에 비롯된 것이었다. Table 2에 제시된 바와 같이 신체 측정 결과 키, 체중, BMI (Body Mass Index), 체지방량 등은 당뇨병 군과 정상 군에서 유의적인 차이가 없었다. 당뇨병 환자

**Table 1.** General characteristics of subjects

Variables	Diabetic (N = 76)		Normal (N = 72)		Significance by $\chi^2$
	N	%	N	%	
Sex					
Male	34	44.7	22	30.6	NS
Female	42	55.3	50	69.4	
Age (yrs)***					
< 50	15	19.7	39	54.2	$p < 0.001$
50-60	24	31.6	12	16.7	
60<	37	48.7	21	29.2	
Education**					
None	13	19.1	6	8.8	$p < 0.01$
Primary	17	25.0	5	7.4	
Middle	10	14.7	12	17.7	
High	22	32.4	27	39.7	
College <	6	8.8	18	26.5	

**Table 2.** Anthropometric characteristics of the study subjects

Variables	Diabetic	Normal
Height (cm)	161.9 ± 8.67	161.2 ± 7.56
Weight (kg)	63.4 ± 9.83	61.6 ± 8.58
BMI <sup>1)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	24.2 ± 2.95	23.6 ± 2.40
Body fat (kg)	17.8 ± 5.04	18.1 ± 4.27
Body fat ratio (%)	27.5 ± 6.04	28.3 ± 5.17

Values are means ± SD

1) BMI: Body Mass Index

의 평균 유병기간은 5.8 ± 5.45년 (최소 1년, 최대 18년)이었다.

### 항산화 비타민 섭취상태와 주요 급원 식품

비연속 2일간의 1일 식사 섭취량 조사에 의해 파악한 영양소 섭취상태는 Table 3과 같다. 에너지 섭취량은 당뇨병자 1,488 ± 326.3 kcal, 정상인은 1,643 ± 365.0 kcal이었으며, 지질 섭취량은 당뇨병자 30.9 ± 16.59 g, 정상인은 43.1 ± 32.24 g으로 당뇨병 환자가 통계적으로 유의하게 낮은 섭취를 하고 있었다 ( $p < 0.01$ ). 비타민 A 섭취량 평균치는 당뇨병자에서 502 ± 320.0  $\mu$ g RE, 정상인은 510 ± 297.3  $\mu$ g RE이었으며 당뇨병자와 정상인 간에 유의한 차이가 없었다. 비타민 E 섭취는 당뇨병자 7.5 ± 4.41 mg  $\alpha$ -TE, 정상인은 9.5 ± 5.26 mg  $\alpha$ -TE으로 당뇨병 환자가 유의적으로 낮은 섭취를 보였다 ( $p < 0.05$ ). 비타민 C 섭취량은 당뇨병자 83 ± 46.6 mg, 정상인은 123 ± 65.9 mg으로 당뇨병 환자가 통계적으로 유의하게 낮은 섭취를 하고 있었다 ( $p < 0.001$ ).

영양소 섭취량이 부족할 위험이 있는 대상자를 파악하기 위하여 비타민 A와 비타민 C는 평균 필요량 미만을 섭취하는 사람의 비율을, 비타민 E는 충분 섭취량의 75% 미만을 섭취하는 대상자의 비율을 남녀별로 구하여 Table 4에 제시하였다. 비타민 A는 평균 필요량 미만을 섭취하는 사람의 비율이 당뇨병자에서는 남자 58.9%, 여자 59.6%, 정

**Table 3.** Dietary Intakes of Vitamin A, E and C by the study subjects

Variable	Diabetic	Normal
Energy (kcal)	1488 ± 326.3	1643 ± 365.0**
Fat (g)	30.9 ± 16.59	43.1 ± 32.24**
Vitamin A ( $\mu$ g RE)	502 ± 320.0	510 ± 297.3
Vitamin E (mg $\alpha$ -TE)	7.5 ± 4.41	9.5 ± 5.26*
Vitamin C (mg)	83 ± 46.6	123 ± 65.9***

Values are means ± SD

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*\*\*:  $p < 0.001$  by t-test

**Table 4.** Proportion of the study subjects with insufficient dietary intake

	Diabetic		Normal	
	Male	Female	Male	Female
Vitamin A <sup>1)</sup>	58.9%	59.6%	59.1%	54.0%
Vitamin E <sup>2)</sup>	52.9%	59.5%	40.9%	48.0%
Vitamin C <sup>3)</sup>	50.0%	50.0%	22.7%	30.0%

1) Proportion of subjects with dietary intake less than EAR of vitamin A

2) Proportion of subjects with dietary intake less than 75% AI of vitamin E

3) Proportion of subjects with dietary intake less than EAR of vitamin C

상성인은 남자 59.1%, 여자 54.0%로 당뇨병자와 정상인 공통적으로 남녀 모두 절반이상으로 나타났다. 비타민 E는 충분 섭취량의 75% 미만을 섭취하는 대상자의 비율을 구한 결과 당뇨병자에서는 남자 52.9%, 여자 59.5%, 정상성인은 남자 40.9% 여자 48.0%로 당뇨병자가 정상 성인에 비해 높게 나타났다.

**주요 식품군별 영양소 섭취 상태와 주요 급원 식품**

Table 5와 Table 6에는 비타민 A와 E 섭취에 기여하는 주요 급원식품을 30위까지 제시하였다. 비타민 A 섭취에 기여하는 주요 급원 식품은 당뇨 군과 정상 군 모두 고추 가루, 당근이 가장 우선순위로 나타났다. 그 다음으로는 당뇨군은 배추김치, 들깻잎, 김, 시금치, 부추 등의 순이었

으며 정상 군은 김, 배추김치, 시금치 등의 순이었다 (Table 5). 당뇨병 환자 군에서는 섭취한 모든 식품 중에서 우선순위 30개에 속하는 식품에 의해 비타민 A 총 섭취량의 93.8%가 이루어졌다. 이에 비해 정상 성인 집단에서는 비타민 A 섭취량의 91.5%가 30가지 식품에 의해 이루어졌다 (Table 5).

비타민 E 섭취에 기여하는 주요 식품은 당뇨 군과 정상 군 모두 콩기름, 참기름이 가장 우선 순위에 해당되었다. 그 다음 순위의 주요 급원식품으로는 당뇨군의 경우 밀치, 빵, 고등어, 콩나물 등의 순이었고 정상군은 빵, 명태, 고등어 등의 순이었다. 당뇨병 환자 군에서는 비타민 E 총 섭취량의 86.1%를 우선순위 30개에 속하는 식품으로 섭취하는 것으로 나타났으며, 정상 성인 집단에서는 30가지 식

**Table 5.** Major food items of vitamin A intake

Food	Diabetic			Food	Normal		
	Intake (μg)	Intake (%)	Cummulative ratio (%)		Intake (μg)	Intake (%)	Cummulative ratio (%)
1 Red pepper powder	66.7	13.5	13.5	Red pepper powder	77.6	16.6	16.6
2 Carrot	41.1	8.3	21.8	Carrot	45.1	9.6	27.2
3 Korean chinese cabbage kimchi	31.0	6.3	28.1	Laver	28.6	6.1	33.3
4 Perilla leaves	29.6	6.0	34.1	Korean chinese cabbage kimchi	28.1	6.0	39.3
5 Laver	27.4	5.5	39.6	Spinach	27.0	5.8	45.1
6 Spinach	26.7	5.4	45.0	Edible viscera	21.0	4.5	49.6
7 Chinese chive	23.0	4.7	49.7	Red pepper	20.4	4.4	54.0
8 Egg	21.9	4.4	54.1	Egg	16.3	3.5	57.5
9 Red pepper	18.6	3.8	57.9	Eel	15.3	3.3	60.8
10 Tomato	17.7	3.6	61.5	Go Chu Jang	12.7	2.7	63.5
11 Pumpkin leaves	15.0	3.0	64.5	Cow's milk	12.4	2.7	66.2
12 Lettuce	14.6	3.0	69.5	Welsh onion	12.1	2.6	68.8
13 Cow's milk	14.6	2.9	72.4	Perilla leaves	11.6	2.5	71.3
14 Welsh onion	13.1	2.6	75.0	Chinese chive	10.2	2.2	73.5
15 Water dropwort	11.1	2.2	77.2	Radish leaves	9.6	2.0	75.5
16 Go Chu Jang	10.7	2.2	79.4	Lettuce	8.9	1.9	77.4
17 Cream	9.9	2.0	81.4	Cream	7.4	1.6	79.0
18 Bluefin tuna	9.8	2.0	83.4	Crown daisy	6.8	1.5	80.5
19 Radish leaves	7.7	1.6	85.0	Sea mustard	5.6	1.2	81.7
20 Pumpkin	6.3	1.3	86.3	Ra Myeon	5.5	1.2	82.9
21 Chicken	5.1	1.0	87.3	Pumpkin	5.4	1.2	84.1
22 Red pepper leaves	5.1	1.0	88.3	Mackenel	5.4	1.1	85.2
23 Loach	5.0	1.0	89.3	Citrus fruit	4.6	1.0	86.2
24 Ra Myeon	4.5	0.9	90.2	Red pepper leaves	4.5	1.0	87.2
25 Eel	3.5	0.6	88.8	Mustard leaves	3.9	0.8	88.0
26 Mackenel	3.4	0.7	91.6	Chicken	3.8	0.8	88.8
27 Crown daisy	3.2	0.6	92.2	Water dropwort	3.0	0.7	89.5
28 Lactuca bungeana	2.7	0.6	92.8	Tomato	3.0	0.6	90.1
29 Ice cream	2.6	0.5	93.3	Na Bak Kimchi	2.9	0.6	90.7
30 Cereal	2.4	0.5	93.8	Beef	2.6	0.6	91.3

**Table 6.** Major food items for vitamin E intake

	Food	Diabetic			Food	Normal		
		Intake (mg)	Intake (%)	Cummulative ratio (%)		Intake (mg)	Intake (%)	Cummulative ratio (%)
1	Soybean oil	2.58	36.1	36.1	Soybean oil	3.53	40.1	40.1
2	Sesame oil	0.79	11.0	47.1	Sesame oil	0.69	7.8	47.9
3	Anchovy	0.27	3.8	50.9	Bread	0.32	3.7	51.6
4	Bread	0.20	2.7	53.6	Alaska pollack	0.28	3.2	54.8
5	Mackerel	0.17	2.4	56.0	Mackerel	0.27	3.0	57.8
6	Soybean sprout	0.15	2.1	58.1	Soybean curd	0.20	2.2	60.0
7	Spinach	0.14	2.0	60.1	Anchovy	0.19	2.1	62.1
8	Egg	0.14	2.0	62.1	Spinach	0.14	1.6	63.7
9	Alaska pollack	0.14	1.9	64.0	Soybean sprout	0.13	1.5	65.2
10	Water dropwort	0.13	1.9	65.9	Common squid	0.13	1.5	66.7
11	Soybean curd	0.13	1.8	67.7	Pumpkin	0.12	1.4	68.1
12	Peach	0.12	1.7	69.4	Egg	0.10	1.2	69.3
13	Pumpkin	0.12	1.7	71.1	Peach	0.10	1.1	70.4
14	Soybeans	0.11	1.5	72.6	Bracken	0.10	1.1	71.5
15	Bracken	0.10	1.4	74.0	Pacific saury	0.09	1.0	72.5
16	Red pepper	0.10	1.3	75.3	Sea mustard	0.09	1.0	73.5
17	Doen Jang	0.09	1.2	76.5	Hair tail	0.08	0.9	74.4
18	Perilla leaves	0.08	1.1	77.6	Red pepper	0.08	0.9	75.3
19	Brown rice	0.07	0.9	78.5	Soybeans	0.08	0.9	76.2
20	Redpepperpowder	0.06	0.8	79.3	Sweet potato	0.07	0.8	77.0
21	Go Chu Jang	0.06	0.8	80.1	Doen Jang	0.07	0.8	77.8
22	Korean soy sauce	0.05	0.7	80.8	Crab	0.07	0.8	78.6
23	Loach	0.05	0.7	81.5	Redpepperpowder	0.07	0.8	79.4
24	Gizzard shad	0.05	0.7	82.2	Green tea	0.07	0.8	80.2
25	Barley	0.05	0.7	82.9	Go Chu Jang	0.07	0.7	80.9
26	Fish paste	0.05	0.7	83.6	Brown rice	0.06	0.7	81.6
27	Common squid	0.05	0.7	84.3	Eel	0.06	0.7	82.3
28	Sea mustard	0.05	0.7	85.0	Snack	0.06	0.7	83.0
29	Dried radish cubes	0.05	0.6	85.6	Peanuts	0.06	0.7	83.7
30	Cereal	0.04	0.5	86.1	Orange juice	0.06	0.6	84.3

품이 비타민 E 총 섭취량의 84.3%를 차지하고 있었다 (Table 6).

### 혈장 비타민 A와 비타민 E 수준

당뇨병 환자의 항산화 비타민 상태 측정을 위하여 혈장 비타민 A와 비타민 E를 분석하였다 (Table 7). 당뇨병 환자와 정상인의 혈장 retinol은 각각 54  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ , 49  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ 로서 당뇨병 환자와 정상인 간에 유의적인 차이는 없었으나 당뇨병 환자에서 더 높은 값을 나타내었다. 혈청  $\alpha$ -tocopherol에서도 당뇨병 환자와 정상인 각각 1.24 mg/100 mL, 1.07 mg/100 mL로서 유의적이지는 않았지만 당뇨병 환자에서 더 높은 값을 나타내었다.

당뇨병 환자의 혈장 retinol과  $\alpha$ -tocopherol 평균값은 모두 정상 범위에 있었다. 정상인의 혈장 retinol과  $\alpha$ -toco-

**Table 7.** Plasma levels of retinol and  $\alpha$ -tocopherol in diabetic patients and normal adults

Variables	Diabetic (N = 76)	Normal (N = 72)
Retinol ( $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ )	54.3 $\pm$ 18.02	49.5 $\pm$ 13.42
$\alpha$ -Tocopherol (mg/100 mL)	1.24 $\pm$ 0.537	1.08 $\pm$ 0.308

Values are means  $\pm$  SD

pherol 평균값도 역시 정상 범위<sup>23,24)</sup>에 속하였다.

혈장의 비타민 A 수준이 부족(20  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$  미만)으로 분류되는 사람은 당뇨병 환자와 정상 성인에서 각각 1명만이 해당되었으며, 20~30  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ 에 해당하는 사람도 각각 1명 뿐이었다. 한편 비타민 E의 경우에는 혈장  $\alpha$ -tocopherol 수준이 부족<sup>24)</sup>(0.7 mg/100 mL 미만)에 해당되는 사람은 없었다.

**Table 8.** Plasma retinol level by Vitamin A intake status

	Diabetic		Normal	
	Low Vit A (N = 45)	High Vit A (N = 31)	Low Vit A (N = 40)	High Vit A (N = 32)
Plasma retinol ( $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ )	53.2 $\pm$ 18.42	56.1 $\pm$ 19.27	51.0 $\pm$ 13.11	47.1 $\pm$ 12.34

Values are means  $\pm$  SD

Low Vit A: subjects with vitamin A intake < EAR of vitamin A

High Vit A: subjects with vitamin A intake > EAR of vitamin A

**Table 9.** Plasma tocopherol level by Vitamin E intake status

	Diabetic		Normal	
	Low Vit E (N = 43)	High Vit E (N = 33)	Low Vit E (N = 33)	High Vit E (N = 39)
Plasma tocopherol( $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ )	1.29 $\pm$ 0.395	1.26 $\pm$ 0.644	1.09 $\pm$ 0.252	1.06 $\pm$ 0.345

Values are means  $\pm$  SD

Low Vit E: subjects with vitamin E intake < 75% AI of vitamin E

High Vit E: subjects with vitamin E intake > 75% AI of vitamin E

**Table 10.** Relationships among dietary intakes and plasma levels of retinol and tocopherol

		Vit E intake	Plasma retinol	Plasma $\alpha$ -tocopherol
Diabetic group	Vit A intake	0.614**	0.255*	0.244*
	Vit E intake		0.006	0.026
	Plasma retinol			0.856**
Normal group	Vit A intake	0.494**	0.115	0.113
	Vit E intake		0.192	0.178
	Plasma retinol			0.905**

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.001$  by Pearson's correlation

Table 8과 9는 당뇨병자와 정상성인을 비타민 A와 비타민 E 섭취량에 따라 섭취량이 높은 군과 낮은 군으로 다시 분류하여 혈장의 농도를 각각 비교한 것인데, 비타민 A와 비타민 E 공통적으로 섭취량과 낮은 군 간에 혈장 농도는 차이가 없었다.

Table 10에서 비타민 섭취량과 혈장 수준과의 관련성을 상관관계로 조사한 것이 나타나 있다. 당뇨병자와 정상성인에서 모두 비타민 A의 섭취가 비타민 E 섭취와 밀접한 관련성이 있었고 ( $p < 0.001$ ), 혈장 토크페롤과 레티놀 수준 간의 관련성도 매우 높았다 ( $p < 0.001$ ). 당뇨병자에서는 비타민 A 섭취량은 혈장 레티놀 수준 ( $r = 0.255$ ) 뿐만 아니라 혈장 토크페롤과도 비슷한 정도 ( $r = 0.244$ )의 유의한 관련성 ( $p < 0.05$ )을 나타내었으나 정상군에서는 이러한 관련성이 유의적이지 않았다. 비타민 E와 혈장 토크페롤 간에는 당뇨병과 정상군에서 모두 상관도가 낮고 유의적이지 않았다.

## 고 찰

비타민 A는 과거에는 우리나라 사람들에서 섭취 부족이 우려되는 영양소이었으나 최근의 국민건강영양조사에서는

65세 이상 여자노인을 제외하면 섭취량의 평균치가 권장 섭취량을 충족시키는 영양소로 평가되었다.<sup>20,25)</sup> 그러나 평균 필요량 이하로 섭취하는 사람의 비율을 산출하여 비타민 A의 영양상태를 평가해보면 2005 국민건강영양조사의 경우 평균필요량 미만 섭취자의 비율이 남자 50~64세에서 36.8%, 65세 이상에서는 54.3%이었으며, 여자는 50~64세에서 36.7%, 65세 이상에서 53.3%인 것으로 나타나고 있어서 여전히 섭취상태가 충분치 않은 사람들이 상당한 비율로 존재하고 있을 것으로 추측되고 있다.<sup>20)</sup>

본 연구에 참여한 당뇨병 환자와 정상 성인의 1일 섭취량을 24시간 회상법으로 비연속 2일간 측정된 결과 당뇨병 환자와 정상 성인의 비타민 A 섭취량은 공통적으로 국민건강영양조사에 비해 낮은 수준이었다 또한 본 연구에서 당뇨병자군의 열량 영양소 에너지 구성비율의 평균치는 탄수화물 66.0%, 단백질 15.5%, 지방 18.6%로 나타나 당뇨병 학회에서 권장하는 열량 영양소의 적정섭취비율인 탄수화물 55~60%, 단백질 15~20%, 지방 20~25%에 비해 탄수화물의 섭취는 높은 편이었고 지질의 섭취는 낮은 편에 해당하였다. 이는 참여자의 연령 구성이 국민건강영양조사에 비해 중 노년층 이상으로 편중되었고 조사시기가 겨울이었기 때문에 국민건강영양조사에 비해 채소와 과일

의 섭취가 낮았기 때문일 것으로 보인다. 본 연구 대상자 중에서 비타민 A 평균필요량 미만을 섭취한 사람의 비율은 당뇨병과 정상군에서 공통적으로 50% 이상인 것으로 나타나 비타민 A 섭취가 충분치 않은 사람들이 상당수임을 시사하였다. 비타민 A의 주요 식품급원을 분석하였을 때 고춧가루와 당근이 가장 주된 비타민 A 공급원이었으며 그 다음은 배추김치, 김, 시금치 등의 순이었다. 주요 급원식품 30순위에 포함하는 식품을 살펴보면 정상군에서는 소부산물, 장어, 달걀, 우유, 고등어, 장어를 제외한 나머지 식품들은 식물성 식품이었고 식물성 식품이 총 비타민 A 섭취량에서 차지하는 비율은 전체 섭취량의 80% 이상을 차지하고 있었다. 이러한 결과는 2005년 국민건강영양조사에서 보고한 비타민 A 섭취량의 주요급원 식품과 우선순위 식품 면에서 일치하고 있다.<sup>19)</sup> 국민건강영양조사에 의하면 50~64세 연령층의 경우 고춧가루와 당근이 가장 주된 비타민 A 공급원이었으며 그 다음이 시금치, 배추김치, 깻잎, 김, 등의 순이었다. 주요 급원식품 30순위에 포함하는 식품 중에서 달걀, 우유, 장어를 제외한 나머지 식품들은 식물성 식품으로 나타나 식물성 식품으로부터 섭취하는 베타 카로틴을 포함한 다양한 비타민 A의 전구체들이 체내에서 레티놀로 전환되었을 것으로 보인다.

건강한 사람의 경우 섭취한 비타민 A는 체내대사에 사용하고 남은 양이 간에 저장되는 영양소이므로 오랜 기간을 과잉으로 섭취하거나 또는 매우 부족하게 섭취하여 간의 저장량이 고갈되지 않는 한 혈장의 수준은 비교적 변동의 폭이 좁은 것이 특징이다.<sup>26)</sup> 따라서 혈장 비타민 A 수준은 간의 저장량이 고갈되었음을 나타내는 측면에서 의미가 있는 생화학적 지표이다. 혈장 비타민 A 수준은 당뇨병환자와 정상인 간에 차이를 나타내지 않았는데 이는 선행연구들에서 제 2형 당뇨병 환자들의 경우 정상인과 차이가 없었다는 보고와 일치하는 결과이다.<sup>17,18,27)</sup> 혈장 비타민 A 수준으로 평가한 비타민 A의 영양상태는 당뇨 환자와 정상 성인에서 각각 1명 만이 부족이 우려되는 범위에 해당되는 것으로 나타났다. 우리나라 초등학생들을 대상으로 비타민 A 섭취량과 혈청 수준을 평가한 선행 연구에서도 식사섭취량에 의한 평가에서는 영양권장량 대비 섭취비율이 81%이었으나 혈청 수준에 의한 평가에서는 1명 만이 결핍이 우려되는 것으로 나타나 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.<sup>28)</sup> 반면, 최근 연구에서 광주지역 2~6세 어린이들을 대상으로 비타민 A 영양상태를 측정하였을 때 대상자의 15~26%가 평균필요량에 비해 적게 섭취하고 있었고 혈장의 retinol 농도로 평가하였을 때 42.3%가 경계수준에 있었다고 한다.<sup>29)</sup> 본 연구에서 확인된 바와 같이 우리나라 사람들은 비

타민 A 섭취의 80% 이상을 식물성 식품에 의존하고 있으므로 채소 섭취를 기피하는 경향이 높은 어린이 집단에서는 성인에 비해 섭취가 부족하리라고 짐작할 수 있다. 비타민 A는 식품에 함유된 양이 식품 종류에 따라 매우 큰 차이를 보이기 때문에 섭취량의 개인내 변이나 개인간 변이가 큰 대표적인 영양소이다. 따라서 본 연구에서 비연속 2일간 24시간 회상법으로 수집한 비타민 A 섭취량의 평균치를 일상적 섭취량으로 받아들이는 것은 무리이다. 혈장 수준과 섭취량과의 상관관계 분석에서 관련성이 매우 낮은 것으로 나타난 것은 섭취량 변이의 특성을 반영하는 결과이기도 하다. 따라서 후속연구를 통해 비타민 A 섭취량에 대한 개인간 또는 개인내 변이, 그리고 계절간 차이를 파악하는 작업이 수행된 후에야 바람직한 혈액 수준을 유지하는데 필요한 식사섭취량에 대한 구체적인 파악이 비로소 가능할 것으로 보인다.

비타민 E 요구량은 불포화 지방산의 섭취량에 따라 달라지며 혈장의 비타민 E는 혈액의 총지방이나 콜레스테롤 농도와 관련성이 있다고 한다.<sup>24)</sup> 그러나 실제로 영양섭취기준 설정에 부합하는 과학적 근거를 제공한다는 측면에서 우리나라 사람들을 대상으로 불포화 지방산 섭취 양상과 비타민 E의 섭취를 함께 평가한 연구는 현재 보고되지 않은 상태이다. 선행연구에서 우리나라 사람들의 비타민 E 섭취량은 9~10 mg  $\alpha$ -TE이라고 보고<sup>30)</sup> 된 것과 비교하면 본 연구에 참여한 정상 성인의 결과는 거의 일치하는 수준이었으며, 정상인에 비해 당뇨병 환자들은 섭취가 다소 낮은 것으로 평가할 수 있다. 연구 대상자들의 비타민 E 섭취량은 당뇨병 환자와 정상인 모두 평균치가 충분 섭취량에는 미달하는 양이었고 대상자의 절반정도는 충분섭취량의 75%에 못 미치는 섭취를 하고 있었다.

비타민 E의 식품급원을 분석하였을 때 대두유와 참기름이 가장 주된 비타민 E 공급원이었으며 전체 섭취량의 약 47%를 차지하였다. 주요 급원식품 30순위에 포함하는 식품을 살펴보면 당뇨병환자에서는 멸치, 빵, 고등어, 정상군에서는 빵, 명태, 고등어, 두부 등이 그 다음 순위를 차지하고 있었다. 당뇨병환자들의 비타민 E 섭취가 정상성인 보다 낮은 것은 지방섭취가 낮은 것 (Table 3)에 기인한다고 생각한다. 당뇨병환자들이 자가 식사조절 중에 식사요법의 기준 이하로 지방을 줄이는 일을 볼 수가 있으며 특히 식물성 유지를 많이 사용하는 음식을 피하는 경우가 많다. 본 결과에서 대두유가 당뇨병환자나 정상인에게 공히 비타민 E의 주요급원임에도 당뇨병환자에게 총 공급량은 2.58 mg으로 정상성인의 3.53 mg에 비하여 1 mg이나 낮다는 것은 당뇨병환자들의 경우에 낮은 지방 섭취가 비타민 E 섭취 부

족을 야기하는 주 원인임을 보여 주고 있다. 따라서 당뇨병 환자의 비타민 E 영양 개선을 위하여 과도하게 낮은 지방섭취에 대한 문제점 및 적당량의 견과류 섭취에 대한 교육이 필요하다고 생각된다. 선행연구에서 우리나라 성인들의 혈장 비타민 E 수준은 0.68~1.17 mg/100 mL로 보고되었다.<sup>30,31)</sup> 혈장 수준으로 비타민 E 영양상태를 파악하였을 때 부족이 우려되는 범위에 속하는 대상자는 당뇨 환자와 정상 성인 모두 해당자가 없는 것으로 나타나 양호한 것으로 평가되었다. 한편 당뇨병환자에서 비타민 C 섭취량은 정상인에 비해 유의하게 낮았는데 이는 당뇨 환자가 혈당조절을 위해 정상인에 비해 과일섭취를 적게 하는 것에 기인할 것으로 판단된다. 실제로도 본 연구 대상자들의 식사섭취량을 6가지 식품군으로 나누어 1인 1회 분량으로 환산하여 비교하였을 때 당뇨군은 1일 과일 섭취량이 평균 1.3회, 정상군은 2.5회로 나타나 과일 섭취량이 낮음을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 비타민 A 섭취량이나 혈장 retinol 수준은 정상 성인과 당뇨병 환자 간에 차이를 나타내지 않았다. 한편 당뇨병 환자는 비타민 E와 비타민 C 섭취량이 정상인에 비해 낮은 것으로 평가되었는데 혈장의  $\alpha$ -tocopherol 수준은 집단 간에 차이가 없었으며 혈장의  $\alpha$ -tocopherol 수준을 혈장 콜레스테롤치로 보정하였을 때도 당뇨병 환자군과 정상군 간에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 따라서 본 연구 결과만으로는 당뇨병 환자에서 이들 항산화 비타민의 영양상태가 정상인에 비해 취약한지를 단정하기는 어려웠다. 그러나 당뇨병환자들은 고지혈증 발생 위험도가 정상인에 비해 일반적으로 높으며 식사를 통한 비타민 E의 섭취수준은 정상인에 비해 낮은 상태이었으므로 당뇨병환자들이 현재의 식사습관을 지속한다면 결국에는 비타민 E 저장량의 고갈을 초래할 가능성이 높아 비타민 E의 섭취증가를 위한 노력이 필요하다고 여겨진다.

비타민 E는 체내 지질 과산화 정도나 다른 항산화 영양소의 보유상태 등에 따라 요구량이 달라지기 때문에 필요량을 산정할 때 불포화 지방산 섭취양상이나 혈청 내 지방수준을 함께 고려하는 것이 바람직하나 본 연구에서는 지방산 섭취수준이나 혈중 지질 농도에 대한 자료의 수집이 불충분하여 비타민 E 요구량에 영향을 미치는 요인과의 관련성을 다각도에서 파악하지 못하였다. 향후 우리나라 사람들의 식습관에 근거하는 영양섭취기준을 설정하기 위해서는 비타민 E 섭취량과 생화학적 지표의 측정과 더불어 비타민 E 필요량과 관련되는 다양한 요인들에 대한 체계적 분석이 함께 병행되어야 할 것으로 보인다.

당뇨병 합병증 예방과 관련된 항산화 영양소의 적정 섭

취량을 규명하기 위해서는 항산화기능을 나타내는 다양한 생화학적 지표들의 측정과 항산화 영양소들의 체내상태를 연계하여 종합적인 평가가 이루어져야 할 것으로 보인다. 특히 본 논문에서 비타민 E 섭취가 비타민 A 섭취와 동반 상승하며 체내 비타민 E 영양상태도 당뇨병환자군에서는 비타민 A 섭취 증가에 따라 향상되는 것을 보여 후속연구를 통해 이에 대하여 좀 더 면밀히 관찰 규명할 필요가 있겠다.

## 요약 및 결론

제 2형 당뇨병 환자 76명과 건강한 성인 72명을 대상으로 비연속 2일간의 1일 식사섭취량을 조사하고 공복 혈액을 채취하여 혈장의 비타민 A와 비타민 E 수준을 측정하였다.

1) 식사 섭취 상태 분석 결과 비타민 A 섭취량은 당뇨병환자  $502 \pm 320.0 \mu\text{g RE}$ , 정상인  $510 \pm 297.2 \mu\text{g RE}$ 로 유의한 차이가 없었다. 비타민 E는 당뇨병환자  $7.5 \pm 4.41 \text{ mg } \alpha\text{-TE}$ , 정상인은  $9.5 \pm 5.26 \text{ mg } \alpha\text{-TE}$ 로 당뇨 환자가 유의적으로 낮은 섭취를 보였다 ( $p < 0.05$ ).

2) 비타민 A를 평균 필요량 미만으로 섭취하는 사람의 비율은 당뇨병환자와 정상인에서 공통적으로 절반이상으로 나타났다.

3) 급원 식품 분석에서 비타민 A는 고춧가루와 당근이 가장 주된 비타민 A 공급원이었으며 그 다음 배추김치, 김, 시금치 등의 순이었다. 비타민 E의 주된 급원 식품은 콩기름과 참기름이었으며 그 다음 밀치, 빵, 고등어 등의 순이었다.

4) 당뇨병 환자의 혈장 retinol과  $\alpha$ -tocopherol 평균값은 각각  $54 \mu\text{g}/100 \text{ mL}$ ,  $1.24 \text{ mg}/100 \text{ mL}$ 로서 정상 범위에 있었다. 정상인의 혈장 retinol과  $\alpha$ -tocopherol 평균값은 각각  $49 \mu\text{g}/100 \text{ mL}$ ,  $1.08 \text{ mg}/100 \text{ mL}$ 로서 역시 정상 범위에 속하였다.

5) 혈장의 비타민 A 수준이 결핍으로 분류되는 사람은 당뇨병 환자와 정상성인에서 각각 1명만이 해당되었으며 비타민 E는 혈장 수준이 결핍에 해당되는 사람은 없었다.

6) 비타민 A와 E의 섭취량은 밀접한 관련성을 나타내었으며 혈장  $\alpha$ -tocopherol과 혈장 retinol수준 간의 관련성도 매우 높은 반면 비타민 A 섭취량과 혈장 retinol, 그리고 비타민 E 섭취량과 혈장  $\alpha$ -tocopherol 간에는 상관계수가 낮은 편이었다.

본 연구에서 당뇨병 환자들은 정상인에 비해 비타민 E 섭취상태가 낮아 이러한 식사패턴이 장기적으로 지속되는 경우 비타민 E 저장량의 체내 고갈이 우려되므로 당뇨병환자를 위한 영양교육에는 비타민 E 섭취개선을 위한 실천방안을 포함시키는 것이 바람직하겠다.

한편 비타민 A와 비타민 E에 공통적으로 나타난 식사섭취상태와 혈장 상태가 불일치한 이유를 파악하고, 아울러 우리나라 사람들의 식습관에 근거하는 영양섭취기준을 설정하기 위해서는 비타민 섭취량의 개인간, 개인내 변이, 그리고 계절적 차이에 대한 파악과 함께 비타민 필요량에 관련되는 여러 식사 요인들에 대한 종합적인 분석이 우선적으로 선행되어야 할 것으로 보인다.

#### Literature cited

- 1) Strain JJ. Disturbances of micronutrient and antioxidant status in diabetes. *Proc Nutr Soc* 1991; 50(3): 591-601
- 2) Baynes JW, Thorpe SR. Role of oxidative stress in diabetic complications in diabetes: A new perspective on an old paradigm. *Diabetes* 1999; 48(1): 1-9
- 3) Faure P. Protective effects of antioxidant micronutrients (vitamin E, Zinc and selenium) in Type 2 diabetes mellitus. *Clin Chem Lab Med* 2003; 41(8): 995-998
- 4) Thompson KH, Godin DV. Micronutrients and antioxidants in the progression of diabetes. *Nutr Res* 1995; 15(9): 1377-1410
- 5) Baynes JW. Role of oxidative stress in development of complications in diabetes. *Diabetes* 1991; 40(4): 405-412
- 6) Moustafa SA. Zinc might protect oxidative changes in the retina and pancreas at the early stage of diabetes rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 2004; 201(2): 149-155
- 7) Aydin A, Orhan H, Sayal A, Ozata M, Sahin G, Isimer A. Oxidative stress and nitric oxide related parameters in Type II diabetes mellitus: effects of glycemic control. *Clin Biochem* 2001; 34(1): 65-70
- 8) Maxwell SR, Thompson H, Sandler D, Leguen C, Baxter MA, Thorpe GHG, Jones AF, Barnett AH. Antioxidant status in patients with uncomplicated insulin-dependent and non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Eur J Clin Invest* 1997; 27(6): 484-490
- 9) Montonen J, Knekt P, Järvinen R, Reunanen A. Dietary antioxidant intake and risk of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27(2): 362-366
- 10) Ylönen K, Alfthan G, Groop L, Saloranta C, Aro A, Virtanen SM. Dietary intakes and plasma concentrations of carotenoids and tocopherols in relation to glucose metabolism in subjects at high risk of type 2 diabetes: the Botnia Dietary Study. *Am J Clin Nutr* 2003; 77(6): 1434-1441
- 11) Salonen JT, Nyyssönen K, Tuomainen TP, Mäenpää PH, Korpela H, Kaplan GA, Lynch J, Helmrich SP, Salonen R. Increased risk of non-insulin dependent diabetes mellitus at low plasma vitamin E concentrations: a four year follow up study in men. *BMJ* 1995; 311(7013): 1124-1127
- 12) Kim NE, Kim WK. Effect of antioxidant vitamins supplementation on antioxidant status and plasma lipid profiles in Korean NIDDM patients. *Korean J Nutr* 1999; 32(7): 775-780
- 13) Mayer-Davis EJ, Costacou T, King I, Zaccaro DJ, Bell RA. The Insulin Resistance and Atherosclerosis Study (IRAS). Plasma and dietary vitamin E in relation to incidence of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002; 25(12): 2172-2177
- 14) Czernichow S, Couthouis A, Bertrais S, Vergnaud AC, Dauchet L, Galan P, Hercberg S. Antioxidant supplementation does not affect fasting plasma glucose in the Supplementation with Antioxidant Vitamins and Minerals (SU.VI.MAX) study in France: association with dietary intake and plasma concentrations. *Am J Clin Nutr* 2006; 84(2): 395-399
- 15) Liu S, Lee IM, Song Y, Van Denburgh M, Cook NR, Manson JE, Buring JE. Vitamin E and risk of type 2 diabetes in the women's health study randomized controlled trial. *Diabetes* 2006; 55(10): 2856-2862
- 16) Havivi E, Bar OH, Reshef A, Stein P, Raz I. Vitamins and trace metals status in non insulin dependent diabetes mellitus. *Inter J Vit Nutr Res* 1991; 61(4): 328-333
- 17) Straub RH, Rokitzki L, Schumacher T, Hillmann C, Palitzsch KD, Scholmerich J. No evidence of deficiency of vitamin A, E,  $\beta$ -carotene, B1, B2, B6, B12, and folate in neuropathic type II diabetic women. *Inter J Vit Nutr Res* 1993; 63(3): 239-240
- 18) Basualdo CG, Wein EE, Basu TK. Vitamin A (retinol) status of first nation adults with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *J Am Coll Nutr* 1997; 16(1): 39-45
- 19) The Korean Nutrition Society. Dietary Reference intakes for Koreans. Seoul: 2005
- 20) Ministry of Health & Welfare. Report on 2005 National health and nutritional survey. Seoul: Republic of Korea; 2006
- 21) Korean Food Research Institute. Handbook of Portion Size for Food Intake Research. Seoul: 1998
- 22) 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(10): 2143-2149
- 23) Lee RD, Nieman DC. Nutritional assessment. 4th ed., McGraw-Hill; 2007
- 24) Machlin LJ Handbook of Vitamins, New York: Marcel Dekker Inc.; 1984
- 25) Ministry of Health & Welfare. Report on 2001 National health and nutritional survey. Seoul: Republic of Korea; 2002
- 26) Stephensen CB, Gildengorin G. Serum retinol, the acute phase response, and the apparent misclassification of vitamin A status in the third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(5): 1170-1178
- 27) Ha AW, Kim HM. The study of lipid-peroxidation, antioxidant enzymes, and the antioxidant vitamins in NIDDM patients with microvascular-diabetic complications. *Korean J Nutr* 1999; 32(1): 17-23
- 28) Kim Y, Mok JH, Na HJ, Han KH, Kim KN, Hyun TS. Nutritional status and dietary intake of vitamin A in primary school children. *Korean J Nutr* 2001; 34(6): 671-677
- 29) Kim YN, Giraud DW, Cho YO, Driskell JA. Vitamin A inadequacy observed in a group of 2- to 6-year-old children living in Kwangju, Republic of Korea. *Int J Vit Nutr Res* 2007; 77(5): 311-319
- 30) Cho SH, Lee OJ, In JG, Choi Y, Ryu R, Park WH. A study on the status of antioxidant nutrients and lipid in the middle-ages Korean men living in Taegu. *Korean J Nutr* 1995; 28(1): 33-45
- 31) 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