한국영양학회지(*Korean J Nutr*) 2010; 43(6): 628~637
DOI 10.4163/kjn.2010.43.6.628

서울 · 경기지역 성인의 비타민 A와 E 섭취현황 및 급원식품 조사*

노현희 · 김영남 · 조윤옥§

덕성여자대학교 식품영양학과

Intakes and Major Food Sources of Vitamins A and E of Korean Adults Living in Seoul and Gyeonggi Province*

Noh, Hyun Hee · Kim, Young-Nam · Cho, Youn-Ok§

Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

ABSTRACT

To determine vitamin A and E intakes and their food sources, dietary intakes were collected by three consecutive 24-hour recalls from 192 adults living in Seoul and Gyeonggi Province, Korea. The mean vitamin A, retinol and β-carotene intakes were 1240.1 ± 1101.1 μg retinol equivalent/day (693.3 ± 563.2 μg retinol activity equivalent/day), 182.6 ± 149.5 μg/ day and 5443.3 ± 6365.5 μg/day, respectively. Only 9.4% of the subjects consumed less than the Korean Estimated Average Requirement for vitamin A. The mean vitamin E intake was 6.03 ± 2.54 mg α-tocopherol equivalent/ day. The α-tocopherol and γ-tocopherol intakes were 4.83 ± 2.03 and 5.57 ± 3.41 mg/day, respectively. Most of the subjects (93.8%) consumed less than the Korean Adequate Intake for vitamin E. The major food sources of vitamin A were sweet potato, carrot, red pepper powder, spinach, and citrus fruit, and the top 30 foods provided 91.5% of total Plant foods provided 81.0% and animalderived foods 10.5% of the vitamin A intake from the top 30 foods. The major food sources of vitamin E were soybean oil, red pepper powder, Ramyeon (cup noodles), spinach, and egg. The top 30 foods provided 78.0% of total vitamin E intake. Plant foods provided 61.3% and animal-derived foods 15.9% of the vitamin E intake from the top 30 foods. In conclusion, the vitamin A intake of the Korean adults in this study was ge-nerally adequate, but the vitamin E intake of many subjects was inadequate. Therefore, nutritional education may be of benefit to Korean adults to increase their vitamin E intake. (*Korean J Nutr* 2010; 43 (6): 628~637)

KEY WORDS: vitamin A intake, vitamin E intake, carotenoids, tocopherols, food sources.

서 론

비타민 A와 E는 체내에서 항산화역할을 한다고 알려져 있다.[1] 비타민 A와 카로티노이드는 조직 내 지방산의 산화나 과산화물의 형성을 막아 세포와 세포막 사이의 유리기의 연쇄반응을 차단시켜 세포막을 보호한다. 또한 토코페롤은 세포막에 존재하면서 산소 또는 산소를 함유하고 있는 활성물질로부터 산화되기 쉬운 불포화지방산을 대신해 먼저 산화되어 생체막을 보호해주는 역할을 한다.[2] 따라서 비타민 A와 E 섭취량과 함께 각각의 카로티노이드와 토코페롤의 섭취현황 및 급원식품을 파악하는 것이 이 영양소들의 섭취와 건강사이의 관계를 파악하는데 중요할 수 있다. 2005년 비타민 A와 E의 영양섭취기준 제정 시 우리나라 성인을 대상으로 한 비타민 A와 E의 섭취량 및 영양상태 조사가 충분히 이루어지지 않아 외국의 식습관을 바탕으로 한 외국의 연구 조사 보고를 기준하였다.[3] 또한 국내의 여러 연구들이[4-7] 비타민 A와 E 섭취량에 대해 보고하고 있지만 베타-카로틴을 제외하고 성인을 대상으로 한 비타민 A 전구체 카로티노이드의 섭취량과 토코페롤의 섭취를 구체적으로 제시하는 연구는 거의 없는 실정이다.

2001년 미국/캐나다 영양섭취기준은 기존의 레티놀 당량(retinol equivalent, μg RE) 보다 비타민 A 전구체 카로티노이드의 비타민 A로의 생체전환율이 기존보다 1/2 낮다고 보고 새로운 단위인 레티놀 활성당량 (retinol activity equivalent, μg RAE)을 사용하였다.[8] 그러나 우리나라 사람들의 비타민 A 섭취는 식물성 식품에서 근원한 카로티

접수일 : 2010년 10월 21일 / 수정일 : 2010년 11월 9일
채택일 : 2010년 11월 12일
*This study was supported by the grant of the 2009 research fund of National Research Foundation of Korea (20090066-047).
§To whom correspondence should be addressed.
E-mail: yunokcho@duksung.ac.kr

© 2010 The Korean Nutrition Society

노이드 섭취에 의존적이고, 우리나라 사람들을 대상으로 한 카로티노이드의 생체전환율에 대한 연구가 없어 μg RE를 사용하고 있다.[3] 우리나라 사람들과 같이 비타민 A 전구체로 대부분의 비타민 A를 섭취하는 경우, 사용하는 단위에 따라 비타민 A 섭취량에 큰 차이를 보일 수 있으며 비타민 A 섭취량이 충분하다고 조사되는 오류를 범할 수 있다. 그러므로 현재 비타민 A 섭취량 조사 시, 두 가지 단위 (μg RE와 μg RAE)로 계산하여 비교하는 것이 필요하며, 각기 다른 단위로 계산된 비타민 A 급원식품과의 차이를 보는 과정이 필요하다.

현재 한국인 영양섭취기준에서는 비타민 E의 단위로 비타민 E 활성당량 (α-tocopherol equivalent, α-TE)을 사용하고 있으며, 우리나라를 포함한 대부분의 국가에서도 α-TE 개념을 사용하고 있다.[3] 1 α-TE란 1 mg의 천연 RRR-α-tocopherol (d-α-tocopherol)이 갖은 활성을 말한다. 그러나 미국/캐나다 영양섭취기준은 모든 토코페롤과 토코트리에놀이 체내에서 흡수되지만 토코페롤 결합단백질 (α-tocopherol transfer protein)이 알파-토코페롤하고만 결합하므로 여러 토코페롤과 토코트리에놀 중 알파-토코페롤만이 비타민 E의 고유기능이 있는 것으로 간주해 영양섭취기준 책정에 고려하였다.[9] 농촌진흥청에서 2006년 7차 개정한 식품성분표에는 비타민 E의 함량을 α-TE만으로 제공하고 있어[10] 알파-토코페롤을 포함한 각기 다른 토코페롤의 섭취량을 파악하는데 제한점이 있다.

따라서 본 연구는 한국 성인 (20~59세)을 대상으로 식사 중에 가장 많이 함유되어 있다고 알려져 있는 대표 카로티노이드 6가지 베타-카로틴, 알파-카로틴, 베타-크립토잔틴 (β-cryptoxanthin), 리코펜 (lycopene), 루테인 (lutein)/제아잔틴 (zeaxanthin)과[8] 4가지 토코페롤, 알파-토코페롤, 베타-토코페롤, 감마-토코페롤, 델타-토코페롤의 섭취량을 포함한 비타민 A와 E의 섭취현황 및 급원식품을 파악하고, 이를 통해 한국인 영양섭취기준 개정을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

조사대상자 및 연구방법

조사대상자

본 연구는 2009년 6월부터 2010년 1월에 걸쳐 서울 및 경기지역에 거주하는 20세 이상 59세 이하의 건강한 성인을 대상자로 선정하였다. 본 연구의 내용 및 조사방법은 덕성여자대학교 생명윤리심의위원회의 심의를 통과하였으며, 본 연구에 참여하겠다는 서면동의서에 자필 서명을 한 192명 (남자 90명, 여자 102명)을 대상으로 실시하였다.

조사 내용 및 방법

신체계측

신체계측은 가벼운 옷차림 상태에서 맨발로 직립자세를 취하게 하고 조사대상자의 신장과 체중을 측정하였으며, 측정된 신장과 체중을 이용하여 body mass index (BMI)를 계산하였다. World Health Organization (WHO)의 아시아인을 위한 비만 판정 기준에 따라 BMI가 18.5 kg/m^2 미만이면 저체중 (Underweight), 18.5~22.9 kg/m^{2}이면 정상 (Normal range), 23~24.9 kg/m^{2}이면 과체중 (Overweight: At risk), 25~29.9 kg/m^{2}이면 비만 (Obese I), 30 kg/m^2 이상이면 고도비만 (Obese II)으로 분류하였다.[11]

식이섭취량 및 비타민 A와 E의 급원식품 조사

식이섭취 조사는 훈련된 조사원이 식품모형을 이용하여 24시간 회상법으로 조사대상자의 주중 2일과 주말 1일을 포함하는 연속된 3일 동안 섭취한 모든 식사 및 간식을 기록하였으며, 식이섭취 조사 결과는 한국인 영양섭취기준의 식품영양가표의 database에 근거한 CAN-Pro program (computer aided nutrient analysis program, 한국영양학회)에 입력하여 열량, 단백질, 지방, 탄수화물, 비타민, 무기질 등의 영양소 섭취량을 산출하였다. 카로티노이드와 토코페롤 함량은 "채소, 과일, 두류의 항산화 영양소 함량"에[12] 보고된 카로티노이드와 토코페롤 값을 사용하였으며 여기에 포함되어 있지 않은 식품의 함량은 여러 연구들이[13,14] 발표한 카로티노이드와 토코페롤 함량과 United States Department of Agriculture Food database를[15] 이용하여 CAN-Pro program에 입력한 후 섭취한 식품들의 6가지 카로티노이드 (베타-카로틴, 알파-카로틴, 베타-크립토잔틴, 리코펜, 루테인/제아잔틴)와 4가지 토코페롤 (알파-토코페롤, 베타-토코페롤, 감마-토코페롤, 델타-토코페롤)을 분석하였다. 조사대상자의 1일 비타민 A 섭취량은 단위 μg RE와 μg RAE로 계산하였다 (μg RE = μg retinol + μg β-carotene/6 + μg α-carotene/12 + μg β-cryptoxanthin/12, μg RAE = μg retinol + μg β-carotene/ 12 + μg α-carotene/24 + μg β-cryptoxanthin/24). 조사대상자의 μg RE로 계산된 비타민 A 섭취량은 한국인 영양섭취기준과 μg RAE는 미국/캐나다 영양섭취기준의 평균필요량 (Estimated Average Requirement), 권장섭취량 (Recommended Intake) 및 상한섭취량 (Tolerable Upper Intake Level)과 비교하였다. 비타민 E 섭취량 mg α-TE는 mg α-tocopherol/0.8로 계산하였고,[9] mg α-TE로 계산된 비타민 E 섭취량은 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량 (Adequate Intake)과, 상한섭취량으로 비교하였다. 알파-

토코페롤만을 고려한 비타민 E 섭취량은 미국/캐나다 영양섭취기준의 평균필요량, 권장섭취량 및 상한섭취량과 비교하였다.

비타민 A와 E (알파-토코페롤)의 급원식품 조사는 모든 조사대상자들이 섭취한 식품을 영양소별로 나누어 식품 중에 차지하고 있는 비타민 A와 E의 비율을 구하였다. 섭취한 조사 결과를 토대로 비타민 A와 E의 주요 급원식품을 30위까지 도출하였다.

자료 처리 및 분석

모든 자료의 통계처리는 SAS 통계 프로그램 (version 9.1.3)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 키, 체중, BMI, 영양소 섭취량 및 비타민 A와 E 섭취량의 성별의 차이는 student t-test로 분석하여 유의성을 검증하였다.

결 과

조사대상자의 일반적 특성

본 연구는 2009년 6월부터 2010년 1월에 걸쳐 서울 및 경기지역에서 20~59세 성인 남녀 총 192명 (남자 90명, 여자 102명)이 참여하였다. 대상자의 평균 나이는 40.2 ± 12.1세였으며, 신장과 체중에 따른 평균 BMI는 23.1 ± 2.8 kg/m^{2}로 조사되었다. 성별에 따른 연령의 유의적 차이는 없었으나 ($p > 0.05$), 신장과 체중, BMI는 남자가 유의적으로 높게 조사되었다 ($p < 0.001$). 위의 결과는 Table 1에 제시하였다.

BMI 분류에 따른 분포는 Fig. 1에 제시하였다. 대상자의 46.4%가 정상체중이었으나, 저체중 2.1%, 과체중 25.0%, 비만 25.5%, 고도비만 1.0%로 조사되었다.

영양소 섭취량 조사

Table 2는 조사대상자의 에너지 및 3대 영양소, 비타민, 무기질의 섭취량을 제시하였다. 평균 에너지 섭취량은 남자 2206.8 ± 438.9 kcal/일, 여자 1667.3 ± 251.7 kcal/일로 조사되었다. 단백질 평균섭취량은 남자 94.5 ± 33.3 g/일, 여자 70.2 ± 15.1 g/일이었으며, 평균 지방 섭취량의 경우 남자 60.9 ± 21.2 g/일, 여자 50.0 ± 12.8 g/일이었다. 평균 탄수화물 섭취량은 남자 295.5 ± 58.0 g/일, 여자 232.6 ± 50.6 g/일이었다. 남녀 평균 3대 영양소 구성비율은 탄수화물 59.6%, 단백질 14.6%, 지방 25.8%로 조사되었다. 비타민 C를 제외하고 Table 2에 제시한 영양소들의 섭취량에 있어 남자가 유의적으로 높게 섭취하였다 ($p < 0.001$).

비타민 A 섭취량 조사

Table 3은 조사대상자의 레티놀 및 카로티노이드와 비타민 A 섭취량을 제시하였다. 조사대상자의 평균 레티놀 섭취량은 182.6 ± 149.5 μg/일, 베타-카로틴은 5443.3 ± 6365.5 μg/일로 조사되었다. 평균 비타민 A 섭취량은 1240.1 ± 1101.1 μg RE/일 또는 693.3 ± 563.2 μg RAE/일이었으며, 비타민 A 전구체 카로티노이드 섭취량은 1021.5 ± 1096.0 μg RE/일 또는 510.7 ± 548.0 μg RAE/일로 조사되었다. 알파-카로틴 섭취량은 남자가 유의적으로 높았으며 ($p < 0.05$), 레티놀 및 나머지 카로티노이드와 비타민 A 섭취량은 남녀 간에 유의적 차이가 발견되지 않았다.

Fig. 2는 조사대상자의 비타민 A 섭취량을 영양섭취기준과 비교하여 제시하였다. 한국인 영양섭취기준과 비교하였을 때, 평균필요량 미만으로 섭취한 대상자는 9.4%, 권장섭취량 미만으로 섭취한 대상자는 30.7%, 상한섭취량 초과로 섭취한 대상자는 5.2%로 조사되었다. 미국/캐나다 영양

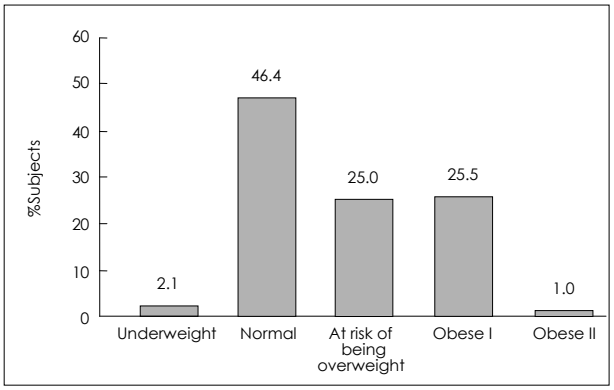

Fig. 1. Distribution of the subjects by the World Health Organization BMI cut-offs for Asians.

Table 1. General characteristics of the subjects by gender[1)]

	Male (n = 90)	Female (n = 102)	All subjects (n = 192)
Age (yrs)	40.9 ± 12.7	39.6 ± 11.5	40.2 ± 12.1
Height (cm)***	172.4 ± 5.2	160.1 ± 4.4	165.9 ± 7.8
Weight (kg)***	70.7 ± 8.5	57.7 ± 7.4	63.8 ± 10.3
BMI[2)] (kg/m^2)**	23.8 ± 2.5	22.5 ± 2.9	23.1 ± 2.8

1) Values are means ± standard deviations. The significant difference was observed by gender 2) Body mass index
**: $p < 0.01$ and ***: $p < 0.001$

섭취기준과 비교하였을 때, 대상자의 47.7%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었으며, 권장섭취량 미만은 77.1%, 상한섭취량 초과는 2.1%로 조사되었다.

비타민 A 주요 급원식품 조사

조사대상자의 식이섭취 중에서 단위 μg RE로 계산된 비타민 A의 30가지 주요 급원식품을 Table 4에 제시하였다. 고구마가 전체 비타민 A 섭취량의 23.30%를 제공하여 가장 높은 부분을 차지하였으며, 다음으로는 당근 (12.03%), 고춧가루 (10.84%), 시금치 (8.30%), 귤 (4.10%) 등의 순이었다. 주요 급원식품 중 상위 5가지가 모두 식물성 식품이었으며, 전체 비타민 A 섭취량에서 주요 급원식품 30순위가 차지하는 비율은 91.47%였다. 주요 급원식품 30순위 중에 동물성 식품은 총 8가지로 비타민 A 섭취량의 10.42%에 해당하였다. 비타민 A 섭취량을 단위 μg RAE로 계산하여 급원식품을 도출하였을 경우, 주요 급원식품으로는 고구마, 당근, 고춧가루, 시금치, 장어 등의 순으로 급원식품 항목들 간에 2~5순위 정도의 변동이 있었으나 큰 차이는 없었다.

Table 2. Selected nutrient intakes of the subjects by gender[1)]

	Male (n = 90)	Female (n = 102)	All subjects (n = 192)
Energy (kcal/day)***	2206.8 ± 438.9	1667.3 ± 251.7	1920.2 ± 442.8
Protein (g/day)***	94.5 ± 33.3	70.2 ± 15.1	81.6 ± 28.0
Fat (g/day)***	60.9 ± 21.2	50.0 ± 12.8	55.1 ± 18.0
Carbohydrate (g/day)***	295.5 ± 58.0	232.6 ± 50.6	262.1 ± 62.6
Cholesterol (mg/day)***	353.4 ± 193.1	242.5 ± 133.1	294.5 ± 172.7
Calcium (mg/day)***	595.7 ± 188.6	483.0 ± 167.2	535.8 ± 185.8
Phosphorus (mg/day)***	1223.5 ± 248.9	961.3 ± 210.0	1084.2 ± 263.5
Iron (mg/day)***	16.59 ± 8.74	12.36 ± 3.34	14.34 ± 6.78
Sodium (mg/day)***	5450.0 ± 1401.8	4051.3 ± 988.6	4707.0 ± 1386.5
Potassium (mg/day)***	3240.4 ± 801.6	2752.5 ± 904.4	2981.2 ± 889.7
Zinc (mg/day)***	11.87 ± 6.51	8.28 ± 2.39	9.96 ± 5.10
Vitamin B_1 (mg/day)***	1.45 ± 0.46	1.19 ± 0.37	1.31 ± 0.43
Vitamin B_2 (mg/day)***	1.32 ± 0.37	1.06 ± 0.26	1.18 ± 0.34
Vitamin B_6 (mg/day)***	2.41 ± 0.53	1.96 ± 0.49	2.17 ± 0.56
Niacin (mg NE[2)]/day)***	20.66 ± 5.33	16.19 ± 4.16	18.28 ± 5.23
Folate (μg DFE[3)]/day)***	1334.8 ± 681.0	958.6 ± 468.1	1135.0 ± 606.1
Vitamin C (mg/day)	145.6 ± 94.9	130.7 ± 114.6	137.7 ± 105.8

1) Values are means ± standard deviations. The significant difference was observed by gender 2) mg niacin equi-valent 3) μg dietary folate equivalent
***: $p<0.001$

Table 3. Retinol, carotenoids, and vitamin A intakes of the subjects by gender[1)]

	Male (n = 90)	Female (n = 102)	All subjects (n = 192)
Retinol and carotenoids intakes			
Retinol (μg /day)	200.7 ± 155.8	166.6 ± 142.6	182.6 ± 149.5
α-Carotene (μg /day)*	585.3 ± 400.5	469.4 ± 324.5	523.7 ± 365.8
β-Carotene (μg /day)	5852.7 ± 6744.6	5082.1 ± 6021.6	5443.3 ± 6365.5
β-Cryptoxanthin (μg /day)	976.3 ± 1002.7	734.0 ± 988.4	847.6 ± 999.9
Lutein/Zeaxanthin (μg /day)	3420.9 ± 2493.2	2970.9 ± 2571.6	3181.9 ± 2538.5
Lycopene (μg /day)	2313.9 ± 4417.1	3644.3 ± 6481.4	3020.7 ± 5634.6
Provitamin A intakes			
Provitamin A (μg RE/day)	1105.6 ± 1151.4	942.3 ± 1044.7	1021.5 ± 1096.0
Provitamin A (μg RAE/day)	552.8 ± 575.7	473.7 ± 522.3	510.7 ± 548.0
Vitamin A intakes			
Vitamin A (μg RE[2)]/day)	1306.3 ± 1158.9	1113.9 ± 1044.9	1240.1 ± 1101.1
Vitamin A (μg RAE[3)]/day)	753.5 ± 593.5	640.2 ± 532.3	693.3 ± 563.2

1) Values are means ± standard deviations. The significant difference was observed by gender 2) μg retinol equivalent 3) μg retinol activity equivalent
*: $p<0.05$

비타민 E 섭취량 조사

Table 5는 조사대상자의 토코페롤 및 비타민 E 섭취량을 제시하였다. 평균 알파-토코페롤 섭취량은 4.83 ± 2.03 mg/일, 감마-토코페롤은 5.57 ± 3.41 mg/일로 조사되었다. 남자의 알파-토코페롤 섭취량은 여자에 비해 유의적으로 높았으나 ($p < 0.05$), 나머지 베타, 감마, 델타-토코페롤 섭취량은 성별의 유의적 차이가 발견되지 않았다. 평균 비타민 E 섭취량은 6.03 ± 2.54 mg α-TE/일로 남자의 비타민 E 섭취량이 유의적으로 높았다 ($p<0.01$).

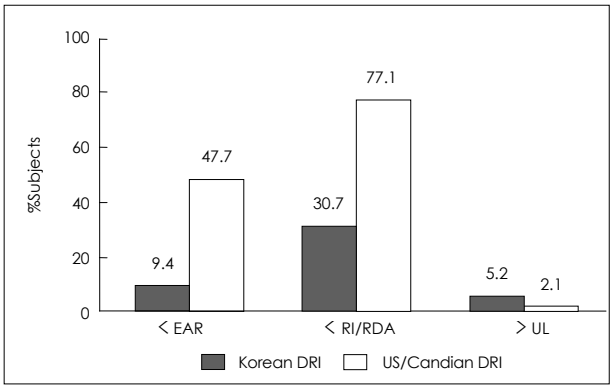

Fig. 2. Percentages of Korean adults consuming vitamin A < Korean Dietary Reference Intakes (DRI) and < US/Canadian DRI. Estimated Average Requirement, EAR: Recommended Intakes, RI: Recommended Dietary Allowance, RDA: and Tolerable Upper Intake Level, UL.

Fig. 3은 조사대상자의 비타민 E 섭취량을 영양섭취기준과 비교하여 제시하였다. 조사대상자의 평균 비타민 E 값은 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량 (10 mg α-TE/일)에 훨씬 미치지 못하였으며, 충분섭취량 미만으로 섭취한 대상자는 93.8%였다. 미국/캐나다의 영양섭취기준과 비교 시, 대상자의 96.9%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었다. 본 연구 대상자 중 상한 섭취량을 초과하여 섭취한 대상자는 없었다.

Table 4. Major dietary sources of vitamin A (μg retinol equivalent) consumed by the subjects[1)]

Rank	Description	Percent of total vitamin A	Cumulative percent of vitamin A
1	Sweet potato	23.30	23.30
2	Carrot	12.03	35.33
3	Red pepper, powder	10.84	46.17
4	Spinach, boiled	8.30	54.47
5	Citrus fruit, raw	4.10	58.57
6	Lettuce, raw	4.07	62.64
7	Young pumpkin	3.57	66.21
8	Eel, raw	2.63	68.84
9	Hen's egg, whole egg, raw	2.59	71.43
10	Kimchi, Korean Chinese cabbage, raw	2.33	73.76
11	Persimmon, raw	2.29	76.05
12	Perilla, leaves	2.03	78.08
13	Cow's milk, whole milk	1.69	79.77
14	Watermelon, raw	1.20	80.97
15	Red pepper, all varieties	1.16	82.13
16	Skipjack tuna, raw	1.07	83.20
17	Welsh onion, all varieties	1.00	84.20
18	Pizza, all varieties	0.72	84.92
19	Coffee creamer, powder	0.70	85.62
20	Cream bread	0.69	86.31
21	Mackerel	0.68	86.99
22	Tomato, raw	0.67	87.66
23	Loach, raw	0.66	88.32
24	Chinese chive	0.56	88.88
25	Cabbage	0.47	89.35
26	Peach, raw	0.46	89.81
27	Sweet pepper, all varieties	0.46	90.27
28	Ice cream, all varieties	0.40	90.67
29	Melon, raw	0.40	91.07
30	Kimchi, Yeol Mu	0.40	91.47

Table 5. Retinol, carotenoids, and vitamin A intakes of the subjects by gender[1)]

	Male (n = 90)	Female (n = 102)	All subjects (n = 192)
Tocopherols			
α-Tocopherol (mg/day)*	5.30 ± 2.28	4.41 ± 1.68	4.83 ± 2.03
β-Tocopherol (mg/day)	0.12 ± 0.08	0.12 ± 0.07	0.12 ± 0.08
γ-Tocopherol (mg/day)	6.08 ± 3.98	5.13 ± 2.74	5.57 ± 3.41
δ-Tocopherol (mg/day)	1.83 ± 1.22	1.47 ± 0.85	1.64 ± 1.05
Vitamin E intakes			
Vitamin E (mg a-TE[2)]/day)**	6.62 ± 2.86	5.52 ± 2.10	6.03 ± 2.54

1) Values are means ± standard deviations. The significant difference was observed by gender 2) mg a-tocopherol equivalent
*: $p<0.05$ and **: $p<0.01$

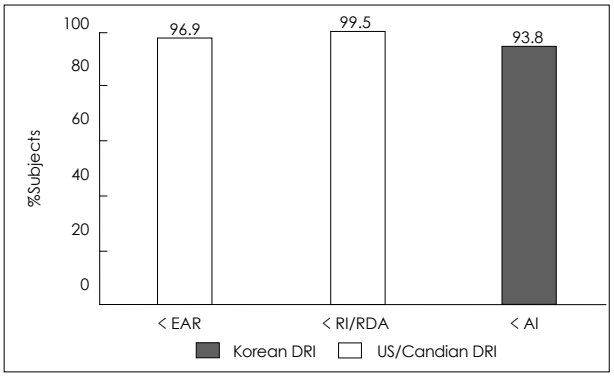

Fig. 3. Percentages of Korean adults consuming vitamin E < Korean Dietary Reference Intakes (DRI) and < US/Canadian DRI. Estimated Average Requirement, EAR: Recommended Intakes, RI; Recommended Dietary Allowance, RDA: and Adequate Intake, AI. None of the subjects consumed vitamin E > Tolerable Upper Intake Level in Korean DRI and US/Canadian DRI.

비타민 E 주요 급원식품 조사

우리나라를 포함한 대부분의 나라에서는 비타민 E의 단위로 α-TE를 사용하고 있지만 미국/캐나다에서는 오직 알파-토코페롤만이 비타민 E의 기능을 인정하여 비타민 E의 단위로 알파-토코페롤을 사용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 실질적인 알파-토코페롤의 급원식품이 무엇인지 파악하기 위해 알파-토코페롤만을 고려하여 비타민 E의 주요 급원식품을 조사하였다. Table 6은 조사대상자의 식이섭취 중에서 알파-토코페롤의 30가지 주요 급원식품을 제시하였다. 대두유가 전체 알파-토코페롤 섭취량의 11.10%를 제공하여 가장 높은 부분을 차지하였으며, 다음으로는 고춧가루 (11.04%), 라면 (5.43%), 시금치 (4.76%), 달걀 (4.41%) 등의 순이었다. 전체 알파-토코페롤 섭취량에서 주요 급원식품 30순위가 차지하는 비율은 77.96%였으며, 주요 급원식품 30순위 중 동물성 식품은 총 9가지로 비타민 E 섭취량의 15.93%에 해당하였다.

고 찰

본 연구는 우리나라 20~59세 성인 남녀 192명을 대상으로 카로티노이드를 포함한 비타민 A와 토코페롤을 포함한 비타민 E의 섭취현황 및 급원식품에 대하여 알아보았다. 본 연구에서 평균 BMI 값은 남자 23.8 kg/m^2, 여자 22.5 kg/m^{2}로 WHO 아시아인을 위한 비만 판정 기준치와[11)] 비교하면 남자의 평균 BMI 값은 과체중 범위에 해당하였다. 보건복지부에서 시행한 2008년 국민건강영양조사의 19~59세 성인 남녀 (n = 4707)의 비만율은 남자 31.0~41.1%, 여자 14.1~35.3%로[16)] 본 연구의 비만율 (남자 35.6%, 여자 18.6%)과 비교해 볼 때, 남자의 비만율은 비슷한 수준이었으나 여자의 비만율은 낮은 편이었다. 일본의 20~ 82세 성인 남녀 (n = 302)의 비만율은 남자 41.5%, 여자 43.7%로[17)] 본 연구의 비만율이 일본의 비만율에 비해 낮은 수준이었다. 본 연구에서 조사대상자들의 1일 섭취량을 조사한 결과, 평균 에너지 섭취량은 남자 2206.8 kcal/일, 여자 1667.3 kcal/일로 에너지 필요추정량의 75% 미만으로 섭취한 대상자는 남자 20.0%, 여자 22.5%로 조사되었다. 2008년 국민건강영양조사에서 19~64세 성인 남녀의 평균 에너지 섭취량을 조사한 결과, 에너지 필요추정량의 75% 미만으로 섭취한 대상자는 남자 25.7~42.5%, 여자 38.5~56.5%로[16)] 본 연구의 결과가 더 낮은 것으로 조사되었다.

미국/캐나다 영양섭취기준에서는 비타민 A 전구체 카로티노이드의 비타민 A로의 생체전환율을 새로운 단위인 μg RAE를 사용하여 12 μg 베타-카로틴, 24 μg 알파-카로틴, 24 μg 베타-크립토잔틴을 각 1 μg RAE로 하고 있다.[8)] 그러나 2005년 제정 한국인 영양섭취기준은 기존 단위인 μg RE를 사용하여 6 μg 베타-카로틴, 12 μg 알파-카로틴, 12 μg 베타-크립토잔틴을 각 1 μg RE로 하였다.[3)]

본 연구에서 조사대상자들의 평균 비타민 A 섭취량은 남자 1306.3 μg RE/일, 여자 1113.9 μg RE/일로 한국인 영양섭취기준의 비타민 A 평균필요량인 남자 500~540 μgRE/일, 여자 430~460 μg RE/일을 만족시키는 것으로 조사되었다. 2008년 국민건강영양조사에서는 19~64세 성인 남녀 (n = 4816)의 평균 비타민 A 섭취량을 조사한 결

Table 6. Major dietary sources of vitamin E (mg a-tocopherol) consumed by the subjects

Rank	Description	Percent of total vitamin E	Cumulative percent of vitamin E
1	Soybean oil	11.10	11.10
2	Red pepper, powder	11.04	22.14
3	Ra Myeon, cooked, with seasoning	5.43	27.57
4	Spinach, boiled	4.76	32.33
5	Hen's egg, whole egg, raw	4.41	36.74
6	Citrus fruit, raw	3.41	40.15
7	Persimmon, raw	2.61	42.76
8	Sweet potato	2.59	45.35
9	Almond, roasted and salted	2.43	47.78
10	Pizza, all varieties	2.43	50.21
11	Udong, cooked	2.38	52.59
12	Mayonnaise, whole egg	2.20	54.79
13	Peach, raw	2.15	56.94
14	Beef, meat	1.87	58.81
15	Curry source, powder	1.85	60.66
16	Cream bread	1.81	62.47
17	Red pepper, all varieties	1.66	64.13
18	Pork, meat	1.58	65.71
19	Chicken, meat	1.39	67.10
20	Welsh onion, all varieties	1.35	68.45
21	Young pumpkin, raw	1.28	69.73
22	Common squid	1.23	70.96
23	Carrot	1.18	72.14
24	Sesame oil	1.08	73.22
25	Tomato, raw	1.07	74.29
26	Sweet pepper, all varieties	0.77	75.06
27	Doughnuts, all varieties	0.75	75.81
28	Shrimp, all varieties	0.73	76.54
29	Cow's milk, whole milk	0.71	77.25
30	Wheat flour	0.71	77.96

과 남자 827.1~941.2 μg RE/일, 여자 646.2~746.6 μg RE/일로[16] 위의 결과에 비해 본 연구의 평균 비타민 A 섭취량이 높은 수준이었다. 일본의 24~67세 (n = 53) 평균 비타민 A 섭취량은 남자 1276.5 μg RE/일, 여자 1074.0 μg RE/일로[18] 본 연구의 평균 비타민 A 섭취량과 비슷하였다. 또한 영국의 20~70세 (n = 36) 평균 베타-카로틴 섭취량은 1254 μg/일이었고, 평균 레티놀 섭취량은 581 μg/일로[19] 본 연구의 평균 베타-카로틴 섭취량은 영국 성인에 비해 4배 수준이었고, 평균 레티놀 섭취량은 1/3 수준으로 섭취하고 있었다.

집단 내의 부적절한 섭취자를 평가하는 데 사용되는 평균필요량과 본 연구의 비타민 A 섭취량을 비교한 결과, 한국인 영양섭취기준의 평균필요량 (남자 500~540 μg RE/일, 여자 430~460 μg RE/일) 미만으로 섭취한 대상자는 9.4%, 상한섭취량인 3,000 μg RE/일 초과로 섭취한 대상자는 5.2%였다. 단위 μg RAE로 비타민 A 섭취량을 계산하여, 미국/캐나다 영양섭취기준의 평균필요량인 남자 625 μg RAE/일, 여자 500 μg RAE/일 미만으로 섭취한 대상자는 47.4%, 권장섭취량 미만으로 섭취한 대상자는 77.1%, 상한섭취량 초과는 2.1%로 조사되었다. 미국의 19~70세 (n = 1988) 비타민 A 섭취량 조사에서는 평균필요량 미만으로 섭취하는 대상자는 55~59%로[20] 본 연구의 평균섭취량 미만으로 섭취하는 대상자가 미국보다 낮은 수준으로 조사되었다.

조사대상자들의 비타민 A 주요 급원식품을 조사한 결과 고구마, 당근, 고춧가루, 시금치, 귤, 상추, 애호박, 장어, 달걀, 배추김치 등의 순으로 조사되었다. Oh 등이[21] 발표한 성인 (n = 72)의 비타민 A 주요 급원식품 30순위와 본 연구의 비타민 A 주요 급원식품 30순위에 공통으로 포함된 식품 항목으로는 당근, 고춧가루, 시금치, 상추, 장어, 달걀, 배

추김치, 들깻잎, 우유, 고추 등 22가지로 본 연구와 비교하였을 때, 비타민 A의 주요 급원식품 항목은 크게 변화가 없음을 알 수 있었다. 본 연구의 비타민 A 주요급원 식품을 1998년 국민건강영양조사와[22] Oh 등의[21] 연구의 비타민 A 주요 급원식품과 비교해 보았을 때, 세 연구에서 공통으로 포함된 식품항목으로는 당근, 고춧가루, 시금치, 배추김치, 달걀, 우유, 고추, 파, 상추, 장어, 귤, 부추로 나타났다. 세 연구의 비타민 A 주요 급원식품 30순위에 포함하는 식품 항목들 간에 다소 차이가 있는 이유는 조사 시점의 계절적인 차이와 조사대상자의 수, 조사 연도의 차이로 사료된다. 본 연구의 비타민 A 주요 급원식품 30순위 중에서 식물성 식품이 차지하는 비율은 81.0%였고, 동물성 식품은 10.5%였다. Oh 등의[21] 연구에서 비타민 A 주요 급원식품 30순위 중 식물성 식품이 차지하는 비율은 73.8%로 본 연구와 비슷한 수준이었다. 또한 1998년 국민건강영양조사의 비타민 A 주요 급원식품 30순위에 포함하는 식품 중에서 식물성 식품이 차지하는 비율은 77.4%로 본 연구 결과와 비슷한 수준이었다.[22] 따라서 우리나라 사람들이 비타민 A 섭취의 약 80%를 식물성 식품에 의존하고 있었으며, 식물성 식품으로부터 섭취하는 베타-카로틴을 포함한 다양한 비타민 A의 전구체들이 체내에서 레티놀로 전환되었을 것으로 사료된다. 실제 본 연구에서 대상자들의 비타민 A 섭취량을 단위 μg RE로 계산하면 남녀 평균 1240.1 μg RE/일, 단위 μg RAE로 계산하였을 경우 693.3 μg RAE/일이었다. 따라서 비타민 A 섭취량 계산에 있어 비타민 A 전구체인 카로티노이드의 전환율을 어떤 것을 선택하느냐에 따라 비타민 A 섭취량에 상당한 차이를 보이며, 앞으로 비타민 A 섭취량 조사에 있어서 우리나라와 같이 대부분의 비타민 A를 식물성 식품으로 섭취하는 경우 비타민 A 전구체 카로티노이드의 전환율이 중요한 요소가 될 것으로 사료된다.

비타민 E 영양섭취기준 제정 시 한국인의 비타민 E 영양섭취기준 설정을 위한 대규모 섭취 조사와 영양상태 평가 자료가 부족하여 충분섭취량을 제정하였으며, 우리나라를 포함한 대부분의 나라에서는 비타민 E의 단위로 비타민 E 활성당량 α-TE를 사용하고 있다.[3] 비타민 E 활성당량을 계산할 때, 베타-토코페롤은 0.6을 감마-토코페롤은 0.1, 알파-토코트리에놀은 0.3, 합성 토코페롤인 all-rac-α-tocopherol (dl-α-tocopherol)은 0.74를 곱해주면 된다.[9] 그러나 미국/캐나다 영양섭취기준에서는 알파-토코페롤만이 비타민 E의 고유기능이 있는 것으로 간주해 알파-토코페롤만을 영양섭취기준 책정에 고려하였으며 비타민 E의 단위로 알파-토코페롤을 사용하고 있다.[9]

본 연구의 평균 비타민 E 섭취량은 남자 6.62 mg α-TE/일, 여자 5.52 mg α-TE/일로 조사되어 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량인 10 mg α-TE/일에 비해 낮은 수준이었다. 또한 평균 알파-토코페롤 섭취량은 남자 5.30 mg/일, 여자 4.41 mg/일이었다. 감마-토코페롤은 남자 6.08 mg/일, 여자 5.13 mg/일로 알파-토코페롤 보다 더 높게 섭취하였다. 2007년 국민건강영양조사 결과 재분석의 연구에서 20~64세 성인의 평균 비타민 E 섭취량은 남자 9.5~13.9 mg α-TE/일, 여자 6.6~10.7 mg α-TE/일로[23] 본 연구와 비교하였을 때, 비타민 E 섭취량은 비교적 높은 섭취 수준이었지만 여자의 비타민 E 평균 섭취량은 여전히 한국인 영양섭취기준에 비해 낮았다. 일본의 24~67세 성인 (n = 53)의 비타민 E 섭취량을 조사한 결과 남자의 평균 비타민 E 섭취량은 26.3 mg α-TE/일, 여자 27.7 mg α-TE/일로[18] 본 연구의 비타민 E 섭취량에 비해 높았다. 미국의 NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) 2001~2002에 의하면 19~50세 (n = 2337) 중에서 남자의 평균 알파-토코페롤 섭취량은 7.2 mg/일, 여자 6.1 mg/일로 조사되었다.[24] 이는 본 연구의 남녀 평균 알파-토코페롤 섭취량 (남자 5.30 mg/일, 여자 4.41 mg/일)보다 높았지만, 미국/캐나다 영양섭취기준의 평균필요량인 12 mg/일에 비해 낮았다.

본 연구의 남녀 평균 비타민 E 섭취량 (6.03 mg α-TE/일)을 한국인 영양섭취기준과 비교하였을 때, 충분섭취량에 크게 미치지 못하였으며, 충분섭취량 미만으로 섭취한 대상자는 93.8%였고, 미국/캐나다 영양섭취기준과 비교하였을 때, 평균필요량 미만으로 섭취한 대상자는 96.9%, 권장섭취량 미만은 99.5%로 조사되었다. 미국 NHANES 2001~2002에서 보고한 알파-토코페롤의 평균필요량 미만 섭취대상자는 남자 88.8%, 여자 93.2%였다.[24] 조사대상자 대부분의 비타민 E 섭취량은 한국인 영양섭취기준의 충분섭취량에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 비타민 E의 기능인 성인병 예방과 항산화 기능 등의 홍보와 비타민 E의 주요 급원식품을 권장하여 비타민 E의 섭취증가를 위한 노력이 필요하다고 사료된다.

우리나라에서 발표된 대부분의 선행 연구들은 비타민 E의 단위로 α-TE를 사용하였다. 하지만 미국/캐나다에서는 알파-토코페롤만이 비타민 E의 기능을 한다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 실질적인 알파-토코페롤의 급원식품이 무엇인지 파악하기 위해 알파-토코페롤만을 고려하여 비타민 E의 주요 급원식품을 조사하였다. 비타민 E의 주요 급원식품을 조사한 결과 대두유, 고춧가루, 라면, 시금치, 달걀, 귤, 감, 고구마, 아몬드, 피자 등의 순으로 조사

되었다. Oh 등의[21] 연구에서 비타민 E 주요 급원식품 30순위와 본 연구의 주요 급원식품 30순위에 공통으로 포함된 식품항목으로는 대두유, 고춧가루, 시금치, 달걀, 고구마, 복숭아, 고추, 오징어, 참기름으로 나타났다. 또한 본 연구 및 Oh 등의[21] 연구와 2007년 국민건강영양조사 결과 재분석의 연구의[23] 비타민 E 주요 급원식품과 비교해 보았을 때, 세 연구에서 공통으로 포함된 식품항목으로는 대두유, 시금치, 달걀, 고구마, 오징어, 참기름으로 나타났다. 본 연구의 비타민 E 주요 급원식품 30순위 중에서 식물성 식품이 차지하는 비율은 62.0%였고, 동물성 식품이 차지하는 비율은 15.9%였다. Oh 등의 급원식품 30순위 중에서 식물성 식품이 차지하는 비율은 69.9%,[21] 2007년 국민건강영양조사 결과 재분석의 연구에서 급원식품 15순위 중 식물성 식품이 차지하는 비율은 51.5%로[23] 본 연구 결과와 비슷한 수준이었다.

요약 및 결론

본 연구는 우리나라 성인의 비타민 A와 E의 섭취현황 및 주요 급원식품을 파악하기 위해 서울 및 경기 지역의 20~59세 미만 성인 남녀 (남자 90명, 여자 102명)를 대상으로 24시간 회상법을 이용하여 연속된 3일 간의 식사섭취량을 조사하였다.

1) 신체계측 결과 BMI 평균값은 남자 23.8 kg/m^2, 여자 22.5 kg/m^{2}로 대상자의 46.4%가 정상체중이었으며, 저체중 2.1%, 과체중 25.0%, 비만 25.5%, 고도비만 1.0%로 조사되었다.

2) 영양소 섭취량 조사 결과 평균 에너지 섭취량은 남자 2206.8 kcal/일, 여자 1667.3 kcal/일이었으며, 비타민 C를 제외한 모든 영양소 섭취량은 남자가 유의적으로 높은 섭취를 보였다 ($p<0.001$).

3) 평균 비타민 A 섭취량은 1240.1 μg RE/일 또는 693.3 μg RAE/일이었다. 평균 레티놀 섭취량은 182.6 μg/일, 베타-카로틴은 5443.3 μg/일로 조사되었다. 비타민 A 섭취에 있어 성별에 따른 유의적 차이는 없었다.

4) 조사대상자의 비타민 A 섭취량을 한국인 영양섭취기준과 비교하였을 때, 평균필요량 미만으로 섭취한 대상자는 9.4%, 권장섭취량 미만은 30.7%, 상한섭취량 초과는 5.2%로 조사되었다. 미국/캐나다 영양섭취기준과 비교하였을 경우, 평균필요량 미만으로 섭취한 대상자는 47.7%, 권장섭취량 미만은 77.1%, 상한섭취량 초과는 2.1%로 조사되었다.

5) 비타민 A의 주요 급원식품 조사 결과 고구마, 당근, 고춧가루, 시금치, 귤, 상추, 애호박, 장어, 달걀, 배추김치 등의 순이었다. 비타민 A의 주요 급원식품 30순위 중에서 식물성 식품이 차지하는 비율은 81.0%였고, 동물성 식품이 차지하는 비율은 10.5%였다.

6) 비타민 E 섭취량 조사 결과 평균 비타민 E 섭취량은 남자 6.62 mg α-TE/일, 여자 5.52 mg α-TE/일이었고, 평균 알파-토코페롤 섭취량은 남자 5.30 mg/일, 여자 4.41 mg/일로 남자가 유의적으로 높은 섭취를 보였다 ($p<0.01$). 평균 감마-토코페롤 섭취량은 남자 6.08 mg/일, 여자 5.13 mg/일이었다.

7) 조사대상자의 비타민 E 섭취량을 한국인 영양섭취기준과 비교하였을 때, 충분 섭취량 미만으로 섭취한 대상자는 93.8%로 조사되었다. 또한 미국/캐나다 영양섭취기준과 비교하였을 때, 평균필요량 미만으로 섭취한 대상자는 96.9%, 권장섭취량 미만은 99.5%, 상한섭취량을 초과 섭취한 대상자는 없었다.

8) 비타민 E 주요 급원식품 조사 결과 대두유, 고춧가루, 라면, 시금치, 달걀, 귤, 감, 고구마, 아몬드, 피자 등의 순이었다. 비타민 E 주요 급원식품 30순위 중에서 식물성 식품이 차지하는 비율은 62.0%였고, 동물성 식품이 차지하는 비율은 15.9%였다.

본 연구 결과 대부분의 조사대상자들의 비타민 A 섭취량은 적절하였다. 그러나 비타민 A를 과량 섭취하게 되면 독성이 나타날 수 있으므로 영양과잉으로 인해 건강장애의 위험이 나타나는 최대 영양소 섭취수준인 상한섭취량 이상 섭취하지 않도록 주의가 요구된다. 본 연구에서 보여주듯이 단위 μg RE로 계산된 비타민 A 섭취량과 단위 μg RAE로 계산된 비타민 A 섭취량은 서로 상당한 차이를 보이고, 또한 μg RAE로 계산된 비타민 A 섭취량을 미국/캐나다 영양섭취기준과 비교하였을 경우 비타민 A의 부적절한 섭취자의 비율이 증가하였다. 따라서 비타민 A 전구체 카로티노이드의 전환율을 어떤 것을 선택하느냐에 따라 비타민 A 섭취량에 차이를 보일 것이며, 우리나라 사람들의 대부분은 비타민 A를 식물성 식품으로 섭취하므로 비타민 A 섭취량 계산 시 단위 선택이 중요할 것으로 사료된다. 한편 조사대상자들의 비타민 E 섭취량을 한국인 영양섭취기준과 비교했을 때, 대상자들의 평균 비타민 E 섭취량은 충분섭취량에 미치지 못하였으며, 또한 대부분 충분섭취량 미만으로 섭취하였다. 이러한 식이섭취가 장기적으로 지속될 경우 비타민 E 저장량의 체내 고갈이 우려되므로 비타민 E 주요 급원식품의 홍보와 섭취증가를 위한 노력이 필요하다고 사료된다.

Literature cited

1) Voko Z, Hollander M, Hofman A, Koudstaal PJ, Breteler MM.

Dietary antioxidants and the risk of ischemic stroke: the Rotterdam Study. *Neurology* 2003; 61(9): 1273-1275
2) Giugliano D. Dietary antioxidants for cardiovascular prevention. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2000; 10(1): 38-44
3) The Korean Nutrition Society. Dietary Reference Intakes for Koreans. Seoul; 2005
4) 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 Vitam Nutr Res* 2007; 77(5): 311-319
5) Giraud DW, Kim YN, Cho YO, Dirskell JA. Vitamin E inadequacy observed in a group of 2-to 6-year-old children living in Kwangju, Republic of Korea. *Int J Vitam Nutr Res* 2008; 78(3): 148-155
6) Kang HR, Jung HJ, Paik HY. Analysis of foods and nutrients intake obtained at the final probing step in 24-hour recall method. *Korean J Nutr* 2009; 42: 158-170
7) Yun SH, Choi BY, Kim MK. The effect of seasoning on the distribution of nutrient intakes by a food-frequency questionnaire in a rural area. *Korean J Nutr* 2009; 42: 246-255
8) Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington DC: National Academy Press; 2000
9) Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. Washington DC: National Academy Press; 2000
10) National Rural Living Science Institute, R.D.A. Food Composition Table. Seoul: Sangroksa; 2001
11) WHO Western Pacific Region, The Asia-Pacific Perspective: Redefining Obesity and Its Treatment: Geneva; 2000
12) Research Institute of Food and Nutritional Sciences, Yonsei University. Phytonutrient Contents in Vegetable/Fruits/Legumes. Seoul: Shinkwang; 2009
13) Kim YN, Giraud DW, Driskell JA. Tocopherol and carotenoid contents of selected Korean fruits and vegetables. *J Food Compost Anal* 2007; 20(6): 458-465
14) Kim YN, Giraud DW, Driskell JA. Tocopherol and carotenoid contents of selected Korean cooked combination foods consumed by young Korean children. *Nutr Sci* 2006; 9: 323-329
15) USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21. accessed June-December, 2009. Available from: http://www. nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/
16) Ministry of Health and Welfare. Korea Centers for Disease Control and Prevention. The Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES Ⅳ-2); 2008
17) Sato S, Demura S. Regional subcutaneous fat characteristics stratified by sex, age, and obesity, and their relationships with total and visceral fat in a Japanese population. *J Physiol Anthropol* 2009; 28(5): 231-238
18) Ntanios FY, Homma Y, Ushiro S. A spread enriched with plant sterol-esters lowers blood cholesterol and lipoproteins without affecting vitamins A and E in normal and hypercholesterolemic Japanese men and women. *J Nutr* 2002; 132(12): 3650-3655
19) Paterson E, Gordon MH, Niwat C, George TW, Parr L, Waroonphan S, Lovegrove JA. Supplementation with fruit and vegetable soups and beverages increases plasma carotenoid concentrations but does not alter markers of oxidative stress or cardiovascular risk factors. *J Nutr* 2006; 136(11): 2849-2855
20) Moshfegh A, Goldman J, Cleveland L. What we eat in America, NHANES 2001-2002: usual nutrient intakes from food compared to dietary reference intakes. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service Beltsville, Maryland; 2005
21) Oh HM, Yoon JY, Cho SH, Yoon JS. Vitamin A and vitamin E status of diabetic patients and normal adults in Korea. *Korean J Nutr* 2009; 42: 318-326
22) Ministry of Health and Welfare. Korea Health Industry Development Institute. In depth analysis on 1998 National Health and Nutrition Survey; 2000
23) Shim YJ, Paik HY. Reanalysis of 2007 Korean National Health and Nutrition Examination Survey (2007 KNHANES) Results by CAN-Pro 3.0 Nutrients Database. *Korean J Nutr* 2009; 42: 577-595
24) Gao X, Wilde PE, Lichtenstein AH, Bermudez OI, Tucker KL. The maximal amount of dietary α-tocopherol intake in U.S. adults (NHANES 2001-2002). *J Nutr* 2006; 136(4): 1021-1026