

한국 성인의 비타민 E 섭취량 및 급원식품군의 현황 및 추이 : 제 1~6기 국민건강 영양조사 자료를 이용하여*

안서은¹ · 전신영² · 김성아¹ · 하경호¹ · 정효지^{1,3†}

서울대학교 보건대학원 보건학과,¹ 퍼듀대학교 영양학과,² 서울대학교 보건환경연구소³

Current status and trends in estimated intakes and major food groups of vitamin E among Korean adults: Using the 1~6th Korea National Health and Nutrition Examination Survey*

Ahn, Seo-eun¹ · Jun, Shinyoung² · Kim, Seong-Ah¹ · Ha, Kyungho¹ · Joung, Hyojeon^{1,3†}

¹Department of Public Health, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

²Department of Nutrition Science, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, USA

³Institute of Health and Environment, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to determine trends in dietary vitamin E intakes and contributing food groups among Korean adults. **Methods:** This study included 66,695 subjects aged ≥ 19 years who completed a nutrition survey as part of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (1998, 2001, 2005, 2007~2009, 2010~2012, 2013~2015). We estimated individual daily intakes of α -, β -, γ -, δ -tocopherol, and total vitamin E by linking food consumption data with a vitamin E database of commonly consumed foods. **Results:** Daily vitamin E intake significantly increased from 6.4 mg α -TE/d in 1998 to 7.7 mg α -TE/d in 2013~2015 (p for trend < 0.0001) among men as well as from 5.4 mg α -TE/d in 1998 to 6.5 mg α -TE/d in 2013~2015 among women (p for trend < 0.0001). However, the intake of vitamin E was lower than the adequate intake (AI) of Dietary Reference Intakes for Koreans 2015 (2015 KDRI). In 2013~2015, men consumed 6.5 mg/d of α -tocopherol, 0.5 mg/d of β -tocopherol, 6.0 mg/d of γ -tocopherol, and 3.9 mg/d of δ -tocopherol, whereas women consumed 5.7 mg/d of α -tocopherol, 0.4 mg/d of β -tocopherol, 4.8 mg/d of γ -tocopherol, and 2.8 mg/d of δ -tocopherol. The major food groups contributing to vitamin E intake were vegetables (men: 23.3%, women: 22.7%), grains (men: 14.5%, women: 13.9%), and eggs (men: 13.0%, women: 12.5%). **Conclusion:** This study provides scientific evidence for vitamin E intake in Korean adults. Since the current intake of vitamin E was lower than the reference intakes set by 2015 KDRI, dietary vitamin E intake should be monitored regularly among Korean adults.

KEY WORDS: vitamin E, tocopherol, KNHANES

서론

비타민 E는 인체에 필수적인 지용성 비타민으로, 4가지 형태의 토코페롤 (α -tocopherol, β -tocopherol, γ -tocopherol, δ -tocopherol)과 4가지 형태의 토코트리엔올 (α -tocotrienol, β -tocotrienol, γ -tocotrienol, δ -tocotrienol)을 포함한다. 한국인 영양소 섭취기준에서는 모든 형태의 비

타민 E를 섭취기준에 포함시키되, 상대적 활성을 고려하여 α -토코페롤 당량 (α -tocopherol equivalent, α -TE) 단위를 사용하여 섭취기준을 설정하였다.¹

비타민 E는 아몬드, 대두, 잣, 호두 등의 두류, 견과류 및 종실류와 이들로부터 얻은 식물성 기름, 마가린, 마요네즈와 같은 유지류가 주요 급원식품이며, 이외에도 말린 붉은 고추, 맵쌀 등 다양한 식품에 소량 함유되어 있다.^{1,2} 비타

Received: September 6, 2017 / Revised: September 12, 2017 / Accepted: October 10, 2017

*This work was carried out with the support of 'Research Program for Agricultural Science and Technology Development', National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration (Project No. PJ011637022017).

†To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-2-880-2831, e-mail: hjjoung@snu.ac.kr

© 2017 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

민 E 결핍 시에는 신경계 및 골격근 기능 장애가 발생할 수 있으나,³ 이러한 체내 증상이 사람에게서 거의 발견되지 않았다. 식품을 통해 비타민 E를 섭취할 경우에는 고용량에도 큰 유해영향이 없지만, 보충제를 통해 과다하게 섭취하면 비타민 K의 흡수를 저해하여 혈소판 응집 억제, 혈액 응고 저해 등 출혈독성이 발생할 수 있다.^{4,5}

비타민 E는 체내에서 에너지를 생성하는 과정 중에 발생하는 활성산소 (reactive oxygen species, ROS)에 의한 산화 스트레스로부터 우리 몸을 보호하는 항산화제의 기능을 갖는다. 특히 비타민 E는 세포막에 존재하며 세포막을 구성하는 인지질의 다중불포화지방산 (polyunsaturated fatty acid, PUFA) 대신 산화되어 세포막을 보호해주는 역할을 한다.⁶ 비타민 E는 항산화제로써 산화스트레스로 인한 노화, 알츠하이머 뿐 아니라 암, 심혈관질환 등의 만성 질환에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다.⁷⁻¹³

이러한 만성질환 예방을 위해 비타민 E를 적절하게 섭취하는 것이 중요하지만, 현재 우리나라 국민을 대상으로 토코페롤 및 비타민 E의 섭취량을 체계적으로 연구한 자료는 매우 부족한 실정이다. 국민건강영양조사 결과에 비타민 E는 포함되지 않아, 섭취량이나 급원식품을 파악할 수 없으며, 현재 많은 영양 분야의 연구자들이 사용하는 한국영양학회의 CAN-Pro 프로그램 (Computer Aided Nutritional Analysis Program, The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea)은 비타민 E의 단위로 한국인 영양소 섭취기준에서 사용하는 α -토코페롤 당량 (mg α -TE)이 아닌, 4종의 토코페롤과 4종의 토코트리엔올 함량의 단순 합으로 계산한 mg을 사용하고 있기 때문에 우리 국민의 섭취량을 섭취기준과 비교하여 평가하기에는 어려움이 있다. 이는 우리 국민의 상용식품에 포함되어 있는 비타민 E의 함량에 대한 완성도 있는 데이터베이스가 부재하기 때문이다.

따라서 본 연구는 본 연구진이 구축한 한국인 상용식품의 비타민 E (α -, β -, γ -, δ -토코페롤) 데이터베이스를 국민건강영양조사의 식품 섭취량 자료와 연계하여, 우리나라 성인의 α -, β -, γ -, δ -토코페롤 및 비타민 E (mg α -TE)의 섭취량과 비타민 E 급원식품군의 현황 및 추이를 파악하고, 이를 통해 한국인 영양소 섭취기준 개정을 위한 근거자료를 제공하고자 한다.

연구방법

연구 대상

본 연구는 국민건강영양조사 제1기 (1998), 제2기 (2001), 제3기 (2005), 제4기 (2007~2009), 제5기 (2010~2012), 제6

기 (2013~2015) 조사 자료를 이용하였다. 국민건강영양조사의 24시간 회상 조사를 완료한 19세 이상 성인 70,769명 중 일일 총 에너지 섭취량이 500 kcal 미만이거나, 5,000 kcal 이상인 대상자를 제외한 69,665명을 최종 분석 대상으로 선정하였다 (제1기: 7,404명, 제2기: 6,987명, 제3기: 6,433명, 제4기: 15,939명, 제5기: 17,130명, 제6기: 15,772명).

비타민 E 섭취량 추정

대상자의 1일 비타민 E 섭취량은 24시간 회상법을 이용한 식품 섭취량 자료에 본 연구진이 구축한 한국인 상용식품의 비타민 E 함량 데이터베이스를 연계하여 추정하였다. 한국인 상용식품의 비타민 E 함량 데이터베이스 구축은 선행연구^{14,15}에서 상세히 기술하였다. 요약하면, 제4,5기 국민건강영양조사에 참여한 성인 대상자가 섭취한 모든 식품 (3,193개)을 대상 식품으로 선정하였고, 한국 농촌진흥청과 미국 USDA 데이터베이스를 이용하여 대상 식품 속 4종의 토코페롤 (α -tocopherol, β -tocopherol, γ -tocopherol, δ -tocopherol) 함량 자료를 수집하였다. 하나의 식품에 대하여 한국과 미국의 함량값이 모두 존재하는 경우에는 우리나라의 함량값을 선택하였다. 가공식품의 경우에는 동일한 원료와 동일한 조리법의 함량값을 적용하였다. 문헌에 함량값이 없는 식품에 대해서는 대체값을 적용하였는데, 동일한 원료이지만 가공 및 조리방법이 다른 식품의 경우 질병관리본부에서 개발한 수분 환산 계수와 Chun 등¹⁶이 개발한 기준을 사용하여 함량값을 산출하였다. 한국인 상용식품의 비타민 E 함량 데이터베이스를 구축하기 위하여 한국 데이터베이스에서 인용한 식품 수는 α -토코페롤 844종, β -토코페롤 870종, γ -토코페롤 837종, δ -토코페롤 870종이었고, 미국 데이터베이스에서 인용한 식품 수는 α -토코페롤 307종, β -토코페롤 235종, γ -토코페롤 279종, δ -토코페롤 234종이었다. 환산계수를 이용하여 함량값을 산출한 식품 수는 α -토코페롤 46종, β -토코페롤 217종, γ -토코페롤 56종, δ -토코페롤 217종이었다. 제6기 국민건강영양조사 24시간 회상법에 참여한 20,671명의 식품 섭취량 자료를 이용하여 구축한 데이터베이스의 완성도를 평가한 결과, 대상자가 섭취한 식품 수에 대비해서는 α -토코페롤 68.5%, β -토코페롤 74.1%, γ -토코페롤 66.7%, δ -토코페롤 74.0%, 비타민 E 91.5%를 충족시켰고, 식품섭취량 측면에선 α -토코페롤 88.0%, β -토코페롤 81.7%, γ -토코페롤 86.6%, δ -토코페롤 81.7%, 비타민 E 98.2%의 완성도를 보였다.

본 연구에서 비타민 E 섭취량은 본 연구에서 추정한 섭취량과 선행연구의 값을 비교하기 위하여 각 토코페롤 함량의 단순 합으로 계산한 mg 단위의 비타민 E 섭취량과,

한국인 영양소 섭취기준과 비교하기 위해 각 토크페롤의 상대적 활성을 고려한 mg α -tocopherol equivalent (mg α -TE) 단위의 비타민 E 섭취량을 각각 계산하였다.¹⁷

$$\text{Vitamin E (mg)} = \text{mg } \alpha\text{-tocopherol} + \text{mg } \beta\text{-tocopherol} \\ + \text{mg } \gamma\text{-tocopherol} + \text{mg } \delta\text{-tocopherol}$$

$$\text{Vitamin E (mg } \alpha\text{-TE)} \\ = \text{mg } \alpha\text{-tocopherol} \times 1.0 + \text{mg } \beta\text{-tocopherol} \times 0.5 \\ + \text{mg } \gamma\text{-tocopherol} \times 0.1 + \text{mg } \delta\text{-tocopherol} \times 0.03 \quad 17$$

4종의 토크페롤 및 비타민 E (mg α -TE)의 주요 급원식품군을 확인하고자, 국민건강영양조사의 18개 식품군 (곡류, 감자류, 당류 및 그 제품, 두류, 견과류 및 종실류, 채소류, 버섯류, 과일류, 육류, 난류, 어패류, 해조류, 우유류, 유지류, 음료 및 주류, 조미료류, 조리가공식품류, 기타)을 통한 비타민 E 섭취비율을 계산하였다.

통계분석

통계분석은 SAS (Statistical Analysis System version 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하였다. 국민건강영양조사는 복합표본설계 (complex sampling design) 자료이므로, 가중치 (weight), 집락추출 변수 (psu), 분산추정종 (kstrata)을 이용한 복합표본설계 분석 방법을 적용하였다.

비타민 E 섭취수준 및 급원식품군의 변화를 살펴보기 위해 2005년 추계인구로 연령표준화를 실시하였다. 기수별 대상자의 연령, 교육수준, 소득수준에 따른 비타민 E 섭취량 및 식품군의 비타민 E 섭취 기여율을 PROC SURVEYMEANS를 이용하여 구하고, 군별 섭취량의 차이는 Duncan의 사후검정을 이용하였다. 비타민 E 섭취량 및 식품군의 비타민 E 섭취기여율의 추이는 PROC SURVEYREG를 이용하여 분석하였다.

대상자의 연령은 19~29세, 30~49세, 50~64세, 65~74세, 75세 이상으로 구분하였고, 교육수준은 초졸 이하, 중졸, 고졸, 대졸 이상으로 구분하였다. 소득수준은 국민건강영양조사의 가구소득 4분위를 이용하여 하, 중하, 중상, 상으로 구분하였다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 를 기준으로 하였다.

결 과

α -, β -, γ -, δ -토크페롤 및 비타민 E 섭취량

2013~2015년 국민건강영양조사 대상자의 식품 섭취량 자료를 이용하여 α -, β -, γ -, δ -토크페롤 및 비타민 E의 1일

평균 섭취량을 계산한 결과를 Table 1에 제시하였다. 남성 대상자의 경우, α -토크페롤을 평균 6.5 ± 0.1 mg/d, β -토크페롤을 0.5 ± 0.0 mg/d, γ -토크페롤을 6.0 ± 0.1 mg/d, δ -토크페롤을 3.9 ± 0.1 mg/d 섭취하였다. 각 토크페롤 섭취량의 단순 합으로 구한 비타민 E의 섭취량은 17.0 ± 0.2 mg/d였고, 각 토크페롤의 상대적인 활성을 고려하여 α -토크페롤 당량으로 구한 비타민 E 섭취량은 7.5 ± 0.1 mg α -TE/d였다. 연령그룹별로 α -, β -, γ -, δ -토크페롤 및 비타민 E 평균 섭취량을 계산한 결과, 65세 미만 그룹의 α -, β -, γ -, δ -토크페롤 및 비타민 E 섭취량이 65세 이상 그룹보다 많았다. 교육수준에 따라 대상자를 초졸 이하, 중졸, 고졸, 대졸 이상으로 나누어 대상자의 α -, β -, γ -, δ -토크페롤 및 비타민 E 평균 섭취량을 계산한 결과, 교육수준이 증가할수록 α -, β -, γ -, δ -토크페롤 및 비타민 E 섭취량이 많았고, 가구소득수준에 따라 대상자를 4분위로 나누어 α -, β -, γ -, δ -토크페롤 및 비타민 E 평균 섭취량을 계산한 결과, 소득수준이 높아질수록 α -, β -, γ -, δ -토크페롤 및 비타민 E 섭취량이 많았다.

여성 대상자의 경우에는 α -토크페롤을 평균 5.7 ± 0.1 mg/d, β -토크페롤을 0.4 ± 0.0 mg/d, γ -토크페롤을 4.8 ± 0.1 mg/d, δ -토크페롤을 2.8 ± 0.1 mg/d 섭취하는 것으로 나타났다. 각 토크페롤 섭취량의 단순 합으로 구한 비타민 E의 섭취량은 13.7 ± 0.1 mg/d였고, 각 토크페롤의 상대적인 활성을 고려하여 α -토크페롤 당량으로 구한 비타민 E 섭취량은 6.4 ± 0.1 mg α -TE/d였다. 여성 대상자도 남성 대상자와 마찬가지로 65세 미만의 α -, β -, γ -, δ -토크페롤 및 비타민 E 섭취량이 65세 이상 대상자의 섭취량보다 많았고, 교육수준과 소득수준이 증가할수록 α -, β -, γ -, δ -토크페롤 및 비타민 E 섭취량이 많았다.

비타민 E 섭취량 추이

국민건강영양조사 기수별 (1998, 2001, 2005, 2007~2009, 2010~2012, 2013~2015)로 비타민 E (mg α -TE)의 1일 평균 섭취량을 계산하여 Table 2에 제시하였다. 연령표준화한 남성의 비타민 E 섭취량은 1998년 6.4 ± 0.1 mg α -TE/d, 2001년 6.5 ± 0.1 mg α -TE/d, 2005년 6.7 ± 0.1 mg α -TE/d, 2007~2009년 6.9 ± 0.1 mg α -TE/d, 2010~2012년 7.7 ± 0.1 mg α -TE/d, 2013~2015년 7.7 ± 0.1 mg α -TE/d로 시간에 따라 유의하게 증가하였다 (p for trend < 0.0001). 연령표준화한 여성의 비타민 E 섭취량 역시 1998년 5.4 ± 0.1 mg α -TE/d, 2001년 5.4 ± 0.1 mg α -TE/d, 2005년 5.5 ± 0.1 mg α -TE/d, 2007~2009년 5.4 ± 0.1 mg α -TE/d, 2010~2012년 6.0 ± 0.1 mg α -TE/d, 2013~2015년 6.5 ± 0.1 mg α -TE/d로 시간에 따라 유의하게 증가하였다 (p for trend < 0.0001).

Table 1. Dietary intakes of vitamin E among Korean adults

	α -tocopherol (mg)	β -tocopherol (mg)	γ -tocopherol (mg)	δ -tocopherol (mg)	Vitamin E (mg)	Vitamin E (mg α -TE)
Men						
Total	6.5 \pm 0.1 ¹⁾	0.5 \pm 0.0	6.0 \pm 0.1	3.9 \pm 0.1	17.0 \pm 0.2	7.5 \pm 0.1
Total (age-standardized) ²⁾	6.7 \pm 0.1	0.5 \pm 0.0	6.2 \pm 0.1	4.0 \pm 0.1	17.4 \pm 0.2	7.7 \pm 0.1
Age (y)						
19 ~ 29	6.8 \pm 0.2 ^{a3)}	0.5 \pm 0.0 ^b	6.8 \pm 0.2 ^a	3.5 \pm 0.2 ^b	17.6 \pm 0.4 ^{ab}	7.8 \pm 0.2 ^a
30 ~ 49	6.8 \pm 0.1 ^a	0.5 \pm 0.0 ^a	6.3 \pm 0.1 ^a	4.4 \pm 0.1 ^a	18.0 \pm 0.3 ^a	7.8 \pm 0.1 ^a
50 ~ 64	6.7 \pm 0.1 ^a	0.5 \pm 0.0 ^a	5.8 \pm 0.1 ^b	3.9 \pm 0.1 ^a	17.0 \pm 0.3 ^b	7.7 \pm 0.2 ^a
65 ~ 74	5.5 \pm 0.2 ^b	0.5 \pm 0.0 ^{ab}	5.0 \pm 0.1 ^c	3.4 \pm 0.1 ^b	14.3 \pm 0.3 ^c	6.3 \pm 0.2 ^b
\geq 75	4.1 \pm 0.2 ^c	0.4 \pm 0.0 ^c	3.8 \pm 0.2 ^d	2.4 \pm 0.1 ^c	10.7 \pm 0.3 ^d	4.7 \pm 0.2 ^c
Education ⁴⁾						
\leq Elementary school	4.8 \pm 0.2 ^d	0.4 \pm 0.0 ^b	4.3 \pm 0.1 ^d	3.4 \pm 0.2 ^b	13.0 \pm 0.3 ^d	5.6 \pm 0.2 ^d
Middle school	5.9 \pm 0.2 ^c	0.5 \pm 0.0 ^a	5.3 \pm 0.2 ^c	4.2 \pm 0.3 ^a	15.9 \pm 0.5 ^c	6.8 \pm 0.3 ^c
High school	6.5 \pm 0.1 ^b	0.5 \pm 0.0 ^a	6.0 \pm 0.1 ^b	3.8 \pm 0.1 ^a	16.8 \pm 0.3 ^b	7.4 \pm 0.1 ^b
\geq College	7.3 \pm 0.1 ^a	0.5 \pm 0.0 ^a	6.8 \pm 0.1 ^a	4.1 \pm 0.1 ^a	18.8 \pm 0.3 ^a	8.4 \pm 0.1 ^a
Household income ⁴⁾						
Low	4.9 \pm 0.2 ^d	0.4 \pm 0.0 ^c	4.5 \pm 0.2 ^d	3.1 \pm 0.2 ^c	13.0 \pm 0.4 ^d	5.7 \pm 0.2 ^d
Middle-low	6.2 \pm 0.1 ^c	0.5 \pm 0.0 ^b	5.5 \pm 0.1 ^c	3.9 \pm 0.1 ^b	16.1 \pm 0.3 ^c	7.2 \pm 0.1 ^c
Middle-high	6.7 \pm 0.1 ^b	0.5 \pm 0.0 ^{ab}	6.4 \pm 0.2 ^b	4.0 \pm 0.1 ^{ab}	17.7 \pm 0.3 ^b	7.7 \pm 0.1 ^b
High	7.4 \pm 0.2 ^a	0.5 \pm 0.0 ^a	6.7 \pm 0.1 ^a	4.2 \pm 0.1 ^a	18.9 \pm 0.3 ^a	8.4 \pm 0.2 ^a
Women						
Total	5.7 \pm 0.1	0.4 \pm 0.0	4.8 \pm 0.1	2.8 \pm 0.1	13.7 \pm 0.1	6.4 \pm 0.1
Total (age-standardized) ²⁾	5.8 \pm 0.1	0.4 \pm 0.0	4.9 \pm 0.1	2.9 \pm 0.1	13.9 \pm 0.1	6.5 \pm 0.1
Age (y)						
19 ~ 29	5.8 \pm 0.1 ^b	0.4 \pm 0.0 ^c	5.3 \pm 0.2 ^a	2.9 \pm 0.2 ^a	14.4 \pm 0.4 ^a	6.6 \pm 0.2 ^b
30 ~ 49	6.1 \pm 0.1 ^a	0.4 \pm 0.0 ^{ab}	5.1 \pm 0.1 ^a	3.1 \pm 0.1 ^a	14.7 \pm 0.2 ^a	6.9 \pm 0.1 ^a
50 ~ 64	6.0 \pm 0.1 ^{ab}	0.4 \pm 0.0 ^a	4.9 \pm 0.1 ^a	3.0 \pm 0.1 ^a	14.3 \pm 0.2 ^a	6.8 \pm 0.1 ^{ab}
65 ~ 74	4.5 \pm 0.1 ^c	0.4 \pm 0.0 ^{bc}	3.8 \pm 0.1 ^b	2.2 \pm 0.1 ^b	10.9 \pm 0.3 ^b	5.1 \pm 0.1 ^c
\geq 75	3.3 \pm 0.1 ^d	0.3 \pm 0.0 ^d	3.0 \pm 0.1 ^c	1.7 \pm 0.1 ^c	8.3 \pm 0.2 ^c	3.8 \pm 0.1 ^d
Education ⁴⁾						
\leq Elementary school	4.3 \pm 0.1 ^c	0.4 \pm 0.0 ^b	3.7 \pm 0.1 ^d	2.2 \pm 0.1 ^c	10.6 \pm 0.2 ^d	4.9 \pm 0.1 ^c
Middle school	5.7 \pm 0.2 ^b	0.4 \pm 0.0 ^a	4.6 \pm 0.2 ^c	2.7 \pm 0.1 ^b	13.5 \pm 0.4 ^c	6.5 \pm 0.2 ^b
High school	6.1 \pm 0.1 ^a	0.4 \pm 0.0 ^a	5.0 \pm 0.1 ^b	3.1 \pm 0.1 ^a	14.5 \pm 0.2 ^b	6.9 \pm 0.1 ^a
\geq College	6.3 \pm 0.1 ^a	0.4 \pm 0.0 ^a	5.4 \pm 0.1 ^a	3.0 \pm 0.1 ^a	15.1 \pm 0.2 ^a	7.1 \pm 0.1 ^a
Household income ⁴⁾						
Low	4.3 \pm 0.1 ^d	0.3 \pm 0.0 ^c	3.7 \pm 0.1 ^c	2.3 \pm 0.1 ^c	10.6 \pm 0.3 ^d	4.9 \pm 0.1 ^d
Middle-low	5.5 \pm 0.1 ^c	0.4 \pm 0.0 ^b	4.6 \pm 0.1 ^b	2.7 \pm 0.1 ^b	13.1 \pm 0.2 ^c	6.2 \pm 0.1 ^c
Middle-high	5.9 \pm 0.1 ^b	0.4 \pm 0.0 ^b	5.2 \pm 0.1 ^a	2.9 \pm 0.1 ^{ab}	14.4 \pm 0.2 ^b	6.7 \pm 0.1 ^b
High	6.5 \pm 0.1 ^a	0.4 \pm 0.0 ^a	5.3 \pm 0.1 ^a	3.1 \pm 0.1 ^a	15.3 \pm 0.2 ^a	7.3 \pm 0.1 ^a

1) Values are mean \pm SE. 2) Age-standardized mean \pm SE were calculated using the age- and sex-specific structures of the estimated population in the 2005 Korea Census. 3) Duncan's test was performed for post hoc analysis. 4) The numbers of missing values were respectively 1,093 (men, education level), 35 (men, household income), 1,130 (women, education level), and 56 (women, household income).

연령그룹에 따른 비타민 E 섭취량 추이는 남성과 여성 모두 75세 이상을 제외한 모든 연령그룹에서 비타민 E 섭취량이 증가하는 추이를 보였다 (p for trend < 0.0001). 대상자를 교육수준에 따라 초졸 이하, 중졸, 고졸, 대졸 이상으로 나누어 비타민 E 섭취량 추이를 분석한 결과, 남성과 여성 모두 모든 그룹에서 섭취량이 증가하는 추이를 보였다 (p for trend < 0.0001). 가구소득수준에 따라 대상자를

하, 중하, 중상, 상으로 나누어 비타민 E 섭취량 추이를 분석한 결과, 남성과 여성 모두 모든 그룹에서 비타민 E의 섭취량이 증가하였다 (p for trend < 0.01).

α -, β -, γ -, δ -토코페롤 및 비타민 E의 주요 급원식품군

2013~2015년 국민건강영양조사 대상자의 α -, β -, γ -, δ -토코페롤 및 비타민 E 섭취량 (남성: α -토코페롤 6.5 mg/d,

Table 2. Trends of vitamin E intakes among Korean adults

(mg α -TE)	KNHANES						p for trend ³⁾
	I (1998)	II (2001)	III (2005)	IV (2007 ~ 2009)	V (2010 ~ 2012)	VI (2013 ~ 2015)	
Men (n)	3,434	3,204	2,867	6,488	6,987	6,554	
Total	6.4 \pm 0.1 ¹⁾	6.5 \pm 0.1	6.7 \pm 0.1	6.9 \pm 0.1	7.5 \pm 0.1	7.5 \pm 0.1	< 0.0001
Total (age-standardized) ²⁾	6.4 \pm 0.1	6.5 \pm 0.1	6.7 \pm 0.1	6.9 \pm 0.1	7.7 \pm 0.1	7.7 \pm 0.1	< 0.0001
Age (y)							
19 ~ 29	6.7 \pm 0.2 ^{a4)}	6.7 \pm 0.2 ^a	6.9 \pm 0.2 ^{ab}	7.1 \pm 0.2 ^b	7.8 \pm 0.2 ^a	7.8 \pm 0.2 ^a	< 0.0001
30 ~ 49	6.9 \pm 0.1 ^a	6.9 \pm 0.1 ^a	7.1 \pm 0.1 ^a	7.5 \pm 0.1 ^a	8.1 \pm 0.1 ^a	7.8 \pm 0.1 ^a	< 0.0001
50 ~ 64	5.6 \pm 0.2 ^b	5.8 \pm 0.2 ^b	6.1 \pm 0.2 ^b	6.5 \pm 0.1 ^c	7.2 \pm 0.2 ^b	7.7 \pm 0.2 ^a	< 0.0001
65 ~ 74	4.2 \pm 0.2 ^c	5.9 \pm 0.4 ^b	5.2 \pm 0.3 ^c	5.2 \pm 0.2 ^d	6.0 \pm 0.1 ^c	6.3 \pm 0.2 ^b	< 0.0001
\geq 75	4.6 \pm 0.4 ^c	4.4 \pm 0.5 ^c	5.3 \pm 0.6 ^c	4.5 \pm 0.3 ^e	4.8 \pm 0.2 ^d	4.7 \pm 0.2 ^c	0.3624
Education (age-standardized) ²⁾⁵⁾							
\leq Elementary school	5.4 \pm 0.3 ^c	6.1 \pm 0.5 ^c	6.2 \pm 0.5 ^c	4.9 \pm 0.3 ^d	5.7 \pm 0.2 ^d	5.8 \pm 0.4 ^d	< 0.0001
Middle school	5.7 \pm 0.3 ^b	6.1 \pm 0.3 ^b	6.5 \pm 0.5 ^b	6.9 \pm 0.4 ^c	6.5 \pm 0.5 ^c	7.2 \pm 0.5 ^c	< 0.0001
High school	6.5 \pm 0.1 ^a	6.6 \pm 0.2 ^a	6.6 \pm 0.1 ^b	7.0 \pm 0.1 ^b	7.6 \pm 0.1 ^b	7.4 \pm 0.1 ^b	< 0.0001
\geq College	6.9 \pm 0.2 ^a	7.0 \pm 0.2 ^a	7.1 \pm 0.2 ^a	7.4 \pm 0.1 ^a	8.1 \pm 0.2 ^a	8.4 \pm 0.1 ^a	< 0.0001
Household income (age-standardized) ²⁾⁵⁾							
Low	5.5 \pm 0.2 ^d	6.3 \pm 0.3 ^c	6.0 \pm 0.2 ^c	6.0 \pm 0.2 ^d	7.4 \pm 0.4 ^c	6.4 \pm 0.3 ^d	0.0002
Middle-low	6.2 \pm 0.2 ^c	6.4 \pm 0.2 ^b	6.6 \pm 0.2 ^b	6.8 \pm 0.2 ^c	7.4 \pm 0.2 ^b	7.3 \pm 0.2 ^c	< 0.0001
Middle-high	6.5 \pm 0.2 ^b	6.3 \pm 0.2 ^b	7.0 \pm 0.2 ^a	7.0 \pm 0.1 ^b	7.7 \pm 0.2 ^a	7.7 \pm 0.2 ^b	< 0.0001
High	6.9 \pm 0.2 ^a	6.9 \pm 0.2 ^a	6.9 \pm 0.2 ^a	7.4 \pm 0.1 ^a	8.1 \pm 0.2 ^a	8.4 \pm 0.2 ^a	< 0.0001
Women (n)	3,970	3,783	3,566	9,415	10,143	9,218	
Total	5.5 \pm 0.1	5.4 \pm 0.1	5.5 \pm 0.1	5.4 \pm 0.1	5.9 \pm 0.1	6.4 \pm 0.1	< 0.0001
Total (age-standardized) ²⁾	5.4 \pm 0.1	5.4 \pm 0.1	5.5 \pm 0.1	5.4 \pm 0.1	6.0 \pm 0.1	6.5 \pm 0.1	< 0.0001
Age (y)							
19 ~ 29	6.0 \pm 0.2 ^a	5.7 \pm 0.2 ^a	5.8 \pm 0.2 ^a	5.9 \pm 0.1 ^a	6.1 \pm 0.1 ^b	6.6 \pm 0.2 ^b	< 0.0001
30 ~ 49	6.0 \pm 0.1 ^a	5.7 \pm 0.1 ^a	5.8 \pm 0.1 ^a	5.8 \pm 0.1 ^a	6.5 \pm 0.1 ^a	6.9 \pm 0.1 ^a	< 0.0001
50 ~ 64	4.8 \pm 0.1 ^b	5.2 \pm 0.2 ^b	5.3 \pm 0.2 ^a	5.1 \pm 0.1 ^b	6.1 \pm 0.1 ^b	6.8 \pm 0.1 ^{ab}	< 0.0001
65 ~ 74	4.0 \pm 0.2 ^c	4.3 \pm 0.2 ^c	4.3 \pm 0.2 ^b	4.2 \pm 0.1 ^c	4.6 \pm 0.2 ^c	5.1 \pm 0.1 ^c	< 0.0001
\geq 75	3.4 \pm 0.2 ^d	3.3 \pm 0.3 ^d	3.9 \pm 0.3 ^c	3.5 \pm 0.2 ^d	3.7 \pm 0.1 ^d	3.8 \pm 0.1 ^d	0.0828
Education (age-standardized) ²⁾⁵⁾							
\leq Elementary school	4.6 \pm 0.3 ^d	4.7 \pm 0.2 ^d	4.7 \pm 0.3 ^c	4.3 \pm 0.2 ^d	5.0 \pm 0.8 ^d	6.1 \pm 0.7 ^c	< 0.0001
Middle school	5.2 \pm 0.3 ^c	4.9 \pm 0.2 ^c	5.5 \pm 0.3 ^b	4.9 \pm 0.2 ^c	5.7 \pm 0.4 ^c	6.3 \pm 0.3 ^b	< 0.0001
High school	6.2 \pm 0.2 ^b	5.4 \pm 0.1 ^b	5.5 \pm 0.2 ^b	5.6 \pm 0.1 ^b	6.2 \pm 0.1 ^b	6.7 \pm 0.1 ^a	< 0.0001
\geq College	6.4 \pm 0.2 ^a	6.2 \pm 0.2 ^a	5.9 \pm 0.1 ^a	6.4 \pm 0.1 ^a	7.4 \pm 0.2 ^a	7.2 \pm 0.1 ^a	< 0.0001
Household income (age-standardized) ²⁾⁵⁾							
Low	4.9 \pm 0.2 ^c	5.2 \pm 0.2 ^b	5.0 \pm 0.2 ^c	4.9 \pm 0.2 ^d	5.5 \pm 0.2 ^d	5.7 \pm 0.2 ^d	0.0012
Middle-low	5.5 \pm 0.2 ^b	5.1 \pm 0.1 ^b	5.3 \pm 0.1 ^b	5.2 \pm 0.1 ^c	5.9 \pm 0.1 ^c	6.2 \pm 0.1 ^c	< 0.0001
Middle-high	5.4 \pm 0.1 ^b	5.5 \pm 0.2 ^a	5.6 \pm 0.1 ^a	5.6 \pm 0.1 ^b	6.0 \pm 0.1 ^b	6.6 \pm 0.1 ^b	< 0.0001
High	5.8 \pm 0.1 ^a	5.7 \pm 0.1 ^a	5.8 \pm 0.2 ^a	5.8 \pm 0.1 ^a	6.6 \pm 0.1 ^a	7.2 \pm 0.1 ^a	< 0.0001

1) Values are mean \pm SE. 2) Age-standardized mean \pm SE were calculated using the age- and sex-specific structures of the estimated population in the 2005 Korea Census. 3) p for trend values were calculated using linear regression. 4) Duncan's test was performed for post hoc analysis. 5) The numbers of missing values were respectively 4 (II, men, education level), 183 (II, men, household income), 4 (II, women, education level), 222 (II, women, household income), 41 (III, men, education level), 31 (III, men, household income), 47 (III, women, education level), 31 (III, women, household income), 568 (IV, men, education level), 161 (IV, men, household income), 469 (IV, women, education level), 239 (IV, women, household income), 773 (V, men, education level), 91 (V, men, household income), 767 (V, women, education level), 143 (V, women, household income), 1,093 (VI, men, education level), 35 (VI, men, household income), 1,130 (VI, women, education level), and 56 (VI, women, household income).

β -토코페롤 0.5 mg/d, γ -토코페롤 6.0 mg/d, δ -토코페롤 3.9 mg/d, 비타민 E 7.5 mg α -TE/d, 여성: α -토코페롤 5.7 mg/d, β -토코페롤 0.4 mg/d, γ -토코페롤 4.8 mg/d, δ -토코페롤

2.8 mg/d, 비타민 E: 6.4 mg α -TE/d)에 기여한 식품군을 파악하기 위해, 각 대상자의 식품섭취량 자료를 이용해 각 식품군별 α -, β -, γ -, δ -토코페롤 및 비타민 E 섭취 기여율을

Table 3. Contribution of food groups to vitamin E intakes among Korean adults

(%)	α -tocopherol	β -tocopherol	γ -tocopherol	δ -tocopherol	Vitamin E
Men					
Grains	16.0 ± 0.2 ¹⁾	2.6 ± 0.1	10.4 ± 0.3	2.1 ± 0.1	14.5 ± 0.2
Potatoes and starches	2.6 ± 0.2	11.1 ± 0.3	0.2 ± 0.0	7.2 ± 0.2	3.0 ± 0.1
Sugars and sweets	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.4 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.2 ± 0.0
Legumes and legume products	2.4 ± 0.1	11.8 ± 0.3	22.7 ± 0.4	4.1 ± 0.1	4.9 ± 0.1
Nuts and seeds	2.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1	2.2 ± 0.1	0.3 ± 0.0	2.0 ± 0.1
Vegetables	23.1 ± 0.3	53.1 ± 0.4	12.6 ± 0.2	53.9 ± 0.5	23.3 ± 0.3
Mushrooms	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Fruits	6.8 ± 0.2	0.6 ± 0.1	2.9 ± 0.1	0.6 ± 0.1	6.2 ± 0.2
Meats and poultrys	7.1 ± 0.2	2.8 ± 0.2	0.9 ± 0.1	9.7 ± 0.4	6.8 ± 0.1
Eggs	14.4 ± 0.3	6.2 ± 0.2	4.5 ± 0.2	10.9 ± 0.3	13.0 ± 0.3
Fishes and shellfishes	9.1 ± 0.2	7.6 ± 0.2	3.4 ± 0.2	9.1 ± 0.3	8.7 ± 0.2
Seaweeds	1.0 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.0
Milk and dairy products	1.9 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.1	1.8 ± 0.1
Oils and fats	4.8 ± 0.1	0.3 ± 0.0	34.0 ± 0.4	0.0 ± 0.0	7.0 ± 0.1
Beverages and alcohols	0.4 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.7 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.4 ± 0.0
Seasonings	8.2 ± 0.2	1.2 ± 0.1	4.9 ± 0.2	0.2 ± 0.1	7.4 ± 0.2
Prepared foods	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Others	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Women					
Grains	15.3 ± 0.2	3.6 ± 0.2	9.7 ± 0.2	2.9 ± 0.2	13.9 ± 0.2
Potatoes and starches	4.4 ± 0.2	12.7 ± 0.3	0.2 ± 0.0	8.4 ± 0.2	4.8 ± 0.2
Sugars and sweets	0.3 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.7 ± 0.1	0.1 ± 0.0	0.3 ± 0.0
Legumes and legume products	2.4 ± 0.1	10.3 ± 0.3	22.5 ± 0.4	3.9 ± 0.1	4.7 ± 0.1
Nuts and seeds	2.0 ± 0.1	1.3 ± 0.1	2.9 ± 0.1	0.5 ± 0.0	2.1 ± 0.1
Vegetables	22.4 ± 0.3	51.2 ± 0.4	12.3 ± 0.2	53.5 ± 0.4	22.7 ± 0.3
Mushrooms	0.1 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Fruits	10.5 ± 0.2	0.9 ± 0.1	4.5 ± 0.2	0.7 ± 0.1	9.6 ± 0.2
Meats and poultrys	5.5 ± 0.1	2.2 ± 0.1	0.8 ± 0.1	7.3 ± 0.3	5.2 ± 0.1
Eggs	13.7 ± 0.3	6.7 ± 0.2	4.5 ± 0.2	11.8 ± 0.3	12.5 ± 0.2
Fishes and shellfishes	7.3 ± 0.2	6.9 ± 0.2	3.4 ± 0.2	7.9 ± 0.2	7.1 ± 0.2
Seaweeds	1.0 ± 0.0	0.7 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.0
Milk and dairy products	2.6 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.1	2.3 ± 0.1
Oils and fats	4.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0	32.0 ± 0.4	0.1 ± 0.0	6.6 ± 0.1
Beverages and alcohols	0.4 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.6 ± 0.0	1.0 ± 0.1	0.3 ± 0.0
Seasonings	7.6 ± 0.2	1.5 ± 0.1	5.6 ± 0.2	0.2 ± 0.0	7.0 ± 0.2
Prepared foods	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Others	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

1) Values are mean ± SE.

구하였다 (Table 3). 남성 대상자는 주로 채소류 (23.1 ± 0.3%), 곡류 (16.0 ± 0.2%), 난류 (14.4 ± 0.3%)를 통해 α -토코페롤을 섭취하였고, 주로 채소류 (53.1 ± 0.4%), 두류 (11.8 ± 0.3%), 감자류 (11.1 ± 0.3%)를 통해 β -토코페롤을 섭취하였다. γ -토코페롤은 주로 유지류 (34.0 ± 0.4%), 두류 (22.7 ± 0.4%), 채소류 (12.6 ± 0.2%)를 통해 섭취하였고, δ -토코페롤은 주로 채소류 (53.9 ± 0.5%), 난류 (10.9 ± 0.3%), 육류 (9.7 ± 0.4%)를 통해 섭취하였다. 비타민 E (mg α -TE)의 경우에는 주로 채소류 (23.3 ± 0.3%), 곡류

(14.5 ± 0.2%), 난류 (13.0 ± 0.3%)를 통해 섭취하는 것을 확인하였다.

여성대상자는 주로 채소류 (22.4 ± 0.3%), 곡류 (15.3 ± 0.2%), 난류 (13.7 ± 0.3%)를 통해 α -토코페롤을 섭취하였고, 주로 채소류 (51.2 ± 0.4%), 감자류 (12.7 ± 0.3%), 두류 (10.3 ± 0.3%)를 통해 β -토코페롤을 섭취하였다. 또한 주로 유지류 (32.0 ± 0.4%), 두류 (22.5 ± 0.4%), 채소류 (12.3 ± 0.2%)를 통해 γ -토코페롤을 섭취하였고, 주로 채소류 (53.5 ± 0.4%), 난류 (11.8 ± 0.3%), 감자류 (8.4 ± 0.2%)를 통해

Table 4. Trends of contributing food groups to vitamin E intakes among Korean adults

(%)	KNHANES						p for trend ³⁾
	I (1998)	II (2001)	III (2005)	IV (2007 ~ 2009)	V (2010 ~ 2012)	VI (2013 ~ 2015)	
Men							
Grains	14.5 ± 0.3 ¹⁾²⁾	12.9 ± 0.3	14.9 ± 0.3	13.6 ± 0.2	14.7 ± 0.2	14.6 ± 0.2	0.1129
Potatoes and starches	2.6 ± 0.2	1.4 ± 0.1	0.9 ± 0.1	2.1 ± 0.1	2.3 ± 0.1	3.0 ± 0.1	<0.0001
Sugars and sweets	0.1 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	<0.0001
Legumes and legume products	7.0 ± 0.2	5.1 ± 0.2	6.3 ± 0.2	6.3 ± 0.1	5.2 ± 0.2	4.5 ± 0.1	<0.0001
Nuts and seeds	0.5 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.9 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.8 ± 0.1	<0.0001
Vegetables	28.2 ± 0.4	30.4 ± 0.5	28.9 ± 0.4	26.3 ± 0.3	23.4 ± 0.3	22.3 ± 0.3	<0.0001
Mushrooms	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.0 ± 0.0	<0.0001
Fruits	5.2 ± 0.3	4.2 ± 0.2	2.5 ± 0.1	5.2 ± 0.2	5.9 ± 0.2	6.0 ± 0.2	<0.0001
Meats and poultrys	6.4 ± 0.2	7.5 ± 0.3	6.0 ± 0.2	6.0 ± 0.1	6.8 ± 0.2	7.1 ± 0.2	0.6302
Eggs	10.0 ± 0.3	10.9 ± 0.4	11.8 ± 0.4	12.5 ± 0.3	12.8 ± 0.3	13.6 ± 0.3	<0.0001
Fishes and shellfishes	12.6 ± 0.4	12.2 ± 0.4	11.7 ± 0.3	10.3 ± 0.2	10.0 ± 0.2	8.6 ± 0.2	<0.0001
Seaweeds	1.4 ± 0.1	1.2 ± 0.1	1.2 ± 0.1	1.6 ± 0.1	1.1 ± 0.0	0.8 ± 0.0	<0.0001
Milk and dairy products	1.5 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.9 ± 0.1	1.9 ± 0.1	<0.0001
Oils and fats	6.4 ± 0.2	6.8 ± 0.2	7.7 ± 0.2	7.0 ± 0.1	7.4 ± 0.1	7.3 ± 0.1	<0.0001
Beverages and alcohols	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	<0.0001
Seasonings	3.5 ± 0.1	5.0 ± 0.2	5.3 ± 0.2	5.7 ± 0.2	6.6 ± 0.2	7.9 ± 0.2	<0.0001
Prepared foods	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1960
Others	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1911
Women							
Grains	14.8 ± 0.3	13.9 ± 0.3	14.6 ± 0.3	14.2 ± 0.2	15.4 ± 0.2	13.9 ± 0.2	0.6878
Potatoes and starches	4.6 ± 0.3	2.7 ± 0.2	1.5 ± 0.1	4.1 ± 0.2	3.9 ± 0.2	4.6 ± 0.2	<0.0001
Sugars and sweets	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.0	<0.0001
Legumes and legume products	7.2 ± 0.3	5.2 ± 0.2	6.6 ± 0.2	6.5 ± 0.1	5.2 ± 0.1	4.3 ± 0.1	<0.0001
Nuts and seeds	0.6 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.6 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.3 ± 0.1	2.0 ± 0.1	<0.0001
Vegetables	27.1 ± 0.4	30.9 ± 0.5	29.0 ± 0.4	25.3 ± 0.3	23.4 ± 0.3	21.7 ± 0.3	<0.0001
Mushrooms	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.0 ± 0.0	<0.0001
Fruits	8.5 ± 0.3	7.3 ± 0.2	4.3 ± 0.2	8.4 ± 0.2	9.1 ± 0.2	9.4 ± 0.2	<0.0001
Meats and poultrys	4.9 ± 0.2	5.7 ± 0.2	5.1 ± 0.2	4.5 ± 0.1	5.2 ± 0.1	5.5 ± 0.1	0.5153
Eggs	8.4 ± 0.3	9.6 ± 0.3	10.7 ± 0.3	10.6 ± 0.2	11.4 ± 0.2	13.1 ± 0.3	<0.0001
Fishes and shellfishes	11.3 ± 0.4	10.4 ± 0.3	10.6 ± 0.3	8.3 ± 0.2	8.0 ± 0.2	7.2 ± 0.2	<0.0001
Seaweeds	1.4 ± 0.1	1.4 ± 0.1	1.4 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.2 ± 0.0	0.8 ± 0.0	<0.0001
Milk and dairy products	2.1 ± 0.1	1.9 ± 0.1	2.2 ± 0.1	2.6 ± 0.1	2.6 ± 0.1	2.4 ± 0.1	<0.0001
Oils and fats	5.8 ± 0.2	6.2 ± 0.2	7.4 ± 0.2	6.6 ± 0.1	6.5 ± 0.1	6.9 ± 0.1	<0.0001
Beverages and alcohols	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.6 ± 0.1	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.0008
Seasonings	3.0 ± 0.1	4.1 ± 0.2	5.3 ± 0.2	5.5 ± 0.1	6.0 ± 0.2	7.5 ± 0.2	<0.0001
Prepared foods	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1406
Others	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.5381

1) Values are mean ± SE. 2) Age-standardized mean ± SE were calculated using the age- and sex-specific structures of the estimated population in the 2005 Korea Census. 3) P for trend values were calculated using linear regression.

δ-토코페롤을 섭취하였다. 비타민 E (mg α-TE)는 주로 채소류 (22.7 ± 0.3%), 곡류 (13.9 ± 0.2%), 난류 (12.5 ± 0.2%)를 통해 섭취하였다.

국민건강영양조사 제1~6기 자료를 이용하여 비타민 E (mg α-TE) 섭취에 대한 각 식품군의 기여율 추이를 분석한 결과에 따르면 (Table 4), 남성과 여성 모두 전 기간에서 섭취 기여율이 가장 높은 식품군은 채소류였으며 곡류가

그 뒤를 이었다. 기여율 3순위 식품군은 1998년과 2001년에는 어패류였으나, 2005년 이후로는 난류였다. 남성과 여성 모두에서 두류, 채소류, 어패류의 비타민 E 섭취 기여율이 감소하였고 (p for trend < 0.0001), 견과류 및 종실류, 난류, 유지류, 조미료류의 비타민 E 섭취 기여율은 증가하였다 (p for trend < 0.0001).

고 찰

본 연구는 우리나라 성인의 토코페롤 및 비타민 E의 섭취현황과 추이 및 급원식품군의 변화를 확인하고자 제1~6기 국민건강영양조사의 24시간 회상법 자료와 한국인 상용식품의 비타민 E 함량 데이터베이스를 이용하여, 1일 α -, β -, γ -, δ -토코페롤 및 비타민 E의 섭취량을 추정된 결과, 2013~2015년 우리나라 성인의 비타민 E 섭취량은 남성 7.5 mg α -TE/d, 여성 6.4 mg α -TE/d였고, 남성과 여성 모두 비타민 E의 섭취가 유의하게 증가하고 있었으며, 주로 채소류, 곡류, 난류를 통해 비타민 E를 섭취하는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 2013~2015년 국민건강영양조사 대상자의 24시간 회상법 자료를 이용하여 한국 성인의 α -, β -, γ -, δ -토코페롤 섭취량을 산출한 결과, 우리나라 성인은 α -토코페롤 (남성: 6.5 mg/d, 여성: 5.7 mg/d), γ -토코페롤 (남성: 6.0 mg/d, 여성: 4.8 mg/d), δ -토코페롤 (남성: 3.9 mg/d, 여성: 2.8 mg/d), β -토코페롤 (남성: 0.5 mg/d, 여성: 0.4 mg/d) 형태 순으로 비타민 E를 섭취하고 있는 것으로 나타났다. 20~59세의 한국 성인 192명을 대상으로 2009~2010년에 식사조사를 수행하여 α -, β -, γ -, δ -토코페롤의 섭취량을 분석한 Noh 등¹⁸의 연구에서는 γ -토코페롤 (남성: 6.1 mg/d, 여성: 5.1 mg/d), α -토코페롤 (남성: 5.3 mg/d, 여성: 4.4 mg/d), δ -토코페롤 (남성: 1.8 mg/d, 여성: 1.5 mg/d), β -토코페롤 (남성: 0.1 mg/d, 여성: 0.1 mg/d) 순으로 비타민 E를 섭취하는 것으로 나타났다. 본 연구에서 추정된 α -, β -, δ -토코페롤의 섭취량은 선행연구의 추정값보다 높았으나, γ -토코페롤의 섭취 추정량은 선행연구보다 약간 낮은 값이었다. 따라서 본 연구에서는 4가지 토코페롤 형태 중 α -토코페롤의 섭취량이 가장 많았던 반면, 선행연구에서는 γ -토코페롤의 섭취량이 가장 많았다. 이러한 차이는 두 연구의 조사 시기 차이로 인한 실제 섭취량의 변화에서 비롯되었을 가능성이 있으며, 두 연구에서 사용한 비타민 E 함량 데이터베이스가 달랐기 때문인 것으로 사료된다. 미국의 국민건강영양조사 (National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES) 2013~2014년 자료를 분석한 결과에 따르면, 20세 이상 성인의 α -토코페롤 평균 섭취량은 남성 10.4 mg/d, 여성 9.4 mg/d였고,¹⁹ 일본의 2015년 영양소 섭취량 자료에 따르면, 1세 이상 α -토코페롤 평균 섭취량은 남자 6.9 mg/d, 여자 6.4 mg/d였다.²⁰ 우리나라 성인의 α -토코페롤 섭취량은 미국보다는 낮고 일본과는 비슷한 수준이었다.

4종의 토코페롤 섭취량의 단순 합으로 계산한 비타민 E (mg)의 섭취량을 국내 선행연구와 비교한 결과는 다음과

같다. 본 연구에서 사용한 단위 (mg α -TE/d)가 선행연구에서 사용한 단위 (mg/d)와 달라, 선행연구에서 분석한 단위로 추가분석하여 결과를 비교하였다. 2007년도 국민건강영양조사 자료를 분석한 Shim 등²¹의 결과에 따르면, 남성의 비타민 E 평균 섭취량은 20~29세 13.9 mg/d, 30~49세 13.0 mg/d, 50~64세 9.5 mg/d, 65~74세 6.1 mg/d, 75세 이상 4.3 mg/d였고, 여성은 20~29세 10.7 mg/d, 30~49세 9.0 mg/d, 50~64세 6.6 mg/d, 65~74세 5.4 mg/d, 75세 이상 3.1 mg/d였다. 이는 본 연구에서 추정된 2007~2009년도 국민건강영양조사 대상자의 섭취량 (남성: 19~29세 15.8 mg/d, 30~49세 17.0 mg/d, 50~64세 15.3 mg/d, 65~74세 12.2 mg/d, 75세 이상 10.5 mg/d, 여성: 19~29세 13.0 mg/d, 30~49세 12.6 mg/d, 50~64세 11.8 mg/d, 65~74세 9.4 mg/d, 75세 이상 8.0 mg/d, 결과미제시) 보다는 낮은 값이었다. 한국인 폐경 여성을 대상으로 2009년 식사조사를 수행하여 비타민 E 섭취량을 분석한 Heo 등²²의 결과에서, 50~64세 폐경 여성은 평균 16.4 mg/d, 65세 이상의 폐경 여성은 평균 13.5 mg/d의 비타민 E를 섭취하는 것으로 나타났다. 이는 본 연구의 2007~2009년 국민건강영양조사 여성 대상자의 비타민 E 평균 섭취량 (50~64세 11.8 mg/d, 65~74세 9.4 mg/d, 75세 이상 8.0 mg/d, 결과미제시)보다 높은 수준이었다. 한국인 여대생을 대상으로 2011년 식사조사를 수행하여 영양소 섭취량을 분석한 Choi 등²³의 연구에서 20대 초반 여대생의 비타민 E 섭취량은 14.7 mg/d로, 본 연구의 2010~2012년 국민건강영양조사 20대 여성 대상자의 평균 비타민 E 섭취량 (13.2 mg/d, 결과미제시)보다 조금 높은 수준이었다. 이렇듯 본 연구 결과와 기존의 선행 연구들의 결과 간의 차이는 일관된 경향을 보이지 않았는데, 이는 상당 부분 비타민 E 섭취량을 추정하는데 사용된 데이터베이스의 출처와 완성도의 차이에서 기인한 것으로 사료된다. 본 연구에서 사용한 비타민 E 함량 데이터베이스는 함량값 수집, 함량값 선택, 대체값 적용에 있어 체계적인 방법에 따라 구축되었고, 식품섭취량 대비 98.2%의 완성도를 보였기에 기존 선행연구보다 정확도가 높은 섭취량을 산출하였을 것으로 사료된다.

2013~2015년 국민건강영양조사 자료를 통해 추정된 한국 성인의 비타민 E 섭취량을 한국, 미국, 일본의 비타민 E 권장 섭취기준으로 평가한 결과는 다음과 같다. 본 연구에서 추정된 한국 성인의 평균 비타민 E 섭취량 (남성 7.5 mg α -TE/d, 여성 6.4 mg α -TE/d)은 2015 한국인 영양소 섭취기준의 비타민 E 충분섭취량 (12 mg α -TE/d)에 미치지 못하는 수준이었다. 충분섭취량에 대한 섭취비율을 계산한 결과, 남성은 충분섭취량의 62.6 \pm 0.7%, 여성은 53.4 \pm 0.5%를 섭취한 것으로 확인되었다 (결과미제시). 한편, 미

국과 일본에서는 우리나라와는 달리 α -토코페롤만을 활성 비타민 E로 인정하고 권장량을 설정하고 있는데, 미국의 비타민 E 권장섭취량은 15 mg α -tocopherol/d이며,²⁴ 일본의 충분섭취량은 남성 6.5 mg α -tocopherol/d, 여성 6.0 mg α -tocopherol/d 이다.²⁵ 우리나라 성인의 α -토코페롤 평균 섭취량 (남성 6.5 mg/d, 여성 5.7 mg/d)은 일본의 충분섭취량에는 가까우나 미국의 권장섭취량에는 미치지 못했다.

본 연구결과에서는 α -, β -, γ -, δ -토코페롤 및 비타민 E의 섭취량이 65세 미만보다 65세 이상에서 더 적은 것으로 나타났다. 특히 75세 이상 노년층의 비타민 E 섭취량은 남성 4.7 mg α -TE/d, 여성 3.8 mg α -TE/d에 불과하여 충분섭취량인 12 mg α -TE/d에 한참을 못 미치는 것으로 확인되었다 (충분 섭취량 대비 섭취 비율: 남성 $39.3 \pm 1.4\%$, 여성 $31.9 \pm 1.1\%$, 결과미제시). 이는 노년층의 절대적인 식품 섭취량 감소로 인한 에너지 및 지방 섭취 감소에서 기인한 것으로 생각된다. 노년기의 비타민 E 보충이 면역반응 향상, 인지기능 향상, 알츠하이머 유병률 및 발생률 감소, 관상동맥질환으로 인한 사망 위험의 감소와 관련이 있다는 사실을 종합해 볼 때,²⁶⁻³⁰ 노인의 비타민 E 섭취가 부족하다는 본 연구의 결과는 노인을 대상으로 비타민 E의 섭취를 독려하기 위한 중재 프로그램이 필요함을 시사한다. 한 예로, 비타민 E의 기능과 주요 급원식품 교육 등이 노인들의 비타민 E 섭취량 증가에 도움이 될 수 있을 것이라 사료된다.

또한 비타민 E의 섭취량은 교육수준과 소득수준이 증가함에 따라 함께 증가하는 경향을 보였다. 외국의 선행연구를 통해 사회경제적 수준과 비타민 E 섭취량의 역의 관련성이 수차례 밝혀진 바 있으며,³¹⁻³³ 국내 선행연구를 통하여 이러한 사회경제적 수준과 영양소 섭취량의 관계가 비단 비타민 E에만 국한되지 않는다는 것이 확인된 바 있다.³⁴⁻³⁷ 따라서 사회경제적 수준으로 인한 영양섭취 및 건강 불평등 격차를 해소하기 위해 국가적인 노력이 필요할 것으로 사료된다.

국민건강영양조사 제1~6기 자료를 이용하여 비타민 E 섭취량 추이를 분석한 결과, 남성과 여성 모두 시간에 따라 비타민 E의 섭취량이 유의하게 증가하였다. 비타민 E가 견과류와 유지류에 풍부하다는 점을 미루어 보아, 지방으로부터 얻는 에너지 비율의 증가³⁸가 비타민 E 섭취량 증가와 관련이 있을 것으로 사료된다. 연령그룹에 따른 비타민 E의 섭취 추이를 분석한 결과 남성과 여성 모두 75세 미만 연령 그룹에서는 시간에 따라 비타민 E의 섭취량이 유의하게 증가했으나, 75세 이상 그룹에서는 시간이 지나도 여전히 비타민 E의 섭취량이 낮게 유지되었다. 대상자를 교육수준과 소득수준에 따라 각각 4분위로 나누어 비타민 E

의 섭취량 추이를 분석한 결과에서도 시간에 따라 모든 그룹의 비타민 E 섭취량이 증가하였다는 사실을 고려하면, 고령이라는 요인이 비타민 E의 섭취량에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있다. 노년기에는 비타민 E 뿐만 아니라 비타민 A, 칼슘과 같은 미량 영양소의 섭취가 부족하므로,³⁹ 고령인구의 비율이 계속하여 증가하는 한국의 상황을 고려할 때 노년기의 영양개선을 위한 국가차원의 적극적인 노력이 필요하다고 사료되는 바이다.

2013~2015년 국민건강영양조사 대상자의 24시간 회상법 자료를 이용하여 각 토코페롤 별로 식품군의 섭취 기여율을 분석한 결과, 한국 성인은 α -토코페롤을 주로 채소류, 곡류, 난류를 통해, β -토코페롤을 주로 채소류, 감자류, 두류를 통해, γ -토코페롤을 주로 유지류, 두류, 채소류를 통해, δ -토코페롤을 주로 채소류, 난류, 육류를 통해 섭취하였고, 비타민 E (mg α -TE)는 주로 채소류, 곡류, 난류를 통해 섭취한 것으로 나타났다. 본 연구에서 구축한 비타민 E 함량 데이터베이스에서 비타민 E 함량이 높은 식품은 녹차, 마른 것 (65.7 mg α -TE/100 g), 해바라기씨유 (39.0 mg α -TE/100 g), 해바라기씨 (36.3 mg α -TE/100 g), 아몬드 (29.5 mg α -TE/100 g), 유채씨기름 (28.8 mg α -TE/100 g), 쌀겨기름 (25.8 mg α -TE/100 g), 붉은 고추, 마른 것 (23.4 mg α -TE/100 g), 마가린 (18.7 mg α -TE/100 g) 등으로 주로 견과류 및 종실류와 유지류였으나, 실제로 비타민 E 섭취기여율이 높았던 식품은 달걀 (섭취기여율: 12.6%, 비타민 E 함량: 3.2 mg α -TE/100 g), 배추김치 (섭취기여율: 7.8%, 비타민 E 함량: 0.6 mg α -TE/100 g), 백미 (섭취기여율: 4.2%, 비타민 E 함량: 0.1 mg α -TE/100 g), 콩기름 (섭취기여율: 4.0%, 비타민 E 함량: 6.9 mg α -TE/100 g), 마요네즈 (섭취기여율: 3.2%, 비타민 E 함량: 12.2 mg α -TE/100 g) 순으로 나타나 (결과미제시), 결과적으로 한국인이 절대적으로 많이 섭취하는 채소류, 곡류, 난류가 비타민 E의 주요 기여식품군인 것으로 확인되었다.

제1~6기 국민건강영양조사 자료를 이용하여 식품군의 비타민 E 섭취 기여율의 추이를 분석한 결과, 전 기간에 걸쳐 남성과 여성 모두에서 섭취기여율이 가장 높았던 식품군은 채소류였으나 채소류를 통한 비타민 E 섭취비율은 시간에 따라 감소하였다. 섭취기여율 2순위 식품군은 곡류였고, 곡류는 전 기간에 일정한 기여율을 보였다. 섭취기여율 3순위 식품군은 2001년까지는 어패류였으나, 2005년 이후로는 난류로 변경되었다. 즉, 어패류를 통해 섭취하는 비타민 E는 감소하고, 난류를 통해 섭취하는 비타민 E는 증가하였다. 유지류의 비타민 E 섭취 기여율은 다른 식품군에 비해 낮은 수준이었지만 시간에 따라 증가하는 모습을 보였는데, 비타민 E 함유량이 높은 유지류의 섭취량이

증가하여 한국인의 비타민 E 섭취수준이 증가한 것으로 사료된다.

본 연구는 체계적인 방법으로 한국인 상용식품 속 α -, β -, γ -, δ -토코페롤 함량값을 수집하여 구축한 완성도 높은 비타민 E 데이터베이스를 국민건강영양조사 식품섭취량 자료와 연계하여 한국 성인의 비타민 E 섭취량 및 식품군의 비타민 E 섭취 기여율을 정량적으로 추정하고 추이를 확인한 최초의 연구라는 점에 의의가 있으나, 다음과 같은 제한점을 갖는다.

첫째, 본 연구에서 구축한 비타민 E 데이터베이스는 4종의 토코페롤 함량은 포함하나 4종의 토코트리엔올 함량을 포함하지 않았고, 비타민 E 섭취량을 추정하는데 사용한 데이터베이스가 대상자가 섭취한 모든 식품의 비타민 E 함량을 포함하지 않았기 때문에, 본 연구에서 추정한 한국인의 비타민 E 섭취량은 실제 섭취량보다 과소평가되었을 가능성이 있으므로 주의하여 해석할 필요가 있다. 둘째, 본 연구에서 사용한 국민건강영양조사 24시간 회상법 자료는 1일간의 식품 섭취량을 조사한 것으로 대상자의 평소 비타민 E 섭취량을 반영하지 못 한다는 한계가 있다. 따라서 추후 한국인 상용 식품 속 여러 형태의 비타민 E 함량을 직접 분석하여 완성도뿐 아니라 타당도도 높은 데이터베이스를 구축하고, 여러 날의 반복된 식사섭취조사를 수행한다면, 더욱 정확도가 높은 한국인의 비타민 E 섭취 실태를 파악할 수 있을 것이다. 식품 속 영양소의 함량은 품종 및 생산된 지역에 따라 차이가 있으므로 우리나라 국민의 비타민 E 섭취량을 정확히 추정하기 위해선 우리나라에서 생산된 식품 또는 우리 국민이 실제로 섭취하는 식품 속 비타민 E 함량을 직접 분석하는 것이 필요하며, 특히 비타민 E 함량이 높은 유지류, 견과류 및 종실류와 비타민 E 섭취 기여율이 높은 채소류, 곡류, 난류가 우선적으로 분석되어야 할 식품군인 것으로 사료된다.

본 연구를 통해 한국 성인의 비타민 E 섭취 실태를 확인한 결과, 한국인의 비타민 E 섭취량은 1998년도 이래 꾸준히 증가하였으나, 여전히 2015 한국인 영양소 섭취기준의 충분 섭취량에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 또한 연령이 증가하고 교육수준 및 소득수준이 낮을수록 섭취실태가 더욱 불량한 것으로 나타나, 이러한 영양취약계층을 상대로 영양 상태를 개선하기 위한 국가 차원의 노력이 촉구된다.

요 약

본 연구에서는 한국 성인의 비타민 E 섭취량과 기여식품군의 현황 및 추이를 확인하기 위하여 제1~6기 국민건강영양조사에 참여한 19세 이상 성인 69,665명의 24시간 회

상 자료를 한국인 상용식품의 비타민 E 함량 데이터베이스와 연계하여 α -, β -, γ -, δ -토코페롤 및 비타민 E 섭취량을 추정하였다. 그 결과 비타민 E의 섭취량은 1998년도 이후 꾸준히 증가하였으며, 2013~2015년의 비타민 E 섭취량은 남성 7.5 mg α -TE/d, 여성 6.4 mg α -TE/d였음을 알 수 있었다. 각 식품군별 비타민 E 섭취 기여율을 산출하였을 때에는 채소류, 곡류, 난류 순으로 기여율이 높았고, 시간에 따른 추이를 보았을 때에는 채소류의 기여율은 감소하였고 난류의 기여율은 증가하였다. 2015 한국인 영양소 섭취기준을 이용해 본 연구에서 추정한 한국 성인의 비타민 E 섭취량을 평가한 결과, 비타민 E의 평균 섭취량이 충분 섭취량에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이러한 섭취 부족 현상은 연령이 높고 교육수준 및 소득수준이 낮을수록 뚜렷하였다. 따라서 이러한 영양취약계층을 대상으로 비타민 E의 기능 및 급원식품을 교육할 필요성이 있다고 사료된다. 본 연구에서 체계적인 방법으로 추정한 한국 성인의 비타민 E 섭취량은 한국인 영양소 섭취기준의 개정을 위한 근거자료로 사용될 수 있을 것이나, 한국인 상용식품 내 다양한 형태의 비타민 E 함량을 분석하는 후속 연구가 수행되면, 더욱 정확한 비타민 E 섭취량 추정값을 얻을 수 있을 것이다.

References

1. Ministry of Health and Welfare (KR); The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2015. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2016.
2. Rural Development Administration (KR). Fat-soluble vitamin composition table. Suwon: Rural Development Administration; 2012.
3. Sokol RJ. Vitamin E deficiency and neurologic disease. *Annu Rev Nutr* 1988; 8(1): 351-373.
4. Corrigan JJ Jr, Marcus FL. Coagulopathy associated with vitamin E ingestion. *JAMA* 1974; 230(9): 1300-1301.
5. Alpha-Tocopherol, Beta Carotene Cancer Prevention Study Group. The effect of vitamin E and beta carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers. *N Engl J Med* 1994; 330(15): 1029-1035.
6. Traber MG, Atkinson J. Vitamin E, antioxidant and nothing more. *Free Radic Biol Med* 2007; 43(1): 4-15.
7. Bandera EV, Gifkins DM, Moore DF, McCullough ML, Kushi LH. Antioxidant vitamins and the risk of endometrial cancer: a dose-response meta-analysis. *Cancer Causes Control* 2009; 20(5): 699-711.
8. Ye Z, Song H. Antioxidant vitamins intake and the risk of coronary heart disease: meta-analysis of cohort studies. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2008; 15(1): 26-34.
9. Li P, Zhang H, Chen J, Shi Y, Cai J, Yang J, Wu Y. Association between dietary antioxidant vitamins intake/blood level and risk of gastric cancer. *Int J Cancer* 2014; 135(6): 1444-1453.

10. Guo L, Zhu H, Lin C, Che J, Tian X, Han S, Zhao H, Zhu Y, Mao D. Associations between antioxidant vitamins and the risk of invasive cervical cancer in Chinese women: a case-control study. *Sci Rep* 2015; 5: 13607.
11. Li FJ, Shen L, Ji HF. Dietary intakes of vitamin E, vitamin C, and beta-carotene and risk of Alzheimer's disease: a meta-analysis. *J Alzheimers Dis* 2012; 31(2): 253-258.
12. Morris MC, Evans DA, Tangney CC, Bienias JL, Wilson RS, Aggarwal NT, Scherr PA. Relation of the tocopherol forms to incident Alzheimer disease and to cognitive change. *Am J Clin Nutr* 2005; 81(2): 508-514.
13. Gaziano JM. Vitamin E and cardiovascular disease: observational studies. *Ann N Y Acad Sci* 2004; 1031(1): 280-291.
14. Jun S, Shin S, Joung H. Estimation of dietary flavonoid intake and major food sources of Korean adults. *Br J Nutr* 2016; 115(3): 480-489.
15. Kim SA, Jun S, Joung H. Estimated dietary intake of vitamin A in Korean adults: based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007–2012. *J Nutr Health* 2016; 49(4): 258-268.
16. Chun OK, Chung SJ, Song WO. Estimated dietary flavonoid intake and major food sources of U.S. adults. *J Nutr* 2007; 137(5): 1244-1252.
17. National Research Council (US). Recommended dietary allowances. 10th edition. Washington D.C.: National Academy Press; 1989.
18. Noh HH, Kim YN, Cho YO. Intakes and major food sources of vitamins A and E of Korean adults living in Seoul and Gyeonggi province. *Korean J Nutr* 2010; 43(6): 628-637.
19. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. What we eat in America 2013–2014 [Internet]. Washington, D.C.: Agricultural Research Service; 2016 [cited 2017 Aug 25]. Available from: <https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md/beltsville-human-nutrition-research-center/food-surveys-research-group/docs/wweia-data-tables/>.
20. Ministry of Health, Labour and Welfare (JP). National health and nutrition survey 2015 [Internet]. Tokyo: Ministry of Health, Labour and Welfare; 2017 [cited 2017 Aug 25]. Available from: http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoku/kenkou/kenkouinippon21/en/eiyouchousa/koumoku_eiyouchou.html/.
21. Shim YJ, Paik HY. Reanalysis of 2007 Korean National Health and Nutrition Examination Survey (2007 KNHANES) results by CAN-Pro 3.0 nutrient database. *Korean J Nutr* 2009; 42(6): 577-595.
22. Heo J, Park Y, Park HM. Dietary intake of nutrients and food in postmenopausal Korean women. *J Korean Soc Menopause* 2011; 17(1): 12-20.
23. Choi MJ, Lee YS. Nutrient intake and body composition analysis according to food habits in college females in Daegu area. *J East Asian Soc Diet Life*. 2014; 24(1): 45-52.
24. Institute of Medicine (US) Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds. Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. Washington D.C.: National Academies Press; 2000.
25. Ministry of Health, Labour and Welfare (JP). Dietary reference intakes for Japanese 2015. Tokyo: Ministry of Health, Labour and Welfare; 2015.
26. Meydani SN, Barklund MP, Liu S, Meydani M, Miller RA, Cannon JG, Morrow FD, Rocklin R, Blumberg JB. Vitamin E supplementation enhances cell-mediated immunity in healthy elderly subjects. *Am J Clin Nutr* 1990; 52(3): 557-563.
27. Meydani SN, Meydani M, Blumberg JB, Leka LS, Siber G, Loszewski R, Thompson C, Pedrosa MC, Diamond RD, Stollar BD. Vitamin E supplementation and in vivo immune response in healthy elderly subjects. A randomized controlled trial. *JAMA* 1997; 277(17): 1380-1386.
28. Zandi PP, Anthony JC, Khachaturian AS, Stone SV, Gustafson D, Tschanz JT, Norton MC, Welsh-Bohmer KA, Breitner JC; Cache County Study Group. Reduced risk of Alzheimer disease in users of antioxidant vitamin supplements: the Cache County Study. *Arch Neurol* 2004; 61(1): 82-88.
29. Masaki KH, Losonczy KG, Izmirlian G, Foley DJ, Ross GW, Petrovitch H, Havlik R, White LR. Association of vitamin E and C supplement use with cognitive function and dementia in elderly men. *Neurology* 2000; 54(6): 1265-1272.
30. 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* 1996; 64(2): 190-196.
31. Ovaskainen ML, Paturi M, Tapanainen H, Harald K. Educational differences in the diet of Finnish adults and the associations between education and the determinants and facilitators of dietary fat quality. *Public Health Nutr* 2010; 13(6A): 925-931.
32. Brunst KJ, Wright RO, DiGioia K, Enlow MB, Fernandez H, Wright RJ, Kannan S. Racial/ethnic and sociodemographic factors associated with micronutrient intakes and inadequacies among pregnant women in an urban US population. *Public Health Nutr* 2014; 17(9): 1960-1970.
33. Villar-Vidal M, Amiano P, Rodríguez-Bernal C, Santa Marina L, Mozo I, Vioque J, Navarrete-Muñoz EM, Romaguera D, Valvi D, Fernández-Samoano A, Tardón A, Ibarluzea J. Compliance of nutritional recommendations of Spanish pregnant women according to sociodemographic and lifestyle characteristics: a cohort study. *Nutr Hosp* 2015; 31(4): 1803-1812.
34. Lim HS, Park YH, Lee HH, Kim TH, Kim SK. Comparison of calcium intake status by region and socioeconomic status in Korea: the 2011–2013 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *J Bone Metab* 2015; 22(3): 119-126.
35. Lee HA, Park H. The mediation effect of individual eating behaviours on the relationship between socioeconomic status and dietary quality in children: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Eur J Nutr* 2017; 56(3): 1339-1346.
36. Kim K, Shin SC, Shim JE. Nutritional status of toddlers and preschoolers according to household income level: overweight tendency and micronutrient deficiencies. *Nutr Res Pract* 2015; 9(5): 547-553.
37. Kim K, Hong SA, Kim MK. Trends in nutritional inequality by educational level: a case of South Korea. *Nutrition* 2010; 26(7-8): 791-798.
38. Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2014: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VI-2) [Internet]. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2015 [cited 2017 Aug 25]. Available from: <http://knhanes.cdc.go.kr>.
39. Park YH, de Groot LC, van Staveren WA. Dietary intake and anthropometry of Korean elderly people: a literature review. *Asia Pac J Clin Nutr* 2003; 12(3): 234-242.