

우리나라 성인의 비타민 A 섭취현황 : 2007~2012년 국민건강영양조사 자료를 이용하여*

김성아¹ · 진신영² · 정효지^{1,2†}

¹서울대학교 보건대학원, ²서울대학교 보건환경연구소

Estimated dietary intake of vitamin A in Korean adults: Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007~2012*

Kim, Seong-Ah¹ · Jun, Shinyoung¹ · Joung, Hyojee^{1,2†}

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

²Institute of Health and Environment, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to estimate dietary vitamin A intake and examine major food sources of vitamin A in Korean adults. **Methods:** Using data from the 2007~2012 Korea National Health and Nutrition Examination Survey, a total of 33,069 subjects over 19-years-old were included in this study. We estimated individual daily intakes of retinol, carotenoids such as α -carotene, β -carotene, β -cryptoxanthin, lutein/zeaxanthin, and lycopene, and vitamin A by linking food consumption data with the vitamin A database of commonly consumed foods. We compared individual vitamin A intakes with the reference value of Dietary Reference Intakes for Koreans. **Results:** Average dietary vitamin A intakes of study subjects were 864.3 μ g retinol equivalent/day (495.7 μ g retinol activity equivalent/day) in men and 715.0 μ g retinol equivalent/day (403.6 μ g retinol activity equivalent/day) in women. Exactly 42.9% and 70.6% of total subjects consumed less vitamin A than the Estimated Average Requirement (EAR) based on retinol equivalent and retinol activity equivalent, respectively. The major food sources of vitamin A were Korean radish leaves, carrot, red pepper, and laver, and the top 20 foods provided about 80% of total vitamin A intake. **Conclusion:** This study provides basic data for estimation of vitamin A intake in Korean adults. Further research will be needed to analyze the association of insufficient or excess intakes of vitamin A and health problems in the Korean population.

KEY WORDS: vitamin A, retinol equivalent, retinol activity equivalent, KNHANES

서 론

비타민 A는 인체의 정상적인 성장과 시각 기능 유지, 상피 조직의 분화 조절 및 배아의 성장 등에서 중요한 역할을 하는 필수 영양소이다.¹ 비타민 A는 계란이나 유제품과 같은 동물성 식품에 존재하는 레티놀의 형태나 녹황색 채소 및 과일과 같은 식물성 식품에 주로 존재하는 비타민 A의 전구체인 카로티노이드의 형태로 섭취할 수 있다.² 카로티노이드는 현재까지 약 600여 종이 자연에 존재하는 것

로 알려졌으며, 그 중 비타민 A로 전환되는 활성을 가진 카로티노이드는 총 6종으로, α -카로틴, β -카로틴, 리코펜, β -크립토잔틴, 루테인/제아잔틴이다.³ 비타민 A의 섭취 부족은 저개발 국가의 아동과 가임기 여성에서 흔히 나타나는데, 빈혈, 면역 기능의 이상, 감염에의 감수성 증가, 성장 지연 등의 증상이 동반되며, 심한 경우에는 사망에 이를 수 있다.⁴ 한편, 최근에는 카로티노이드의 섭취가 폐암, 위암, 전립선암, 유방암 등의 암 발생 위험을 낮추는 것으로 확인되고 있어,⁵⁻⁸ 항암인자로서의 비타민 A의 역할이 주목을 받고 있다.

Received: June 14, 2016 / Revised: July 18, 2016 / Accepted: July 28, 2016

*This work is carried out with the support of 'Research Program for Agricultural Science and Technology Development', National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration (Project No. PJ011637022016).

[†]To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-2-880-2781, e-mail: hjjoung@snu.ac.kr

© 2016 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.

우리 국민을 대상으로 비타민 A 및 카로티노이드의 섭취량을 평가한 연구는 많지 않은데, 2012년 국민건강영양조사 결과에 따르면, 우리나라 19세 이상 성인의 평균 비타민 A 섭취량은 905.5 μg RE/일이었고,¹⁰ 노 등이 2009-2010년 서울 및 경기 지역의 성인 남녀 192명을 대상으로 조사한 결과, 대상자의 평균 비타민 A 섭취량은 1240.1 μg RE/일과 693.3 μg RAE/일 이었다.¹¹ 그러나 국민건강영양조사 결과의 경우, 카로티노이드 6종을 모두 포함시킨 것이 아니라, 주로 β -카로틴 만을 포함하여 계산하였기 때문에 과소 평가의 위험이 있고, 노 등의 연구에서는 대상자가 매우 제한적이기 때문에, 연구 결과를 일반화시키기에는 한계가 있다. 우리 국민의 비타민 A 섭취량을 정확하게 추정하기 위해서는 식품 중 레티놀 및 카로티노이드 성분 함량에 대한 정보가 필요하다. 그러나 현재 농촌진흥청에서 제공하고 있는 식품 중 레티놀 및 카로티노이드 함량 자료는 β -카로틴에만 국한되어 있어 자료의 활용에 많은 제한이 따른다.¹²

우리나라에서는 한국인 영양섭취기준을 통해 비타민 A의 섭취 기준에 대해 권고하고 있다. 그 동안 레티놀 당량 (retinol equivalent, RE)을 비타민 A의 기본 단위로 사용하여 왔으나, 최근 발표된 2015년 한국인 영양소 섭취기준에서는 국제적인 추세에 따라 레티놀 활성당량 (retinol activity equivalent, RAE)을 기본 단위로 채택하였다.⁹ 이에 본 연구에서는 우리 국민의 비타민 A 섭취량을 보다 정확하게 파악하기 위하여 한국인 상용식품 중 레티놀 및 카로티노이드 6종에 대한 함량 데이터베이스를 구축하고, 이를 국민건강영양조사 자료와 연계하여 우리 국민의 비타민 A 섭취량을 레티놀 당량과 레티놀 활성당량으로 추정하고자 한다. 또한 새로 설정된 2015 비타민 A 영양섭취기준과의 비교를 통해 우리나라 국민의 비타민 A 섭취의 적절성을 평가하고 주요 급원식품을 파악하고자 한다.

연구방법

연구 대상

본 연구는 제 4·5기 국민건강영양조사 (2007~2012) 자료를 이용하여 분석하였다.¹³⁻¹⁸ 제 4·5기 국민건강영양조사에 참여한 19세 이상 성인 약 38,000명 중에서 식품섭취 조사와 설문조사를 완료한 대상자는 33,581명이다. 그 중 일일 총 에너지 섭취량이 500 kcal 미만이거나, 5,000 kcal 이상인 대상자를 제외한 33,069명을 대상으로 선정하였다. 본 연구의 자료는 질병관리본부 연구윤리심의위원회의 승인을 받아 수행된 연구에서 수집되었다 (승인번호: 2007-02CON-04-P, 2008-04EXP-01-C, 2009-01CON-03-2C, 2010-02CON-21-C, 2011-02CON-06-C, 2012-01EXP-01-2C).

상용식품 중 비타민 A 데이터베이스 구축 및 1일 비타민 A 섭취량 추정

본 연구진이 구축한 한국인 상용식품 중 비타민 A (레티놀, 카로티노이드) 데이터베이스를 국민건강영양조사의 24시간 회상법으로 조사한 식사 자료와 연계하여, 대상자의 1일 비타민 A 섭취량을 계산하였다. 비타민 A 데이터베이스는 레티놀과 6종의 카로티노이드 (α -카로틴, β -카로틴, 리코펜, β -크립토탄틴, 루테인/제아잔틴)의 식품별 함량 자료를 수집한 것으로, 국민건강영양조사에서 사용되는 식품명과 식품코드에 따라 국가 공인기관의 데이터베이스 성분값 (우리나라 농촌진흥청, 미국 USDA, 일본 MEXT, 프랑스 INRA)과 국내·외에서 출판된 문헌에 제시된 성분값 등을 활용하여 구축하였다. 구축된 데이터베이스의 완성도 및 출처를 Table 1에 제시하였다. 레티놀 데이터베이스의 경우, 2007-2012년도 국민건강영양조사의 식사조사 대상자 33,581명의 식품섭취량의 98.20%를 충족시켰고, 섭취한 식품 수에 대비해서는 84.12%의 완성도를 보였다. 카로티노이드 데이터베이스는 식품섭취량 대비 96.65%, 식

Table 1. The literature sources and coverage of retinol and carotenoids database

| | Analytical values, n | | | Imputing values, n | | Total, n (%) |
|-------------------------------------|----------------------|------|--------------------|-------------------------|--------------|--------------|
| | Korea RDA | USDA | Literature reviews | Calculation of moisture | Similar food | |
| Retinol | 1,465 | 174 | 0 | 1 | 1,046 | 2,686 (84.1) |
| α -Carotene | 129 | 293 | 1 | 167 | 344 | 934 (29.3) |
| β -Carotene | 962 | 399 | 1 | 161 | 980 | 2,503 (78.4) |
| Lycopene | 67 | 330 | 1 | 158 | 348 | 904 (28.3) |
| β -Cryptoxanthin | 145 | 132 | 3 | 159 | 155 | 594 (18.6) |
| Lutein/Zeaxanthin | 26 | 300 | 8 | 114 | 201 | 649 (20.3) |
| Carotenoids ¹⁾ | - | - | - | - | - | 2,508 (78.6) |
| Retinol + carotenoids ²⁾ | - | - | - | - | - | 2,829 (88.6) |

1) The number of carotenoids contents was added if any of the 6 carotenoids is available.

2) The number of retinol and carotenoids contents was added if any of the retinol or 6 carotenoids is available.

Table 2. Daily dietary vitamin A intakes of Korean adults aged ≥ 19 by socio-demographic factors from 24-h DR in the KNHANES 2007~2012

| | n | Retinol and carotenoids intakes | | | | | | | Vitamin A intakes | |
|--------------------------------|--------|---|--|---|--|---|--|--|---|--|
| | | Retinol ($\mu\text{g}/\text{day}$) | α -Carotene ($\mu\text{g}/\text{day}$) | β -Carotene ($\mu\text{g}/\text{day}$) | β -Cryptoxanthin ($\mu\text{g}/\text{day}$) | Lutein/Zeaxanthin ($\mu\text{g}/\text{day}$) | Lycopene ($\mu\text{g}/\text{day}$) | Vitamin A ($\mu\text{g RE}/\text{day}$) | Vitamin A ($\mu\text{g RAE}/\text{day}$) | |
| All subjects | 33,069 | 109.4 \pm 2.4 | 526.8 \pm 9.4 | 3,532.9 \pm 38.3 | 555.9 \pm 18.7 | 2,225.7 \pm 33.5 | 2,119.0 \pm 91.4 | 788.4 \pm 7.5 | 448.9 \pm 4.3 | |
| Gender | | | | | | | | | | |
| Male | 13,475 | 127.2 \pm 3.9 ^a | 578.7 \pm 13.8 ^a | 3,875.8 \pm 49.5 ^a | 515.1 \pm 17.7 ^a | 2,418.1 \pm 44.0 ^a | 2,041.2 \pm 110.1 ^a | 864.3 \pm 10.1 ^a | 495.7 \pm 6.2 ^a | |
| Female | 19,594 | 92.2 \pm 1.8 ^b | 476.6 \pm 10.8 ^b | 3,201.2 \pm 42.1 ^b | 595.4 \pm 24.3 ^b | 2,039.6 \pm 37.8 ^b | 2,194.3 \pm 98.9 ^b | 715.0 \pm 8.0 ^b | 403.6 \pm 4.2 ^b | |
| Age (y) | | | | | | | | | | |
| 19 ~ 29 | 3,866 | 136.0 \pm 4.7 ^a | 629.1 \pm 19.8 ^a | 2,970.1 \pm 58.5 ^a | 409.3 \pm 20.2 ^a | 1,717.9 \pm 59.3 ^a | 2,453.8 \pm 157.5 ^a | 717.6 \pm 12.6 ^a | 426.8 \pm 7.7 ^a | |
| 30 ~ 49 | 12,363 | 123.5 \pm 3.5 ^a | 611.2 \pm 13.0 ^a | 3,810.7 \pm 57.7 ^b | 566.4 \pm 22.1 ^b | 2,444.7 \pm 45.9 ^b | 2,320.5 \pm 133.5 ^a | 856.8 \pm 1.1 ^b | 490.2 \pm 6.4 ^b | |
| 50 ~ 64 | 8,730 | 93.6 \pm 4.0 ^b | 425.4 \pm 17.6 ^b | 3,721.8 \pm 68.1 ^b | 696.9 \pm 35.5 ^c | 2,483.2 \pm 62.7 ^b | 1,979.6 \pm 110.8 ^b | 807.4 \pm 13.2 ^b | 450.5 \pm 7.5 ^c | |
| 65 ~ 74 | 5,362 | 61.8 \pm 7.5 ^c | 303.3 \pm 17.8 ^c | 3,380.2 \pm 111.6 ^c | 521.6 \pm 31.8 ^b | 1,916.9 \pm 72.6 ^c | 1,355.3 \pm 126.8 ^c | 693.9 \pm 21.6 ^a | 377.9 \pm 12.8 ^d | |
| 75+ | 2,748 | 39.8 \pm 3.9 ^d | 256.2 \pm 25.7 ^c | 2,732.5 \pm 116.8 ^a | 453.3 \pm 50.5 ^a | 1,676.8 \pm 111.3 ^a | 1,064.3 \pm 127.9 ^c | 554.4 \pm 21.6 ^c | 297.1 \pm 11.4 ^e | |
| Household income ¹⁾ | | | | | | | | | | |
| Low | 6,835 | 71.2 \pm 3.9 ^a | 356.2 \pm 18.4 ^a | 3,068.8 \pm 79.5 ^a | 473.9 \pm 36.8 ^a | 1,876.0 \pm 72.8 ^a | 1,282.7 \pm 144.5 ^a | 651.8 \pm 15.2 ^a | 361.5 \pm 8.4 ^a | |
| Middle-low | 8,259 | 100.0 \pm 2.9 ^b | 481.1 \pm 15.1 ^b | 3,368.7 \pm 67.9 ^b | 531.2 \pm 25.9 ^b | 2,151.5 \pm 59.1 ^b | 1,849.8 \pm 115.4 ^b | 745.8 \pm 12.8 ^b | 422.9 \pm 6.9 ^b | |
| Middle-high | 8,637 | 123.2 \pm 5.2 ^c | 565.5 \pm 14.0 ^c | 3,557.2 \pm 65.3 ^c | 576.5 \pm 24.1 ^c | 2,275.9 \pm 50.7 ^c | 2,177.3 \pm 139.8 ^c | 811.3 \pm 12.7 ^c | 467.3 \pm 7.7 ^c | |
| High | 8,668 | 126.1 \pm 4.7 ^c | 629.0 \pm 21.9 ^d | 3,978.6 \pm 77.7 ^d | 600.4 \pm 25.8 ^c | 2,449.3 \pm 63.5 ^d | 2,851.0 \pm 165.8 ^d | 891.7 \pm 14.9 ^d | 508.9 \pm 8.5 ^d | |
| Education ¹⁾ | | | | | | | | | | |
| \leq Elementary school | 8,721 | 52.8 \pm 2.2 ^a | 290.7 \pm 15.5 ^a | 3,275.2 \pm 97.9 ^a | 530.7 \pm 30.9 ^a | 1,960.0 \pm 70.2 ^a | 1,192.7 \pm 90.0 ^a | 667.1 \pm 17.8 ^a | 360.0 \pm 9.2 ^a | |
| Middle school | 3,437 | 92.6 \pm 6.9 ^b | 393.2 \pm 18.0 ^b | 3,588.5 \pm 110.3 ^b | 594.8 \pm 35.2 ^b | 2,299.4 \pm 87.9 ^b | 1,579.5 \pm 128.8 ^b | 773.0 \pm 20.6 ^b | 432.8 \pm 11.9 ^b | |
| High school | 10,116 | 113.5 \pm 3.2 ^c | 550.2 \pm 14.8 ^c | 3,425.8 \pm 55.0 ^b | 570.2 \pm 23.1 ^b | 2,142.2 \pm 44.2 ^b | 2,206.1 \pm 123.6 ^c | 777.9 \pm 11.1 ^b | 445.7 \pm 6.3 ^c | |
| \geq College | 8,182 | 141.7 \pm 4.9 ^d | 680.2 \pm 17.3 ^d | 3,814.2 \pm 60.6 ^c | 559.0 \pm 24.5 ^b | 2,507.3 \pm 59.5 ^c | 2,828.4 \pm 155.5 ^d | 880.7 \pm 12.4 ^c | 511.2 \pm 7.6 ^d | |

1) Number of missing values was 670 and 2,613 for household income and education level.

* Duncan's test was performed for post hoc analysis.

품 수 대비 78.55%의 완성도를 나타내었다. 비타민 A (레티놀 및 6종 카로티노이드) 데이터베이스의 완성도는 총 식품 섭취량 대비 98.64%, 식품 수 대비 88.60%로 나타났다.

본 연구에서는 비타민 A 섭취량은 레티놀 당량 (RE)과 레티놀 활성 당량 (RAE)으로 계산하였다.

$$\mu\text{g RE} = \mu\text{g retinol} + \mu\text{g } \beta\text{-carotene}/6 + \mu\text{g } \alpha\text{-carotene}/12 + \mu\text{g } \beta\text{-cryptoxanthin}/12$$

$$\mu\text{g RAE} = \mu\text{g retinol} + \mu\text{g } \beta\text{-carotene}/12 + \mu\text{g } \alpha\text{-carotene}/24 + \mu\text{g } \beta\text{-cryptoxanthin}/24$$

일반적 특성은 사회인구학적 변수로서 성, 연령, 가구 소득, 교육수준 변수를 사용하였고, 가구소득과 교육수준은 4분위의 범주형 변수 값을 사용하였다. 일반적 특성에 따라 비타민 A 및 레티놀과 카로티노이드 섭취량을 층화 분석하여 제시하였다.

통계 처리

통계처리는 SAS (Statistical Analysis System, version 9.4, SAS Institute, Cary, NC) 프로그램을 이용하였다. 국민건강영양조사는 복합표본설계 (complex sampling design) 자료이므로, 층화변수 (kstrata), 집락변수 (조사구, psu), 가중치 (weight)를 사용하여 복합표본설계 방법에 따라 분석하였다.

대상자의 일반적 특성에 따른 분포와 레티놀, 카로티노이드 및 비타민 A 섭취량의 차이를 PROC SURVEYMEANS를 이용하여 구하고, 군별 섭취량의 차이는 Duncan의 사후 검정을 통해 검정하였다. 비타민 A 섭취의 적절성을 평가하고자, 2010년 한국인 영양섭취기준¹⁹과 2015년 한국인 영양소 섭취기준⁹에 제시된 권고치에 따라 4개의 군 (EAR 미만, EAR 이상/RNI 미만, RNI 이상/UL 미만, UL 이상)으로 분류하고 분포 차이를 카이제곱 검정법을 이용하여 검정하였다.

레티놀, 카로티노이드 및 비타민 A의 주요 급원식품군 및 식품을 확인하고자, 18개 식품군 및 식품 (3차코드 기준)에 따른 평균 섭취량 및 기여율을 산출하여, 순위에 따라 제시하였다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 를 기준으로 하였다.

결 과

대상자 33,069명의 평균 비타민 A 섭취량은 레티놀 당량으로 788.4 $\mu\text{g RE/day}$ 였으며, 레티놀 활성당량으로는 488.9 $\mu\text{g RAE/day}$ 였다. 레티놀 및 카로티노이드와 비타민 A 중에서는 β -크립토티안틴과 리코펜을 제외한 모든 영양소가 여성에

비해 남성의 섭취량이 유의하게 높았다. 가구소득과 교육수준이 증가할수록 레티놀 및 카로티노이드와 비타민 A의 섭취량이 증가하는 경향을 나타내었다 (Table 2).

대상자의 비타민 A 섭취의 적절성을 평가하기 위해 2010년 한국인 영양섭취기준과 새로 개정된 2015년 한국인 영양소 섭취 기준의 비타민 A 기준과 비교하여 그 결과를 Table 3에 제시하였다. 2010년의 비타민 A에 대한 영양섭취기준은 레티놀 당량으로 제시하였고, 2015년의 경우에는 레티놀 활성당량으로 제시되었다. 남녀와 전 연령층에서, 2015년 레티놀 활성당량 기준을 적용하면, 2010년 레티놀 당량 기준을 적용할 때보다 평균필요량 (estimated average requirement, EAR)미만 섭취자의 비율이 높고, 상한섭취량 (tolerable upper intake level, UL) 이상의 섭취자의 비율이 낮은 것으로 나타났다. 전체 대상자 중 2010년의 RE 기준으로는 42.9%가, 2015년의 RAE 기준으로는 70.6%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었다. 새로 개정된 2015 기준에 따르면 75세 이상 대상자 중 80% 이상이 평균필요량 미만으로 섭취하고 있어, 비타민 A의 섭취 부족 위험이 높은 것으로 나타났다. 가구소득에 따른 섭취 부족자의 비율을 살펴보았을 때, 소득 수준이 낮을수록 비타민 A 섭취가 부족한 사람의 비율이 높았다. 소득수준이 가장 높은 군의 섭취부족자 비율이 34.0% (RE 기준)와 64.0% (RAE 기준)인 것에 비해 소득수준이 가장 낮은 군의 섭취부족자 비율은 각 57.7%와 79.5%로 유의한 차이가 있었다.

각 식품군별 비타민 A의 섭취량을 산출한 결과, 채소류로부터 1인 1일 평균 각 447.3 $\mu\text{g RE/person/day}$ 과 224.6 $\mu\text{g RAE/person/day}$ 를 섭취하여, 50% 이상의 섭취 기여율을 나타내었고, 뒤를 이어 조미료류, 해조류 및 과일류로부터 비타민 A를 많이 섭취하는 것으로 조사되었다. 채소류, 조미료류, 해조류 및 과일류로부터 공급받는 비타민 A의 누적 기여율은 총 비타민 A 섭취의 85.4% (RE 기준), 75.7% (RAE 기준)에 이르는 것으로 나타났다 (Table 4).

비타민 A의 주요 급원식품을 살펴보기 위해 레티놀, β -카로틴, 리코펜 및 비타민 A의 기여율이 높은 상위 20개 식품을 Table 5에 제시하였다. α -카로틴, β -크립토티안틴, 루테인/제아잔틴은 비타민 A 섭취량에 대한 기여도가 상대적으로 낮고, 식품 급원의 특징이 두드러지지 않아 결과를 제시하지 않았다. 레티놀의 섭취에 가장 크게 기여하는 식품은 우유로 1인 1일 평균 23.5 $\mu\text{g RE/person/day}$ 를 섭취하여 각 22.9%의 섭취기여율을 보였다. β -카로틴의 경우, 무청, 당근, 고추, 김, 깻잎 순으로 섭취 기여율이 높았고, 상위 5개 식품으로부터 약 60%의 섭취 기여율을 나타냈다. 한편, 리코펜의 경우, 토마토와 수박의 기여율이 90% 이상으로 대부분

분 이들 식품으로부터 섭취하고 있었다. 비타민 A 섭취를 RE와 RAE로 나누어 살펴보았을 때, 무청, 당근, 고추, 김 등의 상위 4개 식품으로부터 총 섭취량의 약 40%를 섭취하

고 있었다. 표에 제시하지는 않았으나, 채소류 중 김치류는 RE 기준으로는 약 8.7%, RAE 기준으로는 약 8.0%의 비타민 A 섭취 기여율을 나타냈다. RAE로 섭취 급원을 살펴보

Table 3. Percentages of Korean adults aged ≥ 19 y consuming vitamin A compared with the Korean Dietary Reference Intakes (KDRIs)

| | | Male | | | | Female | | | | All subjects | | | |
|--------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| | | $\mu\text{g RE}$ (2010 KDRIs) | | $\mu\text{g RAE}$ (2015 KDRIs) | | $\mu\text{g RE}$ (2010 KDRIs) | | $\mu\text{g RAE}$ (2015 KDRIs) | | $\mu\text{g RE}$ (2010 KDRIs) | | $\mu\text{g RAE}$ (2015 KDRIs) | |
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Age (y) | | | | | | | | | | | | | |
| 19 ~ 29 | < EAR | 636 | 41.7 | 1,087 | 71.3 | 1,043 | 44.5 | 1,664 | 71.1 | 1,679 | 43.4 | 2,751 | 71.2 |
| | \geq EAR, < RNI | 278 | 18.2 | 226 | 14.8 | 429 | 18.3 | 344 | 14.7 | 707 | 18.3 | 570 | 14.7 |
| | \geq RNI, < UL | 594 | 39.0 | 207 | 13.6 | 853 | 36.4 | 331 | 14.1 | 1,447 | 37.4 | 538 | 13.9 |
| | \geq UL | 16 | 1.1 | 4 | 0.3 | 17 | 0.7 | 3 | 0.1 | 33 | 0.9 | 7 | 0.2 |
| 30 ~ 49 | < EAR | 1,647 | 33.8 | 3,185 | 65.3 | 2,749 | 36.7 | 4,964 | 66.3 | 4,396 | 35.6 | 8,149 | 65.9 |
| | \geq EAR, < RNI | 852 | 17.5 | 719 | 14.7 | 1,491 | 19.9 | 1,210 | 16.2 | 2,343 | 19.0 | 1,929 | 15.6 |
| | \geq RNI, < UL | 2,266 | 46.5 | 946 | 19.4 | 3,090 | 41.3 | 1,287 | 17.2 | 5,356 | 43.3 | 2,233 | 18.1 |
| | \geq UL | 112 | 2.3 | 27 | 0.6 | 156 | 2.1 | 25 | 0.3 | 268 | 2.2 | 52 | 0.4 |
| 50 ~ 64 | < EAR | 1,387 | 37.8 | 2,571 | 70.1 | 2,079 | 41.1 | 3,451 | 68.2 | 3,466 | 39.7 | 6,022 | 69.0 |
| | \geq EAR, < RNI | 611 | 16.7 | 500 | 13.6 | 796 | 15.7 | 666 | 13.2 | 1,407 | 16.1 | 1,166 | 13.4 |
| | \geq RNI, < UL | 1,563 | 42.6 | 563 | 15.4 | 2,064 | 40.8 | 925 | 18.3 | 3,627 | 41.6 | 1,488 | 17.0 |
| | \geq UL | 105 | 2.9 | 32 | 0.9 | 125 | 2.5 | 22 | 0.4 | 230 | 2.6 | 54 | 0.6 |
| 65 ~ 74 | < EAR | 1,212 | 51.5 | 1,797 | 76.4 | 1,667 | 55.4 | 2,347 | 78.0 | 2,879 | 53.7 | 4,144 | 77.3 |
| | \geq EAR, < RNI | 341 | 14.5 | 232 | 9.9 | 454 | 15.1 | 224 | 7.4 | 795 | 14.8 | 456 | 8.5 |
| | \geq RNI, < UL | 716 | 30.4 | 306 | 13.0 | 806 | 26.8 | 416 | 13.8 | 1,522 | 28.4 | 722 | 13.5 |
| | \geq UL | 83 | 3.5 | 17 | 0.7 | 83 | 2.8 | 23 | 0.8 | 166 | 3.1 | 40 | 0.8 |
| 75+ | < EAR | 668 | 63.3 | 878 | 83.1 | 1,092 | 64.5 | 1,391 | 82.2 | 1,760 | 64.1 | 2,269 | 82.6 |
| | \geq EAR, < RNI | 135 | 12.8 | 69 | 6.5 | 204 | 12.1 | 88 | 5.2 | 339 | 12.3 | 157 | 5.7 |
| | \geq RNI, < UL | 221 | 20.9 | 104 | 9.9 | 354 | 20.9 | 209 | 12.4 | 575 | 20.9 | 313 | 11.4 |
| | \geq UL | 32 | 3.0 | 5 | 0.5 | 42 | 2.5 | 4 | 0.2 | 74 | 2.7 | 9 | 0.3 |
| Household income ¹⁾ | | | | | | | | | | | | | |
| Low | < EAR | 1,517 | 57.9 | 2,109 | 80.4 | 2,426 | 57.6 | 3,325 | 78.9 | 3,943 | 57.7 | 5,434 | 79.5 |
| | \geq EAR, < RNI | 342 | 13.0 | 217 | 8.3 | 592 | 14.1 | 319 | 7.6 | 934 | 13.7 | 536 | 7.8 |
| | \geq RNI, < UL | 685 | 26.1 | 276 | 10.5 | 1,082 | 25.7 | 546 | 13.0 | 1,767 | 25.9 | 822 | 12.0 |
| | \geq UL | 78 | 3.0 | 20 | 0.8 | 113 | 2.7 | 23 | 0.6 | 191 | 2.8 | 43 | 0.6 |
| Middle-low | < EAR | 1,487 | 43.6 | 2,511 | 73.6 | 2,222 | 45.9 | 3,488 | 72.0 | 3,709 | 44.9 | 5,999 | 72.6 |
| | \geq EAR, < RNI | 587 | 17.2 | 393 | 11.5 | 806 | 16.6 | 604 | 12.5 | 1,393 | 16.9 | 997 | 12.1 |
| | \geq RNI, < UL | 1,257 | 36.8 | 494 | 14.5 | 1,724 | 35.6 | 737 | 15.2 | 2,981 | 36.1 | 1,231 | 14.9 |
| | \geq UL | 82 | 2.4 | 15 | 0.4 | 94 | 1.9 | 17 | 0.4 | 176 | 2.1 | 32 | 0.4 |
| Middle-high | < EAR | 1,295 | 36.0 | 2,435 | 67.7 | 1,960 | 38.9 | 3,422 | 67.9 | 3,255 | 37.7 | 5,857 | 67.8 |
| | \geq EAR, < RNI | 632 | 17.6 | 526 | 14.6 | 965 | 19.1 | 756 | 15.0 | 1,597 | 18.5 | 1,282 | 14.8 |
| | \geq RNI, < UL | 1,589 | 44.2 | 612 | 17.0 | 2,015 | 40.0 | 849 | 16.8 | 3,604 | 41.7 | 1,461 | 16.9 |
| | \geq UL | 79 | 2.2 | 22 | 0.6 | 102 | 2.0 | 15 | 0.3 | 181 | 2.1 | 37 | 0.4 |
| High | < EAR | 1,131 | 31.5 | 2,274 | 63.3 | 1,818 | 35.8 | 3,269 | 64.4 | 2,949 | 34.0 | 5,543 | 64.0 |
| | \geq EAR, < RNI | 614 | 17.1 | 579 | 16.1 | 934 | 18.4 | 808 | 15.9 | 1,548 | 17.9 | 1,387 | 16.0 |
| | \geq RNI, < UL | 1,742 | 48.5 | 713 | 19.8 | 2,213 | 43.6 | 977 | 19.3 | 3,955 | 45.6 | 1,690 | 19.5 |
| | \geq UL | 106 | 3.0 | 27 | 0.8 | 110 | 2.2 | 21 | 0.4 | 216 | 2.5 | 48 | 0.6 |
| All | < EAR | 5,550 | 41.2 | 9,518 | 70.6 | 8,630 | 44.0 | 13,817 | 70.5 | 14,180 | 42.9 | 23,335 | 70.6 |
| | \geq EAR, < RNI | 2,217 | 16.5 | 1,746 | 13.0 | 3,374 | 17.2 | 2,532 | 12.9 | 5,591 | 16.9 | 4,278 | 12.9 |
| | \geq RNI, < UL | 5,360 | 39.8 | 2,126 | 15.8 | 7,167 | 36.6 | 3,168 | 16.2 | 12,527 | 37.9 | 5,294 | 16.0 |
| | \geq UL | 348 | 2.6 | 85 | 0.6 | 423 | 2.2 | 77 | 0.4 | 771 | 2.3 | 162 | 0.5 |

1) Number of missing values was 670 for household income.

* All variables showed statistically significant differences according to the classified group from chi-square test ($p < 0.05$).

Table 4. Contribution of individual food groups to vitamin A intake in Korean adults aged ≥ 19 y from 24-h DR in the KNHANES 2007~2012

| Retinol equivalent | | | | Retinol activity equivalent | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Rank | Food group | $\mu\text{g RE/person/day}$ | Percent of total intake (%) | Rank | Food group | $\mu\text{g RAE/person/day}$ | Percent of total intake (%) |
| 1 | Vegetables | 447.3 | 56.9 | 1 | Vegetables | 224.6 | 50.5 |
| 2 | Seasonings | 88.5 | 11.3 | 2 | Seasonings | 44.6 | 10.0 |
| 3 | Seaweeds | 68.0 | 8.6 | 3 | Fruits | 34.0 | 7.6 |
| 4 | Fruits | 68.0 | 8.6 | 4 | Seaweeds | 34.0 | 7.6 |
| 5 | Fishes & shellfishes | 29.3 | 3.7 | 5 | Fishes & shellfishes | 29.0 | 6.5 |
| 6 | Milk & dairy products | 27.7 | 3.5 | 6 | Milk & dairy products | 27.4 | 6.2 |
| 7 | Eggs | 19.9 | 2.5 | 7 | Eggs | 19.5 | 4.4 |
| 8 | Meats | 18.5 | 2.4 | 8 | Meats | 18.5 | 4.2 |
| 9 | Grains | 10.1 | 1.3 | 9 | Grains | 7.8 | 1.7 |
| 10 | Beverages & alcohols | 3.9 | 0.5 | 10 | Beverages & alcohols | 2.0 | 0.4 |
| 11 | Potatoes & starch | 2.8 | 0.4 | 11 | Potatoes & starch | 1.4 | 0.3 |
| 12 | Prepared foods | 0.9 | 0.1 | 12 | Oils | 0.6 | 0.1 |
| 13 | Oils | 0.7 | 0.1 | 13 | Prepared foods | 0.5 | 0.1 |
| 14 | Legumes | 0.7 | 0.1 | 14 | Legumes | 0.3 | 0.1 |
| 15 | Sugars | 0.1 | 0.0 | 15 | Sugars | 0.1 | 0.0 |
| 16 | Seeds & nuts | 0.1 | 0.0 | 16 | Seeds & nuts | 0.1 | 0.0 |
| 17 | Mushrooms | 0.0 | 0.0 | 17 | Mushrooms | 0.0 | 0.0 |
| 18 | Others | 0.0 | 0.0 | 18 | Others | 0.0 | 0.0 |

았을 때, RE에 비해 동물성 식품의 기여율이 높아짐을 확인할 수 있었다.

고 찰

본 연구에서는 우리나라 19세 이상 성인의 비타민 A 섭취 실태와 그 역학적 특성을 파악하기 위해 제 4·5기 국민건강영양조사 (2007~2012) 자료의 24시간 회상법 자료와 상용식품 중 레티놀 및 카로티노이드 함량 데이터베이스를 연계하여, 1일 비타민 A 및 레티놀과 카로티노이드 (α -카로틴, β -카로틴, 리코펜, β -크립토잔틴, 루테인/제아잔틴) 섭취량을 추정하였다. 그 결과 대상자 33,069명의 평균 비타민 A 섭취량은 레티놀 당량으로 788.4 $\mu\text{g RE/day}$, 레티놀 활성당량으로 488.9 $\mu\text{g RAE/day}$ 였고, 2010년의 한국인 영양섭취 기준의 레티놀 당량 기준으로는 42.9%가, 2015년의 레티놀 활성당량 기준으로는 70.6%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었다. 75세 이상 대상자 중 80% 이상이 새로 개정된 기준에 따르면 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었고, 소득 수준이 낮을수록 비타민 A 섭취 부족 위험이 증가하였다.

한국인의 비타민 A 섭취량을 추정할 때 선행 연구를 살펴본 결과, 본 연구에서 추정된 값이 선행연구들의 값에 비해 작은 것을 확인할 수 있었다. 2012년 국민건강영양조사를 통해 추정된 우리나라 19세 이상 성인의 평균 비타민 A 섭취량은 905.5 $\mu\text{g RE/일}$ 이었고,¹⁰ 노 등이 분석한 서울 및

경기 지역의 성인 남녀 192명의 평균 비타민 A 섭취량은 1,240.1 $\mu\text{g RE/일}$ 과 693.3 $\mu\text{g RAE/일}$ 이었다.¹¹ 한편, 본 연구진이 본 연구와 동일한 대상자에 대해 국민건강영양조사에서 제공하고 있는 비타민 A 섭취량과 본 연구에서 구축한 데이터베이스를 활용하여 산출한 비타민 A 섭취량을 비교했을 때는, 본 연구의 추정치가 788.4 $\mu\text{g RE/day}$ 인데 반해, 국민건강영양조사 DB를 기반으로 한 추정값이 832.7 $\mu\text{g RE/day}$ 으로 약간의 차이가 있었다. 국민건강영양조사에서 추정된 비타민 A 섭취량이 비타민 A로 전환되는 활성을 띤 카로티노이드 중 거의 β -카로틴 만을 섭취량 추정에 활용한 것을 고려하면, α -카로틴, β -카로틴 및 β -크립토잔틴 값을 모두 활용하여 산출한 본 연구의 추정값이 작은 것은 기존의 예상과는 다른 결과였다. 레티놀과 카로티노이드로 나누어 섭취량을 분석하였을 때, 레티놀 섭취량 추정치는 본 연구의 DB와 국민건강영양조사 DB 추정치가 각 109.4 $\mu\text{g/day}$ 와 106.5 $\mu\text{g/day}$ 로 비슷하였다. 반면 카로티노이드 중 β -카로틴 섭취량 추정치는 각각 3,532.9 $\mu\text{g/day}$ 와 4,303.6 $\mu\text{g/day}$ 으로, β -카로틴 섭취량에서 차이를 보였다. 국민건강영양조사의 카로티노이드 데이터베이스는 농촌진흥청에서 제공하는 식품성분표 제시값을 활용한 반면, 본 연구에서 구축한 데이터베이스의 경우 우리나라 농촌진흥청 외에 미국 USDA, 일본 MEXT, 프랑스 INRA 등의 국가 공인기관의 성분 분석값을 위주로 포함하였으며, 식품성분표에서 제시된 값 중 눈에 띄는 이상치 및 극값을 제외하였다. 이 과정에서 일부 식품의 β -카로틴 함량이 국

Table 5. Major dietary sources of vitamin A consumed by Korean adults aged ≥ 19 y from 24-h DR in the KNHANES 2007~2012

| Rank | Retinol | | | | β -Carotene | | | | Lycopene | | | | Retinol equivalent | | | | Retinol activity equivalent | | | |
|------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--|
| | Food ¹⁾ | $\mu\text{g/}$ person /day | Percent of total intake (%) | Rank | Food ¹⁾ | $\mu\text{g/}$ person /day | Percent of total intake (%) | Rank | Food ¹⁾ | $\mu\text{g/}$ person /day | Percent of total intake (%) | Rank | Food ¹⁾ | $\mu\text{g/}$ person /day | Percent of total intake (%) | Rank | Food ¹⁾ | $\mu\text{g/}$ person /day | Percent of total intake (%) | |
| 1 | Milk | 23.53 | 22.94 | 1 | Korean radish, Leaves | 703.94 | 19.78 | 1 | Tomato | 1,060.70 | 50.66 | 1 | Korean radish, Leaves | 117.33 | 14.92 | 1 | Korean radish, Leaves | 58.66 | 13.20 | |
| 2 | Egg | 17.24 | 16.80 | 2 | Carrot | 415.06 | 11.66 | 2 | Watermelon | 870.80 | 41.59 | 2 | Carrot | 93.62 | 11.91 | 2 | Carrot | 46.81 | 10.53 | |
| 3 | Eel | 12.53 | 12.21 | 3 | Red pepper | 401.62 | 11.28 | 3 | Tomato ketchup | 108.72 | 5.19 | 3 | Red pepper | 76.71 | 9.76 | 3 | Red pepper | 38.36 | 8.63 | |
| 4 | Chicken | 6.99 | 6.82 | 4 | Laver | 282.78 | 7.94 | 4 | Peisimmon | 33.43 | 1.60 | 4 | Laver | 57.38 | 7.30 | 4 | Laver | 28.69 | 6.46 | |
| 5 | Squid | 5.59 | 5.45 | 5 | Perilla leaves | 254.98 | 7.16 | 5 | Soups | 5.99 | 0.29 | 5 | Perilla leaves | 42.57 | 5.41 | 5 | Milk | 23.62 | 5.31 | |
| 6 | Beef, edible viscera | 5.52 | 5.38 | 6 | Baechukimchi | 221.50 | 6.22 | 6 | Grapefruit | 3.38 | 0.16 | 6 | Baechukimchi | 36.92 | 4.69 | 6 | Perilla leaves | 21.29 | 4.79 | |
| 7 | Yellow croaker | 4.15 | 4.05 | 7 | Spinach | 182.74 | 5.13 | 7 | Chilli sauce | 2.81 | 0.13 | 7 | Spinach | 30.65 | 3.90 | 7 | Baechukimchi | 18.46 | 4.15 | |
| 8 | Pork, edible viscera | 2.35 | 2.29 | 8 | Tomato | 134.84 | 3.79 | 8 | Pizza | 2.35 | 0.11 | 8 | Peisimmon | 30.32 | 3.86 | 8 | Egg | 17.60 | 3.96 | |
| 9 | Loach | 2.10 | 2.05 | 9 | Yeolmukimch | 90.26 | 2.54 | 9 | Rice sauce | 1.92 | 0.09 | 9 | Milk | 23.71 | 3.02 | 9 | Spinach | 15.32 | 3.45 | |
| 10 | Quail's egg | 1.91 | 1.86 | 10 | Oyster | 69.55 | 1.95 | 10 | Salad dressing | 1.37 | 0.07 | 10 | Tomato | 22.81 | 2.90 | 10 | Peisimmon | 15.16 | 3.41 | |
| 11 | Bread | 1.74 | 1.69 | 11 | Gochujang | 60.67 | 1.70 | 11 | Meat sauce | 0.98 | 0.05 | 11 | Oyster | 21.69 | 2.76 | 11 | Eel | 12.53 | 2.82 | |
| 12 | Cake | 1.52 | 1.49 | 12 | Seamustard | 59.12 | 1.66 | 12 | Pizza sauce | 0.81 | 0.04 | 12 | Egg | 17.96 | 2.28 | 12 | Tomato | 11.40 | 2.57 | |
| 13 | Yeolmukimch | 1.42 | 1.39 | 13 | Aster scaber | 52.27 | 1.47 | 13 | Papaya | 0.21 | 0.01 | 13 | Yeolmukimch | 16.47 | 2.09 | 13 | Oyster | 10.85 | 2.44 | |
| 14 | Duck meat | 1.25 | 1.22 | 14 | Lettuce | 47.16 | 1.32 | 14 | Guava | 0.09 | 0.00 | 14 | Eel | 12.53 | 1.59 | 14 | Yeolmukimch | 8.95 | 2.01 | |
| 15 | Cheese | 1.24 | 1.21 | 15 | Peisimmon | 37.70 | 1.06 | 15 | Carrot | 0.05 | 0.00 | 15 | Gochujang | 10.11 | 1.29 | 15 | Chicken | 6.99 | 1.57 | |
| 16 | Icecream | 1.01 | 0.99 | 16 | Watermelon | 36.12 | 1.01 | 16 | Hamburger | 0.04 | 0.00 | 16 | Sea mustard | 9.85 | 1.25 | 16 | Squid | 5.59 | 1.26 | |
| 17 | Beef | 0.97 | 0.94 | 17 | Welsh onion | 26.47 | 0.74 | 17 | Cabbage | 0.03 | 0.00 | 17 | Aster scaber | 8.74 | 1.11 | 17 | Beef, edible viscera | 5.53 | 1.24 | |
| 18 | Yoghurt, semisolid | 0.95 | 0.92 | 18 | Young pumpkin | 24.85 | 0.70 | 18 | Laver | 0.02 | 0.00 | 18 | Lettuce | 7.86 | 1.00 | 18 | Gochujang | 5.06 | 1.14 | |
| 19 | Pork | 0.89 | 0.86 | 19 | Sweet pumpkin | 23.92 | 0.67 | 19 | Orange | 0.02 | 0.00 | 19 | Watermelon | 7.27 | 0.92 | 19 | Sea mustard | 4.93 | 1.11 | |
| 20 | Cereals | 0.86 | 0.84 | 20 | Chongkakkimchi | 22.25 | 0.62 | 20 | Chicken, edible viscera | 0.00 | 0.00 | 20 | Chicken | 6.99 | 0.89 | 20 | Aster scaber | 4.37 | 0.98 | |

¹⁾ Food code and name was based on the 'N_FCODE3' from 24-h DR in the KNHANES.

민건강영양조사 및 선행연구들의 값에 비해 작게 계산되었을 가능성이 있다. 이에, 국민건강영양조사에서 활용한 β -카로틴 값과 본 연구에서 사용한 β -카로틴 값이 차이는 식품을 추려본 결과, 식품 100 g 당 mg β -카로틴 함량 값의 차이가 가장 큰 식품은 김으로 16.7~25.2 mg/100 g 정도 국민건강영양조사의 함량 값이 더 큰 것으로 나타났다. 뒤를 이어, 양념장에서 20.6 mg/100 g, 채소음료에서 19.3 mg/100 g, 녹차에서 13.2 mg/100 g 가량 더 큰 것으로 나타났다. 값의 차이가 나는 식품들은 모두 농촌진흥청의 식품성분표로부터 수집한 자료로, 개별 식품마다 데이터베이스의 출처별 변이를 고려하여, 극값을 제외한 결과로 인해, 추정값에 차이가 발생한 것으로 사료된다. 이는 데이터베이스의 차이로 인해 영양소 추정값에 차이가 발생할 수 있음을 보여주며, 그 정확도를 높이기 위해서는 비타민 A의 실제값에 근사한 데이터베이스 구축이 필요함을 시사한다.

본 연구에서는 2015 한국인 영양소 섭취기준에서 제시하고 있는 레티놀 활성당량 (RAE)기준과 종전의 레티놀 당량 (RE) 값을 모두 산출하여, 한국인 영양섭취기준의 권고치와 비교하였다. 비타민 A의 단위를 RE에서 RAE로 변경할 경우, 식품 중 카로티노이드의 비타민 A 전환율은 1/2로 줄어들게 된다.²⁰ 우리나라 사람들은 당근, 시금치, 과일 등 카로티노이드가 풍부한 식물성 식품으로부터 비타민 A를 섭취하므로, RAE를 적용하면 비타민 A의 섭취 상태가 RE로 섭취량을 계산하던 종전에 비해 매우 불량한 것으로 평가될 수 있다. 본 연구에서 2010년 한국인 영양섭취기준에서 RE로 제시되었던 비타민 A 권고치와 2015년 한국인 영양소 섭취기준에서 RAE로 제시된 비타민 A 권고치를 모두 적용하여 우리 국민의 비타민 A 섭취의 적절성을 평가한 결과, RE를 기준으로 평가하였을 때보다, RAE를 기준으로 평가하였을 때 비타민 A 섭취량이 훨씬 불량한 것으로 나타났다. RE를 기준으로 평가하였을 때, 우리나라 성인의 42.9%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었던 반면, RAE를 기준으로 평가하였을 때는 우리나라 성인의 70.9%가 평균필요량 미만을 섭취하였다. 비타민 A와 관련된 식생활 정책을 위한 기초자료를 제공하기 위해서는 우리 국민의 영양소 섭취실태에 대해 새로운 영양소 섭취기준을 적용하여 다각적으로 평가하는 연구가 필요할 것이다.

비타민 A 섭취부족자의 비율은 연령 및 가구소득에 따라 차이를 보였는데 특히, 75세 이상 노인의 82.6%가 비타민 A를 평균필요량 미만으로 섭취하였으며, 가구소득이 가장 높은 4분위군의 섭취부족자 비율이 64.0% 인데 반해, 가구소득이 가장 낮은 4분위군의 섭취부족자 비율은 79.5%로 큰 차이가 있었다. 다수의 선행연구로부터 소득수준

과 같은 사회경제적 지위 (socioeconomic status, SES)에 따른 식생활의 차이로 인해 영양불균형 및 궁극적으로는 건강불평등이 야기됨이 보고되어 왔다.^{21,22} 소득수준이나 교육수준 등에 따른 영양섭취에 대해 분석한 우리나라의 일부 연구를 살펴보면, 김 등이 국민건강영양조사 자료를 활용하여 우리나라 성인의 소득수준과 식생활 양상에 대해 분석한 결과, 소득수준이 증가됨에 따라 모든 영양소의 섭취량이 유의적으로 증가하였으며, 에너지 섭취량에 대한 지방과 단백질의 기여율은 증가되는 반면에 탄수화물의 섭취비율은 감소하는 것으로 나타났다.²³ 또한 전 등의 연구에서는 가구소득이 낮을수록 식품안정성 미확보율이 높은 것을 확인하였으며, 식품안정성 수준이 불량할수록 채소류, 과일류 및 이들 식품으로부터 섭취한 플라보노이드의 양이 적은 것을 확인하였다.²⁴ 한편 소득수준에 따른 영양문제는 양극화되는 현상을 보이는데, 2005년 국민건강영양조사 자료를 기반으로 우리나라 50세 이상 성인의 소득수준에 따른 영양 상태와 비만 관련 요인을 분석한 결과, 소득이 증가함에 따라 수축기 고혈압과 고중성지방혈증인 사람의 비율이 높아지고 혈중 HDL-콜레스테롤 농도가 낮은 사람의 비율은 낮아져 건강위험도가 증가하였다. 저소득층에서는 높은 탄수화물 에너지 비율이나 질 낮은 탄수화물 급원식품 섭취에 따른 열량 과잉, 중고소득층에서는 음주나 과일류 섭취패턴 등이 비만과 관련된 영양요인인 것으로 파악되었다.²⁵ 즉, 소득수준이 낮은 집단은 비타민, 무기질이 풍부한 채소 및 과일류 등의 섭취가 적어 이들 영양소들의 섭취가 불량할 위험이 높았으며, 이는 본 연구를 통해서도 확인되었다. 특히 비타민 A 섭취의 대부분을 채소 및 과일류의 β -카로틴 형태로 섭취하는 우리나라의 경우, 이들 식품군의 섭취가 부족한 사람은 비타민 A 섭취가 부족할 위험이 매우 높다.

특히 시각 기능의 유지에 주요한 역할을 하는 비타민 A의 섭취가 부족할 경우, 안구건조증, 야맹증 등 눈과 시각 기능에 문제가 생길 수 있는데,²⁶ 이미 시각 기능의 감퇴가 진행된 노인에서 비타민 A 섭취가 가장 부족한 것으로 나타나, 비타민 A 결핍에 매우 취약할 것으로 예상된다. 그러므로 특히 노인의 경우, 동물성 식품에 존재하는 레티놀 형태뿐만 아니라 식물성 식품에 존재하는 카로티노이드 형태를 통해서 적정량의 비타민 A를 섭취하도록 권고하는 것이 중요하다고 사료된다.

비타민 A는 기존에 알려진 정상적인 성장과 시각 기능, 상피 조직의 분화 조절 등의 기능 외에도 인체에 여러 유익한 영향을 미치는 것으로 밝혀지고 있다. 특히 비타민 A의 전구체로 작용하는 β -카로틴이나 비타민 A로 전환되는 활성은 가지고 있지 않지만, 인체에서 강력한 항산화 작용을

하는 것으로 알려진 리코펜 등의 카로티노이드가 영양학적으로 주목받고 있다. 1980년대부터 영양학자들은 카로티노이드가 암의 발생에 대한 위험도를 낮출 수 있다는 가설을 제기하였고, 여러 역학 연구를 통해 이를 입증하였다.²⁷⁻²⁹ 채소 및 과일류를 통한 카로티노이드의 섭취가 폐암, 직장암, 유방암 등 다수의 낮은 암 발생률과 관련이 있음이 보고되어 왔다.⁵⁻⁸ 식품을 통한 카로티노이드의 섭취가 어떠한 기전으로 암 발생 위험을 감소시키는지에 대해서는 명확히 밝혀지지 않았으나, 카로티노이드의 항산화적 특성, 발암 물질 (carcinogen)의 대사과정의 조절, 세포의 변형과 분화과정에 영향, 면역 기능에 대한 영향 등 발암 과정, 면역체계에의 관여 및 항암효과에 대한 가설이 제기되고 있다.³⁰ 반면, 카로티노이드를 식이보충제를 통해 섭취하는 것은 암 발생 위험도를 낮추는 데 효과가 없는 것으로 밝혀졌다.^{31,32} 오히려 흡연자에서 β -카로틴 보충제의 섭취는 폐암 발생 위험을 증가시키는 것으로 나타나 논란이 되었는데, ATBC (alpha-tocopherol, beta carotene cancer prevention group) 연구에 참여한 29,133 명의 흡연 남성이 참여한 추적 연구에서 β -카로틴 보충제를 섭취한 집단은 그렇지 않은 집단에 비해 폐암 발생의 상대위험도가 16% 더 높았다 (RR, 1.16; 95% CI, 1.02-1.33).³³ 이와 같이 동일한 물질이라도 섭취 급원에 따라 인체 내에서의 생리작용의 영향이 달라질 수 있으므로, 기금적 자연 식품 위주의 균형 잡힌 식사를 통해 카로티노이드와 비타민 A를 충분히 섭취하고, 체내 흡수율과 이용율이 급격히 저하되는 등의 불가피한 경우, 식이보충제를 통해 섭취를 보완하도록 할 필요가 있을 것이다.

본 연구진은 비타민 A의 전구체로서 레티놀, 카로티노이드 함량값을 수집하여 완성도 높은 데이터베이스를 구축하였다. 기존 비타민 A 섭취량 분석 연구들이 레티놀과 베타카로틴 값만을 활용하여, 비타민 A 섭취량을 추정한 데 비해, 본 연구는 식품 중 레티놀 함량 및 6종의 카로티노이드 함량이 포함된 데이터베이스를 국민건강영양조사의 개방형 식사조사 자료와 연계하여 분석함으로써 우리나라 성인의 비타민 A 섭취량을 보다 정확하게 정량적으로 추정하였고, 국내 영양섭취기준과 비교하여 그 적절성을 평가한 연구로서 기존 연구와 차별화 된다.

본 연구는 새로운 영양소 섭취기준을 적용하여 우리나라의 비타민 A 섭취량을 분석하였다는 강점이 있으나, 다음과 같은 제한점을 고려해야 한다. 첫 번째로, 비타민 A 섭취량 추정에 사용된 데이터베이스가 대상자가 섭취한 모든 식품에 대한 레티놀 및 카로티노이드 함량값을 포함하지 못하여 섭취량이 과소평가되었을 가능성이 있다. 그러나 국민건강영양조사의 섭취량 자료로 평가한 데이터

베이스의 완성도가 식품 섭취량 대비 98.64%, 식품 수 대비 88.60%로 매우 높았으므로, 오차의 범위는 그리 크지 않았으리라 예상된다. 둘째, 본 연구에서 사용한 상용식품의 비타민 A 함량자료는 우리나라뿐만 아니라 외국에서 발표한 자료를 조합하여 구축한 것으로, 우리나라가 섭취하는 모든 상용식품을 직접 분석하여 얻은 자료가 아니라는 점이다. 셋째, 본 연구에서 사용한 식사조사 자료는 하루 동안 섭취한 식품섭취량에 대한 자료이므로, 비타민 A의 평소섭취량을 추정하지 못하는 한계가 있고, 이로 인해 비타민 A 부족섭취자 분율에 측정오차가 있을 것으로 사료된다. 비타민 A와 관련된 영양정책을 수립하기 위해서는 추후 연구를 통해 우리 국민의 평소 비타민 A 섭취량을 조사하고 이를 토대로 비타민 A 부족자 분율을 파악하는 연구가 수행될 필요가 있다. 마지막으로, 국민건강영양조사 자료를 활용하여 우리나라 성인의 비타민 A 섭취 실태를 파악하고 그 적절성을 평가하는 것이 본 연구의 주목적이었으므로, 섭취상태에 따른 부족 및 과잉 증상 등의 건강문제와의 연관성을 살펴보지 않았다.

본 연구를 통해 비타민 A의 섭취 실태를 확인한 결과, 새로운 단위를 적용한 영양섭취기준이 제정됨에 따라 우리나라 국민의 비타민 A 섭취가 종전에 비해 매우 불량한 것으로 평가되었으므로 추후 우리나라 국민의 비타민 A 및 레티놀, 카로티노이드의 섭취량과 대사지표 및 부족 증상의 발생 등과의 연관성에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 우리나라 19세 이상 성인의 비타민 A 섭취 실태와 그 역학적 특성을 파악하기 위해 제 4·5기 국민건강영양조사 (2007~2012) 자료의 24시간 회상법 자료와 상용식품 중 레티놀 및 카로티노이드 함량 데이터베이스를 연계하여 1일 레티놀, 6종의 카로티노이드 (α -카로틴, β -카로틴, 리코펜, β -크립토잔틴, 루테인/제아잔틴) 및 비타민 A 섭취량을 추정하였다. 그 결과 대상자 33,069명의 평균 비타민 A 섭취량은 레티놀 당량으로 788.4 $\mu\text{g RE/day}$ 였으며, 레티놀 활성당량으로는 488.9 $\mu\text{g RAE/day}$ 였다. 대상자의 비타민 A 섭취의 적절성을 평가하기 위해 2010년 한국인 영양섭취기준과 새로 개정된 2015년 한국인 영양소 섭취 기준의 비타민 A 기준과 비교한 결과, 전체 대상자 중 2010년의 RE 기준으로는 42.9%가, 2015년의 RAE 기준으로는 70.6%가 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었다. 75세 이상 대상자 중 80% 이상이 새로 개정된 기준에 따르면 평균필요량 미만으로 섭취하고 있었고, 소득 수준이 낮을수록 비타민 A 섭취 부족 위험이 증가하였다. 각 식품군

별 비타민 A의 섭취량을 산출하였을 때에는, 채소류, 조미료류, 해조류, 과일류 순으로 기여율이 높았다. 새로 제정된 영양섭취기준에 따라 우리나라 성인의 비타민 A 섭취량을 평가한 결과, 종전에 비해 매우 부족한 것으로 평가되었으므로, 균형 잡힌 식사를 통한 충분한 양의 비타민 A를 섭취하도록 교육하고 권고할 필요성이 대두된다. 본 연구는 우리나라 성인의 비타민 A 섭취량을 추정하고, 섭취의 적절성을 평가한 연구로서 의의가 있으며, 비타민 A의 섭취 실태를 확인한 본 연구에서 더 나아가 우리나라 국민의 비타민 A 및 레티놀, 카로티노이드의 섭취량과 대사지표 및 부족 증상의 발생 등과의 연관성에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

References

- Underwood BA, Arthur P. The contribution of vitamin A to public health. *FASEB J* 1996; 10(9): 1040-1048.
- Tang G. Bioconversion of dietary provitamin A carotenoids to vitamin A in humans. *Am J Clin Nutr* 2010; 91(5): 1468S-1473S.
- Rao AV, Rao LG. Carotenoids and human health. *Pharmacol Res* 2007; 55(3): 207-216.
- West KP Jr, Darnton-Hill I. Vitamin A deficiency. In: Semba RD, Bloem MW, editors. *Nutrition and Health in Developing Countries*. 2nd edition. Totowa (NJ): Humana Press; 2008. p.377-433.
- Giovannucci E, Ascherio A, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. *J Natl Cancer Inst* 1995; 87(23): 1767-1776.
- Holick CN, Michaud DS, Stolzenberg-Solomon R, Mayne ST, Pietinen P, Taylor PR, Virtamo J, Albanes D. Dietary carotenoids, serum beta-carotene, and retinol and risk of lung cancer in the alpha-tocopherol, beta-carotene cohort study. *Am J Epidemiol* 2002; 156(6): 536-547.
- Zhang S, Hunter DJ, Forman MR, Rosner BA, Speizer FE, Colditz GA, Manson JE, Hankinson SE, Willett WC. Dietary carotenoids and vitamins A, C, and E and risk of breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 1999; 91(6): 547-556.
- Larsson SC, Bergkvist L, Näslund I, Rutegård J, Wolk A. Vitamin A, retinol, and carotenoids and the risk of gastric cancer: a prospective cohort study. *Am J Clin Nutr* 2007; 85(2): 497-503.
- Ministry of Health and Welfare (KR); The Korean Nutrition Society. *Dietary reference intakes for Koreans 2015*. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2016.
- Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. *Korea Health Statistics 2012: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-3)*. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2013.
- 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.
- Rural Development Administration (KR). *Food composition table*. 8th revision. Suwon: Rural Development Administration; 2011.
- Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. *Korea Health Statistics 2007: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-1)* [Internet]. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2008 [cited 2016 Feb 8]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
- Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. *Korea Health Statistics 2008: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-2)* [Internet]. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2009 [cited 2016 Feb 8]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
- Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. *Korea Health Statistics 2009: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-3)* [Internet]. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2010 [cited 2016 Feb 8]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
- Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. *Korea Health Statistics 2010: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-1)* [Internet]. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2011 [cited 2016 Feb 8]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
- Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. *Korea Health Statistics 2011: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-2)* [Internet]. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2012 [cited 2016 Feb 8]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
- Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. *Korea Health Statistics 2012: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-3)* [Internet]. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2013 [cited 2016 Feb 8]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
- The Korean Nutrition Society. *Dietary reference intakes for Koreans*. 1st revision. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010.
- Institute of Medicine (US) Panel of Micronutrients; Institute of Medicine (US) Food and Nutrition Board. *DRI: dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, nickel, silicon, vanadium, and zinc*. Washington, D.C.: National Academy Press; 2001.
- James WP, Nelson M, Ralph A, Leather S. Socioeconomic determinants of health. The contribution of nutrition to inequalities in health. *BMJ* 1997; 314(7093): 1545-1549.
- Smith GD, Brunner E. Socio-economic differentials in health: the role of nutrition. *Proc Nutr Soc* 1997; 56(1A): 75-90.
- Kim BH, Lee JW, Lee Y, Lee HS, Jang YA, Kim CI. Food and nutrient consumption patterns of the Korean adult population by income level—2001 National Health and Nutrition Survey. *Korean J Community Nutr* 2005; 10(6): 952-962.
- Jun S, Hong E, Joung H. Flavonoid intake according to food security in Korean adults: based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007–2012. *J Nutr Health* 2015; 48(6): 507-518.
- Ahn SH, Son SM, Kim HK. A study on the health and nutritional characteristics according to household income and obesity in

- Korean adults aged over 50 -based on 2005 KNHANES. Korean J Community Nutr 2012; 17(4): 463-478.
26. Whatham A, Bartlett H, Eperjesi F, Blumenthal C, Allen J, Suttle C, Gaskin K. Vitamin and mineral deficiencies in the developed world and their effect on the eye and vision. Ophthalmic Physiol Opt 2008; 28(1): 1-12.
 27. Ziegler RG. A review of epidemiologic evidence that carotenoids reduce the risk of cancer. J Nutr 1989; 119(1): 116-122.
 28. Astorg P. Food carotenoids and cancer prevention: an overview of current research. Trends Food Sci Technol 1997; 8(12): 406-413.
 29. van Poppel G. Carotenoids and cancer: an update with emphasis on human intervention studies. Eur J Cancer 1993; 29A(9): 1335-1344.
 30. International Agency for Research on Cancer. IARC Handbook of Cancer Prevention Volume 2: Carotenoids. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 1998.
 31. Rock CL. Carotenoids: biology and treatment. Pharmacol Ther 1997; 75(3): 185-197.
 32. Gallicchio L, Boyd K, Matanoski G, Tao XG, Chen L, Lam TK, Shiels M, Hammond E, Robinson KA, Caulfield LE, Herman JG, Guallar E, Alberg AJ. Carotenoids and the risk of developing lung cancer: a systematic review. Am J Clin Nutr 2008; 88(2): 372-383.
 33. The effect of vitamin E and beta carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers. The Alpha-Tocopherol, Beta Carotene Cancer Prevention Study Group. N Engl J Med 1994; 330(15): 1029-1035.