

우리나라 청소년의 플라보노이드 섭취 실태: 2007~2012년 국민건강영양조사 자료를 이용하여*

김성아¹ · 전신영¹ · 정효지^{1,2}

서울대학교 보건대학원 보건학과 보건영양학교실,¹ 서울대학교 보건환경연구소²

Estimated dietary flavonoids intake of Korean adolescent: Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007~2012*

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

¹Division of Public Health Nutrition, Department of Public Health Science, 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 flavonoids intake of Korean adolescents. **Methods:** Using data from the 2007–2012 Korean National Health and Nutrition Examination Survey, a total of 3,957 subjects aged 12–18 were included in this study. We estimated individual daily intake of total flavonoid and six flavonoid classes including flavonols, flavones, flavanones, flavan-3-ols, anthocyanidins, and isoflavones by linking food consumption data with the flavonoids in the commonly consumed food database. The distribution of sociodemographic, health-related, and dietary factors according to flavonoids intake was examined. **Results:** Average dietary flavonoids intake of the study subjects was 195.6 mg/d in girls, and 189.4 mg/d in boys. The highest flavonoids intake group consumed significantly more fiber, vitamin C, legumes, fruits, and vegetables ($p < 0.01$) and less fat, grains, meats and dairy foods than other lower consumption groups ($p < 0.001$). Dietary flavonoid intake showed negative correlation with waist circumference and systolic blood pressure ($p < 0.05$). **Conclusion:** This study provided basic data for estimation of flavonoids intake of Korean adolescents. Further research will be required for analysis of the association of flavonoids intake and health-related factors such as cardiovascular risk factors.

KEY WORDS: flavonoid, fruit, vegetable, adolescent, KNHANES

서 론

청소년기는 아동기에서 성인기로 이행하는 생애주기적 과도기로서, 신체적·정신적으로 큰 변화를 겪는 시기이다. 청소년기의 적절한 영양섭취는 최적의 건강상태 유지 및 정상적인 성장과 발달 뿐만 아니라 성인기 만성질환 발생을 예방하는 측면에서도 매우 중요하다.¹ 그러나, 식생활의 서구화와 함께 여성들의 사회진출이 증가하면서, 청소년들은 패스트푸드·인스턴트 식품·고열량 간식 섭취 등의 잘못된 식생활 습관을 갖기 쉬운 환경에 노출되게 되었다.²⁻⁴

바람직하지 않은 식생활은 건강 문제로도 이어져, 청소년의 비만 유병률이 증가하고,⁵ 심혈관계 질환, 대사증후군 위험 증가 등 만성질환 발생 위험이 높아지고 있다.^{6,7} 청소년기의 건강 상태는 성인기까지 지속되어 영향을 미치므로, 청소년기의 바람직한 식생활은 성장을 위해서 뿐만 아니라 성인기의 만성질환 예방 및 관리 차원에서도 매우 중요하다.

청소년기의 정상적인 성장과 발달을 위해서는 다양한 식품과 영양소를 골고루 적절히 섭취하는 것이 중요하며, 다량영양소와 함께 채소 및 과일로부터 비타민과 무기질

Received: May 7, 2015 / Revised: May 31, 2015 / Accepted: November 3, 2015

*This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIP) (NRF-2014R1A2A2A01003138).

†To whom correspondence should be addressed.

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

© 2015 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.

등 생리활성을 돕는 미량영양소를 충분히 섭취하도록 해야 한다. ‘국민건강증진종합계획 2020’에서는 우리 국민의 균형잡힌 식생활 실천과 만성질환의 예방 및 적절한 관리를 도모하기 위한 방안으로 채소와 과일을 하루 500 g 이상 섭취할 것을 권장하고 있다.⁸ 그러나 2012년도 국민건강영양조사 결과에 따르면, 우리나라 10~18세 청소년의 채소류 및 과일류 1일 평균 섭취량은 205.1 g과 157.9 g으로 이에 크게 못 미치는 것으로 나타났다.⁹

그간, 채소 및 과일의 섭취는 암, 심혈관계 질환 등 만성질환의 발생과 사망률을 감소시키는 데 효과가 있는 것으로 보고되어 왔는데, 최근에는 많은 역학 연구에서 채소 및 과일류에 포함된 플라보노이드, 페놀류 등의 파이토케미컬 섭취가 심혈관계 질환, 당뇨 등에 예방효과가 있는 것으로 밝혀져 주목받고 있다.¹⁰⁻¹⁴ 플라보노이드는 식물 급원 식품에 존재하는 가장 흔하고 많은 형태의 폴리페놀 화합물로,^{15,16} 주로 과일과 채소, 차, 와인, 종실류 등 다양한 식물성 식품에 존재하고 있다.¹⁷ 플라보노이드는 항산화 물질로, 죽상경화성 심혈관계 질환 발생에 관여하는 LDL 콜레스테롤의 산화를 감소시키거나,¹⁸⁻²⁰ 항염작용, 내피세포 기능 개선, 혈소판 응집 저해 등의 기전으로 심혈관계 질환을 예방하는 것으로 보고되고 있다.^{18,21,22} 이처럼, 플라보노이드는 암, 심혈관계 질환 등 만성질환의 예방에 긍정적인 기능을 할뿐만 아니라, 세포 주기, 세포 증식, 산화적 스트레스를 조절하고, 해독 효소의 작용을 유도하고, 면역계를 활성화시키는 기능을 하는 것으로 보고되어 주목받고 있다.²³ 세포의 손상을 유발하는 산화적 스트레스는 가령에 따라 증가하므로,²⁴ 청소년은 성인에 비해 이로부터 건강 문제가 발생할 가능성은 적다. 그러나, 청소년기부터 플라보노이드가 풍부한 건강한 식생활 습관을 갖춘다면, 성인기 비만과 고콜레스테롤 혈증, 고혈압, 당뇨, 암 등의 발생을 감소시켜, 성인기 이후 생애 전반의 건강을 증진시킬 수 있다. 특히, 유방암 등의 일부 암의 경우, 어린 시절의 식생활이 성인기 이후 질병 발생과 연관이 있는 것으로 나타나고 있고,²⁵ 최근 세포 내 산화적 스트레스 증가와 항산화적 방어 기능의 저하로 아동·청소년기의 제 1형 당뇨병 발생 등이 증가하고 있어,²⁶ 청소년기에 플라보노이드와 같이 이들 질병의 예방 효과가 입증된 영양소의 섭취가 매우 중요하다.

인체 내 유익한 작용을 하는 플라보노이드를 일부에서는 항산화영양소로 일컫기도 하며, 국외에서는 인구집단을 대상으로 한 대규모 코호트 연구나 단면연구에서 식품을 통한 플라보노이드 섭취량을 추정하여, 질병과의 연관성을 살펴보는 시도가 이루어져 왔다.^{12,13,28-30} 그러나, 국내에서는 식품 중 플라보노이드 함량에 대한 자료가 미

비하여, 플라보노이드 섭취량 추정에 한계가 있었다. 이에 본 연구에서는 본 연구진이 선행연구에서 구축한 한국인 상용식품 중 플라보노이드 함량 데이터베이스²⁷를 국민건강영양조사 자료와 연계하여, 우리나라 12~18세 청소년의 플라보노이드 섭취 실태를 파악하고 그 역학적 특성에 대해서 살펴보고자 한다.

연구방법

연구 대상

본 연구는 제 4·5기 국민건강영양조사 (2007~2012) 자료를 이용하여 분석하였다.^{9,31-35} 제 4·5기 국민건강영양조사에 참여한 12-18세 청소년 총 4,551명 중 24시간 회상법 조사에 참여한 3,957명을 대상으로 하였다. 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).

1일 플라보노이드 섭취량 추정

본 연구진이 선행연구에서 구축한 한국인 상용식품 중 플라보노이드 함량 데이터베이스²⁷를 24시간 회상법으로 조사한 식사 자료와 연계하여, 대상자의 1일 플라보노이드 섭취량을 계산하였다. 플라보노이드 함량 데이터베이스는 6종의 플라보노이드 (플라보놀, 플라본, 플라바논, 플라반-3-올, 안토시아닌, 이소플라본)와 총 플라보노이드에 대한 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 데이터베이스 총 1,595개 식품에 대한 함량값을 포함하고 있고, 식품의 가짓수와 식품섭취량으로 본 완성도 (coverage)는 각각 약 50%와 76%였다.

일반적 특성 및 생활행태

사회인구학적 변수으로는 성, 연령, 월평균 가구소득, 건강 관련 변수로는 체질량지수 (BMI), 허리둘레, 수축기·이완기 혈압, 공복혈당, 혈중 총콜레스테롤과 혈중 중성지방 값을 사용하였다. 식생활 요인으로는 아침 식사의 규칙성, 외식 횟수와 식품안정성을 포함하였다. 아침식사의 규칙성은 조사 2일전 아침식사와 조사 1일전 아침식사 여부에 대해 모두 ‘예’라고 응답한 대상자를 ‘규칙적 아침식사군’으로 분류하였다. 식품안정성은 최근 1년 동안의 식생활

형편에 대한 질문에 ‘우리 가족 모두가 원하는 만큼의 충분한 양과 다양한 종류의 음식을 먹을 수 있었다’고 응답한 대상자와 ‘우리 가족 모두가 충분한 양의 음식을 먹을 수 있었으나, 다양한 종류의 음식은 먹지 못했다’고 응답한 대상자를 ‘안정한 군’으로 분류하였고, ‘경제적으로 어려워서 가끔 먹을 것이 부족했다’와 ‘경제적으로 어려워서 자주 먹을 것이 부족했다’고 응답한 대상자를 ‘불안정한 군’으로 분류하였다.

통계 처리

통계처리는 SAS (Statistical Analysis System version 9.3, SAS Institute, Cary, NC) 프로그램을 이용하였다. 국민건강영양조사는 복합표본설계 (complex sampling design) 자료이므로, 층화변수 (kstrata), 집락변수 (조사구, psu), 가중치 (Weight)를 사용하여 복합표본설계 프로시저에 따라 분석하였다. 가중치의 경우, 제 4기 (2007~2009)와 제 5기 (2010~2012)를 통합하여 분석하므로, 통합가중치 (wt_pool)를 생성하여 분석하였다.

대상자의 일반적 특성에 따른 분포와 플라보노이드 섭취량의 차이를 PROC SURVEYMEANS를 이용하여 구하고, 섭취량의 차이에 대한 p value는 복합표본설계를 고려

하여 PROC SURVEYREG를 통해 구하였다. 성별, 연령군 별 개별 플라보노이드 및 총 플라보노이드 섭취량의 분포를 살펴보기 위해, PROC SURVEYMEANS를 사용하여, 평균, 표준오차, 최솟값, 최댓값 및 4분위수를 구하였다. 총 플라보노이드 섭취량에 따른 영양소 및 식품군 섭취량에 차이가 있는지를 확인하기 위해 총 플라보노이드 섭취량에 따라 4개 군으로 분류하였다. 이 때, 총 에너지 섭취량의 영향을 배제하고자, 총 플라보노이드 섭취량을 총 에너지 섭취량으로 나누어 1,000 kcal 당 플라보노이드 섭취량 (mg/1,000 kcal)을 산출하였다. 총 플라보노이드 및 개별 플라보노이드의 주요 급원식품을 각 5개씩 1일 평균 섭취량, 기여율 및 누적 기여율로 제시하였다.

총 플라보노이드 및 개별 플라보노이드 섭취에 영향을 미치는 식품군의 영향을 확인하고자, 곡류, 두류, 채소류, 과일류, 육류, 우유류 등 6개 식품군의 섭취량과 성, 연령의 인구학적 요인을 독립변수로 하여 다중 선형 회귀분석 (PROC SURVEYREG)을 실시하였다. 최종적으로 총 플라보노이드 섭취량에 따른 사회인구학적 요인, 건강 관련 지표, 식생활 요인의 분포를 분석하여, 연속변수는 평균과 표준오차, 범주형 변수는 비율을 제시하였다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 를 기준으로 하였다.

Table 1. General characteristics and total flavonoid intakes by sociodemographic and dietary lifestyle factors of the study population

| Variables ¹⁾ | Male | | | | | Female | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|--------|-------|------------------|--------|-------|--------|-------|---------|
| | n | % | Mean | SE | p value | n | % | Mean | SE | p value |
| All | 2,097 | - | 195.64 | 9.10 | | 1,860 | - | 189.43 | 9.37 | |
| Age | | | | | | | | | | |
| 12 ~ 14 y | 1,106 | 52.74 | 176.11 | 11.23 | NS ²⁾ | 952 | 51.18 | 206.34 | 11.85 | NS |
| 15 ~ 18 y | 991 | 47.26 | 197.27 | 11.17 | | 908 | 48.82 | 180.00 | 14.62 | |
| Household Income | | | | | | | | | | |
| Low | 249 | 12.11 | 190.16 | 32.36 | NS | 245 | 13.37 | 155.26 | 14.86 | NS |
| Middle-Low | 461 | 22.42 | 178.23 | 14.09 | | 461 | 25.16 | 188.78 | 18.41 | |
| Middle-High | 629 | 30.59 | 201.37 | 15.45 | | 567 | 30.95 | 194.92 | 17.74 | |
| High | 717 | 34.87 | 207.57 | 14.35 | | 559 | 30.51 | 198.87 | 18.06 | |
| Breakfast consumption ³⁾ | | | | | | | | | | |
| 2/2 days | 1,431 | 68.34 | 200.96 | 9.88 | NS | 1,178 | 63.33 | 193.56 | 11.09 | NS |
| 1/2 days | 305 | 14.57 | 189.99 | 30.53 | | 326 | 17.53 | 183.94 | 24.60 | |
| 0/2 days | 358 | 17.10 | 184.29 | 17.41 | | 356 | 19.14 | 181.55 | 17.72 | |
| Eating out | | | | | | | | | | |
| ≤ 3 times a month | 12 | 0.57 | 101.06 | 27.99 | < 0.05 | 6 | 0.32 | 226.68 | . | NS |
| 1 ~ 6 times a week | 1,331 | 63.59 | 193.16 | 11.76 | | 1,227 | 65.97 | 187.74 | 10.95 | |
| ≥ 1 time a day | 750 | 35.83 | 202.55 | 14.07 | | 627 | 33.71 | 191.98 | 17.34 | |
| Food security ⁴⁾ | | | | | | | | | | |
| Food secure | 1,983 | 94.79 | 197.55 | 9.38 | NS | 1,760 | 94.83 | 192.66 | 9.67 | NS |
| Food insecure | 109 | 5.21 | 173.39 | 21.50 | | 96 | 5.17 | 134.38 | 27.69 | |

1) Number of missing values was 69, 3, 4, and 9 for household income, breakfast consumption, eating out, and food security, respectively. 2) Non significant 3) 2/2 days : Of 2 days before KNHANES, having breakfast for 2 days, 1/2 days : Of 2 days before KNHANES, having breakfast for 1 day, 0/2 days : Of 2 days before KNHANES, having no breakfast 4) Food secure : 'All family member had enough and a variety of foods during last year' or 'All family member had enough food (lacked variety) during last year', Food insecure: 'The family could't afford to have enough food (often/sometimes)'

Table 2. The distribution of flavonoids intakes of the study population by sex and age group

| Age | Flavonoids intake (mg/d) | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-------|------|-------|--------|--------|----------|--------|-------|------|-------|-------|--------|----------|
| | Male | | | | | | | Female | | | | | | |
| | Mean | SE | Min | 25th | 50th | 75th | Max | Mean | SE | Min | 25th | 50th | 75th | Max |
| Flavonols | | | | | | | | | | | | | | |
| 12~14 ¹⁾ | 45.95 | 1.61 | 0.00 | 12.47 | 32.92 | 61.29 | 424.09 | 41.15 | 1.48 | 0.00 | 13.22 | 31.15 | 57.44 | 343.94 |
| 15~18 ¹⁾ | 56.65 | 2.62 | 0.00 | 14.01 | 37.47 | 76.39 | 860.28 | 43.96 | 3.37 | 0.00 | 11.71 | 27.78 | 56.67 | 1,847.67 |
| Flavones | | | | | | | | | | | | | | |
| 12~14 | 0.58 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.44 | 12.12 | 0.53 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.45 | 12.34 |
| 15~18 | 0.79 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.72 | 73.13 | 0.99 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.64 | 436.73 |
| Flavanones | | | | | | | | | | | | | | |
| 12~14 | 38.05 | 8.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 2,507.13 | 54.47 | 8.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 2,720.71 |
| 15~18 | 33.25 | 5.67 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 2,720.70 | 41.66 | 7.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 4,700.26 |
| Flavan-3-ols | | | | | | | | | | | | | | |
| 12~14 | 27.10 | 3.34 | 0.00 | 0.00 | 0.23 | 1.77 | 1,765.73 | 38.90 | 4.69 | 0.00 | 0.01 | 0.27 | 5.06 | 1,731.08 |
| 15~18 | 30.30 | 4.01 | 0.00 | 0.00 | 0.26 | 3.53 | 1,238.51 | 36.50 | 8.97 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 5.58 | 5,580.55 |
| Anthocyanidins | | | | | | | | | | | | | | |
| 12~14 | 19.50 | 2.88 | 0.00 | 0.00 | 3.01 | 11.26 | 2,031.94 | 24.43 | 3.40 | 0.00 | 0.42 | 3.93 | 12.83 | 904.49 |
| 15~18 | 23.58 | 3.72 | 0.00 | 0.00 | 2.75 | 10.88 | 2,031.93 | 22.16 | 2.76 | 0.00 | 0.00 | 3.06 | 11.53 | 1,707.93 |
| Isoflavones | | | | | | | | | | | | | | |
| 12~14 | 44.92 | 2.67 | 0.00 | 0.43 | 12.32 | 58.76 | 685.04 | 46.87 | 3.78 | 0.00 | 0.40 | 8.95 | 52.05 | 1,043.07 |
| 15~18 | 52.71 | 4.23 | 0.00 | 0.41 | 8.81 | 64.81 | 1,368.09 | 34.74 | 2.17 | 0.00 | 0.24 | 6.50 | 43.21 | 831.93 |
| Total Flavonoids | | | | | | | | | | | | | | |
| 12~14 | 176.11 | 11.23 | 0.00 | 41.74 | 96.38 | 202.50 | 3,139.87 | 206.34 | 11.85 | 0.00 | 44.31 | 98.37 | 223.88 | 2,921.32 |
| 15~18 | 197.27 | 11.17 | 0.00 | 44.41 | 108.02 | 220.93 | 3,213.23 | 180.00 | 14.62 | 0.00 | 36.96 | 85.08 | 199.17 | 7,512.11 |

1) Number of subjects was 1106 for male aged 12-14, 991 for male aged 15-18, 952 for female aged 12-14, and 908 for female aged 15-18.

결 과

연구 대상자의 일반적 특성 및 사회인구학적 요인과 식생활 요인에 따른 총 플라보노이드 섭취량을 Table 1에 제시하였다. 성별로 층화하여 분석하였을 때, 연령, 가구소득, 아침 식사의 규칙성, 식품 안정성에 따른 총 플라보노이드는 유의한 차이가 없었으며, 남자에서 한 달에 3번 이하로 외식하는 사람에 비해 그 이상 외식하는 사람의 총 플라보노이드 섭취량이 2배 가까이 유의하게 많았다 (p value < 0.05).

성, 연령군별로 나누어 개별 플라보노이드와 총 플라보노이드 섭취량의 분포를 살펴보았을 때, 12~14세 연령에서는 평균적으로 남자 청소년 (176 mg/d)에 비해 여자 청소년 (206 mg/d)의 총 플라보노이드 섭취량이 많았고 (p value < 0.05), 15-18세 연령에서는 남자 청소년 (197 mg/d)이 여자 청소년 (180 mg/d)에 비해 섭취량이 더 많았으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 개별 플라보노이드 중에서는 플라본, 플라비논, 플라반-3-올, 안토시아닌 등이 극단 섭취 비율이 높았다. 특히 플라바논의 경우 절반 이상의 대상자의 1일 섭취량이 전혀 없는 것으로 나타났다. 개별 플라보노이드 섭취 양상을 살펴보았을 때, 남성과 여성에

서 모두 플라보논, 이소플라본 순으로 섭취량이 많았다.

플라보노이드 섭취량에 따라 영양소 및 식품군의 섭취량에는 뚜렷한 차이가 있었다 (Table 3). 플라보노이드 섭취량이 많은 군에서 지방 섭취량과 지방 기여 에너지 섭취량이 유의하게 낮았으며 ($p < 0.001$), 식이섬유와 비타민 C 섭취량은 유의하게 증가하였다 (p for trend < 0.001). 식품군 별로 살펴보았을 때, 플라보노이드 섭취량이 많은 군 일수록 곡류와 육류, 우유 및 유제품 군의 섭취량이 적었고, 두류와 과일류의 섭취가 선형적으로 증가하였다 (p for trend < 0.001).

총 플라보노이드 및 개별 플라보노이드의 섭취량에 영향을 미치는 식품군의 섭취 특성을 살펴보기 위해, 플라보노이드 섭취량을 총 에너지 섭취량으로 보정한 플라보노이드 섭취 밀도 (mg/1,000 kcal)를 결과변수로, 성, 연령, 곡류, 두류, 채소류, 과일류, 육류, 우유 및 유제품 섭취량을 독립변수로 두고 다중 선형 회귀분석을 수행하였다 (Table 4). 그 결과, 두류와 과일류 섭취량이 1일 100 g씩 증가할 때마다 플라보노이드 밀도는 1,000 kcal 당 각 36 mg과 27 mg 씩 증가하는 것으로 나타났다 ($p = 0.0001$). 개별 플라보노이드 별로 살펴보았을 때, 플라보논은 채소류 ($\beta = 6.0$), 안토시아닌은 과일류 ($\beta = 8.0$), 이소플라본은 두류

Table 3. Nutrients and food group intake according to the quartile of total flavonoids density

| Dietary intakes ²⁾ | Quartile of total flavonoids density (mg/1,000 kcal) ¹⁾ | | | |
|----------------------------------|--|-------------------|-------------------|---------------------|
| | Q1 (n = 989) | Q2 (n = 989) | Q3 (n = 990) | Q4 (n = 989) |
| Food group (g/d) | | | | |
| Grains | 357.22 ± 6.41 | 355.44 ± 6.68 | 345.37 ± 6.73 | 302.59 ± 5.44*** |
| Legumes | 25.69 ± 4.15 | 35.93 ± 3.15 | 54.29 ± 3.77 | 67.25 ± 3.94*** |
| Vegetables | 157.49 ± 5.02 | 218.29 ± 6.45 | 265.80 ± 7.07 | 229.90 ± 5.59*** |
| Fruits | 135.09 ± 16.25 | 176.64 ± 13.02 | 182.95 ± 11.20 | 398.79 ± 14.73*** |
| Meats | 150.41 ± 7.22 | 161.22 ± 7.85 | 163.51 ± 8.60 | 134.23 ± 6.39** |
| Milk and Dairy products | 308.26 ± 13.55 | 273.53 ± 10.41 | 271.47 ± 9.72 | 258.48 ± 9.41*** |
| Nutrients | | | | |
| Total energy (kcal/d) | 2,102.05 ± 34.87 | 2,205.27 ± 35.22 | 2,168.70 ± 35.78 | 2,008.72 ± 29.78*** |
| Carbohydrate (g/d) | 319.29 ± 5.02 | 337.48 ± 5.08 | 330.84 ± 4.92 | 326.08 ± 5.01 |
| Carbohydrate (% of total energy) | 62.60 ± 0.45 | 62.63 ± 0.37 | 62.30 ± 0.37 | 64.93 ± 0.35*** |
| Protein (g/d) | 71.27 ± 1.43 | 79.21 ± 1.85 | 81.53 ± 1.71 | 72.09 ± 1.32 |
| Protein (% of total energy) | 13.65 ± 0.15 | 14.32 ± 0.16 | 14.94 ± 0.13 | 14.22 ± 0.15 |
| Fat (g/d) | 57.74 ± 1.70 | 57.93 ± 1.36 | 57.53 ± 1.57 | 48.31 ± 1.05*** |
| Fat (% of total energy) | 23.75 ± 0.40 | 23.05 ± 0.31 | 22.76 ± 0.32 | 20.86 ± 0.28*** |
| Dietary fiber (g/d) | 4.75 ± 0.12 | 5.58 ± 0.13 | 5.91 ± 0.14 | 6.23 ± 0.14*** |
| Calcium (mg/d) | 455.40 ± 12.83 | 479.76 ± 12.26 | 530.57 ± 12.96 | 520.59 ± 11.82*** |
| Phosphorus (mg/d) | 1,105.23 ± 19.18 | 1,195.75 ± 20.29 | 1,262.52 ± 22.19 | 1,171.99 ± 19.71 |
| Iron (mg/d) | 11.30 ± 0.41 | 12.66 ± 0.45 | 13.75 ± 0.38 | 13.42 ± 0.33*** |
| Sodium (mg/d) | 4,021.73 ± 86.22 | 4,340.68 ± 101.43 | 4,681.57 ± 108.67 | 4,068.21 ± 81.47 |
| Vitamin C (mg/d) | 53.00 ± 2.06 | 72.28 ± 2.23 | 89.14 ± 2.54 | 154.11 ± 5.37*** |

1) Energy adjusted flavonoid intake was obtained by dividing flavonoid intake by 1,000 kcal. 2) All values are Mean ± SE.

*p for trend < 0.05, **p for trend < 0.01, ***p for trend < 0.001, p for trend value was from GLM analysis.

($\beta = 28.0$)의 섭취량 증가에 따라 가장 큰 증가율을 보였으며, 곡류, 육류, 우유 및 유제품군은 대체로 음의 상관성이 있는 것으로 확인되었다.

총 플라보노이드 및 개별 플라보노이드의 주요 급원식품을 분석한 결과를 Table 5에 제시하였다. 개별 플라보노이드의 주요 급원식품은 주로 채소류와 과일류로, 플라보놀의 경우 양파 (68.7%), 플라본은 피망 (41.3%), 플라바논은 꿀 (77.7%), 플라반-3-올은 사과 (84.1%), 안토시아니딘은 포도 (32.5%), 이소플라본은 두부 (61.4%)의 기여율이 가장 높았다. 총 플라보노이드의 주요 5개 급원식품은 꿀 (23.3%), 양파 (16.6%), 사과 (16.0%), 두부 (14.5%), 포도 (4.1%) 순으로 나타났다.

마지막으로, 플라보노이드 섭취량에 따른 사회인구학적 요인, 건강 관련 지표, 식생활 요인의 분포를 살펴보았을 때, 플라보노이드 섭취량이 많은 그룹일수록 여성의 비율이 더 많았으며, 허리둘레와 수축기 혈압의 평균값이 유의하게 적었다 (p for trend < 0.05) (Table 6). 아침식사, 외식빈도, 식품안정성 등의 식생활 요인은 플라보노이드 섭취량과 유의한 연관성이 나타나지 않았다.

고 찰

본 연구에서는 우리나라 12~18세 청소년의 플라보노이드 섭취 실태와 그 역학적 특성을 파악하기 위해 제 4·5기 국민건강영양조사 (2007~2012) 자료의 24시간 회상법 자료와 상용식품 중 플라보노이드 함량 데이터베이스를 연계하여 1일 총 플라보노이드 및 개별 플라보노이드 (플라보놀, 플라본, 플라바논, 플라반-3-올, 안토시아니딘, 이소플라본) 섭취량을 추정하였다. 한국 12~18세 청소년의 1일 평균 총 플라보노이드 섭취량은 남자 청소년이 195.6 mg/d, 여자 청소년이 189.4 mg/d였으며, 개별 플라보노이드 중에는 플라보놀, 이소플라본 순으로 섭취량이 많았다.

아직까지 국내에서는 1일 플라보노이드 섭취량을 정량적으로 추정할 사례가 없어, 본 연구와 유사한 방법으로 플라보노이드 섭취량을 추정한 국외의 연구결과와 본 연구의 결과를 비교해 보았다. 국외에서도 성인을 대상으로 플라보노이드 섭취량을 추정한 자료가 대부분이었으며, 본 연구와 비교가능한 청소년 대상 연구는 없었다. 미국 NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) 1999~2002년 자료와 식품 중 플라보노이드 함량 데이터베이스를 연계하여 미국 성인의 플라보노이드 섭

Table 4. The regression estimates of several food group intakes on the flavonoid intakes

| Variables (100 g/d) | Flavonoid intake (mg/1,000 kcal) ¹⁾ | | |
|-------------------------|--|---------|-------------------------------|
| | Slope (β coeff.) | P-value | Model R ² (2 3) |
| Total flavonoid density | | | |
| Grains | -12.815 | 0.0003 | 0.3242 |
| Legumes | 36.099 | 0.0001 | |
| Vegetables | 3.225 | 0.2935 | |
| Fruits | 26.830 | < .0001 | |
| Meats | -7.187 | 0.0024 | |
| Milk and Dairy products | -6.347 | 0.0002 | |
| Flavonol density | | | |
| Grains | -2.761 | < .0001 | 0.1728 |
| Legumes | 5.768 | 0.0847 | |
| Vegetables | 5.969 | < .0001 | |
| Fruits | 0.904 | 0.0684 | |
| Meats | -0.226 | 0.6045 | |
| Milk and Dairy products | -1.498 | < .0001 | |
| Anthocyanidin density | | | |
| Grains | -3.504 | 0.0619 | 0.1727 |
| Legumes | -2.078 | 0.4608 | |
| Vegetables | 0.613 | 0.6507 | |
| Fruits | 7.970 | 0.0290 | |
| Meats | -1.766 | 0.1169 | |
| Milk and Dairy products | -0.499 | 0.4859 | |
| Isoflavone density | | | |
| Grains | -3.805 | 0.0001 | 0.2409 |
| Legumes | 27.953 | < .0001 | |
| Vegetables | 1.141 | 0.2459 | |
| Fruits | 2.427 | 0.0418 | |
| Meats | -2.416 | 0.0087 | |
| Milk and Dairy products | -0.502 | 0.4860 | |

1) Energy adjusted flavonoid intake was obtained by dividing flavonoid intake by 1,000 kcal. 2) adjusted for sex, age 3) The results of flavone, flavanone, and flavan-3-ol density were not presented because $R^2 < 0.15$.

취량을 추정한 연구에서 미국 남성 ($n = 4,461$)은 192.7 mg/d, 여성 ($n = 4,348$)은 186.9 mg/d를 섭취하는 것으로 나타났다.¹⁶ European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC) 연구에 참여한 유럽 국가들의 평균 flavan-3-ols 섭취량을 추정한 연구에서는 영국 남성과 여성이 각 213.5 mg/d와 178.6 mg/d로 가장 높았고, 그리스 남성과 여성이 각 26.6 mg/d와 20.7 mg/d로 가장 낮았다.³⁶ 본 연구의 대상인 한국 12~18세 청소년의 1일 평균 총 플라보노이드 섭취량은 남성이 195.6 mg/d, 여성이 189.4 mg/d로 미국 성인의 추정값과 비슷한 반면, flavan-3-ols의 경우, 27.1~38.9 mg/d 수준으로 그리스 성인보다는 높았으나 영국 성인의 섭취량에는 크게 못 미치는 것으로 나타났다.³⁶

플라보노이드의 주요 공급원은 채소류와 과일류로 이들 식품군의 섭취는 플라보노이드 섭취량과 정량적인 양의 상관관계가 있다. 따라서 플라보노이드의 섭취는 채소류와 과일류로부터 기여하는 영양소 및 채소·과일류를 제외한 다른 식품군의 섭취량과도 상관성을 보일 것으로 예상된다. 미국 성인의 플라보노이드 섭취량을 추정하기 위해 사용한 자료와 동일한 NHANES 1999~2002년의 자료를 이용하여 미국 성인의 채소·과일 섭취량을 추정한 연구 결과에 따르면, 미국 성인은 USDA Dietary Guidelines에서 제시한 1회 제공량 기준으로 과일류는 일평균 1.07회, 채소류는 일평균 1.97회 섭취하고 있는 것으로 나타났다. 과일류 1일 2회 이상, 채소류 1일 3회 이상의 섭취를 권고하는 것과 비교할 때, 단 10.8%만이 이를 모두 충족시키는 식사를 하고 있었다.³⁷ 반면, 국내 청소년을 대상으로 채소류와 과일류의 식사구성안 대비 섭취횟수를 살펴본 연구가 없어 직접적인 비교는 불가하지만, 2012년도 국민건강영양조사 결과에 따르면, 우리나라 10~18세 청소년의 채소류 및 과일류 1일 평균 섭취량은 205.1 g과 157.9 g으로 '국민건강증진종합계획 2020'에서 권고하고 있는 하루 500 g 섭취에 못 미치는 것으로 나타났다.⁹ 플라보노이드 섭취량에 대한 기준치가 없어, 섭취량의 적절성을 평가할 수는 없으나, 플라보노이드의 주요 공급원이 채소류 및 과일류인 것을 고려할 때, 우리나라 청소년의 플라보노이드 섭취량도 충분한 수준은 아닐 것으로 사료된다.

한편, 플라보노이드의 섭취는 독립적으로 건강에 긍정적인 효과를 나타낼 뿐만 아니라, 플라보노이드 밀도가 높은 식사는 다른 영양소 및 식품군 섭취와도 연관되어 군집적으로 상승효과를 나타낼 수 있을 것으로 예상된다. 본 연구에서 플라보노이드 밀도가 가장 높은 4분위군은 가장 낮은 4분위군에 비해 지방 섭취량과 총 에너지에서 지방이 차지하는 비율이 유의하게 적었으며, 곡류와 육류, 우유 및 유제품의 섭취가 적고, 두류, 채소류, 과일류의 섭취가 유의하게 많았다. 총 플라보노이드 및 개별 플라보노이드의 섭취량에 대한 각 식품군의 영향을 살펴보기 위한 예측모델에서도 곡류, 육류, 우유 및 유제품의 섭취가 적을수록, 두류, 채소류, 과일류의 섭취가 많을수록 플라보노이드 섭취량이 증가하는 것을 확인하였다. 다만, 플라보노이드 밀도가 높은 식사를 하는 사람은 우유 및 유제품을 적게 섭취하는 경향이 있으므로, 청소년의 바람직한 성장을 위해서는 이를 부족하지 않게 보완하는 것이 중요하다.

한편, 개인의 영양상태는 식행동과 사회인구학적 요인, 개인의 신체적·정신적 조건, 지역적, 경제적, 문화종교적, 요인 등의 영향을 받으므로,³⁸ 본 연구에서도 사회인구학적 요인 및 식행동 요인과 플라보노이드 섭취의 관련성에

Table 5. Top five food sources for the flavonoid intake among Korean adolescent

| Compound | Rank | Food item | Everage intake (mg/day/person) | Contribution rate (%) | Cumulative contribution rate (%) |
|------------------|------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Flavonols | 1 | Onion | 32.32 | 68.70 | 68.70 |
| | 2 | Radish | 3.09 | 6.58 | 75.27 |
| | 3 | Radish leaves | 2.80 | 5.94 | 81.22 |
| | 4 | Apple | 2.09 | 4.45 | 85.67 |
| | 5 | Tangerine | 0.98 | 2.08 | 87.75 |
| Flavones | 1 | Sweetpepper | 0.32 | 41.30 | 41.30 |
| | 2 | Parsley, dried | 0.11 | 14.28 | 55.58 |
| | 3 | Watermelon | 0.07 | 8.79 | 64.37 |
| | 4 | Green pepper | 0.06 | 7.93 | 72.30 |
| | 5 | Kumquat | 0.05 | 5.90 | 78.20 |
| Flavanones | 1 | Tangerine | 34.59 | 77.66 | 77.66 |
| | 2 | Tangerinejuice | 5.30 | 11.91 | 89.57 |
| | 3 | Orange | 1.52 | 3.41 | 92.98 |
| | 4 | Fruits juice | 1.00 | 2.25 | 95.23 |
| | 5 | Orange juice | 0.99 | 2.22 | 97.45 |
| Flavan-3-ols | 1 | Apple | 28.86 | 84.08 | 84.08 |
| | 2 | Green tea | 1.65 | 4.80 | 88.88 |
| | 3 | Milk | 0.75 | 2.19 | 91.06 |
| | 4 | Green tea, Dried powder | 0.69 | 2.02 | 93.08 |
| | 5 | Strawberry | 0.55 | 1.61 | 94.69 |
| Anthocyanins | 1 | Grape | 7.25 | 32.47 | 32.47 |
| | 2 | Strawberry | 3.69 | 16.55 | 49.02 |
| | 3 | Persimmon | 3.17 | 14.21 | 63.23 |
| | 4 | Radish | 2.94 | 13.17 | 76.40 |
| | 5 | Well polished rice | 0.90 | 4.05 | 80.44 |
| Isoflavones | 1 | Soybean curd | 28.16 | 61.35 | 61.35 |
| | 2 | Tangerine | 9.55 | 20.80 | 82.15 |
| | 3 | Soybean sprout | 4.48 | 9.77 | 91.91 |
| | 4 | Doenjang, Soybean paste | 1.16 | 2.53 | 94.44 |
| | 5 | Soybean curd, Unpressed | 0.81 | 1.76 | 96.21 |
| Total flavonoids | 1 | Tangerine | 45.49 | 23.34 | 23.34 |
| | 2 | Onion | 32.32 | 16.58 | 39.93 |
| | 3 | Apple | 31.13 | 15.97 | 55.90 |
| | 4 | Soybean curd | 28.16 | 14.45 | 70.35 |
| | 5 | Grape | 7.91 | 4.06 | 74.41 |

대해 살펴보았다. 청소년에서 연령과 가구소득은 플라보노이드 섭취량과 유의한 연관성이 나타나지 않았으나, 플라보노이드 섭취량이 많은 4분위 그룹에서 여성의 비율이 유의하게 높았다. 아침식사와 외식, 식품안전성 등의 식행태와 식환경은 플라보노이드 섭취량과 유의한 연관성이 나타나지 않았다.

본 연구에서는 에너지 섭취를 보정한 플라보노이드 섭취량이 늘어날수록, 허리 둘레와 수축기 혈압이 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 성인을 대상으로 플라보노이드 섭취와 심혈관계 질환, 당뇨병, 대사증후군 등의 연관성에 대해 보고한 연구들이 다수 보고되어 오고 있는데,

Galleano 등은 플라보노이드가 염증 신호 전달 과정을 저해하고, 염증과 인슐린 저항성에 관여하는 단백질의 표현을 감소시킴으로써 비만 및 염증 반응과 역의 연관성을 가진다고 보고하였다.³⁹ 또한 여러 실험연구를 통해 플라보노이드가 혈압의 조절에 관여하는 NO (nitric oxide)의 생체이용률 (bioavailability)과 생성을 촉진시킴으로써 혈압을 감소시키는 작용을 하는 것으로 밝혀졌다.^{40,41} 이러한 플라보노이드의 효과는 국제적으로 대규모 인구집단을 대상으로 한 코호트 연구를 통해서도 확인되고 있다. Nurses' Health Study에 참여한 69,715명을 대상으로 플라보노이드 섭취와 고혈압 발생에 관해 14년간 추적 조사한

Table 6. Sociodemographic, health-related and dietary lifestyle characteristics according to the quartile of total flavonoids density

| Variables ²⁾ | Total flavonoids density (mg/1000kcal) ¹⁾ | | | |
|--|--|----------------|----------------|----------------|
| | Q1 (n = 989) | Q2 (n = 989) | Q3 (n = 990) | Q4 (n = 989) |
| Sociodemographic factor | | | | |
| Age (yr) | 15.08 ± 0.07 | 15.02 ± 0.07 | 14.95 ± 0.08 | 15.03 ± 0.08 |
| Female, % | 40.96 | 46.98 | 43.34 | 51.06* |
| Household Income (KRW/month) | 418.52 ± 21.20 | 454.47 ± 39.38 | 439.61 ± 36.59 | 416.94 ± 23.77 |
| Health-related factor | | | | |
| BMI (kg/m ²) | 21.07 ± 0.16 | 20.83 ± 0.15 | 21.09 ± 0.16 | 20.79 ± 0.12 |
| Waist circumference (cm) | 70.82 ± 0.42 | 70.45 ± 0.39 | 71.24 ± 0.42 | 69.87 ± 0.35* |
| Systolic blood pressure (mmHg) | 107.09 ± 0.41 | 108.02 ± 0.42 | 107.95 ± 0.46 | 106.59 ± 0.45* |
| Diastolic blood pressure (mmHg) | 67.62 ± 0.35 | 68.54 ± 0.33 | 67.42 ± 0.42 | 67.80 ± 0.36 |
| Fasting blood glucose (mg/dl) | 88.71 ± 0.44 | 88.87 ± 0.33 | 88.60 ± 0.30 | 88.36 ± 0.29 |
| Triglyceride (mg/dL) | 85.50 ± 2.14 | 86.19 ± 2.31 | 88.47 ± 2.38 | 84.18 ± 1.86 |
| Total cholesterol (mg/dL) | 156.40 ± 1.24 | 154.78 ± 1.17 | 156.59 ± 1.22 | 156.11 ± 1.18 |
| Dietary lifestyle factor | | | | |
| Regular breakfast eater ³⁾ , % | 58.98 | 64.17 | 66.73 | 63.41 |
| Eating out ≥ 1 time a day, % | 40.66 | 37.72 | 34.06 | 38.10 |
| Household with food secure ⁴⁾ , % | 94.42 | 93.41 | 93.90 | 96.15 |

1) Energy adjusted flavonoid intake was obtained by dividing flavonoid intake by 1,000 kcal. 2) All values are Mean ± SE unless otherwise noted. 3) Regular breakfast consumption : Of 2 days before KNHANES, having breakfast for 2 days 4) Household with food secure : 'All family member had enough and a variety of foods during last year' or 'All family member had enough food (lacked variety) during last year'.

*p value < 0.05, p value from GLM analysis for continuous values and from chi-square test for categorical values

코호트 연구에서 안토시아닌의 섭취량이 가장 많은 5분위 군은 가장 적은 5분위군에 비해 고혈압 발생 위험이 8% 낮았다.⁴² 또한 Iowa Women's Health Study에 참여한 34,489명의 폐경 여성을 대상으로 플라보노이드 섭취와 심혈관계 질환 사망률의 연관성에 대해 추적한 코호트 연구 결과, 안토시아닌 섭취자는 비섭취자에 비해 심혈관계 질환 및 총 사망률이 각 9%와 10% 낮은 것으로 나타났다.²⁹ 최근 국내에서도 성인을 대상으로 flavan-3-ols 섭취와 대사증후군 위험을 살펴 본 연구 결과가 발표되었는데, Yang 등은 flavan-3-ols의 섭취가 비만이 아닌 남성에서 고혈압 유병과 역의 상관성이 있음을 확인하였다.⁴³ 그러나 이는 단면연구 결과이며, 일부 대상자에 국한된 결과라는 점에서 제한적이다.

플라보노이드의 섭취가 심혈관계 질환, 당뇨병, 대사증후군, 비만 등에 미치는 긍정적인 효과가 청소년에서도 동일한지에 대해서는, 청소년을 대상으로 한 연구가 부족하여 명확하지 않다. 그러나 Holt 등이 미국 11~17세 청소년을 대상으로 채소·과일을 통한 플라보노이드 섭취량과 혈중 염증 지표 및 산화적 스트레스 지표의 연관성에 대해 분석한 결과, 채소·과일을 통한 플라보노이드 섭취는 염증 및 산화적 스트레스 지표와 음의 연관성을 보여,⁴⁴ 청소년을 대상으로 했을 때도 플라보노이드의 섭취는 건강에 유의한 효과를 보이는 것을 확인할 수 있었다. 국내 연구진이

청소년을 대상으로 8주간 현미밥과 채소 및 과일의 영양 중재를 실시하여, 체내 항산화능의 변화를 측정한 연구 결과에서도 이와 유사하게 산화적 스트레스 지표를 나타내는 d-ROMs (diacron reactive oxygen metabolites)이 유의하게 감소하였으며, 항산화능 지표인 BAP (biological antioxidant potential)가 유의하게 증가하였다.⁴⁵ 다양한 채소와 과일의 섭취로 이어진 항산화 영양소의 섭취 증가가 산화스트레스 감소와 항산화능 향상에 기인한 것으로 보여진다.⁴⁵ 청소년기의 플라보노이드 섭취가 건강에 미치는 유의한 효과는 식습관을 유지할 시, 성인기 이후에도 지속되어 심혈관계 질환 관련 위험을 낮추는 데 더욱 강력한 효과를 낼 수 있다는 점에서 중요하다.⁴⁶

청소년의 플라보노이드 섭취 수준을 증진시키기 위해서는 플라보노이드의 주요 급원식품 및 식품군의 섭취를 증가시켜야 한다. '2010 한국인 영양섭취기준'에 제시된 식사구성안에서는 12~18세 청소년에 대해 하루 채소류를 7회, 과일류는 2회 섭취하도록 권장하고 있다.⁴⁷ 김치류를 제외한 채소류의 평균 1회 분량이 70 g, 과일류의 경우 100~200 g이므로, 제시된 섭취기준을 충족할 경우 하루 평균 약 700~900 g의 채소·과일류를 섭취하게 된다. 앞서 언급된 바와 같이 2012년 국민건강영양조사 결과에 따르면, 10~18세 청소년의 일평균 채소·과일류 섭취량은 약 360 g이므로, '2010 한국인 영양섭취기준'에서 제시한 수준을

충족시키기 위해서는 섭취량을 두 배 가까이 증가시켜야 한다. 영양교사 포커스 그룹 인터뷰를 이용하여, 우리나라 청소년의 채소·과일 섭취 현황 및 섭취에 영향을 미치는 요인을 조사한 연구에 따르면 우리나라 청소년의 과일 섭취 수준은 높으나, 채소 섭취 수준이 매우 낮은 것으로 나타났다.⁴⁸ 채소·과일을 섭취하는데 영향을 미치는 가정에서의 요인은 학부모들의 인식, 가정 식사환경, 소득 차 등이었으며, 학교에서의 요인은 학교 최고관리자, 담임교사, 친구, 영양(교)사, 조리 및 제공방법, 배식방법, 조리인력, 예산, 과일숙성도, 학교 내·외 환경, 학부모위원회(급식소위원회) 등인 것으로 파악되었다.⁴⁸ 청소년의 채소·과일류 섭취를 증가시키기 위해서는 학부모들을 대상으로 한 채소 활용 조리법 등 실천 가능한 학부모 교육이 필요하며, 학교의 지역적 소득 차에 따라 채소와 과일 섭취량에도 차이가 있는 것으로 나타났으므로, 채소와 과일 섭취 증진 프로그램 적용 시 지역 소득수준이 낮은 학교에 먼저 기회를 제공하는 것이 필요할 것이다. 또한 학교 내 매점과 주변 편의점, 분식점 등이 학교 급식을 비롯한 채소, 과일 섭취의 저해 요인으로 나타난 바, 보건복지부에서 제정한 어린이 식생활안전관리 특별법의 적용·관리가 좀 더 철저하게 이루어질 수 있도록 하여야 할 것이다.

본 연구는 국민건강영양조사의 개방형 식사조사 자료와 연구진이 구축한 식품 중 플라보노이드 함량 데이터베이스를 연계하여 국내 최초로 우리나라 청소년의 플라보노이드 섭취량을 정량적으로 추정하고, 그 역학적 특성을 살펴 본 연구로서 의의가 있다. 본 연구에서 사용된 플라보노이드 데이터베이스와 섭취량 추정 방법은 추후 플라보노이드 섭취와 건강 결과와의 연관성을 파악하는 연구에서도 활용될 수 있을 것이다.

본 연구의 몇 가지 제한점은 다음과 같다. 첫째로, 플라보노이드 섭취량 추정에 사용된 데이터베이스가 대상자가 섭취한 모든 식품의 플라보노이드 및 개별 플라보노이드 함량값을 포함하지 못하였으므로, 섭취량을 과소평가하였을 가능성이 있다. 그러나 플라보노이드는 두류, 채소류, 과일류, 음료류 등 일부 식품군에만 한정적으로 포함되어 있고, 함량값이 수집되지 않은 식품은 대부분 이외의 식품군에 포함된 식품이므로, 오차의 범위는 크지 않을 것으로 예상된다. 두 번째로, 현재까지 플라보노이드 섭취에 대해 설정된 기준이나 권고치가 없어, 우리나라 청소년의 플라보노이드 섭취의 적절성에 대한 평가는 할 수 없었다. 마지막으로, 국민건강영양조사 자료를 활용하여 플라보노이드 섭취 실태를 파악하는 것이 주목적이었으므로, 질병과의 연관성을 살펴보기 않았다. 청소년의 섭취 실태를 확인한 본 연구에서 더 나아가 플라보노이드 섭취량과 대사

지표 및 질병의 유병률 등과의 연관성에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 우리나라 12~18세 청소년의 플라보노이드 섭취 실태와 그 역학적 특성을 파악하기 위해 제 4·5기 국민건강영양조사 (2007~2012) 자료의 24시간 회상법 자료와 상용식품 중 플라보노이드 함량 데이터베이스를 연계하여 1일 총 플라보노이드 및 개별 플라보노이드 (플라보놀, 플라본, 플라바논, 플라반-3-올, 안토시아니딘, 이소플라본) 섭취량을 추정하였다. 그 결과, 한국 12~18세 청소년의 1일 평균 총 플라보노이드 섭취량은 남자 청소년이 195.6 mg/d, 여자 청소년이 189.4 mg/d 였으며, 개별 플라보노이드 중에는 플라보놀, 이소플라본 순으로 섭취량이 많았다. 플라보노이드 섭취량에 따라 영양소 및 식품군의 섭취량에 뚜렷한 차이가 있었는데, 플라보노이드 섭취량이 많은 군에서 지방 섭취량과 지방 기여 에너지 섭취량이 유의하게 낮았으며, 식이섬유와 비타민 C 섭취량은 유의하게 증가하였다. 식품군 별로 살펴보았을 때, 플라보노이드 섭취량이 많은 군일수록 곡류와 육류, 우유 및 유제품군의 섭취량이 적었고, 두류와 과일류의 섭취가 선형적으로 증가하였다. 플라보노이드 섭취량에 따른 사회인구학적 요인, 건강 관련 지표, 식생활 요인의 분포를 살펴보았을 때, 플라보노이드 섭취량이 많은 그룹일수록 여성의 비율이 더 많았으며, 허리둘레와 수축기 혈압의 평균값이 유의하게 적었다. 여러 역학연구를 통해 플라보노이드가 심혈관계 질환, 당뇨병 등 만성질환의 예방에 긍정적인 영향을 미침이 증명되었고, 청소년기의 식생활은 성인기 이후 만성질환의 발생과 연관이 있으므로, 성인기의 건강을 위해서 청소년기부터 플라보노이드가 풍부한 식생활을 하는 것이 중요할 것으로 사료된다. 청소년의 플라보노이드 섭취 실태를 확인한 본 연구에서 더 나아가 플라보노이드 섭취량과 대사지표 및 질병의 유병률 등과의 연관성에 대한 후속 연구가 필요할 것이다.

References

1. Lifshitz F, Tarim O, Smith MM. Nutrition in adolescence. *Endocrinol Metab Clin North Am* 1993; 22(3): 673-683.
2. Kim KW, Shin EM. A study on nutrition knowledge, nutritional attitudes, dietary behavior and dietary intake by weight control attempt among middle school female students. *Korean J Community Nutr* 2002; 7(1): 23-31.
3. Kwon WJ, Chang KJ, Kim SK. Comparison of nutrient intake,

- dietary behavior, perception of body image and iron nutritional status among female high school students of urban and rural areas in Kyunggi-do. *Korean J Nutr* 2002; 35(1): 90-101.
4. An GS, Shin DS. A comparison of the food and nutrient intake of adolescents between urban areas and islands in south Kyungnam. *Korean J Community Nutr* 2001; 6(3): 271-281.
 5. Oh K, Jang MJ, Lee NY, Moon JS, Lee CG, Yoo MH, Kim YT. Prevalence and trends in obesity among Korean children and adolescents in 1997 and 2005. *Korean J Pediatr* 2008; 51(9): 950-955.
 6. Baek SH. Effect of % body fat, physical fitness on impact on cardiovascular risk index in female middle-school students. *Korean J Sports Sci* 2012; 21(2): 1009-1017.
 7. Chang JH, Kim DH, Kim HS, Choi IK, Cheong MY, Kim DK. Prevalence of metabolic syndrome in obese children. *Korean J Pediatr* 2004; 47(11): 1149-1156.
 8. Ministry of Health and Welfare (KR). The third national health promotion plan (2011-2020). Seoul: Ministry of Health and Welfare; 2011.
 9. 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). Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2012.
 10. Doll R. An overview of the epidemiological evidence linking diet and cancer. *Proc Nutr Soc* 1990; 49(2): 119-131.
 11. Hertog MG, van Poppel G, Verhoven D. Potentially anticarcinogenic secondary metabolites from fruit and vegetables. In: Tomas-Barberan FA, Robins RJ, editors. *Phytochemistry of Fruit and Vegetables*. Oxford: Clarendon Press; 1997. p.313-330.
 12. Hertog MG, Feskens EJ, Hollman PC, Katan MB, Kromhout D. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen elderly study. *Lancet* 1993; 342(8878): 1007-1011.
 13. Hertog MG, Kromhout D, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, Fidanza F, Giampaoli S, Jansen A, Menotti A, Nedeljkovic S, Pekkarinen M, Simic BS, Toshima H, Feskens EJ, Hollman PC, Katan MB. Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study. *Arch Intern Med* 1995; 155(4): 381-386.
 14. Hertog MG, Sweetnam PM, Fehily AM, Elwood PC, Kromhout D. Antioxidant flavonols and ischemic heart disease in a Welsh population of men: the Caerphilly study. *Am J Clin Nutr* 1997; 65(5): 1489-1494.
 15. Chun OK, Kim DO, Smith N, Schroeder D, Han JT, Lee CY. Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. *J Sci Food Agric* 2005; 85(10): 1715-1724.
 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. Graf BA, Milbury PE, Blumberg JB. Flavonols, flavones, flavanones, and human health: epidemiological evidence. *J Med Food* 2005; 8(3): 281-290.
 18. Kris-Etherton PM, Keen CL. Evidence that the antioxidant flavonoids in tea and cocoa are beneficial for cardiovascular health. *Curr Opin Lipidol* 2002; 13(1): 41-49.
 19. O'Byrne DJ, Devaraj S, Grundy SM, Jialal I. Comparison of the antioxidant effects of Concord grape juice flavonoids alpha-tocopherol on markers of oxidative stress in healthy adults. *Am J Clin Nutr* 2002; 76(6): 1367-1374.
 20. Vinson JA, Su X, Zubik L, Bose P. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *J Agric Food Chem* 2001; 49(11): 5315-5321.
 21. Rein D, Paglieroni TG, Wun T, Pearson DA, Schmitz HH, Gosselin R, Keen CL. Cocoa inhibits platelet activation and function. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(1): 30-35.
 22. Vita JA. Polyphenols and cardiovascular disease: effects on endothelial and platelet function. *Am J Clin Nutr* 2005; 81(1 Suppl): 292S-297S.
 23. Yao LH, Jiang YM, Shi J, Tomas-Barberan FA, Datta N, Singanurong R, Chen SS. Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods Hum Nutr* 2004; 59(3): 113-122.
 24. Beatty S, Koh H, Phil M, Henson D, Boulton M. The role of oxidative stress in the pathogenesis of age-related macular degeneration. *Surv Ophthalmol* 2000; 45(2): 115-134.
 25. Lee SA, Shu XO, Li H, Yang G, Cai H, Wen W, Ji BT, Gao J, Gao YT, Zheng W. Adolescent and adult soy food intake and breast cancer risk: results from the Shanghai Women's Health Study. *Am J Clin Nutr* 2009; 89(6): 1920-1926.
 26. Dominguez C, Ruiz E, Gussinye M, Carrascosa A. Oxidative stress at onset and in early stages of type 1 diabetes in children and adolescents. *Diabetes Care* 1998; 21(10): 1736-1742.
 27. Jun S, Shin S, Joung H. Estimation of dietary flavonoid intake and major food sources of Korean adults. *Br J Nutr*. Forthcoming 2015.
 28. Knekt P, Jarvinen R, Reunanen A, Maatela J. Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: a cohort study. *BMJ* 1996; 312(7029): 478-481.
 29. Mink PJ, Scrafford CG, Barraj LM, Harnack L, Hong CP, Nettleton JA, Jacobs DR Jr. Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality: a prospective study in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2007; 85(3): 895-909.
 30. McCullough ML, Peterson JJ, Patel R, Jacques PF, Shah R, Dwyer JT. Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality in a prospective cohort of US adults. *Am J Clin Nutr* 2012; 95(2): 454-464.
 31. 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 2014 Sep 1]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
 32. 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 2014 Sep 1]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
 33. 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 2014 Sep 1]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
 34. 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 2014 Sep 1]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
35. 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 2014 Sep 1]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
 36. Knaze V, Zamora-Ros R, Luján-Barroso L, Romieu I, Scalbert A, Slimani N, Riboli E, van Rossum CT, Bueno-de-Mesquita HB, Trichopoulou A, Dilis V, Tsiotas K, Skeie G, Engeset D, Quirós JR, Molina E, Huerta JM, Crowe F, Wirfäl E, Ericson U, Peeters PH, Kaaks R, Teucher B, Johansson G, Johansson I, Tumino R, Boeing H, Drogan D, Amiano P, Mattiello A, Khaw KT, Luben R, Krogh V, Ardanáz E, Sacerdote C, Salvini S, Overvad K, Tjønneland A, Olsen A, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G, Perquier F, González CA. Intake estimation of total and individual flavan-3-ols, proanthocyanidins and theaflavins, their food sources and determinants in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Br J Nutr* 2012; 108(6): 1095-1108.
 37. Casagrande SS, Wang Y, Anderson C, Gary TL. Have Americans increased their fruit and vegetable intake? The trends between 1988 and 2002. *Am J Prev Med* 2007; 32(4): 257-263.
 38. Kim JH, Lee MJ, Yang IS, Moon SJ. Analysis of factors affecting Korean eating behavior. *Korean J Diet Cult* 1992; 7(1): 1-8.
 39. Galleano M, Calabro V, Prince PD, Litterio MC, Piotrkowski B, Vazquez-Prieto MA, Miatello RM, Oteiza PI, Fraga CG. Flavonoids and metabolic syndrome. *Ann N Y Acad Sci* 2012; 1259: 87-94.
 40. Steffen Y, Gruber C, Schewe T, Sies H. Mono-O-methylated flavanols and other flavonoids as inhibitors of endothelial NADPH oxidase. *Arch Biochem Biophys* 2008; 469(2): 209-219.
 41. Schroeter H, Heiss C, Balzer J, Kleinbongard P, Keen CL, Hollenberg NK, Sies H, Kwik-Urbe C, Schmitz HH, Kelm M. (-)-Epicatechin mediates beneficial effects of flavanol-rich cocoa on vascular function in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2006; 103(4): 1024-1029.
 42. Cassidy A, O'Reilly EJ, Kay C, Sampson L, Franz M, Forman JP, Curhan G, Rimm EB. Habitual intake of flavonoid subclasses and incident hypertension in adults. *Am J Clin Nutr* 2011; 93(2): 338-347.
 43. Yang YJ, Kim YJ, Yang YK, Kim JY, Kwon O. Dietary flavan-3-ols intake and metabolic syndrome risk in Korean adults. *Nutr Res Pract* 2012; 6(1): 68-77.
 44. Holt EM, Steffen LM, Moran A, Basu S, Steinberger J, Ross JA, Hong CP, Sinaiko AR. Fruit and vegetable consumption and its relation to markers of inflammation and oxidative stress in adolescents. *J Am Diet Assoc* 2009; 109(3): 414-421.
 45. Kim SH, Cho SW, Hwang SS, Ahn M, Lee D, Kang SW, Park YK. Increased whole grain, fruits and vegetable intake reduced oxidative stress in high school students. *Korean J Nutr* 2012; 45(5): 452-461.
 46. Ness AR, Maynard M, Frankel S, Smith GD, Frobisher C, Leary SD, Emmett PM, Gunnell D. Diet in childhood and adult cardiovascular and all cause mortality: the Boyd Orr cohort. *Heart* 2005; 91(7): 894-898.
 47. The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans. 1st revision. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010.
 48. Kim JH, Kim YS, Kim Y, Kang MS. Fruit and vegetable consumption and factors affecting fruit and vegetable consumption of school children and adolescents: findings from focus-group interviews with school nutrition teachers and nutritionists. *Korean J Community Living Sci* 2013; 24(4): 567-581.