한국영양학회지(*Korean J Nutr*) 2012; 45(5): 452 ~ 461 ISSN 0367-6463 / E-ISSN 2005-7121
http://dx.doi.org/10.4163/kjn.2012.45.5.452

전곡류 및 채소, 과일 섭취의 증가가 청소년의 체내 항산화능 개선에 미치는 영향*

김소현[1] · 조상운[1] · 황성수[2] · 안미정[3] · 이덕희[4] · 강승완[5] · 박유경[1§]

경희대학교 동서의학대학원 의학영양학과,[1] 대구의료원,[2] 대구의료원 영양팀,[3]
경북대학교 예방의학교실,[4] 서울대학교 의학연구원 보완통합의학연구소[5]

Increased whole grain, fruits and vegetable intake reduced oxidative stress in high school students*

Kim, So Hyeon[1] · Cho, Sang Woon[1] · Hwang, Seong Su[2] · Ahn, Mijung[3]
Lee, Dukhee[4] · Kang, Seung Wan[5] · Park, Yoo Kyoung[1§]

[1]Department of Medical Nutrition, Graduate School of East-West Medical Science, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea
[2]Deagu Medical Center, Deagu 703-713, Korea
[3]Department of Nutrition, Deagu Medical Center, Deagu 703-713, Korea
[4]Department of Preventive Medicine and Health Promotion Research Center, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
[5]Institute of Complementary and Integrative Medicine, Seoul National University Medical Research Center, Seoul 110-810, Korea

ABSTRACT

There is increasing evidence that dietary factors in plant-based diets are important for the prevention of chronic disease. Especially, phytonutrients in fruits and vegetables have been recognized as major contributors for the decreased level of oxidative stress. In this study, the effect of switching the dietary habit to high consumption of fruits and vegetables were evaluated on the parameters of serum antioxidant status in healthy high school students. Forty one students participated in a randomized controlled trial and were assigned to the control group (n = 18) or the intervention group (n = 23). The intervention group was provided for 8 weeks with the main food source being whole grain and vegetables. Anthropometric measurements, blood parameters and dietary intakes were measured, and compared before and after study. After 8 weeks, weight and BMI were significantly decreased in the intervention group ($p = 0.000$). The serum diacron reactive oxygen metabolites (d-ROMs) test resulted in a significantly decreased level only in the intervention group ($p < 0.05$) after 8 weeks, but serum biological antioxidant potential (BAP) was increased significantly in both groups ($p < 0.001$). Intake of energy, total fat, cholesterol and sodium in the intervention group were significantly decreased after 8 weeks ($p < 0.05$). Also, the intervention group had significantly increased vitamin and phytonutrient intakes of all-trans-β-carotene, α-carotene, α-tocopherol, ascorbic acid, and total phenols ($p < 0.05$). Overall, the results of this study suggest that whole grain, fruits, and vegetables supplementation showed improvement of the adolescent health. (*Korean J Nutr* 2012; 45(5): 452 ~ 461)

KEY WORDS: phytochemical-rich diet, antioxidant status, intervention, adolescent health.

서 론

현대 사회는 급속한 경제 성장에 따라 식생활이 풍요로워지고 있으며 이와 더불어 여성의 사회진출이 증가하면서 잦은 외식 및 패스트푸드의 섭취 증가 등 과거의 전통적 식생활 패턴과 대조적으로 식습관이 변화 되고 있다. 이러한 사회적, 문화적 변화 양상은 성인뿐만 아니라 외식과 간식 등 자유로운 식품 선택이 가능한 청소년기에도 영향을 주고 있다.[1)] 청소년기는 아동기에서 성인기로 옮겨가는 생애주기적 과도기로써 신체적,

접수일: 2012년 5월 26일 / 수정일: 2012년 6월 18일 / 채택일: 2012년 8월 11일
*This study was performed with the support by Hansalim and Daegu Green Consumer Network.
§To whom correspondence should be addressed.
E-mail: ypark@khu.ac.kr

© 2012 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.

정서적 발달이 급격히 이루어지는 시기이며, 각종 영양소의 요구량이 급증하기 때문에 올바른 생활습관과 식습관이 중요한 시기이다. 또한 확고한 가치관이 형성되는 시기이며 한번 형성된 식습관은 쉽게 개선되기 어렵고 일생에 거쳐 개인의 건강에 영향을 미치므로 성인기의 만성질환을 예방하기 위해서는 청소년기에 올바른 식이패턴을 정착시키는 것이 중요하다.[2)]

국민건강증진종합계획[3)]에서는 국민의 적절한 영양 관리와 균형 잡힌 식생활실천을 유도하고 만성질환의 예방 및 적절한 관리를 도모하기 위한 방안 중 하나로 채소와 과일을 하루 500 g 이상 섭취할 것을 권장하고 있다. 그러나 2008년 국민건강영양조사 제4기 (KNHANES, 2008)[4)] 결과에 따르면 한국인의 채소와 과일 섭취량은 하루에 약 450 g 섭취하는 것으로 보고하였으며, 만 12~18세의 청소년의 경우 채소와 과일의 섭취량이 약 330 g로 다른 연령대에 비해 섭취수준이 현저히 낮게 조사되었다. 한편 만 12~18세 청소년이 라면, 빵, 떡, 과자, 탄산음료, 햄버거, 피자, 튀긴 음식의 섭취빈도가 다른 연령에 비해 상대적으로 높은 것으로 나타났는데,[4)] 이는 Cho 등[5)]에서 조사한 일개 지역의 고등학생 간식 실태와 연관이 있을 것으로 보인다. Cho 등에 의하면 고등학생의 식습관을 조사한 결과 연구 대상자의 90% 정도가 하루 1회 이상 간식을 하는 것으로 조사되었으며, 간식의 종류로는 과자, 탄산음료, 빵, 우유, 초콜릿 및 사탕, 라면, 떡볶이와 같은 단순당과 지방의 함유량이 높은 식품인 것으로 나타났다. 간식으로 이와 같은 식품을 자주 섭취하게 되면 과잉열량을 초래하며 편중된 영양으로 영양섭취의 불균형을 야기시킨다.[6)] 한편 기피 식품으로 채소류가 가장 높은 비율을 차지하였으며 이는 비타민 무기질 급원의 부재로써 영양 대사와 산화 손상에 대한 문제가 우려된다.

채소와 과일의 충분한 섭취는 질병에 대한 저항력을 강하게 만들어 주며 혈압강하와 지방흡수 저하로 비만을 방지시켜 준다. 또한 신경계 기능으로 인내심과 정서적 안정에 도움을 주며 각종 스트레스를 잘 해소하는 등 건강유지에 중요한 역할을 한다.[7)] 뿐만 아니라 다량의 비타민으로부터 얻어지는 항산화 영양소는 산화된 분자를 공격함으로써 산화에 의한 손상으로부터 세포를 보호하는 역할을 한다. 따라서 미국에서는 5 A Day for better Health프로그램을 통해 하루에 과일과 채소를 5회 이상 섭취할 것을 권장하는 캠페인을 벌이고 있으며,[8)] 최근 우리나라에서는 제3차 국민건강증진종합계획[3)] 영양 부문에서 건강 식생활 실천지표 중 하나로 채소와 과일을 하루 500 g 이상 섭취하는 인구비율 39.3%을 2020년까지 최대 50%로 증가시킬 것을 제시하여 그 중요성을 강조하고 있다.

유럽에서도 이미 채소나 과일의 풍부한 섭취가 암 예방에 밀접한 관계가 있음을 밝혔으며, 13살부터 17살까지의 청소년 285명에게 과일과 채소의 많은 섭취가 염증성 지표와 산화스트레스와 역의 상관관계를 나타낸 연구가 있었다.[9,10)] 국내에서는 흡연자를 대상으로 신선초를 마쇄 하여 녹즙으로 음용하였을 때 항산화 영양수준이 향상 되고 지질과산화물이 감소되어 지질양상의 개선 효과가 있다는 연구결과가 있었다.[11)] 또한 여대생을 대상으로 당근, 적피망, 아스파라거스, 셀러리, 레드비트, 양상치, 시금치, 파슬리 등 8가지 채소와 사과가 혼합된 채소주스를 6주 동안 제공하였을 때 항산화 지표인 MDA, SOD, GPx 효소 활성이 증가한 것으로 나타났다.[12)] 이 밖에도 지금까지 선행연구로는 남성 흡연자 혹은 폐경기 여성 등 중·장년층 성인을 대상으로 만성질환과 관련하여 항산화 영양상태의 개선 효과를 목적으로 연구가 강조되어 왔으나 청소년기 학생들을 대상으로 한 항산화 영양 상태에 대한 연구는 미비한 실정이다.

기호에만 치중된 바람직하지 못한 청소년기의 식생활은 차후 성인이 되었을 때 건강상의 여러 가지 장애를 초래할 수 있으며 채소 섭취량의 부족은 항산화 영양 상태에도 영향을 줄 수 있다. 산화손상과 관련된 만성질환에서 항산화 영양소를 이용하여 생리활성을 규명하고자 하는 시도가 많이 진행 되어왔다.[13,14)] 국제적으로 연구된 Beta-Carotene and Retinol Efficacy Trail (CARET), Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study (ATBC)에 의하면 β-carotene과 α-Tocopherol 같이 생리활성이 뛰어난 단일영양성분으로 장기간 보충 섭취할 경우 흡연자의 폐암 위험을 예방하는데 효과가 없었고 오히려 폐암의 위험을 높일 수 있다는 부작용이 보고되었다.[15,16)] 이에 따라 최근에는 임상적으로 단일 성분을 이용한 접근 보다는 항산화 영양소들을 많이 함유한 채소나 과일의 식품자체로써 접근이 시도 되고 있다.[17,18)]

이에 본 연구는 청소년들에게 학교 급식을 포함하여 가정에서 채식위주의 식단으로 일시적으로 변화시킴으로써 다양한 채소 및 과일을 접하게 하고 이러한 식습관의 변화가 항산화 영양상태 및 산화스트레스 개선에 미치는 효과를 알아보고자 계획되었으며 청소년의 올바른 식습관 형성 중재 프로그램에 중요한 근거자료를 제공하고자 한다.

연구방법

연구 설계 및 대상자

본 연구는 경북대학교병원 임상시험심사위원회. 심의 및 승인을 받아 진행되었으며 (IRB NO. KNUH 2011-08-015) 대구에 위치하고 있는 S 고등학교에 재학 중인 17세 청소년을 대상으로 2011년 5~7월까지 8주간에 걸쳐 수행하였다. 자발적 참여 학생 43명을 대상으로 대조군 18명 (남자 12명, 여자 6명)과 채식체험군 25명 (남자 9명, 여자 16명)으로 배정하였다. 채식체험군 대상자 중에서 채식을 따르지 못하고 허용 수준 이상으

로 동물성 식품 및 가공식품을 섭취한 2명의 여학생이 중도 탈락 되어, 대조군 18명, 채식체험군 23명이 최종 대상자로 선정되었다 (Fig. 1).

본 연구에서 진행된 채식식생활이란 현미밥과 1 serving을 70 g으로 지정하였을 때 1일 8~10 serving의 채소 섭취와 1 serving (100 g) 이상의 과일을 섭취하도록 한 것이다. 가정에서는 현미밥과 함께 사전에 채식 요리교육을 통하여 익힌 채식을 조식으로 진행하였고, 학교에서는 대구 한 의료원 영양사의 도움으로 1일 남, 여 고등학생 필요 열량 및 권장 섭취량을 준수하여 구성된 식단을 중식과 석식에 적용하여 진행하도록 하였다. 이를 통하여 현미밥과 세 가지의 채소 반찬 그리고 콩, 두부 등의 식물성 단백질을 제공 하였으며, 식후에는 간식으로 1일 사과 1개씩 제공 하였다. 원칙상 8주 동안 이와 같은 순수 채식 식습관을 유지하고자 하였으나 평소의 식습관을 갑자기 변화시키는데 한계가 있으므로 일주일에 한 끼니 만큼은 고기, 생선, 달걀, 우유 식품을 섭취 하도록 허용 하였으나, 가공식품은 절대적으로 제한하였다.

채식체험군의 부모님을 대상으로 연구가 진행되기 2주 전에 채식 요리교육을 시행하였으며 부모님과 함께 가정에서도 채식식생활이 잘 지켜질 수 있도록 독려하였다. 또한 학교 내에서는 교사들도 급식을 통하여 채식을 체험하였고, 주 3회 이상 학생들과 함께 식사시간을 가지며 서로 소통함으로써 채식 식이가 원활하게 진행될 수 있는 환경을 조성하였다. 반면 대조군은 평소의 가정식과 급식을 유지하였다.

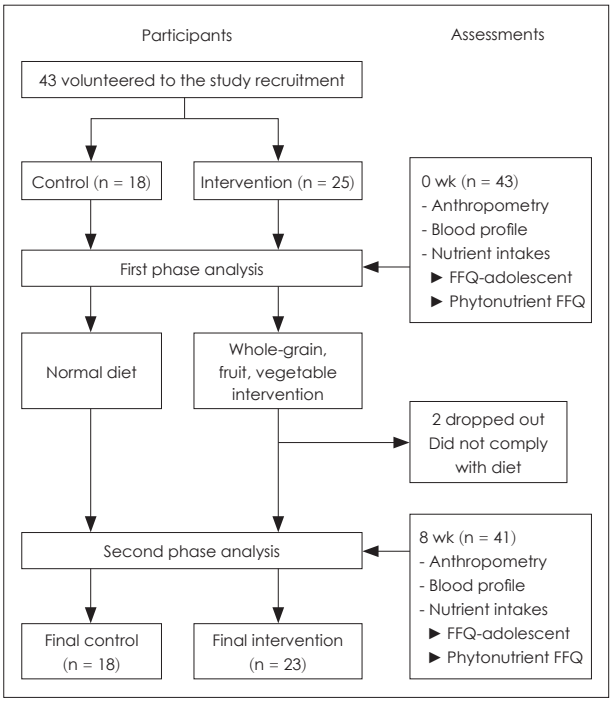

Fig. 1. Study flow diagram.

신체계측조사

신체계측은 신체 자동계측기를 이용하여 가벼운 옷차림 상태에서 맨발로 직립자세를 취하게 하고 조사대상자의 신장과 체중을 측정하였으며 측정된 신장과 체중을 근거로 body mass index [BMI, 체질량지수 = 체중 (kg)/신장 (m)^2]를 계산하였다.

혈액지표 분석

혈액을 통하여 혈중 지질 지표인 Total Cholesterol (TC)와 triglyceride (TG), 혈중 무기질 지표인 철분과 칼슘을 녹십자에 의뢰하여 분석하였으며 항산화능 지표로는 diacron reactive oxygen metabolites (d-ROMs)과 biological antioxidant potential (BAP)를 (주)한디에 의뢰하여 분석하였다. d-ROMs은 혈장 내 Reactive oxygen metabolite를 정성적, 정량적 방법으로 측정하는 것으로 체내 활성산소의 생산과 항산화능 사이의 평형을 통하여 혈중 산화적 스트레스를 측정하는 것이다. 이는 유럽에서 7,000명을 대상으로 기존의 활성 산소의 양을 측정하는 방법 중 하나인 Electron Spin Resonanse (ESR)과 d-ROMs의 값을 비교한 결과, d-ROMs이 ESR보다 활성 산소 측정에 더 예민한 반응을 보여 실험적으로 검증이 되었다.[19] d-ROMs는 활성산소와 시약이 반응 하였을 때 발색하게 되는데 이 때 나타나는 색의 농도는 활성산소의 양과 비례하다. 흡광도를 이용하여 만들어진 농도 곡선에 분석기를 이용하여 자동계산한 값을 d-ROMs의 값, 즉 Carratelli units (Carr U)로 나타낸다. d-ROMs 기준치를 확보하기 위하여 4,000개의 제조업체에서 분석하여 계산 하였으며 그 결과, 250~300 Carr U의 값을 기준치로 제안하였다. 따라서 이보다 같거나 낮은 값을 건강한 상태로 보며, 이보다 높은 값을 산화스트레스의 상태로 본다.[20]

BAP 측정은 항산화물의 존재로부터 ferric ion (Fe^{3+})이 ferrous ion (Fe^{2+})로 전환되는 원리를 이용한 것으로 체내 전체적인 총 항산화능을 측정하는 것이다. 측정치가 2,200 μmol/L 이상이면 건강한 상태를 나타내며, 그 이하이면 항산화능 상태의 결핍에 있음을 나타낸다.[20]

영양섭취수준

영양소 섭취 수준은 청소년기에 선호하는 식품 항목으로 구성된 청소년용 식품섭취빈도 조사지 (53문항)[21]에 항산화영양소 식품섭취빈도 조사지 (40문항)[22]을 추가하여 총 93문항의 식품으로 섭취량을 조사하였다. 두 조사지 모두 최소 1달 평균적으로 섭취한 식품의 빈도를 파악할 수 있도록 구성되었으며, 청소년용 식품섭취빈도 조사지의 타당성은 이미 보고된 바 있다.[21] 항산화영양소 식품섭취빈도 조사지는[22] 식품에 함유되어있는 항산화 영양소 함유량을 측정하기 위하여 국민건강영양조사 (2001)에서 전국 별 1인 1일 평균 섭취량을 참고하여 섭취빈도가 높은 채소류 (67종), 과일류 (21종) 및 두류 (7종)를 선정한

것으로, 본 연구는 이 중에서 학교급식식단을 기준으로 학생들이 자주 접하는 몇 가지 채소류와 과일류 및 두류를 발췌하여 사용하였다. 채소항목으로는 녹색 채소인 깻잎, 두릅, 마늘쫑, 미나리, 부추, 브로콜리, 쑥갓, 아욱, 취나물, 호박잎, 시금치, 열무 12항목과 적황색 채소인 늙은 호박, 당근, 방울토마토 3항목 그리고 담색채소인 가지, 감자, 고구마, 도라지, 무, 숙주나물, 애호박, 양배추, 양파, 연근, 배추 11항목으로 구성되었다. 과일항목으로는 귤, 딸기, 바나나, 배, 사과, 수박, 오렌지, 참외, 키위, 파인애플, 포도 11항목으로 구성되었으며 두류항목으로는 강낭콩, 대두, 완두콩 3항목으로 구성되어 있다. 두 조사지 모두 각 식품 항목에 해당하는 1인 분량의 이미지를 삽입하여 대상자의 이해를 돕고 이를 통하여 실제로 섭취한 양이 비교적 정확하게 조사되도록 하였다. 이렇게 개발된 항산화 식품빈도조사표를 이용하여 각 식품의 carotenoids (all-*trans*-β-carotene, 9-*cis*-β-carotene, α-carotene, cryptoxanthin, lutein, zeaxanthin, *trans*-lycopene)와 tocopherols (α-tocopherol, γ-tocopherol), 그리고 ascorbic acid와 total phenols 섭취량을 조사하였다. 각 대상자들의 항산화 영양소 섭취량은 "채소, 과일, 두류의 항산화 영양소 함량" (Research Institute of Food and Nutritional Sciences, 2009)[23]에 근거하여 산출하였다. 각 대상자들의 식이섭취 조사 결과는 한국인 영양섭취기준의 식품영양가표 database에 근거한 영양평가용 프로그램 Can Pro 3.0 (computer aided nutritional analysis program, 한국영양학회, 2005)를 이용하여 열량, 단백질, 지방, 탄수화물, 비타민, 무기질 등의 영양소 섭취량을 산출하였다.

통계방법

본 실험에서 얻어진 모든 결과는 SPSS 프로그램 (Version 17.0)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 연구대상자들의 중재 전·후는 paired t-test를 이용하였으며, 대조군과 채식체험군 간의 차이는 student's t-test를 이용하여 유의성을 검증하였다. 모든 통계적 유의수준은 $p < 0.05$를 기준으로 하였다.

결 과

신체계측

본 연구에 참여한 41명의 대상자들의 신체계측 분석 결과는 Table 1과 같다. 대조군은 연구기간이 끝난 후에도 체중의 변화를 보이지 않은 반면 채식체험군은 약 3 kg정도 ($p < 0.05$) 유의하게 감량 되었으며 이에 따라 BMI가 ($p < 0.05$) 유의하게 감소하였다.

혈액분석

혈액지표 분석 결과는 Table 2와 같다. 혈중 지질 지표는 대조군에서 TG ($p < 0.05$)가 유의하게 감소하였으며 채식체험군에서는 TC ($p < 0.05$)가 유의하게 감소하였다. 혈중 무기질 지표인 철분과 칼슘은 유의적인 차이가 없었으나 아연 ($p < 0.05$)은 두 군 모두 유의하게 감소하였다. 채식체험군에서 산화적 스트레스 지표를 나타내는 d-ROMs ($p < 0.05$)이 유의하게 감소한 반면 항산화능 지표를 나타내는 BAP ($p < 0.05$)는 두 군 모두 유의하게 증가하였다. 중재 전후의 혈액지표 변화를 살펴보면 대조군에 비해 체식체험군에서 TC (+9.78 mg/dL vs. −17.70 mg/dL, $p = 0.001$)가 더 크게 감소하였으며 변화된 차이에 대해서 두 군간에 유의한 차이가 있었다. 그러나 다른 지표에서는 두 군 간의 유의적인 차이는 없었다.

영양섭취수준

대상자들의 영양섭취상태 분석 결과는 Table 3과 같다. 열량 섭취량은 채식체험군이 2453.33 ± 640.03 kcal에서 1963.85 ± 789.96 kcal으로 ($p < 0.05$) 유의하게 감소하였다. 채식체험군에서 단백질의 총 섭취량 ($p < 0.05$), 지질의 총 섭취량 ($p < 0.05$), 콜레스테롤 섭취량 ($p < 0.05$) 유의하게 감소하였다. 반

Table 1. Comparison of anthropometric measurements between 0 week and 8 week in the control and the intervention group

Variables	Control (n = 18)								
	Male (n = 12)		p[2]	Female (n = 6)		p	Total (n = 18)		p
	0 wk	8 wk		0 wk	8 wk		0 wk	8 wk	
Height (cm)	171.5 ± 2.9[1]			162.3 ± 6.2			168.4 ± 6.3		
Weight (kg)	62.1 ± 9.2	62.0 ± 9.3	0.830	57.0 ± 8.4	57.3 ± 8.3	0.363	60.4 ± 9.1	60.4 ± 9.0	0.842
BM I (kg/m^2)	21.1 ± 2.8	21.2 ± 2.7	0.405	21.5 ± 1.6	21.7 ± 1.5	0.183	21.2 ± 2.4	21.4 ± 2.4	0.160
Variables	Intervention (n = 23)								
	Male (n = 9)		p	Female (n = 14)		p	Total (n = 23)		p
	0 wk	8 wk		0 wk	8 wk		0 wk	8 wk	
Height (cm)	172.9 ± 4.6			162.2 ± 7.8			166.4 ± 8.5		
Weight (kg)	70.3 ± 12.5	66.6 ± 13.0	0.001	60.8 ± 12.9	58.3 ± 12.2	0.001	64.5 ± 13.4	61.5 ± 12.9	0.000
BMI (kg/m^2)	23.4 ± 3.5	22.1 ± 3.6	0.001	23.0 ± 3.8	22.0 ± 3.7	0.000	23.2 ± 3.6	22.0 ± 3.6	0.000

1) Mean ± SD 2) Significantly different between 0 wk and 8 wk within each group by paired t-test, $p < 0.05$

면 총 당질의 섭취량은 두 군 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 칼슘의 총 섭취량은 대조군이 683.31 ± 254.53 mg에서 535.47 ± 244.98 mg, 채식체험군이 614.07 ± 219.75 mg에서 395.54 ± 214.13 mg로 ($p < 0.05$)두 군 모두 유의하게 감소하였으며 채식체험군에서 나트륨과 아연의 섭취량이 ($p < 0.05$), 대조군에서 칼륨과 엽산의 섭취량이 ($p < 0.05$) 유의하게 감소하였다.

채식을 통한 대상자들의 영양섭취상태와 항산화 영양소의 섭취상태로 환산하여 산출한 값의 분석 결과는 Table 4와 같다. 채식체험군에서 당질, 철분, 칼륨, 비타민 B_6가 ($p < 0.05$) 유의하게 증가하였으며 대조군에서 나트륨이 유의하게 ($p < 0.05$) 감소하였다. 채식체험군에서 vitamin A에서 전구물질인 α-carotene과 9-*cis*-β carotene의 섭취량이 ($p < 0.05$) 유의하게 증가하였고 tocopherol 중에서 α-tocopherol의 섭취량이 ($p < 0.05$) 유의하게 증가하였으며 ascorbic acid 섭취가 ($p < 0.05$)유의하게 증가하였다. 대조군에서 γ-tocopherol의 섭취량이 ($p < 0.05$) 유의하게 감소하였으며 total phenols의 섭취량은 두 군 모두 ($p < 0.05$) 유의하게 증가하였다. 일주일을 기준으로 대상자들의 간식 섭취빈도를 비교한 결과는 Fig. 2와 같다. 대조군에서는 치킨과 비스킷의 섭취빈도가 유의하게 감

Table 2. Comparison of Blood profiles between 0 week and 8 week in the control and the intervention group

Variables	Control (n = 18)			p[3]	Intervention (n = 23)			p	p[4]
	0 wk	8 wk	Change[2]		0 wk	8 wk	Change		
TC (mg/dL)	145.39 ± 26.37[1]	155.17 ± 31.4	9.78	0.066	163.35 ± 35.84	145.65 ± 34.99	−17.70	0.003	0.001
TG (mg/dL)	99.06 ± 50.7	70.44 ± 14.27	−28.61	0.018	101.17 ± 75.44	88.96 ± 51.23	−12.22	0.195	0.254
Zn (μg/dL)	119.95 ± 15.07	92.49 ± 7.63	−27.46	0.000	119.49 ± 17.58	87.39 ± 8.27	−32.09	0.000	0.379
Fe (μg/dL)	110.06 ± 35.23	101.06 ± 49.87	− 9.00	0.438	83.13 ± 38.9	86.17 ± 47.79	3.04	0.781	0.451
Ca (mg/dL)	9.66 ± 0.3	9.71 ± 0.34	0.05	0.577	9.50 ± 0.31	9.55 ± 0.35	0.05	0.438	0.983
d-ROMs (Carr U)	273.28 ± 72.08	260.83 ± 69.97	−12.44	0.183	308.96 ± 78.61	283.57 ± 55.06	−25.39	0.041	0.407
BAP (μmol/L)	2082.56 ± 242.22	2550.33 ± 209.98	467.78	0.000	1896.96 ± 300.14	2552.39 ± 209.21	655.43	0.000	0.130

1) Mean ± SD 2) Change = 8 week − 0 week 3) Significantly different between 0 wk and 8 wk within each group by paired t-test, $p < 0.05$ 4) Significantly different between the control and the intervention group by student's t-test, $p < 0.05$

Table 3. Comparison of daily intakes of energy and nutrients estimated from Phytonutrient contents in FFQs between 0 week and 8 week in the control and the intervention group

Variable	Control (n = 18)		p[2]	Intervention (n = 23)		p
	0 wk	8 wk		0 wk	8 wk	
Energy (kcal)	2469.80 ± 947.47[1]	2180.53 ± 911.78	0.060	2453.33 ± 640.03	1963.85 ± 789.96	0.012
Total Protein (g)	82.34 ± 30.39	72.42 ± 29.29	0.110	77.23 ± 23.87	53.48 ± 23.53	0.001
Plant source protein (g)	43.14 ± 16.03	37.94 ± 16.87	0.107	48.33 ± 15.07	49.79 ± 23.40	0.767
Animal source protein (g)	39.21 ± 20.15	34.48 ± 15.84	0.291	28.90 ± 13.44	3.69 ± 3.47	0.000
Total fat (g)	66.31 ± 32.03	56.83 ± 27.42	0.147	54.58 ± 20.34	14.38 ± 8.10	0.000
Plant source oil (g)	26.89 ± 14.42	23.14 ± 12.60	0.219	24.34 ± 10.81	10.53 ± 5.32	0.000
Animal source fat (g)	39.41 ± 19.67	33.69 ± 15.95	0.150	30.23 ± 12.09	3.86 ± 4.62	0.000
Carbohydrate (g)	389.18 ± 156.52	347.74 ± 158.28	0.071	417.94 ± 124.67	410.53 ± 168.82	0.834
Dietary fiber (g)	24.73 ± 12.05	19.78 ± 11.10	0.067	29.17 ± 14.46	36.18 ± 24.09	0.135
Tatal Ca (mg)	683.31 ± 254.53	535.47 ± 244.98	0.019	614.07 ± 219.75	395.54 ± 214.13	0.000
Plant source Ca (mg)	303.29 ± 131.98	244.98 ± 129.07	0.059	358.55 ± 159.99	373.73 ± 206.71	0.693
Animal source Ca (mg)	380.02 ± 208.55	290.49 ± 164.29	0.055	255.52 ± 113.64	21.81 ± 35.02	0.000
P (mg)	1256.61 ± 458.20	1037.40 ± 430.25	0.028	1150.11 ± 345.79	817.11 ± 352.68	0.000
Total iron (mg)	13.89 ± 5.45	12.16 ± 5.46	0.106	15.32 ± 5.99	16.15 ± 7.22	0.584
Plant source iron (mg)	10.69 ± 4.50	9.14 ± 4.44	0.071	12.60 ± 4.89	15.75 ± 7.23	0.024
Animal source iron (mg)	3.19 ± 1.92	3.02 ± 1.58	0.655	2.72 ± 1.77	0.39 ± 0.33	0.000
Na (mg)	3207.24 ± 1422.22	2694.52 ± 1469.07	0.123	2918.22 ± 1410.92	1222.74 ± 686.17	0.000
K (mg)	3517.72 ± 1574.71	2878.21 ± 1462.15	0.042	3572.44 ± 1577.59	3778.29 ± 1987.92	0.550
Zinc (mg)	10.92 ± 3.94	9.75 ± 3.82	0.087	10.51 ± 2.93	8.78 ± 3.77	0.029
Folate (μg)	360.87 ± 203.35	273.81 ± 175.81	0.037	367.51 ± 218.39	418.90 ± 261.10	0.264
Cholesterol (mg)	351.75 ± 179.67	330.22 ± 226.15	0.587	291.83 ± 123.31	37.08 ± 38.51	0.000

1) Mean ± SD 2) Significantly different between 0 wk and 8 wk within each group by paired t-test, $p < 0.05$

Table 4. Comparison of daily intakes of phytochemical nutrients estimated from fruits and vegetable FFQs between 0 week and 8 week in the control and the intervention group

Variable	Control (n = 18)		p[2)]	Intervention (n = 23)		p
	0 wk	8 wk		0 wk	8 wk	
Energy (kcal)	294.06 ± 231.82[1)]	236.65 ± 202.76	0.179	348.58 ± 264.70	490.32 ± 300.58	0.007
protein (g)	8.13 ± 6.68	5.91 ± 5.15	0.167	10.39 ± 7.95	14.71 ± 11.69	0.078
Plant source oil (g)	1.48 ± 1.28	1.10 ± 0.98	0.123	1.81 ± 1.35	2.10 ± 1.44	0.225
Carbohydrate (g)	68.22 ± 53.81	55.14 ± 46.92	0.176	80.03 ± 61.81	113.53 ± 67.86	0.003
Dietary fiber (g)	10.52 ± 8.45	7.52 ± 6.87	0.138	13.86 ± 11.24	20.46 ± 18.43	0.112
Ca (mg)	98.32 ± 68.34	68.15 ± 57.74	0.081	135.31 ± 118.50	155.63 ± 102.83	0.235
P (mg)	195.12 ± 151.27	138.87 ± 121.73	0.094	233.41 ± 189.65	282.40 ± 206.26	0.079
Iron (mg)	3.29 ± 2.62	2.34 ± 1.90	0.113	4.36 ± 3.55	6.42 ± 4.13	0.036
Na (mg)	80.44 ± 64.77	49.27 ± 50.19	0.049	96.99 ± 109.67	126.23 ± 128.58	0.173
K (mg)	1343.42 ± 1034.42	1000.46 ± 844.20	0.108	1660.19 ± 1295.00	2061.79 ± 1373.54	0.030
Zinc (mg)	1.48 ± 1.49	1.16 ± 1.17	0.411	1.62 ± 1.39	2.02 ± 1.72	0.170
Vitamin B1 (mg)	0.47 ± 0.45	0.34 ± 0.32	0.135	0.49 ± 0.39	0.54 ± 0.41	0.449
Vitamin B2 (mg)	0.25 ± 0.24	0.19 ± 0.19	0.192	0.25 ± 0.19	0.28 ± 0.17	0.325
Vitamin B6 (mg)	0.81 ± 0.58	0.58 ± 0.47	0.035	1.01 ± 0.72	1.25 ± 0.82	0.018
niacin (mg)	5.19 ± 7.30	5.27 ± 7.52	0.973	4.76 ± 4.26	4.93 ± 4.01	0.699
Folate (μg)	187.27 ± 154.74	121.95 ± 109.77	0.062	199.62 ± 179.11	278.87 ± 211.29	0.071
Provitamin A carotenoids						
all-trans-β-carotene (mg)	3.12 ± 2.69	2.16 ± 1.74	0.095	3.68 ± 3.75	6.33 ± 6.11	0.006
9-cis-β carotene (mg)	0.12 ± 0.13	0.07 ± 0.07	0.071	0.21 ± 0.25	0.28 ± 0.18	0.171
α-carotene (mg)	0.20 ± 0.26	0.13 ± 0.26	0.296	0.19 ± 0.32	0.61 ± 0.49	0.000
cryptoxantehin (mg)	0.89 ± 1.63	0.91 ± 1.53	0.954	0.37 ± 0.44	0.77 ± 1.46	0.164
Non-provitamin A carotenoids						
Lutein (mg)	1.34 ± 1.39	0.75 ± 0.69	0.061	2.20 ± 2.86	3.17 ± 1.85	0.117
Trans-lycopene (mg)	6.95 ± 9.59	5.19 ± 5.88	0.320	8.44 ± 13.66	10.43 ± 17.46	0.447
Tocopherols						
α-tocopherol (mg)	1.65 ± 1.25	1.21 ± 0.88	0.119	1.63 ± 1.28	2.32 ± 1.15	0.002
γ-tocopherol (mg)	0.42 ± 0.45	0.26 ± 0.31	0.048	0.50 ± 0.61	0.57 ± 0.44	0.472
Ascrobic acid (mg)	264.98 ± 182.67	245.98 ± 193.67	0.664	245.08 ± 155.83	483.80 ± 248.23	0.000
Total Phenols (mg GAE)	63.35 ± 49.66	529.53 ± 403.61	0.000	102.26 ± 149.79	1071.23 ± 525.72	0.000

1) Mean ± SD 2) Significantly different between 0 wk and 8 wk within each group by paired t-test, $p < 0.05$

소 ($p < 0.05$) 하였으며 채식체험군에서는 라면, 빵, 피자, 치킨, 과자, 비스킷, 유지방 함유 아이스크림, 샤베트 (유지방 비함유) 섭취빈도가 유의하게 감소 ($p < 0.05$) 하였다.

고 찰

본 연구는 조기등교와 야간자율학습으로 대부분의 시간을 학교에서 보내므로 신선한 채소 및 과일을 접할 기회가 상대적으로 부족한 청소년기 학생들에게 학교 급식을 포함하여 가정에서의 식단을 채식위주로 일정기간 변화시켰을 때 채소 및 과일 섭취량의 증가가 항산화 영양상태 및 산화스트레스 개선 효과를 줄 수 있는지 알아보려는 목적으로 시도되었다.

채식체험군의 경우 8주간의 영양중재 후에 체중이 약 3 kg 정도 유의적으로 감소되었으며 ($p = 0.000$), 이는 체지방 17.0 ± 6.8 kg에서 15.0 ± 7.3 kg로 약 2 kg 감소에서 기인하는 것으로 사료된다 (data not shown). 채식을 하는 사람들은 다량의 섬유소 섭취로 인한 포만감 형성이 필요 이상의 간식섭취를 피하게 되고 주된 급원으로써 섭취하는 식물성 식품은 지방 함량이 낮아 총 섭취열량을 감소시키게 된다는 보고와 유사하게[24] 본 연구 대상자도 이에 따른 체중 감소로 보였으며, 이는 외모에 대한 관심이 급증하는 청소년기학생들에게 일시적인 채식 식습관이 금식이나 과도한 운동 등의 극단적인 다이어트 효과보다 바람직한 체중감량효과를 줄 것으로 보여 진다.

채식체험군에서 혈중 지질 지표를 나타내는 TC가 163.35 ± 35.84 mg/dL에서 145.65 ± 34.99 mg/dL로 유의하게 감소된

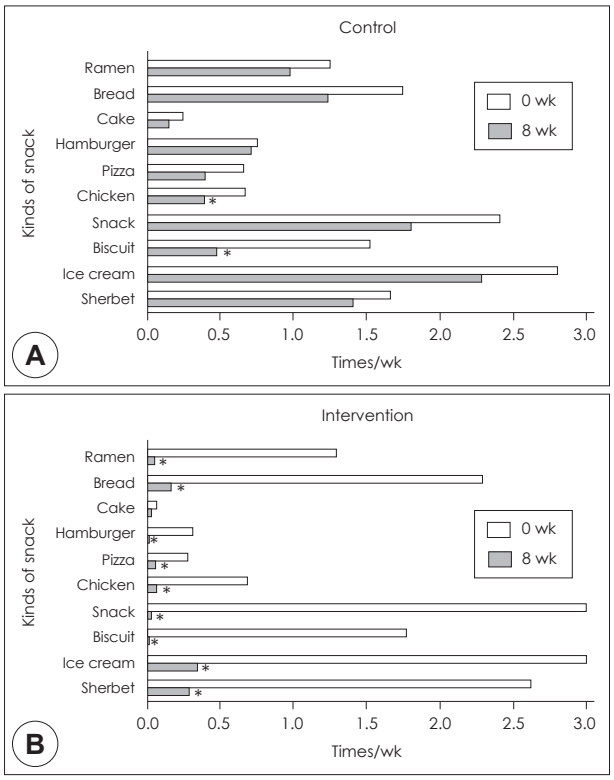

Fig. 2. Comparison of snacking between 0 week and 8 week by food frequency questionnaire in the control and the intervention group. A: Control group. B: Intervention group.

것으로 나타났다 ($p < 0.05$). 이는 한시적인 채식으로 인하여 콜레스테롤은 291.83 ± 123.31 mg에서 37.08 ± 38.51 mg, 포화지방산이 많이 함유된 동물성 지방은 30.23 ± 12.09 g에서 3.86 ± 4.62 g, 총 지방은 54.58 ± 20.34 g에서 14.38 ± 8.10 g으로 섭취가 유의하게 감소하였기 때문인 것으로 보인다 (Table 3). 실제로 채식을 하는 청소년은 일반식을 하는 청소년 보다 혈중 콜레스테롤이 낮은 것으로 보고되어왔다.[25,26] 혈중 무기질 지표 분석 결과 아연은 두 군 모두 유의하게 감소한 반면 철분과 칼슘은 대조군뿐만 아니라 채식체험군도 유의한 차이가 없었다. 아연, 철분, 칼슘과 같은 동물성 급원의 무기질은 식물성 식품으로만 섭취할 경우 체내 흡수율이 떨어져 결핍증세가 생길 것이라는 우려가 불식되지 않은 상태이다.[27] 선행연구에서는 아연의 경우 현미와 식물성 급원의 식품으로도 권장수준 가까이 섭취할 수 있으나[28] 쌀의 겨, 전곡, 두류에 함유된 피틴산의 영향으로 흡수가 저해될 수 있다.[29] 한편 칼슘의 경우 채식식단만으로는 권장 섭취 수준인 700 mg을 만족시키기 어려우며 이러한 식이 칼슘의 부족은 체내 혈중 칼슘 농도 유지를 위한 항상성 작용에 의해 뼈에서 칼슘용출이 일어나 만성적인 골질량의 감소와 골다공증을 유발한다고 보고가 있었다.[30] 혈액상태로 보았을 때 본 연구 기간 동안은 무기질 결핍이 크게 문제시 되지 않은 것처럼 보이나 청소년 성장에 있어서 필수적인 칼슘과 아연은 순수 채식만으로 충족시킬 수 없을 우려가 있다. 따라서 지속적인 채식을 추구하는 집단에서는 칼슘과 아연을 권장량만큼 섭취할 수 있도록 강화식품 보충 섭취를 권장하도록 하는 영양교육이 필요하며 흡수율을 증진시킬 수 있는 조리방법이 개발되어야 할 것으로 사료된다. 또한 추후에는 동물성 식품 섭취를 평소와 같이 유지하면서 식물성 식품의 섭취량을 제3차 국민건강증진종합계획[3] 영양 부문에서 제시한 500 g, 즉 7 serving 이상 섭취하였을 때의 변화를 살펴보는 연구도 필요할 것으로 보인다.

체내 산화스트레스를 측정하기 위해서 d-ROMs를 사용하였다. 이는 체내 활성산소 수준을 측정하는 검사방법으로 측정치가 250~300 CARR.U 이하이면 건강한 상태를 나타내며, 그 이상이면 산화스트레스의 상태에 있음을 나타낸다.[19] 이 검사법을 이용하여 측정된 산화스트레스 수치를 비교해 본 결과 채식체험군에서 308.96 ± 78.61 CARR.U에서 283.57 ± 55.06 CARR.U로 유의하게 ($p < 0.05$) 감소한 것으로 나타났다. 한 선행연구에 의하면 25세에서 58세의 건강한 성인을 대상으로 항산화 영양소 조제식품을 섭취시켰을 때 산화 스트레스 수치가 감소한 것으로 나타났다.[31] 따라서 다양한 채소와 과일의 섭취로 이어진 항산화 영양소의 섭취증가가 산화스트레스 감소에 기인한 것으로 사료된다.

현재까지 진행되어온 산화 스트레스 측정 연구는 대상자의 연령이 최소 20세에서, 최고 62세까지 평균연령 41세의 중·장년층을 대상으로 주로 이루어졌다.[32-35] 그러나 본 연구에서는 건강한 17세 청소년을 대상으로 하였음에도 산화 스트레스가 영양 중재를 통해서 감소되었다. 이러한 결과는 지금까지 산화 스트레스에 관한 연구가 어떤 질환이나 노화에 국한되었다면 본 연구는 대상자의 범위가 더 넓혀져야 함을 보여주고 있다고 할 수 있겠다. 또한 청소년 시절부터 채소 및 과일의 섭취 중요성을 인식 시키고 1일 serving양을 증가시켜야 하는 필요성에 대한 근거 자료로 의미가 있다고 볼 수 있겠다.

BAP는 체내 항산화물의 존재로부터 기인한 총 항산화능을 측정하는 방법으로써 산화 방어 능력을 나타낸다. 중재 전후의 변화를 살펴보면 대조군과 채식체험군에서 BAP (+467.78 μmol/L vs. +655.43 μmol/L, $p = 0.001$)가 모두 증가하였다. 이는 채식체험군이나 대조군 모두에서 섭취하였던 total phenolics의 양이 유의하게 증가한 것과 같은 양상을 보였기에 현미밥과 채식 이외에도 환경적인 요인이나 계절적인 변화로 인한 식습관의 미세한 변화의 결과로 생체 방어능력 향상에 긍정적인 영향을 받았기 때문인 것으로 보인다. 최근 한 연구 결과에 의하면[36] 건강한 사람과 신장질환 환자를 대상으로 BAP 수치를 비교하였을 때 신장질환 환자의 BAP 수치가 건강한 사람보다 오히려 높게 조사되었다. 이는 신장질환 환자의 경우 사구체

여과율이 감소하면서 체내 독소의 증가가 활성산소 생성을 유발하였기 때문에 이에 대응하기 위하여 체내 산화 방어 능력이 향상된 것이라고 보고하였다. 이와 같은 결과는 산화 손상에 따라 BAP가 증가한 Kakita[36]의 연구와 같으며 산화손상과 산화방어체계가 연관이 있을 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서 대조군의 BAP 증가는 산화 손상으로 인한 방어 능력의 의미로써 해석할 수 있겠다.

본 연구에서 채식체험군의 경우 열량섭취량이 2453.33 ± 640.03 kcal에서 1963.85 ± 789.96 kcal로 ($p < 0.05$) 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 이는 한국인 영양섭취기준 2010에서 15~18세의 남자 에너지 필요추정량인 2,700 kcal 및 여자 에너지 필요추정량인 2,000 kcal에 대한 섭취 비율로 보았을 때 남학생 약 79%, 여학생 약 92% 정도 섭취한 것으로 보인다 (data not shown). 총 단백질의 섭취량은 채식체험군이 77.23 ± 23.87 g에서 53.48 ± 23.53 g으로 섭취량이 크게 ($p < 0.05$) 감소하였지만 한국인 권장 섭취 비율 7~20%로 보았을 때 약 11%로 적정 범위에 속하였으며 대상자의 평균체중 61 kg을 기준으로 단백질 섭취량을 1 kg 당 0.8~1.0 g/day 환산하였을 때 48.8~61.0 g/day의 값으로 이상적인 섭취량을 나타내었다. 총 지질의 섭취량은 채식체험군에서 유의하게 감소하였으며($p = 0.000$) 이는 한국인 권장 섭취비율 15~30%로 보았을 때 약 7%의 섭취량을 나타내었고 콜레스테롤 섭취량 역시 약 290 mg에서 약 37 mg으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다 ($p = 0.000$). 반면 총 당질의 섭취량은 채식체험군에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 한국인 권장 섭취비율 55~70%로 보았을 때 약 84%로 기준치 이상의 섭취량을 나타내었다. 이는 자칫 고탄수화물식이라는 경각심을 일으킬 수 있으나 양적인 문제보다 질적인 문제로 접근해야 할 것으로 사료된다. 비록 탄수화물의 섭취량이 높다 하더라도 이는 지질감소에 따른 상대적인 증가로 보이며 단순당의 섭취 증가가 아닌 전곡류, 과일류, 채소류의 식물성 식품으로부터 기인한 것이다. 식물성 식품은 항산화 물질과 섬유소의 영향으로 만성질환의 유병률을 낮춘다는 영양적 우수성이 보고되어왔으므로[24,37] 크게 우려 할만한 문제는 아닌 것으로 보인다. 한편 채식체험군에서 나트륨 섭취량이 2918.22 ± 1410.92 mg에서 1222.74 ± 686.17 mg로 유의하게 감소하였다. 이와 같은 결과는 국민건강종합계획 2020에서 영양지침으로 발표한 하루 나트륨 2,000 mg 미만 섭취를 만족시키는 것이다. 이는 일주일을 기준으로 대상자들의 간식 섭취빈도를 비교해 본 결과를 보았을 때 나트륨의 함량이 비교적 많은 식품인 라면, 빵, 피자, 치킨, 과자의 섭취빈도가 유의하게 감소하였기 때문으로 여겨진다.

항산화영양소 섭취빈도 조사결과 영양중재 후 채식체험군에서 α-carotene과 β-carotene의 섭취량 증가하였으며 lutein과 lycopene의 섭취량도 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않으나 미량수준 증가한 것으로 나타났다. 반면 total phenols의 경우 두 군 모두 유의하게 ($p = 0.000$) 증가하였다. 대조군의 경우 연구 기간이 여름철임을 고려하였을 때 연구 이전보다 phenol이 함유된 과일 섭취의 증가에 기인한 것으로 보이며, 채식체험군의 경우에는 계절적인 요인과 함께 채식 섭취가 phenol 섭취 증가에 영향을 미친 것으로 보인다. Tocopherol의 섭취량이 채식체험군에서 유의하게 ($p < 0.05$) 증가하였으나 한국인영양섭취 충분섭취량인 10~12 mg에 미치지 못하는 것으로 나타났다. α-tocopherol은 녹색과 적황색 채소 그리고 다양하게 함유되어 있으며 γ-tocopherol은 두류에 다량 함유되어 있다.[38] 항산화 영양소는 현재까지 권장섭취량에 대한 개념이 정립되어 있지 않아 본 연구에서의 섭취 수준을 비교하는데 있어서 한계가 있으나 본 연구 결과로 보았을 때 녹색 채소 섭취의 증가뿐만 아니라 유색의 다양한 종류의 채소와 과일을 섭취하는 것 또한 강조 되어야 할 것이다.

본 연구의 디자인은 단기간으로 구성되었기 때문에 장기간의 채식으로 인한 영양 상태까지 가늠할 수는 없었다. 현재까지 우리나라에서는 외국과 달리 채식주의자를 위한 식사지침이 설정되어 있지 않은 상태이기 때문에 추후에는 채식으로도 적절한 영양소 섭취가 이루어질 수 있는 균형 잡힌 식사지침 제시를 위한 연구가 활발히 진행되어야 할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

현대 식생활의 사회적, 문화적 변화 양상은 과거의 전통적 식생활 패턴과 대조적으로 변화 되고 있으며 이러한 변화는 성인뿐만 아니라 청소년기에도 외식과 간식 등 자유로운 식품 선택이 가능하게 되었다. 그러나 기호에만 치중된 바람직하지 못한 청소년기의 식생활은 차후 성인이 되었을 때 건강상의 여러 가지 장애를 초래할 수 있기에 본 연구는 청소년의 식생활 개선을 위한 모색으로 현미채식 영양중재를 시행하였다. 본 연구의 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 채식체험군은 체중, BMI가 유의하게 ($p = 0.000$) 감소하였으며 이와 같은 결과는 외모에 대한 관심이 급증하는 청소년기 학생들에게 일시적인 채식 식습관이 금식이나 과도한 운동 등의 극단적인 다이어트 효과보다 바람직한 체중감량 효과를 줄 것으로 보여 진다.

2) 채식체험군에서 산화적 스트레스 지표를 나타내는 d-ROMs ($p < 0.05$)이 유의하게 감소하였으며, 항산화능 지표인 BAP ($p < 0.05$)는 대조군과 채식체험군 모두 유의하게 증가하였다. d-ROMs의 증가는 다양한 채소와 과일의 섭취로 이어진 항산화 영양소의 섭취증가가 산화스트레스 감소와 항산화능 향상에 기

인한 것으로 사료된다.

3) 채식체험군에서 나트륨 섭취량이 2918.22 ± 1410.92 mg에서 1222.74 ± 686.17 mg로 유의하게 감소하였다. 이와 같은 결과는 국민건강 종합계획 2020에서 영양지침으로 발표한 하루 나트륨 2,000 mg 미만 섭취를 만족시키는 것이며 청소년을 대상으로 나트륨 섭취 감소시키는 영양중재 프로그램의 중요한 기초자료가 될 것으로 사료된다.

4) 채식체험군에서 α-carotene, 9-*cis*-β carotene, α-tocopherol, ascrobic acid의 섭취량이 ($p < 0.05$) 유의하게 증가하였다. 그러나 항산화 영양소는 현재까지 권장섭취량에 대한 개념이 정립되어 있지 않아 본 연구에서의 섭취 수준을 평가하는데 있어서 한계가 있다.

5) 단기간 채식을 하였을 때의 영양섭취상태는 건강상 크게 우려할 바가 없었다. 그러나 본 연구결과만으로 채식이 장기적으로도 건강상 문제가 없을 것이라고 단정 짓기에는 무리가 있다. 즉, 장기적인 채식지향집단을 위해서는 본 연구를 바탕으로 지속적인 연구가 필요하며 채식만으로도 열량영양소의 적정섭취 비율이 맞춰질 수 있는 균형 잡힌 식사지침이 제공되어야 할 것으로 사료된다.

청소년을 대상으로 8주간 시행된 현미밥과 채소 및 과일의 영양 중재는 체내 항산화능에 긍정적인 영향을 주었으며 이와 같은 결과는 전곡류 및 채소와 과일 섭취 증진을 도모함으로써 청소년의 올바른 식습관 형성을 위한 영양 중재프로그램에 중요한 근거자료가 될 것으로 기대한다.

Literature cited

1) Paek KW. Dietary pattern analysis and factors affecting abdominal obesity in children and adolescents. *J Korean Soc Sch Health* 2009; 22(2): 137-146
2) Kim GR, Kim MJ. A survey on the dietary behavior of high school students - about regularity of meal and number of meal per day. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2011; 40(2): 183-195
3) Ministry of Health and Welfare, The Korea Institute for Health and Social Affairs. The third national health promotion plan (2011-2020) in Korea. Seoul: The Korea Institute for Health and Social Affairs; 2011
4) Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. The third Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNH-ANES IV). Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2008
5) Cho HS, Kim MH, Choi MK. A study on vegetable intakes and dietary habits of middle school students in Chungnam. *Korean J Community Nutr* 2010; 15(4): 525-535
6) Choi MK. A study on the relationship between fast food consumption patterns and nutrition knowledge, dietary attitude of middle and high school students in Busan. *Korean J Culinary Res* 2007; 13(2): 188-200
7) Johnson F, Wardle J, Griffith J. The adolescent food habits checklist: reliability and validity of a measure of healthy eating behaviour in adolescents. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56(7): 644-649
8) American Dietetic Association; Dietitians of Canada. Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: vegetarian diets. *Can J Diet Pract Res* 2003; 64(2): 62-81
9) Büchner FL, Bueno-de-Mesquita HB, Ros MM, Overvad K, Dahm CC, Hansen L, Tjønneland A, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Touillaud M, Kaaks R, Rohrmann S, Boeing H, Nöthlings U, Trichopoulou A, Zylis D, Dilis V, Palli D, Sieri S, Vineis P, Tumino R, Panico S, Peeters PH, van Gils CH, Lund E, Gram IT, Braaten T, Sánchez MJ, Agudo A, Larrañaga N, Ardanaz E, Navarro C, Argüelles MV, Manjer J, Wirfält E, Hallmans G, Rasmuson T, Key TJ, Khaw KT, Wareham N, Slimani N, Vergnaud AC, Xun WW, Kiemeney LA, Riboli E. Variety in fruit and vegetable consumption and the risk of lung cancer in the European prospective investigation into cancer and nutrition. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2010; 19(9): 2278-2286
10) 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
11) Kim JS, Kim HY, Park YK, Kim TS, Kang MH. The effects of green vegetable juice (Angelica keiskei) supplementation on plasma lipids and antioxidant status in smokers. *Korean J Nutr* 2003; 36(9): 933-941
12) Kang JY, Kim SY, Lee MS, Ahn HS. Effect of vegetable juice supplementation on serum lipid profile and antioxidant activity in college women. *Korean J Community Nutr* 2005; 10(2): 183-188
13) Liu S, Lee IM, Ajani U, Cole SR, Buring JE, Manson JE; Physicians' Health Study. Intake of vegetables rich in carotenoids and risk of coronary heart disease in men: The Physicians' Health Study. *Int J Epidemiol* 2001; 30(1): 130-135
14) Buijsse B, Feskens EJ, Moschandreas J, Jansen EH, Jacobs DR Jr, Kafatos A, Kok FJ, Kromhout D. Oxidative stress, and iron and antioxidant status in elderly men: differences between the Mediterranean south (Crete) and northern Europe (Zutphen). *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007; 14(4): 495-500
15) Albanes D, Heinonen OP, Taylor PR, Virtamo J, Edwards BK, Rautalahti M, Hartman AM, Palmgren J, Freedman LS, Haapakoski J, Barrett MJ, Pietinen P, Malila N, Tala E, Liippo K, Salomaa ER, Tangrea JA, Teppo L, Askin FB, Taskinen E, Erozan Y, Greenwald P, Huttunen JK. Alpha-Tocopherol and beta-carotene supplements and lung cancer incidence in the alpha-tocopherol, beta-carotene cancer prevention study: effects of base-line characteristics and study compliance. *J Natl Cancer Inst* 1996; 88(21): 1560-1570
16) Omenn GS, Goodman GE, Thornquist MD, Balmes J, Cullen MR, Glass A, Keogh JP, Meyskens FL, Valanis B, Williams JH, Barnhart S, Hammar S. Effects of a combination of beta carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease. *N Engl J Med* 1996; 334(18): 1150-1155
17) Duthie SJ, Jenkinson AM, Crozier A, Mullen W, Pirie L, Kyle J, Yap LS, Christen P, Duthie GG. The effects of cranberry juice consumption on antioxidant status and biomarkers relating to heart disease and cancer in healthy human volunteers. *Eur J Nutr* 2006; 45(2): 113-122
18) Basu A, Imrhan V. Tomatoes versus lycopene in oxidative stress and carcinogenesis: conclusions from clinical trials. *Eur J Clin Nutr* 2007; 61(3): 295-303
19) Palmieri B, Sblendorio V. Oxidative stress tests: overview on reliability and use. Part II. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2007; 11(6): 383-399
20) Trotti R, Carratelli M, Barbieri M, Micieli G, Bosone D, Rondanelli M, Bo P. Oxidative stress and a thrombophilic condition in alcoholics without severe liver disease. *Haematologica* 2001; 86

(1): 85-91
21) Yim KS, Lee TY, Park HS. The development and validation of a food frequency questionnaire to assess diets of Korean adolescents. *Korean J Community Nutr* 2003; 8(2): 149-159
22) Cho YS. Evaluation of phytonutrients and antioxidant activities of Korean vegetables, fruits and legumes [dissertation]. Seoul: Yonsei University; 2006
23) Research Institute of Food and Nutritional Sciences, Yonsei University. Phytonutrient contents in vegetable/fruits/legumes. Seoul: Shinkwang; 2009
24) Barnard ND, Scialli AR, Turner-McGrievy G, Lanou AJ, Glass J. The effects of a low-fat, plant-based dietary intervention on body weight, metabolism, and insulin sensitivity. *Am J Med* 2005; 118 (9): 991-997
25) Hebbelinck M, Clarys P, De Malsche A. Growth, development, and physical fitness of Flemish vegetarian children, adolescents, and young adults. *Am J Clin Nutr* 1999; 70(3 Suppl): 579S-585S
26) Larsson CL, Johansson GK. Young Swedish vegans have different sources of nutrients than young omnivores. *J Am Diet Assoc* 2005; 105(9): 1438-1441
27) Cho JH, Kim MK, Kim SH, Cho SW, Park YK. Association between hair mineral content and nutritional status in vegetarians and non-vegetarians. *Korean J Nutr* 2011; 44(3): 203-211
28) Hunt JR. Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 2003; 78(3 Suppl): 633S-639S
29) Davey GK, Spencer EA, Appleby PN, Allen NE, Knox KH, Key TJ. EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutr* 2003; 6(3): 259-269
30) Tylavsky FA, Spence LA, Harkness L. The importance of calcium, potassium, and acid-base homeostasis in bone health and osteoporosis prevention. *J Nutr* 2008; 138(1): 164S-165S
31) Cornelli U, Terranova R, Luca S, Cornelli M, Alberti A. Bioavailability and antioxidant activity of some food supplements in men and women using the D-Roms test as a marker of oxidative stress. *J Nutr* 2001; 131(12): 3208-3211
32) Lubrano V, Vassalle C, L'Abbate A, Zucchelli GC. A new method to evaluate oxidative stress in humans. *IBS* 2002; 17(3): 172-175
33) Byun S, Kim JY, Cho SH, Kim JW, Hwang WW. The relationship between stress response and oxidative stress among healthy volunteers. *Korean J Orient Prev Med* 2009; 13(2): 27-38
34) Vassalle C, Novembrino C, Maffei S, Sciarrino R, De Giuseppe R, Vigna L, de Liso F, Mercuri A, Bamonti F. Determinants of oxidative stress related to gender: relevance of age and smoking habit. *Clin Chem Lab Med* 2011; 49(9): 1509-1513
35) Ishii T, Ohtake T, Okamoto K, Mochida Y, Ishioka K, Oka M, Maesato K, Ikee R, Moriya H, Hidaka S, Doi K, Noiri E, Fujita T, Kobayashi S. Serum biological antioxidant potential predicts the prognosis of hemodialysis patients. *Nephron Clin Pract* 2011; 117(3): c230-c236
36) Kakita H, Hussein MH, Daoud GA, Kato T, Murai H, Sugiura T, Mizuno K, Yamada Y, Ito T, Fukuda S, Kato I, Suzuki S, Togari H. Total hydroperoxide and biological antioxidant potentials in a neonatal sepsis model. *Pediatr Res* 2006; 60(6): 675-679
37) Ferdowsian HR, Barnard ND. Effects of plant-based diets on plasma lipids. *Am J Cardiol* 2009; 104(7): 947-956
38) Park HJ, Lim SJ. Frequency of irritable bowel syndrome, perceived stress, and mental health among women. *J Korean Acad Adult Nurs* 2008; 20(5): 685-696