

비타민 C 보충 및 영양 교육이 흡연 남자 청소년의 영양지식, 식행동과 체내 일부 항산화 관련 효소체계에 미치는 영향

임 재 연 · 김 정 희[†]

서울여자대학교 자연과학대학 식품영양학과

The Effects of Vit C Supplementation and Nutrition Education on Nutrition Knowledge, Food Habits and Antioxidative Enzyme Activity in Male Adolescent Smokers

Jae Yeon Lim, Jung Hee Kim[†]

Food and Nutrition, College of Natural Sciences, Seoul Women's University, Seoul, Korea

ABSTRACT

The study evaluated the effectiveness of intervention for male adolescent smokers by making an assessment in terms of changes in food habits, nutrition knowledge, plasma catalase, superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GSH-px) activities and thiobarbituric acid reactive substance(TBARS) after Vit C supplementation and nutrition education. The subjects, male adolescent smokers, were assigned into four groups : Control group(19 students), education(Educ.) group(19 students), Vit C supplementation (suppl) group(19 students), and Educ. + Vit C suppl. group(19 students). The Educ. group and Educ. + Vit C suppl. group received nutrition education once a week for 2 weeks. The Vit C suppl. group and Educ. + Vit C suppl. group received 500 mg ascorbic acid for 35 days. All data were collected before intervention and after intervention. Nutrition knowledge of those who received education increased, and the frequency of fruit and yellow-green vegetable consumption also increased. Plasma antioxidant enzyme activities were not different except for the SOD activity in the Educ. + Vit C suppl. group, which was significantly increased. The plasma ceruloplasmin level of groups that received Vit C supplementation was reduced more than any other groups, and the specific ceruloplasmin ferroxidase activity of groups that received Vit C supplementation was elevated more than other groups. These intervention programs had an impact on food habits, nutrition knowledge, plasma antioxidant enzyme activities, and plasma TBARS in male adolescent smokers. Various nutrition education programs must be implemented for adolescent smokers, and further studies are needed regarding sorts and amount of antioxidant nutrients and supplementation duration. (*Korean J Community Nutrition* 6(3) : 282~289, 2001)

KEY WORDS : Vit C supplementation · antioxidant enzyme · nutrition education · male adolescent smokers.

서 론

1960년대 이후 미국을 비롯한 선진국에서는 흡연으로 인한 유해성이 인식되면서 흡연율이 차츰 감소하고 있다(Pierce 등 1989). 그러나 우리나라 남자 청소년의 흡연율은 1999년 32.6%로 세계 1위를 기록하고 있으며(금연운동협

의회 1999), 여자 청소년들은 1999년 7.5%로 나타나 세계에서 흡연을 순위는 낮으나, 급증가 추세에 있어 청소년 흡연이 사회문제로 확대되고 있다. 또한 흡연자들 다수가 중·고등학교 시절에 흡연을 시작하는 등(김일순 1988 ; 최지호 등 1995 ; 하영호 등 1996), 초기 흡연 연령도 낮아지며, 또한 초기 흡연 연령이 낮을 수록 흡연이 고착되는 경향을 보이고 있어(임 용 등 1992), 우리나라 청소년들의 흡연 실태는 이미 심각한 수준에 이르고 있다.

채택일 : 2001년 8월 14일

[†]Corresponding author : Jung Hee Kim, Department of Nutrition, Seoul Women's University, 126 Kongnung 2-dong Nowon-gu, Seoul 139-774, Korea
Tel : (02) 970-5646, Fax : (02) 976-4049
E-mail : jheckim@swu.ac.kr

만성 질환 위험도를 증가시키는 환경 인자중 흡연은 체내 free radical과 기타 활성산소 및 과산화물을 과도하게 생성시킨다. 이때 생체내에서 이들의 방어 기구로써 SOD, catalase, GSH-px 등의 항산화 효소와 비타민 C 등 여러

항산화 물질이 존재하게된다. 그러나 지속된 혹은 지나친 흡연으로 유도된 과도한 활성 산소 생성은 생체 방어계 용량을 초과해 산화적 스트레스가 증가하게된다(Harris 1992 ; Lloyd 1999). 이런 산화 스트레스의 증가는 암이나 당뇨병 및 심장순환계 질환의 발생과 관련되고 있으며(Mettlin 1984 ; Singh 1998), 체내 항산화 영양소를 쉽게 고갈시킬 수 있다(강명희 · 박정아 1996 ; Marangon 등 1998 ; Steinberg & Chait 1998). 또한 흡연은 체내 항산화 영양소 농도 뿐 아니라 체내 항산화 관련 효소의 활성도에도 영향을 미친다. Abou(1996)의 연구에서는 흡연자의 적혈구 GSH-px의 활성도는 오히려 감소하였다고 보고하였다. Gort와 Imlay(1998)에 보고에서도 세포에 인위적으로 산화적 스트레스를 가하게 되면, SOD의 활성도가 변화된다고 하였다. 또한 주위 환경에 의한 산화적 스트레스 상황에서도 유의적으로 적혈구 SOD 활성도가 변화되었다고 하였다(Kamal 등 1992 ; Nadif 등 1996). 반면 나이와 성별에 따른 항산화 효소 활성에 관한 Bolzan 등(1997)의 보고에서는 흡연 유무에 따라 항산화 효소 활성에 차이가 없음을 보고하고 있지만 전반적으로 흡연에 의해 유도된 산화적 스트레스 환경하에 항산화 관련 효소들의 활성도가 바뀔 수 있음을 시사하여 주었다. 또한 흡연으로 증가된 산소라디칼과 여러 유해 물질들은 ceruloplasmin으로부터 구리를 떼어내 혈장내 ceruloplasmin 농도가 높아지고 이로 인해 심장순환계 질환 발병율을 더 높일 수 있으며, 증가된 ceruloplasmin은 ceruloplasmin ferroxidase 특이 활성도를 저하시키는데, 이로 인해 Fe^{++} 를 Fe^{+++} 로 전환시켜 지질과 산화를 방해하는 항산화 기능에 지장을 초래하게된다(Parchat & David 1988).

흡연자는 흡연이라는 산화적 스트레스의 환경 뿐 아니라, 항산화 영양소의 섭취량이 부족하여 건강상에 피해를 더욱 심화시킬 수 있다. 때문에 흡연자에게 항산화 영양소 보충은 건강상에 큰 의미를 지닌다. 따라서 흡연자들은 비흡연자에 비하여 항산화 영양소의 요구량이 증가되고 있으며 이들 항산화 영양소를 보충하면 혈중 농도 상승뿐만 아니라 항산화 관련 효소의 활성도를 증가시켜 전체적인 체내 항산화 방어 능력을 향상시킬 수 있다고 한다(이성숙 등 1998 ; Brown 등 1996 ; Duthie 등 1993). Kim(1997)의 연구에서 4주간 800 IU의 비타민 E 공급은 운동으로 인한 산화적 스트레스 상태에 있는 사람들의 GSH-px의 활성도를 증가시켰다. 또한 Brown 등(1996)은 10주간 280 mg의 비타민 E를 보충해준 결과 흡연군에서는 적혈구 catalase의 활성도만 증가한 반면 비흡연자에서는 적혈구 catalase, SOD, GSH-px의 활성도가 모두 증가하였다.

이에 과거 연구 결과를 바탕으로 흡연자들에게 비타민 C 보충과 영양교육을 실시하여 대상자들의 식생활, 항산화 관련 효소 활성도에 미치는 효과를 판정하고자 실시하였다.

연구 내용 및 방법

1. 연구 대상자

1999년 서울 모 공업고등학교 흡연 남자 고등학생중 100명을 선정하여 설문지 응답 및 식이 섭취 조사를 불성실하게 한 사람, 비타민제나 특정한 약 또는 건강 보조식품을 복용하는 사람을 제외하고, 주 1회씩 2주간의 영양 교육 및 35일간의 비타민 보충에 참가하기로 동의한 학생 76명을 대상으로 하였으며, 예비 실험에서 흡연력(pack-year : convert cumulative smoking periods and amount into how much have smoked(pack) a day for(year))과 비타민 C 혈중 농도에 대한 식이 섭취량 반영 비율을 고려하여 대조군 19명, 교육군 19명, 비타민 보충군 19명, 교육 + 비타민 보충군 19명으로 구분하였다.

2. 비타민제 보충 및 영양 교육

비타민제 보충은 35일동안 매일 오전 8시부터 오전 9시 사이에 대상자들의 학교에서 공급하였으며, 공급 즉시 그 자리에서 복용을 확인하였다. 비타민 C 공급으로는 R사의 L-ascorbic acid를 비타민 보충군(19명)과 교육 + 비타민 보충군(19명)의 대상자들에게 500 mg씩 공급하였고, 대조군(19명)과 교육군(19명)에게는 placebo로 전분을 공급하였다.

영양 교육은 1999년 5월 24일부터 6월 28일까지 대상자들의 학교에서 매주 금요일 특정 시간을 할애 받아 금연교육과 함께 교육군의 19명과 교육 + 비타민 보충군의 19명, 총 38명을 대상으로 2회 실시하였다. 병행된 영양교육 내용은 다음과 같다.

첫번째 영양 교육에서는 균형식의 중요성 및 일반적인 영양소의 기능, 종류, 공급원 및 결핍증에 관하여 교육하였다. 두번째 영양교육에서는 흡연과 관련하여 항산화 영양소의 기능, 종류, 공급원, 결핍증 및 녹황색 채소 및 과일 섭취를 강조하였다. 또한 대상자들의 체성분 분석 자료, 식이 섭취량 분석 자료 및 기타 영양관련 자료를 통해 자신들의 영양소 부족과 이로 인해 야기될 수 있는 건강상의 피해에 대해 토론하게 하였으며, 영양 조언자의 도움으로 자신들에게 바람직하다고 여겨지는 식이 섭취 유형을 작성하고 발표하게 하였다.

3. 영양지식 및 식품 섭취 실태조사

영양지식은 대학생 연구(김기남 · 이경신 1996)에서 사용

된 문항을 참고하여 영양소의 기능 및 결핍증, 급원, 가공·기호 식품, 항산화 영양소 등에 관한 지식을 서술형 문항으로 제시하고, '맞다', '모른다', '틀리다'의 3선다형으로 답하게 하였다. '정답'은 1점, '모른다'와 '오답'은 0점을 주어 총점을 구하였고, 정확도도 함께 구하였다.

$$\text{정확도} = \frac{\text{정답의 수}}{\text{'맞다' 혹은 '틀리다'에 표시한 문항수}} \times 100$$

식품 섭취 빈도는 콩류, 생선류, 고기류, 계란, 우유 및 유제품류, 뼈째먹는 생선류, 해조류, 담채 채소류, 녹색채 채소류, 과일, 기름, 인스턴트 식품 등 전체 12 문항으로 하여, 주 0회 섭취는 0점, 주 1~2회 섭취는 1점, 주 3~4회 섭취는 2점, 주 5~6회 섭취는 3점, 주 7회 섭취는 4점으로 점수화하여 계산하였고, 총점 계산시 기름과 인스턴트 식품 섭취빈도 문항은 역으로 환산하였다.

4. 혈액 생화학 조사

1) 혈장 Catalase 활성도 측정

혈장의 catalase 활성도는 Abei(1984) 법에 따라 hydrogen peroxide가 분해되는 정도를 분석하였다. 활성도는 240 nm 포함되는 H₂O₂의 분자흡광계수를 이용하여 계산하였고, mg protein 당 1분 동안 결합되는 reduced H₂O₂의 μmol 수로 표시하였다.

2) 혈장 GSH-px 활성도 측정

GSH-px의 활성도는 Paglia & Valentine(1967)과 Deragen 등(1987)의 방법을 수정하여 기질로 hydrogen peroxide(H₂O₂)를 이용한 coupled enzyme procedure에 의해 측정하였다. 활성도는 NADPH의 분자흡광계수를 이용하여 계산하였고, mg protein당 1분 동안에 산화되는 NADPH의 nM 수로 표시하였다

3) 혈장 SOD 활성도 측정

SOD 활성도는 Marklund와 Marklund 방법(1974)과 Sheri 등의 방법(1983)을 수정하여 pyrogallol의 autoxidation을 SOD가 억제하는 정도를 통하여 측정하였다. Enzyme 1 unit는 pyrogallol autoxidation을 50% 방해하는데 필요한 효소의 양으로 산출하였고, specific activity는 혈장의 1mg protein에 해당하는 enzyme unit으로 환산하였다.

4) 혈장 Ceruloplasmin 농도 및 ceruloplasmin ferroxidase 활성도 측정

Ceruloplasmin 농도는 Sunderman과 Nomoto(1970)

의 p-phenylenediamine(PPD) oxidase assay 방법을, ceruloplasmin ferroxidase activity는 o-dianisidine dihydrochloride를 기질로 사용하여 oxidase activity를 측정하는 Schosinsky 등(1974)의 방법을 이용하였다. 혈장 ceruloplasmin 농도와 ceruloplasmin ferroxidase 특이 활성도는 다음 식에 의해 계산되었다.

$$\text{Ceruloplasmin 농도(g/L)} = 0.752(A_R - A_B)$$

A_R : Reaction 시험관의 흡광도

A_B : Blank 시험관의 흡광도

Ceruloplasmin ferroxidase activity =

$$(A_{15} - A_5) \times 6.25 \times 10^{-1} \text{ unit/ml}$$

A₁₅ : 각각 15분 반응시킨 시료의 흡광도

A₅ : 각각 5분 반응시킨 시료의 흡광도

5) 혈장 TBARS 농도 측정

과산화 지표로 혈장 TBARS를 Ohkawa 등(1979)의 방법으로 측정하였다. Thiobabituric acid(TBA)와 반응하는 물질을 추출하여 분석하였으며, 이때의 표준물질은 1.1, 3,3-tetraethoxypropane(TEP)을 사용하여 흡광도를 측정하였다.

5. 비타민 C 보충 및 영양교육 효과 평가를 위한 자료 분석

비타민 보충 및 교육의 효과를 보기 위하여 pre/post paired t-test를 통하여 유의성 검증을 실시하였으며, intervention 후 변화량에 있어서 4군간의 차이를 살펴보기 위하여 Anova 후 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 대상자들의 흡연력, 영양지식 및 식생활 변화

1) 대상자들의 BMI와 흡연력

조사시 대상자들의 체중과 신장을 측정하여 얻은 BMI (체중(kg)/[신장(m)]²)와 흡연력(pack-year)을 살펴 본 결과, BMI에서는 군별 차이가 있는 것으로 나타난 반면 군별 흡연력은 대조군 0.94, 교육군 0.90, 비타민 보충군 1.22, 교육 + 비타민 보충군 0.97로 차이가 없게 나타나(Table 1), 본 연구 목적에 적합하게 군이 구성되어졌다고 여겨진다.

2) 영양지식 및 식생활 변화

영양지식, 식태도, 영양소 섭취량에 대한 intervention의 효과를 살펴보고자 교육 전과 후에 이런 변수들을 측정하는 4군간 pre-post test 조사 설계(강명희 등 1992; 김

기념 · 이경신 1997 ; Lewis 등 1992 ; Neumark 등 1995)를 사용하였다.

영양지식 총점은 대조군이 10.1점에서 8.7점으로 감소했다. 반면 교육군은 8.7점에서 10.4점으로, 비타민 보충군이 7.9점에서 9.1점으로, 교육 + 비타민 보충군이 8.8점에서 11.1점으로 나타나 intervention 후 영양지식이 증가하는 경향을 보였으며(Table 2), 증가 정도는 교육 + 비타민 보충군, 교육군, 비타민 보충군 순으로 나타나 교육의 중요성을 엿볼 수 있었다. 또한 정확도는 4군 모두 증가했으며, 교육군과 교육 + 비타민 보충군에서 유의적인 증가를 보여 영양 교육의 효과가 뚜렷하였다. 이는 영양교육 후 영양지식과 정확도가 증가하였다는 연구(김경아 1999 ; 우미경 · 이미숙 1999)와 일치하여 영양지식과 정확도 향상에 교육의 역할이 중요함을 인식시켜 주었다. 영양에 대한 지식은 모르고 있던 내용을 새롭게 습득하는 것보다 잘못된 영양지식을 변화시키기가 훨씬 힘들다(김기남 · 이경신 1997). 또한 영양교육은 사람이 태어나서 일찍부터 겪는 식생활에 관련된 교육이라 할 수 있다. 잘못된 영양지식의 교정이 힘든 작업이라면, 먹는 문화에 관심을 갖는 청소년기부터 체계적인 영양 교육이 정규 교육 기관을 통해 이루어져야 한다. 또한 청소년기는 지적 호기심이 높은 시기이므로, 생활과 밀접하게 연결된 실재적인 내용으로 지속적인 영양교육을 제공하면 청소년의 영양지식은 향상될 것이고 나아가 행동으로 이어져 그들의 식생활 개선에 이바지하게 될 것이다.

3) 식생활 변화

Intervention 후 식품별 섭취빈도의 변화를 살펴보았다. 모든군에서 생선류와 육류의 섭취 빈도가 증가하였으나, 유의적인 차이를 나타내지 않았다(Table 3).

주목할 만한 사항은 교육을 받은 대상자(교육군, 교육 + 비타민 보충군)들의 녹황색 채소와 과일류의 섭취 빈도가 증가하였다는 점이다. 또한 영양교육에 의해 영양지식과 정확도가 증가(Table 2)한 점을 고려하면 영양교육이 식생활을 변화시킬 수 있음을 보여주었다. 지식의 증가는 행동변화에 긍정적 영향을 주며(노성운 1996), 영양 교육에 의해 특정 식품군의 섭취 빈도가 유의적으로 증가(임경숙 등 1999)된다고 하였다. 영양 지식과 식습관의 높은 상관성(김화영 1984)에서 나타나고 있듯이 일반적으로 영양 지식을 획득함으로써 영양에 관한 태도가 변화하고 식행동이 변화될 수 있다(Grotkowski & Sims 1977).

2. 혈액 생화학적 변화

1) 혈장 항산화관련 효소 활성도 변화

항산화관련 효소의 활성도 변화를 조사하여 Table 4에 제시하였다. 혈장 catalase 활성도는 모든 군에서 증가하였으나 유의적이지 않았고, 혈장 GSH-px의 활성도 역시 유의적인 변화를 볼 수 없었다. 그러나 혈장 SOD 활성도는 교육 + 비타민 보충군에서 44.14에서 67.86 unit/min/mg protein으로 유의하게 증가하였다.

Table 1. BMI and smoking status of participants in this experiment

Variables	Control(n = 19)	Educ.(n = 19)	Vit C suppl.(n = 19)	Educ. + Vit C suppl.(n = 19)
BMI(kg/m ²)	19.17 ± 0.52 ^b	20.94 ± 0.62 ^{ab}	20.61 ± 0.78 ^{ab}	21.41 ± 0.78 ^a
Pack-year ²⁾	0.94 ± 0.02	0.90 ± 0.01	1.22 ± 0.04	0.97 ± 0.03

1) Mean ± SE

2) Pack-year : convert cumulative smoking periods and amount into how much have smoked(pack) a day for 1 year

e.g. 1 pack of cigarette a day for 2 year → pack-year = 2

2 packs of cigarette a day for 1 year → pack-year = 2

3 packs of cigarette a day for 3 year → pack-year = 9

a, b, ab : means with different superscript letter are significantly different among groups at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

Table 2. Changes in nutrition knowledge between pre- and post-intervention according to Vit C supplementation and nutrition education

		Control(n = 19)	Educ.(n = 19)	Vit C suppl.(n = 19)	Educ. + Vit C suppl.(n = 19)
Nutrition knowledge ¹⁾	Pre	10.1 ± 0.6 ²⁾	8.7 ± 0.7	7.9 ± 0.7	8.8 ± 0.9
	Post	8.7 ± 1.5	10.4 ± 1.2	9.1 ± 1.4	11.1 ± 1.0
	Change ³⁾	-1.4 ± 1.3 ^b	1.7 ± 1.0 ^a	1.2 ± 1.0 ^{ab}	2.3 ± 1.1 ^a
Accuracy	Pre	69.8 ± 1.9	71.7 ± 1.8	72.4 ± 2.0	68.2 ± 4.5
	Post	78.7 ± 4.3	83.0 ± 3.7	78.3 ± 5.8	83.6 ± 3.5
	Change	8.9 ± 3.8 [*]	11.3 ± 3.5 ^{**}	5.9 ± 6.7	15.4 ± 5.7 [*]

1) Nutrition knowledge(0 - 1) : correct answer 1, don't know 0, wrong answer 0

2) Mean ± SE

3) Change of score between pre- and post-intervention.

a, b, ab : means with different superscript letter are significantly different among groups at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

*, ** : significantly different between pre- and post-intervention at p < 0.05, p < 0.01 by paired t-test

Table 3. Changes in food consumption frequency between pre- and post-intervention according to Vit C supplementation and nutrition education

Variables	Control(n = 19)	Educ.(n = 19)	Vit C suppl.(n = 19)	Educ. + Vit C suppl.(n = 19)
Soybean	-0.11 ± 0.23 ^{a)}	0.11 ± 0.30	0.16 ± 0.24	-0.50 ± 0.28
Fish	0.05 ± 0.14	0.00 ± 0.30	0.16 ± 0.30	0.00 ± 0.20
Meat	0.05 ± 0.18	0.39 ± 0.30	0.05 ± 0.26	0.06 ± 0.32
Egg	0.00 ± 0.23	-0.06 ± 0.38	0.00 ± 0.30	-0.44 ± 0.34
Milk or daily products	-0.11 ± 0.37	-0.58 ± 0.29	-0.58 ± 0.38	-0.22 ± 0.38
Anchovy	-0.21 ± 0.26	0.11 ± 0.31	-0.05 ± 0.24	-0.06 ± 0.27
Seaweed	-0.44 ± 0.42	-0.21 ± 0.39	-0.33 ± 0.21	-0.80 ± 0.44
Vegetables	0.05 ± 0.28	-0.78 ± 0.35*	0.06 ± 0.35	-0.17 ± 0.41
Yellow-green vegetables	-0.05 ± 0.35	0.26 ± 0.33	-0.32 ± 0.20	0.12 ± 0.17
Fruit	-0.32 ± 0.36 ^{b)}	0.33 ± 0.25 ^{ab)}	0.18 ± 0.37 ^{b)}	0.33 ± 0.28 ^{ab)}
Oil	-0.32 ± 0.36	-0.16 ± 0.26	-0.11 ± 0.35	-0.28 ± 0.27
Instant food	-0.21 ± 0.20	0.11 ± 0.29	-0.32 ± 0.36	-0.28 ± 0.30
Total	-0.59 ± 1.59	0.71 ± 1.47	-0.69 ± 1.59	-1.53 ± 1.41

1) Mean ± SE

* : significantly different between pre- and post-intervention at $p < 0.05$ by paired t-testa, b, ab : means with different superscript letter are significantly different among groups at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test**Table 4.** Changes in plasma catalase, SOD, GSH-px activity between pre- and post-intervention according to Vit C supplementation and nutrition education

Variables		Control(n = 19)	Educ.(n = 19)	Vit C suppl.(n = 19)	Educ. + Vit C suppl.(n = 19)
Catalase ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ reduced /min/mg protein)	Pre	203.11 ± 34.49 ¹⁾	235.30 ± 39.87	247.32 ± 40.29	248.45 ± 44.32
	Post	361.28 ± 86.56	360.34 ± 82.37	431.19 ± 130.22	332.24 ± 65.78
	Change ²⁾	149.80 ± 88.48	99.85 ± 109.68	194.86 ± 109.08	42.94 ± 44.37
SOD (unit/min/mg protein)	Pre	53.69 ± 5.68	56.89 ± 6.67	72.69 ± 11.76	44.14 ± 7.24
	Post	71.37 ± 7.81	75.71 ± 10.16	96.36 ± 19.93	67.86 ± 11.26
	Change	19.42 ± 9.55	13.27 ± 5.88	23.67 ± 14.12	29.24 ± 9.25*
GSH-px (nmolNADPH oxidised /min mg protein)	Pre	76.35 ± 17.21	77.21 ± 14.58	79.41 ± 20.01	79.00 ± 18.42
	Post	79.13 ± 18.92	79.98 ± 17.99	81.22 ± 22.05	81.37 ± 20.09
	Change	2.78 ± 19.21	2.77 ± 20.11	1.81 ± 19.08	2.37 ± 17.09

1) Mean ± SE

2) Change of plasma enzyme activity between pre- and post-intervention

* : significantly different between pre- and post-intervention at $p < 0.05$ by paired t-test

비타민 E를 800 IU 4주간 공급한 결과 혈장 GSH-px가 증가되었으며(Kim 1997), 또한 10주간 280 mg의 비타민 E를 공급한 결과 흡연자와 비흡연자 모두 적혈구 catalase의 활성도가 증가하였으며, 적혈구 SOD, GSH-px는 비흡연군에서만 증가(Brown 등 1996)하였다고 보고하여 항산화 효소계에 미치는 비타민 E 보충 효과에 관한 연구가 많았다. 그러나 본 연구에서는 비타민 E가 아닌 비타민 C를 보충하였음에도 불구하고 교육 + 비타민 보충군에서 혈장 SOD 활성도가 증가하였다. 즉, 비타민 C 보충은 산화된 비타민 E를 재생시키는 역할을 하였고, 이로 인해 체내 α -tocopherol의 농도가 상승되었으며, 이로 인해 혈장 SOD 활성도가 증가하였을 것으로 여겨진다. 따라서 수용성 비타민인 비타민 C 보충으로도 항산화 체계를 향상시킬 수 있는 가능성이 보여진다.

2) 혈장 Ceruloplasmin 농도 및 ceruloplasmin ferroxidase 활성도 변화

혈장 ceruloplasmin 농도는 교육 + 비타민 보충군에서 5.49 mg/dl 감소했으며, 비타민 보충군은 4.74 mg/dl, 교육군은 3.27 mg/dl, 대조군은 3.40 mg/dl씩 감소하여 비타민을 보충한 경우에 더 많이 감소되었음을 볼 수 있었다. 또한 그 농도의 변화정도는 4군간에 유의적인 차이가 있었다. Ceruloplasmin ferroxidase 특이 활성도는 intervention 후 모두 유의하게 증가하였으며, 특히 비타민 보충한 경우에 더 많이 증가한 것을 볼 수 있었다(Table 5). 본 연구에서 나타난 ceruloplasmin ferroxidase 특이 활성도 증가는 혈장 ceruloplasmin 농도 감소에서 나타난 결과라고 생각되며, 따라서 비타민 보충으로 인해 혈장내 ceruloplasmin 농도 감소를 가져왔고, 이에 따라 ceruloplas-

Table 5. Changes in plasma ceruloplasmin concentration and ceruloplasmin ferroxidase activity between pre- and post-intervention according to Vit C supplementation and nutrition education

Variables		Control(n = 19)	Educ.(n = 19)	Vit C suppl.(n = 19)	Educ. + Vit C suppl.(n = 19)
Plasma ceruloplasmin (mg/dl)	Pre	27.92 ± 0.98 ¹⁾	28.16 ± 1.10	28.70 ± 1.95	30.01 ± 2.27
	Post	24.52 ± 1.02	24.89 ± 1.64	23.94 ± 1.38	24.84 ± 1.13
	Change ²⁾	-3.40 ± 1.13**	-3.27 ± 1.91	-4.74 ± 1.92*	-5.49 ± 2.65
Ceruloplasmin ferroxidase activity(unit/ml)	Pre	0.090 ± 0.001	0.092 ± 0.002	0.090 ± 0.002	0.091 ± 0.002
	Post	0.089 ± 0.001	0.092 ± 0.001	0.091 ± 0.003	0.091 ± 0.003
	Change ³⁾	-0.001 ± 0.001	0.000 ± 0.002	0.001 ± 0.003	0.000 ± 0.003
Specific ceruloplasmin ferroxidase acitivity (unit/mg)	Pre	0.32 ± 0.01	0.33 ± 0.01	0.31 ± 0.01	0.30 ± 0.01
	Post	0.36 ± 0.01	0.37 ± 0.01	0.38 ± 0.01	0.37 ± 0.01
	Change	0.04 ± 0.01*	0.04 ± 0.01*	0.07 ± 0.01**	0.07 ± 0.01**

1) Mean ± SE

2) Change of plasma concentration between pre- and post-intervention

3) Change of enzyme activity in plasma between pre- and post-intervention

*, ** : significantly different between pre- and post-intervention at p < 0.05, p < 0.01 by paired t-test

Table 6. Changes in plasma TBARS concentration between pre- and post-intervention according to Vit C supplementation and nutrition education

Variables		Control(n=19)	Educ.(n=19)	Vit C suppl.(n=19)	Educ.+Vit C suppl.(n=19)
Plasma TBARS (μmol/L)	Pre	2.65 ± 0.85 ¹⁾	1.99 ± 0.26	3.52 ± 1.69	2.12 ± 0.18
	Post	1.37 ± 0.18	2.06 ± 0.22	2.16 ± 0.27	1.90 ± 0.23
	Change ²⁾	-1.28 ± 0.81	0.07 ± 0.33	-1.36 ± 1.72	0.22 ± 0.29

1) Mean ± SE

2) Change of concentration between pre- and post-intervention

All data were not significantly different between pre- and post-intervention at p < 0.05 by paired t-test

min ferroxidase 특이 활성도를 증가시켜 체내 항산화 기능을 증가시킬 수 있는 가능성을 보여주었다.

3) 혈장 TBARS 농도 변화

흡연 스트레스로 인해 증가된 체내 TBARS를 항산화 영양소 보충으로 감소시킬 것으로 기대되어 혈장의 TBARS 변화를 조사하였더니 intervention 후 비타민 보충군, 교육 + 비타민 보충군에서 혈장 TBARS 농도가 감소하였으나(Table 6), 유의적이지는 않았다.

Mulholland 등(1996)의 연구에서도 여자 흡연자에게 14일 동안 비타민 C 1 g을 보충하였더니 혈장 비타민 C 농도는 증가하였으나, 혈장 TBARS의 유의적인 변화는 없었다고 하여 본 연구와 같은 결과를 보였다. 그러나 비타민 C 외에 다른 항산화 영양소를 함께 보충한 경우에는 TBARS 농도 감소를 볼 수 있었는데, Do 등(1996)은 10명의 흡연자에게 6 mg의 β-carotene, 200 IU의 비타민 E, 250 mg의 비타민 C를 하루 4번 3주간 보충시킨 결과 흡연 관련 지질과산화물의 농도가 감소하였다고 보고하였다. 또한 흡연자에게 비타민 C 600 mg, 비타민 E 400 mg, β-carotene 30 mg 함유된 토마토 주스를 공급한 결과 과산화 지질 농도가 감소하였다(Francene & Alan 1998). 이 외에도 10주간 하루 280 mg의 비타민 E만을 단독 공급한 경

우 흡연자의 적혈구 TBARS 농도가 유의적으로 감소하였다(Brown 등 1998).

본 연구와 Mulholland 등(1996)의 연구에서는 보충원으로 수용성 비타민 즉, 비타민 C로 국한시켰기에 TBARS 감소에 유의적인 효과가 나타나지 않은 것으로 보여지며, 비타민 보충으로 체내 TBARS 변화가 나타나지 않거나 또는 감소하는 등 다양한 결과를 나타내는 것은 역시 보충에 사용되는 비타민의 종류, 비타민의 양 또는 비타민 보충기간에 따라 달라지는 것으로 여겨진다.

앞으로의 연구에서는 보충 기간, 보충 비타민의 종류, 보충 비타민의 양을 달리하며, 또한 성별, 연령별로 구별하여 흡연으로 인한 다양한 지질과산화물(conjugated diene 등) 변화 양상이 연구되는 것 또한 바람직하다고 여겨진다.

요약 및 결론

본 연구는 청소년 흡연자의 체내 항산화 관련 효소계, 영양지식과 생활의 변화를 목적으로 intervention 참가에 동의한 흡연 남자 고등학생 76명을 대조군 19명, 교육군 19명, 비타민 보충군 19명, 교육 + 비타민 보충군 19명으로 구분하여 비타민 보충과 영양 교육을 제공하고, 그 효과를 판정하고자 하였으며 결과는 다음과 같다.

1) 영양지식 총점은 교육 + 비타민 보충군이 2.3점 증가하였으며, 교육군이 1.7점, 비타민 보충군이 1.2점 증가하였다. 또한 식품별 섭취 빈도 변화를 조사하였더니 교육군과 교육 + 비타민 보충군에서 녹황색 채소와 과일류의 섭취 빈도가 증가하여 교육의 효과를 볼 수 있었다.

2) 체내 항산화 관련 효소의 활성도 변화를 조사하였더니, 혈장 catalase, GSH-px의 활성도는 유의적인 변화를 볼 수 없었으나 교육 + 비타민 보충군에서 혈장 SOD 활성도가 44.14에서 67.86 unit/min/mg protein로 유의하게 증가하였다.

3) 혈장 ceruloplasmin 농도는 교육 + 비타민 보충군, 비타민 보충군, 교육군, 대조군에서 각각 5.49 mg/dl, 4.74 mg/dl, 3.27 mg/dl, 3.40 mg/dl씩 감소하였다. Ceruloplasmin ferroxidase 특이 활성도는 intervention 후 모두 유의하게 증가하였으며, 특히 비타민을 보충한 경우(비타민 보충군, 교육 + 비타민 보충군)에 더 많이 증가하였다.

4) 혈장 TBARS 농도는 교육군을 제외한 대조군, 비타민 보충군, 비타민 보충 + 교육군에서 감소하였다.

흡연자에게 비타민C 보충 효과를 조사한 결과 혈장 SOD 및 ceruloplasmin ferroxidase 특이 활성도가 증가하였으며 (Table 5), 과산화지질 농도는 감소하였다 (Table 6). 이상의 결과를 통해 항산화 영양소 보충은 체내 항산화 능력을 향상시킬 수 있는 것으로 여겨진다. 최근에는 혈중의 총 항산화능력을 측정하는 방법(Cao 등 1998)으로 각각의 항산화 영양소의 농도를 측정하지 않더라도 전체적인 항산화 능력 측정도 많은 연구에 이용되고 있다.

또한 본 연구에서 특이한 것은 혈장 SOD 활성도는 비타민 C 공급만으로는 유의적인 변화를 볼 수 없었으나, 영양 교육과 비타민 보충이 동시에 이루어졌을 때 유의적으로 증가하였다. 이런 현상은 1차적으로 비타민 C 보충으로 인해 산화된 비타민 E가 재생될 수 있고(이양자 등 1998), 이로 인해 혈장 SOD의 활성도가 증가될 가능성이 있는데다 (Brown 등 1996) 여기에 부가적으로 교육으로 인한 과일 및 녹황색 채소의 섭취 빈도가 증가하여 상승작용을 한 것으로 생각된다. 특히 과일 및 녹황색 채소에는 비타민 C, 레티놀, 알파토코페롤 등의 항산화 비타민 외에 항산화 기능을 하는 카로티노이드, 플라보노이드와 아이소플라보노이드 등의 피토케미칼이 다량 함유되어 있다. 이런 물질들이 보충된 비타민 C와 함께 체내 항산화 능력을 상승시키는데 기여했을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 영양 교육 실시 결과 영양 지식 총점 및 정확도가 증가하였고, 더불어 행동으로 연결되어 녹황색 채소 및 과일 섭취의 증가를 가져올 수 있었다. 대상자가 남자 청

소년이어서 여자 청소년에 비해 식품 섭취에 대해서는 예민하지 않으며 변화도 없으리라 예상했었으나, 이런 결과를 나타낸 것은 흡연 청소년의 식생활 개선에 매우 희망적이라고 여겨진다. 따라서 식생활과 관련된 교육이 흡연 청소년에게 지속적으로 제공된다면, 체내 영양 상태 상승 및 흡연 피해 대처능력이 향상 될 것이다.

참고 문헌

강명희 · 박정아(1996) : 흡연 여대생의 비타민 C 섭취량과 혈장수준. *한국영양학회지* 29(2) : 122-133

강명희 · 송은주 · 이미숙 · 박옥진(1992) : 도시 저소득층 주부의 영양태도, 영양지도 및 식생활을 통해서 본 영양교육의 효과. *한국영양학회지* 25(2) : 162-178

금연운동협의회(1999) : 중·고생 흡연실태 조사

김경아(1999) : 여대생의 건강관련 요인 분석 및 영양 상담 프로그램 개발. 서울여자대학교 박사학위 논문

김기남 · 이경신(1996) : 남녀 대학생의 영양지식, 식태도 및 식행동. *지역사회영양학회지* 1(1) : 89-99

김기남 · 이경신(1997) : 대학생의 영양지식, 식태도 및 식행동에 대한 영양교육의 효과. *지역사회영양학회지* 2(1) : 86-93

김일순(1988) : 흡연과 건강. 의료보험 연합회

김희영(1984) : 대학생의 영양지식과 식습관에 관한 연구. *한국영양학회지* 17(3) : 178-184

노성윤(1996) : 비만성인을 대상으로 한 weight control program과 fad diet의 효과 비교. 덕성여자대학교 석사학위 논문

민병근 · 이길홍(1976) : 한국 청소년의 껌연양상. 중앙의대 신경정신과학교실

박명윤(1992) : 청소년 흡연실태와 대책. *한국학교보건학회지* 5(2) : 80-87

심은희(1989) : 서울특별시 여고생의 흡연실태. 연세대학교 보건대학원 보건학과 석사학위논문

우미경 · 이미숙(1999) : 교양 영양학 강좌 전후의 대학생의 식습관, 영양지식 및 영양태도 변화. *한국영양학회지* 32(6) : 739-745

이성숙 · 최인선 · 이경화 · 오승호(1998) : 항산화성 비타민 보충 급여가 흡연자의 혈액성상에 미치는 영향. *한국영양학회지* 31(3) : 289-296

이양자 · 이종호 · 박태선 · 김미경 · 김수연 · 윤지영 · 정은정(1998) : 항산화영양소와 건강. 연세대학교 식품영양과학연구소

임경숙 · 민연희 · 이태영 · 김영주(1999) : 영양교육에 의한 노인 영양증진전략 연구 : 효과분석. *지역사회영양학회지* 4(2) : 207-218

임응 · 김광휘 · 박월미 · 이홍수(1992) : 고교생 흡연실태 및 가족지능지수의 흡연과의 관계. *가정의학회지* 13(7) : 592-601

최지호 · 양운준 · 서홍관(1995) : 우리나라 의과대학생의 흡연실태 및 가족지능 지수와 흡연과의 관계. *가정의학회지* 13(7) : 592-601

하영호 · 이숙희 · 최현림 · 안형철(1996) : 우리나라 일부 군인의 흡연에 관한 실태. *가정의학회지* 17(3) : 214-221

Abei Hugo(1984) : Catalase in vitro. *Methods in enzymology. Academic Press* 105 : 121-126

Abou Sief MA(1996) : Blood antioxidant status and urine sulfate and thiocyanate levels in smokers. *J Biochem Toxicol* 11 : 3, 133-138

- Bolzan AD, Bianchi MS, Bianchi NO(1997) : Superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase activities in human blood. : influence of sex, age, and cigarette smoking. *Clin Bio Chem* 30 : 449
- Brown KM, Morrice PC, Arthur JR, Duthie GG(1996) : Effects of vitamin E supplementation on erythrocyte antioxidant defence mechanisms of smoking and non-smoking men. *Clin Sci(Colch)* 91(1) : 107-111
- Brown KM, Morrice PC, Duthie GG(1998) : Erythrocyte membrane fatty acid composition of smokers and non-smokers : effects of vitamin E supplementation. *Eur J Clin Nutr* 52(2) : 145-150
- Cao G, Russell RM, Lischner N, Prior RL(1998) : Serum antioxidant capacity is increased by consumption of strawberries, spinach, red wine or vitamin C in elderly women. *J Nutr* 128 : 2383-2390
- Deagen JT, Butler JA, Beilstein MA, Wharyer PD(1987) : Effects of dietary selenite, selenocysteine and selenomethionine on selenocysteine lyase and glutathione peroxidase activities and on selenium levels in rat tissues. *J Nutr* 117 : 91-98
- Do BK, Gerewal HS, Clements NC, Peng YM, Habib MP(1996) : Exhaled ethane and antioxidant vitamin supplements in active smokers. *Chest Jul* 110(1) : 159-164
- Duthie GG, Arthur JR, Beattie JA(1993) : Cigarette smoking, antioxidants, lipid peroxidation, and coronary heart disease. *Ann NY Acad Sci* 686 : 120-129
- Francene MS, Alan C(1998) : Antioxidant vitamin supplementation and lipid peroxidation in smokers. *Am J Clin Nutr* 68(2) : 319-327
- Gort AS, Imaly JA(1998) : Balance between endogenous superoxide stress and antioxidant defenses. *J Bacteriology* 180(6) : 1402-1410
- Grotkowski ML, Sims LS(1977) : Nutritional knowledge, attitudes, and dietary practices in the elderly. *J Am Diet Assoc* 72 : 499
- Harris ED(1992) : Regulation of antioxidant enzymes. *FASEB J* 6 : 2675-2683
- Kamal A-AM, Elkhafif M, Koraah S, Massoud A, Caillard JF(1992) : Blood superoxide dismutase and plasma malondialdehyde among workers exposed asbestos. *Am J Ind Med* 21 : 353-361
- Kim HY(1997) : Effect of supplementation of antioxidant nutrients against oxidant stress during exercise. *Kor J Nutr* 30(9) : 1061-1066
- Lewis M, Brun J, Talmage H, Rasher S(1992) : Teenagers and food choices : The impact of nutrition education. *JNE* 20 : 336-340
- Lloyd D(1999) : How to avoid oxygen. *Science* 286 : 249
- Marangon K, Herbeth B, Lecomte E, Dauphin AP, Grolier P, Chancerelle Y, Artur Y(1998) : Diet, antioxidant status, and smoking habits in French men. *Am J Clin Nutr* 67 : 231-239
- Markunmd S, Marklund G(1974) : Involvement of superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47 : 469-474
- Mettlin C(1984) : Epidemiologic studies on vitamin A and cancer. *Adv Nutr Res* 6 : 47-5000
- Mulholland CW, Strain JJ, Trinick TR(1996) : Serum antioxidant potential, and lipoprotein oxidation in female smokers following vitamin C supplementation. *Int J Food Sci Nutr* 47(3) : 227-231
- Nadif RP, Auburtin G, Dusch M, Porcher JM, Mur JM(1996) : Blood antioxidant enzymes as markers of exposure of effect in coal miners. *Occup Environ Med* 1996a 53 : 41-45
- Neumark-Sztainer D, Butler R, Palti H(1995) : Eating disturbances among adolescent girls : evaluation of a school-based primary prevention program. *JNE* 27 : 24-31
- Ohkawa H, Ohishi N, Aogi K(1979) : Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal Biochem* 95 : 351
- Pacht ER, Davis WB(1988) : Decreased ceruloplasmin ferroxidase activity in cigarette smokers. *J Lab & Clin Med* 111 : 661-668
- Paglia DE, Valentine WN(1967) : Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *J Lab & Clin Med* 70 : 158-169
- Pierce JP, Fiore MC, Novotny, TE, Hatziaandreu EJ, Davis RM(1989) : Trends in cigarette smoking in the United States. *J Am Med Assoc* 261 : 061-65
- Royal College of Physicians(1977) : Smoking health : 3rd Report, Tunbridge wells : pitman Medical
- Schosinsky KH, Lehmann HP, Beller ME(1974) : Measurement of ceruloplasmin from its oxidase activity in serum by use of o-dianisidine dihydrochloride. *Clin Chem* 20(12) : 1556-1563
- Sheri ZC, Keen CL, Leach RM, Hurley LS(1983) : Superoxide dismutase activity and lipid peroxidation in the rat-Developmental correlations affected by manganese deficiency. *J Nutr* 113 : 2498-2504
- Singh RJ, Goss SPA, Joseph J, Kalyanaraman B(1998) : Nitration of gamma-tocopherol and oxidation of alpha-tocopherol by copper-zinc superoxide dismutase/H₂O₂/NO₂⁻ : Role of nitrogen dioxide free radical. *National Academy of Sciences* 95(22) : 12912-12917
- Steinberg FM, Chait A(1998) : Antioxidant vitamin supplementation and lipid peroxidation in smokers. *Am J Clin Nutr* 68 : 319-327
- Sunderman FW, Nomoto S(1970) : Measurement of human serum ceruloplasmin by its p-phenylenediamine oxidase activity. *Clin Chem* 16(11) : 903-910