

채소혼합음료의 섭취가 남자 성인의 혈압, 항산화 효소 및 혈장지질 양상에 미치는 영향

김혜영¹ · 박유경² · 김태석³ · 강명희^{1*}

¹한남대학교 식품영양학과

²경희대학교 동서의학대학원 의학영양학과

³(주)풀무원 기술연구소 생물공학연구팀

The Effect of Green Vegetable Drink Supplementation on Blood Pressure, Erythrocyte Antioxidant Enzyme Activities and Plasma Lipid Profiles of Korean Male Subjects

Hye-Young Kim¹, Yoo Kyoung Park², Tae Seok Kim³ and Myung-Hee Kang^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Hannam University, Daejeon 306-791, Korea

²Dept. of Medical Nutrition, Kyunghee University, Seoul 130-701, Korea

³Biotechnology Team, Pulmuone Co., Ltd., Seoul 120-749, Korea

Abstract

The purpose of this study was to evaluate whether a daily regimen of green vegetable drink supplementation to male subjects improves the blood pressure and enhances other antioxidant enzyme status, lipid profiles and liver functionalities. Twenty nonsmokers and 19 smokers aged 23~60 were given 240 mL of green vegetable drink every day for 8 weeks in addition to their normal diet, and blood samples were drawn before and after the intervention. The 8 weeks of green vegetable drink consumption resulted in a significant decrease of diastolic blood pressure in smokers ($p<0.05$) as well as in nonsmokers ($p<0.01$), and systolic blood pressure in smokers ($p<0.05$). Erythrocyte superoxide dismutase (SOD) activity was significantly increased in both nonsmokers and smokers after the trials. Plasma total cholesterol (TC) level was decreased in smokers and plasma TC and LDL-cholesterol (LDL-C) levels were decreased in nonsmokers while triglyceride (TG) and HDL-cholesterol (HDL-C) was not affected in both nonsmokers and smokers by green vegetable drink consumption. Plasma glutamic pyruvic transaminase (GPT), a marker of liver function was significantly reduced in both nonsmokers and smokers and plasma glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) level was significantly reduced in nonsmokers after the supplementation. These results support the hypothesis that green vegetable drink exerts a blood pressure reducing effect and affects not only the activity of antioxidant enzymes, lipid profiles but also plasma GOT and/or GPT levels.

Key words: green vegetable drink, supplementation, blood pressure, superoxide dismutase (SOD), plasma lipid profiles

서 론

혈압 혹은 혈장지질 양상은 건강척도의 지표들이며, 혈압이나 혈장 콜레스테롤이 높을 경우 심혈관계 질환 위험도가 높아진다는 것은 잘 알려진 사실이다. 선행 연구들은 혈압이 높은 중년 환자들의 수축기혈압(SBP: systolic blood pressure)이 낮아지면 심혈관계 질환으로 인한 사망률도 따라서 낮아짐을 관찰하였으며(1), 혈압이 높거나 혈중지질 양상이 좋지 않은 사람들에게 필요한 초기의 치료의 일환으로써 정기적인 운동, 체중감소 또는 식이변화 등의 생활습관을 수정하는 접근방법이 최근에 권장되고 있다(2). 항산화성분의 함

량이 풍부한 채소와 과일을 섭취함으로써 얻게 되는 신체 내 항산화 영양상태 개선효과와 혈압 및 혈중지질 양상과의 관련성이 최근 제시되면서(3), 항산화 영양상태 개선에 따른 혈압 및 혈장지질 양상의 개선효과에 관한 연구들이 많이 시도되고 있으며(4,5), 우리나라에서도 포도주스 또는 녹즙의 섭취가 흡연자의 혈중지질 양상을 개선시킴이 보고되었다(6,7). 따라서 중년의 혈압감소 및 혈중지질 양상 개선을 위한 인체중재실험 전략에는 항산화식품의 섭취가 도움이 될 것으로 사료된다.

항산화식품을 섭취하면 우선 신체 내 산화스트레스를 감소시켜 항산화 영양상태가 개선됨으로 인해 항산화효소 수

*Corresponding author. E-mail: mhkang@hannam.ac.kr
Phone: 82-42-629-7491. Fax: 82-42-633-7491

준이 증가할 것을 예상할 수 있으며 지질과산화 정도가 감소함으로 인해 지질양상이 개선되고 혈압도 조절될 수 있을 것이다. 최근 페놀함량이 높은 올리브유를 섭취시킨 후 대상자의 산화 LDL 및 지질과산화 수준이 감소하고 glutathione peroxidase 활성도가 증가하였으며 고혈압환자에서의 수축기혈압도 감소하였음이 보고되었다(3). 또 고혈압환자의 식이처방으로써 식이섬유, K, Mg, Ca수준을 충분히 마련해줄 뿐 아니라 전곡, 과일 및 채소의 섭취를 늘려 phytochemical을 많이 섭취하도록 고안된 식사(DASH diet; The Dietary Approaches to Stop Hypertension diet)가 고혈압환자의 혈압을 낮추고 혈중지질수준을 감소시키는데 기여하였다는 보고도 있다(5). 우리나라에서 항산화식품 섭취 후에 항산화 영양상태와 함께 혈압의 감소효과와 혈장지질 양상의 개선효과를 보고한 논문으로는 최근 신선초 생녹즙 섭취 후에 흡연자의 혈압, 혈장지질 양상, 적혈구 SOD 및 catalase 활성도가 증가함이 보고되었으며(7,8), 포도주스 섭취 후에는 수축기와 이완기혈압, 혈장지질 양상 그리고 적혈구 catalase와 glutathione peroxidase 활성도가 증가하였음을 관찰한 연구들이 있다(6,9).

한편, 흡연은 체내에서 활성산소종(ROS)을 증가시키어 혈액 내 지질과 지단백의 변화, 산화된 LDL에 의한 내피세포의 손상 등을 유발하므로 심혈관질환 발병의 주요 위험인자로 여겨지고 있으며, 과도한 산화스트레스는 발암원인이 될 수도 있기 때문에 흡연으로 인한 산화적 손상의 방어기전으로는 항산화 영양상태의 개선이 제시되고 있다(7,9). 따라서 흡연자에게 항산화 영양상태를 개선시키는 일은 산화스트레스를 감소시키는 좋은 하나의 대안이 될 수 있다.

최근 건강에 대한 관심이 늘어나면서 신선한 생채소를 마쇄하여 흡수하기 쉽도록 제조된 생녹즙의 음용이 증가하고 있으며 생녹즙의 다양한 생리활성들이 밝혀지고 있으나 주로 *in vitro* 실험 및 동물실험이 많은 편이다(10-12). 녹즙을 동물에 투여한 결과 지질산화효과가 나타났고(13), 사멸화 탄소 투여 흰쥐의 GOT, GPT수치 감소효과가 나타난 것이 보고되었다(14). 인체시험으로는 신선초 녹즙의 항산화효과(7) 및 DNA손상 억제효과와 혈장지질 양상변화를 연구하여 보고(8)한 바가 있을 뿐, 녹즙을 함유하는 채소혼합음료의 생리활성을 인체시험을 통한 영양중재(nutrition intervention) 연구나 임상연구에 구체적으로 적용한 예는 거의 없는 실정이다.

녹즙은 일반적으로 쓴맛을 가지고 있어서 기호성이 떨어질 뿐 아니라, 싱싱한 채소로부터 매일 신선하게 제조하여 섭취하여야 하므로 제조, 보관 및 유통에 어려움이 있다. 이 문제를 해결하기 위해 녹즙의 원료가 되는 채소식품소재들을 이용하여 제조, 보관 및 유통에 편리한 채소혼합음료를 개발할 필요가 있다. 본 연구는 여러 채소의 녹즙을 주요성분으로 하여 개발된 음료인 채소혼합음료를 흡연자에게 투여하는 인체 영양중재 연구를 수행한 후 DNA손상, 항산화

영양상태, 혈압 및 혈장지질양상 등의 개선효과를 관찰하려는 목적으로 시도되었으며, 본 연구결과와 일부인 채소혼합음료의 DNA손상 개선효과는 이미 보고된 바 있다(15). 따라서 본 논문에서는 채소혼합음료 투여 후 대상자의 혈압, 항산화효소활성도, 혈장지질 양상 및 간 기능의 변화 양상을 알아보았으며 그 결과를 보고하려고 한다.

연구대상 및 방법

대상자의 설문, 신체계측 및 혈압측정

채소혼합음료가 흡연자의 혈압, 혈장 항산화효소 및 혈장 지질에 미치는 영향을 보기위한 본 인체 중재연구는 대전에 위치하고 있는 H대학교 교직원 및 인근 대덕구청 직원 중 23~60세의 비흡연 남성과 흡연 남성을 대상으로 실시되었으며, 2003년 4월부터 2003년 7월까지 8주간에 걸쳐 수행되었다. 조사에 응했던 42명 중 설문조사 결과 보충제를 섭취하는 사람, 질병이 있는 사람과 중도 포기한 사람을 제외한 39명(흡연자 19명, 비흡연자 20명)이 최종 대상자였다. 설문지에 포함된 내용은 나이, 건강상태 등 일반사항, 운동습관, 흡연 정도 및 알코올 섭취 정도, 비타민 영양제 복용에 관한 것 등이었다. 운동습관은 규칙적으로 운동을 하고 있는 사람에 한하여 운동횟수 및 한 번 운동할 때의 운동시간을 조사하여 1일 운동시간으로 환산하였다. 본 연구에서 사용한 음주량 단위는 현재 시판되고 있는 주종의 다양성을 고려하여 통일된 국제단위인 1 drink(100% alcohol 1/2 ounce, 약 14 g)/day를 사용하였으며, 이를 우리나라 술로 환산하면 소주 1컵(55 cc), 맥주 2홉들이 1병(350 cc), 막걸리 2홉에 해당되는 양이다. 신체계측조사로는 신장계와 체중계를 이용하여 신장과 체중을 측정된 후 BMI(body mass index)를 계산하였으며, 줄자로 허리둘레와 엉덩이둘레를 측정된 후 WHR(waist-hip ratio)을 구하였고, 체지방량은 생체임피던스 측정기(Biospace Co., Ltd. Inbody 2.0, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 대상자의 혈압은 아침 공복상태에서 수은혈압계를 이용하여 이완기혈압과 수축기혈압을 측정하였으며 2번 반복 측정된 값을 평균하여 사용하였다.

식이섭취조사

식이섭취조사는 채소혼합음료 섭취를 시작하기 전과 8주간의 섭취 후에 24시간 회상법을 이용하여 1대 1 면담법으로 실시하였다. 면담은 사전에 훈련받은 영양사에 의해 실시되었으며, 대상자들의 섭취분량을 회상하는데 도움을 주기 위해 food model 및 사진으로 보는 음식의 눈 대중량(16)을 제시하여 섭취한 모든 음식의 종류와 섭취량이 최대한 정확하게 조사하도록 하였다. 조사결과는 한국영양학회 부설 영양정보센터에서 제작한 CAN program 2.0 version을 이용하여 1일 영양소 섭취량으로 환산하였다. 대상자의 최근 한 달 동안 flavonoids 섭취량을 알아보기 위해 식품섭취빈도 조

사를 수행하였으며, 대상자 39명에게 반정량적 식품섭취빈도 조사를 분배하여 자가 작성하도록 지도하였다. 대상자의 1일 평균 flavonoids 섭취량은 조사대상자별로 각 식품의 1회 섭취량과 섭취빈도 값을 곱하여 개인의 1일 평균 식품섭취량을 계산한 다음, 식품별 flavonoids 함량 database를 이용하여 계산하였다. 반정량적 식품섭취빈도 조사지 및 식품의 flavonoids 함량 database는 선행연구(17)에서 개발된 것을 사용하였다. 채소혼합음료 섭취 전과 8주간 섭취 후 두 번에 걸친 채혈 일에 24시간 회상법에 의한 식이섭취조사, 식품섭취빈도 조사 및 신체계측조사가 동일하게 수행되었다.

채소혼합음료의 공급

본 연구에 사용한 채소혼합음료는 풀무원(주)에서 제공한 것으로 음료의 구성은 신선초(*Angelica keiskei*) 30%, 케일(kale) 30%, 울금(*Curcuma long L.*) 23%, 루이보스(*Asparagus linearis*) 17%였으며 이 원료들을 80°C에서 6시간 가열하여 다린 후에 여과 멸균하여 진공 포장한 것이다. 대상자들에게 총 8주 동안 하루에 2팩(총 240 mL)의 채소혼합음료를 매일 섭취하도록 하였으며, 실험기간 동안 일상적인 식습관이나 생활습관을 유지하도록 지도하였다. 대상자에게 제공된 채소혼합음료의 항산화 비타민 함량은 과학기술 분석센터에 의뢰하여 α -tocopherol, γ -tocopherol, β -carotene은 HPLC방법, vitamin C는 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNP)방법으로 분석하였다. 채소혼합음료의 비타민 C는 0.35 mg/100 mL, α -tocopherol, γ -tocopherol, β -carotene은 검출되지 않았다. 또한 식물성 식품 중 차류, 과일, 채소 등에 다량으로 함유되어 다양한 생리적 기능을 나타내는 것으로 알려진 total soluble phenolics 함량을 Randhir 등(18)의 방법으로 분석한 결과, 채소혼합음료에 1.72% 함유된 것으로 나타났다.

채혈 및 분석

혈액분석을 위하여 채소혼합음료 섭취 전과 8주 섭취 후 아침 공복상태에서 2번에 걸쳐서 채혈하였다. 실험대상자로부터 채혈한 혈액은 10 mL heparinated sterile tube(Vacutainer Becton Dickinson Co.)에 담아 실험실에 가져온 후, 1000 rpm에서 15분간 원심분리하여 상층의 PRP(platelet-rich plasma)를 취한 뒤 다시 3000 rpm에서 30분간 원심분리하여 상층의 PDP(platelet-deficient plasma)를 모아 혈장과 혈구를 분리하였다. 적혈구는 iso-osmotic phosphate buffered saline(pH 7.4)을 첨가하여 3000 rpm에서 10분간 원심분리를 세 번 반복한 뒤 buffer와 1:1로 희석하여 erythrocyte suspension으로 만들었다. Vitamin C 분석용 혈장을 제외한 혈장과 적혈구는 분석 항목별로 분주한 후 분석 전까지 -80°C 냉동고에 보관하였다.

적혈구 catalase 활성 측정: 대상자들의 적혈구 내 catalase의 분석은 UV/VIS spectrometer(Shimadzu UV-1601)

에 의해 수행되었다. 항산화효소의 일종인 catalase활성은 증류수로 용혈시킨 100 μ L의 적혈구에 50 mM phosphate buffer(pH 7.0)를 50 mL 둥근 플라스크에 넣고 섞었다. 이 중 2 mL를 취해 hydrogen peroxide를 첨가한 후 hydrogen peroxide 감소량을 240 nm, 20°C에서 30초간 측정함으로써 분석하였다(19).

적혈구 superoxide dismutase(SOD) 활성 측정: SOD의 활성은 적혈구의 현탁액을 증류수로 용혈시킨 후 500 μ L를 취하여 1 mL의 ethanol과 0.6 mL의 chloroform을 가하고 이를 3,000 U/min, 2분간 원심분리하였다. 그 상층액을 Tris-HCl buffer용액을 100 μ L씩 담아놓은 tube에 여러 농도로 나누어 넣고 잘 섞어서 37°C에서 10분간 배양한 후 20 μ L의 pyrogallol(1,2,3-trihydroxybenzol)을 첨가하여 pyrogallol이 수용액 내에서 황색으로 빠르게 자동산화하는 것을 이용하여 그 농도를 320 nm에서 180초간 측정하였다(20).

적혈구 glutathion peroxidase(GSH-Px) 측정: GSH-Px는 과산화물(t-butylhydroperoxide)에 의해 glutathione이 산화되는 반응을 촉매한다. 이 때 산화된 glutathione은 glutathione reductase와 NADPH의 존재 하에 다시 glutathione으로 환원되고 NADPH는 NADP로 산화된다. 이를 이용해 증류수에 용혈시킨 적혈구 10 μ L에 20 μ L의 glutathione, 100 μ L의 glutathione reductase, 100 μ L의 NADPH를 첨가한 후 37°C에서 10분간 배양한 후에 t-butylhydroperoxide를 넣고 340 nm, 25°C에서 90초 동안 NADPH 농도의 감소 정도를 측정하여 GSH-Px 활성을 측정하였다(21).

혈장지질 농도 측정: 혈장 total cholesterol, HDL-cholesterol 및 triglyceride 함량 수준은 kit(인화제약) 효소반응을 통해 반응시킨 후에 Photometric Auto Analyzer를 이용하여 분석하였고, LDL-cholesterol은 Friedwald(22)식을 이용하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{LDL-C (mg/dL)} = \text{TC} - (\text{HDL-C} + \text{TG}/5)$$

혈장 GOT, GPT 수준 분석: 간 기능을 나타내는 혈장 GOT(glutamic oxaloacetic transaminase)와 GPT(glutamic pyruvic transaminase) 수준은 kit 시약(인화제약)을 이용한 효소반응을 통해 반응시킨 후에 Photometric Auto Analyzer를 이용하여 분석하였다.

자료의 처리

모든 자료는 SPSS-PC+ 통계package(version 10.0)를 사용하여 처리하였다. 각 항목에 따라 백분율과 평균치±표준오차(SE)를 구하였고 각 군별로 유의성 검증을 위해서 일원배치 분산분석(ANOVA)을 시행하여 F값을 구하였고 LSD (least-significant-difference) test를 이용하여 각 군 간의 유의성 차이를 검증하였다. 두 군 간의 차이는 Student *t*-test와 paired *t*-test를 통해 유의성을 검증하였다. 모든 통계적 유의성은 $\alpha=0.05$ 수준에서 평가하였다.

Table 1. General characteristics of the subjects

Variables	Nonsmoker (n=20)	Smoker (n=19)	Significance ¹⁾
Age (years)	33.2±2.3 ²⁾	36.3±2.2	NS ³⁾
Range of age (years)	(20~60)	(25~53)	
Height (cm)	170.6±1.2	171.6±1.3	NS
Weight (kg)	69.8±1.5	70.5±2.0	NS
BMI (kg/m ²)	24.1±0.42	24.1±0.7	NS
WHR	0.84±0.01	0.86±0.01	NS
Body fat (%)	21.0±0.9	20.4±1.1	NS
Smoking habits			
Number of cigarettes smoked/day	-	20.1±1.6	-
Years smoked	-	15.9±2.3	-
Pack-years ³⁾	-	16.2±2.6	-
Drinking habits			
Drinker (n (%))	14 (70%)	18 (95%)	0.045
No. of drinking ⁴⁾ /day	15.2±4.7	41.3±9.0	0.016
Exercise habits			
Regular exercisers (n (%))	11 (55%)	11 (58%)	NS
Exercise time, min/day	17.9±2.2	28.8±8.0	NS

¹⁾Statistical significance between smoker and nonsmoker groups by χ^2 -test at $p < 0.05$.

²⁾Values are mean ± SE.

³⁾Not significant.

⁴⁾Pack years = (Cigarettes smoked/day × Years smoked)/20.

⁵⁾One drinking is a dose of alcoholic beverage that delivers half ounce of pure alcohol (1 drink = 8~12 oz of beer 1 oz of hard liquor).

결과 및 고찰

조사대상자의 일반특성 및 영양소섭취량의 비교

조사 대상자의 일반특성을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 본 연구대상자는 모두 남자성인으로서 나이는 23~60세 범주에 있었으며 평균나이는 비흡연자는 33.2세, 흡연자는 36.3세이었다. 흡연자의 흡연력은 15.9±2.3년이고, 이를 pack years(하루에 한 갑 피우는 것을 기준으로 한 흡연력)로 보면 16.2±2.6년이었으며 하루 평균 20.1±1.6개의 담배를 피우는 것으로 나타났다. 대상자 중 비흡연자는 70%, 흡연자는 95%가 음주를 하고 있었으며, 대상자의 음주량은 비흡연자가 15.2±4.7 drink/day, 흡연자가 41.3±9.0 drink/day이었다. 대상자 중 규칙적으로 운동을 하는 사람의 비율이 비흡연군은 55%, 흡연군이 58%로 나타났으며, 평균운동량은 비흡연군과 흡연군이 각각 17.9±2.2 min/day, 28.8±8.0 min/day로 두 군 간에 차이가 없었다. 채소혼합음료 섭취 전과 비교하였을 때 8주간의 채소혼합음료 섭취 후 조사 대상자의 체중, BMI, WHR 등은 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 1).

본 연구에서는 채소혼합음료를 섭취하는 동안 식이섭취에 변화가 있는지를 알아보기 위해 24시간 회상법으로 대상자들의 영양소섭취 실태를 조사하였다. 채소혼합음료 섭취 전후에 비타민 A, carotenes, retinol, 비타민 E, 비타민 C 및 flavonoids 섭취량에는 두 군 모두 변화가 없었다(Table 2).

Table 2. Daily intake of nutrients before and after green vegetable drink supplementation¹⁾

Nutrients	Nonsmoker (n=20)	Smoker (n=19)
Vitamin A (µgR.E)		
0 wk	691±69	561±101
8 wks	666±88	692±72
Significance ²⁾	NS ³⁾	NS
Carotene (µg)		
0 wk	2911±413	2310±463
8 wks	2859±412	3228±410
Significance	NS	NS
Retinol (µg)		
0 wk	133±14	109±8
8 wks	118±37	106±12
Significance	NS	NS
Vitamin E (mg α -TE)		
0 wk	10.1±1.2	9.4±1.2
8 wks	13.1±1.6	12.1±1.9
Significance	NS	NS
Vitamin C (mg)		
0 wk	69±4	80±24
8 wks	89±12	67±7
Significance	NS	NS
Flavonoids (mg)		
0 wk	72.0±15.4	53.6±6.9
8 wks	71.3±14.2	49.6±6.1
Significance	NS	NS

¹⁾All values are means ± SE.

²⁾Statistical significance between baseline (0 wk) and 8 weeks after the supplementation within each group by paired *t*-test, $p < 0.05$.

³⁾Not significant.

녹즙음료 섭취 전 baseline시점과 8주 동안의 섭취 후 시점에 서의 비흡연군과 흡연군의 비타민 A, carotenes, retinol, 비타민 E, 비타민 C 및 flavonoids 섭취량도 비흡연자에 비해 흡연자의 섭취량이 낮은 경향이 있었으나 유의적인 차이는 보이지 않았다.

채소혼합음료 섭취 후 혈압의 변화

8주 동안 채소혼합음료 섭취 후 비흡연자 및 흡연자의 이완기혈압과 수축기혈압의 변화를 본 결과는 Fig. 1과 같다. 음료 섭취 전과 후 모두 비흡연자와 흡연자와의 이완기/수축기혈압에 차이가 나타나지 않아 흡연상태에 따른 혈압 차이는 볼 수 없었다. 그러나 채소혼합음료 섭취 후에는 비흡연자의 수축기혈압이 88.25±1.71 mmHg에서 81.50±1.67 mmHg로 6.75 mmHg(7.6%) 감소하였고($p < 0.01$), 흡연자의 경우는 수축기혈압이 90.53±1.98 mmHg에서 85.26±2.08 mmHg로 5.27 mmHg(5.8%), 이완기혈압이 126.05±2.01 mmHg에서 122.11±2.11 mmHg로 3.94 mmHg(3.1%) 감소하는 결과를 보였다($p < 0.05$).

과일과 채소의 섭취는 미국과 북유럽에서 관상심장병의 위험률 감소와 관련이 있으며, 자유산소 라디칼의 생성과 항산화제의 결핍은 고혈압의 발생과 관련이 깊다고 보고되어 있다(4). 고혈압환자를 위한 과일과 채소 중심의 DASH (The Dietary Approaches to Stop Hypertension) diet는 고

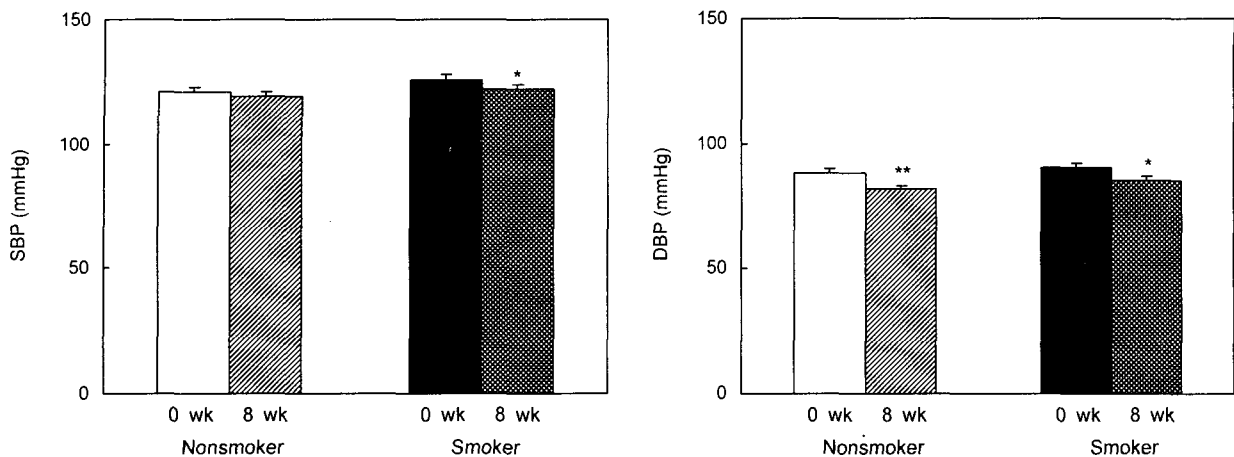


Fig. 1. Changes of blood pressure (SBP and DBP) of the subjects after green vegetable drink supplementation. Significantly different after the 8 weeks supplementation within groups by paired *t*-test, **p*<0.05 and ***p*<0.01.

혈압환자의 혈압을 낮추고 혈중지질수준을 감소시키는데 기여하였다는 연구보고가 있으며(5), Wilburn 등(23)은 고혈압을 치료하는 식이요인에 대한 고찰에서 수축기혈압이 9.0 mmHg 이상 감소하고 이완기혈압이 5.0 mmHg 이상 감소하는데 기여하는 식이요인으로 coenzyme Q10, 생선기름, 마늘, 비타민 C 그리고 L-arginine을 꼽을 수 있다고 하였다. Aviram 등(24)은 경동맥 협착증을 가지고 있는 동맥경화환자에게 pomegranate 주스를 1년 동안 먹인 후 경동맥 병변의 진전과 산화스트레스 정도 및 혈압의 변화를 관찰한 결과, 대조군에 비해 주스 섭취군에서 경동맥 병변과 혈압이 각각 30%와 21% 감소하였으며, 혈장 LDL 산화정도도 90% 감소하였을 뿐 아니라 총 항산화능(TAS)은 130% 증가하였다고 보고하였다. 이와 같이 채소와 과일 등의 항산화식품 섭취가 심혈관계 질환의 위험 감소, 특히 혈압의 감소효과에 기여하는 기전 중 하나로 항산화식품 중 flavonoids가 혈소판과 endothelial에서의 nitric oxide 생산을 촉진하는 것이 제안되고 있다(25). 일반적으로 심장병환자들에게서 관상동맥의 endothelial 기능이 손상되어 있음이 관찰되고 있는데(26), 포도주스나 적포도주 등 항산화식품에 들어있는 flavonoids는 동물모델에서 endothelial에서의 nitric oxide(NO) 생산을 증가시킴으로써 인접한 혈관 평활근세포를 이완시키는 작용을 통하여 혈압을 낮출 수 있으므로 채소와 과일 등 flavonoids가 풍부한 항산화식품의 섭취는 혈압을 감소시킬 가능성이 있을 것이다(25). 실제로 본 연구실에서도 flavonoids가 풍부한 포도주스의 섭취 후에 흡연자(6) 및 고혈압성인(27)에게서 혈압의 감소가 나타남을 보고한 바 있다. 본 연구결과 채소혼합음료 섭취 후에 혈압이 감소한 것도 채소혼합음료 중에 풍부하게 들어있는 flavonoids성분으로 인한 것으로 추정해 볼 수 있다. 본 연구결과 채소혼합음료 섭취 후에 수축기혈압은 5.3(흡연자)~6.8(비흡연자) mmHg, 이완기혈압은 3.9 mmHg(흡연자)정도 유의적으로 감소하였다. 물론 대상자의 혈압이 정상범위에 있었으므로 채소혼합

음료 섭취 후에 나타나는 이러한 혈압의 감소가 큰 의미를 가지기는 어려우나, 미국의 국가고혈압프로그램(The US National High Blood Pressure Education Program)의 자료에 따르면 수축기혈압을 5 mmHg 낮추었을 때 뇌졸중으로 인한 사망률을 14% 감소시키고 심장병으로 인한 사망률을 9% 감소시키며 전체적인 사망률은 7%를 감소시키는 효과가 있다는 보고(28)를 고려해볼 때 채소혼합음료의 섭취는 고혈압을 포함한 만성질환의 위험에 대한 광범위한 예방효과가 있을 가능성을 생각해볼 수 있다.

채소혼합음료 섭취 후 적혈구 항산화효소 활성도 변화

생체 내에는 산화스트레스가 증가할 때 생성되는 유리 라디칼과 지질과산화물을 차단하여 그 생성물의 발생을 억제하는 방어기전으로서 항산화계 효소들이 있다. 담배 연기에는 tar, nicotines를 비롯한 다양한 발암원이 다량 함유되어 있으므로 흡연을 하게 되면 신체 내에서 광범위한 해로운 활성을 가진 활성산화물질(reactive oxygen species, ROS)의 생산이 비정상적으로 높아지게 된다. 또한 peroxy radical, nitrogen dioxide, superoxide anion 등 다량의 free radical을 생성하기 때문에 free radical에 의한 산화를 최소화 유지하는 것이 중요하며, 산화·환원의 균형을 유지하기 위하여 항산화효소들이 작용한다(29).

본 연구에서 비흡연자 및 흡연자들에게 채소혼합음료를 복용시킨 후 적혈구 항산화효소 활성도 정도의 변화가 나타나는지 살펴본 결과는 Table 3과 같다. 영양중재 연구시작 전(0 week) baseline 시점에서의 적혈구 항산화효소 활성도를 비교해 보면, GSH-Px 및 catalase 활성도는 흡연에 따른 차이가 보이지 않았는데 비해 흡연자의 SOD활성이 비흡연자보다 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 100명의 비흡연자, 간접흡연자, 직접흡연자들을 대상으로 적혈구 항산화효소 활성도를 측정된 결과 간접흡연자 및 직접흡연자에게서 비흡연자에 비해 적혈구 SOD 및 catalase

Table 3. Erythrocyte SOD, GSH-Px, and catalase activities of the subjects after green vegetable drink supplementation¹⁾

Variables	Nonsmoker (n=20)	Smoker (n=19)
SOD (U/gHb)		
0 wk	1985±27.1	1889±28.3 [#]
8 wks	2030±29.3	1943±32.8
Significance	*	*
GSH-Px (U/gHb)		
0 wk	29.25±1.65	29.27±1.13
8 wks	29.87±1.70	29.84±1.49
Significance	NS ²⁾	NS
Catalase (k/gHb)		
0 wk	38.3±1.05	40.2±1.30
8 wks	38.9±1.68	39.3±1.35
Significance	NS	NS

¹⁾All values are means±SE.

²⁾Not significant.

[#]Statistical significance between nonsmoker and smoker groups by independent *t*-test, *p*<0.05.

*Statistical significance between baseline (0 wk) and 8 weeks after the supplementation within each group by paired *t*-test, *p*<0.05.

활성도가 낮은 반면 GSH-Px 활성도는 차이가 없었다고 보고한 Yildiz 등(30)의 연구와 부분적으로 일치하는 것이다. 실제로 Zhou 등(31)의 연구에서도 항산화효소의 활성을 저하시키는 요인으로 흡연을 들고 있으며 흡연을 하게 되면 담배 중의 자유유리기로 인해 산화스트레스가 증가하여 체내 산화/항산화 균형을 깨뜨림으로써 항산화효소 활성도를 낮추는 것으로 생각된다.

8주 동안의 채소혼합음료 섭취 후의 적혈구 SOD활성도 변화를 비교해 보면, 비흡연군이 음료 섭취 전 1985±27.1 U/gHb에서 섭취 후 2030±29.3 U/gHb로, 흡연군이 섭취 전 1889±28.3 U/gHb에서 섭취 후 1943±32.8 U/gHb로 각각 유의적으로 증가하였다(*p*<0.05). 이에 비해 적혈구 catalase 및 GSH-Px 활성도는 비흡연군과 흡연군 모두 채소혼합음료 섭취 전과 후에 유의적인 변화가 나타나지 않았다 (Table 3).

본 연구결과, 8주간 채소혼합음료 섭취 후 SOD활성도가 증가한 것으로 나타났는데 이와 같은 결과는 녹즙을 보충시켜 항산화효소의 활성변화를 본 선행 영양중재 연구들과 부분적으로 비슷한 양상을 보였다. 먼저 흡연자에게 신선초 생녹즙을 보충한 선행 연구(8)에서는 GSH-Px 활성도의 변화는 나타나지 않았으나 적혈구 SOD, catalase활성은 증가하였다. 반면, 고지혈 대상자에게 케일 생녹즙을 3개월간 보충시킨 결과, 고지혈증 대상자들의 GSH-Px 수준이 녹즙섭취 후 유의적으로 증가하였다는 보고(32)도 있다. Hininger 등(33)은 carotenoids를 다량 함유하고 있는 채소 및 과일을 공급한 후 흡연자의 항산화효소 활성 변화를 보았는데, 비흡연자에서 2주간 채소와 과일을 보충시켰을 때 적혈구 SOD 활성이 유의적으로 증가하였지만 흡연자군에서는 변화를 보이지 않았다고 보고하였다. 한편 흡연자와 비흡연자에게

포도주스를 8주간 공급한 선행연구(9)에서 흡연, 비흡연자 모두 적혈구 catalase가 증가하였으나 SOD와 GSH-Px 활성도는 변화가 없었다.

본 연구결과 채소혼합음료 섭취 후에 흡연에 관계없이 대상자의 적혈구 SOD활성도의 증가가 관찰되었는데, 인체 세포 내 산화스트레스가 증가하면 항산화과정의 제일 일선에서 작용하는 GSH pool이 고갈되기도 하지만(34), SOD와 catalase효소들도 세포내에서 ROS와 지질과산화 산물들을 제거함으로써 자유유리기로 인한 피해로부터 세포를 보호해 주는 작용이 있음을 생각해볼 때, 채소혼합음료의 섭취는 녹즙음료 중 항산화소재의 직접적인 항산화작용, 혹은 superoxide anion과 H₂O₂ 독성을 완화시키기 위한 항산화효소 활성도의 촉진 등을 통하여 세포 내 산화스트레스를 감소시키는 효과가 있는 것으로 생각해볼 수 있다.

현재까지 앞에서 언급한 케일과 신선초 생녹즙, 포도주스를 보충 섭취시키는 영양중재연구 외에 국내에서 흡연자의 항산화효소 활성을 증진시키고자 수행된 식이보충 영양중재 연구는 거의 없으며, 가열된 채소음료를 이용하여 항산화효소에 대한 식이보충 영양중재 효과를 본 연구는 보고되지 않고 있다. 따라서 채소혼합음료 섭취 후 적혈구 SOD효소활성이 증가한 본 연구결과는 생녹즙이 아닌 가열된 채소혼합음료의 섭취를 통해서도 흡연자의 항산화효소 활성증진 효과가 나타날 수 있다는 것을 말해준다.

채소혼합음료 섭취 후 혈장지질수준의 변화

채소혼합음료 섭취 후 대상자의 혈장지질 양상을 관찰한 결과는 Table 4와 같다. Baseline시점에서의 흡연에 따른 혈

Table 4. Changes of plasma lipid profile by green vegetable drink supplementation¹⁾ (mg/dL)

Variables	Nonsmoker (n=20)	Smoker (n=19)
Triglyceride		
0 wk	83.9±5.4	130.9±16.4 [#]
8 wks	82.6±2.3	121.1±14.7 [#]
Significance	NS ²⁾	NS
Total cholesterol		
0 wk	138.0±6.3	148.6±7.7
8 wks	132.6±5.3	142.4±6.7
Significance	*	*
LDL-C		
0 wk	77.9±5.8	83.5±7.0
8 wks	71.2±5.2	79.4±6.1
Significance	*	NS
HDL-C		
0 wk	43.4±1.6	38.9±1.8
8 wks	44.9±1.9	38.8±2.3 [#]
Significance	NS	NS

¹⁾All values are means±SE.

²⁾Not significant.

[#]Statistical significance between nonsmoker and smoker groups by independent *t*-test, *p*<0.05.

*Statistical significance between baseline and 8 weeks after the supplementation within each group by paired *t*-test, *p*<0.05.

장지질 양상을 보면, 혈장중성지방(TG) 수준이 비흡연자에 비해 흡연자에서 유의하게 높았으나($p < 0.05$), 다른 지질양상은 흡연에 따른 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 결과는 흡연자의 혈장중성지방이 비흡연자보다 유의하게 높게 나타난 Chopra 등(35)의 연구결과, 또 흡연자와 비흡연자 사이에 혈장 TC, LDL-C, HDL-C수준의 유의적인 차이가 나타나지 않았다고 한 Siekmeier 등(36)의 보고와 일치하나, 대상자의 혈장지질수준이 모두 정상범위에 속하였으므로 큰 의미는 없다고 생각된다.

8주 동안 영양중재 실험 후 혈장지질수준의 변화를 보면, 채소혼합음료 섭취 전과 후에, 혈장 TG 및 HDL-C 수준은 비흡연자와 흡연자 모두 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 그러나 혈장 TC수준은 비흡연자의 경우 채소혼합음료 섭취 전 138 ± 6.25 mg/dL에서 섭취 후 132.6 ± 5.25 mg/dL로, 흡연자의 경우 채소혼합음료 섭취 전 148.6 ± 7.73 mg/dL에서 섭취 후 142.4 ± 6.67 mg/dL로 각각 유의적인 감소를 보였다($p < 0.05$). 마찬가지로 비흡연자의 혈장 LDL-C 수준도 채소혼합음료 섭취 전 77.85 ± 5.79 mg/dL에서 채소혼합음료 섭취 후 77.16 ± 5.19 mg/dL로 유의적인 감소를 보였으나($p < 0.05$) 흡연자의 경우는 섭취 전후에 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 흡연자를 대상으로 신선초 생녹즙을 보충시킨 결과, 혈장 TC, LDL-C수준이 유의적인 감소를 보였다는 보고(8), 그리고 고지혈 위험 소지자를 대상으로 케일 녹즙을 보충시킨 결과 혈장 HDL-C은 증가하고 LDL-C 수준은 감소하였다는 연구보고(32)와 부분적으로 일치하는 결과이다. 본 연구에서 채소혼합음료의 섭취로 인해 흡연자를 포함한 전 대상자의 혈장 TC 및 비흡연자의 LDL-C수준을 감소시킬 수 있었는데 이로써 녹즙을 기본성분으로 하여 개발한 채소혼합음료에 혈장지질을 개선시키는 좋은 효과가 있음을 알 수 있었다. 녹즙을 가열하여 만든 혼합음료의 혈장지질 개선효과를 본 연구는 국내외적으로 현재까지 보고

되지 않고 있으며, 다만 포도주스를 흡연자에게 보충시켰을 때 혈중 TC 및 HDL-C수준이 증가했다는 보고(6), 흡연자에게 동결 건조한 tea 3 g을 따뜻한 물(900 mL)에 우려내서 4주 동안 보충시켰을 때 혈장 TG, LDL-C, HDL-C수준이 유의적으로 변화하지 않았다는 보고 등(37)이 있다.

채소혼합음료 섭취 후 혈장 GOT, GPT의 변화

채소혼합음료 섭취 후 흡연자의 혈장지질 상태가 개선된 것으로 보아 지질대사의 항상성을 조절하는 주요기관인 간의 기능도 개선될 수 있으리라는 가정 하에 혈장 GOT(glutamic oxaloacetic transaminase)와 GPT(glutamic pyruvic transaminase) 활성 정도의 변화를 살펴보았다(Fig. 2). GOT, GPT는 간질환을 진단할 때 이용할 수 있는 지표로서 GOT는 AST(aspartic acid transaminase)로, GPT는 ALT(alanine transaminase)로 표현되기도 하며 혈중 GOT, GPT의 상승은 이들이 분포하고 있는 간의 세포변성 및 괴사를 반영하는 것으로 흡연자에서 이들 지표가 높다고 보고된 바 있다(38).

본 연구대상자의 채소혼합음료 섭취 전후 GOT, GPT값은 모두 정상범위(35 U/L이하)에 속하였으며, 채소혼합음료 섭취 전 혈장 GOT 및 GPT수준은 비흡연자와 흡연자 사이에 차이가 나타나지 않았다. 8주 동안의 채소혼합음료 섭취 전후를 비교해보면, 먼저 비흡연자의 경우 혈장 GOT($p < 0.01$)와 GPT($p < 0.05$) 모두 섭취 후에 유의적으로 감소하였다. 흡연자의 경우는 혈장 GOT수준은 섭취 전후에 차이가 나타나지 않았으나 혈장 GPT수준은 채소혼합음료 섭취 전에 비해 섭취 후에 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 따라서 8주간의 채소혼합음료 섭취는 비흡연자와 흡연자의 간 기능 개선에 유익한 효과가 있음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 녹즙이 사염화탄소를 투여한 흰쥐의 간 손상을 개선한다고 보고한 Jung 등(14)의 실험결과로 뒷받침될 수 있으나, 연구대상자의 채소혼합음료 섭취 전 간 기능 수치가 모두 정상수치였으므로 이 결과에 임상적인 의미를 부여하기는

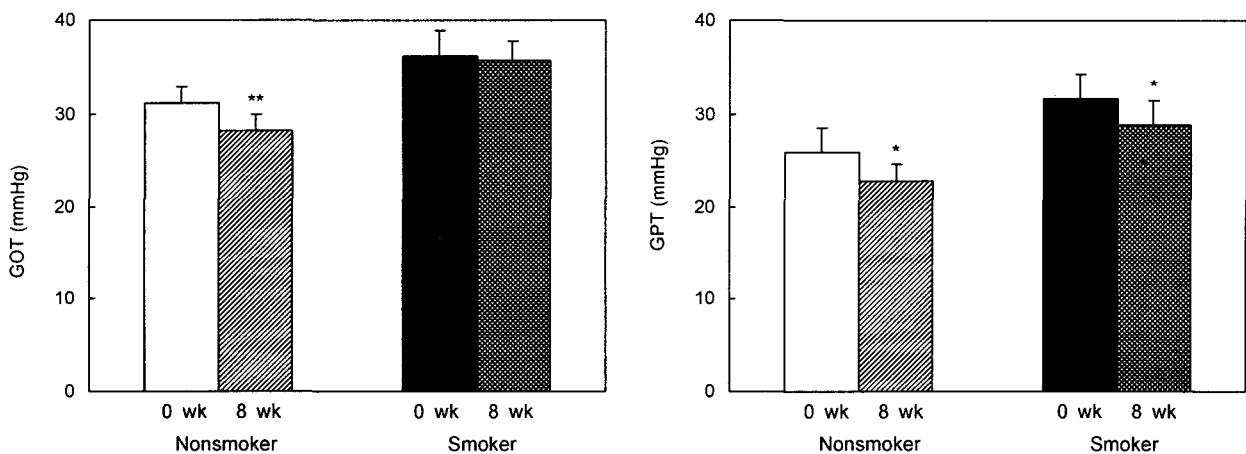


Fig. 2. Changes of plasma GOT and GPT levels of the subjects after vegetable drink supplementation, mean \pm SE. Significantly different after the 8 weeks supplementation within groups by paired *t*-test, * $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$.

어렵다. 앞으로 체내 GOT, GPT값이 비정상적으로 높은 흡연자들을 대상으로 채소혼합음료의 간 기능 개선효과에 대한 연구가 좀 더 활발히 진행되어야겠다.

요 약

흡연은 체내에서 활성산소종(ROS)을 증가시켜 혈액 내 지질과 지단백의 변화, 산화된 LDL에 의한 내피세포의 손상 등을 유발하므로 심혈관질환 발병의 주요 위험인자로 여겨지고 있으며, 과도한 DNA의 산화는 발암원인이 될 수도 있기 때문에 흡연으로 인한 산화적손상의 방어기전으로는 항산화 영양상태의 개선이 제시되고 있다. 본 연구에서는 비흡연자 20명과 흡연자 19명을 대상으로 채소혼합음료를 8주간 매일 240 mL씩 보충 섭취시킨 후, 혈압과 항산화효소 활성도, 지질양상에 대한 개선효과를 관찰하였다. 채소혼합음료 섭취 후에 대상자의 수축기혈압은 흡연자 5.3 mmHg (5.8% 감소), 비흡연자 6.8 mmHg(7.6% 감소)로 유의적으로 감소하였으며, 이완기혈압은 흡연자에게서 3.9 mmHg(3.1% 감소) 감소하였다. 적혈구 내 항산화효소인 SOD활성은 채소혼합음료 섭취 후에 두 군 모두 증가하였으나, GSH-Px, catalase 활성은 두 군 모두 변화를 보이지 않았다. 혈장지질 양상은 채소혼합음료 섭취 후에 비흡연자의 혈장 TC, LDL-C 이 감소하였고 흡연자에서는 혈장 TC 수준이 감소하였다. 한편, 간 기능을 살펴본 결과, 채소혼합음료 섭취 후에 비흡연군에서는 GOT, GPT, 흡연군에서는 GPT가 각각 감소하였다. 본 연구에서 대상자에게 채소혼합음료를 섭취케 한 후 혈압, 항산화 효소, 혈장지질 양상 및 간 기능수치 등 여러 지표의 개선효과를 관찰할 수 있었는데 이로부터 하루에 240 mL씩의 채소혼합음료의 섭취가 흡연자뿐만 아니라 비흡연자의 산화적손상과 관련된 질병을 예방하기 위한 건강에 유익한 방법 중 하나로 제시될 수 있을 것으로 사료된다. 앞으로는 새로이 개발된 건강기능식품의 생리효과를 검증하기 위한 실험을 수행하고자 할 경우, 정상인뿐 아니라 혈압, 지질양상 및 간 기능 등 각 항목의 고위험자를 대상으로 하는 연구도 광범위하게 수행되어야 하리라고 본다.

감사의 글

본 연구는 2002~2003년도 산업자원부의 신기술실용화과제 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

문 헌

1. He J, Whelton P. 1999. Elevated blood pressure and risk of cardiovascular and renal disease: overview of evidence from observational epidemiologic studies and randomized controlled trials. *Am Heart J* 138: S211-S219.
2. Moser M, Cheitlin M, Gifford R. 1998. Treatment of high

- blood pressure: A position paper from the Society of Geriatric Cardiology. *Am J Geriatric Cardiology* 7: 41-42.
3. Fito M, Cladellas M, de la Torre R, Marti J, Alcantara M, Pujadas-Bastardes M, Marrugat J, Bruguera J, Lopez-Sabater MC, Vila J, Covas MI. 2005. Antioxidant effect of virgin olive oil in patients with stable coronary heart disease: a randomized, crossover, controlled, clinical trial. *Atherosclerosis* 181: 149-158.
4. Sankar D, Sambandam G, Ramakrishna Rao M, Pugalendi KV. 2005. Modulation of blood pressure, lipid profiles and redox status in hypertensive patients taking different edible oils. *Clin Chim Acta* 355: 97-104.
5. Most MM. 2004. Estimated phytochemical content of the dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet is higher than in the control study diet. *J Am Diet Assoc* 104: 1725-1727.
6. Kim JS, Kim HY, Park YK, Park E, Kang MH. 2004. The effects of purple juice supplementation on blood pressure, plasma lipid profile and free radical levels in Korean smokers. *Korean J Nutr* 37: 455-463.
7. Kim JS, Kim HY, Park YK, Kim TS, Kang MH. 2003. The effects of green vegetable juice (*Angelica Keiskei*) supplementation on plasma lipids and antioxidant status in smokers. *Korean J Nutr* 36: 933-941.
8. Kang MH, Kim JS, Park YK, Kim TS. 2003. The effect of green juice supplementation on antioxidant defecse system and lymphocytes DNA damage in middle-aged Korean smokers. *Genetics and Molecular Biology, Supplement* (4th ICEMHP, Brazil) 26(2): 71.
9. Park E, Kim JS, Jeon EJ, Kim HY, Park YK, Kang MH. 2004. The effects of purple grape juice supplementation on improvement of antioxidant status and lymphocyte DNA damage in Korean smokers. *Korean J Nutr* 37: 281-290.
10. Lee SM, Park KY, Lee SH. 1997. Antimutagenic effect and active compound analysis of kale juice in salmonella assay system. *Korean J Food Sci Technol* 26: 965-971.
11. Jeon EJ, Kim JS, Park YK, Kim TS, Kang MH. 2003. Protective effect of yellow-green vegetables juices on DNA damage in chinese hamster lung cell using comet assay. *Korean J Nutr* 36: 24-31.
12. Okuyama T, Takata M, Takayasu J, Hasegawa T, Tokuda H, Nishino A, Nishino H, Iwashima A. 1991. Anti-tumor-promotion by principles obtained from *Angelica keiskei*. *Planta Med* 57: 242-246.
13. Chung SY, Kim SH, Kim HS, Kang JS, Chung HS, Kim KJ, Kim HJ. 1990. Effects of water soluble extract of *Ganoderma lucidum*, kale juice and sodium dextrothyroxine on hormone and lipid metabolism in hypercholesterolemic rats I. concentrations of triiodothyronine, thyroxine, blood sugar and lipid composition in serum. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 381-389.
14. Jung HK, Park PS, Huh NC, Kim SO, Kim KS, Lee MR. 1998. Inhibitory effect of *Angelica keiskei* Koidz green juice on the liver damage in CCl₄-treated rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 531-536.
15. Kim HY, Park YK, Kim TS, Kang MH. 2006. The effect of green vegetable drink supplementation on cellular DNA damage and antioxidant status of Korean smokers. *Korean J Nutr* 39: 18-27.
16. Korean Dietetic Assoc. 1999. Photo Collection of Estimated Food Weight.
17. Park YK, Kim YA, Park EJ, Kim JS, Kang MH. 2002. Estimated flavonoids intake in Korean adults using semi-quantitative food-frequency questionnaire. *Korean J Nutr* 35: 1081-1088.

18. Randhir, Shetty P, Sheety K. 2002. L-DOPA and total phenolic stimulation of dark germinated fava bean in response to peptide and phytochemical elicitors. *Process Biochemistry* 37: 1247-1256.
19. Aebi H. 1974. Catalase. In *Methods of enzymatic analysis*. Bergmeyer HU, ed. Verlag Chemie, Weinheim. p 673-678.
20. Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474.
21. Beutler E. 1984. Glutathione peroxidase. In *Red cell metabolism: A manual for biochemical methods*. Verlag Grune and Straton, New York. p 71-73.
22. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. 1972. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502.
23. Wilburn AJ, King DS, Glisson J, Rockhold RW, Wofford MR. 2004. The natural treatment of hypertension. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 6(5): 242-248.
24. Aviram M, Rosenblat M, Gaitini D, Nitecki S, Hoffman A, Dornfeld L, Volkova N, Presser D, Attias J, Liker H, Hayek T. 2004. Pomegranate juice consumption for 3 years by patients with carotid artery stenosis reduces common carotid intima-media thickness, blood pressure and LDL oxidation. *Clin Nutr* 23: 423-33.
25. Fitzpatrick DF, Hirschfield SL, Coffey RG. 1993. Endothelium-dependent vasorelaxing activity of wine and other grape products. *Am J Physiology* 265: H774-H778.
26. Takase B, Uehata A, Akima T, Nagai T, Nishioka T, Hamabe A, Satomura K, Ohsuzu F, Urita A. 1998. Endothelium-dependent flow-mediated vasodilation in coronary and brachial arteries in suspected coronary artery disease. *Am J Cardiology* 82: 1535-1539.
27. Park YK, Kim JS, Kang MH. 2004. Concord grape juice supplementation reduces blood pressure in Korean hypertensive men: double-blind, placebo controlled intervention trial. *BioFactors* 22: 145-147.
28. NIH Publication No. 98-4080. 1997. The 6th Report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure, Nov.
29. Pryor WA, Stone K. 1993. Oxidants in cigarette smoke. Radicals, hydrogen peroxide, peroxyxynitrate, and peroxyxynitrite. *Ann N Y Acad Sci* 686: 12-27.
30. Yildiz L, Kayaoglu N, Aksoy H. 2002. The changes of superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase activities in erythrocytes of active and passive smokers. *Clin Chem* 40: 612-615.
31. Zhou JF, Yan XF, Guo FZ, Sun NY, Qian ZJ, Ding DY. 2000. Effects of cigarette smoking and smoking cessation on plasma constituents and enzyme activities related to oxidative stress. *Biomed Environ Sci* 13: 44-55.
32. Kwon SM, Yoon S, Kim SY, Park KS, Yeoh IH, Choi I, Lee YJ. 2000. Study on lipid lowering effect of green vegetable juice. Symposium of Korean Nutritional Society, Oct. (Abst.) p 84.
33. Hininger I, Chopra M, Thurnham DI, Laporte F, Richard MJ, Favier A, Roussel AM. 1997. Effect of increased fruit and vegetable intake on the susceptibility of lipoprotein to oxidation in smokers. *Eur J Clin Nutr* 51: 601-606.
34. Dumaswala W, Zhup L, Jacobson DW, Jain SK, Sukalski KA. 1999. Protein and lipid oxidation of banked human erythrocytes: role of glutathione. *Free Rad Biol Med* 27: 1041-1049.
35. Chopra M, O'Neill ME, Keogh N, Wortley G, Southon S, Thurnham DI. 2000. Influence of increased fruit and vegetable intake on plasma and lipoprotein carotenoids and LDL oxidation in smokers and nonsmokers. *Clin Chem* 46: 1818-1829.
36. Siekmeier R, Wulfroth P, Wieland H, Gross W, Marz W. 1996. Low-density lipoprotein susceptibility to in vitro oxidation in healthy smokers and nonsmokers. *Clin Chem* 42: 524-530.
37. Princen HM, van Duyvenvoorde W, Buytenhek R, Blonk C, Tijnburg LB, Langius JA, Meinders AE, Pijl H. 1998. No effect of consumption of green and black tea on plasma lipid and antioxidant levels and on LDL oxidation in smokers. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 18: 833-841.
38. Lawlor DA, Sattar N, Smith GD, Ebrahim S. 2005. The associations of physical activity and adiposity with alanine aminotransferase and gamma-glutamyltransferase. *Am J Epidemiol* 161: 1081-1088.

(2005년 12월 23일 접수; 2006년 3월 2일 채택)