

건강한 남자 대학생에서 민들레즙 보충이 알코올에 의한 산화적 스트레스 및 숙취에 미치는 효과

노경희¹ · 장지현¹ · 김진주² · 신진혁¹ · 김동규³ · 송영선^{1*}

¹인제대학교 BK21 식의약생명공학과, 식품과학연구소 및 바이오헬스 소재 연구센터
²(주)벙스코아
³인제대학교 의생명화학학과

Effect of Dandelion Juice Supplementation on Alcohol-Induced Oxidative Stress and Hangover in Healthy Male College Students

Kyung-Hee Noh¹, Ji-Hyun Jang¹, Jin-Ju Kim², Jin-Hyuk Shin¹,
Dong-Kyoo Kim³, and Young-Sun Song^{1*}

¹BK21 Center of Smart Foods and Drugs, Food Science Institute, and Biohealth Product Research Center, Inje University, Gyeongnam 621-749, Korea

²BexCore, Asan Institute for Life Sciences, Asan Medical Center, Seoul 138-736, Korea

³Dept. of Biomedical Chemistry, Inje University, Gyeongnam 621-749, Korea

Abstract

This study was designed to investigate the effect of dandelion juice supplementation on attenuation of oxidative stress and hangover after drinking alcohol in healthy college male students. This human trial was conducted by two phase cross over design with two weeks wash out period. The subjects (age 24~28 years) were volunteers who had more than 72 g of ethanol drinking capacity. Dandelion group was given dandelion juice 220 mL daily for 7 days. Biochemical markers were determined in blood samples taken at 0 and 150 minutes after administration 72 g of alcohol. The levels of plasma glutamic oxaloacetic transaminase, glutamic pyruvic transaminase, lactate dehydrogenase and bilirubin, the indicators of liver cell damage, were not significantly different between groups. No significant differences in lymphocyte DNA damage level between groups was observed. However, plasma acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) and high density lipoprotein cholesterol levels were significantly ($p<0.01$) increased in dandelion supplemented group compared to that of control group. Furthermore, activities and protein expressions of glutathione-reductase and catalase of erythrocytes were significantly elevated in dandelion supplemented group compared to that of control group. From the above results, it is concluded that dandelion juice supplementation can reduce oxidative stress and hangover syndrome through the elevation of ALDH and antioxidative enzyme system in healthy male adults.

Key words: dandelion juice supplementation, oxidative stress, hangover, acetaldehyde dehydrogenase

서 론

민들레로 알려진 *Taraxacum* 속 몇몇 식물은 지방 및 자궁암과 같은 여성 질환과 간 질환을 치료하기 위한 전통적인 약재로 사용되어 왔다(1). 민들레는 간, 췌장, 위장의 기능을 개선하고 주로 이뇨제로, 동시에 혈액과 간의 청소부로서 역할을 한다(2). 민들레의 활성물질은 담즙분비를 증대시키기 때문에 혈청 콜레스테롤과 중성지방(TG) 수준을 감소시키며 대부분의 생리적 활성 성분은 sesquiterpenic lactones, biotin, inositol, 비타민 B, C, D, E와 P이며 민들레 잎에는 당근보다 더 많은 β -carotene을, Fe과 Ca은 시금치

보다 더 많이 함유하고 있다(2). 건조한 민들레의 잎과 뿌리는 특히 폴리페놀화합물 중 플라보노이드, 루테올린, 시나믹산, 쿠마린, 타락사스테롤 등의 성분 및 엽록소와 비타민 C가 많이 함유되어 있다(3).

알코올은 뇌의 중추신경에 작용하여 기분을 좋게 하고 피로움을 잊을 수 있어 고대에는 알코올이 모든 약물의 기본 부형제로 이용되었고 그 후에는 주술과 제사에 사용되었으며 점차 사교에 큰 몫을 담당하고 있다(4). 알코올은 섭취량에 따라 간의 대사에 여러 가지 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데 섭취한 알코올은 간에서 아세트알데히드를 거쳐 최종적으로 물과 탄산가스로 분해된다(5). 알코올은 그 자체

*Corresponding author. E-mail: fdsnsong@inje.ac.kr
Phone: 82-55-320-3235, Fax: 82-55-321-0691

보다 알코올의 산화과정에서 생성되는 아세트알데히드와 nicotinamide adenine dinucleotide, reduced form(NADH) 등의 중간 대사물질이 여러 가지 생리작용의 변화를 유발하여 각종 대사성 질환과 알코올성 간 경변을 초래하며(6) 음주 후에 나타나는 숙취는 간에서 미처 대사되지 못한 아세트알데히드의 부작용으로 숙취 증상의 원인은 탈수, 알코올 및 알코올 대사산물의 독성, 흡수장애에 의한 영양소 결핍 등으로 알려져 있다(7). 인체의 알코올 대사는 alcohol dehydrogenase(ADH), microsomal ethanol oxidation system(MEOS) 및 catalase의 3가지 효소계가 관여하며 그 과정은 알코올에 의해 유도되어지는 산화적 스트레스와도 상관성이 있으며 이들 대사경로는 자유 라디칼을 생성함으로써 항산화 시스템에도 영향을 미친다(4,8,9). 간에서의 알코올 대사율은 ADH와 aldehyde dehydrogenase(ALDH) 활성화에 영향을 주는 요인들에 의해 조절되며 만성적인 에탄올 투여는 MEOS에 의한 에탄올 산화를 증가시켜 superoxide, hydroxyl radical, H₂O₂와 같은 oxygen radicals를 생성하여 지질과산화물을 만들며 결국은 간세포의 손상 및 DNA 변이, 발암, 노화, 동맥경화, 염증, 급·만성 알코올 독성을 포함하며 독성위해를 일으킨다(10-12).

우리나라 국민의 음주율은 2003년 64.3%, 2006년에는 73.2%이며 남자 85.9%와 여자 61.2%가 음주를 한다는 보고가 있어 음주율이 증가하는 추세이며(13) 2007년 국민건강영양조사 결과 보고에 의하면 19세 이상 우리나라 국민의 월간 음주율이 57.2%로 월 1회 이상 고위험 음주 빈도는 47.8%이었다(14). 그리고 2008년 경제 협력 개발 기구의 Health Data(15)에 의하면 우리나라 국민의 연간 1인당 알코올 소비량은 2005년 81 L라고 보고하였다. 우리나라 음주문화의 특성으로 나타나는 과음과 빈번한 음주로 많은 사람들이 숙취를 제거할 수 있는 약물이나 음료수 등에 관심이 증대하고 있으며 또한 알코올로 인한 간 보호와 숙취 해소 시장도 증가하는 추세로 숙취 해소를 위한 기능성식품 재료들에 대한 과학적인 검증이 필요한 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 건강한 남자 대학생을 대상으로 민들레즙이 알코올 섭취 후 산화적 스트레스 및 숙취에 미치는 효과를 확인하고자 대상자들의 혈중 생화학적 지표와 적혈구의 항산화 효소계 활성화 및 입파구의 DNA 손상정도를 분석하고 숙취에 관한 설문조사를 병행하여 알코올 섭취로 인한 간 기능 보호와 숙취해소 효과를 가진 소재를 개발하는데 기초자료를 제공하고자 한다.

대상 및 방법

대상자 선정 및 시험계획

임상시험 대상자는 평균 주량이 소주 1병 이상으로 술을 즐겨 마시는 육체적, 정신적으로 건강한 20대 남자 대학생으로 식품전공자 9명을 선정하여 시험 시작 전 1주일 금주를

시켰다. 시험에 앞서 임상대상자들에게 본 연구에 대해 충분히 숙지시킨 후 안정된 분위기에서 시험을 cross over design으로 진행하였다. 매일 민들레즙 220 mL을 1주일간 섭취시킨 후 20% 에탄올을 함유한 소주 360 mL(에탄올 함량 72 g)과 소량의 정해진 양의 마른안주(오징어와 견과류 5 g)를 제공하였으며 술은 자유로운 분위기에서 1시간 내에 다 마시게 하였다. 그리고 대상자들의 음주 전 식품섭취 상태를 유사하게 하기 위해서 김밥 한 줄과 물 100 mL을 제공한 가벼운 식사를 섭취시켰다. 시험대상자들은 소주 1병으로 크게 취하지 않았으며 두 번의 실험 사이에는 2주간의 wash-out period를 가졌다. 본 연구에서 사용한 민들레즙은 경남 의령소재 민들레 식품에서 건조시킨 민들레 : 금은화 : 감초를 20:1:1의 비로 혼합한 12.0 kg(민들레 10.90 kg : 금은화 0.55 kg : 감초 0.55 kg)에 1200 L의 물을 가하여 100±5°C에서 8시간 가열 추출한 후 최종 부피가 220 L 되도록 조정하여 220 mL/pack 조제한 것을 제공받아 대상자들에게 공급하였으며 시험기간 동안 알코올을 제외한 식품섭취의 제한은 두지 않았다. 시험군은 2군으로 즉, 민들레즙 보충(dandelion juice supplementation)군과 대조군(control)으로 분류하였으며 각 군에서 알코올 섭취 전(pre-alcohol drinking)과 알코올 섭취 후(post-alcohol drinking)로 나누어 민들레 보충에 따른 효과를 비교 분석하였다. 알코올 섭취 후 2~3시간 후 혈중 알코올 농도가 최고에 달한다는 보고(12)에 근거하여 음주가 끝난 후 2시간 30분 후에 대상자들의 혈액을 취하였다.

신체계측

대상자들의 신체계측으로 신장, 체중은 Inbody 3.0 (Biospace, Korea)을 이용하여 측정하였으며 허리둘레와 엉덩이 둘레는 줄자를 사용하여 측정하였고 알코올 섭취 전·후의 혈압은 혈압계(FT700, Jawon Medical Co. Ltd., Korea)로 측정하였다.

시료처리

알코올 섭취 전과 후에 채취된 혈액은 comet assay를 위해서는 100 µL heparinated sterile tube에 전혈을 담고 나머지 혈액은 lithium-heparinic polystyrene에 담아 1,000 rpm에서 15분간 원심분리 하여 상등액을 취한 후 다시 원심분리(3000 rpm×30 min)하여 상등액을 취해 두 액을 혼합한 혈장을 -70°C에서 보관하면서 생화학적 지표 분석에 사용하였으며 침전물로 남은 적혈구는 iso-osmotic phosphate buffered saline(PBS, pH 7.4)을 동일한 양을 가하여 3000 rpm에서 10분간 원심분리를 3회 반복 실시하여 세척한 후 PBS와 1:1로 희석하여 적혈구 현탁액을 만들어 -70°C에서 보관하면서 분석에 사용하였다.

혈장에서의 간 보호 및 lipid profile 분석

민들레즙의 간 보호 기능을 확인하기 위해 혈장의 생화학적 지표로 glutamic oxaloacetic transaminase(GOT), glu-

tamic pyruvic transaminase(GPT) 및 lactate dehydrogenase(LDH) 활성과 빌리루빈 농도를 측정하였으며 혈장 지질 수준으로는 TG, 총 콜레스테롤, high density lipoprotein-콜레스테롤(HDL-C) 수준을 kit(YD Diagnostics, Korea)를 사용하여 효소법으로 분석하였으며 low density lipoprotein-콜레스테롤(LDL-C)은 Friedewald 공식(16)으로 계산하였다.

혈장 에탄올과 아세트알데히드 농도 및 ADH와 ALDH 활성 측정

혈장 에탄올 농도는 ethanol assay kit(Biovision Research Products, Mountain View, USA)를 사용하여 분석하였으며 숙취 원인 물질로 알려진 혈장 아세트알데히드 농도는 아세트알데히드 kit(K-ACHYD 11/05, Megazyme, Wicklow, Ireland)를 사용하여 분석하였다. ADH 활성은 1 mM NAD 100 μ L, propionaldehyde 100 μ L, 50 mM sodium pyrophosphate 완충액(pH 8.5) 600 μ L에 혈장 200 μ L을 가하여 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. ALDH 활성은 증류수 2.20 mL에 1.0M Tris-HCl 완충액(pH 8.0) 300 μ L, 3.0 M KCl 100 μ L, 0.33 M α -2-mercaptoethanol 100 μ L, 0.02 M NAD⁺ 100 μ L와 0.005 M acetaldehyde 100 μ L를 가하여 25°C에서 5분간 반응시킨 후 혈장 100 μ L을 가하여 340 nm에서 분당 변화량을 측정하였다.

혈장에서의 총 항산화능과 TBARS 농도 분석

혈장의 총 항산화능은 Erel(17)의 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazaline-6-sulfonic acid)(ABTS) radical cation decolorization assay로 분석하여 mM trolox equivalent antioxidant capacity(TEAC)로 표시하였고, 지질과산화 정도는 Buege와 Aust 등(18)에 의한 방법을 수정하여 thio-barbituric reactive substances(TBARS) 농도로 측정하였으며 이때 표준물질로는 1,1,3,3-tetramethoxypropane을 사용하여 표준곡선에 대입시켜 malondialdehyde의 양으로 환산하였다.

적혈구의 항산화 효소계 활성 측정

적혈구의 항산화 효소계는 superoxide dismutase(SOD), catalase, glutathione-reductase(GSH-red)의 활성 측정으로 확인하였다. SOD 활성은 적혈구 현탁액을 증류수로 용혈시킨 후 에탄올과 클로로포름을 첨가한 후 3,000 rpm×2분간 원심분리 후 상등액을 여러 농도로 나누어 37°C에서 10분간 배양한 후 20 μ L의 pyrogallol을 첨가하여 405 nm에서 2분간 10초 간격으로 흡광도의 변화를 측정하였다. SOD 활성 1 unit은 pyrogallol의 산화를 50%까지 저해하는 효소의 양(19)으로 나타내었다. Catalase 활성은 Aebi의 방법(20)을 다소 수정하여 용혈된 적혈구에 50 mM 인산 완충액(pH 7.0)과 30 mM H₂O₂ 용액을 가하여 240 nm에서 10초 간격으로 2분간 흡광도 변화를 측정하였다. 효소의 활성은 1분 동안 1 μ mole의 H₂O₂를 분해시키는 효소의 양을 1 unit로 하였

다. GSH-red 활성은 Inger와 Bengt의 방법(21)을 수정하여 적혈구에 reaction mixture를 가한 즉시 340 nm에서 2분간 10초 간격으로 흡광도의 변화를 측정하여 GSH-red 1 unit은 1분 동안 1 nmole의 NADPH 환원을 촉매 하는 효소의 양으로 정의하였고 단백질 농도는 Bradford 방법(22)으로 결정하였다.

항산화 효소의 western blot

적혈구에서의 항산화 효소계의 유전자 발현을 western blot으로 확인하였다. 적혈구를 4°C에서 균질화 시켜 -20°C에서 30분간 incubation 후 13,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취한 후 Bradford 방법(22)으로 단백질 농도를 측정하였다. 적혈구 단백질(50 μ g/well)을 12% NuPAGE Novex Bis-Tris gel(Invitrogen, Calsbad, USA)에서 50 V와 100 V에서 30분과 2시간 각각 수행하여 단백질을 immunobilon-polyvinylidene으로 transfer하였다. Blot은 0.05% Tween 20을 함유한 Tris-buffered saline(TBST)로 세척한 후 5% skimmed milk로 overnight하여 membrane을 blocking하였다. 항산화 효소와 액틴은 membrane을 4°C에서 primary antibody로, catalase는 polyclonal rabbit anti-catalase IgG 1:2000(Abcam, Cambridge, UK), GSH-red는 polyclonal rabbit anti-GSH-red IgG 1:2000(Abcam, Cambridge, UK)을 사용하여 하룻밤 incubation한 후 확인하였다. 실온에서 1시간 동안 secondary antibody(goat antibody IgG AP, 1:3000)로 incubation 후 membrane을 TBST로 세척한 후 chemiluminescence로 scan하였으며 단백질 bands는 Gel Doc EQ System(Bio-Rad, Laboratories Inc., California, USA)를 사용하여 정량하였다.

임파구 DNA 손상 정도

임파구 DNA 손상 정도는 comet assay로 분석하였다. 신선한 전혈 70 μ L를 1 mL의 PBS에 섞은 후 Ficoll-PaqueTM PLUS(Amersham Biosciences, Sweden)을 이용하여 임파구를 분리한 후 임파구 20 μ L를 취하여 low melting agarose gel(LMA)과 혼합하여 normal melting agarose(NMA)가 precoating된 fully frosted slide 위에 고루 분산시켜 cover glass로 덮어 4°C 냉장보관 후 gel이 굳으면 cover glass를 벗기고 그 위에 다시 0.7% LMA 용액 75 μ L로 한 겹 더 덮은 후 cell lysis를 위해 미리 준비해 둔 차가운 alkali lysis 완충액(2.5 M NaCl, 100 mM Na₂EDTA, 10 mM Tris)에 slide를 담가 저온, 암실에서 1시간 동안 침지시켜 DNA의 이중나선 구조를 풀어주었다. 용해가 끝난 slide를 전기영동 탱크에 배열하고 냉장보관 하였던 차가운 전기영동 완충액(300 mM NaOH, 10 mM Na₂EDTA, pH>13)을 채워 40분간 unwinding시켜 DNA의 알칼리에 취약한 부위가 드러나게 한 후 25 V/300 \pm 3 mA의 전압을 걸어 20분간 전기영동을 실시하였다. 전기영동이 끝난 후 0.4 M Tris 완충액(pH 7.4)에 10분씩 담가 세척하는 과정을 3회 반복하여 slide를 건조

시켰다. 20 µL/mL 농도의 ethidium bromide로 핵을 염색하여 cover glass로 덮은 뒤 형광현미경(Leica, Germany)상에서 관찰하고 CCD 카메라(Nikon, Japan)를 통해 보내진 각각의 세포핵 이미지는 comet image analyzing system(Kinetic Image 4.0, UK)이 설치된 컴퓨터상에서 분석하였다.

일반 특성과 식이섭취 조사

대상자들의 산화적 스트레스와 관련하여 흡연과 음주량과 회수, 운동 등에 대한 일반사항을 설문지를 통해 분석하였으며 식이 섭취 조사는 각 대상자들의 평상시 영양소 섭취 수준을 확인하기 위하여 대상자들에게 3일간의 식사기록법을 작성하도록 하였으며 영양소 섭취 수준은 Can pro 3.0(한국영양학회)을 사용하여 총 에너지 섭취량, 탄수화물과 단백질 및 지방의 총 에너지에 대한 섭취 비율, 항산화 영양소인 비타민 A, C, E 및 β-carotene과 비타민 B군과 엽산, Zn, 식이섬유, Na와 cholesterol 섭취 수준을 분석하였다.

숙취에 관한 설문조사

혈중 알코올 농도에 상관없이 개인이 느끼는 숙취 정도를 경복대 의대에서 이용한 자료를 수정하여 대상자들에게 숙취 점수를 작성하도록 하였다(23). 조사문항은 음주 동안 또는 음주한 다음날에 나타나는 현상 10가지와 술 마신 다음날에 나타나는 현상 28가지의 총 38문항을 임의로 배열하여 구성하였다. 각 질문에 대한 응답은 숙취 현상의 정도에 따라 4점 척도로 하였으며 분석 시 점수는 숙취 현상이 전혀 없다 0점, 자주 있다 1점, 심하다 2점, 아주 심하다 3점으로 처리하였으며 음주 다음날 나타나는 증상에 대하여 각각의 문항을 위장증상, 심장증상, 두통, 신경증상, 피부증상 및 시력증상 등의 6개의 군으로 분류하여 각 군에 해당하는 점수를 합하여 그 군에 해당하는 문항의 수로 나누어 평균 점수로 표시하였다.

통계처리

통계처리는 SPSS PC⁺ program(Version 15.0, SPSS Inc., Chicago, USA)을 사용하여 분석하였으며 민들레즙 보충군과 대조군에서 알코올 섭취 전·후의 모든 측정치는 평균 ± 표준오차로 표시하였다. 알코올 섭취 전과 후의 유의성은 일원배치분산분석 후 Duncan's multiple range test로, 민들레즙 보충군과 대조군의 알코올 섭취 전·후 변화량에 대한 유의성은 Student's t-test로 각각 검정하였다.

실험 결과

대상자들의 일반적 특성 및 영양소 섭취 수준

시험대상자들의 일반적인 특성은 Table 1에서 보는 바와 같다. 평균 나이는 25.8±0.45세, BMI는 22.9±0.53, WHR은 0.82±0.01로 정상 범위였다. 대상자들의 음주회수는 주 1회가 44.5%로 가장 많았으며 주 2회가 33.3%, 월 1회가 22.2%

Table 1. General characteristics of the subjects

Age (years)	25.8±0.45 ¹⁾
Height (cm)	176.3±0.01
Weight (kg)	71.0±1.53
BMI ²⁾ (kg/m ²)	22.9±0.53
WHR ³⁾	0.82±0.01
Alcohol drinking (%)	
2 per week	33.3
1 per week	44.5
1 per month	22.2
Smoking (%)	77.8
Regular exercise (%)	22.2

¹⁾Mean±SE. ²⁾BMI: body mass index. ³⁾WHR: waist/hip ratio.

의 순으로 본 연구에 참여한 대상자들은 적어도 월 1회 음주를 하는 것으로 조사되었다. 대상자들 중 흡연자가 77.8%이었으며 대상자들의 22.2%는 규칙적으로 운동한다고 응답하였다. 본 연구에 참여한 대상자들의 1일 평균 영양소 섭취 수준을 분석한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 총 에너지 섭취량, 에너지 섭취량에 대한 단백질, 지질, 당질의 섭취량과 비, 항산화 영양소인 비타민 C, E, β-carotene과 엽산, 아연 및 식이섬유, Na, 콜레스테롤 섭취는 유사한 수준으로 두 군 간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

혈압변화

시험대상자들의 혈압은 각 군에서 알코올 섭취 전·후의 유의적인 차이는 보이지 않았으나 민들레즙을 보충한 군에서 알코올 섭취 후에 수축기와 확장기 혈압의 변화량은 1.63±1.49와 -8.75±3.28로 대조군의 수축기와 확장기 혈압 변화량은 5.00±2.14와 -1.56±2.70에 비해 다소 감소시키는

Table 2. Daily nutrient intakes of the subjects

	Control group (n=9)	Dandelion group (n=9)
Total calorie (kcal)	2504.0±118.2 ¹⁾	2392.5±93.1
Protein (g)	95.3±6.45	91.4±4.94
(protein/total calorie ratio)	(15.2±0.61)	(15.4±0.76)
Lipid (g)	77.2±7.07	75.5±6.67
(lipid/total calorie ratio)	(27.3±1.73)	(28.4±2.18)
Carbohydrate (g)	341.3±21.3	326.2±19.2
(carbohydrate/total calorie ratio)	(55.1±3.40)	(54.5±2.36)
Dietary fiber (g)	26.3±2.50	21.75±2.03
Vitamin A (µgRE)	967.3±112.9	984.7±108.8
β-Carotene (µg)	4240.1±628.7	4229.2±525.3
Retinol (µg)	180.5±28.9	183.1±37.9
Vitamin B ₁ (mg)	1.71±0.12	1.79±0.12
Vitamin B ₂ (mg)	1.52±0.13	1.58±0.14
Vitamin B ₆ (mg)	2.70±0.26	2.79±0.20
Niacin (mg)	19.6±1.49	23.5±2.38
Vitamin C (mg)	131.1±21.7	104.7±16.5
Folic acid (µg)	313.31±41.9	252.6±25.2
Vitamin E (mg α-TE)	20.1±1.90	19.6±1.82
Na (mg)	5555.7±406.2	5520.7±462.9
Zn (mg)	11.0±0.69	11.0±0.64
Cholesterol (mg)	469.9±55.0	470.7±60.8

¹⁾Mean±SE.

Table 3. Effects of dandelion juice supplementation on blood pressure in the subjects

Blood pressure (mmHg)	Control group (n=9)		Dandelion group (n=9)	
	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking
Systolic	126.3±2.2 ^{1)NS}	133.3±2.3	123.5±2.6	125.2±2.0
		(5.00±2.14) ²⁾		(1.63±1.49)
Diastolic	77.1±2.1 ^{1)NS}	75.6±1.9	73.0±3.5	64.9±2.2
		(-1.56±2.70)		(-8.75±3.28)

¹⁾Mean±SE. ²⁾Change=post alcohol drinking-pre alcohol drinking. NS: not significant.

추세이었으나 두 군 간에 유의적인 차이는 없었으며 민들레즙 보충이 알코올 섭취 후 대상자들의 혈압을 다소 저하시키는 효과가 있는 것으로 보인다(Table 3).

간 보호 효과 및 지질수준

Table 4에서 보는 바와 같이 대상자들의 알코올 섭취 후의 간 기능은 혈중의 생화학적 지표 분석으로 확인하였다. 대상자들의 간 손상의 생화학적 지표로 사용되는 GOT와 GPT 수준은 민들레즙 보충에 의해 오히려 알코올 섭취 후에 유의적인 차이는 없었으나 감소되는 것으로 나타났다. 장기간의 민들레즙 보충은 알코올에 의한 간 손상에 대해 보호하는 효과를 가질 것으로 보인다. LDH와 빌리루빈의 혈중 농도는 두 군 모두에서 알코올 섭취 전과 후에 정상 수준으로 민들레즙 보충에 따른 알코올 섭취 후의 두 군 간에 변화량에서도 유사한 수준으로 큰 차이는 없었으나 민들레즙을 보충한 군에서 다소 낮은 경향을 보였다. 알코올은 주로 간에서 대사되는 물질로 알코올 섭취가 잦은 사람은 간세포의 파괴가 증가하고, 이로 인해 혈중 GOT나 GPT의 농도가 증가한다고 하였으며(5), LDH는 체내 혐기적 해당계의 최종 단계에서 신화-환원 반응에 관여하는 효소로 급성 간염 등에서 현저하게 상승하는 것으로 알려져 있다(24).

본 연구에서 음주 전과 후의 LDH 및 GOT와 GPT의 현저한 변화는 보이지 않았으며 이러한 결과는 섭취한 알코올 농도가 대상자들의 주량과 같거나 낮은 수준이었기 때문으로 보이며 장기간의 민들레즙 보충은 알코올에 의한 간 손상에 대해 보호하는 효과를 가질 것으로 사료된다.

대상자의 알코올 섭취 전과 후의 혈중 지질 수준은 Table

5에서 보는 바와 같다. TG 수준은 두 군 모두에서 알코올 섭취 전에 비해 알코올 섭취 후에 증가하는 것으로 나타났으나 군 간에 유의적인 차이는 없었으며 알코올 섭취 전·후의 변화량은 두 군 모두에서 유사한 수준이었다. 대상자들의 혈장 총 콜레스테롤 농도는 민들레즙 보충에 따른 차이는 보이지 않았다. HDL-C 수준은 민들레즙을 보충한 군에서 알코올 섭취 전에 비해 알코올 섭취 후에 현저한 증가를 보였으나 대조군에서는 알코올 섭취 후에 다소 증가하는 추세였으나 유의적인 차이는 없었고 알코올 섭취 전·후에 따른 변화량은 대조군에 비해 민들레즙을 보충한 군에서 유의적으로($p<0.01$) 높아 민들레즙 보충이 알코올 섭취 후 혈중 HDL-C를 증가시키는 것으로 나타났다. LDL-C 농도는 민들레즙을 보충한 군에서의 알코올 섭취 후 변화량이 대조군에 비해 유의적으로($p<0.05$) 감소하는 것으로 나타났다. 급성으로 유도시킨 생쥐 동물실험에서 에탄올의 섭취가 생쥐의 간 조직의 TG 농도가 증가하였다는 보고가 있으며(25) 에탄올은 변형된 cellular redox state($NAD^+/NADH$ ratio)로 인해 지방산의 산화가 저해되고 TG의 생성이 증가되어 간 내에 TG가 침착되어 지방간을 일으키고 지방간의 유발은 영양 및 유전적 요소에 의해 개인적인 정도의 차이는 있다(26)고 하였다. 본 연구에서의 이러한 결과는 민들레 추출물의 보충이 알코올 섭취 전·후에 있어 혈중 TG의 농도를 증가시키며 총 콜레스테롤 농도에는 변화를 보이지 않았으나 콜레스테롤 조성에는 영향을 미쳐 HDL-C는 증가시키고 LDL-C는 감소시키는 것으로 보인다. 따라서 민들레즙 보충이 음주 후 지방간을 완화시켜 간 기능을 개선하는데 효과가

Table 4. Effects of dandelion juice supplementation on plasma GOT, GPT, LDH, and bilirubin levels in the subjects

	Control group (n=9)		Dandelion group (n=9)	
	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking
GOT ³⁾ (U/L)	14.1±2.62 ^{1)NS}	14.8±0.94	14.1±1.16	14.1±1.34
		(0.66±0.01) ²⁾		(0)
GPT ⁴⁾ (U/L)	7.96±2.45 ^{1)NS}	8.25±1.18	7.96±2.49	7.83±2.47
		(0.29±0.05)		(-0.13±0.07)
LDH ⁵⁾ (U/L)	191.9±11.1 ^{1)NS}	217.8±16.2	197.3±22.8	218.9±23.4
		(25.9±1.28)		(21.6±1.58)
Bilirubin (mg/dL)	0.80±0.09 ^{1)NS}	0.94±0.22	0.75±0.14	0.87±0.08
		(0.14±0.20)		(0.13±0.15)

¹⁾Mean±SE. ²⁾Change=post alcohol drinking-pre alcohol drinking. ³⁾GOT: glutamic oxaloacetic transaminase. ⁴⁾GPT: glutamic pyruvic transaminase. ⁵⁾LDH: lactate dehydrogenase. NS: not significant.

Table 5. Effects of dandelion juice supplementation on plasma lipid profiles in the subjects

	Control group (n=9)		Dandelion group (n=9)	
	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking
TG (mg/dL)	61.9±7.76 ^{1NS}	73.3±9.51	55.7±12.1	65.8±6.43
		(11.3±1.74) ²⁾		(10.0±0.93)
TC ³⁾ (mg/dL)	159.0±7.36 ^{NS}	159.3±5.98	144.9±5.01	144.2±8.45
		(0.25±3.65)		(-0.79±5.39)
HDL-C ⁴⁾ (mg/dL)	59.6±1.41 ^{NS}	61.2±5.48	51.6±2.11	64.7±3.60
		(1.61±0.86)		(13.1±3.29)**
LDL-C ⁵⁾ (mg/dL)	87.7±6.54 ^{NS}	83.8±5.41	83.9±5.66	66.7±10.3
		(-3.87±3.22)		(-17.2±3.31)*

¹⁾Mean±SE. ²⁾Change=post alcohol drinking-pre alcohol drinking. ³⁾TC: total cholesterol. ⁴⁾HDL-C: high density lipoprotein cholesterol. ⁵⁾LDL-C: low density lipoprotein cholesterol. NS: not significant. *p<0.05, **p<0.01.

있을 것으로 사료된다.

숙취개선 효과

알코올과 그 일차 대사산물인 아세트알데히드는 사람에게 숙취를 일으키는 주원인 물질로 민들레의 숙취개선 효과를 확인하기 위하여 혈중 에탄올과 아세트알데히드 농도 및 ADH와 ALDH 활성을 측정하였다. 민들레즙 보충이 음주 후 혈중 에탄올과 아세트알데히드 농도에 미치는 효과는 Table 6과 같다. 음주 후 2시간 30분경과 후 혈중 에탄올과 아세트알데히드 농도는 민들레즙 보충에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았으나 대조군에 비해 민들레즙을 보충한 군에서 다소 낮은 경향을 보였다.

민들레즙 보충이 알코올 섭취 후 혈중 ADH와 ALDH 활성에 미치는 영향은 Table 7에서 보는 바와 같이 알코올 섭취 후 2시간 30분경과 후 혈중 ADH 활성은 알코올 섭취 전과 후에 민들레즙 보충에 따른 변화량은 유의적인 차이를 보이지 않았으나 민들레즙을 보충한 군에서 다소 증가하는 경향을 보였다. 혈중 ALDH 활성 증가량은 민들레즙을 보충한 군에서 대조군에 비해 알코올 섭취 후에 유의적으로

(p<0.01) 증가하는 것으로 나타나 체내 알코올 대사 과정에서 생성되는 독소인 아세트알데히드의 체내 축적을 억제시키는 효과를 가지는 것으로 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 민들레즙 보충이 ALDH 활성을 향상시켜 혈중 아세트알데히드 농도를 감소시키는 것으로 보이며 따라서 민들레즙 보충은 숙취해소 효과를 가지는 것으로 사료된다. 알코올 섭취 시 체내 독성 작용의 원인으로서 알코올 그 자체보다 일차대사산물인 아세트알데히드에 의한 영향이 크며 고반응성을 지닌 화합물인 아세트알데히드는 체내 주요 구성성분인 단백질 등과 결합하여 물질 자체의 고유한 특성을 약화시켜 미토콘드리아의 기능저해로 인한 간질환, ALDH 활성도 감소 등과 같은 독성을 지닌 것으로 알려져 있으며(6) 또한 혈액 내 아세트알데히드가 과량인 경우에는 일부가 뇌를 비롯한 다른 장기로 이동하여 유해한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(27). Park 등(28)의 2회에 걸친 혈중 알코올 농도 임상시험 결과에 따르면 1차 임상시험에서 음주 후 혈중 농도는 숙취 해소 음료를 마신 후 120분에 최고치에 도달한 후 감소하였으나 2차 임상시험의 경우에는 150분 후에도 높았다고 하였다. 이러한 차이는 2차 시험에 참여한 대상자가 1차 시험에 참여한 대상자들에 비해 주량이 낮고 음주경험이 적은데, 시험 당시 음주량은 더 많아서 서서히 이루어지기 때문이라고 하였으며 개인에 따라 알코올 분해 능력이 다르고 이는 혈중 알코올 농도가 최고치에 도달하는 시간에도 영향을 미칠 것으로 보인다고 하였다. 알코올의 분해과정 중 가장 중요한 과정은 ADH이고 이 효소의 활성이 알코올의 분해과정을 결정하나 숙취를 해소하기 위해서는 알코올

Table 6. Effects of dandelion juice supplementation on plasma ethanol and acetaldehyde levels in the subjects

	Control group (n=9)	Dandelion group (n=9)
Ethanol (nmole/uL)	122.8±12.7 ¹⁾	101.8±7.6
Acetaldehyde (g/L)	3.01±1.14	2.82±0.44

¹⁾Mean±SE.

Table 7. Effects of dandelion juice supplementation on plasma ADH and ALDH activities in the subjects

	Control group (n=9)		Dandelion group (n=9)	
	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking
ADH ³⁾ (U/L)	9.25±2.53 ^{1NS}	12.36±4.22	11.02±3.68	16.08±4.78
		(3.12±0.15) ²⁾		(5.05±1.72)
ALDH ⁴⁾ (U/L)	0.113±0.036 ^{NS}	0.174±0.032	0.072±0.009	0.152±0.028
		(0.061±0.048)		(0.080±0.023)**

¹⁾Mean±SE. ²⁾Change=post alcohol drinking-pre alcohol drinking. ³⁾ADH: alcohol dehydrogenase. ⁴⁾ALDH: aldehyde dehydrogenase. NS: not significant. **p<0.01.

분해를 촉진시키고 아세트알데히드의 산화도 촉진시키는 것이 중요하다(4). 체내로 흡수된 알코올은 혈액을 통해 주로 간으로 이동되고, 간의 microsome에서 MEOS에 의해 산화되어 아세트알데히드를 거쳐 초산으로 전환된 후 산화되어 에너지를 생산하거나 지방산이나 다른 대사산물로 전환되기도 한다. 숙취의 주 원인물질인 아세트알데히드는 ADH의 작용에 의해 생성되는 부산물로서 ADH 활성이 증가하면 혈중 알코올 농도는 빠르게 감소시킬 수 있으나 간이나 혈액에 남아있는 아세트알데히드는 계속 축적되어 더 심한 숙취를 일으킬 가능성이 있다. 그러므로 아세트알데히드의 분해에 직접적으로 영향을 미치는 ALDH 활성이 증가하여야만 아세트알데히드가 빠르게 분해됨을 나타낸다고 할 수 있다. 따라서 본 연구의 결과에서 민들레즙 보충은 ADH보다는 ALDH 활성에 더 영향을 미치는 것으로 나타나 혈중 아세트알데히드의 농도를 감소시켜 숙취해소에 효과적일 것이라고 사료된다.

혈장의 항산화능과 지질과산화 수준

대상자들의 알코올 섭취 후 혈장 내 총 항산화능은 두 군 모두에서 감소하는 것으로 나타났으며 대조군에서는 알코올 섭취 전에 비해 알코올 섭취 후 유의적으로($p < 0.05$) 감소한 반면 민들레즙을 보충한 군에서는 알코올 섭취 전에 비해 알코올 섭취 후에 다소 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다(Table 8). 민들레즙 보충에 따른 알코올 섭취 전·후의 지질과산화 정도를 측정한 혈장의 TBARS 수준은 민들레즙을 보충하지 않은 대조군에서는 알코올 섭취 전에 비해 알코올 섭취 후 지질과산화가 증가되는 것으로 나타났으나 민들레즙을 보충한 군에서는 알코올 섭취 전과 후에 유사한 수준을 보여 민들레즙 보충이 알코올 섭취로 인한 TBARS 생성을 다소 억제하여 지질과산화를 저하시키는 것으로 보인다. 에탄올에 의한 독성은 그 기전으로서 여러 가지 가설이 제기되고 있으며 그 중에서도 에탄올과 그 대사산물인 아세트알데히드의 직접적인 영향이나 대사과정에서 생성되는 반응성이 강한 자유 반응기의 작용으로 지질과산화가 유도되기 때문이라는 연구 결과들이 주목되고 있다(29). 에탄올에 의한 지질과산화 반응은 대사산물인 아세트알데히드와 다양한 자유 반응기에 의한 것으로 보고되었

다(30). 즉, 아세트알데히드가 세포질 내에서 xanthin oxidase와 작용하여 부산물로 superoxide 생성을 증가시키고 증가된 superoxide가 세포막의 불포화지방산과 결합하여 지질과산화물이 증가하므로(31) 에탄올 섭취가 지질과산화 생성을 증가시킨다. 본 연구의 결과는 민들레에 포함되어 있는 항산화 기능을 가진 유효 물질의 작용에 의해 지질과산화물의 생성을 다소 억제시키는 경향을 보이는 것으로 사료된다.

적혈구의 항산화 효소계 활성

알코올 섭취로 인해 대상자들은 체내에서 산화적 스트레스에 노출되며 이러한 산화적 스트레스를 감소시킬 수 있는 것이 항산화 효소계이다. 사람과 동물에는 산화적 손상을 예방하거나 복구하는 체계를 가지고 있으며 항산화 체계는 체내에서 발생하는 산화적 손상을 완전히 예방 또는 복구하는데 충분하지 않기 때문에 식품에 존재하거나 식품을 통해 섭취되는 항산화 물질들은 체내 산화적 손상을 낮추어 주는데 도움이 되는 것으로 알려져 있다(32). 따라서 민들레즙 보충에 따른 대상자들의 알코올 섭취 전·후에 적혈구에서의 항산화 효소계 활성을 1차로 생화학적인 방법(Table 9)으로 분석한 후 2차로 western blot을 이용한 분자학적인 방법으로 확인하였다(Fig. 1). Table 9에서 대상자들의 알코올 섭취 후에 적혈구에서의 GSH-red 활성은 알코올 섭취 후 민들레즙을 보충한 군에서는 증가하였으나 대조군은 감소하는 것으로 나타났다. 알코올 섭취 전에 비해 알코올 섭취 후의 변화량은 민들레즙을 보충한 군이 대조군에 비해 $p < 0.05$ 수준에서 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. Catalase 활성은 알코올 섭취 전 민들레즙을 보충한 군에서 대조군에 비해 낮은 수준을 보였으나 알코올 섭취 후 catalase 활성 변화량은 두 군 모두에서 증가하였으나 증가량은 대조군에 비해 민들레즙을 보충한 군에서 유의적($p < 0.05$)으로 증가하는 것으로 나타났다. 알코올 섭취 전·후에 대상자들의 SOD 활성은 알코올 섭취 후 두 군 모두에서 감소하는 것으로 나타났으나 알코올 섭취 전·후의 SOD 활성 변화량은 두 군 간에 유의적인 차이는 보이지 않았지만 민들레즙을 보충한 군에서 -117.8 ± 88.0 U/mg protein으로 대조군 -328.1 ± 52.4 U/mg protein에 비해 감소 수준이 다소 낮은 것으로 나타났다. Fig. 1에서 보듯이 GSH-red의 유전자 발

Table 8. Effects of dandelion juice supplementation on plasma TAOC and TBARS levels in the subjects

	Control group (n=9)		Dandelion group (n=9)	
	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking
TAOC ⁴⁾ (Trolox equivalent mM)	$3.02 \pm 0.05^{1a2)}$	2.88 ± 0.02^b	3.01 ± 0.05^a	2.91 ± 0.06^{ab}
	$(-0.14 \pm 0.05)^{3)}$		(-0.09 ± 0.07)	
TBARS ⁵⁾ (Malondialdehyde μ M)	1.73 ± 0.14^{NS}	2.34 ± 0.27	1.86 ± 0.14	1.84 ± 0.20
	(0.61 ± 0.32)		(-0.02 ± 0.20)	

¹⁾Mean \pm SE.

²⁾Values within row with same superscript are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

³⁾Change = post alcohol drinking - pre alcohol drinking.

⁴⁾TAOC: total anti-oxidant capacity. ⁵⁾TBARS: thiobarbituric reactive substances. NS: not significant.

Table 9. Effects of dandelion juice supplementation on erythrocyte antioxidative enzyme activities in the subjects

	Control group (n=9)		Dandelion group (n=9)	
	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking	Pre-alcohol drinking	Post-alcohol drinking
GSH-red ⁴⁾ (U/mg protein)	589.2±41.8 ¹⁾⁶²⁾	600.9±25.8 ^b	645.5±26.3 ^{ab}	710.6±19.29 ^a
Catalase (U/mg protein)	370.4±9.6 ^{NS}	382.9±7.5	362.6±9.5	384.9±8.9
SOD ⁵⁾ (U/mg protein)	759.7±43.5 ^a	387.5±72.9 ^c	577.2±61.1 ^b	411.5±28.8 ^{bc}
		(-328.1±52.4)		(-117.8±88.0)

¹⁾Mean ± SE.

²⁾Values within row with same superscript are not significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

³⁾Change=post alcohol drinking - pre alcohol drinking.

⁴⁾GSH-red: glutathione-reductase. ⁵⁾SOD: superoxide dismutase. NS: not significant. *p<0.05.

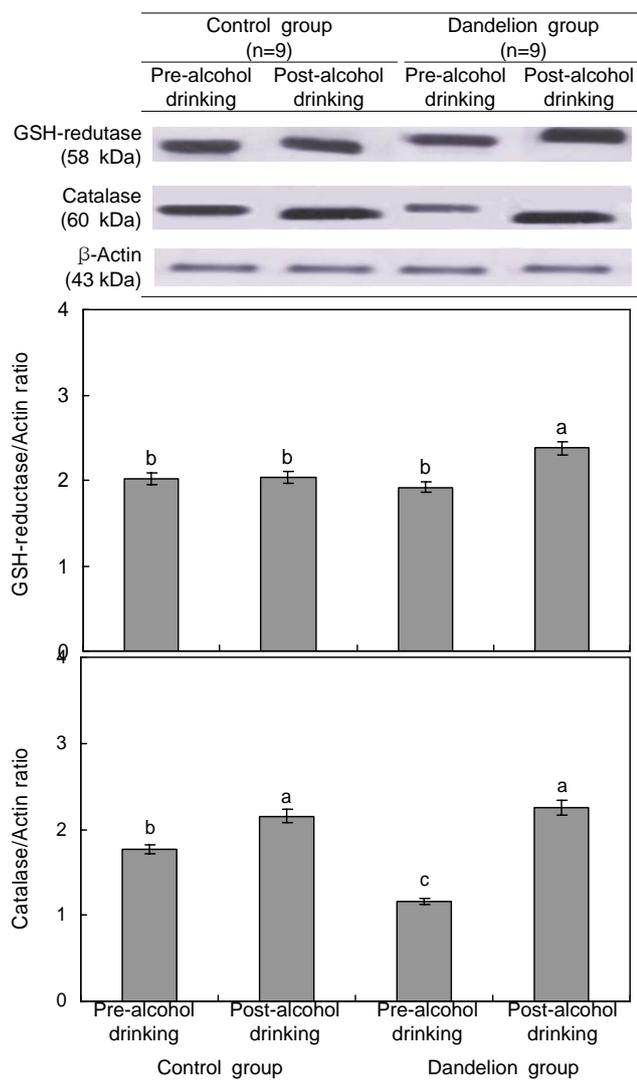


Fig. 1. Gene expressions of dandelion juice supplementation on erythrocyte GSH-red and catalase activities in the subjects. Data represents the means±SE, each values being the mean of triplicate assays. Values with same superscript are not significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

현은 민들레즙을 보충한 군에서 대조군에 비해 알코올 섭취 후에 유의적으로(p<0.05) 증가하였다. Catalase 활성은 알코

올 섭취 전 민들레즙 보충군이 대조군에 비해 현저하게 낮은 발현을 보였으나 두 군 모두에서 알코올 섭취 전에 비해 알코올 섭취 후에 현저하게 증가하는 것으로 나타났으며 발현 증가가 대조군에 비해 민들레즙을 보충한 군에서 더 높은 수준을 보여 생화학적 분석 결과와 유사하였다. 따라서 항산화 효소계 활성의 생화학적 및 분자학적 방법으로서의 분석에 의하면 민들레즙 보충이 알코올 섭취 후 적혈구에서의 항산화 효소인 GSH-red와 catalase 활성에 유리한 영향을 미치는 것으로 나타났으나 SOD 활성에는 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 알코올성 간 손상의 원인으로 알코올에 의한 간조직의 항산화력이 저하되어 지질과산화뿐만 아니라 단백질의 산화적 손상이 증대시키기 때문이라는 보고(33)도 있다. Catalase와 SOD는 자유반응기에 대해 초기 보호 작용을 하는 효소로서 O₂⁻는 SOD에 의해 보다 반응성이 약한 H₂O₂로 전환된 다음 catalase에 의해 H₂O와 OH로 무독화되어 배설되며 일반적으로 에탄올 투여 시 체내 SOD는 구성 성분인 망간, 구리 및 아연 등 미량원소의 고갈에 의해 활성이 감소된다는 보고(34)와 본 연구의 결과가 일치하는 것으로 나타났다.

Lymphocyte의 DNA 손상 정도

대상자들의 알코올 섭취로 인한 임파구의 DNA 손상 정도를 comet assay를 실시한 후 tail moment로 확인한 결과는 민들레즙 보충에 관계없이 두 군 모두에서 baseline에 비해 알코올 섭취 후에 현저하게 증가하였으나 알코올 섭취 전·후의 변화량은 민들레즙 보충에 따른 두 군 간에 유의적인 차이는 보이지 않았다(Table 10). 그러나 민들레즙을 보충한 군에서 대조군에 비해 임파구의 DNA 손상 정도가 다소 낮은 경향을 보여 민들레즙이 알코올에 의한 DNA 손상을 억제시키는 경향이 있는 것으로 보인다. 체내에서 자유반응기가 항산화 물질 수준보다 증가하게 되면 신체는 산화적 스트레스를 받게 되고 그로인해 DNA와 같은 민감한 분자들이 손상되어 결국은 만성 퇴행성질환으로 발전될 가능성이 높아진다(35). 산소 유리기에 의한 임파구 DNA 손상은 comet assay를 이용하여 확인할 수 있으며 각종 유해물질을 포함한 알코올 등에 의해 유발되는 산화적 스트레스는

Table 10. Effects of dandelion juice supplementation on lymphocyte DNA damage in the subjects

Group		Olive tail moment	
Control group (n=9)	Pre-alcohol drinking	58.5±7.85 ^{1)b2)}	23.1±6.62 ³⁾
	Post-alcohol drinking	81.6±5.38 ^a	
Dandelion group (n=9)	Pre-alcohol drinking	59.9±3.44 ^b	20.0±4.25
	Post-alcohol drinking	79.9±5.05 ^a	

¹⁾Mean±SE.

²⁾Values within column with same superscript are not significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

³⁾Change=post alcohol drinking-pre alcohol drinking.

Table 11. Scores of hangover conditions on dandelion juice supplementation in the subjects

	Group	
	Control (n=9)	Dandelion (n=9)
Condition occurred during or just after drinking	1.79±0.09 ¹⁾	1.86±0.17
Next day		
Digestive organs	1.69±1.11	1.67±0.15
Circulation organs	1.28±0.15	1.50±0.12
Muscle	1.22±0.15	1.11±0.11
Central nervous system	1.86±0.17	1.72±0.20
Skin	1.85±0.26	1.74±0.26
Eye	2.11±0.20	2.00±0.33

¹⁾Mean±SE. 4 scores; 0 never, 1 often, 2 severe, 3 very severe.

항산화 기능을 가진 물질들에 의해 자유 반응기가 소거되는 등의 생리적 기능을 나타낸다는 보고(36-40)들이 있다. 따라서 본 연구에서 민들레즙이 함유한 여러 항산화물질로 인해 유의적인 차이는 없었으나 민들레즙을 보충하지 않은 군에 비해 다소 DNA 손상이 억제되는 경향을 보이는 것으로 사료된다.

숙취에 관한 설문조사

알코올 섭취 동안과 직후에 나타나는 숙취증상과 술 마신 다음날에 나타나는 소화계, 순환계, 근육, 중추신경계, 피부 및 시력 등의 숙취 증상을 38문항으로 4점 척도로 조사한 결과는 Table 11과 같으며 음주 동안과 직후와 술 마신 다음날 느끼는 숙취증상에 대한 각 문항에서 민들레즙 보충에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다. 숙취 증상의 주된 원인으로 알려진 아세트알데히드의 혈중 농도가 높아지면 중추신경 계통을 자극하여 혈압이 저하되고 뇌로의 혈액순환이 나빠져 두통을 일으키거나 메스꺼움, 구토, 현기증, 탈수로 인한 갈증, 설사, 호르몬의 변조 및 근육통, 홍조, 무기력한 증상 등을 야기하는 것으로 알려져 있다(26,41,42). Song 등(7)의 3차에 걸친 임상시험과 Park 등(28)의 임상 연구에서도 숙취에 관한 설문조사에서의 유의적인 차이를 보이지 않았으며 이러한 결과는 각 개인마다 주관적 느낌의 척도가 다르므로 나타나는 결과로 보인다.

요 약

본 연구에서는 건강한 성인 남자를 대상으로 민들레즙이

알코올 섭취 후 산화적 스트레스 및 숙취에 미치는 효과를 확인하여 알코올 섭취로 인한 간 기능 보호와 숙취해소 효과를 가진 소재 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다. 대상자는 평균 주량이 소주 1병 이상으로 술을 즐겨 마시는 건강한 20대 식품전공 남자 대학생 9명을 선정하여 개인차를 없애기 위해 실험 시작 전 1주일 간 금주를 시켰으며 시험에 앞서 임상대상자들에게 본 연구에 대해 충분히 숙지시킨 후 안정된 분위기에서 시험을 cross over design으로 진행하였다. 대상자들에게 매일 민들레즙 220 mL씩 1주일 간 보충시킨 후 각각 20% 에탄올을 함유한 소주 360 mL씩 (에탄올 함량 72 g)을 섭취시켰다. 술은 자유로운 분위기에서 1시간 내에 다 마시게 하였으며 두 번의 실험 사이에는 2주간의 wash-out period를 가졌다. 민들레즙을 보충한 군에서 알코올 섭취 후 혈중 HDL-C 농도가 유의적으로 (p<0.01) 증가하였으며 LDL-C 농도는 현저하게 감소하였고 ADH와 ALDH 활성을 향상시켜 에탄올과 아세트알데히드 농도를 다소 저하시키는 것으로 나타났다. 총 항산화능과 지질과산화 정도는 민들레즙 보충에 따른 군 간의 유의적인 차이를 보이지 않았으나 민들레즙을 보충한 군에서는 알코올 섭취 후 다소 지질과산화가 감소되는 경향을 보였다. 적혈구의 항산화 효소계 활성은 GSH-red와 catalase 활성이 민들레즙을 보충한 군에서 유의적으로(p<0.05) 증가되는 것을 알 수 있었으며 알코올 섭취로 인한 임파구의 DNA 손상 정도는 민들레즙의 보충에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았지만 민들레즙을 보충한 군에서 알코올에 의한 임파구 DNA 손상을 다소 억제시키는 경향이 있는 것으로 나타났다. 음주 동안과 술 마신 다음날에 나타나는 숙취증상에 대한 설문조사에서는 각 문항에서 민들레즙 보충에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이상의 결과들로 미루어 볼 때 민들레즙 보충이 알코올 섭취 후 HDL-C 농도를 증가시켰고 ALDH 활성을 향상시켜 혈중 아세트알데히드 농도를 감소시키며 GSH-red와 catalase 활성을 증가시켜 체내에서 알코올에 의한 산화과정이나 지질과산화 생성을 다소 억제하는 것으로 보인다. 이러한 결과는 민들레에 포함되어 있는 유효 물질이 숙취해소와 간 기능 보호 및 항산화 효과를 나타내는 것으로 사료되며, 따라서 민들레즙이 알코올에 의한 간 기능 보호, 숙취해소 및 항산화 효과를 가진 기능성 물질로서의 가능성을 보여준다고 할 수 있겠다.

감사의 글

본 연구는 지역산업기술개발사업(02642006027-00)의 연구비 지원으로 이루어진 결과이며 이에 감사드립니다.

문헌

- Jeon HJ, Kang HJ, Jung HJ, Kang YS, Lim CJ, Kim YM, Park EH. 2008. Anti-inflammatory activity of *Taraxacum officinale*. *J Ethnopharmacol* 115: 82-88.
- Hudec J, Burdova M, Kobida L, Komora L, Macho V, Kogan G, Turianica I, Kochanova R, Lozek O, Haban M, Chilebo P. 2007. Antioxidant capacity changes and phenolic profile of *Echinacea purpurea*, nettle (*Urtuca dioica* L.) and dandelion (*Taraxacum officinale*) after application of polyamine and phenolic biosynthesis regulators. *J Agric Food Chem* 55: 5689-5696.
- Williams CA, Goldstone F, Greenham J. 1996. Flavonoids, cinnamic acids and coumarins from the different tissues and medical preparations of *Taraxacum officinale*. *Phytochemistry* 42: 121-127.
- Ko BS, Jang JS, Hong SM, Kim DW, Sung SR, Park HR, Lee JE, Jeon WK, Park S. 2006. Effect of new remedies mainly comprised of *Hovenia dulcis* Thumb on alcohol degradation and liver protection in Sprague Dawley male rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 824-834.
- Lieber CS. 1994. Alcohol and liver. *Gastroenterology* 106: 1085-1090.
- Kim CI. 1999. Cause and effect of hangover. *Food Ind Nutr* 4: 26-30.
- Song I, Choi IS, Yoon HK, Koo SJ. 2005. The effect of *Camellia sinensis* LINNE on alcohol concentration and hangover in normal healthy students. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 591-598.
- Shin JH, Lee SJ, Choi DJ, Kang MJ, Sung NJ. 2008. Antioxidant and alcohol dehydrogenase activity of water extracts from abalone containing medicinal plants. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 182-187.
- Das SK, Vasudevan DM. 2007. Alcohol-induced oxidative stress. *Life Sci* 81: 177-187.
- Pembeton PW, Smith A, Wames TW. 2005. Non-activasive monitoring of oxidant stress in alcoholic liver disease. *Scand J Gastroenterol* 40: 1102-1108.
- Albano E. 2002. Free-radicals and alcohol-induced liver injury. In *Ethanol and liver*. Sherman CDIN, Preedy VR, Walsin PR, eds. Taylor and Francis, London, UK. p 153-190.
- Ahn YT, Bae JS, Kim YH, Lim KS, Huh CS. 2005. Effects of fermented milk intake on hepatic antioxidative systems in alcohol treated rats. *Korean J Food Sci Technol* 37: 631-635.
- Social Statistics Survey*. 2006. National Statistical Office. Korea.
- 2007 Korean National Health and Nutrition Evaluation Survey*. 2008. Ministry for Health, Welfare and Family Affairs. Korea.
- Health Data*. 2008. Organization for Economic Cooperation and Development.
- 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.
- Erel O. 2004. A novel automated method to measure total antioxidant response against potent free radical reaction. *Clin Biochem* 37: 112-119.
- Buege JA, Aust SD. 1978. Microsomal lipid peroxidation. In *Methods in Enzymology*. Fleischer S, Packer L, eds. Academic press, New York, USA. Vol 52, p 302-306.
- Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in antioxidant of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474.
- Aebi H. 1984. Catalase *in vitro*. *Methods Enzymol* 150: 121-126.
- Inger C, Bengt M. 1985. In *Methods in Enzymology*. Fleischer S, Packer L, eds. Academic press, New York, USA. Vol 113, p 484-490.
- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of proteins utilizing the principle of protein-dye binding. *Ann Biochem* 72: 248-254.
- Cho HC, Park JH, Lee SH. 1974. The effects of compound of aconite and sulfur on hangover syndrome. *New Med J* 17: 1115-1120.
- Lee EH, Chyun JH. 2007. Effects of chongkukjang intake on lipid metabolism and liver function in ethanol consumed rats. *Korean J Nutr* 40: 684-692.
- Song Z, Deaciuc I, Song M, Lee DYW, Liu Y, Ji X, McClain C. 2006. Silymarin protects against acute ethanol-induced hepatotoxicity in mice. *Alcohol Clin Exp Res* 30: 404-413.
- Eaton S, Record CO, Bartlett K. 1997. Multiple biochemical effects in the pathogenesis of alcoholic fatty liver. *Eup J Clin Invest* 27: 719-722.
- Yang DS, Hong SG, Choi SM, Kim BN, Sung HJ, Yoon Y. 2004. Effect of an oriental herbal composition, Jang Beak Union (JBU), on alcohol-induced hangover and CCl₄-induced liver injury in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 78-82.
- Park SM, Kang BK, Chung TH. 1998. The effect of mildronate on serum alcohol concentration and hangover syndrome. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 168-174.
- Lieber CS. 1997. Ethanol metabolism, cirrhosis and alcoholism. *Clin Chim Acta* 257: 59-84.
- Thrumann RG, Bradford B, Imuro Y, Knecht K, Connor H, Adachi Y, Wall C, Arteel G, Releigh J, Forman D, Mason RP. 1997. Role of Kupffer cells, endotoxin and free radicals in hepatotoxicity due to prolonged alcohol consumption: studies in female and male rats. *J Nutr* 127: 903S-906S.
- Nordmann R, Ribiere C, Rouach H. 1992. Implication of free radical mechanisms in ethanol-induced cellular injury. *Free Radic Biol Med* 12: 219-248.
- Ito M, Ohishi K, Yoshida Y, Yokoi W, Sawada H. 2003. Antioxidative effects of lactic acid bacteria on the colonic mucosa of iron-overloaded mice. *J Agric Food Chem* 51: 4456-4460.
- Rouach H, Fataccioli V, Gentil M, French SW, Morimoto M, Nordmann R. 1997. Effect of chronic ethanol feeding on lipid peroxidation and protein oxidation in relation to liver pathology. *Hepatology* 25: 351-355.
- Kim MJ, Park EM, Lee MK, Cho SY. 1997. Effect of methionine and selenium levels on alcohol metabolic enzyme system in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 319-326.
- Kim HY, Park YK, Lim 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.
- Mary N, Monhankumar S, Janari B, Karthikeya Prabhu PR,

- Vivek Kumar RKJ. 2002. DNA damage and integrity of UV-induced DNA damage in lymphocytes of smokers analysed by the comet assay. *Mutat Res* 520: 179-187.
37. Porrini M, Riso P, Oriani G. 2002. Spinach and tomato consumption increases lymphocyte DNA resistance to oxidative stress but this is not related to cell carotenoid concentrations. *Eur J Nutr* 41: 95-100.
38. Collins AR, Harrington V, Drew J, Melvin R. 2003. Nutritional modulation of DNA repair in a human intervention study. *Carcinogenesis* 24: 511-515.
39. Bub A, Watzl B, Blackhaus M, Briviba K, Leigibel U, Muller H, Pool-Zobel BL, Reckemmer G. 2003. Fruit juice consumption modulates antioxidative status, immune status and DNA damage. *J Nutr Biochem* 14: 90-98.
40. Hakim IA, Harris RB, Brown S, Sherry CHH, Wisman S, Agawal S, Talbot W. 2003. Effect of increased tea consumption on oxidative DNA damage among smokers: A randomized controlled study. *J Nutr* 133: 3303s-3309s.
41. Park EM, Ye EJ, Kim SJ, Choi HI, Bae MJ. 2006. Eliminatory effect of health drink containing *Hovenia Dulcis* Thunb extract on ethanol-induced hangover in rats. *Korean J Food Culture* 21: 71-75.
42. Hwang JY, Ham JW, Nam SH. 2004. Effect of maesil (*Prunus mume*) juice on the alcohol metabolizing enzyme activities. *Korean J Food Sci Technol* 36: 329-332.

(2009년 3월 25일 접수; 2009년 5월 1일 채택)