

헛개나무 열매 추출물을 함유한 건강음료의 숙취 제거 효과

박은미¹ · 예은주¹ · 김수정¹ · 최현임² · 배만종^{3*}

¹(재) 경북테크노파크 대구한의대학교 한방생명자원특화센터 효능검증원, ²성덕대학 작업치료과, ³대구한의대학교 한방바이오희식품과학과

Eliminatory Effect of Health Drink Containing *Hovenia Dulcis* Thunb Extract on Ethanol-Induced Hangover in Rats

Eun-Mi Park¹, Eun-Ju Ye¹, Soo-Jung Kim¹, Hyun-Im Choi², Man-Jong Bae^{3*}

¹Efficacy and Safety Research Center for Traditional Oriental Medicine, Daegu Hanny University, Kyongbuk Technopark

²Dept. of occupational therapy, Sungduk college

³Dept. of Oriental Medicine Biofood Science, Daegu Haany University

Abstract

This study was conducted to investigate the eliminatory effect of health drink containing *Hovenia dulcis* Thunb extract on ethanol-induced hangover in rats. Male Sprague-Dawley rats weighing 200 ± 10 g were given health drink (10 mL/kg) or other company product (10 mL/kg) 30 min before or after 40% ethanol (5 g/kg body weight) ingestion. To study the effect of health drink on blood ethanol concentration, blood was taken from caudal artery at 1, 3, 5 hr and the animal were sacrificed 24 hr after ethanol ingestion. From 1 to 5 hr, health drink pre- or postdosing significantly decreased the ethanol levels in the blood. The acetaldehyde concentration showed decrement in health drink group and other company product group. The activities of ethanol, alcohol dehydrogenase and aldehyde dehydrogenase measured at postdosing, were also not altered by the administration of health drink. Alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase activities showed unaltered resulted in all experimental groups compared with the normal group. These results suggest that oral intake of health drink containing *Hovenia dulcis* Thunb is effective on elimination of ethanol-induced hangover.

Key Words : health drink containing *Hovenia dulcis* Thunb, ethanol-induced hangover

I. 서론

최근 음주 후 발생하는 숙취를 감소 및 제거하고자 몇몇 의약품이 개발되었으나 이들 자체의 독성이나 부작용이 나타남으로써 보다 안전한 건강음료의 개발에 많은 관심이 모아지고 있다^{1,2)}. 예로부터 한약재 및 천연물을 숙취제거에 사용하였는데, 헛개나무(*Hovenia dulcis* Thunb)는 알코올 분해 효과 및 간 손상 예방 효과가 있어 주독을 해소하는데 널리 사용되고 있다^{3,4)}. 헛개나무의 열매는 갈색이 돌고 단맛과 은은한 향기를 가지며 헛개나무의 열매에서 분리한 (+)-dihydromyricetin는 알코올 분해 및 간기능 회복에 효과가 있다는 보고가 있다⁵⁾. 또한 헛개나무 열수 추출물에서 분리된 3-methoxy-4-hydroxybenzoic acid와 3-methoxy-4-hydroxycinnamic acid는 항산화 및 항균작용을 나타낸다고 보고되고 있으며⁶⁾ 헛개나무 잎과 줄기 등에서도 생리활성 물질의 분리가 이루어지며 그 효능에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

알코올 중독은 현대인의 가장 일반적인 약물남용 형태로서 알코올에 의해 유도되는 대사성 질환, 간경변 및 뇌손상 등은 심각한

한 건강장애이다^{7,8)}. 알코올과 산화과정에서 생성되는 아세트알데히드 등의 중간 대사물질은 여러 가지 생리작용의 변화를 유발하여 각종 대사성 질환과 알코올성 간경변을 초래한다⁹⁾. 음주 후 숙취 증상의 원인은 탈수, 알코올 및 알코올 대사산물의 독성, 흡수장애에 의한 영양소 결핍 등으로 알려져 있으며 특히 숙취 증상의 주된 원인물질로 알려진 아세트알데히드의 혈중 농도가 높아지면 혈압이 저하되고 뇌로의 혈액순환이 나빠져 두통을 일으키거나 메스꺼움, 구토, 현기증, 탈수로 인한 갈증, 설사, 호르몬의 변조 및 근육통 등을 야기시키는 것으로 알려져 있다¹⁰⁻¹³⁾.

본 실험은 헛개나무 열매 추출물을 주재료로 개발된 건강음료의 숙취제거 효능을 객관적으로 검증함으로써 상품의 가치 및 안전성을 확보하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 시료제조

본 실험에 사용된 건강음료에는 헛개나무열매추출액(고형분

* Corresponding author : Man-Jong Bae, Department of Oriental Medicine Biofood Science, Daegu Haany University, 290 Yugok-dong, Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do, 712-715, Korea Tel : 82-53-819-1425 Fax : 82-53-802-2490 Email : bamajo@dhu.ac.kr

0.81%, 85.25%), 계피추출액(고형분 0.6%, 0.93%), 구연산(0.20%), 고과당(13.44%), 허브향(0.10%), 벌꿀향(0.02%), 안식향산나트륨(0.05%)이 함유되어 있다.

2. 실험동물 및 처치

실험동물은 Sprague-Dawley 종의 이유한 웅성 흰쥐를 (주) 대한바이오텍로부터 구입하여 항온항습 및 공기청정시스템(HC-ES-02, 효창사이언스)에서 일정한 조건(온도: $22 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도 $55 \pm 5\%$, 명암: 12시간 light/dark cycle)으로 1주일간 적응시킨 후 실험에 사용하였다.

알코올의 급성 중독 시 알코올 투여는 Kato 등의 방법¹⁴⁾을 응용하여 40% 알코올을 체중 kg당 5 g 수준으로 1회 경구투여 하였다. 건강음료의 투여는 predosing, postdosing의 2가지 경우로 나누어 실시하였다. 먼저 predosing의 경우 알코올 대조군(EC), 건강음료 투여군(BE) 및 타사제품 투여군(P)의 3군으로 나누어, BE군과 P군은 알코올 투여 30분 전에 각각의 시료를 10 mL/kg, 대조군은 시료 대신 증류수를 10 mL/kg씩 경구 투여하였다. Postdosing의 경우 알코올 대조군(EC), 건강음료 투여군(AE)군 및 타사제품 투여군(P)의 3군으로 나누어, AE군과 P군은 알코올 투여 30분 후에 각각의 시료를 10 mL/kg, 대조군은 시료 대신 증류수를 10 mL/kg씩 경구 투여하였다.

시간 경과에 따른 혈 중 알코올 농도를 측정하기 위해 알코올의 경구 투여 후 ethyl ether 마취상태에서 경시적(1, 3 및 5시간)으로 미동맥을 통해 채혈하였다. 채혈한 혈액은 2시간 정도 실온에서 방치시킨 후 600 xg에서 15분간 원심분리 하여 혈청을 분리하여 알코올 농도 측정에 사용하였다.

실험동물은 일 중 변동을 고려하여 알코올 투여 후 24시간째부터 신속하게 희생시켰고, ether 마취 하에 복부정중선을 따라 개복하고 복부대동맥으로부터 채혈하여 실험사 시켰다. 간문맥을 통하여 4°C 생리식염수로 관류한 후 간 조직을 적출하였으며 표면에 묻은 이물질을 제거한 뒤 -80°C 의 초저온 냉동고에 넣어 급속 동결시켜 알코올 대사효소 활성 측정을 위해 보관하였다. 채혈 후 원심분리 하여 얻은 혈청은 간기능 지표 효소 활성도 측정에 사용하였다.

3. 혈액 중 알코올 농도 및 아세트알데히드 농도

알코올 함량은 Bucher와 Redetzki의 방법¹⁵⁾을 변형하여 제조한 alcohol 측정용 kit(#332-UV, Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)를 이용하여 측정하였다. 즉 10 μL 의 혈청과 3 mL의 NAD-ADH 용액을 섞은 후 30에서 10분간 incubation시켜 파장 340 nm에서 생성된 NADH의 농도에 따른 흡광도의 변화를 측정하였다. 이때 혈액의 알코올 농도(mg/dL)는 표준용액을 이용하여 계산하였다.

혈액 중 아세트알데히드 농도는 아세트알데히드가 ALDH에 의해 acetate를 생성하고 NAD⁺의 존재 하에 NADH를 생성하는데, 생성된 NADH의 농도를 파장 340 nm에서 측정하는 원리

로 제조된 kit(Roche Co., USA)를 사용하여 측정하였다.

4. 간조직 중 알코올 대사효소 활성 측정

적출한 간 조직은 4°C 하에서 절편으로 만들고 그 중 일정량에 4배량의 0.25 M sucrose 용액을 넣고 homogenizer (Polytron PT-MR 2100, Kinematica, Switzerland)를 이용하여 20% (w/v) 마쇄균질액을 만들었다. 이균질액을 600 xg에서 10분간 원심분리하여 핵 및 미마쇄 부분을 제거한 상층액을 얻고, 다시 10,000 xg에서 20분간 원심분리하여 mitochondria 분획을 얻었다. 다시 상층액을 105,000 xg에서 1시간 동안 초원심분리하여 cytosol 분획을 얻었다.

간 조직 중 cytosolic alcohol dehydrogenase (ADH) 활성도는 Bergmeyer의 방법¹⁶⁾으로 mitochondrial aldehyde dehydrogenase (ALDH) 활성도는 Koivula와 Koivusalo의 방법¹⁷⁾에 따라 측정하였다. 기질인 알코올과 조효소인 NAD⁺로부터 37°C 에서 5분간 반응하여 생성되는 NADH의 흡광도를 340 nm에서 측정하였으며, 활성도 단위는 단백질 1 mg이 1분간 생성한 NADH의 양을 nmole로 표시하였다. 단백질 함량은 Lowry 등의 방법¹⁸⁾에 따라 측정하였으며 bovine albumin을 표준품으로 사용하였다.

5. 혈청 중 간기능 지표효소의 활성도 측정

혈청 alanine aminotransferase (ALT) 및 aspartate aminotransferase (AST) 활성도는 Reitman과 Frankel의 방법¹⁹⁾에 준해 제조된 kit(#505-P and 505, Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)를 이용하여 측정하였으며, 효소의 활성도는 혈청 1 mL 당 1분간에 NADH의 흡광도를 0.001 감소시키는 활성능을 1단위로 하는 Karmen unit²⁰⁾로 나타내었다.

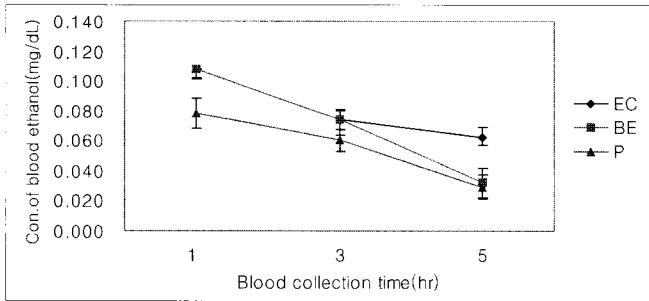
6. 통계학적 분석

모든 실험결과는 평균 표준오차로 나타내었고, 각 그룹간의 통계적 유의성은 SPSS를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple tes에 의해 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

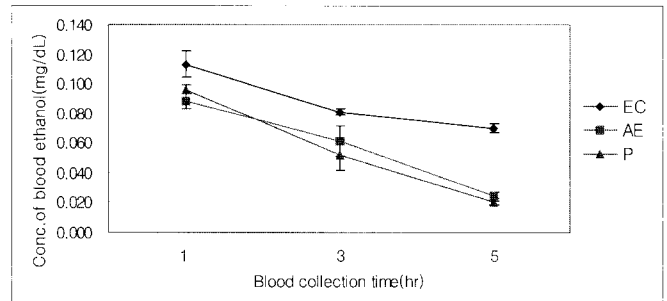
1. 알코올 투여 30분 전 건강음료 투여 시 혈액 중 알코올 농도 및 혈액 중 아세트알데히드 농도

건강음료를 알코올 투여 30분 전에 경구적으로 섭취시켰을 때 나타나는 혈액 중 알코올의 농도 변화는 (Fig. 1)과 같다. 혈액 중 알코올 농도는 알코올 투여 1시간 후부터 모든 군에서 급격하게 감소하였으며 알코올 대조군(EC)과 건강음료 투여군(BE)은 알코올 투여 3시간까지는 거의 같은 수준을 유지하였으나 5시간째에 건강음료 투여군(BE)이 알코올 대조군(EC)에 비해 급격한 감소를 나타내었다. 5시간째 혈중 알코올 농도는 알코올 대조



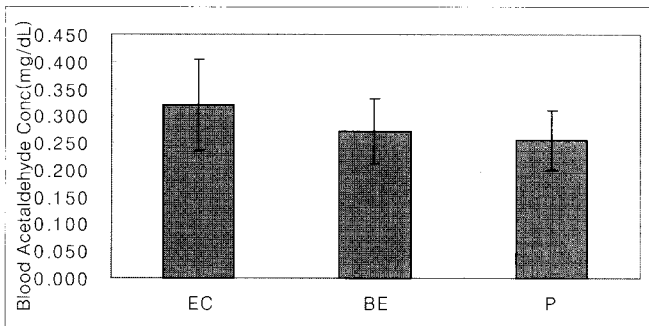
<Fig. 1> Blood alcohol concentration after administration of ethanol in health drink predosing rats (mg/dL)

Each point represents the mean \pm S.E. for groups of seven rats. EC: Ethanol treated group, BE: A health drink (10 mL/kg B.W.) administered group before ethanol treatment, P: Other company product (10 mL/kg B.W.) administered group before ethanol treatment.



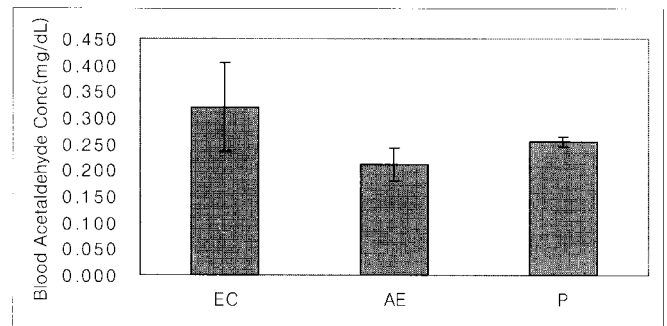
<Fig. 3> Blood alcohol concentration after administration of ethanol in health drink postdosing rats (mg/dL)

Each point represents the mean \pm S.E. for groups of seven rats. EC: Ethanol treated group, AE: A health drink (10 mL/kg B.W.) administered group after ethanol treatment, P: Other company product (10 mL/kg B.W.) administered group after ethanol treatment.



<Fig. 2> Blood acetaldehyde concentration after administration of ethanol in health drink predosing rats (mg/dL)

Each point represents the mean \pm S.E. for groups of seven rats. EC: Ethanol treated group, BE: A health drink (10 mL/kg B.W.) administered group before ethanol treatment, P: Other company product (10 mL/kg B.W.) administered group before ethanol treatment.



<Fig. 4> Blood acetaldehyde concentration after administration of ethanol in health drink postdosing rats (mg/dL)

Each point represents the mean \pm S.E. for groups of seven rats. EC: Ethanol treated group, AE: A health drink (10 mL/kg B.W.) administered group after ethanol treatment, P: Other company product (10 mL/kg B.W.) administered after ethanol treatment.

군(EC)은 0.062 mg/dL, 건강음료 투여군(BE)은 0.032 mg/dL, 타사제품 투여군(P)은 0.028 mg/dL로서 알코올 대조군(EC)에 비해 건강음료 투여군(BE)과 타사제품 투여군(P)이 각각 48.4%, 54.8% 정도 감소하는 경향을 나타내었다. Sakai와 Yamane²¹⁾은 헛개나무의 추출물이 알코올을 투여한 쥐의 혈중 알코올 농도를 저하시키는 효과가 있음을 보고하고 있어 본 실험 결과와 유사한 결과이다.

알코올 투여 30분 전에 건강음료를 경구적으로 섭취시켰을 때, 알코올 투여 5시간 후 혈액 중 아세트알데히드 농도는 <Fig. 2>와 같다. 알코올의 대사로 형성되는 아세트알데히드는 ALDH에 의해 acetate로 대사되는데 아세트알데히드가 과량일 경우 혈류를 통하여 뇌와 다른 장기로 이동하여 유해한 영향을 미칠 뿐 아니라 ALDH의 활성도를 감소시키는 것으로 알려져 있다²²⁾. 본 실험 결과 알코올 대조군(EC)에 비해 알코올 투여 30분 전에 건강음료를 공급한 실험군(BE)에서 아세트알데히드의 농도가 낮게 나타났는데, 0.32 mg/dL인 알코올 대조군에 비해 건강음료 투여군(BE)과 타사제품 투여군(P)은 각각 15.6%와 20.3% 정도

낮은 0.27 mg/dL, 0.25 mg/dL를 나타내었다.

2. 알코올 투여 30분 후 건강음료 투여 시 혈액 중 알코올 농도 및 혈액 중 아세트알데히드 농도

알코올 투여 30분 후에 건강음료를 경구적으로 섭취시켰을 때 나타나는 혈액 중 알코올의 농도 변화는 <Fig. 3>과 같다. 알코올 대조군(EC)의 혈액 중 알코올 농도의 변화는 predosing 실험과 같은 경향을 나타내었으며, 각 시간대에서 알코올 대조군에 비해 건강음료를 병행 공급한 실험군에서 낮은 농도를 보였다. 건강음료 투여군(AE)은 알코올 투여 후 2시간까지는 타사 제품군(P)에 비해 낮은 혈액 중 알코올 수준을 나타내었으나 3시간 이후부터 약간 높은 수치를 유지하였다. 5시간 후 혈액 중 알코올 농도는 알코올 대조군(EC)에 비해 건강음료 투여군(AE)은 65.2%, 타사제품 투여군(P)은 72.4% 낮은 수치를 나타내었다.

건강음료를 알코올 투여 30분 후에 급여하고 5시간 후 혈액 중 아세트알데히드 농도를 측정 한 결과는 <Fig. 4>와 같다. 숙취 증상을 야기시키는 것으로 알려진 아세트알데히드의 양은 알코올 대사를 빠르게 진행시켜 그 농도를 낮출 수 있는데 이로 인해

알코올로 야기되는 숙취를 경감시킬 수 있다. 본 실험 결과 알코올 대조군(EC)에서는 아세트알데히드 농도가 0.33 mg/dL의 수준을 나타내었으며, 건강음료를 알코올 투여 30분 후에 공급시킴으로써 아세트알데히드 농도가 감소된 것으로 나타났다. 즉 건강음료 투여군(AE)은 0.21 mg/dL 타사제품 투여군(P)은 0.25 mg/dL로서 알코올 대조군(EC)에 비해 각각 36.4%와 24.2%가 감소되었다.

3. 간 조직 중 알코올 분해효소 활성

40% 알코올을 체중 1 kg당 5 g씩 1회 경구투여 후 혈액 중 알코올 농도가 건강음료의 병행 투여에 의해 감소되는 기전을 확인하기 위하여 알코올 대사 효소인 ADH와 ALDH의 효소 활성을 측정하여 <Table 1>에 나타내었다. 간 조직 중 ADH 활성은 숙취제거제의 종류 및 공급시기에 관계없이 정상군과 알코올을 섭취한 실험군 사이에 별다른 변동을 관찰할 수 없었다. ALDH 활성은 알코올 대조군(EC)에 비해 알코올 투여 30분 후 건강음료를 투여군(AE)에서 19.7%의 활성 증가가 나타났으나 유의적이지는 않았다. 이상의 결과는 헛개나무 추출물의 섭취로 알코올 분해 효소인 ADH의 활성이 35.6% 상승되었다는 보고²³⁾와는 상이하나 알코올 및 숙취해소 음료의 단회 투여는 알코올 분해 효소의 활성 변화에 영향을 미치지 못하는 것으로 사료된다. 경구를 통해 섭취된 알코올의 혈 중 농도는 위장관을 경유한 흡수율이 저해되거나²⁴⁾ 알코올 대사율이 촉진됨으로써²⁵⁾ 감소되는 것으로 알려져 있는데 본 연구에서 숙취해소 음료 투여군의 혈중 알코올 농도가 알코올 대조군에 비해 감소된 기전이 알코올의 대사와는 무관하며 그 감소기전을 정확하게 판단하기 위해 추후에 연구 검토해야 할 과제로 사료된다.

4. 간 기능 지표 효소의 활성

건강음료의 섭취와 알코올의 단회 투여를 병행할 때 알코올과 건강음료의 인체에 대한 상승작용에 의해 간기능에 미칠 수 있는 영향을 검토하고자 알코올을 투여하고 간 손상의 평가 지표로 이용되고 있는 혈청 ALT, AST²⁶⁾의 활성 변동을 측정하여 <Table 2>에 나타내었다. ALT, AST 활성은 정상군(N)과 알코올 투여 실험

<Table 1> Effect of health drinks on the hepatic ethanol metabolizing enzyme activities in rats (nmoles/mg protein/min)

Group ³⁾	ADH	ALDH
N	15.51 ± 0.72 ^{1)NS2)}	7.89 ± 1.13 ^{NS}
EC	16.12 ± 3.58	8.66 ± 0.90
AE	16.94 ± 1.46	10.37 ± 1.29
BE	17.80 ± 1.82	8.89 ± 0.62

1) Each value represents the mean ± S.E. for groups of seven rats.
 2) Not significantly different between groups (p<0.05)
 3) N: Normal control group, EC: Ethanol treated group, AE: A health drink (10 mL/kg B.W.) administered group after ethanol treatment, BE: A health drink (10 mL/kg B.W.) administered group before ethanol treatment.

<Table 2> Effect of health drinks on the serum alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) activities in rats (Karmen unit/mL of serum)

Group ³⁾	ALT	AST
N	23.07 ± 2.07 ^{1)NS2)}	110.14 ± 23.98 ^{NS}
EC	23.96 ± 1.42	133.12 ± 19.06
AE	26.21 ± 2.02	130.57 ± 13.07
BE	25.23 ± 2.36	129.06 ± 27.15

1) Each value represents the mean ± S.E. for groups of seven rats.
 2) Not significantly different between groups(p<0.05).
 3) N: Normal control group, EC: Ethanol treated group, AE: A health drink (10 mL/kg B.W.) administered group after ethanol treatment, BE: A health drink (10 mL/kg B.W.) administered group before ethanol treatment.

험군간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며 40% 알코올(5 g/kg B.W.)의 1회 투여로는 간 손상의 생화학적 지표의 변화가 나타나지 않음을 시사하며 또 건강음료의 음용이 정상적인 간 기능에 영향을 미치지 않는 결과를 볼 때 안전성이 인정된다고 사료된다.

IV. 요약

숙취해소용 음료로 개발된 건강음료를 각각 알코올(5 g/kg B.W., 40%) 투여 30분 전과 후에 경구적으로 섭취시키고(10 mL/kg) 시간(1, 3 및 5)에 따라 미동맥으로 채혈하여 혈액 중 알코올 농도와 아세트알데히드 농도, 간 조직 중 알코올 대사효소 alcohol dehydrogenase (ADH) 및 aldehyde dehydrogenase (ALDH)의 활성과 간기능 지표 효소(ALT, AST)의 활성 변동을 측정·비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 알코올 투여 30분 전에 건강음료를 공급하였을 때 혈액 중 알코올 농도는 알코올 투여 1시간 후부터 모든 군에서 급격하게 감소하였으며 알코올 투여 5시간째에 알코올 대조군(EC)에 비해 건강음료 투여군(BE)은 48.4%정도 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 아세트알데히드 농도는 알코올 대조군(EC)에 비해 건강음료 투여군(BE)은 15.6%, 타사제품 투여군(P)은 20.3% 낮았다. 알코올 투여 30분 후 숙취해소 음료를 공급하고 5시간 경과 후 건강음료 투여군(AE)의 알코올 농도는 알코올 대조군(EC)에 비해 65.2% 낮은 수치를 나타내었다. 아세트알데히드 농도는 알코올 대조군에 비해 건강음료 투여군(AE)은 36.4% 낮은 0.21 mg/dL 타사제품 투여군(P)은 24.2% 낮은 0.25 mg/dL를 나타내었다. 간 조직 중 ADH 활성은 정상군과 알코올을 섭취 한 모든 실험군 사이에 별다른 변동을 관찰할 수 없었다. 숙취해소 음료의 1회 섭취와 체중 1 kg당 5 g의 알코올 1회 투여가 알코올 대사 효소의 활성에 영향을 미치지 못함을 시사하고 있다. 혈청 ALT, AST 활성은 정상군과 알코올 투여 실험군간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며 또 건강음료의 음용이 정상적인 간 기능에 영향을 미치지 않는 결과를 볼 때 안전성이 인정된다고 생각된다.

■ 참고문헌

- 1) Kim JH, Min SS, Kim SH, Hong HD, Kim JS, Kim SU. Effect of arrowroot flower (*Puerariae flos*) extract on lowering of ethanol concentration in rat blood. *Agri Chem Biotechnol* 38: 549-553, 1995
- 2) Kim YC, Park SH, Lee MG. Effect of glutamate on the blood concentrations of ethanol in healthy adults. *Yakhak Hoeji* 37: 549-553, 1993
- 3) Lee MK, Kim YG, An SW, Kim MH, Lee JH, Lee HY. Biological activity of *Hovenia dulcis* Thunb, Korean J Medicinal Crop Sci 7: 185-192, 1999
- 4) An BJ, Lee JT. Isolation and characterization of angiotensin converting enzyme inhibitors from *Gamellia sinensis* L. and their chemical structure determination. *Food Sci Biotechnol* 8: 285-289, 1999
- 5) Mssayuki Y, Murakami T. Absolute stereostructures of new dihydroflavonols, Hovenitins I, II and III, isolated from hovenia semen seu fructus of *Hovenia dulcis* Thunb. *Chem. Pharm Bull* 117: 108-118, 1996
- 6) Cho JY, Moon JH, Park KH. Isolation and identification of 3-methoxy-4- hydroxybenzoic acid and 3-methoxy-4-hydroxycinnamic acid from hot water extracts of *Hovenia dulcis* Thunb, and confirmation of their antioxidative and antimicrobial activity. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1403-1408, 2000
- 7) Halsted CH. Alcoholism and malnutrition introduction to the symposium. *Am J clin Nutr* 33: 2705, 1980
- 8) Muller A, Sies H. Alcohol, aldehyde and lipid peroxidation : Current nortions. *Alcohol Alcohol* 22: 67, 1987
- 9) Forsander OA, Raihi Niels CR. Metabolites produced in the liver during alcohol oxidation. *J Biol Chem* 235: 34-36, 1960
- 10) Rahwan RG. Speculations on the biochemical pharmacology of ethanol. *Life Sci* 15: 617, 1974
- 11) Nanji AA, Zakim D. Alcoholic liver disease. In *Hepatology*. Zakim D. and Boyer T. (eds.), Saunders, Philadelphia, 3rd ed 3: 891, 1996
- 12) Mezey E. Metabolic effects of alcohol. *Fed Proc* 44: 134, 1985
- 13) Swift R, Davidson D. Alcohol hangover, mechanisms and mediators. *Alcohol Health Res World* 22: 54, 1998
- 14) Kato S, Kawase T, Alderman J, Inatomi N, Liber CS. Role of xanthine oxidase in ethanol-induced lipid peroxidation in rat. *Gastroenterol* 98: 203, 1990
- 15) Bucher T, Redetzki H. Eine spezifische photometrische bestimmung von athylakohol auf fermentativen wege. *Klin Wochenschr* 29: 615, 1951
- 16) Bergmeyer HU. *Methods of enzymatic analysis* Academic Press, New York. 28, 1974
- 17) Koivula T, Koivusalo M. Different from of rat liver aldehyde dehydrogenase and their subcellular distribution. *Biochem Biophys ACTA* 397: 9, 1975
- 18) Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193: 265, 1951
- 19) Reitman S, Frankel S. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase, *Am J Clin Pathol* 28: 8, 1957
- 20) Karmen A. A note on the spectrophotometric assay of glutamic oxaloacetic transaminase in human blood serum. *J Clin Invest* 34: 131, 1955
- 21) Sakai, K, T. Yamane, Y. Saitoh, C. Ikawa, and T. Nishihata. Effect of water extracts of crude drugs in decreasing blood alcohol concentrations in rats, *Chem Pharm Bull* 35: 4597-4604, 1987
- 22) Kim KW, Yang JS, Lee JS, Cho YS, Kang SK, Chung HK. Activity of alcohol dehydrogenase and ethanol acetaldehyde levels in normal adults blood. *Kor Ind Hyg Assoc J* 4: 240, 1994
- 23) An SW, Kim YG, Kim MH, Lee BI, Lee SH, Kwon HI, Hwang B, Lee HY. Comparison of Hepatic Detoxification activity and reducing Serum Alcohol concentration of *Hovenia dulsis* THUNB and *Alnus japonica* Steud. *Korean J Medicinal Crop Sci* 7(4): 263-268, 1999
- 24) Kim MH, Park CK. Inhibition of ethanol absorption by *Rhodiala sachalinensis* in rats. *Arch Pharm Res* 20: 432, 1997
- 25) Sakai K, Saitoh Y, Ikawa C, Nishihata T. Effect of water extracts of aloe and some herbs in decreasing blood ethanol concentration in rats. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 37: 155, 1989
- 26) Bursch W, Schulte HR. Cytoprotective effect of the prostacyclin derivative, Hoprost aganinst live cell death induced by the hepatotoxins CCL4 and bromobenzen. *Klin Wochenschr* 7: 47, 1986

(2005년 12월 21일 접수, 2006년 2월 11일 채택)