

갈화 및 초두구를 주재로 하는 알코올 해독제

박정숙 · 김기영* · 한건#

*보광당한의원, 충북대학교 약학대학

(Received August 5, 2006; Revised October 16, 2006)

Ethanol Detoxicant Composed of *Pueraria thunbergiana* and *Alpinia katsumadai*

Jeong-Sook Park, Gee-Young Kim* and Kun Han#

*Bokwangdang Oriental Medical Clinic, Seoul, 501, Singil 6 dong, Youngdeungpoku 150-842, Korea

College of Pharmacy, Chungbuk National University, San 12, Gaeshindong, Heungdukgu, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea

Abstract — *Alpinia katsumadai* is used in traditional oriental medicine as an antiemetic and for treatment of stomach disorders. This study was to investigate the effect of the 50% methanol extract of *Alpinia katsumadai* and *Puerariae thunbergiana* on ethanol metabolism in rat. The administration of 50% methanol extract of *Alpinia katsumadai* significantly decrease the ethanol concentration in rat. The AUC and Cmax of *Alpinia katsumadai* was 3.1 and 2.4 times less than the control group, respectively. It was more effective than *Pueraria thunbergiana* is known to as ethanol detoxicant. Furthermore, we tested on its ethanol metabolizing effect with the preparation containing this herb (Haeju pill) in beagle. The AUC of Haeju pill was about 1.9 times less than the control group. It was estimated that the extract of *Alpinia katsumadai* had feasibility as a ethanol detoxication agent.

Keywords □ ethanol, alcohol detoxicant, *Puerariae thunbergiana*, *Alpiniae katsumadai*

회식과 접대가 잦고 여러 가지 요인에 의한 스트레스가 많은 현대인들은 잦은 음주로 인해 소화불량, 복부 팽만감, 구토, 설사, 갈증, 전신권태, 피로감, 집중력 저하 등 숙취 현상으로 고통을 받고 있으며 알코올 중독에 걸릴 위험성도 그만큼 증가하게 된다.

체내의 알코올 대사는 주로 세 가지 효소계, 즉 알코올탈수소 효소(alcohol dehydrogenase; 이하 ADH라 함), 마이크로솜의 알코올 산화 효소군(microsomal ethanol oxidation system; 이하 MEOS라 함), 카탈라아제(catalase)에 의한다. 알코올은 알코올 탈수소효소에 의해 아세트알데하이드로 분해되고, 이것은 다시 알데히드탈수소효소(aldehyde dehydrogenase; 이하 ALDH라 함)에 의하여 아세테이트로 산화된다.¹⁾ 이 과정에서 두 효소 모두 조효소 NAD⁺를 필요로 한다. 따라서 분해할 수 있는 능력을 초과한 알코올을 섭취하게 되면 알코올 대사 과정에서 체내에 아세트알데히드의 생성량이 증가하게 되고 NADH/NAD⁺ 비가 높아지게 된다. 이들은 알코올 독성의 직접적인 원인이 되어 간 손

상은 물론이고 소화기, 심혈관계, 중추신경계, 비뇨생식계 및 근 골격계 장애 등 인체의 전반적인 장애를 유발하게 된다.

따라서, 알코올 섭취로 인한 숙취를 제거하고 혈중 알코올 농도를 감소시킬 수 있는 제제의 개발에 있어 중요한 점은 일차적으로 간 문맥을 통과하기 전인 위와 소장의 흡수단계에서 신속히 분해시키는 것이 바람직하며, 뒤이어 간장에서의 대사를 촉진시키는 것이 바람직하다. 이를 극복하기 위해 알코올 대사 촉진제로 아스파르트산, 각종 아미노산 및 비타민류, 효소제제, 각종 식물 추출액 등 다양한 제제가 개발되어 왔으나 숙취의 제반 증상을 전체적으로 개선하기에는 역부족이며, 한정적인 효과를 나타내는 것들이었다.

갈근(*Pueraria thunbergiana* Bentham)²⁾ 콩과(Leguminisae)에 속하는 낙엽 활엽 만목으로 뿌리(*Puerariae Radix*)를 사용하며, 주성분으로는 다이드제인(daidzein), 다이드진(daidzin), 푸에라린(puerarin) 등이 함유되어 있다. 갈근에서 추출한 플라본(flavone)은 뇌 및 관상동맥의 혈류량을 증가시키는 작용을 한다는 보고가 있으며, 다이드제인(daidzein)은 마우스(mouse)와 기니퓰(guineapig)의 적출 장관에 대하여 파파베린(papaverine)양 진정작용이 있으며 또한 에스트론(estrogen) 양 작용을 가지고

#본 논문에 관한 문의는 저자에게로
(전화) 043-261-2820 (팩스) 043-273-3350
(E-mail) khan@chungbuk.ac.kr

있는 것으로 밝혀져 있다. 한방에서는 발한해열약, 진경약으로 쓰며, 칩꽃(Puerariae Flos)은 해열작용과 가래를 잘 나오게 하는 효과가 있고 술독을 푸는데 사용된다. 초두구(Alpinia katsumadai Hayata)는³⁾ 생강과(Zingiberaceae) 식물로 종자를 약재로 사용하며 주성분은 d-4-terpinyl acetate, d- α -terpineol 등을 주로 한 정유로, 그 효능은 위장을 따듯하게 하고 과다 분비된 위장의 점액성 물질 및 과잉의 수분대사를 촉진시키므로 구토, 설사, 복부 팽만 및 식욕부진 등에 사용된다. 본 연구에서는 갈화 및 초두구를 주요 구성성분으로 하며 그밖에 향부자, 갈근, 진피, 산사, 창출, 후박, 적복령, 사인, 신곡, 감초, 양강, 작약, 당귀, 천궁, 황기, 목향 등의 한약재를 첨가하여 이들의 협동작용에 의해 음주후의 알코올 해독 효과가 탁월한 알코올 해독용 한방제제(解酒丸)을 개발하고자 하였다.

실험 방법

갈화 및 초두구 추출물의 제조

갈화 및 초두구를 한약업사(청주, 원창약업사)로부터 구입하여 각각 삼각플라스크에 넣고 증류수와 메탄올 1:1 혼합액을 약재가 잠길 만큼 붓고 1일간 상온에 방치하면서 때때로 흔들어 주어 유효성분이 추출되도록 한 후 여과하여 여액을 취하였다. 다시 증류수와 메탄올 1:1 혼합액을 삼각플라스크에 붓고 1일간 방치한 후 여과하여 얻은 여액을 먼저 채취한 여액과 합쳐서 회전식 증발기를 이용하여 농축하였다.

해주환의 제조

갈근 16g, 갈화 16g, 진피 16g, 향부자 12g, 창출 12g, 작약 12g, 산사 8g, 후박 8g, 적복령 8g, 사인 8g, 신곡 8g, 초두구 8g, 양강 8g, 당귀 8g, 천궁 8g, 황기 8g, 목향 8g, 감초 8g 등을 분쇄한 후 잘 혼합하여 통상의 방법에 따라 환제로 하였다. 해주환은 갈화해성탕과 대금음자를 기본 처방으로 하여 가감한 것으로 갈화해성탕은 갈화, 사인, 백두구, 청피, 백출, 건강, 신곡, 택사, 인삼, 저령, 백복령, 진피, 목향 등의 약재로 이루어져 있으며, 대금음자는 진피, 후박, 창출, 감초 등으로 구성되어 있다. 동의보감에 두가지 처방 모두 주상(酒傷), 식상(食傷)을 다스리는 것으로 기재되어 있다.

실험동물

갈화 및 초두구 추출물의 투여 후 혈중 에탄올 농도를 측정하기 위하여 실험동물은 체중 220±5g의 Sprague-Dawley계 웅성 흰쥐를 싹타코(경기도 오산)에서 구입하여 항온(23±1°C), 항습(55±10%)과 빛(12시간)을 유지한 동물실에서 3일 간 미리 적응시켜 사용하였다. 이 기간동안 사료 및 정제수를 자유롭게 섭취토록 하였으며, 실험동물의 수는 각 군당 5~6마리로 하였다. 한

편 해주환 투여 후 혈중 에탄올 농도를 측정하기 위해서는 체중 10±0.5 kg의 비글을 싹타코(경기도 오산)에서 구입하여 항온, 항습과 빛을 유지한 동물실에서 7일간 미리 적응시켜 사용하였다.

동물실험 및 혈액 채취

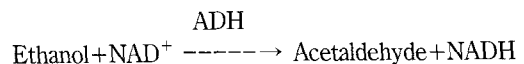
갈화 또는 초두구의 알코올 해독작용을 스크리닝 하고자 흰쥐를 시험시작 2시간 전에 식이 및 물 공급을 중지하고, 대조군은 에탄올 3 g/kg(30% 에탄올 2.5 ml)를 경구투여 하였으며, 시험군은 알코올 투여 1시간 전에 갈화 추출물 또는 초두구 추출물 0.5 g/kg, 또는 1.0 g/kg을 각각 투여 후, 대조군과 마찬가지로 알코올을 투여하였다. 알코올 투여 1시간 후에 에테르를 써서 실험동물을 마취한 후, 복부를 절개하고 간문맥을 통해 혈액(1ml)을 채혈하였다.

한편, 갈화 또는 초두구 추출물의 시간에 따른 혈중 에탄올농도 감소효과를 측정하기 위해서는 흰쥐를 실험시작 24시간 전에 식이를 중지한 랫트를 에테르로 마취한 후, 대퇴부를 절개하고 정맥에 삽관한 후 대조군은 에탄올 1.8 g/kg(30% 에탄올 1.5 ml)를 경구투여 하였으며, 시험군은 알코올 투여 1시간 전에 갈화 추출물 또는 초두구 추출물 1.0 g/kg을 각각 투여 후, 대조군과 마찬가지로 알코올을 투여하였다. 알코올 투여 15분, 30분, 45분, 1시간, 2시간, 4시간, 6시간 및 8시간째에 대퇴정맥으로 삽입한 관을 통해 혈액(500 μl)을 채혈하였다.

해주환의 알코올 해독 작용 측정을 위해서는 비글을 시험시작 24시간 전에 식이를 중지하고, 대조군은 에탄올 1.5 g/kg(30% 에탄올 5 ml/kg)을 경구투여 하였으며 시험군은 알코올 투여 1시간 전에 해주환 0.5 g/kg을 경구투여 후, 대조군과 마찬가지로 알코올을 투여하였다. 알코올 투여 1시간 후에 시간별로 비글의 앞다리 정맥으로부터 혈액(1 ml)을 채혈하였다.

혈중 알코올 농도의 측정

갈화 또는 초두구의 혈중 알코올 농도의 측정은 시그마사(Sigma Chem. Co., U.S.A.)의 에탄올 분석용 키트를 사용하여 아래와 같은 원리를 이용하여 알코올의 체내 반응산물인 NADH의 생성량을 측정함으로써 체내 알코올 농도를 산출하였다. 즉, 에탄올은 간세포에 존재하는 ADH에 의해 다음과 같은 반응을 거쳐 아세트알데히드로 대사되며, 이때 생성된 NADH는 적외선/자외선 분광광도계의 특정 파장을 흡수하는 성질을 가지고 있다.



따라서 본 실험에서는 상기에 기술한 바와 같이 간 문맥으로부터 채취한 혈액을 원심분리(6000 rpm, 5분)하여 혈장을 얻은 후, 이 혈장 10 μl에 3.0 ml의 NAD-ADH 용액을 가하여 조심스럽게 섞은 다음 30°C에서 10분 간 반응시킨 후 색의 변화를 적

외선/자외선 분광광도계를 이용하여 파장 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 알코올 농도는 표준 용액을 이용하여 각 군별 혈중 알코올 농도를 계산하였다.

시간에 따른 혈중 알코올 농도의 분석은 휘취 및 비글 모두에서 가스크로마토그래피 - 헤드 스페이스법(gas chromatography-head space method)을⁴⁾ 사용하였다. 즉 혈액 200 μ l에 염화나트륨 포화용액 200 μ l 및 내부 표준물질로서 부탄올(t-butanol) 200 μ l를 10 ml 바이알에 넣고 밀봉한 후 60°C로 가온 하여 기체상 및 액상이 평형이 이루어지도록 한 후 기체상을 가스크로마토그래피에 주입하여 알코올 농도를 정량하였다.

실험 결과

흰쥐에 있어서 갈화 또는 초두구 추출물의 혈중 에탄올 농도 감소 효과

Table I은 음성 흰쥐를 1군당 5마리로 나누어 갈화 또는 초두구 추출물을 물로 희석하여 0.5 g/kg 또는 1.0 g/kg을 에탄올 투여 1시간 전에 투여 후 에탄올 투여 1시간째에, 혈중 에탄올 농도의 지표인 NADH를 측정하여 간접적으로 에탄올 농도를 측정 한 결과이다. 갈화 추출물 투여군 및 초두구 추출물 투여군 모두 대조군에 비해 혈중 에탄올 농도 감소를 나타내었으며, 투여량이 많은 경우 더 낮은 알코올 혈중 농도를 나타내어 알코올 해독제로써의 사용 가능성을 나타내었다. 또한 갈화 및 초두구 추출물 0.5 g/kg 투여 시 혈중 에탄올 농도 상승 억제율은 각각 15.97%, 16.54%인 것으로 나타났으며 이들을 병용 투여 시 억제율은 52.78%로 단순한 상가 작용이라기보다는 상승효과가 있는 것으로 나타났다.

흰쥐에 있어서 갈화 또는 초두구 추출물의 시간에 따른 혈중 에탄올 농도 감소효과

Fig. 1은 음성 흰쥐를 1군당 6마리로 나누어 갈화 또는 초두구

Table I - Blood ethanol concentration at 1 hr after administration of Puerariae Flos and/or Alpiniae Semen 50% methanol extract in rat

	Administration amount	Ethanol conc. (mg/dl)
Control		104.60±4.15
Puerariae Flos Ex	0.5 g/kg	87.90±4.74*
	1.0 g/kg	70.10±5.47**
Alpiniae Semen Ex	0.5 g/kg	87.30±5.50*
	1.0 g/kg	69.44±4.72**
Puerariae Flos Ex+ Alpiniae Semen Ex	0.5 g/kg+0.5 g/kg	49.39±7.78**

Data are presented as mean±S.D. (n=6).
*,** significant difference from the control value (ANOVA test, * p<0.05, ** p<0.01).

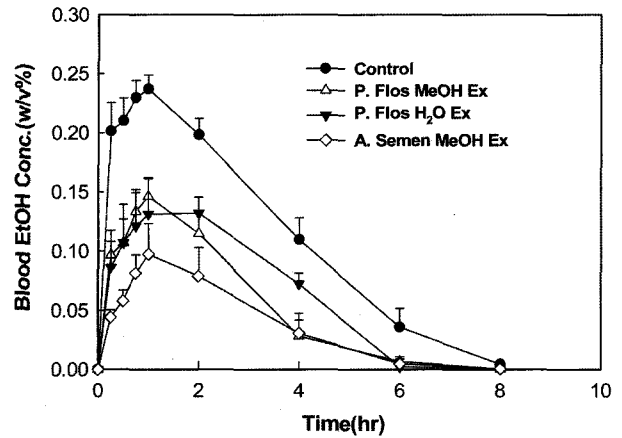


Fig. 1 - Blood ethanol concentration profile after Puerariae Flos extract or Alpiniae Semen extract administration in rat. Data are presented as mean±S.E. (n=6).

추출물 1.0 g/kg을 투여 후, 혈중 에탄올 농도를 측정 한 결과이다. 갈화추출물 투여군 및 초두구추출물 투여군 모두 대조군에 비해 혈중 에탄올 농도가 시간에 따라 감소되는 양상을 나타내었으며, 특히 초두구 50% MeOH 추출물 투여의 경우 혈중 에탄올 농도가 현저히 감소된 결과를 나타내었다.

Table II는 Fig. 1의 시간에 따른 혈중 에탄올 농도 양상으로부터 각종 파라미터를 계산한 값으로 갈화 및 초두구 추출물 모두 AUC가 감소한 결과를 나타냈으며, 특히 초두구 메탄올 추출물의 경우 AUC가 16.36±5.21 mg·hr/ml로 대조군(51.62±5.78 mg·hr/ml)에 비해 3배 이상 감소한 결과를 나타내었으며, Cmax 역시 대조군에 비해 2.4배 정도 낮아진 결과를 나타내었다. 갈화의 경우 물 및 에탄올 추출물의 AUC가 대조군의 53.82% 및 44.05%로 나타나 갈화의 에탄올 대사에 관여하는 성분이 약간 비극성으로 추정되며, 갈화는 메탄올로 추출하는 것이 보다 바람직한 것으로 생각된다. 이상의 결과로부터 초두구 메탄올 추출물의 AUC 및 Cmax는 갈화 메탄올 추출물의 71.94%, 66.66%로 초두구의 에탄올 대사 능력이 갈화 보다 우세한 것으로 나타났다. 한편, 대조군 및 약물 투여군 사이에 있어 Tmax에 도달하는 시간은 초두구 및 갈화의 메탄올 추출물이 45분으로 대조군

Table II - Pharmacokinetic parameters of ethanol after Puerariae Flos extract and/or Alpiniae Semen extract administration in rat

	AUC (mg·hr/ml)	Cmax (mg/ml)	Tmax (min)
Control	51.62±5.78	0.24±0.01	57±3.00
P. Flos Water Ex	27.78±3.07*	0.17±0.02	45±7.50
P. Flos MeOH Ex	22.74±3.15*	0.15±0.02	65±11.94
A. Semen MeOH Ex	16.36±5.21*	0.10±0.02	45±7.98

Data are presented as mean±S.E. (n=6). *, significant difference from the control value (ANOVA test, p<0.05).

Table III - Pharmacokinetic parameters of ethanol after Haeju pill administration in beagle

	AUC (mg · hr/ml)	Cmax (mg/ml)	Tmax (min)
Control	45.23±7.32	0.162±0.02	30±7.50
Haeju pill	23.18±6.73*	0.127±0.02	20±4.33

Data are presented as mean±S.E. (n=3). *, significant difference from the control value (ANOVA test, p<0.05).

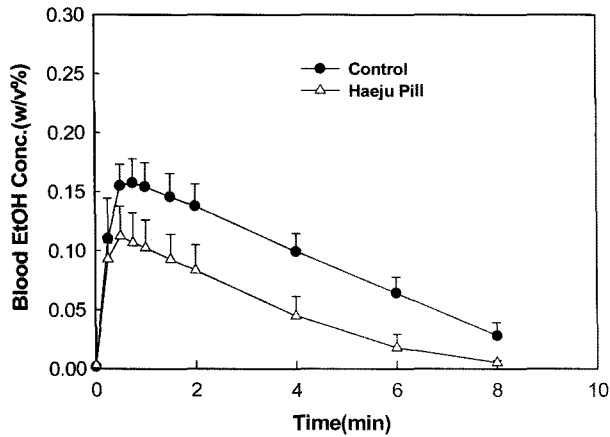


Fig. 2 - Blood ethanol concentration profile after administration of ethanol detoxication pill (Haeju pill) in beagle. Data are presented as mean±S.E. (n=3).

(57분)에 비해 약간 빠른 것으로 나타났다. 갈화 물 및 메탄올 추출물의 Cmax 및 Tmax의 차이는 AUC의 경우와는 달리 동물실험 편차로 생각된다.

비글에 해주환 투여 후 혈중 에탄올농도 감소효과

해주환을 환제 그대로 비글에 투여 후 그 결과를 Fig. 2 및 Table III에 나타내었다. Fig. 2는 웅성 비글 3마리에 체중 1kg 당 각각 30% 에탄올 5ml를 투여한 경우 및 에탄올 투여 1시간 전에 해주환 0.5 g/kg을 투여 한 후 에탄올을 투여한 경우의 혈중 에탄올 농도를 측정된 결과이다. 3마리 모두 에탄올 단독 투여 시에 비해 해주환 투여 후 에탄올 투여 시, 혈중 에탄올 농도가 상당히 감소한 결과를 나타내어 AUC가 약 1/2로 감소한 결과를 나타내었다. 또한 해주환 투여 후 에탄올의 혈중 최고 농도가 22% 정도 감소하였으며, 최고 혈중농도에 도달하는 시간도 단축된 결과를 나타내었다.

고 찰

포유류에 있어 ADH는 ADH1~ADH6의 종류가 있는 것으로 밝혀져 있으며, 이들 중 5가지는 사람에게 존재하는 것이 확인되었으며, ADH4를 제외한 모든 ADH들이 간에 존재한다.⁵⁾ 이들 ADH는 알코올 섭취 후 체내 대사에는 ADH1 및 ADH4가

중요한 역할을 하며, 섭취된 알코올은 일단 위와 장의 점막에 존재하는 ADH4에 의해 대사 되고, 뒤이어 간에 의해 대사를 받는데 여기에는 두 가지 경로, 즉 ADH1 의존성과 cytochrom 의존성 경로가 있다.⁶⁾

한편, ADH는 에탄올 이외에도 체내에 존재하는 다른 알코올류 즉, retinol, ω-hydroxy fatty acid, hydroxy steroid 및 dopamine과 epinephrine 대사체의 hydroxy 유도체들을 산화시킨다.^{7,8)} 이들 내인성 알코올류의 산화가 음주로 체외에서 유입된 에탄올에 의해 방해받을 수 있으므로 에탄올 기질의 경쟁적 작용은 에탄올과 관련된 독성에 중요한 문제가 될 수 있다.

본 연구에서는 초두구 추출물이 알코올 대사계 중 어느 단계에 작용하는 지를 아직 밝혀내지 못하였으나, xanthine oxidase 저해에 의한 항산화 활성 측정 시 초두구 추출물은 Vit E에 비해 12.8배의 높은 항산화 활성을 나타내었다(테이터 나타내지 않음). 따라서 초두구 추출물은 음주로 인한 체내 내인성 알코올류 대사 방해에 의한 독성 발현을 줄여줄 수 있을 것으로 생각된다.

갈화는 예로부터 주독을 풀기 위한 한방 처방으로 갈화해성탕 등의 주재로 사용되어 왔으며, 갈근과 마찬가지로 주성분은 daidzein, daidzin, puerarin 등이 함유되어 있는 것으로 밝혀져 있다. 이들 성분에 대한 최근 연구보고들로 Keung *et al.*⁹⁾은 Syrian golden hamster를 이용한 실험에서 갈근 및 갈화에 들어 있는 isoflavone인 daidzin 및 daidzein이 알코올 섭취를 억제하는 것으로 보고하였다. 그 기전을 연구하기 위해 햄스터 간 미토콘드리아를 분리하여 5-hydroxytryptamine(5-HT)와 dopamine을 기질로 한 실험에서 daidzin은 미토콘드리아에서 monoamine 대사를 촉진하는 주경로인 MAO/ALDH2의 첫 번째가 아니라 두 번째 단계를 억제하는 것으로 밝혔다. 즉, MAO의 작용에서 유래된 5-hydroxyindol-3-acetaldehyde(5-HIAL) 및/또는 DOPAL과 같은 biogenic aldehyde의 분해를 억제함으로써 이들이 알코올 탐닉 억제의 매개체로 작용하도록 하는 것으로 추정하였다.¹⁰⁾ Wenli *et al.*¹¹⁾은 상기 *Puerariae Radix* isoflavonoid들이 라디칼 소거작용이 있으며 이것은 주성분인 puerarin 단독에 의한 것만이 아니라 daidzin 및 daidzein 등의 협동작용에 의한 것으로 항산화 활성이 큰 것으로 보고하였다.

음주로 인한 체내의 알코올 대사를 촉진시키기 위해서는 무엇보다도 체내 알코올 혈중 농도를 낮추는 것이 필요하다. 또한 앞서 밝혔듯이 알코올 대사계는 기본적으로 효소 및 조효소가 관여된 산화환원 반응으로 이들의 기능을 활성화시키기 위해서는 항산화 활성을 가지고 있는 물질들이 필요할 것으로 생각된다. 본 연구에서 사용한 초두구 추출물은 흰쥐의 혈중 알코올 농도를 낮추어 주는 것으로 나타났으며, *in vitro* 실험에서 항산화 활성이 큰 것으로 나타났다. 따라서 본 연구자는 지속적인 연구를 통하여 초두구 추출물 중 알코올 대사를 촉진시키는 물질 및 그 기전을 밝히고 이 물질(들)의 항산화 활성과의 관련성 등에 대한

여 밝히고자 한다.

한편, 알코올 해독제는 다량의 알코올 섭취 후에 나타나는 동반 증상을 제거해주는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 위 장관에서의 불쾌한 증상을 제거하고자 갈화 및 초두구 외에 향부자, 갈근, 진피, 산사, 창출, 후박, 적복령, 사인, 신곡, 감초, 양강, 작약, 당귀, 천궁, 황기, 목향 등의 한약재를 첨가하여 환제를 제조하였다. 환제를 비글(beagle)에 투여한 결과 시간에 따른 알코올의 혈중농도 감소가 유지되는 것을 확인하였다. 이와 같은 결과로부터 초두구 및 갈화 추출물을 주재료 한 본 제제는 알코올 해독제로서의 사용 가능성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 충북대학교 교내연구비 지원(2006)에 의해 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Lieber, C. S. : Microsomal ethanol-oxidizing system (MEOS); the first 30 years (1968~1998). A review. *Alcohol Clin. Exp. Res.* **23**, 991 (1999).
- 이경순, 안덕균, 신민교, 정창민 외 : *완역 중약대사전*, student edition, 도서출판 정담, 서울 p.33 (1997).
- 이경순, 안덕균, 신민교, 정창민 외 : *완역 중약대사전*, student edition, 도서출판 정담, 서울 p.4267 (1997).
- Gina, M. P., Lester, G. S. and Edward, J. F. : Development and application of a physiologically based pharmacokinetic model for ethanol in the mouse. *Alcohol & Alcoholism* **31**, 365 (1996).
- Höög, J. O., Strömberg, P., Hedberg, J. J. and Griffiths, W. J. : The mammalian alcohol dehydrogenases interact in several metabolic pathways. *Chemico-Biological Interactions* **1** (2002).
- Bühler, R., Pestalozzi, D., Hess, M. and Wartburg, J. P. V. : Immunohistochemical localization of alcohol dehydrogenase in human kidney, endocrine organs and brain. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* **18**(1), 55 (1983).
- Edenberg, H. J. and Bosron, W. F. : Alcohol dehydrogenases, Guengerich F.P., ed., Pergamon, New York, p.119 (1997).
- Boleda, M. D., Saubi, N., Farres, J. and Pares, X. : Physiological substrates for rat alcohol dehydrogenase classes: Aldehydes of lipid peroxidation, omega-hydroxyfatty acids, and retinoids. *Arch. Biochem. Biophys.* **307**, 85 (1993).
- Keung, W. M. and Vallee B. L. : Kudzu root : An ancient chinese source of modern antidipsotropic agents. *Phytochemistry* **47**(4), 499 (1998).
- Keung, W. M. : Biogenic aldehyde(s) derived from the action of monoamine oxidase may mediate the antidipsotropic effect of daidzin. *Chemico-Biological Interactions* **130**, 919 (2001).
- Wenli, Y., Yaping, Z. and Bo, S. : The radical scavenging activities of radix puerariae isoflavonoids : A chemiluminescence study. *Food Chemistry* **86**, 525 (2004).