

## 숙잠 함유 복합물의 알코올 대사 및 숙취개선 효능평가

우미선<sup>1†</sup> · 차지현<sup>2†</sup> · 김용환<sup>3†</sup> · 강희택<sup>3,4</sup> · 김현덕<sup>1</sup> · 조경원<sup>1</sup> · 박성선<sup>1,\*</sup> · 이종훈<sup>2</sup>

<sup>1</sup>중근당건강(주) R&D본부, <sup>2</sup>가천대학교 식품생물공학과,  
<sup>3</sup>충북대학교 의과대학 가정의학교실, <sup>4</sup>충북대학교 의과대학

### Evaluation of the effects of Hangover-releasing agent containing freeze-dried mature silkworm larval powder (SMSP) on alcohol metabolism and hangover improvement

Miseon Woo<sup>1†</sup>, Ji Hyeon Cha<sup>2†</sup>, Yonghwan Kim<sup>3†</sup>, Hee-Taik Kang<sup>3,4</sup>, Hyeondok Kim<sup>1</sup>,  
Kyong Won Cho<sup>1</sup>, Sung Sun Park<sup>1,\*</sup>, and Jong Hun Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chong Kun Dang Healthcare Corporation

<sup>2</sup>Department of Food Science and Biochemistry, Gachon University

<sup>3</sup>Department of Family Medicine, Chungbuk National University Hospital

<sup>4</sup>Department of Family Medicine, Chungbuk National University College of Medicine

**Abstract** Silkworms have traditionally been used to produce silk and textiles. However, steamed and freeze-dried mature silkworm larval powder (SMSP) contain large amounts of amino acids, vitamins, and essential minerals. In this study, we investigated the potential of SMSP as a hangover-relieving agent. Thirty individuals who met the selection criteria and exclusion criteria were included in the study and subsequently underwent a double-blind, randomized, placebo-controlled, cross-design human application test. Importantly, the test product containing SMSP (CKDHC) was proven to alleviate hangovers through a significant reduction in the plasma concentration of acetaldehyde in the context of an alcohol-induced hangover model. In particular, from 0.5 h after SMSP intake, the blood acetaldehyde concentration (mg/L), area under the time curve (AUC; indicating the degree of bioabsorption of blood acetaldehyde), and the highest blood acetaldehyde concentration (Cmax) were reduced. Altogether, these results suggest that the test product (CKDHC) exhibits an accelerated hangover-relieving effect.

**Keywords:** hangover improvement, silkworm (*Bombyx mori*) powder, alcohol metabolism, clinical trail research, cross-over model

## 서론

숙취(Hangover)란 술을 마신 후 경험할 수 있는 증상으로 에탄올 대사과정으로 인해 발생하는 물질이 위장질환 및 생체리듬을 방해하고 인지기능을 저하시키며 메스꺼움, 구토, 현기증, 갈증, 무기력함, 두통, 근육통 등의 증상을 유발한다. Lieber (1992)에 따르면 알코올을 섭취한 후 체내로 흡수된 알코올은 폐, 소변, 땀으로 10% 정도 배설되며 90%는 간에서 대사 되고 산화된다. 위와 소장에서 흡수된 알코올( $C_2H_5OH$ )이 혈액을 통해 간으로 이동되면, 알코올탈수소효소(ADH)에 의해 아세트알데하이드( $CH_3CHO$ )

로 대사되는데, 이때 생성되는 아세트알데하이드는 확산성 및 휘발성이 강하며 숙취 증상의 대부분을 유발하는 독성물질로 알려져 있다. Lin과 Li (1998)에 따르면 아세트알데하이드는 간에서 아세트알데하이드 탈수소효소(ALDH)에 의해 초산( $CH_3COOH$ )으로 대사되어 최종 대사산물인 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 물( $H_2O$ )로 분해되어 노나 혈중으로 분해된다. 알코올은 섭취량에 따라 간 대사에 여러 가지 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데 과량의 알코올 섭취로 aspartate-malate shuttle에서 생성된 nicotinamide adenine dinucleotide+ (NAD+)가 고갈되어 체내에 독성이 강한 아세트알데하이드가 축적되고 혈중을 통해 순환하며 숙취증상을 유발하고 간세포 손상을 야기한다고 보고하였다(Hawkins와 Kalant, 1972; Lieber, 1992). 최근 스트레스 및 노화, 음주로 인한 간의 피로를 회복하기 위해 천연물 소재의 수요가 증가하고 있다. 따라서 간독성을 유발하지 않고 간 기능 개선 효과가 뛰어난 천연물 소재의 개발이 필요하다.

누에(*Bombyx mori*)는 나비목 누에나방과에 속하는 누에나방의 유충으로 알에서 부화한 후 23-25일 정도가 지나면 몸속에 단백질 성분의 견사선(견사단백질)이 가득차서 실크의 원료인 누에고치를 짓는 특징이 있다. 동의보감에는 누에를 당뇨병 치료제로 사용했다는 기록이 있고, 그 외에도 한의학과 민간요법에서도 당

<sup>†</sup>Co-first authors: The authors noted as providing the same or equal contribution(s) to a published work

\*Corresponding author: Sung Sun Park, Ph.D., R&D Center, Chong Kun Dang Healthcare Corporation, Kochon Bldg., Seoul 07249, Republic of Korea

Tel: +82-10-3665-4666

Fax: +82-2-6292-9266

E-mail: saintsun@ckdhc.com

Received January 8, 2021; revised January 26, 2021;

accepted January 26, 2021

노 예방 및 피로 회복, 피부노화방지, 치매에 효과가 있다고 알려져 있다(Cho 등, 1998; Chung 등, 1997). 국내 당뇨병 환자들이 경험한 민간요법 실태조사에서 82.9%가 당뇨병 치료에 누에분말을 사용했던 경험이 있는 것으로 알려졌다(Cho 등, 1998; Chung 등, 1997). 또한, 누에분말이 2009년 혈당조절 기능식품 개별인정원료로 식품의약품안전처의 승인을 받았다. 숙잠은 5령 3일 이후의 누에로 고치를 짓기 직전의 견사단백질이 가득 찬 상태의 누에를 100°C에 찌서 냉동건조하여 분쇄한 원료상태이며 익은 누에라고도 한다. 숙잠의 견사선은 최고의 단백질 영양원으로 각종 아미노산이 풍부한 식품원료이다. Ji 등(2016b)에 따르면 각종 아미노산 이외에도 지방산 성분, 비타민, 무기질, 폴리페놀, 플라보노이드 등 다양한 영양성분이 함유되어 있다고 보고하였다. 또한, Kim 등(2015)에 따르면 숙잠 원료가 숙취해소 및 피부건강 개선에 영향을 준다고 밝혔다.

숙잠의 간기능 개선과 알코올 분해 효능은 동물 모델을 통해 검증되었으나, 인체적용시험에 대한 숙취해소 효능은 자세히 보고된 바 없다. 본 연구에서는 숙잠을 함유하는 복합물의 알코올

대사 및 숙취개선 효능을 평가하였고, 이를 검증하기 위하여 무작위배정, 이중맹검, 위약대조, 교차실험 설계 인체적용시험을 수행하였다. 시험결과, 숙잠을 함유하는 복합물은 음주 후 발생하는 아세트알데하이드의 혈중 농도를 저하시켜 숙취증상 개선에 효능이 우수함을 확인하였다.

### 재료 및 방법

#### 연구대상자 선정 및 시험설계

본 실험의 연구 대상자는 만 19세 이상, 만 40세 이하의 음주 후 숙취경험이 있는 자로, 시험시작 1주 이내에 시험에 지장을 줄 우려가 있을 만큼의 음주를 한 자 및 알코올 대사에 영향을 미칠 것으로 판단되는 약물 복용자는 제외하였다. 본 연구는 차의과대학교 생명윤리위원회의 승인(과제번호: 1044308-201904-H-018-02)을 받아 진행하였다. 인체적용시험대상자의 선정, 제외기준에 적합한 30명을 확보하고, 이중눈가림, 무작위배정, 위약대조, 교차설계 인체적용시험으로 설계하였다. 선정평가 당일 무작

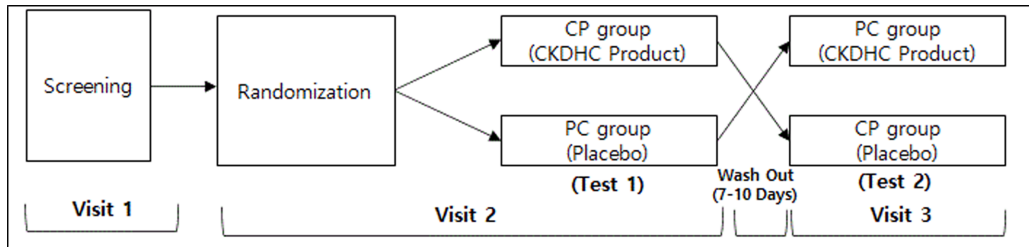


Fig. 1. Study design

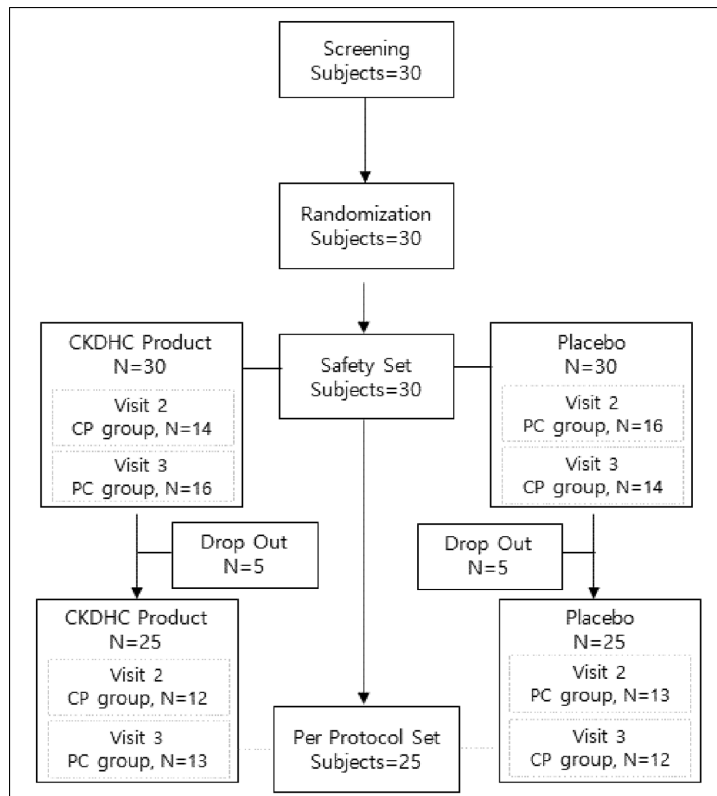


Fig. 2. Analysis design of study group. CP group; Visit 2: CKDHC hangover-relieving agent, Visit 3: placebo, PC group; Visit 2: placebo, visit 3: hangover-relieving agent.

위배정 하였고, CP군(방문1: CKDHC 숙취해소제, 방문2: Placebo) 혹은 PC군(방문1: Placebo, 방문2: CKDHC 숙취해소제)중 한 군에 배정하고 이중눈가림 절차를 따라 복용했다. 방문1 이후 방문2는 7일 이상, 10일 이하의 휴식기를 가졌다. 방문1에 무작위배정, 방문 2에 CP군 14명은 명은 시험식품(CKDHC 숙취해소제), PC군 16명은 대조식품(Placebo)을 복용하도록 하였다. 방문3에는 CP군 14명은 대조식품(Placebo), PC군 16명은 시험식품(CKDHC 숙취해소제)을 복용하도록 하였다(Fig. 1). 시험기간 중 시험을 계속할 수 없다고 주치의가 판단하거나 환자가 거부한 경우 제외하였다(Fig. 2). 방문이 이뤄지는 동안 시험대상자는 동일한 식단을 유지하였다. 방문 2,3에 알코올 섭취 30분 전에 시험식품 또는 대조식품을 섭취한 30분 후부터 알코올(20도 소주 1병, 약 5 unit)을 적당량의 안주와 함께 섭취하였다. 알코올은 정해진 시간에 동일 용량을 일정한 간격으로 1시간에 걸쳐 섭취하였다.

### 임상병리검사

인체적용시험대상자는 방문1에 채혈하기 전 8시간 금식상태로 내원하여 다음의 항목을 검사하였다. 시험자의 판단에 따라 비정상적인 검사결과가 나온 대상자는 제외하였다. 시험에 참여하기 위한 안전성 평가는 혈액학적검사로 간기능효소검사(AST, ALT,  $\gamma$ -GTP)를 통해 간기능이 정상적인지 확인하였다.

### 시험식품

시험식품(CKDHC 숙취해소제)은 효능원료인 숙잠을 함유하는 정제(1,000 mg\*2정) 및 음료(100 mL), 대조식품(Placebo)은 숙잠원료를 대체한 정제(1,000 mg\*2정) 및 동일한 음료(100 mL)를 섭취하게 하였다. 숙잠을 함유하는 정제의 효능을 평가하기 위하여, 시험군 및 대조군이 동일한 정량의 음료를 섭취하였다. 시험식품(CKDHC 숙취해소제) 및 대조식품(Placebo)의 구성성분은 Table 3에 나타났다.

### 생화학적 검사

음주 전 및 음주 후 30분(0.5 h), 1, 2, 4, 8 h에 혈중 알코올과 아세트알데하이드 농도를 측정하였다. 혈중 알코올 농도는 혈액 및 호기검사를 통하여 측정하였다. 아세트알데하이드 농도는 혈액 검사를 통해 측정하였다. 시험대상자의 팔 또는 손등의 정맥에 컷테터를 삽입하고, 매 시점에서 5 mL를 채혈한 후, 혈액을 그 자리에서 원심분리(3,000 rpm, 15분, 4°C)하여 혈청을 분리하여 분석 센터로 이동하여 실시간으로 분석을 진행하였다. 혈중 알코올 및 아세트알데하이드의 농도를 정확하게 측정하기 위하여 GC HPLC (Agilent 7890A GC system, Agilent, CA, USA)로 분석하였다. GC system 측정 표준품 시약으로 Acetaldehyde (Cat.00070, Sigma-Aldrich, MO, USA) 및 Ethyl alcohol (Cat.459836, Sigma-Aldrich)를 사용하였다. 호기 알코올을 측정하기 위하여 전기화학식 음주측정기(Creative Applications of Sensor, Korea)를 사용하였다.

### 체내 알코올 및 아세트알데하이드 농도에 대한 평가

음주 전 및 음주 후 30분(0.5 h), 1, 2, 4, 8 h에 혈중 알코올과 아세트알데하이드 분석 농도를 측정하여 각 시간 별 측정값을 통해 체내 흡수 그래프를 얻었다. 그래프를 통해 체내 흡수된 물질의 동태를 파악하기 위한 파라미터로 인정되는 최고 혈중농도 ( $C_{max}$ ), 최고 혈중농도 도달시간( $T_{max}$ ), 전체시간동안의 생체 흡수를 나타내는 농도-시간곡선하 면적(AUC, Area Under the Curve)을 구하였다.

### 통계분석

통계분석은 SAS<sup>®</sup> (Version 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 유의수준 0.05로 설정하여 양측검정을 실시하였다. 측정 항목의 결과는 평균(Mean) $\pm$ 표준편차(Standard deviation)로 표기하였고, 군간 평균 차이는  $p$ -value가 <0.05이면 유의한 것으로 간주하였다.

**Table 1.** Characteristics of participants and the mean value (Safety Set)

		CP Group	PC Group	Sum	p-value
		N=14	N=16	N=30	
Sex Number (%)	Male	6 (42.86)	8 (50.00)	14 (46.67)	0.69 <sup>†</sup>
	Female	8 (57.14)	8 (50.00)	16 (53.33)	
Age (year)	Mean $\pm$	28.86 $\pm$ 4.24	27.69 $\pm$ 3.89	28.23 $\pm$ 4.03	0.43*
	Min, Max	20.00, 35.00	22.00, 34.00	20.00, 35.00	
Occupation Number (%)	Office	2 (14.29)	7 (43.75)	9 (30.00)	0.19 <sup>‡</sup>
	Self-employment	1 (7.14)	0 (0.00)	1 (3.33)	
	Profession	1 (7.14)	0 (0.00)	1 (3.33)	
	Housewife	1 (7.14)	0 (0.00)	1 (3.33)	
	Student	5 (35.71)	6 (37.50)	11 (36.67)	
	Inoccupation	2 (14.29)	3 (18.75)	5 (16.67)	
	Etc	2 (14.29)	0 (0.00)	2 (6.67)	
Exercise Number (%)	No	7 (50.00)	4 (25.00)	11 (36.67)	0.29 <sup>‡</sup>
	Less than 3 times a week	4 (28.57)	9 (56.25)	13 (43.33)	
	3 or more times a week	3 (21.43)	3 (18.75)	6 (20.00)	

\* $p$ -value for Two sample t-test between CP and PC groups

<sup>†</sup> $p$ -value for Chi-square test between CP and PC groups

<sup>‡</sup> $p$ -value for Fisher's exact test between CP and PC groups

Values are expressed as the mean $\pm$ standard deviation

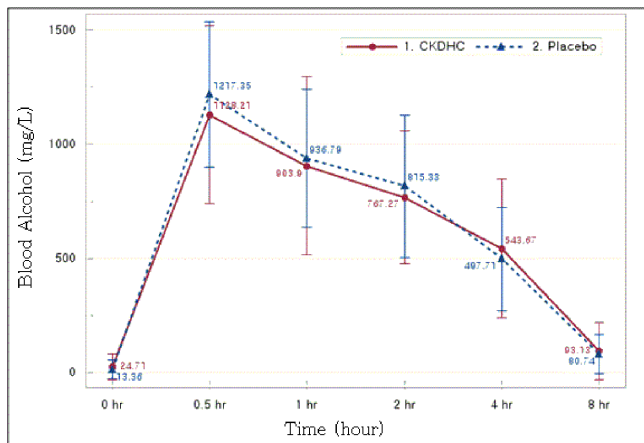
**Table 2. Blood level of participants (Safety Set)**

		CP Group		PC Group		p-value*
		N=14		N=16		
		n	Mean±	n	Mean±	
AST(GOT) (IU/L)	Baseline (Visit 1)	14	22.50±7.62	16	19.50±5.45	0.22
ALT(GPT) (IU/L)	Baseline (Visit 1)	14	29.79±26.78	16	21.75±14.10	0.32
γ-GTP (IU/L)	Baseline (Visit 1)	14	25.29±16.62	16	21.25±12.45	0.45
BUN (mg/dL)	Baseline (Visit 1)	14	10.71±1.91	16	10.57±1.92	0.83
Creatinine (mg/dL)	Baseline (Visit 1)	14	0.80±0.15	16	0.81±0.15	0.86

\*Compared between groups; p-value by Two sample t-test between CP and PC groups  
Values are expressed as the mean±standard deviation

**Table 3. Ingredients of CKDHC and Placebo tablet and drink**

	Product ingredients
CKDHC Tablet	Freeze-dried mature silkworm larval powder (SMSP), Yeast Extract (glutathione 8%), Magnesium stearate, Etc
Placebo Tablet	Microcrystalline Cellulose, Magnesium stearate, Etc
Drink	Plant concentrate 14.64%, Water 85.36%



**Fig. 3. Effect of CKDHC and placebo on the alcohol concentration in plasma after alcohol consumption (PP Set).** Data are expressed as the mean±standard deviation (n=25). Statistical differences are highlighted by symbols: \$p<0.05 compared within groups; p-value for ANOVA Treatment effect between CKDHC vs. Placebo. \*p<0.05 compared within groups; p-value for Paired t-test between CKDHC vs. Placebo.

### 결과 및 고찰

#### 혈중 알코올 및 아세트알데하이드 농도

Hawkins와 Kalant (1972)에 따르면 혈중 알코올 및 알코올 대사에 의해 생성되는 아세트알데하이드가 숙취유발의 주 원인을 알 수 있으며, Park 등(2006)에 따르면 천연물을 함유한 숙취해소제가 알코올 대사에 영향을 줄 수 있음을 시사하고 있다.

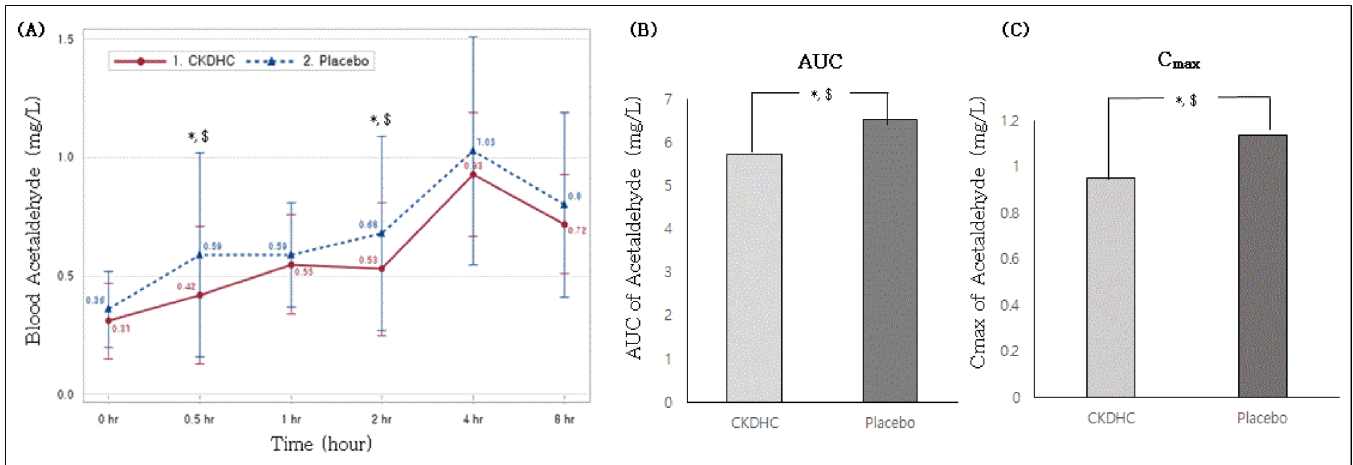
혈중 알코올 및 아세트알데하이드 농도에 미치는 영향을 알아보기 위해 혈중 아세트알데하이드 및 혈중 알코올 농도를 음주 전(0 h), 음주 후 30분(0.5 h), 1, 2, 4, 8 h에 측정하여 PP Set으로 시험식품(CKDHC)과 대조식품(Placebo)의 차이를 분석하여 Fig. 3, 4에 나타냈다.

혈중 알코올 농도를 시간대별 분석에서 비교한 결과(Fig. 3), 시험식품(CKDHC)과 대조식품(Placebo)은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나, 음주 후 30분(0.5 h), 1, 2 h에 시험식품(CKDHC)을 섭취한 군에서, 대조식품(Placebo)에 비하여 혈중 알코올 농도가 각각 7, 3, 5% 감소하였다.

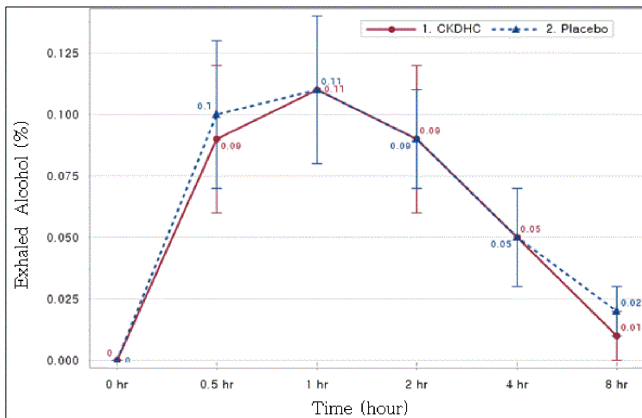
혈중 아세트알데하이드 농도를 시간대별 분석에서 비교한 결과(Fig. 4(A)), 음주 후 30분(0.5 h)에 시험식품(CKDHC) 평균은 0.42±0.29 mg/L로 대조식품(Placebo) 평균 0.59±0.43 mg/L보다 혈중 아세트알데하이드 농도가 28% 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이(p<0.05\*)를 보였다. 음주 후 2 h에 시험식품(CKDHC) 평균은 0.53±0.28 mg/L로 대조식품(Placebo) 평균 0.68±0.41 mg/L보다 22% 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이(p<0.05\*)를 보였다. 이외 다른 시간에서 통계적인 유의성은 찾아볼 수 없었으나 시험식품을 섭취한 군에서 모두 낮게 나타났다.

혈중 아세트알데하이드 농도-시간곡선하 면적(AUC) 값을 Fig. 4(B), 최고 혈중 아세트알데하이드 농도(C<sub>max</sub>) 값을 Fig. 4(C)에 나타냈다. 생체흡수율 정도를 의미하는 AUC는 8시간동안 전신순환에 도달한 아세트알데하이드 총량이다. 음주 후 8시간에 시험식품(CKDHC) 평균은 5.74±1.58 mg·h/L로 대조식품(Placebo) 평균 6.52±2.77 mg·h/L에 비하여 혈중 아세트알데하이드 흡수율이 16% 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이(p<0.05\*)를 보였다. 별도의 데이터를 나타내진 않았으나, 음주 후 30분(0.5 h)에 아세트알데하이드의 흡수율 추가분석을 통해, 음주 후 30분에 시험식품(CKDHC) 평균은 0.18±0.10 mg·h/L로 대조식품(Placebo) 평균 0.24±0.12 mg·h/L에 비하여 혈중 아세트알데하이드 흡수율을 의미하는 AUC가 통계적으로 유의한 차이(p<0.05\*)를 보였다. 이는 시험식품의 섭취가 알코올 섭취 후 30분부터 8시간까지 전신에 흡수되는 아세트알데하이드 총량을 감소시킬 수 있음을 의미한다.

최고 혈중 아세트알데하이드 농도(C<sub>max</sub>)를 비교한 결과, 음주 후 8시간에 시험식품(CKDHC) 평균은 0.95±0.24 mg/L로 대조식품(Placebo) 평균 1.14±0.43 mg/L에 비하여 혈중 아세트알데하이드 최고농도가 20% 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이(p<0.05\*)를 보였다. 별도의 데이터를 나타내진 않았으나, 음주 후 30분(0.5 h)에 시험식품(CKDHC) 평균은 0.46±0.25 mg/L로 대



**Fig. 4.** Effect of CKDHC and Placebo on the plasma acetaldehyde concentration (A), area under the curve (AUC) (B), and Cmax (C) after alcohol intake (PP Set). Data are expressed as the mean (n=25). Symbol indicate significant differences at  $p < 0.05$  compared within groups; p-value for ANOVA Treatment effect between CKDHC vs. Placebo. \* $p < 0.05$  compared within groups; p-value for Paired t-test between CKDHC vs. Placebo.



**Fig. 5.** Effect of CKDHC and Placebo on the exhaled alcohol concentration after alcohol intake (PP Set). Data are expressed as the mean±standard deviation (n=25). Symbol indicate significant differences at  $p < 0.05$  compared within groups; p-value for ANOVA Treatment effect between CKDHC vs. Placebo. \* $p < 0.05$  compared within groups; p-value for Paired t-test between CKDHC vs. Placebo.

조식품(Placebo) 평균  $0.67 \pm 0.38$  mg/L에 비하여 혈중 아세트알데하이드 최고농도가 31% 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이 ( $p < 0.05$ \*)를 보였다. 이는 시험식품의 섭취가 알코올 섭취 후 30분부터 8시간까지 최고 혈중 아세트알데하이드 농도를 감소시킬 수 있음을 의미한다.

#### 호기 알코올 농도

호기 알코올 농도를 음주 전(0h), 음주 후 30분(0.5h), 1, 2, 4, 8h에 측정하여 PP Set으로 시험식품(CKDHC)과 대조식품(Placebo)의 차이를 Fig. 5에 나타냈다.

시간대별 분석에서 호기 알코올 농도를 비교한 결과, 시험식품(CKDHC)과 대조식품(Placebo)은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 하지만, 음주 후 0.5, 8h에 시험식품(CKDHC)을 섭취한 군에서, 대조식품(Placebo)에 비하여 혈중 알코올 농도가 각각 10, 50% 감소하였다.

## 요약

숙취를 해결하기 위해서는 숙취를 직접적으로 유발하는 물질인 아세트알데하이드의 조절이 가장 중요한 인자로 작용한다. 숙취를 함유하는 복합물인 시험식품(CKDHC)의 섭취로 혈중 아세트알데하이드 농도가 대조식품 대비 통계적으로 유의하게 감소하여 숙취개선 효능을 확인하였다. 특히, 30분부터 각 시간별(mg/L), 혈중 아세트알데하이드 농도-시간곡선하 면적(AUC), 최고 혈중 아세트알데하이드 농도( $C_{max}$ )의 감소를 통해 30분부터 빠른 숙취개선 효능을 확인하였다. 본 연구의 주원료로 사용된 숙취는 Ji 등(2016a)에 따르면 18종의 아미노산 및 무기질을 모두 함유하며, 고단백 식용곤충으로 간에 좋은 주요 아미노산인 Alanine, Arginine 등을 많이 함유하여 간의 효소활성에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 알수있다. 본 연구결과를 통해 숙취를 함유하는 시험식품이 숙취해소제로 작용할 수 있으며, 특히 음주 전 섭취시 아세트알데하이드를 빠르게 분해하여 30분부터 숙취 개선에 효과가 있음을 입증하였다.

## 감사의 글

본 연구는 농림축산식품부의 농림식품기술기획평가원(IPET)의 농생명산업기술 개발사업(사업번호: 317004-4)의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

## References

- Cho MR, Cho YW. A study of folk remedies in Type II diabetic patients. Korean J. Nutr. 31: 1151-1157 (1998)
- Cho MR, Cho YW, Chung SH, Ryu JH. Effects of silkworm powder on blood glucose and lipid levels in NIDDM (Type II) patients. Korean J. Nutr. 31: 1139-1150 (1998)
- Chung SH, Kim MS, Ryu KS. Effect of silkworm extract on intestinal  $\alpha$ -glucosidase activity in mice administered with a high carbohydrate-containing diet. Korean J. Ser. 39: 86-92 (1997)
- Hawkins RD, Kalant H. The metabolism of ethanol and its metabolic effects. Pharmacol. Res. 24: 67-157 (1972)
- Ji SD, Kim NS, Kweon HY, Choi BH, Yoon SM, Kim KY, Koh YH. Nutrient compositions of *Bombyx mori* mature silkworm larval powders suggest their possible health improvement effects in

- humans. *Journal of Asia-Pacific Ent.* 19:1027-1033 (2016a)
- Ji SD, Kim NS, Kweon HY, Choi BH, Kim KY, Koh YH. Nutrition composition differences among steamed and freeze-dried mature silkworm larval powders made from 3 *Bombyx mori* varieties weaving different colored cocoons. *Int. J. Indust. Entomol.* 33: 6-14 (2016b)
- Kim KY, Sung KB, Kim YS. Health functional food and cosmetic composition containing silkworm products having silk protein. Korea Patent 10-1546446 (2015)
- Lieber CS. Metabolism of ethanol. Vol. I, pp. 1-35. In: *Medical and Nutritional Complications of Alcoholism*. Lieber CS. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA (1992)
- Lin RC, Li TK. Effects of isoflavones on alcohol pharmacokinetics and alcohol-drinking behavior in rats. *Am. J. Clin. Nutr.* 68: 1512s-1515s (1998)
- Park EM, Ye EJ, Kim SJ, Choi HI, Bae MJ. Eliminatory effect of health drink containing *Hovenia Dulcis thunb* extract on ethanol-induced hangover in rats. *Korea J. Food Culture* 21: 71-75 (2006)