

Research Article

Open Access

포공영 추출물이 납 및 수은에 노출된 랫드 혈청의 중금속 및 혈액지표에 미치는 영향

이경호,¹ 이기형^{2*}

¹명지대학교 자연과학대학, ²공주대학교 산업과학대학

Effect of *Taraxacum Mongolicum* Extract on Serum Heavy Metal Levels and Blood Parameters of Albino Rats Exposed to Lead and Mercury

Keyong-Ho Lee and Ki-Hyeong Rhee* (¹Center for Nutraceutical & Pharmaceutical Materials, Myongji University, Yongin, 449-728 Korea, ²College of Industrial Sciences, Kongju National University, Yesan 340-702, Korea)

Received: 21 May 2012 / Accepted: 21 September 2012
© 2012 The Korean Society of Environmental Agriculture

Abstract

BACKGROUND: The purpose of this study was that serum metabolic and hematological variables were measured to investigate the detoxification effect of *Taraxacum mongolicum* extract on male albino rat exposed with lead and mercury. **METHODS AND RESULTS:** For this study, Pb and Hg-exposed(50 ppm) albino rats was used, and the treatments were carried out in three doses of 100 mg/kg, 200 mg/kg and 500 mg/kg as dry weight of *T. mongolicum* extract. *T. mongolicum* extract could improved the body weight gain and feed efficiency ratio, except to food intake. The levels of biochemical factors elevated by Pb-Hg mix exposure, which are Bilirubin, Alkaline phosphatase(ALP), glutamic oxaloacetate transaminase(GOT), glutamic pyruvate transaminase (GPT), lactate dehydrogenase(LDH), ceatinine and blood urea nitrogen(BUN), were significantly reduced in all treated groups as compared to Pb-Hg mix exposure alone. *T. mongolicum* extract was shown to suppress the accumulation of Hg and Pb in serum by dose dependent manner. **CONCLUSION:** Therefore, this study suggest that *T. mongolicum* extract might have the potential effect to minimize the toxic effects of Pb and Hg.

Key Words: Detoxification, Lead, Male rat, Mercury, *Taraxacum mongolicum*,

서론

금속류는 인류 환경 중에 널리 분포하고 있으며 우리 인체는 물, 토양 혹은 대기 등을 통해 다양한 금속류에 노출될 수 있다. 특히 급속한 산업화 속에서 각종 공업의 발전과 그것으로 인한 인구의 도시집중, 인간 활동의 증가로 인하여 우리의 환경은 인체에 유해한 중금속으로 오염되고, 이러한 중금속 오염은 인체에 대한 직접적인 노출과 아울러 우리들의 식품을 오염시켜 궁극적으로 인류의 건강을 위협하기에 이르렀다 (Lee and Lee, 2001). 이러한 중금속류 중에서 특히 납, 수은, 비소, 카드뮴 등과 같은 유해 중금속은 인체 유해영향에 대한 많은 연구결과들이 보고되고 있어(Counter and Buchanan, 2004; Dorea, 2004) 국민건강을 보호하는 규제기관에서의 엄격한 관리가 요구되는 물질들이다.

일반적으로 식물의 경우는 성장에 필요한 구리, 아연과 같은 금속류를 흡수하여 대사에 이용한다. 이러한 금속류는 대사를 위해 필요하기도 하지만 일부 해로운 납, 카드뮴 및 수은 등은 식물에게도 해로운 것은 마찬가지이다. 이러한 중금속은 산소 라디칼을 형성하여 oxidative damage을 초래하고 세포막이나 기관을 손상시킨다. 따라서 식물은 이러한 손상으로부터 살아남기 위하여 중금속에 대처하는 기작을 진화시켜왔다. 이러한 기작으로는 chelation, 유입과 유출의 조절 및 세포 내 특정기관에 저장 등을 들 수 있다(Tomsett and

*교신저자(Corresponding author),
Phone: +82-41-330-1626; Fax: +82-41-330-1629;
E-mail: howard@kongju.ac.kr

Thurman, 1988). 천연물을 이용한 중금속의 체외 배출로 인한 해독작용에 관한 연구로는 α -lipoic acid와 vitamine E에 의한 납 및 구리의 축적에 의한 독성 감소 효과(Osfor *et al.*, 2010), 인삼에 의한 납 및 수은 중독에 의한 oxidative stress과 hypertension 개선 효과(Kim *et al.*, 1992; Park *et al.*, 2010), *Withania somnifera*의 methanolic extract을 이용한 동물실험에서 뇌의 납 노출에 의한 oxidative stress 억제 (Sharma *et al.*, 2011), 납 중독으로 인한 동물모델에서 *Spirulina maxima*의 항산화 효과에 의한 간 및 신장의 손상 억제 효과(Ponce-Canchihuamán *et al.*, 2010) 및 임상에서 감초를 가미한 감초를 가미한 토복령 당이 수은 중독 해독에 관한 연구(Kong *et al.*, 2011) 등이 알려져 있다. 그러나 포공영이 체내 중금속에 대한 해독과 관련된 연구는 이루어져 있지 않은 실정이다.

포공영(*Taraxacum mongolicum*)은 민들레의 학명으로 다년초 국화과(Compositae)에 속하며, 한방에서의 용도는 청열해독, 소염, 이뇨의 목적으로 이용한다하여 포공영이라는 약물로 사용되어 왔다(Bae, 2000). 주 사용 부위는 뿌리를 잘 건조하여 사용하며, 지상부는 식용으로도 이용된다. 알려진 생리활성으로는 항염증효과, 항암효과, 위장관의 metaplasia와 atypical hyperplasia 치료효과, 만성 B형간염의 치료효과 및 herpes simplex virus에 대한 억제효과 등이 보고되었다(Chen, 1990; Kim *et al.*, 2011; Ko *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 1992; Shi *et al.*, 2008; Zheng, 1990). 현재까지 포공영으로부터 알려진 성분들은 taraxasterol, taraxerol, arnidiol, lutein, flavoxanthine, violaxanthin, plastoquinone 및 desacetylmaticarin 등이 있다(Ahmad *et al.*, 2000; Cheong *et al.*, 1998; Meléndez-Martínez *et al.*, 2006).

본 연구에서는 식재료 및 약용으로 사용하고 있는 포공영을 이용하여, 그 추출물의 혈청 중금속 함량과 건강지표 농도의 변화에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하였다.

재료 및 방법

시료 조제

포공영은 2011년 대구의 약령시장에서 구입하였다. 건조된 포공영 1 kg을 가정용 분쇄기 (한일, HFM 394)로 마쇄하여 분말로 만들어 정제수로 세척 후 3 L의 ethanol을 가하여 90°C의 온도에서 환류조건하에서 12시간 추출을 3회 반복하여 추출 및 감압농축한 후, 동결건조 하여 포공영 추출물 (수득량, 39 g)을 수득하였다. 포공영 시료는 Dimethyl sulfoxide (DMSO)에 녹이고 4°C에 보관하면서 사용하였다.

중금속 및 시료투여

본 시험에 사용한 수은(HgCl₂, Mercuric chloride, Junsei, Japan) 과 납(Pb(CH₃COO)₂, lead acetate, Junsei, Japan) 국내 식품에서 가장 많이 오염이 보고된 중금속으로 보고되어 선정하였다(Lee and Lee, 2001). 두 중금속은 Junsei사의 특급시약을 사용하였고, 최종적으로 수은과 납의 농도는

50 ppm이 되도록 증류수에 혼합하여, 복강으로 17일간 투여하였다. 정상대조군 (NC)은 중금속 대신 saline 1 mL를 투여하였다. 중금속 투여에 의한 중독여부는 17일 후에 각 군당 2마리씩 혈액을 취해 납과 수은의 농도가 각각 0.1 mg/dL, 0.2 mg/dL 이상 되는지를 확인하여 이를 중금속에 노출된 것으로 결정하였다. 이 농도는 간과 신장의 염증지표인 GOT의 수치가 정상군의 2배 이상이 되는 것을 기준으로 실험자가 예비시험을 통하여 정하였다. 포공영 추출물은 동결건조한 후 증류수에 녹여 100 mg/kg, 200 mg/kg 및 500 mg/kg의 농도가 되도록 조제하여 30일간 매일 경구투여 하였다. 실험군은 정상군(normal control, NC), 중금속 투여군(heavy metal control, HC), 포공영 100 mg/kg 투여군(TM 100), 포공영 200 mg/kg 투여군(TM 200) 및 포공영 500 mg/kg 투여군(TM 500)으로 하였다.

동물시험

본 연구에 사용된 동물은 127 g±7 g, albino 흰쥐(수컷, 4 주령)를 (주)샘타코에서 분양받아 1마리씩 stainless steel cage(항온항습기, 온도 22±2°C, 습도 50±5%)에 넣어 사육하였다. 시험기간은 적응기간 7일, 중금속 투여 기간 17일 및 시료 투여 기간 30일로써 총 54일로 하였다. 적응 기간 중에는 일반고형사료 및 물을 자유로이 공급하였고, 중금속 투여 시부터는 탈이온수와 제조한 기본식이를 섭취시켰다. 이때 사용한 물병, 식이그릇 및 cage 등 모든 기구는 중금속의 오염을 방지하기 위해 0.4% EDTA 용액으로 세척한 다음 탈이온수로 행구어 건조시킨 후 사용하였다. 일주일간 적응시킨 흰쥐를 난괴법에 의해 나누어 각 군당 12마리씩으로 하여 분류하였다. 즉 기본사료만 섭취한 정상대조군, 중금속을 투여 받은 중금속 대조군, 중금속 및 포공영을 투여 받은 군으로 하였다(동물윤리위원회 승인번호: 2012-0205). 기본사료의 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Composition of basal diet

Ingredients	Amount (g/kg)
Corn starch ^{a)}	668
Casein ^{b)}	180
DL-methionine ^{c)}	2
Corn oil ^{d)}	50
Mineral mixture ^{e)}	40
Vitamin mixture ^{f)}	10
Cellulose ^{g)}	50
kcal/g	3.85

^{a)}Kung-ha food Co., Korea, ^{b)}Amcor, USA, ^{c)}Avocano, USA, ^{d)}Daesang, Korea, ^{e)}AIN-76, ICN Biochemical, USA, ^{f)}AIN-76, ICN Biochemical, USA, ^{g)}Sigma, USA.

식이 섭취량 및 체중 증가량 측정

식이 섭취량은 매일, 체중은 3일 간격으로 일정시간에 측정하였으며, 식이효율은 전체중 증가량을 시료 투여기간(30일) 동안의 식이섭취량으로 나누어 계산하였다.

혈액 분석

실험동물의 혈액을 채취하기 위해 실험종료 12시간 전부터 절식시켰다. 심장으로부터 혈액을 채취하였고, CBC tube에 전혈 3 mL 취하고 나머지는 원심분리(3,000 rpm, 20 min, US-5500CF, Vision, Korea)하여 혈청을 분리한 후-80°C에서 냉동 보관하였다. 이때 사용한 모든 기구와 용기는 중금속 오염을 방지하기 위하여 0.4%-EDTA용액으로 처리 후 사용하였다. Red blood cell(RBC), white blood cell(WBC), hemoglobin(Hb) 및 Hematocrit(Hct)는 자동분석기(Express plus, Chiron, USA)를 이용하여 농도를 분석하였고, lymphocyte는 Turk solution을 이용하여 염색하여 수를 계수하였다(Blaxhall and Daisley, 1973). Bilirubin, Alkaline phosphatase (ALP), glutamic oxaloacetate transaminase(GOT), glutamic pyruvate transaminase(GPT), lactate dehydrogenase(LDH), ceatinine 및 blood urea nitrogen (BUN) 농도는 상업용 kit(Boehringer Mannheim)을 이용하여 enzymatic methods에 의해 측정하였다. 혈청의 납과 수은 농도는 습식법으로 분해하여 ICP(Labtest Scan 707, Australia)로 측정하였다(Kalamegham and Ash, 1992).

통계 분석

실험 결과의 통계분석은 SPSS 프로그램(version 20.0.0, Chicago, Illinois, USA)을 이용하여 평균 및 표준편차를 구하였다. 그룹간의 유의적인 통계차를 분석하기 위하여 $p < 0.05$ 의 유의수준으로 일원분산분석 (one-way ANOVA)을 실시한 후, Duncan의 다중범위 검정법(Duncan's multiple range test)을 이용하여 사후검증을 하였다.

결과 및 고찰

식이섭취량, 식이효율 및 체중증가량

중금속 및 포공영 추출물 투여 시, 동물에서의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 중금속을 투여하지 않은 NC군의 체중증가량은 중금속투여군보다 유의적으로 높아 HC, TM 100, TM 200 및 TM 500군들과 유의적인 차이를 나타내었다. 그러나 HC군과 중금속 및 포공영 추출물을 투여한 군들 간에는 체중증가의 경향성은 관찰하였으나, 유의적인 체중증가로는 판단할 수는 없었다. 중금속을 투여 받은 네 군의 사료 섭취량은 NC군에 비해 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 체중증가와 식이섭취량에 의한 식이효율(FER)에 있어서 HC군과 포공영을 투여군들 간에 유의적인 차이가 나타났다. 즉, NC와 포공영 추출물 500 mg/kg을 투여한 TM 500군의 FER은 서로 비슷한 수준이었고, 나머지 두 농도의 군 모두 HC 대비 개선효과를 나타내었으며, 개선

정도는 농도의존적으로 증가하였다.

Table 2. Weight gain, food intake and food efficiency ratio of experimental rats

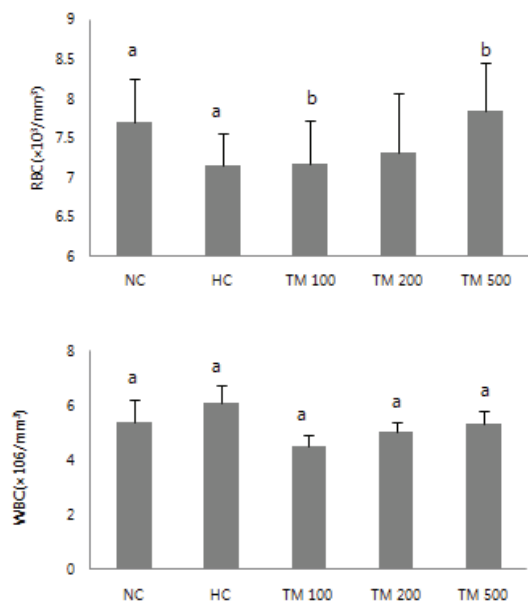
Variables	Group ^{a)}				
	NC	HC	TM 100	TM 200	TM 500
Weight gain (g/30 days)	114.1±21.5 ^a	78.3±9.4 ^b	83.2±5.9 ^b	85.1±8.6 ^b	86.5±6.7 ^b
Food intake (g/day)	21.5±2.5 ^a	18.1±1.2 ^b	17.9±6.1 ^b	16.4±6.4 ^b	15.7±3.5 ^b
FER ^{b)}	0.18±0.04 ^a	0.14±0.07 ^b	0.15±0.06 ^b	0.17±0.05 ^b	0.18±0.05 ^a

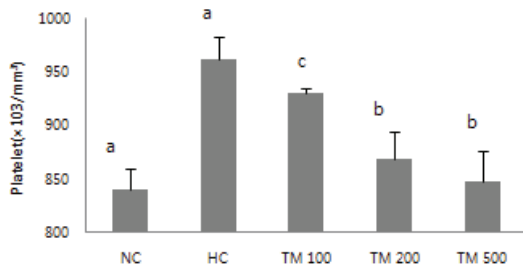
^{a)}NC: normal control, HC: heavy metal control, TM 100: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 100 mg/kg, TM 200: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 200 mg/kg, TM 500: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 500 mg/kg.

^{b)}FER (Food efficiency ratio): Body weight gains (g/30 days)/Food intake (g/30 days). Values(mean±SD, n=10) with different letters in a column are significantly different at $p < 0.05$.

Hematological variables

실험 종료 시점에서 각 군들의 개체로부터 혈액을 채취하여 혈액학적 분석을 실시하였다(Fig. 1). 전혈의 정상 중 적혈구(RBC), 백혈구(WBC) 및 혈소판(Platelet)을 측정된 결과, 포공영 투여군의 RBC 및 platelet은 유의적으로 개선효과를 나타내었고, WBC에 있어서는 HC 대비 개선효과가 나타나기는 했으나, 농도 역의존적인 현상은 관찰되었다. 그러나 포공영의 투여는 전체적으로 HC군 대비 혈액학적 수치에 있어서 중금속이 투여되지 않은 정상군과 비슷한 수준으로 나타나, 노출된 중금속에 의한 혈액세포의 변화에 영향을 주었다.





NC: normal control, HC: heavy metal control, TM 100: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 100 mg/kg, TM 200: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 200 mg/kg, TM 500: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 500 mg/kg. Values(mean±SD, n=10) with different letters in a column are significantly different at $p<0.05$.

Fig. 1. Hematological variables of experimental rats.

Serum metabolites

각 군 혈청의 생화학적 검사 결과는 Table 3과 같았다. Bilirubin은 중독성 간장장애, 용혈성 황달, 사염화탄소, 카드뮴중독, 단식 등에서 병적으로 증가하는 것으로 알려져 있으며, 정상 쥐의 농도는 0.12-0.40 mg/dL이다(Kim *et al.*, 2001). 중금속 투여군인 HC는 그 농도가 0.64±0.03 mg/dL로 정상범위에 벗어났다. 포공영 투여군의 bilirubin의 농도는 농도의존적으로 개선이 되어 포공영 500 mg/kg의 투여군은 그 농도가 유의적으로 감소되어 정상범로 개선 효과를 나타내었다. 정상군의 혈청 중 GOT와 GPT 활성도는 각각 39-111 U/L, 20-61 U/L이다. GTP는 만성간염, 급성간염, 지방간, 알콜성간염, 간암에서 증가하고, GOT는 심장, 간, 골격, 신장, 췌장질환 등에서 증가한다(Kim *et al.*, 2001). 본 실험에서는 NC의 GOT과 GPT 농도는 58.0 U/L 및 52.9 U/L로 정상범위에 위치하였다. 한편 HC군의 농도는 정상범위를 벗어났으나, 포공영을 투여한 군에서는

GOT 및 GPT 농도가 HC군보다는 낮은 수치를 나타내어 개선되는 효과를 보였으며, GOT는 포공영 투여에 의해서 처리군 모두 정상범위로 회복을 시켰으나, GPT의 수치는 포공영 투여에도 불구하고 정상범위로 되돌려 놓지는 못 하였다. ALP의 경우, 정상흰쥐의 농도는 14-48 U/L이며 이 지표는 간기능부전, 골질환, 황달 등에서 병적으로 상승되고 독물중독이나 만성신장염에서 저하되는 것으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2001). 본 실험결과 역시 중금속 투여에 의해 ALP농도가 유의적으로 상승되었고 포공영 투여에 의한 감소하는 경향을 나타내었으나 정상범위로 회복되지는 못 하였다. 즉, HC군은 66.2±6.3 U/L이었고, 포공영 100 mg/kg, 200 mg/kg 및 500 mg/kg군에서 각각 56.2±7.3 U/L, 50.1±6.2 U/L 및 46.1±4.1 U/L의 수치를 나타내었다. LDH의 정상 흰쥐의 LDH농도는 167-1428 U/L이며 주로 간, 심장, 골격근, 신장 등에 분포하고 심장병, 간질환, 신장 질환에서 증가한다(Kim *et al.*, 2001). 중금속 투여군은 LDH활성이 261.2±12.9 U/L로 증가되었고 포공영 100 mg/kg, 200 mg/kg 및 500 mg/kg투여에 의해 236.6±13.7 U/L, 228.9±11.9 U/L 및 206.5±6.7 U/L으로 절대적 수치로는 농도의존적인 감소를 나타내었으나, 전 시험군 모두 정상범위 이었다. BUN과 creatinine은 신장기능 진단의 지표가 되며 정상 쥐의 농도는 각각 15-21 mg/dL 및 0.4-1.5 mg/dL이다(Kim *et al.*, 2001). 중금속 투여군의 BUN 및 creatinine농도는 각각 35.1±3.5 mg/dL 및 2.88±0.07 mg/dL로 유의적으로 상승되었고 포공영 투여에 따라 BUN 및 creatinine 수치는 농도의존적으로 감소되어, 포공영 100 mg/kg, 200 mg/kg 및 500 mg/kg에서 BUN은 각각 21.8±6.4 mg/dL, 18.9±5.1 mg/dL 및 15.8±3.8 mg/dL이었고, creatinine은 각각 2.01±0.06 mg/dL, 1.81±0.11 mg/dL 및 1.27±0.09 mg/dL로 나타났으며, 이들 지표는 특히 500 mg/kg의 고농도에서만 정상범위로 회복이 되었다.

Table 3. Serum metabolic variables of experimental rats

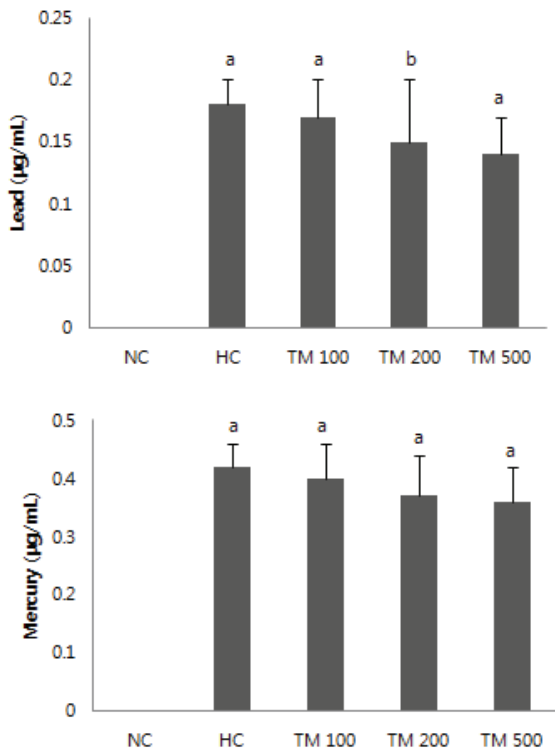
Factor ^{b)} \ Group ^{a)}	NC	HC	TM 100	TM 200	TM 500
Bilirubin(mg/dL)	0.21±0.04 ^a	0.64±0.03 ^b	0.57±0.05 ^b	0.43±0.06 ^c	0.38±0.08 ^c
GOT(U/L)	58.0±14.5 ^a	113.7±11.2 ^b	101.3±11.4 ^b	92.3±7.8 ^b	78.1±11.6 ^c
GPT(U/L)	52.9±10.5 ^a	134.1±23.4 ^b	117.7±12.3 ^b	109.7±14.1 ^b	91.6±10.3 ^c
ALP(U/L)	38.0±6.1 ^a	66.2±6.3 ^b	56.2±7.3 ^b	50.1±6.2 ^b	46.1±4.1 ^a
LDH(U/L)	189.2±31.3 ^a	261.2±12.9 ^b	236.6±13.7 ^b	228.9±11.9 ^b	206.5±16.7 ^b
BUN(mg/dL)	14.0±1.8 ^a	35.1±3.5 ^b	21.8±6.4 ^b	18.9±5.1 ^b	15.8±3.8 ^c
Creatine(mg/dL)	1.12±0.09 ^a	2.88±0.07 ^b	2.01±0.06 ^b	1.81±0.11 ^c	1.27±0.09 ^a

^{a)}NC: normal control, HC: heavy metal control, TM 100: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 100 mg/kg, TM 200: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 200 mg/kg, TM 500: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 500 mg/kg.

^{b)}GOT: glutamic oxaloacetate transaminase, GPT: glutamic pyruvate transaminase, ALP: alkaline phosphatase, LDH: lactate dehydrogenase, BUN: blood urea nitrogen. Values(mean±SD, n=10) with different letters in a column are significantly different at $p<0.05$.

혈청의 납과 수은 농도의 변화

포공영 투여에 의한 혈청 내의 납과 수은 농도는 Fig. 2와 같다. 실험종료 시점에서 포공영을 투여하지 않은 군의 혈청 내의 납과 수은의 잔존량은 각각 $0.18 \pm 0.02 \mu\text{g/mL}$ 및 $0.42 \pm 0.04 \mu\text{g/mL}$ 로 나타났다. 포공영 100 mg/kg, 200 mg/kg 및 500 mg/kg 투여에 의한 납의 잔존량의 변화는 각각 $0.17 \pm 0.03 \mu\text{g/mL}$, $0.15 \pm 0.05 \mu\text{g/mL}$ 및 $0.14 \pm 0.03 \mu\text{g/mL}$ 로, 수은의 잔존량 변화는 각각 $0.4 \pm 0.06 \mu\text{g/mL}$, $0.37 \pm 0.07 \mu\text{g/mL}$ 및 $0.36 \pm 0.06 \mu\text{g/mL}$ 로 나타나 포공영 투여에 의한 중금속의 혈청 내 잔존량이 농도의존적으로 감소하였다.



NC: normal control, HC: heavy metal control, TM 100: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 100mg/kg, TM 200: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 200mg/kg, TM 500: heavy metal + *T. mongolicum* ext. 500mg/kg. Values(mean±SD, n=10) with different letters in a column are significantly different at $p < 0.05$.

Fig. 2. Lead and mercury concentrations of serum from different treatment groups.

본 실험결과, 납 및 수은의 중금속의 노출은 식이섭취량을 급격히 감소시키는 것으로 나타났다. 그러나 포공영 추출물의 투여는 감소된 식이섭취량에 증가나 중금속 투여에 의해 감소된 식이섭취량을 유지시키지는 못 하였고, 오히려 포공영의 투여농도가 증가됨에 따라서 미약하게 감소되는 경향이 관찰되었다. 그러나 전체적인 체중에 있어서는 반대로 농도의존적으로 증가되었다. 이러한 체중증가와 식이섭취량의 반비례적인 결과는 체중증가율의 농도의존적인 증가를 가져왔다. 특

히, 포공영 500 mg/kg 투여군은 정상군과 동일 수준의 체중 증가율을 나타내었다. 납 및 수은 등의 중금속 노출에 의해 식이섭취에 영향을 주어 사료섭취를 감소시키고 열량대사를 방해함으로써 체중저하를 가져온다고 보고되었다(Kim *et al.*, 2002; Kwan and Kim, 1992; Rho *et al.*, 1997). 본 실험에서 포공영 투여가 실험 종료 시점까지 전체적으로 체중이 정상군의 수준에는 도달 하지 못 하였으나, 증가중금속 노출에 대하여 고농도의 포공영(500 mg/kg)을 투여 받은 군에서 체중증가율이 정상군과 동일한 수준으로 나타나 포공영 투여로 인해 중금속 피해가 완화되어 나타난 결과라 판단이 되었다. 이러한 체중증가율의 변화는 혈액세포의 변화에 있어서도 동일한 결과를 뒷받침해 주었다. 즉, RBC, WBC 및 platelet의 변화에 있어서 고농도의 포공영이 투여된 군에서는 정상군과 유사한 수준의 혈액세포 변화를 나타내었다.

납, 수은, 크롬 등과 같은 중금속의 노출은 체중 및 혈액세포에 영향을 미칠 뿐만 아니라, 간 및 신장 등의 장기에 중독성 손상을 주는 것으로 알려져 있다(Lee and Lee, 2001). 본 실험에서도 납과 수은에 의한 노출 시 동물모델에서 간에서 상당한 손상을 주는 것을 Bilirubin, ALP, GOT, GPT, ceatinine 및 BUN 등의 간 손상에 의한 지표를 확인하여 관찰하였다. 납과 수은의 노출에 대하여 동물은 간 및 신장의 손상으로 인한 지표인자로 LDH를 제외하고 Bilirubin, ALP, GOT, GPT, ceatinine 및 BUN의 수치가 정상범위를 벗어났다. 이러한 동물에 포공영의 투여는 유의적으로 감소를 시켰으며 특히 고농도의 포공영(500 mg/kg) 투여군은 정상군과 동일하거나 정상범위 내로 회복시켰다. 이러한 혈청 내의 생화학적 분자의 변화 역시 체중증가율의 결과를 뒷받침해 주는 결과를 얻어내었다. 본 실험의 궁극적인 목적은 포공영에 의한 체내 축적된 중금속의 잔존량의 감소를 목적으로 하여 혈청 내에서의 중금속의 잔존량을 측정된 결과, 포공영 투여에 의한 중금속 잔존량의 감소가 농도의존적으로 감소함을 관찰하였으나, 기타 체중증가율 및 혈액학적 변화에 비례하여 중금속을 체외로 배출되는지에 대한 추가적인 실험을 시행하지 못 하였다. 결론적으로 납과 수은의 노출로 인한 체중감소, 혈청학적 변화 및 장기손상에 대한 개선 정도를 포공영 추출물로 실험한 결과, 유의적인 생화학적 개선효과와 혈청 조사를 통한 중금속 잔존량의 감소효과가 있는 것으로 관찰되었다.

그러나 포공영의 중금속 해독과 관련한 연구는 보고되어 있지 않은 실정이어서 본 실험결과는 기존의 포공영이 가지고 있는 생리활성 이외에 추가적인 활성을 밝히는데 이의가 있다고 할 수 있겠으며, 그 작용 기전은 현재까지 보고된 식물로부터의 중금속 노출에 의한 독성 감소 효과가 항산화와 밀접한 관련이 있는 것으로 보아 그와 유사한 기전으로 추정되나, 이에 대한 추가적인 연구가 필요한 실정이다.

요 약

본 연구에서는 포공영의 에탄올 추출물의 중금속 중독에 의한 손상 억제 효과를 측정하였다. 현대 사회에서 환경으로

부터 오염이 우려되는 납과 수은을 실험동물에 노출시켰고, 납과 수은에 노출된 흰쥐에서 포공영이 이러한 중금속 노출로 영향을 받는 체중변화, 간 및 신장에 미치는 영향을 혈액 세포분석 및 혈액 내의 생화학적 분자에 대한 조사하였다. 실험 결과, 포공영을 투여 받은 실험군은 중금속 투여로 인하여 발생하는 체중감소의 개선효과가 나타났고, 혈액세포의 변화에 있어서도 중금속 노출로 감소되었던 RBC의 수를 증가시켰고, 증가된 WBC 및 platelet의 수를 정상수준으로 회복시켰다. 간 및 신장의 손상 지표들로 측정된 Bilirubin, ALP, GOT, GPT, LDH, ceatinine 및 BUN에 있어서도 중금속 노출로 증가된 수치를 농도의존적으로 감소시켰다. 또한 혈액 내에서의 중금속 잔존량을 측정한 결과, 포공영 추출물 투여로 인하여 농도의존적으로 그 잔존량이 감소하였다. 따라서, 포공영 에탄올 추출물은 체내 노출된 납과 수은에 대한 독성을 완화시켜주는 것으로 사료된다.

감사의 글

This work (Grants No.C0038648) was supported by Business for Cooperative R&D between Industry, Academy, and Research Institute funded Korea Small and Medium Business Administration in 2012.

참고문헌

- Ahmad, V.U., Yasmeen, S., Ali, Z., Khan, M.A., Choudhary, M.I., Akhtar, F., Miana, G.A., Zahid, M., 2000. Taraxacin, a new guaianolide from *Taraxacum wallichii*. *J. Nat. Prod.* 63, 1010-1011.
- Bae, K.H., 2000. *The medicinal plants of Korea*, Seoul, Korea.
- Blaxhall, P.C., Daisley, K.W., 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *J. Fish Biol.* 5, 771-781.
- Chen, Z., 1990. Clinical study of 96 cases with chronic hepatitis B treated with jiedu yanggan gao by a double-blind method. *Zhong, Xi Yi Jie He Za Zhi.* 10(2), 71-74.
- Cheong, H., Choi, E.J., Yoo, G.S., Kim, K.M., Ryu, S.Y., 1998. Desacetylmaticarin, an anti-allergic component from *Taraxacum platycarpum*. *Plant Med.* 64, 577-578.
- Counter, S.A., Buchanan, L.H., 2004. Mercury exposure in children: a review. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 198(2), 209-30.
- Dorea, J.G. 2004. Mercury and lead during breast-feeding. *Br. J. Nutr.* 92(1), 21-40.
- Kalamegham, R., Ash, K.O., 1992. A simple ICP-MS procedure for the determination of total mercury in whole blood and urine. *J. Clin. Lab. Anal.* 6(4),190-193.
- Kim, J.S., Yuh, C.S., Jang, J.H., Woo, K.J., Kim, H.J., 2002. A study on the nutritional characteristics of ostrich extracts added with medicinal herbs. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 12, 218-224.
- Kim, S.J., Bak, S.W., Lee, J.D., Kim, U.S., Moon, K.H., Yim, H.B., Heo, J.W., Jeong, S.Y., 2001. Effect of fed chlorella on the change of lipid components and enzyme activity in serum of rat by lead exposure. *Kor. J. Food & Nutr.* 14, 138-144.
- Kim, Y.H., Choo, S.J., Ryoo, I.J., Ahn, J.S., Yoo, I.D., 2011. Eudesmanolides from *Taraxacum mongolicum* and their inhibitory effects on the production of nitric oxide. *Arch. Pharm. Res.* 34(1), 37-41.
- Kim, Y.H., Shon, H.J., Do, J.H., Lee, S.K., 1992. Screening of Natural Materials on Detoxification of Mercury Chloride by Using *Fusarium oxysporum*. *Kor. J. Plant Pathol.* 8(2), 112-118.
- Ko, S.G., Koh, S.H., Jun, C.Y., Nam, C.G., Bae, H.S., Shin, M.K., 2004. Induction of apoptosis by *Saussurea lappa* and Pharbitisnil on AGS gastric cancer cells. *Biol. Pharm. Bull.* 27(10), 1604-1610.
- Kong, K.H., Ju, I.H., Park, W.B., Lee, j.H., Kim, H.J., 2011. A study on the effect of heavy metals detoxification by *Smilax china* L. Tang which added glycyrrhizae radix; Focusing on a mercury. *J. Complement. Altern. Med. Sci.* 1(1), 63-70.
- Kwan, O.R., Kim, M.K., 1992. The effect of dietary protein and calcium levels on metallothionein and histopathological changes during cadmium intoxication in rats. *Kor. J. Nutr.* 25, 360-378.
- Liu, X.R., Han, W.Q., Sun, D.R., 1992. Treatment of intestinal metaplasia and atypical hyperplasia of gastric mucosa with xiao wei yan powder. *Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi.* 12(10), 602-503.
- Lee, S.R., Lee, M.G., 2001. Contamination and Risk Analysis of Heavy Metals in Korean Foods. *J. Food Hyg. Safety* 16(4), 324-332.
- Meléndez-Martínez, A.J., Britton, G., Vicario, I.M., Heredia, F.J., 2006. HPLC analysis of geometrical isomers of lutein epoxide isolated from dandelion (*Taraxacum officinale* F. Weber ex Wiggers). *Phytochemistry* 67(8), 771-777.
- Osfor, M.H., Ibrahim, H.S., Mohamed, Y.A., Ahmed, S.M., Abd El Azeem, A.S., Hegazy A.M., 2010. Effect of alpha lipoic acid and vitamin E on heavy metals intoxication in male albino rats. *J. American Sci.* 6(8), 56-63.

- Park, M.S., Cho, E.J., Lee, S.K., Lee, E.J., Lee, D.S., Lee, K.H., Jeon, B.H., 2010. Korean red ginseng protects oxidative injury caused by lead poisoning. *J. Ginseng Res.* 34(2), 132-137.
- Ponce-Canchihuamán, J.C., Pérez-Méndez, O., Hernández-Muñoz, R., Torres-Durán, P.V., Juárez-Oropeza, M.A., 2010. Protective effects of *Spirulina maxima* on hyperlipidemia and oxidative-stress induced by lead acetate in the liver and kidney. *Lipids Health Dis.* 31(9), 35.
- Rho, J.H., Han, C.K., Lee, N.H., Chung, Y.K., 1997. Effect of pork as protein source on cadmium toxicity in rats. *Kor. J. Anim. Sci.* 39, 605-616.
- Sharma, S., Sharma, H.V., Pracheta, Sharma, S., 2011. Therapeutic potential of hydromethanolic root extract of *Withania somnifera* on neurological parameters in swiss albino mice subjected to lead nitrate. *Int. J. Curr. Pharm. Res.* 3(2), 52-56.
- Shi, S., Zhao, Y., Zhou, H., Zhang, Y., Jiang, X., Huang, K., 2008. Identification of antioxidants from *Taraxacum mongolicum* by high-performance liquid chromatography-diode array detection-radical-scavenging detection-electrospray ionization mass spectrometry and nuclear magnetic resonance experiments. *J. Chromatogr. A.* 1209(1-2), 145-152.
- Tomsett, A.B., Thurman, D.A., 1988. Molecular biology of metal tolerances of plants. *Plant Cell & Environment* 11, 383-394.
- Zheng, M., 1990. Experimental study of 472 herbs with antiviral action against the herpes simplex virus. *Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi.* 10(1), 39-41.