

한약재를 첨가한 오리부산물 추출액이 납과 수은에 노출된 흰쥐 혈청의 중금속 및 혈액지표에 미치는 영향

박성혜^{1*} · 신언환² · 박성진³ · 한종현¹

¹원광대학교 한의학전문대학원 한약자원개발학과

²울산대학 호텔조리과

³한림성심대학 바이오식품과

Effect of Peking-Duck By-Product Extracts Supplemented with Medicinal Herbs on Serum Heavy Metal Levels and Blood Parameters of Rats Exposed to Lead and Mercury

Sung-Hye Park^{1*}, Eon-Hwan Shin², Sung-Jin Park³ and Jong-Hyun Han¹

¹Dept. of Herbal Resources, Professional Graduate of Oriental Medicine,
Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

²Dept. of Hotel Culinary Arts, Ulsan College, Ulsan 682-090, Korea

³Dept. of Bio-Food, Hallym College, Chuncheon 200-711, Korea

Abstract

This experiment was planned to develop a functional supplement by food resources to prevent and lessen the deleterious effects caused by environmental pollutants such as polluted food, air, water and heavy metals. The goal of this study was to investigate the effects of peking-duck extracts supplemented with six kinds of medicinal herbs (DJ) on the intoxication of lead and mercury in rats. Sprague-Dawley rat weighing 150 g \pm 15 g, were randomly assigned to 5 groups, basal diet only (NCG), heavy metal without DJ injection (HCG), heavy metals and DJ (3 mg/mL) injection (HMLD), heavy metal and DJ (30 mg/mL) injection (HMMD), heavy metal and DJ (300 mg/mL) injection (HMHD). Mercury (Hg) and lead (Pb) injected at the level of 50 ppm for 17 days. Also DJ oral feeding was continued for 31 days. The result of this study were as follows; Food intake and body weight gain in heavy metal administered groups were lower than those of control group (NCG). The activities of GOT, GPT and BUN level were significantly reduced in DJ-treated groups as compared to HCG. DJ was shown to suppress the accumulation of Hg and Pb in serum. The results suggest that DJ might have protective effect on Hg and Pb intoxication.

Key words: peking-duck, medicinal herb, duck-extract, heavy metal, detoxification

서 론

물질문명이 발달하면서 발생된 환경오염으로 인한 폐수의 유출, 도시인구의 집중화 현상에 따른 생활 하수의 다량 방출, 산업 폐기물과 각종 오염물질 및 농경지에서의 과다한 농약사용 등으로 인하여 토양, 하천 및 연안 해역의 환경오염이 날로 심각해지고 있다. 이러한 가운데 인체도 중금속 등을 비롯한 각종 유해물질에 노출될 위험성이 증가하고 있어 국민 건강에 대한 우려가 높아지고 있다. 인체 장기 조직 중 미량금속의 함량에 대해서는 인체에 대한 필수성과 독성에 관한 관점, 질병과의 관련 등으로 인하여 많은 관심을 가져왔고 이와 더불어 체내 중금속류의 정상치 또는 정상범

위의 선정은 이들의 기초자료로 매우 중요한 역할을 하고 있다. 특히 우리 나라에서도 식품 중의 중금속 섭취 허용량이 인체 일일 허용량(acceptable daily intake, ADI)에 접근하고 있다는 결과가 있어(1) 중금속에의 노출이 매우 심각함을 알 수 있다. 중금속은 일단 생체 내에 들어가면 쉽게 배출되지 않으며 일부 유독성 금속은 비교적 낮은 농도에서도 체조직과 반응하여 체내에 서서히 독작용을 나타내고 특히 생물학적 반감기가 길어 일단 중독이 되면 완치가 불가능하기 때문에 문제가 된다(2,3).

원본동의보감(原本東醫寶鑑)(4), 태평혜민화제국방(太平惠民和劑國方)(5) 및 의학입문(醫學入門)(6) 등의 자료에 의하면 오리는 사람에게 꼭 필요한 필수 아미노산을 모두 공급

*Corresponding author. E-mail: psh0528kr@hanmail.net
Phone: 82-63-850-6939, Fax: 82-63-852-0011

하는 양질의 단백질 급원 식품임을 알 수 있다. 또한 오리고기는 뇌와 세포막의 필수 구성성분인 인지질 특히 레시틴의 함량이 높고 다른 육류에 비해 불포화지방산 비율이 높으며 (7) 육류 중 특이한 알칼리성 식품으로 몸의 산성화를 막아 주는 역할 이외에 노화방지 및 피부에 활력을 주어 여성의 아름다움을 유지시켜주며, 노인의 건강을 지켜주는 우수한 스테미나 식품으로 알려져있다(7,8). 이러한 오리가 근래에 들어서 특별한 효능을 지닌 약재이면서 미식가의 미각을 돋구는 음식으로 자리잡게 된데는 1986년 “신약(神藥)”이라는 저술로 알려진 인산 김일훈의 “인산의학”을 통해서이다(9). 인산의학의 특징은 종래 민간요법의 틀을 벗어나 공해·오염 시대에 맞는 새로운 틀의 치료방법을 제시하였다. 즉 오리가 가진 다양한 해독능력과 병에 대한 강한 저항력, 자연치유력 등을 이용하여 독성은 매우 강하나 다양한 효능을 지닌 약재를 먹여 오리로 하여금 이를 해독하면서 약의 효능을 더욱 배가시키도록 한 후 이러한 오리를 요리를 통해 사람이 섭취하도록 하는 것이다. 이런 관점에서 오리육 및 그 부산물을 체내 독소 제거를 위한 연구에 응용해 볼만한 것으로 생각된다.

최근에 납과 카드뮴 중독 증상을 완화하기 위한 섬유소(10), 단백질(11), 셀레늄 및 미량원소들의 효과에 관한 연구(12)와 녹차 catechin이 카드뮴 중독으로 인한 신기능 장애를 개선시키고 혈압을 정상화시켰다는 연구(13) 등이 보고되고 있다.

한편 전통약재의 효능을 구체적으로 밝히기 위한 과학적 접근이 다각적으로 연구되고 있는 가운데 금은화(14), 삼백초(15), 인삼(16), 대추(17), 키토산(18) 및 오미자(19) 등의 중금속 해독작용이 보고되어 있으나 좀 더 다각적인 연구가 요구된다고 보여진다.

이에 본 연구에서는 오리부산물과 한약재를 이용하여 고안한 액상형태의 제품이 혈청의 중금속 함량과 건강지표 농도에 어떠한 영향을 미치며, 그 영향력으로 보아 중금속 및 유해 환경에 노출된 현대인들에게 그 피해 및 부작용을 완화시킬 목적으로 권장할 만한 건강식품 또는 기능성 식품으로서의 활용가치가 있는가를 알아보고자 하였다. 이에 따라 오리에서 살코기 부분을 제거한 각종 부위의 뼈, 간 등의 부산물을 주로 하고 체내에서 chelate compound를 형성하여 중금속의 흡수를 억제하고 배출을 증가시킬 수 있는 약재를 선정하여 액체형태의 오리즙을 제조하여 납과 수은에 노출된 흰쥐에게 투여하여 중금속 피해 완화효과를 조사하였다.

재료 및 방법

오리부산물 추출액의 준비

각종부위의 뼈, 즉 머리뼈, 목뼈, 등뼈, 가슴뼈, 발목뼈 및 간 등의 원료를 선별하여 세척한 후 100°C, 2기압에서 5시간 증탕·여과하여 기름을 제거하고 살균한 후 진공 포장하였

다가 실험재료로 사용하였다.

한약재의 선정

문헌상(4)에서 해독효과가 보고되어 있고 성분상으로 체내 중금속류 등과 chelate compound를 만들 수 있는 성분인 flavonoids류를 함유하고 있으며 식품공전에서 주, 부재료로 사용이 가능한 약재들 중에서 그 약성(藥性) 및 귀경(歸經)에 따라 오리와 어울릴 수 있는 6가지를 선정하였다. 선정된 영지, 가시오가피, 두충, 진피, 감국 및 대조를 1:2:1:1:2:2의 비율로 섞어 사용하였다.

오리즙 준비 및 영양성분 분석

준비된 오리부산물 추출액, 혼합 한약재 및 물의 비율은 57:13:30의 비율로 섞어 환류냉각으로 3시간 추출하여 상온으로 방냉한 후 가아제를 이용하여 여과하였다. 준비된 오리즙에 대해 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 조섬유 등의 일반성분과 아미노산 및 무기질 함량 등을 식품공전(20) 및 AOAC(21) 방법에 준하여 분석하였다. 지방산 조성은 Folch's 방법(22)에 따라 0.5 N·NaOH/MeOH로 추출한 후 BF₃-methanol로 methylation하였고, 각 지방산 함량은 area% (percent of total fatty acid)로 구하였다. 아미노산 함량은 시료 200 mg을 정밀히 달아 Hwang 등(23)의 방법에 따라 전처리하여 아미노산 분석기에 주입하여 chromatogram의 peak 면적으로 계산하였다. 무기질 함량은 습식법(20)으로 전처리하여 Inductively Coupled Plasma Emission Spectrophotometer(Labtest Scan 707, Australia)를 이용하여 각 과정에서 분석하였다.

실험계획 및 실험동물의 사육

본 연구에 사용된 동물은 150 g ± 15 g, Sprague-Dawley 계(♂)의 흰쥐를 (주)샘타코에서 분양 받아 1마리씩 stainless steel cage(항온항습기, 온도 22 ± 2°C, 습도 50 ± 5%)에 넣어 사육하며 연구를 진행하였다. 연구기간은 적응기간 7일, 중금속 투여기간 17일 및 오리즙 투여기간 31일로써 총 55일이었다.

적응기간 중에는 물(일반 정수기)과 사료(일반고형사료, Sam #31, Samtako, Osan, Korea)는 자유로이 공급하였고 중금속 투여 시부터는 탈이온수와 제조한 기본식이를 섭취시켰다. 이때 사용한 물병, 식이그릇 및 cage 등 모든 기구는 중금속의 오염을 방지하기 위해 0.4%-EDTA용액으로 세척한 다음 탈이온수로 헹구어 건조시킨 후 사용하였다.

일주일간 적응시킨 흰쥐를 난피법에 의해 나누어 각 군당 12마리씩으로 하여 분류하였다. 즉 기본 사료만 섭취한 정상대조군(NCG), 기본사료와 중금속을 투여받은 중금속 대조군(HCG), 기본사료, 중금속 및 오리즙을 투여받은 군(HMLD, HMMD, HMHD)으로 총 다섯군이였다. 실험군의 분류와 실험진행과정을 Fig. 1에 정리하였고 기본사료의 조성은 Table 1과 같다.

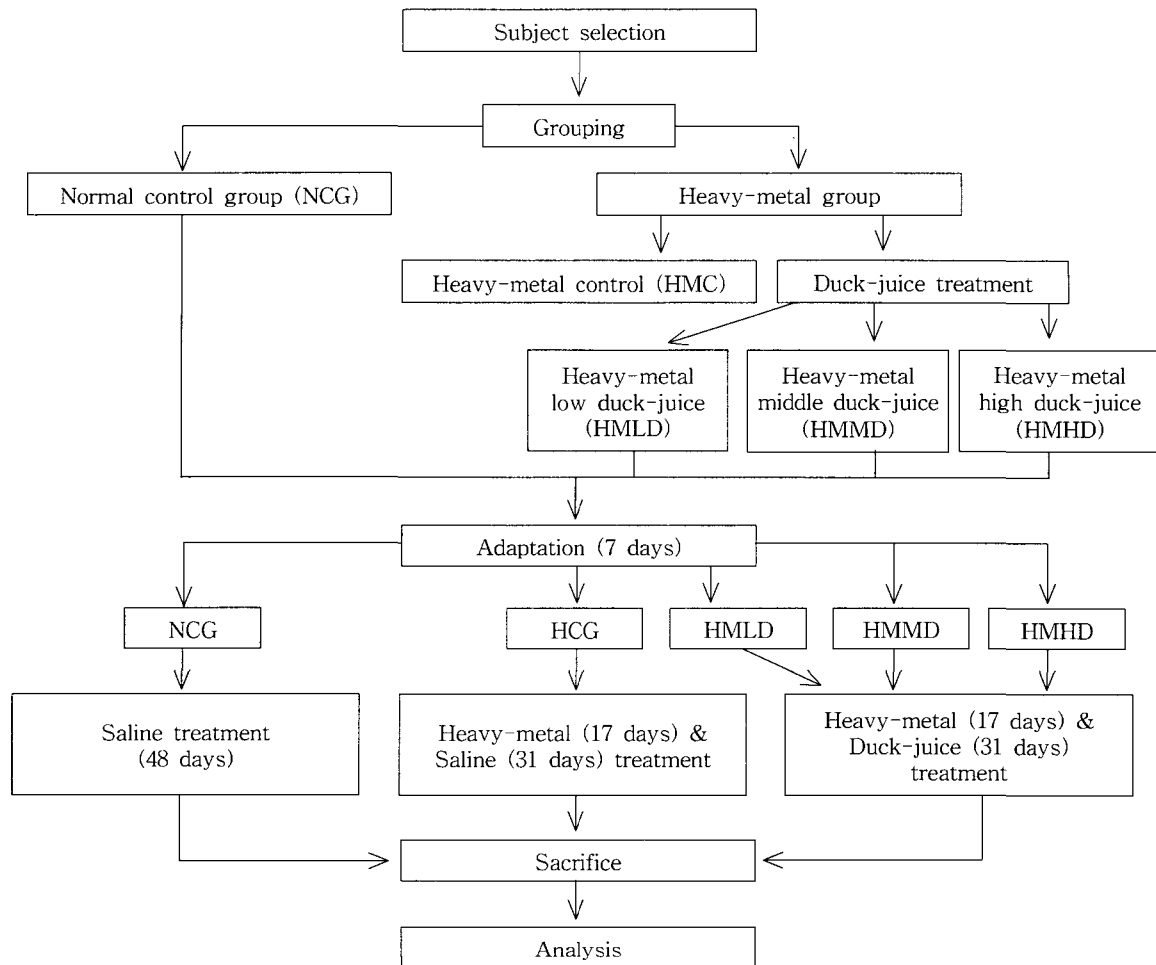


Fig. 1. Classification of experimental group.

Ingredients	Amount
Corn starch ¹⁾	668
Casein ²⁾	180
DL-methionine ³⁾	2
Corn oil ⁴⁾	50
Mineral mixture ⁵⁾	40
Vitamin mixture ⁶⁾	10
Cellulose ⁷⁾	50
kcal/g	3.85

¹⁾Kung-ha food Co., Korea.

²⁾Amcors, USA.

³⁾Avocano, USA.

⁴⁾Daesang, Korea.

⁵⁾AIN-76, ICN Biochemical, USA.

⁶⁾AIN-76, ICN Biochemical, USA.

⁷⁾Sigma, USA.

중금속 및 오리즙 투여

여러 중금속 중 현대인들에게 노출될 가능성이 높은 납과 수은을 선택하여 17일간 복강주사하였다. 수은[mercury chloride (HgCl₂)], 납[lead acetate (Pb(CH₃COO)₂)]은 Junsei사의 특급시약을 사용하였고, 최종적으로 수은과 납의 농도는 mL

당 50 ppm이 되도록 혼합하였다. 정상대조군(NCG)은 중금속 대신 saline 1 mL를 투여하였으며 17일 후에 각 군당 2마리씩 단두하여 혈액을 취해 납과 수은의 농도가 각각 0.10 mg/dL, 0.20 mg/mL 이상 되는지를 확인하여 이를 중금속에 노출된 것으로 결정하였다.

오리부산물 추출액과 한약재를 이용하여 준비된 오리즙을 동결건조한 후 오리즙의 농도가 mL 당 3 mg, 30 mg 및 300 mg으로 만들어서 매일 1 mL씩 경구투여하였고, 정상대조군(NCG)과 중금속대조군(HCG)에는 saline 1 mL를 경구투여하였다. 이때 오리즙 투여량은 일반적으로 판매되고 있는 오리즙 80 mL(1포)를 기준으로 하고 이의 0.1배, 10배로 하여 총 3가지 농도로 투여하였으며 그 기간은 31일간이었다.

식이섭취량, 식이효율 및 체중증가량의 조사

식이섭취량은 매일, 체중은 3일 간격으로 일정시간에 측정하였으며 식이효율은 전 체중 증가량을 같은 기간 동안의 식이섭취량으로 나누어 계산하였다.

혈액의 채취 및 분석

사육한 실험동물의 혈액을 채취하기 위해 실험종료 12시

간 전부터 절식시키고 단두하여 혈액을 취하였고, CBC tube에 전혈 3 mL 취하고 나머지는 원심분리(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.

RBC, WBC, Hb, Hct 및 MCH, MCV, MCHC, platelet는 자동분석기(ADVIA 120, BAYER, USA)를 이용하여 농도를 분석하였고, lymphocyte는 Turk solution을 이용하여 염색하여 수를 카운트한 후 percentage로 표시하였다(24). 총 빌리루빈, ALP, GOT, GPT, LDH, creatinine, BUN, uric acid와 철분 농도는 상업용 kit(Boehringer Mannheim)을 이용하여 enzymatic methods에 의해 측정하였다. 혈청의 납과 수은 농도는 습식법으로 분해하여 ICP로 측정하였다.

자료의 통계분석

본 결과는 SPSS program(version 10.0)을 이용하여 분석하였다. 모든 자료에 대해 mean±SD를 구하였고 ANOVA 분석 및 Duncan's multiple range test를 수행하여 그룹간의 유의적 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

고안된 오리즙의 영양성분

Table 2에는 본 연구에서 고안한 오리즙의 일반성분, 무기질, 지방산 조성 및 아미노산 함량을 분석하여 정리하였다. 100 g당 약 93.95 g이 수분이었고 단백질이 3.02 g, 당질 2.24 g 및 총 식이섬유가 1.27 g이었으며 지질과 회분의 함량은 각각 0.46 g, 0.33 g이었다. 수분을 제외한 구성 비율은 단백질이 49.92%, 당질 및 섬유소가 각각 37.02%, 20.99%였고 지질 7.60%, 회분 5.46%이었다.

뼈, 간 등 오리의 부산물을 주로 이용했지만 단백질 함량이 약 49.92%, 섬유소 함량이 약 37.02%로 구성되어 있어 중금속과 chelate를 형성하여 중금속 배설을 유도할 수 있는 보조 식품의 영양 성분으로 바람직한 구성이라 사료된다.

육류가 주성분인데 비해 나트륨 함량이 쇠고기 뼈 추출액의 121.02 mg/100 g보다 낮았고(25) 미량 영양소인 철분, 아연, 구리 및 망간도 100 g당 영양소 함량으로 살펴볼 때 닭뼈 용출액이나 쇠고기뼈 추출액(25)보다도 높은 함량으로 나타났다. 닭뼈 용출액에서 칼슘, 인, 철분의 함량이 매우 낮아 효과적인 이용이 어렵고 칼슘에 비해 인의 비율이 너무 높아 칼슘 흡수면에서도 좋지 않다는 결과(25)와 비교 시 같은 가공류라도 오리뼈 등의 부산물과 한약재를 이용하여 고안한 추출액의 무기질 조성은 매우 양호하다고 판단된다.

총 지질이 0.46%로써 지질 함량이 일반적인 육류 추출액(25)보다 적은 편이었고 총 지질의 지방산 조성은 Table 2에서 보듯이 oleic acid함량이 48.72%로 가장 높았고 그 다음이 23.19%인 linoleic acid였다. Stearic acid 14.51%, palmitic acid 9.52%, linolenic acid 3.91% 및 myristic acid 0.15%로

Table 2. Nutritional composition of duck-juice

Nutrient	Content
General nutrition (g/100 g)	
Moisture	93.95
Carbohydrate	2.24
Protein	3.02
Lipid	0.46
Ash	0.33
Fiber	1.27
Mineral (mg/100 g)	
Na	31.39
K	57.78
P	25.86
Ca	18.37
Fe	0.59
Zn	0.12
Cu	0.04
Mn	0.56
Fatty acid (%)	
Myristic acid	0.15
Palmitic acid	9.52
Stearic acid	14.51
Oleic acid	48.72
Linoleic acid	23.19
Linolenic acid	3.91
Total saturated fatty acid	24.18
Total unsaturated fatty acid	75.82
Amino acid (mg/100 g)	
Acidity	614.57
Basicity	364.99
Neutrality	1740.48
EAA ¹⁾	840.82
TAA ²⁾	2720.04

¹⁾EAA: essential amino acid.

²⁾TAA: total amino acid.

나타났다. 총 포화지방산 24.18%, 총 불포화지방산 75.82%로 분석되었고, P/S 비율은 3.14로 나타났다. 다른 육류 추출액에는 palmitic acid 함량이 30~33%(7)인데 비해 본 오리즙은 그보다 적게 함유되어 있었고 불포화지방산으로는 linoleic acid와 linolenic acid가 검출되었고 arachidonic acid는 검출되지 않았다.

아미노산 조성을 살펴보면 필수 아미노산이 100 g당 840.82 mg으로 총 아미노산의 약 30.91%이었고 산성, 염기성 및 중성 아미노산의 비율이 각각 22.59%, 13.42% 및 63.99%였다. 오리즙에서 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 glycine이었고 그 다음은 특이한 단맛 즉 감칠맛을 가진 것으로 알려진 glutamic acid로 총 유리 아미노산 함량의 약 14.16%를 차지하고 있었다. 다음으로는 proline, aspartic acid, alanine, arginine, lysine 및 leucine 순이었는데 닭뼈 용출액과 사골 용출액과 비교해 볼 때(25) glutamic acid, glycine 및 alanine 함량이 높다는 공통점이 있었다. 오리에서의 단백질 영양가는 그 단백질의 소화율과 아미노산에 의해 좌우되는데 오리육 100 g을 섭취했을 때, 단백질은 쌀밥의 6배, 대두의 1.4배에 달하게 된다(7,25). 특히 오리육은

많은 양의 lysine이 함유되어 있어 사람의 소화관에서 쉽게 이용할 수 있는 특성을 지니며, 곡류를 위주로 하는 우리 식생활에 음식 보충제로서 가치가 있을 뿐 아니라 사람의 몸에 꼭 필요한 필수 아미노산을 공급하는 양질의 단백질 공급원이라 알려져 있듯이 본 결과에서도 그 특성이 잘 나타났다.

Table 2의 성분함량은 오리부산물과 6가지 한약재 혼합추출액의 성분으로써 다른 육류 추출액과 단순하게 비교할 수는 없으나 대체로 오리의 성분에서 보고된(7,8,26) 결과들과 일치하였다.

식이섭취량, 식이효율 및 체중증가량

본 연구에서 조사된 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율을 Table 3에 정리하였다. 체중증가량은 동물 발육상태의 종합결과라고 볼 수 있는데 Table 3에서 보듯이 중금속을 투여하지 않은 NCG의 체중증가량은 중금속투여군보다 유의적으로 높아 아주 좋은 성장을 보여 HCG, HMLD, HMMD 및 HHMD들과 유의적인 차이를 보였다. 그러나 HCG와 중금속 및 오리즙을 투여한 군들 간에는 체중증가의 유의적인

차이가 없었다.

중금속을 투여받은 네 군의 사료 섭취량은 NCG에 비해 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 또한, 식이효율도 다섯군 간에 유의적인 차이를 보였는데 NCG와 mL당 300 mg의 오리즙을 투여받은 군은 서로 같은 수준이었고 HCG, mL당 3 mg, mL당 30 mg의 오리즙을 투여한 군은 서로 같은 수준으로 나타나 NCG나 고농도 오리즙(300 mg/mL)을 투여받은 군과 유의적인 차이를 보였다.

위 결과는 투여된 중금속에 의해 식이섭취량이 감소되고 이에 따른 2차적 결과로 체중증가율이 감소되어 나타난 결과라 판단된다. 납 노출에 의해 식이섭취에 영향을 주어 사료섭취를 감소시키고 열량대사를 방해함으로써 체중저하를 가져온다고 보고된 연구(11,26,27)와도 일치한 결과였다. 중금속투여군 중 가장 높은 농도의 오리즙(300 mg/mL)을 투여 받은 군에서 체중증가량이 높게 나타난 것은 오리즙 섭취로 인해 중금속 피해가 완화되어 나타난 결과라 생각된다.

Hematological variables

계획에 따라 사육한 후 최종적으로 혈액을 채취하여 분석한 각 군의 혈액학적 특성을 Table 4에 정리하였다.

전혈의 정상 중에서 각 군간에 유의적인 차이를 보인 것은 백혈구, 적혈구, 헤모글로빈, 헤마토크리트치, 혈소판 및 lymphocyte 농도였으며 NCG와 오리즙투여군은 같은 수준인 반면 HCG는 이들과 유의적인 차이를 보였다.

즉, HCG의 백혈구 농도는 다른 군에 비해서 유의적으로 상승되어 있었고 반면 적혈구 농도는 유의적으로 낮은 상태였다. 또한 혈소판 농도는 다른 군에 비해 유의적으로 높았고 lymphocyte 농도는 유의적으로 낮게 나타났다. 또한 헤모글로빈농도, 헤마토크리트치도 나머지 네 군의 농도보다 HCG에서 유의적으로 낮게 나타났다.

중금속 투여로 인한 헤모글로빈함량, 헤마토크리트치 감소는 장기 내에서 철분의 흡수가 중금속에 의해 저해 받아서 나타난 현상으로 보여진다. 납 투여시 납과 철분이 서로 경

Table 3. Weight gain, food intake and food efficiency ratio of experimental rats

Group ¹⁾	Weight gain (g/31 days)	Food intake (g/day)	FER ²⁾
NCG	120.00 ± 23.89 ^{3)a4)}	22.89 ± 1.68 ^a	0.17 ± 0.02 ^a
HCG	85.30 ± 8.18 ^b	19.03 ± 0.76 ^b	0.14 ± 0.05 ^b
HMLD	88.40 ± 16.03 ^b	18.96 ± 1.06 ^b	0.15 ± 0.04 ^b
HMMD	86.14 ± 9.00 ^b	17.25 ± 0.86 ^b	0.16 ± 0.02 ^b
HMHD	93.28 ± 15.01 ^b	17.13 ± 1.06 ^b	0.17 ± 0.02 ^a

¹⁾NCG: normal control group, HCG: heavy-metal control group, HMLD: heavy-metal low duck-juice, HMMD: heavy-metal middle duck-juice, HMHD: heavy-metal high duck-juice.

²⁾FER=Weight gain (g/31 day)/Food intake (g/31 day).

³⁾Mean ± SD.

⁴⁾Means with the same lettered superscripts in a same column are not significantly different at the p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

Table 4. Hematological variables of experimental rats

Variables ²⁾	Group ¹⁾	NCG	HCG	HMLD	HMMD	HMHD
WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)		7.91 ± 0.84 ^{3)a4)}	8.94 ± 0.46 ^b	8.25 ± 0.39 ^a	8.14 ± 0.88 ^a	8.41 ± 0.28 ^a
RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)		6.16 ± 2.40 ^a	5.11 ± 3.21 ^b	6.82 ± 2.24 ^a	6.83 ± 3.40 ^a	6.78 ± 2.39 ^a
Hb (g/dL)		14.88 ± 1.47 ^a	10.79 ± 1.06 ^b	13.85 ± 0.59 ^a	14.88 ± 0.96 ^a	15.35 ± 0.40 ^a
Hct (%)		43.99 ± 5.10 ^a	40.73 ± 3.72 ^b	44.93 ± 2.36 ^a	44.78 ± 1.89 ^a	45.38 ± 0.95 ^a
MCV (fl)		55.59 ± 0.95	53.30 ± 1.04	54.44 ± 1.61	55.61 ± 6.75	54.01 ± 1.37
MCH (pg)		18.81 ± 0.27	17.82 ± 0.29	18.00 ± 0.39	18.39 ± 1.48	18.28 ± 0.51
MCHC (g/dL)		33.89 ± 0.66	33.59 ± 0.30	33.08 ± 0.85	33.21 ± 1.28	33.84 ± 0.47
Platelet ($\times 10^3/\text{mm}^3$)		409.75 ± 120.79 ^a	582.53 ± 155.94 ^b	427.25 ± 179.72 ^a	431.05 ± 230.84 ^a	437.50 ± 214.07 ^a
Lymphocyte (%)		22.40 ± 4.75 ^a	17.76 ± 4.70 ^b	21.24 ± 7.43 ^a	21.11 ± 5.55 ^a	20.33 ± 2.84 ^a

¹⁾Groups are the same as Table 3.

²⁾WBC: white blood cell, RBC: red blood cell, Hb: hemoglobin, Hct: hematocrit, MCV: mean corpuscular volume, MCH: mean corpuscular hemoglobin, MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration.

³⁾Mean ± SD.

⁴⁾Means with the same lettered superscripts in a same column are not significantly different at the p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

Table 5. Serum metabolic variables of experimental rats

Group ¹⁾	GOT ²⁾ (U/L)	GPT (U/L)	ALP (U/L)	LDH (U/L)	BUN (mg/dL)	Uric acid (mg/dL)	Creatine (mg/dL)	Bilirubin (mg/dL)	Fe (mg/dL)
NCG	58.00±16.61 ³⁾⁴⁾	53.50±12.11 ^a	38.02±7.01 ^a	187.18±37.10 ^a	14.04±1.89 ^a	1.80±0.54	1.10±0.07 ^a	0.21±0.06 ^a	105.30±1.90 ^{ab}
HCG	142.75±10.91 ^b	161.00±34.19 ^b	66.11±10.11 ^b	261.21±17.95 ^b	35.11±3.32 ^b	1.76±0.23	2.81±0.09 ^b	0.69±0.05 ^b	61.87±19.65 ^a
HMLD	131.12±22.25 ^b	119.80±38.99 ^c	60.92±9.87 ^b	260.00±18.21 ^b	27.43±2.49 ^b	1.84±0.40	2.35±0.10 ^b	0.60±0.05 ^b	130.40±33.20 ^b
HMMD	120.11±23.84 ^c	106.90±16.56 ^c	58.99±5.11 ^b	258.19±21.75 ^b	14.61±3.35 ^a	1.76±0.35	2.20±0.08 ^b	0.51±0.07 ^c	130.00±32.03 ^b
HMHD	121.92±19.76 ^c	101.90±29.09 ^c	55.16±7.09 ^b	255.19±17.83 ^b	15.63±2.82 ^a	1.78±0.34	1.90±0.06 ^a	0.48±0.08 ^c	114.70±33.39 ^b

¹⁾Groups are the same as Table 3.

²⁾GOT: glutamic oxaloacetate transaminase, GPT: glutamic pyruvate transaminase, ALP: alkaline phosphatase, LDH: lactate dehydrogenase, BUN: blood urea nitrogen.

³⁾Mean±SD.

⁴⁾Means with the same lettered superscripts in a same column are not significantly different at the p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

쟁적으로 작용하여 장에서 철분 흡수를 낮추며 혈장의 trans-ferrin 수준과 total iron binding capacity(TIBC)가 감소되고 체내 철분 보유량도 감소되었다는 연구보고들(11,28)과 일치한 결과이다.

혈액학적 성상의 관찰결과 오리즙이 중금속 피해경감에 긍정적인 영향을 주었다고 판단할 수 있겠다.

Serum metabolics

Table 5에서는 각 군 혈청의 생화학적 검사 결과를 정리하였다.

정상흰쥐의 혈청 중 GOT와 GPT 활성도는 각각 39~111 U/L, 20~61 U/L이다. GTP는 간특이성으로 만성간염, 급성간염, 지방간, 알콜성간염, 간암에서 증가하고 GOT는 심장, 간, 골격, 신장, 췌장질환 등에서 증가한다(29). 본 연구에서도 NCG의 GOT, GPT 농도는 정상범위인 58.00 U/L, 53.50 U/L였다. 한편 HCG 및 오리즙투여군의 농도는 정상범위를 벗어나 유의적으로 상승되어 있었다. 그러나 중금속 투여 후 오리즙을 투여한 군에서는 GOT, GPT 농도가 HCG보다는 낮은 수치였고 특히 오리즙을 mL당 30 mg, 300 mg을 투여한 군에서는 그 농도가 유의적으로 더욱 낮아졌다. 이 결과로 보아 납과 수은의 혼합 중금속 투여가 간 등의 장기에 중독성 손상을 주었고, 오리즙의 투여로 중금속에 노출된 흰쥐 장기에서 중금속 중독을 완화 내지 경감시켰던 것으로 생각된다.

Alkaline phosphatase(ALP)는 간기능부전, 골질환, 황달 등에서 병적으로 상승되고 독물중독이나 만성신장염에서 저하되는데 정상흰쥐의 농도는 14~48 U/L이다(29). 본 연구결과 역시 중금속 투여에 의해 ALP농도가 유의적으로 상승되었고 오리즙의 투여에 의한 유의적인 감소는 나타나지 않았다.

혈중 lactate dehydrogenase(LDH)는 간, 심장, 골격근, 신장 등에 분포하고 심장병, 간질환, 신장질환에서 증가하며 정상 흰쥐의 LDH농도는 167~1428 U/L이다(29). 본 결과에서 중금속 투여에 의해 LDH활성이 유의적으로 증가되었고 중금속투여군 간에 유의적 차이는 없었으나 오리즙 투여에 의해 유의적인 감소는 나타나지 않았다.

혈중 blood urea nitrogen(BUN)은 신장기능 장애로 상승되므로 신장기능 진단의 지표가 되며 정상 흰쥐의 농도는 15~21 mg/dL이다(29). 본 결과에서 중금속 투여에 의해 BUN 농도는 유의적으로 상승되었고 오리즙 투여에 따라 BUN 농도는 감소되었는데 특히 mL당 30 mg, 300 mg의 오리즙을 투여받은 군에서는 mL당 3 mg을 투여받은 군보다 그 농도가 유의적으로 낮아졌다(29). 그러나 uric acid 농도는 본 연구에서는 중금속 및 오리즙 투여에 의한 유의적 변화는 나타나지 않았다. Creatinine 또한 신장기능 장애시 증가하게 되며 정상 흰쥐의 농도는 0.4~1.5 mg/dL이다(29). 본 연구에서는 중금속 투여에 의해 비정상범위로 상승되었고 mL당 300 mg의 오리즙을 투여한 군에서는 그 농도가 낮아져서 NCG군과 유의적인 차이가 없었다. 또한 bilirubin은 중독성 간장장애, 용혈성 황달, 사염화탄소, 카드뮴중독, 단식 등에서 병적으로 증가하며 정상흰쥐의 정상농도는 0.12~0.40 mg/dL이다(29). 본 결과에서도 중금속 투여에 의해 그 농도가 유의적으로 상승되었고 오리즙 섭취에 따라 그 농도가 낮아졌다. 혈청 철분의 농도는 HCG군과 오리즙 투여군간에 차이를 보였는데 HCG군에서 유의적으로 낮게 나타났고 오리즙을 투여 받은 군에서는 혈청 철분농도가 정상범위로 상승되었다. 이는 체내에 투여된 중금속들과 철분의 chelate화합물 형성에 의해 나타난 결과로 판단된다.

혈청의 생화학적 검사결과 오리부산물과 한약재를 이용하여 제조한 오리즙이 중금속 피해를 경감시키는데 유효한 효과를 나타냄을 알 수 있었다. 이는 한약재 성분 중 다량 존재하는 flavonoid류와 유기산, 오리부산물 추출액의 단백질 및 아미노산 등에 의한 복합적인 결과라 생각되어진다.

혈청의 납과 수은 농도의 변화

Table 6에는 혈청내 납과 수은 농도를 정리하였다.

납이 인체에 흡수되면 체중감소, 빈혈, 면역기능 감소 같은 중독현상을 일으키게 된다. mL당 30 mg, mL당 300 mg의 오리즙을 투여 받은 군의 혈청 내 납 농도는 NCG군 및 mL당 3 mg의 오리즙을 투여 받은 군보다 유의적으로 낮은 농도를 나타냈다. 수은의 경우에도 mL당 30 mg, mL당 300 mg의 오리즙을 투여 받은 군의 혈청내 농도가 NCG군과 mL

Table 6. Lead and mercury concentrations of serum from different treatment groups

Group ¹⁾	Lead (µg/mL)	Mercury (µg/mL)
NCG	ND	ND
HCG	0.17±0.01 ^{2)a3)}	0.37±0.04 ^a
HMLD	0.16±0.02 ^a	0.39±0.03 ^a
HMMD	0.06±0.02 ^b	0.35±0.04 ^b
HMHD	0.05±0.02 ^b	0.33±0.05 ^b

¹⁾Groups are the same as Table 3.

²⁾Mean ± SD.

³⁾Means with the same lettered superscripts in a same column are not significantly different at the p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

당 3 mg의 오리즙을 투여 받은 군보다 유의적으로 낮았다.

위 결과로 보아 납과 수은에 노출되어 혈청내에서 높아진 이들 농도는 오리즙을 mL당 30 mg과 300 mg 농도로 섭취했을 때 혈청 중금속의 농도를 감소시킬 수 있음을 알 수 있었다.

요 약

본 연구는 오리부산물 추출액과 영지, 가시오가피, 두충, 진피, 감국 및 대조를 섞어 만든 오리즙의 영양성분을 분석하고 이 오리즙을 납과 수은에 노출된 흰쥐에게 3가지 농도로 투여하여 혈청 내 중금속 농도의 변화 및 건강지표 parameters의 농도를 측정하여 중금속 피해 완화에 어느 정도 효과를 가질 수 있는지를 확인하여 건강보조식품으로 활용할 수 있는지의 여부를 판단하여 보고자 수행하였다. 뼈, 간 등 오리부산물과 6가지 한약재를 이용하여 만든 오리즙의 단백질 함량이 49.92%, 섬유소 함량이 37.02%로 구성되어 있어 중금속과 chelate를 형성하여 중금속 흡수를 억제할 수 있는 보조식품의 성분으로 바람직하다고 사료된다. 오리즙을 300 mg/mL를 투여 받은 군에서는 중금속의 노출에 의해 체중이 감소되는 현상을 완화시키는 결과를 나타내었고 혈액학적 성상 및 혈청의 여러 variables의 농도를 판단한 결과 오리즙이 비정상농도를 정상범위로 조절시켜 중금속에 의한 피해를 완화시켰다고 판단한다. 혈청 내 납과 수은의 농도는 오리즙을 mL당 30 mg, 300 mg 섭취했을 때 유의적으로 감소되었다. 본 연구에서는 중금속 농도를 독성이 유발될 정도의 고농도가 아니라 유해한 환경속에서 현대인들에게 노출될 수 있는 정도로 혼합하여 투여하였다. 이 정도로 노출된 흰쥐의 오리즙 섭취가 혈액의 여러 parameters의 농도를 완전히 정상 범위내로 100% 회복되지는 못하였으나 축적 및 순환하는 양이 오리즙 섭취에 의해 감소되었음을 확인하였다. 또한 오리즙의 섭취량에 따라 정도의 차이도 나타났는데 1일 30 mg 이상을 섭취했을 때 중금속 노출에 대한 피해를 완화시킬 수 있는 것으로 나타났다. 이런 결과는 오리즙 중의 일정수준의 단백질, 아미노산과 선정된 약재의 성분 중

polyphenol 성분인 flavonoid가 착화합물형성 또는 화학흡착에 의해 체내 침착 억제 및 배설을 촉진시키는 작용에 의한 것으로 사료된다. 이 성분 중 어느 것의 영향이 어느 정도 인지는 정확히 판단이 어려우므로 이런 결과를 뒷받침 할 수 있도록 각각 중금속별로, 농도별로 노출시켜 그 효과를 기대할 수 있는 성분들을 각각 작용시켜서 exposure and reaction design을 통한 좀 더 구체적인 연구도 필요하리라 생각되며 각 장기의 축적정도도 조사한다면 더욱 명확해질 수 있으리라 생각된다. 1일 30 mg이라는 양은 우리들이 섭취할 때는 80 mg(1포)에 해당하는 양이다. 따라서 사람에게 따라 차이가 있을 수 있으나 일반적으로 꾸준히 1일 1포 이상의 섭취는 체내 중금속 농도를 감소시키는데 도움을 줄 수 있으리라 판단된다.

감사의 글

이 연구는 보건복지부의 뇌질환 한방 연구센터(03-PJ9-PG6-SO02-0001)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Lee SK, Yoo YC, Yang JY, In SW, Chung KH. 1999. Concentration of survey heavy metals in normal Korean tissues. *Kor J Env Hlth Soc* 25: 7-14.
2. Choi BS, Park YJ, Kweon IH, Hong YP, Park JD. 2002. Reference values of mercury in liver and kidney of Korean. *Korean J Environ Toxicol* 17: 109-115.
3. Chung Y, Hwang MS, Yang GY, Jo SJ. 1999. Health risk assessment of lead exposure through multi-pathways in Korea. *Korean J Environ Toxicol* 14: 203-216.
4. 허준. 1991. 원본동의보감. 남산당, 서울.
5. 陳師文. 1975. 太平惠民和劑國防(券三, 製四藥). 施風出版社, 北京, 中國.
6. 周命新. 1975. 醫學入問. 杏林書院, 北京, 中國.
7. Nam HK. 1997. Studies on the fatty acid composition of duck meat. *Korean J Nutr* 10: 34-37.
8. Kim JS, Kim WK. 2003. Effects of duck extract on lipids in rats. *Korean J Nutr* 36: 3-8.
9. Han SH, Shin MK, Chung YH. 2002. Effects of omija extract on the metabolism and renal cadmium contents in cadmium administered rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 1102-1106.
10. Lee HJ, Kim MK. 1998. Retarding effect of dietary fibers isolated from persimmon peels and jujubes on *in vitro* glucose, bile acid and cadmium transport. *Korean J Nutr* 31: 809-822.
11. Rho JH, Han CK, Lee NH, Chung YK. 1997. Effect of pork as protein source on cadmium toxicity in rats. *Korean J Anim Sci* 39: 605-616.
12. Rhee ST, Park GY, Kim KY. 1993. Effects of dietary vitamin E and selenium on hematopoiesis and antioxidative detoxification mechanism in lead poisoned rats. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 651-657.
13. Choi JH, Kim YJ, Rhee SJ. 2001. Effects of green tea catechin on bone disorder in long-term cadmium treated

- rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1253-1259.
14. Kim OK, Kung SS, Park WB, Lee MW, Ham SS. 1992. The nutritional components of aerial whole plant and juice *Angelica keiskei* koidz. *Korean J Food Sci Technol* 24: 592-596.
 15. Lee JH, Wou IS, Lee KN, Ji JO. 2001. The protective effects of the extract of *Saururus chinensis* against cadmium induced cytotoxicity (II). *J Toxicol Pub Health* 17: 173-180.
 16. Raeng JI, Park HS. 2000. Effects of ginseng, jujube on removal of heavy metals. *J Korean Soc Environmental Administration* 6: 291-296.
 17. Lee IK, Kim JG. 2000. Effects of extract of *Eucommia ulmoides* Oliv on the reduction of lead and cadmium in organs of rats. *J Korean Pubic Health Assoc* 26: 22-28.
 18. Kim ID, Ryu NH. 1996. A study on the preventive effect of chitosan on the lead toxicity in rats. *Korean J Toxicol* 12: 283-288.
 20. 식품공업협회. 2002. 식품공전. 문영사, 서울.
 21. AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis*. AOAC International, Virginia.
 23. Hwang JB, Yang MO, Shin HK. 1998. Survey for amino acid of medicinal herbs. *Korean J Food Sci Technol* 30: 35-41.
 24. 이세열, 정윤섭. 1993. 임상병리검사법. 연세대학교출판부, 서울.
 25. Park HO, Lee HJ. 1995. A study on the free amino acid and minerals of chicken bone extracts by boiling time. *Korean J Soc Food Sci* 11: 244-248.
 26. Kim JS, Yuh CS, Jang JH, Woo KJ, Kim HJ. 2002. A study on the nutritional characteristics of ostrich extracts added with medicinal herbs. *J East Asian Soc Dietary Life* 12: 218-224.
 27. Kwan OR, Kim MK. 1992. The effect of dietary protein and calcium levels on metallothionein and histopathological changes during cadmium intoxication in rats. *Korean J Nutr* 25: 360-378.
 28. Kim US, Lee CH, Kim SJ, Lee JD, Moon KH, Baek SH. 1995. Effect of the *Aloe arborescens* added-diet on the cadmium toxicity in rat. *Korean J Food Sci Technol* 27: 555-563.
 29. Kim SJ, Bak SW, Lee JD, Kim US, Moon KH, Yim HB, Heo JW, Jeong SY. 2001. Effect of fed chlorella on the change of lipid components and enzyme activity in serum of rat by lead exposure. *Korean J Food & Nutr* 14: 138-144.
 30. Lee SK, Yoo YC, Yang JY, In SW, Chung KH. 1999. Concentration of survey heavy metals in normal Korean tissues. *Kor J Env Hlth Soc* 25: 7-14.

(2004년 12월 24일 접수; 2005년 3월 14일 채택)