

갈근추출물이 납 중독된 흰쥐의 혈액성분 및 조직의 납 축적에 미치는 영향

이정숙[†] · 김명주* · 박은미**

고신대학교 식품영양학과

*신일전문대학 식품영양학과

**영남대학교 식품영양학과

Effects of Extract of *Pueraria radix* on Hematological Properties and Lead Level of the Tissues of the Pb-administered Rats

Jeong-Sook Lee[†], Myung-Joo Kim* and Eun-Mi Park**

Dept. of Food and Nutrition, Kosin University, Pusan 606-701, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Shinil Junior College, Taegu 706-022, Korea

**Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Kyungsan 712-749, Korea

Abstract

This study was designed to investigate the effects of Korean *Pueraria radix* extract in Pb administered rats. Pb exposed rats were given 1% Pb in the diet. δ -Aminolevulinic acid(DALA) and urinary glucose levels were increased with Pb administration and were lower in the Pb group than in the group administered Pb alone. Hematocrit value was decreased with Pb administration and was higher in the Pb group than in the C-Pb group. δ -Aminolevulinic acid dehydratase(DALAD) activity was decreased in the Pb group. ALT and AST were increased by Pb added and were lower in the Pb group than in the C-Pb group. Serum Pb content was higher in the Pb exposed rats than in the control groups, and no significant difference was found due to extract of *Pueraria radix* supplementation. Levels of liver, kidney and femur lead were reduced by *Pueraria radix*. Lead contents in feces and urine were higher in the Pb added groups than in the control group, and level of feces lead was increased by extract of *Pueraria radix*.

Key words: lead, *Pueraria radix*, δ -aminolevulinic acid dehydratase(DALAD) activity

서론

산업의 발달과 더불어 심각한 사회 문제로 대두된 환경오염성 중금속 가운데서도, 납은 자연계에 널리 분포되어 있고, 화공, 전자 및 요업 등의 산업분야에서 많이 사용되고 있다. 식품 중에 오염된 납은, 납을 함유한 용기, 도자기 유약 또는 농약 사용에 의한 것으로 알려져 있다. 납은 호흡기나 피부를 통해서도 흡수되므로, 최근 우리나라에서도 산업근로자들의 납중독 위험성이 증가하고 있음이 보고되고 있다(1,2).

하루에 음식을 통해서 섭취되는 납은 약 50 μ g으로 추산되고 있는데, 한국인 정상 성인남자의 혈중 납농도는 14.8~23.0 μ g/dl로 보고되어 있으며(3), 보건복지부의 납중독 판정 기준은 혈중 납도 60 μ g/dl 이상으로 되어있다(4). 납에 노출되었을 때에는 식욕 감퇴, 오심

구토, 소화불량, 체중 감소, 빈혈, 뇌손상, 장기의 생화학적 형태학적 변화, 면역 능력의 감소, 중추신경계의 이상 등의 중독증상이 나타난다(5,6).

따라서 납중독 증상의 완화를 위한 다방면에서의 연구가 활발히 진행되어 왔다. 영양학적 측면에서 보면, 연령, 개체의 영양상태, 식이 조성 등에 따라 중독의 정도가 달라진다. 많은 연구들이 식이섭취소, 단백질, 지방, Ca, Fe, Cu, Zn, Se, 비타민 C, 비타민 D 등이 납의 체내 대사과정에서 개별적으로 혹은 상호작용을 통해 납과 작용함으로써, 납독성을 감소시키는데 영향을 주는 것으로 보고하고 있다(7-9).

근년에는 전통요법에 대한 관심이 고조되고 있고, 그 효능을 구체적으로 밝히기 위한 과학적 접근이 다각적으로 시도되고 있음은 주지의 사실이다. 고혈압, 관상동맥경화증, 협심증, 당뇨병, 숙취제거 등에 이용

[†]To whom all correspondence should be addressed

되고 있는 갈근은, 혈압강화작용, 지방과산화 억제작용, 항염작용, 항산화작용 등을 가지고 있음이 보고되고 있고(10-14), 적혈구의 용혈을 방어하는 항용혈작용을 가지고 있음이 보고되었다(15).

납중독은 용혈성 빈혈을 일으키므로 적혈구 용혈작용을 방어할 수 있는 물질은 납중독 완화에 도움을 줄 수 있고(15), 갈근이 가진 항용혈작용(抗溶血作用)으로 미루어 갈근과 납중독 완화와의 관련을 생각해 볼 수 있겠으나, 그에 관한 연구는 아직 보고되지 않았다. 따라서 본 연구는 갈근이 납중독 완화에 미치는 효과를 검토하여, 그 기전을 규명하는데 필요한 기초자료를 제공하고자 계획되었다.

재료 및 방법

차의 제조

부산시 범일동 소재의 한약재료상에서 가을에 채취하여 코르크피를 제거하여 절편으로 만들어 건조시킨 갈근을 구입하여, 일반 상복용액으로 만들기 위해 50g의 갈근을 400ml의 탈이온증류수를 넣어 4시간 동안 가열한 후 여과하여 만든 물추출액으로 5% 농도(고형분 함량비)의 시료용액을 만들었다.

실험동물 및 계획

실험동물은 젖豚 Sprague-Dawley계 숫쥐 32마리를 표준식으로 2주간 적응시킨 후, 평균 체중이 99.5g 인 것을 체중에 따라 난피법에 의해, 8마리씩 4군으로 나누어, 5주 동안 Table 1과 같이 사육하였다.

실험동물은 stainless steel cage에 한마리씩 분리 사육하였고, 물과 식이는 제한없이 먹도록 하였다. 실험에 사용한 모든 기구는 무기질의 오염을 방지하기 위하여 0.5% EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid)용액으로 세척한 후 탈이온 증류수로 헹구어 사용하였다. 실험

기간 동안 물은 모두 탈이온 증류수를 사용하였다. 사육실의 온도는 20±2°C로 유지하였으며, 조명은 12시간 주기(8:00-20:00)로 조절하였다.

각 실험 식이의 조성은 Table 2에 나타내었다. 단백질 급원으로는 casein(Wako Co., 일본)을 사용하였고, 탄수화물급원으로는 옥수수전분(미원)과 설탕(제일제당)을, 지방급원으로는 옥수수기름(동방유망)을 사용하였다. 납은 아세트산 납(lead acetate; Sigma)을 이용하여 무게비로 1% 수준으로 식이에 섞어 공급하였다. 그 밖의 성분들은 모두 Sigma Chemical Co.(미국) 제품을 사용하였다.

시료의 채취

실험동물은 12시간 절식시킨 후 에테르로 마취시켜 개복하고 복부대동맥으로 채혈하고, 즉시 간장, 신장, 비장, 심장, 대퇴골을 적출하여 무게를 측정하였다.

뇨와 변은 대사케이지를 사용하여 실험 개시 4주째 채취하여 분석시까지 -40°C에서 보관하였다.

시료의 분석

헤마토크릿치는 혈액을 11,000rpm에서 5분간 원심 분리시킨 후, packed red cell volume의 백분율을 측정하였다.

혈중 δ-aminolevulinic acid dehydratase(DALAD) activity는 Cerklewski와 Forbes(17), Weissberg 등(18)의 방법을 응용하여 측정하였다. 즉, 혈액 0.2ml에 증류수 0.4ml와 0.2M phosphate buffer(pH 6.8) 0.2ml를 넣어 용혈시켜 0.02M δ-aminolevulinic acid(DALA) 1ml를 넣고 37°C 항온기에서 1시간 동안 반응시켰다. 여기에 0.1M HgCl₂를 함유한 10% TCA용액 1ml를 넣어 반응을 정지시킨 다음 2,500rpm에서 10분간 원심분리시키고 상등액에 Ehrlich's reagent 1ml를 넣어 발색시켜 553nm에서 그 흡광도의 변화를 측정하였다. 뇨중 δ-

Table 1. Experimental design

Experimental groups	Pb content	Drinking water
Control	-	Deionized water
Pue.	-	5% <i>Pueraria radix</i> extract
C-Pb	1%	Deionized water
Pue.-Pb	1%	5% <i>Pueraria radix</i> extract

Control: None-Pb, none-*Pueraria radix* extract group
 Pue: None-Pb, *Pueraria radix* extract group
 C-Pb: Pb-added, none-*Pueraria radix* extract group
 Pue.-Pb: Pb-added, *Pueraria radix* extract group

Table 2. Composition of experimental diet

Ingredients	(g/100g diet)			
	Control	Pue.	C-Pb	Pue.-Pb
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0
DL-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Corn starch	50.0	50.0	49.0	49.0
Sucrose	15.0	15.0	15.0	15.0
Cellulose	5.0	5.0	5.0	5.0
Corn oil	5.0	5.0	5.0	5.0
Mineral mixture ¹⁾	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mixture ¹⁾	1.0	1.0	1.0	1.0
Choline chloride	0.2	0.2	0.2	0.2
Lead	-	-	1.0	1.0

¹⁾According to AIN 76

aminolevulinic acid(DALA) 함량은 Tomokuni와 Ogata 방법(19)으로 측정하였다. 즉, 뇨 1ml에 1ml의 acetate buffer와 0.2ml의 ethyl acetoacetate를 넣고 수조에서 10분간 끓인 후 ethyl acetate 3.0ml를 넣고 충분히 섞은 다음, 3분간 원심분리하였다. 상정액 2ml를 취하여 modified Ehrlich's reagent 2.0ml를 넣고 섞은 후 10분간 방치한 다음, 530 μ m에서 흡광도를 측정하였다.

뇨중 포도당 함량은 효소법에 의해 조제된 kit(Nissui 제)을 사용하여 측정하였다. 즉, mutarotase, glucose oxidase, peroxidase, 4-aminoantipyrine 등이 함유된 효소 시약에 뇨 0.02ml를 넣고 37°C에서 5분간 방치한 다음, 흡광도를 측정하였고, 표준검량선을 작성하여 요중 포도당 함량을 산출하였다.

혈청의 aminotransferase는 Reitman과 Frankel의 방법(20)에 의해 조제된 kit(Eiken Co.)을 사용하여 측정하였다.

간, 신장 및 번의 납 함량은 각 조직을 마이크로 켈달 플라스크에 일정량을 취해 질산과 과산화수소로 습식 회화하여 산용액으로 만든 후, 원자흡광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer; Varian AA-30)를 이용하여 측정하였다(21). 대퇴골은 건식회화시킨 후 다른 조직과 같은 방법으로 처리하였다.

통계처리

실험결과는 통계처리하여 실험군당 평균치와 표준오차를 계산하였고, 처리 평균치 간의 유의성은 5% 수준에서 Duncan's multiple range test로 검정하였다(22).

결과 및 고찰

체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

체중 증가량, 식이 섭취량, 식이 효율은 Table 3에 나타내었다.

납급여군들은 대조군 보다 체중 증가량, 식이 섭취량, 식이 효율의 감소를 나타냈으며, 갈근-납급여군과 납단독급여군 사이의 차이는 관찰되지 않았다.

납은 식욕 감퇴를 유발하므로 납급여시 식이 섭취량이 감소한 것으로 보이며, 식이 섭취량의 감소와 소화 장애로 체중 증가량의 감소가 나타난 것으로 사료된다. 이는 납이 성장저해를 초래하고, 납급여가 식이 섭취에 직접 영향을 주어 사료섭취를 감소시킨다는 여러 보고들과 일치한다(23-25). Wapnir 등(25)은 납에 의한 체중 감소는 납이 장내 흡수율을 감소시키고 신세뇨관 재흡수를 저해하여 뇨중 아미노산과 포도당 배설

Table 3. Effect of extract of *Pueraria radix* on net weight gain, feed intake and feed efficiency ratio(FER) in rats

Group	Net weight gain	Feed intake	FER
	g	g/day	
Control	174.0 \pm 13.0 ¹⁾	19.66 \pm 2.55 ^a	0.317 \pm 0.022 ^a
Pue.	134.3 \pm 12.7 ^{ab}	18.80 \pm 2.33 ^a	0.252 \pm 0.030 ^{ab}
C-Pb	108.8 \pm 17.1 ^b	16.01 \pm 2.21 ^b	0.240 \pm 0.037 ^b
Pue.-Pb	98.9 \pm 16.0 ^b	17.23 \pm 2.09 ^b	0.235 \pm 0.045 ^b

¹⁾Mean \pm SE

Values with different superscripts in the same column are not significantly different at 5% level

을 증가시키는 것에 기인한다고 하였다. 체단백이 납의 해독과 헤모글로빈 재생에 필요한 아미노산으로 전환됨으로써 체중감소가 일어난다는 설명도 있다(26).

본 결과로 볼 때, 갈근 추출물이 식욕감퇴와 체중 증가량의 감소를 완화시키는데는 효과를 나타내지 않는 것으로 사료된다.

장기무게

실험동물의 체중 100g당 장기 무게는 Table 4와 같다.

간과 심장은 납급여군과 대조군 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 신장은 납급여군이 대조군 보다 크게 나타났으며, 갈근-납급여군이 납단독급여군 보다 유의적으로 크게 나타났다. 비장은 갈근-납급여군에서만 유의적으로 크게 나타났다.

김과 유(27)는 납급여시 흰쥐의 신장과 비장 무게가 증가하였다는 보고를 한 바 있으며, Suzuki와 Yoshida(28)도 납은 신장의 비대를 촉진한다고 보고하였다. 이와 김(29)은 납과 녹차를 동시에 투여할 경우 납단독투여시 보다 신장 비대를 더 초래하는 것으로 보고한 바 있는 데, 본 실험에서도 갈근 추출물의 급여가 신장의 비대 완화를 보이지 않았다.

비장은 백혈구를 생성하고 노쇠한 적혈구를 파괴시키며 식세포작용과 면역 기능을 수행하는 장기이다(30). 면역작용을 활발히 할 때 비장의 크기도 증가하는데(31), 갈근-납급여군에서 비장 무게의 증가를 보였다.

Table 4. Effect of extract of *Pueraria radix* on weight of liver, kidney, heart and spleen in rats (g/100g body weight)

Group	Liver	Kidney	Heart	Spleen
Control	3.30 \pm 0.61 ^{NS1)}	0.78 \pm 0.14 ^b	0.41 \pm 0.04 ^{NS}	0.37 \pm 0.04 ^b
Pue.	3.43 \pm 0.07	0.71 \pm 0.01 ^b	0.42 \pm 0.04	0.51 \pm 0.05 ^{ab}
C-Pb	3.41 \pm 0.66	0.92 \pm 0.11 ^b	0.42 \pm 0.06	0.46 \pm 0.11 ^b
Pue.-Pb	3.38 \pm 0.90	1.20 \pm 0.14 ^a	0.47 \pm 0.05	0.76 \pm 0.04 ^a

¹⁾Mean \pm SE

^{NS}Not significantly different at 5% level

Values with the same superscripts in the column are not significantly different at 5% level

허 등(12)은 갈근의 daidzein이 항염효과가 있음을 보고하였고, Zeng 등(10)도 갈근이 면역능력 상승 효과를 가지고 있음을 보고한 바 있다.

헤마토크릿치와 δ -aminolevulinic acid dehydratase activity

헤마토크릿치는 Table 5에서 보는 바와 같이 납급여시 유의적인 감소를 보였으며, 납단독급여군 보다 갈근-납급여군에서는 증가를 나타냈다. 혈액의 δ -aminolevulinic acid dehydratase(DALAD)활성은 납단독급여군에서만 유의적인 감소를 보였고, 갈근급여군에서는 대조군 보다 증가를 나타냈다.

납 중독은 적혈구 수명감소, 적혈구막의 Na^+ -K ATPase의 감소를 일으켜 세포막의 기능을 상실케함으로써 용혈성 빈혈과 망상적혈구 증가가 나타나게 되고, 조혈인자의 저해로 세포수가 급격히 감소하게 된다(32,33).

DALAD는 헴합성 과정에서 δ -aminolevulinic acid를 porphobilinogen으로 전환시키는데 이용되는 효소로, 납은 DALAD의 활성을 저해시킴으로서 헴생성에 지장을 주는 것으로 알려져 있다(25,34,35). Naim 등(16)도 isoflavone을 이용한 *in vitro* 실험에서 양의 적혈구에 대해 높은 항용혈 효과가 나타났다고 보고한 바 있는데, 갈근 추출물의 급여는 납으로 인한 헤마토크릿치와 DALAD 활성의 감소를 완화시킬 수 있을 것으로 보인다

노중 δ -aminolevulinic acid 및 포도당 배설량

노중 δ -aminolevulinic acid(DALA) 및 포도당 배설량은 Table 6과 같다. 노중 DALA 및 포도당 배설은 납급여시 유의적인 증가를 나타냈으며, 납단독급여군 보다 갈근-납급여군에서 감소를 보였다.

납을 급여했을 때 DALA 배설량이 증가하는 것은 납에 의해 DALA로부터 porphobilinogen을 형성하는 과정에 작용하는 DALAD 기능이 억제되어 heme 합성에 장애가 있음을 나타내는 간접적인 지표가 된다(25,35).

Table 5. Effect of extract of *Pueraria radix* on hematocrit value and blood DALAD activity in rats

Group	DALAD activity	
	Hematocrit — % —	$\mu\text{mol PBG/ml RBC/min}$
Control	43.1 \pm 2.9 ¹⁾	42.7 \pm 3.8 ^b
Pue.	43.8 \pm 3.5 ^a	68.0 \pm 3.6 ^a
C-Pb	35.8 \pm 3.4 ^c	29.5 \pm 3.1 ^c
Pue.-Pb	38.1 \pm 4.3 ^b	38.5 \pm 1.9 ^b

¹⁾Mean \pm SE

Values with the same superscripts in the column are not significantly different at 5% level

Table 6. Effect of extract of *Pueraria radix* on δ -aminolevulinic and urinary glucose content in rats

Group	Urinary glucose	
	DALA — $\mu\text{g}/24\text{hr}$ —	$\text{mg}/24\text{hr}$
Control	32.5 \pm 3.4 ¹⁾	2.20 \pm 0.23 ^c
Pue.	29.0 \pm 3.2 ^e	4.20 \pm 1.05 ^c
C-Pb	152.9 \pm 4.9 ^a	14.97 \pm 3.39 ^a
Pue.-Pb	100.3 \pm 5.2 ^b	8.01 \pm 1.81 ^b

¹⁾Mean \pm SE

Values with the same superscripts in the column are not significantly different at 5% level

혈액내로 흡수된 납은 대부분 적혈구와 결합된 상태로 존재하며 헤모글로빈 생성에 필수적인 heme 합성을 저해한다(36,37). 납에 의한 heme 합성의 장애는 본 실험에서 DALAD 활성이 납에 의해 감소된 것으로도 설명될 수 있고, 갈근 추출물 급여시 heme 합성 장애가 완화될 수 있음을 본 결과에서 보여주고 있다 하겠다. 납에 의해 노중 포도당 함량이 증가한 것은 납이 신장 기능을 저해하여 포도당의 재흡수 능력을 감소시키기 때문으로 사료된다. Aub 등(5)과 Wapnir 등(25)은 신장에 축적된 납이 근위 세뇨관 직부 상피 세포에 영향을 주고, 미토콘드리아에서의 산화와 인산화 작용을 저하시켜 에너지 대사에 장애를 주게되므로 포도당, 아미노산 등의 능동적 수송 능력이 저하된다고 보고한 바 있다.

본 실험의 결과로 갈근 추출물의 급여는 신기능을 향상시키고 포도당의 재흡수를 도와줄 수 있을 것으로 사료된다.

혈청 alanine aminotransferase와 aspartate aminotransferase의 활성

혈청 alanine aminotransferase(ALT)와 aspartate aminotransferase(AST)의 활성은 Table 7에 나타내었다.

ALT와 AST 모두 납급여군에서 증가를 보였으며, 갈근-납급여군이 납단독급여군 보다 낮게 나타났다.

Aminotransferase는 혈중으로 유출되기 쉬운 혈행

Table 7. Effect of extract of *Pueraria radix* on serum alanine aminotransferase(ALT) and aspartate aminotransferase(AST) activities in rats (Karmen unit/ml)

Group	AST	
	ALT	AST
Control	14.50 \pm 1.34 ¹⁾	88.79 \pm 12.79 ^{bc}
Pue.	14.67 \pm 1.20 ^b	79.14 \pm 11.67 ^c
C-Pb	22.20 \pm 2.86 ^a	101.00 \pm 11.89 ^a
Pue.-Pb	16.36 \pm 1.48 ^b	90.83 \pm 12.77 ^b

¹⁾Mean \pm SE

Values with the same superscripts in the column are not significantly different at 5% level

구조를 가지고 있는 심근, 간, 근육, 혈구 등에 다량 존재하며, 이러한 조직이 손상되면 혈중으로 유출되어 활성이 증가하므로, 간세포의 변성이나 괴사를 반영할 수 있는 효소이다(38). 본 결과로 갈근 추출물의 급여는 간조직의 손상을 안정화시킬 수 있을 것으로 사료되며, 이(39)도 갈근 추출물이 간장해에 대해 명백한 보호 효과를 나타냈다는 보고를 한 바 있다.

혈청, 간, 신장 및 대퇴골의 납함량

혈청, 간, 신장 및 대퇴골의 납 함량은 Table 8에서 보는 바와 같이, 대조군 보다 납급여군에서 높게 나타났다. 혈청의 납 함량은 납단독급여군과 갈근-납급여군 사이의 차이를 보이지 않았으나, 간, 신장, 대퇴골의 경우는 갈근-납급여군에서 납단독급여군 보다 감소를 나타냈다.

신장은 납을 배출하는 주요 장기로 납에 가장 민감한 표적기관이다(40). 납에 중독된 동물의 신장과 간의 미토콘드리아는 크기가 커지고 호흡과 인산화에 손상을 받는다(41,42). Conrad와 Bartan(42)은 흰쥐에 lead acetate를 정맥내에 투여한 후 시간에 따른 장기의 축적량을 살펴 본 실험에서 신장, 적혈구, 간의 순서로 축적되었다고 하였다. 납은 골격에 lead crystal salt로 침착한 후 유기 matrix와 점차적으로 결합함으로써 불용성의 lead triphosphate 형태로 침착되어 골격에 축적되는 데, 골격은 체내 납의 90~95%가 비활산 형태의 납으로 존재하고 있는 주된 납 축적장소이다(43). 본 결과로는 갈근 추출물의 급여가 간과 신장 및 대퇴골의 납축적을 감소시킬 수 있을 것으로 보인다.

변 및 뇨의 납함량

변과 뇨의 납배설량은 Table 9에 나타내었다.

변과 뇨의 납배설량은 납급여군이 대조군 보다 유의적으로 많았으며, 변의 경우는 납단독급여군 보다 갈근-납급여군에서 높은 배설량을 보인 반면, 뇨에서는 차이가 나타나지 않았다. 김과 이(44)도 다류(茶類) 공

Table 8. Effect of extract of *Pueraria radix* on lead contents in serum, liver, kidney and femur in rats

Group	Serum	Liver	Kidney	Femur
	— ppm —			
	— µg/g —			
Control	0.25±0.03 ^{bl}	1.15±0.14 ^b	0.90±0.30 ^c	3.77±0.11 ^c
Pue.	0.28±0.05 ^b	1.41±0.01 ^b	1.01±0.04 ^c	5.05±0.71 ^c
C-Pb	7.65±0.88 ^a	6.43±1.16 ^a	15.9±3.35 ^a	37.57±4.55 ^a
Pue.-Pb	6.07±0.55 ^a	3.46±1.00 ^a	9.8±3.04 ^b	23.68±4.21 ^b

¹⁾Mean±SE

Values with the same superscripts in the column are not significantly different at 5% level

Table 9. Effect of extract of *Pueraria radix* on lead contents in urine and feces

Group	Urine	Feces
	— mg/24hrs —	
Control	0.05±0.01 ^{bl}	2.04± 0.04 ^c
Pue.	0.03±0.00 ^b	1.37± 0.07 ^c
C-Pb	8.18±0.94 ^a	102.06±13.30 ^b
Pue.-Pb	4.47±0.05 ^c	155.54±10.01 ^a

¹⁾Mean±SE

Values with the same superscripts in the column are not significantly different at 5% level

급시 변을 통한 중금속 배설량의 증가가 나타났다는 보고를 한 바있으며, 이와 김(29)도 녹차 급여시 변으로의 납 배설량이 증가하였다고 보고하였다.

요 약

갈근 추출물이 납중독된 흰쥐의 혈액 성분 및 조직의 납축적에 미치는 효과를 관찰하기 위해 흰쥐에게 1% 납식이와 갈근 추출물을 제한없이 주면서 사육하여 얻은 결과는 다음과 같다. 체중 증가량, 식이 섭취량은 납급여군이 대조군 보다 감소를 보였으며, 갈근-납급여군과 납단독급여군 사이의 차이는 보이지 않았다. 뇨 중 DALA 및 포도당 배설은 납급여시 유의적인 증가를 나타냈으며, 납단독급여군 보다 갈근-납급여군에서 감소를 보였다. 헤마토크릿치는 납급여시 감소를 보였고, 납단독급여군 보다 갈근-납급여군에서는 증가를 나타냈다. 혈중 DALAD 활성은 납단독급여군에서만 감소를 보였다. ALT와 AST 모두 납급여군에서 증가를 보였으며, 갈근-납급여군이 납단독급여군 보다 낮게 나타났다. 혈청의 납 함량은 납단독급여군과 갈근-납급여군 사이의 차이를 보이지 않았으나, 간, 신장, 대퇴골의 경우는 갈근-납급여군에서 납단독급여군 보다 감소를 나타냈다. 변과 뇨의 납배설량은 납급여군이 대조군 보다 많았으며, 변에서는 갈근-납급여군이 납단독급여군 보다 높은 배설량을 보인 반면, 뇨에서는 차이가 나타나지 않았다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 갈근 추출물의 급여는 납중독을 완화시킬 수 있을 것으로 사료된다.

문 헌

1. 송병훈: 식품안전성연구의 최근 동향. 우리나라 농산물 중의 잔류 농약과 안전성. 제5회 한국식품위생학회 학술 강연회(1992)
2. 김용화, 김균: 화학물질의 환경화학적 시험과 환경독성학적 평가. 화학과 공업의 진보, 30, 252(1990)
3. 박정덕, 정규철: 한국인 젊은이의 혈중 연농도. 중앙의

- 대지, 19, 353(1985)
4. 이병국, 김정만, 이광목, 조규상, 이은영, 조양선 : 연체련 작업자들에서의 연폭로에 관련된 생물학적 지표의 상호관계. 한국산업의학, 23, 1(1984)
 5. Aub, J. C., Fairhall, L. T., Minot, A. S. and Reznikoff, P. : Lead poisoning. *Medicine*, 4, 1(1925)
 6. Ann, A. B., Morris, M. J. and Donald, B. L. : The problem of lead poisoning. *Medicine*, 52, 121(1973)
 7. Mahaffey, K. R., Goyer, R. and Haseman, J. K. : Dose-response to lead ingestion in rats fed low dietary calcium. *J. Lab. Clin. Med.*, 82, 92(1973)
 8. Quarterman, J. and Morrison, J. N. : The effects of dietary calcium and phosphorus on the retention and excretion of lead in rats. *Br. J. Nutr.*, 34, 351(1975)
 9. Forbes, G. B. and Reina, J. C. : Effect of age on gastrointestinal absorption(Fe, Sr, Pb) in the rat. *J. Nutr.*, 102, 647(1972)
 10. Zeng, G. Y., Zhang, L. Y., Zhou, Y. P. and Fan, L. L. : Pharmacological studies on radix purariae. *Chin. Med. J.*, 95, 145(1982)
 11. 한석현, 김종배, 민상기, 이치호 : 사염화탄소를 투여한 흰쥐에 있어서의 간기능에 미치는 철의 카테킨의 효과. 한국영양식량학회지, 24, 713(1995)
 12. Huh, I. H., Lee, S. J. and Kim, H. C. : Studies on the anti-inflammatory activity and its mechanism of daidzein. *Yakhak Hoeji*, 31, 154(1987)
 13. Oh, M. J., Lee, K. S., Son, H. Y. and Kim, S. Y. : Antioxidative components of Pueraria root. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22, 793(1990)
 14. 최옥자 : 약초의 성분과 이용. 일일서사, 서울, p.338(1991)
 15. Thompson, J., Jones, D. D. and Beasley, W. H. : The effect of metal ions the activity of delta-ALA. *Bri J. Ind. Med.*, 34, 32(1977)
 16. Naim, M., Gestetner, B., Bondi, A. and Birk, Y. : Antioxidative and antihemolytic activities of isoflavones. *J. Agric. Food Chem.*, 24, 1171(1976)
 17. Cerklewski, F. N. and Forbes, R. M. : Influence of dietary selenium on lead toxicity in the rat. *J. Nutr.*, 106, 778(1976)
 18. Weissberg, J. B., Lipschutz, F. and Osku, F. : δ -Aminolevulinic acid dehydratase activity in circulating blood cells. *J. Med.*, 284, 555(1971)
 19. Tomokuni, K. and Ogata, M. : Simple method for determination of urinary δ -ALA as an index of lead exposure. *Clin. Chem.*, 18, 1534(1972)
 20. Reitman, S. and Frankel, S. : A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. *Am. J. Clin. Pathol.*, 28, 58(1957)
 21. Heckman, M. : Mineral in feeds by atomic absorption spectrophotometry. *J. A.O.A.C.*, 51, 776(1968)
 22. Steel, R. G. and Torrie, I. H. : Principles procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., New York(1980)
 23. 김옥경, 서정숙, 이명환 : 단백질 급원과 수준을 달리한 식이가 흰쥐의 납축적에 미치는 영향. 한국영양학회지, 19, 211(1986)
 24. Mylroie, A. A., Moore, L. and Uthman, E. : Influence of dietary factors on blood and tissue lead concentrations and lead toxicity. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 41, 361(1977)
 25. Wapnir, R. A., Exeni, R. A., Mcvicar, M. and Lifshitz, F. : Experimental lead poisoning and intestinal transport of glucose, amino acid and sodium. *Pediat. Res.*, 11, 153(1977)
 26. Quarterman, J., Morrison, J. N. and Humphries, W. R. : The effects of dietary lead content and food restriction on lead retention in rats. *Environ. Res.*, 12, 180(1976)
 26. 김양선, 유정열 : 유년기 백서의 단백질 부족이 성장 후 납 중독에 미치는 영향. 한국영양학회지, 18, 318(1985)
 28. Suzuki, T. and Yoshida, A. : Effect of dietary supplementation of iron and ascorbic acid on lead toxicity in rats. *J. Nutr.*, 109, 982(1979)
 29. 이정숙, 김갑순 : 한국산 녹차가 납중독된 흰쥐의 체중에 미치는 효과 연구. 고신대학교보건과학연구소보 5, 43(1995)
 30. Flora, S. J., Singh, S. and Tandon, S. K. : Combined effects of thiamin and calcium disodium versenate on lead toxicity. *Life Science*, 38, 67(1985)
 31. Chandra, R. K. : Cell-mediated immunity in genetically obese mice. *Am. J. Clin. Nutr.*, 33, 13(1980)
 32. Waldron, H. A. : Metals in the environment. Academic Press, New York(1980)
 33. Hasan, J. and Hemberg, S. : Deficient red cell membrane Na^+K^+ ATPase in lead poisoning. *Arch. Environ. Health*, 14, 313(1967)
 34. Mahaffey, K. R., Goyer, R. A. and Wilson, M. H. : Influence of ethanol ingestion of lead toxicity in rats fed isocaloric diets. *Arch. Environ. Health*, 21, 217(1974)
 35. 이병국, 김정만 : 비직업적인 연폭로에서의 연폭로 및 중독 지표를 사이의 상호관계. 한국산업의학, 22, 70(1983)
 36. Cezard, C., Demarquilly, C., Boniface, M. and Haguencer, J. M. : Influence of the degree of exposure to lead on relations between alcohol consumption and the biological indices of lead exposure. *Bri. J. Ind. Med.*, 49, 645(1992)
 37. Swaran, J. S. and Sushil, K. T. : Effects of combined exposure to lead and ethanol on some biochemical indices in the rat. *Biochem. Pharm.*, 36, 537(1987)
 38. Hue, F. S., Krook, L., Pond, W. G. and Duncan, J. R. : Interactions of dietary calcium with toxic levels of lead and zinc in pigs. *J. Nutr.*, 105, 112(1975)
 39. 이윤경 : 갈근 대추 및 오미자의 간기능 보호 효과에 관한 연구. 영남대학교대학원 박사학위논문(1994)
 40. Fowler, B. A., Kimmel, C. A., Woods, J. S., McConnel, E. E. and Grant, L. D. : Chronic low-level lead toxicity in the rat. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 56, 59(1980)
 41. Wapnir, R. A., Moak, S. A., Lifshitz, F. and Teichberg, S. : Alterations of intestinal and renal functions in rats after intraperitoneal injection of lead acetate. *J. Lab. Clin. Med.*, 94, 144(1979)
 42. Conrad, M. E. and Barton, J. C. : Factors affecting the absorption and excretion of lead in the rat. *Gastroenterology*, 74, 731(1978)
 43. Six, K. M. and Goyer, R. A. : Experimental enhancement of lead toxicity by low dietary calcium. *J. Lab. Clin. Med.*, 76, 933(1970)
 44. 김미지, 이순재 : 한국산 녹차, 우롱차 및 홍차 음료의 cadmium 제거 작용에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 23, 784(1994)