

## 마늘즙 투여가 흰쥐의 수은 독성에 미치는 영향

서화중<sup>†</sup> · 김영수\* · 김경수 · 정두레\*\*

조선대학교 식품영양학과

\*조선대학교 약학과

\*\*동신전문대학 식품영양과

## Effects of Garlic Juice on Toxicity of Mercury in Rat

Hwa-Jung Sheo<sup>†</sup>, Young-Su Kim\*, Kyoung-Su Kim and Du-Le Jung\*\*

Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Kwangju 501 - 759, Korea

\*Dept. of Pharmacy, Chosun University, Kwangju 501 - 759, Korea

\*\*Dept. of Food and Nutrition, Dongshin Junior College, Kwangju 500-100, Korea

### Abstract

It was attempted to observe the antidotic effects of garlic on mercury intoxicated rat model *in vivo*. The experimental model group consists of garlic juice treated group (G), garlic juice-mercury treated group (MG), mercury treated group (M), and control group (basal diet). The garlic juice of 2% to the daily diet by weight was administered orally to G and MG groups. The single dose of 2.5mg Hg/kg per week was given orally to M and MG groups. The study was carried out for 4 weeks. The results of experiment were as follows. For the group of MG, the weight increasing rate was improved to about 30% compared to that of group M. Furthermore a general tonic efficacy of galic was observed in G group in terms of increased weight gain rate (about 15%) than control. In the biochemical studies of rat blood garlic showed effects on lowering the abnormally elevated GPT, GOT, uric acid, creatinine value, and especially on lowering the BUN value of Hg treated rat that was selectively elevated in the case of impaired renal function such as acute glomerulonephritis caused by Hg intoxication. In the analytical studies of blood and renal Hg contents, MG group showed lower value (0.3, 0.33ppm) than that of M group (0.46, 0.51ppm). Significant difference in reducing Hg level due to the antidotic effect of garlic was observed. In conclusion, it was revealed out from this research, the main principles of garlic, non protein sulfur amino acid (alliin) and sulfur compounds (allicin and diallyl disulfides) seem to almost certainly have an antidotic effect on mercury intoxication of rat *in vivo*.

**Key words** : garlic, mercury, toxicity, rat

### 서 론

마늘 (garlic : *Allium sativum*)의 주성분인 alliin :  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{S}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$  [(+)-S-allylcysteine sulfoxide]은 nonprotein sulfur amino acid 일종이며 마늘조직 파쇄시 alliinase에 의해서 allicin :  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{S}(\text{O})\text{SCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  (allyl 2-propenyl thiosulfenic acid)으로 분해되어 diallyl disulfide와 함께 마늘의 독특한 냄새를 낸다<sup>1-4)</sup>.

마늘은 고대 에집트, 그리스, 로마, 인도, 중국 등에서 경작되어 수천년간 조미 향신료 외에 민간약으로 널리 사용되어 왔고<sup>5)</sup> 그의 효능이 실험적으로 입증된 것으로는 antimicrobial action, antithrombotic action 과 체내 지질대사 개선에 유효하다는 다수의 보고들이 있다<sup>1,5-8)</sup>. 최근 마늘의 유헥아미노산과 그 유도체 화합물들이 독물 및 중금속 중독의 해독작용 내지 소화관의 중금속 흡수를 억제할 수 있다는 보고가 있다<sup>9-12)</sup>. 현재까지 중금속 중독의 가장 유효한 임상적 해독제는 유헥아

<sup>†</sup> To whom all correspondence should be addressed

미노산 일종으로 chelating agent인 N-acetyl penicillamine(N-acetyl β-mercapto valine)과 단백질이다<sup>13,14</sup>. 단백질의 해독작용 주체는 cysteine, cystine, methionine에 의한 해독작용임이 알려져있다<sup>15</sup>.

이들 유황아미노산과 마늘의 alliin은 유사한 화학구조를 가지며<sup>2</sup> 마늘은 또한 As, Cd, Hg 등 유해 중금속의 독성을 경감시키는 selenium을 풍부하게 함유하고 있다<sup>16-19</sup>. 저자들은 이미 양파의 신미성분 lacrimatory precursor인 trans-S-(1-propenyl)L-cysteine sulfoxide (Alliin의 구조이성체)<sup>20</sup>가 납중독된 흰쥐에서 해독효과를 관찰한 바 있다<sup>20</sup>.

1950년대 초 일본에서 수은 화합물의 환경 오염에 의한 비극적 minamita disease<sup>21</sup>와 1970년대 초 이라크에서 수은 화합물로 소독처리한 곡물의 식용에 의한 대량 중독 발생 등<sup>22</sup>이 있었고 세계 도처에서 지각의 gas 분출, 화석연료 연소, 금속제련, 시멘트 제조, 알카리공업, 조명기구, 제어기구 제조, 건전지의 쓰레기 폐기 등이 수은의 주된 오염원이 되고있다<sup>23</sup>. 이로 인해 대기 수질, 음식을 통하여 수은에 노출될 기회는 매우 흔하다. 중금속의 만성독은 장기간에 걸쳐 체내에 축적되어 발병하므로 수은 등 중금속의 해독 효과를 갖는 식품류를 항시 섭취하여 만성 중독에 대한 예방을 하는것이 매우 중요하다. 저자들은 마늘 성분의 alliin 또는 그 이차 생성물인 allicin과 disulfide류가 수은해독 작용을 갖는 것으로 기대하고 마늘의 수은 중독에 대한 해독작용을 조사하기 위하여 1개월 간의 실험 기간에서 수은을 투여한 흰쥐에 매일 일정량의 생마늘즙을 투여하여 7일 마다 체중 변화, 혈액의 생화학적 검사와 혈액과 신장의 수은 함량 변동을 분석 검토하여 유의적인 결과를 얻어서 이를 보고한다.

재료 및 방법

실험흰쥐와 사료 투여방법

생후 1개월 미만의 건강한 Sprague-Dawley종 암컷 흰쥐를 실험 전 약 일주일간 Table 1의 기초사료로 사육하여 환경에 적응시켰다. 실험직전 체중이 63~80g인 흰쥐를 1군에 24필로 한 3개군을 실험군으로 분류하고 대조군은 기초사료로 사육하면서 실험하였다.

Table 2에서 마늘시료 투여량은 실험 직전에 착즙한 생마늘즙(생마늘의 44.4%)을 평균체중 72g인 흰쥐 1필에 1일 0.23ml(2v/w% of rat diet)을 기준한 처음 투여량을 시작으로 실험 진행 중 흰쥐 체중 증가에 따른 먹이 섭취량에 비례하여 투여량을 증가시켜 실험기간 중 실제

마늘즙의 투여량의 범위는 1일 한마리당 0.2~1.0ml이었다. 투여경로는 oral zonde를 사용하여 경구 투여했다.

이 투여량에서 생마늘즙은 alliin을 약 5% 함유하나 체중 72g인 Rat 1필 하루 사료 섭취가 평균 11.0g이었으므로 사료량의 2%에 해당되는 생마늘 섭취량은 7.2g/kg rat이고 alliin으로 환산하여 159mg/kg rat가 된다. 수은 화합물로서는 HgCl<sub>2</sub>를 증류수에 용해하여 1.28% 용액을 만들고 1회 투여량은 0.256mg HgCl<sub>2</sub>/0.2ml 혹은 0.18mg Hg/0.2ml per a rat/a week을 기준하여 마늘즙 투여와 거의 동시에 7일간 마다 1회 경구투여하였다. 이 양은 3.56mg HgCl<sub>2</sub>/kg of rat body weight per a week 혹은 2.5mg Hg/kg of rat body weight per a week이다. 이 투여량의 결정은 인간에 대한 HgCl<sub>2</sub>의 최저 중독량은 1회 0.1g(1.11mg Hg/kg)<sup>24,25</sup> 이고 fatal dose는 0.5~1.0g(5.55~11.1mg Hg/kg)<sup>24,25</sup>을 참작하여 정한 양이다.

체중측정

매일 일정시간(오전 중)에 측정하여 7일 간의 평균값을 구했다.

Table 1. The composition of basal diet (%)

Corn starch	Casein	Corn oil	Salt mix.*	Vitamin mix.**	Agar powder
70	12	5	3	0.8	9

\*The salt mixture : Ca(Ca citrate) % : 1, Cl(NH<sub>4</sub>Cl) % : 1, Cr(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) mg/100 : 0.06, Cu(Cu<sub>2</sub>O) mg/100 : 1, F(NaF) mg/100 : 0.2, Iodine(KI) mg/100 : 0.03, Fe(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) mg/100 : 7, Mg(MgO) mg/100 : 80, Mn(MnO<sub>2</sub>) mg/100 : 10, P((NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) % : 0.8, K(K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) % : 0.7, Se(SeS) mg/100 : 0.02, Na(Na citrate) % : 0.1, S(NH<sub>4</sub>S) % : 0.1, Zn(ZnO) mg/100 : 2.4

\*\*The vitamin mixture : Retinol acetate (IU/kg) : 4000, Ergocalciferol (USP, IU/kg) : 1000, α-Tocopherol acetate (IU/kg) : 30, Menadione (IU/kg) : 50, Choline bitartrate(mg/kg) : 1000, Folicin(mg/kg) : 10, Niacin(mg/kg) : 20, Calcium pantothenate(mg/kg) : 8, Thiamine hydrochloride(mg/kg) : 4, Riboflavine(mg/kg) : 3, Pyridoxine hydrochloride(mg/kg) : 6, Cyanocobalamin(mg/kg) : 50

Table 2. The experimental rat model

Group	Control	MG	M	G
Garlic juice %/daily rat diet	0	2	0	2
Hg mg/kg of rat body weight per a week	0	2.5	2.5	0

Control : only basal diet was given  
 MG : 2v/w% level of garlic juice per daily rat diet and 2.5mg Hg/kg of rat body weight per a week were given orally  
 M : 2.5mg Hg/kg of rat body weight per a week was given orally  
 G : 2v/w% level of garlic juice per daily rat diet was given orally

혈액의 생화학적 및 혈액학적 검사<sup>26)</sup>

실험 시작 후 7일 간격으로 흰쥐 6필을 ether 마취 후 경동맥 채혈 후 곧 해부하여 신장을 적출하여 보관하였다. 혈액은 즉시 2000rpm, 25분간 원심분리하여 얻은 혈청에 대하여 GPT와 GOT는 Reitman-Frankel법<sup>27)</sup>으로, alkaline phosphatase는 Kind-King법<sup>27)</sup>으로, 혈청 urea nitrogen은 urease indophenol법<sup>27)</sup>으로, creatinine은 Folin-Wu법<sup>27)</sup>으로, 혈청 uric acid는 phosphotungstate법<sup>27)</sup>으로, serum cholesterol과 triglyceride는 효소법<sup>27)</sup>으로, 혈청 bilirubin은 Evelyn-Malloy법<sup>27)</sup>으로 측정하였다. Hemoglobin치는 Sahli 혈액색계를 사용하여 측정하였다<sup>27)</sup>.

신장의 수은함량 측정

마쇄한 신장과 혈액시료 약 0.5g씩을 정평하여 mercury analyzer(model SP-3, Rigaku Co. Japan)에 의해 가열 금아말감법<sup>27)</sup>으로 수은함량을 분석하였다.

통계처리

실험에서 측정된 data의 평균치에 대한 표준오차(SE)를 구하고 평균치를 t-test<sup>28)</sup>에 의한 유의수준 1%(p

Table 3. Initial body weight and daily diet intake of preexperimental rat (g)

Group	Control	MG	M	G
Initial body weight M±SE	69.5±1.6	66.5±3.2	80.0±4.8	63.2±5.0
Daily diet intake/a rat	12.0±0.7	11.2±1.2	10.2±0.8	13.2±2.1

Table 4. Weight gain and weight increased rate of experimental rats

Group	Control	MG	M	G	
I	g*	106.4	103.8	100.8	92.9
	%**	53.0	56.0	26.0	46.9
II	g	133.7	130.1	125.9	136.0
	%	92.0	95.6	57.3	115.0
III	g	238.4	200.4	222.5	226.9
	%	243.0	201.3	178.1	259.0
IV	g	251.6	220.4	230.3 <sup>ab</sup>	254.6
	%	262.0	220.3	188.0	302.8
M±SE g	157.5±2.1	163.6±0.3	169.9±1.7	177.64±4.2	
	%	165.5	143.0	112.3	180.9

\* g : body weight

\*\*% : increase rate of body weight

I : for a period of 7 days, II : for a period of 14 days

III : for a period of 21 days, IV : for a period of 28 days

<sup>a</sup>p<0.05

<0.01)와 5%(p<0.05)로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

체중변화와 해부소견

실험 개시일에 측정된 모든 흰쥐의 평균체중은 Table 3과 같이 63.2~80.0g이고 rat 1마리당 하루 사료 섭취량은 평균 11.6g이었다.

Table 4에서 시료 투여군의 처음 1주간의 체중 증가율은 대조군의 53%와 비교한 M군이 26%로 가장 낮고 MG와 G군이 각각 56, 46.9%를 보인다. 수은 투여군의 일부 흰쥐는 대조군에 비해 외관상 활동도가 약간 저하되었고 표본 흰쥐를 채혈 후 해부하니 M군 중 3마리의 식도와 위에서 경미한 erythema를 관찰하여 HgCl<sub>2</sub>액의 국소자극작용에 의한 것 같고 다른 장기의 별다른 이상은 없었다.

2주간의 실험사육 결과에서 MG군의 체중 증가율은 대조군의 92% 보다 약간 증가한 95.6%를 보였다. M군은 낮은 57.3%의 증가를 보여 수은 독성의 영향으로 보인다. 그러나 G군은 처음 7일간 보다 성장율이 대폭 증가하여 115%이었다.

MG군의 일부와 M군의 대부분 흰쥐의 활동도가 다소 저하되었다. 특히 M군은 사료 섭취량도 대조군에 비해 저조하였다. 장기의 해부소견은 M군의 2~3마리가 위, 소장, 신장에 가벼운 염증성 병변을 보였다. MG군의 2~3마리가 위와 소장에 경미한 염증을 보이거나 systemic renopathy의 징후는 보이지 않는다.

3주째는 전반적으로 모든 군의 성장율이 2주째 보다 2~3배 증가하였다. 그러나 MG군이 대조군의 243% 보다 성장이 둔화되어 201.3%이었고 M군은 대조군 보다 계속 성장율이 감소되어 178.1%이었다. 그러나 G군은 성장이 계속 촉진되어 259%로 가장 높다. 아마 민간요법에서 말하는 마늘의 강장효과(tonic effect)인 것 같다<sup>10,29)</sup>. 이 기간에 M군 1필이 치사했고 나머지 모두 activity가 위축되고 일부 흰쥐가 가벼운 tremor증상을 보이고 대조군에 비해 낮은 사료 섭취량을 보였다. MG군 역시 활동도의 저하와 사료 섭취의 저조를 보였다. 그러나 G군은 대조군 보다 매우 건강하고 vitality를 보였다.

해부결과 M군의 3마리가 위, 소장, 신장에 경미한 궤양성 염증을 보이고 MG군에서 이와같은 병적증상을 보이는 빈도는 M군 보다 낮았다.

4주간에서 대조군 262%에 비교한 G군이 302.8%로 성장율이 크게 증가되었고, 반면 M군은 계속 현저한

성장 둔화현상을 보여 188%이었다. MG군은 대조군에 비해 성장이 낮으나 M군 보다는 유의적으로 ( $p < 0.05$ ) 증가된 220.3%이었다. 4주에 걸친 수은 투여로 M군 모두 현저한 활동 저하 현상과 사료 섭취량의 감소와 대부분의 흰쥐가 경미한 tremor 현상을 보이고, 해부결과 위 소장과 특히 신장에 systemic action으로 경미한 염증과 궤양을 보였다. MG군에서도 일부 흰쥐의 경련증세와 위, 소장, 신장에서 경미한 염증을 보이거나 전반적으로 M군 보다는 건강한 상태를 보여, 수은중독에 대한 마늘의 유익한 효과 또는 치료작용 (detoxification effect)인 것 같다<sup>10</sup>. 전반적으로 G군이 높은 성장율을 보이고 외관상 힘이 강해짐을 보이는데 이와 관련하여 마늘을 고대 로마시대 운동경기 선수나 군인들에 tonic or stimulant로 먹었고 고대 에집트에서 피라미트 축조시 노예들에 마늘을 먹여 노동력을 증대시켰다는 기록이 있다<sup>29</sup>. 우리나라에서도 민간에서 마늘을 stemina식으로 사용함은 잘 알려진 일이다.

혈액의 생화학적 검사

Serum GPT와 GOT

중독성 간염에서 병적으로 증가되는 GPT는 Table 5에서 대조군의 평균 68.2U와 비교한 M군이 110.1U로 유의성 ( $p < 0.01$ ) 있는 증가를 보여 수은 중독에 의한 영향인 것 같다. 그러나 MG군은 대조군 보다는 높으나 M군 보다는 낮았다. G군은 대조군과 비슷하여 마늘에 의한 영향은 크지 않음을 보인다.

GOT의 경우도 모든 실험군에서 GPT와 유사한 양상을 보여 MG군(155.2U)은 M군(166.3U)에 비해 유의성 ( $p < 0.05$ ) 있는 낮은 값을 보여 마늘에 의한 해독효과로 보인다. Hikino 등<sup>10</sup>는 마늘성분이 사염화탄소에 의한 간손상의 해독작용 보고에서 정상 흰쥐의 GPT와 GOT가 각각 46, 91U이고 사염화탄소를 투여하여 상승된 GPT 412U를 alliin투여에 의해 383U로 하강시켰다. 또한 alliin 5g/kg 단독 투여군의 GPT와 GOT가 각각 52, 98U로 약간 상승됨을 관찰하였으나 유의적인 영향은 아니었다. 본연구에서도 MG군의 GPT와 GOT가 M군 보다 낮고 마늘만 투여한 G군이 대조군과 유사함은 GPT와 GOT 상승이 마늘에 의한 영향 보다는 주로 수은독에 의한 영향인 것 같다. 특히 MG군에서 마늘이 수은의 해독작용을 보인 것 같다. 그러나 수은 중독시 주된 표적기관은 신경계와 신장<sup>23, 26</sup>이므로 간장이외의 장기인 신장 침해시에도 GOT가 상승함을 예측할 수 있다<sup>30</sup>.

Serum cholesterol and triglyceride

혈청콜레스테롤은 순환기질환 혹은 간 질환시 병적으로 증가되고 사구체 신염 등에서 감소된다. 최 등<sup>30</sup>은 정상 흰쥐가 90mg/dl이고 PCB중독시 100mg/dl 이상을 보고했고 서<sup>20</sup>는 정상 흰쥐가 78.9mg/dl이고 납중독시 118.6mg/dl을 보여 실험자에 따라 측정치 폭이 크다. Table 6에서 대조군의 191mg/dl와 비교한 M군은 140.7mg/dl로 유의적 ( $p < 0.05$ )인 감소를 보인다.

Table 5. Serum GPT and GOT activity of experimental rats

Group	Control		MG		M		G	
	GPT*	GOT**	GPT	GOT	GPT	GOT	GPT	GOT
I	76.0	120.3	74.6	134.1	71.3	143.8	77.6	126.6
II	67.2	127.5	84.8	143.0	93.5	152.3	59.8	143.4
III	71.3	130.2	112.7	167.5	133.0	174.7	54.0	124.8
IV	58.4	124.6	118.1	176.2	142.7	194.5	63.1	120.1
M±SE	68.2±1.4	125.6±3.6	97.5±7.3	155.2±1.5 <sup>a)</sup>	110.1±3.8 <sup>b)</sup>	166.3±1.09	63.6±2.1	128.7±2.3

\*GPT and \*\*GOT unit : Karmen U <sup>a)</sup>  $p < 0.05$ , <sup>b)</sup>  $p < 0.01$

Table 6. Serum cholesterol(chol.) and triglyceride(TG) level of experimental rats

Group	Control		MG		M		G	
	Chol.*	TG**	Chol.	TG	Chol.	TG	Chol.	TG
I	186.4	94.7	159.5	84.7	125.9	86.3	187.9	81.0
II	189.8	84.5	141.7	74.5	142.7	65.7	179.2	73.3
III	191.2	94.5	166.9	84.5	140.4	80.1	171.7	78.3
IV	197.3	80.1	168.1	90.1	153.8	69.1	179.5	112.2
M±SE	191.1±3.5	93.4±6.1	159.0±7.2 <sup>a)</sup>	83±2.1 <sup>a)</sup>	140.7±6.3 <sup>a)</sup>	75.3±1.2 <sup>a)</sup>	184.5±3.2	86.2±1.3

<sup>a)</sup>  $p < 0.05$  Chol.\* and TG\*\* unit : mg/dl

다. MG군은 159mg/dl로 M군 보다 약간 증가한다. 김 등<sup>31)</sup>은 납중독 흰쥐가 2주간에 혈청 콜레스테롤 급상승을 관찰하였으나 본 실험에서는 M, MG군이 오히려 대조군 보다 콜레스테롤 값이 떨어지고있다. 이는 실험군 흰쥐 해부소견에서 관찰한 바와 같이 수은에 의한 사구체 신염의 영향인 것 같다. G군이 대조군 보다 다소 낮은 Agustí<sup>32)</sup>이 보고한 바와 같이 마늘에 의한 지질대사 개선효과인 것 같다.

혈청 중성지방은 혈청 콜레스테롤과 같은 양상이다. 대조군 93.4mg/dl과 비교한 MG와 M군이 각각 83.4, 75.3mg/dl로 유의적인 ( $p < 0.05$ ) 감소를 보인다. 수은은 신경계와 신장 외에도 다른 장기에 광범위하게 침해하므로<sup>28)</sup> 여러가지 대사장해를 유발하여 혈중 지질량의 병적 감소를 보인 것 같다.

Alkaline phosphatase와 blood urea nitrogen(BUN)

Alkaline phosphatase는 간기능 부전, 골질환, 황달 등에서 병적으로는 상승되고 독물중독이나 만성신장염에서 하강된다<sup>33)</sup>. 정상 흰쥐는 16~48U이다<sup>34)</sup>. Table 7에서 대조군 21.6U와 비교한 M군이 14.3U로 유의성 ( $p < 0.05$ ) 있는 감소를 보이고 G군은 대조군과 비슷했다. 그러나 김 등<sup>32)</sup>은 Cd중독 흰쥐에서 병적으로 상승된 alkaline phosphatase를 마늘 투여로 하강시켰고서<sup>20)</sup>는 납중독으로 상승된 alkaline phosphatase를 양파즙 투여로 하강 시켰음을 본다. 따라서 Cd와 Pb는 골수장애를 일으키는 독물로 osteoblast activity를 증가시켜

alkaline phosphatase의 상승을 보이거나 수은중독에서는 신장기능 부전으로 alkaline phosphatase의 하강을 보인 것 같다. MG군의 15.5U는 M군 보다 유의적 ( $p < 0.05$ )인 증가를 보여 마늘의 수은독 제거효과인 것 같다.

BUN은 신장기능 장애로 상승되므로 진단의 지표가 되고 정상 흰쥐가 15~21mg/dl<sup>35)</sup>이다. 대조군의 19.9 mg/dl와 비교한 M군이 48.4mg/dl로 대폭 상승 ( $p < 0.01$ )되어 수은에 의한 신장염의 영향인 것 같다. G군은 21.6mg/dl로 거의 정상값이다. MG군의 43.5mg/dl는 M군에 비해 다소 낮은 값이나 유의적인 차이는 없다. 서<sup>20)</sup>는 납중독 흰쥐에서 BUN이 대조군의 18.7mg/dl에 비해 31.9mg/dl로 상승됨을 관찰했다.

Blood uric acid와 creatinine

뇨산은 통풍, 신장독성 특히 수은, 납 중독 등에서 병적으로 증가한다<sup>36)</sup>. 신장염 판단에 매우 중요한 검사항목이다. Table 8에서 blood uric acid는 대조군의 7.3mg/dl 과 비교한 M군이 13.4mg/dl로 크게 증가 ( $p < 0.01$ )했고 MG군은 M군 보다 낮은 12.1mg/dl이나 유의적인 차이 ( $p < 0.05$ )는 없고 G군은 5.0mg/dl인 정상적인 값이었다.

Creatinine 역시 신장기능 장애시 증가된다. 흰쥐의 정상치가 0.4~1.5mg/dl이다<sup>37,38)</sup>. Table 8에서 대조군 0.95mg/dl과 비교한 M군의 3.1mg/dl는 유의적 ( $p < 0.01$ )으로 증가되었고 MG군의 2.4mg/dl는 M군에 비해

**Table 7. Alkaline phosphatase activity (Alkp.) and blood urea nitrogen level (BUN) of experimental rats**

Group	Control		MG		M		G	
	Alkp.*	BUN**	Alkp.	BUN	Alkp.	BUN	Alkp.	BUN
I	22.3	19.2	17.1	41.9	16.2	42.2	19.8	22.5
II	21.9	18.3	17.3	43.9	15.1	44.3	20.2	23.5
III	22.7	20.5	14.5	42.3	13.5	48.8	21.9	21.6
IV	19.5	21.8	13.2	46.2	12.4	58.6	23.2	19.1
M±SE	21.6±6.1	19.9±2.7	15.5±4.1 <sup>a)</sup>	43.5±2.3	14.3±5.2 <sup>a)</sup>	48.4±7.3 <sup>b)</sup>	12.2±3.2	21.6±2.7

\*Alkp. Unit : King-Armstrong (KA) U    \*\*BUN unit : mg/dl    <sup>a)</sup>  $p < 0.05$ ,    <sup>b)</sup>  $p < 0.01$

**Table 8. Blood uric acid and creatinine level of experimental rats**

Group	Control		MG		M		G	
	UA	Creat.	UA	Creat.	UA	Creat.	UA	Creat.
I	6.7	1.1	11.4	2.3	12.7	3.1	4.7	1.7
II	7.4	0.8	12.5	2.7	13.1	2.9	5.2	1.3
III	8.2	0.9	11.8	1.9	13.8	3.3	5.4	1.5
IV	7.0	1.0	12.9	2.8	14.1	3.2	4.8	1.4
M±SE	7.3±1.7	0.95±0.2	12.1±2.3	2.4±0.52 <sup>a)</sup>	13.4±1.6 <sup>b)</sup>	3.1±0.13 <sup>b)</sup>	5.0±2.5	1.4±0.16

<sup>a)</sup>  $p < 0.05$ ,    <sup>b)</sup>  $p < 0.01$

(mg/dl)

**Table 9. Blood bilirubin(Bil.) level and hemoglobin(Hem.) contents of experimental rats**

Group	Control		MG		M		G	
	Bil.*	Hem.**	Bil.	Hem.	Bil.	Hem.	Bil.	Hem.
I	0.30	15.4	0.55	11.8	0.65	9.7	0.36	14.7
II	0.25	16.3	0.45	12.4	0.83	11.1	0.30	15.8
III	0.28	17.2	0.67	11.7	0.91	9.0	0.27	16.5
IV	0.35	16.0	0.71	11.5	0.85	9.2	0.31	15.7
M±SE	0.29±0.02	16.2±1.5	0.59±0.057	11.8±.1	0.81±0.063 <sup>b</sup>	10.0±1.2 <sup>b</sup>	0.31±0.06	15.6±1.2

Bil.\*unit : mg/dl, Hem.\*\*unit : g/dl <sup>b</sup>p<0.01

**Table 10. Mercury content of rat blood and kidney**

(ppm)

Group	Control		MG		M		G	
	Blood	Kidney	Blood	Kidney	Blood	Kidney	Blood	Kidney
I	0.01	0.01	0.27	0.30	0.39	0.41	0.01	0.02
II	0.01	0.02	0.29	0.31	0.43	0.48	0.02	0.02
III	0.02	0.02	0.31	0.34	0.49	0.55	0.02	0.03
IV	0.02	0.02	0.33	0.37	0.53	0.63	0.01	0.02
MG±SE	0.015±0.02	0.02±0.03	0.3±0.02 <sup>a</sup>	0.33±0.05 <sup>b</sup>	0.46±0.1	0.51±0.08	0.015±0.03	0.02±0.05

<sup>a</sup>p<0.05, <sup>b</sup>p<0.01

유의적 (p<0.05)인 감소를 보인다. G군은 거의 정상치이다. 본 실험에서 creatinine 측정치는 blood urea nitrogen 및 uric acid 측정값과 밀접한 연관성을 갖고 있다. Huh 등<sup>39</sup>은 마늘이 흰쥐에서 uric acid level을 떨어뜨리는 것은 마늘성분이 xanthin oxidase를 억제하기 때문이라고 했다.

Blood bilirubin과 hemoglobin농도

Bilirubin은 중독성 간장장애, 용혈성 황달과 사염화탄소, Se, Cd 등의 중독, 단식 등에서 병적으로 증가한다<sup>39,40</sup>. 흰쥐 정상치는 0.12~0.4mg/dl<sup>41</sup>이다. Table 9에서 대조군 0.29mg/dl와 비교한 M군이 가장 높은 0.81mg/dl로 유의적 (p<0.01)인 증가를 보이고 MG군은 0.59mg/dl로 비교적 높다.

정상 흰쥐의 hemoglobin함량은 11.4~19.2g/dl<sup>42</sup>이다. 대조군과 비교시 MG, G군의 혈액소량은 거의 정상치인 11.8~15.6g/dl을 보이고 M군은 10g/dl을 보여 매우 낮았다(유의수준 p<0.01에서). MG군(11.8mg/dl)에서 다소 개선된다.

혈액과 신장의 수은함량

정상 인간의 경우 체내 수은의 back ground level이 13mg/60kg<sup>23</sup>이고 일상생활에서 daily intake는 약 0.012~0.02mg이다<sup>23,43</sup>. 체내 수은의 약 70%는 주로 지방조직에 존재한다<sup>23</sup>. 체내 흡수율은 무기수은의 경우 7%<sup>28</sup> 또는 2~50%<sup>23</sup>로 연구자에 따라 다양하다. 유기

**Table 11. Weight of the kidney of experimental rats** (g)

Group	Control	MG	M	G
I	0.8	0.8	0.6	0.7
II	1.0	0.9	0.7	1.1
III	1.2	1.2	0.9	1.2
IV	1.5	1.3	1.1	1.4
M±SE	1.12±0.07	1.05±0.02	0.82±0.09 <sup>b</sup>	1.1±0.05

<sup>b</sup>p<0.01

수은의 흡수율은 90~95%<sup>23,28</sup>이다. 체내 반감기는 무기수은이 약 40일, 유기수은은 약 70일이다<sup>28</sup>. 정상인의 뇨배설 수은량은 1일 0.0001~0.001mg/L<sup>25</sup>이고 뇨에 0.1ppm 이상 배설시 중독증상의 criteria이고 0.3ppm 이상 배설시 만성중독으로 진단된다<sup>25</sup>. 유기수은은 흡수된 후 주로 지방조직에 축적되고 신경계 친화성이 있어 신경 장애를 일으킨다. 무기수은은 흡수된 후 배설되는 과정에서 신장에 다량 축적되어 신장장애를 유발한다<sup>28</sup>. 따라서 섭취된 수은은 그화합물의 종류에 따라 체내 장기조직에 축적되는 양과 중독증상의 양상이 다르다.

그러나 진단에서는 뇨나 혈액검사가 중독의 지표가 된다<sup>25,28</sup>. 흰쥐 등 야생동물의 수은의 back ground level은 0.01~0.2ppm<sup>23</sup>이고 마늘 양파와 기타 야채는 0.01~0.05ppm<sup>25</sup>이다. 본실험에서는 Table 10과 같이 혈액중 수은 함량은 대조군 0.015ppm과 비교한 M군이 0.46PPm으로 매우 높고 MG군은 M군과 유의적 (p<0.05) 차를 보여 0.3ppm로 낮아진다. G군은 0.015ppm

으로 대조군과 같다. 신장의 수은함량은 대조군 0.02ppm과 비교한 M군이 0.5ppm으로 매우 높고 MG군은 0.33ppm으로 유의적 ( $p < 0.01$ ) 감소를 보여 마늘에 의한 효과로 생각된다.

### 신장의 무게

Table 11에서 신장의 무게는 1.12g에 대한 M군이 0.82g을 보여 수은 중독의 영향으로 보이고 MG, G군은 대조군과 거의 같다.

## 요 약

수은 ( $HgCl_2$ ) 중독 흰쥐에서 마늘즙의 antidotic effect를 검토하기 위한 4주간 실험에서 흰쥐 체중 kg 당 주 1회 수은을 2.5mg 투여하고 아울러 마늘즙을 매일 식이의 2%를 투여한 흰쥐의 성장율이 수은만을 투여한 흰쥐 보다 약 30% 증가(개선)되었다. 마늘즙 단독 투여군은 오히려 대조군 보다 성장율이 15% 증가되어 마늘이 일반 tonic 효과를 나타냈다. 혈액검사에서 수은 투여군(M)은 GPT, GOT 상승과 cholesterol, triglyceride, Alk.p의 병적 감소를 보이고, 무기수은 중독 표기 기관인 신장에 대한 그의 기능검사 지표항목인 BUN과 uric산 및 creatinine의 측정값들이 수은 투여로 상승했으나 마늘즙을 투여(MG군)하여 이들 측정값이 유의적으로 감소하였다. 혈액과 신장의 수은 함량 조사에서 대조군(0.015, 0.02ppm)과 비교한 수은만 투여군이 각각 0.46, 0.51ppm로 높으나 수은과 함께 마늘즙 투여군은 각각 0.3, 0.33ppm으로 유의적인 감소를 보였다. 따라서 마늘즙의 non protein sulfur amino acid가 수은에 대하여 antidotic effect를 갖는 것으로 관찰되었다.

## 감사의 글

이 논문은 1992년도 조선대학교의 학술연구비 지원을 받아 연구되었으므로 이에 감사드립니다.

## 문 헌

- Eric, B. : The organosulfur chemistry of the genus allium-implication for the organic chemistry of sulfur. *Angewante, Chemie. a Journal of the Gesellschaft Deutscher chemiker*, **31**, 1135(1992)
- Stoll, A. and Seebeck, E. : Über allin die genuine muttersubstanzdes knoblauch Öls. *Helv. Chim. Acta*, **31**, 189(1948)
- Virtanen, A. I. : Studies on organic sulphur compounds and other labile substance in plants. *Phytochemistry*, **4**, 207(1965)
- Brondnitz, M. H. and Pascale, J. V. : *Agric. Food Chem.*, **19**, 269(1971)
- Bordia, A. and Bansal, H. C. : Effect of the essential oils of garlic and onion on alimentary hyperlipidemia. *Atherosclerosis*, **21**, 15(1975)
- Block, E., Ahmad, S., Catalfamo, J. L., Jain, M. K. and Costro, R. A. : Antithrombotic organosulfur compounds from garlic. *J. Am. Chem. Soc.*, **108**, 7045(1986)
- Pasteur, L. : Memoire sur la fermentation appelle lactigue. *Ann. Chim. Ser.*, **52**, 404(1858)
- Cavallito, C. J. and Bailey, J. H. : Allicin, the antibacterial principles of *Allium sativan* 1. *J. Am. Chem. Soc.*, **66**, 1950(1944)
- Huh, K., Lee, S. I. and Park, J. M. : Effect of garlic on the hepatic xanthin oxidase activity in rats. *Korean Biochem. J.*, **18**, 209(1985)
- Hikino, H., Tohkin, M., Bukiso, Y., Namiki, T., Nishimur, S. and Takeyama, K. Antihepatotoxic actions of *Allium sativum* bulbs. *Planta Medica*, **52**, 163(1986)
- Huh, K., Lee, S. I. and Park, J. M. : Effects of diallyl disulfide on the hepatic glutathione peroxidase activity in rat. *Korean J. Pharm.*, **22**, 112(1986)
- 김성기, 배은상, 차철환 : 마늘이 rat의 Cd 중독에 미치는 영향. 고대환경연구소지, p.65(1983)
- Aaseth, J. : Mobilization of methylmercury *in vivo* and *in vitro* using N-acetyl DL-penicillamine and other complexing agents. *Acta Pharmacol. Toxicol.*, **39**, 289(1976)
- Bakir, F., Al-Khalidi, A., Clarkson, T. W. and Greenwood, R. : Clinical observations on treatment of alkylmercury poisoning on hospital patients. *In Conference Bull., WHO (Suppl.)*, **53**, 87(1976)
- Stillings, B. R., Lagally, H., Bauersfeld, P. and Soares, J. : Effect of cystine, selenium, and fish protein on the toxicity and metabolism of methylmercury in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **30**, 243(1974)
- Ensminger, A. H., Ensminger, M. E., Konlande, J. E. and Roboson, R. K. : Food and nutrition encyclopedia. *Selenium*, **2**, 1976(1983)
- Ganthor, H. E. : Modification of methylmercury toxicity and metabolism by selenium and vitamin E : Possible mechanism. *Environ. Healty perspect*, **25**, 71(1978)
- Ganther, H. E., Goudie, G., Sunde, M. L., Kopecky, M. J., Wagner, P., Oh, S. H. and Hoekstra, W. G. : Selenium relation to decreased toxicity of methylmercury added to diets containing tuna. *Science*, **175**, 122(1972)
- Whanger, P. D. : Selenium and heavy metal toxicity. In selenium "In biology and medicine" Avi Pub. Co., Westport, Connecticut, p.230(1981)
- 서화중, 임현지, 정두레 : 양파즙 투여가 rat 납독성에 미치는 영향. 한국영양식품학회지, **22**, 138(1993)
- Friberg, L. and Vostal, J. : Mercury in the environment. CRC Press, Cleveland, Ohio, p.215(1972)
- Clarkson, T. W., Amin-Zaki, L. and Tikritis, K. : An

- outbreak of methylmercury poisoning due to consumption and contaminated grain. *Fed. Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol.*, **35**, 2395 (1976)
23. Hathcock, J. N. : Nutritional toxicology "Mercury" Vol. 1, Academic Press, New York, p.174 (1982)
  24. Battigolli, M. C. : Mercury toxicity from industrial exposure. A critical review of the literature. *J. Occup. Med.*, **2**, 337 (1960)
  25. Beeson, P. B., McDermott, W. and Wyngaardon, J. B. : Text book of medicine. Saunders company, Philadelphia, p.80 (1979)
  26. 한국생화학회 : 실험생화학. 탐구당, p.130 (1985)
  27. Casarett L. J. and Doull, J. : Toxicology. 2nd ed., Macmillians Pub., New York, p.424 (1980)
  28. 정영진 : 근대 통계학의 이론과 실제. 보진제, p.150 (1973)
  29. Ensminger, A. H., Ensminger, M. E. Konlande, J. E. and Robson, R. K. : Food and nutrition encyclopedia. Pegus Press, California, Vol.1, p.1053 (1983)
  30. 최경현, 김문석, 황두환, 문재규, 김성오 : Rat에 대한 PCB독성에 미치는  $\alpha$ -tocopherol과 perilla oil의 효과. 환경독성학회지, **3**, 39 (1988)
  31. 김휘배, 안영근, 김주영, 문재규 : 납의 면역독성에 미치는 인삼의 영향. 한국독성학회지, **1**, 37 (1986)
  32. Agusti, K. T. : Hypocholesterolaemic effect of garlic. *Indian J. Med. Res.*, **69**, 776 (1977)
  33. Nakau, H. S., Dost, F. N. and Buhler, D. R. : Studies on the toxicity of hexachlorophene in the rat. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **24**, 239 (1973)
  34. Schwartz, E., Tomaben, J. A. and Boxill, G. C. : The effects of food restriction on hematology. Clinical chemistry and pathology in the albino rat. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **25**, 515 (1973)
  35. Kozma, C. K., Weisbroth, S. H., Stratman, S. L. and Conejeros, M. : Normal biological values for Long-Evans rats. *Lab. Anim. Care*, **19**, 746 (1969)
  36. 김영향 : 독성학. 동화기술, p.80 (1988)
  37. Burn, K. F. and Delannoy, C. W. : Compendium of normal blood values of laboratory animals with indication of variations. 1. Random-sexed populations of small animals. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **8**, 429 (1966)
  38. Vondruska, J. F. and Greco, R. A. : Certain hematologic and blood chemical in Charles CD albino rats. *Bull. Am. Soc. Vet. Clin. Pathol.*, **2**, 3 (1973)
  39. Cutler, M. G. : The sensitivity of function tests in detecting liver damage in the rat. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **28**, 349 (1974)
  40. Lazar, G., Serra, D. and Tuchweber, B. : Effect on cadmium toxicity of substances influencing reticulo-endothelial activity. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **29**, 367 (1974)
  41. Burns, K. F., Timmons, E. H. and Poiley, S. M. : Serum chemistry and hematological values for axenic (germfree) and environmentally associated inbred rats. *Lab. Anim. Sci.*, **21**, 415 (1971)
  42. Hebold, V. G. and Bleuel, H. : Hamatologische standard-werte bei der weiblichen und mannlichen ratte-(Sprague Dawley). *Z. Versuchstierkd*, **13**, 316 (1971)
  43. Casaret, L. T. and Doull, J. : Toxicology. 2nd ed., Macmillans Pub., p.410 (1980)

(1994년 9월 15일 접수)