

雌雄마우스 臟器內 Hg 蓄積에 미치는 Se과 마늘의
影響에 관한 研究

이 진 현

서울大學校 保健大學院

**A Study on the Effect of Selenium and Garlic on the Accumulation
of Mercury in Male and Female Mouse**

Jin Heon Lee

School of Public Health, Seoul National University

Abstract

To study on the effect of selenium and garlic on the toxicity of MMC(methylmercury chloride), the change of body, liver, kidney and brain weight and the concentration of mercury in liver, kidney, brain and blood are measured to each group between male and female.

Results obtained are as follows:

1. In female, the body weight of MMC(5mg/kg) single treatment group and MMC(5mg/kg) and selenium (0.3mg/kg) combined treatment group and significantly lower than that of control group from the 4th week, but the body weight of MMC(5mg/kg), selenium (0.3mg/kg) and garlic(1g/kg) combined treatment group is similar to that of control group.
2. For the relative weight of kidney, only MMC(5mg/kg), selenium(0.3mg/kg) and garlic(1g/kg) combined treatment female group is lower than control female group. For the relative weight of brain, MMC, selenium and garlic combined treatment male and female groups are lower than control group, respectively.
3. When male and female mice were injected with single MMC, the concentrations of mercury in kidney, brain, blood and liver are 4.721 ppm, 4.079 ppm, 1.946 ppm and 1.196 ppm for male and 7.715 ppm, 4.527 ppm, 2.657 ppm and 1.994 ppm for female, respectively, on the 5th week.

4. When male and female mice were injected with MMC, selenium and garlic, the accumulations of mercury in kidney, brain, blood and liver are 29.04%, 33.91%, 54.47% and 12.12% for male and 25.74%, 22.64%, 24.31% and 36.21% for female lower than that of MMC single treatment group, respectively, on the 5th week.
5. When male and female mice were injected with MMC and selenium, the accumulation of mercury in brain is 16.55% about male and 11.86% about female higher than that of MMC single treatment group, respectively, on the 5th week.

I. 緒 論

金屬들 중에서 유일하게 常溫에서 액체인 水銀은 古代로부터 연금술에 사용되었고, 질병의 치료제로도 사용되어 왔다.³⁾

그러나 産業化에 따라 産業장에서 배출된 수은은 環境汚染을 일으키는 가장 심각한 金屬임을 알게 되었다.³⁾ 예를들면 1950년부터 1960年初까지 일본의 Minamata Bay와 Niigata에서 오염된 魚類를 攝取한 어부와 가축에서 水銀中毒이 發生하였고²⁾ 1971년부터 1972년까지 Iraq에서도 fungicide로 소독처리한 종자용 밀로 만든 빵을 攝取하여 中毒患者가 발생하였으며¹⁾ 또한 Steven等³⁵⁾도 fungicide로 오염된 달걀로 인한 水銀中毒을 보고하였다.

이와같은 事件들의 결과로 세계 각국에서 水銀中毒에 대하여 보다 많은 관심을 갖기 시작하였고, 우리나라에서는 1950, 1960年代에 有機水銀殺菌劑가 생산되어 殺菌劑의 主種을 이루고 있었으나, 1978년에 製造 및 使用이 禁止되었다.⁹⁾

水銀化合物은 alkyl 水銀, aryl 水銀, 無機水銀 등 그 종류가 다양한데, 動物의 臟器內와 하상에 침전된 토양중에서 methyl化가 일어나 有機水銀으로 변한다.³⁴⁾

따라서 경구로 攝取하면 위장에서 95% 흡수된다고 報告된⁴²⁾ 有機水銀은 많은 관심의 대상이 되었다.

有機水銀의 中毒症狀은 주로 神經系統의 증상으로 운동실조, 시각장애, 사지마비, 보행장애 등이 일반적으로 나타나며, Suhair³⁷⁾ 등은 diethyldithiocarbamate가 水銀의 胎盤移行을 촉진하여 태아의 뇌를 손상시킨다고 보고하였다.

이러한 水銀中毒에 대하여 Weiss 등⁴⁰⁾은 아연이 水銀中毒을 감소시킨다고 보고하였고, Begarmi 등¹⁵⁾은 아미노산의 일종인 cystine이 水銀中毒을 감소시킨다고 보고하였으며, vitamin E도 水銀中毒에 豫防效果가 있다고 보고하고 있다. 특히 Parizek 등³¹⁾이 selenium이 水銀中毒에 豫防效果가 있다고 보고한 이후, selenium의 豫防作用과 作用機轉에 관하여 많은 研究가 실시되었다. 또한 水銀이 體內에서 -SH基와 결합한다는 것이 報告되었고,¹⁸⁾ 全 등⁵⁾은 cystine, β-mercaptoethanol 및 methionine 등의 -SH化合物을 水銀과 동시에 注射하여 保護效果가 있음을 報告하였다. 朴 등⁷⁾은 마늘이 phenyl 水銀中毒에 防禦效果가 있음을 報告하였는데, 한국産 마늘중에는 diallyldisulfide, propylallyldisulfide, diallyltrisulfide 등이 있으며 이성분의 一部가 alliinase에 의해 분해 생성된 allicin, arginine, lysine, cystine, cysteine, homocystine 및 glutathione 이외에 thiolactic acid, vitamin C와 vitamin B 등을 含有하고 있으며,⁶⁻⁸⁾ 全 등¹¹⁾은 마늘의 성분에서 selenium과 -SH基가 있는 아미노산이 풍부히 존재한

다고 報告하였다.

따라서 本 研究는 雌雄마우스에 有機水銀, selenium 및 마늘을 同時에 投與하였을 때 體重의 변화, 臟器의 相對重量변화 및 臟器內에 축적되는 水銀量의 변화를 관찰하고, 雌와 雄의 마우스를 比較觀察하여 水銀中毒에 대한 selenium과 마늘의 豫防效果的 결과를 제시하므로서 水銀中毒 豫防을 위한 基礎資料로 제공하고자 한다.

II. 實驗 및 方法

1. 實驗材料

實驗에 사용한 動物은 ICR系 雌雄마우스 5~6 週齡(體重 12~17g) 각각 80 마리를 공급받아 室溫의 實驗室內에서 6~7 週間(體重 25~33g) 飼育하였는데 飼料와 飼水(수도물)를 자유로이 섭취하게 하였다.

實驗藥劑는 CH_3HgCl , NaSeO_4 를 각각 생리식염수에 녹여 사용하였고, 마늘은 즙을 만들어 가아제로 거른다음 實驗에 사용하였다.

2. 方法

實驗群은 Table 1 과 같이 雌雄마우스 각각에 對照群등 4개 實驗群으로 하여 총 8개 群으로 나누었고, 實驗期間은 5 週였다. 藥劑投

與는 實驗開始日부터 每 2 日마다 經구투여 하였으며, 2 週째부터 各 群當 5 마리씩 무작위 추출하여 體重測定, 臟器重量測定, 血液採取 및 臟器內 水銀含量測定을 하는데 사용하였다.

3. 體重 및 臟器重量 測定

體重은 1, 2, 3, 4, 5 週에 걸쳐 每週마다 測定하였으며, 마우스를 ether 로 마취시킨 후 腹部中央을 切開한 다음 心臟으로부터 血液을 採取한 후 肝臟, 腎臟, 脾臟 및 腦를 摘出하여 각각의 무게를 測定하였고, 各 臟器의 무게와 體重과의 相對的인 比率를 百分率로 표시하였다.

4. 臟器內의 水銀含量 測定

每週마다 各 群에서 摘出した 各 臟器는 플라스틱병에 넣어 냉동실에 보관하였다가 Fig. 1 과 같이 120~150 °C의 sand bath 위에서 질산, 황산 및 과염소산으로 가열하여 有機物을 제거시키면서 6% KMnO_4 를 넣었다. 有機物이 다 제거되면 엷은 홍색이 나타나는데 이때에 剩餘 KMnO_4 를 10% $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ 으로 환원시키고, 시료를 일정량(100ml)으로 만든다음 10% SnCl_2 로 氣化시켜 還元氣化循環法에 의하여 原子吸光分光光度計로 水銀量을 測定하였다.

Table 1. Experimental groups treated with MMC, Selenium and Garlic

Group	Treatment		No. of mouse		
			Male	Female	Route
Control	Saline	10ml /kg /2 days	20	20	oral
MMC	CH_3HgCl	5 mg/kg/2days	20	20	oral
MMC + Se	CH_3HgCl	5 mg / kg / 2 days	20	20	oral
	NaSeO_4	0.3 mg / kg / 2 days			
MMC + Se + Garlic	CH_3HgCl	5 mg / kg / 2 days	20	20	oral
	NaSeO_4	0.3 mg / kg / 2 days			
	Garlic	0.1 g / kg / 2 days			
Total			80	80	

MMC: methylmercuric chloride.

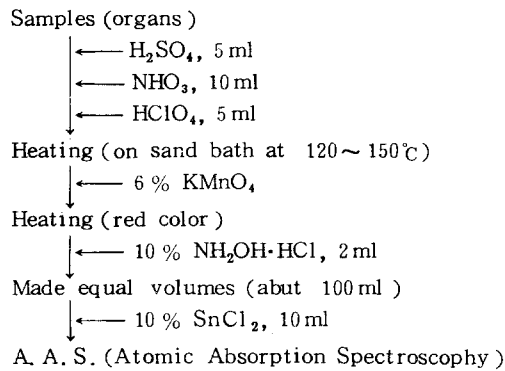


Fig. 1. Analytical procedure of the concentrations of mercury in various organs of mouse.

III. 實驗結果

1. 雌雄마우스의 體重變化

MMC (methylmercuric chloride) 5mg/kg 을 投與한 雌雄마우스에 selenium 0.3mg/kg 을 投與하였을 때와, 마늘 0.1g/kg 을 投與할 때 각 實驗群의 體重變化의 結果는 Table 2, Fig. 2 와 같다.

雌性마우스의 경우 實驗 3 週까지는 實驗群 사이의 體重變化에 差異가 없었고 4 週부터 MMC 單獨投與群과 selenium 混合投與群이 對照群에 비해서 매우 有意한 差로 떨어졌으나 (P < 0.01), 마늘混合投與群은 對照群에 비해서 약간 떨어졌다.

雄性마우스의 경우는 實驗 5 週까지 각 實驗群 사이의 體重變化에 差異가 나타나지 않았다.

2. 雌雄마우스 各 臟器의 相對重量變化

各 實驗群에 있는 雌雄마우스의 肝臟, 腎臟 및 腦의 相對重量變化는 Table 3 과 같다.

肝臟相對重量은 雌性마우스의 경우 對照群에 비해 MMC 單獨投與群에서 매우 有意한 差로 떨어졌고 (P < 0.01), selenium 混合投與群과 마늘混合投與群에서는 有意한 差로 떨어졌으나 (P < 0.05), 雄性마우스에서는 MMC 單獨投與群에서만 有意한 差로 떨어졌다 (P < 0.05).

腎臟相對重量은 雌性마우스의 경우 對照群에 비해 MMC 單獨投與群에서 有意한 差로 높게 나타났으나 (P < 0.05), 雄性마우스에서는 모

Table 2. Mean body weights of the groups during the experimental period

(Mean ± S. D. unit : gm)

Week	Male				Female			
	Control	MMC	MMC+Se	MMC+Se+Garlic	Control	MMC*	MMC+Se*	MMC+Se+Garlic
1	31.32 ± 0.78	31.10 ± 1.11	30.70 ± 0.74	30.83 ± 0.52	28.78 ± 1.14	28.33 ± 0.90	28.45 ± 0.89	27.77 ± 1.33
2	33.85 ± 1.12	32.62 ± 0.61	32.31 ± 1.37*	32.84 ± 0.85	30.85 ± 1.50	30.49 ± 1.29	30.13 ± 1.13	31.14 ± 1.02
3	35.51 ± 0.60	34.2 ± 0.79	34.71 ± 0.58	34.21 ± 1.36	31.52 ± 1.24	30.93 ± 0.93	30.94 ± 1.08	31.29 ± 0.85
4	38.04 ± 0.90	36.63 ± 0.36	36.01 ± 0.51*	36.52 ± 1.31	32.30 ± 0.58	28.30 ± 1.36**	28.78 ± 0.93**	31.40 ± 0.65*
5	38.87 ± 0.33	38.14 ± 0.92	38.02 ± 0.42	37.73 ± 1.01	36.67 ± 0.95	27.98 ± 0.69**	28.60 ± 0.79**	33.95 ± 0.50**

MMC : methylmercuric chloride

* : p < 0.05 compared with control group.

** : p < 0.01 compared with control group.

은 實驗群에서 有意한 差로 높았다($P < 0.05$).

腦의 相對重量은 雌性우스의 경우 對照群에 비해 MMC單獨投與群과 selenium 混合投與群에서 매우 有意한 差異로 높았으나($P < 0.01$), 雄性마우스에서는 selenium混合投與群에서 有意하게 높았고($P < 0.05$), 마늘混合投與群에서 有意한 差로 떨어졌다($P < 0.05$).

3. 雌雄마우스 各 臟器內의 Hg 蓄積 變化

各 實驗群 雌雄마우스의 肝臟, 腎臟, 腦 및 血液內의 水銀蓄積에 대한 결과가 Table 4에 나타나 있다.

肝臟에서는 Fig. 3 과 같이 雌性마우스의 경

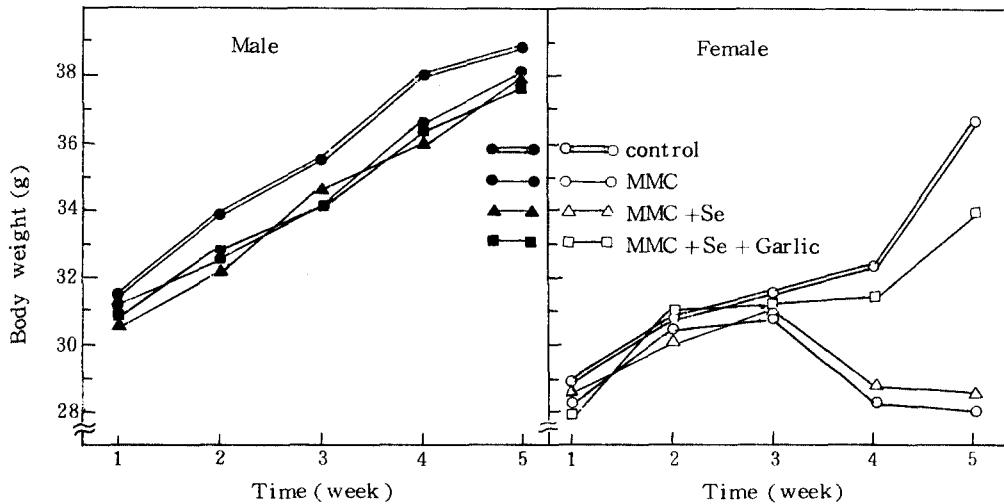


Fig. 2. Mean body weight of the group between male and female during the experimental period.

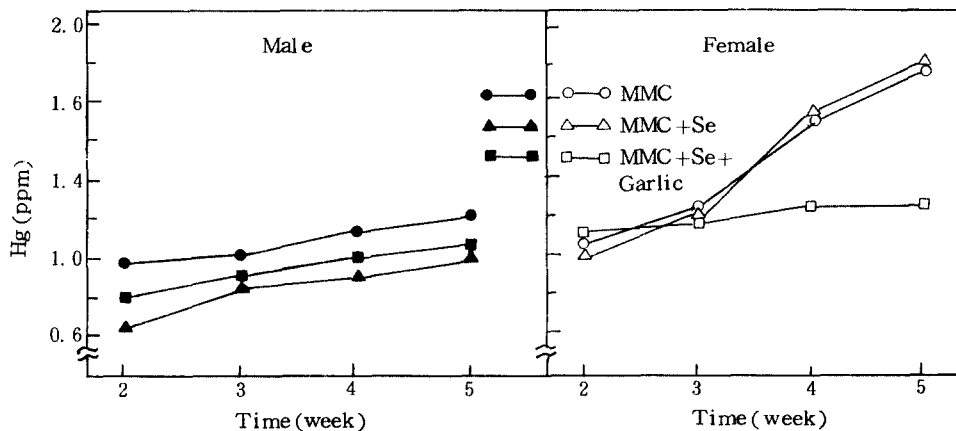


Fig.3. Mercury concentration in the liver of mouse between male and female during the experimental

Table 3. The relative weights of organs between male and female during the experimental period

(Mean \pm S. D. unit : % of body weight)

Organ	Week	Male				Female					
		Control	MMC	MMC+Se	MMC+Se+Garlic	Control	MMC	MMC+Se	MMC+Se+Garlic		
Liver	2	A	B*	C	D	A	B**	C*	D*		
		6.53 \pm 0.44	5.77 \pm 0.43	6.03 \pm 0.42	6.12 \pm 0.75	6.46 \pm 0.49	6.08 \pm 0.30	5.91 \pm 0.25	6.15 \pm 0.35		
	3	6.72 \pm 0.27	6.15 \pm 0.24	6.42 \pm 0.46	6.19 \pm 0.66	7.00 \pm 0.68	6.30 \pm 0.79	6.73 \pm 0.68	6.26 \pm 0.47		
		4	6.77 \pm 0.22	6.37 \pm 0.39	6.45 \pm 0.23	6.58 \pm 0.31	7.26 \pm 0.83	6.55 \pm 0.34	6.77 \pm 0.50	6.87 \pm 0.64	
	5		6.79 \pm 0.55	6.59 \pm 0.44	6.47 \pm 0.56	6.70 \pm 0.34	7.65 \pm 0.31	7.15 \pm 0.34	7.60 \pm 0.36	7.02 \pm 0.39	
		Kidney	2	A	B*	C**	D*	A	B*	C	D
	1.69 \pm 0.11			1.79 \pm 0.18	1.81 \pm 0.23	1.80 \pm 0.13	1.41 \pm 0.22	1.60 \pm 0.18	1.47 \pm 0.14	1.43 \pm 0.18	
	3		1.72 \pm 0.23	1.81 \pm 0.23	1.82 \pm 0.14	1.85 \pm 0.23	1.55 \pm 0.16	1.64 \pm 0.19	1.57 \pm 0.21	1.46 \pm 0.21	
			4	1.73 \pm 0.17	1.87 \pm 0.15	1.90 \pm 0.21	1.88 \pm 0.21	1.65 \pm 0.23	1.76 \pm 0.25	1.60 \pm 0.22	1.50 \pm 0.21
	5			1.75 \pm 0.15	1.90 \pm 0.23	2.05 \pm 0.13	1.90 \pm 0.22	1.69 \pm 0.20	1.76 \pm 0.23	1.65 \pm 0.21	1.61 \pm 0.19
			Brain	2	A	B	C*	D*	A	B**	C**
	1.22 \pm 0.17				1.22 \pm 0.21	1.22 \pm 0.22	1.21 \pm 0.23	1.38 \pm 0.22	1.41 \pm 0.26	1.43 \pm 0.16	1.45 \pm 0.15
3	1.25 \pm 0.23			1.29 \pm 0.17	1.23 \pm 0.19	1.21 \pm 0.16	1.45 \pm 0.23	1.60 \pm 0.21	1.55 \pm 0.24	1.50 \pm 0.22	
	4			1.28 \pm 0.14	1.30 \pm 0.22	1.32 \pm 0.17	1.23 \pm 0.22	1.53 \pm 0.21	1.62 \pm 0.22	1.64 \pm 0.18	1.51 \pm 0.27
5				1.33 \pm 0.24	1.34 \pm 0.14	1.36 \pm 0.15	1.29 \pm 0.17	1.57 \pm 0.22	1.70 \pm 0.13	1.67 \pm 0.14	1.56 \pm 0.29

A : control, B : MMC (methylmercuric chloride), C : MMC +Se, D : MMC +Se + Garlic

* : $p < 0.05$ compared with control group.

** : $p < 0.01$ compared with control group.

우 MMC單獨投與群에 비해 마늘混合投與群에서 水銀蓄積이 36.31% 낮았고, 蓄積量이 雌性마우스에서 1.270~2.000 ppm으로 나타났는데 비해 雄性마우스에서는 1.006~1.196 ppm으로 나타났다.

腎臟에서는 Fig. 4와 같이 雌性마우스의 경

우 MMC單獨投與群에 비해 마늘混合投與群에서 水銀蓄積이 25.74% 낮았고, 雄性마우스에서는 29.04% 낮았다. 蓄積量은 雌性마우스에서 5.729~7.715 ppm이었고, 雄性마우스에서 3.350~4.721ppm으로 나타났다.

腦에서는 Fig. 5와 같이 雌性마우스의 경

Table 4. Mercury concentration in the organs between male and female during the experimental period

(unit : ppm)

Organ	Week	Male				Female			
		Control	MMC	MMC+Se	MMC+Se+Garlic	Control	MMC	MMC+Se	MMC+Se+Garlic
Liver		A	B	C	D	A	B	C	D**
	2	0.063	0.979	0.655	0.817	0.101	1.059	1.047	1.129
	3	0.068	1.081	0.870	0.895	0.108	1.259	1.238	1.216
	4	0.127	1.180	0.904	1.013	0.157	1.731	1.750	1.267
	5	0.096	1.196	1.006	1.051	0.101	1.994	2.000	1.270
Kidney		A	B	C	D**	A	B	C	D**
	2	0.011	3.036	3.084	3.187	0.020	4.728	5.087	5.025
	3	0.012	3.283	3.225	3.302	0.084	5.045	5.319	5.184
	4	0.058	4.694	4.369	3.313	0.042	6.703	6.856	5.319
	5	0.019	4.721	4.426	3.350	0.062	7.715	7.244	5.729
Brain		A	B	C**	D**	A	B	C	D**
	2	0.000	2.327	3.116	1.679	0.000	3.168	3.731	3.052
	3	0.000	2.434	3.979	1.952	0.000	3.225	3.830	3.260
	4	0.000	3.723	4.612	2.429	0.000	3.938	4.959	3.344
	5	0.000	4.079	4.754	2.696	0.000	4.527	5.064	3.502
Blood		A	B	C*	D**	A	B	C	D**
	2	0.000	1.249	1.112	0.366	0.000	1.476	1.621	1.491
	3	0.000	1.361	1.157	0.828	0.000	1.690	1.892	1.577
	4	0.000	1.641	1.301	0.846	0.000	2.491	2.353	1.608
	5	0.000	1.946	1.468	0.886	0.000	2.657	2.935	2.011

A : control, B : MMC (methylmercuric chloride), C : MMC+Se, D : MMC + Se + Garlic

* : p < 0.05 compared with MMC treated group.

** : p < 0.01 compared with MMC treated group.

MMC單獨投與群에 비해 selenium 混合投與群이 11.86% 높았고, 마늘混合投與群은 22.64% 낮았으며, 雄性마우스의 경우 MMC單獨投與群에 비해 selenium 混合投與群이 16.55% 높았고, 마늘混合投與群은 33.91% 낮았다. 血液에서는 Fig. 6 과 같이 雌性마우스의 경우 MMC單獨投與群에 비해 마늘混合投與群이 24.31% 낮았고, 雄性마우스에서는 마늘混合投與群이 54.47% 낮았으며 水銀蓄積量이 雌性마우스에서는 2.011~2.657 ppm이었는데, 雌性마우스에서는 0.886~1.946 ppm으로 나타

났다.

IV. 考 察

水銀은 매우 毒性이 높으며 여러가지 형태의 化合物로 쉽게 변하는 성질 때문에 保健學的으로 중요한 研究對象이 되어왔다.

水銀中毒에 대한 selenium이 體內에서 必須微量 元素의 역할을 하면서 수은과 相互作用을 하여 水銀毒性을 減少시킨다고 報告하였는데,^{4~24)} selenium의 水銀毒性에 대한 방어기

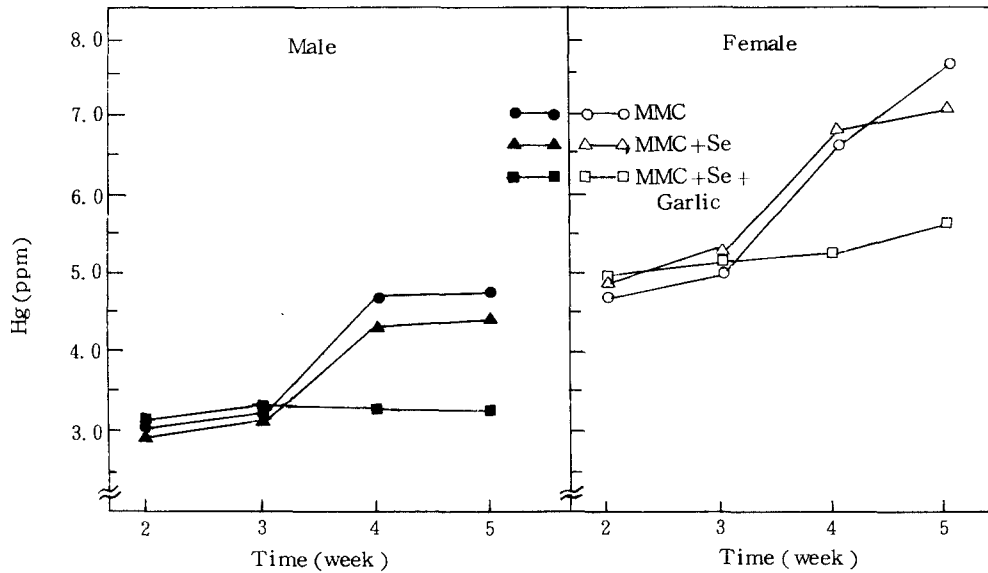


Fig. 4. Mercury concentration in the kidney of mouse between male and female during the experimental period

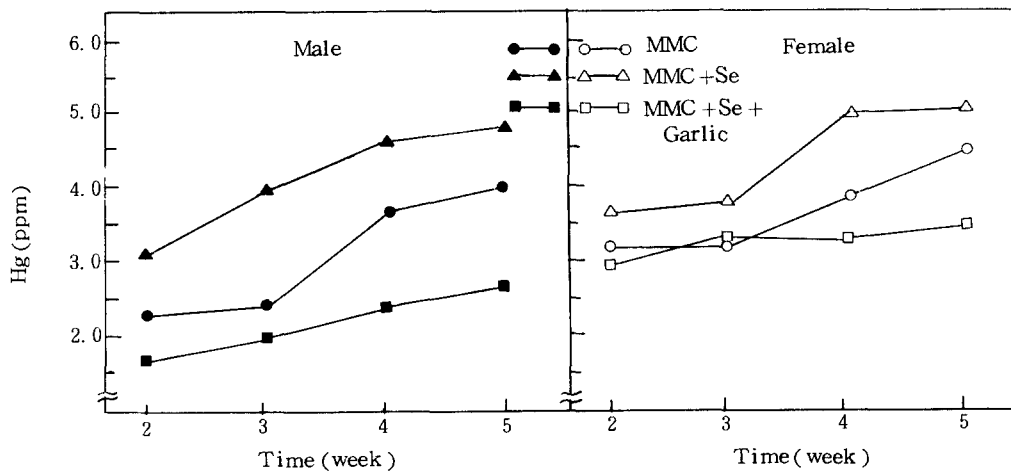


Fig. 5. Mercury concentration in the Brain of mouse between male and female during the experimental period

전에 관하여 Sumino³⁸⁾ 등은 selenium이 體 내에서 水銀의 형태를 변화시킴으로서 수은이 體內組織과 반응하지 못하게 한다고 설명하였 으며, Masukawa²⁵⁾ 등은 selenium이 體內에

서 bismethylmercury selenide (BMS)를 형 성하여 水銀이 組織 내에서 분배되는 것을 변화 시킴으로서 방어한다고 보고하였다. 또한 Iw- ata 등²¹⁾ 은 selenium이 -SH基에 결합된 수

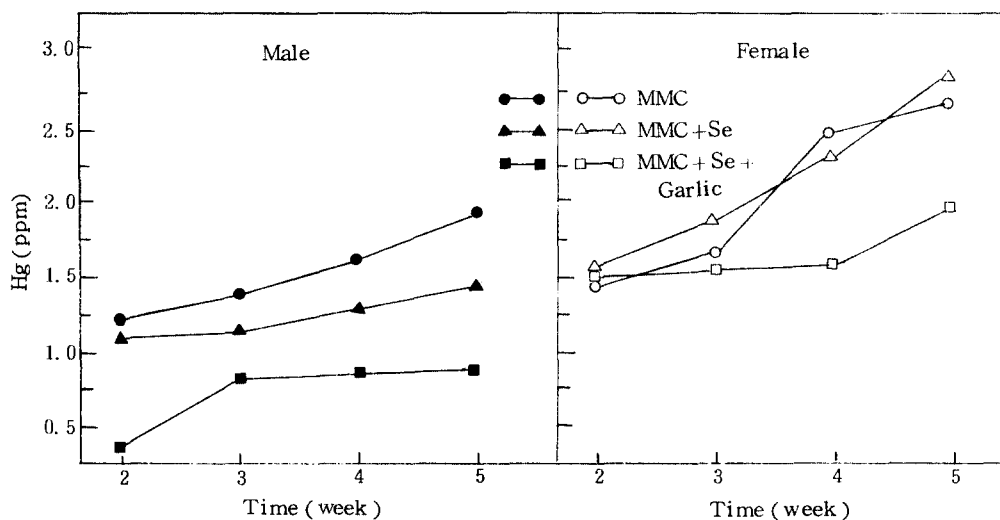


Fig. 6. Mercury concentration in the blood of mouse between male and female during the experimental period

은을 분리시킴으로서 방어효과를 나타낸다고 보고하였고, Alexander 등¹⁴⁾은 selenium의 수은중독 방어기전은 cell specific process에 의한 것이라고 보고하였다. 한편, White 등⁴¹⁾은 methyl 수은에 중독된 白鼠에 cysteine 및 2,3-dimercaptopropanol과 같은 -SH化合物을 투여하여 保護效果를 보고하였고, 朴 등⁷⁾은 -S-S-, -SH化合物이 풍부한 마늘이 phenyl 수은중독에 방어효과가 있다고 보고하였다.

本實驗은 雌雄마우스에 MMC (methylmercuric chloride), selenium 및 마늘을 각각 혹은 동시에 투여하여 體重變化, 臟器 무게 변화 및 臟器內 수은축적변화를 관찰하였다.

수은독성에 대한 指標로서 體重變化를 보면, Stillings 등³⁶⁾은 25 ppm MMC 投與한 白鼠에 대하여 0.6 ppm sodium selenite 混合投與群에서 體重이 현저히 높게 관찰되었다고 보고하였고, Ohi 등³⁰⁾은 20 ppm MMC 투여군보다 1.5 ppm sodium selenite 혼합투여군에서 體重이 현저히 높게 관찰되었다고 보고하였다.

또한 全 등¹²⁾은 雄性마우스에 selenite을 투여하였을 때 對照群에 비하여 體重이 높게 관찰되었지만 雌性마우스는 현저히 낮아졌다고 보고하였다. 本實驗에서는 雄性마우스의 體重變化에는 差異가 없었으나 雌性마우스의 경우 MMC 단독투여군과 selenium混合投與群이 4週부터 매우 有意한 差로 떨어졌으나 ($P < 0.01$), 마늘混合投與群은 약간 떨어졌다. 이것은 selenium이 體內에서 필수 영양소로 작용하는 반면에 毒性도 나타나기 때문이며 雌性이 더 민감하기 때문이라고 생각된다.³⁵⁾ 또한 비교적 다량의 마늘을 攝取해도 動物의 成長에 별 영향을 주지 않는다는 李 등¹⁰⁾의 報告을 고려해 볼 때 마늘이 中독된 마우스의 體重增加에 영향을 주었다고 생각된다.

肝臟은 효소분비와 解毒작용을 하는 중요한 기관인데 수은에 폭로되면 重量이 감소되며,³²⁾ Helle 등²⁰⁾은 MMC 단독투여군에 비해서 selenium混合投與群에 肝臟水銀蓄積量이 약간 높았다고 보고하였고, 朴 등⁷⁾은 수은과 마늘을 同時投與하였을 때 수은單獨投與에 비해서 수은蓄

積이 34%, 42% 減少하였다고 報告하였다. 本 實驗에서는 肝臟相對重量이 對照群에 비해 雌性마우스는 모든 實驗群이 有意한 差로 떨어졌고($P < 0.05$), 雄性마우스는 MMC 單獨投與群에서만 有意한 差로 떨어졌으며($P < 0.05$), 肝臟水銀蓄積이 MMC 단독투여군에 比해서 雌性마우스의 마늘혼합투여군은 36.31% 낮았고 雄性마우스의 마늘혼합투여군은 12.12% 낮았으며, 蓄積量이 雌性마우스에서 1.270~2.000 ppm, 雄性마우스에서는 1.006~1.196 ppm 으로 나타난 것을 볼때 마늘은 肝臟의 수은 축적을 낮추고, 雌性마우스가 雄性마우스보다 肝臟에 水銀이 더 많이 축적된다고 생각된다.

腎臟은 水銀中毒時 가장 심하게 손상을 입는 기관으로서 Klein 등²³⁾은 水銀을 投與하면 對照群에 比해서 腎臟의 重量이 증가한다고 보고하였고, Ohi 등²⁹⁾은 selenium 混合投與時에는 MMC 單獨投與時에 比해서 腎臟相對重量이 減少한다고 報告하였다. Helle 등²⁰⁾은 무기수은을 白鼠에 投與하였을 때에 selenium 混合投與時에 比해서 수은축적이 4배 많았다고 報告하였으며, 朴 등⁷⁾은 phenyl 水銀 單獨投與群에 比해서 마늘혼합투여시 7%, 16% 낮게 관찰되었다고 報告하였다. 本 實驗에서는 腎臟相對重量이 雌雄마우스 모두 對照群에 比해서 MMC 단독투여군이 有意한 差로 높았으며($P < 0.05$), 마늘혼합投與群이 MMC 單獨投與群에 比해서 雌性마우스는 25.74% 낮았고 雄性마우스는 29.04% 낮은 것을 볼때 마늘이 腎臟의 수은 축적을 낮추게 하였다고 생각된다.

腦는 水銀中毒時 매우 중요한 증상을 일으키는 기관으로서 다른 기관에 比해서 서서히 축적되며 部位別로 축적되는 수은량이 다르다.²⁶⁾ Oehme 등²⁸⁾은 phenyl 水銀에 長期間 폭로되면 수은의 5~10%가 腦組織에 축적된다고 보고하였고, Rozynkova 등³⁴⁾은 腦組織內에 10 $\mu\text{g/g}$ 정도의 수은이 축적되면 腦細胞가 파괴되고, 더 진행되면 사망하게 된다고 보고하

였다. 이런 腦水銀中毒에 대하여 Helle 등²⁰⁾은 수은과 selenium 混合投與時에 수은단독투여군에 比해서 수은농도가 증가하였다고 보고하였고, Berlin 등¹⁷⁾은 腦組織의 有機水銀中毒에 대하여 2,3-dimercaptopropanol 을 同時投與하였을 때 水銀蓄積을 減少시키지 못하였다고 보고하였다. 本 實驗에서는 腦相對重量이 對照群에 比해서 MMC 單獨投與群과 selenium 混合投與群이 雌雄마우스 모두 有意한 差로 높았으나($P < 0.05$), 마늘혼합投與群은 낮게 나타났으며, 腦水銀蓄積은 MMC 單獨投與群에 比해서 雌性마우스의 경우 selenium 混合投與群은 11.86% 높았고 마늘혼합投與群은 22.64% 낮았으며, 雄性마우스의 경우 selenium 混合投與群은 16.55% 높았고 마늘혼합投與群은 33.91% 낮은 것을 볼때 마늘이 腦水銀蓄積을 감소시켰다고 생각된다.

血液中の 水銀含量測定은 水銀에 폭로되었을 때 중요한 지표로 이용되는데, Thomas 등³⁹⁾은 18~20 $\mu\text{gHg/kg}$ body weight인 물고기를 섭취하였을 때 血液中の 반감기는 7.6h이고, 血液中 최고수은농도는 60mg/ml 였다고 보고하였고, Michael 등²⁷⁾은 페루에서 평균 6.2명의 가족인 집에서 평균 10.1kg의 바닷고기를 섭취하였을 때 혈중유기 수은농도가 11~275 mg/ml, 평균농도 82mg/ml 이었고 對照群인 평균 6.4명의 가족인 집에서 평균 1.9 kg의 바닷고기를 섭취하였을 때 혈중유기 수은농도가 3.3~25.1mg/ml, 평균 9.9mg/ml 였다고 보고하였다. 또한 Luciana 등²⁴⁾은 혈액중에서 selenium 농도가 높아지면 수은농도도 높아지는데 이는 수은과 selenium이 동시에 SH基를 가지고 있는 단백질에 결합하였기 때문이라고 설명하였다. 本 實驗에서는 MMC 單獨投與群에 比해서 마늘혼합投與群이 雌性마우스의 경우 24.31% 낮았고 雄性마우스의 경우 54.47% 낮았고, selenium 混合投與群이 雌性마우스에서만 약간 낮은 것을 볼때 마늘이 血液

水銀含量을 낮추게 하였다고 생각된다.

臟器別 수은축적에 대하여 Aberg 등¹³⁾ 및 Berlin 등¹⁶⁾은 腎臟에서 가장 많이 축적되고 肝臟, 腦, 血液순으로 축적된다고 報告하였는데 本實驗에서는 雌雄마우스 모두 腎臟에서 가장 많이 축적되었고, 腦, 血液, 肝臟順으로 축적되었는데 이것은 수은이 배설되기 위하여 신장으로 모였기 때문이라고 생각된다.²²⁾ 또한 마늘混合投與群은 MMC單獨投與群에 비해 雌性마우스는 22.64~36.31% 減少하였고, 雄性마우스는 12.12~54.47% 減少하였는데 이것은 마늘에 있는 -S-S-, -SH기가 생체내 단백질의 -SH기대신 MMC와 결합하여 수은중독을 완화시킨다는 Diplock 등¹⁹⁾의 報告를 고려해 볼때 마늘이 수은중독에 방어효과가 있다고 생각된다.

특히 本實驗에서 selenium 混合投與時 腦組織에 MMC單獨投與群과 비교할때 雌性마우스는 11.86%, 雄性마우스는 16.55% 增加하였는데 selenium混合投與時 腦水銀濃도가 增加하였다는 Helle 등²⁰⁾의 報告와 일치한다.

또한 各臟器內의 수은축적이 雌性마우스는 1.994~7.715 ppm인데 비해 雄性마우스는 1.196~4.721 ppm으로 낮게 나타났는데 그 이유에 대해서 Kimiko 등²²⁾은 雌性雌性보다 소변으로 수은배설이 더 잘되는데 이것은 성호르몬인 androgens 때문이라고 설명하고 있다.

V. 結 論

Selenium과 마늘이 水銀中毒에 방어효과가 있다고 하는 報告를 근거로 하여 水銀中毒된 마우스에 selenium과 마늘을 投與하여 體重의 變化와 各臟器相對重量 變化 그리고 各臟器內 水銀蓄積 變化를 관찰하였는데 그 결과는 다음과 같다.

1. 雌性마우스의 體重은 對照群에 비해서 MMC單獨投與群과 selenium混合投與群이 4

週부터 매우 有意하게 떨어졌으나($P < 0.01$), 마늘混合投與群은 약간 낮았다.

2. 腎臟相對重量에 있어서는 마늘混合投與한 雌性群만 對照群에 비해서 낮았고, 腦相對重量에 있어서는 마늘混合投與한 雌性和 雄性群이 對照群에 비해서 낮았다.

3. 雌雄마우스에 MMC單獨投與 하였을때, 5週째에 腎臟, 腦, 血液 그리고 肝臟에 축적된 수은량은 雄性에 있어서는 각각 4.721 ppm, 4.079 ppm, 1.946 ppm, 1.196 ppm 이었고, 雌性에 있어서는 각각 7.715 ppm, 4.527 ppm, 2.657 ppm, 1.994 ppm이었다.

4. 雌雄마우스에 MMC, selenium와 마늘을 混合投與했을때 5週째에 MMC單獨投與群에 비해서 腎臟, 腦, 血液 그리고 肝臟에서의 수은축적 감소율은 雌性에 있어서 각각 29.04%, 33.91%, 54.47%, 12.12%이었고, 雌性에 있어서는 각각 25.74%, 22.64%, 24.31%, 36.21%이었다.

5. 雌雄마우스에 MMC와 selenium을 混合投與하였을때 5週째에 MMC單獨投與群에 비해서 腦에서 수은축적이 雄性은 16.55%, 雌성은 11.86% 증가하였다.

參 考 文 獻

1. Douil, J., Klasen, C.D. and Amdur, M.O.: Casarett and Doull's Toxicology, 2th edition, Macmillan, 421-428, 1980.
2. Goldwater, L.J.: Mercury in the environment, Scientific American, 224, 15, 1971.
3. WHO: Environmental Health Criteria, Mercury, 1976.
4. 金起弘: Sodium selenite가 Mouse에서 有機 水銀 毒性에 미치는 영향에 관한 연구, 서울대학교 보건대학원 환경보건학과 논문, 1987.
5. 金一南, 黃祐翊: 水銀製와 Methionine添

- 加 食品이 白鼠體內 酵素活性에 미치는 영향, 高麗醫大雜誌, 9, 255, 1972.
6. 金允洙, 金利植 : Allicin의 藥理學的 및 生化學的 作用에 관한 실험, 大韓生化學會 雜誌, 1, 47, 1964.
 7. 朴在純, 車喆煥 : 마늘이 白鼠의 水銀 中毒에 미치는 영향에 관한 연구, 高麗醫大 論集, 21, (3), 1984. 3, 1984.
 8. 沈吉淳 : 衛生化學, 東明社, 서울, 1961.
 9. 李頭淳 : 우리나라 농약의 변천사, 農藥과 植物保護, 3, 4, 1982.
 10. 李震淳 : 마늘 (*Allium savifum*)이 대사 과정에 미치는 영향에 관하여(I)~(VII), 서울大 의대 잡지, 5, 1, 145, 1957.
 11. 全世烈 : 한국 식품중의 Se 화합물의 함량에 관한 연구, Kor. J. Food Sci. Technol., 5, (1), 1973.
 12. 全世烈 : 마늘, Se 및 Vitamin E가 동물 영양에 미치는 효과, Korea. J. Food Sci. Technol., 5, (2), 1973.
 13. Aberg, B. and Ekman, L.: Metabolism of Methylmercury(²⁰³Hg) Compounds in Man, Arch. Environ. Health, 19, 478, 1969.
 14. Alexander, J. Hostmark, A.T., Earre, O. and Von kremer, B.M.; The Influence of selenium on Methyl Mercury Toxicity in Rat Hepatoma cells, Human Embryonic Fibroblasts and Human Lymphocytes in Culture, Acta. Pharm. et Toxicol., 45, 379-386.
 15. Begearmi, E. Ganther, H.E. and Sunde, M.L.: Effect of Some sulful amino acid, selenium and arsenic on mercury toxicity using Japanese quial, Pollut, Sci., 53, 1921, 1974.
 16. Berlin, M., Carlson, J. and Norseth, T.: Dose- Dependence of Methylmercury Metabolism, Arch. Environ. Health, 30, 307, 1975.
 17. Berlin, M. and Rylander, R.: Increased brain-up take of mercury induced by 2.3-dimercaptopropanol(BAL) in mice exposed to phenylmercuric acetate, J. Pharm. Exp. Ther., 146, 236, 1964.
 18. Chen, R.W., GANTHER, H.E. and Hoekstra, W.G.: Studies on the binding of methylmercury by thionein, Biochem. Biophys. Res. Comm., 51:383-390,1973.
 19. Diplock, A.T.: Metabolic aspects of selenium action and toxicity, CRC, Critical Rev. Toxicol. 4, 271-329, 1976.
 20. Helle, M. and karlog, O.: Studies on the interaction and Distribution of Selenite, Mercuric, Methoxyethyl mercuric and Methyl mercuric chloride in Rat. I. Analysis of Brain, Liver: kidney and Faeces, Acta. Pharma. et Toxicol., 46, 14-24,1980
 21. Iwata, H., Masukawa, T., Kito, H. and Hayashi, M.: Involvement of Tissue sulfhydryls in the formation of a complex of Methlmercury with selenium, Biochem. Pharma., 30: 3159, 1981.
 22. Kimike, H. and Akira, Y.; Sex and Age Differences in Mercury Distribution and Excretion in Methylmercury administered Mice, Journal of Toxicology and Environmental Health, 18, 49-60, 1986.
 23. Klein, R. and Herma, S.P.: Methylmercury Intoxication in Rat's kidneys, Arch. Path., 96, 83, 1973.
 24. Luciana, C.R., Gian, F.C. and Generoso, S.; Mercury and Selenium distribution in a defined area and in its population, Arch. Environ. Health, 32, 160, 1976.
 25. Masukawa, T., Kito, H., Mayashi, M. and

- Iwata, H.: Formation and possible role of bis (methyl mercuric) selenide in rats treated with methylmercury and selenite, *Biochem. Pharma.*, 31, 75, 1982.
26. Math. Berlin, M.D. and Sven Ullerg, V.M.D.; Accumulation and Retention of mercury in the mouse, *Arch. Environ. Health*, 6, 589-625, 1963.
 27. Michael, D.T., and David, O.M.; Methylmercury in populations eating large Quantities of marine fish. *Arch. Environ. Health*, 35, (6), 1980.
 28. Oehme, F.W.; Toxicity of heavy metals in the environment. Marcel Dekker Inc. N.Y., 1978.
 29. Ohi, G., Nishigaki, S., Seki, H., and Tanura, Y.; Interaction of dietary Methylmercury and selenium on accumulation and Retention of these substances in Rat's organs, *Toxicol. Appl. Pharma.*, 32, 527, 1975.
 30. Ohi, G. Nishigaki, S., Seki, H., and tamura, Y.; Efficacy of sodium in Tuna and selenite in modifying methyl mercury intoxication, *Environ. Res.*, 12, 49 1976.
 31. Parized, J. and Ostadalova, I.; The Protective effect of small amount of selenite in sublimate intoxication, *Experienta*, 23, 142, 1967.
 32. Ronald, K.; A Model of Acute methyl mercury Intoxication in Rats, *Arch. Path.*, 93, 1972.
 33. Rosenfeld, I. and Beath, O.A.; Selenium, Academic press. New York, 1964.
 34. Rozyrkowa, D. and Raczkewicz, B.; Destructive effect of methyl mercury chloride on human mitosis in living cell in vitro, *Mutation Research*, 56, 185, 1977.
 35. Steven, J.E., Philip, J.L., Robert, G.A., Michael, R.G., Thomas, W.C. and John, C.S.; Organic Mercury Exposure from fungicide-contaminated Eggs, *Arch. Environ. Health*, 35, (4), 1980.
 36. 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. Pharma.*, 30, 243, 1974.
 37. Suhair, J. and Hans; Effect of sodium diethylthiocarbamate on placental passage and foetal distribution of cadium and mercury in mice, *Acta, Pharm.a et Toxicol.*, 55, 263-269, 1984.
 38. Sumino, K., Yamamoto, R. and Kitamura, S.; A role of selenium against methylmercury toxicity, *Nature*, 268, 73, 1977.
 39. Thomas, G.K., Patricia, H.D. and thomas, W.C.; The relationship between blood levels and Dose of Methylmercury in Man, *Arch. Environ. Health*, 35, (1), 1980.
 40. Weiss, B.: The Behavioral toxicology of metals, *Fed. Proc.*, 37, 22, 1978.
 41. White, J.F. and Rothstein, A.; The interaction of methyl mercury with erythrocytes, *Toxicol. Appl. Pharma.*, 26, 370, 1973.
 42. White, J.F. and Rothstein, A.; The protective action of glutamic acid in experimental mercury poisoning, *Arch. Environ. Health*, 16, 626, 1968.