

# Sodium Alginate가 Mouse의 重金屬 中毒에 미치는 影響에 關한 研究

朴 貴 禮 · 金 鍾 五\*

保社部 中央藥事審議委員會  
東南保健專門大學 衛生科\*

## A Study on the Effect of Sodium Alginate in Heavy Metals Poisoning of Mouse

Kui Lea Park · Jong Oh Kim\*

*Central Pharmaceutical Affairs Committee  
Dong Nam Health Junior College\**

### Abstract

The purpose of the study is to determine the effects of sodium alginate on the suppression of organ accumulation of heavy metals were tested by mice.

The seventy mice were divided into the control group and the experimental groups. The mice of cadmium group were subdivided into three groups by dose of 10 ppm cadmium group, adding 1% sodium alginate to the diets contaminated with 10 ppm cadmium group and adding 10% sodium alginate to the diets contaminated with 10 ppm cadmium group. The mice of copper group were subdivided into three groups by dose of 10 ppm copper group, adding 1% sodium alginate to the diets contaminated with 10 ppm copper group, and adding 10% sodium alginate to the diets contaminated with 10 ppm copper group.

After the series of feeding of twenty-one days, the mice were killed and examined. Organs and feces were removed and analyzed for cadmium and copper amounts.

The results obtained were as follows;

1. As for average body weight gains, those of control group mice were the highest than heavy metal group and those of adding 10% sodium alginate to the diets contaminated with 10 ppm copper group the lowest.
2. The amount of cadmium accumulated in liver and kidney was higher than blood. The amount of cadmium in organs was higher in cadmium group than adding sodium alginate to the diets contaminated with cadmium group.

3. The amount of copper in liver was the highest, and that of copper in blood was the lowest.
4. The excretion of heavy metals was promoted by adding 10% sodium alginate to the diets contaminated with 10 ppm heavy metal. (  $P < 0.05$  ).

## I. 緒 論

重金屬에 의한 環境汚染은 大氣, 水質, 食品, 土壤等을 直接的이거나 間接的으로 汚染시킬 수 있으며 人間은 勿論 動植物에도 被害를 줄 수 있기 때문에 保健學上 또는 動植物의 生理學上 매우 重要하다.<sup>1)</sup>

持히 重金屬中에서도 카드뮴은 石油化學工業, 金屬工業, 交通機關, 農藥, 鑛山地域 등에서 排出되는데 動物 生體에 미치는 影響<sup>2-6)</sup>으로는 肝臟 腎臟 및 肺의 機能障礙 貧血, 睪丸의 괴사 및 骨軟化症等을 일으키고 人體에 吸收될 때 細尿管에 蓄積되어 뼈에 異常을 가져 오고 腎臟과 腎의 代謝障礙를 일으키는 代表的인 例로서 日本의 Itai-Itai 病을 들 수 있는데 이에 對해서는 이미 Tsuchiya 等<sup>7)</sup>이 報告한 바 있다.

또한 Cu, Zn, Fe, Mn, Co, I 等은 動物의 生理作用에 必要한 微量元素들이지만 生體에 過量 蓄積되면 오히려 有害하다.<sup>8)</sup> 微生物을 利用하여 廢水中의 重金屬을 除去하려는 研究<sup>8)</sup>와 카드뮴의 體內 吸收<sup>10-16)</sup>, 代謝<sup>17-19)</sup>, 蓄積에 關한 報告<sup>20-27)</sup>들은 많이 있으며 李等<sup>28)</sup>은 카드뮴 中毒에 對한 마늘의 防禦效果에 對해서 報告한 바 있고, Alginic acid가 放射性 Strontium의 腸內吸收를 抑制할 수 있음을 動物實驗에 依해서 Waldron 等<sup>29)</sup>이 밝힌 바 있지만 重金屬物質에 對한 吸收抑制나 解毒作用에 對한 報告들은 많지 않다.

이에 著者들은 Ion 交換能力이 있고 無毒하여 食品 添加物로 使用할 수 있는 Sodium Alginate가 重金屬物質인 카드뮴과 銅의 體內吸收에 抑制效果가 있을 것으로 기대하여 本 研

究를 着手하였으며 人爲的으로 實驗動物에 카드뮴과 銅을 攝取시키면서 同時에 Sodium Alginate를 먹이에 添加함으로써 重金屬의 體內吸收에 어떤 影響이 미치는가를 알아보았기에 그 結果를 報告하는 바이다.

## II. 實驗對象 및 方法

### 1. 實驗對象

實驗對象으로는 dd系 成熟 mouse를 同一條件下( $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , 습도  $55 \pm 10\%$ )에서 1週間 飼育한 後 實驗에 臨하였다.

### 2. 實驗方法

實驗動物은 dd系 mouse 70마리를 6個 實驗群과 對照群으로 나누어 7個群으로 實驗하였으며 投與 金屬 試藥으로는  $\text{CdCl}_2$ 와  $\text{CuSO}_4$ 를 水道물에 溶解하여 金屬濃度로 換算하고 카드뮴과 銅의 濃度는 10ppm으로 하였으며 投與方法은 mouse 飼育用 給水瓶에 依한 自由로운 經口投與로 하였고 Sodium Alginate는 百分率로 飼料에 섞어서 攝取할 수 있도록 하였으며 投與期間은 3週間이었다.

實驗群은 6個群으로서 A群은 Cd 10ppm, B群은 Cd 10ppm과 Sodium Alginate 1%, C群은 Cd 10ppm과 Sodium Alginate 10%, D群은 Cu 10ppm, E群은 Cu 10ppm과 Sodium Alginate 1%, F群은 Cu 10ppm과 Sodium Alginate 10%를 投與하였으며 G群은 對照群으로 水道물과 一般飼料를 投與하였다.

各群別 使用 動物數 및 平均體重은 Table 1과 같다.

mouse를 ether로 麻醉하여 血液을 採血하고 나서 開腹後 肝 및 腎臟을 摘出하여  $55^\circ\text{C}$

Table 1. Number of Animals used for the experiment

Treatment Group	Administered			No. of mouse
	Cd(ppm)	Cu(ppm)	Sodium Alginate(%)	
A	10	—	—	10
B	10	—	1	10
C	10	—	10	10
D	—	10	—	10
E	—	10	1	10
F	—	10	10	10
G	—	—	—	10
Total number of Animals				70

로 5 시간 灰化하고 0.5 N-HNO<sub>3</sub> 25ml로 여과하여 그 여액을 Coupled Plasma Spectrophotometer, Plasma Scan 710(Labtest Co.)으로 測定하였으며 濃度單位는 ppm으로 算出하였다.

### III. 實驗成績

#### 1. 體重變化

正常群 및 各 實驗群의 體重變化는 Table 2에서 보는바와 같다. 金屬 投與 前 體重에 比하여 14日間 投與後 體重 增加率을 살펴보면 우선 正常群인 G群은 34.7±7.3% 增加하였으

며 B群이 39.2±12.3%로 가장 높았고 C群 29.1±15.8%, A群 27.8±10.5%, D群 22.9±13.2% 順으로 높았으며 가장 낮은 群은 F群으로 13.3±9.2%의 增加率을 보였다.

21日間 投與後 體重 增加率도 B群이 49.0±17.5%로 가장 높았고, E群 39.7±12.7%, C群 37.5±12.3% 順으로 높았으며 F群이 30.9±13.3%로 가장 낮은 增加率을 보였고 正常群인 G群은 46.0±12.1%의 增加率을 보였다. B群을 除外한 모든 實驗群의 體重增加率이 正常群인 G群의 增加率보다 낮았으며, A, B, C, D群은 金屬 試藥 投與後 14日間の 體重 增加率이 높았으나 15日부터 21日 사이의 體重 增加率은 오히려 둔화되었으며 E群과 F群은 14日까지의 體重 增加率보다도 오히려 15日以後 부터 21日까지 體重 增加率이 높은 傾向을 보였다.

以上과 같이 體重變化率의 比較에 있어서는 正常群과 各 實驗群에는 統計學的 有意性은 없었다( $P > 0.05$ ).

#### 2. 肝, 腎臟 및 血液의 카드뮴 濃度

肝, 腎臟 및 血液의 카드뮴 含量은 Table 3에 表示된 바와 같다.

肝臟內 카드뮴 含有量은 카드뮴 單獨投與群

Table 2. Distribution and Changes of Mean bodyweight by Treatment Groups

Treatment Groups	No of mouse	Initial Bodyweight	Unit:g	
			Bodyweight of 14 days after experiment	Bodyweight of 21 days after experiment
A	10	22.3±20.4*	28.5± 8.5(27.8±10.5)	31.3± 8.8(40.3±18.2)
B	10	20.4±12.3	28.4± 8.1(39.2±12.3)	30.4± 8.7(49.0±17.5)
C	10	21.3±15.1	27.5±12.3(29.1±15.8)	29.3± 8.0(37.5±12.3)
D	10	23.5±15.5	28.9±10.3(22.9±13.2)	31.3± 9.8(33.1±18.6)
E	10	20.4±12.0	24.6±12.2(20.5±14.5)	28.5± 9.3(39.7±12.7)
F	10	23.3±11.7	26.4±10.0(13.3± 9.2)	30.5± 7.7(30.9±13.3)
G	10	21.3±11.7	28.7± 9.2(34.7± 7.3)	31.1±10.1(46.0±12.1)

\* Mean ± standard deviation

( ) : % increase of average bodyweight

Table 3. Concentration of Cadmium in Liver, Kidney and Blood of Mice

Treatment Group	(Unit: ppm)		
	Liver	Kiyney	Blood
A	0.68±0.031*	0.71±0.022	0.24±0.026
B	0.66±0.024	0.48±0.025**	0.09±0.008
C	0.65±0.037	9.43±0.017**	0.08±0.004
G	0.02±0.009	0.07±0.005	0.041±0.007

\* Mean ± standard deviation

\*\* P < 0.05 Compared with 10 ppm Cadmium Group

인 A群은 0.63±0.31 ppm, 카드뮴 10 ppm 과 1% Sodium Alginate 投與群인 B群은 0.66±0.24 ppm, 카드뮴 10 ppm 과 10% Sodium Alginate 投與群인 C群은 0.65±0.037 ppm 으로 큰 差異를 보이지 않았다.

腎臟은 A群 0.71±0.022 ppm, B群 0.48±0.025 ppm, C群 0.43±0.017 ppm 으로 Sodium Alginate 投與量에 따라 濃度가 낮아졌으며 有意한 差異를 보였다(p > 0.05).

血液에서도 A群 0.24±0.026 ppm, B群 0.09±0.008 ppm, C群 0.08±0.004 ppm 으로 Sodium Alginate 投與量에 따라 濃度가 낮아졌다.

各臟器 別로는 腎臟보다 肝臟에서 카드뮴 蓄積量이 높게 나타났으며 血液에서 가장 낮게 나타났다. 또한 카드뮴 單獨 投與群과 카드뮴 과 Sodium Alginate 同時 投與群을 比較하여 보면 카드뮴 單獨 投與群보다는 Sodium Alginate 同時 投與群에서 카드뮴 蓄積量이 낮았으며 카드뮴 10 ppm과 Sodium Alginate 1% 同時 投與群에서는 統計적으로 有意한 差異를 보이지 않았으나(p > 0.05) 카드뮴 10 ppm 과 Sodium Alginate 10% 投與群에서는 統計적으로 有意한 差異를 보였다(p < 0.05).

### 3. 肝, 腎臟血液의 銅 濃度

表 4 에서 보는 바와 같이 肝에서 銅의 含量

Table 4. Concentration of Copper in Liver, Kidney and Blood of Mice

Treatment Group	(Unit: ppm)		
	Liver	Kidney	Blood
D	3.78±0.24*	3.72±0.12	1.56±0.17
E	3.62±0.22	3.32±0.24	0.45±0.13
F	2.22±0.11**	2.92±0.52**	1.21±0.14**
G	2.42±0.10	2.67±0.29	0.59±0.01

\* Meam ± standard deviation

\*\* P < 0.05 Compared with 10ppm Copper Group

은 正常群인 G群에서는 2.42±0.10 ppm 이었으며 D群이 3.78±0.24 ppm 으로 가장 높고 E群 3.62±0.22 ppm 順으로 높았으며 F群이 2.22±0.11 ppm으로 가장 낮았고, 카드뮴 單獨 投與群과 Sodium Alginate 同時 投與群과의 有意性은 Sodium Alginate 10%群인 F群에서만 있었다(p < 0.05).

腎臟에서 銅의 蓄積量은 D群이 3.72±0.12 ppm으로 가장 높게 나타났고 E群은 3.32±0.24 ppm, F群 2.92±0.52 ppm 이었으며 正常群인 G群은 2.67±0.29 ppm 으로 가장 낮게 나타났다.

血液의 銅 含有量은 正常群인 G群에서 0.59±0.04 ppm을 보였으나 銅 單獨 投與群인 D群에서는 1.56±0.17 ppm, 銅과 Sodium Alginate 複合 投與群인 E群과 F群에서는 各各 1.45±0.13 ppm, 1.21±0.14 ppm 으로 正常群에 比하여 높았으며 銅 및 Sodium Alginate 10% 複合 投與群에서만 有意하였다 (P < 0.05).

各臟器別 銅의 含有量은 肝臟에서는 各各 3.78±0.24 ppm, 3.62±0.22 ppm, 2.22±0.11 ppm, 腎臟은 3.72±0.12 ppm, 3.32±0.24 ppm 2.92±0.52 ppm, 血液에서 1.56±0.17 ppm, 1.45±0.13 ppm, 1.21±0.14 ppm으로 肝臟의 銅 蓄積量이 높게 나타났다.

#### 4. 카드뮴과 銅의 排泄量

카드뮴과 銅의 mouse 糞內 含有量은 Table 5 와 같다. mouse 糞內 카드뮴 含有量은 카드뮴 單獨 投與群인 A 群은  $8.12 \pm 0.11$  이 排泄되었으며 B 群은  $8.68 \pm 0.53$  ppm, C 群은  $9.23 \pm 0.13$  ppm 으로 나타났으며 카드뮴 10 ppm 과 Sodium Alginate 10% 投與群인 C 群에서 有意하였다( $p < 0.05$ ).

銅의 含有量은 F 群이  $30.24 \pm 0.90$  ppm 으로 가장 높게 나타났고 E 群은  $27.03 \pm 0.85$  ppm 이었으며, D 群은  $20.34 \pm 0.16$  ppm 으로 가장 낮게 나타났다. 銅과 Sodium Alginate 를 同時 投與한 E 群과 F 群에서는 各各  $27.03 \pm 0.85$  ppm,  $30.24 \pm 0.90$  ppm 으로 나타나서 銅 單獨 投與群보다 높았고 統計學的으로 모두 有意한 差異를 보였다( $p < 0.05$ ).

#### IV. 考 察

重金屬이 體內에 미치는 影響에 對해서는 Axellson<sup>2)</sup>, Vallee<sup>3)</sup>, Tsuchiya<sup>5)</sup>, Tetuya<sup>6)</sup> 등 많은 學者들에 依하여 報告가 되어 있고, 生體內에서 重金屬의 吸收抑制에 對해서는 海藻類에 들어있는 Alginic acid가 效果가 있는 것으로 Sutton等<sup>30)</sup>이 報告한 바 있다.

本 研究에서는 Ion 交換能力이 있고 無毒하여 食品添加物로도 使用되고 있는 Sodium Alginate가 重金屬 吸收抑制에 效果가 있는가를 알아보고자 카드뮴과 銅을 各各 10 ppm 씩 投與하고 카드뮴 投與群과 銅 投與群을 區分하여 Sodium Alginate 를 低濃度에서 高濃度로 同時 投與해 따른 mouse 의 體重增加率, 各臟器別 蓄積量, 그리고 排泄量을 測定하였다.

體重 變化는 大森等<sup>31)</sup>에 依하면 體重 1 kg 當  $CdCl_2$  1 mg 을 1 日 1 回 投與했을 때 約 2 週日 後부터 體重 增加抑制 傾向이 있다고 報告한 바 있는데 本 實驗에서는 銅 10 ppm 과 Sodium Alginate 1% 와 10% 同時 投與群

Table 5. Cadmium and Copper levels in feces of

Mice		
(Unit: ppm)		
Treatment Group	Cadmium	Copper
A	$8.12 \pm 0.11$	—
B	$8.68 \pm 0.53$	—
C	$9.23 \pm 0.13^{**}$	—
D	—	$20.34 \pm 0.16$
E	—	$27.03 \pm 0.85^{**}$
F	—	$30.24 \pm 0.90^{**}$
G	$1.17 \pm 0.14$	$11.53 \pm 0.26$

\* Mean  $\pm$  standard deviation

\*\*  $P < 0.05$  Compared with 10ppm Heavy Metals Group

을 除外한 카드뮴 10 ppm 單獨 投與群 및 카드뮴 10 ppm 과 Sodium Alginate 1% 와 10% 同時 投與群에서 大森等<sup>31)</sup>의 報告와 同一한 結果를 보였다.

카드뮴의 臟器別 分布에 對해서는 Samuel<sup>20)</sup>, Kello<sup>21)</sup>, 石澤<sup>22)</sup>, 吉川<sup>23)</sup>, Shank<sup>24)</sup>, Teare<sup>25)</sup>, John<sup>26)</sup> 등이 報告한 바 있는데 John<sup>22)</sup> 등에 依하면 카드뮴은 約 50% 가 肝 및 腎臟에 蓄積된다고 報告하였다. 또한 重金屬의 蓄積率은 一般的으로 腎臟보다 肝臟에서 높다고 WHO<sup>32)</sup>에서 報告한 바 있는데 本 實驗에서는 銅 10 ppm 單獨 投與群을 除外한 大部分의 實驗群에서 同一한 結果를 보였으며 血液內 重金屬 含有量 보다는 肝臟 및 腎臟內 重金屬의 蓄積量이 높게 나타났다.

Decker等<sup>33)</sup>에 依하면 카드뮴을 1 回 2 mg 씩 經口 投與했을 때 24 時間 後 40%, 72 時間 後 88% 가 糞으로 排泄되고 360 時間 後에는 98% 가 排泄된다고 報告한 바 있는데 本 實驗에서는 實驗이 끝난 21 日 後 mouse 의 糞內 Cadmium 含有量을 分析해 본 結果 Cadmium 單獨 投與群에서는 81.2%, Cadmium 과 Sodium Alginate 1% 同時 投與群에서는 86.8%, Cadmium 과 Sodium Alginate 10

多 同時 投與群은 92.3%로 나타나서 重金屬 單獨 投與群보다는 Sodium Alginate 複合 投與群의 排泄率이 높았으며 Sodium Alginate의 飼料內 添加 比率이 높을수록 重金屬의 排泄率도 높게 나타나서 Sodium Alginate가 重金屬의 體內 吸收에 抑制效果가 있는 것으로 思料된다.

또한 銅의 경우에는 投與量보다 排泄量이 많은 것은 本 實驗에서 銅의 經口 投與量을 微量 使用 했기 때문에 이미 體內에 蓄積되어 있었거나 既飼料中에 銅이 含有되어 있었기 때문에 排泄量이 많았던 것으로 생각되며 銅의 경우에도 Sodium Alginate 投與濃度에 따라서 排泄量도 많았다.

Sodium Alginate가 重金屬과 結合되면 不溶性 物質이 되어 그대로 排泄되기 때문에 重金屬의 腸內 吸收率도 떨어지는 것으로 생각된다. 따라서 重金屬 物質에 依한 環境汚染에 依해서 人間이나 動物이 被害를 받을 수 있기 때문에 重金屬을 解毒하거나 腸內 吸收를 抑制시킬 수 있는 方法 또는 物質 그리고 그 機轉을 더 많이 研究함이 앞으로 매우 必要한 課題라고 思料된다.

## V. 結 論

重金屬 中毒에 對한 Sodium Alginate가 미치는 影響을 알아보기 위해서 mouse 70마리를 使用하여 正常群과 카드뮴 10ppm 單獨投與群, 카드뮴 10ppm과 1% Sodium Alginate 複合 投與群, 카드뮴 10ppm과 10% Sodium Alginate 投與群, 銅 10ppm 單獨投與群, 銅 10ppm과 1% Sodium Alginate 群, 銅 10ppm과 10% Sodium Alginate 複合 投與群으로 區分하여 21日間 飼育한 後 ether로 麻醉하여 採血하고 肝臟, 腎臟, 血液 그리고 糞에서 카드뮴과 銅의 含有量을 測定한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 體重 變化率은 實驗 終了時 카드뮴 10ppm 및 1% Sodium Alginate 同時 投與群과 正常群이 높게 나타났으며 銅 10ppm과 10% Sodium Alginate 複合 投與群이 가장 낮게 나타났다.

2. 各 臟器中 카드뮴 蓄積量은 腎臟보다 肝臟에서 높게 나타났으며 血液에서 가장 낮게 나타났다. 그리고 카드뮴 單獨 投與群보다 Sodium Alginate 同時 投與群에서 낮게 나타났다.

3. 各 臟器中 銅 蓄積量은 肝臟에서 가장 높게 나타났고 그 다음 腎臟이 높게 나타났으며 血液의 濃度가 가장 낮았다. 銅과 Sodium Alginate 10% 同時 投與群에서 統計的인 有意한 差異를 보였다( $p < 0.05$ ).

4. 重金屬의 排泄量은 重金屬 單獨 投與群보다 Sodium Alginate 同時 投與群에서 많았으며 Sodium Alginate 投與率이 높을수록 排泄率도 높았다.

## 參 考 文 獻

1. Banis, R.J., Pond, W.G., Walker, E.F. and O'connor, J.R.: Dietary Cadmium, Iron and Zinc interactions in the growing rat, Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 130, 802-806, 1969
2. Axellson, B., and Piscator, M.: Renal denal damage after prolonged exposure to Cadmium, Arch. Environ. Health 12, 360-373, 1966
3. Vallee, B.L. and Ulmer, D.D.: Biochemical effects of Mercury Cadmium, and Lead, Ann. Riv. Biochem., 41, 91-128, 1972
4. Shaikh, Z.A. and Lucis, O.J.: Cd and Zn Binding in Mammalian liver and kidney, Arch. Environ. Health, 24, 419-425, 1972
5. Norbderg, G.F.: Effects of acute and

- chronic cadmium exposure of the testicles of mice, *Environ. Physiol.*, 1, 171-187, 1971
6. 用水廢水便覽 編集委員會編：用水廢水便覽，改訂二版，丸善株式會社，54，1972
  7. Tsuchiya K.: Causation of ouch - ouch diseases, Part II, Epidemiology and evaluation, *Keio, J.Med.*, 18,195,1969
  8. Deman, J.M.: Principles of Food Chemistry, 171-187, 1976
  9. 堀津浩章，前田達儀，支枝幹夫：醸酵工學雜誌，52，14，1974
  10. Sasser, L.B. and Tarbol, G.E.: Intestinal absorption and retention of cadmium in neonatal rat, *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 41, 423-431, 1977.
  11. Tetuya Taguchi, and Shosuke Suzuki: Absorption Rats of Cadmium orally Administered in single dose to rats, and the sites in the digestive canal primarily concerned in Absorbing Cd, *Japanese, Journal of Hygiene*, 34:2, 376-381, 1979
  12. Hamilton, D.L. and Valberg, L.S.: Relationship between cadmium and iron absorption, *Am. J. Physiol.*, 227, 1033-1037, 1974
  13. Tetsuya, Taguchi and Shosuke Suzuki: The metabolism of  $^{109}\text{Cd}$  Administered to mice previously given an oral dose of cadmium, *Japanese Journal of Hygiene*, 34:2, 382-386, 1979
  14. 田口徹也，鈴木庄亮：經口投與Cdの吸收率に及ぼすCd前處置の影響，*Japanese Journal of Hygiene*, 34 : 2287 387 1979
  15. Webb, M.: Binding of Cadmium ions by rat Liver and Kidney, *Biochem. Pharmacol.*, 21, 2751-2765, 1972
  16. Shaikh, Z.A. and Lucis, O.J.: Biological Differences in Cd and Zn Turnover, *Arch. Environ. Health*, 24, 410-418, 1972
  17. Cotzias, G.C., Brog, D.C. and Selleck, B.: Virtual Absence of turnover in Cadmium metabolism:  $\text{Cd}^{109}$  studies in the mouse, *Amer. J. Physiol.*, 201, 927-930, 1961,
  18. Valberg, L.S., Sorbie, J. and Hamilton, D.L.: Gastrointestinal metabolism of cadmium in experimental iron deficiency, *Am. J. Physiol.*, 231, 462-467, 1976
  19. Tetsuya Taguchi, Shosuke Suzuki: The metabolism of  $^{109}\text{Cd}$  Administered to mice previously given an oral dose of Cadmium, *Japanese Journal of Hygiene*, 34:2, 382-386, 1979
  20. Samuel, A.G. and Thelma, C.G.: Selective accumulation of  $\text{Cd}^{115}$  by Cortex of rat Kidney, *Proc. Soc. Expt. Biol. Med.*, 96, 820-823, 1957
  21. Kello, D. and Kostial Krista: Influence of age on whole-body retention and distribution of Cd in the rat, *Environ. Res.*, 14, 92-98, 1970
  22. 石澤正一，岡田恭子：Cd 投與ラットの臓器内金属分布の變動，*日衛誌*, 25, 79, 1970.
  23. 吉川博：Cd 投與後の體內蓄積とそおに伴うCuとZnの變動，*産業醫學*, 16, 488-489, 1974
  24. Shank, K.E., Vetter, R.J. and Ziemer, P.L.: Uptake and distribution of cadmium following repeated administrations, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 6, 63-68, 1977
  25. William S. Webster: Cadmium-induced fetal growth retardation in the mouse, *Arch. Environ. Health*, 33,36-42, 1978
  26. Teare, F.W., Read, P.R., Pyttel., R.B. and Jasansky, P.A.: Short and Long-term cadmium distribution in rat livers after different routes of Administration, *Arch. Environ. Health*, 33,53-58, 1978
  27. Taguchi, T. and Suzuki, S.: Cadmium binding components in the supernatant fraction of the small intestinal mucosa

- of rats administered Cadmium, *Jap. J. Hyg.*, 33, 467-473, 1978
28. 李鶴燮, 車喆煥 : 카드뮴 中毒으로 인한 白鼠 丸 組織의 變化와 마늘의 防禦效果, 高麗醫大論集, 21, 39, 1984.
  29. Waldron E.D., Paul, T.M. and Skoryna, S.C.: Suppression of intestinal absorption of radioactive strontium by naturally occurring non-absorbable polyelectrolytes, 205, 1117, 1965.
  30. Sutton. A.: Reduction of Strontium absorption in man by the addition of Alginate to the diet, *Nature*, 216, 1005, 1967
  31. 大森義仁, 高伸正, 小野田欽一, 中浦榎介, 浦久保五郎, 長谷川明 : 有害金屬の生體拳動に關する研究(第1報), 食品衛生雜誌(日本), 16, 172, 1975.
  32. John Doull, Curtis D. Klaassen, Mary, O. Amdur: Casarett and Doull's Toxicology, Macmillan Publishing Co., Inc. 428-435, 1975
  33. WHO: Health Hazards of the Human Environment, 176-177, Geneva, 1972
  34. Decker C.F., Byerrum, R.U. and Hopfert, C.A.: A Study of the distribution and retention of Cadmium-115 in the albino rat, *Arch. Biochem. Biophys.*, 66, 140, 1957.