

亞鉛이 鉛中毒 白鼠에서 肝 및 腎臟의 鉛蓄積과 血中
 δ -Aminolevulinic Acid Dehydrase 活性도에 미치는 影響

裴恩相 · 林國煥 · 金榮煥

高麗大學校 保健專門大學

The Effects of Zinc on δ -Aminolevulinic Acid Dehydrase Activities in Blood
and Lead Accumulation in Livers and Kidneys in Rats

Eun Sang Bae, Kook Hwan Rhim, Young Hwan Kim

Junior College of Public Health and Medical Technology, Korea University

Abstract

The purpose of the study is to determine the effects of Zn in lead poisoning rats by way of examining interaction mechanism of Pb and Zn.

The fifty-five rats were Pb divided into four groups such as Zn group, group, Pb and Zn group, and control group. The rats of Zn group and of Zn and Pb group were subdivided into four groups by dose of Zn respectively ; 250 mg/l, 500 mg/l, 1,000 mg/l and 2,000 mg/l.

The rats having been fed the above mentioned chemicals, were weighed every five days for fifty-five days, and the subjects were slaughtered for measuring δ -ALAD activities in blood and the accumulation amount of the chemicals in livers and kidneys.

The results of the study are summarized as following ;

1. As for body weight gains, those of the control group rats were the highest, and those of Pb group the lowest.
2. δ -ALAD activities of Pb group showed the tendency of decrease in comparison with those of control group. In Zn group, the subgroups of 250 mg/l and 500 mg/l showed higher activities than control group, whereas the subgroups of 1,000 mg/l and 2,000 mg/l showed lower.
3. Hb value of Pb group was lower than that of control group. In Zn group, Hb value of the groups of 250 mg/l and 500 mg/l was a little higher than that of control group, while that of the groups of 1,000 mg/l and 2,000 mg/l was lower.

4. The amount of Pb and Zn accumulated in liver was much higher than in kidney. The amount of Pb accumulated in organs of Zn and Pb group decreased gradually in contrast to high concentration of Zn.

I. 緒 論

物質文明의 發達과 더불어 現代生活과 密接한 關係를 갖게 된 各種 金屬資源의 利用은 날로 그 範圍가 넓어져가는 傾向에 있다.

重金屬 中에서도 鉛은 代表的인 것으로 그 利用度에 있어서나 金屬中毒面에 있어서나 首位를 차지하고 있다.

鉛中毒에 의한 生體反應에 關해서는 지금까지 많은 報告들이 있다. 即 標의 器官인 造血臟器, 腦, 腎臟 및 骨 等に 蓄積되어 生體合成障害, 貧血症, 腎機能變化, 神經組織變化, 生殖腺障害 等を 惹起한다는 事實은 잘 알려져 있다.¹⁻⁶⁾

이러한 重金屬들이 人體의 必須微量金屬元素인 亞鉛이 어느 정도의 濃度에서는 重金屬의 毒性을 低下시키지만 一定 過量의 濃度 以上에서는 血中 ALAD의 活性을 阻害하여 造血機能의 阻害作用이 나타난다고 Chen⁷⁾은 報告한 바 있다.

鉛中毒에 對한 亞鉛의 影響에 關한 國內報文은 찾아 볼 수 없었으나 外國의 報告으로는 Florian^{8,9)}, Frank¹⁰⁾ 外 等の 業積을 볼 수 있었다.

著者들은 鉛中毒에 對한 亞鉛의 補償效果 내지는 相互作用을 亞鉛의 低濃度 및 高濃度別로 區分하여 어느 程度 濃度水準에서 나타나는가를 알아 보코자 本 研究를 試圖하였다.

II. 實驗對象 및 方法

1. 實驗對象

實驗對象으로는 Sprague-Dawley 種 成熟 雌性白鼠를 同一條件下에 20餘日間 飼育한 후

實驗에 臨하였다.

實驗始作時 白鼠의 體重은 平均 $170 \pm 11.1g$ 이었다.

2. 實驗方法

實驗動物은 表1에서와 같이 正常群에 6마리, 鉛投與群에 5마리 亞鉛投與群에 濃度別로 各 各 5마리씩 그리고 鉛과 亞鉛同時投與群에 各 各 6마리씩 配分하여 合計 55마리를 사용하였다.

投與金屬試藥으로는 $Pb(CH_3COO)_2$ 와 $Zn(CH_3COO)_2$ 를 水道물에 溶解하여 金屬濃度로 換算하였으며 鉛投與濃度는 $400mg/l$ 로 하였고 亞鉛投與濃度에 있어서는 各 各 $250mg/l$, $500mg/l$, $1,000mg/l$ 및 $2,000mg/l$ 로 하였다. 鉛과 亞鉛의 同時投與濃度는 鉛 $400mg/l$ 과 위의 亞鉛濃度를 合한 量으로 하였다.

投與方法은 白鼠飼育用 給水瓶에 依한 自由로운 徑口投與로 하였으며 投與期間은 55日間

Table 1. Number of animals used for the experiment.

Treatment Group	Concentration (mg/l)		No. of Rat
	Pb	Zn	
Zn	—	250	5
	—	500	5
	—	1,000	5
	—	2,000	5
Pb + Zn	400	250	6
	400	500	6
	400	1,000	6
	400	2,000	6
Pb	400	—	5
Control	—	—	6
Total Number of Animals			55

이었고 體重測定은 5日 간격으로 하였다(表1 參照).

飼育(投與)期間 終了 後 白鼠를 ether 麻醉 하여 血液을 採取하고 나서 開腹後 肝 및 腎臟을 摘出하여 冷藏庫에 保管하면서 濕式灰化 하여 DDTC-Na 으로 處理하고 MIBK 試藥으로 抽出^{11,12)}한 다음 Atomic Absorption Spectrophotometer (Shimadzu AA-630-11)로 燃料是 Air-C₂H₂, Pb-283.3nm, Zn-213.8nm에서 吸光度를 測定하여 濃度單位 $\mu\text{g/wet g}$ 으로 定量하였다.

ALAD(δ -aminolevulinic acid dehydrase) 活性度測定은 白鼠血液 0.5ml에 對하여 2次 蒸溜水 3.25ml의 比率로 加하고 即時 血液試料로 하였으며 이 試料 1.5ml에 對하여 Nik-

kanen¹³⁾ et al 方法에 準해서 0.02M ALA(Sigma社)를 加한 후 1時間 反應시켜(pH 6.8) trichloroacetic acid 로서 反應을 停止시켜 生成된 porphobilinogen(PBG)을 Erlich試藥과 反應, 發色케 한 다음 555nm에서 Double-Beam Spectrophotometer (Shimadzu UV-150-02)를 使用, 吸光度를 測定하였고 아래式에 依해 ALAD의 活性度를 算出하였다.

$$\text{ALAD (activity)} = \frac{\text{absorbance (pH 6.8)}}{\text{Ht}} \times 109.4$$

단, Ht; Hematocrit, 단위: $\mu\text{ moles PBG/hr/ml of RBC}$

Hb 값은 Drabkin¹⁴⁾法에 依하여 540nm에서 吸光度를 測定하였고 標準液은 Ortho Corp. 製品을 使用하였다. 이 때 單位는 g/dl로 算

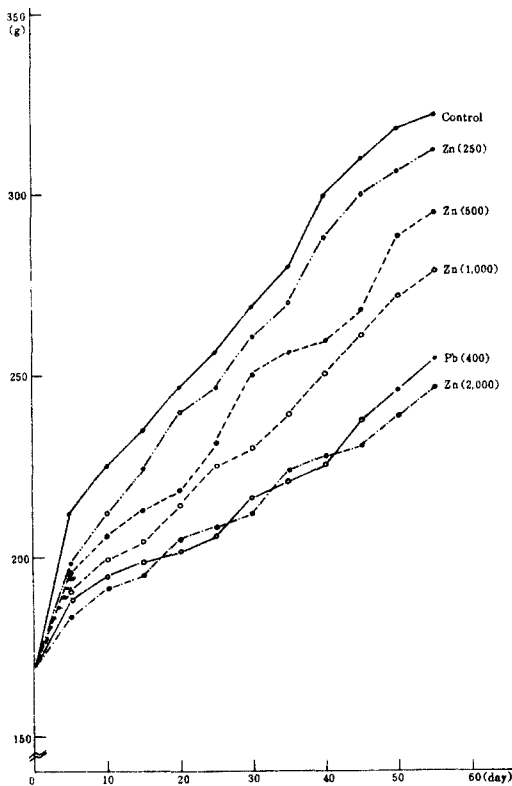


Fig. 1. Mean body weights of rats

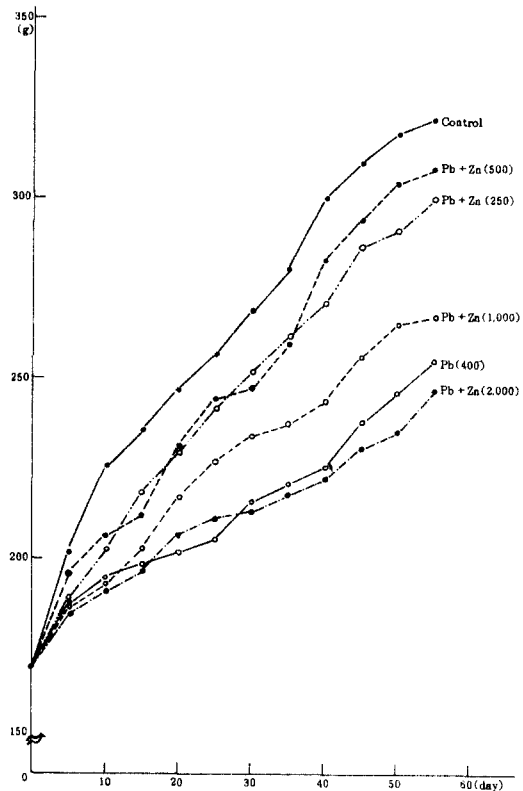


Fig. 2. Mean body weights of rats

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 圖1 및 圖2에서 보는 바와 같다. 即 正常群이 171.5 g에서 55日 후의 323g으로 增加한데 比하여 亞鉛 250mg/l, 500mg/l, 1,000mg/l 및 2,000 mg/l 濃度에서는 各各 312g, 295g, 279g 및 246g으로 投與濃度順으로 成長이 減少하였다.

그리고 鉛 400mg/l에서는 240g으로 正常群에 比하여 그 成長率이 低調하였다(圖1 參照).

한편 鉛과 亞鉛의 同時投與群에 있어서는 鉛 400mg/l과 亞鉛 500mg/l, 250mg/l, 1,000 mg/l 및 2,000mg/l의 投與濃度順으로 最終 體重은 各各 308g, 300g, 267g 및 246g을 보였다(圖2 參照).

2. 血中 ALAD活性度 및 Hb值의 變化

表2에서 보는 바와 같이 正常群의 ALAD 活性度는 $0.44 \pm 0.26 \mu\text{mol PBG/hr/m/RBC}$ (100%)인데 比해 鉛投與群에서는 0.32 ± 0.17 (79.74%)로 低下하였고 亞鉛群에 있어서는 500mg/l에서 0.82 ± 0.25 (186.36%)로 가장 높았고 2,000mg/l에서 0.22 ± 0.09 (50.00%)로

Table 2. Alteration of ALAD activity in blood of rats

unit: $\mu\text{mole PBG/hr/m/RBC}$

Zinc (mg/l)	250	500	1,000	2,000
Treatment				
Zn	0.54 ± 0.12 (122.73)	0.82 ± 0.25 (186.36)	0.34 ± 0.28 (77.27)	0.22 ± 0.09 (50.00)
Pb ± Zn	0.33 ± 0.12 (75.00)	0.35 ± 0.18 (79.55)	0.25 ± 0.19 (56.82)	$0.16 \pm 0.07^*$ (43.18)
Pb	0.32 ± 0.17 (72.73)			
Control	0.44 ± 0.26 (100.00)			

() : %

* Compared with Pb group ($p < 0.05$)

Table 3. Hemoglobin levels in blood of rats.

unit : g/dl

Zn (mg/l)	250	500	1,000	2,000
Treatment				
Zn	15.30 ± 0.39 (103.59)	15.13 ± 0.50 (102.44)	13.40 ± 1.42 (90.72)	11.12 ± 1.31 (75.29)
Pb ± Zn	12.87 ± 1.79 (87.14)	12.52 ± 2.88 (84.77)	11.42 ± 1.67 (77.32)	$8.18 \pm 2.02^*$ (68.25)
Pb	11.53 ± 1.35 (78.06)			
Control	14.77 ± 0.39 (100.00)			

() : %

* Compared with Pb group ($p < 0.05$)

가장 낮았다. 그리고鉛과亞鉛의同時投與群에 있어서는正常群보다모두低下되어250mg/l, 500mg/l, 1,000mg/l 및 2,000mg/l濃度에서各各 0.33±0.12(75.00%), 0.35±0.18(79.55%), 0.25±0.19(56.82%) 및 0.16±0.07(43.18)의 값을보였는데鉛投與群값과의統計學的有意性은鉛과亞鉛의同時投與群의2,000mg/l에서만있었다(P<0.05).

한편Hb値의變化는表3에서보는바와같이正常群에서는14.77±0.39g/dl(100%)였으나鉛群에서는11.53±1.35g/dl(78.06%)로低下하였고亞鉛群에 있어서는250mg/l과500mg/l에서비슷한값인15.30±0.39g/dl(103.59%)와15.13±0.50g/dl(102.44%)를보인反面1,000mg/l과2,000mg/l에서는減少傾向을보여13.40±1.42g/dl(90.72%), 11.12±1.31g/dl(75.29%)를各各 나타냈다. 그리고鉛과亞鉛의同時投與群에 있어서는亞鉛群보다는全體의으로 낮은 값을보여250mg/l, 500mg/l, 1,000mg/l 및 2,000mg/l의濃度順으로低下된12.87±1.79g/dl(87.14%), 12.52±2.88g/dl亞鉛이鉛中毒白鼠에서血中δ-Aminolevulinic Acid Dehydrase活性도와간및신장의鉛蓄積效果11.42±1.67g/dl(77.32%) 및8.18±2.02g/dl(68.25%)(P<0.05)를

各各 나타내었다.(表3參照).

3. 臟器中亞鉛 및鉛의蓄積量

表4에서보는바와같이肝臟에서亞鉛의含量은正常群에서22.07±3.17μg/g,鉛群에서28.64±5.12μg/g을보인데 비해亞鉛群에서는1,000mg/l以上濃度에서만正常群보다 훨씬 높아1,000mg/g에서37.65±3.44μg/g, 2,000mg/l에서59.32±5.97μg/g를各各 보였다. 그리고鉛과亞鉛의同時投與群에서도역시亞鉛과같은傾向인1,000mg/l에서30.71±2.88(P<0.01), 2,000mg/l에서39.45±3.73μg/g을보였다.

腎臟에 있어서는正常群이6.46±0.79μg/l,鉛群이8.24±1.18μg/l이었고亞鉛群에 있어서는1,000mg/l, 2,000μg/l에서만正常群보다 높은7.95±1.76μg/g, 10.48±1.03μg/g을各各 보였고鉛과亞鉛의同時投與群에서는亞鉛群보다全體의으로 높은 값을보여250mg/l, 500mg/l, 1,000mg/l 및 2,000mg/l에서各各7.04±1.26μg/g, 7.65±1.59μg/g(P<0.05), 15.36±2.01μg/g(P<0.01) 및18.64±2.32μg/g(P<0.01)을各各 나타냈다.

한편表5에서보는바와같이鉛蓄積量은肝臟에서正常群이4.83±1.89μg/g,鉛群이24.

Table 4. Zn levels in liver and kidney of rats

		unit : μg/g			
Organ	Zn(mg/l)	250	500	1,000	2,000
	Treatment				
Liver	Zn	18.31 ± 3.01	18.17 ± 2.93	37.65 ± 3.44	59.23 ± 5.97
	Pb ± Zn	19.08 ± 4.53	20.12 ± 2.37	30.71 ± 2.88**	39.45 ± 3.73**
	Pb	28.64 ± 5.12			
	control	22.07 ± 3.17			
Kidney	Zn	5.73 ± 0.85	5.84 ± 0.91	7.95 ± 1.76	10.48 ± 1.03
	Pb ± Zn	7.04 ± 1.26	7.65 ± 1.59*	15.36 ± 2.01**	18.64 ± 2.32**
	Pb	8.24 ± 1.18			
	control	6.46 ± 0.79			

Compared with Zn group (* p < 0.05, ** p < 0.01)

Table 5. Pb levels in liver and kidney of rats.

		unit : $\mu\text{g/g}$				
Organ	Treatment	Zn(mg/l)	250	500	1,000	2,000
		Liver	Zn	5.16 \pm 0.14	5.14 \pm 1.16	6.24 \pm 2.20
	Pb \pm Zn	21.49 \pm 3.69	22.57 \pm 5.72	17.13 \pm 2.94*	14.45 \pm 3.61**	
	Pb	24.76 \pm 6.87				
	control	4.83 \pm 1.89				
Kidney	Zn	1.02 \pm 0.12	1.13 \pm 0.19	1.78 \pm 0.26	2.35 \pm 0.83	
	Pb \pm Zn	7.93 \pm 2.27	5.66 \pm 1.71*	5.23 \pm 1.94**	4.88 \pm 0.91**	
	Pb	8.62 \pm 1.82				
	control	1.55 \pm 0.41				

Compared with Pb group (* p < 0.05, ** p < 0.01)

76 \pm 6.87 $\mu\text{g/g}$ 이었다. 亞鉛群에서는 正常群보다 약간 높은 傾向을 보여 濃度別로 5.14 \pm 1.16 $\mu\text{g/g}$ 에서 8.33 \pm 2.92 $\mu\text{g/g}$ 範圍였으나 鉛과 亞鉛 同時投與群에 있어서는 亞鉛投與濃度順으로 減少하여 250mg/l, 500mg/l, 1,000mg/l 및 2,000mg/l에서 各各 21.49 \pm 3.69 $\mu\text{g/g}$, 22.57 \pm 5.72 $\mu\text{g/g}$, 17.13 \pm 2.94 $\mu\text{g/g}$ (P<0.05) 및 14.45 \pm 3.61 $\mu\text{g/g}$ (P<0.01)을 各各 보였는 바 特히 亞鉛 1,000mg/l 濃度 以上에서 低濃로 蓄積되는 樣相을 보였다.

腎臟에 있어서는 正常群, 鉛群이 各各 1.55 \pm 0.41 $\mu\text{g/g}$, 8.62 \pm 1.82 $\mu\text{g/g}$ 이었고 亞鉛群에서는 肝臟의 경우와 같은 樣相으로 濃度順으로 增加하였고 鉛과 亞鉛의 同時投與群에 있어서도 500mg/l 以上에서 各各 5.66 \pm 1.71(P<0.05), 5.23 \pm 1.94(P<0.01) 및 4.88 \pm 0.91(P<0.01)의 順으로 減少하였다.

IV. 考 察

重金屬은 少量의 單一物質이라도 宿主의 條件 即 性別, 年齡, 營養狀態, 妊娠, 疾病 등에 따라 그 미치는 影響이 다르게 나타난다는 事實은 이미 잘 알려져 있으나 單一金屬에 依한 中毒過程의 發展에 比하여 二種 以上の 複合要

因에 依한 影響이나 여러 金屬間的 相互作用 내지 補償效果에 對해서는 아직까지 많은 研究가 要請되고 있다.

二種 以上の 重金屬이 全體에 미치는 相互作用¹⁵⁾에 있어서는 拮抗作用(antagonism), 相乘作用(synergism) 및 相加作用(additive), 의 세가지로 大別되는 바 이러한 現象은 첫째 二種 以上の 金屬의 吸收, 體內分布, 排泄過程에 따라 各 臟器는 臨界濃度에 變化를 주어 各 各 다른 生體變化를 일으키며 둘째로는 二種 以上の 金屬이 體內 相互作用에 依해서 直接 臨界臟器 濃度에 影響을 주어 各 臟器內 細胞에 따라 濃度分布에 차이를 가져오며 셋째로는 間接的인 作用으로 처음의 毒性物質이 酵素나 비타민과 作用해서 結果적으로 生成된 第二次物質의 作用에 變化를 받게 된다고 한다.

本 研究에서 亞鉛이 鉛中毒 白鼠에서 어느 정도의 補償效果가 나타나는 가를 알아보기 위하여 血中 ALAD의 活性度 Hb 值의 變化和 肝 및 腎臟의 蓄積度を 觀察하였다.

白鼠의 體重增加狀況은 正常群에 比해 亞鉛投與濃度順에 따라 減少한 바 이는 高濃度の 亞鉛(0.5~1.0%)을 經口與한 白鼠가 成長과 貧血에 原因이 된다고 한 Aden¹⁶⁾의 報告와 Chen⁷⁾ 등의 過量의 亞鉛 即 200ppm, 4000

ppm 濃度로 2個月 飼育할 때 正常群에 비하여 各各 22%, 41%程度 減少하였다는 結果로 理解할 수 있다. 鉛은 亞鉛보다 毒性이 強하며 鉛 400 mg/l 投與로 亞鉛 2,000 mg/l 投與보다 그 體重은 약간 높았다고 생각된다. 또한 鉛과 亞鉛의 同時投與群에서는 低濃度 範圍인 250 mg/l 과 500 mg/l 에서는 正常群의 體重과 큰 차이가 나지 않은 反面 1,000mg/l 과 2,000mg/l 에서는 확연히 減少하는 傾向을 보인 事實에 注目해야 한다고 본다.

鉛 暴露의 指標로서 血中 ALAD 活性度增加에 있어서는 正常群의 값을 100으로 볼때 鉛群에서는 約 73%인 反面 亞鉛群의 경우 250 mg/l 群과 500 mg/l 群에서는 各各 正常群의 122.73%, 186.36%로 亞鉛은 ALDA의 活性度를 上昇시키고 있으나 1,000 mg/l에서 77%, 2,000 mg/l에서 50%로 低下되어 亞鉛 1,000 mg/l 以上の 濃度에서는 補償作用이 아닌 毒作用으로 나타난다는 事實을 알 수 있는데 이는 鉛과 亞鉛의 同時投與群에 있어서도 같은 傾向으로 나타났다. 即 鉛群의 73%보다 亞鉛濃度 250 mg/l, 500 mg/l에서 약간의 補償作用이 있는 75% 및 約 80%로 나타났으나 亞鉛濃도가 1,000 mg/l, 2,000 mg/l에서는 鉛群보다 훨씬 低下된 값인 57% 및 43%로 各各 低下된 것으로도 알 수 있다 하겠다. Florian⁹⁾은 亞鉛濃度 200 mg/l 程度에서 鉛의 毒性을 緩和한다고 한 報告를 보면 理解할 수 있겠다. 또한 鉛으로 因한 ALAD 活性의 阻害는 亞鉛의 添加로 抑制할 수 있다는 Katsumaro¹⁷⁾의 指摘과도 一致한다.

또한 Hb 値에 있어서도 ALAD 活性度 變化 傾向과 같이 正常群에 비해 亞鉛投與濃度 1,000 mg/l 과 2,000 mg/l 에서만 約 91% 및 75% 水準이었고 鉛과 亞鉛의 同時投與群에 있어서도 鉛의 單獨投與 경우보다 500 mg/l 以下 濃度에서는 補償作用이 나타남을 볼 수 있으나 1,000 mg/l, 2,000 mg/l 에서는 鉛群의 78%

에 비해 77% 및 68%를 보여 低下된 값을 볼 때 역시 어느 濃度 以上の 亞鉛은 결국 有害하게 作用한다는 事實을 알 수 있다. 이는 金¹⁸⁾ 등의 報告와 Bans¹⁹⁾는 白鼠에서 亞鉛 200 ppm 投與로 카드뮴의 毒作用에 對하여 補償效果를 나타내고 있으나 亞鉛은 鐵分과 銅의 吸收를 阻害하는 作用이 있음으로 Hb 値는 14.9 g/dl에서 13.6 g/dl로 減少하였다는 報告은 이를 理解하는데 충분하다.

한편 亞鉛蓄積量을 보면 肝臟에 있어 亞鉛濃度 500 mg/l 以下에서 正常群과 鉛群에서 共同히 低含量을 보여 拮抗적으로 作用하였으나 1,000 mg/l 以上에서는 이들보다 월등히 높은 量을 보인 것은 어느 範圍를 넘어 相加 내지 相乘作用을 한 것으로 思料된다. 또한 腎臟에 있어서도 같은 樣相이었다.

이러한 事實은 鉛보다 亞鉛이 生體內에서 methallothionein에 對한 親和力이 強함으로 어느 濃度까지는 中毒性을 弱화시킨다고 推定한 Lucis²⁰⁾ 報告로 미루어 예측할 수 있고 어느 範圍를 넘는 過量에서는 代謝에 影響을 주며 ALAD 活性和 造血機能을 低下시킨다는 事實과 함께 理解할 수 있겠다.

또한 鉛蓄積量에 있어서는 肝臟의 경우 正常群의 값보다는 亞鉛投與濃度の 順으로 높았으나 亞鉛蓄積量 보다는 比較할 수 없을 程度로 낮아 亞鉛投與로 鉛의 뚜렷한 蓄積現象은 없음을 알 수 있다. 鉛과 亞鉛 同時投與群에 있어서는 亞鉛投與濃度 250 mg/l 과 500 mg/l 에서는 鉛群의 蓄積量 보다 약간 적었으나 1,000 mg/l 과 2,000 mg/l 에서는 뚜렷이 低下되어 亞鉛이 蓄積되는 代身 鉛의 蓄積을 防害한 結果라고 생각된다.

그리고 腎臟에 있어서도 大體적으로 肝臟의 경우와 같은 傾向으로 나타나 亞鉛群에 있어 1,000 mg/l 以上에서만 正常群의 값보다 약간 높았으며 鉛과 亞鉛의 同時投與群에 있어서는 鉛群의 값보다 鉛投與濃度 順으로 낮은 값을 보

인 것은 위의 肝臟의 경우로 미루어 理解하여
야 할 것으로 생각된다.

V. 結 論

白鼠의 鉛中毒에 對한 亜鉛의 補償效果를 알
아 보고자 白鼠 55마리를 使用하여 正常群, 亜
鉛群, 鉛과 亜鉛 同時投與群 및 鉛群으로 나누
었다. 亜鉛投與濃度를 250 mg/l, 500 mg/l,
1,000mg/l 및 2,000mg/l 로 區分하여 5日
간격으로 體重을 測定하고 55日間 投與飼育
한 후 ether 麻醉하여 採血하고 即時 .ALAD
의 活性度 및 Hb값을 測定하고 따로 開腹하
여 肝 및 腎臟의 鉛과 亜鉛의 蓄積量을 測定한
바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1) 體重變化는 飼育終了時 正常群이 가장
높고 鉛群, 亜鉛最高濃度의 順으로 낮았다.

2) ALAD 活性度 變化에 있어서는 正常群
에 비해 鉛群에서는 低下되었으며, 亜鉛群에서
는 投與濃度 500 mg/l 까지 正常群보다 높은
값을 보이다가 1,000 mg/l 부터는 오히려 낮은
값을 보였다.

鉛과 亜鉛 同時投與群에서는 正常群의 값보
다 共に 낮았으며 亜鉛投與濃度順으로 低下하
였다.

3) Hb 値는 鉛群이 正常群보다 낮았고 亜鉛
群에 있어서는 500 mg/l 까지는 正常群보다
약간 높았고 1,000 mg/l 以上에서는 오히려 낮
았다.

鉛과 亜鉛 同時投與群에서는 正常群의 값보
다 共に 낮았고 亜鉛投與濃度順으로 低下하
였다.

4) 組織內 亜鉛蓄積量은 腎臟보다 肝臟에서
훨씬 높았고 肝과 腎臟에서 共に 亜鉛群, 鉛과
亜鉛 同時投與群 모두 亜鉛投與濃度順으로 增
加하였으나 特히 1,000 mg/l 以上에서 高蓄積
現象을 보였다.

5) 組織內 鉛蓄積量 역시 肝臟에서 훨씬 높

았고 肝과 腎臟에서 共に 亜鉛群은 亜鉛投與濃
度順으로 增加한 反面 鉛과 亜鉛 同時投與群
에서는 減少하는 傾向을 보였다.

參 考 文 獻

1. 權彝赫: 最新保健學, 新光出版社, 367~
368, 1978.
2. 車喆煥: 公害와 疾病, 最新醫學社, 302
~306, 1974.
3. 曹圭常: 産業保健學, 修文社, 166~167,
1979.
4. 金令木繼美外: 重金屬 中毒, 醫齒藥出版
社, 10~72, 1978.
5. Maxcy-Rosenau: Preventive Medicine
and Public Health, 10th ed., Appleton
-Century-Crofts, New York, 908~
913, 1973.
6. Goyer, R.A.: Lead Toxicity: A Problem
in Environmental Pathology 64(1),
167~171, 1971.
7. Chen, R.W. et al: Accumulation and
depletion of zinc in rat Liver and Ki-
dney methallothioneins, J.Natr., 107,
805~813, 1977.
8. Florian L.C., Richard M.F.: Influence
of dietary zinc on lead toxicity in
the rat, J.Nutr., 106: 680~696, 1976.
9. Florian L.C.: Influence of dietary zi-
nc on lead toxicity during gestation
and lactation in the female rat, J.
Natr. 109: 1703~1709, 1979.
10. Frank, S.H et al: Interaction of di-
etary calcium with toxic levels of lead
and zinc in pigs, J.Natr., 105: 112~
118, 1975.
11. 日本藥學會編: 衛生試驗法註解, 金原出版
社, 290~313, 1973.

12. 神奈川公害センタ： 公害關係の分析法と解説，改正 2 版，神奈公害對策事務局，6～13，1972.
13. Nikkanen, J. et al: Modification of the δ -ALAD test and their significance for assessing different intensities of lead exposure, Work Environ. Health, 9:46, 1972.
14. 金井泉：臨床検査法提要，金原出版社，東京，VI-14，1978.
15. 金榮煥：카드뎴과 鉛의 單獨 및 複合投與時 白鼠 臟器內 蓄積에 關한 研究，大韓保健協會誌，第 7 卷，第 2 號，42~45，1981.
16. Aden, C.M., Gennard, M.: Studies on growth, copper metabolism and iron metabolism of rats fed high levels of zinc, J.Nutrition, 72, 233~235, 1960.
17. Katsumaro, T.: Interaction of zinc and tin or copper on the activity of erythrocyte δ -aminolevulinic acid dehydrase in vitro, Jap. J. Ind. Health, vol. 21, 186~187, 1979.
18. 金榮煥外：카드뎴中毒白鼠에서 亞鉛이 肝 및 腎臟의 蓄積變化와 血中 Alkaline Phosphatase 活性度에 미치는 影響，大韓保健協會誌，第 9 卷，第 1 號，136~138，1983.
19. Bans, R.T. et al: Wietary cadmium, iron and zinc interaction in the growing rat. Proc. Sec. Exptl. Biol - Med., vol. 130, 802~805, 1969.
20. Lucis, O.J. et al: Cadmium and zinc in pregnancy and lactation, Arch. Environ. Health, vol. 25, July, 1972.