

食餌 Selenium이 납중독된 흰쥐에 있어서 δ -Aminolevulinic Acid Dehydratase 활성에 미치는 영향*

방진숙·이순재**

효성여자대학교 식품영양학과

Effect of Dietary Selenium on δ -Aminolevulinic Acid Dehydratase Activity in Lead Poisoned Rats

Jin-Sook Bang · Soon-Jae Rhee

Department of Food Science and Nutrition, Hyosung Women's University

ABSTRACT

The effect of dietary selenium on the activity of δ -aminolevulinic acid dehydratase (ALAD) inhibited by the administration of lead were investigated in rats. The levels of dietary lead in the acetate form were 0(control), 200, 1,000, 2,000 and 5,000ppm. Except control group, four-level of lead diet groups were again subdivided into two, depending on with and without 0.5ppm selenium supplementation. Sixty-three 40-day-old male Sprague-Dawley rats weighing 141 ± 5 g were distributed into total of nine diet groups according to RCB design and fed ad libidum for 4 weeks. Lead dietary groups did not show any significant difference in food intake from the control group. Food efficiency and weight gain were lower in 2,000ppm and 5,000ppm lead groups than those of control. Increases in kidney weights were observed in 200, 1,000ppm lead dietary groups, but not found in selenium supplemented ones. Hemoglobin contents, hematocrit values, ALAD activities in blood were significantly decreased and urinary aminolevulinic acid (ALA) excretion increased with increasing dietary lead levels, but partly restored by selenium supplementation, however, only in 200, 1,000 and 2,000ppm dietary lead groups. On the other hand, the hepatic ALAD activities of all four lead groups were recovered 19-30% from suppression by selenium supplementation.

It was concluded that selenium administration alleviated lead toxicity in rats.

KEY WORDS : lead · selenium · aminolevulinic acid dehydratase.

*이 논문은 1990년도 문교부지원 한국학술진흥재단의 지방대·육성 학술연구조성비로 이루어진 연구결과의 일부임.

**To whom correspondence should be sent.

채택일자 : 1991년 12월 26일

서 론

고도의 산업화로 남은 산업장의 폐수나 자동차와 같은 내연기관의 배기가스등으로 인해 자연계에 널리 분포해있는 실정이다. 인체에는 주로 오염된 식품의 섭취로부터 들어오며, 납이 인체에 축적되었을 때는 체중감소, 빈혈, 간, 신장등 장기의 형태학적, 생화학적변화, 면역능력의 감소에 의해 혈액순환계질병, 암, 중추신경계의 이상과 같은 여러가지 중독현상을 일으킨다¹⁾²⁾. 이러한 납에 의한 중독현상중에서 빈혈현상을 초래하는 것은 적혈구의 용혈작용과 더불어 hemoglobin합성에 관여하는 δ -aminolevulinic acid dehydratase (ALAD) 효소의 활성을 저해하여³⁾⁴⁾ aminolevulinic acid(ALA)의 뇨중 배설을 증가시키므로써 조혈작용이 저해된다는 보고가 있으며⁵⁻⁵⁾, De Bruin⁶⁾은 납이 ALAD의 SH기를 불활성화시키므로써 조혈기능이 악화된다고 보고하였다. 이러한 납오염에 대한 예방의 수단으로써는 환경 및 식품의 오염을 방지하는것도 중요하지만 현실적으로 볼 때 식품, 공기, 토양등을 통한 예기치않은 오염도 가능하므로 생체는 그 독성으로부터의 방어가 필요하므로 생체내 독성과 그의 해독에 관한 영양학적 연구검토는 중요한 과제로 생각한다. 중금속의 해독에 관한 연구는 많이 보고⁷⁻¹⁷⁾되고 있지만 생체내의 항산화제로써 또 중금속의 해독물질로써 알려진 셀렌이¹²⁾¹⁷⁾ 납중독된 흰쥐의 조혈작용에 미치는 연구는 결여된 편이다. 전보¹⁴⁾에서 흰쥐에 납중독시 식이내 0.5ppm의 Se를 첨가시킨군은 비첨가군에 비해 납에 의한 간장조직의 과산화적 손상이 현저하게 감소되었는데 이러한 결과는 항산화계효소 특히 Se 의존성 효소인 glutathione peroxidase가 납에 의해 그 활성이 감소되었으나, Se 첨가에 의해 현저하게 증가됨을 보고한 바 있다. 또한 상술한 바와 같이 납중독시 나타나는 조혈기능 장애는 납에 의해 ALAD 효소의 SH기의 불활성화에 의한 원인이라고 보고되고⁶⁾있고, 또 Se의 해독작용은 불명확하지만 glutathione과 같은 항산화물질의 SH기에 Se이 치환

되므로써 이의 불활성화를 막아 준다고 알려져 있다¹²⁾¹⁵⁾. 따라서 납중독시 식이내에 Se를 첨가할 경우 ALAD 효소의 불활성화가 감소될 수 있는지, 또 Se의 영향이 미칠수 있는 납함량의 수준이 어느 정도 인지를 알아보는 것은 의의가 있다고 본다. 따라서 본 연구는 흰쥐에 납함량의 수준을 달리 하고 여기에 셀렌을 첨가한 식이군과 비첨가식이군으로 나누어 사육한 후 혈중 hemoglobin함량, hematocrit치, ALAD효소활성 및 뇨중 ALA함량을 측정하므로써 납중독시 조혈작용에 미치는 셀렌의 영향을 알아 보고져 시도하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물 및 식이

실험동물은 Sprague -Dawley 종 수컷 흰쥐로 5주된 쥐를 구입하여 일정한 환경에서 7일간 예비 사육한 후 체중이 평균 $141 \pm 5g$ 이 된것을 체중에 따라 난괴법(Randomized Complete Block Design)에 의해 Table 1과 같이 7마리씩 9군으로 나누어 4주간 사육하였으며, 기본 식이는 Table 2와 같고 납공급원으로는 lead acetate를 셀렌은

Table 1. Classification of experimental groups

Experimental group	Pb content ¹⁾ (ppm)	Se content ²⁾ (ppm)
Control	-	-
200P 200PS	200 200	- 0.5
1000P 1000PS	1,000 1,000	- 0.5
2000P 2000PS	2,000 2,000	- 0.5
5000P 5000PS	5,000 5,000	- 0.5

1) Lead acetate : $(CH_3COO)_2 Pb \cdot 3H_2O$

2) Sodium selenite : Na_2SeO_3

Control : basal diet

200P : basal diet+200ppm Pb

200PS : basal diet+200ppm Pb+0.5ppm Se

1000P : basal diet+1,000ppm Pb

1000PS : basal diet+1,000ppm Pb+0.5ppm Se

2000P : basal diet+2,000ppm Pb

2000PS : basal diet+2,000ppm Pb+0.5ppm Se

5000P : basal diet+5,000ppm Pb

5000PS : basal diet+5,000ppm Pb+0.5ppm Se

Selenium이 δ -Aminolevulinic Acid Dehydratase 활성에 미치는 영향

Table 2. Composition of basal diet

Ingredients	(g/1,000g diet)
Corn starch ¹⁾	670
Casein ²⁾	180
Corn oil ³⁾	50
Salt mix ⁴⁾	40
Vitamin mix ⁵⁾	10
Cellulose ⁶⁾	50
Kcal/g	3.85

- 1) Pung Jin Chem. Co.
- 2) Latic Casein, 30mesh, New Zealand Dairy Board, Wellington, N.Z.
- 3) Dony Bang Oil Co.
- 4) Salt mixture : g per 100g of salt mix ; CaCO₃, 30.0g ; CaHPO₄ · 7H₂O, 7.5g ; K₂PO₄, 32.2g ; NaCl, 16.7g ; MgSO₄ · 7H₂O, 10.2g ; ferric citrate, 2.75g ; MnSO₄, 0.51g ; KI, 70mg ; CuCl₂ · 5H₂O, 35mg ; ZnCl₂, 25mg ; CoCl₂ · 5H₂O, 5mg ; (NH₄)Mo₇O₂₄ · 4H₂O, 5mg.
- 5) Vitamin mixture : g per 1kg diet ; thiamine-HCl, 20mg ; riboflavin, 20mg ; pyridoxine, 20mg ; folic acid, 10mg ; nicotinic acid, 90mg ; d-calcium pantothenate, 60mg ; biotin, 1mg ; menadione, 45mg ; vitamin B₁₂ (0.1% triturate in mannitol), 20mg ; retinyl acetate, 2,000IU ; cholecalciferol, 1,000IU ; choline, 1.5g ; inositol, 0.1g ; vitamin C, 0.9g ; δ -aminobenzonic acid, 0.1g.
- 6) CMC(Sodium carboxyl methyl cellulose, non-nutritive fiber)

sodium selenite를 식이에 섞어 급여하였으며 물과 식이는 자유롭게 섭취시켰다.

2. 식이섭취량 및 체중증가량

식이 섭취량은 매일, 그리고 체중은 일주일에 2번씩 전 실험기간을 통하여 일정한 시간에 측정하였다.

3. 식이효율(Food Efficiency Ratio)

전체중 증가량을 같은 기간동안의 식이 섭취량으로 나누어 줌으로써 계산하였다.

4. 각종장기, 혈액, 뇨의 채취

뇨의 채취는 실험 마지막주 3일간 대사장에서 뇨를 채취하여 냉장보관하여 분석에 사용하였고

혈액은 실험종료후 마취상태에서 복부 대동맥으로 채취하여 heparin처리된 용기에 담아 분석에 사용하였으며 간, 신장, 뇌, 폐등은 적출하여 생리 식염수로 씻어내고 무게를 측정하였다.

5. 시료의 분석

1) 혈액중의 Hemoglobin 함량과 Hematocrit 측정

혈액중의 Hemoglobin 측정은 Cyanmethemoglobin¹⁸⁾법으로 측정하였으며, Hematocrit측정은 모세관법¹⁹⁾을 이용하였다.

2) 혈액 및 간조직의 ALAD활성측정

혈액중의 ALAD측정은 Mauzerall 및 Grank²⁰⁾와 Weissberg 등²¹⁾의 방법에 준하였으며 간조직중의 ALAD 측정은 Cerklewski 및 Forbes 등¹⁷⁾의 방법에 따라 측정하였다.

3) 뇨중의 ALA배설량 측정

뇨중의 ALA 배설량은 Wada등의 방법²²⁾에 의하여 Spectrophotometer로 556nm에서 그 흡광도를 측정하였다.

6. 통계처리

모든 실험결과에 대한 통계처리는 각 실험군 별로 평균차이가 있는가를 검정하기 위하여 분산 분석(ANOVA 검정)을 수행하였으며, 분산분석결과 유의성이 발견된 경우 Tukey's HSD test에 의해 분석하였다.

결 과

1. 식이섭취량, 식이효율, 체중 및 장기무게

실험 4주간의 식이섭취량, 식이효율은 Table 3과 같으며 체중증가량 및 장기무게는 Table 4와 같다. 실험군의 식이섭취량은 식이군간의 유의적인 차이가 없었으며 식이 효율 및 체중증가량은 대조군 및 타실험군에 비하여 2000P군과 5000P군에서 유의적으로 낮았으며 셀렌을 첨가한 2000PS, 5000PS군은 타실험군과 차이가 없었다. 장기무게를 관찰한 결과 다른 장기들은 실험군간의 차이가 없었으나 신장은 200P, 1000P군에서 대조군 및 타실험군 보다 다소 높았으나 셀렌을 첨가했을

Table 3. Food intake, weight gain, food efficiency ratio of experimental rats

Group	Food intake	Weight gain	FER
	(g/day)	(g/4wks)	
Control	16.42 ± 0.81 ^{N.S.}	125.5 ± 0.01 ^a	0.27 ± 0.01 ^a
200P	16.09 ± 0.79	124.2 ± 4.52 ^a	0.27 ± 0.01 ^a
200PS	15.20 ± 0.43	121.37 ± 8.23 ^a	0.27 ± 0.01 ^a
1000P	14.26 ± 0.85	118.17 ± 7.02 ^a	0.27 ± 0.02 ^a
1000PS	15.35 ± 0.28	119.86 ± 3.52 ^a	0.28 ± 0.01 ^a
2000P	15.10 ± 0.73	107.59 ± 3.66 ^b	0.24 ± 0.02 ^b
2000PS	14.83 ± 0.39	115.43 ± 2.71 ^{ab}	0.26 ± 0.01 ^{ab}
5000P	14.56 ± 0.54	97.71 ± 6.99 ^b	0.24 ± 0.02 ^b
5000PS	15.27 ± 0.33	113.36 ± 12.22 ^{ab}	0.26 ± 0.03 ^{ab}

All values are mean ± SE (n=7)

Values within a column with different superscripts(a, b) are significantly different at p<0.05 by Tukey's test

N.S. : Not significant at p>0.05 by Tukey's test

Table 4. Effect of dietary selenium and lead on weight of organ in rats

Group	Liver	Kidney	Brain	Lung
	(g/100g body wt)	(g)	(g)	(g)
Control	3.48 ± 0.25 ^{N.S.}	0.64 ± 0.04 ^a	0.46 ± 0.02 ^{N.S.}	0.71 ± 0.08 ^{N.S.}
200P	3.56 ± 0.17	0.80 ± 0.05 ^b	0.48 ± 0.01	0.76 ± 0.13
200PS	3.41 ± 0.21	0.70 ± 0.02 ^{ab}	0.45 ± 0.01	0.70 ± 0.10
1000P	3.85 ± 0.17	0.79 ± 0.04 ^b	0.51 ± 0.04	0.61 ± 0.03
1000PS	3.59 ± 0.23	0.74 ± 0.02 ^{ab}	0.52 ± 0.03	0.73 ± 0.06
2000P	3.77 ± 0.13	0.72 ± 0.02 ^a	0.46 ± 0.02	0.76 ± 0.06
2000PS	3.79 ± 0.21	0.70 ± 0.04 ^{ab}	0.51 ± 0.04	0.62 ± 0.03
5000P	3.88 ± 0.28	0.73 ± 0.03 ^a	0.52 ± 0.04	0.73 ± 0.08
5000PS	3.80 ± 0.23	0.73 ± 0.03 ^a	0.49 ± 0.02	0.65 ± 0.05

All values are mean ± SE(n=7)

Values within a column with different superscripts(a, b) are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

N.S. : Not significant at p>0.05 by Tukey's test.

때는 (200PS, 1000PS군) 차이가 없었다.

2. 혈액중 Hemoglobin 함량과 Hematocrit치

혈액중 hemoglobin 함량은 Table 5에서와 같이 200P군은 대조군에 비해 차이가 없었으나 그외 모든 실험군이 대조군에 비하여 유의적으로 낮았으나 1000P, 2000P, 5000P 상호간에는 유의성이 없었다. 납함량이 1000ppm, 2000ppm 일때 셀렌을 첨가한 1000PS, 2000PS군에서는 hemoglobin 함량이 비첨가군 1000P, 2000P에 비해 증가되었으며, 대조군과는 유의적 차이가 없었다. 그러나 납함량이 높은 5000PS군에서는 셀렌의 영향이 없었다. 식이중 납함량에 따른 혈액중 hematocrit치도 (Table 5) hemoglobin에서와 비슷한 경향이었다.

Table 5. Values of hemoglobin and hematocrit of blood in rats

Group	Hemoglobin	Hematocrit
	(g/100ml)	(%)
Control	11.82 ± 0.25 ^a	42.59 ± 1.04 ^a
200P	12.10 ± 0.42 ^a	40.51 ± 0.98 ^{ac}
200PS	11.50 ± 0.47 ^{ac}	40.42 ± 1.19 ^{ac}
1000P	9.30 ± 0.30 ^b	37.13 ± 1.11 ^b
1000PS	11.05 ± 0.66 ^{ac}	39.64 ± 0.56 ^c
2000P	9.82 ± 0.27 ^b	37.19 ± 0.68 ^b
2000PS	10.93 ± 0.27 ^{ac}	38.99 ± 0.66 ^c
5000P	9.25 ± 0.63 ^b	36.31 ± 0.91 ^b
5000PS	9.94 ± 0.39 ^b	38.10 ± 1.04 ^{bc}

All values are mean ± SE(n=7)

Values within a column with different superscripts (a, b, c) are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

Table 6. Aminolevulinic acid dehydratase activity in rat blood and liver fed diets with different levels of lead and selenium

Group	ALAD activity in blood	ALAD activity in liver
	(μ mol PBG/ml RBC/min)	(μ mol PBG/g tissue/min)
Control	64.88 \pm 4.09 ^a	181.36 \pm 5.64 ^a
200P	25.19 \pm 1.01 ^b	130.16 \pm 3.55 ^{bd}
200PS	29.88 \pm 1.15 ^c	158.98 \pm 3.29 ^c
1000P	20.26 \pm 1.31 ^d	121.69 \pm 5.41 ^{be}
1000PS	25.72 \pm 1.96 ^{bc}	136.31 \pm 4.85 ^{bd}
2000P	15.36 \pm 1.94 ^e	111.34 \pm 5.20 ^{cf}
2000PS	22.33 \pm 2.62 ^{bd}	128.48 \pm 4.45 ^{bd}
5000P	15.89 \pm 1.13 ^e	107.17 \pm 6.18 ^c
5000PS	16.98 \pm 1.07 ^{cd}	122.48 \pm 3.65 ^{bf}

All values are mean \pm SE (n=7)

Values within a column with different superscripts (a,b,c,d,e,f) are significantly different at $p < 0.05$ by Tukey's test.

3. 혈액 및 간장중의 ALAD 활성

혈액중의 ALAD 활성은 Table 6에서와 같이 200 P, 1000P, 2000P, 5000P군에서는 대조군의 ALAD 활성치에 비하여 각각 39.3%, 31.6%, 23.5%, 24.5% 수준으로 현저하게 낮았으며 간장중의 ALAD 활성(Table 6)도 대조군의 값에 비하여 200P, 1000P, 2000P, 5000P군에서 각각 71.8%, 67.1%, 60.3%, 55.8% 수준으로 감소하므로써 납함량이 증가됨에 따라 혈액 및 간장중의 ALAD 활성저해가 현저함을 알 수 있었다. 또 ALAD활성에 미치는 셀렌의 영향을 관찰한 결과 혈액에서는 셀렌첨가군인 200PS, 1000PS, 2000PS군이 비첨가군인 200P, 1000P, 2000P군에비해 각각 유의적으로 증가되었으나, 간장중의 ALAD 활성은 200PS, 1000PS, 2000PS, 5000PS등 모든군이 각각 셀렌 비첨가군 200P, 1000P, 2000P, 5000P 군에 비해 각각 유의적으로 증가함으로써 혈액에서는 식이내 납함량이 2000 ppm까지 간장에서는 5000ppm까지 ALAD 활성에 셀렌이 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

4. 뇨중의 ALA 배설량

뇨중의 ALA 배설량은 Fig. 1에서와 같이 납에 의한 ALAD 활성저해와는 반대로 대조군에 비하여 1000P, 2000P, 및 5000P군에서 각각 350.3%, 379.8

%, 467.8%씩 납함량이 증가될수록 현저하게 증가되어 납에 의해 뇨중으로 ALA 배설량이 크게 영향이 미치어 증가됨을 알 수 있었다. 또 셀렌을 첨가했던 1000PS, 2000PS군에서는 비첨가군 1000P, 2000P 군에 비해 각각 그 배설량이 유의적으로 ($p < 0.05$) 감소되므로써 셀렌에 의해 뇨중 ALA 배설량이 감소됨을 알 수 있었다.

고 찰

본 연구는 식이내의 납함량에 따른 흰쥐의 혈액 및 간장중의 조혈기능저해에 식이 셀렌이 미치는 영향을 알아보기 위하여 시도하였다. 식이효율 및 체중증가량은 다른 실험군에서는 차이가 없었으나 납함량이 높은 2000P, 5000P에서는 타군에 비해 유의적으로 낮았는데 이러한 결과는 납투여에 의한 장관의 흡수장애²³⁻²⁵⁾에 기인하는 것으로 생각된다. 납첨가군에 있어서 hemoglobin 함량과 hematocrit 치가 감소하는 경향은 김, 조²⁾ 및 김등²⁶⁾의 연구에서도 같은 경향을 나타냈는데 이는 본 실험의 결과(Table 6)에서도 나타났듯이 납이 조혈작용시 즉 heme 합성시에 aminolevulinic acid (ALA)로부터 Porphobilinogen(PBG)을 합성하는데 관여하는 aminolevulinic acid dehydratase (ALAD)의 활성을 저하시키므로써 일어난다고 볼 수 있고, 셀렌첨가 식이군에서 hemoglobin 함량 및 hematocrit치가 증가하는 현상은 역시 셀렌 첨가로 인해 ALAD 활성이 증가되었기 때문인 것으로 볼 수 있다. 그러나 납을 5,000ppm 첨가하고 셀렌을 첨가한 5,000PS에서는 셀렌의 영향이 미치지 못했다. 혈액중 ALAD 활성은 납함량이 높을수록 그 활성이 현저하게 저해되었는데 이러한 결과는 납이 heme 합성시 처음에 ALAD 효소의 SH기를 불활성화 시키므로²⁶⁾, 납함량이 증가할수록 그 작용이 가중화된것으로 볼 수 있다. 또 간장중의 ALAD 활성도 혈액중에서와 비슷한 경향이였으나 그 억제 정도가 낮은 것은 납이 ALAD 활성을 혈액, 신장, 간장 순서로 저해했다는 보고¹⁷⁾와 일치한다. 또한 ALAD 활성에 미치는 셀렌의 영향을 볼 때 혈중 ALAD 활성은 200PS, 1,000PS,

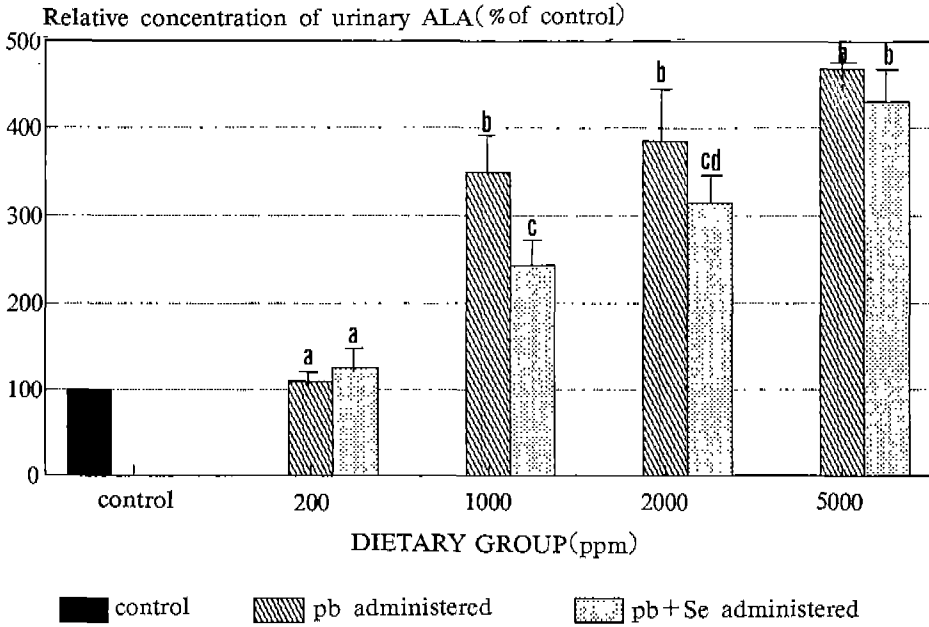


Fig. 1. Urinary aminolevulinic acid concentration of rat fed diets with different levels of lead and selenium. All values are mean±SE(n=7). Values with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Tukey's test.

2,000PS납식이군에서, 간장중에서는 200PS, 1,000 PS, 2,000PS, 5,000PS등 모든군에서 각각 비침가군에 비해 유의적으로 증가되었는데 이러한 결과는 셀렌이 중금속 해독에 관여한다는 여러보고²⁷⁻³⁰⁾ 및 특히 납중독시 ALAD의 SH기에 Se가 치환^{4) 6)12)}되므로써 SH기의 불활성화를 막아주는 데 기인하는 것으로 생각된다. 또 혈액에서는 2,000 ppm까지 셀렌의 효과가 있었지만 간장중의 ALAD 활성은, 5,000ppm까지 영향이 있는 것으로 보아 혈액중에서 보다 간장중의 ALAD 활성에 미치는 셀렌의 영향이 더 크다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 셀렌은 혈액과 신장의 ALAD 활성에 미치는 영향은 적지만 간에서는 현저히 ALAD 활성의 저해를 방지한다는 Cerkilewaski 및 Forbes의 보고¹⁷⁾와 일맥상통한다고 볼 수 있다. 노중 ALA 함량은 식이중 납함량이 증가될수록 비례하여 증가하였는데, 이러한 노중으로 ALA의 배설량을 앞의 혈액 및 간장중의 ALAD 활성과 관련시켜 생각해 볼 때 납은 생체내에서 조혈기능을 저해시키며 특히

heme이 합성되는데 관여하는 ALAD 효소를 억제하여 노중에 ALA의 배설을 증가시키게 된다³⁾³¹⁻³³⁾고 볼 수 있고 또 셀렌을 첨가한 1,000PS, 2,000 PS군에서는 노중 ALA 배설량이 유의적으로 ($p < 0.05$) 감소되었는데 이는 앞서 혈액 및 간장중의 ALAD 활성이 (Table 6) 셀렌첨가로 인해 그 활성이 증가되었기 때문인 것으로 생각된다. 혈액과 간장중의 ALAD 활성과 노중에 배설되는 ALA 농도를 대조군에 대한 백분율로 각각 나타내어 상호 관련성을 비교해 보았을 때 혈액의 ALAD 활성은 대조군을 100%로 보았을 때 2000P 납식이군일 경우 그 활성도가 대조군의 24% 정도로 감소되었고 식이내 납함량이 높을수록 그 활성도가 더 낮아졌고 간장중의 ALAD 활성도 같은 경향으로 나타났으나 감소율은 적었다. 노중 ALA 배설량은 그 반대로 2000P 납식이군에서 대조군의 380% 정도로 증가됨으로써 ALAD 활성의 저하와 노중 ALA 배설과는 상호 역관계가 있음을 현저하게 나타내었다. 이러한 납함량에 따른 혈액 및

간장의 ALAD 활성저해 및 뇨중 ALA 배설 증가에 대한 셀렌의 해독작용은 납함량이 1,000ppm, 2,000ppm이며 Se이 첨가된 1,000PS, 2,000PS 식이군에서 현저하게 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 납은 ALA에서 PBG를 합성하는데 관여하는 ALAD 효소 활성을 저해시켰고 납함량이 높아짐에 따라 더욱 현저하게 그 활성이 감소되었으며 이에 역비례하여 뇨중으로 ALA 배설이 증가되었다. 따라서 근래에는 납중독판정에 ALA 배설량을 기준으로 한다는 이론을 뒷받침해준다. 또한 식이내 첨가된 셀렌은 납중독시 해독작용의 하나로 혈액 및 간장중의 ALAD 효소 활성을 증가시키고, ALA 배설량을 감소시키므로써 혈중 hemoglobin 함량과 hematocrit치를 증가시킨다고 볼 수 있었다.

요 약

식이 셀렌이 납섭취에 따른 흰쥐의 혈액 및 간장중의 δ -aminolevulinic acid dehydratase(ALAD) 활성 저해에 미치는 영향을 알아보기 위하여 체중이 141 ± 5 g이 되는 Sprague-Dawley 종 숫쥐를 식이내 납함량을 0(대조군), 200, 1,000, 2,000, 5,000ppm으로 달리하고, 다시 0.5ppm의 셀렌을 첨가한군과 비첨가군등 9군으로 나누어 4주간 사육한 후 체중증가, 식이효율, 혈중hemoglobin, hematocrit치, 혈액 및 간장중의 ALAD 효소활성, 그리고 뇨중 aminolevulinic acid(ALA)의 배설량을 측정 한 결과는 다음과 같다.

1. 식이섭취량은 대조군과 납식이군과 별 차이가 없었고, 식이효율 및 체중증가량은 2,000, 5,000 ppm 납식이군이 유의적으로 낮았으나, 셀렌을 첨가했을 때는 대조군과 차이가 없었다.

2. 장기의 무게는 200, 1,000ppm 납식이군에서 신장의 무게가 대조군에 비해 비대했으나, 셀렌을 첨가했을때는 타실험군과 차이가 없었다.

3. Hemoglobin 함량과 hematocrit 치는 납함량이 높을수록 대조군에 비해 감소하였으나, 납함량이 1,000, 2,000ppm군에서는 셀렌을 첨가했을때 비첨가군에 비해 증가되었다.

4. 혈액중 ALAD효소 활성은 납함량이 증가될

수록 대조군에 비해 ALAD활성이 현저히 감소되었고 200, 1,000, 2,000ppm 군에서는 셀렌을 첨가했을때 비첨가군에 비해 그 활성이 증가되었다. 간장중의 ALAD효소 활성도 혈액에서와 같은 경향으로 납함량이 증가될수록 감소 되었으나, 혈액에서 보다는 ALAD 활성 감소가 적었으며 셀렌을 첨가한 경우 모든 식이군에서 비첨가군에 비해 ALAD 활성이 증가되었다.

5. 뇨중의 ALA 배설량은 ALAD 활성과는 반대로 식이내 납함량이 높을수록 그배설량이 증가되었고, 셀렌 첨가군에서는 그 배설량이 감소되었다.

Literature cited

- 1) Bryce-Smith D and Stephens R. Sources and effects of environmental lead in trace elements in health. Butterworth Lonon pp83-131, 1983
- 2) 김미경·조경희. 납(Pb)과 단백질 수준을 달리한 식이로 사육한 성장기 흰쥐 체내대사 변화. 한국영양학회지 19(5) : 323-332, 1986
- 3) 윤해정. 납중독에 있어서 δ -aminolevulinic acid dehydratase의 효과에 관한 연구. *J Pharm Sci Korea* 19 : 21-29, 1975
- 4) Thompson J. Jones D D and Beasley W H. The effect of metal ions of δ -aminolevulinic acid dehydratase. *Bri J Ind Med* 34 : 32-36, 1977
- 5) Mylrole A A. Moore L. and Erogo U. Influence of dietary factors on blood tissue lead. *Toxicol Appl Pharmacol* 41 : 361-367, 1977
- 6) De Bruin A. Effect of lead exposure on the level of δ -aminolevulinic acid dehydratase activity. *Med Lavoro* 59 : 411-418, 1968
- 7) Mahaffey K R. Nutritional factors in lead poisoning. *Nutr Rev* 39 : 353-362, 1981
- 8) Quarterman J and Morrison J N. The effects of dietary calcium and phosphorous on the retention of lead in rats. *Br J Nutr* 34 : 351-362, 1975
- 9) Suzuki T and Yoshida A. Effect of dietary supplementation of iron and ascorbic acid on lead Toxicity in rats. *J Nutr* 109 : 982-988, 1979
- 10) Wapnir R A. Mork S A. and Lifshitz F. Malnutrition during development : Effects on later susceptibility to lead poisoning. *Am J Clin Nutr* 33 :

- 1071-1076, 1980
- 11) Petering H G. The influence of dietary zinc and copper on the biologic effect of orally ingested lead in the rat. *Ann N Y Acad Sci* 335 : 298-303, 1980
 - 12) Rastogi S C, Clausen J and Srivastava K C. Selenium and lead mutual detoxifying effects. *Toxicol* 6 : 377-382, 1976
 - 13) Smith C M, DeLuca H F, Tanaka Y and Mahaffey K R. Stimulation of lead absorption by vitamin D administration. *J Nutr* 108 : 843-848, 1978
 - 14) 이순재. 식이 Se이 납중독된 흰쥐 간장의 항산화적 해독기구에 미치는 영향. *한국노화학회지* 1(1) : 125-130, 1991
 - 15) Baritrop D and Khoo H E. The influence of dietary minerals and fat on the absorption of lead. *Sci Total Environ* 6 : 265-273, 1976
 - 16) 김미경 · 김혜영. 식이내 섬유질의 종류가 성장기 흰쥐의 납흡수 및 체내대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 22(6) : 485-495, 1989
 - 17) Cerkilewaski F N and Forbes R M. Influence of dietary selenium on lead toxicity in the rat. *J Nutr* 106 : 778-783, 1976
 - 18) Davidshon I and Nelson D A. Clinical diagnosis by laboratory methods. Saunder Co. Philadelphia pp125-130, 1969
 - 19) 백태홍 · 김천호 · 전세열. 영양학 실험 수학사. p. 55, 1984
 - 20) Mauzerall D and Granik S. The occurrence and determination of δ -aminolevulinic acid and porphobilinogen in urine. *J Biol Chem* 219 : 435-446, 1956
 - 21) Joseph B, Weissberg B A, Ferd Lipschutz and Frank A, Osaki M D. δ -aminolevulinic acid dehydratase activity in circulating blood cells. *J Med* 284(11)555-569, 1971
 - 22) Wada O. Yano Y. and Nakao K. A simple method for the quantitative analysis of urinary δ -aminolevulinic acid to evaluate lead absorption. *J Indust Med* 26 : 204-243, 1971
 - 23) Baernstein H D. and Grand J A. The relation of protein intake to lead poisoning in rats. *J Pharmacol Exptl Therap* 74 : 18-24, 1942
 - 24) Calabrese E J. Nutrition and environmental health II minerals and micronutrients. Willey Interscience Co. New York pp229-233, 1981
 - 25) Quarterman J, Marrison J N and Humphries W R. The effects of dietary lead content and food restriction on lead retention in rats. *Environ Res* 12 : 180-187, 1976
 - 26) 김운영. 납중독에 있어서 고려 인삼근 수침액의 해독효과에 관한 연구(II). *중대 논문집* p.183-194, 1983
 - 27) 송정자. 극미량 원소의 영양. 민음사. pp229-247, 1984
 - 28) Underwood E J. Trace elements human and animal nutrition. Acad Press. Inc. New York and London. p302, 1977
 - 29) Burk R F, Whitley H Frank and W N Person. Tissue Se levels during the development of dietary liver necrosis in rats fed Torula yeast diet. *J Nutr* 95 : 420-428, 1968
 - 30) De Bruin A. Certain biological effects of lead upon the animal organism. *Arch Environ Hlth* 23 : 249-264, 1971
 - 31) 이태준. 납중독의 병리와 증상. *한국의 산업의학* 7(3) : 5-6, 1968
 - 32) 정규철. 납작업자의 건강관리를 위한 특수 건강 진단과 판정. *한국의 산업의학* 7(3) : 7-10, 1968
 - 33) Joseph B, Werssber B A, Fred Lipschuts and Frank A Osaki M O. δ -aminolevulinic acid dehydratase activity in circulating blood cells. *New Eng J Med* 284 : 565-569, 1971