

## 정신지체아 두발 중 중금속 함량 I —납과의 관련성—

경북대학교 의과대학 예방의학교실

김 두 희 · 김 옥 배 · 장 봉 기

= Abstract =

### Hair Heavy Metal Contents in Mentally Retarded Children I —In Association with Lead—

Doohie Kim, Ock Bae Kim, Bong Ki Chang

*Department of Preventive Medicine and Public Health,  
College of Medicine, Kyungpook National University*

This paper was carried out to study on correlation between mentally retardation and lead and zinc.

The subjects were 297 mentally retarded children: 132 of Bomyung special school and Sunmyung, which were located in Taegu city of Korea. The former had their parents but the latter had not. The control group 63 children were randomly selected from the Dong-in primary school near to Medical School of Kyungpook National University.

Atomic absorption spectrophotometer, model IL-551 connected with CTF atomizer(IL. 655) was used for the analysis of lead and zinc.

The mean value of lead in hair of mentally retarded children was  $14.97 \pm 3.71$ ppm which is significantly higher than that of control group,  $11.36 \pm 2.83$ ppm. But the content of zinc was not significant in both groups. In the lead there was no significant correlation to age but significant negative correlation to IQ. Zinc showed significant correlation to age but not to IQ. Among the handicapped children, no significant correlation between orphan group and non orphan group.

Handicaps of mentally-retarded children were speech impairment, emotional disturbance, double and triple handicaps, sensory impairment and abnormal dietary patterns. There were significantly higher contents of lead compared with normal group, except the latter two groups. The disease conditions of mentally retarded children were mongolism, autism, cerebral palsy, epilepsy and microcephaly. In comparing with mongolism, significant difference were existent only on the cerebral palsy and group of unknown etiology.

We attempted to divide their past history into external etiology and internal etiology, but could not find significant difference.

In view of the whole results, the relationship between mentally-retarded children and lead was presumed to be the early time exposure rather than long interval exposure during growth and the contact opportunity was considered important subject in maternal and child health care.

## I. 서 론

납이 신경계에 강한 독성을 가지고 있다는 것은 근 200여년 전 부터 인정되어 왔다(Tanquerel des Planches, 1839). 특히 어린이들에게 있어서는 급성 납중독을 잘 일으키며 임상적으로 심한 신경증후를 나타내고 혼수, 심지어 죽음에 이르는 뇌병증(encephalopathy)을 일으키게 된다.

Byers와 Lord(1943)는 이와 같이 중독된 아이들의 신경학적인 후유증은 오래동안 지속되므로 관심을 가져야 된다고 주장했다. 뇌병증의 원인으로 유전적인 인자, 감염, 중독, 영양, 출생시의 난산, 외상 그리고 그외의 원인불명인자들이 많이 있겠으나 특히 이러한 뇌병증은 그 정도를 잘 구별하기 힘든만큼 비 특이적인 정신지체가 있음을 관찰하고 증급속과의 관련성에 대하여 1960년대 부터 많은 학자들이 관심을 가지기 시작했다.

이때에는 주로 혈중 납의 농도와 정신지체 정도와의 관련성에 대한 연구가 많이 보고되었다. Marlowe등(1983)은 정신지체아에서의 심한군과 경계선군에서 납중독에 의하여 지능의 장애가 올 수 있다고 하였고 Moncrieff등(1964), Gordon등(1967), Gibson등(1967)은 정신지체가 정상아보다 혈 중 납의 농도가 높을 것이라는 가설을 세우고 혈중 납의 농도를 분석해 본 결과 정신지체아에서 다소 높다고 보고한 바 있다.

그리고 정신지체의 원인을 알고 있는 경우 중 혈중 납 농도는 이식증(pica)이 있는 경우 현저히 높게 나타나고 있음이 관찰되었다고 하였으며 만약 이들이 납에 노출되었다면 허물어진 페인트칠한 고가의 벽부스러기나 장난감, 아이들의 침대에서 벗어낸 페인트 조각의 납 성분을 섭취했을 것 이라고 주장했다. 이러한 경우 대부분의 아이들이 빈민가나 저소득 가정 출신이었다고 하였다. 이미 Chisholm과 Harrison(1956)과 Barltrop(1968)은 납 중독 어린이들 가운데 이식증이 고율이었다고 보고한 바 있지만 Fischbein등(1980)은 오염환경에 노출 경험이 없는 가정에서 자란 아이들 중에서도 혈중 납의 농도와 protophorphyrin이 증가한 예를 보고 하였다.

그리고 납이 주된 인자이든 부수적 인자이든, 아니면 이차적인 인자이든 정신지체 상태와 혈중 납 농도에 대한 많은 보고를 Ratcliffe(1981)가 종합, 정리하여 역시 정신지체아에서 정상아보다 높음을 시사했다.

그리고 Gibson등(1967), Gordon등(1967)은 유전과 관계되는 몽고종에서는 혈중 연농도가 낮았다고 했다. 그리고 Beattie등(1975)과 Moore등(1977)의 정신지체 아종의 혈중 납 농도에 대한 공동연구는 납을 섭취한 근원이 가정 수도물이라고 하고 이 경우 이식증은 없었다고 하였다. Beattie등(1975)은 정신지체아 중 원인을 알 수 없는 경우에는 그들의 모가 임신중 납의 농도가 높은 물을 마셨기 때문이며 이 경우 2-5세 사이에서 많이 발생하였으며, 그 모의 가정 수도물 중, 납의 농도가 800 µg/l 이상(WHO 권장량은 100µg/l 이하) 되는 경우가 17%였고 정상아 군에서는 전혀 없었다고 하였다. David등(1976)은 정신지체아군의 혈액에서, Phil과 Parkes(1977)는 학습지진아군의 두발에서 납의 농도가 유의하게 높게 나타났다고 보고하였다. Hernberg등(1970ab)과 Millar(1970)은 혈중 납과 뇌 효소 물질인 δ-aminolevulinic acid dehydrate(δ-ALAD) 사이에 높은 역상관이 있다는 사실은 매우 낮은 납의 농도에서도 뇌효소 활동을 저해할 수 있다는 뜻이 된다고 하였다. Hammer등(1972)은 납은 혈액보다는 뼈나 모발에 축적되고 모낭단백질 중의 치올기(thiol, -SH)와 견고하게 결합하기 때문에 장기간 노출에 의한 영향을 연구하는데는 채취가 용이한 모발을 분석하는 것이 좋다고 시사하였다.

이상과 같이 납이 정신활동에 영향을 미친다는 보고와 그 원인규명에 따른 많은 연구가 이루어지고 있으나 우리나라에서는 아직 정신지체아와 납과의 관련성에 대한 논문을 보지 못했다. 다만 김두희와 장봉기(1986)는 국내에서 처음으로 비행 청소년을 대상으로 그들 지능지수 별로 두발 중 납 함량을 검사하여 정상교육을 받고있는 고교생군과 비교하여 다소 높다고 시사한 바 있으며 김두희 등(1986)은 그들의 미네소타 다면적 인성 검사(Minnesota multiphasic personality inventory, MMPI)의 정도 별로 비교하여 상당한 문제가 있음을 시사한 바 있다.

물론 그 원인에는 여러가지가 있겠으나 저자는 어린이의 성장환경이 외국과 다른 우리나라에서의 정신지체아에서도 이러한 납이 환경적 인자의 하나로서 작용하고 있는지의 여부를 알아 보고자 필수 증급속인 아연의 경우와 비교를 시도하여 약간의 성적을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 대상 및 방법

대상은 대구시내 소재 2개 특수학교에 재학중인 정신지체아 중, 가정이 있는 1개 학교(Bomyung) 재학생 132명(제1군)과, 가정이 없고 특수시설에 수용중인 1개 학교(Sunmyung) 재학생 165명(제2군)등 합계 297명이었으며 대조군으로는 정상의 지능을 가진 남자 국민학생 63명을 임의로 선발 하였다. 검사 재료로서 두발을 1987년 3월부터 5월까지 이발사를 고용하여 뒷머리 부분을 채취하고 아울러 이들의 생활기록부, 아동조사서 및 판별기록부 등의 신상기록을 참고로 하였으며 성, 연령, 지능지수, 중복장애의 종류와 정신지체의 확실한 원인으로 밝혀진 몽고증과 뇌성마비 여부등을 구별하고 제1군에 대해서는 그들 부모로부터 정신지체의 원인이라고 생각되는 요인들에 대한 자료를 조사하였다.

두발중 납, 아연 함량 분석은 채취된 두발을 일정량 취하여 잘 세척된 비이커에 넣고 두발 표면에 부착된 오염물질, 중금속 등을 제거하기 위하여 세정제인 0.3% Triton X-100 용액을 적당량 넣어 약 10분간 진탕한 후 여과지를 얹은 자재 여과기에 부어 흡인 여과하였다. 그 후 300ml 정도의 탈 이온수로 3회 세척하고 10ml의 아세톤으로 다시 한 번 씻었다. 이것을 건조기에 넣어 110℃에서 2시간 건조시켜 항량이 될 때까지 흡습기에 방치한 후 전자 천평을 사용하여 1gm 내외로 무게를 정확히 평량하여 (0.1mg까지), 환류 냉각기가 부착된 등근 플라스크에 넣고 황산(유해 금속 측정용; 일본 순정화학 주식회사 제품) 10ml로 흡습시킨 후 질산(유해 금속 측정용; 일본 순정화학 주식회사 제품) 15ml를 가하고 열판상에서 가열 회화시켰다. 흰 연기의 발생이 끝나고 무색 혹은 담황색이 될 때까지 회화를 계속하였다. 냉각한 후 용량 플라스크로 옮겨 탈이온수로 전 용량이 50ml되게 하여 이것을 시험 용액으로 하였다.

이 시험 용액으로 아연은 중수소 배경 보정 장치(deuterium back-ground corrector)를 갖춘 원자 흡광 분광광도계(IL 551)로써 염광법으로 분석하였고 납은 비이커에 시험 용액을 정확히 10ml 취하여 과염소산(유해 금속 측정용; 일본 순정화학 주식회사 제품) 5ml를 가하고 열판상에서 약하게 가열하면서 휘산시킨 후 0.5N HNO<sub>3</sub>로 전량이 10ml 되게 하였다. 이 시료를 마이크로 피펫트(micropipette)을 사용하여 25 $\mu$ l를 취해 흑연 미량접시(graphite microboat)에 넣고 90℃되는 열판상에서 건조시켜 미세분해로(furnace cuvette)에 넣고 무염광원자화장치(controlled temperature furnace atomizer :

CTF IL 655)를 부착한 원자흡광분광광도계로써 정량한 후 단위 중량(gm)으로 환산하였다. 이 때의 분석시 기조건은 표1과 같다.

Table 1. Analytical condition of the instrument

Parameters	Pb	Zn
Hollow cathode lamp	Pb HCL	Zn HCL
Lamp current (mA)	5	3
Wavelength (nm)	283.3	213.9
Analysis mode	DB A-Bkg	DB A-Bkg
Readout mode	P/H	Auto
Integration time	10 sec	0.2 sec
Purge gas	Argon	-
Temperature program		
Dry	110°C/15 sec	-
Ash	600°C/30 sec	-
Atomize	2000°C/10 sec	-

### III. 성 적

납의 함량을 대상 아이들의 나이와 두발중 납 함량과의 상관성을 분석해 보았으나 정상아에서든 정신지체아에서든 상관계수가 각각 -0.0593, 0.0503으로써 유의한 상관성이 없었다(그림 1-a,b,c). 그리고 아연의 함량과 대상아의 연령과의 상관계수는 정상아군에서 0.4074(그림 3-a), 정신지체아군에서는 0.1743(그림 3-b,c)으로써 유의한 상관성을 보였다(각각  $p < 0.001$ ,  $p < 0.05$ ). 납의 함량과 지능지수 정도간에는 매우 유의한 역상관성을 보여 주었다( $p < 0.001$ , 그림 2-a,b). 아연과 지능지수와의 상관계수는 -0.0055으로써 유의한 상관성이 없었다(그림 4-a, b). 아연과 납의 함량 관계는 유의한 상관성이 없었다(표 2).

Table 2. Correlation coefficient matrix among lead and zinc contents, age and IQ in mentally retarded children and control

	Control	Age	MR	IQ	Zn
Pb	-0.0593		0.0503	-0.3639**	0.0800
Zn	0.4074**		0.1743*	-0.0055	

\* :  $p < 0.01$  \*\* :  $p < 0.001$

MR : Mentally retarded

정신지체아 두발에 측정된 납의 평균 함량은  $14.97 \pm 3.7$  ppm으로써 정상아군의  $11.36 \pm 2.83$ ppm에 비해 유의하게 높았으나( $p < 0.001$ ), 정신지체아 남녀간에는 유의한 차가

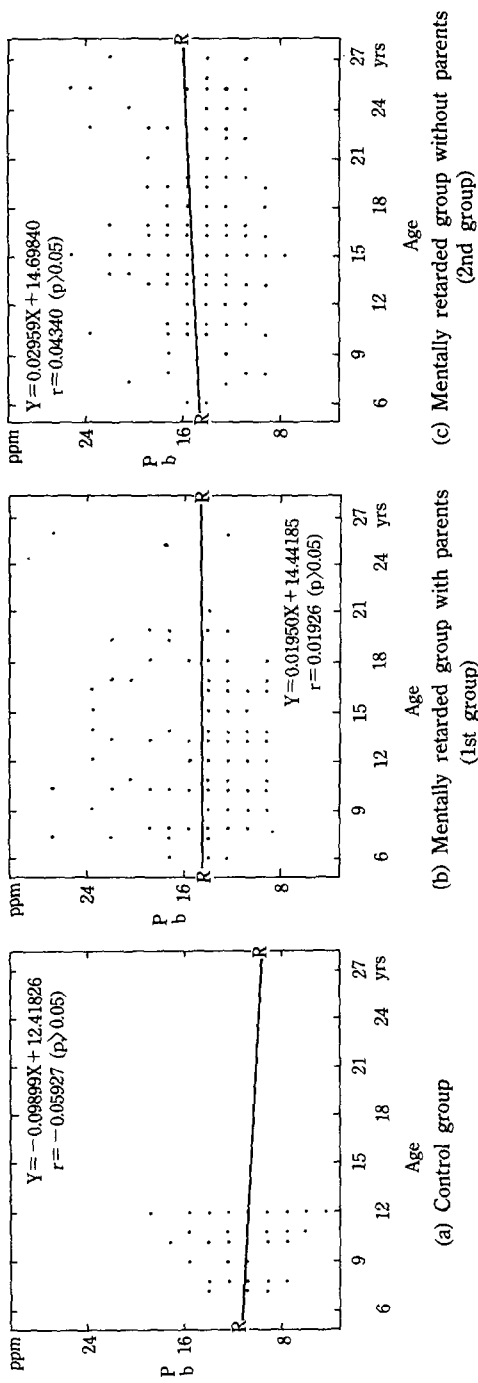


Fig. 1. Scatter diagram of lead content by age

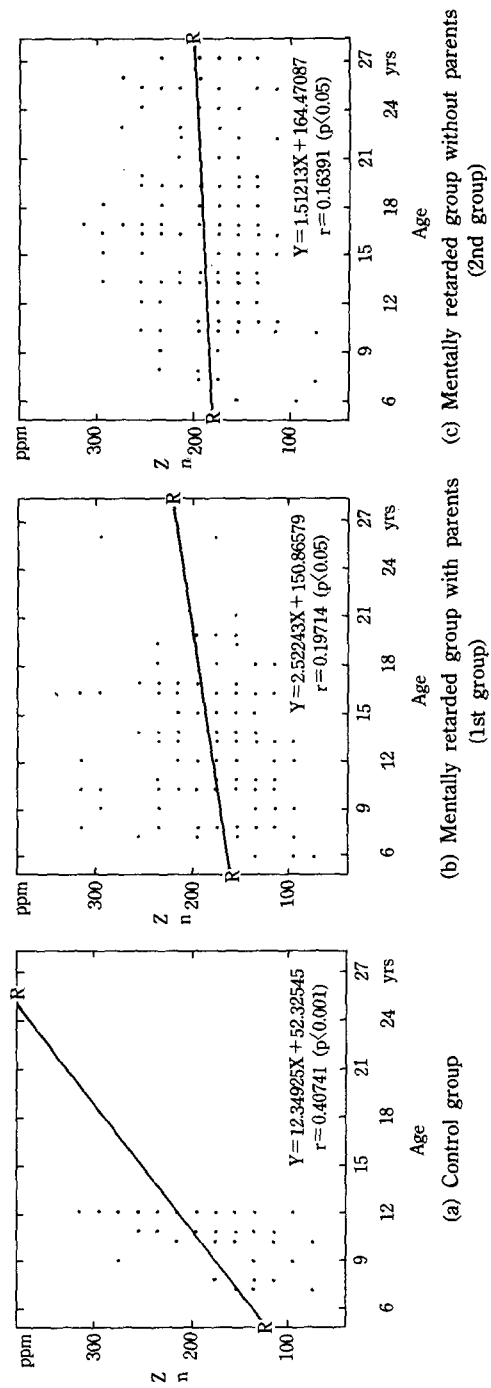
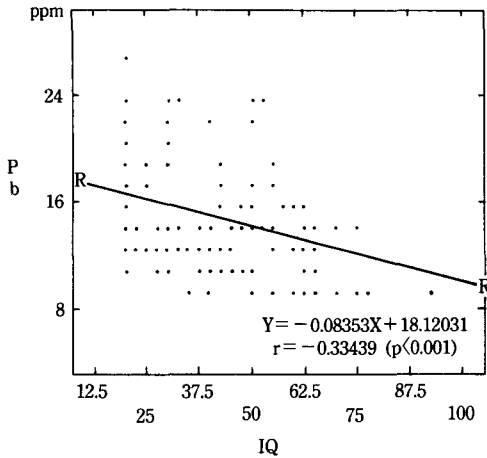
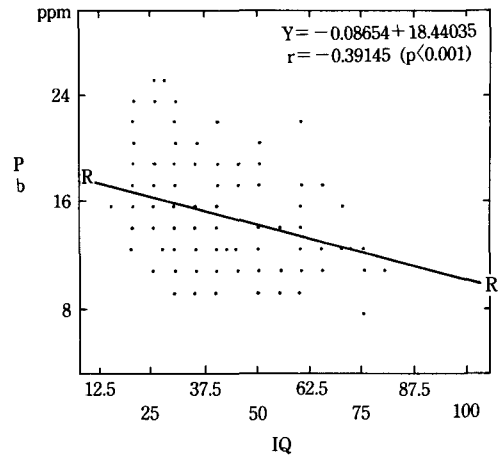


Fig. 2. Scatter diagram of zinc content by age

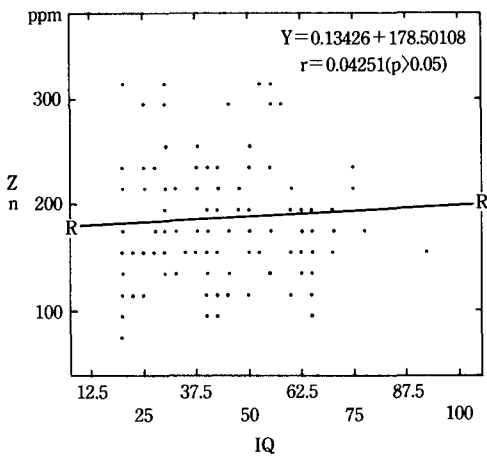


(a) Mentally retarded group with parents (1st group)

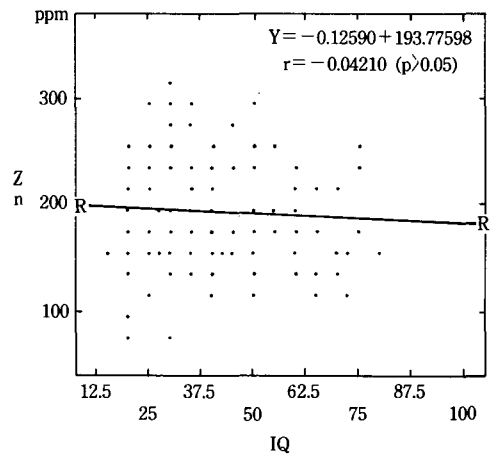


(b) Mentally retarded group without parents (2nd group)

Fig. 3. Scatter diagram of lead content by IQ



(a) Mentally retarded group with parents (1st group)



(b) Mentally retarded group without parents (2nd group)

Fig. 4. Scatter diagram of zinc content by IQ

없었다. 한편 필수 중금속 중 아연을 대표로 측정해 보았으나 대조군 또는 남녀군 간에 유의한 차이는 없었다(표 3).

지능 정도 별로 볼 때 납의 함량은 전반적으로 지능 정도와 유의한 역상관을 나타내고 있었다( $p < 0.001$ ). 즉 지능지수가 25이하에 해당되는 보호급에서는 평균 납 함량이  $17.04 \pm 3.87\text{ppm}$ 이며 지수가 상승함에 따라 감소하여 경계선급(지능지수 75이상)에서는  $10.73 \pm 1.88\text{ppm}$ 이었다. 그러나 아연은 유의한 차이가 없었다(표 4).

정신지체아중 장애의 형태별로 분석해 보았다. 정상아군을 포함한 각 군별로 분산분석한 결과 정상아군과 정신지체아군 사이에 유의한 차이가 있었으며( $p < 0.01$ ), 정신지체아에서 장애 형태별로 보면 장애가 없는 경우(93례)는 납의 평균 함량이  $14.38 \pm 3.25\text{ppm}$ , 언어장애(83례)를 수반한 군은 평균  $14.78 \pm 3.76\text{ppm}$ , 정서장애군(30례)은 평균  $14.78 \pm 3.51\text{ppm}$ , 지체부자유군(32례)은 평균  $15.35 \pm 3.70\text{ppm}$ , 이중장애가 있는 군(38례)은 평균  $15.66 \pm 4.27\text{ppm}$ , 삼중장애군(4례)은 평균  $20.41 \pm 5.45\text{ppm}$ 으로

**Table 3.** Lead and zinc contents(ppm) in hair of mentally retarded children by sex

	Sex	No.	Pb	Zn
Control	Male	63	11.36± 2.83	184.05± 51.36
	Male	176	15.19± 3.76	185.02± 48.87
	Group I	88	14.92± 4.09	182.58± 51.22
	Group II	88	15.45± 3.89	187.47± 46.56
Mentally retarded	Female	121	14.64± 3.63	189.38± 47.84
	Group I	44	14.25± 4.07	186.85± 52.87
	Group II	77	14.87± 3.37	190.82± 45.01
	Subtotal	297	14.97± 3.71**	186.80± 48.42

\*\* : p<0.01, significant with control group but not between sex

**Table 4.** Lead and zinc contents(ppm) in hair of mentally retarded children by degrees of IQ

	IQ *	No.	Male	No.	Female	No.	Total
Pb	-24	43	17.30± 4.04	33	16.69± 3.67	76	17.04± 3.87
	25-49	96	14.98± 3.46	63	14.22± 3.34	159	14.68± 3.42
	50-74	33	13.60± 2.87	21	13.41± 3.30	54	13.53± 3.01
	75-	4	10.50± 2.44	4	10.97± 1.46	8	10.73± 1.88
	Total	176	15.19± 3.76	121	14.64± 3.63	297	14.97± 3.71**
Zn	-24	43	187.23± 48.87	33	181.90± 51.92	76	184.91± 52.04
	25-49	96	184.67± 47.83	63	191.53± 45.94	158	187.39± 47.06
	50-74	33	181.05± 49.08	21	191.17± 49.46	54	184.98± 49.02
	75-	4	202.60± 41.44	4	207.80± 40.88	8	205.20± 38.21
	Total	176	185.02± 48.87	121	189.38± 47.84	297	186.80± 48.42

\* : Profound case:below 24, Moderate case:25-49, Mild case:50-74, Borderline case: 75-84

\*\* :ONEWAY ANOVA, p<0.001, There is significant difference between the group of IQ lower than 25 and all other groups, between IQ 26-50 and IQ above 75(p<0.05).

**Table 5.** Lead and zinc contents(ppm) in hair of mentally retarded children by types of handicap

	Types of handicap	No.	Pb**	Zn
Control		63	11.36± 2.83	184.05± 51.36
Mentally retarded	Unclassified	93	14.48± 3.25*	184.73± 45.97
	Speech diturbance	83	14.78± 3.76*	188.60± 49.57
	Emotional disturbance	30	14.78± 3.51*	178.90± 44.83
	Crippled children	32	15.35± 3.70*	196.88± 40.82
	Sensorium disturbance <sup>+</sup>	7	14.98± 4.63	200.51± 51.09
	Feed disturbance <sup>++</sup>	9	15.82± 3.28	185.96± 80.02
	Cardiac problem	1	12.53	200.20
	Double handicap	38	15.66± 4.27*	182.71± 54.73
Tripple handicap*	4	20.41± 5.45*	189.23± 26.63	

+ : hearing difficulty, amblyopia, and strabismus

++ : included unbalanced diet, pica

# : speech disturbance+emotional disturbance+crippled children : 2 cases

speech disturbance+emotional disturbance+unbalanced diet : 1 case

speech disturbance+unbalanced diet+pica : 1 case

\* : p<0.05 : compared with control group

\*\* : p<0.01 : ANOVA test involving control group

**Table 6.** Lead and zinc contents(ppm) in hair of mentally retarded children by concomitant diseases

Concomitant diseases		No.	Pb**	Zn
Control		63	11.36± 2.83	184.05± 51.36
	Unknown	224	15.36± 2.83 * #	189.37± 46.76
	Down's syndrome	39	12.08± 1.78	182.58± 57.68
Mentally retarded	Autism	6	15.74± 3.90	138.02± 28.17
	Cerebral palsy	7	17.29± 5.63 * #	198.30± 40.03
	Epilepsy	20	14.70± 3.15 *	173.43± 46.32
	Microcephaly	1	22.30	253.60

\* : p&lt;0.05, compared with control group

\*\* : p&lt;0.001, ANOVA test involving control group

# : p&lt;0.05, compared with Down's syndrome group

**Table 7.** Lead and zinc contents(ppm) in hair of mentally retarded children by past history

Past history		No.	Pb**	Zn
Control	Not examined	63	11.36± 2.83	184.05± 51.36
	Unknown	274	14.87± 3.69 *	184.99± 47.35
	External factor <sup>+</sup>	8	16.89± 4.53 *	181.11± 42.60
Mentally retarded	Internal factor	15	15.68± 3.75 *	222.82± 58.88
	Drugs	5	18.85± 4.30	228.70± 61.28
	Convulsion, encephalitis	8	14.37± 2.34	212.13± 58.81
	Metabolic disturbance	2	13.02± 2.58	250.90± 81.46

+ : difficult delivery, traffic accident and other trauma

\* : p&lt;0.05, compared with control group

\*\* : p&lt;0.01, ANOVA test involving control group

정상아군(63례)의 11.36± 2.83ppm에 비해 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 그러나 정상아군을 제외한 각 군 간에는 유의한 차이가 없었다(표 5).

한편 정신지체아중 현재 가지고 있는 질병 별로 분류해 보았다. 여기서도 장애형태의 각 군과 마찬가지로 분산 분석을 해본 결과 납은 역시 정상아를 포함한 각 군간에 유의한 차이를 보였으며(p<0.05), 질병 유무를 모르는 군(224례)은 납의 평균 함량이 15.36± 2.83ppm, 뇌성마비(7례)는 17.29± 5.63ppm, 간질(20례)은 14.70± 3.15ppm으로 정상군에 비하여 유의하게 높았다(p<0.05). 정신지체아 중에서 각 군별로 분산분석을 하여 유전성으로 알려진 몽고증(39례)의 납 평균 함량 12.08± 1.78ppm과 비교해 보았다. 질병 유무를 모르는 경우와 뇌성마비 군에서만 유의한 차이가 있었고(p<0.05). 몽고증과 정상아군 사이에는 유의한 차이가 없었다. 아연은 각 군간에 유의한 차이가 없었다(표 6).

정신지체아의 과거 병력을 조사해 보았다. 역시 정상아군을 포함한 각 군별 분산분석 결과 유의한 차이가 있었다.

과거 병력을 모르는 경우(72례) 납의 평균함량이 14.87± 3.69ppm, 외적 요인에 의한 외상등의 경우(8례)는 16.88± 4.53ppm, 내적 요인에 의한 경우(15례)는 15.68± 3.75ppm으로 정상아군과 유의한 차가 있었다(p<0.05). 그러나 정신지체아의 각 군간에는 유의한 차이가 없었다. 아연은 전반적으로 각 군간에 유의한 차이가 없었다.(표 7).

#### IV. 고 찰

납은 지각에서 가장 많은 중금속 중의 하나이며 사람이 음식을 섭취할 때와, 공기를 흡입할 때 체내에 들어오며 어린이들에 대하여는 극히 예민하게 작용한다는 보고가 많다. 즉 Wiener(1970)는 특히 어린이들에 있어서 납 흡수로 인한 여러가지 심리학적 후유증을 관찰했다고 보고한 바 있다. Davison(1977)은 뇌의 성장 발육시에 영양결핍, 납 중독, 신경계통의 약물 등 수많은 환경인자에 폭로되어 정신지체가 일어날 수 있다고 하고 주로 소뇌에서 synapsis의 발육장애와 관련이 있다고 하였다. Woidich와 Pfannhauser(1980)는 독일에서 생후 1년 동안의

영양물 섭취에 따른 중금속 흡입량의 분석결과 납은 매월 두달 0.18-2.5mg이나 흡수하고 있다고 보고하고 큰 우려를 표명했다. Ratcliffe(1981)와 Rom(1983)의 저서에서는 한 아이가 하루에 납이 2 $\mu$ g/g이 함유된 음식을 하루 100gm 먹는다면 총 200 $\mu$ g을 섭취하는 셈이 된다. 섭취된 납은 혈액에 이행되어 뼈, 근육, 간장 및 신장으로 가며 대사과정을 거쳐 소변, 대변 및 땀으로 배출 되거나 뼈, 모발, 손톱등에 특이적으로 축적된다. 그리고 heme의 합성요소인  $\delta$ -ALAD를 저해(혈중 20 $\mu$ g/dl 이하에서도 저해 받음)하거나 중추신경 계통에도 작용하여 정신 기능이나 기억력 및 학습 능력을 저해하고, 혈중 90-100  $\mu$ g/dl정도 되면 운동 장애, 구토, 혼미, 과도한 흥분, 간혈적인 경기 등을 일으키고, 100 $\mu$ g/dl 이상이 되면 혼수 상태가 되어 사망에 이른다고 하였다.

Guthrie와 Perry(1980)는 페인트칠한 나무조각 1cm에 함유된 납은 50-100mg이나 되며 이러한 페인트가 묻은 나무조각을 입으로 빨다면 단 몇 조각으로도 하루의 허용 기준을 초과하게 될 수도 있고 이러한 사실은 연간 약 50,000여명의 아이들에게 납중독을 일으킬 수 있다고 추산했다. 비록 이러한 중독이 회복될 수 있다 하더라도 뇌의 성장과 발육이 왕성한 생후 첫 5년 동안에 (이때가 가장 빈번히 노출 될 수 있는 시기이기도 하지만) 노출되면 뇌의 영구적 손상이나 정신 지체가 될 수 있을 것이라고 하였다. Boiteau등(1983)은 프랑스의 Nantes와 Grenoble 두 지역 주변의 두발에서 납의 함량을 분석하고 10세 미만 아이에서 많고 그들이 살고 있는 도시의 크기와 비례한다고 했으며, 그리고 Last(1986)는 오늘날과 같은 산업사회에서는 500명중 한명이 정신지체가 될 것이라 추산했다.

정신지체는 태아의 뇌 발육에 영향을 미칠 수 있는 여러 선천성 요인에 의한 유전성 질병 및 뇌손상에 의해서도 올 수 있지만 후천적 요인도 무시할 수 없다. Millar등(1970)은 젓먹이 쥐에게 납을 섭취시켰을 때 혈중 납은 증가되고 혈액과 뇌 조직의  $\delta$ -ALAD의 수준이 유의하게 감소됨으로서 뇌에서 생화학적 이상을 초래하여 정신지체의 원인이 될 수 있을 것이라고 시사하였으며, 이는 젓먹이 쥐의 뇌에서는 어미의 뇌에서보다 에너지 요구량이 더 많은 데도 불구하고 납과 같은 물질이 뇌 효소와 뇌세포 내 미토콘드리아의 호흡작용을 저해시켜 뇌 발달에 매우 지장을 초래하였기 때문이라고 하였다. Rutter(1980)는 혈중 납농도가 높은 아이들을 관찰 40 $\mu$ g/dl

이상이면 인지능력에 지장을 주고 그 이하라도 정신과적 문제를 일으킬 수 있다고 하였다. 그러나 납이 정신지체의 수많은 요인들 중 하나의 원인 물질이라는 가설에 대한 모든 역학적 연구들이 납에 대한 폭로가 정신지체의 원인이라는 것을 증명하지는 못했지만, 그 결과들은 정신지체아에서 혈중 납의 함량이 정상아에서 보다 높게 나타났다고 하였다(Gordon 등, 1967; Bicknell등, 1968; Millar, 1970; Beattie등, 1975; Moore등, 1977; Youroukos등, 1978; Ratcliffe, 1981; Gibson등, 1981).

그러나 혈액과 두발중의 납 함량 간에는 상당한 연관성이 있고(Hammer, 1972; Klevay, 1973) 시료 채취의 용이성과 장기 폭로의 영향을 조사하는데 바람직하기 때문에 본 연구에서는 두발을 시료로 하여 정상아와 정신지체아의 납 함량을 비교해 보았다. 전술한 외국의 연구보고와 같이 정신지체아군에서 높게 나타났다. 즉 정상아군의 평균 함량은 11.36 $\pm$ 2.83ppm에 비해 정신지체아군은 14.97 $\pm$ 3.71ppm으로 유의하게 높게 나타났다( $p < 0.001$ ). 이러한 요인 중 정신지체아군에서 성에 의한 차이는 없는 것으로 나타나 성이 중요한 요인이 되지 않는 것 같다. 연령별로 볼 때 Ulrich(1978)는 사체부검시 최근 인류의 골표본과 6-7세기의 골 조직 표본에서의 납 함량간의 유의한 차는 없었으나 연령이 증가할수록 납 함량이 증가하였다고 했으나, Telisman등(1983)은 10-17세 사이에 있는 성비가 서로 유사하게 표집한 Zagreb에 거주하는 원인불명의 정신지체 시설아동 50명과 그 인근 고아원에 있는 정상아동 50명의 혈중 납과  $\delta$ -ALAD의 농도를 측정하여 정신지체아군에서 약간의 정도 차이는 보였으나 모두 정상 범위내에 있었다고 보고했다. 본 연구에서의 시설아동의 연령은 6세 부터 30여세 까지 분포되었으나 연령과 납 농도와는 상관성이 없었다. 그리고 부모와 가정이 있는 정신지체아 군과 고아 출신으로서 특수 시설에 수용된 군 간에도 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 부모 유무도 역시 요인이 될 수 없는 것으로 나타났다. 그러나 지능지수가 낮을수록 납 함량이 높게 나타났는데 이는 지능지수와 납 함량 간의 상관관계수가 Thatcher(1982)의 인지 장애에 대한 연구와, 김두희와 장봉기(1986)의 비행 청소년에서의 지능지수 연구 결과와 유사한 경향으로, 이는 납에 의한 지능 저하가 있을 것이라는 가설을 일부 인정할 수 있을 것으로 생각된다. 한편 정신지체아의 중복 장애의 종류에 따른 납 함량은 장애가 없는 경우의 14.48 $\pm$ 5.45ppm보다 대체로 높게 나타났으며



삼중 장애를 가진 경우가  $20.41 \pm 5.45$ ppm으로 매우 높게 나타났다. 그리고 1965년에 Moncrieff등이 정신지체와 납과의 관련성에 관한 연구결과를 밝혔으나, 지체아에게서는 이식증이 많고 따라서 납 섭취가 많아 납이 지체의 원인이라고 하기에는 충분한 설명이 되지 못한다는 반론이 있었다. 이후 Gibson 등(1967)은 지체아를 3개군(원인을 아는 군, 원인불명인 지체, 정형외과적 또는 심장기형이 있는 군)으로 구분하여, 그리고 David등(1976)도 Gibson등과 비슷하게 원인불명의 지체아에게서의 혈중 납함량이 높아 납이 정신지체에 영향을 주고 있음을 주장하였으나 둘 다 pica에 의한 영향을 밝히지 못하였다는 비판을 받고(Landsdown와 Yule, 1986)였다. 본 연구의 경우에는 편식과 이식증(pica)이 있는 경우에도  $15.82 \pm 5.45$ ppm으로 약간 높게 나타났다. 이러한 사실로 보아 분명히 알 수는 없지만 납의 유해 효과가 일부 작용한 것이 아닌가 생각되며 Cordier등(1981)은 프랑스에서 이식증이 있는 6세 된 아이에서 납 중독에 의한 심한 뇌병증을 보고하였으며, Needleman(1983)은 납의 농도가 높은 군이 낮은 군에 비해 정신지체아가 3배 정도 많다고 하였다. 확실한 것은 앞으로 더욱 많은 연구가 있어야만 될 것 같다.

유전 질환인 몽고증의 평균 납 함량은  $12.08 \pm 1.78$  ppm으로서 정신지체의 원인을 모르는 군의  $15.42 \pm 3.69$  ppm보다 유의하게 낮은 것으로 나타나 납은 원인불명의 정신지체의 한 요인으로서 납의 원인론을 인정하는 Gibson등(1967), Gordon등(1967)의 보고와 유사하였다.

정신지체의 원인으로 생각되는 과거요인들을 조사해 보았으나 대부분 확실치 않고 부모가 없는 군은 전혀 그 병력을 알 수 없었다. 그러나 부모가 있는 군에서도 대부분 기록이 없었으며 기록된 것 중 임신중 약물복용이나 생후 약물복용이 있었던 경우가 5례로서 평균  $18.85 \pm 4.30$  ppm으로 다소 높게 나타났는데 환약중 납 성분에 의한 중독 증례(최규철 등, 1982)가 있음에 비추어 볼 때 이에 기인된 것이 아닌가 생각 되어진다. Huel 등(1981)은 110명의 산모와 그들 신생아의 출산시에 채취한 두발에서 납 함량을 분석하여 그 모체와 부합되지 않는다고 보고한 것을 믿는다면 선천적인 것은 일단 부인되고 후천적 섭취가 문제되는 것 같다.

Holcombe등(1976)은  $125 \mu\text{g}/1$ 의 납을 용해시킨 물에서 고기를 키워 장기간 접촉의 영향을 관찰하여 생후 척추의 변형을 관찰한 경우도 있다. 이상의 고찰을 통해 볼 때

납의 영향은 뇌의 발육시기인 유년시절에 심하게 노출 되었을 때 정신과 지능에 지장을 주는 것으로 생각된다.

아연은 생체 필수 중금속의 하나이며 본 연구에서 정신지체아 두발중 함량은  $186.80 \pm 48.42$ ppm으로 대조군의  $184.05 \pm 51.56$ ppm과 거의 같았고, 여자가 남자보다 약간 높게 나타났으나 통계적인 유의한 차이는 없었다. 또한 김두희와 장봉기(1986)의 보고에서와 같이 지능지수에 따른 차이는 없었다. 그러나 자폐증을 가진 정신지체아군에서 불과 6례 였으나 아연의 평균함량이  $138.02 \pm 28.17$  ppm으로 타군에 비해 매우 낮게 나타나 아연과 자폐증과의 관계를 연구해 볼 필요성이 있을 것으로 생각된다. 나이에 따른 아연 함량이 대조군과 정신지체아군 모두 유의한 상관성을 나타냈는데 이는 최근들어 아연이 합유된 영양제를 어린이들이 많이 복용하는데 기인된 것이 아닌가 생각된다.

이와 같이 정신지체아에 있어서 두발중 납의 함량은 매우 높으나 나이에 따라서는 유의한 상관성을 보이지 않았다는 사실은 Ratcliffe(1981)와 마찬가지로 모의 태중이나 유아 시절에 납의 흡입이 있어서 뇌의 발육에 지장을 초래한 것이 아닌가 생각되지만 더욱 많은 연구의 필요성을 느낀다.

## V. 요약

정신지체아 발생의 환경인자로서의 납의 영향을 관찰하기 위하여 인제조직내의 축적된 납과 아연의 함량과 정신장애 정도와의 상관성을 보았다.

대상은 정신지체아 교육기관 2곳의 계 297명을 택하였다(부모가 있는 군 132명, 없는 군 165명). 대조군은 시내 모 국민학교에 정상적으로 수업을 받는 63명을 심의로 선택하였다.

재료는 대상자의 후두부의 모발을 채취하여 원자흡광분광광도계로 분석하였다.

두발중 납의 평균함량은 정신지체아에서  $14.97 \pm 3.71$  ppm으로 정상아의  $11.36 \pm 2.83$ ppm보다 유의하게 높았으며 아연 함량은 유의한 차이가 없었다. 납은 장애자 중 연령과 성별 그리고 가정이 있는 경우와 없는 경우 간에 유의한 차이가 없었으나 지능지수와는 유의한 역상관을 나타내었다. 아연은 연령에 따라서는 유의한 상관성을 보였으나 지능지수와는 유의한 상관성이 없었다. 정신지체아에 수반된 장애로 언어장애, 정서장애, 지체부자유,

이중 및 삼중장애, 감각이상, 식습관이상 등이 있으나 감각이상과 식습성을 제외하고 모두 정상군에 비하여 평균 납함량이 유의하게 높으나 정신지체아이면서 수반된 장애가 없는 군과는 유의한 차이가 없었다.

정신지체아에 수반된 질병은 몽고증, 자폐증, 뇌성마비, 간질 및 소뇌증이 있었으나 몽고증의 평균 납 함량에 비하여 뇌성마비와 수반된 질병이 없는 경우와는 유의하게 높은 차이가 있었다.

그들의 병력을 외적 요인과 내적 요인으로 구별해 보았으나 상호 유의한 차이는 없었다.

이상의 결과로 보아 정신지체와 납 사이에는 어느 정도 관계가 있는 것으로 추측되므로 이때의 접촉 기회에 대한 고찰은 모자보건학 상 중요한 과제가 된다고 생각되며 추후 계속 연구해 보아야 할 것 같다.

### 참 고 문 헌

- 김두희, 김홍진, 장봉기. 두발중 납, 카드뮴, 아연 함량과 MMPI와의 관련성. *경북의대지* 1986; 27(1): 1-10
- 김두희, 장봉기. 두발중 납, 카드뮴, 아연 함량과 지능지수. *대한의학협회지* 1986; 29(1): 78-88
- 최규철, 배종우, 정사준, 이규환, 안창일. *연중독증 2례*. *경희의대 논문집* 1982; 7(1): 119-125
- Bartrop D. *Lead poisoning in childhood*. *Postgrad Med J* 1968; 44: 537-548
- Beattie AD, Moore MA, Goldberg A, Finlayson MJW, Mackie EM, Graham JF, Main JG, McLaren DA, Murdoch RM, Stewart GT. *Role of chronic low-level lead exposure in the aetiology of mental retardation*. *Lancet* 1975; 1: 589-592
- Bicknell J, Clayton BE, Delves HT; *Lead in mentally retarded children*. *J Mental Def Res* 1968; 12: 282
- Boiteau HI, Stoklov M, Remond D, Buffet H, Metayer C, Vincent F, Corneteau H, Faure J. *Levels of lead, cadmium and mercury in hair of inhabitants of the Nantes and Grenoble areas*. *Toxicol Eur Res* 1983; 5: 281-291 (English abstract)
- Byers RK, Lord EE. *Late effects of lead poisoning on mental development*. *Am J Dis Childh* 1943; 66: 471-494
- Chisholm JJ, Harrison HE. *The exposure of children to lead*. *Pediatrics* 1956; 18: 943-958
- Cordier MP, Gillet P, Boucherat M, Capdeville J, Rouzioux JM, Fancois R. *Lead poisoning revealed by severe encephalopathy: Pica dose exist in France*. *Arch Fr Pediatr* 1981; 38: 609-611
- David OJ, Mc-Gann B, Huffman SP, Svere J, Clark J. *Low lead levels and mental retardation*. *Lancet* 1976; 2: 1376-1379
- Davison AN. *The biochemistry of brain development and mental retardation*. *Br J Psychiatry* 1977; 131: 565-574
- Fischbein A, Cohn J, Ackerman G. *Asbestos, lead and the family, household risks*. *J Fam Pract* 1980; 10: 989-992
- Gibson SL, Lam CN, Mc-Crae WM, Goldberg A. *Blood lead levels in normal and mentally deficient children*. *Arch Dis Childh* 1967; 42:573-578
- Gordon N, King E, Mackay RI. *Lead absorption in children*. *Brit Med J* 1976; 2: 480
- Guthrie FE, Perry JJ. *Introduction to environmental toxicology-Heavy metal*. N.Y., Elsevier, 1980, pp. 34-43
- Hammer DI, Finkea JF, Hendricks RH, Hinners TA, Riggan WB, Shy CM. *Trace metal in human hair as a simple trace substance in environmental health*. V.D.D. Hemphil, 1972, pp. 22-38
- Hernberg S, Nikkanen J. *Enzyme inhibition by lead under normal urban conditions*. *Lancet* 1970a; 1: 63-64
- Hernberg S, Nikkanen J, Mellin G. *Delta aminolevulinic acid dehydrogenase a measure of lead exposure*. *Arch Environ Health* 1970b; 21: 141-145
- Holcombe GW, Benoit DA, Leonard EN, Mc-Kim JM. *Long-term effects of lead exposure on three generations of brook trout(Salvelinus fontinalis)*. *J Fish Res Bd Can* 1976; 3: 1731-1741
- Huel G, Boudence C, Ibrahim MA. *Cadmium and lead content of maternal and newborn hair, relationship to parity, birth weight and hypertension*. *Arch Environ Health* 1981; 36: 221-227
- Klevay LM. *Hair as a biospy material III. Assessment of environment lead exposure*. *Arch Environ Health* 1973; 26: 169-172
- Landstown R, Yule W. *Lead toxicity*. Baltimore, The Johns Hopkins Univ. Press., 1986, pp. 244-246
- Last JM. *Maxcy-Rosenau public health and preventive medicine, 12 ed*. Norwalk, Connecticut, Appleton-Century-Crofts, 1986, p. 1322
- Marlowe M, Errera J, Jacobs J. *Increased lead and cadmium burden among mentally retarded children and children with borderline intelligence*. *Am J Ment Defic* 1983; 36: 221-227
- Millar JA, Battistini V, Cumming RLC. *Lead and delta aminolevulinic acid dehydrogenase levels in mentally retarded children and in lead poisoned suckling rats*. *Lancet* 1970; 2: 695-698
- Moncrieff AA, Koumides OP, Clayton BE, Patrick AD, Renwick AGC, Roberts GE. *Lead poisoning in children*. *Arch Dis Childh* 1964; 39: 1-13
- Moore MR, Meredith PA, Golberg A. *A retrospective analysis of blood lead in mentally retarded children*. *Lancet* 1977;

1: 717-719

- Needleman HC. *Lead at low dose and the behavior of children. Neurotoxicology* 1983; 4: 121-133
- Phil RO, Pakes M. *Hair element content in learning disabled children. Science* 1977; 198: 204-206
- Ratcliffe. *Lead in man and environment. N.Y., Ellis Horwood Lt., 1981, pp. 56-64*
- Rom WN. *Enrirmmental and occupational medicine. N.Y., Little Brown, 1983, pp. 321-322*
- Rutter M. *Raised lead levels and impaired cognitive and behavioral functioning: A review of the evidence. Dev Med Child Neurol* 1980; 48: 1-36
- Tanquerel des Planches(1839). *cited from Ratcliffe, Lead in man and the environment. N.Y., Elis Horwood Lt., 1981, p.51*
- Telisman S, Prpic-Majic D, Beritic T. *Pb B and ALAD in mentally retarded and normal children. Int Arch Occup Environ Health* 1983; 52: 361-369
- Thatcher RW, Lester ML, Mc-Alaster R, Horst R. *Effects of low levels of cadmium and lead on cognitive functioning in children. Arch of Environ Health* 1982; 37(3): 159-166
- Ulrich L. *The investigation of lead levels in vertebra and rib samples. Arch Toxicol* 1978; 41: 133-148
- Wiener G. *Varying psychological sequence of lead ingestion in children. Public Health Rep(U.S.A.)* 1970; 85: 19-24
- Woidich H, Pfannhauser H. *Trace elements in baby nutrition: Arsenic, lead, cadmium. Lebensm unters Forsch* 1980; 170: 95-98(English abstract).
- Youroukos C, Lyberatos C, Philippidou A, Gardikas C, Tsomi A. *Incresed blood lead levels in mentally retarded children in Greece. Arch Environ Health* 1978; 38: 297-300