

정신지체아 두발 중 중금속 함량 II -카드뮴 및 아연과의 관련성-

경북대학교 의과대학 예방의학교실
박순우·이종영·김두희

= Abstract =

Hair Heavy Metal Contents in Mentally Retarded Children II -In Association with Cadmium and Zinc-

Soon Woo Park, Jong Young Lee, Doohee Kim

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

The relationship between cadmium level and mental retardation was investigated. The 297 subjects with mental retardation were drawn from two schools providing special educational services, one, consisted of children living in an orphan home, another, children with parents. The 117 control subjects were drawn from whom had got average or above average academic achievement in a general elementary school. Hair sample was taken from the nape of the neck and the cadmium and zinc analysis were carried out on an atomic absorption spectrophotometer (IL 551).

Children in the retarded group had significantly higher cadmium levels compared with control but not in zinc levels. There was no relationship between metal concentrations and age except control male group, which showed significant positive linear relationship in zinc, and there was no difference between sex in both metal except the male orphan group in cadmium.

In the orphan group, there was relationship between severity of retardation and cadmium concentration in both sex but not in retarded children with parents. No difference in cadmium levels between the group with Down's syndrome, one of causes of mental retardation, and the control group suggested the cadmium as a possible cause of mental retardation. In the case of accompanying autism, zinc level was significantly lower than that of other accompanying diseases.

Although not establishing an etiologic relationship, findings of this study suggest that there are some influences of cadmium on mental retardation, and call for a continuing study.

I. 서 론

정신지체의 원인으로서는 여러가지가 있겠으나 최근에

이르러 환경 오염 문제와 더불어 중금속 중독과 관련된 문제가 주목을 끌고 있다(Menkes, 1980). 특히 납의 경우 영유아에서 급성중독으로 인해 연뇌증(lead encephalopathy)이 유발된다는 사실은 이미 잘 알려져 있다(Ratcli-

* 이 논문은 1988년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구 되었음.

ffe, 1981). 그러나 납 중독의 뚜렷한 증거가 없음에도 불구하고 혈중(Gordon등, 1967; Gibson등, 1967; Bicknell등, 1968; Beattie등, 1975; David등, 1976; Moor등, 1977; Youroukos등, 1978) 혹은 두발중(Pihl과 Parkes, 1977; Thatcher등, 1982; Marlowe등, 1983; 김두희등, 1989) 납 함량이 정신지체아에서 정상아에 비해 더 높게 나타난다는 것이 여러차례 보고되었다.

그러나 납과 함께 중요한 중금속 중의 하나인 카드뮴도 sulfhydryl군을 가진 효소의 작용을 방해하여 두뇌대사에 직접적인 방해를 일으킬 수 있으나 (Kubasick와 Volosin, 1973; Bowman과 Rand, 1980; Menkes, 1980) 카드뮴과 인지기능(cognitive function)과의 관계에 대한 연구는 별로 되어있지 않다. Pihl과 Parkes(1977)는 학습지능아를 대상으로, Marlowe등(1983)은 정신지체아와 경계선급 지능아를 대상으로 두발 중 카드뮴 함량을 조사하여 정상아들에 비해 유의하게 높았다고 보고하였으며, Thatcher등(1982)은 두발중 카드뮴 함량이 지능지수 및 학업성취도와 유의한 역상관관계를 가진다고 보고하였다. 그러나 이들 연구에서도 단지 상관성만을 밝혔을 따름으로서 카드뮴의 인지기능에 대한 인과관계에 대해서는 증명하지 못했다. 한편 국내에서의 보고 예로는 김두희와 장봉기(1986)가 비행 청소년을 대상으로 하여 두발 중 카드뮴을 측정하여 지능지수와 연관시켜 발표한 것 이외는 아직 없는 실정이다.

이에 저자는 정신지체자를 대상으로 두발 중 카드뮴과 아연함량을 조사, 정상아와 비교하여 다소의 성적을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 대상 및 방법

대구 시내에 소재하고 있는 정신지체아 교육을 위한 특수학교 중 가정이 있는 아동이 다니는 1개교에서 132명 (I군, 남자 88명, 여자 44명), 고아로써만 구성되어 있는 1개교에서 165명(II군, 남자 88명, 여자 77명), 합계 297명을 실험군으로 하였으며 지체아의 분류는 현재 국내의 각 특수학교에서 교육상의 목적으로 분류한 기준(보호급, 지능지수 25미만; 훈련가능급, 25-49; 교육가능급, 50-74; 경제선급, 75-90미만)에 따랐다. 대조군으로는 대구 시내로 일반 국민학교에 재학중인 학생 중 지난 학기 성적이 상대 평가로 '미' 이상인 117명 (남학생 63명, 여학생 54명)을 임의 추출하였다.

위 조사 대상자들의 생활기록부와 아동조사서를 통해 각 개인의 신상을 파악하였으며 이들의 나이와 지능지수의 분포는 표 1과 같다.

실험재료로써 1987년 3월부터 5월까지 이발사와 미용사를 고용하여 녹슬지 않은 가위로 뒷머리 부분의 두발을 채취하였으며 카드뮴의 분석은 김두희등(1989)의 방법과 같이 하였다.

III. 성 적

표1에서 각 군간에 나이 분포의 유의한 차이가 있었으므로 나이 분포에 따른 카드뮴 및 아연의 함량을 보았다 (표 2-1, 2-2). 그 결과 카드뮴은 모든 군에서 연령에 따른 차이가 없었으나, 아연의 경우 대조군 남자에서 나이가

Table 1. Age and I.Q. distribution of mentally retarded children and control

	Case No.	Age(years)		I.Q.	
		Mean ± S.D.	Range	Mean ± S.D.	Range
Male	239				
Control	63	10.7 ± 1.7	7-12	average or above average school record	
Group I	88	13.4 ± 4.1**	6-26	41.4 ± 16.9	19-89
Group II	88	16.6 ± 5.2**	6-31	37.6 ± 14.8	20-75
Female	175				
Control	54	10.2 ± 1.8	7-13	average or above average school record	
Group I	44	12.6 ± 4.0**	6-21	40.2 ± 15.4	20-75
Group II	77	16.0 ± 5.2**	6-34	37.8 ± 16.0	15-80

** : p<0.001 (compared with control)

** : p<0.001 (compared with group I) by Student's t-test

Table 2-1. Cadmium contents(ppm) by age group

Age (yrs.)	Male						Female					
	No.	Control	No.	Group I	No.	Group II	No.	Control	No.	Group I	No.	Group II
6-7	5	0.48±0.10	5	0.68±0.11	4	0.76±0.18	4	0.54±0.04	4	0.83±0.15	2	0.62±0.08
8-9	9	0.41±0.08	11	0.74±0.27	3	0.65±0.19	16	0.52±0.13	6	0.56±0.11	2	0.82±0.39
10-11	18	0.41±0.14	14	0.63±0.18	8	0.72±0.17	19	0.43±0.18	8	0.69±0.22	11	0.63±0.13
12-13	31	0.48±0.17	13	0.57±0.22	5	0.71±0.19	15	0.51±0.17	10	0.67±0.19	15	0.61±0.12
14-15			15	0.60±0.22	19	0.65±0.18			5	0.64±0.22	8	0.71±0.18
16-17			19	0.63±0.19	19	0.69±0.19			4	0.59±0.13	12	0.62±0.16
18-19			7	0.50±0.11	6	0.66±0.14			4	0.67±0.18	14	0.67±0.19
20-			4	1.01±0.55	24	0.77±0.12			3	0.56±0.20	13	0.67±0.12

Table 2-2. Zinc contents (ppm) by age group

Age (yrs.)	Male			Female		
	Control**	Group I*	Group II	Control	Group I	Group II
6-7	136.10±30.89	119.76±24.61	138.33±60.73	189.23±86.19	172.20±69.78	175.25±11.53
8-9	164.10±52.35	199.01±75.35	205.50±31.26	182.14±78.26	159.87±49.14	225.00±30.12
10-11	175.29±42.69	171.89±47.78	178.36±39.02	177.37±54.22	206.48±59.51	161.39±41.79
12-13	202.66±51.52	169.85±38.71	195.20±45.99	182.65±58.66	181.15±61.58	195.54±49.63
14-15		183.02±28.04	180.64±41.37		190.36±42.04	173.09±13.57
16-17		197.58±53.66	192.01±49.44		208.08±34.38	216.08±50.80
18-19		187.46±45.45	175.82±38.18		194.08±65.24	200.19±50.35
20-		213.23±62.08	199.55±49.86		183.23±15.13	184.92±33.93

** : p<0.01, * : p<0.05 by Kruskal-Wallis One-way ANOVA

증가함에 따라 그 함량도 증가하는 것을 볼 수 있었으며 ($r=0.4074$, $p<0.01$) I 군의 남자에서는 나이에 따른 차이는 있었으나($p<0.05$) 규칙적인 증감이나 선형관계는 없었다($r=0.2406$).

각 군의 카드뮴 및 아연 농도를 남녀별로 분석해 본 결과 카드뮴의 경우 남녀 모두 정신신체군에서 대조군과 유의한 차이($p<0.001$)가 있었으며, 남자의 경우 정신신체의 두 군 사이에서도 차이가 있었다($p<0.05$). II군에서는 남녀 차이가 있었으나($p<0.05$), 대조군과 I군에서는 남녀간의 차이가 없었다. 그러나 아연은 어떠한 군 사이에서도 유의한 차이를 볼 수 없었다. 카드뮴과 아연의 상관관계를 보면 남자 II군($p<0.001$)과 여자 대조군($p<0.01$)에서 유의한 상관관계가 있었다(표 3).

정신신체의 정도에 따라 본 카드뮴 및 아연의 두발 중 함량은 표 4와 같다. I군의 경우는 남녀 모두 정신신체 정도에 따른 차이를 볼 수 없었으나 II군에서는 카드뮴에서 지능지수에 따른 각 군간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$, $p<0.01$). 그러나 아연의 경우 정신신체 정도에 따른

차이나 남녀간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었으며 다만 보호급 남자에서 I군과 II군 사이에 차이가 있었다($p<0.05$).

정신신체아를 현재 동반 질병에 따라 분류하여 대조군과 비교해 본 결과 카드뮴의 경우 남녀 모두 질병 유무를 모르는 경우와 간질이 있는 경우에서 유의한 차이가 있었으며($p<0.01$), 대상자 수는 적었으나 자폐증의 경우 남자는 대조군에 비해 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 여자도 대조군과 비슷한 수치를 보였다. 그러나 Down 증후군의 경우는 대조군과 차이가 없었으며 뇌성마비가 동반된 경우 대조군에 비해서는 다소 높았으나 동반 질환을 모르는 경우에 비해서는 다소 낮았다. 아연의 경우는 자폐증이 있을시 대상자 수는 적었으나 남녀 모두 대조군에 비해 낮은 수치를 나타내었다(표 5).

정신신체와 동반하고 있는 장애의 정도에 따라 카드뮴, 아연의 함량을 보았다(표 6). 남녀 모두 카드뮴 함량에 있어서 통계학적인 차이는 볼 수 없었으나 아연의 경우 남자는 두가지 이상의 장애를 동반하는 경우가 한가지의

Table 3. Cadmium and zinc contents(ppm) between group by sex and correlation between cadmium and zinc

Sex	Group	No.	Cd	Zn	r
Male	Control	63	0.45±0.15	184.05±51.36	-0.0043
	M.R.	176	0.67±0.22**	185.02±48.87	
	Group I	88	0.64±0.24**	182.58±51.22	0.1734
	Group II	88	0.71±0.19**+	187.47±46.56	0.4086**
Female	Control	54	0.49±0.16	181.13±63.82	0.3584*
	M.R.	121	0.65±0.16**	189.38±47.84	
	Group I	44	0.66±0.18**	186.85±52.87	0.2672
	Group II	77	0.65±0.15**	190.82±45.01	0.0958

** : p<0.001 (compared with control)
 ** : p<0.001 (compared with group I)
 + : p<0.05 (compared with female group II) by Student's t-test
 M.R. : mentally retarded children
 r : correlation coefficient between cadmium and zinc (*; p<0.01, **; p<0.001)

Table 4. Cadmium and zinc contents(ppm) by degree of retardation

Classification ⁺	Male				Female				No.	Total
	No.	Group I	No.	Group II	No.	Group I	No.	Group II		
Dependent	20	0.66±0.15	23	0.89±0.20 ^{××}	10	0.71±0.21	23	0.74±0.18	76	0.76±0.20
Cd Trainable	43	0.66±0.24	53	0.66±0.14**	24	0.65±0.20	39	0.63±0.13*	159	0.65±0.18*
Educable [@]	25	0.59±0.29	12	0.56±0.13 [#]	10	0.61±0.09	15	0.56±0.10 [#]	62	0.58±0.20
Dependent	20	169.58±52.59	23	202.57±48.70 [×]	10	184.19±69.63	23	180.90±43.98	76	184.91±52.04
Zn Trainable	43	185.54±49.83	53	184.12±46.61	24	186.00±43.51	39	194.92±47.61	159	187.39±47.06
Educable [@]	25	188.22±52.80	12	173.29±37.17	10	191.54±60.27	15	195.36±39.72	62	187.59±47.98

** : p<0.001, * : p<0.05 (compared with dependent group)
 # : p<0.05 (compared with trainable group)
 ×× : p<0.001, × : p<0.05 (compared with group I) by Mann-Whitney test
 + : dependent; below 24, trainable; 25-49, educable; 50-74 in I.Q.
 @ : including slower-learner group(I.Q. 75-89, 4 males, 4 females)

Table 5. Cadmium and zinc contents(ppm) by concomitant disease

	Cadmium				Zinc			
	No.	Male	No.	Female	No.	Male	No.	Female
Control	63	0.45±0.15	54	0.49±0.16	63	184.05±51.36	54	181.13±63.82
Mentally retarded								
Unknown	130	0.71±0.22**	94	0.67±0.15**	130	187.64±44.81	94	191.77±49.48
Down's synd.	24	0.50±0.12	15	0.48±0.10	24	189.69±65.67	15	171.21±41.47
Epilepsy	13	0.68±0.23**	7	0.76±0.24**	13	163.81±50.78	7	191.29±32.62
Cerebral palsy	5	0.58±0.13	2	0.59±0.01	5	191.60±41.42	2	215.05±44.34
Autism	4	0.65±0.18*	2	0.67±0.11	4	132.63±33.53*	2	148.80±15.70
Microcephaly	-	-	1	0.90	-	-	1	253.60

** : p<0.01, * : p<0.05 compared with control by Mann-Whitney test

장애를 가진 경우에 비해 유의하게 낮았다(p<0.05). 그러나 여자의 경우 그러한 차이가 없었다.

정신 지체아군을 과거력에 따라 분류하였다. 카드뎀은 외적 요인에 의한 경우가 과거력을 모르는 경우에 비해

다소 높았으나 내적요인에 의한 경우는 오히려 낮았으며 아연의 함량은 외적, 내적요인 모두에서 과거력을 모르는 경우에 비해 다소 높았다. 그러나 이상 모두 대상자가 적은 관계로 통계적인 의의는 없었다(표 7).

Table 6. Cadmium and zinc contents(ppm) by accompanying handicap

	Cadmium				Zinc			
	No.	Male	No.	Female	No.	Male	No.	Female
Unclassified	58	0.69±0.26	35	0.63±0.16	58	182.30±50.18	35	188.77±38.34
Single	99	0.67±0.19	63	0.64±0.16	99	191.58±48.81	63	184.64±49.08
Speech Dis.	53	0.65±0.21	30	0.64±0.18	53	188.79±50.88	30	188.25±48.01
Crippled	19	0.69±0.14	13	0.61±0.10	19	208.65±39.13	13	179.68±38.32
Emotional Dis.	17	0.70±0.19	13	0.65±0.15	17	182.40±45.17	13	174.33±45.79
Sensorium Dis.	5	0.67±0.28	2	0.64±0.17	5	211.58±38.78	2	172.85±86.62
Feed Dis. #	5	0.68±0.14	4	0.76±0.19	5	167.44±71.34	4	209.10±95.28
Cardiac problem	-	-	1	0.69	-	-	1	200.00
Double	18	0.62±0.22	20	0.68±0.17	18	159.19±37.17*	20	203.87±60.00
Tripple	1	1.02	3	0.87±0.26	1	159.00	3	199.30±21.33

Dis : disturbance

* : p<0.05 (compared with single handicap group by t-test)

: including unbalanced diet and pica

pica : 2 males and 1 female (Cd; 1.02±0.26, Zn; 223.77±84.99)

Table 7. Cadmium and zinc contents(ppm) by past history

	No.	Cadmium	Zinc
Control	117	0.47±0.15	182.70±57.21
Mentally retarded			
Unknown	274	0.66±0.20	184.99±47.35
Exogenous factor	15	0.74±0.19	206.79±58.87
Trauma	6	0.74±0.17	181.08±43.99
Drug	5	0.74±0.20	228.70±61.28
Difficult delivery	2	0.82±0.40	181.20±55.01
Encephalitis	2	0.66±0.14	254.70±92.35
Endogenous factor	8	0.61±0.21	211.18±55.67
Convulsion	6	0.59±0.23	197.93±46.59
Metabolic disease	2	0.70±0.19	250.90±81.46

IV. 고 찰

혈중에 흡수된 카드뮴은 신장과 간장을 비롯하여 신체의 거의 모든 조직에 분포하게 되는데 본 연구에서는 두발을 시료로 하여 카드뮴과 아연을 분석하였다. 이는 시료 채취의 용이성 외에 카드뮴의 혈중에 머무르는 시간이 일 시적인데 지나지 않아 혈중 농도는 과거에 노출된 것을 판단하는데는 부적합하고 노중 농도는 수치의 변화가 심하다는 보고(Petering등, 1973; Huel등, 1981; Kelman, 1986)가 있었기 때문이다. Nordberg와 Nishiyama(1972)는 쥐의 실험에서 모발중 카드뮴 농도와 각 장기 조직중 농도와의 상관계수가 0.99에 이른다고 하였다.

두발중 카드뮴 및 아연 함량의 나이와 성별에 따른 분포에 대한 연구에서 Schroeder와 Nason(1969)에 의

하면 카드뮴의 경우 여자는 40세 이전에는 평균2.59±0.389ppm, 이후가 0.92±0.15ppm이었으나 남자의 경우는 나이에 따른 차이가 없이 2.76±0.48ppm이었다고 하였다. 아연은 남자가 167±5.09ppm, 여자가 172±9.32ppm으로써 나이와 성별에 따른 차이가 없었다고 하였다. Petering(1973)등에 의하면 남자의 경우 두발 중 아연 함량이 12세까지는 증가하다가 그 뒤 감소 추세를 보였고 카드뮴은 남자의 경우 20세까지는 증가하다가 그 뒤 변화가 없거나 약간의 감소 추세를 보였으며 여자는 40-50세에서 최고치를 보였다고 하였다. 이때 전 대상자의 두발 중 함량은 0.5-2.5ppm이고 아연 함량과는 관계가 없었다고 한다. 우리나라의 경우 김두희와 장봉기(1986)의 연구에 의하면 12세에서 20세까지의 정상 학교교육을 받고있는 남자에서 나이에 따른 카드뮴과 아연의 차이는 없었다고 하였으며 이 때 카드뮴의 농도는 최저치가 18-19세군의

0.53±0.16ppm, 최고치가 14-15세군의 0.58±0.12ppm, 아연은 최저치가 18-19세군의 147.22±30.78ppm, 최고치가 14-15세군의 158.96±23.10ppm이라고 하였다. 본 연구에서는 연령분포가 대조군의 경우 6세에서 13세, 실험군은 6세에서 34세로써 차이가 있었으나 카드뮴의 경우 같은 군 안에서는 어떠한 연령층 사이에서도 유의한 차이가 없었다. 아연은 대조군 남자의 경우 6세부터 13세까지 유의하게 증가하는 양상을 띄어 Petering과 일부 같은 결과를 보였으며, 가정이 있는 남자 지체아의 경우 각 연령층 사이에서는 유의한 차이가 있었으나 규칙적인 증감양상 혹은 선형관계는 아니었으며 다른 군에서는 연령간의 차이가 없었다. 그리고 카드뮴과 아연간에는 가정이 없는 남자 지체아군(남자 고아군)과 여자 대조군에서 유의한 정상관관계가 있었으나 그 이유에 대해서는 더 연구해 보아야 할 것으로 생각된다.

Thatcher등(1982)은 낮은 농도의 카드뮴에 장기간 노출시 카드뮴이 sulfhydryl기를 가진 효소의 작용을 직접적으로 방해하여 acetylcholine, serotonin, norepinephrine의 수준을 낮출 수 있기 때문에 인지기능 등의 두뇌기능에 영향을 줄 가능성이 있다고 하였으며, Stowe등(1972)은 카드뮴으로 인해 rough endothelial reticulum(RER)의 변화를 일으켜 단백질 대사에 이상을 초래하고 smooth endothelial reticulum(SER)의 증식을 일으켜 탄수화물의 대사이상을 초래한다고 하였다. 실제로 Chandra등(1985)은 카드뮴을 체내 주입한 쥐의 실험에서 대조군에 비해 뇌의 카드뮴 농도가 유의하게 높았으며 조건반사 능력이 떨어졌다고 보고한 바 있다. Thatcher등(1982)은 두발 중 카드뮴과 지능지수 및 학업성적 간에 유의한 역상관관계가 있었다고 하였으며, 김두희와 장봉기(1986)도 정상교육을 받는 남자 고교생과 비행 청소년의 연구에서 학업 성적과 두발 중 카드뮴 함량이 반비례한다고 하였다. Pihl과 Parkes(1977)는 학습 지진아를 대상으로 하여 두발 중 카드뮴 함량이 평균 1.72ppm으로 대조군(1.08ppm)에 비해 유의한 차이가 있었으며 아연 함량은 차이가 없었다고 하였다. Marlowe등(1983)은 정신지체아 및 경계선급 지능아군(0.62±0.58ppm)이 대조군(0.37±0.42ppm)에 비해 두발 중 카드뮴 함량이 높았다고 하였다. 본 연구에서도 정신지체아 군에서 카드뮴 함량이 가정이 있는 경우 남녀 각각 0.64±0.24ppm, 0.66±0.18ppm, 고아인 경우 남녀 각각 0.71±0.19ppm, 0.65±0.15ppm으로써 대조군(남;0.45±0.15ppm, 여;0.49±0.16

ppm)에 비해 유의한 차이가 있으며 다른 연구와 일치된 결과를 나타내었다. 그러나 고아들로 이루어진 II군 남자중 보호급의 경우 가정이 있는 I군의 남자 및 같은 II군의 여자군과도 유의한 차이가 있었는데 이는 지능이 떨어질수록 이식증(pica)이 심하고(McAlpine과 Singh, 1986) 동시에 보호자가 있는 경우에 비해 이물질들을 주워 먹을 기회가 용이하며, 남자가 여자에 비해 활동성이 왕성하기 때문인 것으로 추측된다.

또한 지체정도에 따른 카드뮴 함량을 비교해 보았을때 고아로 이루어진 II군의 경우 남녀 모두 보호급, 훈련가능급, 교육가능급의 각 단계사이에 유의한 차이가 있었으나 가정이 있는 I군의 경우에는 그러한 차이가 없었다. 그러나 I군 여자의 경우에도 통계학적인 의의는 없어도 지능지수에 어느정도 반비례하는 경향을 보였다. 그리고 동반질환에 따라 나누어 보았을때 선천성 질환이며 진단이 거의 확실한 Down증후군의 경우 카드뮴 함량이 대조군과 차이가 없었으며 뇌성마비가 있는 경우에도 대조군에 비해서는 다소 높았으나 동반질환이 없거나 잘 모르는 경우에 비해서는 다소 낮았다. 이러한 결과로 보아 카드뮴이 정신지체에 어느정도 영향을 끼칠 수 있을 것으로 추측된다.

McAlpine과 Singh(1986)는 그들의 연구에서 정신지체아의 9.2%가 이식증(pica)이 있었다고 하였고 이식증 유무가 정신지체의 정도와 관계 있었다고 하였다. 본 연구에서는 기존 생활기록부와 아동조사서 만을 이용하여 신상을 파악하여 이식증이 있다고 한 경우가 297명 중 3명에 지나지 않았으나 그들만을 놓고 볼 때 카드뮴 함량이 1.02±0.26ppm으로써 정신 지체아군의 전체 평균인 0.66±0.19ppm에 비해 높게 나타났다.

카드뮴과 아연과의 관계에 대한 연구에서 Waalkes(1986)는 쥐의 실험에서 아연이 약간 결핍된 상태에서 간장과 신장의 카드뮴 축적을 증가시킨다고 하였으며 Kudo등(1986)도 카드뮴을 주입하기 전에 아연으로 미리 전처리한 경우 조직의 형태학적인 변형이 적게 일어난다고 하였고 이는 아연에 의해 metallothionein의 합성이 증가되어 아연 대신에 카드뮴이 결합하여 그 독성을 줄이기 때문일 것이라고 고찰하였다. Baranski(1986)는 카드뮴을 먹인 군에서 뇌 중 아연 함량이 대조군에 비해 낮게 나왔는데 이것이 신경증상 및 행동이상과 관계있을 것이라고 추측하였다. 본 연구에서는 아연과 카드뮴 사이에서 대조군의 남자와 II군의 남자에서 유의하게 정

상관관계가 있었으며 다른 군에서는 그러한 상관성이 없었고 아연함량과 지체 정도와는 상관성이 없었다. 그러나 동반장애 정도에 따라 분류했을 때 남자에서 두가지 이상의 장애를 동반 한 경우 한가지의 장애를 동반한 경우보다 아연 함량이 유의하게 낮았다. 그리고 자폐증인 경우 특이적으로 두발 중 아연이 낮았는데 이것과 신경증상과의 관계에 대한 연구는 앞으로 더 많이 이루어져야 하겠다.

Tsuchiya등(1984)은 산모와 태아의 혈중 카드뮴의 측정에서 태반혈(placental blood)에 비해 제대혈(cord blood)농도가 훨씬 높아 태반이 중금속에 대한 보호막의 역할을 하는 것으로 생각되나 제대혈중 농도가 산모의 혈중보다 오히려 높은 것으로 보아 완전하지는 않은 것 같다고 하였다. Baranski(1986)는 카드뮴을 섭취시킨 쥐에서 출생한 새끼쥐의 뇌무게가 대조군에 비해 유의하게 가벼웠다고 하였다. 또한 출생 2주 뒤의 뇌에서의 카드뮴 함량은 대조군에 비해 차이가 없었으나 16주 뒤에는 유의하게 높았는데 이는 어미쥐의 젖중에 포함된 카드뮴을 새끼쥐가 섭취함으로써 장관(intestine)벽에 축적되어 있던 카드뮴이 그 뒤 혈중에 흡수된 때문이라고 하였다. Huel등(1981)은 신생아의 두발 중 카드뮴 함량과 그들의 체중과는 역상관 관계가 있었다고 하고 카드뮴이 태반을 통과해서 두발 중에 축적되는 것은 단순확산(simple diffusion)에 의한 것일거라고 추측하였다. 또한 카드뮴의 음식을 통한 섭취는 Mykkanen등(1986)이 핀랜드의 어린이를 대상으로 조사한 바에 의하면 체중에 대한 카드뮴 1일 섭취량이 3세군에서 18세군의 약 3배가 된다고 하여 나이가 어릴때 카드뮴에의 노출 위험이 더 많다는 것을 시사하였다. 이때 도시와 농촌과의 차이는 볼 수 없었다고 하였다. Piscator(1985)는 음식에 의한 카드뮴의 섭취는 주로 슬러지나 인산비료로 인한 토양오염에 의해 기인되고 소각로나 용광로로부터의 방출도 영향을 끼칠 수 있다고 하였으며, 이 외, 산성비(acid rain)도 토양을 산성화 시켜 곡물의 카드뮴 섭취를 증가시킬 수 있다고 하였다. 이러한 보고와 함께 본 연구에서 연령에 따른 카드뮴 함량의 차이가 없었다는 사실로 볼때 머리카락이 일정 기간 자라면 이발을 하게 되기 때문에 1년 이상의 장기간 농축에 대한 관찰은 불가능하기 때문이며 태반이나 모유를 통한 카드뮴의 태아 혹은 신생아에 대한 영향도 고려하여 선천적인 중금속 중독에 대한 연구와 함께 어릴 때의 성장환경, 특히 환경오염에 대한 조사도 이루어져야

할 것으로 생각된다.

본 연구의 결과에서 카드뮴이 정신지체아에서 대조군에 비해 유의한 차이가 있고 또한 정신지체의 정도와도 상관성이 있는 것으로 보아 카드뮴이 정신지체에 영향을 끼칠 수 있을 것으로 추측되며 추후 계속적인 연구를 통해 더욱 상세한 내용을 밝혀야 할 것으로 생각된다.

V. 요 약

정신지체와 인체내 카드뮴 함량과의 관련성을 보기 위해 정신지체아 297명(가정이 있는 아동이 다니는 특수학교 1개교의 132명과 고아로 구성된 특수학교 1개교의 165명)을 대상으로 두발중 카드뮴 및 아연함량을 측정하였으며 학업성적이 중위권 이상인 일반 국민학교 학생 117명을 대조군으로 하여 비교해 보았다.

시료의 분석은 원자흡광도계를 이용하였다.

두발 중 카드뮴 함량의 연령에 따른 차이는 없었으며 아연은 대조군 남자의 경우 연령 증가에 비례하였다.

가정이 있는 정신지체아의 경우 카드뮴 함량이 남녀 각각 $0.64 \pm 0.24\text{ppm}$, $0.66 \pm 0.18\text{ppm}$, 가정이 없는 정신지체아(고아군)의 경우 남녀 각각 $0.71 \pm 0.19\text{ppm}$, $0.65 \pm 0.15\text{ppm}$ 으로써 대조군 (남; $0.45 \pm 0.15\text{ppm}$, 여; $0.49 \pm 0.16\text{ppm}$)에 비해 유의한 차이가 있었다. 그러나 아연의 경우 유의한 차이는 없었다.

정신지체의 정도별로 보았을때 고아인 경우 남녀 모두 카드뮴 함량이 지체정도가 심할수록 높았으나 가정이 있는 지체아의 경우는 그러한 차이가 없었다.

다만 선천성 질환인 Down증후군은 남녀 모두 대조군과 카드뮴 함량의 차이가 없었다. 자폐증이 있는 경우 아연의 함량이 특이적으로 낮았다.

본 연구의 결과에서 카드뮴이 정신지체에 어느 정도의 영향을 끼칠 것으로 추측되나 더욱 연구를 계속해 보아야 하겠다.

참 고 문 헌

- 김두희, 김옥배, 장봉기. 정신지체아 두발 중 중금속 함량 I. 납과의 관련성. 대한예방의학회지. 1989; 22(1): 125-135
- 김두희, 장봉기. 두발 중 납, 카드뮴, 아연 함량과 지능지수. 대한의학협회지 1986;29(1):78-88
- Baranski B. Effect of maternal cadmium exposure on postnatal

- development and tissue cadmium, copper and zinc concentrations in rats. *Arch Toxicol* 1986; 58: 255-260
- Beattie AD, Moor MR, Goldberg A, Finlayson MJW, Mackie EM, Graham JF, Main JC, McLaren DA, Murdoch RM, Stewart GT. *Role of chronic low-level lead exposure in the aetiology of mental retardation. Lancet* 1975; 7907: 589-592
- Bicknell J, Clayton BE, Delves HT. *Lead in mentally retarded children. J Men Def Res* 1968; 12: 282-293
- Bowman WC, Rand MJ(eds.). *Textbook of pharmacology, 2nd ed. London, Blackwell Scientific Publications, 1980, pp. 39. 10-39. 11*
- Chandra SV, Murthy RC, Ali MM. *Cadmium-induced behavioral changes in growing rats. Industrial Health* 1985; 23: 159-162
- David O, Hoffman S, McGann B, Sverd J, Clark J. *Low lead levels and mental retardation. Lancet* 1976; 1376-1379
- Gibson SLM, Lam CN, McCrae 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* 1967; 2: 480-482
- Huel G, Boudene C, Ibrahim MA. *Cadmium and lead content of maternal and newborn hair: relationship to parity, birth weight, and hypertension. Arch Environ Health* 1981; 36(5): 221-227
- Kelman GR. *Cadmium metabolism in man. Human Toxicol* 1986; 5: 91-93
- Kubasik NP, Volosin MT. *Heavy metal poisoning: clinical aspects and laboratory analysis. Am J Med Technol* 1973; 39(11): 443-450
- Kudo N, Yamashina S, Waku K. *Protection against cadmium toxicity by zinc: decrease in the Cd-high molecular weight protein fraction in rat liver and kidney on Zn pretreatment. Toxicology* 1986; 40: 267-277
- Marlowe M, Errena J, Jacobas J. *Increased lead and cadmium burdens among mentally retarded children and children with borderline intelligence. Am J Ment Defic* 1983; 87(5): 477-483
- McAlpine C, Singh NN. *Pica in institutionalized mentally retarded persons. J Ment Defic Res* 1986; 30: 171-178
- Menkes JH(ed.). *Textbook of child neurology, 2nd ed. Philadelphia, Lea & Febiger, pp. 640-642*
- Moor MR, Meredith PA, Goldberg A. *A retrospective analysis of blood-lead in mentally retarded children. Lancet* 1977; 717-719
- Mykkanen H, Rasanen L, Ahola M, Kimppa S. *Dietary intakes of mercury, lead, cadmium and arsenic and arsenic by Finnish children. Human Nutrition: Applied Nutrition* 1986; 40A: 32-39
- Norberg GF, Nishiyama K. *Whole-body and hair retention of cadmium in mice. Arch Environ Health* 1972; 24: 209-214
- Petering HG, Yeager DW, Witherup SO. *Trace metal content of hair: II. Cadmium and lead of human hair in relation to age and sex. Arch Environ Health* 1973; 27: 327-330
- Pihl RO, Parkes M. *Hair element content in learning disabled children. Science* 1977; 198: 204-206
- Piscator M. *Dietary exposure to cadmium and health effects: impact of environmental changes. Environ Health Perspect* 1985; 63: 127-132
- Ratcliffe JM. *Lead in man and the environment, N.Y., U.S.A. Halsted Press, 1981, pp. 51-64*
- Schroeder HA, Nason AP. *Trace metals in human hair. J Invest Dermatol* 1969; 53(1): 71-78
- Stowe HD, Wilson M, Goyer RA, Hill C. *Clinical and morphological effects of oral cadmium toxicity in rabbits. 1972; 94: 389-405*
- Thatcher RW, Lester ML, McAlaster R, Horst R. *Effects of low levels of cadmium and lead on cognitive functioning in children. Arch Environ Health* 1982; 37(3): 159-166
- Tsuchiya H, Mitani K, Kodama K, Nakata T. *Placental transfer of heavy metals in normal pregnant Japanese women. Arch Environ Health* 1984; 39(1): 11-17
- Waalkes MP. *Effect of dietary zinc deficiency on the accumulation of cadmium and metallothionein in selected tissues of the rat. J Toxicol Environ Health* 1986; 18: 301-313
- Youroukos S, Lyberatos C, Philippidou A, Gardikas C, Tsomi A. *Increased blood lead levels in mentally retarded children in Greece. Arch Environ Health* 1978; 33(6): 297-300