

두발중 미량 중금속과 필수금속의 과다 또는 과소의 불균형과 폭력범죄 행동과의 관련성 연구

김 두 회¹ · 장 봉 기¹ · 이 덕 회¹ · 홍 성 철¹ · 김 병 희²

경북의대 예방의학교실¹, 대구교도소 의무과²

= Abstract =

Relationship between Violent Criminal Behavior and Imbalance of Scalp Hair Minerals in Man

Doohie Kim¹, Bon Ki Jang¹, Duk Hee Lee¹, Sung Chul Hong¹, Byung Hie Kim²

*Department of Preventive Medicine and Public Health School of Medicine,
Kyungpook National University¹*

Department of Medicine, Taegu Correctional Institution²

To estimate the factors to the inclination of the criminal violence, the content of trace minerals and toxic metals in the scalp hair were measured during the period from May 1992 to October 1992.

One hundred eleven violent and 89 nonviolent criminal inmates of Taegu Correctional Institute were selected. The inmates of violent criminals were imprisoned by murder, robber, rape, injury and violent acts. Those of nonviolent criminals were swindle, larceny, and adultery and had no history of institutional violence.

The contents of two toxic metals (cadmium, lead) and five trace minerals (Cu, Fe, Zn, Mg, Na) were determined by an atomic absorption spectrophotometer (IL. 551).

The contents of cadmium and lead in hair of violent criminals were significantly higher as 0.56 ± 0.14 ppm, 11.53 ± 3.32 ppm, respectively, than 0.42 ± 0.20 ppm, 9.63 ± 4.31 ppm of nonviolent group ($p < 0.01$). But the level of copper was significantly lower than nonviolent group ($p < 0.05$).

The factors that had a significant correlation with the inclination of violence in multiple logistic regression analysis were cadmium (odds ratio = 98.09), unmarried (odds ratio = 0.39), many times of criminal history (odds ratio = 1.57) and residence of rural area (odds ratio = 0.44).

이 논문은 1991년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

The results suggest that the sub-toxic contents of cadmium and lead in the hair may be of potential effect on behavior, and the mineral analysis may be an important adjunctive diagnostic procedure. Further studies into this problem are necessary.

Key words: heavy metal, hair mineral, violent criminal behavior

서 론

최근 정신과적 질환의 원인을 규명하기 위하여 두발중 금속성분을 분석한 연구가 많이 행해지고 있으며, 두발내 일부 독성 중금속이 신체장애, 행동장애, 학습장애를 유발시키는 요인이 될 수 있음을 여러 학자들이 보고하고 있다(Perino와 Ernhart, 1974; Needleman 등, 1979; Kracke, 1982; Lester 등, 1982; 김두희와 장봉기, 1986; 김두희 등, 1989a, 1989b; 박순우 등, 1989; 한기환 등, 1989). Fishbein 등(1985)은 납, 카드뮴과 같은 중금속은 신경세포에 친화성이 있어 인식과 지적 기능에 관여하는 뇌 부분에 축적되어 지적능력, 학업성적, 과민활동, 폭력행동에 관여할 것이라고 보고했다. 더 나아가 정신분열증(Walsh, 1987; 김두희 등, 1990; 성금영, 1991), Alzheimer병(Shore 등, 1984), Tourette 증후군 및 알콜중독(Cromwell 등, 1989)에도 중금속이 관여할 것이라는 가설이 대두되고 있다.

필수미량원소는 생체내에서의 함량이 4g미만으로 정상적인 생리기능을 유지하는데 필수적인 것을 말하며, 이들 미량원소로는 아연, 구리, 철, 마그네슘, 나트륨, 크롬, 코발트, 몰리브데늄 등으로 효소활성을 조절하고 신경전달매체의 활성화와 같은 생화학적 과정을 통해 기질적 행동에도 영향을 미칠 수 있다(Kracke, 1982).

한편 범죄를 연구하는 학자들은 범죄현장에서 발견되는 머리카락과 혐의자의 머리카락을 미량원소의 함량에 기초하여 비교하는 것을 오래 전부터 시도해 왔으나 비교적 큰 관심을 기울이게 된 것은 최근이다.

Von Hilsheimer 등(1977)은 비행집단에서 두발

중 칼륨, 마그네슘, 나트륨의 농도가 낮고 구리와 아연의 농도는 높았다고 보고하였다. 반면 Schmidt 등(1981)은 비행집단에서 알루미늄, 칼슘, 마그네슘의 농도는 높고 크롬, 포타슘, 망간, 구리, 나트륨 농도는 정상치보다 낮은 수치를 보였다고 보고하였다. Rimland와 Larson(1980)은 비행청소년의 경우 카드뮴과 납 농도가 높았으며, 행동이 불안정한 자들은 높은 납 농도를 나타내는 경향이 있었다고 했다. 우리나라에서의 범죄자와 관련한 연구로 김두희와 장봉기(1986)는 비행청소년군이 일반 학생군보다 두발중 납, 카드뮴 함량이 유의하게 높았음을 보고했고, 김두희 등(1986)은 비행청소년군에서 다면적 인성검사(Minnesota Multiphasic Personality Inventory, MMPI)의 임상척도와 두발중 납, 카드뮴 함량의 관련성을 시사한 바 있으며, 성금영(1991)은 살인-정신분열증 범죄자군에서 동일한 방법으로 연구하여 유사한 결과를 보고했으며, 조영철(1992)은 살인-정신분열증 범죄자군에서 두발중 수은 함량이 유의하게 높았다고 했다.

Phil 등(1982)도 폭력범죄자들은 비폭력범죄자들에 비해 두발중 카드뮴과 납 농도가 높다고 보고하였으며, Walsh(1985, 1987)는 폭력범죄자들은 유독금속의 과량 혹은 필수 미량원소의 증가 또는 감소하는 유형중에 하나를 나타내며, 대부분의 폭력적인 성향의 사람들은 그들의 행동에 나쁜 영향을 끼칠 수 있는 미네랄의 불균형을 가지고 있다고 했다. Cromwell 등(1989)은 독성 중금속을 제외한 두발중 필수미량 원소를 분석하여 판별분석을 시행한 결과 86.8%에서 정확히 폭력 집단을 분리해 내었으며 비폭력집단은 78.9%의 정확도로 분류하여 두 집단 간에 생체내 필수금

속성분의 차이를 시사하였다.

따라서 본 연구는 폭력범죄자들에서의 두발중 미량 중금속과 필수금속 함량을 비폭력범죄자들과 비교하여 차이가 있는지를 관찰하고, 어떤 금속성분의 과다 또는 과소의 불균형이 폭력성향에 영향을 미치는 지를 분석하여 다소의 성적을 얻었기에 보고하는 바이다.

대상 및 방법

대상군은 1992년 5월부터 1992년 10월까지 대구교도소에 수감된 사람중 형이 확정된 남자 재소자로서 담당 교도의의 협조를 얻어 수감자의 기록을 검토한 후 아래와 같은 기준으로 선정하여 폭력범죄자군(이하 폭력군) 111명과 비폭력범죄자군(이하 비폭력군) 89명, 총 200명을 대상으로 하였다.

폭력범죄자군은 살인, 강도, 강간, 상해, 폭력행위 등과 같은 폭력범죄로 구형 받은 사람 또는 이와 같은 폭력범죄의 전과가 있는 사람.

비폭력범죄자군은 사기, 절도, 도로교통법 위반, 간통 등과 같은 범죄로 구형 받은 사람이면서 폭력범죄의 전과가 없는 사람.

두발채취는 두피에서 5cm 미만의 머리카락을 뒷목덜미 부근의 여러 곳에서 채취하는 것을 원칙으로 하여 담당 교도의의 감독하에 수감자중의 이발사에 의하여 약 1g의 두발을 취했다.

두발분석은 납(Pb)과 카드뮴(Cd)의 독성 금속과 아연(Zn), 구리(Cu), 철(Fe), 마그네슘(Mg) 및 나트륨(Na)의 필수금속에 대해 행하였다.

다면적 인성검사(MMPI)는 한국 가이던스에서 발간한 383문항의 간편형으로서 교도소 입소시에 시행한 결과를 이용하였으며, 검사를 시행치 못한 사람과 타당도가 떨어진다고 생각되는 경우를 제외시킨 결과 폭력범죄자 94명, 비폭력범죄자 69명을 대상으로 분석하였고, 지능지수는 성

인용 KWIS(Korean Wecher Intelligence Scale)로 검사하였으며, 총 200명의 대상자중 167명이 조사되었다.

두발중 금속원소 함량 측정은 Intrumentation Laboratory Inc.(1981)의 분석법에 따랐다. 즉, 두발을 일정량 취하여 녹슬지 않은 스텐레스 가위로 약 0.5cm 길이로 잘라 외부 오염물질의 영향을 제거하기 위하여 잘 세척된 비이커에 넣고 0.3% Triton X-100 용액을 적당량 넣어 약 10분간 진탕한 후 진공펌프와 여과지(Toyo No. 2, 일본)를 사용하여 흡인 여과하였다. 이어 300ml 정도의 탈이온수로 3회, 10ml의 아세트산으로 다시 1회 세척하였다. 이를 110℃의 건조기에 넣어 2시간 건조시킨 후 실온이 될 때까지 식혀서 전자천평을 사용하여 정확히 200mg을 0.1mg의 오차범위로 무게를 달아 고압 산분해로(acid digestion bomb, Parr, 미국)에 넣고 유해금속측정용 질산(純正化學株式會社, 日本)을 넣어 5ml로 맞추고 이를 150℃의 건조기에 넣어 약 90분간 분해시켰다. 이 액을 적당량 희석하여 중수소 바탕보정장치(deuterium back-ground corrector)를 갖춘 원자흡광분광광도계(IL. 551, 미국)로서 아연, 구리, 철, 나트륨, 마그네슘 함량은 염광법으로, 카드뮴과 납은 무염광 원자화장장치(controlled temperature furnace atomizer; CTF IL. 655, 미국)를 이용한 무염광법으로 정량하였다.

성 적

폭력범죄자군(이하 폭력군)과 비폭력범죄자군(이하 비폭력군)의 제특성을 비교해 보면 표 1-1에서 1-4와 같다. 연령은 폭력군에서는 20대가 49.5%로 가장 많았으나 비폭력군은 30대가 40.4%로 가장 많았고, 교도소 입소전의 최근 거주지는 폭력군, 비폭력군 모두 대도시 거주가 각각 55.9%, 70.8%로 가장 많았으며 농·어촌 거주자는 폭력군에서 21.6%로 비폭력군의 14.6%보다 많은데 두 군간에 유의한 차이는 없었다.

Table 1-1. Comparison of general characteristics in violent and nonviolent criminals (unit: No.(%))

Characteristics		Violent (N=111)	Nonviolent (N=89)	Significance (χ^2 -test)
Age (yrs.)	20~29	55 (49.5)	33 (37.1)	N.S.
	30~39	43 (38.7)	36 (40.4)	
	40≤	13 (11.7)	20 (22.5)	
Residence	Large city	62 (55.9)	63 (70.8)	N.S.
	Small city	25 (22.5)	13 (14.6)	
	Rural	24 (21.6)	13 (14.6)	
Marriage	Single	63 (56.8)	35 (39.3)	p < 0.05
	Married	48 (43.2)	54 (60.7)	
Drinking capacity (liquor, 25% alcohol)	None	12 (10.8)	15 (16.9)	p < 0.05
	1 cup	37 (33.3)	37 (41.6)	
	2 cup	41 (36.9)	32 (36.0)	
	3 cup and over	21 (18.9)	5 (5.6)	
Smoking (cigarettes / day)	None	9 (8.1)	9 (10.1)	N.S.
	1~10	33 (29.7)	32 (36.0)	
	11≤	69 (62.2)	48 (53.9)	

N.S.: Not significant

Table 1-2. Comparison of education, criminal history and tattoo in violent and nonviolent criminals

(unit: No.(%))

Characteristics		Violent (N=111)	Nonviolent (N=89)	Significance (χ^2 -test)
Education	Primary school	30 (27.0)	27 (30.3)	N.S.
	Middle school	33 (29.7)	19 (21.3)	
	High school	39 (35.1)	28 (31.5)	
	College and over	9 (8.1)	15 (16.9)	
Criminal history	None	40 (36.0)	42 (47.2)	N.S.
	1~2 times	24 (21.6)	20 (22.5)	
	3≤	47 (42.3)	27 (30.3)	
Tattoo	None	73 (65.8)	76 (85.4)	p < 0.01
	Have	38 (34.2)	13 (14.6)	

결혼유무를 보면 폭력군은 미혼이 56.8%로 더 많았으나, 비폭력군은 기혼이 60.7%로 더 많아 두 군간에 유의한 차이가 있었다(p < 0.05). 흡소 전 평균 주량은 폭력군이 더 많은 것으로 나타났

으나(p < 0.05), 흡연량은 두 군간에 유의한 차이가 없었다.

최종 학력은 두 군이 비슷한 분포를 보였고, 전 과횟수는 폭력군이 약간 더 많은 것으로 나타났

Table 1-3. Comparison of intelligence quotient (I.Q.) in violent and nonviolent criminals (unit: No.(%))

		Violent (N=94)	Nonviolent (N=73)	Significance (χ^2 -test)
I.Q.	88 ≥	45 (47.9)	28 (38.4)	N.S.
	89~111	37 (39.4)	31 (42.5)	
	112 ≤	12 (12.8)	14 (19.2)	

Table 1-4. Mean and standard deviation of body weight, height and body mass index (BMI) of violent and non-violent group

Body measure	Violent (N=111)	Nonviolent (N=89)	Significance (t-test)
Body weight (kg)	66.3 ± 8.44	68.2 ± 9.09	N.S.
Range (Min. -Max.)	(50~90)	(50~95)	
Height (cm)	169.7 ± 5.32	170.6 ± 4.59	N.S.
Range (Min. -Max.)	(154~181)	(160~183)	
BMI (kg/m ²)	23.0 ± 2.27	23.4 ± 2.77	N.S.
Range (Min. -Max.)	(19.1~28.7)	(16.9~31.7)	

N.S. : Not significant.

으나 유의한 차이는 없었다. 문신이 있는 경우가 폭력군은 34.2%, 비폭력군은 14.6%로 폭력군이 유의하게 높았다 ($p < 0.01$).

지능지수는 폭력군에서 88 이하가 47.9%로 비폭력군의 38.4%보다 많았으나 통계학적인 유의한 차이는 없었다.

평균 체중은 폭력군은 66.3 ± 8.44 kg으로 비폭력군의 68.2 ± 9.09 kg보다 약간 낮았으나 유의한 차이는 없었고, 평균 신장은 폭력군이 169.7 ± 5.32 cm, 비폭력군이 170.6 ± 4.59 cm로 거의 같았으며, BMI도 폭력군이 23.0 ± 2.27으로 비폭력군의 23.4 ± 2.77과 유의한 차이가 없었다.

폭력군과 비폭력군의 두발중 미량 중금속과 필수금속의 함량은 표 2와 같다. 카드뮴은 폭력군이 0.56 ± 0.14 ppm, 비폭력군이 0.42 ± 0.20 ppm으로 폭력군에서 유의하게 높은 함량을 나타내었으며 ($p < 0.01$), 납도 폭력군에서 11.53 ± 3.32 ppm으로 비폭력군의 9.63 ± 4.31 ppm보다 유의하게 높은 함량을 보였다 ($p < 0.01$). 그러나 구리

함량은 폭력군에서 9.07 ± 3.85 ppm으로 비폭력군의 10.53 ± 5.82 ppm보다 유의하게 낮았다 ($p < 0.05$). 철과 아연 및 마그네슘 함량은 두군 간에 유의한 차이가 없었으며, 나트륨 함량은 폭력군에서 낮았으나 유의한 차이는 없었다. 폭력군을 그 특성에 따라 A군(현범죄가 폭력적인 범죄자군(강간범 제외)), B군(현범죄는 비폭력적이거나 폭력적인 범죄의 전과가 있는 범죄자군), C군(현범죄명이 강간인 군)으로 나누어 세군간에 분산분석 결과 모든 금속 함량이 각 군간에 유의한 차이가 없었으며, 비폭력군과 각 군을 비교했을 때 카드뮴 및 납 함량은 A군과 C군에서 유의하게 높았고(각각, $p < 0.01$), 구리와 나트륨 함량은 C군에서 유의하게 낮았다(각각, $p < 0.01$, $p < 0.05$).

연령별 폭력군과 비폭력군에서의 두발중 금속 원소 함량은 표 3과 같다. 연령에 따른 각 금속원소의 함량은 유의한 차이를 볼 수 없었으나, 나트륨 함량은 연령이 증가할 수록 유의하게 높아지

Table 2. Comparison of mean and standard deviation of mineral contents in hair between violent and nonviolent criminals (unit: ppm)

Minerals	Violent ¹⁾				Nonviolent (N=89)
	A (N=74)	B (N=17)	C (N=20)	Total (N=111)	
Cadmium (Cd)	0.57 ± 0.14 ^{''}	0.49 ± 0.15	0.54 ± 0.13 ^{''}	0.56 ± 0.14 ^{**}	0.42 ± 0.20
Lead (Pb)	11.52 ± 3.32 ^{''}	11.06 ± 3.51	11.97 ± 2.75 ^{''}	11.53 ± 3.32 ^{**}	9.63 ± 4.31
Copper (Cu)	9.15 ± 4.25	10.59 ± 3.39	7.49 ± 1.44 ^{''}	9.07 ± 3.85 [*]	10.53 ± 5.82
Iron (Fe)	15.91 ± 8.99	15.40 ± 19.04	14.74 ± 7.98	15.63 ± 10.86	14.89 ± 14.33
Zinc (Zn)	131.72 ± 14.76	129.13 ± 13.39	128.58 ± 15.20	130.75 ± 14.57	132.48 ± 15.11
Magnesium (Mg)	94.98 ± 31.37	107.13 ± 44.80	92.56 ± 38.57	96.42 ± 35.02	95.06 ± 28.97
Sodium (Na)	50.28 ± 44.49	73.44 ± 46.73	39.87 ± 30.99 [†]	51.94 ± 43.51	59.52 ± 33.81

Note) A group; presently, violent crime excluded rape

B group; presently, nonviolent crime with violent criminal records

C group; presently, rape

1): Not significantly difference among A, B and C group by ANOVA

* : p<0.05, ** : p<0.01; significance between violent and nonviolent group by t-test

† : p<0.05, ″ : p<0.01; significance between each A, B, C and nonviolent group by t-test

Table 3. Comparison of mineral contents in hair between violent and nonviolent criminals by age (unit: ppm)

Minerals	20~29 yrs.		30~39		40 ≤		ANCOVA	
	Violent (N=55)	Nonviolent (N=33)	Violent (N=43)	Nonviolent (N=36)	Violent (N=13)	Nonviolent (N=20)	Covariate Age	Main effect
Cd	0.54 ± 0.14	0.44 ± 0.23	0.57 ± 0.14	0.42 ± 0.18	0.54 ± 0.13	0.38 ± 0.18	N.S.	p<0.01
Pb	11.13 ± 3.19	9.58 ± 4.52	11.94 ± 2.87	10.27 ± 4.84	11.84 ± 4.45	8.49 ± 2.47	N.S.	p<0.01
Cu	9.08 ± 3.81	11.21 ± 8.60	8.93 ± 4.40	9.69 ± 1.97	9.49 ± 1.86	10.97 ± 5.01	N.S.	p<0.05
Fe	15.64 ± 8.24	11.49 ± 5.47	16.71 ± 14.50	16.25 ± 16.57	12.23 ± 5.10	18.18 ± 19.21	N.S.	N.S.
Zn	133.27 ± 14.32	130.00 ± 14.02	126.83 ± 15.12	134.78 ± 15.96	132.92 ± 11.92	132.17 ± 15.32	N.S.	N.S.
Mg	97.77 ± 39.55	87.82 ± 23.06	92.33 ± 32.79	102.34 ± 27.06	103.39 ± 19.70	92.82 ± 39.11	N.S.	N.S.
Na	56.31 ± 51.32	47.16 ± 23.70	43.46 ± 26.57	62.75 ± 34.50	60.85 ± 50.78	74.33 ± 40.89	p<0.01	N.S.

N.S.: Not significant

는 양상을 보였다($p < 0.01$). 공분산분석(ANCOVA)으로 연령변수의 효과를 통제한 상태(main effect)에서 폭력군과 비폭력군 간 각 금속 함량을 비교해 보면 카드뮴과 납 함량은 폭력군이 유의하게 높았으며(각각, $p < 0.01$, $p < 0.01$), 구리 함량은 폭력군이 유의하게 낮았다($p < 0.05$)

입소전 최근의 거주지별 두발중 금속원소 함량은 표 4와 같다. 카드뮴, 납, 구리, 아연 및 나트륨 함량은 거주지에 따른 유의한 차이가 없었으나, 철 함량은 폭력군, 비폭력군 모두 농·어촌 거주자에서 유의하게 높았으며($p < 0.05$), 마그네슘 함량은 폭력군에서는 농·어촌 거주자에서, 비폭력군에서는 중소도시 거주자에서 유의하게 낮았다($p < 0.05$). 거주지역에 따른 차이를 통제한 상태에서는 카드뮴과 납 함량은 폭력군에서 유의하

게 높았으며, 구리 함량은 폭력군에서 유의하게 낮았다($p < 0.05$).

결혼상태별 두발중 금속원소 함량은 표 5와 같다. 모든 금속원소의 함량이 결혼유무에 따른 유의한 차이가 없었으며, 결혼유무에 따른 영향을 통제한 상태에서는 카드뮴과 납은 폭력군에서 유의하게 높은 함량을 보였고(각각, $p < 0.01$), 구리는 폭력군에서 유의하게 낮은 함량을 나타내었다($p < 0.05$).

입소전 평균 1회 주량에 따른 두발중 금속원소의 함량은 표 6과 같다. 카드뮴과 납 함량은 폭력군, 비폭력군 모두 주량이 많을 수록 유의하게 높아지는 양상을 보였으며(각각, $p < 0.01$), 구리는 주량이 많을 수록 유의하게 낮은 함량을 보였다($p < 0.05$). 주량에 따른 영향을 배제한 상태에서

Table 4. Comparison of mineral contents in hair between violent and nonviolent criminals by residence (unit: ppm)

Minerals	Large city		Small city		Rural		ANCOVA	
	Violent (N=62)	Nonviolent (N=63)	Violent (N=25)	Nonviolent (N=13)	Violent (N=24)	Nonviolent (N=13)	Covariate Residence	Main effect
Cd	0.56 ± 0.15	0.42 ± 0.19	0.52 ± 0.14	0.45 ± 0.25	0.59 ± 0.11	0.39 ± 0.19	N.S.	$p < 0.01$
Pb	12.05 ± 3.63	9.69 ± 4.32	10.58 ± 2.77	10.21 ± 5.67	11.23 ± 2.43	8.85 ± 2.81	N.S.	$p < 0.01$
Cu	9.41 ± 4.12	9.98 ± 3.90	8.34 ± 2.03	13.38 ± 12.74	9.03 ± 4.63	10.44 ± 1.98	N.S.	$p < 0.05$
Fe	14.89 ± 10.56	13.37 ± 10.32	12.68 ± 1.74	17.27 ± 18.34	20.85 ± 15.40	19.95 ± 24.24	$p < 0.05$	N.S.
Zn	131.07 ± 17.20	132.65 ± 13.62	133.32 ± 10.01	127.25 ± 20.01	127.00 ± 10.71	136.54 ± 16.55	N.S.	N.S.
Mg	99.34 ± 34.97	99.63 ± 29.48	102.75 ± 38.18	81.15 ± 24.82	81.82 ± 28.18	87.13 ± 26.01	$p < 0.05$	N.S.
Na	51.42 ± 44.49	57.55 ± 33.65	51.58 ± 37.59	64.42 ± 37.19	53.68 ± 48.86	64.08 ± 33.16	N.S.	N.S.

Table 5. Comparison of mineral contents in hair between violent and nonviolent criminals by status of marriage (unit: ppm)

Minerals	Single		Married		ANCOVA	
	Violent (N=63)	Nonviolent (N=35)	Violent (N=48)	Nonviolent (N=54)	Covariate Marriage	Main effect
Cd	0.55 ± 0.14	0.46 ± 0.23	0.56 ± 0.14	0.40 ± 0.17	N.S.	p<0.01
Pb	11.23 ± 3.23	10.19 ± 4.83	11.90 ± 3.25	9.26 ± 3.94	N.S.	p<0.01
Cu	9.06 ± 4.02	11.04 ± 8.21	9.08 ± 3.68	10.19 ± 3.48	N.S.	p<0.05
Fe	16.99 ± 13.38	12.22 ± 6.27	13.87 ± 5.99	16.65 ± 17.61	N.S.	N.S.
Zn	132.79 ± 12.80	128.65 ± 16.07	128.17 ± 16.32	135.04 ± 14.02	N.S.	N.S.
Mg	98.65 ± 37.51	92.06 ± 30.16	93.55 ± 31.71	97.10 ± 28.26	N.S.	N.S.
Na	50.50 ± 43.12	54.26 ± 35.61	54.13 ± 44.37	63.02 ± 32.43	N.S.	N.S.

폭력군과 비폭력군 간의 각 금속 함량을 비교해 보면 카드뮴과 납 함량만이 폭력군에서 유의하게 높았고(각각, $p < 0.01$), 구리 함량은 폭력군에서 낮았으나 유의한 차이를 보이지 않았다.

문신유무에 따른 두발중 금속원소의 함량은 표 7과 같다. 카드뮴과 납 함량은 두군 모두 문신이 있는 군이 더 높았고, 구리 함량은 문신이 있는 군에서 더 낮았으나, 카드뮴 함량만이 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). 문신에 따른 영향을 배제한 상태에서의 카드뮴과 납 함량은 폭력군이 유의하게 높은 함량을 보였으며(각각, $p < 0.01$), 구리 함량은 폭력군에서 유의하게 낮았다($p < 0.05$).

지능지수에 따른 두발중 금속원소의 함량은 표 8과 같다. 카드뮴과 납은 지능지수가 낮을 수록

유의하게 높은 함량을 나타내는 경향이었으며(각각, $p < 0.01$, $p < 0.05$), 지능지수의 영향을 배제한 상태에서도 카드뮴과 납 함량이 폭력군에서 유의하게 높았다(각각, $p < 0.01$, $p < 0.05$).

MMPI의 각 임상척도별 평균 T-점수를 폭력군과 비폭력군을 비교해 본 결과는 표 9와 같이 반사회성 척도(Pd)와 정신분열증 척도(Sc)는 폭력군에서 유의하게 높았고(각각, $p < 0.05$), 남성특성-여성특성 척도(Mf)는 비폭력군이 유의하게 높았다($p < 0.05$).

MMPI의 각 임상척도를 T-점수에 따라 45점 미만군, 45~59점군, 60점 이상군으로 나누어 각 점수군에 따른 폭력군과 비폭력군의 빈도 분포를 비교해 본 결과는 표 10과 같이 반사회성(Pd) 척도에서만 폭력군이 유의하게 더 높은 T-점수 분

Table 6. Comparison of mineral contents in hair between violent and nonviolent criminals by drinking capacity (unit : ppm)

Minerals	None		1 cup #		2 cup		3 cup ≤		ANCOVA	
	Violent (N=12)	Nonviolent (N=15)	Violent (N=37)	Nonviolent (N=37)	Violent (N=41)	Nonviolent (N=32)	Violent (N=21)	Nonviolent (N=5)	Covariate Drinking	Main effect
Cd	0.49 ± 0.11	0.37 ± 0.16	0.53 ± 0.15	0.42 ± 0.21	0.57 ± 0.12	0.43 ± 0.18	0.61 ± 0.15	0.58 ± 0.32	p<0.01	p<0.01
Pb	9.86 ± 2.42	8.20 ± 2.76	11.51 ± 3.48	9.87 ± 4.47	11.74 ± 2.87	9.69 ± 4.05	12.04 ± 3.80	12.64 ± 8.46	p<0.01	p<0.01
Cu	9.10 ± 1.48	13.99 ± 12.40	9.12 ± 4.64	9.88 ± 3.83	9.63 ± 4.21	10.12 ± 2.04	7.78 ± 1.67	7.96 ± 0.85	p<0.05	N.S.
Fe	11.69 ± 4.04	16.22 ± 12.04	16.37 ± 14.08	14.47 ± 14.79	15.41 ± 7.82	15.74 ± 16.12	17.15 ± 12.95	9.14 ± 2.57	N.S.	N.S.
Zn	134.27 ± 10.33	129.53 ± 13.90	131.09 ± 13.36	127.86 ± 15.22	127.88 ± 18.10	140.00 ± 13.30	134.16 ± 8.97	128.60 ± 14.38	N.S.	N.S.
Mg	118.92 ± 35.45	88.09 ± 26.17	92.68 ± 27.85	89.55 ± 30.61	89.73 ± 33.77	106.07 ± 27.61	105.36 ± 44.03	90.61 ± 19.15	N.S.	N.S.
Na	49.77 ± 49.09	49.93 ± 19.41	50.46 ± 38.80	64.26 ± 39.68	48.73 ± 43.35	61.67 ± 33.62	62.61 ± 50.13	42.20 ± 12.26	N.S.	N.S.

1 cup # : liquor, 25% alcohol 160 ml

포를 보였다($p < 0.05$).

폭력군과 비폭력군간에 유의한 차이를 보인 3개 임상척도에서의 T-점수별 두발중 각 금속 함량은 표 11과 같다. 폭력군에서는 Pd, Mf, Sc 척도 모두 T-점수가 증가할 수록 카드뮴과 납 함량이 증가하는 경향을 보였으며, 이중 Sc 척도에서는 유의하였다(각각, $p < 0.01$, $p < 0.05$). 비폭력군에서는 구리 함량이 세 척도 모두에서 T-점수가 증가할 수록 감소하는 경향을 보였으나 유의하지는 않았다. 각 척도별 영향을 배제한 상태에서 폭력군과 비폭력군간의 금속함량을 비교했을 때, 카드뮴과 납 함량이 세 척도 모두에서 폭력군이 유의하게 높았다(각각 $p < 0.01$).

두발중 각 금속원소 함량간의 상관성은 표 12

와 같이 카드뮴과 납 간에 $r = 0.7241$ 로 높은 상관성을 보였으며, 구리와 철간에, 나트륨과 구리, 철, 아연 함량 간에, 아연과 마그네슘 간에 유의한 정상관성을 보였고, 마그네슘과 구리, 철 간에는 유의한 역상관성을 보였다.

폭력성향과 각 요인간의 단순상관관계가 높거나 의학적으로 중요성이 있는 변수들을 모두 고려(MMPI 각 임상척도 제외)하여 다중지수형 회귀분석(multiple logistic regression analysis)한 결과는 표 13과 같다. 분석방법은 먼저 변수 전부를 분석에 포함시켜 각 변수가 폭력성향에 미치는 영향을 관찰한 후 단계적으로 유의한 변수를 하나씩 선택해 나가는 전진도입법(forward stepwise)을 사용하였다. 분석결과 폭력성향과 관련되는

Table 7. Comparison of mineral contents in hair between violent and nonviolent criminals by tattoo (unit: ppm)

Minerals	None		Have		ANCOVA	
	Violent (N=73)	Nonviolent (N=76)	Violent (N=38)	Nonviolent (N=13)	Covariate Tattoo	Main effect
Cd	0.54 ± 0.14	0.41 ± 0.19	0.59 ± 0.14	0.48 ± 0.24	p<0.01	p<0.01
Pb	11.41 ± 3.12	9.60 ± 4.17	11.76 ± 3.50	9.80 ± 5.24	N.S.	p<0.01
Cu	9.02 ± 3.51	10.59 ± 5.94	9.17 ± 4.50	10.18 ± 5.30	N.S.	p<0.05
Fe	15.34 ± 11.90	15.49 ± 15.22	16.15 ± 8.75	11.66 ± 7.66	N.S.	N.S.
Zn	129.76 ± 15.43	132.06 ± 15.75	132.61 ± 12.79	134.85 ± 11.12	N.S.	N.S.
Mg	93.53 ± 30.20	93.36 ± 28.76	101.81 ± 42.53	104.30 ± 29.54	N.S.	N.S.
Na	53.22 ± 44.16	60.89 ± 35.20	49.51 ± 42.77	51.92 ± 24.36	N.S.	N.S.

N.S.: Not significant

요인으로는 카드뮴 함량(odds ratio = 98.09)이 높을 수록, 미혼일 때(odds ratio = 0.39), 전과(odds ratio = 1.57)가 많을 수록, 거주지역(odds ratio = 0.46)이 농촌일 때 더 폭력적인 성향을 보이는 것으로 나타났다.

고 찰

두발중 금속 함량은 인체내 함량의 중요한 척도로 인식되고 있으며, 여러 학자들에 의해 두발중의 금속 함량을 측정하여 인체내 미량금속 농도의 지표로 사용하는 연구가 많이 시행되어 왔다(Klevay, 1973; Petering 등, 1973; Thatcher 등, 1982). 두발은 그 표본의 채취가 비교적 용이할 뿐 아니라 특별한 저장방법이 필요하지 않으며

(Hilderbrand와 White, 1974), 혈액이나 뇨에서 처럼 중금속류의 조직내 체류시간이 짧지 않아(Petering 등, 1971), 인체내의 중금속 축적량을 파악하기 위해서는 두발이 더 좋은 생검 조직이라 하였다(Kopito 등, 1967).

반면 두발분석은 제한점도 많이 가지고 있는데, 두발내의 중금속 농도가 인체 전 조직에 함유되어 있는 중금속 함량을 얼마나 반영할 것인가에 대해서는 아직도 여러 학자들의 의견이 일치하지 않고 있다. 그러나 납, 카드뮴, 비소와 같은 독성금속과 필수금속중 아연 및 구리에 있어서는 두발내 금속 함량이 전체 조직의 금속 축적량을 반영한다는 의견이 여러 학자들에 의해 제시되고 있다(Jaworowski 등, 1966; Kopito 등, 1967; Hammer 등, 1971; Klevay, 1973; Baumslag 등,

Table 8. Comparison of mineral contents in hair between violent and nonviolent criminals by I.Q. (unit: ppm)

Minerals	88 ≥		89~111		112 ≤		ANCOVA	
	Violent (N=45)	Nonviolent (N=28)	Violent (N=37)	Nonviolent (N=31)	Violent (N=12)	Nonviolent (N=14)	Covariate I.Q.	Main effect
Cd	0.63 ± 0.11	0.42 ± 0.21	0.50 ± 0.13	0.48 ± 0.22	0.41 ± 0.11	0.33 ± 0.08	p<0.01	p<0.01
Pb	12.46 ± 3.38	9.86 ± 4.77	10.66 ± 2.84	10.63 ± 4.98	9.67 ± 2.20	8.01 ± 2.66	p<0.05	p<0.05
Cu	8.60 ± 3.64	9.34 ± 1.51	9.23 ± 3.93	10.39 ± 1.92	8.81 ± 4.99	10.05 ± 5.13	N.S.	N.S.
Fe	15.37 ± 7.67	12.93 ± 9.85	13.97 ± 6.53	16.72 ± 17.75	21.15 ± 22.70	12.66 ± 6.17	N.S.	N.S.
Zn	130.33 ± 15.21	132.00 ± 14.23	131.82 ± 13.86	133.87 ± 14.89	136.20 ± 12.37	132.15 ± 15.09	N.S.	N.S.
Mg	98.55 ± 39.78	92.45 ± 24.76	95.41 ± 26.17	100.49 ± 31.91	103.27 ± 35.52	97.98 ± 31.53	N.S.	N.S.
Na	57.38 ± 54.28	61.22 ± 29.74	49.75 ± 37.47	65.97 ± 38.77	43.25 ± 33.98	43.46 ± 15.87	N.S.	N.S.

Table 9. Comparison of T-score (mean ± S.D.) of MMPI of violent and nonviolent criminals

Clinical scale	Violent (N = 94)	Nonviolent (N = 67)
Hs (Hypochondriasis)	50.5 ± 10.1	48.7 ± 10.6
D (Depression)	49.6 ± 9.0	47.0 ± 10.9
Hy (Hysteria)	49.4 ± 10.0	48.8 ± 11.6
Pd (Psychopathic deviate)	56.9 ± 9.9*	52.8 ± 10.4
Mf (Masculinity-Femininity)	50.5 ± 9.0	53.7 ± 9.1*
Pa (Paranoia)	50.3 ± 8.5	49.2 ± 8.2
Pt (Psychasthenia)	48.5 ± 9.4	47.8 ± 9.9
Sc (Schizophrenia)	49.9 ± 8.7*	47.0 ± 8.4
Ma (Hypermania)	48.9 ± 8.8	49.1 ± 7.9
Si (Social introversion)	47.7 ± 9.6	48.3 ± 10.3

*: p < 0.05

1974).

Hambidge(1982)는 두발을 시료로 사용할 시

외부물질의 오염, 두발세척에 대한 문제가 있을 수 있다고 지적하였다. Renshaw 등(1972)은 두부

Table 10. Frequency distribution of violent and nonviolent criminals by T-score of MMPI (unit: No.(%))

Clinical scale	< 45		45~59		60 ≤		χ ² -test
	Violent	Nonviolent	Violent	Nonviolent	Violent	Nonviolent	
Hs	29 (30.9)	28 (40.6)	47 (50.0)	31 (44.9)	18 (19.1)	10 (14.5)	N.S.
D	29 (30.9)	31 (44.9)	51 (54.3)	27 (39.1)	14 (14.9)	11 (15.9)	N.S.
Hy	25 (26.6)	29 (42.0)	54 (57.4)	28 (40.6)	15 (16.0)	12 (17.4)	N.S.
Pd	9 (9.6)	17 (24.6)	48 (51.1)	32 (46.4)	37 (39.4)	20 (29.0)	p<0.05
Mf	22 (23.4)	11 (15.9)	58 (61.7)	40 (58.0)	14 (14.9)	18 (26.1)	N.S.
Pa	25 (26.6)	21 (30.4)	57 (60.6)	41 (59.4)	12 (12.8)	7 (10.1)	N.S.
Pt	39 (41.5)	30 (43.5)	40 (42.6)	25 (36.2)	15 (16.0)	14 (20.3)	N.S.
Sc	30 (31.9)	33 (47.8)	48 (51.1)	29 (42.0)	16 (17.0)	7 (10.1)	N.S.
Ma	26 (27.7)	11 (15.9)	56 (59.6)	53 (76.8)	12 (12.8)	5 (7.2)	N.S.
Si	36 (38.3)	24 (34.8)	48 (51.1)	37 (53.6)	10 (10.6)	8 (11.6)	N.S.

Table 11. Comparison of mineral contents in hair between violent and nonviolent criminals by T-score of MMPI (unit: ppm)

Minerals	Pd (Psychopathic deviate) scale						ACNOVA	
	< 45		45~59		60 ≤		Covariate	Main effect
	Violent	Nonviolent	Violent	Nonviolent	Violent	Nonviolent		
Cd	0.49± 0.11	0.52± 0.27	0.56± 0.12	0.41± 0.17	0.58± 0.16	0.36± 0.17	N.S.	p<0.01
Pb	9.94± 2.02	11.69± 5.98	11.63± 2.73	8.99± 3.84	12.05± 4.08	9.33± 3.89	N.S.	p<0.01
Cu	8.14± 1.84	9.93± 1.92	9.46± 5.22	10.55± 3.57	8.72± 2.85	8.75± 1.16	N.S.	N.S.
Fe	17.64±11.46	15.31±16.15	16.93±12.94	15.60±13.76	13.19± 3.80	12.58± 9.67	N.S.	N.S.
Zn	123.33±19.74	135.88±17.42	130.76±13.70	135.10± 9.75	133.79±13.27	126.11±17.60	N.S.	N.S.
Mg	81.56±30.36	97.24±29.90	97.71±37.74	93.14±19.76	104.90±33.65	100.56±41.85	N.S.	N.S.
Na	43.33±32.27	51.31±23.77	57.66±54.52	61.03±34.28	47.53±36.02	66.32±39.23	N.S.	N.S.
Mf (Masculinity-Femininity) scale								
Cd	0.54± 0.14	0.54± 0.28	0.55± 0.14	0.40± 0.18	0.61± 0.13	0.43± 0.22	N.S.	p<0.01
Pb	11.10± 3.11	12.42± 7.18	11.52± 3.29	8.94± 3.45	12.96± 3.50	10.20± 4.68	N.S.	p<0.01
Cu	9.66± 5.74	11.86± 5.85	8.94± 3.87	9.92± 1.72	8.45± 1.80	8.63± 0.93	N.S.	N.S.
Fe	17.51± 8.59	16.27±19.60	14.90±11.37	15.48±13.81	14.97± 7.47	11.76± 5.21	N.S.	N.S.
Zn	128.71±10.95	140.40±17.49	132.24±14.76	132.92±11.33	130.42±18.27	127.19±18.87	N.S.	N.S.
Mg	102.61±43.02	91.62±25.84	99.01±35.67	97.91±30.49	91.35±21.82	95.69±32.45	N.S.	N.S.
Na	56.45±54.90	49.90±26.37	53.55±46.92	67.64±37.05	39.67±19.28	48.44±23.68	N.S.	N.S.
Sc (Schizophrenia) scale								
Cd	0.50± 0.12	0.47± 0.24	0.55± 0.13	0.36± 0.14	0.69± 0.12	0.49± 0.25	p<0.01	p<0.01
Pb	10.71± 2.71	10.30± 5.74	11.57± 2.92	8.63± 2.76	13.50± 4.49	12.48± 4.33	p<0.05	p<0.01
Cu	9.05± 4.29	10.67± 3.72	8.96± 4.25	9.29± 1.21	9.23± 3.90	9.04± 1.94	N.S.	N.S.
Fe	15.68± 9.72	16.92±17.16	15.43±11.78	12.02± 6.64	15.45± 6.83	15.29±13.42	N.S.	N.S.
Zn	132.27±15.26	136.30±14.35	128.35±12.77	130.86±10.46	137.29±15.92	124.29±26.29	N.S.	N.S.
Mg	110.21±43.41	96.68±25.58	89.92±29.74	100.94±32.90	102.29±29.85	76.78±30.81	N.S.	N.S.
Na	55.32±52.36	54.13±26.03	50.08±44.72	63.32±38.28	52.86±38.63	73.57±41.68	N.S.	N.S.

Table 12. Correlation matrix among content of minerals in hair

	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mg
Pb	0.7241**					
Cu	-0.0265	0.0885				
Fe	0.0505	0.0749	0.1890**			
Zn	-0.0407	-0.0651	-0.0088	-0.0591		
Mg	-0.0315	-0.0658	-0.1633*	-0.2152**	0.4842**	
Na	-0.0456	0.0776	0.2384**	0.3446**	0.3446**	0.0693

*: p<0.05, **: p<0.01

Table 13. Variables significantly correlated with inclination of violence(nonviolent = 0, violent = 1) by multiple logistic regression analysis

Variables	B	S.E.	Exp(B) (Odds ratio)	p-value
Cd content	4.59	1.160	98.09	0.000
Marriage ¹⁾	-0.94	0.384	0.39	0.015
Criminal history ²⁾	0.45	0.220	1.57	0.039
Residence ³⁾	-0.81	0.397	0.44	0.040

1) Single = 0, Married = 1

2) None = 0, 1-2 = 1, 3 and over = 2

3) Rural = 0, Large city = 1

에서 먼곳의 두발일 수록 납의 농도가 높다고 보고하였으며 Clarke와 Wilson(1974)과 Hilderbrand와 White(1974)는 두발중 납의 분석에 있어서 시료 처리시 두발을 세척함에 있어 EDTA (ethylene diamine tetra acetic acid), ether, acetone, 세제 등에 따른 분석치의 차이점에 대하여 발표한 바 있으며, 미국 EPA(1978)가 실시한 조사 보고에 의하면 두발의 길이에 따라 납 함량의 차이가 있다고 했고, 두발의 채취 부위에 따라서도 금속 함량의 차이가 있다는 보고도 있다. 본 연구에서도 두발세척과 두발손질의 영향을 많이 받을 수 있는 여자는 연구대상에서 제외하였으며 두발 채취 부위를 후두부의 두발중에서 5cm 미만의 두발을 채취하는 것을 원칙으로 하여 이러한 차이를 최소화 하였다.

최근 정신질환의 원인을 생체 금속성분의 과다 또는 과소의 불균형으로 밝히고자 하는 연구가

다수 행해지고 있으며, 카드뮴과 납과 같은 중금속이 신경세포에 친화성이 있어 지적능력, 과민활동, 폭력행동에 관여할 것이라는 가설이 대두되고 있다. 따라서 본 연구는 생체 금속 함량의 지표로 두발을 선택하여 그 함량이 폭력성향에 미치는 영향을 보기 위하여 범죄자들을 대상으로 분석하였다.

본 연구에서 폭력범죄자들의 경우 카드뮴과 납 함량이 비폭력범죄자에 비해 유의하게 높았고, 구리 함량은 폭력범죄자군에서 유의하게 낮았다. 그러나 폭력범죄자의 경우 그 특성에 따라 차이가 있는지를 보기위해 A군(현범죄가 폭력적인 범죄자군(강간범 제외)), B군(현범죄는 비폭력적이거나 폭력적인 범죄의 전과가 있는 범죄자군), C군(현범죄명이 강간인 군)으로 나누어 세군간에 분산분석을 한 결과 모든 금속 함량이 각 군간에 유의한 차이가 없었기 때문에 폭력군과 비폭력군

으로만 구분하여 분석하였다. 강간군을 따로 분리해서 분석해 본 이유는 범죄의 성격상 폭력범으로 분류되어 있으나 도덕적인 윤리 상실에 따른 생리적인 욕구 해소 방편으로 인한 우발적인 발생도 있지 않을까 생각되었기 때문이다.

폭력전과가 많은 19명의 폭력범과 10명의 절도범을 대상으로 한 Pihl 등(1982)의 연구에서 카드뮴과 납 농도가 절도범에서보다 유의하게 높았다고 보고한 바 있으며, 김두희와 장봉기(1986)의 비행청소년을 대상으로 한 연구에서 죄질이 다소 무거워 소년원에 수형중인 군에서 소년감별소에 입소한 군 보다 두발중 납과 카드뮴 함량이 높고 또한 이 두군은 일반 청소년군 보다 유의하게 높은 함량을 나타내었다고 하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다.

필수금속인 구리, 아연, 철, 마그네슘 및 나트륨은 효소활성을 조절하고 신경전달매체 활성화와 같은 과정을 통해 행동양상에도 영향을 미칠 수 있다고 했으며(Kracke, 1982), Schmidt 등(1981)과 Von Hilshemer 등(1977)은 비행청소년들을 대상으로 한 연구에서 나트륨 함량이 낮고 구리농도는 높았다고 하였으며, Cromwell 등(1989)은 범죄자에서 일반인 보다 나트륨이 많았고 구리 함량은 적었다고 보고하여 기존의 범죄자들에 대한 두발중 미량금속 원소 연구들에서는 광물농도가 높거나 낮은 경향이 일치하지 않고 있지만 본 연구의 결과는 폭력범죄자군에서 구리 함량이 유의하게 낮아 Cromwell 등(1989)의 결과와 유사하였다. 또한 본 연구의 폭력군에서 대체로 나트륨 함량이 낮았는데 이는 Rimland와 Larson(1983)이 51개의 연구문헌들을 고찰한 결과 두발중 나트륨과 칼륨농도가 낮으면 바람직하지 못한 행동과 관련이 있다는 보고와 연관된 것으로 생각된다.

연령변화에 따른 두발내 중금속 농도에 관하여 납은 연령이 어릴 수록 납흡수 위험이 크다는 의견(Ratcliffe, 1981)이 있으며, 저연령층 아동들이 납 노출에 취약하게 하는 요인으로는 뇌혈관장벽

의 미숙때문이라 하였다. 그러나 Schroeder 등(1966)은 필수금속의 경우는 일반적으로 신진대사 작용에 의해 영유아기에는 증가하다가 10세 이전에 약간 감소하는 경향을 보인 후, 그 이후로는 별 변화가 없었다고 하였으며 이것은 인체가 항상성을 유지하려는 생리적 작용이라고 했다. 본 연구에서도 연령에 따라 총화하여 폭력군과 비폭력군에서 연령별로 비교하였을 때 두군 모두에서 연령에 따른 유의한 차이가 없었으나 나트륨 함량만이 연령이 증가할 수록 유의하게 증가하는 경향을 보이고 있지만 정확한 기전은 추정하기 힘들다.

교도소 입소전 거주지에 따른 두발중 금속원소 함량은 폭력군에서 철 함량이 농·어촌 거주자에서 대도시나 중소도시 거주군 보다 유의하게 높았으며 마그네슘 함량은 폭력군에서는 농·어촌 거주자에서, 비폭력군에서는 중소도시 거주자에서 낮았는데 이는 거주지역에 따른 환경과 영양상태의 차이에 기인한 것이 아닌가 생각된다.

Ito 등(1984)은 음주습관과 혈중 납 함량과의 관련성에 대하여 음주량이 많을 수록 간기능 이상율이 높았고, 혈중 납의 함량이 증가하는 양상을 보였다고 했으며, Secchi와 Alessio(1974)는 연에 폭로된 노동자들에 있어서의 생물학적 검사결과 공기중 연농도에 따른 차이보다는 술로 인한 납 흡수의 차이가 더 큼을 보고했다. 본 연구에서도 입소전 1회 평균 음주량이 많을 수록 카드뮴과 납 함량이 증가하여 이와 유사한 경향이었고, 구리 함량은 이와 반대로 감소되는 양상으로 나타나 과도한 음주에 의한 간장애로 인한 카드뮴과 납과 같은 독성 중금속류의 대사 기능 저하에 기인한 것으로 생각된다.

본 연구에서 지능지수가 낮을 수록 카드뮴과 납 함량이 유의하게 증가하는 경향을 보였는데, 지능지수와 중금속 함량과의 관계에 대하여 학습지진아와 정상아 사이에 두발중 중금속 함량에 유의한 차이가 있었다고 Phil과 Parkes(1977)가 보고하였으며, Youroukos 등(1978)은 정신 지체

아에서 혈중 납 농도가 유의하게 높게 나타났다고 했다. Thatcher 등(1982)의 인지장애에 대한 연구와 Marlowe 등(1983)과 김두희 등(1989a), 박순우 등(1989)에 의하면 저능아와 경계선급 지능을 가진 아이들에서 정상군보다 두발중 납, 카드뮴 함량이 유의하게 높게 나타났다고 했고, 김두희와 장봉기(1986)는 비행청소년군에서 지능지수가 낮을 수록 유의하게 높은 두발중 납과 카드뮴 함량을 보고하여 본 연구 결과와 같은 양상이었다.

MMPI는 가장 많이 사용되는 인성검사 방법중의 하나이고 4개의 타당성 척도{무반응 점수(?), 부인 척도(허구척도, L), 신뢰성 척도(F), 교정 척도(K)}가 있어 비교적 정확한 검사결과를 얻을 수 있는 특징이 있다. MMPI는 피검자의 개인적, 사회적 적응을 좌우하는 주요 인성특징을 객관적으로 측정·평가하려는 것이며, 정신 신경증 경향, 정신병적 징후 및 반사회적 이상성격 또는 행동장애 등의 인성을 담고 있다. 원래 대부분의 MMPI검사법에 관한 연구들은 부정적인 측면만을 기술하고 있으며 주로 정신과적 진단분류를 목적으로 시행되는데, 근래에 와서 MMPI가 대학생 및 일반 정상인을 대상으로 하여 사용되는 경우가 많고, 부정적인 측면만이 아니라 긍정적인 측면도 반영한다고 하므로(Kunce와 Anderson, 1976) 각 척도가 경미하게 높을 때도 그 의미가 있다고 하였다.

본 연구에서 두 집단의 MMPI 각 임상척도의 T-점수의 평균을 비교해 보았을 때 반사회성 척도(Pd)와 정신분열증 척도(Sc)는 폭력군이 유의하게 높았고, 남성특성-여성특성 척도(Mf)는 비폭력범죄자군이 유의하게 높았다. 반사회성 척도는 정신병리적인 장애를 가진 비도덕적, 반사회적 성격경향 및 정도를 재려는 것이며, 높은 점수를 나타내는 사람의 주요 특징은 분노감, 충동성, 정서적 피상성 및 예측불가능성 등이다. 정신분열증 척도는 흔히 볼 수 없는 기괴하고 진기한 사고방식이나 행동양식 등으로 특징 지워지는 정신분

열증 환자와 얼마나 유사한가를 측정하는 척도로서 높은 점수를 나타내는 사람은 일반적으로 억압되어 있고 각종 망상, 환각, 타인이나 외계와의 단절, 사고와 행동의 전후모순 등의 증상을 나타낸다(김중술, 1991). 이로 볼 때 폭력군에서 더 높은 점수를 나타낸 것은 성격적으로 분노감, 충동성이 비폭력군에 비해 더 강하고 언도 받은 형기가 비폭력군에 비해 길어, 장애에 대한 예측이 어려운 상태에 있기 때문이 아닌가 생각된다.

각 임상척도의 T-점수를 크게 4개 군(44이하, 45~59, 60~69, 70이상)으로 나누어 해석하는 것이 통상적인 방법이지만 본 연구에서는 70이상군이 적어 60이상군으로 통합하여 3개 군으로만 나누었다. 폭력군과 비폭력군간에 유의한 차이를 보인 3개 임상척도(Pd, Mf, Sc)에서의 T-점수별 두발중 각 금속원소의 함량을 관찰하였다. 폭력군에서는 세 척도 모두 T-점수가 증가할 수록 카드뮴과 납 함량이 높은 경향을 보여 비행청소년을 대상으로 한 김두희 등(1986)이 카드뮴 및 납 함량이 Hy, Pd, Pa, Sc, Ma 척도와 유의한 정상관성이 있었음을 보고한 것과 유사한 양상이었다. 반면, 비폭력군에서는 세 척도 모두 T-점수가 증가할 수록 구리 함량이 낮은 경향을 보였다. 이는 Major 등(1980)이 뇌척수액에서 구리 의존성 즉, 구리를 포함하고 있는 dopamine-beta-hydroxylase(DBH)를 측정하여 MMPI와의 관련성을 분석한 바 유의한 역상관관계가 있음을 보고하여 본 연구의 결과와 일치하였다.

두발중 카드뮴과 납의 함량간 상관성은 본 연구에서 $r=0.7241$ 로 높았는데 이는 모발을 분석한 McBean 등(1971)이나 혈액을 분석한 윤배중(1981)의 결과와 유사하였다. 이와 같은 경향에 대해 McBean 등(1971)은 카드뮴과 납은 어떤 연관성을 갖는 폭로인자를 갖고 있을 것이라고 설명하였다.

각 변수들간의 교란인자(confounding factor)를 통제하고 실질적인 영향만을 보기 위하여 폭력성향과 각 요인간의 단순상관관계가 높거나 의학적

으로 중요성이 있는 변수들을 모두 고려한 다중 지수형 회귀분석(multiple logistic regression analysis)한 결과 폭력성향과 관련되는 요인으로는 카드뮴 함량(odds ratio = 98.09)이 높을 수록, 미혼인 경우(odds ratio = 0.39)와 전과(odds ratio = 1.57)가 많을 수록, 거주지역(odds ratio = 0.44)이 농촌인 경우에 더 폭력적인 성향을 보이는 것으로 나타났다. 여기서 납 함량이 유의한 변수로 채택되지 않은 것은 카드뮴과 납 함량간에 높은 상관성이 있고 카드뮴 만으로의 설명력이 크기 때문으로 여겨진다.

Singhal 등(1979)과 Thatcher 등(1982)은 낮은 농도의 카드뮴에 장기간 노출시 카드뮴이 -SH기를 가진 효소의 작용을 직접적으로 방해하여 acetylcholine, serotonin, norepinephrine의 함량을 낮출 수 있기 때문에 인지기능, 신경학상의 결함, 기능항진과 같은 행동장애 등의 두뇌기능에 영향을 줄 수 있다고 하였으며, Hernberg 등(1970)과 Millar 등(1970)에 의하면 납은 주로 소뇌에서 유해 효과를 나타내며 매우 낮은 농도에서도 뇌 효소 활동의 지표가 되는 δ -aminolevulinic acid dehydratase 효소의 활동을 억제하고 이것은 카드뮴 또는 음주에 의해서도 저해되며, 뇌세포내 미토콘드리아의 호흡작용을 억제하고 ATP를 AMP 순환으로 전환시키는 뇌 adenyl cyclase를 억제한다고 했다. Govoni 등(1979)은 동물실험에서 사료를 통해 섭취된 납은 중추신경계중 선조체(corpus striatum)의 신경전달물질로 작용하는 dopamine에 대해 상대적으로 강한 증가효과를 보여 뇌 물질대사에 부작용을 초래하는데 이는 dopamine이 dopamine- β -hydroxylase에 의해 norepinephrine으로 전환되어야 하나 납과 카드뮴이 이러한 효소의 활성을 저하시키기 때문이라 했다. 이러한 보고들은 본 연구에서 카드뮴과 납이 폭력적 성향에 영향을 미칠 수 있는 기전중의 일부라고 생각된다.

본 연구의 결과로 폭력성향이 인체내 카드뮴, 납 및 구리 함량의 영향으로 단정지을 수는 없지

만 그 관련성이 나타난 바 그 불균형을 교정할 수 있는 가에 관한 문제가 있지만 Von Hilsheimer 등(1977), Rimland와 Larson(1980), 그리고 Walsh(1985, 1987)는 식습관의 변화와 필수 미네랄의 공급으로 문제가 있는 사람들의 미네랄 수준을 정상화할 수 있고 이것이 행동에도 긍정적인 효과를 가져올 수 있을 것이라고 제안하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 폭력범죄자들은 두발중의 독성 중금속과 필수금속의 함량에 기초하여 비폭력범죄자 집단과는 차이가 있음을 어느 정도 지지하고 있다. 그러나 비정상적인 미량원소 함량이 비정상적인 행동을 초래하기까지의 과정을 추적하는 문제는 복잡하고 힘들며 또한 이러한 미량원소들은 정교하고 복잡한 방식으로 상호작용하고 있어 그 해석을 더 어렵게 하므로 어떤 결론을 내리기에는 아직 미흡하다. Kracke(1982)도 아주 기초적인 수준을 제외하고는 미세한 생화학적 요소, 신경화학적 독성 그리고 두뇌와 행동의 관계에 대한 직접적인 작용을 추측하기는 어렵다고 했다. 따라서 지금까지 어떠한 폭력행위나 범죄행위도 않은 무고한 사람을 미량원소의 함량이 과다하게 높거나 낮다고 하여 불필요하게 비난하거나 상처를 주어서는 안 될 것이다. 본 연구를 포함한 기존의 연구들은 정신-행동에 있어서 미량원소의 역할을 이해하는 첫걸음에 지나지 않으며 감옥에서 많은 생을 보내는 성인 상습범이나 소년범죄자들에 있어 폭력행동에 작용하는 생화학적 조건을 개선할 수 있는 가능성은 계속 연구되어야 하며, 범죄자들을 대상으로 연구할 때 이들의 수감전 환경이 일반 정상인과 크게 다를 수 있는 점을 고려해야 하며 사회, 경제, 심리적인 측면과 더불어 생체 금속의 불균형도 고려되어야 할 것이다.

요 약

어떤 금속성분의 과다 또는 과소가 폭력성향에 영향을 미치는 지를 분석하고자 1992년 5월부터

1992년 10월까지 대구교도소에 수감된 사람중 형이 확정된 남자 재소자로서 폭력범죄자(살인, 강도, 강간, 상해, 폭력행위 등과 같은 폭력범죄로 구형 받은 사람 또는 이와 같은 폭력범죄의 전과가 있는 사람) 111명과 비폭력범죄자(사기, 절도, 도로교통법 위반, 간통 등과 같은 범죄로 구형받은 사람이면서 폭력범죄의 전과가 없는 사람) 89명, 총 200명을 대상으로 두발중 독성 중금속인 카드뮴 및 납과 필수중금속인 아연, 구리, 철, 마그네슘 및 나트륨 함량을 원자흡광분광광도계(IL, 551)로 분석하였다.

두발중 카드뮴과 납 함량은 폭력범죄자군에서 각각 0.56 ± 0.14 ppm, 11.53 ± 3.32 ppm으로 비폭력범죄자군의 0.42 ± 0.20 ppm, 9.63 ± 4.31 ppm보다 유의하게 높은 함량을 나타냈으나(각각, $p < 0.01$), 구리 함량은 폭력군이 9.07 ± 3.85 ppm으로 비폭력군의 10.53 ± 5.82 ppm보다 유의하게 낮았다($p < 0.05$).

다중지수형 회귀분석 결과 폭력성향과 관련되는 요인으로 카드뮴 함량(odds ratio = 98.09)이 높을 수록, 미혼인 경우(odds ratio = 0.39), 전과(odds ratio = 1.57)가 많을 수록, 거주지역(odds ratio = 0.44)이 농촌인 경우에 더 폭력적인 성향을 보이는 것으로 나타났다.

참고 문헌

김두희, 강영우, 박순우, 이근후, 이영숙. 정신분열증 환자의 두발중 구리 및 수은 함량과 그 인성과의 관련성. *예방의학회지* 1990; 23(3): 296-307

김두희, 김옥배, 장봉기. 정신지체아의 두발중 중금속 함량 I. -납과의 관련성-. *예방의학회지* 1989a; 22(1): 125-135

김두희, 김홍진, 장봉기. 두발중 납, 카드뮴, 아연 함량과 MMPI와의 관련성. *경북대의지* 1986; 27(1): 1-10

김두희, 남상승, 박순우. 정신지체아의 두발중 중금속 함량 IV. -구리와와의 관련성-. *예방의학회지* 1989b; 22(4): 518-527

김두희, 장봉기. 두발중 납, 카드뮴, 아연 함량과 지능지수. *대한의학협회지* 1986; 29: 78-88

김중술. *다면적 인성검사*, 서울대학교 출판부, 서울, 1988, 쪽 1-15, 86-150, 193-210

박순우, 김두희, 이종영. 정신지체아의 두발중 중금속 함량 II. -카드뮴과 아연과의 관련성-. *예방의학회지* 1989; 22(2): 215-222

성금영. 살인-정신분열증 환자군에서의 두발중 중금속 함량에 관한 연구. 박사학위논문, 이화여자대학교 대학원, 1991

윤배중. 자동차공장 근로자중 납땀공의 혈중 카드뮴과 연 함량에 관한 조사연구. *예방의학회지* 1981; 14: 115-112

조영철. 살인-정신분열증 환자의 다면적 인성검사와 두발중 수은함량과의 상관성. 박사학위논문, 경북대학교 대학원, 1992

한기환, 장봉기, 박순우, 김두희. 정신지체아 두발중 중금속함량 III. -수은과의 관련성-. *예방의학회지* 1989; 22(3): 368-379

Baumslag N, Yeager D, Levin L, Petering HG. Trace metal content of maternal and neonate hair; zinc, copper, iron and lead. *Arch Environ Health* 1974; 29: 186-191

Clark AN, Wilson DJ. Preparation of hair for lead analysis. *Arch Environ Health* 1974; 28: 292-296

Cromwell PE, Abadie BR, Stephens JT, Kyler M. Hair mineral analysis; biochemical imbalances and violent criminal behavior. *Psychological Reports* 1989; 64: 259-266

EPA. Human scalp hair; an environmental exposure index for trace elements; II. seventeen trace elements in four New Jersey communities (1972). National Technical Information Service, EPA-600/1-78-0376, 1978.

Fishbein DH, Harbin H, Thatcher RW. Multidimensional study of clinical risk factors in violent adolescents. Paper presented at the 37th Annual Meeting of the American Society of Criminology, San Diego, CA, 1985

Govoni S, Memo M, Spano P. Chronic lead treatment differentially affects dopamine synthesis in various rat brain area. *Toxicology* 1979; 12: 343-349

Hambidge KM. Hair analyses; worthless for vitamins, limited for minerals. *Am J Clin Nutr* 1982; 36: 943-949

Hammer DI, Finklea JF, Hendricks RH, Shy CM, Horton RJM. Hair trace metal levels and environmental exposure. *Am J Epidemiol* 1971; 93: 84-92

Hernberg S, Nikkanen J, Mellin G, Lilius H. δ -amin-

- olevulinic acid dehydratase as a measure of lead exposure. *Arch Environ Health* 1970; 21: 140-145
- Hilderbrand DC, White DH. Trace-elemental analysis in hair; an evaluation. *Clin Chem* 1974; 20 (2): 148-151
- Instrumentation Laboratory Inc. *Atomic absorption methods manual, volume 2, flameless operations*. Mass., 1981
- Ito Y, Niiya Y, Kurita H. Relationship between the habit of alcohol drinking and blood lead concentration of workers exposed to lead. *J Sci Labour* 1984; 60 (6): 255-267
- Jaworowski Z, Bilkiewicz J, Kostanecki W. The uptake of Pb210 by resting and growing hair. *Int J Radiat Biol* 1966; 11: 563-566
- Klevay LM. Hair as a biopsy material III; assessment of environmental lead exposure. *Arch Environ Health* 1973; 26: 169-172
- Kopito L, Byers RK, Schwachman H. Lead in hair of children with chronic lead poisoning. *New Eng J Med* 1967; 276 (17): 949-953
- Kracke KR. Biochemical basis for behavioral disorders in children. *J Orthomolecular Psychiatry* 1982; 11: 289-293
- Kunce J, Anderson W. Normalizing the MMPI. *J Clin Psychol* 1976; 32: 776-780
- Lester ML, Thatcher RW, Monroe LL. Refined carbohydrate intake, hair cadmium levels, and cognitive functioning in children. *J Nutr Behavior* 1982; 1: 1-14
- Major LF, Lerner P, Goodwin FK, Ballenger JC, Brown GL, Lovenberg W. Dopamine β -hydroxylase in CSF; Relationship to personality measure. *Arch Gen Psychiatry* 1980; 37: 308-310
- Marlowe M, Errera J, Jacobs J. Increased lead and cadmium burdens among mentally retarded children and children with borderline intelligence. *Am J Ment Defic* 1983; 87: 477-483
- McBan LD, Mahloudji M, Reinhold JG, Halsted JA. Correlation of zinc concentrations in human plasma and hair. *Am J Clin Nutr* 1971; 24: 506-509
- Millar JA, Cumming, RLC, Battistini V, Carswell F, Goldberg A. Lead and δ -aminolevulinic acid dehydratase levels in mentally retarded children and in lead-poisoned suckling rats. *Lancet* 1970; 2: 695-698
- Needleman HL, Gunnoe CG, Leviton A, Reed RR, Peresie H, Maher C, Barrett P. Deficits in psychological and classroom performance of children with elevated dentine lead levels. *New Eng J Med* 1979; 300: 689-695
- Perino J, Ernhart CB. The relation of subclinical lead level to cognitive and sensorimotor impairment in black preschoolers. *J Learning Disabilities* 1974; 7: 616-620
- Petering HG, Yeager DW, Witherup SO. Trace metal content of hair I; zinc and copper content of human hair in relation to age and sex. *Arch Environ Health* 1971; 23: 202-207
- Petering HG, Yeager DW, Witherup SO. Trace metal content of hair II; cadmium and lead content of human hair in relation to age and sex. *Arch Environ Health* 1973; 27: 327-330
- Phil RO, Ervin FR, Pelletier G, Diekel SM, Strain W. Hair element content of violent criminals. *Canad J Psychiatry* 1982; 27 (6): 533-534
- Phil RO, Parkes M. Hair element content in learning disabled children. *Science* 1977; 198: 204-206
- Ratcliffe JM. *Lead in man and the environment*. John Wiley & Sons, New York, 1981, pp. 32-64
- Renshaw GD, Pounds CA, Pearson EF. Variation in lead concentration along single hair as measured by non-flame atomic absorption spectrophotometry. *Nature* 1972; 238: 162-163
- Rimland B, Larson GE. Nutritional and ecological approaches to the reduction of criminality, delinquency and violence. *J Appl Nutr* 1980; 33: 116-137
- Rimland B, Larson GE. Hair mineral analysis and behavior: an analysis of 51 studies. *J Learning Disabilities* 1983; 65: 279-285
- Schmidt K, Wier WR, Asch M. Clinical ecology treatment for juvenile offenders. *J Behavioral Ecology* 1981; 2: 1-7
- Schroeder HA, Nason AP, Tipton IH, Balassa JJ. Essential trace metals in man; copper. *J Chronic Dis* 1966; 19: 1007-1034
- Secchi GC, Alessio L. Laboratory results of some biological measures in workers exposed to lead. *Arch Environ Health* 1974; 29: 327-332
- Singhal RL, Merali Z, Hrdina PD. Aspects of the biochemical toxicology of cadmium. *Biochem Aspect Toxic Agents* 1979; 35: 75-80
- Shore D, Henkin RI, Nelson NR, Agarwal RP, Wyatt RJ. Hair and serum copper, zinc, calcium, and mag-

- nesium concentrations in Alzheimer-type dementia. *J Am Geriatr Soc* 1984; 32 (12) : 892-895
- 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
- Von Hiltzheimer G, Philpott W, Buckley W, Klotz SC. *Correcting the incorrigible. Am Lab* 1977; 107 : 22-49
- Walsh WJ. *Chemical classification of violent criminals. Paper Presented at the 37th Annual Meeting of the American Society of Criminology, San Diego, 1985*
- Walsh WJ. *Chemical imbalances and criminal violence; results of two controlled studies in California institutions. Unpublished manuscript, Health Research Institute, Chicago, 1987*
- 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
-