

국민학교 학생들의 혈액, 두발 및 조갑 내의 연농도 비교

김재욱 · 이중정 · 김창윤 · 정종학

영남대학교 의과대학 예방의학교실

- Abstract -

Lead Level in Blood, Scalp Hair and Toenail of Elementary Schoolchildren

Jae Uk Kim · Jung Jeung Lee · Chang Yoon Kim · Jong Hak Chung

Department of Preventive Medicine and Public health, College of Medicine,
Yeungnam University

This study was conducted to measure the lead level in the blood, scalp hair and toenail of the elementary schoolchildren and assess the relationship among those samples.

Lead concentration of the blood, scalp hair and toenail was measured for 100(male 50, female 50) fourth grade elementary schoolchildren in Taegu city.

The mean lead level in the blood, scalp hair and toenail was $6.00 \pm 2.44 \mu\text{g}/\text{dl}$, $6.68 \pm 3.54 \mu\text{g}/\text{g}$, and $7.33 \pm 3.18 \mu\text{g}/\text{g}$. The mean lead level in the blood of schoolboys was $6.43 \pm 2.77 \mu\text{g}/\text{dl}$ and that of schoolgirls was $5.59 \pm 2.01 \mu\text{g}/\text{dl}$. The mean lead level in the scalp hair of schoolboys was $7.66 \pm 2.97 \mu\text{g}/\text{g}$ and that of schoolgirls was $6.88 \pm 3.54 \mu\text{g}/\text{g}$. The mean lead level in the toenail of schoolboys was $8.19 \pm 3.5 \mu\text{g}/\text{g}$ and that of schoolgirls was $6.47 \pm 2.52 \mu\text{g}/\text{g}$.

and their difference was statistically significant.

In schoolboys, the correlation coefficient between the lead level in the blood and scalp hair was 0.4909, and the data were fitted best by the regression equation $Y = 0.5255X + 4.2810$, where Y and X are scalp hair and blood concentration. In schoolgirls the correlation coefficient between the lead level in the blood and scalp hair was 0.3778, and the data were fitted best by the regression equation $Y = 0.6655X + 2.9632$, where Y and X are scalp hair and blood concentration.

In schoolboys, the correlation coefficient between the lead level in the blood and in the toenail was 0.5533, and the data were fitted best by the regression equation $Y = 0.7076X + 3.6472$, where Y and X are toenail and blood concentration. In schoolgirls the correlation coefficient between the lead level in the blood and in the toenail was 0.2738, and the data were fitted best by the regression equation $Y = 0.3431X + 4.5570$, where Y and X are toenail and blood concentration.

In schoolboys, the correlation coefficient between the lead level in the scalp hair and in the toenail, in the schoolboys was 0.4148, and the data were fitted best by the regression equation $Y = 0.4956X + 4.3986$, where Y and X are toenail and scalp hair concentration. In schoolgirls, the correlation coefficient between the lead level in the scalp hair and in the toenail was 0.1159, and the data were fitted best by the regression equation $Y = 0.0825X + 5.9214$, where Y and X are toenail and scalp hair concentration.

Correlation among lead concentration in the blood, scalp hair and toenail of schoolchildren were statistically significant except between scalp hair and toenail in schoolgirls. These finding suggest that blood, scalp hair and toenail can be used as substitutive samples between each others.

Key words : lead level, blood, scalp hair, toenail, correlation

서 론

연은 인간이 매일 섭취하는 음식물 및 음료수뿐만 아니라 자연 상태의 토양, 물 및 대기 중에도 미량 존재하며 가구, 완구, 도료, 연관 등 우리 생활주변에도 널리 존재하는 금속이다.

연의 생체내 축적에 의한 건강 장애는 과거 주로 연을 취급하는 근로자들을 중심으로 연구되어 왔으나 최근 연이 함유된 각종 제품을 생산하는 산업시

설과 자동차 수의 급격한 증가로 인한 환경 오염이 관련 산업장 종사 근로자뿐만 아니라 일반 주민들의 건강에도 그 영향을 미치고 있는 실정이다 (Rosner와 Marrowitz 1985, Grandjean 1992). 우리나라에서도 최근 들어 자동차 수의 급격한 증가로 연에 의한 대기 오염은 심각한 상황이며, 이러한 자동차 배기가스로 인한 연이 인체 혈중연의 24~27%를 차지한다는 보고도 있다(Snee 1981).

소아에 있어서는 소화기에서 연이 흡수되는 비율

이 성인에 비해 훨씬 높을 뿐 아니라 저 농도의 체내 축적량에서도 지능 및 행동장애를 일으킬 수 있는 것으로 보고되고 있다(Schwartz 등 1986, Bellinger 등 1987, Schwartz와 Otto 1987, McMichael 등 1988, Bellinger 등 1991). 또한 Baghurst 등(1992)은 어린 시절에 연에 폭로된 학동기의 아동에서 신경행동학적 혹은 운동기능의 발달이 지연될 뿐만 아니라 지능 또한 떨어진다고 보고하였다.

소아에서 생체내 연 축적량을 추정하기 위해 혈액이나 두발을 시료로 사용하는 경우가 많다. 소아에서는 혈액을 시료로 사용할 경우 채집이 힘든 반면, 두발은 채집하기가 간편하기 때문에 최근 연 폭로의 모니터링을 위한 시료로 많이 사용되고 있으나 두피에 근접한 곳에서 두발을 채집해야 하므로 미관상 좋지 않는 단점이 있다. 발톱은 두발과 화학적 구성이 거의 비슷하고(Hopps 1977) 채집하기에도 더

간편한 장점이 있어 생체내 연 축적량 및 연 폭로를 모니터링하기 위한 시료로 사용할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 대구시내 1개 국민학교 4학년 학생을 대상으로 혈액, 두발, 발톱 중의 연농도와 이들간의 상관관계를 규명하므로써 상호간 대체 혹은 보완시료로 사용하는 경우 그 타당성을 알아보기 위해 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

대구시내 국민학교 1개교 4학년 학생 100명을 대상으로 혈액, 두발, 발톱의 평균 연농도와 각 시료내 연농도의 상호 관련성을 조사하기 위해 1992년 5월 한 달 동안 채취한 시료로부터 연농도를 분석하였다.

대상 국민학교는 비교적 교통량이 많은 시내중심

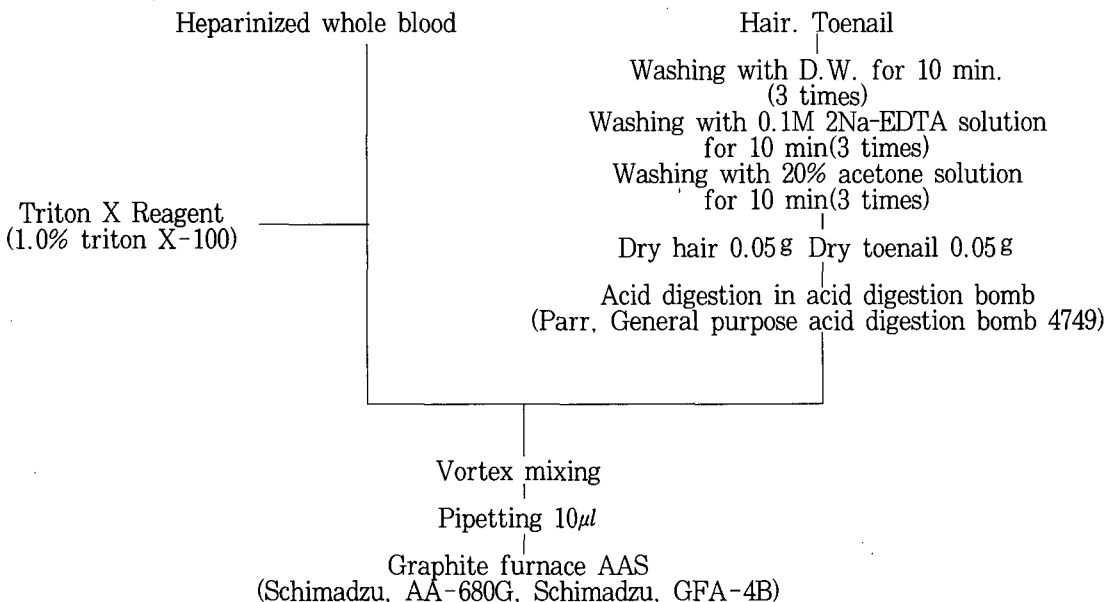


Fig 1. Schematic diagram for the flameless graphite furnace atomic absorption spectrophotometry(AAS) analysis of the lead in the blood, hair and toenail.

에 위치하였으며 남녀 각각 50명씩으로 하여 조사하였다. 혈액내 연농도 측정은 heparin으로 처리한 채혈용기에 채취된 정맥혈로부터 전혈을 채취하여 1% triton X-100 용액에 10배 희석한 시료를 분석하였다. 두발의 채취는 양호교사가 두피로부터 5cm 이내의 두발을 학생의 후두부에서 채취하였고 발톱은 스테인레스 가위를 이용하여 10 발가락으로부터 채취하였으며 미리 채집 3주 전부터 어린이의 부모를 통해 발톱을 자르지 않게 하였다.

두발을 0.5cm 길이로 자른 후 증류수로 1회 10분간 3회, 0.1 M 2Na-EDTA용액으로 1회 10 분간 3회 세척 후, 아세톤으로 흔탁이 사라질 때까지 세척하였으며 다시 증류수로 흔탁이 사라질 때까지 헹구었다. 세척된 두발을 60℃로 3일간 건조 시킨 후 0.05mg을 정량하여 진한질산 5ml에 용해 시킨 후

digestion bomb에 넣고 건조기에서 200℃로 120분간 회화시켰다. 발톱의 경우도 0.05mg을 정량하여 질산원액 5ml에 용해 시킨 후 digestion bomb에 넣고 건조기에서 200℃로 120분간 회화시켰다. 두 시료는 전처리 후 2배로 희석하여 가검물로 사용하였다.

연의 정량은 원자 흡광 분광 광도계(atomic absorption spectrophotometer, Shimadzu, AA-680G)를 본체로 한 원자화 무염광로(flameless furnace atomizer, Shimadzu, GFA-4B)를 이용하였으며 (그림 1), 분석조건은 표 1과 같이 하였다. 한 검체를 2번 이상 반복측정하고 그 측정치의 변이계수는 5% 이내에 들도록 하였다. 자료의 분석 및 통계적 검증은 SPSS-PC+ 프로그램을 이용하여 각 시료 내의 평균 연농도와 이들간의 상관관계를 성별로 분석하였

Table 1. Analytical conditions of the flameless graphite furnace atomic absorption spectrophotometer

Instrumental parameter	Condition
Wave length(nm)	283.3
Lamp current(mA)	7
Purge gas	Argon
Slit width(nm)	1.00
Intergration time(sec.)	7
Readout mode	Peak height
Furnace temperature program	
Dry stage	100℃ for 20sec.
Ash stage	400℃ for 20sec. ramp 550℃ for 10sec. step
Atomize stage	1500℃ for 4sec.
Repeat number	3 times
Coefficient variance	5%

Table 2. Lead level in blood, hair and toenail of schoolchildren by sex

Sex	Blood($\mu\text{g}/\text{dl}$)	Hair($\mu\text{g}/\text{g}$)	Toenail($\mu\text{g}/\text{g}$)
Boy(n=50)	6.43 \pm 2.77	7.66 \pm 2.97	8.19 \pm 3.54**
Girl(n=50)	5.59 \pm 2.01	6.68 \pm 3.54	6.47 \pm 2.52
Total(n=100)	6.00 \pm 2.44	7.17 \pm 3.28	7.33 \pm 3.18

** P<0.01 compared with schoolgirls, values are mean \pm SD

다.

성 적

조사 대상자들의 평균 연농도는 혈액 중 $6.00 \pm 2.44 \mu\text{g}/\text{dl}$, 두발에서 $7.17 \pm 3.28 \mu\text{g}/\text{g}$, 그리고 발톱에서 $7.33 \pm 3.18 \mu\text{g}/\text{g}$ 였다. 각 시료별 평균 연농도는 남학생에서 높은 경향을 보였으며, 혈액과 두발에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 발톱에서는 남학생이 $8.19 \pm 3.54 \mu\text{g}/\text{g}$ 으로 여학생의 $6.47 \pm 2.52 \mu\text{g}/\text{g}$ 보다 유의하게 높았다($p < 0.01$) (표 2).

혈액 중 연농도에 따른 학생들의 분포는 남학생은 $5.0 \sim 7.4 \mu\text{g}/\text{dl}$ 에 38%, 여학생은 $2.5 \sim 4.9 \mu\text{g}/\text{dl}$ 에 42%, 전체적으로는 $5.0 \sim 7.4 \mu\text{g}/\text{dl}$ 에 41%로 제일 많았고, 혈중 연농도가 $10 \mu\text{g}/\text{dl}$ 이상인 경우도 남학

생에서 8%, 여학생에서 4%, 전체적으로는 6%를 차지하였다(표 3).

두발 중 연농도에 따른 학생들의 분포는 남학생은 $5.0 \sim 7.4 \mu\text{g}/\text{g}$ 에 32%, 여학생은 $2.5 \sim 4.9 \mu\text{g}/\text{g}$ 에 34%, 전체적으로는 $2.5 \sim 4.9 \mu\text{g}/\text{g}$ 에 28%로 제일 많았다(표 4).

발톱 중 연농도에 따른 학생들의 분포는 남학생은 $5.0 \sim 7.4 \mu\text{g}/\text{g}$ 에 34%, 여학생은 $7.5 \sim 9.9 \mu\text{g}/\text{g}$ 에 30%, 전체적으로는 $5.0 \sim 7.4 \mu\text{g}/\text{g}$ 에 31%로 제일 많았다(표 5).

혈액, 두발과 발톱 사이의 연농도의 분포양상을 점산도 및 회귀선으로 나타내었는데 남학생에서 혈액과 두발의 연농도 사이의 상관계수는 0.4909 ($p < 0.001$)이었으며, 회귀방정식은 $Y(\text{두발 중 연농도}) = 0.5255X(\text{혈액 중 연농도}) + 4.2810$ 였으며, 여학생에서의 상관계수는 0.3778 ($p < 0.01$)이었으며, 회귀방정식은 $Y(\text{두발 중 연농도}) = 0.6655X(\text{혈액 중$

Table 3. Percent distribution of 100 schoolchildren by lead level of blood

Lead level ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	Boy		Girl		Total	
	%	Cumulative%	%	Cumulative%	%	Cumulative%
0.0~ 2.4	2	2	4	4	3	3
2.5~ 4.9	34	36	42	46	38	41
5.0~ 7.4	38	74	38	84	41	79
7.5~ 9.9	18	92	12	96	15	94
10.0~12.4	2	94	4	100	3	97
12.5~13.7	6	100	-	100	3	100

Table 4. Percent distribution of 100 Schoolchildren by lead level of hair

Lead level ($\mu\text{g}/\text{g}$)	Boy		Girl		Total	
	%	Cumulative%	%	Cumulative%	%	Cumulative%
0.0~ 2.4	2	2	10	10	6	6
2.5~ 4.9	22	24	34	44	28	34
5.0~ 7.4	32	56	18	62	25	59
7.5~ 9.9	24	80	20	82	22	81
10.0~12.4	16	96	14	96	15	96
12.5~16.3	4	100	4	100	4	100

Table 5. Percent distribution of 100 Schoolchildren by lead level of toenail

Lead level ($\mu\text{g/g}$)	Boy		Girl		Total	
	%	Cumulative%	%	Cumulative%	%	Cumulative%
0.0~ 2.4	6	6	4	4	5	5
2.5~ 4.9	6	12	28	32	17	22
5.0~ 7.4	34	46	28	60	31	53
7.5~ 9.9	26	72	30	90	28	81
10.0~12.4	16	88	10	100	13	94
12.5~17.7	12	100	-	100	6	100

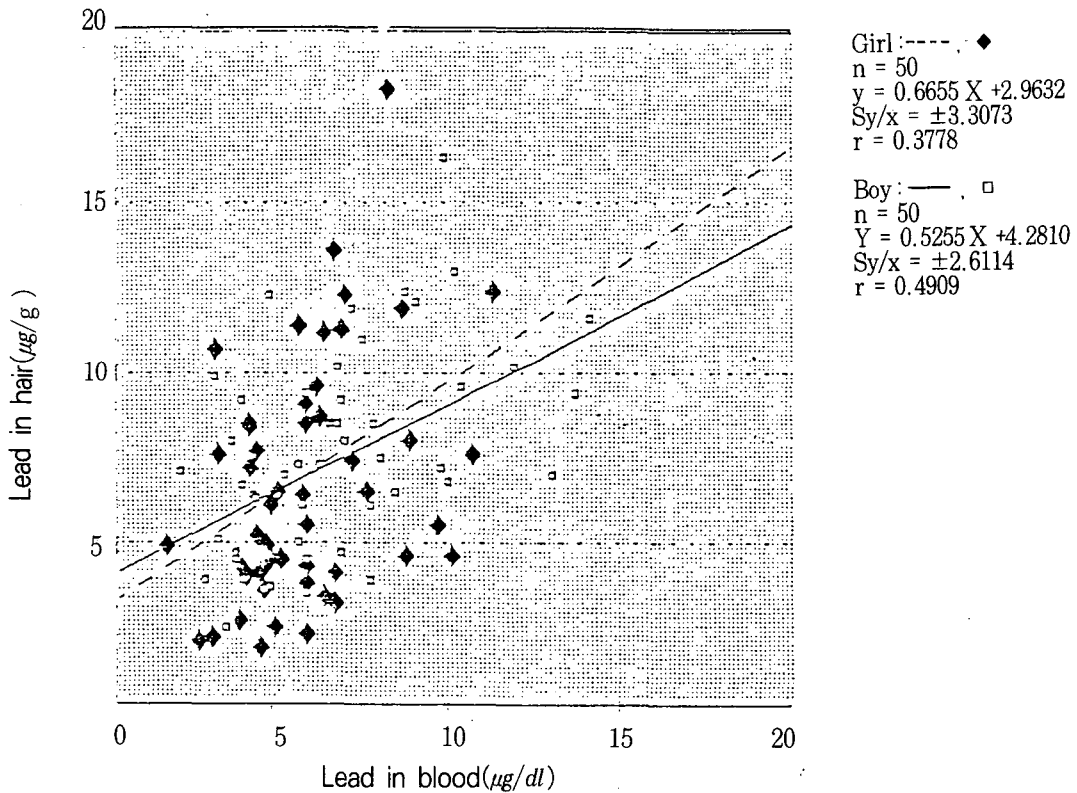


Fig 2. Correlation of lead concentration in blood and hair of 100 schoolchildren

연농도) + 2.9632이었다(그림 2).

남학생에서 혈액과 발톱 중 연농도 사이의 상관계수는 0.5533($p < 0.001$)이었으며 회귀방정식은 Y (발톱 중 연농도) = $0.7076X$ (혈액 중 연농도) + 3.

6472였으며, 여학생에서의 상관계수는 0.2738이었으며, 회귀방정식은 Y (발톱 중 연농도) = $0.3431X$ (혈액 중 연농도) + 4.5570이었다(그림 3).

남학생에서 두발과 발톱 중 연농도 사이의 상관

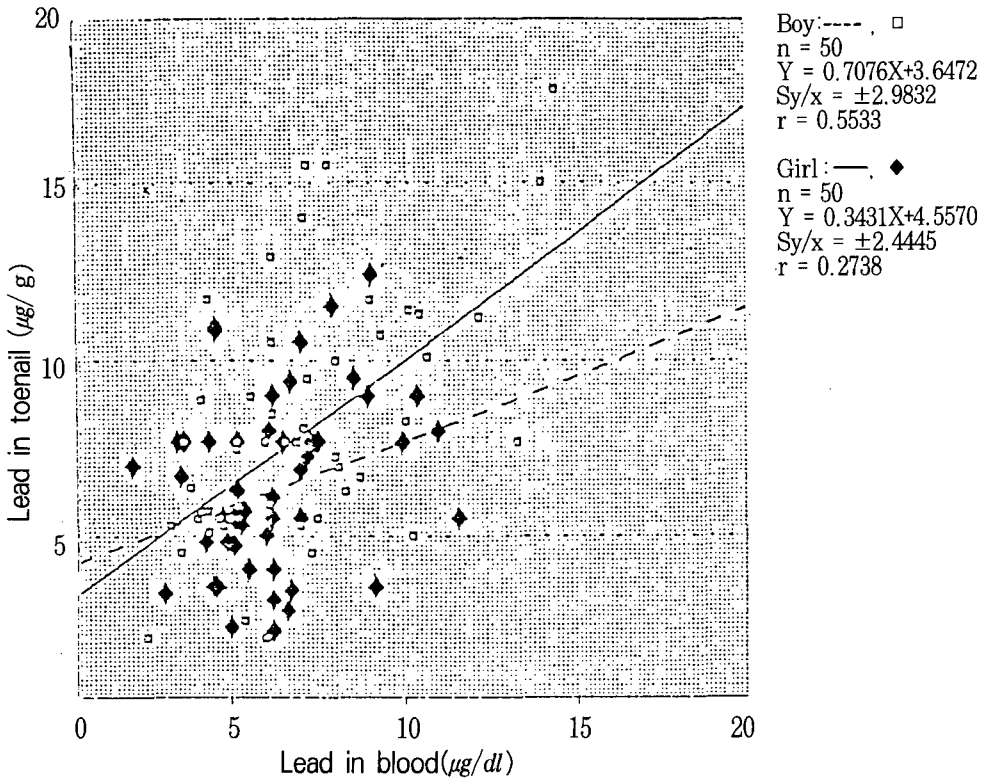


Fig 3. Correlation of lead concentration in blood and toenail of 100 schoolchildren

계수는 0.4148($p < 0.001$)이었으며, 회귀방정식은 $Y(\text{발톱 중 연농도}) = 0.4956X(\text{두발 중 연농도}) + 4.3986$ 이었으며, 여학생에서의 상관계수는 0.1159이었으며 회귀방정식은 $Y(\text{발톱 중 연농도}) = 0.0825X(\text{두발 중 연농도}) + 5.9214$ 이었다(그림 4).

고 찰

성인에 있어서 호흡기를 통해 흡입된 연의 약 50%, 소화기를 통해서 섭취한 연의 5~10% 정도가 인체내로 흡수되며, 소아의 경우는 소화기를 통한 연의 흡수가 성인보다 높아 약 30%~50%인 것으로 알려져 있다(Bander 1983). 일반적으로 호흡이나 소화관을 통해 체내로 들어온 연은 90% 이상

이 골격조직에 분포하게 되고 그 외에 혈관, 심장 등의 심혈관계나, 간, 췌장 등의 소화기, 신장이나 전립선 등의 비노생식기에도 분포할 뿐만 아니라 뇌조직이나 피부조직, 혈액에도 분포하게 된다(Michel과 Ibrahim 1991). 또한 소아의 경우는 성인에 비해 총 섭취하는 음식물당 체중이 작고, 연의 체외 배출도 성인에 비해 용이하지 못한 점을 고려할 때 소아의 체내 연농도는 성인에 비해 더 민감한 환경 오염의 지표가 될 수 있다(Bander 등 1983, Pueschel 등 1972).

인간에 있어서 연에 의한 중독을 일으킬 수 있는 연농도의 뚜렷한 기준치는 정할 수 없으나(Schwartz 등 1986, Bellinger 등 1987, Schwartz와 Otto 1987, McMichael 등 1988, Bellinger 등 1991) 소아의 경우 $10\mu\text{g/dl}$ 에서도 연

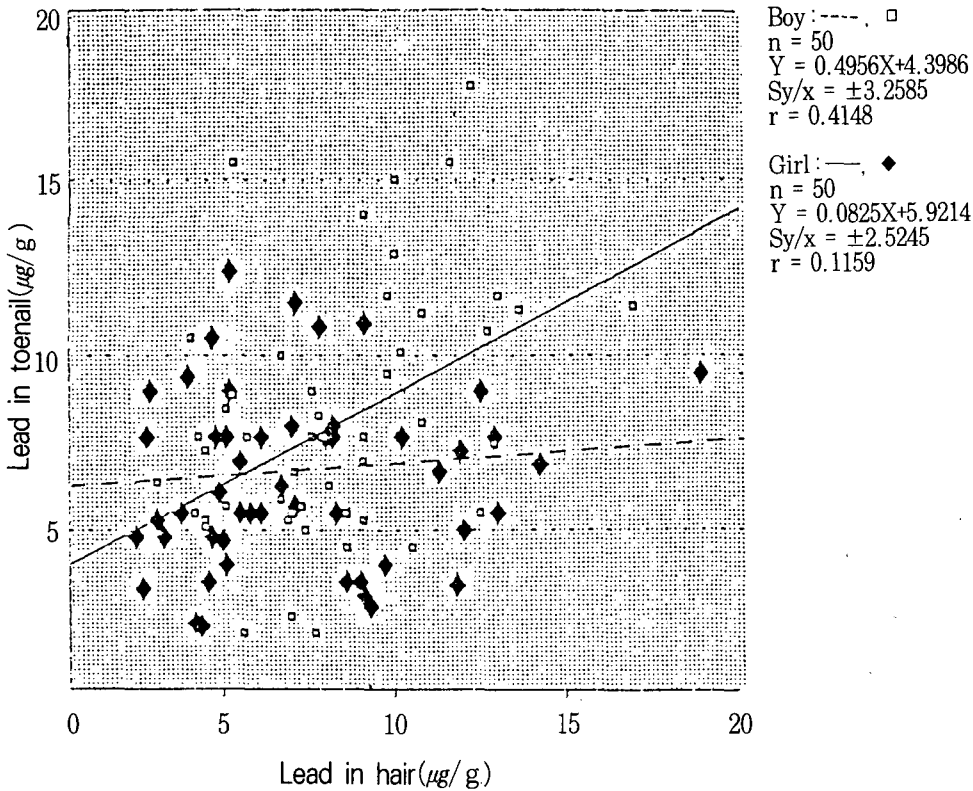


Fig 4. Correlation of lead concentration in hair and toenail of 100 schoolchildren

에 의한 초기독성이 나타날 수 있다고 보고하고 있다(Centers for Disease Control 1991, Cummins와 Goldman 1992). 이 농도는 뇌실질 병변이나 사망을 일으킬 수 있는 혈중 연농도 $100\mu\text{g}/\text{dl}$ 의 1/10에 해당되는 농도이다(Smith와 Flegal 1992).

또한 최근 연구에서는 $7\mu\text{g}/\text{dl}$ 의 혈중 연농도가 신경 행동학적 장애 혹은 인지장애를 일으킬 수 있다고 보고하고 있다(Bellinger 등 1987, McMichael 등 1988, Bellinger 등 1991). 본 연구에서도 혈중 연농도가 $10\mu\text{g}/\text{dl}$ 이 넘는 학생이 남학생의 경우 8%, 여학생은 4%로 전체적으로는 6%였으며, $7\mu\text{g}/\text{dl}$ 이상인 학생이 25%였는데, 이 성적으로 미루어 보아 우리나라에서도 소아에서 연에 의한 초기독성 내지는 경미한 신경행동학적 장애 혹은 인지장애의 가능성을 고려해야 할 것으로 생각된다.

Baghurst 등(1992)은 1979년 호주에서 1979년부터 723명의 신생아로부터 시작한 코호트 연구에서 낮은 농도의 연폭로가 생후 7년까지 신경정신적 발달의 장애와 연관이 있다고 보고하고 있다. Sciarillo 등(1992)에 의한 2~5세의 아프리카와 미국 어린이 201명을 대상으로 children behavior checklist(CBCL)을 이용하여 시행한 혈중 연농도와 신경행동학적 관련성에 관한 연구에서도 혈중 연농도에 따라 어린이의 행동양식에 차이가 있음을 보여주고 있다. 그 외에도 어린이에서 혈중 연농도의 증가가 청력의 역치를 증가시키며, 소아가 일어서고 걷고, 말하는, 발달과정을 지연시킨다는 보고도 있다(Schwartz와 Otto 1987, Schwartz와 Otto 1991).

조사 대상 어린이의 두발 중 평균 연농도는 $7.17 \pm 3.28\mu\text{g}/\text{g}$ 으로써 Stewart-Pinkham 등

(1989)이 미국 오하이오주의 6세에서 14세 어린이를 대상으로 한 연구(8.36 $\mu\text{g}/\text{g}$), 변 등(1992)이 대구에서 조사한 국민학교 학생의 두발 중 연농도 8.7 \pm 2.9 $\mu\text{g}/\text{g}$ 와 비슷한 수준으로 나타났으며, 1981년 9세에서 12세 사이의 어린이를 대상으로 한 Ely 등(1981)의 연구(15 $\mu\text{g}/\text{g}$), 김 등(1989)이 대구에서 조사한 국민학교 남자학생의 두발 중 연농도 11.36 \pm 2.83 $\mu\text{g}/\text{g}$ 에 비해 다소 낮게 나타났다.

발톱 중 연농도는 7.33 \pm 3.18 $\mu\text{g}/\text{g}$ 로 Wilhelm 등(1990)이 독일에서 3에서 7세 어린이가 461명을 대상으로 한 연구(8.5 $\mu\text{g}/\text{g}$)와 비슷하였다.

혈액, 두발 그리고 발톱에서 연농도는 모두 남학생에서 여학생보다 높았는데 혈액 중 연농도는 남학생이 6.43 \pm 2.77 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 여학생이 5.59 \pm 2.01 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로서 남학생에서 약간 높았으며, 이는 1985년 16~25세의 연에 폭로된 적이 없는 한국인 젊은이를 대상으로 한 박 등(1985)의 연구와 일치하였다. 두발의 경우에도 남학생에서 7.66 \pm 2.97 $\mu\text{g}/\text{g}$, 여학생에서 6.68 \pm 3.54 $\mu\text{g}/\text{g}$ 로서 남학생에서 약간 높게 나타났으며, 이는 Chattopadhyay(1977)이 동일지역, 동일연령군에서 조사한 두발 중 연농도가 남학생에서 여학생보다 더 높다는 보고와 일치하였다. 발톱의 경우에서도 남학생에서 8.19 \pm 3.54 $\mu\text{g}/\text{g}$, 여학생에서 6.47 \pm 2.52 $\mu\text{g}/\text{g}$ 로 남학생에서 유의하게 높았으며, 1970년 Barry와 Mossman(1970)이 남자 성인을 대상으로 조갑 내의 연농도를 조사한 연구에서 남자의 경우 18.85 $\mu\text{g}/\text{g}$ 여자는 10.85 $\mu\text{g}/\text{g}$ 로 남자에서 연농도가 더 높게 나온 결과와 일치하였다.

두발이나 발톱의 연농도와 혈액 내의 연농도의 관련성에 대해서는 명확하게 밝혀져 있지 않다. Ellis 등(1981)과 Bos(1984)는 체내의 연농도를 두발이 정확하게 반영하지 못한다고 보고하였으나, Chattopadhyay(1977)은 같은 사람을 대상으로 한 혈액과 두발의 연농도 사이에는 상관관계가 존재한다고 보고(regression equation : $\log Y=0.$

8X+0.025)하였다. 1990년 Wilhelm 등은 발톱에서 연과 카드뮴의 농도가 높은 군에서 두발의 연과 카드뮴의 농도도 높았다고 보고하였으며, 두발과 발톱 사이의 상관계수는 0.19(p<0.001)로 보고하였다.

두발과 발톱의 경우 체내에서 대개 짧은 시간에 형성되고 형성된 조직은 피부로부터 밀려나 체내의 지속적인 대사활동으로부터 격리된다. 두발은 성장기 동안 하루에 0.2~0.5mm 정도씩 자라고 이때 혈액, 임파, 세포외액 등의 대사세포에 노출되어 영향을 받게 되며, 내부조직의 구성요소들은 비교적 짧은 시간, 대개 수일 안에 대사결과를 반영하지만 내부조직을 둘러싸는 각화된 표면조직은 더 장시간의 대사결과를 반영하며, 발톱은 하루에 0.025mm씩 자라면서 대사세포의 영향을 받게 되므로, 두발과 비교할 때 더 장시간의 대사결과를 반영한다. 인체 내의 중금속 농도를 추정하는 시료로서 두발과 발톱을 이용하는 것이 체내 연농도를 정확하게 반영하지 못한다는 의견(Ellis 등 1981, Bos 1984)과 체내흡수량을 반영해서 중금속 농도를 측정하는데 적합한 시료라는 상반된 주장도 있다(Hopps 1977).

본 연구에서 남학생의 경우에는 혈액과 두발, 혈액과 발톱, 두발과 발톱 간에 모두 중등도의 상관관계가 있었고, 혈액과 두발간의 회귀방정식은 Y(두발 중 연농도)=0.5255X(혈액 중 연농도)+4.2810였으며, 혈액과 발톱간의 회귀방정식은 Y(발톱 중 연농도)=0.7076X(혈액 중 연농도)+3.6472, 두발과 발톱 중 연농도 간의 회귀방정식은 Y(발톱 중 연농도)=0.4956X(두발 중 연농도)+4.3986였다.

여학생의 경우에는 혈액과 두발, 혈액과 발톱 간에 약한 상관관계가 있었으며, 두발과 발톱간에는 유의한 상관관계는 없었다. 혈액과 두발간의 회귀방정식은 Y(두발 중 연농도)=0.6655X(혈액 중 연농도)+2.9632였으며, 혈액과 발톱간의 회귀방정식은 Y(발톱 중 연농도)=0.3431X(혈액 중 연농도)+4.

5570, 두발과 발톱간의 회귀방정식은 $Y(\text{발톱 중 연농도})=0.0825X(\text{두발 중 연농도})+5.9214$ 이었다.

이와 같이 여학생에서 상관관계가 더 약한 것은 여학생의 경우 남학생과 달리 미관상 두발 채집과정에서 후두부의 두피에 근접해서 채집하지 못하고 긴 두발의 끝부분을 채집하므로 서로 다른 시간대의 대사를 반영하는 두발이 포함되어 혈액과 두발, 두발과 발톱간의 상관관계에 영향을 미쳤을 가능성이 있을 것으로 생각된다. 본 연구는 연구대상자들의 거주지역별 대기, 물, 토양의 오염 정도와 생활환경, 개개인의 습관 등의 다양한 변수를 고려하지는 못했으나, 우리나라 대도시 국민학교 학생들의 혈액, 두발, 발톱의 연농도를 측정하였고, 동일인에서 이들 시료간의 상관관계에 대해 조사함으로써 본 연구의 결과에서 나타난 것과 같이 앞으로 두발 및 발톱을 혈액의 상호 보완, 혹은 대체시료로써 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

대구시내 중심가의 국민학교 4학년 학생 남녀 각 50명씩을 대상으로 혈액, 두발 및 조갑 내의 연농도를 정량분석하고 이들 각 시료 내의 연농도의 상관관계를 조사한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

혈액, 두발 및 발톱의 평균 연농도는 각각 $6.00 \pm 2.44 \mu\text{g}/\text{dl}$, $7.17 \pm 3.28 \mu\text{g}/\text{g}$, $7.33 \pm 3.18 \mu\text{g}/\text{g}$ 이었다.

혈중 연농도는 남학생이 $6.43 \pm 2.77 \mu\text{g}/\text{dl}$, 여학생이 $5.59 \pm 2.01 \mu\text{g}/\text{dl}$, 두발 중 연농도는 남학생이 $7.66 \pm 2.97 \mu\text{g}/\text{g}$, 여학생이 $6.68 \pm 3.54 \mu\text{g}/\text{g}$ 로 남학생에서 높았으나 통계적으로 유의하지 않았으며, 발톱의 경우는 남학생에서 $8.19 \pm 3.54 \mu\text{g}/\text{g}$, 여학생에서 $6.47 \pm 2.52 \mu\text{g}/\text{g}$ 로 남학생에서 유의하게 높았다.

혈액, 두발과 발톱 중 연농도에 따른 학생들의 분포는 혈액은 남학생에서 $5.0 \sim 7.4 \mu\text{g}/\text{dl}$ (38%), 여학생에서는 $2.5 \sim 4.9 \mu\text{g}/\text{dl}$ (42%)에 전체적으로는 $5.0 \sim 7.4 \mu\text{g}/\text{dl}$ (41%)에 가장 많이 분포하였다.

두발의 경우 남학생에서 $5.0 \sim 7.4 \mu\text{g}/\text{g}$ (32%), 여학생에서 $2.5 \sim 4.9 \mu\text{g}/\text{g}$ (34%)에 전체적으로는 $2.5 \sim 4.9 \mu\text{g}/\text{g}$ (28%)에 가장 많이 분포하였다.

발톱에서는 남학생에서 $5.0 \sim 7.4 \mu\text{g}/\text{g}$ (34%), 여학생에서 $7.5 \sim 9.9 \mu\text{g}/\text{g}$ (30%)에 전체적으로는 $5.0 \sim 7.4 \mu\text{g}/\text{g}$ (31%)에 가장 많이 분포하였다.

또한 남학생의 8%, 여학생의 4%로 전체 학생들의 6%에서 혈액 중 연농도가 $10 \mu\text{g}/\text{dl}$ 을 넘었다.

혈액, 두발과 발톱 사이의 연농도의 상관관계를 보면 남학생에서 혈액과 두발의 연농도 사이의 상관계수는 $0.4909(p < 0.001)$ (regression equation: $Y(\text{두발 중 연농도})=0.5255X(\text{혈액 중 연농도})+4.2810$)였으며, 여학생에서의 상관계수는 $0.3778(p < 0.001)$ (regression equation: $Y(\text{두발 중 연농도})=0.6655X(\text{혈액 중 연농도})+2.9632$)이었다.

남학생에서 혈액과 발톱 중 연농도 사이의 상관계수는 $0.5533(p < 0.01)$ (regression equation: $Y(\text{발톱 중 연농도})=0.7076X(\text{혈액 중 연농도})+3.6472$)였으며, 여학생에서의 상관계수는 0.2738 (regression equation: $Y(\text{발톱 중 연농도})=0.3431X(\text{혈액 중 연농도})+4.5570$)이었다.

남학생에서 두발과 발톱 중 연농도 사이의 상관계수는 $0.4148(p < 0.001)$ (regression equation: $Y(\text{발톱 중 연농도})=0.4956X(\text{두발 중 연농도})+4.3986$)였으며, 여학생에서의 상관계수는 0.1159 (regression equation: $Y(\text{발톱 중 연농도})=0.0825X(\text{두발 중 연농도})+5.9214$)이었다.

본 연구의 결과에서 여학생의 두발과 발톱간을 제외하고, 대도시 남자 국민학교 학생들의 혈액, 두발, 발톱의 연농도간의 유의한 관련성이 있으므로 혈액, 두발 및 발톱을 연 폭로 평가의 상호 보완, 혹

은 대체시료로써 이용의 가능성이 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

- 김두희, 김옥배, 장봉기. 정신지체아 두발 중 중금속 함량 I. 예방의학회지 1989;22(1):125-135
- 박정덕, 정규철. 한국인 젊은이의 혈중 연농도. 중앙의대지 1985;10(4):353-361
- 변영우, 사공준, 김창윤, 정종학. 국민학교 저학년 학생들의 두발 중 연농도와 관련요인. 영남의대 학술지 1993;10(1):103-112
- Baghurst PA, McMichael AJ, Wigg NR. Environmental exposure to lead and children's intelligence at the age of seven years : the Port Pirie Cohort Study. N Engl J Med 1992;327:1279-1284
- Bander LK, Morgan KJ, Zabik ME. Dietary lead intake of preschool children. Am J Public Health 1983;73(7):789-794
- Barry PSI, Mossman DB. Lead concentration in human tissues. Brit J industr Med 1970;27: 339-351
- Bellinger D, Leviton A, Wateraux C. Longitudinal analyses of prenatal and postnatal lead exposure and early cognitive development. N Engl J Med 1987;316:1037-1043
- Bellinger D, Sloman J, Leviton A. Low-level lead exposure and children's cognitive function in the preschool years. Pediatrics 1991;87:219-227
- Bos AJJ. The Amsterdam Proton Microbeam. Dissertation. Free University of Amsterdam, 1984.
- McMichael A, Baghurst P, Wigg N : Port Pirie cohort study : environmental exposure to lead and children's abilities at the age of four years. N Engl J Med 1988;319:468-475
- Centers for Disease Control. Preventing lead poisoning in young children : Centers for Disease Control, Public health Service, Atlanta, 1991.
- Chattopadhyay A. Scalp hair as a monitoring of community exposure to lead. Arch Environ Health 1977;34:226-236
- Cummins SK, Goldman LR. Even advantaged children show cognitive deficits from low-level lead toxicity. Pediatrics 1992;90(6):995-997
- Ellis KJ, Yasumura S, Cohn SH. Hair cadmium content : Is it a biological indicator of the body burden of cadmium for the occupational exposed worker? Am J Ind Med 1981;2:323-330
- Ely DL, Mostardi RA, Woebkenberg V, Worstel D. Aerometric and hair trace metal content in learning-disabled children. Environ Res 1981;25:325-339
- Grandjean P. Public health and preventive medicine : Health significance of metals. Prentice-Hall International Inced., 1992,pp.389-392
- Hopps HC. The biologic bases for using hair and nail for analysis of trace elements. Sci Total Environ 1977;7:71-89
- McMichael A, Baghurst P, Wigg N. Port Pirie Cohort study:environmental exposure to lead and Children's abilities at the age of four years. N Engl J Med 1988;319:468-475
- Michel A, Ibrahim. Childhood lead poisoning : a disease for the history texts. Am J Pub Health 1991;81(6):685-687
- Pueschel SM, Kopito L, Schwachman H. Children with an increased lead burden. JAMA 1972;222(4):462-464
- Rosner D, Marrowitz G. "A gift of God"? The public health controversy over leaded gasoline

- during the 1920s. *Am J Pub Health* 1985;75(4): 344–352
- Schwartz J, Angle C, Pitcher H. *Relationship between childhood blood lead levels and stature. Pediatrics* 1986;77:281–288
- Schwartz J, Otto D. *Blood lead, hearing thresholds, and neurobehavioral development in children and youth. Arch Environ Health* 1987; 42:153–160
- Schwartz J, Otto D. *Lead and minor hearing impairment. Arch Environ Health* 1991;46(5): 300–305
- Sciarillo WG, Alexander G, Farrell KP. *Lead exposure and child behavior. Am J Pub Health* 1992;82(10):1356–1360
- Smith DR, Flegal AR. *The public health implications of human natural levels of lead. Am J Pub Health* 1992;28(11):1565–1566
- Snee RD. *Evaluation of studies of relationship between blood lead and air lead. Int Arch Occup Environ Health* 1981;48:219–242
- Stewart-Pinkham SM. *The effect of ambient cadmium air pollution on the hair mineral content of children. Sci Total Environ* 1989;78: 289–296
- Wilhelm M, Hafner D, Lombeck I, Ohnesorge FK. *Monitoring of cadmium copper, lead and zinc status in young children using toenails : comparison with scalp hair. Sci Total Environ* 1991;103:199–207