

일부 공단지역 주민의 혈 중 납 농도에 관한 연구

조혜미 · 조태진 · 양원호* · 이종화 · 손부순[†]

순천향대학교 환경보건학과, *대구가톨릭대학교 산업보건학과
(2009. 3. 2. 접수/2009. 3. 17. 수정/2009. 4. 4. 채택)

Lead Levels in Blood of Residents in Industrial Area

Hye-Mee Jou · Tae-Jin Cho · Won-Ho Yang* · Jong-Wha Lee · Bu-Soon Son[†]

Department of Environment Health Science, Soonchunhyang University

*Department of Occupational Health, Catholic University of Daegu

(Received March 2, 2009/Revised March 17, 2009/Accepted April 4, 2009)

ABSTRACT

This study analyzed the concentration of the lead in blood (n=774) from May, 2007 to Oct 2007. The subject was residents in G, Y, H industrial area, Jeollanam-do, in which exposure to the lead is expected due to the adjacency of the industrial complex. As to the lead concentration in the blood of the residents in the whole exposed region and the comparing region, 2.81 $\mu\text{g}/\text{dl}$ in the exposed region group, and 2.86 $\mu\text{g}/\text{dl}$ in the comparing region group. Respectively, which indicates that the concentration of the comparing group was higher than that of the exposed group. The geometric mean concentration of lead in blood was 3.26 $\mu\text{g}/\text{dl}$ as to men, and 2.46 $\mu\text{g}/\text{dl}$ as to women, which indicates that the concentration of men is higher than that of women ($p<0.01$). The lead concentration for each age group increased in proportion to age except those under 10 for some substances ($p<0.01$). As to geometric mean concentration in blood according to the smoking history of the subject, the concentration of the smoking group and the non-smoking group was 3.57 $\mu\text{g}/\text{dl}$ and 2.66 $\mu\text{g}/\text{dl}$ respectively, which indicates the former is higher than the latter ($p<0.01$). To clarify the factors affecting the heavy metal concentration in blood among the subjects, the multiple regression analysis was conducted. As a result, it turned out that as to lead content in blood, gender, age, smoking all affect the lead concentration of the subjects ($R^2=23.3\%$).

Keywords: blood, lead, residents, exposed region, comparing region

I. 서 론

오늘날의 현대사회는 산업의 급속한 발달, 도시화 및 소비의 증가 등으로 각종 오염물질들이 다량 배출될 뿐만 아니라, 오염원이 다양화됨에 따라 생활환경은 물론 인간의 건강까지도 위협하는 심각한 상태에 이르게 되었다. 또한 2000년대에 들어서는 삶의 질 향상과 더불어 환경오염 등으로 인한 국민건강 피해의 발생이 해마다 증가하는 추세이고 그 중에서도 공단·폐광인근 주민들의 경우 건강피해 호소뿐만 아니라 아토피 피부질환, 천식 등 환경성 질환에 대한 우려가 심각하게 제기되고 있다(환경부, 2006).

특히 사회가 산업화됨에 따라 중금속의 사용은 급격히 증가하였고, 이들 중금속에 대한 직업적인 고농도 폭로 외에도 일반 환경 내에서의 만성적인 저농도의 폭로가 건강에 미치는 영향도 중요한 문제로 대두되고 있다. 인체에 직·간접적으로 영향을 주는 중금속은 호흡기, 소화기 및 피부점막을 통해 생체 내에 흡수되어 대사와 배설의 과정을 거치면서 대부분 체외로 배설되지만 일부는 표적장기에 선택적으로 흡수, 축적되어 일차적 영향을 미치거나, 급·만성 중독 증상을 나타내게 된다(한국보건산업진흥원, 2004, 윤, 1990). 특히 납(Pb)의 경우는 인체 노출량에 따라서 조절계를 비롯한 신경계, 신장 및 간장, 심혈관계, 생식기계 등에 독성을 유발하며, 최근에는 저농도의 만성적인 납 노출에 따른 신경정신학적 영향 및 생식기능의 영향에 대한 관심이 증대되고 있다(정, 2007, 황 등, 1991). 이러한 중금속의 노출은 생활주변의 환경오염 정도, 식생활 양식과

[†]Corresponding author : Department of Environment Health, Soonchunhyang University
Tel: 82-41-530-1270, Fax: 82-41-530-1272
E-mail : sonbss@sch.ac.kr

기호 등 여러 요소의 영향을 받으며, 체내 흡수량은 국가나 지역적으로도 많은 차이가 있을 수 있다(박, 2007).

공단지역은 각종 오염물질을 다량 배출하는 사업장이 집중적으로 분포하여 대기환경을 비롯하여 환경오염의 우려가 높은 지역으로 그 심각성을 인정받아 대기보전 특별대책지역으로 지정·관리되고 있다(환경부, 2006). 그러나 공단지역을 중심으로 환경오염에 의한 건강피해 논란은 끊임없이 제기되고 있으며, 지금까지 오염물질에 대한 환경노출평가는 대기·수질·토양·식품 등 각각의 환경단위 구성체에 대한 평가가 전부였다. 이러한 노출평가는 오염물질의 수용체인 인체를 중심으로 환경오염을 보는 입장에서는 많은 한계를 드러내고 있으며, 이 같은 문제점을 해결해 줄 수 있는 방법은 인체에서 오염물질이나 그 대사체를 직접측정하고, 체내 노출량을 직접적으로 평가하는 것이다(손 등, 2001).

산업환경의 경우에는 1980년도 후반부터 저농도의 유해물질에 장기간 폭로된 근로자의 건강장해를 예방하기 위하여 호흡기 이외에 소화기 또는 피부로 흡수된 체내의 총 폭로량을 나타내는 생물학적 모니터링의 지표로서 체내의 소변이나 혈액 등에서 해당물질이나 그 대사산물을 측정하는 생물학적 폭로지표를 이용하였으며(ACGIH, 1992), 이러한 방법을 통하여 많은 연구결과가 발표되었다(Chuang 등, 2008, Bener 등, 2001). 최근에는 일반인을 대상으로 한 연구도 진행되었으나(김 등, 2000, 이 등, 2003), 공단지역 부근에 거주하여 환경으로부터 중금속의 노출이 심각할 것으로 예상되는 공단지역 주민들을 대상으로 이들의 혈 중 납 농도에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 공단지역 부근에 거주하는 주민들을 대상으로 혈액 중 납 농도를 파악하고 그 영향인자를 규명하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 2007년 5월부터 2007년 10월까지 전라남도 G, Y, H(이하, G권역) 지역주민을 대상으로 공단지역 5 km 이내에 거주하는 노출지역 주민들과 공단지역으로부터 10 km 밖에 거주하는 비교지역 주민들로 구

Table 1. Condition of analyzer for analysis of lead in blood

	Condition
Instrument type	Polarized zeeman background
Measurement mode	Peak height
Calibration mode	Simple standard additions
Standard and Sample replicates	3
Wavelength	283.3 nm
Slit width	1.3 nm
Lamp current	7.5 mA
Injection volume	10 μ l
Cuvette type	Pyro tube HR
PMT voltage	266 V

분하여 이들의 혈 중 납 농도를 분석하였다.

2. 설문조사

혈 중 중금속 농도에 영향을 줄 수 있는 개인특성 및 생활습관관련 영향요인을 파악하기 위하여 설문조사를 실시하였다.

3. 시료의 채취 및 분석

중금속 분석을 위한 혈액의 채취는 전주정맥(Antecubital vein)에서 헤파린이 첨가된 진공체혈관(Vacutainer heparin tube)으로 10 ml를 채취하여 혈전이 생기지 않도록 잘 흔들어 주었으며, 채취한 혈액은 산 처리된 Sample cup에 0.5% Ammonium phosphate ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)가 포함된 0.1% Triton X-100과 Standard solution, Whole blood를 차례대로 넣고 충분히 혼합한 후 Polarized zeeman 바탕보정장치가 장착되어 있는 자동시료주입장치가 부착된 원자흡수분광도계(Z-2700, Hitachi, Japan)를 사용하여 분석하였다. 혈액을 0.5% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 가 포함된 0.1% Triton X-100으로 10배 희석하여 표준첨가법으로 분석하였으며, 검량선 농도는 납 표준용액(1,000 ppm, Junsei, Japan)을 증류수로 희석하여 10, 20, 30, 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 농도로 사용하였으며, 분석에 이용된 AAS의 분석조건은 Table 1과 같다.

4. 생체시료 분석관련 외부정도관리

한국산업안전공단 산업안전보건연구원에서 주관하는 특수건강진단 분석정도관리(2007년 8월)에 참가하여 무

Table 2. Lead in blood quality assurance

No.	Sample	Submit value	Pass range	Reference value	Evaluation data
1	Lead in blood	50.8	41.8-61.0	51.4	Pass
2		34.8	30.6-42.6	36.6	

기분석분야 중 혈 중 Pb에 대한 외부정도관리를 실시 하였다.

하여 다중회귀분석(Multiple regression)을 적용하였다.

5. 통계분석

혈 중 납 농도 및 설문자료의 분석을 위하여 SPSS Ver. 12.0 통계 프로그램을 이용하여 대상자들의 일반적인 특성 및 혈 중 납 농도 등은 기술통계 분석, 노출군과 비교군 사이의 평균의 차이 검정은 t-test, 지역(G, Y, H)에 따른 농도의 차이 검정은 ANOVA, 중금속 농도에 영향을 주는 요인들의 관련성을 파악하기 위

III. 연구결과 및 고찰

1. 일반적 특성

혈 중 납 대상자는 노출군 495명, 비교군 279명으로 총 774명으리었다. 성별로는 남성 382(49.4%)명과 여성 392(50.6%)명이며, 지역별로는 G 지역의 대상자가 305(39.4%)명, Y 지역 319(41.2%)명, H 지역 150(19.4%)명이었다(Table 3).

Table 3. Gender distribution in the study population

[unit : N(%)]

		Male	Female	Total
"G" area	Case	104(13.4)	99(12.9)	203(26.2)
	Control	53(6.8)	49(6.3)	102(13.2)
	Total	157(20.3)	148(19.1)	305(39.4)
"Y" area	Case	105(13.6)	109(14.1)	214(27.6)
	Control	52(6.7)	53(6.8)	105(13.6)
	Total	157(20.3)	162(20.9)	319(41.2)
"H" area	Case	32(4.1)	46(5.9)	78(10.1)
	Control	36(4.7)	36(4.7)	72(9.3)
	Total	68(8.8)	82(10.6)	150(19.4)
Total	Case	241(31.1)	254(32.8)	495(64.0)
	Control	141(18.2)	138(17.8)	279(36.0)
	Total	382(49.4)	392(50.6)	774(100.0)

Table 4. Age distribution in the study population

[unit : N(%)]

		Case	Control	Total
"G" area	- 10	17(2.2)	-	17(2.2)
	10-29	44(5.7)	21(2.7)	65(8.4)
	30-49	66(8.5)	27(3.5)	93(12.0)
	50-	76(9.8)	54(7.0)	130(16.8)
	Total	203(26.2)	102(13.2)	305(39.4)
"Y" area	- 10	20(2.6)	6(0.8)	26(3.4)
	10-29	45(5.8)	18(2.3)	63(8.1)
	30-49	53(6.8)	18(2.3)	71(9.2)
	50-	96(12.4)	63(8.1)	159(20.5)
	Total	214(27.6)	105(13.6)	319(41.2)
"H" area	- 10	-	-	-
	10-29	27(3.5)	17(2.2)	44(5.7)
	30-49	18(2.3)	28(3.6)	46(5.9)
	50-	33(4.3)	27(3.5)	60(7.8)
	Total	78(10.1)	72(9.3)	150(19.4)
Total	- 10	37(4.8)	6(0.8)	43(5.6)
	10-29	116(15.0)	56(7.2)	172(22.2)
	30-49	137(17.7)	73(9.4)	210(27.1)
	50-	205(26.5)	144(18.6)	349(45.1)
	Total	495(64.0)	279(36.0)	774(100.0)

2. 설문결과

대상자들의 음주, 흡연, 간접흡연여부 및 음식선호도에 대한 설문결과는 아래와 같다.

3. 혈 중 납 농도

1) 지역별 납 농도

G지역 전체 노출군과 비교군의 혈 중 납 기하평균 농도는 각각 2.81, 2.86 µg/dl로 노출군과 비교군이 유사한 농도 수준을 보였다. 이러한 결과는 공단지역을 대상으로 한 포항(2008)의 결과(노출군 1.83 µg/dl, 비교군 1.46 µg/dl) 및 우리나라 공단지역과 도시지역 거주 주민들을 대상으로 한 연구(정 등, 1999) 결과(노출군 7.19 µg/dl, 비교군 4.40 µg/dl)와는 다른 경향으로 나타났다. 특히 Y 지역 주민들의 혈 중 납 농도는 비교군 3.17 µg/dl, 노출군 2.33 µg/dl로 기존 연구결과와는 반대로 비교군에서 높은 농도 수준을 나타냈다.

2) 성별 납 농도

성별에 따른 혈 중 납 농도는 세 지역의 노출군과

비교군 모두 남성이 여성에 비해 높은 농도 수준을 보였으며, 이는 지역 간, 노출·비교군 간에 모두 통계적으로 유의한 수준으로 나타났다(p<0.01). 이러한 결과는 환경부(2005)의 연구에서도 남성 3.06 µg/dl, 여성 2.31 µg/dl로 남성이 여성에 비해 높은 농도를 보였고, Maria 등 (2006), Jerome 등(2006), Wael 등(2001)의 연구에서도 성별에 따른 혈 중 납 농도의 차이가 남성이 여성에 비해 높은 수준으로 본 연구결과와 같은 경향을 보이고 있었으며, 남성의 혈 중 납 농도가 여성에 비해 높게 나타난 것은 성별에 따른 담배, 음주 등의 생활행태의 차이와 직업에 의한 사회적인 노출기회가 남성이 여성보다 많은 것으로 일부 해석되고 있다(Liou 등, 1996, Berode 등, 1991).

3) 연령별 납 농도

G, Y, H 지역의 혈 중 납 농도는 10세 미만을 제외하고 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다(p<0.01). 특히 Y지역 비교군의 경우 40세 이상의 대상자가 70% 이상의 비율을 차지하고 있었으며, 이들의

Table 5. Characteristics of subject by questionnaire

[Unit : N(%)]

Characteristics		"G" area	"Y" area	"H" area
Drinking	No	161(52.6)	185(58.0)	72(48.0)
	Yes	125(40.8)	94(29.5)	62(41.3)
	No answer	20(6.5)	40(12.5)	16(10.7)
Smoking	No	213(69.6)	216(67.6)	101(67.3)
	Yes	51(16.7)	36(11.3)	25(16.7)
	No answer	42(13.7)	67(21.0)	24(16.0)
Food preference	Vegetable	212(69.3)	228(71.5)	110(67.5)
	Meat	49(16.0)	33(10.3)	34(20.9)
	Fish	18(5.9)	35(11.0)	5(3.1)
	No answer	27(8.9)	23(7.2)	14(8.6)

Table 6. Blood Lead levels according to Case/Control area

[unit: µg/dl]

		G	Y	H	Total
Case	N(% ^a)	203(26.2)	214(27.6)	78(10.1)	495(64.0)
	GM ^b	2.87	2.94	2.33	2.81
	M ± SD ^c	3.05 ± 1.13	3.17 ± 1.29	2.51 ± 0.99	3.02 ± 1.20
	Range	1.27 - 7.64	0.94 - 11.53	0.90 - 5.43	0.90 - 11.53
Control	N(% ^a)	102(13.2)	105(13.6)	72(9.3)	279(36.0)
	GM ^b	2.89	3.17	2.43	2.86
	M±SD ^c	3.13 ± 1.29	3.36 ± 1.14	2.55 ± 0.85	3.07 ± 1.18
	Range	0.95 - 7.49	1.57 - 6.59	1.45 - 5.26	0.95 - 0.49
T-test		0.584	0.197	0.131	0.526

**p<0.01.

^aPercentage based on total population. ^bGeometric mean. ^cArithmetic mean ± Arithmetic standard deviation.

혈 중 납 농도는 다른 대상자에 비하여 높은 농도 수준을 나타내고 있었다. Jerome 등(2006), 민(2002)의 연구에서는 연령에 따른 차이가 유의하게 나타난다고 보고하였으며, 이러한 결과는 중금속은 체내에서 축적 효과가 있으며, 반감기가 긴 중금속의 경우 연령에 따른 체내 분포양상은 일반적으로 연령이 증가된다는

박 등(2000), Baecklund 등(1999)의 연구결과와 같은 경향을 보이는 것으로 생각된다.

4) 요인별 혈 중 납 농도

(1) 흡연 유무에 따른 납 농도

조사대상자의 흡연유무에 따른 혈 중 납 농도는 G,

Table 7. Blood Lead levels according to gender[unit: µg/dl]

		G	Y	H	T-test	
Case	Male	N(%)	104(13.4)	105(13.6)	32(4.1)	0.000**
		GM ^b	3.26	3.49	2.72	
		M ± SD ^c	3.46 ± 1.23	3.70 ± 1.37	2.89 ± 1.03	
		Range	1.43 - 7.64	1.46 - 11.53	1.10 - 5.43	
	Female	N(%)	99(12.8)	109(14.1)	46(5.9)	
		GM ^b	2.52	2.50	2.01	
		M ± SD ^c	2.63 ± 8.23	2.65 ± 0.97	2.24 ± 0.88	
		Range	1.27 - 7.02	0.94 - 6.89	0.90 - 4.91	
Control	Male	N(%)	53(6.8)	52(6.7)	36(4.7)	0.000**
		GM ^b	3.29	3.75	2.57	
		M ± SD ^c	3.56 ± 1.15	3.92 ± 1.17	2.71 ± 0.95	
		Range	0.95 - 7.49	1.59 - 6.59	1.45 - 5.26	
	Female	N(%)	49(6.3)	53(6.8)	36(4.7)	
		GM ^b	2.51	2.70	2.30	
		M ± SD ^c	2.67 ± 0.91	2.80 ± 0.79	2.39 ± 0.72	
		Range	1.00 - 4.59	1.57 - 4.72	1.52 - 4.49	
T-test(Male/Female)		0.000**	0.000**	0.001**		

**p<0.01.

^aPercentage based on total population. ^bGeometric mean. ^cArithmetic mean±Arithmetic standard deviation.

Table 8. Blood Lead levels according to age

[unit: µg/dl]

		G	Y	H	F-test	
Case	-10	N(%)	17(2.2)	20(2.6)		0.000**
		GM ^b	2.75	3.12		
		M±SD ^c	2.85 ± 0.76	3.26 ± 1.07		
		Range	1.46 - 4.55	1.70 - 6.32		
	10-29	N(%)	44(5.7)	45(5.8)	27(3.5)	
		GM ^b	2.40	2.63	1.78	
		M±SD ^c	2.50 ± 0.72	2.82 ± 1.08	1.89 ± 0.63	
		Range	1.27 - 4.64	0.94 - 5.47	0.90 - 3.64	
	30-49	N(%)	66(8.5)	53(6.8)	18(2.3)	
		GM ^b	3.11	2.83	2.36	
		M±SD ^c	3.29 ± 1.16	3.01 ± 1.08	2.46 ± 0.75	
		Range	1.53 - 7.02	1.20 - 6.25	1.38 - 4.77	
50-	N(%)	76(9.8)	96(12.4)	33(4.3)		
	GM ^b	3.01	3.14	2.88		
	M±SD ^c	3.21 ± 1.26	3.39 ± 1.48	3.04 ± 1.04		
	Range	1.39 - 7.64	1.34 - 11.53	1.58 - 5.43		

Table 8. Continued

		G	Y	H	F-test		
Control	-10	N(%)	6(0.8)	-	0.000**		
		GM ^b	2.85	-			
		M±SD ^c	2.88 ± 0.47	-			
		Range	2.31 - 3.50	-			
	10-29	N(%)	21(2.7)	18(2.3)		17(2.2)	
		GM ^b	2.01	2.76		2.10	
		M±SD ^c	2.11 ± 0.65	2.87 ± 0.87		2.17 ± 0.67	
		Range	0.95 - 3.30	1.59 - 5.08		1.57 - 4.49	
	30-49	N(%)	27(3.5)	18(2.3)		28(3.6)	
		GM ^b	3.19	3.34		2.50	
		M±SD ^c	3.44 ± 1.29	3.47 ± 0.98		2.63 ± 0.90	
		Range	1.00 - 6.62	2.10 - 5.05		1.45 - 5.25	
	50-	N(%)	54(7.0)	63(8.1)		27(3.5)	
		GM ^b	3.16	3.29		2.58	
		M±SD ^c	3.38 ± 1.30	3.51 ± 1.25		2.70 ± 0.86	
		Range	1.11 - 7.49	1.57 - 6.59		1.52 - 5.26	
	F-test(Age)		0.000**	0.010*		0.000**	

**p<0.01.

^aPercentage based on total population. ^bGeometric mean. ^cArithmetic mean ± Arithmetic standard deviation.

Table 9. Blood Lead levels according to smoking status

[unit: µg/dl]

		G	Y	H	T-test			
Case	No	N(%)	137(21.3)	138(21.5)	65(10.1)	0.002**		
		GM ^b	2.71	2.94	2.33			
		M±SD ^c	2.87 ± 1.08	3.11 ± 1.04	2.51 ± 0.98			
		Range	1.27 - 1.64	1.20 - 6.57	1.06 - 5.43			
	Yes	N(%)	39(6.1)	24(3.7)	2(0.3)			
		GM ^b	3.58	3.84	3.94			
		M±SD ^c	3.77 ± 1.25	4.13 ± 1.93	4.14 ± 1.76			
		Range	1.53 - 7.62	2.38 - 11.53	2.89 - 5.38			
	Control	No	N(%)	75(11.7)	78(12.1)		52(8.1)	0.998
			Yes	2.77	3.03		2.37	
M±SD ^c			3.02 ± 1.31	3.21 ± 1.11	2.47 ± 0.78			
Range			0.95 - 7.49	1.57 - 6.59	1.45 - 5.26			
Yes		N(%)	12(1. 9)	12(1.9)	8(1.2)			
		GM ^b	3.10	4.40	2.68			
		M±SD ^c	3.02 ± 1.31	4.48 ± 0.92	2.91 ± 1.28			
		Range	0.95 - 1.80	3.32 - 6.24	1.54 - 5.25			
T-test(No/Yes)		0.080	0.749	0.110				

**p<0.01.

^aPercentage based on total population. ^bGeometric mean. ^cArithmetic mean ± Arithmetic standard deviation.

Y, H 지역에서 모두 흡연군이 비흡연군에 비해 높게 나타났으며, 이러한 결과는 Andrea 등(2006), 이미화(2006)의 연구와 유사한 패턴을 보였다. 특히 다른 지

역에 비하여 Y지역 비교군 중 흡연군의 혈 중 납 농도(기하평균)는 4.40 µg/dl로 대상 지역군 가장 높은 농도 수준으로 나타났다(Table 9).

Table 10. Blood Lead levels according drinking status[unit: $\mu\text{g}/\text{dL}$]

		G	Y	H	T-test	
Case	NO	N(%)	109(15.5)	123(17.5)	50(7.1)	0.030*
		GM ^b	2.64	2.88	2.22	
		M \pm SD ^c	2.76 \pm 0.84	3.07 \pm 1.16	2.38 \pm 0.93	
		Range	1.27 - 5.68	0.94 - 6.89	0.90 - 4.91	
	Yes	N(%)	82(11.7)	60(8.6)	23(3.3)	
		GM ^b	3.24	3.28	2.66	
		M \pm SD ^c	3.47 \pm 1.37	3.53 \pm 1.50	2.86 \pm 1.12	
		Range	1.43 - 7.64	1.29 - 11.53	1.10 - 5.43	
Control	NO	N(%)	51(7.3)	62(8.8)	31(4.4)	0.114
		Yes	2.55	3.01	2.31	
		M \pm SD ^c	2.73 \pm 1.07	3.17 \pm 1.05	2.39 \pm 0.66	
		Range	0.95 - 6.71	1.57 - 6.31	1.52 - 4.49	
	Yes	N(%)	43(6.1)	34(4.9)	33(4.7)	
		GM ^b	3.17	3.57	2.55	
		M \pm SD ^c	3.43 \pm 1.38	3.80 \pm 1.29	2.73 \pm 1.05	
		Range	1.00 - 7.49	1.59 - 6.59	1.45 - 5.26	
T-test(No/Yes)		0.709	0.660	0.004**		

**p<0.01.

*Percentage based on total population. ^bGeometric mean. ^cArithmetic mean \pm Arithmetic standard deviation.**Table 11.** Blood Lead levels according drinking preference[unit: $\mu\text{g}/\text{dL}$]

		G	Y	H	F-test	
Case	Vegetable	N(%)	133(18.7)	153(21.5)	51(7.2)	0.658
		GM ^b	2.87	2.87	2.42	
		M \pm SD ^c	3.02 \pm 1.00	3.07 \pm 1.13	2.60 \pm 1.01	
		Range	1.27 - 6.61	0.94 - 6.89	1.06 - 5.43	
	Meat	N(%)	37(5.3)	24(3.4)	16(2.3)	
		GM ^b	2.87	3.09	2.12	
		M \pm SD ^c	3.11 \pm 1.38	3.40 \pm 1.94	2.30 \pm 1.04	
		Range	1.99 - 7.64	1.29 - 11.53	1.10 - 5.38	
	Fish	N(%)	15(2.1)	24(3.4)	4(0.6)	
		GM ^b	2.91	3.26	1.55	
		M \pm SD ^c	3.14 \pm 1.27	3.48 \pm 1.27	1.72 \pm 0.90	
		Range	1.00 - 7.49	1.46 - 6.25	0.90 - 2.90	
Control	Vegetable	N(%)	78(11.0)	75(10.5)	47(6.6)	0.222
		Yes	2.91	3.19	2.40	
		M \pm SD ^c	3.14 \pm 1.27	3.39 \pm 1.18	2.51 \pm 0.79	
		Range	1.00 - 7.49	1.57 - 6.59	1.45 - 5.26	
	Meat	N(%)	12(1.7)	9(1.3)	18(2.5)	
		GM ^b	2.23	2.95	2.30	
		M \pm SD ^c	2.44 \pm 1.11	3.17 \pm 1.34	2.40 \pm 0.77	
		Range	0.95 - 5.17	1.59 - 5.61	1.56 - 4.49	
	Fish	N(%)	3(0.4)	11(1.5)	1(0.1)	
		GM ^b	2.86	3.40	4.27	
		M \pm SD ^c	2.88 \pm 0.38	3.51 \pm 1.01		
		Range	2.46 - 3.19	2.39 - 5.94		
F-test		0.496	0.330	0.439		

*Percentage based on total population. ^bGeometric mean. ^cArithmetic mean \pm Arithmetic standard deviation.

Table 12. Multiple regression analysis result

	β	S.E	p-value
Intercept	0.462	0.024	0.000
Case/Control	-	-	-
Gender	-0.112	0.016	0.000
Age	0.001	0.000	0.013
Drinking	-	-	-
Smoking	0.070	0.021	0.001
Food preference	-	-	-
R-square		0.233	

S.E: Standard error

(2) 음주 유무에 따른 납 농도

음주유무에 따른 혈 중 납 농도는 G, Y, H지역 모두 비음주군에 비해 음주군이 높은 농도를 보였으며, 이러한 결과는 박(2007), 박(2005)의 연구결과와 유사한 패턴을 보였다.

(3) 음식선호도에 따른 중금속 농도

G권역 대상자의 음식선호도에 따른 혈 중 납 농도는 Table 11과 같다. 음식 선호도에 따른 혈 중 납 농도는 뚜렷한 경향을 보이지 않았으며, Y 지역의 노출군과 비교군의 경우 생선을 선호하는 대상자들에서 다소 높은 수준의 농도가 관찰되었다.

5) 다중회귀 분석결과

G권역 대상자들의 혈액 중 납 농도에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위하여 다중회귀분석한 결과 성별, 연령, 흡연 여부가 G권역 대상자들의 납 농도에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 회귀 모델의 설명력은 23.3%였다.

IV. 결 론

본 연구는 2007년 5월부터 2007년 10월까지 공단지역 부근에 거주하여 환경으로부터 중금속의 노출이 심각할 것으로 예상되는 전라남도 G권역 주민을 대상으로 혈액(774명) 중 납 농도를 분석하였으며, 결과는 다음과 같다.

1. 전체 공단지역의 거주하는 주민들(노출군)과 비교 지역 주민의 혈 중 납 농도는 가정과는 다르게 노출군 2.81 $\mu\text{g/dl}$ 와 비교군 2.86 $\mu\text{g/dl}$ 로 공단지역 거주에 따른 혈 중 납의 뚜렷한 농도 차이를 확인할 수 없었으며, Y 지역의 경우는 예상과는 반대로 비교군(3.17 $\mu\text{g/dl}$)이 노출군(2.94 $\mu\text{g/dl}$)에 비하여 다소 높은 농도 수준을 보

였다.

2. 성별에 따른 혈 중 납 농도는 세 지역의 노출군과 비교군 모두 남성이 여성에 비해 높은 농도 수준을 보였으며($p<0.01$), Y 지역의 경우 다른 지역에 남성의 혈 중 납 농도가 여성에 비하여 높게 나타났으나, 특히 비교군의 남성과 여성의 혈 중 납 농도가 노출군에 비해 높은 수준을 보였다.

3. 연령별 혈 중 납 농도는 10세 미만을 제외하고 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며($p<0.01$), 특히 Y지역 비교군 40세 이상의 대상자가 70% 이상으로 높은 비율을 차지하고 있었다. 중금속은 체내에서 축적효과가 있으며, 반감기가 긴 중금속의 경우는 연령에 따른 체내 분포 양상은 일반적으로 연령이 증가함에 따라 증가한다는 연구결과와 비추어 보았을 때 Y지역 비교군의 혈 중 납 농도가 노출군에 비해 높게 나타난 것은 이러한 요인에 어느 정도 영향을 받아 나타난 것으로 생각된다.

4. 조사대상자의 흡연 및 음주유무에 따른 혈 중 납 농도는 흡연군, 음주군에서 높은 농도를 나타냈으며, 이중 Y지역의 비교군의 혈 중 납 농도는 흡연군 4.40 $\mu\text{g/dl}$, 음주군 3.57 $\mu\text{g/dl}$ 로 다른 지역에 비해 가장 높은 농도를 나타냈다.

5. 대상자들의 혈액 및 요 중 중금속 농도에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위하여 다중회귀분석을 실시한 결과 혈 중 납의 경우 성별, 연령, 흡연의 여부가 전체 대상자들의 납 농도에 영향을 미치는 것으로 나타났다($R^2=23.3\%$).

결과적으로 공단지역 부근에 거주하여 환경적인 영향으로 인해 혈 중 납 농도가 높을 것으로 예상했던 노출군의 혈 중 납 농도는 비교군과 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며, 예상과는 다르게 Y지역 비교군의 혈 중 납 농도가 노출군에 비해 높은 수준으로 나타났다. 이러한 결과에 대한 요인을 확인해본 결과 Y지역 대상주민의 연령 분포가 다른 지역과는 다르게 40세 이상의 성인이 70% 이상의 비율을 차지하고 있었으며, 이들의 흡연, 음주, 음식섭취 등과 같은 개인적인 생활습관 등이 혈 중 납 농도에 영향을 주어 다른 지역 주민에 비해 높은 농도 수준을 보인 것으로 사료되며, 좀 더 정확한 원인 규명을 위해서는 지역의 환경적인 측정, 개인 생활습관에 대한 정확한 자료 및 노출군과 비교군의 대상선정 기준의 확인 등을 통하여 향후 좀 더 정확한 원인 분석을 위한 연구의 진행이 요구될 것으로 생각된다.

본 연구결과는 중앙정부 및 지방자치단체에 공단지역 주민 중심의 환경보건관리 대책 수립 및 건강중심의 환

경기준 마련을 위한 기초자료로 도움이 될 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 환경부 국립환경과학원의 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고문헌

1. Ministry of Environment : Heavy metal levels in blood of residents the nation, 2005.
2. Bener, A., Almeahdi, A. M., Alwash, R. and Al-Neamy, F. R. M. : A pilot survey of blood lead levels in various types of workers in the United Arab Emirates. *Environment International*, **27**, 311-314, 2001.
3. Batariova, A., Spevackova, V., Benes, B., Cejchanova, M., Smid, J. and Cerna, M. : Blood and urine levels of Pb, Cd and Hg in the general population of the Czech Republic and proposed reference values. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, **209**, 359-366, 2006.
4. Hwang, K. Y., Ahn, J. E., Ahn, K. D. and Lee, B. K. : Relationship of between blood lead level and lead related symptoms in low level lead exposure. *The Korean Journal of Preventive Medicine*, **24**, 181-194, 1991.
5. Chuang, H. Y., Cheng, W.-C., Chen, C.-Y., Yang, Y.-H., Sung, F.-C., Yang, C.-Y. and Wu, T.-N. : A follow-up comparison of blood lead levels between foreign and native workers of battery manufacturing in Taiwan. *Science of the Total Environment*, **394**, 52-56, 2008.
6. Nriagu, J., Bury, B., Linder, A., Ismail, A. and Sohn, W. S. : Lead levels in blood and saliva in a low-income population of Detroit, Michigan. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, **209**, 109-121, 2006.
7. Jung, Y. R. : Comparative study of nutrients intake status and blood Cd, Pb levels and bone mineral density between Korean non-smoking and smoking male college students. Sookmyung Women's University Graduate School, 2007.
8. Korea Health Industry Development Institute, Dietary Intake and Risk assessment of Contaminants in Korean Foods, 2004.
9. Kim, J. M., Ahn, J. M., Kim, W. S., Kim, J. I., Shin, H. L., Jung, K. Y. and Kim, J. Y. : Blood lead, Manganese, aluminium and silicon concentrations in korean adults. *Korean Journal of Preventive Medicine*, **33**(2), 157-164, 2000.
10. Lee, S. K., Yang, J. Y., Kim, K. W., Lee, S. Y., Kwon, T. J. and Yoo, Y. C. : Distribution of Aresenic in Korea Human Tissues. *Journal of Environmental Toxicology*, **18**(2), 101-109, 2003.
11. Maria I, Hernandez-Serrato, Teresa Imelda Fortoul, Rosalba Rojas-Martinez, Laura R. Mendoza-Alvarado, Lourdes Canales-Trevino, Tommaso Bochichio-Riccardelli, Maria Rosa Avila-Costa, Gustavo Olaiz-Fernandez, Lead blood concentrations and renal function evaluation : Study in an exposed Mexica population. *Environmental Research*, **100**, 227-231, 2006.
12. Berode, M., Wietlisbach, V., Rickenbach, M. and Guillemin, M. P. : Lifestyle and environmental foactors as determinants of blood lead levels in a Swiss population. *Environment Research*, **55**, 1-17, 1991.
13. Min, K. B. : Effect of environmental factors on blood lead levels. Graduate School of Public Health Seoul National University, 2002.
14. Maria Baecklund, Nancy L. Pedersen, Lars Bjorkman, Marie Vahter, Variation in blood concentration of cadmium and lead in the elderly. *Environment Research*, **80**, 222-230, 1999.
15. Park, J. S. : A Study on Effect that Environmental Pollution. KwangWoon University, Graduate School of Environmental Studies, 2007.
16. Park, J. D., Choi, B. S., Kweon, I. H., Hong, Y. P. and Chang, I. W. : Reference values of cadmium in kidney and liver in Korean. *Korean Journal of Occupational Environmental Medicine*, **12**(3), 346-355.
17. Park, J. W. : Relationship between blood lead level and smoking, alcohol habit and anemia in Korean population. Chonnam National University Medical School, 2007.
18. Son, B. S. : Environmental Risk Assessment, 21cbook, 2001.
19. Liou, S.-H., Wu, T.-N., Chiang, H.-C., Yang, G.-Y., Yang, T., Wu, Y.-Q., Lai, J.-S., Ho, S.-T., Lee, C.-C., Ko, Y.-C., Ko, K.-N. and Chang, P.-Y. : Blood lead levels in Taiwanese adults: distribution and influencing factors. *The Science of the Total Environment* **180**, 211-219, 1996.
20. Yoon, C. K. : A Study on the blood level of heavy metals in industrial workers. Chungnam National University Graduate School, 1990.
21. Wael I. Mortada, Mohamed A. Sobh, Mofaned M. El-Defrawy, Sami E. Farahat : Reference intervals of cadmium, lead and mercury in blood, urine, hair and nails among residents in Mansoura city, Nile Delta, Egypt. *Environmental Research Section A*, **90**, 104-110, 2002.