

## 지하주차장 근무자의 혈중 연 및 Zinc Protoporphyrin 농도

영남대학교 의과대학 예방의학교실

정태흠 · 전만중 · 황태윤 · 김창윤 · 정종학

### 서 론

19세기 후반 산업혁명 이후 산업화와 도시화가 진행됨에 따라 환경오염은 날로 심화되고 있는 실정이다. 다양한 환경오염물질들 중 중금속으로 인한 오염은 그 축적효과 때문에 더욱 심각하다고 할 수 있는데, 중금속 중에서도 연은 인체 독성을 유발하는 산업독성물질 중 하나로 가장 오래전부터 알려져 있고(정두신 등, 1993; 황규운 등, 1991; Dalton 등, 1997; Landrigan, 1986), 현재도 직업과 관련된 건강 문제에 있어서는 주요 관심사가 되는 물질이다(ILO, 1989; Landrigan, 1986; WHO, 1995).

연이 체내에 축적되어 나타날 수 있는 건강 장애는 폭로 수준이나 기간에 따라 다르나, 중추신경 및 말초신경기능, 신장기능, 소화기기능, 심장기능, 생식기능 및 조혈기능 등에 장애가 있을 수 있다(Rom, 1992; WHO, 1995; Zenz, 1994). 근래의 연구에서는 엽색체의 변이, 수정력 감소, 유산율 증가, 선천성 기형 유발의 가능성(Assennato 등, 1986)과 함께 암발생과도 관련이 있다고 보고하고 있다(Vainio, 1997).

연은 대부분 공기로 흡입되어 몸에 축적되며 그 외에 음식이나 음료수로 섭취되어 체내로 들어 오게 된다. 이들의 배설은 대부분 신장을 통하여 이루어지며, 골격계내에 축적된 연의 반감기는 5년에서 10년 정도이다(Rom, 1992; WHO, 1995; Zenz, 1994). 이러한 대사 지연때문에 연 폭로에서는 장기간의 폭로로 인한 체내 축적 효과가 중요하고, 장기간의 폭로를 예방하기 위한 철저한 환경관리가 요구되고 있는데(Lilis 등, 1985), 선진 국가에서는 임상 증상이 발현하기전인 아주 낮은 농도일 때 연 폭로를 줄이려고 노력하고 있다(U. S. Dept. of Health and Human Services, 1991).

연에 대한 폭로는 축전지 제조, 축전지 재생, 페인트, 유리 제조나 연제련 등에 종사하는 근로자들의 작업 환경 오염으로 인하여 일어날 수 있으며, 화석연료를 사용하는 자동차와 같은 교통수단에서 배출되는 배기 가스내의 연에 의한 대기오염으로 인하여 일반 주민들도 연중독과 관련된 신체적 영향을 받을 수 있다(Ahmed 등, 1987; Rosner와 Markowitz, 1985; Sias 등, 1986).

최근 우리 나라는 경제 성장과 함께 자동차 보유 대수가 급격히 증가하여, 자동차 배기가스에

\* 이 연구는 1998년도 천마의학연구재단 연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

의한 대기 및 토양 오염은 심각한 실정이며(송희봉 등, 1996; 안상영과 김두희, 1993; 최성용 등, 1994), 주차문제 해결을 위해 대형 건물의 지하 주차장이 늘고 있는 상황에서 좁은 지하공간에서 근무하는 근로자들의 자동차 배기가스에의 노출은 일반인보다 훨씬 많고, 배기가스내 연으로 인한 인체의 영향도 훨씬 클 것으로 생각된다. 휘발유 내 첨가연에 의한 대기오염을 막기 위해서 자동차용 휘발유의 연 함유량을 최대 0.15gPb/l(김재휘, 1995; 한국공업표준협회, 1986)로 규제하고, 무연 휘발유로 바꾸는 등의 다각적인 노력을 하고 있으나 아직까지도 자동차 배기가스에서 연을 완전히 제거하지 못하고 있는 실정이다.

연에 폭로되는 근로자들의 생물학적 지표는 혈중 연 및 혈중 zinc protoporphyrin(ZPP) 농도가 있고(김광중, 1985; 김정만 등, 1986; 김정만 등, 1987; 이병국 등, 1987; 황보영 등, 1996; Klein 등, 1994; Schwartz 등, 1995; Zhang, 1993), 이 외에 혈색소량, 요중연량, 요중  $\delta$ -aminolevulinic acid(ALA)량, 요중 coproporphyrin량(Zenz, 1994) 신경전도 속도 측정 검사(Sepplinen 등, 1975) 등이 있다.

이러한 지표를 사용하여 연취급 근로자들을 대상으로 연 폭로에 대한 경시적 감시와 생물학적 감시에 관하여 수행된 연구들이 다수 있으나(김정

만과 이광목, 1987; 사공준 등, 1990; 심윤보와 이병국, 1992; 이병국 등, 1987; 정두신 등, 1993; 황보영 등, 1996; Estela 등, 1996; Karim 등, 1986; Matte 등, 1989; Williams 등, 1983), 이러한 연구들의 대다수는 연을 직접적으로 취급하는 산업장 근로자를 대상으로 하여 조사한 경우이고, 연에 간접적으로 폭로되는 일반인을 대상으로 한 연구(김동일 등, 1992; 이상근과 김두희, 1985; 차철환 등, 1988)는 부족한 편이다. 특히 자동차 배기가스에 만성적으로, 과다하게 노출되는 지하주차장 차량 관리인 등과 같은 직업인을 대상으로 연에 의한 건강장애에 관하여 실시한 연구는 전무한 실정이다.

이에 이 연구에서는 자동차 배기가스에 포함된 연에 만성적으로 폭로되는 지하 주차장 근무자들의 혈중 연 및 ZPP 농도를 측정하고, 근무자의 특성과 연농도의 분포양상 및 그 상관요인을 규명하여 연에 의한 건강장애를 방지하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

### 대상 및 방법

1997년 7월 1일부터 1997년 9월 30일 사이에 대구광역시 소재 모 지하주차장의 차량 관리 근무

Table 1. Age distribution of subjects and controls

Age(yrs.)	Subject	Control	Total
	No.(%)	No.(%)	No.(%)
20-29	3 ( 12.0)	6 ( 18.2)	9 ( 15.5)
30-39	8 ( 32.0)	11 ( 33.3)	19 ( 32.8)
40-49	7 ( 28.0)	9 ( 27.3)	16 ( 27.6)
50+	7 ( 28.0)	7 ( 21.2)	14 ( 24.1)
Total	25 (100.0)	33 (100.0)	58 (100.0)

Table 2. Analytical conditions of the flameless furnace atomic absorption spectrophotometer

Instrumental parameter	Condition
Wave length (nm)	283.3
Lamp current (mA)	7
Purge gas	Argon
Slit width (nm)	0.5
Readout mode	Peak height
Furnace temperature program	
Dry stage	100℃ for 30 sec 120℃ for 20 sec 250℃ for 10 sec
Ash stage	600℃ for 25 sec
Atomize stage	1,800℃ for 3 sec

Table 3. Description of variables used in regression model

Variable description	Measure
Dependent variable	
Blood lead	Actual blood lead concentration
Blood ZPP	Actual blood ZPP concentration
Independent variable	
Age	Actual age(yrs.)
Smoking habit	0 = Nonsmoker 1 = Smoker
Occupation	0 = Others 1 = Workers for underground parking lot

자 25명과 사무직 근로자 33명을 대상으로 면접 설문조사와 혈액 검사를 실시하였다.

면접설문조사 항목은 나이, 직업력, 흡연습관이었고, 혈액검사 항목은 혈중 연 및 ZPP 농도였다. 과거 연 폭로의 직업력이나 경력이 있는 사람은 조사대상에서 제외하였으며, 대상자들의 연령별 분포는 표 1과 같다.

혈중 연 농도는 상완의 정맥부에서 약 3ml의 전혈을 heparin으로 처리한 채혈용기에 취하여 즉

시 냉장보관 후 분석실로 보내어 1% triton X-100 용액에 10배 희석한 후 그 검체를 원자흡광분광광도계(atomic absorption spectrophotometer, Shimadzu, AA-680G)를 본체로 한 원자화 무염광로(flameless furnace atomizer, Shimadzu, GFA-4B)로 표 2와 같은 분석조건으로 3번이상 반복 측정하고 그 측정치의 변이계수는 5%이내에 들도록 하였다.

혈중 ZPP 농도의 측정은 slide 유리위에 한방울

의 전혈을 떨어뜨리고 잘 저은 다음 420~430 nm의 스펙트럼을 이용하여 hematofluorometer (Helena Laboratories, ProtoFlor Z)로 측정하였다. 자료의 분석 및 통계 처리는 각 변수들을 부호화하여 컴퓨터에 입력한 후 SAS(SAS Institute, Release 6.12) 프로그램을 이용하였으며, 회귀분석을 위한 변수의 변환은 표 3과 같이 하였다.

### 성 적

지하주차장 근무자의 평균 근무년수는  $4.5 \pm 4.2$ 년이었으며, 40대가  $7.1 \pm 6.6$ 년으로 가장 길었고, 그 다음으로 30대가  $6.0 \pm 2.8$ 년이었다(표 4).

Table 4. Job duration of subjects by age group

Age(yrs.)	Job duration(yrs.)*
20 - 29	$1.2 \pm 0.2$
30 - 39	$6.4 \pm 2.8$
40 - 49	$7.1 \pm 6.7$
50 +	$2.4 \pm 2.7$
Total	$4.5 \pm 4.2$

\*  $p < 0.05$  measured by Kruskal Wallis test.  
Values are mean  $\pm$  SD.

지하주차장 근무자와 대조군의 평균 혈중 연 농도는 각각  $23.10 \pm 20.77 \mu\text{g/dl}$ ,  $12.99 \pm 12.71 \mu\text{g/dl}$ 로 지하주차장 근무자가  $10 \mu\text{g/dl}$  정도 더 높았으며 통계적으로도 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 각 연령군에 따라 지하주차장 근무자와 대조군 사이에 혈중 연 농도가 다소간 차이를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(표 5).

지하주차장 근무자와 대조군의 평균 혈중 ZPP 농도는 각각  $40.72 \pm 9.46 \mu\text{g/dl}$ ,  $38.21 \pm 10.97 \mu\text{g/dl}$ 로 통계적으로 유의한 차이는 없었고, 각 연령군에 따라 두 군 사이에 혈중 ZPP 농도는 통계적으로 유의한 차이는 없었다(표 6).

혈중 연 농도에 따른 지하주차장 근무자와 대조군의 분포는  $10.0 \mu\text{g/dl}$  미만이 지하주차장 근무자는 32.0%, 대조군은 57.6%였고,  $40.0 \mu\text{g/dl}$  이상은 지하주차장 근무자는 20.0%, 대조군은 6.1%였다. 그리고, 지하주차장 근무자는  $50 \mu\text{g/dl}$  이상이 16% 있었으나, 대조군에서는 없었다(표 7).

혈중 ZPP 농도에 따른 지하주차장 근무자와 대조군의 분포는  $40.0 \mu\text{g/dl}$  이상이 지하주차장 근무자는 56.0%, 대조군은 33.3% 였다(표 8).

지하주차장 근무 경력에 따른 평균 혈중 연 농도는 5년 미만이  $20.60 \pm 18.28 \mu\text{g/dl}$ , 5년 이상이  $29.22 \pm 20.76 \mu\text{g/dl}$ 로써 근무 경력이 많을수록 혈중 연 농도가 증가하는 경향이 있었으나 통계적으로

Table 5. Blood lead concentrations( $\mu\text{g/dl}$ ) of subjects and controls by age group

Age(yrs.)	Subject	Control	p-value
20 - 29	$11.68 \pm 9.68$	$8.19 \pm 7.33$	0.560
30 - 39	$24.60 \pm 19.27$	$12.78 \pm 13.15$	0.129
40 - 49	$36.79 \pm 32.15$	$12.92 \pm 14.06$	0.177
50 +	$17.96 \pm 15.20$	$17.55 \pm 14.73$	0.957
Total	$23.10 \pm 20.77$	$12.99 \pm 12.71$	0.038

p-values were measured by Mann Whitney U test.  
Values are mean  $\pm$  SD.

Table 6. Blood zinc protoporphyrin(ZPP) concentrations( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) of subjects and controls by age group

Age(yrs.)	Subject	Control	p-value
20 - 29	40.33 $\pm$ 0.58	35.83 $\pm$ 12.43	0.417
30 - 39	33.63 $\pm$ 7.52	34.18 $\pm$ 5.53	0.854
40 - 49	38.00 $\pm$ 5.79	40.44 $\pm$ 10.13	0.632
50 +	48.67 $\pm$ 8.72	43.71 $\pm$ 15.72	0.474
Total	40.72 $\pm$ 9.46	38.21 $\pm$ 10.97	0.365

p-values were measured by t-test.

Values are mean  $\pm$  SD.

Table 7. Distribution of subjects and controls by level of blood lead concentration

Pb - B ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	Subject		Control	
	No. (%)	Cum.%	No. (%)	Cum.%
< 10.0	8 (32.0)	32.0	19 (57.6)	57.6
10.0 - 20.0	8 (32.0)	64.0	7 (21.2)	78.8
20.0 - 30.0	2 ( 8.0)	72.0	4 (12.1)	90.9
30.0 - 40.0	2 ( 8.0)	80.0	1 ( 3.0)	93.9
40.0 - 50.0	1 ( 4.0)	84.0	2 ( 6.1)	100.0
50.0 +	4 (16.0)	100.0		

p=0.089 measured by Fisher's exact test.

Table 8. Distribution of subjects and controls by level of blood ZPP concentration

ZPP ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	Subject		Control	
	No. (%)	Cum.%	No. (%)	Cum.%
< 30.0	2 ( 8.0)	8.0	6 (18.2)	18.2
30.0 - 40.0	9 (36.0)	44.0	16 (48.5)	66.7
40.0 - 50.0	11 (44.0)	88.0	5 (15.2)	81.9
50.0 - 60.0	1 ( 4.0)	92.0	5 (15.2)	97.1
60.0 +	2 ( 8.0)	100.0	1 ( 2.9)	100.0

p=0.079 measured by Fisher's exact test.

Table 9. Blood lead and blood ZPP concentrations( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) of subjects by job duration

Job duration(yrs.)	No.(%)	Blood lead concentration*	Blood ZPP concentration <sup>†</sup>
< 5.0	17 (68.0)	20.60 $\pm$ 18.28	42.94 $\pm$ 8.75
5.0 +	8 (32.0)	29.22 $\pm$ 20.76	36.00 $\pm$ 9.71

\* p=0.560 measured by Mann Whitney U test.

<sup>†</sup> p=0.087 measured by t-test.

Values are mean  $\pm$  SD.

Table 10. Correlation coefficients of blood lead and blood ZPP concentrations( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) with job duration

	Correlation coefficient	p-value
Blood lead	0.025	0.852
BloodZPP	- 0.036	0.789

Table 11. Blood lead and blood ZPP concentrations( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) of subjects by smoking habit

Smoking habit	No.	Blood lead concentration*	Blood ZPP concentration <sup>†</sup>
Nonsmoker	11	13.97 $\pm$ 5.80	42.09 $\pm$ 8.70
Smoker	14	30.27 $\pm$ 25.39	39.64 $\pm$ 10.20

\* p=0.443 measured by Mann Whitney U test.

<sup>†</sup> p=0.532 measured by t-test.

Values are mean  $\pm$  SD.

Table 12. Result of regression analysis for blood lead concentration( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) by age, smoking habit and occupation

Independent variable	B	Beta	P value
Age	0.117	0.070	0.527
Smoking habit	4.262	0.120	0.363
Occupation	10.168	0.294	0.032
Constant	5.586		

R<sup>2</sup>=0.106, F=2.130(p>0.05).

B: Regression coefficient.

Beta: Beta coefficient.

Table 13. Result of regression analysis for blood ZPP concentration( $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) by age, smoking habit and occupation

Independent variable	B	Beta	P value
Age	0.379	0.378	0.004
Smoking habit	-4.960	-0.233	0.067
Occupation	0.147	0.007	0.956
Constant	27.279		

$R^2=0.187$ ,  $F=4.154$ ( $p<0.01$ ).

B: Regression coefficient.

Beta: Beta coefficient.

는 유의하지 않았으며(표 9), 지하주차장 근무 경력과 혈중 연 농도의 상관계수는 0.025로 매우 낮았다(표 10).

지하주차장 근무 경력에 따른 평균 혈중 ZPP 농도는 5년 미만인  $42.94 \pm 8.75 \mu\text{g}/\text{dl}$ , 5년 이상이  $36.00 \pm 9.71 \mu\text{g}/\text{dl}$ 로써 통계적으로 유의한 차이는 없었으며(표 9), 지하주차장 근무 경력과 혈중 ZPP 농도의 상관계수는 -0.036으로 매우 낮았다(표 10).

지하주차장 근무자에서 흡연습관에 따른 평균 혈중 연 농도는 비흡연군과 흡연군이 각각  $13.97 \pm 5.80 \mu\text{g}/\text{dl}$ 와  $30.27 \pm 25.39 \mu\text{g}/\text{dl}$ 로 흡연군이 혈중 연 농도가 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었고, 평균 혈중 ZPP 농도는 비흡연군과 흡연군이 각각  $42.09 \pm 8.70 \mu\text{g}/\text{dl}$ 와  $39.64 \pm 10.20 \mu\text{g}/\text{dl}$ 로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(표 11).

혈중 연 농도를 종속변수로하고, 연령, 흡연습관 및 직종을 독립변수로 한 중회귀분석에서 독립변수 중 직종만이 혈중 연 농도에 유의한 영향을 미치는 변수였고(표 12), 혈중 ZPP 농도를 종속변수로하고, 연령, 흡연습관 및 직종을 독립변수로 한 중회귀분석에서 연령만이 혈중 ZPP 농도에 유의한 영향을 미치는 변수였다(표 13).

## 고 찰

자동차엔진의 노킹현상을 방지하기 위해 1922년 Thomas Midgley 등에 의해 휘발유에 첨가되기 시작한 4에틸엔(Needleman, 1997)은 1973년 한해동안 전세계적으로 휘발유 첨가량이 380.000톤에 달할 정도(International lead and zinc study group, 1973)로 그 수요가 급격히 증가하였는데, 이와 함께 자동차 배기가스에 포함된 연으로 인한 대기오염 역시 심해져서 특히 대도시의 도심, 고속도로 주변의 대기는 시외곽지의 대기에 비해 높은 연 농도를 함유하게 되었으며(이윤재 등, 1988; Perkins, 1974), 대도시 거주자는 농촌 및 중소도시 거주자에 비해 혈중 연 농도가 증가하게 되었다.

대도시 거주자중 특히 어린이는 연의 흡수와 신체 각 부위의 분포 속도가 빠르고(Duggan, 1983), 나이가 어릴수록 혈중 연농도가 높기 때문에(Wilson 등, 1986), 이들 어린이를 대상으로 대기중 연이 인체의 혈중 연 및 건강에 미치는 영향을 조사하기 위한 연구들이 수행되었다(Benetou-Marantidou 등, 1988; Snee, 1981). 그러나, 우리나라에서 많은 수의 어린이를 대상으로 대기중 연과 혈중 연과의 관계와 건강상의 영향을 조사하는데는 현실적으로 많은 어려움이 있다.

따라서 이 연구에서는 매일 배기가스에 포함된

연에 일정시간 노출되어 그 폭로정도가 일정하고, 비교적 사회·경제적 특성이 비슷한 지하주차장 근무자들이 지속적인 대기중 연 폭로과 혈중 연과의 관계를 조사하기에 적합한 대상이라고 판단하였다.

이번 연구의 대상이 된 지하주차장 근무자의 연령분포는 20대에서 60대사이었고, 대조군은 지하주차장 근무자들의 연령분포에 따라 짝짓기를 하여 추출하였다.

지하주차장 근무자들의 평균 혈중 연 농도는  $23.10 \pm 20.77 \mu\text{g/dl}$ 로써 대조군의  $12.99 \pm 12.71 \mu\text{g/dl}$ 보다  $10 \mu\text{g/dl}$ 가량 보다 유의하게 높았다. 지하주차장 근무자들의 혈중 연농도가 대조군보다 높은 것은 거주지, 식생활 및 주변환경의 차이를 고려하더라도 대도시의 다른 직종에 비해 연이 포함된 자동차 배기가스를 많이 들이마시기 때문으로 생각된다. 대조군의 혈중 연 농도는 정상 범주에 속했고, 이는 이상근과 김두희(1985)에 의한 대구지역 주민의 혈중 연의 조사 결과인  $14.2 \pm 8.4 \mu\text{g/dl}$ 와 유사한 것이다.

미국의 질병관리센터(Center for Disease Control)는 집단 검진시 혈중 연 농도  $40 \mu\text{g/dl}$  이상을 주의수준으로 권고하고(U.S. Dept. of Health and Human Services, CDC, 1991; Zenz, 1994) 있는데, 이 번 연구에서 대조군은 6.1%, 지하주차장 근무자는 20%가  $40 \mu\text{g/dl}$  이상에 속하여 지하주차장 근무자나 택시기사 등 자동차 배기가스에 노출이 많이되는 직업들이 연에 노출될 가능성이 높은 직업군에 속한다는 다른 여러 보고들(Jones 등, 1972; Zenz, 1994)과 일치하였다.

지하주차장 근무 경력에 따른 혈중 연 농도를 비교했을 때 5년 미만 경력 군이  $20.60 \mu\text{g/dl}$ , 5년 이상 경력 군은  $29.22 \mu\text{g/dl}$ 로 다소 차이는 있었으나 통계적으로는 유의하지는 않았다. 지하주차장 근무 경력과 혈중 연 농도와의 상관관계분석에서

도 상관계수가 0.025로써 상관관계가 거의 없었는데, 이는 혈중 연의 반감기가 35일 정도(Zenz, 1994)로 혈중 연의 측정은 최근의 연폭로를 반영할 수 있을 뿐 장기간 축적된 과거의 폭로는 반영하지 못하기 때문이며, 최근 무연 휘발유 사용에 따른 배기가스내 연의 함량이 아주 작아졌기 때문으로도 생각해 볼 수 있다. 그러나, 혈중 연농도는 골격계내의 연농도와 같은 장기간의 연 축적 정도와 일치하지는 않지만 지하주차장 근무자와 같이 배기가스내의 연에 매일 폭로되어 연폭로가 일정한 경우는 인체의 연 흡수정도를 비교적 잘 반영하는 지표로 간주할 수 있다.

흡연과 혈중 연 농도와의 관계에 관해서는 많은 연구들이 수행되었는데, Zielhuis 등(1977)은 도시 여성에 있어서 흡연은 혈중 연 농도를 20% 가량 증가시킨다고 하였으며, Brockhaus 등(1983)과 Watanabe 등(1985)도 흡연과 혈중 연 농도는 용량-반응 관계를 가진다고 보고하고 있으나 흡연이 혈중 연 농도에 거의 영향을 미치지 않는다는 보고(사공준 등, 1990; Grandjean 등, 1980)도 있다. 이 연구에서는 지하주차장 근무자들과 대조군에 있어서 흡연군과 비흡연군을 비교해 보았으나 흡연은 혈중 연 농도에 뚜렷한 영향을 미치지 않았다.

지하주차장 근무자와 대조군의 연령, 흡연 습관 및 직종을 독립변수로 하고 혈중 연 농도를 종속변수로 한 중회귀분석에서는 직종만이 유의한 변수였으며, 연령 및 흡연습관은 직종에 비해 혈중 연농도에 거의 영향을 미치지 않았다. 이는 사공준 등(1990)이 택시기사들을 대상으로 한 연구의 결과와 일치 하였다. 또한 여러 변수들과 혈중 ZPP 농도와의 관계를 확인하기 위해 지하주차장 근무자와 대조군의 연령, 흡연 습관 및 직종을 독립변수로 하고 혈중 ZPP 농도를 종속변수로 한 중회귀분석에서는 연령만이 유의한 변수였고, 흡

연습관 및 직종은 연령에 비해 혈중 ZPP 농도에 거의 영향을 미치지 않았다.

1987년 7월 1일 대기환경보전법에 의하여 무연휘발유 사용의 의무화와 함께 배기가스내 연의 배출이 0.013gPb/l 이하가 되도록 하였으며, 차량도 무연휘발유에 맞도록 개발되어 배기 가스내 연의 함유량이 상당히 낮아졌으나, 기존의 유연휘발유 차량의 실린더에서 코팅되어 있던 연(김재휘, 1995)은 소량이지만 연소될때 배기 가스로 배출되고 있는 실정이다. 또한 급격한 차량의 증가로 인해 대도시의 대기오염중 차량의 배기가스가 차지하는 비중이 점차 커지고, 특히 지하주차장 근무자들은 비교적 제한된 공간에서 장시간 배기가스를 흡입하기 때문에 다른 직종의 근무자들 보다 훨씬 많은 배기가스를 마시게 되어, 혈중 연 농도 증가에 대한 주의가 요구된다. 또한 연 뿐만 아니라 배기가스내의 아황산가스, 일산화탄소 및 벤조피렌 등으로 인한 건강상의 위해를 예방하기 위해 환기 시설의 확충, 작업 시간의 단축, 보호구 착용의 독려, 연료의 품질 향상 및 대체 연료의 개발 등 보다 적극적인 노력이 필요할 것으로 생각된다.

이번 연구의 제한점으로는 대상이 된 지하주차장 근무자들의 수가 작아 통계적 설명력이 약했다는 점, 여성 근로자들을 제외하여 성별이 미치는 영향을 측정하지 못했다는 점, 지하주차장내의 공기중 연 농도와 혈중 연 농도를 비교하지 않은 점, 골격계내 연 농도 측정과 같은 만성폭로에 대한 평가가 미흡하다는 점 등을 들 수 있으며, 추후 보완이 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

자동차 배기가스내 연에 노출될 위험이 큰 직업의 하나인 지하주차장 근무자들의 혈중 연 및

ZPP 농도를 측정하고 근무자의 특성에 따른 연 농도의 분포 양상 및 그 상관 요인을 규명하기 위하여 1997년 7월 1일부터 9월 30일까지 대구광역시 소재 모 지하주차장의 남자 차량관리 근무자 25명과 자동차 배기 가스에 직접적으로 노출되지 않는다고 생각되는 사무직 근로자 33명을 대상으로 면접설문조사를 하고, 정맥 혈을 채취하여 원자화 무염광로를 부착한 원자흡광도계 및 hematofluorometer를 이용하여 혈중 연 및 ZPP 농도를 측정하였다.

지하주차장 근무자들의 평균 혈중 연 농도는  $23.10 \pm 20.77 \mu\text{g}/\text{dl}$ 였고, 대조군은  $12.99 \pm 12.71 \mu\text{g}/\text{dl}$ 로 유의한 차이가 있었으며( $p < 0.05$ ), 평균 혈중 ZPP 농도는 지하주차장 근무자는  $40.72 \pm 9.46 \mu\text{g}/\text{dl}$ 였고, 대조군은  $38.21 \pm 10.97 \mu\text{g}/\text{dl}$ 로 유의한 차이가 없었다. 지하주차장 근무 경력에 따른 평균 혈중 연 농도는 5년 미만이  $20.60 \pm 18.28 \mu\text{g}/\text{dl}$ 였고, 5년 이상이  $29.22 \pm 20.76 \mu\text{g}/\text{dl}$ 로써 근무 경력이 많을수록 혈중 연 농도가 증가하는 경향이 있었으나 통계적으로 유의하지 않았다. 지하주차장 근무 경력에 따른 평균 혈중 ZPP 농도는 5년 미만이  $42.94 \pm 8.75 \mu\text{g}/\text{dl}$ 였고, 5년 이상이  $36.00 \pm 9.71 \mu\text{g}/\text{dl}$ 로써 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 근무 경력과 혈중 연 및 ZPP 농도 사이에 상관 관계는 거의 없었다. 흡연 습관과 혈중 연 농도의 관계에서는 지하주차장 근무자는 흡연군에서 높은 혈중 연 농도를 나타내었으나 통계적으로는 유의하지는 않았고, 혈중 ZPP 농도도 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 혈중 연 농도를 종속변수로하고, 연령, 흡연습관 및 직종을 독립변수로 한 중회귀분석에서 직종만이 혈중 연 농도에 유의한 영향을 미치는 변수였고, 혈중 ZPP 농도를 종속변수로하고, 연령, 흡연습관 및 직종을 독립변수로 한 중회귀분석에서 연령만이 혈중 ZPP 농도에 유의한 영향을 미치는 변수였다.

### 참 고 문 헌

김광중: 직업성 연증독의 Screening test로서 erythrocyte protoporphyrin량과 연증독지수간의 상관에 관한 연구. 대한보건협회지 11(1): 47-56, 1985.

김동일, 김용규, 김정만, 정갑열, 김준연, 장형심, 이영호, 최안홍: 건강한 일부 도시지역 주민의 혈중 연 및 Zinc protoporphyrin농도. 예방의학회지 25(3): 287-302, 1992.

김재휘: 자동차기관 I (오토기관). 중원사, 서울, 1995 pp 385-395.

김정만, 김형아, 이광목, 이은영, 강재복: 연제련 작업자들에서의 혈색소, 혈중연 및 혈중 Zinc protoporphyrin에 관한 연구. 한국의 산업의학 25(1): 1-8, 1986.

김정만, 이광목: 연폭로의 생물학적 지표로서 혈중 Zinc protoporphyrin치의 의의. 가톨릭대학 의학부 논문집 37(4): 939-951, 1987.

사공준, 강복수, 정종학: 대구지역 택시기사들의 혈중 연 농도. 예방의학회지 23(3): 255-261, 1990.

송희봉, 민경섭, 한개희, 김종우, 백성욱: 대구지역 공중이용시설의 실내·외 공기 중 기준성오염 물질의 농도. 한국대기보전학회지 12(4): 429-439, 1996.

심윤보, 이병국: 연취급 근로자들의 건강증진에 미치는 호흡용 보호구 및 생물학적 모니터링의 효과. 대한산업의학회지 4(1): 1-13, 1992.

안상영, 김두희: 대구시내 일부 지하시설의 대기오염도. 대한보건협회지 19(1): 84-92, 1993.

이병국, 이광목, 안규동: 모 연취급 사업장에서의 산업보건사업이 근로자 건강증진에 미치는 효과. 한국의 산업의학 26(3): 63-72, 1987.

이상곤, 김두희: 도시와 농촌 약연자의 혈액가스 및 중금속 함량비교. 예방의학회지 18(1): 129-135, 1985.

이윤재, 김정철, 김광중, 송동빈, 차철환, 권영근: 고속도로 요금소 주변의 대기오염에 관한 조사. 한국대기보전학회지 4(1): 76-83, 1988.

정두신, 김화성, 안규동, 이병국: 연취급 근로자의 연폭로 수준에 따른 주관적 자각증상 호소율. 예방의학회지 26(2): 251-267, 1993.

차철환, 염용태, 김영환: 대기오염이 고속도로 통게이트 근무자의 건강에 미치는 영향. 한국대기보전학회지 4(1): 71-75, 1988.

최성용, 문덕환, 이종태, 송인혁, 이채언, 이승민: 부산시내 지하생활권의 공기오염도와 온열인자에 관한 조사연구. 예방의학회지 27(3): 505-516, 1994.

한국공업표준협회: 한국공업규격 KSM 2612-1986, 1986.

황규윤, 안재익, 안규동, 이병국, 김정순: 저농도 연폭로에서 혈중 연 농도와 자각증상과의 관계. 예방의학회지 24(2): 181-194, 1991.

황보영, 김용배, 리갑수, 이성수, 안규동, 이병국, 김정순: 축전지 제조업에서 입사 1년 미만 남자 사원들의 연 노출 지표치에 관한 연구. 예방의학회지 29(4): 747-764, 1996.

Ahmed NS, El-Gendy KS, El-Refale KH, Marzouk SA, Bakery NS, El-Sebae, Soliman SA: Assessment of lead toxicity in traffic controllers of Alexandria, Egypt, road intersection. Arch Env Health 42(2): 92-95, 1987.

Assenato G, Paci C, Baser ME: Sperm count suppression without endocrine dysfunction in lead-exposed men. Arch Environ Health 4: 387-390, 1986.

Benetou-Marantidou A, Nakou S, Micheloyannis J: Neurobehavioral estimation of children with life-

- long increased lead exposure. *Arch Env Health* 43(6): 392-395, 1988.
- Brockhaus A, Freier I, Ewers U, Jermann E, Dolgne R: Levels of cadmium and lead in blood in relation smoking, sex, occupation, and other factors in an adult population of the FRG. *Int Arch Occup Env Health* 52: 167-175, 1983.
- Dalton BD, McCammon JB, Hoffman RE, Baron RC: Blood lead levels in radiator repair workers in Colorado. *JOEM* 39(1): 58-62, 1997.
- Duggan MJ : The uptake and excretion of lead by young children. *Arch Env Health* 38(4): 246-247, 1983.
- Estela Derazne, Ernesto Kahan, Milene Rybski, Ralph Shain, Ruth Ashkenazi. Monitoring blood lead levels in workers overexposed to occupational lead: an analysis of Israeli data. *Am J Ind Med* 29: 187-193, 1996.
- Grandjean P, Olsen NB, Hollnagel H. Influence of smoking and alcohol consumption on blood lead level. *Int Arch Occup Env Health* 35: 110-116, 1980.
- International Labor Office[ILO]: Lead alloys and inorganic compounds. In "Encyclopaedia of Occupational Health and Safety". Volume 2. Geneva, Switzerland, 1989, pp 1200-1204.
- International lead and zinc study group: Lead in gasoline: A review of current situation, New York, United Nation, 1973, pp 1-37.
- Jones RD, Commins BT, Cermik AA: Blood lead and carboxyhemoglobin levels in London taxi drivers. *Lancet* 12: 302-303, 1972.
- Karim AAE, Hamed AAS, Elhaimi YAA, Osman Y: Effects of exposure to lead among lead-acid battery factory workers in Sudan. *Arch Environ Health* 41(4): 261-265, 1986.
- Klein M, Kaminsky P, Duc ML, Duc M: Current diagnosis and treatment of lead poisoning. *Rev Med Int* 15(2): 101-109, 1994.
- Landrigan PJ: Toxicity of lead at low dose. *Br J Ind Med* 46: 593-596, 1986.
- Lilis R, Valciucas JA, Malkin J, Weber JP: Effects of low level lead and arsenic exposure on copper smelter workers. *Arch Environ Health* 40: 38-47, 1985.
- Matte TD, Figuerosa JP, Burr G, Flesch JP, Keenlyside RA, Baker EL: Lead exposure among lead-acid battery workers in Jamaica. *Am J Ind Med* 16: 167-177, 1989.
- Needleman HL. Clamped in a straitjacket: the insertion of lead into gasoline. *Environ Res* 74: 95-103, 1997.
- Perkins HC: Air pollution, McGraw Hill, New York, 1974, pp 354-355.
- Rom WN: Environmental and Occupational Medicine, 2nd ed. Little, Brown and Company, Boston Toronto London, 1992, pp 742-746.
- Rosner D, Markowitz G: A 'Gift of God ?'. The public health controversy over leaded gasoline during the 1920s. *AJPH* 75: 344-352, 1985.
- Schwartz BS, Lee BK, Stewart W, Ahn KD, Springer K, Kelsey K: Associations of delta-aminolevulinic acid dehydratase genotype with plant, exposure duration, and blood lead and zinc protoporphyrin levels in Korean lead workers. *Am J Epidemiol* 142(7): 738-745, 1995.
- Sepplinen AM, Tola S, Hernberg S, Kock B. Subclinical neuropathy at "safe" levels of lead exposure. *Arch Environ Health* 30: 180-183, 1975.

- Sias RG, Leon SM, Roelof JR. Blood lead levels of South African long-distance road-runners. *Arch Env Health* 41(3): 155-158, 1986.
- Snee RD. Evaluation of studies of the relationship between blood lead and air lead. *Int Arch Occup Env Health* 48: 219-242, 1981.
- U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control: Preventing lead poisoning in young children, 1991.
- U.S. Department of Health and Human Services: Healthy People 2000-National Health Promotion and Disease Prevention Objectives-U.S. Government Printing Office, 1991, pp 105.
- Vainio H: Lead and cancer-association or causation? *Scand J Work Environ Health* 23: 1-3, 1997.
- Watanabe T, Fujita H, Koitumi A: Baseline level of blood lead concentration among Japanese farmers. *Arch Env Health* 40(3): 170-176, 1985.
- WHO: Environmental health criteria 165, Inorganic Lead, Geneva, WHO, 1995.
- Williams MK, Walford J, King E: Blood lead and the symptoms of lead absorption. *Br J Ind Med* 40: 285-292, 1983.
- Wilson D, Esterman A, Lewis M, Roder D, Calder I: Children's blood lead levels in the lead smelting town of Port Pirie, South Australia. *Arch Env Health* 41(4):245-250, 1986
- Zenz C: Occupational medicine, 3rd ed, Mosby-Year Book Inc., St. Louis, 1994, pp 512-539.
- Zhang J: Investigation and evaluation of zinc protoporphyrin as a diagnostic indicator in lead intoxication. *Am J Ind Med* 24(6): 707-712, 1993.
- Zielhuis R, Herver RFM, Salle HJ et al: Smoking habits and levels of lead and cadmium in blood in urban women. *Int Arch Occup Env Health* 39: 53-55, 1977.

— Abstract —

## Blood Lead and ZPP Concentrations of Underground Parking Lot Workers

Tae Heum Jung, Man Joong Jeon, Tae Yoon Hwang,  
Chang Yoon Kim, Jong Hak Chung

*Department of Preventive Medicine and Public Health  
College of Medicine, Yeungnam University  
Taegu, Korea*

A study was conducted to investigate the blood lead and zinc protoporphyrin(ZPP) concentrations of the underground parking lot workers who exposed to vehicular exhaust aerosols which contained lead. The blood samples were collected from 25 study subjects of underground parking lot and from 33 controls in Taegu, from July to October, 1997. And also the related factors to the blood lead and ZPP concentrations were investigated.

Blood lead concentration and ZPP concentration were measured by flameless furnace atomic absorption spectrophotometer (IL.551) and hemetofluorometer, respectively. The mean blood lead concentrations of study subjects and controls were  $23.10 \pm 20.77 \mu\text{g}/\text{dl}$  and  $12.99 \pm 12.71 \mu\text{g}/\text{dl}$ , respectively ( $p < 0.05$ ), and the mean blood ZPP concentrations of study subjects and controls were  $40.72 \pm 9.46 \mu\text{g}/\text{dl}$  and  $38.21 \pm 10.97 \mu\text{g}/\text{dl}$ , respectively. No significant correlations were observed between the blood lead concentration of the study subjects and their job duration and between blood ZPP concentration of the study subjects and their job duration. There were no statistically significant differences in the blood lead concentration and the blood ZPP concentration of smokers and nonsmokers. In multiple regression analysis on blood lead concentration of the study subjects and controls, occupation was a only significant dependent variable. In case of blood ZPP concentration, age was a only significant dependent variable in the study subjects and controls.

**Key Words:** Blood Lead, ZPP, Underground Parking Lot