

## 크롬 취급 사업장의 작업환경 및 근로자 폭로 실태에 관한 연구

유 병 철<sup>1</sup> · 손 병 철<sup>1</sup> · 전 진 호<sup>1</sup> · 손 혜 숙<sup>1</sup> · 한 용 수<sup>1</sup> · 이 채 언<sup>1</sup> · 정 운<sup>2</sup>

인제대학교 의과대학 예방의학교실 및 산업의학연구소<sup>1</sup>, 인제대학교 보건대학원

= Abstract =

### A Study of Working Environments and Workers Exposed to Chromium

Byung Chul Yu<sup>1</sup>, Byung Chul Son<sup>1</sup>, Jin Ho Jun<sup>1</sup>,  
Yong Soo Han<sup>1</sup>, Hye Sook Son<sup>1</sup>, Chae Eun Lee<sup>1</sup>, Woon Jeong<sup>2</sup>

*Department of Preventive Medicine, College of Medicine and Institute of Industrial Medicine<sup>1</sup>,  
Graduate School of Public Health<sup>2</sup>, Inje University*

For the purpose of providing the basic data for health management of workers who are exposed to chromium and for improving the quality of working environment, the authors evaluated blood and urinary level of chromium, the occupational history, AST, ALT, Hb, Hct, nasal specular examination on 287 workers who have been dealt chromium compounds in 56 manufacturing industries of five types, that is, 38 metal plating services (plating), 4 manufacture of other fabricated metal products (fabricated metal product), 5 manufacturing of dyestuff (dyestuff), 6 dressing and dyeing of leather (leather), 3 others (manufacture of pottery and ceramic household wares, motor vehicles, electronic valves and tubes and other electronic components) and also measured the level of chromium in air from February to October 1993.

The results were as follows:

1. The utilized type of chromium compounds was the hexavalent state in plating, fabricated metal product, dyestuff, leather and the trivalent state in other, and atmospheric chromium concentration as geometric mean was  $0.0138 \text{ mg/m}^3$  ( $0.001 \sim 0.068 \text{ mg/m}^3$ ) in plating,  $0.0115 \text{ mg/m}^3$  ( $0.006 \sim 0.015 \text{ mg/m}^3$ ) in fabricated metal product,  $0.068 \text{ mg/m}^3$  ( $0.002 \sim 0.019 \text{ mg/m}^3$ ) in dyestuff,  $0.0083 \text{ mg/m}^3$  ( $0.002 \sim 0.028 \text{ mg/m}^3$ ) in leather,  $0.0039 \text{ mg/m}^3$  ( $0.003 \sim 0.005 \text{ mg/m}^3$ ) in other by the type of industry and it exceeded TLV-TWA ( $0.05 \text{ mg/m}^3$ ) in five (13.6%) of plating services.

\* 본 연구논문은 1993년도 인제 연구장학재단 연구비 보조에 의한 것임.

2. The geometric mean of chromium in blood was 1.54  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (0.10~3.62  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) in planting, 0.94  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (0.27~2.82  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) in fabricated metal product, 0.51  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (0.10~3.25  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) in dyestuff, 0.87  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (0.15~8.00  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) in leather, 0.55  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (0.20~2.28  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) in other by the type of industry ( $P < 0.001$ ).
3. The geometric mean of chromium in urine was 14.47  $\mu\text{g}/\text{l}$  (6.90~28.00  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) in planting, 4.63  $\mu\text{g}/\text{l}$  (0.24~43.00  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) in fabricated metal product, 5.93  $\mu\text{g}/\text{l}$  (1.00~33.00  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) in dyestuff, 11.09  $\mu\text{g}/\text{l}$  (0.80~48.00  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) in leather, 12.41  $\mu\text{g}/\text{l}$  (10.10~41.00  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) in other by the type of industry ( $P < 0.001$ ).
4. As the result of nasal specular examination, twenty four cases (8.4%) of nasal septal perforation among 287 total subjects was observed, and there were 17 (9.7%) cases in plating, 4 cases (14.3%) in dressing and dyeing of leather. In the comparison of chromium concentration in blood and urine between the perforated group and non-perforated group, the perforated group showed a significantly higher value as  $1.883 \pm 3.055 \mu\text{g}/\text{dl}$  and  $0.793 \pm 0.815 \mu\text{g}/\text{dl}$  ( $P < 0.001$ ),  $21.31 \pm 34.610 \mu\text{g}/\text{L}$  and  $9.304 \pm 11.079 \mu\text{g}/\text{L}$  ( $P < 0.001$ ).
5. The mean concentration of chromium in blood, urine and the mean level of AST, ALT, Hb and Hct in exposure group were higher than those of control group ( $P < 0.001$ ).

**Key words:** chromium, air, blood, urine, nasal septal perforation

## 서 론

### 1. 연구의 필요성

1960년대 이래 우리나라는 급속한 산업의 발달로 각종 제조업체가 증가함에 따라 중금속 등 각종 독성 물질에 폭로 되는 근로자들이 점차 증가해 가는 실정에 있으며 특히, 크롬을 취급하는 도금업 등에 종사하는 근로자들은 대부분 영세한 관계로 작업환경이 열악하여 이러한 중금속에 폭로되는 기회가 빈번하다.

이들 중금속 중에서 크롬 도금에 사용되는 무수크롬산 형태인 6가 크롬은 강력한 부식 작용과 산화 작용을 갖고 있어 작업자가 폭로되면 피부 궤양(skin ulceration), 급성 피부염(acute irritative dermatitis), 알러지성 습진성 피부염(allergic eczematous dermatitis), 알러지성 천식 반응(allergic asthmatic reaction), 점막궤양(mucousal erosion), 비중격천공(perforation of nasal sep-

tum) 및 신장 장애 등을 유발하는 물질이다. 또한 호흡기를 통한 만성적인 폭로는 폐암을 일으키는 것으로 알려져 있다(Rinehart & Gad, 1986; Langard, 1990; 조규상, 1991). 미국 산업위생 전문가 협의회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists: ACGIH)와 우리나라의 노동부에서는 공기중 크롬에 대한 허용 농도로써 6가 크롬에 대하여  $0.05 \text{ mg}/\text{m}^3$  ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )으로 정하였고, 특히 불용성 6가 크롬에 대하여서는 “인체에 암을 일으키는 것으로 확인된 물질”인 ‘A1’으로 분류하고 있다(ACGIH, 1986; 노동부, 1991).

한편, 미국 국립 산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health: NIOSH)에서는 발암성 물질인 6가 크롬에 대하여서는  $0.001 \text{ mg}/\text{m}^3$  ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )을 허용 기준으로 정하였다(NIOSH, 1975).

1992년 현재 상공부에 등록된 도금 사업장은 516개소에 총 종업원수가 8,639명이고, 사업장

규모별로 보면 50인 이하 사업장이 500개소(96.9%), 50인 이상 사업장이 16개소(3.1%)이다(대한상공회의소, 1992).

이와 같이 대부분의 도금 사업장이 그 규모면에서 영세하여 작업환경이 불량할 것으로 추측되며 또한 그 경영주가 작업환경 개선에 투자할 능력과 관심이 결여되어 있을 것으로 사료되어지므로 이러한 작업 환경에서의 근로자의 건강을 보호하는 것은 산업보건학적 측면이나 생산성 향상을 위해 필요한 과제이다.

크롬에 대한 폭로는 여러가지 직업병을 가져오는데 우리나라 크롬 취급사업장에 대한 정확한 환경측정자료 및 이를 취급하는 근로자 등에 대한 건강관리에 대한 자료가 부족한 실정이다. 1990년 직업병 연구소에서 수행한 도금업 근로자들의 혈청중 중금속 농도 연구에서 총크롬과 니켈에 대한 작업환경 폭로농도 및 혈청중 농도를 평가하였다(최호춘과 김해정, 1990). 이 연구에서도 도금업체에 대해서만 환경평가와 혈청중 크롬 농도를 취급하고 있어 다른 업종의 크롬 취급사업장에 대해서는 연구가 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

이에 본 연구자는 크롬 도금업체와 크롬을 취급하고 있는 업체를 대상으로 크롬취급 근로자의 업종별 크롬에의 폭로 정도와 건강 상태등을 파악하여 크롬취급 근로자의 건강관리에 일조가 되게 함은 물론 비중격 천공과의 관련성을 조사하고 장기간 크롬폭로로 인한 폐암발생의 고위험 작업 근로자들에 대하여 현행 시행되고 있는 건강관리 프로그램의 개선책을 마련하기 위한 기초자료를 제공하고자 본 연구를 시행 하였다.

## 조사대상 및 조사방법

### 1. 조사대상

본 연구의 조사 대상은 크롬 취급 사업장 56개와 특수건강진단 대상자인 동사업장의 크롬 취급 근로자 287명(남자: 268명, 여자: 19명)을 대상

으로 하였다. 지역적인 분포는 부산지역 45개 사업장의 236명, 마산지역 2개 사업장의 11명, 광주지역 4개 사업장의 16명, 서울지역 2개 사업장의 5명, 울산지역 1개 사업장의 1명, 대전지역 2개 사업장의 18명이었고 그 업종별 분류는 38개 도금업 사업장의 근로자 175명, 4개 조립금속 제품제조업 사업장의 근로자 13명, 5개 염료 제조업 근로자 56명, 6개의 피혁 가공업 근로자 28명, 3개의 기타 사업장의 근로자 15명이었으며, 이들 업종에서 기중크롬농도와 개인의 혈중, 요중 크롬농도 등을 중점으로 조사하였고, 조사기간은 1993년 2월 1일부터 1993년 10월 30일까지였다. 비폭로 대조군으로는 크롬에 직업적으로 폭로의 경험이 없었던 건강한 사람들로, 1994년 4월에 실시한 채용검진 대상자 64(남자: 5, 여자: 59)명을 비폭로 대조군으로 선정하였다.

### 2. 조사방법

#### 1) 자료수집

- (1) 근무경력, 연령, 성별, AST, ALT, 혈중, 요중 크롬 농도 등은 현재 적용되고 있는 근로자 특수건강진단 프로그램에 의거하여 자료를 수집하였다.
- (2) 공기중 크롬은 개인용 포집기(MSA, Flow-Lite™ Pro, USA)를 작업중인 근로자에게 착용시켰으며 유량은 2.0L/min으로 하고 작업시에 호흡기 위치에서 측정 하였으며, 필터는 Mixed Cellulose Ester Membrane을 사용하였다.
- (3) 혈청은 크롬 폭로 대조군 및 비폭로 대조군의 혈액을 주정맥에서 채취하여 원심분리하여 얻었으며, 각 개인마다 혈청을 polyethylene tube에 넣어 밀봉시켜 오염을 방지하였고, 뇨는 Urine Cup에 채취하여 완전히 밀봉한 후 들다 크롬 농도분석시까지 4℃에 냉장 보관하여 원자 흡광분광광도기(Perkin-Elmir, Model 4100 ZI, USA)를 이용하여

측정하였다.

## 2) 자료 분석

PC SAS (Statistical Analysis System)를 사용하여 t-Test, ANOVA, Chi-square test, Linear logistic regression analysis 및 correlation analysis를 시행하였다. 기중 혈중 및 요중 크롬농도는 기하평균을 사용하였고 각군들간의 비교는 측정값들을 로그변환(Log transformation)하여 비교하였다.

## 연구성적

### 1. 조사 대상자의 업종별, 성별 분포

본 연구의 조사 대상자는 5업종 56개 사업장의 크롬 취급 근로자들로 56개 사업장의 업종별 분포는 도금업 38개소, 조립금속 제품제조업 4개소, 염료제조업 5개소, 피혁 가공업 6개소, 기타 3개소(식기제조업, 자동차 제조업, 전자 제품 및 부품제조업)로 도금업이 가장 많은 비율을 차지

하고 있었다.

조사 대상자의 수는 287명으로 성별로는 남자 268명(93.4%), 여자 19명(6.6%)으로 대부분 남자근로자 이었으며, 업종별로는 도금업 175명(61.0%), 조립금속 제품제조업 13명(4.5%), 염료제조업 56명(19.5%), 피혁가공업 28명(9.8%), 기타 15명(5.2%)으로 대상자의 수도 도금업이 가장 많았다(Table 1).

### 2. 조사 대상자의 일반적 특성

조사 대상자의 평균 연령은  $37.6 \pm 9.47$ 세이였으며 업종별로는 도금업  $36.8 \pm 9.29$ 세, 조립금속 제품제조업  $41.9 \pm 8.42$ 세, 염료 제조업  $37.9 \pm 9.86$ 세, 피혁 가공업  $38.1 \pm 8.62$ 세, 기타  $40.5 \pm 11.84$ 세로 나타났으며 평균작업경력은  $4.9 \pm 3.39$ 년이였으며 업종별로는 도금업  $4.4 \pm 3.33$ 년, 조립금속 제품제조업  $6.8 \pm 2.83$ 년, 염료 제조업  $5.8 \pm 3.65$ 년, 피혁 가공업  $6.2 \pm 0.37$ 년, 기타  $4.7 \pm 1.54$ 년으로 나타났다(Table 2).

Table 1. Distribution of subjects by industrial type

	Plating	Fabricates metal Products	Dyestuff	Leather dyeing	Other	Total
Number of Industry	38(67.9)	4(7.1)	5(8.9)	6(10.7)	3(5.4)	56(100.0)
Number of Subjects	175(61.0)	13(4.5)	56(19.5)	28(9.8)	15(5.2)	287(100.0)
Male	167(62.3)	12(4.5)	51(19.0)	28(10.5)	10(3.7)	268(100.0)
Female	8(42.1)	1(5.3)	5(26.3)	0(0.0)	5(26.3)	19(100.0)

( ) : percentage

Table 2. General characteristics of subjects by industrial type

	Plating	Fabricates metal Products	Dyestuff	Leather dyeing	Other	Total
Age (yrs.)	$36.8 \pm 9.29$	$41.9 \pm 8.42$	$37.9 \pm 9.86$	$38.1 \pm 8.62$	$40.5 \pm 11.84$	$37.6 \pm 9.47$
Working duration (yrs.)	$4.4 \pm 3.33$	$6.8 \pm 2.83$	$5.8 \pm 3.65$	$6.2 \pm 3.37$	$4.7 \pm 1.54$	$4.9 \pm 3.39$

Mean  $\pm$  S.D

### 3. 공기중 크롬농도

각 사업장의 공기중 크롬농도의 기하평균 및 범위는 도금업 0.0138 mg/m<sup>3</sup> (0.001~0.068), 조립 금속 제품제조업 0.0115 mg/m<sup>3</sup> (0.006~0.015), 염료 제조업 0.0068 mg/m<sup>3</sup> (0.002~0.019), 피혁 가공업 0.0083 mg/m<sup>3</sup> (0.002~0.028), 기타 0.0039 mg/m<sup>3</sup> (0.003~0.005)로 주로 6가 크롬을 취급하는 도금업에서 유의하게 높은 기중 크롬 농도를 나타내었다 (P < 0.001).

크롬의 시간 가중 평균치 허용농도 (Time-Weighted Average: TWA)와의 비교에서 현행 우리나라의 허용한계치인 0.05 mg/m<sup>3</sup>을 적용한 결과 도금업의 5개소 (8.9%)에서만 허용농도를 초과한 기중 크롬 농도를 나타내었다 (Table 3).

### 4. 혈중 크롬농도

혈중 크롬농도의 기하평균 및 범위는 도금업

1.54 μg/dl (0.10~3.62), 조립 금속 제품제조업 0.94 g/dl (0.27~2.82), 염료 제조업 0.51 μg/dl (0.10~3.25), 피혁 가공업 0.87 μg/dl (0.15~8.00), 기타 0.55 μg/dl (0.20~2.80)로서 도금업에서 유의하게 높았다 (P < 0.001).

1.0 μg/dl 미만, 1.0~2.9 μg/dl, 3.0 μg/dl 이상의 세 군으로 나누어 비교한 업종별 분포에서도 도금업에서 1.0 μg/dl 이상에 속하는 근로자가 73명 (41.7%)으로 나타나 다른 업종에 비해 1.54 μg/dl (0.10~3.62)인 도금업의 크롬 폭로 정도가 상대적으로 심한 것으로 나타났으며 (P < 0.001), 특히, 도금업의 근로자 1명, 염료 제조업 근로자 1명, 피혁 가공업 근로자 1명 등은 노동부에서 규정한 참고치인 3.0 μg/dl를 초과하였다 (Table 4).

### 5. 요중 크롬농도

요중 크롬농도의 기하평균 및 범위는 도금업 14.47 μg/l (6.90~28.00), 조립 금속 제품제조업

**Table 3.** Atmospheric chromium contraction industrial type

Type of industry	Plating	Fabricates metal Products	Dyestuff	Leather dyeing	Other	Total
Mean* (mg/m <sup>3</sup> )	0.0138**	0.0115	0.0068	0.0083	0.0039	0.0113
(Range)	(0.001~0.068)	(0.006~0.015)	(0.002~0.019)	(0.002~0.028)	(0.003~0.005)	(0.001~0.0688)
Exceeding TWA (%)	5/38 (13.2)	0/4 (0.0)	0/5 (0.0)	0/6 (0.0)	0/3 (0.0)	5/56 (8.9)

\*: Geometric mean (minimum - maximum), TWA: Time Weighted Average,

\*\* : statistically significant by ANOVA (F = 6.75, p < 0.001).

**Table 4.** Mean level and distribution of blood chromium by industrial type

Concentration	Plating	Fabricates metal Products	Dyestuff	Leather dyeing	Other	Total	Statistics
< 1.0	102 (58.3)	8 (61.5)	45 (80.4)	16 (57.1)	9 (60.0)	193 (67.3)	
1.0~2.99	72 (41.1)	5 (38.5)	10 (17.9)	11 (38.3)	6 (40.0)	91 (31.7)	
≥ 3.0	1 (0.6)	0 (0.0)	1 (1.8)	1 (3.6)	0 (0.0)	3 (1.0)	
G.M* (μg/dl)	1.54	0.55	0.51	0.87	0.94	0.61	F = 8.37
(Range)	(0.10~3.62)	(0.27~2.82)	(0.10~3.25)	(0.20~2.80)	(0.20~2.80)	(0.10~8.00)	P < 0.001

( ): percentage

\*: Geometric mean (minimum - maximum)

4.64  $\mu\text{g}/\text{l}$ (0.24~43.00), 염료 제조업 5.93  $\mu\text{g}/\text{l}$ (1.00~33.00), 피혁 가공업 11.09  $\mu\text{g}/\text{l}$ (0.80~48.00), 기타 12.41  $\mu\text{g}/\text{l}$ (10.1~41.0)으로 역시 도금업에서 유의하게 높았다( $P < 0.01$ ).

20  $\mu\text{g}/\text{l}$ 미만, 20~49  $\mu\text{g}/\text{l}$ , 50  $\mu\text{g}/\text{l}$  이상의 세군으로 나누어 비교한 업종별 분포도에서도 도금업 근로자가 20  $\mu\text{g}/\text{l}$  이상은 83명(47.4%)으로 나타나 다른 업종에 비해 도금업의 크롬폭로 정도가 상대적으로 심하게 나타났으나 모두 노동부 규정참고치(50  $\mu\text{g}/\text{l}$ )를 초과하지 않았다(Table 5).

#### 6. 공기중, 혈중 및 요중 크롬 농도간의 상관 관계

공기중, 혈중 및 요중 크롬농도간의 상관관계는 모두 통계적으로 유의한 상관 관계를 보였으며, 혈중-요중 0.4883( $P < 0.001$ ), 공기중-요중 0.1790( $P < 0.01$ ), 공기중-혈중 0.0754( $P < 0.05$ )의 순으로 혈중-요중 간의 상관성이 가장 높게 나타났다(Table 6).

#### 7. 비중격 천공과 크롬농도 간의 관계

전체 조사대상자 287명중 24명(8.4%)에서 비중격 천공이 관찰되었으며, 업종별로는 도금업 17명(9.7%), 조립금속 제품제조업 1명(7.7%), 염료 제조업 1명(1.8%), 피혁 가공업 4명(14.3%), 기타 1명(6.7%)으로 도금업에서 타 업종에 비하여 많았지만 통계적으로 유의하지 않았다( $P > 0.05$ , Table 7).

**Table 6.** Correlation coefficients among atmospheric, blood and urine chromium level

	Atmospheric Cr	Blood Cr	Urine Cr
Atmospheric Cr	-		
Blood Cr	0.0754*	-	
Urine Cr	0.1790**	0.4883***	-

Note; \*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.0001$

비중격 천공군과 비천공군에 대한 공기중, 혈중, 요중 크롬 농도의 비교에서는 공기중 크롬농도는 각각  $0.012 \pm 0.017 \text{ mg}/\text{m}^3$ ,  $0.009 \pm 0.034 \text{ mg}/\text{m}^3$ 으로 천공군에서 다소 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었으며( $P > 0.1$ ), 혈중 크롬농도는 각각  $1.883 \pm 3.055 \mu\text{g}/\text{dl}$ ,  $0.793 \pm 0.815 \mu\text{g}/\text{dl}$ ( $P < 0.001$ ), 요중 크롬농도는 각각  $21.310 \pm 34.61 \mu\text{g}/\text{l}$ ,  $9.304 \pm 11.079 \mu\text{g}/\text{l}$ ( $P < 0.001$ )로서 혈중 및 요중 크롬 농도가 모두 천공군에서 통계적으로 유의하게 높았다(Table 8).

#### 8. 폭로군과 비폭로군의 일반검사 성적 간의 관계

폭로군과 비폭로군에 대한 혈중, 요중, 크롬농도, AST, ALT, Hb 및 Hct에 대한 검사 성적을 비교하여 보면 혈중 크롬농도는 각각  $0.88 \pm 0.050 \mu\text{g}/\text{dl}$ ,  $0.23 \pm 0.023 \mu\text{g}/\text{dl}$ ( $P < 0.001$ ), 요중 크롬농도는 각각  $11.08 \pm 0.923 \mu\text{g}/\text{l}$ ,  $5.68 \pm 0.045 \mu\text{g}/\text{l}$ ( $P < 0.001$ ), AST는 각각  $29.96 \pm 1.863 \text{ IU}/$

**Table 5.** Mean level and distribution of urine chromium by industrial type

Concentration	Plating	Fabricates metal Products	Dyestuff	Leather dyeing	Other	Total	Statistics
< 20	92(52.6)	11(84.6)	39(69.6)	17(60.7)	9(60.0)	210(73.2)	
20~49.9	83(47.4)	2(15.4)	17(30.1)	11(39.3)	6(40.0)	77(26.8)	
$\geq 50$	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	
G.M*( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	14.47	4.64	5.93	11.09	12.41	5.52	F = 8.37
(Range)	(6.90~28.00)	(0.24~43.00)	(1.00~33.00)	(0.80~48.00)	(10.10~41.00)	(0.24~48.00)	P < 0.01

( ): percentage

\*: Geometric mean (minimum - maximum)

**Table 7.** Nasal setpal condition by industrial type

	Plating (n = 175)	Fabricates metal Products (n = 13)	Dyestuff (n = 56)	Leather dyeing (n = 28)	Other (n = 15)	Total (n = 287)	Statistics
NSP <sup>1)</sup>	Yes ( 9.7)	1 ( 7.7)	1 ( 1.8)	4 (14.3)	1 ( 6.7)	24 ( 8.4)	$\chi^2 = 3.42$ P > 0.05
	No (90.3)	12 (92.3)	55 (98.2)	24 (85.7)	14 (93.3)	263 (91.6)	

( ): percentage  
<sup>1)</sup>NSP: Nasal septal perforation

**Table 8.** Comparison of chromium level between nasal setpal perforation (NSP) and normal group

	NSP <sup>1)</sup>		Statistics
	Yes	No	
Atomospherics (mg/m <sup>3</sup> )	0.012 ± 0.017	0.009 ± 0.034	t = 1.78 P > 0.1
Blood Cr (µg/dl)	1.883 ± 3.055	0.793 ± 0.815	t = 6.44 P < 0.001
Urine Cr (µg/l)	21.310 ± 34.61	9.304 ± 11.079	t = 5.83 P < 0.001

Mean ± S.D.  
<sup>1)</sup>NSP: Nasal setpal perforation

1, 19.25 ± 0.398 IU/l (P < 0.01), ALT는 각각 24.24 ± 1.425 IU/l, 13.81 ± 1.025 IU/l (P < 0.001) 혈중, 요중, 크롬농도, AST, ALT는 폭로군에서 통계적으로 유의하게 높았다. Hb는 각각 14.69 ± 0.069 mg/dl, 13.25 ± 0.153 mg/dl (P = 0.626), Hct는 각각 44.35 ± 0.267%, 39.73 ± 0.449% (P = 0.673)로서 성별차이에 따른 보정을 실시하여 분석한 결과 통계적인 유의성은 없었다 (Table 9).

9. 비중격 천공과 근무년수 간의 관계

비중격 천공으로 관찰된 24명을 조사대상으로 하여 근무년수 별로 구분하면 1년 0(0%), 2년 4명(8.0%), 3년 1명(5.9%), 4년 2명(11.8%), 5년 3명(9.4%), 6년 3명(20.0%), 7년 4명(19.0%)

%, 8년 1명(6.7%), 9년 1명(4.2%), 10년 2명(7.4%), 11~15년 2명(22.2%), 15년 이상 1명(20.0%) 등이었다 (Table 10).

고 찰

크롬 원소는 Vanquelin에 의해 1797년에 발견되어 19세기에 들어와 점차 공업용 이용이 많아 졌는데 화학적 특성을 이용하여 염료 생산, 염색 제제, 피혁제품의 무두질에 사용되었으며 (John & Robert, 1992; William, 1992), 최근에는 목재의 보존제, 농업용 항진균제, 자기 및 유리제품의 안료, 오디오 테이프의 생산 등과 모터, 용광로 등의 내화성 물질 제조, 도금업, 방수페인트와 방청제, 사진의 감광제, 화학적 촉매제 등 다양하게 널리

**Table 9.** Comparison of biological indexes between exposed group and control group

Item	Exposed group	Control group	Statistics
Blood Cr ( $\mu\text{g/dl}$ )	0.88 $\pm$ 0.050	0.23 $\pm$ 0.023	t = 37.42 P < 0.001
Urine Cr ( $\mu\text{g/l}$ )	11.08 $\pm$ 0.923	5.68 $\pm$ 0.045	t = 13.37 P < 0.001
AST(GOT: IU/l)	29.96 $\pm$ 1.863	19.25 $\pm$ 0.398	t = 7.34 P < 0.01
ALT(GPT: IU/l)	24.24 $\pm$ 1.425	13.81 $\pm$ 1.025	t = 11.63 P < 0.001
Hb*(g/dl)	14.69 $\pm$ 0.069	13.25 $\pm$ 0.153	$\chi^2 = 0.237$ P = 0.626
Hct*(%)	44.35 $\pm$ 0.267	39.73 $\pm$ 0.449	$\chi^2 = 0.179$ P = 0.673

Mean  $\pm$  S.D.

\*: Logistic regression (Mean  $\pm$  S.E.)

**Table 10.** Comparison of working duration between nasal septal perforation (NSP) and normal group

Working Duration	NSP <sup>1)</sup>	
	Yes	No
1 (n=55)	0 ( 0.0)	55 (100.0)
2 (n=50)	4 ( 8.0)	46 ( 92.0)
3 (n=17)	1 ( 5.9)	16 ( 94.1)
4 (n=17)	2 (11.8)	15 ( 88.2)
5 (n=32)	3 ( 9.4)	29 ( 90.6)
6 (n=15)	3 (20.0)	12 ( 80.0)
7 (n=21)	4 (19.0)	17 ( 81.0)
8 (n=15)	1 ( 6.7)	14 ( 93.3)
9 (n=24)	1 ( 4.2)	23 ( 95.8)
10 (n=27)	2 ( 7.4)	25 ( 92.6)
11~15 (n= 9)	2 (22.2)	7 ( 77.8)
15~ (n= 9)	1 (20.0)	4 ( 80.0)
Total (n=287)	24 ( 8.6)	263 ( 94.6)

( ): percentage

<sup>1)</sup>NSP: Nasal septal perforation

사용되고(한국산업안전공단, 1989), 전 세계적으로 연평균 사용량은 천 만톤에 이르며(John & Robert, 1992), 관세청의 자료에 의하면 우리나라의 1991년도 크롬화합물 수입량은 2,847,000 Kg

이었다(관세청, 1991).

산업장에서 사용되는 크롬은 주로 3가와 6가 크롬이며, 2가와 4가 등의 크롬 등은 작업 공정 상 일시적으로 발생하는 산물이므로 산업장에서 의 폭로에 의한 인체에 영향을 나타내는 것으로 는 3가 및 6가 크롬의 크롬화합물과 무기크롬 화합물들이 주류를 이룬다(조규상, 1991; William, 1992).

크롬은 장기간 폭로시 비강, 폐, 위장 점막의 병변, 결막궤양, 피부염, 미란, 궤양 등을 발생시키고(이상택과 김광중, 1980; WHO, 1988; 노동부, 1991; 조규상, 1991; Mary & John, 1991; 대한산업보건협회, 1992), 호흡기 질환의 발생을 증가시키는 물질로 널리 알려져 있다(노동부, 1989; 조규상, 1991; Mary & John, 1991; William, 1992; John & Robert, 1992). 또한 크롬은 동물 실험에 의하여 발암 물질로 작용한다고 밝혀졌고(George & Florence, 1981; Phillip & James, 1985; Stanley & Yasushi, 1987; William, 1992), 인체에 있어서는 크롬 도금업 종사자들의 요증 크롬함량과 폐암 발생율과의 비교(Gafafer, 1953), 6가 크롬 취급 근로자들에 있어서의 폐암 발생율 등의 보



고를(Taler, 1966) 통하여 크롬 취급 근로자들이 있어 폐암 발생율이 높음이 보고되었다. 최근에는 실험적으로 세포내 침투력이 높은 6가 크롬이 세포내로 들어와서 핵속의 유전자 복제 과정에서 정상 유전자의 산화, 염기 반응을 일으켜 염기의 서열상태를 변화시킴으로 인해 발암물질로서 작용한다고 발암 과정을 설명하고 있다(George & Florence, 1981; 이광목 등, 1989; 조규상, 1991; Elizabeth & Snow, 1991; William, 1992). 이런 산화, 환원 반응을 일으키는 것은 3가 크롬도 가능하지만 세포 침투력이 떨어지기 때문에(조규상, 1991; Elizabeth & Snow, 1991; William, 1992) 발암물질로서는 6가 크롬만을 언급하고 있다. 6가 크롬도 세포내에서 3가 크롬으로 환원과정을 거쳐서 3가 크롬으로 되며, 3가 크롬 역시 유전자에 직접 작용할 때에는 발암성을 가지는 것으로 알려져 있으나 세포 침투력의 차이가 있기 때문에 환경중 허용 크롬농도(Threshold limit value: TLV)는 6가 크롬은  $0.05 \text{ mg/m}^3$  이하, 3가 크롬은  $0.5 \text{ mg/m}^3$  이하로 규정하고 있다(WHO, 1988; 조규상, 1991; William, 1992). 일반적으로 크롬은 호흡기를 통하여 흡입되어 폐속으로 축적된 후 혈액속으로 들어가 적혈구와 간장, 신장, 골격제 등에 축적되며 주로 신장을 통하여 소변으로 배설된다(Kayne 등, 1974; George & Florence, 1981; Mary & John, 1991; William, 1992). 따라서 지속적으로 크롬에 폭로 되었을 때 혈중 크롬 농도와 요중 크롬 배설량과는 밀접한 관련이 있는데(John ML 등, 1992; 유병철, 1994) 본 연구의 결과도 혈중 크롬과 요중 크롬간의 상관관계가 가장 높게( $r=0.4883$ ) 관찰되어 이 결과와 크롬의 동물실험상 체내 혈액중 배설 반감기인 6가 크롬 22일, 3가 크롬 92일을 고려할 때(조규상, 1991), 혈중 및 요중크롬이 비교적 단기간 크롬폭로의 직접적인 지표로 유효하게 활용되어야 할 것으로 사료된다.

이에 반해 공기중 크롬농도는 크롬흡수의 주된 경로가 호흡기(George & Florence, 1981; Mary

& John, 1991; William, 1992; John & Robert, 1992)이므로 혈중, 요중, 크롬농도 및 비중격 천공 상태와 직접적으로 밀접한 관계가 있을 것으로 사료되나, 본 연구에서는 혈중, 요중 크롬농도 및 비중격천공 상태와의 상관관계에 비하여 상대적으로 낮은 상관관계를 보였으며 1993년 부산지역의 크롬취급근로자에서 조사된 결과(유병철, 1994)와 유사한 경향을 나타내고 있다. 이는 공기중 크롬 측정시 사업장의 크롬 사용업무량, 환기 상태, 개인의 감수성 등의 이유로 사료되나, 유의한 상관성은 인정되므로 현재 실시되는 작업환경 측정결과가 근로자보건관리의 참고 지표로 유효하게 활용되어야 할 것으로 사료된다.

공기중 폭로 한계치인  $0.05 \text{ mg/m}^3$  (Stanley & Yasushi, 1987; 노동부, 1991; William, 1992)을 초과하는 사업장은 도금업 5개소(13.6%)이며, 특히 도금업의 근로자 1명, 염료 제조업 근로자 1명, 가죽 제조업 1명 등은 노동부에서 규정한 참고치인  $3.0 \mu\text{g/dl}$ 를 넘고 있어 1993년 부산지역의 크롬취급 근로자의 조사결과(유병철, 1994)와 비교하여 공기중 크롬농도의 경우 유사한 형태를 나타내고 있으나 혈중 크롬농도는 부산지역에서는 도금업에서만 노동부 규정 참고치를 넘고 있어 이번 연구와는 다른 양상을 나타내었다. 대부분의 혈중크롬농도 초과 근로자는 염료생산업, 도금업 등과 같은 6가 크롬 취급자에서 많았지만 도금업뿐만 아니라 크롬을 취급하고 있는 다른 업종에 대해서도 보건관리에 역점을 두어야 할 것으로 사료된다.

노동부 자료에 의하면 1991년도 우리나라의 크롬 및 크롬화합물을 취급하는 근로자수는 7,568명이고 이중 6가 크롬을 취급하는 근로자수는 6,366명이다(노동부, 1992). 또한 1991년도 특수건강진단 결과를 보면 크롬 폭로 수검자는 4,435명(남: 3,796명, 여: 639명)이었고 이들 중 크롬 중독 유소견자로 진단된 자는 남자 63명으로서 유소견율은 1.42%이었다(대한산업보건협회, 1992).

그리고 본 조사성적에서는 혈중 크롬농도가

1.0  $\mu\text{g}/\text{dl}$ 를 넘고 있는 근로자들은 94명(32.7%)를 차지하고 있어 NIOSH(National institute for occupational safety and health) 권장 혈중 참고치인 1.5  $\mu\text{g}/\text{dl}$ (NIOSH, 1985)에 근접하고 있으므로, 크롬 취급 근로자의 건강장해 고 위험군을 색출하기 위하여 참고치의 조정이 현재 실시중인 노동부 참고치인 3.0  $\mu\text{g}/\text{dl}$  보다 하향 조정하는 것을 고려해야 할 것으로 사료된다.

또한, 본 연구조사는 외국의 정상인 및 폭로군의 혈청중 크롬농도를 비교해 보면 1956년 Monacelli(1956년) 등은 정상인의 혈청중 크롬농도가 18.5(8.2~30.8)  $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이었으며 Kasperek 등(1972년)은  $0.93 \pm 0.56 \mu\text{g}/\text{dl}$ , Davidson 등(1972년)은  $0.507(0.31 \sim 0.71) \mu\text{g}/\text{dl}$ , Grafflage 등(1974년)은  $0.73(0.23 \sim 1.90) \mu\text{g}/\text{dl}$ , Pekarek 등(1974년)은  $1.62 \pm 0.13 \mu\text{g}/\text{dl}$ 이었다(최호춘과 김해정, 1990; 대한상공회의소, 1992). 1975년에 Bierenbaum 등은 Kansas 도시의 Missouri 강을 경계로 반대쪽에 위치한 Missouri 지역과 Kansas 지역 주민들의 혈청중 크롬농도를 비교시 Missouri 지역 주민들은  $4.3 \pm 1.13 \mu\text{g}/\text{dl}$ , Kansas 지역 주민들의 혈청중 크롬농도는  $1.2 \pm 3.2 \mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 나타나 두 지역 모두 1975년 당시의 평균 크롬 농도보다 높았으며, 또한 두 지역간에도 차이가 있었다. Liu & Morris(1978년)는  $1.67 \pm 0.45 \mu\text{g}/\text{dl}$ , Versieck와 Connelis(1980년)는  $0.16 \pm 0.083 \mu\text{g}/\text{dl}$ , Kayne 등(1978년)은  $0.14 \mu\text{g}/\text{dl}$ , Kasperek 등(1979년)은  $0.45 \pm 0.15 \mu\text{g}/\text{dl}$ , 최 등(1990년)은  $0.68 \pm 0.40 \mu\text{g}/\text{dl}$ , 본 연구는  $0.23 \pm 0.17 \mu\text{g}/\text{dl}$ (Davison & Secrest, 1972; Pekarek 등, 1974; Versieck & Cornelis, 1980)으로 비교적 낮은 농도를 접하였으나 이는 인종, 식생활 습관, 성별, 연령별 및 분석방법과 시기 등의 차이에 의한 것으로 사료되고 추후 더욱 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

그리고 크롬에 폭로된 근로자에 대한 혈청중 크롬농도는 1951년 Mancuso는  $4.6 \mu\text{g}/\text{dl}$ , Gafafer WM(1983년)은  $5.0(4.0 \sim 6.0) \mu\text{g}/\text{dl}$ , 최 등(1990년)은  $2.31 \pm 1.17(0.50 \sim 6.41) \mu\text{g}/\text{dl}$ 이고 본 연구

는  $1.77 \pm 0.18(0.10 \sim 3.62) \mu\text{g}/\text{dl}$ 이었다(Table 11).

비중격 천공은 크롬 증기에 의한 비점막의 직접 자극으로 인해 비충혈, 비중격, 미란 등의 과정을 거쳐 발생하는 일종의 점막병변으로 크롬 중독으로 인한 직업성 질환을 인정하는데 가장 보편적인 기준이 되고 있다(노동부, 1991). 비중격 천공은 조직학적으로 취약하고 점막이 견고하게 유착되어 있는 비중격의 1/3앞쪽에 잘 발생하며, 일반적으로 크롬증기에 지속적으로 노출됨으로서 생긴다고 알려져 있으나 실제로는 빠르면 2개월 이내에 나타나며, 처음에는 통상적인 비염과 구별하기 어려우나 잘 치유되지 않고, 회백색의 반점이 생기며, 점막이 종창, 비후하여 마침내 궤양을 형성하고 더욱 진행되면 비중격 연골부에 둥근 구멍이 뚫리는데, 이때에는 약간의 비출혈이 있으나 통증을 느끼지 못하며 또 세균의 감염을 받는 일이 드물어서 본인이 느끼지 못하는 수가 많다(조규상, 1991).

이와 같은 사실로 보아 비중격 천공은 저농도에 장기간 폭로시 발생할 뿐아니라 고농도에 단기간의 폭로시에도 발생할 수 있다는 것을 알 수 있으며 직업력이나 작업환경 등과 같이 크롬취급 근로자의 생물학적 가지 지표로서 활용되어야 할 것으로 사료된다.

비중격 천공자의 대부분이 직업성 질환 판정 후 산재보상을 받고 계속적으로 크롬작업을 하고 있는데, 그 이유는 근로자 스스로가 비중격 천공이 건강 및 생명에 큰 지장이 없는 상태로 인식하며, 크롬작업이 기술적으로 수입과 관련하여 본인이 원하는 경우가 대부분일 것으로 사료된다.

비중격 천공 외에 크롬에 의한 건강장해로서는 호흡기장해(Taler, 1966; 노동부, 1991), 신장장해(조규상, 1991; Mary & John, 1991; Richard 등, 1991; William, 1992) 및 간기능 장애 등을 들 수 있다. 현재 근로자 특수건강검진 실시규정에 의해 실시되는 크롬 특수건강검진시 집단 색출검사(Mass Screening)에 포함되어 있는 주요검사 항목으로는 흉부 X선 검사, 요단백 검사 및 간기능검

**Table 11.** Comparison of whole blood chromium level between our study group and others

Subjects	Author	Year	No. of Subject	Concentration ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )		Analytical Method	
				Mean	Range		
Control Group	Monacelli et al	1956	25	18.5	8.2 ~ 30.8	ES	
	Kasperek et al	1972	127	$0.93 \pm 0.56$		NAA	
	Davidson IWF	1972	7	0.507	0.31 ~ 0.71	FAA	
	Grafflage et al	1974	50	0.73	0.23 ~ 1.90	FAA	
	Pekarek RS et al	1974	15	$1.62 \pm 0.32$		FAA	
	Bierenbaum et al	1975	260	$4.3 \pm 1.13$		AAS	
	Liu & Morris	1978	15	$1.67 \pm 0.45$		NAA	
	Viersieck et al	1978	20	$0.16 \pm 0.083$	0.04 ~ 0.35	NAA	
	Kayne FC et al	1978	8	0.14		FAA	
	Kasperek et al	1979	7	$0.45 \pm 0.15$		NAA	
	Choi et al	1990	49	$0.68 \pm 0.40$	0.01 ~ 1.63	FAA	
	This study	1994	64	$0.23 \pm 0.17$	0.11 ~ 1.13	FAA	
	Expose Group	Mancuso TF	1951		4.6		
		Gafafer WM et al	1953		5.0	4.0 ~ 6.0	
Choi et al		1990		$2.31 \pm 1.17$	0.50 ~ 6.41	FAA	
This study		1994		$1.77 \pm 0.18$	0.10 ~ 3.62	FAA	

Note: FAA - Flameless Atomic Absorption spectrophotometry

ES - Emission Spectrophotometry

NAA - Neutral Activation Analytics

AAS - Atomic Absorption Spectrophotometry

사로서 본 연구 결과 특이 이상 소견은 발견할 수 없었다.

그러나 신장손상의 경우 신 기능검사와 함께 중금속 중독시 특징적으로 나타나는  $\beta_2$ -microglobulin 이나 retinol-binding protein 등과 같은 저분자단백물질 (Low molecular protein)에 관한 검사를 시행하여야 할 것으로 사료된다.

발암성에 관한 평가는 일반적인 건강진단 방법의 질적인 개선과 함께 임파구 자매염색체 분체 교환 빈도의 조사(신동훈, 윤능기, 예민해 등, 1990; 윤형렬, 김장락, 홍대용, 1993), 객담세포진 검사등과 같이 새롭고 정확한 검사의 개발 및 적용이 필요할 것으로 사료된다. 특히 비중격 천공자에서 혈중, 요중 크롬의 평균치가 유의하게 높게 관찰되었으며, 직업병 판정 참고치를 넘고 있는 경우도 있으므로 이들에 대해서는 신장, 폐 등과 같은 표적장기에 대한 보다 실제적인 건강지

도와 함께 발암성 등과 같은 위험 요인에 관한 심도있는 보건교육이 필요할 것으로 생각된다. 또한 현재 실시되고 있는 검진 방법의 효율성에 대하여 검토한 후, 신장 및 호흡기 장애를 더욱 효과적으로 인식할 수 있는 건강관리 프로그램의 질적인 개선 및 발암작용을 조기 인식할 수 있는 건강진단 방법의 질적인 개선 등이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구를 시행함에 있어서의 문제점으로는 각 조사 대상 사업장의 영세성, 지역성, 업종별 특성으로 인해 사업장 및 조사 대상자들과 긴밀한 협조가 이루어지지 않았으며, 공기중 농도의 측정은 각 사업장의 작업량에 따라서 같은 사업장에서라도 심한 차이를 나타내기도 하였다. 또한 영세사업장의 경우 적은 근로자수로 인하여 실제적으로 크롬취급 근로자와 비취급 근로자의 구분이 이루어지지 않는 실정이었으며 크롬 특수검진을

실시하지 않는 근로자들 중에서도 크롬을 취급하는 근로자가 다수 있어 이들에 대한 관리도 필요할 것으로 생각한다. 연구과정상의 문제점으로는 대조군의 선정이 여성위주로 되어 대부분의 크롬 취급 근로자들이 남자근로자임을 고려할때 적절한 비교대상으로 보기어려운 점이 있고, 실제적으로도 Hb, Hct의 경우에는 유의한 차이가 있게 나타났으나 성별보정을 한후에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 적절한 대조군의 선정을 통한 정확한 비교가 필요할 것으로 사료된다.

이상과 같은 결과를 종합하여 보아 크롬에 의한 건강장해를 판정하는데 있어 비중격 천공에 비교적 큰 비중을 두고 있는 현재의 지도, 관리형태에서 보다 만성적이고 지속적인 건강장해를 판정할 수 있는 지침의 개발이 필요하며, 크롬폭로의 생물학적인 지표들을 충분히 활용하여 비중격 천공과 같은 비가역적 직업병이 발생하기 전에 미리 예방할 수 있는 건강관리 제도의 개발과 함께 더 나아가 장기간 폭로군 및 고위험군에 대한 발암여부를 규명하고 예방할 수 있는 보다 발전된 건강관리 프로그램의 개발이 필요할 것으로 사료된다.

## 결 론

전국에 산재되어 있는 크롬 취급 사업장을 대상으로 효과적인 작업환경 관리와 크롬 취급 근로자들의 건강관리 프로그램을 제시해보고자 1993년 2월 1일부터 10월 31일까지 56개 크롬 취급 사업장(도금업 38개소, 조립금속 제품제조업 4개소, 염료 제조업 5개소, 피혁가공업 6개소, 기타 3개소)의 크롬 취급 근로자 287명을 대상으로 기중, 혈중 및 요중 크롬 농도와 AST, ALT, Hb, Hct 검사와 비경 검사를 실시하여 다음과 같은 성적을 얻었다.

1. 조사 대상자의 평균 연령은  $37.6 \pm 9.47$ 세, 평균 작업 경력은  $4.9 \pm 3.39$ 년이었으며 조립금

속제품 제조업이  $41.9 \pm 8.42$ ,  $6.8 \pm 2.83$ 년으로 평균 연령과 평균 작업 경력이 다른 업종에 비하여 다소 높았다.

2. 공기중 크롬농도(기하평균)는 도금업  $0.0138 \text{ mg/m}^3$  ( $0.001 \sim 0.068 \text{ mg/m}^3$ ), 조립금속 제품제조업  $0.0115 \text{ mg/m}^3$  ( $0.006 \sim 0.015 \text{ mg/m}^3$ ), 염료 제조업  $0.068 \text{ mg/m}^3$  ( $0.002 \sim 0.019 \text{ mg/m}^3$ ), 피혁가공업  $0.0083 \text{ mg/m}^3$  ( $0.002 \sim 0.028 \text{ mg/m}^3$ ), 기타  $0.0039 \text{ mg/m}^3$  ( $0.003 \sim 0.005 \text{ mg/m}^3$ )이었고, 56개 사업장중 도금업 5개소(8.9%)에서 허용기준(TLV-TWA)를 상회하였다.
3. 혈중 크롬농도(기하평균)는 도금업  $1.54 \mu\text{g/dl}$  ( $0.10 \sim 3.62 \mu\text{g/dl}$ ), 조립금속 제품제조업  $0.94 \mu\text{g/dl}$  ( $0.27 \sim 2.82 \mu\text{g/dl}$ ), 염료 제조업  $0.51 \mu\text{g/dl}$  ( $0.10 \sim 3.25 \mu\text{g/dl}$ ), 피혁가공업  $0.866 \mu\text{g/dl}$  ( $0.15 \sim 8.00 \mu\text{g/dl}$ ), 기타  $0.55 \mu\text{g/dl}$  ( $0.20 \sim 2.80 \mu\text{g/dl}$ )로서 도금업에서 유의하게 높았다( $P < 0.001$ ).
4. 요중 크롬농도(기하평균)는 도금업  $14.47 \mu\text{g/l}$  ( $6.90 \sim 28.00 \mu\text{g/l}$ ), 조립금속 제품제조업  $4.63 \mu\text{g/l}$  ( $0.24 \sim 43.00 \mu\text{g/l}$ ), 염료 제조업  $5.93 \mu\text{g/l}$  ( $1.00 \sim 33.00 \mu\text{g/l}$ ), 피혁가공업  $11.09 \mu\text{g/l}$  ( $0.80 \sim 48.00 \mu\text{g/d}$ ), 기타  $13.41 \mu\text{g/l}$  ( $10.10 \sim 41.00 \mu\text{g/d}$ )으로 역시 도금업에서 유의하게 높았다( $P < 0.003$ ).
5. 287명의 조사 대상자들 중 24명(8.4%)에서 비중격 천공이 관찰되었으며 이들 중 17명(9.7%)이 도금업이고, 4명(14.3%)이 피혁가공업에 종사하는 근로자이었다.
6. 비중격 천공군과 비천공군에 대한 공기중, 혈중, 요중 크롬 농도의 비교에서는 공기중 크롬 농도는 각각  $0.012 \pm 0.017 \text{ mg/m}^3$ ,  $0.009 \pm 0.034 \text{ mg/m}^3$ 으로 천공군에서 다소 높았으나 유의한 차이는 아니었으며( $P = 0.32$ ), 혈중 크롬농도는 각각  $1.883 \pm 3.055 \mu\text{g/dl}$ ,  $0.793 \pm 0.815 \mu\text{g/dl}$ ( $P < 0.001$ ), 요중 크롬농도는 각각  $21.31 \pm 34.610 \mu\text{g/l}$ ,  $9.304 \pm 11.079 \mu\text{g/l}$ ( $P < 0.001$ )로서 혈중 및 요중 크롬 농도가 모두 비

중격 천공군에서 통계적으로 유의하게 높았다.

7. 폭로군과 대조군에 대한 혈중, 요중 크롬농도, AST, ACT, Hb 및 Hct에 대한 검사 성적을 비교하여 보면 혈중 크롬농도는 각각  $0.88 \pm 0.050 \mu\text{g}/\text{dl}$ ,  $0.23 \pm 0.023 \mu\text{g}/\text{dl}$  ( $P < 0.001$ ), 요중 크롬농도는 각각  $11.08 \pm 0.923 \mu\text{g}/\text{l}$ ,  $5.68 \pm 0.045 \mu\text{g}/\text{l}$  ( $P < 0.001$ ), AST는 각각  $29.96 \pm 1.863 \text{ IU}/\text{l}$ ,  $19.25 \pm 0.398 \text{ IU}/\text{l}$  ( $P < 0.01$ ), ALT는 각각  $24.24 \pm 1.425 \text{ IU}/\text{l}$ ,  $13.81 \pm 1.025 \text{ IU}/\text{l}$  ( $P < 0.001$ )로서 혈중, 요중 크롬농도, AST, ALT는 폭로군에서 통계적으로 유의하게 높았다. Hb는 각각  $14.69 \pm 0.069 \text{ mg}/\text{dl}$ ,  $13.25 \pm 0.153 \text{ mg}/\text{dl}$  ( $P = 0.626$ ), Hct는 각각  $44.35 \pm 0.267\%$ ,  $39.73 \pm 0.449\%$  ( $P = 0.673$ )으로 대조군의 성별보정을 실시하여 비교한 결과 유의한 차이가 없었다.

이상의 결과 현재로서는 비중격 천공을 제외하고는 크롬에 대한 뚜렷한 진단상의 소견이 없으며 비중격 천공군의 대부분이 6가 크롬을 취급하는 도금업에 종사하는 근로자이므로 6가 크롬을 취급하는 근로자들에 대한 작업환경 평가 등 세심한 관리가 요구된다. 혈중, 요중 크롬 농도 모두에서 폭로군이 대조군에 비하여 높게 나타나므로 이와같은 생물학적 지표를 사용한 건강진단을 실시하여 지속적으로 추적 관찰함이 매우 중요한 것으로 인식되며, 또한 향후 비중격 천공군과 같은 고 위험군에 대하여 지속적으로 관찰으로 발암성에 대한 관리를 할 수 있는 새로운 프로그램의 개발이 요구되고, 작업환경 개선을 통한 크롬 취급 근로자들의 산업보건학적 측면이나 생산성 향상을 위해 좀 더 체계적으로 연구되어야 할 것으로 사료된다.

## 참고 문헌

관세청. 무역통계연보, 1991  
 노동부. 근로자특수건강진단 방법 및 직업병 관리 기준, 2판, 1989; 313-317

노동부. 유해물질 허용농도(노동부 고시 제 91-21), 1991  
 노동부. 작업 환경 측정에 관한 업무편람, 2판. 1991; 116-117  
 노동부. 특수건강진단 실시방법 및 직업병 관리기준, 1판. shehdqn, 1991; 313-317  
 노동부. 1991년도 지방관서보고 종합, 1992  
 대한산업보건협회. 특수건강진단 종합연보, 1판, 1988; 110-115  
 대한산업보건협회. 1991년도 특수건강진단 종합연보. 특수건강진단기술협의회, 대한산업보건협회, 1992  
 대한상공회의소. 전국기업체총람, 1992  
 신동훈, 윤능기, 예민해, 서석권. 일부 6가 크롬 폭로 작업자의 림프구 자매 염색체 분체교환. 예방 의학회지 1990; 23 (3): 358-368  
 유병철. 크롬취급 근로자들의 크롬폭로 실태와 건강관리 프로그램에 관한 연구. 인제대학교 대학원, 1994  
 윤형렬, 김장락, 홍대용. 일부 크롬 폭로 근로자들이 있어서 변이원성 지표로서의 소핵 검사. 대한산업의학회지 1993; 5 (1): 45-57  
 이상택, 김광중. 크롬 취급 노동자의 혈중 및 요중 크롬 함량에 관한 연구. 고의대 논문집 1980; 145-152  
 조규상. 산업보건학, 2판. 수문사, 1991; 305-315  
 최호춘, 김해정. 도금업 근로자의 혈청중 중금속 농도-크롬 및 니켈 도금업 근로자의 작업 환경과 혈청중 크롬 및 니켈 농도. 근로복지공사 중앙병원 부설 직업병연구소, 직연보 1990; 20-90-9  
 한국산업안전공단. 산업위생관리자 신규과정 교육교재 31-21-5호(중금속중독), 1989  
 American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). *Documental of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*. Cincinnati, Ohio, ACGIH, 1986; 139-140  
 Davison IWF, Secrest WL. *Determination of Chromium in biological material by atomic absorption spectrometry using a graphite furnace atomizer*. Anal Chem 1972; 1808-1813  
 Elizabeth T, Snow A. *Possible role for chromium in genotoxicity*. Environmental Health Perspective 1991; 75-81  
 Gafafer WM. *Health of Workers in Chomate Producing Industry*. U.S.A., Public Health Service, 1953; 192  
 George DC, Florence EC. *Chromium-Petty's Industrial hygiene and toxicology, 3rd ed*. U.S.A., Library of Congress Cataloging in Publication Data, 1981; 1589-1603

- John ML, Robert BW. *Occupational Medicine, 1st ed. East Norwalk, Prentice-Hall International Inc., 1992* :304-306
- John ML, Robert BW. *Public health and preventive medicine, 13th ed. East Norwalk, Prentice-Hall International Inc., 1992*: 387-388
- Joseph L. *Occupational medicine, 1st ed. East Norwalk, Prentice-Hall International Inc., 1990*: 304-306
- Kayne FJ, Komar G, Laboda H, Vanderlinede RE. *Atomic absorption spectrophotometry of Chromium in serum and urine with a modified Perkin-Elmer 603 atomic absorption spectrophotometer. Clin Chem 1974* : 2151-2154
- Langard S. *One hundred years of chromium and cancer: A review of epidemiological evidence and selected case report. Am Ind Med 1990* : 189-215
- Mary OA, John D. *Chromium Toxicology, 4th ed. New York, Pergamon Press, 1991*: 638-639
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). *Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Chromium, DHHS (NIOSH) Publication No. 84-100. Cincinnati, Ohio, NIOSH, 1975*
- NIOSH. *Chromium Pocket guide to chemical hazards, 1st ed. Washington D.C., U.S Government Printing Office, 1985* :82-84
- Pekarek RS, Hauer EC, Wannemacher RW, Beisel WR. *The direct determination of serum chromium by an atomic absorption spectrophotometer with a heated graphite atomizer. Anal Biochem 1974* : 283-292
- Phillip LW, James LB. *Industrial Toxicology, 11th ed. New York, Van Nostrand Reinhold Company, 1985* : 197-210
- Richard P et al. *Chromium induced kidney disease. Environmental Health Perspective 1991* : 71-74
- Rinehart WC, Gad SC. *Current concepts in occupational health, Metal Chromium. Am Ind Hyg Assoc J 1986* : 696-698
- Stanley SB, Yasushi K. *Toxicology of metals, 1st ed. West Sussex, England, International Union of Pure and Applied Chemistry, 1987* : 345-392
- Taler FH. *The relationship of mortality and duration of employment as reflect by a cohort of chromate workers. Am J of Public Health 1966* : 218-229
- Versieck J, Cornelis R. *Normal levels of trace elements in human blood plasma or serum. Anal Chimica Acta 1980* : 217-254
- WHO. *International Program on Chemical Safety, 1st ed. Finland, WHO, 1988* : 17-18
- William NR. *Environmental and occupational medicine, 2nd ed. New York, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1992* : 799-805