

## 신발제조업체의 접착제 사용에 따른 직접·간접폭로 근로자들의 복합유기용제 폭로량과 자각증상 비교

대한산업보건협회\*  
충남대학교 의과대학 예방의학교실\*\*  
충남대학교 보건대학원\*\*\*

변정식\* · 김정윤\* · 조영채\*\* · 김동현\*\*\*

— Abstract —

### A Study on the Mixed Organic Solvent Dose and Subjective Symptoms of Direct and Indirect Bonding workers in Shoes Manufacturing Industrial

Jeong-Sik Byun\*, Jeong-Yun Kim\*, Young-Chae Cho\*\*, Dong-Hyun Kim\*\*\*

*Korean Industrial Health Association\**  
*Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Chungnam National University\*\**  
*Graduate School of Public Health Chungnam National University\*\*\**

This study was performed to find out the exposure level of mixed organic solvents, excretion of urinary hippuric acid and subjective symptoms according to the exposure of organic solvents of female workers who works on 5 shoes manufacturing industries in Taejon City from 24, september to 20, october 1993. The studied groups were divided into 3 groups that were consist of direct exposure group(48 workers), indirect exposure group(49 workers) and non-exposure group(68 workers) to the organic solvents.

The exposure levels of toluene of direct exposure group which  $89.86 \pm 56.20$ ppm had higher than that of indirect exposure group which had  $40.23 \pm 47.21$ ppm. In the exposure level of mixed organic solvent(R-value), direct exposure group was  $2.84 \pm 1.53$  and exceeded approximatly 3 times the R-value. Whereas, indirect exposure group was not exceeded the R-value as  $0.80 \pm 0.61$ . In the excretion level of urinary hippuric acid, direct exposure group was  $1.78 \pm 1.25$ g/l, indirect exposure group was  $1.22 \pm 0.93$ g/l and non-exposure group was  $0.51 \pm 0.18$ g/l respectively. Therefore both direct exposure group and indirect exposure group were significantly higher than non-exposure group( $P < 0.01$ ).

In the correlation between toluene levels and urinary hippuric acid level, the direct exposure group had positive correlation( $R=0.8309$ ,  $P < 0.01$ ), also indirect exposure group had positive correlation( $R=0.5859$ ,  $P < 0.05$ ) and also in the correlation between the R value of mixed organic solvents and the urinary hippuric acid levels, the direct exposure group had positive correlation( $R=0.4492$ ,  $P < 0.05$ ), and indirect exposure group had ositive correlation( $R=0.7911$ ,

P<0.01). In the complain rates of the worker's subjective symptoms at work, both direct exposure group and indirect exposure group were higher than non-exposure group(P<0.05, P<0.01). But the subjective symptoms of "floating sensation" of direct exposure group had significantly higher than indirect exposure group. In the percent of subjective symptoms complaints during the worker's daily life, both direct exposure group and indirect exposure group had generally more statistical significance than nonexposure group(P<0.01), direct exposure group had not statistical significant difference from indirect exposure group.

As the results mentioned above, it has been analysed that the indirect at the adjacent manufacturing process are exposed to the considerable amount of solvent. Therefore, I think that there should be the betterment of surrounding through the complete working environment management to the occurrence source of the organic solvent, the changes of health management system to the indirect-exposed workers, and the systematic management of the special medical examination and the like.

## I. 서 론

유기용제는 최근 많은 산업장에서 널리 사용되고 있는 물질로 사용이 급격하게 증가하고 있으며, 대부분이 혼합 혹은 타 유해물질과 복합적으로 사용되고 산업장근로자들의 건강에 나쁜 영향을 초래하고 있는 실정이다<sup>1,2</sup>.

특히 유기용제는 인화성과 폭발성이 높고 인체에 중독을 일으킬 뿐 아니라 산업장내에서 각종 유기용제가 복합적으로 존재하여 상승 또는 상가작용을 일으켜 더욱 작업환경을 열악하게 만들게 된다<sup>3</sup>. 따라서 많은 사업장 근로자들이 유기용제에 노출될 기회가 많아지고 있어 작업환경관리 및 직업병 예방관리를 위하여, 산업위생학적인 대책을 위해서도 근로자들의 유기용제에 대한 폭로량을 정확히 평가할 수 있어야 한다. 폭로평가 방법으로는 작업환경농도 측정과 함께 개개인의 혈액이나 요중 대사물질을 이용한 생물학적인 모니터링을 생각할 수 있는데 생물학적인 모니터링은 호흡이나 피부흡수등의 경로를 통해 들어온 유기용제량을 종합적으로 평가할 수 있을 뿐만 아니라 많은 근로자들을 대상으로 적용할 수 있어 ACGIH(1991)<sup>4</sup>에서도 대사물질에 의한 폭로지표로 사용되고 있다<sup>4</sup>.

근로자에게 흡입된 유기용제는 체내를 통해 대사되며 대사과정에서 톨루엔은 대부분 벤조산으로 대사되어 간에서 글리신과 포함하여 마노산이 되고 소변으로 배설된다<sup>5,7</sup>.

눈, 코, 인후 및 피부 등에 발생하는 자각증상과 중추신경계 억제작용으로 인한 피로, 졸리움, 두통,

어지러움 및 우울증의 신경증상을 나타내는 유기용제의 종류만도 400여종에 이르고<sup>7</sup>, 그 독성과 휘발성으로 야기되는 건강장해가 다양함으로 우리나라 산업안전보건법 시행규칙에서 특수건강진단을 요구하고 있는 물질만도 51종에 이르고 있다<sup>8</sup>.

그러나 작업환경관리의 소홀로 근로자들의 건강장해를 유발할 수 있는 유기용제를 사용하는 산업장 거의 대부분이 용제를 직접취급하는 근로자들 위주로 특수건강진단 등의 제도적인 관리를 받고 있는 실정이며, 지금까지 톨루엔등의 유기용제에 노출되는 근로자들을 대상으로 요중 마노산을 분석한 여러 연구가 보고된 바 있으나<sup>9,10</sup> 유기용제의 발생원과 인접한 곳에서 근무하는 근로자들에 대한 조사보고가 없어 이들 근로자들의 폭로정도를 평가해 볼 수가 없었다.

이에 본 연구는 신발제조업체에서 접착제를 사용하는 근로자들의 유기용제 폭로상태를 직접폭로군과 간접폭로군으로 구분하여, 근로자들의 유기용제 폭로량과 요중 마노산량 및 작업시와 일상시 자각증상을 조사하여 이들 그룹간의 관계를 분석함으로써 향후 유기용제발생 산업장의 작업환경관리 대책의 수립과 근로자들의 건강관리를 위한 기초자료를 제공하고자 본 조사를 실시하였다.

## II. 조사대상 및 방법

### 1. 조사대상

조사대상 사업체는 1993년 9월 현재 대전시에 소재하고 있으며 원활한 생산활동을 하고 있는 5개 신

발제조업체를 대상으로 유기용제가 포함되어 있는 접착제를 직접취급하는 근로자 48명을 직접폭로군으로 하였고, 접착제를 취급하지 않으나 발생원에 인접하여 작업하는 근로자 49명을 간접폭로군으로 하였으며, 비폭로군으로는 유기용제 폭로와 전혀 무관한 2개 식품제조업체 근로자 68명으로 하여 총 165명을 조사대상으로 하였다. 조사대상 근로자는 모두 여성으로 하였다.

## 2. 복합유기용제 측정

접착제 사용으로 인한 유기용제 폭로농도를 파악하기 위하여 1993년 9월 24일부터 동년 10월 20일까지 상기 5개 신발제조업체에서 직접폭로군과 간접폭로군으로 구분하여 개인공기시료포집기(flow-lite pro, MSA, U.S.A.)에 활성탄 튜브(charcoal tube)를 장착하여 근로자의 호흡기 위치에서 기중 유기용제를 채취하였다. 활성탄 튜브로 표본을 포집할 때 개인공기시료 포집기의 유량은 유량보정계(Optiflow, Model 655 MSA, U.S.A.)로 보정하였고, 이때의 유속은 0.2 l/min으로 하였으며, 오전과 오후에 걸쳐 각각 40분간 샘플링 하였다. 포집 후 튜브의 앞뒤를 플라스틱 마개로 밀봉한 뒤 분석실로 옮겨 튜브 가운데를 절단 하여 각각의 활성탄(앞층 100mg, 뒷층 50mg)을 유리용기(Vial)에 옮기고 이황화 탄소(CS<sub>2</sub>)를 1ml 가한 다음 30분간 방치하여 유기용제를 용출시켰다. 용출한 용액은 마이크로주사기를 사용하여 1μl를 가스크로마토그래프(Gas chromatograph : VARIAN 3300, U.S.A.)에 주입하여 분석하였다. 분석시 검출기는 Flame Ionization Detector를 사용하였고, 충전컬럼(Packed column : ALLTECH 1000 CARBON WAX 20M)을 이용하였으며, 온도조건은 컬럼온도 60℃, 주입부 온도 180℃ 및 검출기 온도 220℃로 하였다.

## 3. 요중 마노산농도 측정

요중 마노산농도 측정은 직접폭로군, 간접폭로군 및 비폭로군으로 구분하여 작업시간중 오후 4-5시 사이에 요를 폴리에틸렌병에 채취하여 드라이아이스에 급냉시켜 분석실로 옮긴 후 채취된 요를 Pyridine, Benzenesulfonyl chloride, 에틸알콜로 처리하여 흡광광도계(Spectrophotometer, spectronic

20d, U.S.A.)를 이용하여 흡광파장 410nm에서 흡광도를 측정한 후 마노산농도를 계산하고, 요비중을 측정하여 보정하였다(Fig. 1).

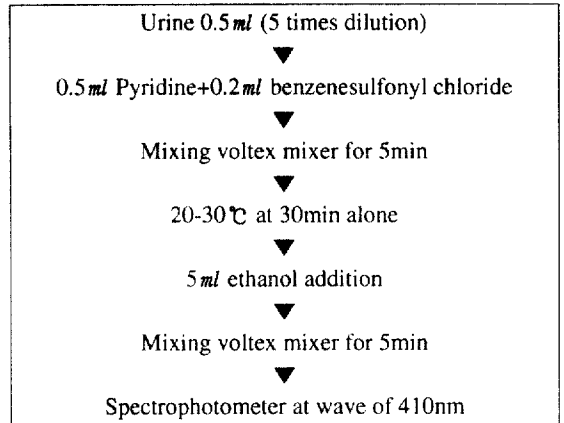


Fig 1. Analysis of hippuric acid in urine.

## 4. 자각증상 설문조사

조사대상 근로자 전원을 대상으로 이들의 작업시 느끼는 자각증상과 일상생활시 느끼는 자각증상을 자기기입식 설문지(Self-recorded questionnaire)를 통해 조사하였다. 조사는 대상사업체의 작업환경 측정시에 근로자들에게 설문지의 내용과 기입방법을 설명한 후 기입토록하여 현장에서 직접회수하였다. 설문지의 내용은 Inoue<sup>13)</sup>개발한 설문서를 토대로 본 조사의 목적에 알맞도록 수정 보완한 내용으로 작업시 느끼는 자각증상 12개 항목 일상생활시 느끼는 자각증상은 호흡기계 자각증상 3개항목, 소화기계 자각증상 6개항목, 자극증상계 자각증상 5개항목, 심혈관관련증상계 자각증상 3개항목, 신경 감각기계 자각증상 30개항목 및 기타 전신계 자각증상 8개항목으로 구성하였다.

## 5. 통계 및 분석

조사에서 얻은 자료는 SPSS/PC+ 통계 program을 이용하여 비폭로군, 직접폭로군 및 간접폭로군 간의 유의성 검증을 하기 위하여 t-test를 실시하였고, SAS 통계프로그램을 이용하여 블루엔 농도와 복합유기용제 허용기준 초과여부에 따른 요중 마노산 농도와 의 상관성을 알아보기 위해 상관분석을 실시 하였다.

### Ⅲ. 조사성적

#### 1. 조사대상의 일반적인 특성

총 조사대상자 165명의 유기용제 폭로여부에 따른 그룹별 비교는 비폭로군은 68명으로 41.2%, 직접폭로군이 48명으로 29.1%, 간접폭로군이 49명으로 29.7%의 분포였다.

연령별 분포를 보면 29세 이하군이 12.7%, 30-39세군이 44.9%, 40세 이상군이 42.4%의 분포였다. 근무시간별 분포는 8시간 근무하는 근로자가 48.5%이고, 9시간 근무하는 근로자가 51.5%를 보였다. 근무경력별 분포를 보면 2-4년동안 근무한 근로자가 62.4%를 보였고, 5년이상 근무한 근로자가 22.4%, 2년이하 동안 근무한 근로자가 15.2%의 분포였다. 근로자들의 흡연과 음주여부를 보면 흡연과 음주를 하지 않는 근로자가 각각 98.2%와 91.5%로 대부분을 차지하였다(Table 1).

#### 2. 직접폭로군과 간접폭로군의 유기용제 농도

작업환경내 기중 유기용제 측정농도를 각 분석항목별로 보면 톨루엔과 노말헥산의 농도는 직접폭로군에서 각각  $89.86 \pm 56.20\text{ppm}$ 과  $26.51 \pm 26.60\text{ppm}$ 으로 간접폭로군의  $40.23 \pm 47.21\text{ppm}$ 과  $8.03 \pm 8.99\text{ppm}$ 보다 통계적으로 유의하게 높았다 ( $P < 0.01$ ). 사이클로헥산의 농도는 직접폭로군의 경우  $20.95 \pm 19.91\text{ppm}$ 로 간접폭로군의  $11.99 \pm 2.86\text{ppm}$  보다 통계적으로 유의하게 높았다 ( $P < 0.05$ ).

디클로로메탄과 에틸아세테이트의 농도는 직접폭로군의 경우 각각  $65.88 \pm 53.51\text{ppm}$ 과  $9.47 \pm 5.94\text{ppm}$ 으로 간접폭로군의  $9.01 \pm 1.60\text{ppm}$ 과,  $1.98 \pm 0.50\text{ppm}$ 으로 직접폭로군이 간접폭로군 보다 통계적으로 유의하게 높았고 ( $P < 0.01$ ), 메틸에틸케톤의 농도는 직접폭로군이  $1.19 \pm 0.17\text{ppm}$ , 간접폭로군이  $1.47 \pm 0.50\text{ppm}$ 으로 직접폭로군이 간접폭로군 보다 통계적으로 유의하게 낮았다 ( $P < 0.01$ ).

Table 1. General characteristics of study subjects

Variable	Non-exposure group	Direct-exposure group	Indirect-exposure group	Total (%)
Age				
≤ 29	11 (16.2)	4 (8.3)	6(12.2)	21(12.7)
30-39	21 (30.9)	25(52.1)	28(57.2)	74(44.9)
40≤	36 (52.9)	19(39.6)	15(30.6)	70(42.4)
Work hour/day				
8	68(100.0)	6(12.5)	6(12.2)	80(48.5)
9	0(-)	42(87.5)	43(87.8)	85(51.5)
Job tenure(year)				
< 2	7 (10.3)	9(18.7)	9(18.4)	25(15.2)
2-4	45(66.2)	25(52.1)	33(67.3)	103(62.4)
5≤	16(23.5)	14(29.2)	7(14.3)	37(22.4)
Smoking				
Yes	0(-)	1(2.1)	2(4.1)	3(1.8)
No	68(100.0)	47(97.9)	47(95.9)	162(98.2)
Alcohol drinking				
Yes	5(7.4)	5(10.4)	4(8.2)	14(8.5)
No	63(92.6)	43(89.6)	45(91.8)	151(91.5)
Total	68(41.2)	48(29.1)	49(29.7)	165(100.0)

**Table 2.** Organic solvents concentration of direct-exposure and indirect-exposure group

Organic solvents	[ppm:mean ± S.D.]		
	Direct-exposure group(n=18)	Indirect-exposure group(n=19)	TL(Va)
Toluene	89.86 ± 56.20**	40.23 ± 47.21	100
Normalhexane	26.51 ± 26.60**	8.03 ± 8.99	50
Cyclohexane	20.95 ± 19.91*	11.99 ± 2.86	300
Dichloromethane	65.88 ± 53.51**	9.01 ± 1.60	50
Ethylacetate	9.47 ± 5.94**	1.98 ± 0.50	400
Methylethylketone	1.19 ± 0.17**	1.47 ± 0.50	200
R value <sup>a)</sup>	2.84 ± 1.53**	0.80 ± 0.61	1

a) TLV : Threshold limit value

b) R value : (C1/T1)+(C2/T2)+(C3/T3)+ ... +(Cn/Tn)

[C ; Measurement conc. of organic solvents ]

[T ; Threshold limit value of organic solvents]

\* P<0.05 \*\* P<0.01 : difference from indirect-exposure group

**Table 3.** Concentration of urinary hippuric acid and number of workers exceed the 1 g/l of urinary hippuric acid (g/l ;mean ± S.D.) (%)

	Non-exposure group(n=68)	Direct-exposure group(n=48)	Indirect-exposure group(n=49)
Hippuric acid	0.51 ± 0.18	1.78 ± 1.25	1.22 ± 0.93
No. of workers exceed the 1g/l hippuric acid	0(-)	25(52.1)	21(42.9)

\*\*1) : P<0.01(difference from non-exposure group)

\*\*2) : P<0.01(difference from non-exposure group)

\*3) : P<0.05(difference from indirect-exposure group)

복합유기용제 허용기준 초과여부인 R 값은 직접폭로군이 2.84±1.53으로 허용기준 1을 초과하였고, 간접폭로군은 0.80±0.61 복합유기용제 허용기준 초과여부인 1을 초과하지 않았으며, 간접폭로군에 비해 직접폭로군에서 통계적으로 유의하게 높은 값을 보였다(P<0.01) (Table 2).

### 3. 그룹별 요중 마노산 농도

직접폭로군의 요중 마노산 농도는 1.78±1.25 g/l로 간접폭로군의 마노산 농도 1.22±0.93 g/l와 비폭로군의 요중 마노산 농도는 0.51±0.18 g/l로 비폭로군에 비해 직접폭로군과 간접폭로군이 각각 통계적으로 유의하게 높게 나타났고(P<0.01), 직접

폭로군이 간접폭로군에 비해 통계적으로 유의하게 높았다(P<0.05).

노동부에서 설정한 요중 마노산 주의한계 수준인 1 g/l를 초과하는 근로자 수를 보면 직접폭로군의 경우 48명중 25명으로 52.1%를 차지하였고, 간접폭로군의 경우는 49명중 21명으로 42.9%의 비율 보였으며, 대조군인 비폭로군에서는 초과되는 근로자가 없었다(Table 3).

### 4. 직 간접폭로군에서 톨루엔 농도와 복합유기용제 허용기준 초과여부(R값) 및 요중 마노산 농도와의 상관관계

기중 톨루엔 농도와 요중 마노산 농도와의 상관관

계를 보면 직접폭로군의 경우  $R=0.8309$  ( $P<0.01$ )로 매우 유의한 정상관관계를 보였으며, 간접폭로군에서도  $R=0.5859$  ( $P<0.05$ )로 유의한 정상관관계를 보였다(Fig. 2).

복합유기용제 초과여부인 R값과 마노산 농도와의 상관관계에서는 직접폭로군의 경우  $R=0.4492$  ( $P<0.05$ )로 상관관계를 보였고, 간접폭로군에서는  $R=0.7911$  ( $P<0.01$ )로 통계적으로 매우 유의한 상관관계를 보였다(Fig. 3).

### 5. 근로자들의 작업시 느끼는 자각증상

근로자들의 작업시 느끼는 자각증상은 비폭로군의 경우 “눈이 침침하다”가 41.1%로 가장 높았고, “머리가 무겁게 느껴진다”에서 17.0%, “두통이 있다”에서 15.7%의 순위였다.

직접폭로군의 경우는 “눈이 따끔거린다”가 54.2%

로 가장 높은 비율을 보였고, 다음으로 “목구멍 안이 아프다”가 52.1%, “머리가 무겁게 느껴진다”가 50.0%, “코가 따끔거린다”가 43.7%, “눈이 침침하다”가 41.6%, “두통이 있다”가 35.4%의 순으로 자각증상의 호소율을 보였다.

간접폭로군의 경우는 “눈이 침침하다”가 53.1%로 가장 높은 호소율을 보였고, “눈이 따끔거린다”가 42.8%, “머리가 무겁게 느껴진다”가 38.7%의 순으로 호소율을 보였다.

그룹별 작업시 자각증상을 보면 비폭로군에 비해 직접폭로군은 “눈이 따끔거린다”, “이상한 냄새가 난다”, “목구멍 안이 아프다”, “현기증이 있다”, “공중에 떠있는 느낌이다”, “술에 취한 느낌이다”, “머리가

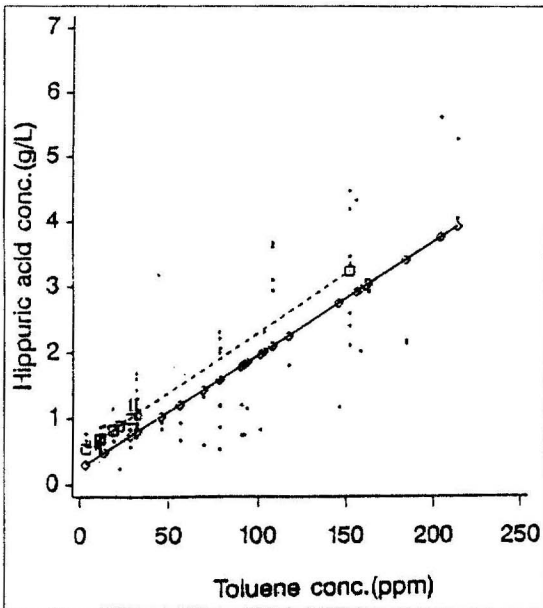


Fig. 2. Correlation of urinary hippuric acid and toluene concentration

— Direct-exposure group  
 $Y=0.0179 \times +0.492$   
 $R=0.8309$   
 $P<0.01$   
 ... Indirect-exposure group  
 $Y=0.0179 \times +0.251$   
 $R=0.5859$   
 $P<0.05$

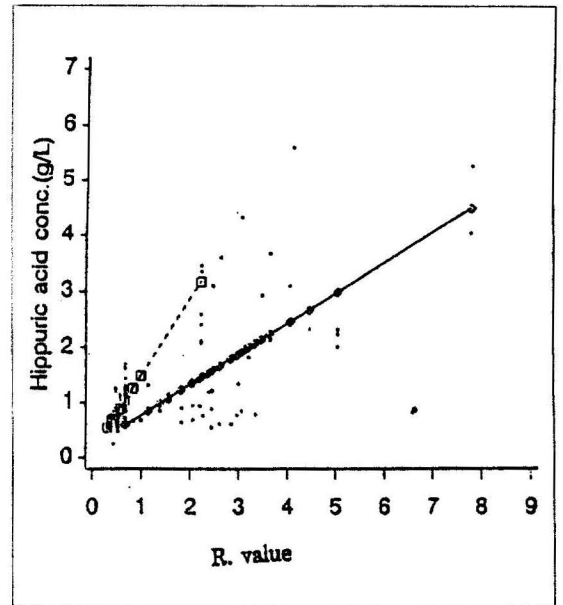


Fig. 3. Correlation of urinary hippuric acid and toluene concentration

— Direct-exposure group  
 $Y=0.5484 \times +0.222$   
 $R=0.4492$   
 $P<0.05$   
 ... Indirect-exposure group  
 $Y=1.3672 \times +0.127$   
 $R=0.7911$   
 $P<0.01$   
 $R\text{value} : (C1/T1)+(C2/T2)+(C3/T3)+ \dots +(Cn/Tn)$   
 [ C ; Mesurement conc. of organic solvents ]  
 [ T ; Organic solvents thershold limit value ]

무겁게 느껴진다”, “두통이 있다”에서 각각 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $P<0.05$ ,  $P<0.01$ ).

비폭로군에 비해 간접폭로군은 “눈이 따끔거린다”, “이상한 냄새가 난다”, “목구멍 안이 아프다”, “공중에 떠있는 느낌이다”, “술에 취한 느낌이다”, “머리가 무겁게 느껴진다”에서 각각 통계적인 차이를 보였다( $P<0.05$ ,  $P<0.01$ ).

직접폭로군과 간접폭로군에서의 유의성 검증은 “공중에 떠있는 느낌이다”에서만이 통계적인 유의성을 보였다( $P<0.05$ ) (Table 4).

#### 6. 근로자들의 일상생활시 느끼는 자각증상

일상생활시 자각증상 호소율은 비폭로군의 경우

자각증상계 자각증상이 12.6%로 가장 높은 호소율을 보였고, 다음으로 호흡기계가 6.3%, 소화기계가 4.2%의 순위였다.

직접폭로군과 간접폭로군에서의 자각증상 호소율은 자극증상계 자각증상이 각각 56.3와 36.7%로 가장 높은 비율을 보이면서 비폭로군의 12.6%에 비해 통계적으로 유의하게 높았고( $P<0.01$ ), 다음으로 호흡기계 자각증상에서 각각 31.3%와 24.5%로 역시 비폭로군의 6.3%에 비해 통계적인 유의성이 있었으며( $P<0.01$ ), 기타 전신계 자각증상에서도 직접폭로군과 간접폭로군에서 각각 12.5%와 14.3%로 비폭로군의 2.1% 보다 통계적으로 유의하게 높았다( $P<0.05$ ) (Table 5).

**Table 4.** The complain rates of subjective symptoms for working time of workers [%]

	Non-exposure group (n=68)	Direct-exposure group (n=48)	Indirect-exposure group (n=49)
Irritation in eyes	13.7	54.2 **	42.8 **
Blurred vision	41.1	41.6	53.1
Nasal irritation	0.0	43.7	34.7
Unusual smell	3.2	29.2 **	22.4 **
Sore throat	6.3	52.1 **	42.8 **
Unusual taste	0.0	14.6	6.1
Face flushing	8.4	18.8	16.3
Dizziness	12.6	27.1 *	20.4
Floating sensation	3.1	33.3 ** #	12.2 *
Drunken feeling	2.1	22.9 **	12.2 *
Head heavy feeling	17.0	50.0 **	38.7 **
Headache	15.7	35.4 *	16.3

\*  $P<0.05$  \*\*  $P<0.01$  : difference from non-exposure group

#  $P<0.05$  : difference from indirect-exposure group

**Table 5.** The complain rates of subjective symptoms for living of workers

	Non-exposure group (n=68)	Direct-exposure group (n=48)	Indirect-exposure group (n=49)
Respiratory	6.3	31.3 **	24.5 **
Digestive	4.2	10.4 *	4.1
Irritation related	12.6	56.3 **	36.7 **
Blood dyscrasia related	1.1	2.1	4.1
Nervous system related	1.1	3.0	2.1
General and others	2.1	12.5 *	14.3 *

\*  $P<0.05$  \*\*  $P<0.01$  : difference from non-exposure group

## 고 찰

산업의 고도화와 다양화로 인하여 유기용제는 많은 산업장에서 널리 사용되는 물질의 하나로서 그 용도와 사용량이 점점 증가하고 있고 사용목적에 따라 여러가지 유기용제의 복합물 혹은 다른 유해물질과 혼합하여 사용되는 경우가 많아서 복합유기용제 폭로에 의한 건강장해를 평가하는 것은 산업보건학적으로 중요한 의미를 지니고 있다<sup>14</sup>.

대체로 이들 화학물질은 생산 또는 취급하는 과정에서 발생하여 작업환경을 오염시키거나 근로자들에게 직접 또는 간접적으로 장시간 폭로되어 직업성 질환 또는 만성중독을 유발하게 된다<sup>15</sup>.

따라서 산업장에 있어서 작업환경관리등의 소홀은 유기용제를 직접 취급하는 근로자 뿐만아니라 유기용제 발생원의 인접공정에서 근무하는 근로자들에게 까지 악영향을 미치게 될 것으로 생각된다.

본 조사에서 얻은 유기용제 측정농도를 평가해 보면 복합유기용제 초과여부인 R값은 직접폭로군이  $2.84 \pm 1.52$ 로 R값을 약 3배 초과하였다. 이는 김<sup>16</sup>이 조사한  $1.12 \pm 0.73$  보다 높은 값이었는데 이와같은 결과는 측정당시 작업환경 관리실태, 작업장의 크기, 온도, 습도, 기타 여러가지 기후인자 등의 차이에서 기인된 것으로 사료되며, 간접폭로군에서는  $0.80 \pm 0.61$ 로 R값이 1을 넘지 않았으나 이는 허용기준 초과여부에 근접한 수준의 높은 결과이며, 이러한 결과는 유기용제의 발생원에 대해 국소배기 시스템등의 불량등 작업환경관리가 철저하게 이루어지지 않은 결과로 예견된다. 작업환경내 기중 톨루엔 측정농도는 직접폭로군에서  $89.86 \pm 56.20$ ppm으로 김<sup>16</sup>이 조사한 톨루엔농도  $86.3 \pm 68.8$ ppm과 비슷한 수준이었으며 간접폭로군은  $40.23 \pm 47.21$ ppm으로 나타났고, 직접폭로군과 간접폭로군간에는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $P < 0.01$ ).

유기용제의 체내 흡수량을 측정하기 위해서는 총 배설량을 이용하여 흡수량을 환산하는 방법을 사용해야 하지만 현실적으로 작업현장에서 총 배설량을 측정할 수 없으므로 작업중이나 작업후의 소변을 채취하여 대사물의 농도로 부터 흡수량을 측정하는 방법이 흔히 이용된다<sup>17</sup>.

본 조사의 요중 마노산농도는 직접폭로군의 경우

$1.78 \pm 1.25$ g/l로 나타났고, 간접폭로군의 경우는  $1.22 \pm 0.93$ g/l로 평균농도를 보였다. 본 조사의 직접폭로군에 대한 결과는 배동<sup>18</sup>이 조사한 모 제화 공장의 폭로군에 대한 마노산 농도에 대한 조사에서 나타난  $1.75 \pm 1.64$ g/l와 거의 같은 농도였고, 이 등<sup>19</sup>의 톨루엔을 함유한 접착제를 사용하는 모 제화 공장의 폭로근로자들을 대상으로 조사한 보고에서  $1.18 \pm 1.00$ g/l와는 간접폭로군과 비슷한 농도를 보이고 있다. 이는 환기시스템등이 불량함에서 오는 톨루엔등의 유기용제 농도가 높아 작업환경 상태를 열악하게 만들고 있어 인접공정까지 악영향을 미치는 것이 가장 큰 요인으로 생각된다. 물론 작업강도, 개인대사능력, 개인의 폐포기능정도 및 개인의 작업활동변수 등에 의해 마노산량이 다소 변화될 수도 있을 것이라고 생각된다.

그리고 비폭로군의 마노산농도는  $0.51 \pm 0.18$ g/l로서 김동<sup>11</sup>의 톨루엔 폭로근로자의 요중 마노산과 자각증상에 관한 연구와 박동<sup>9</sup>의 톨루엔에 노출된 근로자의 요중 마노산량에 관한 연구에서의 각각  $0.60 \pm 1.2$ g/l와  $0.67 \pm 0.30$ g/l로 비슷하게 나타났다. 비폭로군의 경우 일반적으로 검출되는 마노산량과 직접폭로군과 간접폭로군에서 보다 통계적으로 매우 유의하게 낮게 나타났다( $P < 0.01$ ).

노동부에서 설정한 요중 마노산 주의한계수준인 1g/l를 초과하는 근로자수를 보면 직접폭로군의 경우 48명중 25명으로 52.1%를 차지하였고 간접폭로군의 경우 49명중 21명으로 42.9%의 비율 보였는데 직접폭로군과는 약 10%정도 낮게 나타나고 있지만 비교적 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 생각된다.

요중 마노산량은 톨루엔 농도가 가장 큰 요인으로 작용하나 개인차가 매우커서 간장, 신장 및 기타 장에 대한 질환이 있거나 과일 및 야채 등의 섭취시에는 마노산 배설량에 변동이 생긴다고 보고되고 있으며, 음식물 이외에도 산업장에서 사용되고 있는 스티렌(Styrene), 에틸벤젠(Ethylbenzene) 및 벤조산(Benzoic acid) 등의 노출에 의해서도 배설에 관여된다고 보고9)되었고, 본 조사에서도 이에 따른 마노산량이 약간은 차이가 있는 것으로 사료된다. 톨루엔농도에 따른 요중 마노산량과의 상관관계를 보면 직접폭로군이 상관계수  $R=0.8309$ ( $P < 0.01$ )로서 매우 유의한 정상관계를 나타내고 있다. 이는



신발제조업체 근로자를 대상으로 한 Kawai등<sup>16)</sup>의 연구에서 상관계수  $R=0.897$  ( $P<0.01$ )보다 약간 낮은 것으로 비교 되었으나 페인트공장 근로자를 대상으로 한 Milkuski등<sup>17)</sup>의 연구에서 상관계수  $R=0.81$ , Inoue등<sup>18)</sup>의 신발제조업체 여성근로자를 대상으로 한 연구에서 상관계수  $R=0.828$ , 강등<sup>19)</sup>의 연구에서 그리비아 인쇄공장과 접착제를 사용하는 근로자들을 대상으로 조사한 기증 툴루엔 농도와 비보정 요중 마노산과의 상관계수  $R=0.835$ 와 유사한 값을 나타내었다. 간접폭로군에서도 상관계수  $R=0.5859$  ( $P<0.05$ )로서 정상관 관계를 보였으며, 이등<sup>8)</sup>의 툴루엔 사용근로자의 폭로량과 요중 마노산 배설량에 관한 연구에서 상관계수  $R=0.649$  보다 약간 낮은 수준으로 비폭로군과 간접폭로군의 비교이지만 간접폭로군에서의 값이 비교적 높은 상관성을 보여주고 있는 것으로 사료되며, 이는 종래의 간접폭로근로자들의 보건관리 형태나 유기용제 폭로 정도에 대한 인식이 변화되어야 할 부분으로 생각된다.

근로자들의 작업시 자각증상 호소율을 보면 직접폭로군에서 “눈이 따끔 따끔 아프다”, “목구멍 안이 아프다” 및 “머리가 무겁게 느껴진다”가 비폭로군에 비해 유의하게 높은 순위를 보였다 ( $P<0.01$ ). 이는 김등<sup>19)</sup>이 조사한 “머리가 아프다”, “눈이 침침하다” 및 “어지럽다” 순위로 증상을 호소한 것과는 차이를 보이고 있지만 이등<sup>10)</sup>의 연구결과에서는 “눈이 침침하다”, “어지럽다” 및 “머리가 무겁게 느껴진다” 등을 유의한 항목으로 제시하였고 이<sup>20)</sup>등의 연구에서는 “눈이 침침하다”, “이상한 냄새가 난다” 및 “눈이 따끔따끔 아프다”의 순서로 증상을 호소하여 항목별로 약간의 차이를 보이고 있었으나 어느정도 일치하는 양상을 보였다. 이 결과는 본드 즉 각각의 유기용제 자체가 자극성으로 눈, 코 및 목 등을 자극하기 때문인 것으로 사료된다. 간접폭로군의 경우도 “눈이 따끔따끔 아프다”, “목구멍 안이 아프다” 및 “머리가 무겁게 느껴진다”에서 비폭로군에 비해 유의하게 높은 ( $P<0.01$ ) 수준이었으며, 이 결과는 본 조사의 직접폭로군과 호소율의 차이는 있지만 비교적 일치하는 경향을 보였고, 이 역시 자극성 물질이 인후부와 신경 등을 자극하여 나타나는 현상으로 사료된다.

자각증상은 근무조건에 의해서 호소되는 것 만이 아니고 일상생활속에서의 스트레스, 가정생활, 개인

의 감수성, 식습관, 유해물질등에 대한 인지도 및 기타 많은 요인 등 복합적인 것이 관여하는<sup>9)</sup> 것이지만 작업장에서 유해인자의 폭로에 의해 크게 좌우되는 것으로 사료된다. 본 조사에서 직접폭로군과 간접폭로군은 비폭로군에 비하여 거의 모든 항목에서 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있으나 직접폭로군과 간접폭로군에서는 서로 비슷한 호소율로 대부분 통계적인 유의성을 보이지 않고 있다. 즉, 직접 본드를 취급하는 근로자나 인접한 곳에서 작업하는 근로자의 자각증상 호소율은 약간의 차이는 있으나 대부분이 일치하는 상태에 있다. 직접 혹은 간접폭로군에서 비폭로군보다 자각증상 호소율이 높은 이유는 유해물질의 발생원에 대한 환기시설의 불량등 작업환경관리가 미흡함으로 유기용제의 기증 오염정도가 높아짐에서 오는 자각증상 호소가 큰 비중을 차지한 것으로 사료된다. 또, 직접폭로군과 간접폭로군에서는 “공중에 떠있는 기분이다”에서만 통계적인 차이를 보였고 ( $P<0.05$ ), 다른 자각증상에서는 직접폭로군과 통계적인 차이를 보이지 않고 있는데 이는 직접폭로군에서만 유해물질에 폭로되는 것이 아니라 인접한 곳에서 근로하는 근로자들에게도 영향이 미치게 될을 단면적으로 보여준다고 생각된다.

근로자들의 일상생활시 자각증상 호소율을 보면 직접폭로군 및 간접폭로군 모두 자극증상계 자각증상, 호흡기계자각증상 및 전신계 자각증상에서 호소율의 차이는 있지만 같은 순이었으며, 직접폭로군과 간접폭로군간에는 모든 항목에서 유의성을 보이지 않았으나 두군 모두 비폭로군에 비해 자극증상계 자각증상, 호흡기계 자각증상 및 전신계 자각증상에서 통계적으로 유의하게 높은 수준이었다 ( $P<0.05$ ) ( $P<0.01$ ). 이와같은 자각증상 호소율은 상기에서 열거한 여러요인들이 복합적인 원인이 될 수 있으나 비폭로군 보다는 직 간접폭로군에서 호소율이 높게 나타난 것은 작업장에서의 유해물질에 대한 폭로가 업무후에도 어느정도 지속되기 때문인 것으로 생각되며, 또 작업환경에 대한 근로자들의 생각이 작업환경이 열악하다는 인식이 앞서서 데서 나타난 현상일 수도 있을 것이라고 사료된다.

이와같은 분석결과를 종합해 볼 때 간접폭로군이 직접폭로군 보다 조사한 거의 모든 변수 즉, 유기용제측정치, 마노산량 및 자각증상에서 수치상으로 다소 낮은 값을 보이고 있으나 유해물질폭로의 형상,

경로 및 결과가 모두 비슷한 처지에 놓여 있다. 따라서 간접폭로군 즉, 본드를 취급하지는 않으나 같은 작업장내에서 인접하여 근무하는 근로자들에 대해 보건관리 형태 및 인식의 변화가 요구되며, 이러한 산업장들에 대해 근본적인 작업환경 관리가 철저히 이루어져야 할 것으로 사료된다. 아울러 어떤 유해 물질에 대해서 직접취급하는 근로자들 뿐만이 아니라 근접한 곳에서 작업하는 근로자 들에 대해서도 더욱더 관심을 갖고 다각적인 관리와 연구가 이루어져야 할 것으로 본다.

## 결 론

신발제조업체에 종사하고 있는 근로자들의 유기용제 폭로상태를 직접·간접 및 비폭로군으로 구분하여 유기용제의 폭로량과 근로자들의 요중 마노산량과의 관계를 알아보고 폭로상태에 따른 자각증상을 조사하여 유기용제발생 산업장의 작업 환경 관리대책의 수립과 근로자들의 건강관리를 위한 기초자료를 제공코자 1993년 9월 24일 부터 동년 10월 20일까지 대전지역에 위치한 접착제를 사용하는 5개 신발제조업체의 근로자를 대상으로 접착제를 직접 사용하는 근로자 48명을 직접폭로군, 접착제를 취급하지 않으나 발생원에 인접하여 작업을 하는 근로자 49명을 간접폭로군 및 식품제조업체 근로자 68명을 대조군으로 구분하여 작업환경 중 복합유기용제 측정과 요중 마노산농도를 분석하고 자각증상에 대한 설문조사 한 결과는 다음과 같다.

1. 작업환경내 기중 유기용제 농도는 톨루엔이 직접폭로군에서  $89.86 \pm 56.20$ ppm으로 간접폭로군의  $40.23 \pm 47.21$ ppm 보다 통계적으로 유의하게 높았다( $p < 0.01$ ). 복합유기용제 허용기준 초과여부인 R 값은 직접폭로군이  $2.84 \pm 1.53$ 으로 허용기준을 약 3배 초과하였고, 간접폭로군의 R 값은  $0.80 \pm 0.61$ 로 허용기준을 초과하지 않았으며, 직접폭로군이 간접폭로군 보다 통계적으로 유의하게 높았다( $p < 0.01$ ).

2. 직접폭로군, 간접폭로군 및 비폭로대조군의 요중 마노산 농도는 각각  $1.78 \pm 1.25/l$ ,  $1.22 \pm 0.93/l$  및  $0.51 \pm 0.18/l$ 로 나타났으며, 비폭로군보다 직접폭로군과 간접폭로군이 통계적으로 유의하게 높았고( $p < 0.01$ ), 간접폭로군 보다 직접폭로군이

통계적으로 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ).

3. 직접폭로군과 간접폭로군의 기중 톨루엔 농도와 요중 마노산농도의 상관관계는 각각 상관계수  $R=0.8309$ ( $p < 0.01$ )와  $R=0.5859$ ( $p < 0.05$ )로 정상관계를 보였고, 복합유기용제 허용기준 초과 여부인 R값과 요중 마노산농도와의 상관관계에서도 각각  $R=0.4492$ ( $p < 0.05$ )와  $R=0.7911$ ( $p < 0.01$ )로 정상관계를 보였다.

4. 근로자들의 작업시 느끼는 자각증상 호소율은 직접폭로군과 간접폭로군은 비폭로군에 비해 호소율이 높았고, 직접폭로군에서 “공중에 떠있는 것처럼 느껴진다” 라는 증상만이 직접폭로군이 간접폭로군보다 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ).

5. 일상생활시 자각증상 호소율은 비폭로군에 비해 직접폭로군과 간접폭로군에서 통계적으로 유의하게 높았고( $p < 0.01$ ), 직접폭로군과 간접폭로군간에서는 유의성을 보이지 않았다.

이상과 같은 결과로 보아 본드를 직접 취급하지는 않으나 인접공장에서 작업을 하는 간접폭로근로자도 상당수준의 유기용제에 폭로되고 있는 것으로 분석되었는바 유기용제 발생원에 대한 철저한 작업환경 관리를 통한 작업환경 개선과 간접폭로근로자들에 대한 보건관리형태의 변화 및 특수건강진단 등의 제도적인 관리가 있어야 할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- 박대회, 문덕환, 이재연 : 신발제조업체에서 사용되는 접착제에 관한연구. 한국산업위생학회지, 1(2):200-213, 1991
- 정귀원의 7인 : 복합유기용제 취급 근로자의 혈액 및 뇨검사 결과분석. 예방의학지, 24(3):314-327, 1991
- ACGIH : *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices Cineinnati. American Conference of Industrial H. gienist, 1981*
- 김정철, 김광중, 이광목 : 방향족 유기용제 폭로근로자들의 요중 N-Acetyl- $\beta$ -glucosaminidase activity 와 마노산농도. 한국산업위생학회지, 3(2):166-176, 1993
- Ikeda M., Ohtsuj H. : *Significance of urinary hippuric acid determination as an index of toluene exposure. Brit J. Industr Med., 26:244-246, 1969*
- Ikeda M., Hara I. : *Evaluation of the exposure to*

- organic solvents by means of urinalysis for metabolites. Jap J Ind Health, 22:3-17, 1980*
- 문영환 : 톨루엔 취급근로자의 건강장애. 예방의학회지, 19(2):177-183, 1986
- 이성수 : 톨루엔 사용 근로자의 폭로량과 요중 마노산 배설량. 예방의학회지, 22(4):480-485, 1989
- 박은미, 노재훈, 문영환 : 톨루엔에 노출된 근로자의 요중 마노산량에 관한 연구. 예방의학회지, 20(2):228-235, 1987
- 이세훈 : 톨루엔 폭로근로자의 요중 마노산 및 O-Cresol 배설농도와 자각증상. 한국의산업의학, 27(2):4-8, 1988
- 김주자 : 톨루엔폭로 근로자의 요중 마노산과 자각증상에 관한 연구. 대한산업의학회지, 1(2):206-215, 1989
- 최호춘, 오도석, 오세민, 정규철 : 도로제조업 근로자의 복합유기용제 폭로 농도에 관한 연구. 한국산업위생학회지, 3(2):177-187, 1993
- Inoue의 9인 : *Relationship Between Exposure to Toluene Excretion on Urinary Metablitieps in korean female Solvent workers. Ind. Health, 26 :147-152, 1988*
- 김돈균, 이수일, 조병만, 이지호, 이후락, 박종익 : 요중 N-ACETYL- $\beta$ -Dglucosaminidase 활성치를 이용한 신발제조업 근로자들의 만성 신기능장애 평가. 대한산업의학회지, 5(1):114-127, 1993
- 배기택, 문덕환, 김종환, 문찬석, 이채언 : 톨루엔 크실렌 및 벤젠폭로의 생화학적 지표들에 관한연구. 대한산업의학회지, 3(2):165-176, 1991
- Kawai T., Teramoto K. : *Toluene exposure and urine hippuric acid cresol and phenol levels in workers of vinyl shoes factories. The J. Science Labour, 60(3):23-29, 1984*
- Mikulski PI., Wiglusz R., Bublewska A., Uselis J. : *Investigation of exposure of ships painters to organec solvents. Bull. Inst. mar. med. Gdansk, 21:129-238, 1970*
- 강성규, 이동배, 이영수 : 유기용제의 위해도 평가 및 일부 유기용제의 생물학적 폭로지표. 충남대의대잡지, 20(1):113-134, 1993
- 김선민, 조수현, 임현술, 김현 : 저농도 복합유기용제 폭로 근로자의 주관적 자각증상에 대한 연구. 대한산업의학회지, 5(1):104-114, 1993
- 이병국, 안규동, 김주자, 한구용, 남택승 : 공기중 톨루엔 폭로에 따른 요중 마노산 배설량과 자각증상에 관한연구. 한국의 산업의학, 20(2):56, 1990
- 노동부 : 유해물질의 허용농도. 노동부 고시 제91-21호, 노동부, 1991