

## 자동차 정비공의 혈액 및 뇨검사 소견과 자각증상에 대한 조사

이광성 · 이명구 · 조영채\*

충남대학교 보건대학원, \*충남대학교 의과대학 예방의학교실

### Laboratory Findings and Subjective Symptoms of Car Repair Workers

Kwang-Sung Lee, Myung-Goo Lee and Young-Chae Cho\*

School of Public Health, Chungnam National University

\*Dept. of Preventive Medicine, College of Medicine, Chungnam National University

#### ABSTRACT

To evaluate the effects on health by exposure to low dose organic solvents, the author analyzed the air concentration of mixed organic solvents (toluene, xylene, butylacetate) at worker's breathing zone during painting, some laboratory findings of blood (WBC, RBC, Hb, Hct, SGOT, SGPT, TC, TG, HDL-C, LDL-C, IgG, IgM, IgA and IgE) and urine (hippuric acid, urinary protein, urobilinogen), surveyed the subjective symptoms those were obtained from 35 male workers exposed to mixed organic solvents, and 25 male workers not exposed to organic solvents who worked in car repair workshops in Taejon area from December 1, 1995, to February 29, 1996.

The results were as follows:

1. The mean concentration of urinary hippuric acid of car painting worker group (organic solvent exposure group) was  $0.76 \pm 0.21$  g/l, which is significantly higher than that of non-exposed group.

2. In hematologic findings, the values of RBC, TC, LDL-C, IgG and IgE in the exposure group were significantly lower than those of the nonexposed group, but SGOT and SGPT in the exposure group were significantly higher than those of the non-exposed group.

3. Urinary hippuric acid levels showed positively correlated with toluene, urobilinogen and HDL-C levels, but those were negatively correlated with RBC, LDL-C, IgM levels.

4. Rates of the subjective symptoms such as "dizziness", "appetite loss", "weight loss", "palpitation", "chest tightness", "sore throat and eye discomfort", "tingling sense and acrodynia", "illusion or hallucination" and "decreased motor power" were significantly higher in the exposure group than those of the non-exposed group.

**Keywords** : Solvent exposure, Car repair workers

## I. 서 론

우리나라의 자동차 정비공장은 자동차의 보급과 함께 최근 급격히 증가하였으며 많은 근로자들이 자동차 정비업에 종사하게 되었다. 그러나 대부분의 정비업소들은 영세성을 벗어나지 못하고 있을 뿐만 아니라 작업환경 또한 열악하므로 근로자들의 건강 문제에 관심을 갖지 않을 수 없게 되었다. 특히 모든 자동차 정비업소들은 인체에 유해한 도료와 유기용제

를 취급하고 있으나 근로자들의 건강진단과 작업환경 측정 및 유해작업에 대한 위생관리가 잘 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 따라서 자동차 정비업소에서 유기용제 폭로로 인한 중독발생의 위험이 더욱 증대될 것으로 보이며, 이런 물질들이 인체에 미치는 영향에 관한 연구도 활발히 진행되어야 할 것이다.

일본에서는 오래 전에 馬淵 등<sup>1)</sup>이 자동차 정비 종사자의 유기용제 중독사례를 보고 한 바 있고, 자동차 도장 작업자의 눈과 신경계의 변화와 신체적 자

각증상에 대한 조사 보고도 있었으나,<sup>2,5)</sup> 우리 나라에서는 이들에 대한 역학 조사가 아직까지 제대로 이루어지지 못하고 있다.

유기용제 폭로로 인한 건강 장애에 관해서 과거에는 급성적인 고농도 폭로에 대해서만 알려져 있을 뿐, 직업적인 만성 폭로에 대해서는 큰 관심을 갖지 못하고, 근래에 와서 저농도에서 장기간 폭로될 때의 중독증상에 관심을 갖게 되었다.<sup>6)</sup>

작업장에서의 유기용제는 주로 호흡기를 통하여 근로자들에게 흡입되는데 휘발성이 강하여 작업장내의 공기중 농도를 쉽게 높일 수 있어 급·만성 중독을 일으킬 수가 있다. 특히 저농도에 만성적으로 폭로되면 피로, 권태, 두통, 현기증 등 중추신경장애와 자율신경계의 불안정 상태를 야기하고 부신피질 기능에 장애를 가져 오는 것으로 알려져 있다.<sup>7-9)</sup>

따라서 유기용제의 폭로 실태를 평가하는 데에는 이와 같은 임상적인 소견 외에도 생물학적 모니터링으로 정맥혈과 호기 시료에서의 유기용제 농도와 뇨중 대사산물 배설량 등을 검사하고 있다.<sup>10,11)</sup> 유기용제 중독 진단의 검사 항목으로는 직업경력, 혈액검사, 간기능 검사, 뇨단백, 뇨중 유로비리노젠 검사와 임상소견 등이 실시되고 있다. 이들 검사에서 유소견이 나타날 때는 혈액 정밀검사와 더 광범위한 간기능 검사, 신장기능 검사와 뇌신경계 검사 등을 실시하며 뇨중 대사산물을 측정하게 된다.<sup>12)</sup>

그동안 우리나라에서 이루어진 유기용제에 대한 연구를 보면 주로 톨루엔 취급 근로자들에 대한 건강장애 조사,<sup>13,15)</sup> 몇 가지 생물학적 폭로지표에 대한 조사,<sup>16-21)</sup> 신경행동학적인 변화를 관찰한 연구<sup>22-25)</sup> 등 비교적 다양한 보고가 있다. 그러나 자동차 정비업소에서 유기용제에 폭로된 근로자들을 대상으로 혈액과 뇨검사 소견을 검토한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 저농도의 유기용제에 폭로될 경우 근로자들의 각종 생물학적 지표에 대한 농도를 측정하고 자각증상을 평가하여 앞으로 유기용제 취급 사업장의 작업환경관리와 근로자의 건강관리를 위한 대책수립의 기초자료를 제공하고자 비교적 영세기업이면서 작업환경이 열악한 자동차 정비업체에서 유기용제를 사용하고 있는 도장작업자를 폭로군으로, 동일 업소에 근무하면서 유기용제를 사용하지 않는 군을 대조군으로 구분하여, 이들 근로자의 유기용제 폭로량과 뇨중 마노산· 뇨단백 및 유로비리노젠 검사, 혈액학적·혈액생화학적 검사, 면역학적 검사 및 자각증상을 조사하여 비교 분석하였다.

## II. 조사대상 및 방법

### 1. 조사대상

1995년 12월 현재 대전시에 소재하고 있는 52개 자동차 정비업소를 방문하여 본 조사의 취지를 설명하고 작업환경 중의 유기용제 농도 측정, 혈액· 뇨 시료 채취와 설문조사에 협조하겠다는 응답을 받은 12개 정비업소 근로자를 조사대상으로 하였다.

이들 정비업소에서 혼합 유기용제에 폭로되어 도장 작업을 하는 총 근로자 48명 중 혈액· 뇨시료 채취와 설문조사에 응한 35명을 유기용제 폭로군으로, 같은 정비업소에 근무하면서 유기용제에 폭로되지 않은 근로자 중 폭로군과 연령· 근무시간· 체격 조건이 비슷한 근로자 25명을 유기용제 비폭로 대조군으로 나누었다. 조사대상은 모두 남자이며, 조사기간은 1995년 12월 1일부터 1996년 2월 29일까지로 하였다.

### 2. 조사방법

도장 작업자의 유기용제 폭로에 의한 건강 상태를 알아보기 위해 환경 모니터링으로 작업자의 호흡 위치에서 작업환경 중 유기용제 농도를 측정하였고, 인체 폭로 모니터링으로 혈액학적 검사와 뇨검사를 실시하였으며 면접조사에 의한 자각 증상을 조사하였다.

작업환경 중의 복합 유기용제 측정은 근로자들의 작업지에 개인 공기시료 포집기(personal air sampler: flow-lite pro, MSA, U.S.A.)와 활성탄관(coconut shell charcoal tube, 100 mg/50 µg; Supel Co., U.S.A.)을 사용하였으며 포집은 60분간 실시하였다. 분석은 이황화탄소(CS<sub>2</sub>)로 30분간 유기용제를 탈착시킨후 가스스크로마토그래피(gas chromatography: Varian 3300, U.S.A.) 법으로 하였다.

혈액시료는 작업 종료 후 바로 채취하였으며 혈액학치의 검사는 자동혈구계수기(Coulter stks-2A, U.S.A.)에 의해 WBC, RBC, Hb 및 Hct를 측정하였다. 생화학치의 검사에서 SGOT와 SGPT는 IFCC법,<sup>26)</sup> TC와 TG는 효소법,<sup>27,28)</sup> HDL-C 및 LDL-C는 침전법<sup>29)</sup>으로 측정하였다. 면역학치의 검사에서 IgG, IgM, IgA는 비용법<sup>30)</sup>(nephelometric method), IgE는 RIA (radioimmunoassay technique)법<sup>31)</sup>으로 측정하였다.

뇨시료는 작업 종료 후 바로 채취하였고, 뇨중 마노산의 측정은 pyridine, benzenesulfonyl chloride, 에틸알콜로 처리하여 흡광광도계(U-V spectrophotometer, Shimadzu 1601, Japan)로 410 nm의 파장에서 흡광도를 측정하여 마노산 농도를 산출한

후 노비중 1.024로 보정하였다. 뇨단백, 유로비리노젠의 측정에는 Clintek 100(Ames, Japan)을 이용하여 측정하였다.

자각증상에 관한 설문조사는 Inoue<sup>32)</sup>가 개발한 유기용제와 관련된 자각증상표 19개 항목을 우리 말로 번역하여 이용하였으며, 설문지의 내용은 연령, 신장, 체중, 음주, 흡연, 근무 경력, 근무 시간 등의 일반적인 특성과 유기용제 폭로 작업장의 작업 조건 등으로 구성하였다. 신장과 체중의 계측에 의한 신체질량지수(Body Mass Index; BMI)는 체중(kg)을 신장(m)<sup>2</sup>으로 나누는 Quetelet지수를 사용하였다.

### 3. 통계처리와 분석

조사에서 얻은 자료를 SPSS/PC<sup>+</sup> 통계 program으로 분석하였다. 폭로군과 대조군간의 유의성 검증은 t-test를 실시하였고, 복합 유기용제 허용기준 초과 여부에 따른 뇨중 마노산 농도와 상관성을 알아보기 위해 회귀분석을 실시하였다.

## III. 조사성적

### 1. 근로자의 일반적인 특성

유기용제에 폭로된 근로자(이하 폭로군) 35명과 유기용제에 폭로되지 않은 근로자(이하 대조군) 25명의

**Table 1.** General characteristics of the study subjects (Mean  $\pm$  S.D.)

Item\Group	Exposure <sup>1)</sup> (n=35)	Control <sup>2)</sup> (n=25)	P-value
Age (year)	33.0 $\pm$ 6.5	39.2 $\pm$ 10.1	0.101
Hight (cm)	168.5 $\pm$ 5.5	168.1 $\pm$ 4.8	0.400
Weight (kg)	64.7 $\pm$ 10.0	68.7 $\pm$ 8.4	0.586
BMI <sup>3)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	22.8 $\pm$ 2.9	24.3 $\pm$ 2.4	0.792
Smoking (number of cigarettes/day)	14.7 $\pm$ 18.8	11.4 $\pm$ 21.4	0.258
Alcohol drinking (year)	14.3 $\pm$ 10.5	16.7 $\pm$ 13.8	0.614
Period engaged in painting (year)	8.5 $\pm$ 6.8	-	-
Hours engaged in painting (hour/day)	4.2 $\pm$ 1.8	-	-

<sup>1)</sup>Group using organic solvents for painting in car repair workshops.

<sup>2)</sup>Group not using organic solvents in car repair workshops.

<sup>3)</sup>Body mass index.

평균 연령은 폭로군이 33.0세, 대조군이 39.2세로 대조군이 약간 높았다.

평균 신장은 폭로군과 대조군이 각각 168.5 cm와 168.1 cm, 평균 체중은 각각 64.7 kg과 68.7 kg였으며, 평균 비만도는 22.8과 24.3으로 차이가 크지 않았다.

1일 흡연량은 대조군에 비해 폭로군에서 약간 많은 것으로 나타났으나 유의한 차이는 없었으며, 음주 기간은 대조군이 폭로군보다 약간 긴 것으로 나타났으나 역시 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

폭로군의 유기용제 폭로 작업경력은 평균 8.5년이었으며 1일 평균 작업시간은 4.2시간으로 비교적 짧은 작업경력과 작업시간이었다(Table 1).

### 2. 작업장의 유기용제 농도

폭로군의 작업장 공기 중 유기용제 농도는 톨루엔 4.43  $\pm$  3.68 ppm, 자일렌 3.04  $\pm$  2.80 ppm, 부틸아세테이트 3.88  $\pm$  3.16 ppm으로 비교적 저농도였다.

3가지 혼합용제의 복합노출지수는 0.10  $\pm$  0.67로 허용 기준인 1.0을 초과하지 않았다(Table 2).

### 3. 뇨중 마노산, 뇨단백 및 유로비리노젠 농도

조사대상자의 뇨중 대사산물인 마노산은 폭로군이 0.76  $\pm$  0.21 g/l, 대조군이 0.55  $\pm$  0.16 g/l로 폭로군에서 유의하게 높았다(P < 0.001). 뇨단백량은 폭로군이 6.62  $\pm$  24.58 mg/dl, 대조군이 4.67  $\pm$  20.45 mg/dl였으며, 유로빌리노젠량은 폭로군이 0.18  $\pm$  0.27 EU/dl 대조군이 0.10  $\pm$  0.16 EU/dl로 두가지 모두 대조군과 폭로군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 3).

**Table 2.** Organic solvents concentrations at worker's breathing zones of the working environments (Mean  $\pm$  S.D., ppm)

Item	Exposure (n=35)	TLV <sup>a)</sup>
Toluene	4.43 $\pm$ 3.68	100
Xylene	3.04 $\pm$ 2.80	100
Buthyl acetate	3.88 $\pm$ 3.16	150
R-value <sup>b)</sup>	0.10 $\pm$ 0.67	1.0

<sup>a)</sup>Threshold limit value.

<sup>b)</sup>(C<sub>1</sub>/T<sub>1</sub>) + (C<sub>2</sub>/T<sub>2</sub>) + ... + (C<sub>n</sub>/T<sub>n</sub>).

C: Measurement concentration of organic solvents.

T: Threshold limit value of organic solvents.

**Table 3.** Concentrations of hippuric acid, protein and urobilinogen in urine collected after work (Mean±S.D.)

Item\Group	Exposure (n=35)	Control (n=25)	P-value
Hippuric acid (g/l)	0.76±0.21	0.55±0.16	0.001
Protein in urine (mg/dl)	6.62±24.58	4.67±20.45	0.529
Urobilinogen (EU/dl)	0.18±0.27	0.10±0.16	0.127

**4. 혈액학적 소견**

RBC는 폭로군이 4.83±0.37 10<sup>6</sup>/μl, 대조군이 5.08±0.51 10<sup>6</sup>/μl로 대조군이 폭로군보다 통계적으로 유의하게 높았다(P<0.05). 또한 WBC·Hb치·Hct치도 대조군이 폭로군보다 높았으나 통계적인 유의성은 없었다.

SGOT와 SGPT는 폭로군에서 29.88±12.89 IU/l, 32.65±30.88 IU/l, 대조군에서 21.22±7.96 IU/l, 17.71±15.13 IU/l로 폭로군이 대조군보다 유의하게 높게 나타났다(p<0.05).

TC와 LDL-C은 폭로군에서 각각 171.00±25.78 mg/dl, 115.97±30.95 mg/dl, 대조군에서 190.76±43.40 mg/dl, 155.28±44.39 mg/dl로 대조군이 폭로군보다 통계적으로 유의하게 높았으나 (P<0.05, P<0.01), HDL-C와 TG는 두군간에 유의한 차이가

**Table 4.** Hematological findings and clinical chemistries in blood (Mean±S.D.)

Item\Group	Exposure (n=35)	Control (n=25)	P-value
WBC <sup>a)</sup> (10 <sup>3</sup> /μl)	6.03±1.69	6.57±0.16	0.2498
RBC <sup>b)</sup> (10 <sup>6</sup> /μl)	4.83±0.37	5.08±0.51	0.0341
Hb <sup>c)</sup> (g/dl)	15.14±1.18	15.68±1.42	0.1249
Hct <sup>d)</sup> (%)	44.59±3.12	45.63±3.46	0.2415
SGOT <sup>e)</sup> (IU/l)	29.88±12.89	21.22±7.96	0.0363
SGPT <sup>f)</sup> (IU/l)	32.65±30.88	17.71±15.13	0.0462
TC <sup>g)</sup> (mg/dl)	171.00±25.78	190.76±43.40	0.0313
HDL-C <sup>h)</sup> (mg/dl)	51.46±11.43	48.20±7.79	0.2223
TG <sup>i)</sup> (mg/dl)	183.68±238.78	201.00±125.79	0.7421
LDL-C <sup>j)</sup> (mg/dl)	115.97±30.95	155.28±44.39	0.0002

<sup>a)</sup>White blood cell, <sup>b)</sup>Red blood cell.

<sup>c)</sup>Hemoglobin, <sup>d)</sup>Hematocrit.

<sup>e)</sup>Serum glutamic oxaloacetic transaminase.

<sup>f)</sup>Serum glutamic pyruvic transaminase.

<sup>g)</sup>Triglyceride.

<sup>h)</sup>High density lipoprotein cholesterol.

<sup>i)</sup>Total cholesterol.

<sup>j)</sup>Low density lipoprotein cholesterol.

**Table 5.** Serum immunoglobulin levels (Mean±S.D.)

Item\Group	Exposure (n=35)	Control (n=25)	P-value
IgG (μg/dl)	1439.52±293.01	1266.43±196.09	0.0081
IgM (μg/dl)	123.58±55.63	131.03±55.11	0.6092
IgA (μg/dl)	247.29±88.50	203.15±108.45	0.5958
IgE (IU)	247.27±240.29	108.34±194.36	0.0323

없었다(Table 4).

**5. 면역글로블린치의 비교**

면역글로블린 G(IgG)는 폭로군이 1439.52±293.01 μg/dl로 대조군 1266.43±196.09 μg/dl보다 통계적으로 유의하게 높았으며(P<0.01). 면역글로블린 E(IgE)도 폭로군이 247.27±240.29 IU로 대조군의 108.34±194.36 IU보다 유의하게 높았다(P<0.05).

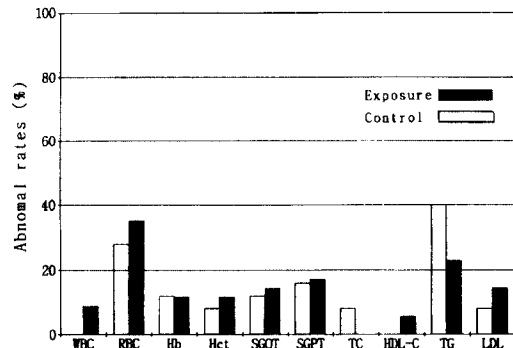
면역글로블린 M(IgM)과 면역글로블린 A(IgA)는 폭로군과 대조군 간에 유의한 차이가 없었다 (Table 5).

**6. 혈액검사 결과 비정상치의 비율**

혈액 검사에서 정상 범위를 벗어난 비정상치(abnormality)의 비율을 보면 TG가 폭로군에서 22%, 대조군에서 40%로 가장 높았다. 다음은 RBC, SGPT, SGOT, LDL-C 및 Hb 등의 순이었다. WBC, RBC, Hct, SGOT, SGPT, HDL-C와 LDL-C의 경우는 폭로군이 대조군에 비해 높게 나타났다(Fig. 1).

**7. 마노산 농도와 관련 변수별 회귀분석 결과**

노중 마노산 농도와의 상관관계를 보기 위해 노중 마노산 농도를 종속변수로, 기타 검사치를 독립



**Fig. 1.** Rates of blood examination abnormality.

변수로하여 단순회귀식을 구하고 적합성 검정을 한 결과, 톨루엔·유로빌리노젠·RBC·HDL-C·LDL-C·IgM과 마노산 농도 간의 단순회귀식이 적합하였다.

즉 Toluene과 마노산은 정상관관계( $r=0.580$ )가 있었으며 두변수간의 설명력은 33.7%( $R^2=0.337$ )였다. 유로빌리노젠과 마노산 농도 간에도 정상관관계( $r=0.299$ )가 있었으며, 두변수 간의 설명력은 8.9%( $R^2=0.089$ )였다. RBC와 마노산농도 간에는 음의 상관관계( $r=-0.236$ )가 있었으며 두변수 간의 설명력은 5.6%( $R^2=0.056$ )였다. HDL-C와 마노산농도 간에는 정상관관계( $r=0.312$ )가 있었으며 두변수 간의 설명력은 9.7%( $R^2=0.097$ )였으며, LDL-C와 마노산은 음의 상관관계( $r=-0.325$ )가 있었으며 두변수 간의 설명력은 10.5%( $R^2=0.105$ )였다. IgM과 마노산농도 간에는 음의 상관관계( $r=-0.264$ )가 있었고 두변수 간의 설명력은 7.0%( $R^2=0.070$ )였다 (Table 6).

#### 8. 자각증상 호소율

근로자들이 작업시 느끼는 자각증상은 폭로군의 경우 "머리가 무겁게 느껴진다(77.1%)가 가장 높

**Table 6.** Simple linear regression analysis of urinary hippuric acid and various parameters

Variable	Regression coefficient	In-tercept	R <sup>2</sup>	T-sig.
Toluene	0.5803	12.646	0.3367	0.0184
Xylene	0.4057	12.896	0.1646	0.1189
Buthyl acetate	0.3243	12.538	0.1052	0.2204
Protein in urine	-0.0958	23.072	0.0092	0.4824
Urobilinogen	0.2987	18.543	0.0890	0.0255
WBC	-0.0294	5.049	0.0009	0.8341
RBC	-0.2360	3.863	0.0557	0.0489
Hb	-0.1512	2.983	0.0229	0.2796
Hct	-0.0879	2.250	0.0077	0.5313
SGOT	0.0437	8.306	0.0019	0.7491
SGPT	0.0878	14.611	0.0077	0.5197
TC	-0.1699	5.908	0.0289	0.2107
HDL-C	0.3122	2.524	0.0974	0.0192
TG	-0.0984	17.438	0.0097	0.4708
LDL-C	-0.3248	10.007	0.1055	0.0146
IgG	0.1248	4.144	0.0002	0.9273
IgM	-0.2641	11.197	0.0698	0.0492
IgA	-0.0064	8.245	0.0001	0.9625
IgE	0.1076	17.406	0.0116	0.4522

**Table 7.** Rates of subjective symptom complaints (%)

Item\Group	Exposure (n=35)	Control (n=25)	P-value
Heaviness in the head	27 (77.1)	17 (68.0)	0.4298
Headache	24 (68.6)	16 (64.0)	0.7111
Itching or rough skin	23 (65.7)	12 (48.0)	0.1700
Dizziness	22 (62.9)	9 (36.0)	0.0401
Appetite loss	22 (62.9)	8 (32.0)	0.0184
Palpitation	22 (62.9)	9 (36.0)	0.0401
Chest tightness	21 (60.0)	9 (36.0)	0.0468
Sleeplessness or insomnia	20 (57.1)	12 (48.0)	0.4840
Concentration difficulty	19 (54.3)	11 (44.0)	0.4321
Decreased visual acuity	19 (54.3)	14 (56.0)	0.8953
Sore throat & eye discomfort	18 (51.4)	7 (28.0)	0.0496
Tingling sense & acrodynia	17 (48.6)	2 (8.0)	0.0009
Tremor	16 (45.7)	7 (28.0)	0.1641
Abdominal pain	15 (42.9)	15 (60.0)	0.1904
Anxiety	15 (42.9)	12 (48.0)	0.6930
Decreased motor power	14 (40.0)	4 (16.0)	0.0455
Nausea or vomiting	13 (37.1)	6 (24.0)	0.2806
Weight loss	12 (34.3)	2 (8.0)	0.0176
Illusion or hallucination	11 (31.4)	3 (12.0)	0.0494

았고, 다음은 "머리가 아프다(68.6%)", "피부가 가렵다(65.7%)", "현기증이 난다, 밥맛이 없다, 심장이 두근 거린다"가 각각 62.9% 등의 순위였다.

대조군의 경우에는 "머리가 무겁게 느껴진다(68.0%)가 가장 높았고, 다음은 "머리가 아프다(64.0%)", "복부에 통증이 있다(60.0%)", "시력이 나빠진다(56.0%)의 순으로 자각증상 호소율을 보 였다.

그룹별로 비교해보면 "현기증이 난다( $P < 0.05$ )", "식욕이 없다( $P < 0.05$ )", "체중이 감소한다( $P < 0.05$ )", "심장이 두근거린다( $P < 0.05$ )", "가슴이 답답하다( $P < 0.05$ )", "목과 눈이 아프다( $P < 0.05$ )", "손가락 발가락이 저리고 아프다( $P < 0.05$ )", "착각 과 환각이 일어난다( $P < 0.05$ )", "물건을 누르거나 잡아당기는 힘이 떨어진다( $P < 0.05$ )"의 9가지 항목에서 대조군에 비해 폭로군에서 통계적으로 유의하게 더 높은 호소율을 보였다(Table 7).

## IV. 고 찰

유기용제는 피용해 물질의 성질을 변화시키지 않고 어떤 물질을 잘 녹일 수 있는 액체성 유기화합물 질을 말한다. 상온·상압하에서 휘발성이 강하고 각

각 다른 화학구조를 가진 화합물로 알코올류·케톤류·에틸류·에스테르류·글리콜류·알데히드류·방향족 탄화수소류·할로겐화 탄화수소류·이황화탄소 등이 있으며 생체 내에서 산화·환원· 가수분해 등의 반응을 일으킴으로써 신경장애·소화기장애·호흡기장애·간장애·신장애·호혈장애, 피부와 점막에 가역적, 또는 비가역적인 기능장애를 유발할 수 있다고 알려져 있다.<sup>310)</sup>

산업현장에서 유기용제를 사용하는 경우에는 단독으로 사용하는 경우와 여러 가지를 혼합해서 사용하는 경우가 많다. 여러 가지 유기용제를 혼합하는 복합유기용제는 서로 상가작용이나 상승작용 등의 상호작용을 통해 단일유기용제에 비해 건강에 미치는 영향이 커서 최근에는 복합유기용제와 관련된 건강 영향 평가에 관심이 모아지고 있다.<sup>33)</sup>

본 조사의 도장작업에서 도료는 자동차 표면에 도포하여 건조된 피막층을 형성시켜 방습, 방청, 방식 등을 통한 물체의 보호와 색, 광택을 입혀 외관 및 형상의 변화를 주고 전자파 차폐, 태양열 반사 또는 흡수, 착빙 방지, 곰팡이 방지 등의 특수 기능을 수행할 수 있으며, 이러한 도료의 조성을 크게 나누면 수지·안료·용제·첨가제의 4가지 성분으로 나눌 수 있다.<sup>34)</sup> 이 중 용제는 그 점도를 조정하기 위하여 전색제 사용량의 10~75%가량의 희석제(thinner)를 사용하게 되며, 그 주성분은 톨루엔이며 기타 자일렌·브틸아세테이트·브틸에틸케톤 등으로 구성되어 있다.

톨루엔 폭로에 의한 신체 자각증상은 피로감, 허약감, 혼미, 두통, 어지럽고 졸린 듯한 증상과 평형기관의 장애로 인한 보행장애를 유발하고 고농도에서는 지각이상, 시력장애, 어지러움, 구역, 마취 및 탈진 상태 등의 중추신경계 증상을 나타낸다. 농도가 더 높으면 의식을 잃을 수도 있고, 비가역적인 중추신경계의 장애를 일으키기도 한다.

복합 유기용제 폭로에 의한 뇨중 대사물질로는 hippuric acid, mandelic acid, methyl hippuric acid 등으로 유기용제 취급자들의 건강진단시에 판정기준 물질로 되어 있다. 노동부 예규 제7호, 8호의 근로자 특수건강진단 실시 규정에 의하면 요중 마노산 농도가 1.0 g/l 미만인 경우는 정상범위, 1.0 g/l 이상인 경우는 주의한계, 2.4 g/l 이상인 때는 선별한계로 규정하고 있다.

본 조사는 자동차 정비업소 12곳을 대상으로 유기용제에 폭로되어 도장작업을 하는 근로자 35명을 폭

로군으로, 유기용제에 폭로되지 않은 근로자 25명을 대조군으로 구분하여 작업환경 중의 복합유기용제 측정과 뇨중 대사산물을 분석하고 혈액학적 검사, 생화학적 검사, 면역글로블린 검사와 자각증상을 면접 조사한 결과 폭로군의 작업장에서의 유기용제 농도는 톨루엔·자일렌·부틸아세테이트 모두 저농도로 검출되다. 복합 노출지수(R-value)는 0.10으로 허용기준 1.0<sup>35)</sup>을 초과하지 않았다. 폭로군의 뇨중 마노산 농도는  $0.76 \pm 0.21$  g/l로 대조군의  $0.55 \pm 0.16$  g/l보다 높았으며, 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $P < 0.01$ ).

김 등에<sup>36)</sup> 의하면 뇨중 마노산 농도는 유기용제를 사용하지 않는 사업장의 생산직 근로자의 경우에는 유의한 차이를 발견하지 못하였으나, 저농도 혼합 유기용제가 사용되는 사업장의 생산직과 사무직 근로자와의 비교에서는 유의한 차이가 있었다고 보고되어 있어 본 조사와 같은 결과였다.

혈액학치의 경우에 있어서는 김,<sup>15)</sup> 문 등<sup>30)</sup> 정 등<sup>21)</sup>은 근무년수에 따라 백혈구 수는 감소하는 경향이 있었으나, 적혈구 수는 유의한 차이가 없었다고 하였는데 본 조사에서는 백혈구 수는 유의성이 없었으나 적혈구 수는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이같은 결과는 본 조사의 폭로군과 대조군이 연령과 근무기간이 비슷하고 비교적 저농도 폭로였기 때문에 백혈구수에서는 차이가 없었으나, 적혈구수에서 차이가 있었던 것은 근무조건이나 개인의 특성에 의한 차이가 아닌가 생각된다.

산업장에서 이용되고 있는 유기용제들은 체내 흡입된 후 지방이 풍부한 조직에 일차적으로 축적되는데, 뇌조직 역시 지방과 혈관이 풍부한 조직으로 유기용제가 높은 농도로 축적될 수 있다.<sup>37)</sup> 이 등<sup>15)</sup>과 문 등<sup>20)</sup>의 경우 대조군보다 폭로군에서 SGOT, SGPT는 통계적으로 유의하게 높게 나타났으며, 본 조사의 결과와 일치하였다.

면역글로블린 검사 결과 IgG와 IgE는 대조군에 비해 폭로군에서 통계적으로 유의하게 높으며( $P < 0.01$ ,  $P < 0.05$ ), IgA와 IgE는 대조군에 비해 폭로군에서 높기는 하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 면역학치의 경우 본 조사에서는 IgG와 IgE는 대조군보다 폭로군에서 통계적으로 유의하게 높게 나타났으며, IgM은 대조군보다 폭로군에서 낮고, IgA는 그 반대이었으나 통계적인 유의성은 없었다. 이것은 IgG는 정상인의 총 면역글로블린의 75%를 차지하고 있으며, IgE는 간질환, 기생충감염 그리고

자가면역병 등이 있을 경우 비정상적으로 고농도로 나타날 수 있다고 하였으나,<sup>38)</sup> 국내에서는 면역글로블린 검사를 한 연구가 미진하여 비교할 수 없었으며 일본의 山野 등<sup>39)</sup>의 연구를 보면 IgE가 통계적으로 유의한 차이를 보이는데( $P < 0.05$ ), 유기용제폭로에 따른 것으로 생각하고 있으며 더욱 연구가 필요할 것으로 생각된다.

혈액검사 결과 정상범위를 초과한 비율은 WBC, RBC, Hct, SGOT, SGPT, HDL-C, LDL-C와 IgE의 항목이 대조군에 비해 폭로군에서 높게 나타났는데 이같은 결과는 山野 등<sup>39)</sup>의 연구에서도 유사한 결과를 보였으며, 앞으로는 각종 유기용제에 폭로되는 근로자들을 대상으로 이와 같은 검사가 꾸준히 이루어져 비교 분석 되어야 할 것으로 본다.

자각증상 호소율은 폭로군이 대조군에 비해 "현기증이 난다( $P < 0.05$ )", "식욕이 없다( $P < 0.05$ )", "체중이 감소한다( $P < 0.05$ )", "심장이 두근거린다( $P < 0.05$ )", "가슴이 답답하다( $P < 0.05$ )", "목과 눈이 아프다( $P < 0.05$ )", "손가락 발가락이 저리고 아프다( $P < 0.05$ )", "착각과 환각이 일어난다( $P < 0.05$ )", "물건을 누르거나 잡아당기는 힘이 떨어진다( $P < 0.05$ )" 등의 9가지 항목에서 더 높은 호소율을 보였다.

이와 같이 저농도 유기용제 폭로 근로자들에 있어서 혈액, 뇨검사와 자각증상을 조사한 결과 저농도 폭로에 의한 대상간의 차이는 없었지만, 일부 검사 항목에서 두군 간의 유의한 차이를 보이고 있으므로, 저 농도 유기용제의 폭로에 따른 건강 장애에 관심을 갖고 앞으로 지속적인 조사와 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 그리고 자각증상에 관해서도 근로자들의 교육 수준을 고려하여 신뢰도와 타당성이 높은 자각 증상에 대한 설문을 개발하고 검증하여 근로자들의 건강 영향 평가가 이루어져야 할 것으로 본다.

## V. 결 론

자동차 도장 작업자들의 유기용제 폭로에 따른 건강 장애를 혈액과 뇨검사 소견을 중심으로 검토하며 작업시 느끼는 자각증상을 알아 보고자 1995년 12월 1일부터 1996년 2월 29일까지 대전 지역에 있는 12개 자동차 정비업소에서 유기용제에 폭로되어 도장 작업을 하는 근로자 35명을 폭로군으로, 유기용제에 폭로되지 않은 근로자 25명을 대조군으로 구

분하여 작업환경중의 복합 유기용제 측정과 근로자의 혈액과 뇨검사를 실시하고 자각증상을 면접 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 폭로군의 뇨중 마노산 농도는  $0.76 \pm 0.21$  g/l로 대조군의  $0.55 \pm 0.16$  g/l보다 유의하게 높았다( $P < 0.01$ ).

2. 혈액학적 검사소견에서 RBC, TC, LDL-C, IgG와 IgE는 대조군보다 폭로군에서 유의하게 낮았으나( $P < 0.05$ ), SGOT와 SGPT는 대조군에 비해 폭로군에서 유의하게 높았다( $P < 0.05$ ).

3. 뇨중 마노산농도와 톨루엔, 유로비리노젠과 HDL-C와는 정상관관계가 있었으며 RBC, LDL-C, IgE와는 유의 상관관계가 있었다.

4. 자각증상 호소율은 "현기증이 난다( $P < 0.05$ )", "식욕이 없다( $P < 0.05$ )", "체중이 감소한다( $P < 0.05$ )", "심장이 두근거린다( $P < 0.05$ )", "가슴이 답답하다( $P < 0.05$ )", "목과 눈이 아프다( $P < 0.05$ )", "손가락 발가락이 저리고 아프다( $P < 0.05$ )", "착각과 환각이 일어난다( $P < 0.05$ )", "물건을 누르거나 잡아당기는 힘이 떨어진다( $P < 0.05$ )"의 9가지 항목에서 대조군에 비해 폭로군에서 유의하게 높은 호소율을 보였다.

## 참고문헌

- 1) 馬淵千之, 武田明夫, 竹内康浩: てんかん發作を呈した自動車塗装工の一例. 産業醫學, **15**, 174-175, 1973.
- 2) Raitta C, Husman, K. and Tossavainen, M.: Lens changes in car painters exposed to a mixture of organic solvents. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* **200**, 149-156, 1976.
- 3) Hänninen, EL, Husman, K. and Nurminen, M.: Behavioral effects of long-term exposure to a mixture of organic solvents. *Scand J Work Environ Health.* **2**, 240-255, 1976.
- 4) Husman, K.: Symptoms of car painters with long-term exposure to a mixture of organic solvents. *Scand J Work Environ Health.* **6**, 19-32, 1980.
- 5) Husman, K. and Karl, P.: Clinical neurological findings among car painters exposed to a mixture of organic solvents. *Scand J Work Environ Health.* **6**, 33-39, 1976.
- 6) World Health Organization: Environmental health 5 organic solvents and the central nervous system. WHO Regional Office for Europe and Ordic Council of Ministers, Copenhagen (monograph), p.1, 1985.
- 7) Grobbski, D.A.: Toluene sniffing producing cerebellar degeneration. *Am J Psychiatry.* **118**, 461-

- 465, 1961.
- 8) Knox, J.W. and Nelson, J.R.: Permanent encephalopathy from toluene inhalation. *N Engl J Med*, **279**, 1494-1496, 1996.
  - 9) Nomiyama, K. and Nomiyama, H.: Three fatal cases of thinner-sniffing and experimental exposure to toluene in human and animals. *Int Arch Occup Environ Health*, **41**, 55-64, 1978.
  - 10) Takeuchi, Y. and Hisanaga, N.: The neurotoxicity of toluene EEG changes in rats exposed to various concentrations. *Brit J Industr Med*, **34**, 314-342, 1977.
  - 11) Ikeda, M. and Hara, I.: Evaluation of the exposure to organic solvents by means of urinalysis for metabolites. *Jap J Ind Health*, **22**, 3-17, 1980.
  - 12) Walkley, J.E., Pagnott, L.D. and Elkins, H.B.: The measurement of phenol in urine as an index of benzene exposure. *Am Ind Hyg Assoc J*, **22**, 363-367, 1991.
  - 13) 김두희: Benzene, thinner 취급근로자의 혈액상과 증상. *경북의대잡지*, **19**(2), 160-168, 1978.
  - 14) 변정식, 김정운, 조영채, 김동현: 신발제조업체 근로자들의 접착제 사용에 따른 복합유기용제 폭로량과 자각 증상 비교. *한국 산업위생학회지*, **5**(1), 48-58, 1995.
  - 15) 이재연, 이종태, 정의화, 손혜숙, 문덕환, 전진호, 강정학, 이창희, 김휘동, 김중환, 정귀옥: 톨루엔을 포함한 유기용제의 직업적 폭로로 인한 신경내분비계 영향. *대한산업의학회지*, **7**(2), 362-374, 1995.
  - 16) 장성훈: 톨루엔, 크실렌 폭로량과 생물학적 지표들과의 상관성 연구. *대한산업의학회지*, **7**(2), 295-305, 1995.
  - 17) 안연순, 노재훈, 김치연, 박윤정, 정상혁: 톨루엔 디이소시아네이트 폭로 근로자들의 생물학적 모니터링. *대한산업의학회지*, **7**(2), 354-361, 1995.
  - 18) 강성규, 이동배, 이영수: 유기용제의 위해도 평가 및 일부유기용제의 생물학적 폭로지표. *충남대의대잡지*, **20**(1), 113-134, 1993.
  - 19) 차철환, 김광중, 김정철, 백남원: 벤젠폭로 근로자의 환경평가 및 생물학적 모니터링기법 개선에 관한 연구. *대한산업의학회지*, **6**(1), 122-133, 1994.
  - 20) 문영환, 노재훈: 톨루엔 취급 근로자의 건강장해. *예방의학회지*, **19**(2), 177-183, 1986.
  - 21) 정귀원, 김대환, 엄상화, 김성준, 김정호, 문선순, 전진호, 김용환: 복합유기용제 취급 근로자의 혈액 및 뇨검사 결과분석. *예방의학회지*, **24**(3), 314-327, 1991.
  - 22) 이덕희, 박인근, 김진하, 이용환, 강성규, 김두희: 복합유기용제 누적 폭로 정도에 따른 신경행동학적 변화. *예방의학회지*, **28**(2), 386-397, 1995.
  - 23) 이세훈, 이승환: 유기용제 폭로근로자의 신경행동학적 변화에 대한 연구. *카톨릭대학 의학부 예방의학교과*, p.55, 1993.
  - 24) 강성규, 이경용, 정호근, 이영진: 유기용제 중독에 의한 중추신경장애 1예. *대한산업의학회지*, **4**(1), 110-117, 1992.
  - 25) 정종학, 김창윤, 사공준: 컴퓨터를 이용한 유기용제 폭로 근로자의 신경행동학적 장애 검사. *대한산업의학회지*, **6**(2), 219-241, 1994.
  - 26) Burtis, C.A. and Ashwood, E.R.: The aminotransferases. *Tietz textbook of clinical chemistry*, 2nd ed, p.788, 1994.
  - 27) Sonnenwirth, A.C. and Jarett, L.: *Gradwohl's Clinical laboratory methods and diagnosis*. 8th ed, Mosby, St. Louis, p.281, 1980.
  - 28) Wahlefeld, A.W.: *Triglycerides, determination after enzymatic hydrolysis*. Verlag chemistry Weinheim and Academic Press, New York and London, 2nd ed, p.1831, 1974.
  - 29) Sugiuti, H. and Miyauti, K.: Direct measurement of high-density lipoprotein cholesterol in serum with a combination of chemical modified enzymes and sulfated d-cyclodextrin. *Clin chem*, **41**, 717-723, 1995.
  - 30) Sonnenwirth, A.C. and Jarett, L.: *Gradwohl's clinical laboratory methods and diagnosis*. 8th ed, Mosby, St. Louis, p.268, 1980.
  - 31) Sonnenwirth, A.C. and Jarett, L.: *Gradwohl's clinical laboratory methods and diagnosis*. 8th ed, Mosby, St. Louis, p.1224, 1980.
  - 32) Inoue: Relationship between exposure to toluen excretion on urianry metabolites in korean femail workers. *Ind health*, **26**, 147-152, 1988.
  - 33) 이종태, 문덕환, 이 현, 권문석, 김대환, 배기택, 이재연: 가스크로마토그래피를 이용한 산업장 공기중 혼합유기용제 농도의 동시정량분석에 의한 환경감시. *대한산업의학회지*, **7**(2), 375-389, 1995.
  - 34) 한국페인트 잉크공업협동조합편: *강교도장편람*, 서울, p.20, 1994.
  - 35) ACGIH: Threshold limit values for chemical substances physical agents and biological exposure indices. ACGIH, p.47, 1992.
  - 36) 김선민, 조수현, 임현술, 김 현: 저농도 복합유기용제 폭로 근로자의 주관적 자각증상에 관한 연구. *대한산업의학회지*, **5**(1), 104-113, 1993.
  - 37) 김호정: 복합유기용제 취급 근로자들의 혈액상, 경북대학교 보건대학원 석사학위 논문, 1993.
  - 38) 오재세, 이진섭: *면역형질학*. 신광출판사, 서울, p.72, 1996.
  - 39) 山野優子, 徳武智子, 香川 順, 石津澄子: 有機溶劑に暴露された塗裝作業者の自覺症および血液所見等. *産業醫學*, **33**, 527-532, 1991.