

A Correlation between Urinary Methylhippuric Acid and Hematologic Finding and Urinalysis Index due to Xylene Exposure

Won Gun Lee¹, In Sik Kim¹, Sang Sun Kang² and Sunghee Hyun^{1,†}

¹Department of Biomedical Laboratory Science, School of Medicine, Eulji University, Daejeon 301-746, Korea

²Department of Biology Education, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea

This study was performed to investigate the urinary methyl hippuric acid (UMHA) excretion among aircraft maintenance workers exposed to xylene by examination of blood test, urine test and biochemical tests. Study subjects (301) were divided into 2 groups; non-exposed group (n=123, who were not exposed to xylene), and exposed group (n=178, who were exposed to xylene). The average of blood level and MHA level was normal. The γ -GTP level was 35.5 IU/L (45.7%) in the exposed group and 27.9 IU/L (44.7%) in the non-exposed (control) group. The proportion of total cholesterol (TG) level higher than 150 mg/dl were 34.3% in the exposed group and 21.1% in the non-exposed group. These results were showed statistically significant difference ($\chi^2 = 6.10, P < 0.05$). Other items showed no statistically significant differences. The results of urine tests were no statistically significant differences in protein, occult blood and glucose level.

Key Words: Glucose, γ -GTP, Methyl hippuric acid, Occult blood, Protein, Total cholesterol

서 론

유기용제는 사업장 근로자들에게 사용량이 매년 지속적으로 증가 되고 있다. 대표적인 유기용제로서 벤젠이 광범위하게 사용되었으며, 벤젠에 장기간 폭로되면 골수기능에 영향을 주어 재생불량성빈혈, 백혈병 등 심각한 조혈장애를 일으키는 것으로 알려져 있다 (Inoue et al., 1983; Kasahara et al., 1987; Richard et al., 1989). 최근에는 비교적 독성이 적은 톨루엔과 크실렌의 사용량이 증가되고 있으며, 이를 취급하고 있는 근로자들의 직업적 노출 기회가 많아지고 있다 (Han et al., 1993).

크실렌은 무색의 가연성 액체이며 주로 meta(m)-, ortho(o)-와 para(p)- 3가지 이성체가 섞여 있고 또한 에틸벤젠이 10~50% 범위로 혼합되어 있다 (Zenx, 1994). 크실

렌의 40~65%는 주 흡수경로인 폐로 흡수되어 혈액을 따라 지방조직에 축적되고 일부는 눈 또는 피부에 접촉하여 흡수되기도 한다. 폐로 흡수된 크실렌의 95%는 메틸마노산 형태로, 1~2%는 xyleneol 형태로 전환되어 요로 배설되며, 5% 미만은 호흡기에서 제거된다 (Nise, 1992; Zenx, 1994). 대부분이 메틸마노산의 형태로 요로 배설되므로, 크실렌의 폭로지표로서 메틸마노산이 주로 이용되고 있다 (Lauwerys and Buchet, 1988; Cho, 1989). 크실렌은 화학 합성제 및 플라스틱 제품, 합성섬유, 과산화수소, 향료, 구충제, 에폭시수지, 피혁공업에 쓰이는 것 이외에도 페인트, 신나, 탈지 세척제 등의 용제로 많이 사용된다 (Lee, 1996; Kumai et al., 1983). 크실렌에 단기간 또는 장기간 고농도로 노출되면 두통, 현기증, 졸음, 의식불명을 일으킨다. 이 밖에도 위장장애, 간 및 신장의 손상과 비가역적 조혈기능 장애를 유발하는 것으로 알려져 있다 (Bush and Nelson, 1977).

우리나라 노동부의 통계에 의하면 2000년에 특수 건강진단 대상 근로자 중 124,510명 (수검자의 14.7%), 2001년에 117,158명 (수검자의 15.8%)이 유기용제에 관한 특수 건강진단을 받았으며, 이는 유기용제 폭로 근로자가 비교적 많다는 것을 시사하고 있다. Kim (1978)은 신너 취급자

*Received: 19 December, 2011 / Revised: 29 March, 2012

Accepted: 30 March, 2012

†Corresponding author: Sunghee Hyun. Department of Biomedical Laboratory Science Eulji University, School of Medicine #143-5, Yongdu-dong, Jung-gu, Daejeon 301-746, Korea.

Tel: 42-259-1751, Fax: 42-259-1759

e-mail: hyunsh@eulji.ac.kr

©The Korean Society for Biomedical Laboratory Sciences. All rights reserved.

에서 혈액검사 상 혈색소치가 감소되는 빈혈소견을 보였다고 보고하였으며, 또한 Jeong 등 (1991)은 복합유기용제 노출 근로자에서의 백혈구 수, 적혈구 수, 혈구용적치가 감소한다고 하였으며, ALT (alanine aminotransferase), AST (aspartate aminotransferase) 등의 간기능 지표들이 정상범위 내에서 대조군에 비해 유의하게 높았다고 보고하였다 (Seiji et al., 1987). 크실렌 산업안전 보건법 시행규칙에 의거 필수항목 검사는 일반 혈액검사 항목 중 백혈구 수 (White Blood Cell, WBC), 적혈구 수 (Red Blood Cell, RBC), 혈색소 (Hemoglobin, Hb), 혈구용적치 (Hematocrit, HCT), 요 검사 [단백 (protein), 포도당 (glucose), 잠혈 (occult blood, urobilinogen)], 간기능 검사 [AST, ALT, γ -GTP (gamma-Glutamyl Transpeptidase)]로 구성되어 있으며, 그동안 우리나라에서 유기용제 취급 근로자에게 특수 건강진단의 필수 병리검사항목으로 연구가 집중적으로 이루어져 왔다.

따라서 본 연구에서는 유기용제에 노출된 적이 없는 정기 신검을 받은 수검자를 대조군으로 하고, 복합유기용제에 노출된 공군 항공기 정비 종사자를 폭로군으로 구분하여 크실렌의 생체지표인 총 메틸마노산의 요 중 배설량과 일반 혈액검사, 요 검사, 일반 화학검사 등을 비교 분석하였다. 또한 검사항목 이외에도 platelet (PLT), glucose (GLU), total cholesterol (T-CHO), triglyceride (TG) 및 신기능 검사인 blood urea nitrogen (BUN), Creatinine (Cr), 혈뇨를 추가로 검사하여 공군 항공기 정비 종사자들의 건강관리에 대한 임상적인 기초자료를 제공하고자 하였다.

연구대상 및 방법

연구대상

2007년 7월 1일~2007년 12월 31일까지 공군 진단검사의학과에서 크실렌에 노출된 공군 항공기 정비 (도장반, 방부반)에 종사하는 남성 근무자 178명을 폭로군으로 하였고 동기간 방문한 유기용제를 취급하지 않는 정기 신검자 123명을 대조군으로 조사하였다. 검진자 중 본 연구의 취지를 설명하고 이에 동의한 검진자를 대상으로 하였다.

연구대상자의 특성

복합유기용제 취급 근로자에서는 개인 건강 상담일지 (특수 건강진단)를 이용하여 연령, 질병의 과거력, 동종근무경력 등을 파악하였으며, 대조군에서는 개인건강기록

카드를 이용하여 혈액질환과 간질환의 기왕력이 있는 자는 제외하였다.

요 중 메틸마노산 농도 분석

요는 채취 즉시 분석할 때까지 동결보관 하였으며, 분석은 요 시료를 3차 증류수에 10배 희석하여, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후에 상층액 2 ml를 취하여 고성능 액체크로마토그래피 (HPLC)인 Shimadzu (Japan)사의 LC-10A (LC-10AD pump, SPD-M10A Photodiode array Detector, SIL-10A Auto Injector)를 이용하여 분석하였다.

생화학적 분석

12시간 금식한 조사대상자 전원으로부터 정맥혈액을 SST Vacutainer tube로 5.0 ml를 채혈하여, 실온에서 30분간 방치시킨 후, 3000 rpm에서 10분간 원심분리한 후, 상층액인 혈청으로 AST, ALT, T-CHO, BUN, Creatinine, γ -GTP, Glucose와 Triglyceride를 OLYMPUS AU400 (OLYMPUS, Mishima, Japan)으로 측정하였다. 혈액검사는 항응고제 5.4 mg (EDTA · K₂: Ethylene Diamine Tetra-acetic Acid)가 포함된 Vacutainer tube에 전혈 3.0 ml를 채혈하여 혼합한 후 백혈구 수, 적혈구 수, 혈색소량, 혈소판 수 등을 포함한 일반 혈액검사를 Sysmex SE 9000 (Sysmex, Japan)으로 측정하였다. 요 검사는 조사대상자로 부터 채혈 직전에 수시 뇨 30 ml 정도를 채취하여 Urin-stix (Y D strip)를 이용하여 protein을, 잠혈검사는 Uriscan Pro II (YD Diagnostics, Korea)를 이용하여 측정하였다.

통계 분석

조사에서 수집된 모든 자료의 통계적 분석은 SPSS 12.0 통계 프로그램으로 분석하였다. 폭로군의 연령별, 근무년수별 검사수치와 대조군 연령별 검사수치는 일원일치 분산분석을 실시하였고, Tukey 사후검정을 실시하였으며, 폭로군과 대조군간의 유의성 검증은 *t*-test를 실시하였고, 임상기준치의 비정상율은 χ^2 -test를 실시하였다.

결 과

연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자는 복합유기용제에 함유된 크실렌에 노출된 공군 항공기 정비 (도장반, 방부반) 근로자 178명을 폭로군으로, 노출되지 않는 정기 신검자 123명을 대조군으로 하였다. 폭로군과 대조군 모두 남성으로 평균연령은 폭로

Table 1. General characteristics of all subjects

Age (years)	n [†] (%)	Working duration	Average age	n [‡] (%)	Workizng duration (years)				
					~5	5~9	10~14	15~19	20~
20~29	33 (26.8)	5.1 ± 2.8	24.7 ± 2.6	50 (28.1)	27	17	6	0	0
30~39	35 (28.5)	10.4 ± 4.3	33.7 ± 2.5	68 (38.2)	9	18	29	12	0
40~49	31 (25.2)	17.2 ± 6.1	44.0 ± 2.9	39 (21.9)	1	3	10	9	3
50~	24 (19.5)	27.1 ± 4.7	53.0 ± 2.3	21 (11.8)	0	0	0	3	18
Total	123 (100.0)	12.4 ± 8.2	35.7 ± 9.6	178 (100.0)	37	38	45	24	21

[†]Control group, [‡]Exposed group

군이 35.7세, 대조군이 38.0세로 통계적으로 유의하지 않았지만 대조군이 약간 높았다.

폭로군의 연령 분포는 20대가 50명 (28.1%), 30대가 68명 (38.2%), 40대가 39명 (21.9%)의 순서로 나타났고, 대조군 연령 분포는 20대가 33명 (26.8%), 30대가 35명 (28.5%), 40대가 31명 (25.2%), 50대가 24명 (19.5%)의 순서로 나타났다. 두 군 모두 20대와 30대가 비교적 많았다. 이중 폭로군의 평균 근무 년수는 12.4년 이었고, 근무 기간은 10~14년이 45명으로 가장 많았으며, 5~9년 38명, 5년 미만인 37명, 15~19년 24명, 20년 이상이 21명의 순서로 분포되어 있는 것으로 나타났다 (Table 1).

연령에 따른 혈청학적 지표와 메틸마노산의 비교

폭로군에서 γ -GTP는 40~49세 군에서 평균 46.7 IU/L로, 20~29세군의 평균 29.9 IU/L보다 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P<0.05$). Glucose는 50세 이상군의 평균 101.1 mg/dl로, 20~29세군의 평균 91.9 mg/dl보다 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P<0.01$). Creatinine은 30~39세군이 평균 1.03 mg/dl로, 50세 이상군의 평균 0.98 mg/dl보다 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P<0.05$). T-CHO은 40~49세군 (평균 202.4 mg/dl)과 50세 이상군 (평균 195.4 mg/dl)이 20~29세군의 평균 175.7보다 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P<0.01$). Triglyceride는 40~49세군, 30~39세군, 50대 이상군의 평균 145.4 mg/dl 및 139.7 mg/dl, 134.1 mg/dl로 20~29세군 98.8 mg/dl보다 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P<0.01$). Hematocrit는 20~29세군과 30~39세군 평균이 46.1% 및 46.0%로써, 50대 이상군의 평균 44.8%보다 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P<0.05$). RBC는 30~39세군과 20~29세군의 평균은 각각 $5.05 \times 10^6/\mu\text{l}$ 와 $5.07 \times 10^6/\mu\text{l}$ 로 50대 이상군 및 40~49세군의 평균 $4.79 \times 10^6/\mu\text{l}$ 보다 통계학적으로 유의성이 높았다 ($P<0.01$). AST, ALT, BUN, WBC, Hb, PLT과 메틸마노산의

경우 연령에 따라 통계학적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 2).

대조군에서 GLU는 50대 이상군 평균 103.3 mg/dl 및 40~49세군 평균 100.4 mg/dl로 20~29세군 평균 93.6 mg/dl보다 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P<0.01$). BUN은 40~49세군 평균 14.8 mg/dl 및 50대 이상군 평균 14.3 mg/dl로 20~29세군 평균 12.4 mg/dl보다 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P<0.01$). T-CHO은 50대 이상군, 40~49세군, 30~39세군이 평균 193.3 mg/dl로 20~29세군 평균 172.5 mg/dl보다 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P<0.01$). TG는 50대 이상군이 20~29세군 평균 100.1 mg/dl보다 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P<0.05$). RBC는 30~39세군 평균 $5.08 \times 10^6 \mu\text{l}$ 이 40~49세군 평균 $4.87 \times 10^6 \mu\text{l}$ 보다 통계학적으로 유의하게 높았다 ($P<0.05$). 메틸마노산은 대조군에서 검출되지 않았으며, AST, ALT, γ -GTP와 WBC의 경우, 통계학적으로 유의하지는 않지만, 연령이 많아질수록 증가하는 경향이 있었다. Cr, WBC, Hb, HCT와 PLT의 경우에는 연령증가에 따라서 통계학적으로는 유의한 차이가 없었다 (Table 3).

폭로군과 대조군의 혈액검사 및 메틸마노산 비교

γ -GTP는 폭로군의 평균치는 35.5 IU/L, 대조군의 평균치는 27.9 IU/L로 폭로군이 대조군 보다 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($P<0.01$). WBC는 폭로군의 평균치는 $6.75 \times 10^3 \mu\text{l}$, 대조군의 평균치는 $6.42 \times 10^3 \mu\text{l}$ 으로 폭로군이 대조군 보다 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($P<0.05$). HCT는 폭로군의 평균치는 $45.7 \pm 2.1\%$, 대조군의 평균치는 $44.7 \pm 2.3\%$ 로 폭로군이 대조군 보다 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($P<0.01$). PLT는 폭로군의 평균치는 $250.4 \pm 52.8 \times 10^3 \mu\text{l}$, 대조군의 평균치는 $235.5 \pm 46.1 \times 10^3 \mu\text{l}$ 으로 폭로군이 대조군 보다 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($P<0.05$). MHA의 경우 폭로

Table 2. Hematological characteristics and urinary methylhippuric acid in the exposed group according to age distribution

Items	Age (year)				F	P-value
	20~29 (n=50)	30~39 (n=68)	40~49 (n=39)	50~ (n=21)		
AST (IU/L)	23.1 ± 6.6 [†]	24.1 ± 8.3	26.7 ± 11.4	23.1 ± 4.2	1.594	0.193
ALT (IU/L)	23.2 ± 12.4	26.8 ± 19.8	28.2 ± 19.6	22.3 ± 6.9	0.930	0.427
γ-GT (IU/L)	29.9 ± 21.8	34.0 ± 26.7	46.7 ± 37.4	32.6 ± 20.2	2.966	0.034*
GLU (mg/dl)	91.9 ± 8.1	96.7 ± 10.3	97.8 ± 11.3	101.1 ± 11.2	5.070	0.002**
BUN (mg/dl)	12.8 ± 3.1	12.8 ± 2.8	13.6 ± 3.4	13.5 ± 2.9	0.774	0.510
Cr (mg/dl)	1.00 ± 0.1	1.03 ± 0.1	1.02 ± 0.1	0.98 ± 0.1	2.776	0.043*
T-CHO (mg/dl)	175.7 ± 30.0	188.3 ± 27.4	202.4 ± 38.2	195.4 ± 38.3	5.383	0.001**
TG (mg/dl)	98.8 ± 68.1	139.7 ± 77.2	145.4 ± 62.9	134.1 ± 53.5	4.478	0.005**
WBC × 10 ³ /μl	6.62 ± 1.5	6.91 ± 1.4	6.74 ± 1.5	6.62 ± 1.6	0.432	0.730
Hb (g/dl)	16.1 ± 0.9	16.0 ± 0.7	15.7 ± 0.8	15.7 ± 0.7	3.257	0.053
HCT (%)	46.1 ± 2.4	46.0 ± 1.7	45.2 ± 2.1	44.8 ± 2.0	3.098	0.028*
RBC × 10 ⁶ /μl	5.05 ± 0.3	5.07 ± 0.3	4.79 ± 0.3	4.79 ± 0.3	11.098	0.000**
PLT × 10 ³ /μl	248.3 ± 49.1	250.0 ± 41.4	257.7 ± 76.4	242.5 ± 42.2	0.427	0.734
MHA (g/g)	0.123 ± 0.09	0.151 ± 0.1	0.135 ± 0.1	0.150 ± 0.5	0.927	0.429

AST, Aspartate amino transferase; ALT, Alanine amino transferase; γ-GTP, gamma glutamyl transferase; BUN, Blood Urea Nitrogen; Cr, Creatinine; T-CHO, Total-Cholesterol; TG, Triglyceride; WBC, White blood cell; Hb, Hemoglobin; HCT, Hematocrit; RBC, Red blood cell; PLT, Platelet; MHA, Methylhippuric acid

[†], means ± SD; *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$

Table 3. Hematological characteristics and urinary methylhippuric acid in the control group according to age distribution

Items	Age				F	P-value
	20~29 (n=33)	30~39 (n=35)	40~49 (n=31)	50~ (n=24)		
AST (IU/L)	22.4 ± 9.3 [†]	24.9 ± 10.0	24.2 ± 9.0	25.1 ± 5.1	0.601	0.616
ALT (IU/L)	19.1 ± 8.0	24.9 ± 11.4	23.1 ± 9.5	23.8 ± 8.7	2.322	0.079
γ-GTP (IU/L)	21.5 ± 17.6	27.0 ± 19.7	31.4 ± 24.2	33.4 ± 20.9	1.926	0.129
GLU (mg/dl)	93.6 ± 6.1	95.5 ± 6.2	100.4 ± 9.9	103.3 ± 13.8	6.844	0.000**
BUN (mg/dl)	12.4 ± 2.2	12.9 ± 2.4	14.8 ± 3.0	14.3 ± 2.7	5.770	0.001**
Cr (mg/dl)	1.03 ± 0.1	1.01 ± 0.1	0.98 ± 0.1	1.01 ± 0.1	2.246	0.087
T-CHO (mg/dl)	172.5 ± 28.1	193.3 ± 30.6	204.0 ± 33.6	204.9 ± 29.0	7.514	0.000**
TG (mg/dl)	100.1 ± 44.3	109.4 ± 58.4	129.1 ± 70.1	140.8 ± 67.7	2.709	0.048*
WBC × 10 ³ /μl	6.23 ± 1.0	6.42 ± 1.2	6.42 ± 1.2	6.67 ± 1.4	0.579	0.630
Hb (g/dl)	15.7 ± 0.8	15.9 ± 0.9	15.6 ± 0.9	15.8 ± 0.8	0.669	0.572
HCT (%)	44.4 ± 2.1	45.1 ± 2.4	44.4 ± 2.3	45.0 ± 2.2	0.861	0.463
RBC × 10 ⁵ /μl	4.94 ± 0.3	5.08 ± 0.34	4.87 ± 0.3	4.89 ± 0.2	3.100	0.029*
PLT × 10 ³ /μl	238.1 ± 37.4	232.5 ± 45.2	221.8 ± 44.5	254.0 ± 55.8	2.353	0.076
MHA (g/g)	0	0	0	0	0	0

AST, Aspartate amino transferase; ALT, Alanine amino transferase; γ-GTP, gamma glutamyl transferase; BUN, Blood Urea Nitrogen; Cr, Creatinine; T-CHO, Total-Cholesterol; TG, Triglyceride; WBC, White blood cell; Hb, Hemoglobin; HCT, Hematocrit; RBC, Red blood cell; PLT, Platelet; MHA, Methylhippuric acid

[†], means ± SD; *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$

Table 4. Hematological characteristics of blood and urinary methylhippuric acid

Items / Group	Control (n=123)	Exposed (n=178)	P-value
AST (IU/L)	24.1 ± 8.7	24.3 ± 8.4 [†]	0.860
ALT (IU/L)	22.7 ± 9.7	25.7 ± 16.8	0.053
γ-GTP (IU/L)	27.9 ± 20.9	35.5 ± 28.0	0.008**
GLU (mg/dl)	97.8 ± 9.7	96.1 ± 10.4	0.164
BUN (mg/dl)	13.5 ± 2.7	13.1 ± 3.1	0.177
Cr (mg/dl)	1.00 ± 0.1	1.01 ± 0.1	0.299
T-CHO (mg/dl)	192.7 ± 32.8	188.7 ± 33.3	0.304
TG (mg/dl)	118.0 ± 61.5	128.8 ± 71.2	0.161
WBC × 10 ³ /μl	6.42 ± 1.2	6.75 ± 1.5	0.032*
Hb (g/dl)	15.7 ± 0.9	15.9 ± 0.8	0.187
HCT (%)	44.7 ± 2.3	45.7 ± 2.1	0.000**
RBC × 10 ⁶ /μl	4.95 ± 0.3	4.97 ± 0.3	0.626
PLT × 10 ³ /μl	235.5 ± 46.1	250.4 ± 52.8	0.012*
MHA (g/g)	0	0.139 ± 0.097	0.000**

AST, Aspartate amino transferase; ALT, Alanine amino transferase; γ-GTP, gamma glutamyl transferase; BUN, Blood Urea Nitrogen; Cr, Creatinine; T-CHO, Total-Cholesterol; TG, Triglyceride; WBC, White blood cell; Hb, Hemoglobin; HCT, Hematocrit; RBC, Red blood cell; PLT, platelet; MHA, Methylhippuric acid
[†], means ± SD; *, P<0.05; **, P<0.01

군 평균치는 0.139 g/g, 대조군 평균치는 0.0 g/g으로 폭로군이 대조군 보다 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (P<0.01). 또한 AST, ALT, Cr, TG, Hb과 RBC는 폭로군이 대조군 보다 높았지만 통계적인 유의성은 없었으며 GLU, BUN과 T-CHO는 대조군이 폭로군 보다 높았지만 통계적으로는 유의한 차이는 없었다 (Table 4).

요의 생화학적 검사 비교

요 검사소견은 산업안전 보건법 시행규칙에 의거 근로자 1차 건강진단 시 보편적으로 이용되는 Urin-stix (YD strip) 검사법으로 protein, occult blood와 glucose의 3개 항목에 대해 시행되었으며, 이들의 이상소견 분포를 폭로군과 대조군의 기준치로 나누어 관찰하였다. 단백질의 경우 '1+' 이상의 비율이 폭로군에서는 4.5%, 대조군에서는 3.3%였으며 Blood는 '1+' 이상의 비율이 폭로군 2.8%, 대조군 2.4%로 나타났고, glucose의 경우도 '1+' 이상의 비율이 폭로군에서는 3.4%, 대조군에서는 1.6%로 나타났으며, t-test로 검정을 실시한 결과 protein, occult blood와 glucose의 3가지 항목에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었다 (Table 5).

Table 5. Chemical characteristics of urine

Item	Criteria	Control (%)	Exposed (%)	F	P-value
Protein	≤ ±	119 (96.7)	170 (95.5)	1.177	0.590
	> 1+	4 (3.3)	8 (4.5)		
Blood	≤ ±	120 (97.6)	173 (97.2)	1.095	0.642
	> 1+	3 (2.4)	5 (2.8)		
Glucose	≤ ±	121 (98.4)	172 (96.6)	1.785	0.698
	> 1+	2 (1.6)	6 (3.4)		
Total		123 (100)	178 (100)		

고 찰

크실렌이 다른 유기용제와 상호 작용을 일으킴으로써, 근로자의 건강 장애를 일으킬 수 있는 영향이 크며 최근에는 이러한 복합유기용제와 관련된 건강영향 평가가 집중 연구되고 있다 (Ogata, 1987; Cho 1989; Sakai et al., 1989). 연구대상자에서 폭로군과 대조군 모두 20대, 30대가 가장 많았지만, 전 연령이 비교적 분포가 유사하였다. 이러한 점은 20대 초반의 젊은 군인의 많은 입대와 근무 환경과 처우개선으로 인한 직업의 안정성으로 직업의 이직률이 낮기 때문일 것이라 판단된다. 폭로군의 근무기간은 10~14년의 비율이 상대적으로 높게 나타났으며, 연령이 증가할수록 근무기간도 증가하였다.

크실렌의 작업 종료 시 요 중 메틸마뇨산의 생화학 적 모니터링의 기준은 1.5 g/g cr로 정하고 있다 (Aerican Conference of Governmental Industrial Hygienists 1989). 본 연구 결과에서는 폭로군의 메틸마뇨산의 평균치는 0.139 g/g cr로 기준값 보다 낮았으며 대조군에서는 검출되지 않았고 Sakai 등 (1983)의 연구 결과와 일치하였다. Choi 등 (1995)의 연구에서 보고한 폭로군의 메틸마뇨산 0.627 g/g cr. 농도보다 더 낮은 결과는 근로자들의 노출시간이 적고, 보호구 및 환기 시설의 개선으로 인한 것이라 판단 된다. 본 연구 결과에서 나타난 폭로군과 대조군의 혈액학적 검사 및 생화학적 검사 결과의 각 항목의 평균치는 정상범위에 포함되어 Jeong 등 (1994)과 Kim (1978)의 연구 결과와 일치하였고 폭로군과 대조군의 기준치 이하의 비율이 통계적으로는 유의하지 않았다.

간기능 검사 중 AST와 ALT 항목의 경우, Lee (1996)와 Moon 등 (1986)의 연구에서는 통계학적으로 AST와 ALT가 대조군보다 폭로군에서 유의하게 높게 나타났으며,

본 연구 결과에서는 AST와 ALT는 통계적으로 유의하지 않지만, 대조군보다 폭로군에서 높게 나왔다. 각 연령별 비교에서는 유의한 차이는 없었고, ALT의 경우 20대에서만 차이를 보여 별다른 의미를 부여할 수가 없었다. 간기능 검사항목 중 AST, ALT와 γ -GTP 항목에서 모두 임상적 기준치 이상의 분포에서는 유의하지 않았다. γ -GTP 항목의 경우 평균치는 두 군 모두 정상범위에 속하였으며, 폭로군의 평균이 35.5 IU/L, 대조군 평균이 27.9 IU/L로 통계적으로는 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.01$). γ -GTP 항목의 각 연령별 비교에서는 40대에서 유의한 차이를 보였고, 그 외 연령은 유의성이 없었다. 본 연구 결과에서는 γ -GTP 항목의 결과에 유의성이 나타났다. 향후 크실렌과 복합유기용제를 사용하는 근로자에서 γ -GTP 항목과 관련성도 조사가 필요하다 하겠다. Glucose 항목의 경우는 폭로군의 평균치 96.1 mg/dl이, 대조군의 평균 97.81 mg/dl로 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 각 군의 연령별 비교에서도 유의성은 없었지만, 폭로군과 대조군 모두 연령이 증가 할수록 glucose 측정값이 증가 하는 것으로 나타났다. 신기능 검사의 지표인 Cr 항목의 경우 폭로군의 평균치 1.01 mg/dl이, 대조군의 평균치 1.00 mg/dl로 통계적으로는 유의하지 않았다. BUN과 Cr. 항목 모두 임상적 기준치 이상의 분포에서는 유의하지 않았다.

국내 산업장의 경우 크실렌 단독으로 사용하는 것은 드물며, 페인트나 신너의 경우에도 톨루엔과 크실렌 등 혼합유기용제가 섞여 있다. 또한, 혼합유기용제는 간장, 신장, 조혈기관, 중추신경계에 가역적 또는 비가역적으로 기능장해를 유발할 수 있다고 알려졌다 (Robertar and Hipolito, 1980). 향후 혼합유기용제가 신장 기능장해를 유발할 수 있으므로 신기능의 모니터링이 필요할 것으로 사료된다. TG와 T-CHO 항목의 경우 Lee (1996)의 연구 결과에서는 T-CHO 항목은 대조군이 폭로군보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났으며, TG 항목은 유의성이 없었다. 본 연구 결과는 TG와 T-CHO 항목 모두 통계적으로 유의성이 없었다. TG와 T-CHO 항목의 경우 비교적 폭로군과 대조군 모두 연령이 증가 할수록 높아지는 경향이 있었고, 임상적 기준치 분포에 따르면 TG 항목의 비정상 비율이 폭로군이 34.3%로 대조군이 21.1%로 통계적으로 유의하게 높았다. 혈액학적 검사에서 Moon 등 (1986), Jeong 등 (1994)은 근무 년수에 따라 WBC 수치는 감소하는 경향은 있었으나 RBC는 유의한 차이가 없었다고 하였는데, 본 연구 결과는 백혈구 수는 유의성이 없었으나 WBC 수치는 감소하는 경향이 있었고 RBC 수

는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이 결과는 Lee (1996)의 연구 결과와 같았다. WBC와 RBC 항목 모두 임상적 기준치 이상의 분포에서는 유의하지 않았다.

WBC 항목의 연령별 비교에서는 30대가 유의한 차이를 나타냈다 ($P < 0.05$). WBC 항목의 평균치의 경우 Jeong 등 (1994)의 연구 결과에서는 폭로군에서 백혈구가 감소한다고 하였으나, 본 연구 결과는 폭로군이 $6.75 \times 10^3 \mu\text{l}$, 대조군이 $6.42 \times 10^3 \mu\text{l}$ 로 폭로군이 통계적으로 유의한 결과가 나타났다. RBC 항목은 두 군 평균치는 통계적으로 유의한 차이는 없었다. Hb의 경우 Jeong 등 (1994)의 연구 결과에서는 두 군 사이에 전 연령별 검사에서는 통계적 유의성이 나타났으나, 본 연구 결과에서는 두 군 사이에 통계적 유의성이 나타나지 않았지만, 연령이 증가할수록 감소하는 경향이 있는 것은 Lee와 Ryu (1997)의 성적과 유사하였다. 폭로군과 대조군의 평균치와 기준치 이하의 비정상율도 통계적인 유의하지 않았다. Platelet 항목의 평균치는 대조군이 $250.4 \times 10^3 \mu\text{l}$, 폭로군이 $235.5 \times 10^3 \mu\text{l}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 두 군의 연령별, 기준치 이하의 비율에서는 통계적인 유의성이 보이지 않았다. 요 검사에서는 Moon 등 (1986)의 연구 결과에서 폭로군과 대조군 사이에 통계적인 유의한 차이는 없다고 하였고, 본 연구 결과에서도 상관성이 없는 것으로 나타났다. 하지만 저농도와 고농도의 유기용제에 만성폭로 시 신기능 장애를 일으킬 수 있으므로 Urinstix 검사법만이 아니라 현미경적 검사와 정량분석법 등의 검사가 병행되어야 할 것으로 사료된다. 향후 생화학검사에서 간질환과 관련된 Bilirubin 검사 등을 추가하여 정밀한 검사가 이루어져야 할 것이며, 혈액검사에서는 백혈구 및 적혈구 형태학적 조사도 폭넓게 이루어져야 할 것으로 사료된다.

크실렌에 노출된 공군 항공기 정비사 전체적인 검사 결과는 대조군과의 큰 차이는 없는 것으로 보아 정비사들의 노출시간이 하루 평균 2시간 이내로 짧은 노출시간과 군내에서 지속적인 작업 환경측정 등을 평가한 후 적절한 시설, 설비 등 환경개선과 업무개선으로 인한 것이라 사료된다. 따라서, 본 연구 결과는 크실렌에 노출된 공군 항공기 정비사 및 복합유기용제에 노출된 정비사들의 효율적인 건강관리에 필요한 기초자료로 제시될 수 있을 것이라 사료된다.

REFERENCES

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (1989). Threshold limit values and biological exposure indices for 1989-1990. ACGHI. Cincinnati, p27.
- Bush CL, Nelson GE. Xylene dangers of its use in the histology and cytology laboratory. *Lab Med.* 1977. 8: 16-25.
- Cho B-M. Urinary concentration of hippuric acid and methyl-hippuric acid after occupational exposure to a mixture of toluene and xylene. *J Pusan Med Coll.* 1989. 29: 109-119.
- Choi KJ, Chang SH, Kim HS, Oh WK, Koh SB, Lee KS, Park SK. Effect of sodium benzoate on change of urinary hippuric acid and methyl hippuric acid among workers coexposed to toluene and xylene. *Kor J Occup Environ Med.* 1995. 7: 295-304.
- Han TY, Chun JH, Kim SJ, Ohm SH, Kim DH, Yoo BC, Lee CO. Atmospheric toluene concentration and urinary hippuric acid concentration according to the time of shift. *Kor J Occup Environ Med.* 1993. 5: 206-213.
- Inoue T, Takeuchi Y, Hisanaga N, Ono Y, Iwata M, Ogata M, Saito K, Sakurai H, Hara I, Matsushita T, Ikeda M. A nationwide survey on organic solvent components in various solvent products: Part I. Homogeneous products such as thinners, degreasers and reagents. *Ind Health.* 1983. 21: 175-183.
- Jeong KW, Kim DH, Ohm SH, Kim SJ, Kim JH, Moon SS, Chun JH, Kim YW. Hematologic findings & Urinalysis of workers exposed to mixed organic solvents. *Kor J Preventive Med.* 1991. 24: 314-327.
- Jeong GA, Chun JH, Aum SH, Kim SJ, Kim DH, Choi SY, Yoo YJ, Lee CA. Comparison with blood and urinalysis in workers exposed to organic solvents and health checkup examinees. *J Inje Med Coll.* 1994. 15: 141-151.
- Kasahara M, Suzuki H, Takeuchi Y, Hara I, Ikeda M. n-Hexane, benzene and other aromatic components in petroleum distillate solvents in Japan. *Ind Health.* 1987. 25: 205-214.
- Kim DH. Blood picture and symptoms in workers exposed to benzene or thinner. *J Kyungpook Med Coll.* 1978. 19: 160-168.
- Kumai M, Koizumi A, Saito K, Sakurai H, Inoue T, Takeuchi Y, Hara I, Ogata M, Matsushita T, Ikeda M. A nationwide survey on organic solvent components in various solvent products: Part II. Heterogeneous products such as paints, inks and adhesives. *Ind Health.* 1983. 21: 185-197.
- Lauwerys R, Buchet JP. Biological monitoring of exposure to benzene, toluene and xylene. *IARC Sci Pub.* 1988. 85: 205-222.
- Moon YH, Roh JH. Health impairment among toluene exposed workers. *Kor J Preventive Med.* 1986. 19: 177-183.
- Nise G. Urinary excretion of o-cresol and hippuric acid after toluene exposure in rotogravure printing. *Int Arch Occup Environ Health.* 1992. 63: 377-381.
- Ogata M, Taguchi T. Quantitation of urinary metabolites of toluene, xylene, styrene, ethylbenzene, benzene and phenol by automated high performance liquid chromatography. *Arch Occup Health.* 1987. 59: 263.
- Richard W, Philip J. Benzene and leukemia "a review of the literature and a risk assessment". *Am J Epidemiology.* 1989. 129: 1084-1086.
- Robertar N, Hipolito CT. Xylene poisoning in laboratory worker: case reports and discussion. *Lad Med.* 1980. 11: 593-595.
- Sakai T, Niinuma Y, Yanagihara S, Ushio K. Simultaneous determination of hippuric acid and o-, m- and p-methylhippuric acids in urine by high-performance liquid chromatography. *J Chromatography.* 1983. 276: 182-188.
- Seiji K, Inoue O, Nasahara M, Watanabe T, Lee KM, Cho KS. Biological significant changes in liver function after occupationally exposure to toluene at over-OEL levels. *Industrial Health.* 1987. 25: 163-168.
- Zenx C. *Occupation medicine.* 1994. 3rd ed. p132-158. Mosby press, St. Louis, USA.