

톨루엔 폭로근로자의 요중 마뇨산 농도 및 건강장해

이 학 성·문 광 용*·안 갑 환**·서 정 호***
울산대학교 생명화학공학부·울산대학교병원 임상병리과
부산카톨릭대학교 산업환경시스템학부·*울산과학대학 환경생활화학과
(2004년 4월 29일 접수; 2004년 8월 4일 채택)

Health Impairment and Concentration of Hippuric Acid in Urine of Workers Exposed to Toluene

Hak-Sung Lee, Kwang-Yong Moon*, Kab-Hwan Ahn** and Jung-Ho Suh***

School of Life & Chemical Engineering, University of Ulsan, Ulsan 680-749, Korea

*Clinical Pathology, Ulsan University Hospital, Ulsan 682-714, Korea

**School of Ind Hygiene & Environ. Sys. of Environ. Eng., Catholic University of Pusan, Busan 609-323, Korea

***Department of Environment & Life Chemistry, Ulsan College, Ulsan 680-749, Korea

(Manuscript received 29 April, 2004; accepted 4 August, 2004)

The relationships between subjective symptoms of toluene exposed workers and concentration of their urinary excretion of hippuric acid were investigated. The exposed groups of 146 workers exposed to toluene and the control groups of 47 workers have never been exposed to toluene in Ulsan area were selected and studied. Hippuric acid was measured by HPLC, and counts of blood cells and liver function test were also performed. The mean value of urinary hippuric acid concentration of the control group was $0.322(\pm 0.267)$ g/L, while that of the exposed group was $1.260(\pm 0.395)$ g/L. As the concentration of hippuric acid had statistical proximity in 0.1% level, WBC, GOT, and GPT didn't have any proximity ($P > 0.05$). The exposed group showed lower level of leucocyte counts $6522.40(1710.3)$ than the control group $6891.50(1483.7)$. The exposed group showed higher level of GOT(25.75), GPT(27.09) than GOT(23.75), GPT(25.21) of the control group. Dried skin was the highest complained symptom of toluene exposed workers, the second strained eye, the third poor auditory function, and the fourth was headache.

Key Words : Toluene, Hippuric acid, Urinary excretion, WBC, GOT, GPT

1. 서 론

산업의 발전과 함께 유기용제의 사용이 증가되고 있으며, 대표적인 유기용제로서 벤젠과 그 유도체인 톨루엔을 들 수 있다. 특히 도장공정을 가진 각종 사업장에서 사용되고 있는 혼합 유기용제 중 신나(Thinner)는 방향족 탄화수소류의 검출율이 52.9% 이고 신나의 조성 중 톨루엔 등의 방향족 탄화수소류의 성분이 약 70% 이상 검출되었다는 보고가 있다¹⁾.

톨루엔은 페인트, 오일, 고무 합성수지 등의 용제로 이용되어 염료 및 약품, 페놀, TDI, TNT, 사카린 같은 화합물 제조에 사용되고 있으며, 페인트 도색이나 제거작업, 그라비아 인쇄, 접착제 사용, 금속부품의 세정 작업등의 직업성 폭로뿐만 아니라 청소년들의 환각제로 톨루엔의 사용이 사회적 문제가 되기도 하였으며, 최근에는 국제 원유가 상승에 따른 자동차 연료의 대체물질로 휘발유 대신 불법적인 톨루엔 사용이 증가되고 있다.

톨루엔의 흡수경로는 주로 호흡기를 통하여 이루어지며, 액체 및 가스 상태의 경우에는 피부로도 흡수가 되는데 증기상태의 톨루엔이 피부를 통하여 흡수되는 양은 미미하다. 체내로 흡수된 톨루엔의

Corresponding Author : Hak-Sung Lee, School of Life & Chemical Engineering, University of Ulsan, Ulsan 680-749, Korea
Phone : +82-52-259-2252
E-mail : hslee@mail.ulsan.ac.kr

약 20% 정도는 대사과정을 거치지 않고 그대로 호기로 배출되며, 65% 정도는 Conjugated hippuric acid로 되어 소변으로 배출되며, 일부는 o-cresol, Benzoyl Glucuronide 등의 형태로 요중으로 배출된다. 톨루엔의 대사산물은 주로 마노산(Hippuric acid)이 대부분을 차지하기 때문에 톨루엔의 폭로지표^{2,3,4}로 가장 많이 사용되어 왔으며, 최근에는 정상인에서 거의 배출되지 않는다는 o-cresol의 배출량 검사도 폭로지표로 이용되기도 한다^{5,6,7}. 또한, 폭로 평가방법으로는 작업장의 환경농도 측정과 함께 개개인의 혈액이나 요중 톨루엔이나 대사물질을 이용한 생물학적 모니터링^{8,9,10}이 있는데, 생물학적 모니터링은 호흡이나 피부흡수 등의 경로를 통해 들어온 유기용제의 양을 종합적으로 평가할 수 있을 뿐만 아니라 많은 근로자를 대상으로 적용할 수 있어 ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)에서도 대사산물에 의한 폭로지표의 사용을 권고하고 있으며, 톨루엔의 생물학적 모니터링에는 요중 마노산을 측정하는 방법이 가장 일반적이다.

유해물질의 위해성 평가에 있어서는 일반적으로 공기 중 유해물질의 농도 및 노출기간, 취급방법, 생물학적 노출지표검사와 함께 유해물질에 의한 임상증상의 확인 및 임상검사를 시행하게 된다. 그러나 몇 가지 특수한 유기용제에 의한 표적장기 손상을 제외하고는 대부분의 유기용제에 의한 건강장해로는 중추신경계 손상 및 점막 자극증상, 피부증상을 보이고 있으며, 대사과정 및 배설에 관계된 장기에 영향을 미치는 것으로 나타나고 있다¹¹.

톨루엔 폭로에 따른 건강장해로는 호흡기 및 눈, 코, 피부 등에 발생하는 자극증상과 중추신경계 기능저하 및 신경독성이 나타난다고 보고 되었으나^{12,13}, 대부분의 중추신경 억제 작용에 따른 증상은 비특이적이고 경미한 경우가 많아 진단에 어려움을 겪게 된다. 또한 근로자가 톨루엔에 장기간 노출되면 피부의 건조와 피부염을 일으키며 불안, 불면, 두통의 증상이 나타나고 고농도에 노출되면 허탈, 혼수 상태에 빠지기도 한다¹⁴.

따라서 본 연구에서는 울산지역에서 톨루엔에 비교적 일정한 농도로 노출되는 도장작업 사업장 근로자들을 대상으로 요중 마노산 배설량 측정, 혈액 중 백혈구수 검사, 간기능 검사와 자각증상 등을 살펴봄으로써 톨루엔 폭로 근로자들의 건강관리에 대한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

2. 조사대상 및 실험방법

2.1. 조사대상

조사대상은 2002년 5월1일부터 11월30일까지 울

산지역에 위치한 기업의 근로자를 대상으로 톨루엔을 유기용제로 사용하는 근로자 146명을 조사대상으로 하였으며, 대조군으로는 신체 검사상 이상소견이 없고, 톨루엔 폭로 경험이 없는 건강한 성인들 가운데 무작위 표본 추출한 47명을 선정하였다.

2.2. 측정 및 실험방법

2.2.1. 요중 마노산 측정

요중 마노산량의 정량은 대상근로자 및 대조군의 일과 중 일시뇨를 채취하여 수집된 소변을 여과지를 통하여 여과한 후 HPLC(Waters 2690, WATERS Co, USA)를 이용하여 마노산 농도를 분석하였다. 조사대상자의 신장 기능이상으로 인한 요중 마노산 농도 조사의 오차를 줄이기 위해 신장기능검사를 동시에 실시하여 신장기능 이상을 보인 경우는 측정시 제외하였다.

마노산 0.2g/L를 용량플라스크 1000mL 에 옮기고 3차 증류수로 표선을 채워 마노산 표준용액을 만든 후, 이것을 표준용액 원액으로 하고, 이 표준용액 원액을 희석하여 0.025g/L, 0.05g/L, 0.1g/L, 0.2g/L로 검정용액을 제조하였다. 시료는 미리 3분간 잘 섞어준 후 탈이온수로 10배 희석한 후, 0.45 μ m 멤브레인필터를 통과시키고 여액을 HPLC(이동상: (C₁₆H₃₆NBr 5.5g + KH₂PO₄ 1.5g /1L DDW) : CH₃OH = 10 : 6 (V/V)) 검액으로 하였다.

2.2.2. 혈액학적 검사

2.2.2.1. 생화학적 검사

피검자로부터 정맥혈액을 진공튜브(Vacutainer tube)로 7.0mL를 채혈하여 실온에서 30분간 방치시킨 다음 5분간 Centrifuge(3500 RPM)로 원심 분리한 후 상층액인 혈청으로 AST(Aspartateaminotransferase, GOT), ALT(Alanineaminotransferase, GPT)를 생화학자동분석기(Hitachi 7170, Hitachi Co, Japan)로 측정하였다.

2.2.2.2. 일반 혈액검사

조사대상자를 항응고제 0.3mL(0.75% EDTA ; Ethylene Diamine Tetraacetic Acid)가 들어있는 Vacutainer tube에 전혈 2.7mL를 채혈하여 혼합 후 355 μ L 를 취하여 전자동혈액분석기(CELL DYN 3500, Abbott Laboratories, USA)에서 백혈구(WBC)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 조사대상자의 일반적 특성 및 측정결과

Table 1은 각 집단별로 조사대상자를 성별, 연령별 특성을 살펴보기 위해 빈도분석을 한 결과를 나타낸 것이다. 먼저, 성별 특성의 경우 폭로집단에서

톨루엔 폭로근로자의 요중 마뇨산 농도 및 건강장해

남자가 99명(67.8%), 여자가 47명(32.2%)으로 남자가 여자보다 많이 분포되었으며, 대조집단의 경우는 남자가 23명(48.9%), 여자가 24명(51.1%)으로 성별 분포가 거의 동일함을 알 수 있다.

연령 특성의 경우는 폭로집단에서 40대(33.3%), 30대(31.3%), 50대(19.0%), 20대(16.4%)의 순으로 분포되었으며, 대조집단의 경우도 40대(47.9%), 30대(31.3%), 50대(12.5%), 20대(8.3%)의 순으로 분포되어 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 폭로집단과 대조집단과의 간기능 검사를 위해 GOT 및 GPT검사를 수행하였다. 간기능 검사는 주로 혈액검사가 중심으로서, 헤아릴 수 없을 정도의 많은 종류가 있다. 그러나 그 중에서도 가장 보편적인 것이 GPT(Glutamic Pyruvic Transaminase)검사이다. 이 검사는 간장을 구성하는 세포(간실질세포)의 장애유무 등을 조사하기 위하여 행한다. GOT(Glutamic Oxaloacetic Transaminase)와 GPT는 모두 간장세포 중에 많이 함유되는 트랜스아미나제(Transaminase)라는 효소의 하나이다. GOT는 간장 외에 골격근 등의 세포에도 함유되어 있는 것으로서, 심근경색 등의 심근질환, 혹은 근강직디스트로피나 근염 등 골격근의 질환에서도 이상수치를 나타낸다. GPT는 대체로 간장세포 안에서만 존재하는 효소이다. 양자 모두 인체를 구성하는 아미노산의 생성을 촉진하는 효소로서, 보통은 거의 혈

중에 존재하지 않는다. 그런데 효소가 존재하는 조직이 장애를 받으면 세포를 둘러싸는 세포막의 기능이 저하되어 그 안의 효소가 혈액 안으로 누출되게 된다. 이 혈액 중에 누출된 효소의 양은 대체로 장애받은 세포의 숫자와 비례한다. 따라서 GOT, GPT의 수치를 측정하면, 어느 정도 간장세포가 장애되어 있는가가 밝혀지는 것이다. [정상치 GOT : 0~50 (IU/l), GPT : 0~45 (IU/l)].

Table 2는 폭로집단과 대조집단간의 마뇨산 농도, WBC, GOT, GPT의 차이를 비교 분석하기 위해 t-test를 실시한 결과를 나타낸 것이다. 그 결과 마뇨산 농도의 경우는 폭로집단(M=1.260)과 대조집단(M=0.322)간의 평균값이 위험율 0.1%의 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 인정되었다. 조사대상자의 요중 마뇨산 농도는 폭로군과 대조군이 각각 1.260g/L(SD:0.395), 0.322g/L(SD:0.267)로 두 군간에는 유의한 차이(P<0.001)를 보여, 다른 연구자들(배기택 등¹⁵, 황천현 등¹⁶)의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

WBC는 대조집단(M=6891.5)이 폭로집단(M=6522.4)보다 5.66% 높은 평균값을 보였으며, 조사대상자의 혈액검사 소견은 WBC 수가 폭로군에서 6522.4(SD:1710.3)개이고 대조군에서는 6891.5(SD:1483.7)개로 폭로군에서 감소하는 경향을 나타내었고, 유의한 차이가 인정되지 않았지만(P>0.05), 문명한 등¹⁷의 연

Table 1. General characteristics between exposed and non exposed groups N(%)

characteristics	division	groups		total
		exposed group	non exposed group	
gender	male	99(67.8)	23(48.9)	122(63.2)
	female	47(32.2)	24(51.1)	71(36.8)
ages	twenties	24(16.4)	4(8.3)	28(14.4)
	thirties	46(31.3)	15(31.3)	61(31.3)
	forties	49(33.3)	23(47.9)	72(36.9)
	fifties	28(19.0)	6(12.5)	34(17.4)

Table 2. The comparison of the difference between non exposed group and exposed group

division	group	N	M(SD)	df	t(sig.)
hippuric acid(g/L)	exposed	146	1.260(0.395)	193	15.332(0.001)
	non exposed	47	0.322(0.267)		
WBC(no./μL)	exposed	146	6522.4(1710.3)	193	1.439(0.153)
	non exposed	47	6891.5(1483.7)		
GOT(IU/l)	exposed	146	25.753(14.284)	193	1.112(0.269)
	non exposed	47	23.745(9.495)		
GPT(IU/l)	exposed	146	27.089(21.376)	193	0.632(0.529)
	non exposed	47	25.213(16.546)		

N: Number, M: Mean, SD: Standard Deviation, df: degrees of freedom

구결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

그러나 GOT와 GPT는 폭로집단과 대조집단간의 평균값이 유의한 차이가 인정되지 않았는데, GOT의 경우는 폭로집단(M=25.753)이 대조집단(M=23.745)보다 높은 평균값을 나타내었으며, GPT의 경우도 폭로집단(M=27.089)이 대조집단(M=25.213)보다 높은 평균값을 나타내었다. 간기능 검사 결과 폭로군과 대조군은 P<0.05 수준에서 유의한 차이가 인정되지 않았지만, 폭로군에서 GOT=25.753(14.284), GPT=27.089(21.376), 대조군에서 GOT=23.745(9.495) GPT=25.213(16.546)으로 폭로군에서 보다 높은 평균값을 보였으며, 이는 문영한 등¹⁷⁾의 연구결과와 비슷한 결과를 나타내었다. 톨루엔 폭로 근로자의 혈액화학적 검사로써 WBC, GOT, GPT 등의 검사를 행하는데 임상증상이 나타나기 전이라도 통계학적으로 의미 있게 GOT와 GPT가 높게 나타나는 것으로 알려져 있으며, 그 외에도 LDH, r-GTP 량을 검정하기도 한다.

Table 3은 성별간의 마뇨산 농도, WBC, GOT, GPT의 차이를 비교 분석하기 위해 t-test를 실시한 결과를 나타낸 것이다. GOT의 경우, 남자(M=27.271)가 여자(M=21.817)보다 위험율이 0.6% 수준에서 유의한 높은 평균값을 보였다. 또한, GPT의 경우도 남자(M=30.328)가 여자(M=20.282)보다 위험율 0.1% 수준에서 유의한 높은 평균값을 보였는데, 이들 2변수의 경우, 성별과의 평균값을 비교한 결과 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 마뇨산 농도와 WBC는 성별과의 평균값을 비교한 결과 통계적으로 유의한 차이가 인정되지 않았으나(P>0.05), 마뇨산 농도의 경우는 남자(M=1.072)가 여자(M=0.963)보다 높은 평균값을 보였고, WBC의 경우는 여자(M=6854.9)가 남자(M=6471.1)보다 높은 평균값을 보였다. 이것은 폭로집단에서 남자의 인원이 여자보다 2배 정도 많았기 때문이다.

Table 4는 연령별 마뇨산 농도, WBC, GOT,

GPT의 차이를 비교 분석하기 위해 일원변량분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과를 나타낸 것이다. Table 4에 의하면 연령별 WBC와 GPT농도의 평균값의 차이가 존재하는 것으로 나타났다.

WBC의 경우는 40대가 M=7071.4로 가장 높은 평균값을 보이고 있으며 50대(M=6160.6)가 가장 낮은 평균값을 나타내었다. 각 연령별 일원변량분석을 실시한 결과, F(3, 191)=3.247로서 p<0.05 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

GPT의 경우, 50대가 M=30.382로 가장 높은 평균값을 나타내고 있으며, 40대가 M=21.392로 가장 낮은 평균값을 나타내었다. 각 연령별 일원변량분석을 실시한 결과, F(3, 191)=2.978, p<0.05 수준에서 각각 유의한 평균의 차이가 인정되었으나, 다중비교에 의한 각 연령별 GPT의 평균값은 의미 있는 차이가 나타나지 않았다.

마뇨산 농도와 GOT의 경우는 각 연령별 일원변량분석을 실시한 결과, P<0.05 수준에서 유의한 차이가 인정되지 않았다.

Table 5는 근무기간별 마뇨산 농도, WBC, GOT, GPT의 차이를 비교 분석하기 위해 일원변량분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과를 나타낸 것이다. Table 5에 나타낸 바와 같이, 마뇨산을 제외한 나머지는 P<0.05 수준에서 유의한 평균의 차이가 인정되지 않았다. WBC의 경우는 8년 이상에서 M=6629.3으로 가장 높은 평균값을 보이고 있으며, 5년 미만(M=6453.1)에서 가장 낮은 평균값을 나타내었다. Scheffe's의 다중비교에 의한 각 근무기간별 WBC의 평균값은 의미 있는 차이가 나타나지 않았다. 근무기간과 GOT의 경우, 각 근무기간별 일원변량분석을 실시한 결과 P<.05 수준에서 유의한 차이가 인정되지 않았으며, GPT의 경우는 5년 미만에서 M=28.979로 가장 높은 평균값을 보이고 있으며, 8년 이상에서 M=24.927로 가장 낮은 평균값을 나타내었으나, 통계적으로 유의한 차이가 인정되지 않았

Table 3. The comparison of the difference between gender

division	group	N	M(SD)	df	t(sig.)
hippuric acid(g/L)	male	122	1.072(.527)	191	1.300(0.196)
	female	71	0.963(.577)		
WBC(no./ μ L)	male	122	6471.1(1665.4)	191	1.547(0.124)
	female	71	6854.9(1661.1)		
GOT(IU/l)	male	122	27.271(15.941)	191	2.787(0.006)
	female	71	21.817(5.459)		
GPT(IU/l)	male	122	30.328(24.037)	191	3.392(0.001)
	female	71	20.282(8.669)		

N: Number, M: Mean, SD: Standard Deviation, df: degrees of freedom

다($P>0.05$).

Table 6은 마노산 농도에 따른 WBC, GOT, GPT의 차이를 비교 분석하기 위해 일원변량분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과를 나타낸 것이다. Table 6에 나타난 바와 같이, 마노산 농도별 WBC, GOT, GPT농도는 $P<0.05$ 수준에서 유의한 차이가 없었다.

Scheffe's의 다중비교에 의한 각 마노산 농도별 WBC의 평균값도 의미 있는 차이가 나타나지 않았다. WBC의 경우는 마노산 농도 2.0이상에서 $M=6311.3$ 으로 가장 낮은 평균값을 보이고 있으며, 1.0미만에서

서 $M=6801.9$ 로 가장 높은 평균값을 나타내었다. 마노산 농도와 GOT의 경우도 각 농도별 일원변량분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과, 유의한 차이가 인정되지 않았으며, 마노산 농도와 GPT의 경우도 각 농도별 일원변량분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과, $P<0.05$ 수준에서 유의한 차이가 인정되지 않았으나, 구체적인 분석 내용은 다음과 같다. GPT의 경우는 2.0이상에서 $M=30.750$ 으로 가장 높은 평균값을 보이고 있으며, 1.0미만에서 $M=25.305$ 로 가장 낮은 평균값을 나타내었다.

본 연구에서는 폭로군에서 GOT, GPT가 상승되

Table 4. The comparison of the difference between other age groups

Division	Ages	N	M(SD)	df	F(sig.)
hippuric acid(g/L)	twenties	28	1.140(.487)	3, 191	1.113(0.345)
	thirties	61	1.061(.619)		
	forties	72	.942(.498)		
	fifties	34	1.066(.553)		
WBC(no./ μ L)	twenties	28	6314.3(1567.7)	3, 191	3.247(0.023)
	thirties	61	6461.9(1600.1)		
	forties	72	7071.4(1640.2)		
	fifties	34	6160.6(1727.5)		
GOT(IU/l)	twenties	28	26.143(10.554)	3, 191	2.295(0.079)
	thirties	61	27.623(17.436)		
	forties	72	22.090(5.713)		
	fifties	34	27.000(16.894)		
GPT(IU/l)	twenties	28	26.250(12.533)	3, 191	2.978(0.033)
	thirties	61	30.885(26.474)		
	forties	72	21.393(9.301)		
	fifties	34	30.382(26.804)		

N: Number, M: Mean, SD: Standard Deviation, df: degrees of freedom.

Table 5. The comparison of the difference according to work duration

Division	work duration (year)	N	M(SD)	df	F(sig.)
hippuric acid(g/L)	below 5	49	1.289(0.365)	2, 144	2.957(0.055)
	between 5~8	57	1.324(0.415)		
	over 8	41	1.136(0.383)		
WBC(no./ μ L)	below 5	49	6453.1(1619.1)	2, 144	0.122(0.885)
	between 5~8	57	6505.1(1506.5)		
	over 8	41	6629.3(2082.1)		
GOT(IU/l)	below 5	49	26.020(16.408)	2, 144	0.031(0.970)
	between 5~8	57	25.855(12.302)		
	over 8	41	25.293(14.473)		
GPT(IU/l)	below 5	49	28.979(25.607)	2, 144	0.398(0.672)
	between 5~8	57	27.019(20.460)		
	over 8	41	24.927(16.900)		

N: Number, M: Mean, SD: Standard Deviation, df: degrees of freedom

Table 6. The comparison of the difference according to the concentration of hippuric acid

Division	concentration of hippuric acid	N	M(SD)	df	F(sig.)
WBC(no./ μ L)	below 1.0	76	6801.9(1638.4)	2, 192	.854(.428)
	1.0~1.99	111	6505.8(1671.9)		
	over 2.0	8	6311.3(1770.4)		
GOT(IU/l)	below 1.0	76	24.246(11.276)	2, 192	.380(.685)
	1.0~1.99	111	25.971(14.896)		
	over 2.0	8	25.000(3.625)		
GPT(IU/l)	below 1.0	76	25.305(18.369)	2, 192	.375(.688)
	1.0~1.99	111	27.235(22.014)		
	over 2.0	8	30.750(10.539)		

N: Number, M: Mean, SD: Standard Deviation, df: degrees of freedom

Table 7. The rate of the complaint of subjective symptoms

Subjective symptom	N	%	Rank
dried skin	46	31.5	1
strained eye	41	28.1	2
poor auditory function	38	26.0	3
headache	32	21.9	4
gloomy eye	31	21.2	5
ringing in the ears	31	21.2	6
arthralgia	31	21.2	7
amnesia	29	19.9	8
toothridge trouble	28	19.2	9
decline of brawn	20	13.7	10
oppressed in breast	19	13.0	11
difficult to sleep	15	10.3	12
loose appetite	12	8.2	13
feel drunk	8	5.5	14
inflammation of skin	8	5.5	15
hands tremble	7	4.8	16
odor trouble	7	4.8	17
nervous breakdown	6	4.1	18
difficult to breath	5	3.4	19
decline of grasping power	5	3.4	20
feel dizzy	4	2.7	21
trouble in sexual life	3	2.1	22
having a cough	3	2.1	23
difficult to drink	3	2.1	24
feel vomitive	2	1.4	25
nosial hamorrhage	2	1.4	26
stammering	0	0.0	27
change in appetite	0	0.0	28
change in sensitivity of skin	0	0.0	29
staggering occasionally	0	0.0	30

어 있고, WBC 수치가 저하되어 있으며, 또한 자각 증상에 대한 문진 결과와 위의 여러 연구 결과가 일치함을 확인하였기에 이에 따라 톨루엔이 건강장해를 일으킨다는 사실을 확인할 수 있었다.

3.2. 자각증상 호소율

톨루엔 폭로에 따른 자각증상 각 문항에 대한 호소율을 조사한 결과 폭로군 전체근로자들에 있어서 ‘피부가 거칠어졌다’고 호소한 근로자가 46명(31.5%)으

로 가장 많았고, '눈이 피로하다: 41명(28.1%)', '청력이 떨어졌다: 38명(26.0%)', '머리가 아프다: 32명(21.9%)', '눈이 침침하다: 31명(21.2%)', '귀에 소리가 난다: 31명(21.2%)' 순으로 자각증상을 호소하였다(Table 7).

톨루엔 폭로에 따른 임상증상은 호흡기 점막의 자극증상과 중추신경계통의 억제현상으로 인한 자각증상으로 이세훈 등¹¹⁾은 접착제를 사용하는 제화공장에 근무하는 근로자에서 '눈이 침침하다(74%)', '머리가 아프다(65%)', '어지럽다(64%)' 순으로 증상 호소율을 나타낸다고 하였으며, 이병국 등¹⁸⁾에서는 '눈이 침침하다(61.4%)', '이상한 냄새가 난다(34.8%)', '눈이 따끔따끔 하다(31.9%)' 순이었으며, 이용진 등¹⁹⁾은 '눈이 피로하다(36.4%)', '피부가 거칠어 졌다(24.6%)', '건망증이 심하다(22.0%)', '머리가 아프다(18.2%)', '잠이 잘 안 온다(15.1%)' 순으로 호소율을 보였는데, 본 조사에서와 비슷한 경향을 보여주었다.

4. 결 론

울산지역에 위치한 사업장중 톨루엔을 주 용제로 사용하는 도장업무 종사자 146명과 톨루엔 폭로경험이 없는 47명을 대상으로 요중 마노산, 혈액검사, 간기능 검사 및 설문조사를 통한 자각증상 호소율을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 조사대상자를 톨루엔 폭로군과 비폭로군으로 분류하여 평균 마노산 농도를 측정한 결과에서, 위험을 0.1%의 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 인정되었으며, 농도값은 폭로군이 1.260(0.395), 비폭로군이 0.322(0.267)g/L 이었다. 그러나 WBC, GPT 및 GOT의 경우에 유의한 차이가 인정되지는 않았다(P>0.05).
- 2) 조사대상자를 폭로군과 비폭로군으로 분류하여 WBC검사를 실시한 결과, 비폭로군 6891.50(1483.7), 폭로군 6522.40(1710.3)/μ로 폭로군에서 감소하는 경향을 나타내었다.
- 3) 조사대상자의 간기능 검사 결과, 폭로군 GOT(25.75), GPT(27.09) 비폭로군 GOT(23.75), GPT(25.21)IU/l로 폭로군에서 증가하는 경향을 나타내었다.
- 4) 폭로군에서 자각증상 호소율 조사결과, '피부가 거칠어졌다: 46명(31.5%)', '눈이 피로하다:41명(28.1%)', '청력이 떨어졌다:38명(26.0%)', '머리가 아프다:32명(21.9%)' 순으로 증상 호소를 보였다.

참 고 문 헌

- 1) 김광중, 박원, 김정철, 1991, 도장작업장 공기 중 복합 유기용제 농도분석에 관한 연구, 한국산업

- 위생학회지, 1(1), 8-15.
- 2) 이세훈, 1986, 톨루엔의 독성과 생물학적모니터링, 한국의 산업의학, 25(4), 115-119.
- 3) Ogata, M., K. Tomokuni and Y. Takatsuka, 1970, Urinary excretion of hippuric acid in the urine of persons exposed to vapours of toluene and m- or p-xylene as a test of exposure, Brit. J. Ind. Med., 27, 43-50.
- 4) Carisson, A., 1982, Exposure to toluene uptake distribution and elimination in man, Scand. J. Work Environ. Health, 8, 43-55.
- 5) Dossing, M., J. Baelum, S. H. Hansen, G. R. Lundavist and N. T. Anderson, 1982, Urinary hippuric acid and ortho cresol excretion in man during experimental exposure to toluene, Brit. J. Ind. Med., 39, 470-473.
- 6) Kono, K., 1985, Urinary excretion of cresol as an indicator for occupational toluene exposure, Industrial Health, 23, 37-45.
- 7) 이세훈, 1988, 유기용제에 의한 건강장해, 한국의 산업의학, 27(3), 6-10.
- 8) 양정선, 이미영, 박인정, 1999, 유해물질 노출 근로자의 생물학적 모니터링을 위한 지표물질 분석법의 표준화 연구(III), 산업안전보건연구원, 62-72pp.
- 9) ACGIH, 1986, Documentation of the threshold limit value and biological exposure indices, 5th ed. ACGIH Inc., 578pp.
- 10) Brugnone, F., E. D. De Rosa, L. Perbellin and G. B. Bartolucci, 1986, Toluene concentration in the blood and alveolar air of workers during the workshift and morning after, Brit. J. Ind. Med., 43, 56-61.
- 11) 이세훈, 김형아, 이병국, 이광목, 1988, 톨루엔 폭로근로자의 요중 마노산 및 o-cresol 배설농도와 자각증상, 한국의 산업의학, 27(2), 4-11.
- 12) Andersen, I., G. R. Lundgbist, L. Molhave, O. F. Pedersen, M. Vaeth and D. P. Wyon, 1983, Human response to controlled levels of toluene in six-hour exposures, Scand. J. Work Environ. Health, 9, 405.
- 13) Yin, S., G. Li, Y. Hu, X. Zhang, C. Jim, O. Inoue and K. Seiji, 1987, Symptoms and signs of workers exposed to benzene, toluene or the combination, Industrial Health, 25, 113.
- 14) Husman, K., 1980, Symptoms of car painters with long term exposure to a mixture of organic solvents, Scand. J. Work Environ.

Health, 6, 19-32.

- 15) 배기택, 문덕환, 김종환, 문찬석, 이채언, 1991, 톨루엔 크실렌 및 벤젠 폭로의 생화학 지표들에 관한 연구, 대한산업의학회지, 3(2), 165-176.
- 16) 황천현, 이원진, 장성훈, 김형아, 2000, 톨루엔 폭로 근로자의 혈장중 마노산과 공기 중 톨루엔과의 상관관계, 예방의학회지, 33(1), 45-50.
- 17) 문영한, 노재훈, 1986, 톨루엔 취급 근로자의 건강장해, 예방의학회지, 19(2), 177-183.
- 18) 이병국, 안규동, 김주자, 한구용, 남태승, 1990, 공기중 톨루엔 폭로에 따른 요중 마노산 배설량과 자각증상에 관한 연구, 한국의 산업의학, 29(2), 56-65.
- 19) 이용진, 이병국, 2000, 톨루엔 노출 작업자들의 요중 마노산 농도 및 자각증상, 순천향산업의학, 6(1), 41-49.