

톨루엔에 폭로된 근로자의 뇨중 마뇨산량에 관한 연구

연세대학교 보건대학원

박 은 미

연세대학교 의과대학 예방의학교실

노 재 훈 · 문 영 한

= Abstract =

A Study on the Concentration of Hippuric Acid in Urine of Workers Exposed to Toluene

Eun Mi Park

Graduate School of Health Science and Management, Yonsei University

Jaehoon Roh and Young Hahn Moon

*Department of Preventive Medicine & Public Health,
Yonsei University, College of Medicine*

The objective of this study is to examine the correlation between the toluene concentration in the work environment of organic solvents and the concentration of hippuric acid in urine of workers exposed toluene, and to acquire the fundamental materials of workers' health care and to assist the assessment of the biological permissible exposure limit.

The control groups are 72 workers who had never been exposed to toluene and the case groups are 101 workers who had been exposed to toluene.

This study was conducted to examine the correlation between the concentration of toluene in work environment and workers' hippuric acid concentration, to investigate the complaint difference of subjective symptoms by means of questionnaire, between the case groups and control groups.

The results and conclusions are as follows:

1) The highest mean concentration of toluene in the air is 544.13 ± 7.75 ppm in the Printing Department of mixing organic solvents.

The concentrations of the others are 463.27 ± 5.24 ppm in Department of mixture for organic solvents, and 393.56 ± 45.69 ppm in the Printing Department(1), and 248.38 ± 45.16 ppm in the Printing Department(2), and 159.38 ± 18.51 ppm in the Printing Department(3).

2) The highest mean concentration of hippuric acid in urine is 6034.84 ± 1298.35 mg/l in the Printing Department with mixing organic solvents.

The concentrations of the others are 4798.44 ± 784.53 mg/l in Department of mixture of organic solvents, and 2883.06 ± 701.90 mg/l in the Printing Department(1), and 1449.98 ± 905.19 mg/l in the Printing Department(2), and 598.52 ± 299.43 mg/l in the Printing Department(3).

3) As the toluene concentration in the work environment becomes higher, the concentration of hippuric acid in urine also becomes higher. It is found that the coefficient of correlation between

toluene concentration and the concentration of hippuric acid are positive ($r=0.868$, $Y=7.18X+349.57$)

4) It is found that the case groups complain of much more subjective symptoms than the control groups.

I. 서 론

고도의 산업발전이 이룩됨에 따라 유기용제를 사용하는 범위가 광대해지고 그 종류도 400여종에 달하고 있다. 그 결과 사업장에서 유기용제로 인한 피해현상이 다양하게 일어나고 있으며 특히 공업용 용제로 널리 사용되고 있는 방향족 화합물인 톨루엔은 작업환경을 오염시키는 물질로 주목의 대상이 되고 있다(김정만, 1983; 이세훈, 1986; Baelum 등, 1985).

근로자가 톨루엔을 흡입하면, 흡입된 량의 20%는 대사과정을 거치지 않고 호기를 통해서 호흡되고 나머지는 벤질알코올(benzyl alcohol), 벤질데하이드레이트(benzyl dehydrate), 벤조산(benzoic acid) 등의 대사과정을 거쳐 그중의 80%는 마노산으로 나머지 20%는 벤질글루코로나이드(benzyl glucuronide)로 뇨에 배출된다(이세훈, 1986; Ikeda, 1960; Ogata, 1980; Carisson, 1982).

근로자가 톨루엔에 장기간 노출되면 피부의 건조와 피부염을 일으키며 불안, 불면, 두통의 증상이 나타나고 고농도에 노출되면 허탈, 혼수상태에 빠지기도 한다(정규철, 1967; Husman, 1980).

사업장에서 사용되는 톨루엔은 증기상태로 공기중에 확산되어 호흡기를 통해 흡수되며 액체상태나 가스상태의 것은 피부를 통해서도 흡수된다(노대식, 1975; Key, 1977). 흡수된 톨루엔은 피부나 점막층, 중추신경계에 중독작용이 강하나 조혈기관에 대한 작용은 미약하다(구본홍, 장임원, 김진의, 1971).

유기용제에 노출된 작업장 근로자를 대상으로 뇨중 신진대사물 측정 실험을 시도한 것은 이미 30년의 역사를 가지고 있으며 1953년 Elkins에 의해서 처음 발표되었다고 알려졌다. 또한 생물학적 기준치(biological threshold limit)의 설정도 제안되었는데, 그 내용은 근로자가 유해물에 폭로될 경우, 근로자 개체의 혈액이나 뇨를 이용한 생물학적 모니터링(biological monitoring)을 실시하여 폭로정도를 직접평가하는 방법이다(이

광목, 1981; Ikeda, 1980; Brugnone, 1986).

최근에 유기용제의 개인노출량 평가방법으로 뇨중 신진대사물질량을 측정하여 생물학적 기준치(biological limited value) 또는 생물학적 폭로한계(biological exposed limit)을 제정하려는 움직임이 일고 있다(Ikeda 와 Hara, 1980).

생물학적 기준치는 생체의 생물학적 모니터링을 실시하여 폭로정도를 평가하고자 하는 것이기 때문에 작업장 유해물의 기준치와 관련이 있고 특히 작업장의 유해물질이 유기용제인 경우 환경농도와 생체시료중의 신진대사물 농도와 양적관계를 비교하는 것으로 환경농도의 허용범위내의 유해물질 폭로시 생체시료 중에 나타나는 신진대사물질의 농도를 가지고 생물학적 기준치로 삼는 방법을 많이 사용하고 있다(Ikeda, 1980; Brugnone, 1986).

Srobova(1953)는 24시간 채뇨한 뇨중의 안식향산량을 톨루엔의 폭로지표로 삼았으며 Pitrowski(1967)는 작업종로시 채뇨한 뇨중 안식향산 배출량을 측정하는 방식을 채택하였다. Teisinger(1956)는 마노산은 안식향산과 글리신이 포함된 후 배설되는 최종 대사산물이라고 설명한 바 있다.

또한 이들은 측정의 간편성이나 대량배설의 조건때문에 뇨중 마노산이 톨루엔 폭로의 가장 신뢰성 있는 생물학적 지표가 된다고 주장하였다. 이와 함께 Pagnotto 등(1967)은 작업환경중 톨루엔농도와 뇨중 마노산량과는 상관관계가 있다고 하였다.

한편 우리나라도 공업이 발달함에 따라 유기용제의 사용량이 증가하므로 유기용제를 취급하는 근로자가 많이 있을 것으로 추정된다.

이에 따라 그들의 건강관리는 중요한 과제가 되었고 유기용제 취급자의 건강관리를 효과있게 하려면 허용기준에 의한 작업환경을 파악하고 필요에 따라 이를 개선하는데 힘을 기울여야 한다.

본 연구는 "공기중 톨루엔농도와 뇨중마노산량과는 정상관 관계가 있다". 두 그룹의 자각증상 호소율은 실험군이 대조군보다 높다고 하는 가설을 설정하여 그들의 상관관계를 구명하므로써 근로자의 건강관리를 위한 기초

자료를 제공하고 생물학적 기준치검정에 도움을 주기 위함이다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

서울시 영동포구에 위치한 유기용제를 사용하는 사업장으로 총근로자수 100명에서 200명 사이의 중소기업체 3업체를 선정하였으며 그라비아 인쇄부에 근무하고 있는 근로자 101명을 실험군으로 하였으며 같은 사업장에서 유기용제에 폭로되지 않은 근로자 72명을 대조군으로 선택하여 조사 연구하였다.

2. 조사방법

1) 작업장의 공기중 톨루엔 농도측정 : 조사대상자의 작업위치에서 개인시료채취기(personal air sampler)를 부착시키고 근로자의 호흡하는 높이에서 0.5l/min의 유속으로 30분간 활성탄관에 공기중 유기용제를 포집하였다.

포집된 시료는 NIOSH S343 방법으로 분석하였다.

2) 뇨중 마노산량 측정 : 본 실험은 사업장의 근로자를 대상으로 작업을 계속하는 토요일 오후 3시에서 4시 사이에 1인당 100 ml의 뇨를 채취하였으며 뇨의 보정법은 뇨비중 방법으로 하였고 표준비중은 1.024로 하였다.

시료는 신노동위생핸드북(新)의 분석방법으로 실시하였다.

3) 설문조사 : 저자가 사전에 준비한 질문지를 사용하였고 조사내용은 학력 직업력 음주력 흡연정도를 조사하였으며 자각증상에 대한 조사는 톨루엔에 폭로되었을 때 나타날 수 있는 증상을 점막자극증상, 중추신경계증상, 신장계증상, 피부계증상으로 분류하여 실시하였다.

3. 분석방법

1) 대조군과 실험군의 뇨중 마노산량의 기하평균과 산술평균을 구하고 t-검정을 실시하여 유의성을 조사하였다.

2) 공기중 톨루엔농도와 뇨중 마노산량과의 상관계수(r)를 계산하여 상관성을 조사하고 단순회귀방정식을 구하였다.

3) 대조군과 실험군의 자각증상을 χ^2 -검정을 실시하

여 유의성을 조사하였다.

III. 결 과

1. 대상자의 일반적 특성

대상근로자의 성별은 전부 남자였으며 연령은 대조군이 32.30 ± 4.66 세, 실험군 32.83 ± 5.93 세로 유의한 차이는 없었으며 근무연수는 대조군이 5.41 ± 3.13 년, 실험군이 6.63 ± 4.46 년으로 실험군이 높았다(Table 1).

대조군은 84.2%, 실험군은 80.6%가 흡연하였고 대조군의 87.5%가 음주하였다. 흡연율과 음주율에 대한 그룹간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

2. 대상사업장의 공기중 톨루엔 농도

연구 대상사업장 실험군의 작업부서별 공기중 톨루엔 농도는 유기용제를 혼합하면서 인쇄하하는 부서, 유기용제 혼합부서, 작업장 중간위치의 인쇄(1)부서와 인쇄(2)부서 작업장 출입문 위치의 인쇄(3)부서에서 각각

Table 1. General characteristics between groups
unit : yr, %

Items	Control group	Case group	P
Age (yr.)	32.30 ± 4.66	32.83 ± 5.93	N.S.
Working years (yr.)	5.41 ± 3.13	6.63 ± 4.46	
Percentage of smoker	80.6	84.2	
Percentage of drinker	87.5	87.2	N.S.

N. S. : Not significant

Table 2. Toluence concentrations in each work-place
unit : ppm

Work- place	Toluence concentration
Organic solvent mixing and print	544.13 ± 7.75
Organic solvent mixing	463.27 ± 5.24
Print (1)	393.56 ± 45.69 *
Print (2)	248.38 ± 45.16
Print (3)	159.38 ± 18.51

Results are the mean \pm standard deviation

* P < 0.05 (significantly different from the corresponding value of toluence concentration in each work-place)

544.13±7.75 ppm, 463.27±5.24 ppm, 393.56±45.69 ppm, 248.38±45.16 ppm, 159.45±18.51 ppm으로 나타났으며 (Table 2) 대상사업장의 작업부서별 공기중 톨루엔 농도는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 대조군의 작업환경중 톨루엔 농도는 미약하여 분석할 수 없었다.

3. 뇨중 마노산량

대상사업장의 톨루엔에 노출되지 않은 근로자(대조군) 72명과 톨루엔에 노출된 근로자(실험군) 101명을 대상으로 한 조사에서 대조군과 실험군의 뇨중 마노산량의 기하평균은 각각 634.42 mg/l, 1875.05 mg/l (Table 3)로 그룹간 뇨중 마노산량에는 유의한 차이가 있었다(p<0.01). 뇨중 마노산량 분포에서 1,000 mg/l 이하의 마

노산을 배설한 근로자는 대조군과 실험군이 각각 58명과 23명, 1,001~2,000 mg/l이하의 마노산을 배설한 근로자는 대조군과 실험군이 13명과 28명, 2,001~3,000 mg/l이하의 마노산을 배설한 근로자는 실험군이 26명, 3,001 mg/l이상 배설한 근로자는 실험군이 24명이었다 (Fig. 1).

흡연과 음주가 대상근로자의 뇨중 마노산 배설에 미치는 영향을 조사한 결과 흡연과 비흡연, 음주와 비음주에

Table 3. Urinary hippuric acid concentrations between groups unit : mg/l

Mean	Hippuric acid concentration	
	Control group	Case group
G. M. ± S. D. *	634.42 ± 254.01	1,375.05 ± 1,791.16
A. M. ± S. D. **	692.91 ± 300.30	2,261.25 ± 1,885.95**

* Geometric mean ± standard deviation
 ** Arithmetic mean ± standard deviation
 ** P < 0.01 (significantly different mean values between control group and case groups)

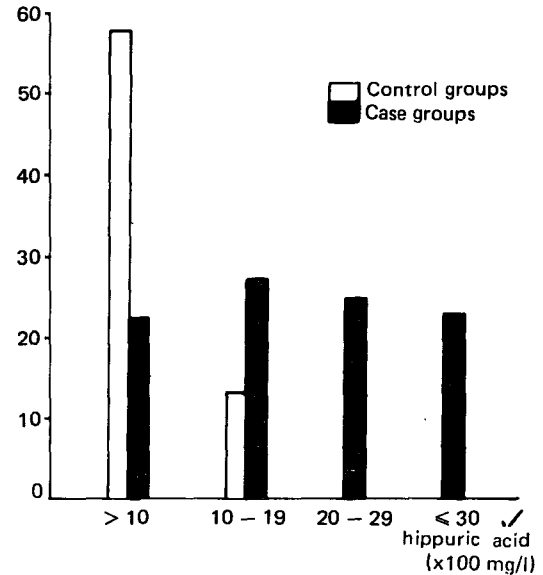


Fig. 1. Distribution of hippuric acid concentrations in urine by groups.

Table 4. Urinary hippuric acid concentrations between smokers and no smokers unit : mg/l

	Control group	P	Case group	P
Smoker	724.11 ± 325.97	N.S.	2,422.16 ± 1,914.61	N.S.
No smoker	563.88 ± 200.49		2,391.87 ± 1,731.73	

N. S. : Not significant

Table 5. Urinary hippuric acid concentrations between drinkers and no drinkers unit : mg/l

	Control group	P	Case group	P
Drinker	691.63 ± 310.51	N.S.	2,426.89 ± 1,726.58	N.S.
No drinker	737.28 ± 335.65		1,830.50 ± 1,207.97	

N. S. : Not significant

Table 6. Toluene concentrations and urinary hippuric acid concentrations in each work-place

unit : ppm, mg/l

Work-place	Toluene	Hippuric acid	
		G. M. ± S. D. *	A. M. ± S. D. **
Organic solvent mixing and print	544.13 ± 7.75	6,034.84 ± 1,298.35	6,094.00 ± 928.69
Organic solvent mixing	463.27 ± 5.24	4,798.44 ± 784.53	4,826.55 ± 564.18
Print (1)	393.56 ± 45.69	2,883.06 ± 701.90	2,924.25 ± 494.56
Print (2)	248.38 ± 45.16	1,449.98 ± 905.19	1,473.41 ± 269.51
Print (3)	159.38 ± 18.51	598.52 ± 299.43	633.83 ± 210.34

* Geometric mean ± standard deviation

** Arithmetic mean ± standard deviation

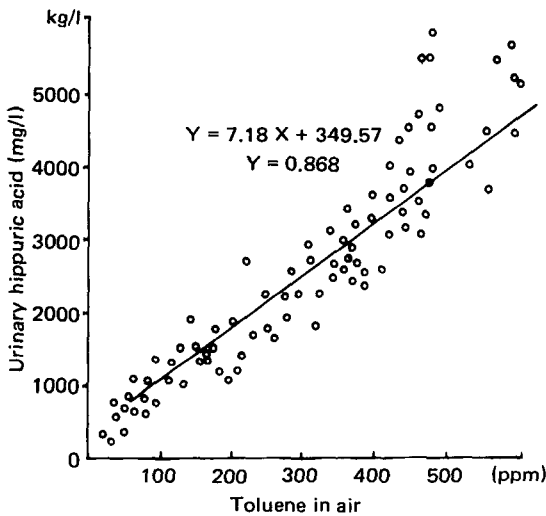


Fig. 2. Relationship between toluene concentrations in air and hippuric acid concentrations urine.

다른 뇨중 마노산량에는 유의한 차이가 없었다(Table 4,5).

4. 공기중 톨루엔 농도와 뇨중 마노산량

본 조사에서 나타난 뇨중 마노산량을 작업부서별로 보면(Table 6) 유기용제를 혼합하면서 인쇄하는 부서 6,034.84 ± 1,298.35 mg/l, 유기용제를 혼합하는 부서 4,798.44 ± 784.53 mg/l, 인쇄(1)부서 2,883.06 ± 701.90 mg/l, 인쇄(2)부서 1,449.98 ± 905.19 mg/l 인쇄(3)부서 598.52 ± 299.43 mg/l로 각 부서별 뇨중 마노산량은 유의한 차이가 있었다(p < 0.01).

공기중 톨루엔 농도가 159.38 ± 18.51 ppm일때 뇨중

마노산량은 598.52 ± 52 ± 299.43 mg/l 톨루엔 농도가 544.13 ± 7.75 ppm일때 뇨중 마노산량은 6,034.84 ± 1,298.35 mg/l로 공기중 톨루엔 농도가 증가할수록 뇨중 마노산량이 증가하였으며(Table 6), 뇨중 마노산량과 공기중 톨루엔 농도와의 상관계수는 r = 0.868(p < 0.01)으로 유의한 정상관 관계를 나타냈다(Fig. 2).

5. 대상근로자의 자각증상

대상근로자의 자각증상 비교에서(Table 7) 점막자극 증상과 중추신경계증상 신장계증상 피부계증상중 가장 높은 호소율은 신장계증상이었으며 두 그룹간에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.01).

IV. 고 찰

본 연구의 대상사업장은 복합유기용제를 사용하여 그라비아 인쇄를 하는 곳으로 톨루엔과 기타 유기용제의 폭로현상이 일어나고 있는 작업장이다.

근로자가 톨루엔에 노출되어 흡입하였을 때 흡입된 량의 15~20%는 대사과정을 거치지 않고 호출되고 흡입된 량의 1 정도는 1~2시간 경과하면 마노산형태로 뇨를 통해 배설되며 완전배설은 노출중단후 약 24시간이 소요되는 것으로 알려져 있다(Carisson, 1982).

이와 같이 뇨중 마노산 배설량은 작업장의 공기중 톨루엔농도에 영향을 받으므로 작업장의 톨루엔 농도여하에 따라 건강장해 정도를 알 수 있게 되므로 생물학적 지표로 이용되고 있다(Ikeda, 1980; Brugnone, 1986).

그러므로 유기용제 취급 근로자의 뇨중 마노산량을 측정하고 작업장의 공기중 톨루엔 농도와의 상관계수를 분

Table 7. Subjective symptoms classified according to groups

Symptoms	Groups	No.	Yes.
Overall	control	257 (89.24)	31 (10.76)
	case	189 (48.71)	197 (51.29)**
Irritation of mucous membrane	control	67 (93.06)	5 (6.94)
	case	45 (46.39)	52 (53.61)**
Symptom of central nervous system	control	64 (88.89)	8 (11.11)
	case	47 (48.45)	50 (51.55)**
Kidney dysfunction	control	66 (91.67)	6 (8.33)
	case	38 (39.18)	59 (60.82)**
Irritation of skin	control	60 (83.33)	12 (16.67)
	case	59 (60.82)	38 (39.17)**

Parenthesis are percentage.

** P < 0.01 (Significantly different mean values between case groups and control group).

석함으로써 뇨중 마노산량이 톨루엔 폭로에 대한 지표로서의 타당성을 밝히고 근로자의 건강관리를 위한 기초자료와 생물학적 기준치 검증에 도움을 주고자 본 연구를 착수하였다.

작업장의 톨루엔 폭로 및 평가방법은 뇨중 마노산량을 측정하는 생물학적 모니터링이 이용되는데(Ikeda와 Hara, 1980), 뇨를 검체로 할때는 24시간의 뇨를 채뇨하는 것이 많이 통용되고 있으나 모니터링의 유용성을 높이기 위해서는 측정값이 폭로정도를 정확하게 나타낼 수 있는 채뇨시기 즉 측정코자 하는 물질의 배출량이 최고치를 나타내는 시점을 선택하는 것이 바람직하다고 보고되고 있다(Tada, 1972; Ogata, 1985).

톨루엔에 폭로되지 않은 정상인의 뇨중 마노산량은 700~1,400 mg/l로 보고하였으며(Ikeda, 1969; Ogata, 1970; Baselt 등, 1980; Carisson, 1982) Hawk와 Bergeim (1944)은 음식물 섭취나 개인별로 차이가 있으나 하루 배설되는 마노산량은 정상인에 있어서 700 mg 이하라고 보고하였고 Seki(1972)는 정상배설량을 1,000 mg/l, 2,000 mg/l를 요주의한계 3,000 mg/l이상을 비정상배설을 보고한 바 있다. 또 산업안전보건법에서는 정상인의 마노산 배설량은 1,000 mg/l미만, 주의한계는 1,000~2,400 mg/l미만, 선별한계는 2,400 mg/l이상으로 구분하고 있다.

대조군의 뇨중 마노산량은 평균 634.42 mg/l로 박(1965)의 보고치인 316 mg/l 보다는 높은 양을 보이거나 산업안전보건법에 따르면 1,000 mg/l미만이므로 정상인의 범위에 속하며 실험군의 뇨중 마노산량은 평균

1,875.05 mg/l로 대조군과는 현저한 차이가 있었다.

뇨중 마노산량은 톨루엔 농도가 가장 큰 배설요인으로 작용하나 개인차가 매우 커서 장, 신장 및 간장에 질환이 있거나 과일 야채등의 섭취시에는 배설량에 변동이 생긴다고 하며(Cantarow 와 Trumper, 1956 ; Gerade, 1967) 음식물 이외에도 사업장에서 사용되고 있는 스티렌(styrene), 에틸벤젠(ethyl benzene), 안식향산등의 폭로에 의해서도 배설되므로(Ogata, 1986) 뇨중 마노산량에 다소의 차이가 있는 것으로 생각된다.

작업부서별 공기중 톨루엔 농도 범위는 159.38~544.13 ppm을 나타냈는데 작업부서 전체는 미국의 ACGIH와 한국의 산업안전보건법의 허용기준 100 ppm을 초과하고 있으나 작업장에서 사용하고 있으나 작업장에서 사용하는 원료가 복합유기용제이므로 혼합물의 허용한계법칙(ACGIH, 1985)을 적용하여 허용기준 초과여부를 판정해야 할 것이다.

톨루엔 농도는 환기장치의 유무에 따라 큰 차이를 보이고 있는데 작업장 출입구 위치의 인채(3)부서는 가장 낮은 농도를 나타내고 있으므로 작업환경관리에서 국소배기장치의 중요성을 다시한번 인식해야 할 것이다.

작업부서별 뇨중 마노산량의 분포는 598.52~6,034.68 mg/l로 공기중 톨루엔농도가 증가하면 뇨중 마노산량이 증가하였고 이것의 상관계수는 $r=0.868$ ($p < 0.01$)으로 정상관계를 나타낸 것을 볼 수 있다($Y=7.18X+349.57$) Y는 마노산량(mg/l) X는 톨루엔 농도(ppm).

뇨중 마노산량과 공기중 톨루엔 농도와의 관계에 대해

여 Kawai와 Teramoto(1984)는 신발공장을 대상작업장으로 선택하여 상관계수 $r=0.897$ 로 정상관 관계를 보고 하였고($Y=30.43X+31.64$) Milkuski 등(1972)은 페인트공장을 대상으로 하여 상관계수 $r=0.81$ 로 정상관 관계를 발표하였는데($Y=6.7X+1,627$) 본 연구와 비교한 결과 대상사업장의 차이가 있을 뿐 유사한 수치를 보이고 있다.

설문조사를 통한 대조군과 실험군의 자각증상 비교에서 실험군에 대조군보다 많은 증상을 호소하고 있는 것은 톨루엔의 마취성과 자극성이 두통·현기증등의 자각증상을 유발시키는 원인이 되기 때문이다.

이와 같이 복합유기용제의 취급시 오는 피해가 높은 이유는 유기용제 구성성분과 함량에 원인이 있다고 생각되는데, 복합유기용제의 성분별 함량표시가 정확히 이루어져야 하고 중독예방에는 근로자가 조심하는 것이 효과적이라 생각된다. 더우기 복합유기용제를 사용하는 작업장의 작업환경을 개선하는 것이 더욱 근본적인 방법이라고 생각된다.

유기용제 작업장의 환경관리에는 작업실태의 점검, 공기중 농도측정 대상물의 검사등에 따라 환경을 평가하고 이것을 기반으로 산업위생 대책을 수립하는데 그것은 개인 폭로량을 감소시키기 위하여 유기용제의 대치 작업공정의 변경, 작업방법의 개선, 국소배기장치의 설치, 보호구의 착용등을 권장하고 있다(김정만, 1983; 김광중 등, 1984).

그러므로 작업환경관리인 원칙은 각각의 사업장마다 실정에 맞도록 검토하고 쾌적한 작업환경을 유지하는 것을 목표로 하여 지속적인 점검 평가 대책수립을 하면서 단계적으로 추진하는 것이 바람직하다고 생각된다.

본 연구에서는 톨루엔 폭로와 뇨중 마노산량과의 상관성을 밝히고 설문조사를 통한 자각증상 호소율의 차이를 조사하였으나 톨루엔 폭로에 대한 혈액학적 검사 즉 SGOT, SGPT, r-GTP 등의 검사를 추가 실시하여(천용희 등, 1983) 독성물질에 대한 생물학적 모니터링의 유효성을 높여 조기진단을 통한 직업병 예방에도 진일보된 방법을 보완 발전시켜 나아가야 할 것이다.

V. 요 약

유기용제 사업장의 그라비아 인쇄부에 근무하는 근로자 101명과 유기용제에 노출되지 않은 72명을 선택하여

뇨중 마노산량과 사업장의 공기중 톨루엔 농도를 측정하여 상관성을 구하였으며 설문조사를 통한 자각증상 호소율을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 작업부서별 공기중 톨루엔 농도는 유기용제를 혼합하면서 인쇄하는 부서에서 평균 544.13 ± 7.75 ppm으로 가장 높았으며 유기용제 혼합부서에서 463.27 ± 5.24 ppm 인쇄(1)부서에서 393.56 ± 45.69 ppm 인쇄(2)부서에서 248.38 ± 45.16 ppm 인쇄(3)부서 159.38 ± 18.51 ppm이었다.

2) 작업부서별 뇨중 마노산량은 유기용제를 혼합하면서 인쇄하는 부서의 근로자에서 평균 $6,034.84 \pm 1,298.35$ mg/l로 가장 높았으며 유기용제 혼합부서의 근로자에서 $4,798.44 \pm 784.53$ mg/l 인쇄(1)부서의 근로자에서 $2,883.06 \pm 701.90$ mg/l 인쇄(2)부서의 근로자에서 $1,449.98 \pm 905.19$ mg/l 인쇄(3)부서의 근로자에서 598.52 ± 299.43 mg/l였다.

3) 작업장 공기중 톨루엔 농도와 마노산량과의 상관계수는 $r=0.868$ ($p<0.01$)으로 정상관 관계를 나타냈다($Y=7,18X+349.57$)

4) 실험군이 대조군보다 더 많은 자각증상을 호소하였다.

참 고 문 헌

- 구본홍, 장임원, 김진희. 유기용제 중독에 따른 보상대책 및 예방관리에 관한 연구. 한국의 산업의학 1971; 10(4):21-40
- 김정만. 유기용제 작업장의 환경관리. 산업보건 1983; 12(3):12-18
- 노대식. 한국에서 제조판매되는 신나의 작업환경 기준설정에 관한 연구. 고대의대지 1975; 12(1):184-193
- 천용희, 문영환, 노재훈, 차봉석. 모 공장 paint-thinner 폭로 근로자의 자각증상과 관련된 변수에 관한 연구. 중앙의학 1983; 44(1):1-6
- 박정일. 한국인에서의 요중 phenol 및 hippuric acid의 배설량. 가톨릭대학 의학부 논문집 1965; 28(1):43-48
- 김광중 등. 산업위생관리. 신광출판사, 1984
- 이광목. 유기용제 폭로를 위한 biological monitoring. 한국의 산업의학 1981; 20(1):1-4
- 이세훈. 톨루엔의 독성과 생물학적 모니터링. 한국의 산업의학 1986; 25(4):115-119
- 정규철, 장임원. Benzene 및 Toluene 중독에 관한 연구. 보건장학회보 1972; 23:174-180
- ACGIH. TLVs threshold limit values for chemical sub-

- stances and physical agents in workroom environment with intended changes for 1985. 5th ed. ACGIH Inc., 1985
- Baselt RC. *Biological monitoring methods for industrial chemicals*. CA Biomedical Publications, 1980
- Brugnone F, Rosa ED, Perebelli L. *Toluene concentration in the blood and alveolar air of workers during the work shift and the morning after*. *Brit J Industr Med* 1986; 43:56-61
- Baelum et al. *Response of solvent-exposed printers and unexposed controls of six-hour toluene exposure*. *Scand J Work Environ Health* 1985; 11:271-280
- Cantarow A, Trumper M. *Clinical biochemistry*. 5th ed. Philadelphia Saunders, 1956
- Carisson A. *Exposure to toluene uptake distribution and elimination in man*. *Scad J Work Environ Health* 1982; 8:43-55
- Doull J, Klaasen CD, Amdur MO. *Casartt and Doull's Toxicology*. 2nd ed. Philadelphia Saunders, 1980
- Elkns HB. *Analysis of biological materials as indices of exposure to organic solvents*. *Arch Ind Hyg Occup Med* 1954; 9:212-222
- Gerade HW. *The aromatic hydrocarbons*. Interscience Publisher, 1967
- Hawk PB, Bergeim O. *Practical physiological chemistry*. 11th ed. Blakiston Philadelphia, 1944
- Husman K. *Symptoms of car painters with long term a mixture of organic solvents*. *Scand J Work Environ Health* 1980; 6:19-32
- Ikeda M, Ohtsuj H. *Significance of urinary hippuric acid determination as an index of toluene exposure*. *Brit J Industr Med* 1969; 26:244-246
- Ikeda M, Hara I. *Evaluation of the exposure to organic solvents by means of urinalysis for metabolites*. *Brit J Industr Med* 1980; 22:3-16
- Ikeda M, Ohtsuj H. *Hippuric acid phenol trichloroacetic acid levels in the urine of Japanese subjectors with no known exposure to organic solvents*. *Brit J Industr Med* 1969; 26:162-164
- Key MM, Heuschel AF, Butler J. *Occupational disease a guide to their recognition*. Washington DC, US Government Printing Office, 1977
- Kawai T, Teramoto K. *Toluene exposure and urine hippuric acid cresol and phenol levels in workers of vinyl shoes factories*. *The J Science Labour* 1984; 60(3):23-29
- Mikulski PI, Wiglusz R, Bublewska A, Uselis J. *Investigation of exposure of ships' painters to organic solvents*. *Bull Inst Mar Med Gdansk* 1970; 21:129-138
- Ogata M, Tomokuni K, Takatsuka Y. *Urinary excretion of hippuric acid and morphmethyl hippuric acid in the urine of persons exposed to vapours of toluene and morphylene as a test exposure*. *Brit J Industr Med* 1970; 27:43-50
- Ogata M. *Indices of biological monitoring with special reference to urinalysis for metabolites of organic solvents*. *Japan J Indust Health* 1985; 27:229-241
- Pagnotto LD, Lieberman LM. *Urinary hippuric acid excretion as an index of toluene exposure*. *Am Ind Hyg Assoc J* 1967; 28:129-134
- Parneggiani L. *Encyclopedia of occupational health chemistry*. 11th ed. Blakiston Philadelphia, 1983
- Piotrowski J. *Ilosciowa ocena wchlaniaia toluenu aludzi*. *Medyeyna Pracy* 1967; 3:213-223
- Seki Y. *Methods of sampling industrial solvents in air*. *Jap J Ind Health* 1972; 14:138-139
- Srobova I, Teisinger I. *O metabolismu toluene*. *Pracovni Lekarstvi* 1953; 5:259-263
- Tada O. *On the methods for evaluating the exposure to toxic substance-a, review*. *The J Scien Labour* 1983; 60(3):228-241
- Teisinger I, Skramovsky S, Srobova I. *Chemické metody K Vysetrovani biologikeho materialu V prumyslove toxikologii (Chemical methods for the Investigation of biological material in Industrial Toxicology)*. Prague 1956; 84-108
- Wilczok T, Bieniek G. *Urinary hippuric acid concentration after Occupational exposure to toluene*. *Brit J Industr Med* 1978; 35:330-334
- 三浦豊彦ほか. 新労働衛生ハンドブック. 労働科学研究所出版部, 昭和 52; pp. 986-987