

톨루엔 취급 근로자의 건강장해

연세대학교 의과대학 예방의학교실

문 영 한 · 노 재 훈

= Abstract =

Health Impairment among Toluene exposed Workers

Young Hahn Moon and Joe Hoon Roh

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

Subjective symptoms, counts of blood cells and liver function test were conducted on 198 male workers who were exposed to toluene in Kyungin area from September to November, 1986.

According to the level of urinary hippuric acid concentration, the total sample was classified into the high exposure group (concentration ≥ 3 g/l) and the low exposure group (concentration < 3 g/l).

The following findings were obtained by comparing the two group:

1) Contrary to the previous findings, the urinary hippuric acid concentration of toluene exposed workers showed bimodal distribution. It meant that the toluene exposed workers were mixed with the non-exposed or minimal exposed workers.

2) The high exposure group showed a lower level of leucocytes counts ($6,630 \pm 1,860/\mu\text{l}$) than the low exposure group ($6,340 \pm 1,960/\mu\text{l}$).

3) The high exposure group showed a higher level of SGOT, SGPT and r-GTP than the low exposure group ($p < 0.05$).

4) The high exposure group complained much more subjective symptoms (e. g. skin rash, loss of appetite, palpitation) than the low exposure group.

I. 서 론

금일에 이르러 유기용제는 그 용도가 광대해지고 있으며 그 종류도 400여종에 달하며 (Inoue, 1983) 산업장에서 유기용제로 인한 중독발생의 위험도도 증대되고 있다.

유기용제는 주로 증기상태로 공기중에 확산되고 호흡기를 통해 흡입되며 액체상태나 가스상태의 용제는 피부를 통해서도 흡수된다 (Oettingen, 1942; Key, 1977; Committee on alkyl benzene derivates, 1980).

근로자에게 흡입된 유기용제는 체내를 통해 대사되

며 대사과정에서 톨루엔은 대부분 벤졸산으로 대사되어 간에서 글리신과 포합하여 마노산이 되어 소변으로 배설된다 (Ikeda, 1969, 1980; Baselt, 1980; Carisson, 1982; Ogata, 1970, 1980).

오염물질의 기준농도에 관한 안전성 평가의 척도로 허용농도인 TLV가 설정되어 있어 널리 이용되고 있으며 (Parmeggiani, 1983) 동시에 혈액이나 뇨등 생체시료를 채취해서 그중에 해당물질인 마노산의 농도를 측정하는 생물학적 허용농도가 사용되고 있다 (Ikeda, 1980).

유기용제의 경우 기준농도와 생체시료중의 농도의 양적관계를 구해서 오염물질의 폭로시 생체시료중에 나타나는 해당 물질농도를 생물학적 허용농도로 삼는

방법을 많이 사용하고 있다(Ikeda, 1980 ; Brugnone, 1986).

유기용제는 휘발성이 크기 때문에 밀폐된 실내나 탱크내에서 용이하게 고농도에 도달되며 그 곳에서 대비책 없이 작업하는 근로자는 재해성의 급성중독을 일으키며 혼미한 상태에 빠지는 경우가 생기게 된다(Husman, 1980 ; Baerum, 1982).

본 연구는 유기용제 작업부서에서 근무하는 근로자를 대상으로 자각증상에 관한 설문조사와 산업안전보건법에 따른 특수건강진단 항목을 적용하여 건강조사를 실시하였으며 특히 톨루엔 노출작업자의 생물학적 표지표인 뇨중 마뇨산 농도를 측정하고 그 결과에 따라 저농도 폭로자와 고농도 폭로자로 구분하여 유기용제가 건강에 미치는 영향에 관하여 몇가지 소견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 경인지역에 있는 톨루엔 취급 공장 6개소를 택하여 그곳에서 유기용제를 취급하는 남자 근로자 198명을 대상으로 하였으며 조사기간은 1985년 9월부터 동년 11월까지 3개월간이었다.

2. 조사방법

1) 면접조사 : 저자가 사전에 준비하여 사전검사 실

시 후 변수를 보완한 설문지를 이용하였으며 내용은 연령, 근무연한 및 음주, 흡연습관과 유기용제 자각증상에 관한 것으로 총 67개 문항으로 이루어져 있으며 1명의 의사가 시행하였으며 증상은 아래와 같이 분류하였다.

(1) 근무중 느끼는 급성증상

- ① 점막자극 증상
- ② 폐자극 증상
- ③ 자율신경계 증상
- ④ 심장 혈관계 증상

(2) 일상생활에서 느끼는 증상

- ① 위장관계 증상
- ② 호흡기 증상
- ③ 중추신경계 증상
- ④ 말초신경계 증상
- ⑤ 피부증상
- ⑥ 용혈증상
- ⑦ 신장장애 증상
- ⑧ 골수장애 증상

위와 같이 근무중 느끼는 증상과 일상생활에서의 증상으로 나누어 각 항목별로 구체적인 내용의 설문문을 만들어 사용하였다.

2) 혈액검사 : 피검자로부터 정맥혈 3cc를 채취하여 적혈구수, 백혈구수, 헤모글로빈치, 혈색소량을 Coulter Counter Model-R로 분석하였다.

3) 간기능검사 : 조사대상자의 정맥혈 7cc를 채취하

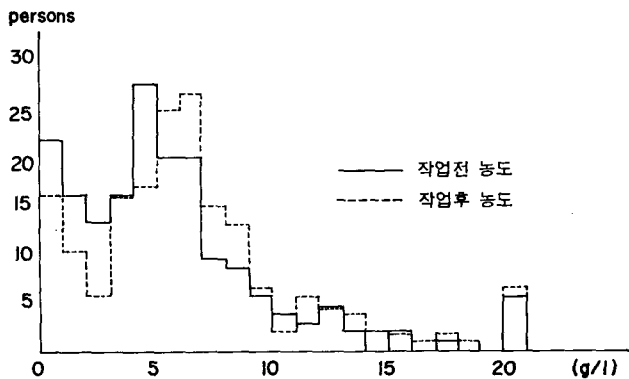


Fig. 1. Distribution of urinary hippuric acid concentration before & after working.

여 혈청분리 후 SMA 12/60으로 LDH, SGOT, SGPT, BUN, Alkaline Phosphatase, Creatinine, total Protein, Sodium, Potassium, Chloride, r-GTP를 측정하였다.

4) 뇨중 마노산 농도의 측정: 유기용제 취급 근로자 198명을 대상으로 작업을 시작하기 전인 오전 8시와 10시 사이의 소변을 1차로 받고 작업을 계속시킨 후 오후 3시와 5시 사이의 소변을 채취하여 마노산 농도를 자외선 스펙트로메트리방법(Baselt, 1980)을 이용하여 측정 하였으며 마노산 농도의 보정은 뇨비중 보정법(Ikeda, 1980)을 이용하였다.

3. 분석방법

조사대상자의 작업 전 및 작업 후의 마노산 농도의 분포는 이산곡선을 이루고 있었으며(Fig. 1) 경계선은 마노산 농도 3g/l이었다.

따라서 조사대상자를 마노산 농도 3g/l 미만인 군을 저폭로군, 3g/l 이상인 군을 고폍로군으로 구분하여 2군간의 일반적 특성, 음주, 흡연습관과 혈액 및 간기능검사 소견을 비교하였다.

III. 결 과

1. 대상자의 일반적 특성

조사대상자의 연령은 마노산 농도 3g/l 미만인 저폭로군이 32.77±7.84세이고 고폍로군이 30.52±6.10세이었으며 연령구간별로 구분하여 유의한 차이는 나타나지 않았다(Table 2).

신장은 두군 모두 167 cm 내외이고 체중은 모두 60 kg 내외이었으며 근무년수는 저폭로군이 4.87±3.12년, 고폍로군이 4.56±3.16년으로 두군간의 차이는 없었다(Table 1).

저폭로군에서는 69.2%가 흡연하였고 고폍로군에서는 71.9%가 흡연하였으며 흡연량이나 흡연년수에는 두군 간의 유의한 차이는 없었다(Table 3).

음주율은 저폭로군에서 11명으로 28.2%이고 고폍로군에서는 25명으로 16.3%였으며 음주수준은 두군간에 통계학적 유의성은 없었다($p > 0.05$ by X^2 -test)(Table 4).

Table 1. General characteristics between groups

Items	Low exp. group* (n=39)	High exp. group** (n=153)
Age (yrs.)	32.77±7.84	30.52±6.10
Height (cm)	167.15±5.20	167.86±6.17
Weight (kg)	60.59±6.44	60.72±6.61
Working years (yrs.)	4.87±3.12	4.56±3.16

All values are not statistically different at $\alpha=0.05$ level

* Low exp. group: concentration of urinary hippuric acid < 3 g/l

** High exp. group: concentration of urinary hippuric acid \geq 3 g/l

Table 2. Age distribution between groups

Ages	Low exp. group	High exp. group
~19	0(0.0)	4(2.6)
20~29	17(43.5)	71(46.4)
30~39	15(38.5)	67(43.8)
40~49	6(15.4)	10(6.5)
50~	1(2.6)	1(0.7)
	39(100.0)	153(100.0)

* $p > 0.05$ by χ^2 -test

Table 3. Smoking habits between groups

Items	Low exp. group	High exp. group
Percentage of smoker(%)	69.2(27/39)	71.9(90/153)
Smoking amount (ea/day)	12.27±6.28	11.92±5.80
Duration of smoking(yrs)	8.73±8.21	9.82±6.35

Table 4. Distribution of drinking levels between groups

Drinking levels	Low exp. group	High exp. group
No drinking	11(28.2)	25(16.3)
Moderate drinking*	24(61.5)	120(78.4)
Heavy drinking**	4(10.3)	8(5.2)
	39(100.0)	153(100.0)

* Alcohol intake: less than 320 ml/day of 25% alcohol

** Alcohol intake: more than 320 ml/day of 25% alcohol

2. 혈액학적 소견

조사대상자의 혈액검사 소견은 백혈구수가 저폭로군에서 $6,630 \pm 1,850$ 개이고 고폭로군에서는 $6,340 \pm 1,950$ 개로 고폭로군에서 감소하는 경향을 나타내나 통계학적 유의성은 없었다($p > 0.05$) (Table 5).

적혈구수는 저폭로군에서 $4.73 \pm 0.40 \times 10^6/\mu\text{l}$ 이고 고폭로군에서는 $4.76 \pm 0.34 \times 10^6/\mu\text{l}$ 이었다.

간기능검사 결과 저폭로군과 고폭로군에서 통계학적으로 차이가 있는 항목은 SGOT, SGPT, total Protein, r-GPT 이었으며 특히 SGPT 의 경우 고폭로군이 19.77 ± 12.69 IU/l로 저폭로군의 15.28 ± 4.59 IU/l 보다 유의하게 높았다($p < 0.01$).

Total Protein은 고폭로군이 7.29 ± 0.52 g/dl로 저폭로군의 7.55 ± 0.44 g/dl 보다 유의하게 감소하였으며($p < 0.01$) r-GTP 는 고폭로군이 19.78 ± 14.75 IU/l로 저폭로군의 15.54 ± 7.94 IU/l 보다 유의하게 증가하였다(Table 6).

간기능검사 및 백혈구수와 뇨중 hippuric acid 농도와 의 상관관계를 보기 위해 SGOT, SGPT, total protein, r-GTP 및 WBC를 종속변수로 뇨중 hippuric acid는 독립변수로하여 단순회귀식을 구하고 적합성 검정을 하였다(Table 7).

적합성 검정결과 total protein 및 WBC와 마노산 농도간의 단순회귀식이 적합하였다. 즉 total protein과 hippuric acid는 음의 상관관계가 있으며($r = -0.024$) 두변수간의 설명력은 5.6%($R^2 = 0.056$)이며 백혈구수와 뇨중 마노산 농도간에는 음의 상관관계가 있으며($r = -0.056$) 두변수간의 설명력은 2.4%($R^2 = 0.024$)이다.

Table 5. Hematologic values between groups (mean \pm S.D.)

Items	(Unit)	Low exp. group (n=39)	High exp. group (n=153)
WBC	($10^3/\mu\text{l}$)	6.63 ± 1.85	6.34 ± 1.95
RBC	($10^6/\mu\text{l}$)	4.73 ± 0.40	4.76 ± 0.34
Hgb	(g/dl)	14.78 ± 1.16	15.07 ± 3.09
Hct	(%)	43.39 ± 3.20	43.27 ± 3.30

All values are not statistically different at $\alpha = 0.05$ level

Table 6. Results of liver function tests

Items	(Unit)	Low exp. group (n=39)	High exp. group (n=153)
LDH	(IU/l)	65.03 ± 20.72	63.71 ± 22.60
SGOT	(IU/l)	18.44 ± 5.96	$20.96 \pm 10.27^*$
SGPT	(IU/l)	15.28 ± 4.59	$19.77 \pm 12.69^{**}$
BUN	(mg/dl)	14.61 ± 4.13	14.40 ± 7.23
Alk. Phosp.	(IU/l)	52.64 ± 11.23	53.84 ± 13.53
Creatinine	(mg/dl)	0.83 ± 0.14	0.87 ± 0.15
T. Protein	(g/dl)	7.55 ± 0.44	7.29 ± 0.52
Na ⁺	(mM/L)	144.77 ± 1.22	144.82 ± 1.40
K ⁺	(mM/L)	43.05 ± 4.29	42.08 ± 3.78
Cl ⁻	(mM/L)	102.23 ± 2.13	102.26 ± 2.42
r-GTP	(IU/l)	15.54 ± 7.94	$19.78 \pm 14.75^{**}$

* $p < 0.05$ by t-test

** $p < 0.01$ by t-test

Table 7. Results of simple regressions by hippuric acid concentration

Variables	Regression coefficients	Intercept	R ²	Probability
SGOT	-0.080	20.83	0.002	0.537
SGPT	0.090	18.22	0.002	0.553
T. Protein	-0.024	7.48	0.056	0.001*
r-GTP	-0.045	18.98	0.000	0.809
WBC	-0.056	6.76	0.024	0.031*

* $p < 0.05$ by null hypothesis $\beta = 0$

Table 8. Results of subjective symptoms between groups (%)

Symptoms	Low exp. group	High exp. group
Skin rash	2.6	15.7**
Loss of appetite	33.3	49.7*
Palpitation	23.1	40.5*
Chest tightness	25.6	37.9
Coughing	51.3	60.8
Dyspnea	5.1	11.8
Irritability	38.5	48.4
Mood elevation	17.9	26.1
Easy bruising	10.3	17.0

* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

3. 자각증상

조사대상자의 자각증상은 주로 점막자극 증상(eye irritation, coughing, skin rash)이었으며 skin rash는 고폍로군이 15.7% 저포로군이 2.6%로 유의한 차($p < 0.01$)를 나타냈으며 식욕감퇴는 고폍로군이 49.7% 저포로군이 33.3%이고 palpitation은 고폍로군이 40.5% 저포로군이 23.1%로 자각증상 호소율에 유의한 차를 나타냈다($p < 0.01$).

그 외의 증상으로는 chest tightness, coughing, dyspnea, irritability, mood elevation, easy bruising이 고폍로군에서 호소율이 높았으나 통계학적 유의성은 나타나지 않았다(Table 8).

IV. 고 찰

유기용제는 산화, 환원, 가수분해, 포합등의 생체내의 반응을 일으키어 독성을 발휘하게 된다(Ikeda, 1980; Ovrum, 1978).

따라서 중독의 원인 물질은 용제 그 자체가 되기도 하고 대사과정에서 생긴 대사중간 산물에 의한 경우가 있다. 또한 섭취된 용제의 농도, 폭로기간에 따라 중독 증상의 발현 상태가 달라지고 급성 또는 만성중독을 가져오게 된다(Husman, 1980).

유기용제는 생체내에서 대사되며 간장이나 신장이 이 과정에서 부하를 받게 되며 급성 중독 이외에 저농도에 만성적으로 폭로되면 피로, 권태, 두통, 현기증 등 중추신경장애, 자율신경계의 불안정 상태를 야기하고 부신피질 기능에 장애를 가져온다(Grobski, 1961; Knox, 1966; Nomiyama, 1978).

유기용제의 생물학적 모니터링에 사용되는 생체시료는 체내에 흡수된 용제가 혈액을 통해서 전신에 분포되는 것을 감안하여 정맥혈을 사용하거나 흡수된 유기용제가 변화되지 않은 상태로 호기중에 배출되는 것을 이용하여 호기를 시료로 하며 대사물이 뇨중에 배출되는 것을 착안하여 뇨를 이용하기도 하는데 피검자에 대한 부담, 기술상의 편의성, 검체보존의 용이성으로 뇨가 많이 이용되며 채뇨시기에 대해서는 근무시간중에 배출되는 뇨(스포트 뇨)를 검체로 택하는 것이 일반적이다(Takeuchi, 1970; Ikeda, 1980).

유기용제 중독 진단의 검사항목으로 직업경력, 입

상소견, 혈액검사, 뇨단백, 뇨유로빌리노겐 그리고 SGPT등의 간기능 검사를 실시한다. 이들 검사에서 유소견이 나올때는 혈액정밀검사와 더 광범위한 간기능 검사, 신장기능검사, 뇌신경계검사를 실시하며 생물학적 모니터링으로 뇨중 마노산 배설량을 측정한다.

톨루엔은 마취성이 벤젠보다 강하고 자극성도 강하며 조혈장애는 없으며 공업용 톨루엔은 벤젠을 함유하는 경우가 많다(Walkley, 1961).

톨루엔의 중독 작용은 호흡기계, 피부에 자극증상을 일으키며 장기간 노출되면 피부의 건조와 피부염을 일으키며 장기간 노출되면 후각의 감각둔화로 후각적응 현상이 나타나게 된다. 불면, 불안, 두통의 신경증상이 나타나며 고농도에서는 허탈, 혼수상태에 빠지기도 한다(Husman, 1980). 점착제나 페인트의 증기에 오래 노출되면 Hyperchloremic acidosis, renal tubular acidosis, hypokalemia, hypophosphatemia가 생기는 것이 지적되고 있다(Rey, 1977).

산업장에서 톨루엔 중독의 경우 톨루엔의 대부분은 벤조산(benzoic acid)으로 대사되어 간에서 글리신(glycine)과 포합하여 마노산(hippuric acid)이 되어 소변으로 배설되는데 톨루엔에 폭로되지 않은 사람의 뇨중 마노산은 0.7-1.4g/l이 되는 것으로 알려져 있다(Ikeda, 1969, 1980; Baselt, 1980; Carisson, 1982; Ogata, 1970, 1980). 채뇨시기는 측정치가 비폭로시의 값에 비해 가장 많은 격차를 나타내는 오후 4시경이 적당하며 벤젠, 톨루엔, 스티렌 그리고 트리크로로 에틸렌의 뇨중 대사물 측정에 적용된다(Ikeda, 1980). 정상인의 뇨중에 hippuric acid 배설은 주로 식품중의 안식향산으로부터 유래하며 glycine 이 함유되어 있는 식품을 섭취하면 증가한다(Ogata, 1986). 정상인의 뇨중 hippuric acid 배설량의 분포는 Poission 분포를 따르며 phenol의 배설량은 Polya-Egger 분포를 나타낸다(Park, 1976). 일반적으로 건강인과 질병을 가진 사람들을 포함하는 어떤 생물학적인 특성의 분포 곡선을 그려보면 정점이 두개있는 이산곡선을 나타낸다. 따라서 본 연구결과 유기용제 취급자 198명의 뇨중 hippuric acid 배설량의 분포가 이산곡선을 나타낸 것은 조사 대상자의 구성에 유기용제 폭로자와 비폭로자(또는 경미한 폭로자)가 혼합된 것을 의미하며 특수검진시 신체검사대상자 선별의 경우 일괄적으로 부서별로 실시하는 것보다는 개인별

로 선별하는 것이 바람직하다고 사료된다.

대기중 톨루엔의 농도와 뇨중 hippuric acid 의 상관관계는 비폭로자인 경우 뇨중 hippuric acid의 농도는 1.4 g/l, 대기중 톨루엔 농도가 50 ppm인 경우 뇨중 hippuric acid는 1.26-2.93 g/l이며, 200 ppm인 경우 4.12-8.65 g/l 라고 발표 하였다(Pagnotto, 1967; Ikeda, 1969).

따라서 본 연구는 조사대상자의 뇨중 hippuric acid 배설량의 분포곡선에서 경계치인 3 g/l를 기준으로 고폭로군과 저폭로군으로 구분하였다.

톨루엔 폭로군로자의 혈액화학적 검사로써 SGOT, SGPT, r-GTP 등의 검사를 행하는데 임상증상이 나타나기 전이라도 통계학적으로 의의있게 SGOT 나 SGPT 가 높게 나타나는 것이 알려져 있으며 그외에 LDH, LAP 검사도 실시하며 알콜중독 정도에 연관시켜 r-GTP량을 측정하기도 한다(Shiojima, 1983).

또 톨루엔을 주사한 rat의 간조직에서 mitochondria 의 수 및 면적이 증가하고 microsomal enzyme이 증가하였다(Ugváry, 1976).

본조사에서는 고농도 폭로군에서 SGOT, SGPT, r-GTP가 상승되어 있고 T. Protein이 저하되어 있으며 특히 T. Protein은 hippuric acid 농도와 음의 상관관계가 나타난것을 종합하여 보면 톨루엔이 간기능을 저하시킨다는 것을 알 수 있다.

V. 결 론

경인지역에 있는 톨루엔 취급 사업장 6개소의 근로자 198명을 대상으로 1985년 9월부터 11월까지 면접조사, 혈액화학적검사 및 간기능검사를 실시하여 다음의 결과를 얻었다.

1) 조사대상자의 뇨중 마노산 농도의 분포는 3 g/l를 경계로 이산곡선(bimodal curve)을 이루었다.

2) 조사대상자를 마노산 배설량에 따라 저폭로군과 고폭로군으로 분류하여 혈액검사를 실시한 결과 백혈구수가 저폭로군이 6,630±1,850개/ul 고폭로군이 6,340±1,950개/ul으로 고폭로군이 감소하는 경향을 나타내었다.

3) 간기능검사 결과 저폭로군과 고폭로군간에 SGOT, SGPT, total protein, r-GTP에 유의한 차이가 있었다(p<0.05).

4) 자각증상 결과는 고폭로군에서 skin rash, loss of appetite, palpitation의 호소율이 저폭로군보다 유의하게 높았다(p<0.05).

참 고 문 헌

- Baelum J, Andersen I, Molhave L. *Acute and Subacute symptoms among workers in the printing industry. Br J Industr Med* 1982; 39:70-75
- Baselt RC. *Biological monitoring methods for industrial chemicals. CA, Biomedical publications, 1980, pp. 254-257*
- Brugnone F, Rosa ED, Perbellini L, Bartolucci GB. *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
- Carisson A. *Exposure to toluene. Uptake, distribution and elimination in man. Scand J Work Environ Health* 1982; 8:43-55
- Committee on alkyl benzene derivatives. *The alkyl benzene. Washington DC, National Academy Press. 1980, pp V1-V64*
- Grobski DA. *Toluene sniffing producing cerebellar degeneration. Am J Psychiatry* 1961; 118:461-465
- Husman K. *Symptoms of car painters with long term exposure to a mixture of organic solvents. Scand J Work Environ Health* 1980; 6:19-32
- Ikeda M, Hara I. *Evaluation of the exposure to organic solvents by means of urinalysis for metabolites. Jap J Ind Health* 1980; 22:3-17
- Ikeda M, Ohtsuj H. *Significance of urinary hippuric acid determination as an index of toluene exposure. Brit J Industr Med* 1969; 26:244-246
- Inoue T, Takeuchi Y, et al. *A nation wide survey on organic solvents components in various solvent products. Industrial Health* 1983; 21:175-183
- Key MM, Heuschel AF, Butler J. *Occupational disease. A guide to their recognition. Washington DC, US government printing office, 1977*
- Knox JW, Nelson JR. *Permanent encephalopathy from toluene inhalation. N Engl J Med* 1966; 279:1494-1496
- Nomiyama K, Nomiyama H. *Three fatal cases of thinner-sniffing and experimental exposure to toluene in human and animals. Int Arch Occup Environ Health* 1978; 41:55-64
- Oettingen W, Neal PA, Donahue DD. *The toxicity and*

- potential dangers of toluene. JAMA 1942; 118:579-584*
- Ogata M. *Indices of biological monitoring. With special reference to urinalysis for metabolites of organic solvents. Japan J Ind Health 1985; 27:229-241*
- Ogata M, Tomokuni K, Takatsuka Y. *Urinary excretion of hippuric acid and m-or p-methyl hippuric acid in the urine of persons exposed to vapours of toluene and m-or p-xylene as a test of exposure. Brit J Industr Med 1970; 27:43-50*
- Ovrum P, Hultengren M, Lindquist T. *Exposure to toluene in a photogravure printing plant concentration in ambient air and uptake in the body. Scand J Work Environ Health 1978; 4:237-245*
- Pagnotto LD, Lieberman LM. *Urinary hippuric acid excretion as an index of toluene exposure. Am Ind Hyg Asso J 1967; 28:129-134*
- Park JI. *Urinary excretion of phenol and hippuric acid in the healthy Koreans. The Journal of Catholic Medical College 1965; 28:43-48*
- Parmeggiani L. *Encyclopedia of occupational health and safety. Geneva, ILO, 1983, pp 2184-2186*
- Shiojima S, Hasegawa K, Ishihara N. *Subclinical increases in serum transaminase activities among female workers exposed to toluene at sub-OEL levels. Industrial Health 1983; 21:123-126*
- Takeuhi Y, Hisanaga N. *The neurotoxicity of toluene. EEG changes in rats exposed to various concentrations. Brit J Industr Med 1977;34:314-342*
- Ungváry G, Hudák A, Bors Z, Folly G. *The effect of toluene on the liver assayed by quantitative morphological methods. Experimental and Molecular Pharmacology 1976; 25:49-59*
- Walkley JE, Pagnott LD, Elkins HB. *The measurement of phenol in urine as an index of benzene exposure. Am Ind Hyg Assoc J 1961; 22:363-367*
-