

Interference effect of some organic acids for the analysis of hippuric acid in urine by UV method

Mi-Young Lee, Jeong-Sun Yang, In-Jeong Park
Industrial Health Research Institute, KISCO

Summary: There are lot's of organic solvents used in the workplace. Most of them are used with mixed type. From the NIOSH analytical method, hippuric acid in urine can be analyzed by UV method. If there were co-exposed organic solvents, other organic acids are also detected in the exposed worker's urine. Xylene, whose metabolites are methyl hippuric acid isomers, is often used with toluene as a general name called 'thinner'. We surveyed the interference effect of co-existed organic acids in urine with hippuric acid. Mandelic acid, phenylglyoxylic acid, and o-, m-, p-methyl hippuric acid were added respectively in the reference urine. The concentration of hippuric acid was 0.03 -1.4 g/L. The analytical results by UV method for the determination of hippuric acid were compared with the ones by HPLC method. The interference effects of mandelic acid and phenylglyoxylic acids were negligible while the ones of methyl hippuric acid isomers were over 25 - 99% in the concentration range of 0.5 - 2.0 g/L. We conclude that NIOSH analytical method for hippuric acid in urine by UV can be used in the limited cases such as the single exposure of toluene in the workplace.

key words: hippuric acid in urine, single exposure, co-exposure, interference effect

복합 유기용제 대사산물의 정량분석에 관한 연구

- 복합유기용제 대사산물 분석의 분석방법에 따른

분석값의 비교

1. 서론

사업장에서 사용되고 있는 유기용제는 화학구조에 따라 방향족 탄화수소, 지방족 탄화수소, 할로젠화 탄화수소, 알콜류, 에스테르류, 에테르류, 케톤류등으로 분류할 수 있다. 우리나라에서 사업장별로 사용되는 유기용제의 종류와 양에 대해서는 구체적으로 조사된 자료가 없지만, 전 세계적으로 사용되어지는 여러가지 물질의 혼합유기용제는 수천종에 달할 것으로 추정되고 있다. 우리나라에서 유기용제로 사용되는 화학물질의 생산 및 수입 현황을 조사하여 우리나라의 총 유기용제 사용량을 조사한 논문에 의하면, 1990년 초 통계상에 잡히는 전체 유기용제 사용량은 총 300만톤이며 그중 방향족 탄화수소의 총 사용량이 215만톤으로 전체의 70%를 차지하고 있다. 방향족 유기용제중에서도 mixed 또는 ortho- 또는 para-형태로 xylene이 130만톤으로 가장 많이 사용되고 있으며 toluene이 약 45만톤 정도 사용되어지고 있다(장재연, 1990, 사업장에서 유기용제에 의한 위험도 평가에 관한 기초 연구, 근로복지공사 직업병연구소).

실제로 사업장에서 톨루엔이나 자이렌이 단독으로 사용되어지는 경우는 거의 없다. 우리나라 혼합유기용제 사용에 대한 구체적인 통계자료나 보고가 이루어진 것은 없지만, 페인트의 희석제(‘신나’)의 경우 성분비와 조성이 거의 동일하지 않거나 잘 알려져있지 않은 톨루엔, 자이렌을 포함한 수종의 방향족 화합물, 에테르, 알콜류의 혼합물로 구성되어 있다. 복합유기용제 사업장의 작업환경 모니터링의 시료의 가스크로마토그램을 분석해 보면 많은 경우 톨루엔, 자이렌, MEK 등의 여러 유기용제 피이크가 나타나고 있으며 톨루엔 단독 피이크만 나타나는 경우는 거의 없다.

1993년 노동부에 보고된 전국 특수검진기관의 유해인자별 특수검진 실시 현황을 보면 유기용제의 경우 연 약 12만명의 근로자에 대해서 특수검진을 실시한 것으로 되어 있다(근로자건강진단 실시 결과 분석, 1993, 노동부). 1995년 유기용제 대사산물의 정도관리가 실시되면서 조사된 보고서에 의하면 우리나라 특수검진기관의 73%는 유기용제 대사산물의 분석을 위하여 자외부 분광광도계(UV spectrophotometer)를 사용한다

고 대답하였다(양 정선, 근로자 특수건강진단 방법 및 평가; 특수건강진단에서의 생체 시료 분석정도관리, 1995).

UV법으로 분석할 수 있는 유기용제 대사산물은 톨루엔 단독 노출시 요중 마노산에 국한된다. 물론 전체 복합 유기용제중 마노산 대사산물의 지표 만으로 복합유기용제 노출의 정도를 간접적으로 비교할 수 있을지는 모른다. 그러나 요중 마노산이라는 지표가 직업적으로 노출되지 않는 정상인의 뇨에서도 상당량 검출되어 더 이상 톨루엔의 노출지표로 부적절하다는 제안이 되고 있는 마당에 요중 마노산이라는 지표물질 분석에 국한되었는 우리나라 유기용제 특수검진 실태는 문제가 있다고 본다.

더욱이 현실적으로 사업장에서 톨루엔 단독이 아닌 복합 유기용제 형태로 폭로가 이루어지고 있는 경우 UV법(NIOSH analytical method, 3rd edition, No. 8300, 1984)으로 분석하게 되면 요중에 공존하는 다른 유기산에 의하여 과대평가될 우려가 있다. 실제 사람의 뇨에는 약 50여종 이상의 유기산들이 검출되고 있다.

본 연구자들은 복합유기용제 노출 근로자의 요중 마노산 분석시 분석법에 따른 분석값의 편차를 비교하고, 특히 현재 NIOSH 공정시험법에 수록되어있고, 우리나라 70%의 검진기관에서 따르고 있는 UV법에 의한 마노산 분석에 공존하는 유기산들이 어느정도 interference 로 작용하는가에 대해 조사하고자 시도하였다. 실제로 마노산만 첨가하여 분배되는 정도관리용 시료외에 실제 복합유기용제 노출 근로자의 요와 같이 몇가지의 유기산이 공존하는 시료에 대한 정도관리 결과를 정리하고자 한다.

2. 실험방법

2.1. 실험재료 및 기기

실험에 사용된 표준뇨는 기존에 보고된 방법대로 조제하였고(양 정선, 생물학적 모니터링에 관한 분석정도관리 프로그램, 산업보건연구원 연구자료, 센터95-4-21, 1995) 유기산 표준물질은 Aldrich사에서 특급품으로 구매하여 사용하였다. UV는 Beckman 사(model Du650 spectrophotometer), HPLC는 Waters model 600E pump와 484 UV detector, 시료주입은 717 autosampler를 사용하였다. 분리에 사용한 컬럼은 Supelco사(Bellefonte, PA, USA)의 Supelcosil LC-18(15cm x 2.1 mm)이었다.

2.2. UV법에 의한 요중 마노산 분석((NIOSH analytical method, 3rd edition, No.

8300, 1984)

0.5ml의 시료(요나 표준용액)에 0.5ml의 pyridine을 가하고 0.2ml의 benzenesulfonyl chloride를 가한 후 vibration mixer에서 5초 동안 섞었다. 20 - 30℃에서 30분 방치한 후 5ml의 ethanol을 가해 반응을 종결시키고 vibration mixer에서 섞었다. 침전이 있으면 원심분리하여 제거하고, ethanol을 blank로 하여 410nm에서 상층액의 흡광도를 측정했다.

2.3. HPLC법에 의한 요중 마뇨산 분석

0.2 ml의 소변에 1.8ml의 증류수를 가해 HPLC용 검액으로 하였다. 마뇨산 표준용액, 희석한 소변검액을 0.45μm membrane filter에 여과하고 5μl를 HPLC에 주입하여 분석했다. HPLC 측정조건은 이동상 ; 탈이온수: acetonitrile: Acetic acid(glacial) = 90 : 10 : 0.02(v/v), 유속은 0.5 ml/min로 하였으며 검출기의 파장은 254nm에서 측정했다. 표준용액과 시료는 각 3회씩 주입하고 그 평균값을 구했다.

3. 실험결과 및 토론

3.1. UV법에 의한 마뇨산 분석시 공존하는 유기산의 interference effect.

Xylene 대사물인 메틸마뇨산을 비롯한 다른 유기산이 마뇨산 검출시 interference로 작용하는 정도를 비교하기 위하여 각각 o-, m-, p- methyl hippuric acid, phenylglyoxylic acid, mandelic acid에 대하여 interference effect를 조사했고 그 결과를 표 1-5에 실었다.

공존하는 유기산이 마뇨산 분석에 아무 영향을 주지 않는다면 HPLC법으로 분석한 결과와 UV법으로 분석한 결과는 같은 값을 갖게된다. 즉, $HA(UV) = HA(HPLC)$. 그러나 interference effect가 있게되면 다음과 같은 식이 성립한다.

$$\text{즉, } XA(HPLC) \times IE\% + HA(HPLC) = HA(UV)$$

XA(HPLC); Amount of organic acid determined by HPLC method

IE%; Interference effect %

HA(HPLC); Amount of hippuric acid determined by HPLC method

HA(UV); Amount of hippuric acid determined by UV method

그러므로,

$$\text{IE}\% = \frac{\text{HA(UV)} - \text{HA(HPLC)}}{\text{XA(HPLC)}} \times \text{factor} \left(\frac{\text{fw of XA}}{\text{fw of HA}} \right)$$

여기서 XA는 MA(mandelic acid), PGA(phenylglyoxylic acid), o-, m-, p-methyl hippuric acid 의 5종이며 factor는 각 유기산의 hippuric acid에 대한 분자량 비이다. 5종의 유기산에 대하여 실험하였으며 그 결과를 표 1 - 5에 정리했다.

表1. Interference effect of mandelic acid (MA) on UV measurement of hippuric acid in urine(unit: g/L).

MA(HPLC)	HA(only)	HA(mix)	IE%
0.42	0.03	0.03	1.6%
0.75	0.04	0.11	7.8%
1.44	0.01	0.05	2.0%
0.39	0.33	0.34	3.5%
0.79	0.33	0.37	5.1%
1.25	0.33	0.30	-2.3%
0.47	0.69	0.58	-21.2%
0.79	0.68	0.59	-9.6%
1.43	0.68	0.57	-6.5%
0.47	1.33	1.27	-10.1%
0.81	1.35	1.30	-5.1%
1.44	1.37	1.24	-7.5%

表2. Interference effect of phenylglyoxylic acid (PGA) on UV measurement of hippuric acid in urine(unit: g/L).

PGA(HPLC)	HA(only)	HA(mix)	IE%
0.43	0.00	0.03	6.1%
0.79	0.05	0.11	7.2%
1.33	0.01	0.05	2.8%
0.46	0.33	0.34	3.0%
0.76	0.33	0.31	-2.6%
1.44	0.33	0.35	1.4%
0.44	0.71	0.65	-10.5%
0.81	0.74	0.70	-3.6%
1.36	0.69	0.68	-0.7%
0.43	1.41	1.35	-11.6%
0.81	1.45	1.32	-13.1%
1.42	1.48	1.40	-4.9%

表3. Interference effect of o-methyl hippuric acid (o-mHA) on UV measurement of hippuric acid in urine(unit; g/L).

o-mHA(HPLC)	HA(only)	HA(mix)	IE%
0.37	0.01	0.35	99.5%
0.73	0.05	0.50	66.2%
1.22	0.01	0.68	59.0%
0.50	0.33	0.65	63.7%
0.97	0.33	1.05	74.0%
1.52	0.33	1.41	71.0%
0.39	0.69	0.82	38.2%
0.71	0.71	1.03	49.1%
1.22	0.69	1.27	50.9%
0.39	1.42	1.39	-8.0%
0.78	1.48	1.69	30.5%
1.22	1.39	1.84	40.3%

表4. Interference effect of p-methyl hippuric acid (o-mHA) on UV measurement of hippuric acid in urine(unit; g/L).

p-mHA(HPLC)	HA(only)	HA(mix)	IE%
0.41	0.01	0.30	77.3%
0.90	0.05	0.57	62.2%
1.13	0.01	0.61	56.9%
0.51	0.33	0.63	59.4%
1.98	0.33	1.11	79.9%
2.00	0.33	1.59	63.2%
0.41	0.66	0.65	-2.3%
0.82	0.74	0.88	18.4%
1.27	0.70	1.13	36.0%
0.47	1.42	1.38	-9.3%
0.89	1.45	1.84	47.5%
1.39	1.41	1.83	32.6%

表5. Interference effect of m-methyl hippuric acid (o-mHA) on UV measurement of hippuric acid in urine(unit; g/L).

m-mHA(HPLC)	HA(only)	HA(mix)	IE%
0.77	0.02	0.53	72.1%
1.46	0.06	1.00	69.6%
2.34	0.04	1.53	68.7%
0.60	0.33	0.78	75.6%
1.17	0.33	1.29	81.8%
1.84	0.33	1.69	74.0%
0.70	0.67	0.89	34.2%
1.37	0.74	1.24	39.5%
2.27	0.73	1.81	51.3%
0.81	1.43	1.35	-10.8%
1.45	1.45	1.79	25.2%
2.46	1.44	2.43	42.9%

표6. 특수검진기관들의 대사산물 분석장비 보유 현황(1996년 8월)

3.2. 복합유기용제 대사산물 분석의 외부정도관리 결과

보건연구원에서는 95년부터 특수건강진단기관을 대상으로 생체지표물질 분석정도관리를 실시해왔다. 현재 유기용제 대사산물의 경우 가장 기본적인 항목인 요중 마노산 분석을 2년간 정도관리 항목으로 채택해 왔다. 1996년 초 조사된 자료에 의하면 HPLC법으로 마노산을 분석하는 기관은 28개 기관, UV법으로 분석하는 기관은 58개기관으로 약 2/3 기관이 UV법으로 마노산을 분석한다고 대답했다. 표 6에 이들 기관이 보유하고 있는 장비의 기종과 모델명, 구입연도 등을 실었다.

현재 특수검진기관 지정에 필요한 기관의 보유 장비로서 UV만 들어있고 HPLC는 들어있지않음으로 연구원에서는 정도관리용 시료를 조제할 때 표준뇨에 마노산만을 첨가하여 UV법으로도 분석할 수 있는 시료를 분배하고 있다. 실제 95년 본 정도관리 실시 전에 실시되었던 예비정도관리부터 96년 하반기 까지의 자료를 보면 마노산 단독으로 들어있는 표준뇨의 분석값은 HPLC법이나 UV법이 크게 다르지 않다(표 7 - 11).

표7. 마노산 단독으로 포함된 정도관리 시료중 분석방법에 따른 마노산 분석값 비교.
(95년 예비정도관리, 단위; g/L)

기준값 (g/L)	HPLC법			UV법		
	평균 값($\pm$ SD)	data수	outlier data수(%)	평균 값($\pm$ SD)	data수	outlier data수(%)
0.2	0.20 $\pm$ 0.044	17	11(61)	0.26 $\pm$ 0.103	46	22(48)
0.81	0.84 $\pm$ 0.084	17	2(11)	0.86 $\pm$ 0.257	46	13(28)

표8. 마노산 단독으로 포함된 정도관리 시료중 분석방법에 따른 마노산 분석값 비교.
(95년 상반기 정도관리, 단위; g/L)

기준값 (g/L)	HPLC법			UV법		
	평균값($\pm$ SD)	data수	outlier data수(%)	평균값($\pm$ SD)	data수	outlier data수(%)
0.86	0.86 $\pm$ 0.03	13	0 (0.0)	0.88 $\pm$ 0.07	22	1 (4.5)
1.09	1.11 $\pm$ 0.10	11	0 (0.0)	1.12 $\pm$ 0.11	20	2 (10.0)
1.27	1.35 $\pm$ 0.05	12	0 (0.0)	1.20 $\pm$ 0.10	17	3 (17.6)
1.61	1.63 $\pm$ 0.08	12	0 (0.0)	1.63 $\pm$ 0.13	17	0 (0.0)
1.75	1.78 $\pm$ 0.10	17	0 (0.0)	1.73 $\pm$ 0.11	20	0 (0.0)
1.98	2.08 $\pm$ 0.04	7	0 (0.0)	1.95 $\pm$ 0.16	22	2 (9.1)

표9. 마노산 단독으로 포함된 정도관리 시료중 분석방법에 따른 마노산 분석값 비교.
(95년 하반기 정도관리, 단위; g/L)

기준값 (g/L)	HPLC법			UV법		
	평균값($\pm$ SD)	data수	outlier data수(%)	평균값($\pm$ SD)	data수	outlier data수(%)
0.71	0.66 $\pm$ 0.05	13	1 (7.7)	0.75 $\pm$ 0.07	20	3 (15.0)
1.02	0.93 $\pm$ 0.09	12	0 (0.0)	1.07 $\pm$ 0.15	21	2 (9.5)
1.14	1.12 $\pm$ 0.07	14	0 (0.0)	1.15 $\pm$ 0.11	19	1 (5.3)
1.36	1.36 $\pm$ 0.09	16	0 (0.0)	1.38 $\pm$ 0.18	18	1 (5.6)
1.59	1.57 $\pm$ 0.10	15	0 (0.0)	1.57 $\pm$ 0.15	19	1 (5.3)
1.81	1.81 $\pm$ 0.08	12	0 (0.0)	1.81 $\pm$ 0.17	20	2 (10.0)
2.02	2.03 $\pm$ 0.15	19	0 (0.0)	1.98 $\pm$ 0.31	16	0 (0.0)
2.22	2.28 $\pm$ 0.09	11	0 (0.0)	2.16 $\pm$ 0.28	21	1 (4.8)
2.40	2.43 $\pm$ 0.10	11	0 (0.0)	2.39 $\pm$ 0.20	23	0 (0.0)

표10. 마노산 단독으로 포함된 정도관리 시료중 분석방법에 따른 마노산 분석값 비교.
(96년 상반기 정도관리, 단위; g/L)

기준값 (g/L)	HPLC법			UV법		
	평균값($\pm$ SD)	data수	outlier data수(%)	평균값($\pm$ SD)	data수	outlier data수(%)
0.69	0.64 $\pm$ 0.06	16	1 (6.3)	0.73 $\pm$ 0.08	17	4 (23.5)
0.94	0.83 $\pm$ 0.07	14	1 (7.1)	1.02 $\pm$ 0.10	20	2 (10.0)
1.14	1.07 $\pm$ 0.08	11	0 (0.0)	1.17 $\pm$ 0.14	22	2 (9.1)
1.33	1.31 $\pm$ 0.05	13	0 (0.0)	1.36 $\pm$ 0.13	17	2 (11.8)
1.63	1.60 $\pm$ 0.08	13	0 (0.0)	1.63 $\pm$ 0.15	19	1 (5.3)
1.84	1.84 $\pm$ 0.11	13	0 (0.0)	1.83 $\pm$ 0.14	20	1 (5.0)
2.05	2.07 $\pm$ 0.10	13	0 (0.0)	2.03 $\pm$ 0.20	19	2 (10.5)
2.23	2.27 $\pm$ 0.06	14	0 (0.0)	2.19 $\pm$ 0.18	19	2 (10.5)
2.40	2.49 $\pm$ 0.18	10	0 (0.0)	2.35 $\pm$ 0.24	21	1 (4.8)

표11. 마노산 단독으로 포함된 정도관리 시료중 분석방법에 따른 마노산 분석값 비교.
(96년 하반기 정도관리, 단위; g/L)

기준값 (g/L)	HPLC법			UV법		
	평균값($\pm$ SD)	data수	outlier data수(%)	평균값($\pm$ SD)	data수	outlier data수(%)
0.58	0.52 $\pm$ 0.02	10	1 (10.0)	0.60 $\pm$ 0.06	23	2 (8.70)
0.78	0.76 $\pm$ 0.06	18	1 (5.6)	0.83 $\pm$ 0.11	14	0 (0.0)
1.02	1.01 $\pm$ 0.04	17	1 (5.9)	1.04 $\pm$ 0.10	17	1 (5.9)
1.30	1.25 $\pm$ 0.04	18	2 (11.1)	1.32 $\pm$ 0.11	17	0 (0.0)
1.54	1.52 $\pm$ 0.05	15	1 (6.7)	1.56 $\pm$ 0.15	15	2 (13.3)
1.79	1.80 $\pm$ 0.11	12	1 (8.3)	1.80 $\pm$ 0.18	22	0 (0.0)
2.24	2.21 $\pm$ 0.09	19	1 (5.3)	2.24 $\pm$ 0.21	15	0 (0.0)
2.52	2.51 $\pm$ 0.08	12	1 (8.3)	2.52 $\pm$ 0.15	22	0 (0.0)
2.81	2.87 $\pm$ 0.08	14	1 (7.1)	2.74 $\pm$ 0.16	17	0 (0.0)

그러나 전술한 바와 같이, 사업장에서 톨루엔 단독으로 노출되는 경우보다 다른 유기용제와 함께 노출되는 경우가 많으며 이때 공존하는 유기산은 UV법에 의한 마노산 검출시 interferece로 작용하게 되어 과대평가된 분석값이 나오게 된다. 복합유기용제에 노출된 근로자의 뇨와 가장 유사한 조성으로 조제된 표준시료를 가지고 실시한 외부정도관리 프로그램의 결과는 이와같은 사실을 뒷받침 해 준다. 공존하는 다른 유기산은 UV법으로 분리분석이 안되므로 단지 2개 기관만이 UV법으로 혼합유기용제 대사산물 중 마노산 분석에 참가하였다. 표12에 그 결과를 실었으며 본 연구의 표 1-5에 나타난 것 같이 공존하는 유기산의 존재는 마노산 분석에 큰 영향을 준 것으로 나타났다(그림 2).

표12. 마노산과 다른 유기산이 혼합된 시료중 분석방법에 따른 마노산 분석값 비교.
(96년 상반기 외부정도관리, 단위; g/L)

기준값 (g/L)	HPLC법			UV법		
	평균값(±SD)	기관수	outlier data수	평균값(±SD)	기관수	outlier data수
0.653	0.653±0.253	17	0	1.062±0.04	2	1(50%)
1.318	1.318±0.332	17	0	2.253±0.12	2	1(50%)

과대평가되는 정도는 어떤 종류의 유기산이 어느 정도 공존하는가에 따라 다르게 되며 복합유기용제에 노출된 근로자의 생물학적 모니터링 결과를 해석할 때 이러한 공존 유기산의 영향을 반드시 고려해야 한다. 특히 UV법으로 분석한 경우 공존 유기산의 영향이 어느 정도인지 전혀 알 수가 없으므로 HPLC자료가 없다면 작업환경쪽의 자료를 참고하여 유기산을 대사산물로 가지는 다른 유기용제에 어느 정도 노출되었는가를 살펴야 한다.

따라서 현재 특수검진 항목의 하나로 시행되고 있는 요중 마노산 분석이 UV법으로 이루어졌다면, 이 수치는, 톨루엔이 아닌 다른 유기용제와 함께 노출되고있는 사업장이라면, 총 복합유기용제에 노출되는 개략적 양을 어느정도 반영하는 참고 수치에

불과하며, HPLC로 이루어진 마노산 분석값과는 전혀 다른 의미를 지니게 된다.

특수검진기관을 대상으로한 유기용제 대사산물 정도관리 항목은 요중 마노산으로, 표준시료 안에는 톨루엔 단독 폭로시의 대사산물 마노산만이 첨가된 뇨이다. 그러나 전술한 바와 같이 실제 사업장에서 채취해오는 뇨에는 톨루엔 이외의 다른 유기용제에 함께 노출된 경우가 많으므로 다른 유기용제 대사물인 여러종의 유기산들이 포함되었다. 본 연구자들은 실제 사업장에서 채취한 뇨와 가장 유사한 조성을 가진 표준 시료로서 o-, m-, p- methyl hippuric acid, phenylglyoxylic acid, mandelic acid가 공존하도록 조제하였다. 복합유기용제 대사물 분석의 외부정도관리 참가를 희망하는 기관에 대해 시료를 우송하였으며 총 25개 기관이 참가하였다. 데이터는 1농도당 3회 측정값을 보고하도록 하였으며 서로 다른 3일간의 실험결과를 보고하도록 하였다.

그림 1에 복합유기용제 대사물 분석의 외부정도관리 결과를 실었다.

복합유기용제 대사물 분석의 외부정도관리에는 대부분 HPLC를 보유한 기관들이 참가하였으며 UV법으로 분석한 기관은 2개 기관이 참가하였다. 많은 기관이 UV법으로 분석정도관리에 '합격'하고 있지만 정도관리용 시료와 같은 '이상적인' 시료는 사업장에서 거의 존재하지 않으며 실제 시료와 유사하게 다른 유기산을 섞어 실시한 이번 정도관리에서는 UV법으로 분석한 기관의 분석값은 HPLC로 분석한 기관의 값에 비하여 상당히 과대평가되어 '불합격'된 것을 알 수 있다. 비록 많은 기관이 참가하지는 않았지만 실제 사업장에서 UV법으로 복합대사물을 분석할 경우 그 기관이 설정 '이상적인' 정도관리에 '합격'했다 하더라도 실제 상황에서는 참값과 상당히 차이가 있는 값을 내게된다는 것을 알 수 있다. 따라서 우리나라 상황에서 모든 기관이 한꺼번에 장비와 인력을 보강할 수 없다면, 적어도 생물학적 모니터링의 결과를 해석하는데 있어서 이러한 요인들이 충분히 검토되어야 할 것이다.

4. 결론

UV법에 의한 마노산 분석시, 복합유기용제의 대사물로 뇨중에 공존하는 다른 유기산들이 마노산 분석값에 미치는 영향을 조사한 결과, phenylglyoxylic acid와 mandelic acid는 거의 영향을 주지않는 것으로 나타났으나 xylene의 대사산물인 o-, m-, p-methyl hippuric acid는 hippuric acid 농도 0.33 g/L에서 0.5 - 2.0 g/L의 농도로 공존시 64 - 82% 방해 영향을 가진 것으로 나타났다. 따라서 톨루엔과 크실렌에 함

께 폭로되는 경우 대사산물 분석은 UV법 보다 HPLC법으로 분리 정량하는 것이 더 적절할 것이다.

5. 참고문헌

- 1) 장 재연, 사업장에서 유기용제에 의한 위해도 평가에 관한 기초 연구, 직연보 28-91-2, 근로복지공사 직업병연구소, 1990
- 2) 노동부, 근로자 건강진단 실시 결과 분석, 1993
- 3) 양 정선, 근로자 특수건강진단 방법 및 평가; 특수건강진단에서의 생체시료 분석정도관리, 세미나자료 95-1-1, 한국산업안전공단, 산업보건연구원, 1995
- 4) NIOSH analytical method, 3rd edition, No. 8300, 1984
- 5) 양 정선, 생물학적 모니터링에 관한 분석정도관리 프로그램, 산업보건연구원 연구자료, 센터95-4-21, 1995