

## 이주 노동자들의 생물학적 노출 지표와 건강 실태: 2005년 특수건강진단 결과 자료 토대

서울대학교 보건대학원 직업환경의학교실, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원<sup>1)</sup>,  
연세대학교 보건대학원 산업의학교실<sup>2)</sup>

송윤희 · 김규상<sup>1)</sup> · 이선웅<sup>1)</sup> · 최선행<sup>2)</sup>

### — Abstract —

### The Health Status Including Biologic Exposure Indices of Migrant Workers: Based on 2005 Special Health Examination Data

Yoon Hee Song, Kyoo Sang Kim<sup>1)</sup>, Sun-Wung Lee<sup>1)</sup>, Sun Haeng Choi<sup>2)</sup>

*Department of Occupational & Environmental Medicine, School of Public Health, Seoul National University,  
Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA<sup>1)</sup>  
Department of Occupational & Environmental Medicine, School of Public Health, Yonsei University<sup>2)</sup>*

**Objectives:** To investigate the general health status and severity of exposure to hazardous agents - with a focus on heavy metals - of migrant workers utilizing the 2005 Special Health Examination data.

**Methods:** With data from the 2005 Special Health Examination, we examined the biologic exposure indices and several major clinical exam items of 25,086 migrant workers in the whole country in comparison with those of 19,616 native Korean workers in Kyunggi-do province. Of these we chose homogeneous samples from the same 3 health service centers in Kyunggi-do. (native workers:19,616, migrant workers:1,886) to be more precise.

**Results:** The results from the samples of the 3 centers were as follows. Blood lead (natives: 6.09  $\mu\text{g}/\text{dl}$  migrants: 8.37  $\mu\text{g}/\text{L}$ ) and cadmium (natives: 0.29  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , migrants: 0.36  $\mu\text{g}/\text{L}$ ) were higher in the migrant workers than in the native Korean workers, whereas the biologic exposure indices of organic solvents were higher in the native workers. As for major clinical exam items, the liver battery was worse in the natives with incidence of abnormal AST/ALT level (natives: 8.1/6.8% migrants: 5.7/5.4%, p-value<0.01 for AST). Anemia was more prevalent in the migrant workers (natives: 9.0% migrants: 11.0%, p-value<0.05).

**Conclusions:** Migrant workers in Korea are more frequently or more severely exposed to a hazardous working environment containing heavy metals. However, we were not able to explain the results for the exposure indices or organic solvents, and such an explanation will require further study in the future.

**Key Words:** Migrant workers, Biologic exposure Index

서 론

2007년 5월 기준 국내 외국인 거주자는 총 722,686명으로 주민등록인구의 1.5%를 차지하고 있고 이는 2006년(536,627명)보다 35% 증가한 수치이며 이중 노동 인구는 35.9%인 259,805명이다<sup>1)</sup>. 외국 인력의 국내유입이 국내 산업 현장 부족 인력을 충원하기 위한 정책의 일환이었음에도 근로기준법에 의한 보호가 제대로 되지 않았기 때문에, 이주 노동자들의 노동 조건은 상당히 열악한 것으로 알려져 있다<sup>2)</sup>. 뿐만아니라 점점 증가 추세인 미등록 노동자들은 법적 보호를 받지 못하여 더욱 열악한 노동 조건과 작업 환경으로 갈 수밖에 없는 상황이다. 대부분의 이주 노동자들은 산업안전보건법 하의 여러 보건정책에 의한 보호와 혜택을 제대로 받지 못하는 영세소규모 사업장에서 일을 하며 열악한 작업 환경과 인체 유해한 업종에 노출되게 된다<sup>3)</sup>. 따라서 이주 노동자들은 열악한 작업 환경에 의한 신체적 건강이 위협받고 있으며 또한 언어와 문화 장벽에 의한 정신적인 스트레스, 사회 차별로 인한 사회 심리 스트레스에 노출되어 있다<sup>2,4,6)</sup>.

본 논문은 이주 노동자들의 작업 환경에 따른 건강 실태를 파악하고자 2005년도 특수건강진단 결과 중 생물학적 노출지표(Biologic Exposure Index, BEI)와 주요 임상 결과들을 국내 노동자들과 비교 분석하였다. 이주 노동자들이 3D 업종 위주로 취업하여 열악한 근무 조건과 작업 환경에 노출 된다<sup>6-10)</sup>는 것은 익히 알려진 사실이나 이를 뒷받침 한 자료로는 설문과 면담 결과를 통한 유추가 전부였다<sup>6,8,9,11)</sup>. 또한 이들의 건강 실태에 대해서도 주요 임상 건강진단 자료를 통한 일반적인 건강 상태를 보고한 선례만 있을 뿐이다<sup>12-14)</sup>. 이에 본 연구는 이주 노동자들의 특수건강진단 결과를 통해 국내 노동자와 비교하여 이들의 유해 요인 노출에 따른 건강실태를 객관적으로 뒷받침할만 자료를 마련하고자 한다. 유해 요인 노출에 따른 BEI를 통해 작업환경으로 인한 건강 영향을 보고하는 것은 국내 첫 시도이며 본 연구가 이주 노동자들의 열악한 작업 환경을 반영하는 기초 자료로서 유용할 것으로 생각한다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2005년 전국에서 특수건강진단을 시행한 이주 노동자 25,086명의 자료와 같은 해 경인지역 3개 기관(K의료재단 산업의학연구소, 대한산업보건협회 A지부, 산재의료관리원 I병원)에서 특수건강진단을 시행한 국내 노동자 19,616명의 자료를 이용하였다.

2. 분석 방법

이주 노동자의 특수건강진단 대상 물질에 대한 BEI와 주요 임상 검사 결과를 국내 노동자의 결과와 비교하였다. 모든 BEI는 치우친 분포를 나타내어 이를 정규 분포시키기 위하여 대수 변환하였다. BEI는 근로자 건강진단 실무지침서의 기준치를 참고하여 BEI의 평균과 이상자율을 구하였으며, 필수 검사항목 중 혈중 납, 혈중 카드뮴, 요중 만델산, 요중 마노산, 요중 메틸마노산, 트리클로로에틸렌의 대사 물질인 요중 삼염화초산과 요중 N-메틸포름아미드(N-Methylformamide, NMF)를 분석하였다. 1,1,1-트리클로로에탄과 퍼클로로에틸렌의 대사 물질인 요중 삼염화초산과 트리클로로에틸렌의 대사물질인 요중 총삼염화물은 대상자 수가 작아서 제외하였고 비교는 다음과 같은 체계로 하였다. 첫째로 전국 이주 노동자의 결과를 국내 노동자와 비교하였다(국내 25,086명, 이주 19,616명)(Table 2). 둘째로 동일 업종, 동일 근무기간, 동일 사업장 규모의 노동자들을 선발하여 비교하였다(국내 2,910명, 이주 노동자 10,022명)(Table 3). 셋째로 경인지역의 동일 3개 기관의 결과만을 선발하여 비교하였다(국내 19,616명, 이주 1,886명)(Table 4).

첫 번째 틀은 전국 단위의 이주 노동자들의 실태를 큰 틀에서 파악하기 위해 시행하였다. 그러나 이러한 표본은 지역에 따른 산업과 노출 유해 요인의 차이를 보정하지 못하므로 표본 수를 유지하면서 산업의 차이를 보정하기 위하여 다음과 같은 두 번째 틀로 비교를 하였다. 이주, 국내 노동자가 모두 종사하는 177개의 동일 업종을 선발하였고, 노출 기간을 보정하기 위해 3년 미만 근무한 이들, 그리고 규모에 따른 작업 환경의 차이를 보정하기 위해 50인 미만의 영세 소규모 사업장만을 선발하였다. 셋째로 동일한 표본의 비교를 위해 이주 노동자 자료에서 경인 지역의 동일 3개 기관의 결과만을 선발하여 비교하였다(국내 19,616명, 이주 1,886명)(Table 4). 주요 임상 검사는 혈압, 체질량지수(Body Mass Index, BMI), 헤모글로빈, 혈청 총 콜레스테롤, Aspartate Aminotransferase(AST), Alanine Aminotransferase (ALT), 감마지티피의 평균과 각 항목의 기준치를 초과하는 이상자율을 국내 노동자와 비교하였으며, 그 외 B형간염 항원 양성율을 비교하였다. 임상 검사는 경인 지역 3개 기관에 한하여 20~30대 남성만을 대상으로 하여 분석하였다(국내 8,295명, 이주 노동자 1,604명)(Table 5).

3. 통계 방법

이주 노동자에 대한 사회 인구학적 및 작업관련 변수에

**Table 1.** Basic characteristics and work-related factors between native and migrant workers

		Native workers (N=19,616) N <sup>†</sup> (%)	Migrant workers (N=20,086) N <sup>†</sup> (%)	p-value*
Sex	Male	16189 (82.8)	22414 (88.6)	<0.001
	Female	3427 (17.2)	2671 (10.6)	
Age group	20 ≤	3492 (17.8)	12404 (49.4)	<0.001
	30's	5811 (29.6)	11456 (44.5)	
	40's	6663 (34.0)	1364 ( 5.5)	
	50's	3287 (16.8)	136 ( 0.5)	
	≥60	363 ( 1.9)	26 ( 0.1)	
Size of industry	<5 workers	512 ( 2.6)	603 ( 2.4)	<0.001
	5-49 workers	7019 (35.8)	12612 (50.3)	
	50-299 workers	8964 (45.7)	10570 (42.1)	
	≥300 workers	3111 (16.0)	1301 ( 5.2)	
Work tenure	<1 year	1613 ( 8.2)	8984 (35.8)	<0.001
	1~3 years	4984 (25.4)	14469 (57.7)	
	3~10 years	7932 (40.4)	1604 ( 6.4)	
	≥10 years	5087 (25.9)	29 ( 0.1)	

\*: Student t-test

†: Number of workers

**Table 2.** Biologic exposure indices of native and migrant workers (Total data)

Test items <sup>†</sup>	Native workers (N=19,616)		Migrant workers (N=20,086)	
	Number of workers	Mean (GM <sup>†</sup> ) number of exceeding workers (%)	Number of workers	Mean (GM <sup>†</sup> ) number of exceeding workers (%)
Blood cadmium (μg/L)	131	0.29 0 (0)	82	0.59** 2 (2.4)
Blood lead (μg/dl)	1581	6.09 7 (0.4)	787	7.47** 38 (4.8)*
Urine mandelic acid (mg/g Cr)	193	3.05** 3 (1.6)	231	0.03 2 (0.9)
Urine hippuric acid (mg/g Cr)	2854	0.25** 11 (0.4)	2333	0.17 14 (0.6)
Urine methyl hippuric acid (mg/g Cr)	1176	0.00889* 0 (0)	1109	0.00672 6 (0.5)*
Urine TCA <sup>§</sup> (TCE <sup>  </sup> ) (mg/g Cr)	252	3.02** 21 (8.3)	130	1.39 4 (3.0)
Urine NMF <sup>¶</sup> (mg/g Cr)	191	1.16** 19 (10.0)	232	0.29 28 (12.1)

\*: p-value < 0.05 \*\*: p-value < 0.01 (by Student's t-test, Pearson-chi square test & Fisher's exact test)

†: blood cadmium ≥5 μg/L, blood lead ≥40 μg/dl, urine mandelic acid ≥800 mg/g Cr, urine hippuric acid ≥2.5 mg/g Cr, urine methyl hippuric acid ≥1.5 mg/g Cr, urine TCA (TCE) ≥100 mg/g Cr, urine TCA (TCEthane) ≥10 mg/g Cr, urine NMF ≥40 mg/g Cr

‡: geometric mean

§: trichloroacetic acid

||: trichloroethylene

¶: N-methylformamide

urine TCA (perchloroethylene, trichloroethane) was excluded due to its absence in the migrant workers

대해서는 단순 빈도 분포를 보고 카이 제곱 검정을 시행하였으며, BEI와 주요 임상 검사 항목에 대해서는 평균의 비교를 위해 student t-test와 ANOVA를, 이상자율 및 이상자율의 빈도 분포 분석을 위해 카이 제곱 검정을 이용하였다. 통계 분석은 SAS 9.1을 사용하였다.

결 과

1. 일반적인 특성

2005년에 특수건강진단을 실시한 이주 노동자들의 사회 인구학적 및 작업관련 변수 항목을 국내 노동자와 비교하면, 나이는 평균 30세로 국내 노동자(평균 40세)에 비해 적었다. 남녀 성비는 남성이 88.6%로 국내 노동자(82.8%)에 비해 남성 비율이 높았다. 평균 근무 기간 역시 1.08년으로 국내 노동자(6.53년)에 비해 현저히 짧았으며, 사업장 규모는 5~50인 미만이 50.3%, 300인 이상이 5.1%로 국내 노동자(35.8%, 16.0%)에 비해 영세

사업장에 종사하는 것을 확인할 수 있었다(Table 1).

2. 유해요인의 BEI의 결과

1) 전체 대상

검사 결과 두 중금속, 혈중 카드뮴(국내 0.29 $\mu$ g/dl, 이주 0.59 $\mu$ g/dl)과 혈중 납(국내 6.09 $\mu$ g/dl, 이주 7.47 $\mu$ g/dl) 측정치가 모두 이주 노동자들에게서 더 높게 나왔으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.01). 특히 혈중 납수치 40 $\mu$ g/dl 이상의 이상자가 이주 노동자에서 4.9%(38명)로 국내 노동자 0.4%(7명)에 비해 월등히 높게 나온 것을 볼 수가 있다(p<0.01). 유기용제의 경우 모든 노출 지표 항목이 국내 노동자들에게서 더 높게 나왔으나 이상자율에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 메틸 마노산 수치의 경우 이주 노동자들에게서 유의하게 더 높은 이상자율이 나타났다(Table 2).

2) 동일 업종, 50인 미만 사업장, 3년 미만 근무 기간의 노동자 대상

**Table 3.** Biologic exposure indices of native and migrant workers (selected data from the total by following characteristics: identical industry, <50 workers, <3 years of work tenure)

Test items <sup>†</sup>	Native workers (N=2,910)		Migrant workers (N=10,022)	
	Number of workers	Mean (GM <sup>‡</sup> ) number of exceeding workers (%)	Number of workers	Mean (GM <sup>‡</sup> ) number of exceeding workers (%)
Blood cadmium ( $\mu$ g/L)	19	0.50 0 (0)	37	0.61 0 (0)
Blood lead ( $\mu$ g/dl)	114	5.13 3 (2.6)	293	7.45** 14 (4.8)*
Urine mandelic acid (mg/g Cr)	45	4.19** 1 (2.2)	148	0.05 2 (1.4)
Urine hippuric acid (mg/g Cr)	347	0.24** 0 (0)	871	0.17 10 (1.2) 0.07
Urine methyl hippuric acid (mg/g Cr)	198	0.005 0 (0)	454	0.01* 3 (0.7)
Urine TCA <sup>§</sup> (TCE <sup>  </sup> ) (mg/g Cr)	56	6.83 10 (17.9)	55	3.34 3 (5.5)
Urine NMF <sup>¶</sup> (mg/g Cr)	38	14.76** 7 (18.4)	61	0.48 3 (4.9)

\*: p-value < 0.05 \*\*: p-value < 0.01 (by Student's t-test, Pearson-chi square test & Fisher's exact test)

<sup>†</sup>: blood cadmium  $\geq$  5  $\mu$ g/L, blood lead  $\geq$  40  $\mu$ g/dl, urine mandelic acid  $\geq$  800 mg/g Cr, urine hippuric acid  $\geq$  2.5 mg/g Cr, urine methyl hippuric acid  $\geq$  1.5 mg/g Cr, urine TCA (TCE)  $\geq$  100 mg/g Cr, urine TCA (TCEthane)  $\geq$  10 mg/g Cr, urine NMF  $\geq$  40 mg/g Cr

<sup>‡</sup>: geometric mean

<sup>§</sup>: trichloroacetic acid

<sup>||</sup>: trichloroethylene

<sup>¶</sup>: N-methylformamide

urine TCA (perchloroethylene, trichloroethane) was excluded due to its absence in the migrant workers

중금속의 경우 카드뮴은 이주 노동자에게서 더 높지만 통계적 유의성은 보이지 않았다. 반면 납의 경우 국내 5.13  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , 이주 7.45  $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 이주 노동자들에게서 통계적으로 유의하게( $p<0.01$ ) 더 높은 평균치를 보였다. 업종의 종류, 사업장 크기, 근무 기간 등 모든 가능한 영향 요인들을 보정하여 살펴볼 때, 유기용제의 경우 요중 만델산, 요중 마노산과 NMF 수치들이 통계적으로 유의하게 국내 노동자들에게서 더 높게 나왔고 특히 요중 NMF는 이상자율에서도 국내 18.4%, 이주 4.9%로 유의하게 국내 노동자들이 더 높은 결과를 나타냈다( $p<0.05$ )(Table 3).

3) 경인 지역의 3개 특수건강진단 기관에서 검사 받은 노동자 대상

검사 결과 혈중 납 측정치가 국내 6.09  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , 이주 8.37  $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 이주 노동자에서 통계적으로 유의하게 높았고( $p<0.01$ ) 기준치 이상자율(이하 이상자율)도 국내 0.4%, 이주 1.4%로 이주 노동자에서 더 높았으나 유의하지는 않았다. 카드뮴의 측정치는 국내 0.29  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , 이

주 0.36  $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 이주 노동자에서 더 높았으나 유의하지는 않았고, 혈중 카드뮴 5  $\mu\text{g}/\text{L}$  이상의 이상자는 두 군 모두 없었다. 유기용제의 경우 요중 만델산, 마노산, 삼염화초산의 측정치가 이주 노동자보다 국내 노동자에서 통계적으로 유의하게 높았다. 이상자율은 요중 만델산이 국내 1.6%, 이주 0%, 요중 삼염화초산이 국내 8.3%, 이주 7.4%로 국내 노동자가 더 높았으나 유의한 차이는 없었다. 요중 마노산은 국내 0.4%, 이주 0.7%, 요중 NMF는 국내 10.0%, 이주 18.8%로 이주 노동자들이 더 높은 이상자율을 보였으나 역시 유의하지는 않았다(Table 4).

3. 주요 임상 검사의 결과

국내 노동자들이 이주 노동자들에 비해 1도 고혈압 유병율이 국내 7.6%, 이주 5.2%로 유의하게 높았다( $p<0.01$ ). BMI는 과체중과 비만의 이상자율이 국내 노동자에게서 더 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 헤모글로빈의 경우 빈혈 유병율이 국내 노동자에 비해 이

**Table 4.** Biologic exposure indices of native and migrant workers (3 centers)

Test items <sup>†</sup>	Native workers (N=19,616)		Migrant workers (N=1,886)	
	Number of workers	Mean (GM <sup>‡</sup> ) number of exceeding workers (%)	Number of workers	Mean (GM <sup>‡</sup> ) number of exceeding workers (%)
Blood cadmium ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	131	0.29 0 (0)	7	0.36 0 (0)
Blood lead ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	1581	6.09 7 (0.4)	72	8.37* 1 (1.4)
Urine mandelic acid (mg/g Cr)	193	3.05* 3 (1.6)	20	0.58 0 (0)
Urine hippuric acid (mg/g Cr)	2854	0.25* 11 (0.4)	145	0.18 1 (0.7)
Urine methyl hippuric acid (mg/g Cr)	1176	0.01 0 (0)	73	0.01 0 (0)
Urine TCA <sup>§</sup> (TCE <sup>  </sup> ) (mg/g Cr)	252	3.02* 21 (8.3)	27	1.76 2 (7.4)
Urine NMF <sup>¶</sup> (mg/g Cr)	191	1.16 19 (10.0)	16	0.36 3 (18.8)

\*: p-value < 0.05 \*\*: p-value < 0.01 (by Student's t-test, Pearson-chi square test & Fisher's exact test)

<sup>†</sup>: blood cadmium  $\geq 5 \mu\text{g}/\text{L}$ , blood lead  $\geq 40 \mu\text{g}/\text{dl}$ , urine mandelic acid  $\geq 800 \text{ mg}/\text{g Cr}$ , urine hippuric acid  $\geq 2.5 \text{ mg}/\text{g Cr}$ , urine methyl hippuric acid  $\geq 1.5 \text{ mg}/\text{g Cr}$ , urine TCA (TCE)  $\geq 100 \text{ mg}/\text{g Cr}$ , urine TCA (TCEthane)  $\geq 10 \text{ mg}/\text{g Cr}$ , urine NMF  $\geq 40 \text{ mg}/\text{g Cr}$

<sup>‡</sup>: geometric mean

<sup>§</sup>: trichloroacetic acid

<sup>||</sup>: trichloroethylene

<sup>¶</sup>: N-methylformamide

urine TCA (perchloroethylene, trichloroethane) was excluded due to its absence in the migrant workers

**Table 5.** Other clinical data of male migrant and native workers 20 ≤ age ≤ 30 (3 centers)

Test items †	Native workers (N=8,295)		Migrant workers (N=1,604)	
	Number of workers	Mean number of exceeding workers (%)	Number of workers	Mean number of exceeding workers (%)
Systolic/diastolic BP (mmHg)	5006	120.96/73.10** 381 (7.6)*	860	119.5/70.67 45 (5.2)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	3092	23.18 1515 (49.0)	540	22.96 243 (45.0)
Hemoglobin (g/dl)	5582	15.32 504 (9.0)	1114	15.12* 123 (11.04)*
Total cholesterol (mg/dl)	3093	179.88* 86 (2.8)	540	175.45 10 (1.9)
Hepatitis B virus (+)	1074	- 58 (5.4)	50	- 0 (0)
AST (IU/ l )	5579	26.48 452 (8.1)**	1098	26.06 62 (5.7)
ALT (IU/ l )	5579	28.71* 340 (6.8)	1098	26.77 54 (5.4)
r-GTP (IU/ l )	5579	37.00 263 (4.7)	1109	35.84 52 (4.7)

\*: p-value < 0.05, \*\*: p-value < 0.01 (by Student's t-test, Pearson-chi square test & Fisher's exact test)

†: systolic BP ≥ 140 mmHg or diastolic BP ≥ 90 mmHg (1st degree hypertension)

hemoglobin ≤ 12 g/dl, LDH > 442 IU/ l , GOT ≥ 40 IU/ l , GPT ≥ 62 IU/ l , r-GTP ≥ 100 IU/ l , Total bilirubin ≥ 1.2 mg/dl, ALP ≥ 220 IU/ l , total cholesterol ≥ 250 mg/dl, abnormal BMI (overweight, obese: 23 ≤ BMI < 25)

**Table 6.** Comparison between the blood lead (≥ 40 ug/dl and ≥ 20 ug/dl) and blood cadmium (≥ 0.1 ug/dl) level between native and migrant workers

		Native workers ug/dl (N <sup>†</sup> )	Migrant workers ug/dl (N <sup>†</sup> )	p-value †
Blood lead	Those above 20 ug/dl	26.3 (91)	33.4 (147)	<0.0001
	Those above 20 ug/dl among 3 centers	26.3 (91)	29.4 ( 8)	0.2406
	Those above 20 ug/dl among workers <50 employee, identical industry work tenure ≥ 1 year	26.2 (90)	33.9 (107)	<0.0001
Blood cadmium	Those above 0.1 ug/dl	0.72 (92)	0.84 ( 72)	0.4001
	Those above 0.1 ug/dl among 3 centers	0.72 (92)	1.12 ( 5)	0.4803
	Those above 0.1 ug/dl among workers <50 employee, identical industry work tenure ≥ 1 year	0.76 (86)	0.71 ( 63)	0.7626

†: number of workers

†: by Student's t-test

주 노동자들이 유의하게 높았다(국내 9.0%, 이주 11.04%, p<0.05). 간 손상 수치는 국내 노동자들에게서 AST/ALT, 감마지티피의 평균과 이상자율이 더 높았다(p<0.05). 총콜레스테롤의 경우도 국내 179.88 mg/dl, 이주 175.45 mg/dl로 국내 노동자들이 유의하게 높았다

(p<0.05)(Table 5).

### 고 찰

본 연구 결과에 의하면 경인 지역 3개 기관을 비교했을

**Table 7.** Biologic exposure indices among migrant workers by work tenure

Test items	Legal		Illegal	p-value <sup>†</sup>
	<1 year	1~3 years	3 years>	
	GM (N <sup>†</sup> )	GM (N <sup>†</sup> )	GM (N <sup>†</sup> )	
Blood cadmium ( $\mu\text{g/L}$ )	0.60 (3)	0.57 (28)	1.02 (51)	0.8161
Blood lead ( $\mu\text{g/dl}$ )	6.20 (295) <sup>§</sup>	8.18 (435)	9.66 (57)	0.0002
Urine mandelic acid (mg/g Cr)	0.02 (49)	0.03 (161)	0.04 (21)	0.7013
Urine hippuric acid (mg/g Cr)	0.17 (678)	0.18 (1472)	0.18 (183)	0.9648
Urine methyl hippuric acid (mg/g Cr)	0.0067 (290)	0.0072 (728)	0.0039 (91)	0.0730
Urine TCA (TCE, mg/g Cr)	1.44 (40)	1.28 (84)	2.73 (8)	0.8201
Urine TCA (TCEthane, mg/g Cr)	1.19 (18)	0.77 (26)	5.86 (2)	0.1296
Urine NMF (mg/g Cr)	0.77 (87)	0.14 (122)	0.45 (23)	0.1730
Blood manganese ( $\mu\text{g/dl}$ )	3.87 (51)	3.89 (175)	7.90 (6)	0.5298
Blood ZPP ( $\mu\text{g/L}$ )	45.51 (10)	64.84 (39)	142.35 (2) <sup>§</sup>	0.0075

<sup>†</sup>: Number of workers

<sup>‡</sup>: by two-way ANOVA

<sup>§</sup>: p<0.05 by post hoc test DUNCAN

때 통계적으로 유의하게 혈중 납의 수치가 이주 노동자들에게서 더 높게 나왔으며 카드뮴의 경우는 유의하지는 않았지만 역시 더 높게 나왔다. 따라서 중금속 노출에 한해서 국내 노동자에 비해 이주 노동자들이 더 열악한 작업 환경에 근무하고 있다고 유추해 볼 수 있겠다. 특히 같은 사업장 안에서만 국내와 이주 노동자들의 혈중 납 수치를 비교했을 때 유의하지는 않지만 이주 노동자들에게서 더 높게 나오는 것을 보면 같은 납 노출 사업장이라 하더라도 이주 노동자들이 납에 더 많이 노출되는 열악한 공정에서 일을 한다고 유추해 볼 수 있다. 카드뮴의 경우 국내가 더 높게 나오지만 표본 수가 국내 18명, 이주 6명으로 너무 작아서 대표성을 갖는다고 볼 수가 없다. 이렇게 세 가지 방법으로 표본 추출을 하여 비교했을 때, 각 틀의 표본 수에 따라 분석 결과의 유의성이 달라지는 것을 볼 수 있다. 이는 추출 방식에 따라 표본 숫자가 달라져 통계적 유의성에 영향을 주기 때문이며 표본 수에 따라 달라지는 통계 결과에 대한 해석에는 주의를 요할 것으로 생각한다.

또한 이러한 국내 노동자와 이주 노동자들의 차이가 국가 간의 기저 중금속 농도의 차이로 인한 것일 수도 있기에 이주 노동자들의 기저 혈중 납 농도 수준을 살펴보았다. 우선 중국의 기저 혈중 납 농도에 대한 문헌을 살펴 보았는데, 이는 이들이 이주 노동자 국적의 대다수를 차지하고 있고, 기타 동남아 개발도상국들과 비슷한 산업 발전의 단계를 거치고 있어 대표성이 있기 때문이다. 국가 별로 기저 혈중 납 농도의 차이가 있는지 살펴보면, 여러 연구들에서 각기 다른 결과들을 보고하고 있다. 예로 2003년 한 연구에 의하면<sup>15)</sup> 중국은 5.7  $\mu\text{g/dl}$ , 한국은 3.7  $\mu\text{g/dl}$ 로 보고하고 있어 환경과 음식 섭취 등의 비

직업적 요인으로 인한 기저 납 농도가 중국이 더 높다고 보고하고 있지만, 2000년 또 다른 동아시아와 동남아시아에 전반의 비직업적 납과 카드뮴 노출을 검토한 연구에서는 혈중 납의 경우 한국(4.72  $\mu\text{g/dl}$ ), 중국(4.58  $\mu\text{g/dl}$ ), 동남아시아(4.0  $\mu\text{g/dl}$ )로 기저 혈중 납의 농도가 한국이 중국이나 동남아시아 보다 더 높고, 혈중 카드뮴의 경우 한국(1.37  $\mu\text{g/dl}$ ), 중국(0.61  $\mu\text{g/dl}$ ), 동남아시아(0.58  $\mu\text{g/dl}$ )로 기저 혈중 카드뮴의 농도 역시 한국이 중국이나 동남아시아보다 더 높다고 보고하고 있다<sup>16)</sup>. 그 외 1997년 Zhang 등의 연구에 의하면<sup>17)</sup> 혈중 납의 경우 중국(5.7  $\mu\text{g/dl}$ ), 한국(4.4  $\mu\text{g/dl}$ ), 혈중 카드뮴의 경우 중국(1.07  $\mu\text{g/l}$ ), 한국(1.30  $\mu\text{g/l}$ )으로 보고하고 있어서 아직 국가별로 혈중 기저 중금속 농도가 어떻게 차이가 난다고 단정 짓기가 어렵다.

이러한 환경적 영향을 보정하기 위해 세부 분석을 시행하였다. 혈중 납 농도가 20  $\mu\text{g/dl}$  이상일 경우 환경적인 영향으로 인한 것이라기보다는 직업적인 영향으로 인한 것이라고 가정하고 본 연구 결과 중에서 혈중 납 수준이 20  $\mu\text{g/dl}$  이상인 이들을 선발하여 국내와 이주 노동자를 비교하였다. 또한 카드뮴은 비직업적으로 노출된 이들에게서 거의 대부분이 0.1  $\mu\text{g/dl}$  아래를 밑돌게 되므로 18) 그 이상인 이들을 선발하여 비교하였다. 그 결과, 납의 경우 국내는 26.3  $\mu\text{g/dl}$  이주 노동자는 33.4  $\mu\text{g/dl}$ 로 유의한 차이(p<0.0001)를 보임을 확인할 수 있었다. 또 업종과 사업장을 보정하고, 본국에서의 환경적 중금속 노출의 영향이 적은 군을 선발하기 위해 근무 기간이 1년 이상인 자를 대상으로 납 수치를 비교하여도 유의한 차이가 있음(p<0.0001)을 확인하였다. 카드뮴의 경우에서도 통계적으로 유의하지는 않지만 국내보다 이주 노동자가

더 높은 수치를 보이고 있었다(Table 6). 이렇게 일정 수준 이상의 수치를 비교함으로써 과거 환경적인 영향을 최소화하고 직업적 노출로 인한 혈중 납/카드뮴 수치를 비교해 볼 수 있었다. 하지만 이주 노동자들의 입국 전 직업력을 알 수 없어 본국에서의 직업의 영향을 완전히 배제하기는 힘든 한계점이 남아 있다. 또한 작업환경의 차이만이 이러한 납 농도의 차이를 가져오는 것은 아니다. 사업장 안에서 개인위생과 위험 감수 태도의 차이로 인해서 혈중 납 농도의 차이가 올 수 있는데<sup>19)</sup> 본 연구에서는 이러한 개인적인 위생-작업장 안에서 먹는 행위나 식사 전후에 손을 씻는 행위 등을 감안하지 않았다. 결론적으로는 이주 노동자들의 높은 혈중 납에는 어느 정도 개인위생의 기여도가 있지만 기본적으로 절대적 노출 정도, 즉 작업 환경의 차이가 그 기반에 있어 더 큰 영향을 줄 것으로 판단된다. 또한 이러한 작업 환경에 대한 개인적 처세가 다른 것 역시 유해 물질에 대한 교육 및 사업장 관리가 이주 노동자들에게 제대로 시행되고 있지 않은 현실을 반영한다고 볼 수 있다.

유기용제의 경우 대체적으로 평균의 수치가 국내에서 더 높게 나온 것에 대해서 국내 노동자들이 이주 노동자들보다 더 높은 수준으로 유기용제에 노출된다고 단정적으로 해석하는 것은 그 간 본 논문과 사회 전반의 잠정적 가정들을 거스르는 것이다. 따라서 이에 대해 몇 가지 가설을 세워 보았다. 첫째는 이러한 현상이 연령의 영향으로 인한 것이라고 가정하여 연령대를 보정한 20대와 30대 두 군만을 비교하였다. 그 결과 30대는 동일하게 국내가 일괄적으로 더 높게 나오며 20대의 경우 요중 메틸마노산과 요중 삼염화초산(트리클로로에틸렌)을 제외하고 모두 국내가 유의하게 더 높게 나왔다. 이렇게 같은 연령대에서도 대체로 국내 노동자들이 유의하게 높은 수치를 보이므로 연령의 영향으로 인한 차이는 아닌 것으로 판단하였다.

두 번째 가설은 국내 노동자의 식이, 알코올 섭취량 등의 생활 습관, 그리고 비만도, 간의 건강 등과 같은 개인적 요인으로 인해 대사물이 더 높다는 것이었다. 이에 대해서는 여러 문헌에서 보고되어 있으나 각각의 유기용제에 따라 체지방의 영향이 다르게 나타나고 알코올의 영향도 일괄적이지는 않다. 톨루엔의 경우 잘 알려져 있다시피 안식향산을 포함한 음식을 섭취하게 되면 톨루엔 노출 없이도 요중 마노산이 증가한다. 알코올은 중등도로 마시면 톨루엔, 자일렌, 스티렌, 트리클로로에틸렌 등의 유기용제의 생체 내 대사 과정이 억제 되는 효과가 있고<sup>20)</sup> 요중 대사물이 감소한다<sup>21,22)</sup>. 음주율은 국내 노동자가 더 높으므로<sup>7,23)</sup> 원칙적으로는 이들에게서 대사물질이 더 낮아야하지만 그렇지 않다. 체내 지방의 영향을 살펴보면 스티렌의 경우 대사 과정에 피하지방의 두께 등 비만도와 관

련이 있는 것으로 알려져 있어 비만한 노동자가 마른 노동자보다 스티렌이 체내 지방질에 축적되어 배설이 늦다고 보고되고 있고<sup>24)</sup>, 트리클로로에틸렌의 경우 노동자의 체지방률에 따라 체내 역동학이 달라진다<sup>25)</sup>. 본 연구 결과 BMI가 국내 노동자에서 더 높으므로 이에 따르면 스티렌과 트리클로로에틸렌의 배설이 늦어져 비만한 사람에게서 더 낮아야하지만 반대의 결과를 보인다. 추가 분석에서 AST/ALT 정상군과 B형 간염 바이러스 비감염자에 한하여 국내와 이주를 비교하였을 때에도 국내가 이주 노동자보다 더 높은 수치를 보인다. 따라서 두 번째, 개인적인 여러 요인-식이, 알코올 섭취량, 비만도, 간의 건강으로 인한 차이라는 가설도 가능성이 낮을 것으로 판단하였다.

따라서 마지막으로 가능성이 있는 가설은 결국, 민족성의 차이로 인한 유기용제 대사과정의 차이가 있다는 것이다. 트리클로로에틸렌의 경우 일본인과 중국인을 대상으로 한 연구에서 8시간 일을 하고 노출된 이들의 두 군을 비교했을 때 일본인은 작업 종료 후 대사물의 약 20% 가량이 요중으로 배출되었던 반면에 중국인들의 경우 약 4%만이 배출된 것을 확인하였다<sup>9)</sup>. 이러한 차이는 트리클로로에틸렌의 대사 과정에 있어 여러 효소들의 활성도가 배경 민족에 따라 차이가 있음을 보여 준다. 스티렌의 경우 백인과 동양인 사이에서 대사 속도의 차이가 있고 이러한 민족성의 차이로 인해 노출 지표로서 측정치들의 차이를 보였지만 아직까지 이런 약동학적 차이가 어떤 특정 민족에서 나타나는지 증명된 바는 없다<sup>26)</sup>. 톨루엔도 역시 민족성에 따른 차이를 보인다. 중국, 일본인, 그리고 터키인들을 대상으로 하여 요중 마노산의 농도를 살핀 연구에서 일본 남성들은 거의 중국 남성들의 두 배에 달하는 마노산을 배출하였다<sup>27)</sup>. 자일렌과 N,N-디메틸포름아미드는 민족성의 차이가 있다는 명확한 증거가 부족하나 한 연구에서 자일렌의 경우 백인과 동양인의 요중 메틸마노산의 배설양이 시간에 따라 다르다고 보고하기도 하였다<sup>28)</sup>.

따라서 본 연구에서는 국내 노동자의 유기용제 노출 지표가 이주 노동자들보다 더 높게 나온 것에 대해 명확한 해석을 다하지 못하였고 다만 몇 가지 가설을 세울 수 있을 뿐이었다. 추후 연구에서는 이주 노동자들의 유해 물질, 특히 유기용제 노출 실태의 정확한 파악을 위해서 더 신뢰도가 높은 측정 결과를 도출할 필요가 있다. 한편 2005년 노동부의 유해물질을 다루는 이주 노동자에 대한 질적 연구 보고서에 의하면 이들의 유해 물질 노출 실태는 작업장에서 발생하는 작업 상황이 차별적일 경우도 있으나 내국인과 차별 없이 모두 같은 근로조건 하에서 함께 활동하는 경우도 많았음은 외국인 자체에 대한 차별도 있지만 열악한 우리나라 중소기업 사업장의 현주소라고 할 수 있겠다<sup>29)</sup>고 하였다. 이에 본 연구는 열악한 중소기업

모 환경 안에서도 외국인, 특히 불법 체류자에 대한 차별적 처우가 있는 것을 유추해볼 수 있었다. 유기용제 노출 지표의 이해를 위해 추가적으로 이주 노동자들 안에서 근무 기간이 증가함에 따라, 또 불법으로 신분이 변함에 따라 노출 지표가 어떻게 변하는지 살펴보았을 때 혈중 카드뮴, 혈중 납, 요중 망간, 혈중 ZPP의 중금속 지표 뿐만 아니라 요중 만델산, 요중 마노산, 요중 삼염화초산-트리클로로에틸렌, 요중 삼염화초산-1,1,1-트리클로로에탄이 유의하지는 않지만 높아지는 추세를 보인다. 반면에 요중 NMF나 요중 메틸마노산의 경우 낮아진다(Table 7). 따라서 유기용제 전체에 일반화하기에는 무리가 있지만 이들 내부에서 봤을 때 근무 기간이 늘어나고 불법으로 신분이 전환됨에 따라 몇몇 유기용제의 경우 노출이 더 심한 열악한 작업 환경으로 간다는 것을 유추해 볼 수 있었다.

주요 임상 검사의 결과에서는 AST/ALT, 감마지티피의 필수 검사 항목을 봤을 때 국내 노동자들의 간 건강상태가 더 안 좋은 것으로 보이는데, 이러한 차이는 유해 요인 노출 정도의 차이로 인한 것이라기보다는 간 수치에 지대한 영향을 주는 높은 국내 음주율과 B형 간염 항원 양성률 두 가지로 인한 것이라고 해석할 수 있다. 총콜레스테롤의 경우도 평균이 국내 노동자에 비해 이주 노동자들이 유의하게 낮았는데, 이 역시 영양 상태 등 생활습관 변수의 영향이 반영된 것으로 보인다. 헤모글로빈의 경우 빈혈의 유병율이 이주 노동자들에서 유의하게 높았는데(국내 9.0%, 이주 11.04%,  $p<0.05$ ), 기본적으로 가족 단위로 생활하는 국내 노동자와 달리 기숙사 생활을 하기에 영양 상태가 더 안 좋은 것과 납 노출의 영향을 반영한다고 볼 수 있다.

본 연구의 한계점은 먼저, 우리나라 특수건강진단 제도에 시행되는 특수건강진단 자료에는 그 신뢰도나 정확도에 있어 어느 정도 한계가 있다는 것이다. 한 예로 2006년도 노동부 특수건강진단기관의 감사 항목으로 조사를 했을 때, 전국의 대부분의 특수건강진단 기관이 명시된 특정 시기에 시료를 정확히 채취하지 못했던 사실과 실제 BEI의 채취시기인 작업 종료 후나 주말 작업 종료 후의 특정 시기를 현실적으로 지키기에 어려움이 상존하고 있는 것을 볼 수 있다<sup>30)</sup>. 또 다른 한계점은 본 연구에서 사용한 생물학적 노출 지표와 검사 측정치들이 여러 기관의 각기 다른 측정기기, 분석기기, 분석 환경에서 도출된 결과들의 모음이라는 것이다. 생체 시료의 중금속 및 유기용제 분석 결과는 각 기관의 개별 환경에 따라 큰 변이를 보일 수 있으므로 여러 기관에서 측정, 분석한 자료를 같이 살펴보는 데에는 일정 정도 체계적 오차가 있을 수밖에 없다. 이 오차를 감안하고 전체 특수 건강 검진 자료 내에서 노동자 군을 나누어 BEI를 포함한 여러 검

사 결과들을 비교해 보고자 하였다. 전국의 특수건강진단 생물학적 시료의 분석기관들은 정도관리를 받고 있으며 본 연구의 중점이었던 3개 경인지역 특수 건강검진 기관 역시 2005년에 정도 관리를 받고 분석 적합 판정을 받은 바<sup>31)</sup> 있어 가능한 오차들에도 불구하고 국내, 이주 노동자들의 유해 요인 노출 실태를 큰 틀에서 파악할 수 있을 것으로 판단하였다.

본 연구는 동일한 업종의 영세 소규모의 사업장에서 동일한 기간 일을 하여도 이주 노동자들이 국내 노동자들에 비해 더 유해한 작업 환경에 노출이 된다는 것과 유해 요인에 대한 교육과 위생 관리가 이주 노동자들에게서 제대로 되고 있지 않다는 것을 보여 주었다. 모든 항목에서 위 가설이 맞는 것은 아니었고, 다만 중금속 노출에 관해서는 확실하게 가설이 성립되었다. 근무 기간과 사업장 규모, 종사 업종을 보정했을 때에도 이주 노동자들에게서 유의하게 더 높은 수치를 보인 혈중 납과 유의하지는 않지만 높게 나온 혈중 카드뮴의 수치가 그 증거다. 앞서 서술한 바와 같이 중금속, 특히 납의 BEI는 유기용제에 비해 변이가 적고 반감기가 길어 신뢰도가 높은 지표이기 때문에 이주 노동자들의 작업 환경 실태가 국내 노동자들에 비해서 열악하다는 사실에 객관적인 자료로서 본 연구가 일정 부분 뒷받침할 수 있을 것으로 생각한다. 이후에는 더욱 체계화된 BEI 검사로 이주 노동자들의 유해 요인 노출 실태가 명확하게 드러나야 할 것이다.

## 요 약

**목적:** 이 연구의 목적은 2005년 특수건강진단 자료를 이용하여 이주 노동자들의 유해 요인 노출 실태와 일반적인 건강 실태를 국내 노동자와 비교하여 파악하고자 하였다.

**방법:** 2005년 특수건강진단 자료 중 이주 노동자 25,086명의 자료와 같은 해 경인지역 3개 기관에서 특수건강진단을 시행한 국내 노동자 19,616명의 자료를 이용하여, 생물학적 노출지표와 몇 가지 주요 임상 검사 결과를 국내 노동자와 이주노동자로 나누어 비교 분석하였다. 동일한 표본의 비교를 위해 이주 노동자 자료에서 경인지역의 동일 3개 기관의 결과만을 선별하여 비교하고(국내 19,616명, 이주 1,886명), 전체 대상으로 확장하여서 비교하였으며(국내 19,616명, 이주 19,616명), 마지막으로 동일 업종, 3년 미만 근로기간, 50인 미만 규모로 제한하여 비교하였다(국내 2,910명, 이주 노동자 10,022명). 임상 검사는 3개 기관의 20대와 30대만을 선별하여 비교하였다.

**결과:** 동질 표본의 비교에서 혈중 납은 국내 6.09  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , 이주 8.37  $\mu\text{g}/\text{L}$ 로 혈중 카드뮴은 국내 0.29  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ,

이주 0.36  $\mu\text{g}/\text{L}$ 로 나와 국내 노동자에 비해 이주 노동자들이 더 높게 나왔다. 하지만 유기용제의 생물학적 노출지표는 반대로 국내 노동자에게서 더 높게 나왔다. 주요 임상 검사 결과로는 간 수치 중 AST/ALT가 국내 8.1/6.8%, 이주 5.7/5.4%로 국내 노동자들이 더 간 건강이 좋지 않은 것으로 나왔고 빈혈은 국내 9.0%, 이주 11.0%로 이주 노동자에게서 그 유병율이 더 높게 나왔다.

결론: 이주 노동자들이 국내 노동자들에 비해서 중금속에 한한 더 열악한 작업환경에 근무하고 있다는 것을 유추해 볼 수 있었다. 하지만 유기용제의 노출 지표에 대해서는 명확한 해석을 하기 어려웠으며 이에 대해서는 추후 더욱 체계화된 연구가 필요할 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

- 1) Ministry of Government Administration and Home Affairs. News Report: Census on Foreign Residents in Korea. 2007 pp1-8. (Korean) (translated by Song YH)
- 2) Kang SD. Migrant workers in Korea: Aliens or friends? Journal of National Development 2002;7:93-109. (Korean)
- 3) Ahn YS, Roh JH, Kim KS. Factors relating to quitting in the small industries in Incheon. Korean J Prev Med 1995; 28(4):795-807. (Korean)
- 4) Lee MH, Park JI. The stress level according to the working status in the migrant workers. Korean J Occup Environ Med 1997;9(2):309-19. (Korean)
- 5) Kim WS. The anxiety level and its causes among migrant workers. Korean Journal of Occupational Health Nursing 1999;8(2):212-20. (Korean) (translated by Song YH)
- 6) Kim HL. A qualitative study for foreign workers exposed hazard chemical materials in Korean industry. Korean J Occup Health Nurs 2006;15(2):94-103. (Korean)
- 7) Migrant Health Association in Korea. Material on the Public Hearing for Advancement on the Welfare of Migrant Workers after Unification of the Man Power Policy. Migrant Health Association in Korea. 2001 p30-4.(Korean) (translated by Song YH)
- 8) Ha EH, Working condition, occupational injury status and health status of migrant Workers. Occup Health 2002;2:4-13. (Korean) (translated by Song YH)
- 9) Hong YC, Ha EH. A Survey of working conditions of migrant workers. Korean J Occup Environ Med 1996;8(1):1-14. (Korean)
- 10) Ministry of Labor. Case Studies on Migrant Workers dealing with Hazardous Agents. Ministry of Labor. Kwachon. 2005. pp1-2. (Korean) (translated by Song YH)
- 11) Hong SK. A study of medical utilization and health status for migrant workers in Korea. J Korean Acad Family Med. 2000;21(8):1053-64. (Korean)
- 12) Kim SH. Health Status of Migrant Workers. Kyungpook National University School of Medicine. Daegu. 2004.
- 13) Korean Industrial Health Association. General review on health examination results of migrant workers on entrance to the country- the occupational health, working condition, occupational injury status and health status of migrant workers. Occup Health. 2000;142:5-16. (Korean) (translated by Song YH)
- 14) Migrant Health Association in Korea. Report on The Health of the Migrant Workers in Korea. Young Doctor. Seoul. 2001. 138-49.
- 15) Moon CS, Paik JM, Choi CS, Kim DH, Ikeda M. Lead and cadmium levels in daily foods, blood and urine in children and their mothers in Korea. Int Arch Occup Environ Health 2003;76:p282-8.
- 16) Ikeda M, Zhang ZW, Shimbo S, Watanabe T, Nakatsuka H, Moon CS, Matsuda-Inoguchi N, Higashikawa K. Urban population exposure to lead and cadmium in east and south-east Asia. Sci Total Environ 2000; 249:373-84.
- 17) Zhang ZW, Moon CS, Watanabe T, Shimbo S, He FS, Wu YQ, Zhou SF, Su DM, Qu JB, Ikeda M. Background exposure of urban populations to lead and cadmium: comparison between China and Japan. Int Arch Occup Environ Health 1997;69:273-81.
- 18) Franzblau A. In: Rosenstock L, Cullen MR, Brodtkin CA, Redlich C (eds) Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine. 2nd ed. Elsevier Saunders Pub. Philadelphia. 2005. pp 955-7.
- 19) Chuang HY, Cheng WC, Chen CY, Yang YH, Sung FC, Yang CY, Wu TN. A follow-up comparison of blood lead levels between foreign and native workers of battery manufacturing in Taiwan. Sci Total Environ 2008; 394(1):52-6.
- 20) Lof A, Johanson G. Toxicokinetics of organic solvents: A review of modifying factors. Crit Rev Toxicol 1998; 28(6):571-650.
- 21) Yang JS, Kang SK, Kim KW, Lee JS, Cho YS, Jung HG. Blood Toluene and Urine Hippuric Acid Concentrations of Occupationally Toluene-exposed Workers. Korean Ind Hyg Assoc J 1993;3(2):188-93. (Korean)
- 22) Sim SH, Park JI, Son JI. Effect of benzoic acid containing food on the urinary hippuric acid concentration in workers exposed to toluene. Korean J Occup Environ Med 1996;8(3):526-34. (Korean)
- 23) The Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES III), 2005- Health Behaviors of Adults pp62-9.
- 24) Cherry N, Gautrin D. Neurotoxic effects of styrene: further evidence. Br J Ind Med 1990;47:29-37.
- 25) Aki S, Confounding factors in biological monitoring of exposure to organic solvents. Int Arch Occup Environ Health 1993;65:561-7.

- 26) ACGIH BEI. Trichloroethylene. ACGIH 2001. p1-16.
- 27) ACGIH BEI. Stryene. ACGIH 2003. p1-15.
- 28) Inoue O, Seiji K, Watanabe T, Kasahara M, Nakatsuka H, Yin SN, Li GL, Cai SX, Jin C, Ikeda M. Possible ethnic difference in toluene metabolism: a comparative study among Chinese, Turkish and Japanese solvent workers. *Toxicol Lett* 1986;34(2-3)167-74.
- 29) Jang JY, Droz PO, Berode M. Ethnic differences in biological monitoring of several organic solvents. I. Human exposure experiment. *Int Arch Occup Environ Health* 1997;69:343-9.
- 30) Korea Occupational Safety & Health Agency (KOSHA) Occupational Safety & Health Research Institute (OSHRI). Review on the Subjects of Special Health Examination according to the Intensity of Exposure to Hazardous Agents. KOSHA OSHRI. Incheon. 2007. pp159-60. (Korean) (translated by Song YH)
- 31) The Biannual Results of Quality Control on the Special Health Examination Facilities 2005. Korea Occupational Safety & Health Agency (KOSHA) Occupational Safety & Health Research Institute (OSHRI). (Korean) (translated by Song YH)