

경주지역 자동차 부품 제조업의 공정별 작업환경실태에 관한 연구

박성준¹ · 이원호¹ · 이 관² · 문덕환³

동국대학교 경주병원 건강관리과 · ¹동국대학교 포항병원 건강관리과
²동국대학교 경주병원 산업의학과 · ³인제대학교 백병원 산업의학과

A Study on the Status of Working Environment by Type of Working Processes in Manufacturing Industry of Parts and Accessories for Motor Vehicles and its Engines

Sung-Jun Park¹ · Won-Ho Lee¹ · Kwan Lee² · Deog-Hwan Moon³

Department of Health Promotion, Dongguk University Gyeongju Hospital · ¹Department of Health Promotion, Dongguk University Pohang Hospital · ²Department of Occupational and Environmental Medicine, Dongguk University Gyeongju Hospital · ³Department of Industrial Medicine, Inje University Paik Hospital

Objective: This study was carried out to assess the status of working environments, to improve the working environments, and to be helpful to prevent occupational disease.

Methods: The authors measured the noise level, concentration of dust, heavy metals, organic solvents, and other chemicals at 95 industries (22 working processes) by type of working process in manufacturing industry of parts and accessories for motor vehicles and its engines from January to December 2003. Samples were measured and analyzed by regulations of Korea Ministry of Labor, manuals of National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) and Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

Results: Results are as follows.

1. Major processes exceeding mean noise levels provided the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold Limit Value (TLV) were shakeout [97.5 dB(A)], shot-blast [94.2 dB(A)], pressing [92.9 dB(A)], crushing [91.2 dB(A)], and cleaning [90.6 dB(A)].

2. Mean concentrations of dusts were not exceeded

to the TLV. But concentration on some points of processes as like welding (6.50 mg/m³), foundry (5.24 mg/m³) were exceeded.

3. Mean concentrations of heavy metals were not exceeded to the TLV.

4. Mean concentrations of organic solvents and chemicals were not exceeded to the TLV.

5. Improving rate for working environment were significantly higher in industries with health manager than without ($p < 0.05$), and by increasing the year of working environmental measurement ($p < 0.01$).

Conclusions: The results suggest that working processes of exceeding to the TLV will be needed rapid improvement of the working environment, and also the others will be needed positive management of the working environment. Health managers must be recommended to employ in the workplace, and further studies for relationship between working environment and health effects for the workers must be carried out.

Key Words : Accessories for motor vehicles, Process, Working environment, Hazards, Improvement

I. 서론

우리나라의 산업별 총 제조업체의 수는 2001년 현재 208,554개 업체에 총 3,311,805명의 근로자가 종사하고 있고, 이중 자동차 및 트레일러 제조업체가 5,622개소로 전체의 2.7%를 차지하고 있으며(통계청, 2001; 노동부, 2002(a)), 자동차와 관련된 다른 업종의 업체 수를 포함한다면 자동차관련 제조업체의 수는 더 많은 비중을 차지할 것이다(산업안전보건연구원, 1999).

경주지역의 경우 전체 제조업체의 수는 592개소이며, 이중 자동차 및 트레일러 제조업체가 125개소로 전체 21.1%이며, 관련종사자 수는 6,715명으로 전체의 29.3%로 경주지역 전체 제조업 중 가장 많은 수를 차지하고 있다(경주시, 2002).

자동차 산업은 금속, 기계, 전기, 전자, 화학, 통신 등 여러 분야의 제품을 가공, 조립하는 종합적인 산업의 총체라고 할 수 있는 대표적인 조립산업이다. 또한 자동차 산업은 크게 2가지 영역으로 나눌 수 있다. 가장 중요한 영역은 완성된 자동차를 조립 생산하는 자동차 생산영역이며, 또 하나는 자동차 조립에 필요한 수만 가지의 각종 부품을 생산하는 자동차부품 관련 영역이다(산업안전보건연구원, 1999). 따라서 공정의 구성 및 규모가 일관성과 대량생산의 특징을 가지면서도 노동 집약적인 장치산업의 특징도 동시에 가지고 있다.

우리나라 자동차부품산업에서의 최근 직업병 유소견자 발생사례를 살펴보면 프레스, 임팩트 렌치 사용자 소음성 난청의 대부분을 차지하고 있고, 기타 도장작업자의 유기용제중독, 엔진가공 작업자의 직업성 피부염, 중량물 작업자의 직업성 요통,

용접작업자의 진폐증 등이 소수 작업자에게 발생되고 있다(산업안전보건연구원, 1999). 이러한 자동차부품산업과 관련된 유해인자에 관한 국내의 연구는 공정별(신용철 등, 1997; 임남구 등, 1999), 유해물질별(최병순과 정해관, 1992; 백남원 등, 1998; 신용철 등, 1999)로 다수의 연구가 있으나 자동차부품 산업의 작업환경 실태를 전반적으로 파악한 연구는 미흡한 실정이다.

이 연구는 경주지역 자동차부품 제조업 사업장에서 발생하는 물리·화학적 인자의 공정별 노출실태와 노출기준 초과현황 등을 파악함으로써 향후 자동차부품 제조업체의 작업환경 관리와 근로자들의 건강관리를 통한 직업병 예방을 위한 대책마련을 위한 기초 자료로 제공하고자 시행하였다.

III. 연구대상 및 방법

1. 연구대상 및 기간

산업안전보건법 제42조와 동법 시행규칙, 제93조 내지 제97조 3의 규정에 의한 작업환경측정 대상 사업장(노동부, 2001; 노동부, 2003) 중 경주지역에 소재하고 있는 자동차부품 제조업 125개 사업장(6,715명)(경주시, 2002) 중 작업환경측정을 실시한 95개 사업장(5,912명)을 대상으로 2003년 1월부터 12월까지 상·하반기 공정 및 유해인자별 작업환경을 조사하였으며, 상·하반기 2회의 결과를 평균하였다.

2. 측정 및 분석방법

시료의 측정 및 분석은 노동부 작업환경측정 실시 규정 노동부 고시

제2001-20호(노동부, 2001) 및 미국국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)의 공정시험법, 미국산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration, OSHA) 공정시험법을 이용하여 실시하였다(OSHA, 1985; NIOSH, 1994; 백남원 등, 1997).

1) 소음

작업시 발생하는 소음에 대한 작업자의 소음폭로량 측정에는 누적소음폭로량 측정계(Quest, Q-100, USA)를 작업자의 청력위치 30 cm 내에 착용하게 한 후 1일 6시간 이상 측정되 작업자의 근무시간을 고려하여 시간가중평균(Time Weighted Average, TWA) 하였다. 측정계의 set up은 Exchange rate 5 dB, Threshold level 80 dB, Criterion level 90 dB로 하였다. 측정결과에 대한 노출기준 초과 여부는 실 측정시간동안의 소음 노출량(dose)을 전 작업시간(8시간)으로 환산한 후 이 값에 대한 시간가중평균을 dB(A)로 표기하였으며, 작업시간의 환산은 노동부 작업환경 측정 실시 규정 노동부 고시 제2001-20호(노동부, 2001)에 준하였다.

2) 분진 및 금속류

시료 포집 전 여과지(glass fiber filter; 37mm, 서울과학)를 데시케이터에 넣어 24시간이상 건조시킨 후 0.01 mg까지 측정 가능한 천칭(OHAUS, AP2500, U.S.A)을 사용하여 평량하였으며, 시료 포집된 여과지도 포집전과 동일한 방법으로 건조시킨 후 평량하였다. 시료농도는 시료포집 전후의 여과지 중량차를 구하여 현장 공시료로 보정한 후 중량분석법에 의해 농도를 산출하였다. 또한 작업자의 작업시간을 고려하여 시간가중평균(TWA)농도를 구하여 작업자에게 노출되는 총분진 및 총흡량을 계산하였다.

금속 성분을 측정하기 위한 시료포집은 NIOSH 공정시험법 0500(NIOSH, 1994)을 이용하여 cellulose ester membrane(MCE)여과지(37mm, 0.8 pore

접수일 : 2004년 10월 27일, 채택일 : 2005년 6월 23일

✉ 교신저자 : 박성준 (780-350 경북 경주시 석장동 1090-1 동국대경주병원 건강관리과
Tel: 054-770-8428, Fax: 054-770-8493, E-mail: juncong@dreamwiz.com, Cellular phone: 011-858-0061)

size, Millipore Corp, U.S.A)를 3-piece cassette에 고정시킨 후 개인공기시료 채취기(GILAIR, Gilian, U.S.A)에 연결하여 작업자의 호흡기위치에서 측정하였으며, 시료채취유량은 1~2ℓ /min으로 측정 전·후에 비누거품법을 이용하여 유량보정을 실시하였다.

금속의 분석은 NIOSH 공정시험법 7300을 이용하였다. 시료가 채취된 여과지에 질산을 2ml를 첨가한 후 초음파 회화기(Microwave digestion Q45, Questron, U.S.A)를 사용하여 회화시켜 전처리한 후 회화가 끝난 시료는 증류수 10 ml로 희석하여 원자흡광광도

계(Atomic absorption spectrophotometer, 2380AAS, Perkin Elmer, U.S.A)를 이용하여 분석하였다.

3) 유기용제

개인공기시료채취기(GILAIR, Gilian, U.S.A)를 이용한 고체흡착관법(charcoal tube, 226-01, SKC, U.S.A)으로 작업자의 호흡기 위치에서 6시간 이상 측정하였으며, 시료채취유량 0.01~0.2ℓ /min으로 측정 전·후에 비누거품법을 이용하여 유량보정을 실시하였다.

채취한 시료의 분석은 이황화탄소(CS₂) 1ml를 가한 후 30분간 방치하여 탈착시킨 후 가스크로마토그래피-불

꽃 이온화 검출기(gas chromatography-flame ionization detector, HP 5890A, Hewlett Packard, U.S.A)를 사용하여 분석하였다. 혼합유기용제 노출 계수와 혼합 유기용제 노출 기준을 계산한 후 혼합 유기용제 노출 기준 이하이면 노출 기준 미만, 혼합 유기용제 노출계수가 1보다 크고 혼합 유기용제 노출 기준보다 크면 노출 기준 초과로 판정하였다.

4) 기타화학물질

산류의 측정은 NIOSH 공정시험법 7903을 이용하였다. 개인공기시료채

Table 1. Distribution of hazards exposed by manufacturing process

Process	Hazards									
	Noise (N [*] =94)		Dusts (N [*] =65)		Heavy metals (N [*] =39)		Organic solvents (N [*] =33)		Other chemicals (N [*] =10)	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Processing	37	39.4	18	27.7	1	2.6	1	3.0	-	-
Pressing	29	30.9	1	1.5	-	-	-	-	1	10
Cutting	17	18.1	1	1.5	-	-	1	3.0	-	-
Injection molding	17	18.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Welding	36	38.3	36	55.4	27	69.2	-	-	-	-
Bonding	7	7.4	-	-	-	-	11	33.3	1	10
Grinding	16	17.0	15	23.1	-	-	-	-	-	-
Painting	8	8.5	2	3.1	-	-	12	36.4	-	-
Cleaning	5	5.3	1	1.5	-	-	8	24.2	-	-
Shot-blast	3	3.2	4	6.2	-	-	-	-	-	-
Foaming	3	3.2	-	-	-	-	5	15.2	6	60
Assembly	39	41.5	1	1.5	8	20.5	4	12.1	-	-
Solvent coating	3	3.2	-	-	-	-	7	21.2	1	10
Printing	1	1.1	-	-	1	2.6	2	6.1	-	-
Crushing	7	7.4	8	12.3	-	-	-	-	-	-
Surface processing	1	1.1	-	-	1	2.6	1	3.0	2	20
Forming	4	4.3	2	3.1	-	-	2	6.1	-	-
Molding	1	1.1	-	-	-	-	2	6.1	1	10
Foundries	4	4.3	5	7.7	5	12.8	-	-	-	-
Packaging	2	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Drying	3	3.2	-	-	1	2.6	1	3.0	-	-
Shakeout	2	2.1	2	3.1	-	-	-	-	-	-

N*: Number of industries

취기(GILAIR, Gilian, U.S.A)를 이용한 고체흡착관법(silica gel tube, 226-10-03, SKC, U.S.A)으로 작업자의 호흡기 위치에서 6시간 이상 측정하였으며, 유량은 0.2-0.5ℓ /min으로 하였다. 시료의 분석은 이온 크로마토그래피-전도도 검출기(ion chromatography-conductivity detector, Acme, Younglin, Korea)를 사용하여 분석하였다.

폐놀은 NIOSH 공정시험법 2546을 이용하였고, 포름알데히드는 NIOSH 공정시험법 2541을 이용하였으며, 이소시아네이트(TDI, MDI)류는 OSHA 공정시험법 Method No. 42 와 Method No. 47을 이용하여 고속액체 크로마토그래피 (High Performance Liquid Chromatography, Waters, U.S.A)로 분석하였다(OSHA, 1985; NIOSH, 1994).

5) 작업환경 개선여부의 판단

작업환경 개선여부의 판단은 자동

차부품제조업 95개 사업장의 작업환경측정 및 보건점검을 통해 확인하여 노동부서식 보건관리점검표 및 작업환경측정결과보고서 별지21호 서식(노동부, 2003)에 의거 유해요인분포 실태, 측정결과에 따른 개선의견 란에 공정개선 및 국소환기설비 개선 등의 작업환경 개선의 내용을 명시한 것으로 판단하였다.

6) 자료의 통계방법

소음, 분진, 금속류, 유기용제, 기타화학물질의 측정농도는 시간가중평균(TWA)농도로 하였다. 측정농도 값의 특성상 산술평균을 할 경우 평균 노출을 과대평가할 우려가 있으므로 각 공정에 대한 노출농도는 기하평균(GM), 기하표준편차(GSD) 및 범위(Min, Max)를 함께 제시하였다(Mullhausen & Damiano, 1998).

공정별, 업체별, 유해인자별로 변

수를 MS Office excel로 입력하여 SPSS/PC (Ver 10.0) for Windows 프로그램을 이용하여 통계처리 하였다. 보건관리자 선임 유무에 따른 작업환경 개선율은 chi-square 검사를 시행하여 $p < 0.05$ 를 유의하다고 판정하였고, 작업환경측정 기간별 작업환경 개선율은 chi-square for trend 검사를 시행하여 $p < 0.01$ 을 유의하다고 판정하였다.

IV. 연구결과

1. 공정별 측정된 유해인자의 분포

전체 22개 공정에서 소음, 분진, 금속류, 유기용제, 기타화학물질 등이 측정되고 있으며, 이들 중 2개 이상의 유해인자가 복합적으로 측정되는 공정이 가공을 포함한 20개 공정이었다.

Table 2. Mean noise levels by working process

Process	N	GM(GSD), dB(A)	Min., dB(A)	Max., dB(A)
Processing	209	86.1(1.1)	77.1	97.1
Pressing	108	92.9(1.1)	77.0	103.0
Cutting	52	87.0(1.1)	75.8	98.6
Injection molding	86	81.7(1.0)	76.2	89.6
Welding	189	87.8(1.0)	78.6	96.2
Bonding	14	86.4(1.1)	81.3	92.8
Grinding	41	88.3(1.1)	79.6	99.5
Painting	22	85.4(1.0)	80.2	89.9
Cleaning	12	90.6(1.1)	80.2	99.8
Shot-blast	9	94.2(1.1)	85.0	98.7
Foaming	10	83.5(1.1)	78.8	93.4
Assembly	301	84.2(1.1)	74.6	105.0
Solvent coating	9	83.6(1.0)	79.3	90.1
Printing	1	86.1	-	-
Crushing	9	91.2(1.1)	82.1	99.0
Surface processing	1	84.1	-	-
Forming	10	85.2(1.0)	82.5	87.6
Modeling	3	87.4(1.0)	84.8	88.7
Foundries	8	88.5(1.0)	83.3	92.6
Packaging	3	87.8(1.0)	87.6	88.1
Drying	6	81.7(1.0)	79.1	82.8
Shakeout	3	97.5(1.0)	96.9	98.2

N : Number of points of measurement

소음은 조사대상 업체 95개 중 94개(98.9%)에서 측정되었다. 또한 소음은 전체 22개 공정 모두에서 측정되었으며, 소음 다발공정으로는 조립(41.5%), 가공(39.4%), 용접(38.3%) 등의 순이었다. 분진은 조사대상 업체 95개 중 65개(68.4%)에서 측정되었다. 분진은 전체22개 공정 중 13개 공정에서 측정되었으며, 분진 다발공정으로는 용접(55.4%), 가공(27.7%), 연마(23.1%)순이었다. 금속류는 조사대상 업체 95개 중 39개(42.1%)에서 측정되었다. 또한 금속류는 전체22개 공정 중 7개 공정에서 측정되었으며, 금속류가 다발공정으로는 용접(69.2%), 조

립(20.5%), 주물(12.8%)순이었다. 유기용제는 조사대상업체 95개 중 33개(35.1%)에서 측정되었다. 또한 유기용제는 전체22개 공정 중 13개 공정에서 측정되었으며, 유기용제 다발공정으로는 도장(36.4%), 접착(33.3%), 유기용제 도포(21.2%) 순이었다. 기타화학물질은 조사대상 업체 95개 중 10개(10.5%)에서 측정되었다. 또한 기타화학물질은 전체22개 공정 중 6개 공정에서 측정되었으며, 기타화학물질 다발공정으로는 발포(60.0%), 피막처리(20.0%)순이었다(Table 1).

2. 공정별 발생하는 소음수준

소음의 경우 22개 전 작업공정에서 측정되고 있으며, 조립공정에서 측정 지점수가 301개로 가장 많았고, 가공(209개), 용접(189개)순이었다. 소음평균이 노출기준(1일 8시간 작업시 90 dB(A))을 초과하는 공정은 프레스, 세척, 쇼트, 분쇄, 탈사의 5개 공정이었다. 이들 초과공정 중 탈사공정이 97.5 dB(A)로 가장 높은 소음수준을 나타냈다. 또한 미국 ACGIH의 기준인 85 dB(A)를 상회하는 공정은 사출, 발포, 조립, 유기용제 도포, 피막처리, 건조의 6개 공정을 제외한 가공, 프레스, 절단, 용접, 접착, 연마, 도장, 세척, 쇼트, 인쇄, 분쇄, 성형, 조

Table 3. Mean concentrations of dusts by working process

Dusts	Process	N ^a	GM(GSD), mg/m ³	Min., mg/m ³	Max., mg/m ³
2nd	Processing	50	1.24(2.17)	0.03	3.10
	Pressing	4	1.26(1.14)	1.08	1.47
	Cutting	1	0.40	-	-
	Welding	171	1.55(1.75)	0.17	6.50
	Grinding	28	1.34(2.15)	0.08	3.63
	Shot-blast	6	1.63(1.39)	1.16	2.61
	Assembly	1	1.11	-	-
	Foundries	4	1.88(5.69)	0.14	5.24
	Shakeout	1	4.41	-	-
3rd	Processing	5	0.22(2.42)	0.07	0.69
	Grinding	3	2.06(1.37)	1.43	2.47
	Shot-blast	2	2.49(2.24)	1.41	4.39
	Painting	3	2.07(1.86)	1.13	3.90
	Cleaning	2	3.91(1.16)	3.53	4.34
	Crushing	19	0.37(3.84)	0.02	2.17
	Forming	3	2.41(1.75)	1.36	4.18
	Foundries	6	1.77(2.16)	0.63	3.66
Shakeout	1	8.37	-	-	
Total	Shot-blast	55	1.06(2.51)	0.03	3.10
	Pressing	4	1.26(1.14)	1.08	1.47
	Cutting	1	0.40	-	-
	Welding	171	1.55(1.75)	0.17	6.50
	Grinding	31	1.40(2.10)	0.08	3.63
	Shot-blast	8	1.81(1.58)	1.16	4.39
	Assembly	1	1.11	-	-
	Painting	3	2.07(1.86)	1.13	3.90
	Cleaning	2	3.91(1.16)	3.53	4.34
	Crushing	19	0.37(3.84)	0.02	2.17
	Forming	3	2.41(1.75)	1.36	4.18
	Foundries	10	1.81(3.18)	0.14	5.24
	Shakeout	2	6.07(1.57)	4.41	8.37

^aN : Number of points of measurement

형, 주물, 포장, 탈사 등의 16개 공정이었다(Table 2).

3. 공정별 발생하는 분진의 평균농도

분진의 경우 13개 작업공정에서 측정되고 있으며, 석면 및 1종 분진은 없었다. 전체분진 중 가장 많은 분진은 2종 분진으로 용접공정에 36개 업

체 171개 측정지점에서 측정되었으며, 다음으로 가공(18개 업체, 55지점), 연마(15개 업체, 31지점), 분쇄(8개 업체, 19지점) 순이었다. 전체분진의 평균농도가 노출기준을 초과하는 공정은 없었다(Table 3).

4. 공정별 발생하는 금속류의 평균농도

금속류의 경우 7개의 작업공정에서

Mn(망간), Ni(니켈), Cr(크롬), Cu(구리), Zn(아연), Pb(납), Cd(카드뮴), Fe(철), Al(알루미늄)이 측정되고 있으며, 용접공정의 Mn, Cr이 81개 측정지점으로 가장 많았고 용접공정의 Ni(43개), 조립공정의 Pb(32개), 용접공정의 Cu(31개) 순이었다. 금속류발생 전체 공정 중 평균농도가 노출기준을 초과한 공정은 없었다(Table 4).

Table 4. Mean concentrations of heavy metals by working process

Heavy metal	Process	N	GM(GSD), mg/m ³	Min., mg/m ³	Max., mg/m ³
Mn	Welding	81	0.0215(4.637)	0.0004	1.1497
	Foundries	3	0.0144(12.588)	0.0008	0.0908
	Processing	1	0.0003	-	-
Ni	Welding	43	0.0013(2.721)	0.0001	0.0199
	Foundries	3	0.0008(3.198)	0.0003	0.0029
	Processing	1	0.0023	-	-
Cr	Welding	81	0.0041(19.828)	ND [†]	0.1188
	Foundries	3	0.0025(1.421)	0.0017	0.0033
	Processing	1	0.0006	-	-
Cu	Welding	31	0.0024(3.648)	0.0002	0.0309
	Assembly	6	0.0006(1.292)	0.0004	0.0008
	Foundries	5	0.0009(6.655)	0.0002	0.0238
	Drying	2	0.0003(1.226)	0.0003	0.0004
	Processing	1	0.0077	-	-
Zn	Welding	1	0.0017	-	-
	Assembly	6	0.0030(2.187)	0.0017	0.0111
	Foundries	8	0.0178(3.058)	0.0030	0.0702
	Drying	2	0.0019(1.200)	0.0017	0.0022
	Processing	1	0.0028	-	-
Pb	Assembly	32	0.0006(2.658)	0.0001	0.0028
	Printing	1	0.001	-	-
	Surface processing	1	0.0018	-	-
	Drying	2	0.0009(1.377)	0.0007	0.0011
	Processing	1	0.0005	-	-
Cd	Assembly	6	0.0001(1.327)	0.0001	0.0002
	Printing	1	0.0002	-	-
	Drying	2	0.0001	0.0001	0.0001
Fe	Assembly	6	0.0041(1.543)	0.0021	0.0066
	Foundries	2	0.8054(1.207)	0.7051	0.9200
	Drying	2	0.0021(1.180)	0.0019	0.0024
Al	Welding	1	0.0059	-	-
	Foundries	8	0.0183(2.603)	ND [†]	0.0601

*N : Number of points of measurement, †N D : Not detect

5. 공정별 발생하는 유기용제의 평균농도

유기용제의 경우 13개 작업공정에서 측정되고 있으며, 가공공정에서

toluene의 2종, 절단공정의 경우 methyl ethyl ketone의 7종, 접착공정의 경우 n-hexane의 14종, 도장공정의 경우 toluene의 15종, 세척공정의 경우 1.1.1-

trichloroethane의 13종, 발포공정의 경우 methylene chloride의 12종, 조립공정의 경우 n-hexane의 9종, 유기용제 도포의 경우 toluene의 13종, 인쇄공정의

Table 5.1 Mean concentrations of organic solvents by working process

Organic solvents	N*(GM±GSD), ppm						
	Processing	Cutting	Bonding	Painting	Cleaning	Foaming	Assembly
Toluene	3 (0.06±5.39)	1 (15.06)	26 (2.87±16.10)	30 (0.55±13.63)	18 (0.40±4.11)	7 (0.13±3.64)	11 (0.46±10.94)
Xylene	-	1 (0.02)	26 (0.06±3.80)	28 (0.32±12.42)	9 (0.29±3.95)	7 (0.04±2.32)	11 (0.01±5.26)
n-Hexane	-	1 (0.29)	24 (2.65±13.40)	20 (0.05±2.66)	7 (0.14±7.39)	7 (1.78±5.380)	11 (0.36±14.83)
MEK [†]	-	1 (12.33)	18 (0.39±4.49)	18 (0.12±6.11)	8 (0.12±4.60)	1 (0.11)	7 (0.60±3.27)
MIBK [†]	-	1 (0.01)	6 (0.01±3.05)	19 (0.40±9.49)	13 (0.43±15.94)	2 (0.03±3.55)	9 (0.12±5.99)
IPA [†]	-	-	5 (0.59±3.28)	10 (0.69±6.46)	3 (0.09±2.15)	1 (10.74)	-
Methanol	-	-	-	-	3 (1.78±4.68)	-	-
MC [†]	-	-	2 (1.79±1.13)	-	-	8 (1.58±6.20)	-
1.1.1-TCE [†]	-	-	1 (14.46)	6 (0.34±3.45)	2 (8.32±41.22)	4 (0.11±2.68)	2 (3.02±1.19)
Ethylacetate	-	1 (1.46)	14 (0.20±5.07)	11 (2.17±6.46)	5 (0.91±4.16)	-	5 (0.03±2.72)
Buthylacetate	-	-	7 (0.02±3.45)	11 (0.80±8.17)	5 (0.32±2.37)	-	-
Ethylbenzene	-	1 (0.01)	26 (0.02±3.69)	20 (0.13±8.38)	6 (0.06±3.95)	6 (0.01±4.22)	11 (0.01±5.50)
Acetone	-	1 (0.60)	24 (10.23±12.16)	23 (10.40±18.99)	5 (20.29±28.46)	6 (4.20±8.77)	9 (0.75±0.64)
n-Pentane	-	-	10 (1.36±10.70)	9 (0.30±2.07)	-	2 (11.24±2.59)	-
n-Heptane	-	-	12 (2.72±5.48)	7 (0.04±1.80)	-	2 (3.50±4.14)	-
Cyclohexanone	-	-	-	-	-	-	-
Ethanol	-	-	-	-	5 (14.91±2.02)	-	-
Trichloroethylene	3 (2.91±4.11)	-	-	2 (0.24±1.25)	5 (2.20±3.31)	1 (1.00)	2 (1.59±1.22)
Cellosolve	-	-	-	1 (0.16)	-	-	-
Styrene	3 (0.05±1.49)	-	-	2 (0.11±1.86)	-	-	-

*N : Number of points of measurement

[†]MEK : Methyl ethyl ketone, MIBK:Methyl isobutyl ketone, IPA:Isoprophyl alcohol, MC:Methylene chloride, 1.1.1-TCE:1.1.1-Trichloroethane

경우 methyl ethyl ketone의 9종, 피막처리공정의 경우 methylene chloride의 2종, 성형공정의 경우 toluene의 5종, 조형공정의 경우 acetone의 9종, 건조공정의 경우 toluene의 7종의 유해물질이 측정되었다. 모든 공정에서 유기용제의 평균농도가 노출기준을 초과한 공정은 없었다(Table 5.1, Table 5.2).

Table 5.2 Mean concentrations of organic solvents by working process

Organic solvents	N*(GM±GSD), ppm					
	Solvent coating	Printing	Surface processing	Forming	Molding	Drying
Toluene	31 (0.15±6.55)	4 (0.07±7.55)	1 (0.02)	3 (0.03±47.63)	4 (0.07±4.19)	1 (14.40)
Xylene	21 (0.14±6.69)	2 (0.06±1.77)	-	3 (0.03±13.07)	4 (0.02±2.68)	1 (0.02)
n-Hexane	6 (1.99±4.39)	4 (0.01)	-	2 (0.04±15.90)	1 (ND [†])	1 (8.08)
MEK [†]	8 (0.10±3.37)	2 (1.57±3.99)	-	-	1 (0.12)	1 (0.52)
MIBK [†]	9 (0.21±3.61)	2 (0.03±2.51)	-	-	1 (0.01)	1 (ND [†])
IPA [†]	6 (0.89±3.33)	-	-	-	4 (0.19±3.97)	-
Methanol	-	-	-	-	-	-
MC [†]	7 (2.14±2.97)	-	1 (8.00)	-	1 (0.34)	-
1,1,1-TCE [†]	9 (0.14±3.67)	-	-	-	-	-
Ethylacetate	-	-	-	-	-	1 (0.05)
Buthylacetate	-	-	-	-	-	-
Ethylbenzene	18 (0.03±7.68)	2 (0.01±1.76)	-	2 (0.01±1.18)	1 (0.01)	1 (0.02)
Acetone	11 (2.74±6.64)	2 (0.04±1.89)	1 (0.04)	2 (0.02±1.09)	4 (4.97±83.55)	1 (2.67)
n-Pentane	3 (1.67±2.62)	-	-	-	-	-
n-Heptane	3 (3.51±12.06)	2 (0.02±1.16)	-	-	-	-
Cyclohexanone	-	2 (0.48±1.72)	-	-	-	-
Ethanol	-	2 (0.72±4.46)	-	-	3 (0.23±15.03)	-
Trichloroethylene	17 (0.55±2.70)	-	-	-	-	-
Cellosolve	-	-	-	-	-	-
Styrene	11 (0.22±2.49)	-	-	3 (1.82±19.24)	-	-

N : Number of points of measurement

[†]MEK : Methyl ethyl ketone, MIBK : Methyl isobutyl ketone, IPA : Isopropyl alcohol, MC : Methylene chloride, 1,1,1-TCE : 1,1,1-Trichloroethane

[†]ND : Not Detect

6. 공정별 발생하는 기타화학물질의 평균농도

기타화학물질의 경우 6개 작업공정에서 TDI(2,4,2,6), MDI, 황산, 페놀, 포름알데히드가 측정되고 있으며, 발포공정의 MDI가 14개로 측정지점수가 가장 많았으며, 각 유해물질별로 노출기준을 초과한 작업공정은 없었다 (Table 6).

7. 보건관리자 선임 유무 및 측정 기간별 작업환경 개선 유무

보건관리자 선임 유무에 따른 작업환경 개선율을 조사하였다. 보건관리자 선임여부에 따른 작업환경 개선율은 보건관리자가 선임되어 있는 경우가 70.5%로, 보건관리자가 미선임 되어 있는 경우 45.1%보다 유의하게 높았다($p < 0.05$, Table 7).

또한 작업환경측정을 실시한 기간

별로 작업환경 개선 유무를 조사하였다. 본 연구에서는 작업환경측정 실시 기간을 5년 미만, 5년에서 9년까지, 10년 이상으로 구분하였다.

전체 95개 사업장 중 개선된 사업장은 54개(56.8%)이었다. 작업환경이 개선된 상황으로는 5년 미만 10개(34.5%), 5년에서 9년까지 19개(52.8%), 10년 이상 25개(83.3%)로 작업환경측정 실시 기간이 길수록 작업환경 개선율이 증가하였다($p < 0.01$, Table 8).

Table 6. Mean concentrations of other chemicals by working process

Other chemicals	Process	N	GM(GSD), ppb	Min., ppb	Max., ppb
TDI [†]	Bonding	2	0.43(7.72)	0.10	1.80
	Foaming	14	0.08(2.97)	0.01	1.10
	Solvent coating	1	0.01	-	-
	Molding	1	0.11	-	-
MDI	Bonding	2	ND [‡]	-	-
	Foaming	12	0.01(1.41)	ND [‡]	0.03
	Solvent coating	1	0.01	-	-
	Molding	1	0.10	-	-
Sulfuric acid	Surface processing	4	53.17(18.05)	2.30	630.00
Phenol	Pressing	2	24.50(1.33)	20.00	30.00
	Molding	1	14.90	-	-
Formaldehyde	Molding	1	50.00	-	-

[†]TDI : Toluene-2,4(2,6)-diisocyanate, MDI : Methylene bisphenyl isocyanate

[‡]ND : Not Detect

Table 7. Improvement rate of working environment by health manager, or not

Improvement	Health manager		p-value [†]
	No	Yes	
No	No. (28)	Yes (13)	
Yes	(54.9)	(29.5)	
Total	23 (45.1)	31 (70.5)	0.013
	51 (100.0)	44 (100.0)	

[†] $p < 0.05$ by chi-square test

Table 8. Improvement rate of working environment by duration of measurement

Duration (years)	No. of industries	No. of improvement	p-value*
<5	29	10 (34.5)	0.00017
5-9	36	19 (52.8)	
≥10	30	25 (83.3)	
Total	95	54 (56.8)	

^{*} $p < 0.01$ by chi-square test for trend

완상하는 복합적 성격의 대표적인 조립산업(최인정, 2000)으로 타 산업과 비교해 다양한 작업환경을 가지고 있으며, 유해인자에 대한 노출도 복합적으로 노출되는 경우가 많다.

각종 유기용제, 용접불과 같은 다양한 유해인자의 물리적, 소음, 진동, 열, 유해가스, 고열, 반복작업과 관련된 인간공학적인 위험요인, 연산화탄소 등의 각종 유해가스, 기타 금속 가공에서 문제되는 부패성 미생물과 같은 생물학적인 요인 등 여러 가지 유해요인들에 노출될 수 있다. 그러나 최근에 와서 는 생산성 향상과 경영합리화 등을 통한 자동 생산라인

공산과 인접해있는 경주지역은 자동차 부품 관련 제조업이 주요 산업이며, 현재에도 지속적으로 증가 추세

다. 또한 이 지역은 자동차부품 제조업뿐만 아니라 다양한 업종이 관련되어 있어 작업 시 발생하는 작업 환경 유해인자 또한 다양하게 분포하고 있다. 자동차산업은 철강, 비철금속, 고무, 합성수지, 유리, 섬유 등 여러 가지 재료를 써서 각 부분품마다 각각 다른 생산 공정을 거치는 2만여 개의 부품용 조립하여 자동차로

V. 고찰

8. 운영에 따른 유해인자별 노출기준 초과현황

소음, 분진, 금속분, 유기용제, 기타 화학물질 등 5종의 유해인자 중 노출기준을 초과한 측정지점이 있는 것으로는 소음, 분진(중분진), 유기용제(m-Hexane)의 3종이다. 소음의 경우 초과지점이 가장 많은 공정은 프레스(83지점, 22점제), 용접(44지점, 18점제), 가공(26지점, 13점제) 순이었다. 분진의 경우 용접(3지점, 2점제), 주물(1지점, 1점제) 2개 공정에서 초과하였다. 유기용제의 경우 점적(1지점, 1점제) 1개 공정에서만 초과하였다 (Table 9).

Table 9. The exceeding rate of the hazards by working process

Process	Exceeding rate (%) [†]		Exceeding rate (%) [†]		Exceeding rate (%) [†]		Exceeding rate (%) [†]	
	Noise	Dusts	Organic solvents	Exceeding rate (%) [†]	Exceeding rate (%) [†]	Exceeding rate (%) [†]	Exceeding rate (%) [†]	
Processing	12.4(26/209)	35.1(13/37)	-	-	-	-	-	
Pressing	76.9(83/108)	75.9(22/29)	-	-	-	-	-	
Cutting	34.6(18/52)	47.1(8/17)	-	-	-	-	-	
Injection molding	0.0(0/86)	0.0(0/17)	-	-	-	-	-	
Welding	23.3(44/189)	50.0(18/36)	1.8(3/171)	0.1(2/36)	3.8(1/26)	0.1(1/11)	-	
Bonding	0.0(0/14)	0.0(0/7)	-	-	-	-	-	
Grinding	26.8(11/41)	56.3(9/16)	-	-	-	-	-	
Painting	0.0(0/22)	0.0(0/8)	-	-	-	-	-	
Cleaning	58.3(7/12)	40.0(2/5)	-	-	-	-	-	
Shot-blast	88.9(8/9)	66.7(2/3)	-	-	-	-	-	
Foaming	10.0(1/10)	33.3(1/3)	-	-	-	-	-	
Assembly	7.0(21/301)	25.6(10/39)	-	-	-	-	-	
Solvent coating	11.1(1/9)	100.0(1/1)	-	-	-	-	-	
Printing	0.0(0/1)	0.0(0/1)	-	-	-	-	-	
Crushing	66.7(6/9)	71.4(5/7)	-	-	-	-	-	
Surface processing	0.0(0/1)	0.0(0/1)	-	-	-	-	-	
Forming	0.0(0/10)	0.0(0/4)	-	-	-	-	-	
Molding	0.0(0/3)	0.0(0/1)	-	-	-	-	-	
Foundries	50.0(4/8)	50.0(2/4)	25.0(1/4)	50.0(1/2)	-	-	-	
Packing	0.0(0/3)	0.0(0/2)	-	-	-	-	-	
Drying	0.0(0/6)	0.0(0/3)	-	-	-	-	-	
Shakeout	100.0(3/3)	100.0(2/2)	-	-	-	-	-	

†Points of exceeding/ total points
Industries of exceeding/ total industries

에 많은 투자를 함에 따라 프레스작업, 용접작업, 도장작업 등과 같은 대표적인 생산라인이 로봇으로 대체되면서 자동화율이 높아지고 있는 추세다(산업안전보건연구원, 1999).

자동차 산업의 경우 타 산업과 비교해 볼 때 복합적인 유해인자에 동시에 노출되는 경우가 많아 각 공정에서 발생하는 유해인자에 근로자가 노출되는 농도나 양상이 어떤 차이가 있는지 확인이 쉽지 않다. 그러므로 근로자의 직업병 예방차원에서 각 공정에서 노출되고 있는 유해인자의 파악과 노출농도 및 작업환경실태, 개선현황에 대한 연구가 실시되어야 할 것이다.

각 공정에서 발생하는 유해인자는 소음, 유해광선 등의 물리적 인자와 분진, 금속류, 유기용제, 기타화학물질 등의 화학적 인자가 있으며, 이들이 다양한 형태로 발생되고 있었다. 전체 22개 공정에서 소음, 분진, 금속류, 유기용제, 기타화학물질 등이 발생되고 있으며, 이들 중 2개 이상의 유해인자가 복합적으로 발생하는 공정이 가공, 용접, 조립 등의 20개 공정이었으며, 이들 중 가공, 조립, 피막처리 공정은 4개 이상의 유해인자가 복합적으로 발생되고 있었다. 서준호(2001)의 연구에서도 전체 24개 공정 중 2개 이상의 유해인자가 발생하는 공정이 17개 공정으로 본 연구와 유사한 결과를 보고하였다.

소음의 경우 22개 전 작업공정에서 발생되었으며, 이들 초과공정 중 탈사공정이 97.5 dB(A)로 가장 높은 소음수준을 나타냈으며, 전체평균에서는 노출기준 미만을 나타냈으나 부분 측정지점에서 노출기준을 초과한 공정은 가공, 절단, 용접, 연마, 발포, 조립, 유기용제 도포, 주물공정 이었다. 초과지점이 가장 많은 프레스(83 지점, 22업체)공정의 경우 현재로서는 작업공정 및 근로자의 밀폐, 자동화를 통한 원격시스템 외에는 특별한

개선대안이 없는 실정이며, 앞서 기술한 내용을 실행하기 위해서는 막대한 비용투자가 있어야하므로 가장 개선이 취약한 부분으로 파악되고 있다. 가공, 절단, 용접, 연마, 발포, 조립, 유기용제 도포, 주물공정의 경우 노출기준을 초과한 주요인으로는 근로자의 작업시간, 작업장도, 작업공간의 협소, 근로자의 불필요한 행동 등으로 판단된다. 소음성 난청은 우리나라에서 문제가 되고 있는 전형적인 직업성질환의 하나이며 소음의 측정결과 대상사업장의 27.2%가 노출기준을 초과할 만큼 우선 관리대상이 되어야 할 유해인자이다(노동부, 2003). 소음으로 인한 청력장해의 효과적인 치료방법이 현재로서는 없는 실정으로 이를 예방하기 위한 소음 작업장의 환경관리 및 보건관리대책은 근로자 건강관리 측면에서 중요한 과제라 할 수 있다(조규상, 1991; 예방의학과 공중보건 편집위원회, 1999).

분진의 경우 노출기준을 초과하는 공정은 없었으나, 용접 및 주물공정에서 부분적으로 2종 분진이 초과하는 수준으로 나타났으나 이는 전반적인 환기설비의 활용유무, 환기상태 불량, 근로자의 작업방법, 작업장의 협소 등에 의해 기인 한 것으로 보인다. 특히, 용접공정은 폐암과의 연관성에 관한 많은 역학 연구 중에서 일부는 흡연과 석면 노출과 같은 혼란변수의 영향을 제어하지 못한 제한점이 있어 명확한 결론을 이끌어 내는데 어려움이 있으나, 용접 근로자의 폐암위험도 증가가 통계적으로 유의하다고 보고하거나 통계적으로 유의한 양-반응 관련성이 있었다고 보고한 여러 연구가 있다(Sjogren, 1980; Steenland et al., 1986; Schoenberg et al., 1987; Sjogren et al., 1987). 그러므로 사업주는 공정내 근로자에 대한 적극적인 지원, 근로자에 대한 분진의 유해성 및 노출경로, 분진의 발산 방지

및 작업장의 환기방법, 작업장 및 개인위생 관리, 호흡용 보호구의 사용방법, 분진에 관련된 질병 예방방법 등의 보건교육을 실시하여야 하며(노동부, 2003), 근로자 또한 적극적인 의식전환이 선행되어야 할 것으로 생각된다.

금속류의 경우 노출기준을 초과한 공정은 없었다. 이는 금속류발생 공정에 대한 적절한 국소환기설비와 근로자의 적절한 작업행동으로 인하여 유해인자에 대한 노출을 최소화되도록 하여 효율적으로 관리될 수 있도록 한 것이 초과공정의 발생을 억제 한 것으로 생각된다.

본 연구에서 파악된 금속류의 경우 대부분 용접작업에서 발생하는 용접 흠 중에 포함된 것이다. 용접흠은 용접의 종류, 용접봉, 모재금속 및 전류 등 용접조건에 따라 총흠 발생농도가 다르며, 이것은 망간, 니켈, 크롬, 구리, 아연, 납, 카드뮴, 철, 알루미늄 등의 금속의 조성이 다르기 때문이다. 예를 들면 사용전류와 전압이 크고, 용접봉의 지름이 클수록 흠이 많이 발생하며, 용접봉의 극성이 직류 양전극일 때가 직류 음전극이나 교류일 때 보다 흠 발생량이 많다고 알려져 있다(ACGIH, 1984; Hewitt & Madden, 1994; Dennis et al., 1997). 그리고 용접공정에서 발생하는 망간의 경우 근로자들이 직·간접적으로 흠에 노출되어 용접흠의 일부가 인체에 흡입이 됨으로써 망간중독을 일으키는 원인으로 추정되고 있다(산업안전보건연구원, 1999). 산업장에서 망간의 흡수는 주로 호흡기로 망간분진을 흡수하는데서 발생하고 열악한 작업장이나 개인위생이 불량할 때 위장관으로 흡수되는 경우도 있다. 망간중독은 채광, 원석분쇄 및 합금을 만드는 과정에서 많이 발생하는 것으로 알려져 있으며 망간은 건전지 생산에 이용되므로 망간중독이 축전지공장에서 보고 되어왔다. 망간중독은 19세

기 초에 처음으로 보고되어 최근까지 많이 보고 되었으나 아직도 환자 자신이 망간증에 걸렸다는 사실을 알지 못하거나 이상을 호소해도 정확히 진단하지 못한 경우가 더 많을 것으로 추정된다. 만성중독에 의한 자각증상으로는 초기에는 두통, 피로, 권태감, 식욕부진, 불면, 관절, 근육의 통증, 경련 등이 나타나고 증상이 진행되면 회화장애, 근력감퇴, 운동장애, 소자증이나 진전, 보행 장애, 돌진증, 파킨스양 증상 등을 초래한다고 한다 (Clayton & Clayton, 1981). 이와 같이 망간 등의 금속류를 취급하는 사업장은 작업환경관리를 철저히 해야 한다. 밀폐, 전체환기, 국소환기설비를 갖추고 필요하다면 방진마스크와 같은 호흡용 보호구를 착용해야 한다. 망간증과 같은 중금속 중독의 치료방법은 개선될 것으로 기대되지만 최선의 치료는 중독을 예방하는 것이다.

유기용제는 평균농도가 노출기준을 초과한 공정은 없었다. 부분적으로 접착공정 1개 지점에서 노출기준 초과를 보인 n-Hexane의 경우 부적절한 작업방법과 국소환기설비의 노후 및 관리미흡으로 인해 기인한 것으로 보인다. n-Hexane의 경우 중추신경계를 억제하고 만성폭로시 말초신경장해를 초래한다고 보고 되고 있으며, TLV의 설정도 말초신경장해를 초래하지 않을 정도로 정하였다(정규철, 1995).

노동부는 작업환경측정의 평가기준이 되는 유해물질별 작업장 노출기준을 698종의 화학물질에 대하여 노동부 고시(노동부, 2002(b))로 정하여 작업환경관리를 하고 있다. 이렇게 유기용제 노출에 대한 작업환경의 안전성을 확보하고 근로자들이 안심하고 작업할 수 있게 하기 위해서 우리나라는 산업장에서 사용되는 유해물질의 제조나 유통, 사용되는 사업장에서 물질안전보건자료(MSDS) 제도를 시행하고 수시로 근로자에게 이를 교육하여 유기용제 급성노출로 인한 사

고 시 응급 대체요령은 물론, 유해물질 취급요령, 장기적인 인체건강장해, 유기용제 취급 시에는 반드시 방독마스크를 착용하고 작업하도록 하는 등 근로자 자신들이 안전한 유기용제 취급요령을 습득하여 일상 작업 시 실천하도록 지도하고 있다. 한편 1995년 모 전자제품제조업에서 발생한 생식계 독성보고 후 노동부는 유기용제 취급사업장 작업환경관리를 위해 「유기용제 취급사업장 작업환경관리지침」을 마련하여 유기용제에 대한 종합적인 관리를 하고 있다(노동부, 1996).

기타화학물질 발생공정은 노출기준을 초과한 작업공정은 없었다. 특히, TDI와 MDI는 직업성천식의 대표적인 물질로 화합물 및 화학물질 제조업에서 많이 사용되고 있으며, 주로 반응 및 발포공정이 많은 비중을 차지한다. 노출기준이 다른 물질에 비해 많이 낮은 물질이기 때문에 근로자의 노출에 많은 주의를 요하고 있는 물질이다(김정호, 1998). TDI는 박동욱 등(2003)의 연구에서 가스상물질 중 만성독성물질로 분류되어 ACGIH의 노출 기준, NIOSH, NTP(National Toxicology Program), IARC(International Agency for Research on Cancer)에서 동물 실험에서 발암물질로 확인된 물질(IARC, 2002; NTP, 2002; ACGIH, 2003)로 범주 "D"로 정하였다. TDI에 의한 직업성천식은 TDI에 노출이 중지되어도 증상, 폐기능, 기관지 과민성 등이 완전 회복되지 않아, 천식이 발생되어 작업장을 떠난 환자들 중 약 반수에서 추적조사 시 호흡기 증상이 있고 메타콜린(metacholine)이나 히스타민(histamine)을 통한 기관지 유발검사에서 비특이적 기관지 과민성이 존재하는데, 진단이 늦어지거나 진단 후에도 계속적으로 노출될 경우 만성천식이 생긴다(최병순과 정해관, 1992; Paggiaro et al., 1984; Chan-Yeung, 1987; Venables, 1987; Mapp et al., 1988).

이와 같이 TDI와 MDI를 취급할 시에는 눈으로 공기 공급이 가능한 헬멧착용, 국소환기설비의 가동, 호흡용 보호구착용 등의 각별한 주의가 있어야 할 것이다.

본 연구에서 작업환경 개선율을 조사한 결과에서 보건관리자가 선임되어 있는 경우 보건관리자가 미선임되어 있는 경우보다 유의하게 높았고 작업환경측정 실시 기간에 따른 작업환경 개선율은 실시 기간이 길수록 작업환경 개선율이 증가하였다. 이는 그 동안 보건관리자의 역할과 작업환경측정제도에 대한 부정적인 시각과 간과되어 왔던 부분이 실제 작업환경 개선에 직접적으로 영향을 주고 있음을 보여주고 있으므로 지속적인 법과 제도의 보완을 통해 보건관리자의 선임을 권장함과 동시에 작업환경측정기관과 더불어 충실히 업무수행을 할 수 있도록 지원되어야 할 것이며, 보건관리자의 주기적인 재교육과 작업환경측정실시기관의 신뢰성확보 및 지속적으로 내실을 다지는 노력이 필요할 것으로 생각된다.

이상의 자동차부품 제조 공정의 유해인자의 발생 실태 및 작업환경 개선실태를 조사한 결과로 볼 때 노출기준을 초과한 공정에 대한 작업환경 개선은 반드시 이루어져야 하겠으며, 노출기준 미만의 공정이라 할지라도 직업병예방 차원의 작업환경개선은 이루어져야 할 것으로 생각된다.

각 유해인자의 발생수준의 결정은 근로자의 유해인자에 대한 인지와 적합한 작업행동과 방법, 작업에 적합한 국소환기설비의 설치와 가동 유·무, 작업공간의 확보, 유해인자 발생원의 적절한 관리 등이 주요인인으로 작용하고 있는 것으로 생각된다. 본 연구 결과에서 거의 대부분의 공정이 2개 이상의 복합적인 유해인자에 노출되고 있으므로 각 공정에 대한 적합한 작업 매뉴얼의 개발, 각 유해인자에 적합한 형식과 규격을 갖춘 환

기설비의 설치와 지속적인 유지관리, 유해인자 발생원에 대한 효율적이 관리가 요구되며 사업주를 포함한 관리자 및 근로자에 대한 체계적인 작업환경조성을 통한 직업병예방에 대한 인식을 고취시키기 위한 안전보건교육이 요구되어진다.

2003년 7월부터 적용되는 산업안전보건법에서는 본 연구에서 다루지 못한 최근 대두되고 있는 근골격계질환과 같은 반복작업과 관련된 인간공학적인 위험요인, 금속가공유(MWF)에서 문제되는 부패성 미생물과 같은 생물학적인 요인(Bioaerosol), 기타 유해화학물질이 다수 추가되어, 자동차 부품 제조업 사업장은 여기에 직접적으로 해당되므로 본 연구에서 다루었던 물리적·화학적 인자와 더불어 향후 지속적인 연구 및 조사가 시행되어야 할 것이며, 근로자 개개인에 대한 유해인자의 노출수준과 건강상태에 관한 추가적인 연구도 실시되어야 할 것이다.

VI. 결론

경주지역에 소재하고 있는 자동차 부품 제조업 95개 사업장 22개 작업공정을 대상으로 2003년 1월부터 12월까지 상·하반기 공정별 소음, 분진(3종), 금속류(9종), 유기용제(20종), 기타화학물질(5종)에 대한 작업환경측정 및 분석, 평가한 내용은 다음과 같다.

소음은 프레스, 세척, 쇼트, 분쇄, 탈사 등의 5개 공정이 평균소음수준이 노출기준을 초과하였으며, 초과공정 중 탈사공정이 97.5 dB(A)로 가장 높은 소음수준을 나타냈다. 그 외 가공공정은 13개 업체, 26개 지점, 절단공정은 8개 업체, 18개 지점, 용접공정은 18개 업체, 44개 지점, 연마공정은 9업체, 11지점, 발포공정은 1개 업체, 1개 지점, 조립공정은 10개 업

체, 21개 지점, 유기용제 도포공정은 1개 업체, 1개 지점, 주물공정은 2개 업체, 3개 지점에서 노출기준을 초과하였다. 분진의 평균농도는 2,3종 분진 모두 노출기준을 초과하는 공정은 없었으며, 용접공정 2개 업체, 3개 지점, 주물공정 1개 업체, 1개 지점에서 노출기준을 초과하였으며, 각 공정의 측정최고치는 용접공정 6.50mg/m³, 주물공정 5.24mg/m³ 이었다. 금속류의 경우 Mn(망간), Ni(니켈), Cr(크롬), Cu(구리), Zn(아연), Pb(납), Cd(카드뮴), Fe(철), Al(알루미늄) 모두 노출기준을 초과하는 공정은 없었다. 유기용제의 경우 전체 20종이며 평균농도는 노출기준에 현저히 미달되었으나 접착공정 1개 업체, 1개 지점에서만 노출기준을 초과하였다. 기타화학물질의 경우 모든 공정에서 노출기준에 현저히 미달되는 수준이었다.

보건관리자 선임 유무에 따른 작업환경 개선율은 보건관리자가 선임되어 있는 경우가 70.5%로, 보건관리자가 미선임 되어 있는 경우 45.1%보다 유의하게 높았다($p < 0.05$). 작업환경측정기간별 작업환경 개선율은 전체 95개 사업장 중 개선된 사업장은 54개(56.8%)이었다. 작업환경이 개선된 상황으로는 5년 미만 10개(34.5%), 5년에서 9년까지 19개(52.8%), 10년 이상 25개(83.3%)로 작업환경측정 실시 기간이 길수록 작업환경 개선율이 증가하였다($p < 0.01$).

이상의 결과에서 노출기준을 초과한 작업공정에 대한 보다 적극적인 작업환경개선이 이루어져야 할 것이며, 또한 노출기준 미만일지라도 유해공정에 대한 직업병예방 차원의 작업환경관리가 이루어져야 할 것이다. 또한 그 동안 간과되어 왔던 작업환경측정 제도 부분에서 작업환경측정 실시 연도가 오래된 사업장일수록, 보건관리자가 선임되어 있을수록 작업환경 개선율이 높았으므로, 사업장에 대한 보건관리자의 선임을 적극

권장함과 동시에 현장 작업환경측정 후 적극적인 작업환경개선 의견의 제시가 필요하겠으며, 향후 근로자 개개인에 대한 유해인자의 노출수준과 건강상태에 관한 추가적인 연구가 실시되어야 할 것이다.

REFERENCES

- 강성규, 경주시. 2002년 경주시 통계연감. 2002.
- 김정호. 부산지역 일부제조업 산업장의 작업공정별 공기중 특정화학물질 농도. 인제대학교 보건대학원 석사학위청구논문. 1998;30-31
- 노동부. 유기용제 취급사업장 작업환경관리지침. 노동부, 1996.
- 노동부. 작업환경측정 및 정도관리규정(노동부 고시 제2001-20호). 노동부, 2001.
- 노동부. 노동통계연감. 2002(a). Available from: URL: <http://laborstat.molab.go.kr/html/>.
- 노동부. 화학물질 및 물리적인자의 노출기준(노동부 고시 제2002-8호). 노동부, 2002(b).
- 노동부. 2001 산업재해분석. 노동부, 2002(c);306.
- 노동부. 산업안전보건법. 노동부, 2003.
- 박동욱, 박덕목, 정광수, 윤충식, 김태형, 노영만 등. 위험평가(Risk Assessment)에 의한 업종별 위험(Risk)의 구분. 한국산업위생학회지 2003;13(2):126-134
- 백남원, 박동욱, 윤충식. 작업환경측정 및 평가. 신광출판사. 1997.
- 백남원, 윤충식, 조경이, 정희명. 우리나라에서 사용되는 일부 신나의 구성성분에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1998;8(1):105-114
- 산업안전보건연구원. 사업장 보건관리를 위한 업종별 산업보건편람

- 및 표준공정분류체계 개발. 1999
 서준호. 자동차차체 및 부품제조업
 산업장의 작업환경실태에 관한
 조사연구. 인제대학교 보건대학
 원 보건학석사학위 청구논문.
 2001;21-26
- 신용철, 이광용, 박승현, 이나루, 정
 지연, 박정근 등. 용접공정에서
 발생된 공기 중 흡의 조성과 농
 도에 영향을 미치는 요인에 관한
 연구. 한국산업위생학회지
 1997;7(2):181-195
- 신용철, 김양호, 이광용. 발포 및 세
 척 공정 근로자의 공기중
 Methylene Chloride 노출 농도와 혈
 중 Carboxyhemoglobin 수준간의
 상관관계에 관한 연구. 한국산업
 위생학회지 1999;9(1):87-98
- 예방의학과 공중보건 편집위원회. 예
 방의학과 공중보건. 계축문화사,
 1999;113-122
- 임남구, 노재훈, 장규엽, 송재석, 원
 중욱, 김치년. 도장 근로자의 작
 업 환경 만족도에 영향을 미치는
 요인. 연세대학교 의과대학 산업
 보건연구소. 한국산업위생학회지
 1999;9(1):73-86
- 정규철. 산업중독편람. 신광출판사,
 1995;878-880
- 조규상. 산업보건학. 수문사,
 1991;146-354
- 최병순, 정해관. 우레탄도료(TDI)에
 의한 직업성천식 3례. 대한산업
 의학회지 1992;4(2):212-220
- 최인정. 최인정의 자동차백과, 2000.
 Available from : URL: <http://myhome.s-hinbiro.com/~dwcij/>.
- 통계청. 한국표준산업분류. 2001.
 American Conference of Governmental
 Industrial Hygienists(ACGIH). Welding
 health and safety resource manual.
 Akron. ACGIH. 1984
- American Conference of Governmental
 Industrial Hygienists(ACGIH). Thre-
 shold Limit Values for Chemical
 Substances and Physical Agents and
 Biological Exposure Indices. Cincinnati,
 ACGIH. 2003
- Chan-Yeung M. Evaluation of impairment-
 /disability in patients with occupational
 asthma. Am Rev Resp Dis 1987;135
 :950-951
- Clayton GD, Clayton FE. Patty's Industrial
 Hygiene and Toxicology, New York, A
 Wiley Interscience Publication. 1981.
 1749-1769
- Dennis JH, Mortazavi SB French MJ,
 Hewitt PJ, Redding CR. The effects of
 welding parameters on ultraviolet light
 emissions, ozone and Cr(VI) formation
 in MIG welding. Ann Occup Hyg
 1997;41(1):95-104
- Hewitt PJ and Madden MG Welding
 process parameters and hexavalent
 chromium in mig fume. Ann Occup
 Hyg 1994;30(4):427-434
- IARC (International Agency for Research on
 Cancer). List of IARC Evaluations;
 2002. Available from; URL: <http://monographs.iarc.fr/monoeval/grlist.html>
- Mapp CE, Corona PC, De Marzo N, Fabbri
 L. Persistent asthma due to isocyanate.
 A follow-up study of subjects with
 occupational asthma due to toluene
 diisocyanate(TDI) Am Rev Resp Dis
 1988;137:1326-132921. Mullhausen JR
 & Damiano J. A strategy or assessing
 and managing occupational exposures,
 2nd ed, AIHA press, USA, 1998;132-
 135
- NIOSH. Manual of Analytical Methods. 4th
 ed. Cincinnati, Ohio. 1994.
- NTP (National Toxicology Program). Report
 on carcinogens, Tenth Edition. US
 Department of Health and Human
 Services, Public Health Service; 2002.
 Available from : URL: <http://ehp.niehs.nih.gov/roc/toc10.html>
- OSHA. Analytical Methods. 2th ed. Utah.
 1985.
- Paggiaro PL, Loi AM, Rossi O, Ferrante B,
 Pardi F, Roselli MG, Baschieri L.
 Follow-up study of patients with
 respiratory disease due to toluene
 diisocyanate(TDI). Clin allergy
 1984;14:463-469
- Schoenberg JB, Sternhagen A, Mason TJ,
 Patterson J, Bill J, Altman R.
 Occupation and lung cancer risk among
 New Jersey white males. JNCI 1987;
 79(1):13-21
- Sjogren B. A retrospective cohort study of
 mortality among stainless steel welders.
 Scan J Work Environ Health 1980;
 6:197-200
- Sjogren B, Gustavsson A, Hedstrom L.
 Mortality in two cohorts of welders
 exposed to high- and low- levels of
 hexavalent chromium. Scan J Work.
 Environ Health 1987;13:247-251
- Steenland K, Beaumont J, Homung R. The
 use of regression analysis in a cohort
 mortality study of welders. J Chron Dis
 1986; 39(4):287-294
- Venables KM. Epidemiology and
 prevention of occupational asthma. Br J
 Ind Med 1987;44:73-75