

복합유기용제 폭로근로자의 혈액상변화에 관한 조사

울산대학교병원 산업의학과

이충렬 · 류철인

— Abstract —

A Study on the Hematologic Changes of Workers Exposed to Mixed Organic Solvents

Choong Ryeol Lee, Cheol In Ryu

Department of Occupational Medicine, Hospital of Ulsan University

The purpose of this study is to evaluate the hematological changes of workers exposed to mixed organic solvents and to search the organic solvent that bring out these changes. The study participants were 1,605 workers, consisting 1,088 workers(male 989, female 99) exposed to mixed organic solvents and 517 non-exposed workers(male 431, female 86). The authors analyzed the results of complete blood count and differential count of leukocytes of all the workers and examined all of the material safety data sheets of substances with which they dealt and the results of their working environmental surveys during the last 3 years.

The results were as follows:

1. The mean values of complete blood count in workers exposed to mixed organic solvents were lower than that of non-exposed workers in WBC, RBC, hemoglobin and hematocrit in cases of male and RBC, hemoglobin and hematocrit in cases of female, but the mean value of platelet count in male exposed workers and WBC count in female exposed workers were higher than those of non-exposed workers.

2. The distribution of differential count of leukocytes showed no difference between exposed workers and non-exposed workers.

3. The correlation coefficients between age and duration of employment and WBC showed statistically a positive value and that between age and duration of employment and RBC, hemoglobin, hematocrit showed a statistically negative value in cases of male exposed to mixed organic solvents. But in cases of female there was no statistical correlation between them.

4. In cases of male the proportions of workers with subnormal levels of WBC, RBC, hemoglobin, hematocrit and platelet according to the standard of classification were high-

er than those of non-exposed workers. The proportions of exposed workers were 3.6 %, 18.6 %, 5.3 %, 32.7 % and 1.4 % respectively and those of non-exposed workers were 2.8 %, 10.7 %, 2.1 %, 13.9 % and 0.2 % respectively.

5. In cases of female the proportion of workers with subnormal levels of RBC, hemoglobin and hematocrit according to the standard of classification were higher than those of non-exposed workers. The proportion of exposed workers were 42.4 %, 55.6 % and 41.4 % respectively and those of non-exposed workers were 10.5 %, 11.6 % and 8.1 % respectively.

6. The number of substances with which workers exposed to mixed organic solvents dealt were about 500, and 22 organic solvents such as xylene, toluene, isopropyl alcohol, 2-ethoxyethanol and 2-ethoxy ethyl acetate were main components of substances according to the material safety data sheet and working environmental surveys during the last 3 years. The authors suspect 2-ethoxyethanol and 2-ethoxy ethyl acetate of the organic solvents, which bring out the hematological changes of workers exposed to mixed organic solvents.

As a result of this study, the authors confirmed the hematological changes of workers exposed to mixed organic solvents and recommend : strict management of working environment, working time and the protective equipments of workers exposed to mixed organic solvents.

Key Words : Mixed organic solvent, Hematological change, 2-ethoxyethanol, 2-ethoxy ethyl acetate

I. 서 론

오늘날 유기용제만큼 다양한 용도로 산업장에서 사용되는 물질은 다시 없을 정도로 대부분의 산업장에서 그 사용량과 종류는 방대하다. 현재까지 알려진 유기용제만 해도 400여종에 이르고(Inoue 등, 1983) 우리나라의 경우는 매년 그 사용량도 10 % 이상 증가추세를 보인다고 한다.

또한 산업장에서 사용되는 대부분의 유기용제는 과거와는 달리 단일물질에 의한 폭로라기보다는 대부분 복합 유기용제에 의한 폭로(Winchester 등, 1986)인 것으로 알려져 있고 혼합 유기용제가 인체에 미치는 영향은 서로 가중되어 나타나기 때문에 이러한 물질에 폭로되는 근로자에 대한 건강평가 및 관리는 매우 조심스럽게 평가되어야 한다.

현재 우리나라에서 도장, 세척, 접착등의 유기용제에 폭로되는 직종에 근무하는 근로자의 수는 15만명을 상회하는 것으로 알려져 있는데 반해 정기건강진단상 유기용제중독으로 진단받는 수는 1994년 5명(전체의 0.16 %), 1995년 11명(전체의 0.3 %)으로 매우 적은 것으로 보고되었으며(노동부, 1996) 현행

산업안전보건법에 따른 유기용제 취급근로자 특수건강진단의 검사 항목(노동부, 1994)은 1차 건강진단 검사항목으로 대부분의 유기용제가 작업경력조사, 과거 거병력조사, 현재증상조사, 요검사와 백혈구수, 적혈구수, 혈구용적치, 혈색소량을 포함하는 혈액검사와 간기능검사로 검사항목이 구성되어 있는데 이러한 항목이 실제 유기용제폭로로 인한 건강장애의 평가에 충분한가에 대한 평가도 잘 되어 있지 않다.

지금까지의 유기용제 취급자에 있어서의 건강장애에 관한 연구도 단일 유기용제 또는 2~3종류의 복합유기용제 취급에 의한 건강장애의 연구(김선민 등, 1993; 문영한 등, 1986; 문영한 등, 1992; 이은일 등, 1992; Midzenski 등, 1992; Cullen 등, 1992; Walles 등, 1993; Yuko 등, 1993)이거나 면역기능장애에 관한 연구(서석권 등, 1992; Richer 등, 1993; Hsieh 등, 1989), 신경행동학 적장애에 관한 연구(강성규 등, 1992; 이덕희 등, 1995; 이승훈 등, 1992; 정종학 등, 1994; 조수현 등, 1993; Triebig 등, 1992), 요중대사산물 같은 생물학적 모니터링을 통한 폭로량 평가에 관한 연구(이성수 등, 1989; 이체연 등, 1988; 정호근 등, 1994; 차철환 등, 1994; 한태영 등, 1993)등은 많

으나 실제 유기용제 특수건강진단 항목중 중요한 비중을 차지하는 혈액검사에 관한 연구는 과거 벤젠에 의한 건강장해가 많았을 때 이루어진 연구(김두희 등, 1978; 왕규선, 1966; Erf 등, 1939; Goldwater, 1941; Aksoy 등, 1972; Moeschlin 등, 1967) 이외에는 드물며 최근에 와서 복합 유기용제에 의한 혈액상의 변화에 관한 연구결과(김성준 등, 1992; 김양호 등, 1996; 정귀원 등, 1991; Kyvik 등, 1992)가 발표되었으나 연구대상자가 적거나 폭로정도가 서로 다른 여러종류의 직종에 근무하는 근로자들을 대상으로 연구되어서 복합 유기용제에 폭로되는 근로자의 전반적 혈액상의 변화와 그들이 사용하는 복합 유기용제의 성분분석에 의한 혈액변화에 영향을 줄 수 있는 유기용제의 규명은 어려웠다.

또한 산업장에서 사용하는 각종 물질중에 함유되어 있는 유기용제의 성분도 제조회사에서 제조기술상의 비밀보호를 위해 사용물질의 성분을 공개하기를 꺼려하고 실제 이러한 물질을 사용하는 근로자들도 어떠한 종류의 유기용제가 함유되어 있는지와 작업장에서 어떤 종류의 유기용제에 특히 많이 폭로되는지 잘 모르는 경우가 많았다. 그러나 1996년 산업안전보건법의 개정(노동부, 1996)으로 물질안전보건자료의 작성 및 비치의 법제화가 되어서 실제 작업장에서 사용하는 복합 유기용제가 포함된 각종 물질에 대한 정보를 얻기가 한결 수월해졌다.

저자들은 한 대규모 사업장에서 복합 유기용제를 사용하는 전근로자들을 대상으로 백혈구수, 적혈구수, 혈색소량, 혈소판수 등 일반적인 혈액검사와 백혈구백분율검사를 실시하고 비폭로군으로 동일 사업장에 근무하는 비슷한 연령과 근무경력, 취부사 및 배관공 등 타직종 근로자들을 대상으로 동일한 검사를 실시하여 서로 성적을 비교 검토함으로써 복합 유기용제가 혈액상에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 혈액상의 변화를 초래하는 유기용제의 종류를 규명하기 위한 기초자료를 얻을 목적으로 작업장 현지조사와 함께 근로자들이 사용하는 전 물질에 대한 물질안전보건자료의 검토분석 및 실제작업현장에서의 유기용제측정 자료 검토를 통하여 혈액상의 변화를 초래 하는 가장 유력한 유기용제를 추정하였다. 마지막으로 복합 유기용제에 의한 혈액상의 변화를 찾기 위해 현행 산업안전보건법상의 유기용제 취급자에 대한 혈액검사종목 중 일부 수정 보완되어야 할

사항이 있는지를 검토하였다.

II. 조사대상 및 방법

1. 조사대상

1996년 9월 16일부터 9월 29일까지 경상남도 울산시 소재의 모회사에서 선박도장, 의장도장, 장비도장, 징크프리마전처리자 및 기기세척 등 각종 복합 유기용제를 취급하는 전 근로자 1,287명 중 1996년 정기건강진단상 신장 및 간기능이상자, 혈액상의 변화를 초래할 수 있는 약물복용자, 한약복용자 등을 제외한 1,088명(남자 989명, 여자 99명)과 인접 작업장에서 근무하는 같은 조건을 갖춘 비슷한 연령과 근무경력, 취부사 및 배관공 등 타직종 근로자 517명(남자 431명, 여자 86명)을 대상으로 하였다.

2. 조사방법

1) 조사대상자의 일반적 특성

성, 연령, 근무경력, 직종, 한약 기타 약물복용여부 등은 현장조사에서 바로 파악하였다. 안정된 직장이어서 비교적 이직률과 입사후 직종의 변경도 매우 적었고 대부분 입사후 지속적으로 같은 직종에 근무가 이루어지고 있어서 대상자의 선정이나 작업경력 조사가 수월하였다.

2) 혈액검사

저자들과 훈련된 임상병리기사 및 간호사가 직접 작업장주위의 9개 의무실에서 피검자로부터 정맥혈 10 ml를 채취하여 백혈구수, 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치, 혈소판수 및 백혈구백분율검사를 전자동혈액분석기(Sysmex NE 8000, Toa Medical Electronics Co, Kobe, Japan)를 이용하여 측정하였다.

3) 취급 복합유기용제의 조사

현장에서 사용하는 유기용제가 포함된 물질을 모 회사의 전산구매코드를 통해 파악한 후 전물질에 대하여 물질안전보건자료목록집에서 확인하였으며 빠져 있는 물질에 대하여는 해당 제조회사에 물질안전보건자료를 직접 청구하여 사용물질속의 주된 유기용제의 종류를 파악하였다.

또한 동 사업장에 대하여 실시된 1993년 하반기

부터 1996년 상반기까지 모회사 산업기술연구소 작업환경 측정팀의 작업환경측정결과자료집 6권과 1995년 11월 중 조사된 한국산업안전공단 산업보건 연구원의 일부 도장작업장 작업환경측정자료를 이용하여 작업장에서 실제로 근로자들이 폭로되는 유기용제의 종류와 허용농도이상으로 자주 폭로되는 유기용제를 조사하였다.

4) 통계처리방법

SPSS/PC+를 이용하여 student t-test, 분산분석, χ^2 test, 상관관계분석 등을 전산처리 하였다.

III. 조사 성적

1. 조사대상 근로자의 일반적 특성

연령별 분포는 복합유기용제를 취급하는 근로자(이하 유기용제 폭로군으로 약함)는 남자의 경우 40대가 49.1 %로 제일 많았고 다음이 30대, 50대의 순이었고 취부사 및 배관공같이 작업중 유기용제의 폭로가 거의 없는 비폭로 근로자(이하 비폭로군으로 약함)도 역시 40대 47.1 %, 30대 28.1 %, 50대 14.4 %로 비슷한 분포 양상을 보였다. 여자의 경우도 유기용제 폭로군은 40대가 53.5 %, 50대가 44.4 %, 비폭로군은 40대 51.2 %, 50대가 48.8 %로 역시 비슷한 연령 분포를 보였다. 근무연수별 분포는 유기용제 폭로군은 남자의 경우 10~14년 경력자가 48 %로 제일 많았고 다음이 15년이상 경력자 26.6 %, 5~9년 경력자 10.6 %의 순이었고 비폭로군도 비슷한 분포를 보였다. 여자의 경우도 유기용제 폭로군은 10~14년 경력자가 51.5 %, 15년이상 경력자가 35.4 %, 비폭로군은 10~14년 경력자 54.7 %, 15년이상 경력자 33.7 %로 비슷한 분포를 보였다(Table 1).

2. 혈액검사성적

혈액검사는 백혈구수, 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치, 혈소판수 5개 항목을 실시하였고 동시에 백혈구백분율검사를 실시하였다.

백혈구수는 유기용제 폭로군 6,953/ μ l, 비폭로군 7,174/ μ l, 적혈구수는 유기용제 폭로군 461 $\times 10^4$ / μ l, 비폭로군 480 $\times 10^4$ / μ l, 혈색소량은 유기용제 폭로군 14.1 g/dl, 비폭로군 14.7 g/dl, 혈구용적치는 유기용제 폭로군 41.3 vol%, 비폭로군 42.6

vol%, 혈소판은 유기용제 폭로군 255 $\times 10^3$ / μ l, 비폭로군 249 $\times 10^3$ / μ l 로 통계적으로 유의한 차이가 있었다(백혈구수 및 혈소판수; p<0.05, 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치; p<0.01). 백혈구백분율검사에서는 남자 유기용제 폭로군은 다핵중성구 54.6 %, 임파구 36.0 %, 단핵구 4.9 %, 호염기구 0.8 %, 비폭로군은 각각 56.0 %, 33.9 %, 6.3 %, 0.7 %로 분포상 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 여자의 경우 백혈구수는 유기용제 폭로군 6,064/ μ l, 비폭로군 5,870/ μ l, 적혈구수는 유기용제 폭로군 410 $\times 10^4$ / μ l, 비폭로군 428 $\times 10^4$ / μ l, 혈색소량은 유기용제 폭로군 12.0 g/dl, 비폭로군 12.7 g/dl, 혈구용적치는 유기용제 폭로군 35.7 vol%, 비폭로군 37.3 vol%로 역시 통계적으로 유의한 차이를 보였다(백혈구수; p<0.05, 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치; p<0.01). 백혈구백분율검사는 남자와 마찬가지로 분포상 차이가 없었다(Table 2).

남자에서 연령구분에 따른 혈액검사성적의 변화는 유기용제폭로군에서는 백혈구수가 20대 6,598/ μ l, 30대 6,878/ μ l, 40대 7,030/ μ l, 50대 7,074/ μ l로 연령이 증가함에 따라 조금씩 증가되는 변화를 보였다. 적혈구수는 20대 478 $\times 10^4$ / μ l, 30대 467 $\times 10^4$ / μ l, 40대 459 $\times 10^4$ / μ l, 50대 447 $\times 10^4$ / μ l로 연령이 증가함에 따라 감소하였다. 혈색소량은 20대 14.6 g/dl, 30대 14.2 g/dl, 40대 14.1 g/dl, 50대 13.8 g/dl로 연령이 증가함에 따라 감소하였다. 혈구용적치는 20대 42.4 vol%, 30대 41.5 vol%, 40대 41.2 vol%, 50대 40.6 vol%로 역시 연령이 증가함에 따라 감소하였다. 혈소판도 연령이 증가함에 따라 조금씩 증가하는 경향을 보였으나 그 변화는 뚜렷하지 않았다. 백혈구백분율은 연령에 따른 변화가 없었다. 비폭로군은 백혈구수, 적혈구수 등 혈액검사와 백혈구백분율검사 모두에서 연령의 차이에 따른 증감의 변화가 일정하지 않았다(Table 3).

여자에서 연령구분에 따른 혈액검사성적의 변화는 유기용제폭로군에서는 백혈구수가 30대 6,500/ μ l, 40대 6,142/ μ l, 50대 5,909/ μ l로 남자와는 달리 연령이 증가함에 따라 조금씩 감소되는 변화를 보였으며 적혈구수도 남자와는 반대로 30대 391 $\times 10^4$ / μ l, 40대 409 $\times 10^4$ / μ l, 50대 411 $\times 10^4$ / μ l로 연령이 증가함에 따라 증가하였다. 혈색소량, 혈구용적치, 혈소판수는 연령의 차이에 따른 변화가 없었다. 백혈

구백분율검사에서도 연령의 차이에 따른 변화는 없었다. 비폭로군은 백혈구수, 적혈구수 등 혈액검사와 백혈구백분율검사 모두에서 연령의 차이에 따른 증감의 변화가 없었다(Table 4).

남자에서 근무연수구분에 따른 혈액검사성적의 변

화는 유기용제폭로군에서는 백혈구수가 1년미만군 6,328/ μ l, 1~4년군 6,911/ μ l, 5~9년군 6,656/ μ l, 10~14년군 7,028/ μ l, 15년이상군 7,089/ μ l로 근무연수가 길어질수록 차츰 증가되는 변화를 보였다. 적혈구수는 1년미만군 478 \times 10⁴/ μ l, 1~4년군

Table 1. General characteristics of study participants

male/female

Variables	Exposed group		Non-exposed Group	
	No.	%	No.	%
Age(year)				
20~29	96/0	9.7/0	45/0	10.4/0
30~39	265/2	26.8/2.0	121/0	28.1/0
40~49	486/53	49.1/53.5	203/44	47.1/51.2
50~	142/44	14.4/44.4	62/42	14.4/48.8
Duration of Employment(year)				
~ 1	58/0	5.9/0	26/0	6.0/0
1~ 4	88/0	8.9/0	38/0	8.8/0
5~ 9	105/13	10.6/13.1	42/10	9.7/11.6
10~14	475/51	48.0/51.5	206/47	47.8/54.7
15~	263/35	26.6/35.4	119/29	27.6/33.7
Total	989/99	100/100	431/86	100/100

Table 2. Results of complete blood count and differential count of study participants

mean \pm standard deviation

Variables	Exposed Group		Non-exposed Group Total			
	male	female	male	female	male	female
No.	989	99	431	86	1,420	185
Age(yr)	41.6 \pm 7.7	48.5 \pm 4.7	41.4 \pm 8.9	49.0 \pm 4.6	41.5 \pm 8.7	48.7 \pm 4.7
D. E. (yr)	12.6 \pm 5.4	13.9 \pm 2.8	12.7 \pm 4.5	14.0 \pm 3.1	12.6 \pm 5.3	13.9 \pm 3.0
WBC(/ μ l)	6,953* \pm 1,674	6,046* \pm 1,278	7,174 \pm 1,932	5,870 \pm 1,012	7,041 \pm 1,846	5,964 \pm 1,136
RBC(10 ⁴ / μ l)	461** \pm 37	410** \pm 32	480 \pm 34	428 \pm 33	467 \pm 38	418 \pm 33
Hbg(g/dl)	14.1** \pm 1.0	12.0** \pm 1.0	14.7 \pm 1.0	12.7 \pm 0.9	14.3 \pm 1.0	12.3 \pm 1.0
Hct(vol%)	41.3** \pm 2.9	35.7** \pm 2.5	42.6 \pm 2.5	37.3 \pm 2.3	41.7 \pm 3.0	36.4 \pm 2.5
Plt(10 ³ /dl)	255* \pm 53	264 \pm 52	249 \pm 51	262 \pm 48	253 \pm 52	263 \pm 52
polyn(%)	54.6 \pm 9.1	55.1 \pm 8.0	56.0 \pm 9.4	55.5 \pm 6.8	55.0 \pm 9.2	55.1 \pm 7.8
lymph(%)	36.0 \pm 8.1	37.2 \pm 7.8	33.9 \pm 8.4	35.7 \pm 6.2	35.4 \pm 8.4	36.5 \pm 7.6
mono(%)	4.9 \pm 2.3	4.4 \pm 1.8	6.3 \pm 2.2	6.2 \pm 1.5	5.3 \pm 2.2	5.2 \pm 1.7
eosin(%)	3.7 \pm 2.9	2.6 \pm 2.2	3.8 \pm 2.6	2.5 \pm 2.2	3.5 \pm 2.9	2.6 \pm 2.2
baso(%)	0.8 \pm 0.4	0.7 \pm 0.4	0.7 \pm 0.3	0.7 \pm 0.3	0.8 \pm 0.4	0.7 \pm 0.4

D. E. : duration of employment, Hbg : hemoglobin, Hct : hematocrit, Plt : platelet, polyn : polynuclear neurophil, lymph : lymphocyte, mono : monocyte, eosin : eosinophil, baso : basophil

Student t-test : * ; p < 0.05 ** ; p < 0.01 (Complete blood count)

χ^2 test : male χ^2 =0.157 p>0.05 ; female χ^2 =0.614 p>0.05 (Differential count)

464×10⁴/μ, 5~9년군 460×10⁴/μ, 10~14년군 462×10⁴/μ, 15년이상군 456×10⁴/μ로 근무연수가 길어질수록 차츰 감소하였다. 혈색소량은 1년미만군 14.5 g/dl, 1~4년군 14.2 g/dl, 5~9년군 14.0 g/dl, 10~14년군 14.1 g/dl, 15년이상군 14.0 g/dl 로 근무 1년만에 감소 후 일정하게 유지되었다. 혈구용적치도 1년미만군 42.4 vol%, 1~4년군 41.5 vol%, 5~9년군 40.8 vol%로 근무연수가 길어질수록 감소하였으나 10~14년군이후는 41.3 vol%, 41.1 vol%로 다시 조금 증가되었다. 혈소판수와 백혈구백분율은 근무연수에 따른 증감의 변화가 없었다. 비폭로군은 백혈구수, 적혈구수 등 혈액검사와 백혈구백분율검사 모두에서 근무연수 차이에 따른 증감의 변화가 일정치 않았다(Table 5).

여자에서 근무연수구분에 따른 혈액검사성적의 변화는 유기용제폭로군에서는 백혈구수가 5~9년군 6,100/μ, 10~14년군 6,145/μ, 15년이상군 5,880/μ로 남자와는 달리 근무연수가 길어질수록 차츰 감소되는 변화를 보였으며 적혈구수도 5~9년군 417×10⁴/μ, 10~14년군 413×10⁴/μ, 15년이상군 402×10⁴/μ로 근무연수가 길수록 차츰 감소되는 변화를 보였다. 혈색소량, 혈구용적치, 혈소판수와 백혈구백분율은 근무연수에 따른 증감의 변화가 일정하지 않았다. 비폭로군은 백혈구수, 적혈구수 등 혈액검사와 백혈구백분율검사 모두에서 근무연수 차이에 따른 증감의 변화가 일정치 않았다(Table 6). 연령, 근무연수와 일반혈액검사항목간의 상관관계를 조사해본 결과 남자의 경우 유기용제 폭로군은

Table 3. Results of complete blood count and differential count of study participants by age(male)
mean±standard deviation

Variables	Exposed Group					Non-exposed Group					Total
	20~29	30~39	40~49	50~	subtotal	20~29	30~39	40~49	50~	subtotal	
No.	96	265	486	142	989	45	121	203	62	431	1,420
WBC(/μl)	6,598	6,878	7,073	7,074	6,953	6,618	6,991	7,863	7,404	7,174	7,041
	±1,343	±1,645	±1,711	±1,779	±1,674	±1,702	±1,726	±2,154	±2,104	±1,932	±1,864
RBC(10 ⁴ /μl)	478	467	459	447	461	490	480	473	475	480	467
	±34	±35	±37	±37	±37	±31	±35	±34	±34	±34	±38
Hbg(g/dl)	14.6	14.2	14.1	13.8	14.1	14.9	14.6	14.7	14.6	14.7	14.3
	±1.0	±1.0	±1.0	±1.1	±1.0	±0.8	±1.2	±0.7	±0.8	±1.0	±1.0
Hct(vol%)	42.4	41.5	41.2	40.6	41.3	43.0	42.4	42.5	42.3	42.6	41.7
	±2.8	±2.8	±2.8	±3.2	±2.9	±2.3	±2.9	±2.2	±2.4	±2.5	±3.0
Plt(10 ³ /dl)	245	253	256	259	255	243	252	246	267	249	253
	±43	±51	±56	±51	±53	±46	±49	±56	±57	±51	±52
polyn(%)	54.6	54.4	54.8	54.5	54.6	56.6	55.7	56.1	54.5	56.0	55.0
	±9.6	±9.4	±9.0	±8.8	±9.1	±8.9	±9.2	±10.2	±9.3	±9.4	±9.2
lymph(%)	36.2	36.4	35.7	35.9	36.0	33.4	34.8	32.9	35.7	33.9	35.4
	±8.2	±8.4	±8.0	±8.0	±8.1	±7.6	±8.4	±8.9	±8.7	±8.4	±8.4
mono(%)	5.0	4.8	4.9	5.0	4.9	6.8	6.0	6.2	6.0	6.3	5.3
	±2.7	±2.2	±2.3	±2.2	±2.3	±1.7	±1.9	±2.8	±1.4	±2.2	±2.2
eosin(%)	3.4	3.6	3.8	3.8	3.7	2.5	2.9	3.6	3.0	3.8	3.5
	±2.8	±2.6	±3.1	±3.2	±2.9	±1.9	±2.8	±2.7	±2.4	±2.6	±2.9
baso(%)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
	±0.5	±0.4	±0.4	±0.4	±0.4	±0.3	±0.5	±0.5	±0.5	±0.4	±0.4

Hbg : hemoglobin, Hct : hematocrit, plt : platet, polyn : polynuclear neurophil, lymph : lymphocyte, mono : monocyte, eosin : eosinophil, baso : basophil

ANOVA (Exposed Group); RBC F=17.886 p<0.01, Hbg F=12.738 p<0.01, Hct F=8.338 p<0.01

ANOVA (Non-exposed Group); WBC F=6.058 p<0.01, RBC F=2.078 p<0.05

연령, 근무연수와 백혈구수는 각각 상관계수 0.075 ($p < 0.05$), 0.082 ($p < 0.01$)로 양의 상관관계가 연령, 근무연수와 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치는 상관계수가 각각 -0.246 및 -0.112, -0.205 및 -0.095, -0.169 및 -0.063 (모두 $p < 0.01$)으로 음의 상관관계가 있었다. 비폭로군은 연령과 백혈구수는 각각 상관계수 0.120 ($p < 0.05$)로 양의 상관관계가 연령과 적혈구수는 상관계수가 -0.124 ($p < 0.05$)로 음의 상관관계가 있었다 (Table 7).

여자의 경우 유기용제 폭로군과 비폭로군 모두에서 연령, 근무연수와 일반혈액검사항목간에 통계적으로 유의한 상관관계는 없었다 (Table 8).

조사대상근로자들의 일반혈액검사항목 중 백혈구수, 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치 및 혈소판수를 임상적으로 요주의치로 보는 값에 따라 구분하여 분

포를 조사해 본 결과 백혈구수 4,500 / μ m만이 유기용제 폭로군 3.6 %, 비폭로군 2.8 %, 백혈구수 10,000 / μ m 이상은 각각 4.9 %, 11.6 %로 통계적으로 유의한 차이 ($\chi^2 = 21.6$, $p < 0.01$)가, 적혈구수 430×10^4 / μ m만은 각각 18.6 %, 10.7 %로 통계적으로 유의한 차이 ($\chi^2 = 13.9$, $p < 0.01$)가, 혈색소량은 13.0 g/dl만이 각각 5.3 %, 2.1 %로 통계적으로 유의한 차이 ($\chi^2 = 7.3$, $p < 0.01$)가, 혈구용적치는 40.0 vol%만이 각각 32.7 % 13.9 %로 통계적으로 유의한 차이 ($\chi^2 = 53.5$, $p < 0.01$)가 있었고 혈소판은 140만 / μ m만이 각각 1.4 %, 0.2 %로 역시 통계적으로 유의한 차이 ($\chi^2 = 4.0$, $p < 0.05$)가 있었다 (Table 9).

여자의 경우는 적혈구수 400×10^4 / μ m만은 유기용제 폭로군과 비폭로군이 각각 42.4 %, 10.5

Table 4. Results of complete blood count and differential count of study participants by age (female)
mean \pm standard deviation

Variables	Exposed Group				Non-exposed Group			Total
	30~39	40~49	50~	subtotal	40~49	50~	subtotal	
No.	2	53	44	99	44	62	86	185
WBC (/ μ)	6,500 ± 424	6,142 $\pm 1,208$	5,909 $\pm 1,383$	6,046 $\pm 1,278$	5,927 $\pm 1,110$	5,810 $\pm 1,060$	5,870 $\pm 1,012$	5,964 $\pm 1,136$
RBC (10^4 / μ)	391 ± 0	409 ± 35	411 ± 30	410 ± 32	428 ± 43	428 ± 21	428 ± 33	418 ± 33
Hbg (g/dl)	11.5 ± 0.7	12.0 ± 1.1	12.0 ± 0.8	12.0 ± 1.0	12.9 ± 1.1	12.5 ± 0.7	12.7 ± 0.9	12.3 ± 1.0
Hct (vol%)	34.7 ± 2.3	35.7 ± 2.8	35.8 ± 2.3	35.7 ± 2.5	37.2 ± 2.7	37.4 ± 2.2	37.3 ± 2.3	36.4 ± 2.5
Plt (10^3 /dl)	231 ± 52	273 ± 55	255 ± 48	264 ± 52	264 ± 53	260 ± 41	262 ± 48	263 ± 52
polyn (%)	58.0 ± 2.5	55.0 ± 8.4	55.1 ± 7.8	55.1 ± 8.0	57.0 ± 5.9	52.9 ± 7.8	55.0 ± 6.8	55.1 ± 7.8
lymph (%)	31.0 ± 2.5	36.2 ± 7.9	38.1 ± 7.8	37.2 ± 7.8	33.8 ± 5.1	37.7 ± 7.8	35.7 ± 6.2	36.5 ± 7.6
mono (%)	4.5 ± 2.1	5.0 ± 2.0	3.8 ± 1.1	4.4 ± 1.8	6.2 ± 1.4	6.2 ± 1.9	6.2 ± 1.5	5.2 ± 1.7
eosin (%)	5.8 ± 6.4	2.7 ± 2.3	2.4 ± 1.9	2.6 ± 2.2	2.2 ± 2.1	2.8 ± 2.4	2.5 ± 2.2	2.6 ± 2.2
baso (%)	0.9 ± 0.6	0.7 ± 0.4	0.7 ± 0.4	0.7 ± 0.4	0.8 ± 0.4	0.6 ± 0.4	0.7 ± 0.3	0.7 ± 0.4

Hbg : hemoglobin, Hct : hematocrit, plt : platelet, polyn : polynuclear neurophil, lymph : lymphocyte, mono : monocyte, eosin : eosinophil, baso : basophil

ANOVA was done, but statistically not significant

Table 5. Results of complete blood count and differential count of study participants by duration of employment (male) mean±standard deviation

Variables	Exposed Group						Non-exposed Group						Total
	~1	1~4	5~9	10~14	15~	subtotal	~1	1~4	5~9	10~14	15~	subtotal	
No.	58	88	105	475	263	989	26	38	42	206	119	431	1,420
WBC(/ μ)	6,328 ±1,047	6,911 ±1,561	6,656 ±1,500	7,028 ±1,765	7,089 ±1,687	6,953 ±1,674	6,146 ±2,171	6,412 ±1,607	7,126 ±1,689	6,962 ±1,702	8,026 ±2,067	7,174 ±1,932	7,041 ±1,864
RBC(10^3 / μ)	478 ±34	464 ±37	460 ±39	462 ±35	456 ±39	461 ±37	506 ±12	491 ±26	482 ±36	489 ±36	455 ±33	480 ±34	467 ±38
Hbg(g/dl)	14.5 ±0.9	14.2 ±1.0	14.0 ±1.1	14.1 ±1.0	14.0 ±1.1	14.1 ±1.0	15.4 ±0.5	14.9 ±0.8	14.7 ±0.9	15.0 ±1.0	14.0 ±1.0	14.7 ±1.0	14.3 ±1.0
Hct(vol%)	42.4 ±2.6	41.5 ±2.9	40.8 ±2.9	41.3 ±2.8	41.1 ±3.1	41.3 ±2.9	44.6 ±1.5	43.1 ±2.2	42.3 ±2.5	43.1 ±2.2	41.2 ±2.7	42.6 ±2.5	41.7 ±3.0
Plt(10^3 /dl)	245 ±45	253 ±44	259 ±53	255 ±59	254 ±45	255 ±53	249 ±26	244 ±49	244 ±49	256 ±47	240 ±55	249 ±51	253 ±52
polyn(%)	56.5 ±8.0	54.2 ±9.9	54.4 ±8.9	54.2 ±9.2	55.3 ±8.9	54.6 ±9.1	54.6 ±11.2	58.0 ±8.2	55.2 ±9.2	54.7 ±8.4	58.2 ±10.0	56.0 ±9.4	55.0 ±9.2
lymph(%)	35.6 ±7.1	35.5 ±8.5	35.6 ±7.5	36.5 ±8.1	35.4 ±8.3	36.0 ±8.1	35.7 ±10.1	32.3 ±7.0	34.8 ±8.1	34.8 ±7.7	32.1 ±9.0	33.9 ±8.4	35.4 ±8.4
mono(%)	4.4 ±1.7	5.5 ±2.8	4.9 ±2.2	4.8 ±2.3	4.9 ±2.2	4.9 ±2.3	7.0 ±1.4	6.8 ±1.5	6.4 ±2.1	6.4 ±2.1	5.8 ±2.4	6.3 ±2.2	5.3 ±2.2
eosin(%)	2.9 ±2.4	3.9 ±2.9	4.2 ±3.1	3.7 ±2.9	3.6 ±3.1	3.7 ±2.9	2.1 ±0.7	2.2 ±1.6	2.9 ±2.1	3.5 ±3.5	5.5 ±2.6	3.8 ±2.6	3.5 ±2.9
baso(%)	0.8 ±0.4	0.9 ±0.5	0.9 ±0.4	0.8 ±0.4	0.7 ±0.4	0.8 ±0.4	0.6 ±0.5	0.6 ±0.3	0.7 ±0.3	0.7 ±0.6	0.8 ±0.4	0.7 ±0.3	0.8 ±0.4

Hbg : hemoglobin, Hct : hematocrit, plt : platelet, polyn : polynuclear neurophil, lymph : lymphocyte, mono : monocyte, eosin : eosinophil, baso : basophil

ANOVA (Exposed Group); WBC F=3.571 p<0.01, RBC F=4.589 p<0.01, Hbg F=3.477 p<0.01, Hct F=3.036 p<0.05

%로 통계적으로 유의한 차이($\chi^2=23.5$, p<0.01)가 혈색소량은 12.0 g/dl미만이 각각 55.6 %, 11.6 %로 통계적으로 유의한 차이($\chi^2=39.0$, p<0.01)가 혈구용적치는 35.0 vol%미만이 각각 41.4 %, 7 %로 통계적으로 유의한 차이($\chi^2=26.5$, p<0.01)가 있었다(Table 10).

3. 사용 물질의 종류와 작업환경측정 자료

유기용제 폭로군의 일반 혈액검사와 백혈구백분율의 변화를 초래하는 유기용제를 규명하고자 유기용제 폭로군이 사용하는 모든 물질의 물질안전보건자료를 검토해본 결과 유기용제 폭로군은 약 500 여종의 도료, 신나, 경화제, 세척제 등 복합유기용제가 함유된 물질을 사용하고 있었으며 이중에서 xylene이나

isopropyl alcohol 등 단일 유기용제만 함유되어 있는 물질, 성분은 같으나 상품명만 다른 물질 및 같은 상품명에 첨가물만 조금 차이가 나는 물질을 제외한 201종 취급물질의 종류와 그속에 함유된 유기용제의 종류를 조사해본 결과 주된 유기용제는 xylene, toluene, isopropyl alcohol, butyl alcohol, methyl ethyl ketone, methyl isobutyl ketone, 2-ethoxyethanol, 2-ethoxyethyl acetate, ethyl benzene, trimethyl benzene, 1-methoxy-2-propanol, 2-methoxy-1-propanol, acetone, butyl acetate, cyclohexane 등이었다.

또한 1993년 하반기 정기작업환경측정 이후 1996년 상반기까지의 작업환경측정자료 6권과 1995년 11월중 실시된 산업안전공단 산업보건연구원의 측정

Table 6. Results of complete blood count and differential count of study participants by duration of employment (female) mean±standard deviation

Variables	Exposed Group				Non-exposed Group				Total
	5~9	10~14	15~	subtotal	5~9	10~14	15~	subtotal	
No.	13	51	35	99	10	47	29	86	185
WBC(μ l)	6,100 ±1,425	6,145 ±1,257	5,880 ±1,273	6,046 ±1,278	5,754 ±901	6,001 ±1,301	5,698 ±757	5,870 ±1,012	5,964 ±1,136
RBC($10^6/\mu$ l)	417 ±27	413 ±31	402 ±35	410 ±32	425 ±20	443 ±38	405 ±45	428 ±33	418 ±33
Hbg(g/dl)	12.1 ±0.7	12.2 ±0.9	11.7 ±1.1	12.0 ±1.0	12.6 ±0.7	13.2 ±0.8	11.9 ±1.2	12.7 ±0.9	12.3 ±1.0
Hct(vol%)	35.9 ±2.1	36.1 ±2.4	35.1 ±2.8	35.7 ±2.5	36.9 ±1.9	38.2 ±2.4	36.0 ±3.1	37.3 ±2.3	36.4 ±2.5
Plt($10^3/dl$)	256 ±54	267 ±53	262 ±52	264 ±52	262 ±49	264 ±57	259 ±36	262 ±48	263 ±52
polyn(%)	55.5 ±9.3	55.2 ±8.3	54.6 ±7.3	55.1 ±8.0	53.8 ±7.5	57.5 ±4.8	51.4 ±8.0	55.0 ±6.8	55.1 ±7.8
lymph(%)	34.5 ±7.4	36.9 ±8.2	38.5 ±7.4	37.2 ±7.8	36.7 ±7.0	33.9 ±5.7	38.3 ±5.0	35.7 ±6.2	36.5 ±7.6
mono(%)	5.6 ±3.0	4.3 ±1.5	4.2 ±1.4	4.4 ±1.8	6.2 ±1.3	6.1 ±1.6	6.4 ±1.4	6.2 ±1.5	5.2 ±1.7
eosin(%)	3.6 ±3.5	2.8 ±2.4	1.9 ±0.8	2.6 ±2.2	2.8 ±2.3	1.6 ±0.8	3.9 ±3.3	2.5 ±2.2	2.6 ±2.2
baso(%)	0.7 ±0.5	0.8 ±0.3	0.7 ±0.4	0.7 ±0.4	0.5 ±0.2	0.8 ±0.5	0.6 ±0.2	0.7 ±0.3	0.7 ±0.4

Hbg : hemoglobin, Hct : hematocrit, plt : platelet, polyn : polynuclear neurophil, lymph : lymphocyte, mono : monocyte, eosin : eosinophil, baso : basophil
ANOVA was done, but statistically not significant

Table 7. Correlation coefficients between results of complete blood count and age and duration of employment (male)

		WBC	RBC	Hbg	Hct	Plt
Exposed. Group	Age	0.075*	-0.246**	-0.205**	-0.169**	0.040
	D.E.	0.082**	-0.112**	-0.095**	-0.063*	0.030
Non-exposed Group	Age	0.120*	-0.124*	0.092	0.074	0.068
	D.E.	0.099	-0.074	0.086	0.076	0.065

D.E. : duration of employment, Hbg : hemoglobin, Hct : hematocrit, Plt : platelet
* ; p < 0.05 ** ; p < 0.01

자료를 검토해 본 결과 실제 현장 작업장에서 측정 시 검출되는 유기용제는 xylene, toluene, isopropyl alcohol, butyl alcohol, cyclohexane, ethanol, 2-ethoxyethanol, 2-ethoxyethyl

acetate, ethyl benzene, n-hexane, methyl ethyl ketone, methyl isobutyl ketone 등 22종이었으며 그 중 7회에 걸친 작업환경측정자료상 단일 유기용제로 허용기준을 1회이상 초과하거나 복합

Table 8. Correlation coefficients between results of complete blood count and age and duration of employment (female)

		WBC	RBC	Hbg	Hct	Plt
Exposed. Group	Age	-0.047	0.067	0.003	0.021	-0.071
	D. E.	-0.031	-0.080	-0.107	-0.075	-0.107
Non-exposed Group	Age	-0.027	0.041	0.034	0.040	-0.039
	D. E.	-0.026	-0.030	0.041	0.044	0.041

D. E. : duration of employment, Hbg : hemoglobin, Hct : hematocrit, Plt : platelet

Table 9. Proportion of participants according to the standard of classification (male)

		() : %	
		Exposed Group	Non-exposed Group
WBC** (/μl)	under 4,500	36(3.6)	12(2.8)
	4,500~9,999	905(91.5)	369(85.6)
	above 10,000	48(4.9)	50(11.6)
RBC** (10 ³ /μl)	under 430	184(18.6)	46(10.7)
	above 430	805(81.4)	385(89.3)
Hemoglobin** (g/dl)	under 13.0	52(5.3)	9(2.1)
	above 13.0	937(94.7)	422(97.9)
Hematocrit** (vol%)	under 40.0	323(32.7)	60(13.9)
	above 40.0	666(67.3)	371(86.1)
Platelet* (10 ³ /dl)	under 140	14(1.4)	1(0.2)
	above 140	975(98.6)	430(99.8)
Total		989(100)	431(100)

* ; p < 0.05 ** ; p < 0.01

WBC $\chi^2 = 21.6$, RBC $\chi^2 = 13.9$,

Hemoglobin $\chi^2 = 7.3$

Hematocrit $\chi^2 = 53.5$, Platelet $\chi^2 = 4.0$

유기용제의 폭로량평가방법시 측정값/허용농도가 0.5이상 1회이상 검출되는 유기용제는 xylene, isopropyl alcohol, 2-ethoxyethanol, 2-ethoxyethyl acetate, ethyl benzene 등 8종의 유기용제이었다(Table 11).

IV. 고 찰

유기용제에 의한 조혈기관의 장애는 벤젠에 의한

Table 10. Proportion of participants according to the standard of classification (female)

		() : %	
		Exposed group	Non-exposed Group
WBC (/μl)	under 4,500	12(12.1)	4(4.7)
	4,500~9,999	87(87.9)	82(95.3)
	above 10,000	0(0)	0(0)
RBC** (10 ³ /μl)	under 400	42(42.4)	9(10.5)
	above 400	57(57.6)	77(89.5)
Hemoglobin** (g/dl)	under 12.0	55(55.6)	10(11.6)
	above 12.0	44(44.4)	76(88.4)
Hematocrit** (vol%)	under 35.0	41(41.4)	7(8.1)
	above 35.0	58(58.6)	79(91.9)
Platelet (10 ³ /dl)	under 140	0(0)	0(0)
	above 140	99(100)	86(100)
Total		99(100)	86(100)

** ; p < 0.01

RBC $\chi^2 = 23.5$, Hemoglobin $\chi^2 = 39.0$

Hematocrit $\chi^2 = 26.5$

빈혈, 백혈병, ethylene glycol et-her에 의한 빈혈이나 범혈구감소증, ethylene dichloride의 급성 중독시 출혈성 경향이나 파종성혈관내응고, 방향족 nitro 화합물이나 amino화합물에 의한 methemoglobin혈증 등이 잘 알려져 있다(Maxcy 등, 1992).

본 조사에서는 벤젠같은 단일 유기용제가 아닌 복합 유기용제에 폭로되어 생기는 혈액학적 변화를 살펴보고자 연령과 근무기간이 다양하게 구성되어 있는 모 회사의 유기용제 폭로근로자를 대상으로 시도

Table 11. Organic solvents detected on working environmental surveys which were executed during the last 3 years

Kinds of organic solvents	TWA	Remarks
acetone	750	
butanol	c50	○
cyclohexanone	300	
diethyl ether	400	
ethanol	1,000	
2-ethoxyethanol	5	○
2-ethoxyethyl acetate	5	○
ethyl benzene	100	○
n-hexane	50	
isobutyl alcohol	50	○
isopropyl alcohol	400	○
methanol	200	
methyl ethyl ketone	200	
methyl isobutyl ketone	50	
nonane	200	
perchloroethylene	50	
styrene	50	
toluene	100	
1,1,1-trichloroethylene	50	
trichloroethane	350	
trimethyl benzene	25	○
xylene	100	○

※ ○ : organic solvents of which concentration were over TWA in single state or the ratio of measurement/TWA were over 0.5 in mixed state on working environmental surveys during the last 3 years

되었다. 본조사에서 유기용제 폭로군으로 분류된 근로자는 모회사 생산직 근로자 22,000여명 중 외장도장, 세척, 징크프리마도장, 선실도장, 기기세척 등 1일 근무시간 중 대부분을 복합 유기용제에 폭로되는 근로자로서 퇴사나 전직 등의 이동도 적어서 입사 후 계속적으로 유기용제에 폭로되었다고 가정할 수 있는 군이며 비폭로군으로 분류된 근로자도 인접의 작업장에서 유기용제의 폭로가 거의 없는 취부사나 배관, 비계 등의 직종 근로자로서 유기용제 폭로이외의 다른 조건은 거의 동일한 군이었다. 따라서 이번 조사의 성적은 복합 유기용제에 의한 혈액학적 변화를 잘 나타낼 것이라 생각되었다. 오랜 연륜의 회사여서

조사대상 근로자들의 평균 연령도 남녀 모두 40대가 가장 많고 근무연수도 10~15년이 제일 많았다.

본조사에서 남자 유기용제 폭로군은 비폭로군에 비해 백혈구수, 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치가 낮았으며 여자 유기용제 폭로군은 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치가 비폭로군에 비해 낮았으며 남자 폭로군의 혈소판수와 여자 폭로군의 백혈구수는 비폭로군에 비해 높았다. 남녀 모두에서 유기용제 폭로군과 비폭로군간에 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치 등 빈혈과 관련된 검사항목의 차이는 뚜렷하였으나 백혈구수나 혈소판수는 남녀에 따라 차이가 있었다. 이는 김두희 등(1978)의 신너취급자에서 혈색소량과 백혈구수가 감소된다는 성적 및 천용희 등(1982)의 신너취급자에 있어서 혈액검사소견에 큰 변화가 없다는 성적과는 다소 차이가 있는데 이는 전자의 연구들이 남자만을 대상으로 하였거나 조사대상자도 적고 제한된 연령층만을 조사하였으며 조사시기의 차이에 따른 영양상태의 차이에 의한 것으로 생각되었고 남자 폭로군에서 혈소판수가 여자 폭로군에서 백혈구수가 비폭로군에서 높은 이유에 관해서는 특별한 설명이 되지 않았으며 이에 대해서는 연령, 과거병력, 영양상태 등 변수들을 충분히 고려한 추가적 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

백혈구백분율의 분포는 통계적으로 차이가 없었으나 남자 유기용제 폭로군은 비폭로군에 비해 다핵중성구와 단핵구의 비율이 감소하고 대신 임파구와 호염기구의 비율이 증가하였으며 여자 유기용제 폭로군은 비폭로군에 비해 임파구의 증가와 단핵구의 감소가 있었다. 이는 서석권 등(1992)의 톨루엔 취급자에서 T 임파구 증가가 있었다는 보고와 연관해서 볼 때 유기용제 폭로군의 면역기능의 변화와 관련이 있을 것으로 추정할 수 있으나 이 부분에 관해서는 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

본조사에서 백혈구수의 경우 남자 유기용제 폭로군 6,953/ μ 여자 유기용제 폭로군 6,046/ μ 로 정귀원 등(1991)의 남자 5,859/ μ 여자 5,627/ μ 보다는 높았고, 천용희 등(1982)의 7,140/ μ 보다는 낮았다. 이러한 차이는 사용 유기용제, 조사시기, 조사대상자들의 직종, 연령 및 근무기간의 차이에 의한 것으로 사료되었다. 본조사에서 백혈구수가 남자 유기용제 폭로군은 연령과 근무연수가 높을수록 증가하는 경향을 보였으나 남자 비폭로군은 연령 증가

에 따른 증가만 있었다. 이러한 변화에 관한 원인을 찾기 위한 추가적 연구가 필요할 것으로 사료되었다. 여자 유기용제 폭로군은 남자와는 달리 연령이나 근무연수에 따른 변화가 없었다. 이는 정귀원 등(1991)의 유기용제 폭로군 남녀 모두에서 근무연수에 따라 감소하는 경향이 있다는 것과는 상반되는 성적인데 이는 조사대상, 조사시기, 사용 유기용제의 차이에 기인한 것으로 사료되었다. 백혈구수 4,000/ μ 미만, 10,000/ μ 이상의 분포도 남자 유기용제 폭로군은 각각 3.6%, 4.9%로 비폭로군의 2.8%, 11.6%와는 차이가 있으며 이는 5,000/ μ 를 기준으로 한 김두희 등(1978)과 4,000/ μ 및 10,000/ μ 를 기준으로 한 정귀원 등(1991)의 성적과 일치하는 것으로 복합 유기용제에 의한 백혈구수의 변화를 확인해주는 결과로 사료되었다. 또한 유기용제 폭로군에서 비폭로군에 비해 백혈구가 10,000/ μ 이상의 분포가 적은 이유도 복합 유기용제의 백혈구 감소효과에 의한 것으로 사료되었다.

적혈구수의 경우 남자 유기용제 폭로군 461×10^4 / μ , 여자 유기용제 폭로군 410×10^4 / μ 로 김성준 등(1992)의 여자 400×10^4 / μ 보다는 높았으나 정귀원 등(1991)의 남자 475×10^4 / μ , 여자 434×10^4 / μ , 천용희 등(1982)의 463×10^4 / μ 보다는 낮았다. 이러한 차이는 백혈구수의 차이와 같은 이유로 생긴 것으로 사료되었다. 또 본조사에서 적혈구수가 남자 유기용제 폭로군은 연령과 근무연수가 높을수록 감소하는 경향을 보였으나 비폭로군은 연령이 높아짐에 따라 감소되는 경향은 있었으나 근무연수와는 일정한 관계가 없었다. 여자는 남자와는 달리 유기용제 폭로군이나 비폭로군 모두에서 연령과 근무연수에 따른 변화는 없었다. 이는 정귀원 등(1991)의 남녀 모두에서 근무연수가 높아짐에 따라 변화가 없다는 성적과 상반된다. 이는 본조사의 경우 여자 조사대상자의 연령이 주로 40대이후로 한정되어서 그러한 것으로 추측할 수 있으나 추후 다양한 연령층을 대상으로 추가적 조사가 필요한 부분이라고 사료되었다. 적혈구수 남자 430×10^4 / μ , 여자 400×10^4 / μ 미만의 분포는 남자의 경우 유기용제 폭로군과 비폭로군이 각각 18.6%, 10.7%, 여자의 경우는 42.4%, 10.5%로 상당한 차이가 있는데 이는 450×10^4 / μ 를 기준으로 한 김두희 등(1978)의 성적과는 상반되나 정귀원 등(1991)의 성적과는 일치

가 되는 것으로 복합 유기용제에 의한 적혈구수의 변화를 보여주는 결과로 사료되었다.

혈색소량의 경우 남자 유기용제 폭로군 14.1 g/dl, 여자 유기용제 폭로군 12.0 g/dl로 정귀원 등(1991)의 남자 14.9 g/dl, 여자 13.4 g/dl 천용희 등(1982)의 14.32 g/dl보다는 낮았으며 이러한 차이의 원인은 백혈구, 적혈구와 같은 이유인 것으로 사료되었다. 혈색소량도 적혈구수와 마찬가지로 남자 유기용제 폭로군은 연령과 근무연수가 높아짐에 따라 감소되는 경향을 보였으나 남자 비폭로군과 여자 조사대상자는 연령과 근무연수가 높아져도 별다른 차이가 없었다. 이는 정귀원 등(1991)의 성적과는 상반이 되는데 조사대상, 사용 유기용제, 조사시기, 직종 등의 차이에 기인된 것으로 사료되었다. 혈색소량 남자 13.0 g/dl, 여자 12.0 g/dl미만의 분포는 남자의 경우는 유기용제 폭로군과 비폭로군이 각각 5.3%, 2.1%, 여자의 경우는 55.6%, 11.6%로 적혈구수와 마찬가지로 상당한 차이를 보였는데 이는 남자 14 g/dl, 여자 12 g/dl를 기준으로 한 김두희 등(1978)과는 일치하나 정귀원 등(1991)의 성적과는 상반되는 성적을 보였다. 그러나 혈색소량에 있어서 유기용제 폭로군과 비폭로군간의 분포차이는 역시 복합 유기용제에 의한 혈색소량의 변화를 보여주는 결과로 사료되었다.

혈구용적치의 경우 남자 유기용제 폭로군 41.3 vol%, 여자 유기용제 폭로군 35.7 vol%로 김성준 등(1992)의 여자 27.3 vol%, 정귀원 등(1991)의 남자 44.5 vol%, 여자 39.5 vol% 천용희 등(1982)의 43.44 vol% 보다는 낮았으나 이러한 차이는 전술한 다른 혈액검사 소견의 차이와 마찬가지로의 원인에 의한 것으로 사료되었다. 혈구용적치도 적혈구수, 혈색소량과 마찬가지로 남자 유기용제 폭로군은 연령과 근무연수가 높아짐에 따라 감소되는 경향을 보였으나 남자 비폭로군과 여자 조사대상자는 연령과 근무연수가 높아져도 별다른 차이가 없었다. 이는 정귀원 등(1991)의 성적과 상반 되는데 역시 조사대상, 사용 유기용제, 조사시기, 직종 등의 차이에 기인된 것으로 사료되었다. 혈구용적치 남자 40.0 vol%, 여자 35.0 vol%미만의 분포는 남자의 경우는 유기용제 폭로군과 비폭로군이 각각 32.7%, 13.9%, 여자의 경우는 41.4%, 8.1%로 적혈구, 혈색소량과 마찬가지로 상당한 차이를

보였는데 이는 김두희 등(1978)의 성적과는 상반되거나 정귀원 등(1991)의 성적과는 일치되었다. 혈구용적치의 유기용제 폭로군과 비폭로군간의 분포의 차이는 복합 유기용제에 의한 혈구용적치의 변화를 보여주는 결과로 사료되었다.

혈소판수의 경우 남자 유기용제 폭로군 $255 \times 10^3 / dl$, 여자 유기용제 폭로군 $264 \times 10^3 / dl$ 로 연령이나 근무연수에 따른 차이가 없었으나 남자 조사대상자의 경우 혈소판수가 $140 \times 10^3 / dl$ 미만의 분포가 유기용제 폭로군과 비폭로군이 각각 1.4 %, 0.2 %로 차이가 있었다. 여자 조사대상자에 있어서 분포에 차이가 없음은 조사대상자의 연령구조가 40대이상으로 구성되어 있는 것과 관련이 있는 것 같으나 추후 연구가 더 필요한 부분으로 사료되었다. 한편 Kyvik 등(1992)에 의하면 유기용제에 폭로된 근로자에서 혈소판의 활성화가 생겨서 mean platelet volume에도 변화가 온다고 하나 본조사에서는 이에 관해서는 조사되지 않아서 아쉬움이 남았다.

복합 유기용제 속에서 혈액상의 변화를 초래하는 주된 유기용제의 종류를 규명하기 위한 기초자료를 얻고자 실시했던 현지조사와 전 사용물질의 물질안전보건자료의 검토를 해 본 결과 방향족탄화수소계인 xylene, ethylbenzene, trimethyl benzene, 알코올류인 isopropyl alcohol, butyl alcohol, 케톤류인 methyl ethyl ketone, methyl isobutyl ketone, ethylene glycol ether류인 2-ethoxyethanol, 2-ethoxy ethyl acetate, propylene glycol monomethyl ether 등이 제일 많은 빈도로 함유되어 있었다. 또한 1993년 하반기 이후 1996년 전반기까지 7회에 걸쳐 이루어진 작업환경측정자료상 측정되는 유기용제는 xylene, toluene, 2-ethoxyethanol, methyl isobutyl ketone 등 22종의 유기용제가 검출되었으며 벤젠은 단 1회도 측정된 적이 없었다. 그 중 단일 유기용제로 노동부(1991)의 허용기준을 1회이상 초과하거나 복합유기용제의 폭로량평가방법(노동부, 1995)으로 폭로량 계산시 측정값/허용농도가 0.5이상 1회이상 검출되어 복합 유기용제의 폭로량이 기준치 1을 넘거나 1에 가깝게 된 경우의 유기용제를 조사해보니 xylene, isopropyl alcohol, butyl alcohol, 2-ethoxyethanol, 2-ethoxy ethyl acetate, ethyl benzene, isobutyl alcohol, trimethyl benzene

8종이었다. 이 중에서 조혈기관에 영향을 주는 것으로 알려진 유기용제는 Hayes(1994), Nagano 등(1984), Welch 등(1988), Cullen 등(1983, 1992), Maxcy 등(1992), NIOSH(1991)연구 보고에서 잘 알려진 것처럼 ethylene glycol ether류 유기용제 특히 2-ethoxyethanol과 2-ethoxy ethyl acetate가 유력하게 의심되었다. 이 물질은 전술한 연구에 의하면 적혈구수나 혈색소량의 감소를 통한 빈혈과 범혈구성감소증을 유발한다고 알려져 있는바 본조사의 혈액검사성적과 물질안전보건자료, 작업환경측정자료의 분석 결과를 볼 때 결과판정에 교란을 유발 할 수 있는 유기용제가 추후 밝혀지지 않는 한 가장 유력한 유기용제라 추정할 수 있으나 추후 ethylene glycol ether류의 유기용제를 사용하는 근로자와 그러한 물질이 전혀 들어 있지 않은 세척제, 신나, 도료를 사용하는 근로자군으로 구분하여 다시 혈액학적 변화를 조사해 보는 연구가 추가로 필요할 것으로 사료되었다.

한편 현행 산업안전보건법상의 유해인자별 특수건강진단 검사항목(1994)으로는 이러한 혈액상의 변화를 완전히 찾아내지 못할 것으로 보였는데 우선 혈액변화중 혈소판수의 경우는 54종의 유기용제 1차 건강진단검사항목에서 빠져 있으며 또한 조혈기관의 변화를 보다 정확하고 근본적으로 평가하기 위해 2-ethoxyethanol이나 2-ethoxy ethyl acetate같은 조혈기관에 영향을 줄 수 있는 유기용제의 경우는 가솔린, 석유나프타, 콜타르나프타나 특정화학물질로 분류된 벤젠처럼 2차 건강진단검사항목에 의사의 필요에 따라 골수검사를 추가로 할 수 있게 명문화하는 것이 좋을 것으로 사료되었다.

이상의 결과에서 복합 유기용제 폭로군에서 혈액의 변화를 인정할 수 있었으나 여자 조사대상자의 경우 연령분포가 40대이상으로 구성되어 있어 남자 근로자와는 달리 비폭로군과 정확한 비교가 힘들었다는 것과 혈액변화를 초래하는 유력한 유기용제를 사용하는 군과 그렇지 않는 군의 혈액검사성적의 비교 연구 등을 함께 수행했으면 보다 명확하게 원인 규명이 되었을 것이라는 아쉬움이 남았다.

본연구의 제한점으로는 첫째 복합 유기용제 폭로군에 대한 생물학적 모니터링기법의 도입으로 정확한 폭로량 평가가 동시에 수행되지 않아 각 군별로 실제 정확한 유기용제의 폭로량을 조사하지 않았다

는 것 둘째 혈액학적 이상으로 인하여 전직 또는 퇴직한 근로자들로 인하여 야기될 수 있는 건강근로자 효과를 충분히 보완할 만한 노력이 부족했다는 점 셋째 연령과 근무연수에 따른 일반적 구분을 하여 실제 장기 근속으로 인한 관리자로 승급되어 오히려 유기용제의 폭로량이 줄 수 있다는 점을 고려하지 않은 점 넷째 유기용제 폭로군을 직종별로 구분하지 않아 사용하는 유기용제의 종류와 사용량, 근무형태가 다를 수 있다는 점을 고려하지 않았다는 점인데 추후 혈액상의 변화를 줄 수 있는 흡연, 알콜섭취여부, 영양상태, 실작업시간 등의 여러 변수를 고려한 조사대상자 선정, 유기용제 폭로자 중 전직, 퇴직자에 관한 추가적 정보의 고려 및 폭로 유기용제의 종류와 폭로량 조사를 작업환경조사와 생물학적 모니터링을 통한 분석을 하는 추가적 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

V. 결 론

본 연구는 복합 유기용제 폭로근로자에 있어서 혈액학적변화의 양상과 그것을 초래하는 주요 유기용제의 규명을 위해 복합 유기용제 폭로근로자 1,088명 (남자 989명 여자 99명)과 비폭로근로자 517명 (남자 431명, 여자 86명) 총 1,605명을 대상으로 일반혈액검사와 백혈구백분율검사를 시행하였고 또한 유기용제 폭로근로자들이 취급하는 전 물질의 물질안전보건자료와 최근 3년간의 작업환경측정자료를 조사 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 복합 유기용제 폭로군은 비폭로군에 비해 남자의 경우 백혈구수, 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치, 여자의 경우는 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치가 낮았으며 남자 폭로군의 혈소판수, 여자 폭로군의 백혈구수는 비폭로군에 비해 높았다.

2. 백혈구백분율 분포는 폭로군과 비폭로군간에 서로 차이가 없었다.

3. 복합 유기용제 폭로군중 남자의 경우 연령, 근무연수와 백혈구수간에는 양의 상관관계, 연령, 근무연수와 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치간에는 음의 상관관계가 있었으며 여자의 경우는 연령, 근무연수와 일반혈액검사항목간에 상관관계가 없었다.

4. 남자 복합 유기용제 폭로군은 일반 혈액검사항목의 분류기준에 따른 분포에서 백혈구수, 적혈구

수, 혈색소량, 혈구용적치, 혈소판수의 요주의범위 비율이 각각 3.6 %, 18.6 %, 5.3 %, 32.7 %, 1.4 %로 비폭로군의 2.8 %, 10.7 %, 2.1 %, 13.9 %, 0.2 %보다 높았다.

5. 여자 복합 유기용제 폭로군은 일반 혈액검사항목의 분류기준에 따른 분포에서 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치의 요주의범위비율이 각각 42.4 %, 55.6 %, 41.4 %로 비폭로군의 10.5 %, 11.6 %, 8.1 %보다 높았다.

6. 복합 유기용제 폭로군들이 취급하는 물질의 종류는 약 500여종이었으며 물질안전보건자료 및 작업환경측정자료를 분석해본 결과 xylene, toluene, isopropyl alcohol, 2-ethoxyethanol, 2-ethoxy ethyl acetate 등 22종의 복합 유기용제에 주로 폭로되고 있었으며 그중 ethylene glycol ether류 유기용제인 2-ethoxyethanol과 2-ethoxy ethyl acetate가 혈액학적 변화를 초래하는 물질로 추정되었다.

이상의 결과로 보아 복합 유기용제 폭로근로자들에게서 유기용제에 의한 혈액학적 변화는 확인이 되며 비록 아직까지 복합 유기용제에 의한 재생불량성 빈혈이나 백혈병등의 중증 혈액학적 질환의 발생보고가 없더라도 요주의범위의 근로자가 수가 일반 근로자에 비해 매우 높음을 볼 때 복합 유기용제 폭로 근로자에 대해 작업환경관리, 작업시간관리, 보호장비의 철저착용등 내실있는 적극적인 관리가 시급한 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 강성규, 이경용, 정호근, 이영진. 유기용제 중독에 의한 중추신경장애 1예. 대한산업의학회지 1992;4(1):110-117.
- 김두희. Benzene, thinner 취급근로자의 혈액상과 증상. 경북의대잡지 1978;19(2):160-168.
- 김선민, 조수현, 임현순, 김 현. 저농도 복합유기용제 폭로근로자의 주관적 자각증상에 관한 연구. 대한산업의학회지 1993;5(1):104-113.
- 김성준, 임상화, 김대환, 이채연, 전진호, 김성천 등. MCV와 RDW를 이용한 복합유기용제 취급근로자의 빈혈 유형에 관한 조사. 예방의학회지 1992;25(2):162-171.
- 김양호, 김규상, 이나루, 박승현, 박인정, 양정선 등. 일부 도장작업자의 복합유기용제 폭로실태와 혈액학적 소견에 관한 고찰. 대한산업의학회 제16차 춘계학술대회 초

록집 1996.

노동부. 물질안전보건자료의 작성, 비치 등에 관한 기준고시 제 96-24호, 1996.

노동부. 산업안전보건법시행규칙, 유해인자별 특수건강진단검사항목, 1994.

노동부. 유해물질의 허용농도, 노동부고시 제 91-21호, 1991.

노동부. 작업환경측정실시규정, 노동부고시 제 95-25호, 1995.

노동부. 1995년 근로자 건강진단실시결과, 1996.

문영한, 노재훈. 톨루엔 취급근로자의 건강장해. 예방의학회지 1986;19(2):177-183.

문영한, 노재훈, 이경중, 송창익. 트리클로로에틸렌 취급 근로자의 건강장해. 대한산업의학회지 1992;4(1):14-19.

산업보건연구원. 현대중공업역학조사보고서, 1996

서석권, 이종영, 이승훈. 톨루엔 취급자들의 면역기능에 관한 조사. 예방의학회지 1992;25(2):157-161

왕규선. 벤젠취급산업장에 대한 환경조사 및 특수검사결과. 한국의 산업의학 1966;5(3):9-13.

이귀녕, 이종순. 임상병리파일 제2판. 서울:의학문화사, 1993.

이덕희, 박인근, 김진하, 이용환, 강성규, 김두희. 복합 유기용제의 누적폭로정도에 따른 신경행동학적 변화. 예방의학회지 1995;28(2):386-397.

이성수, 안규동, 이병국, 남택승. 톨루엔사용 근로자의 폭로량과 요증 마노산 배설량. 예방의학회지 1989;22(4):480-485.

이승훈, 윤ungi, 이종영, 서석권. 유기용제 취급자들의 정신증상. 예방의학회지 1992;25(1):1-12.

이은일, 차철환. 모 인건사제조공장 이황화탄소 폭로 근로자의 건강장해 분석. 대한산업의학회지 1992;4(1):20-31.

이창희, 문덕환, 이현, 박준환, 김대환, 이종태 등. 일부 스티렌폭로군의 요증 대사산물과 신경학적 검사. 예방의학회지 1996;29(4):863-876.

이재언, 신해림, 조병만, 문덕환, 손혜숙, 조규일. 톨루엔 폭로 근로자들의 요증 마노산 배설량. 예방의학회지 1988;21(2):374-379

정귀원, 김대환, 엄상화, 김성준, 김정호, 문선순 등. 복합 유기용제 취급근로자의 혈액 및 뇨검사 결과분석. 예방의학회지 1991;24(3):314-327.

정중학, 김창윤, 사공준. 컴퓨터를 이용한 유기용제 폭로근로자의 신경행동학적 장애검사. 대한산업의학회지 1994;6(2):239-241.

정호근, 강성규, 양정선, 김기용, 이종성, 조영숙 등. 스티렌 폭로근로자들의 기증 및 혈중 스티렌과 요증 만델산의 관계분석. 대한산업의학회지 1994;6(1):113-121.

조수현, 김선민, 권호장, 임용현, 임현술. 만성 유기용제 폭로에 의한 정신신경학적 이상소견의 현장 진단방법 개발에 관한 연구. 예방의학회지 1993;26(1):147-160.

차철환, 김광중, 김정철, 백남원. 벤젠폭로근로자의 환경평가 및 생물학적 모니터링법 개선에 관한 연구. 대한산업의학회지 1994;6(1):122-133.

천용희, 노재훈, 이영수, 문영한. 모공장 Lacquer-thinner도장 근로자의 건강장해. 중앙의학 1982;42(2):157-161.

한태영, 전진호, 김성준, 엄상화, 김대환, 유병철 등. 작업시간대별 톨루엔 기증농도와 요증 마노산 배설량에 관한 연구. 대한산업의학회지 1993;5(2):205-215.

현대중공업주식회사. '93년 하반기 작업환경측정결과 보고서, 1993.

현대중공업주식회사. '94년 상반기 작업환경측정결과 보고서, 1994.

현대중공업주식회사. '94년 하반기 작업환경측정결과 보고서, 1994.

현대중공업주식회사. '95년 상반기 작업환경측정결과 보고서, 1995.

현대중공업주식회사. '95년 하반기 작업환경측정결과 보고서, 1996.

현대중공업주식회사. '96년 상반기 작업환경측정결과 보고서, 1996.

Aksoy M, DinCol K, Erden S, Akgun T, Dincol G. Details of blood changes in 32 patients with pancytopenia associated with long-term exposure to benzene. Br Ind Med 1972;29:56-64.

Cullen MR, Rado T, Waldron JA, Sparer J, Welch LS. Bone marrow injury in lithographers exposed to glycol ethers and organic solvents used in multicolor offset and ultraviolet curing printing processes. Arch Environ Health 1983;38(6):347-354

Cullen MR, Solomon LR, Pace PE, Buckley P, Duffy TP, McPhedran P, et al. Morphological, biochemical and cytogenetic studies of bone marrow and circulating blood cells in painters exposed to ethylene glycol ethers. Environ Res 1992;59:250-264.

Erf LA, Rhoads CP. The hematologic effects of benzene poisoning. J Ind Hyg 1939;21:421-435.

Hayes AW. Principles and methods of toxicology 3rd edition. Raven Press, 1994.

Hsieh GC, Sharma RP, Parker RD. Immunotoxicological evaluation of toluene exposure via drinking water in mice. Environ Research 1989;49:93-103.

Inoue T, Takeuchi Y. A nationwide survey on organic solvent components in various solvent product. Ind Health 1983;21:175-183.

Goldwater LJ. Disturbances in the blood following exposure to benzol. J Lab Clin Med 1941;26:

957-973.

Kyvik KR, Guttorm B, Ole-Bjorn T, Yen N, Sverre S, Trond R, et al. Activation of blood platelets in workers exposed to solvents. *J Occup Med* 1992;34(7):687-692.

Maxcy-Rosenau-Last. *Public health and Preventive medicine* 13th Edition. Appleton, 1992.

Midzenski MA, McDiarmid MA, Rothman N, Ken Kolodner. Acute high dose exposure to benzene in shipyard workers. *Am J Ind Med* 1992;22:553-565

Moeschlin S, Speck B. Experimental studies on the mechanism of action of benzene on the bone marrow. *Acta Haemat(Bassel)* 1967;38:104-111.

Nagano K, Nakayama E, Oobayashi H, Nishizawa T, Okuda H, Yamazaki K. Experimental studies on toxicity of ethylene glycol alkyl ethers in Japan. *Environ Health Perspectives* 1984;57:75-84.

NIOSH. Criteria for a recommended standard : Occupational exposure to ethylene glycol monomethyl ether, ethylene glycol monoethyl ether, and their acetates. CDC 1991.

Richer CL, Chakrabarti S, Senecal-Quevillon

M, Duhr MA, Zhang XX, Tardif R. Cytogenic effects of low level exposure to toluene, xylene, and their mixture on human blood lymphocytes. *Int Arch Occup Environ Health* 1993;64:581-585

Triebig G, Barocka A, Erbguth F, Holl R, Lang C, Lehrl S, et al. Neurotoxicity of solvent mixtures in spray painters. *Int Arch Occup Environ Health* 1992;64:361-372.

Walles SAS, Christer E, Helena A, Gunnar J. Exposure dependent increase in DNA single strand breaks in leukocytes from workers exposed to low concentrations of styrene. *Brit J Ind Med* 1993;50:570-574

Welch LS, Cullen MR. Effect of exposure to ethylene glycol ethers on shipyard: III. hematologic effect. *Am J Ind Med* 1988;14:527-536.

Winchester RV, Madjar VM. Solvents effects on workers in the paint, adhesive and printing industries. *Ann Occup Hyg* 1986;30(3):307-371

Yuko U, Haruo N, Hirohiko U, Takao W, Yu-Tang L, Mei-Yuan H, et al. Symptoms and signs in workers exposed predominantly to xylenes. *Int Arch Occup Environ Health* 1993;64:597-605