

# 유기용제로 인한 빈혈의 유형

울산대학교 의과대학 산업의학과

이충렬 · 류철인

— Abstract —

## Type of Anemia Due to Organic Solvents

Choong Ryeol Lee, Cheol In Ryu

*Department of Occupational Medicine, College of Medicine, Ulsan University*

The purpose of this study is whether we can presuppose the correlation between some type of anemia and exposure to organic solvents using some hematologic index such as MCV, RDW and MCHC. The authors conducted the hematological examination of 160 male workers who were exposed organic solvents and those of 167 control workers. The type of anemia was slightly macrocytic anemia, and the RDW was genenally homogenous in workers exposed to organic solvents whereas those of control were normocytic and homogenous.

**Key Words :** Type of anemia , Organic solvents, MCV, RDW, MCHC

### 서 론

유기용제에 의한 조혈기관의 장애는 벤젠에 의한 빈혈, 백혈병, ethylene glycol ether류 유기용제에 의한 빈혈, 범혈구감소증, ethylene dichloride의 급성중독에 의한 출혈경향 및 파종성 혈관내응고, 방향족 nitro 화합물이나 amino화합물에 의한

methemoglobin혈증 등이 잘 알려져 있다(Maxcy 등, 1992).

우리 나라에서도 매년 유기용제의 사용량이 10 % 이상 증가함에 따라 유기용제 폭로근로자에서의 조혈기관의 장애가 조금씩 보고되었는데 산업화시기의 초창기에 벤젠의 사용에 따른 빈혈 및 백혈구감소증을 왕규선(1966)이 보고한 바 있고 신너취급자에서 혈액검사상 혈소치가 감소되는 빈혈소견을 보였다는

\* 본 연구는 특수건강진단기술협의회 연구지원비(1997년)의 보조로 이루어졌음.

보고(김두희, 1978)과 도장근로자의 혈액검사상 아무런 변화를 볼 수 없었다는 보고(천용희 등, 1982)도 있었다. 최근에 와서는 유기용제의 폭로가 단일 물질에 의한 것이라기 보다는 대부분 복합유기용제에 의한 폭로(Winchester와 Madjar, 1986)라 알려진 후 정귀원 등(1991)에 의해 각종 복합 유기용제 폭로근로자에서의 백혈구수, 적혈구수, 혈구용적치의 감소가 보고된 바 있고 김성준 등(1992)에 의해 복합 유기용제 취급 근로자에서의 빈혈에 관한 연구, 김양호 등(1996)에 의한 백혈구감소증 보고, 이충렬과 류철인(1997)에 의한 복합 유기용제 폭로 근로자에서 백혈구, 적혈구, 혈소판 등 여러 혈구세포수가 감소되는 변화가 온다는 보고도 있었다.

현행의 산업안전보건법(노동부, 1994)에서도 이러한 유기용제 폭로근로자의 조혈기관을 찾기 위해 유기용제 특수검진의 경우 대개 1차 건강진단항목으로 백혈구수, 적혈구수, 혈구용적치, 혈색소량검사로 구성되어 있고 2차 건강진단항목으로 1차 검사의 반복검사와 함께 혈액도말검사를 하게 되어 있다. 또한 의료보험법(1996)과 공무원 및 사립학교교직원 의료보험법(1996)에 의한 성인병 검진 및 일반검진에서도 빈혈의 진단을 위해 1차 검사로 혈색소량검사를, 2차 정밀검사로 혈구용적치, 백혈구수, 적혈구수검사를 실시하고 있다. 그러나 빈혈의 경우 현행의 검사항목만으로는 철결핍성빈혈, 악성빈혈, 재생불량성빈혈 등의 구분을 할 수도 없으며 최소한 빈혈과 작업과의 관련성조차 추정이 어렵다.

한편 현재 각종 유기용제에 폭로되는 직종에 근무하여 특수검진을 받는 근로자수는 150,000명을 상회하는 것으로 알려져 있어서(노동부, 1996) 이러한 근로자들에서 빈혈 소견을 보일 때 작업 관련성 여부의 규명은 시급한 현안이 되었다. 그러나 비용 등의 문제로 정기검진상 빈혈로 진단되더라도 그 원인의 규명을 위한 추가적 검사는 현재까지는 제도적으로 실시되고 있지 않다. 그러나 최근 대부분의 특수검진기관에서 자동혈액검사기를 사용하여 혈액분석을 함으로써 새로운 검사항목의 삽입이 없이 각 혈구세포에 대한 추가적 정보획득이 가능해졌다. 즉 평균적혈구용적(mean corpuscular volume : 이하 MCV로 약함), 평균적혈구혈색소량(mean corpuscular hemoglobin : 이하 MCH로 약함), 평균적혈구혈색소농도(mean corpuscular hemoglo-

bin concentration : 이하 MCHC로 약함) 및 적혈구용적분포폭(red cell volume distribution width : 이하 RDW로 약함) 등의 지수를 이용하여 빈혈을 먼저 적혈구의 크기와 색소성에 따라 구분 가능하고 다음으로는 Bessman 등(1983)이 개발한 후 최근에 많이 사용되는 MCV와 RDW를 이용한 빈혈의 유형구분도 가능해졌다.

본 연구는 유기용제 폭로근로자와 일반 근로자의 빈혈의 양상과 빈혈과 작업과의 관련성 여부를 혈액검사상의 여러 가지 지수인 MCV, MCH, MCHC 및 RDW를 이용하여 추정이 가능한가를 알 목적으로 시도하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

1997년 3월 17일부터 6월 30일까지 울산대학교병원 산업의학과에서 도장, 징크프리마전처리자 및 기기 세척 등의 업무로 유기용제 특수검진을 받은 울산시 소재의 모회사 근로자 중 빈혈 또는 빈혈요주의 판정자 가운데 간장 및 신장기능이상자, 혈액상 변화를 초래할 수 있는 약물복용자, 한약복용자 등을 제외한 160명과 용접, 취부 등 업무로 분진, 소음, 진동 특수검진을 받았거나 일반검진 결과 빈혈 또는 빈혈요주의 판정자 중 동일 조건자 167명을 조사대상으로 하였다. 대상자 선정기준은 노동부의 특수건강진단방법 및 건강관리기준에 의거 혈색소량 13.0 g/dl미만, 혈구용적치 41 %미만, 적혈구수  $430 \times 10^4/\mu\text{m}^3$ 미만으로 하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 폭로 유기용제의 종류

유기용제 특수검진을 받은 근로자가 작업장에서 폭로되는 유기용제는 1993년 하반기이후 1996년 전반기까지 7회에 걸쳐 이루어진 작업환경측정자료상 xylene, toluene, 2-ethoxyethanol, methyl isobutyl ketone 등 22종이었으며 벤젠은 단 1회도 측정된 적이 없었다. 그 중 단일 유기용제로 노동부(1991)의 허용기준을 1회 이상 초과하거나 복합유기용제의 폭로량평가방법(노동부, 1995)으로 폭로량 계산시 측정값/허용농도가 0.5 이상 1회 이상 검출되어 복합 유기용제의 폭로량이 기준치 1을 넘거나 1에

가깝게 된 경우의 유기용제는 xylene, isopropyl alcohol, butyl alcohol, 2-ethoxy-ethanol, 2-ethoxy ethyl acetate, ethyl benzene, isobutyl

alcohol, trimethyl benzene 8종이었다(Table 1).

**Table 1.** Organic solvents detected on working environmental surveys which were executed between 1993 and 1996

Kinds of organic solvents	unit : ppm	
	TWA	Remarks
acetone	750	
butanol	50	○
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 between 1993 and 1996

**Table 2.** Distribution of age of study participants ( ) : %

	Age(yr)				total
	20~29	30~39	40~49	50~	
Exposed Workers	31(19.4)	33(20.6)	63(39.4)	33(20.6)	160(100)
Control	30(18.0)	32(19.2)	69(41.3)	36(21.6)	167(100)
Total	61(18.7)	65(19.9)	132(40.4)	69(21.1)	327(100)

## 2) 일반적 특성

유기용제 폭로 근로자 및 일반 근로자 중 빈혈소견을 보이는 근로자의 개인 신검용지상에 기록된 연령을 확인한 후 각각 유기용제 폭로근로자 중 빈혈소견자 및 일반 근로자 중 빈혈소견자로 분류하였다.

## 3) 혈액검사

피검자로부터 정맥혈 5ml를 채취하여 백혈구수, 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치, 혈소판수, MCV, MCH, MCHC 및 RDW를 전자동혈액분석기(Sysmex NE 8000, Toa Medical Electronics Co, Kobe, Japan)를 이용하여 측정하였다.

## 4) 통계처리방법

SPSS/PC<sup>+</sup>를 이용하여 student t-test, 분산분석,  $\chi^2$  test, 상관관계분석 등을 전산 처리하였다.

## 연구결과

### 1. 조사대상자의 일반적 특징

유기용제 폭로자 중 빈혈 소견을 보이는 근로자는 160명이었으며 연령별 분포는 20대 31명, 30대 33명, 40대 63명, 50대 33명이었다. 일반 근로자 중 빈혈 소견을 보이는 근로자는 167명이었으며 20대 30명, 30대 32명, 40대 69명, 50대 36명이었다(Table 2).

### 2. 혈액검사상적

유기용제 폭로자 중 빈혈 소견을 보인 근로자의 평균 연령은 41.2세로 일반근로자 중 빈혈 소견을 보인 근로자 연령 40.1세와 비슷한 연령구성을 보였다. 백혈구수는 유기용제 폭로근로자는 6,651/ $\mu$ , 일반 근로자는 6,528/ $\mu$ 로 통계적 차이가 없었으나 적혈구수는 각각 408 $\times 10^4$ / $\mu$ , 424 $\times 10^4$ / $\mu$ 로 서로 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.01). 혈색소, 혈구용적치 및 혈소판수는 두군간에 차이가 없었다. 그러나 MCV 및 MCH는 유기용제 폭로군이 각각 91.5 fl, 31.3 pg이었으나 일반 근로자군은 각각 87.2 fl, 30.0 pg으로서 서로 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.01). MCHC와 RDW는 두군간

**Table 3.** Results of hematological findings of study participants

mean±standard deviation

	No.	Age (yrs)	WBC (/μ)	RBC (10 <sup>4</sup> /μ)	Hbg (g/dl)	Hct (vol%)	Plt (10 <sup>3</sup> /dl)	MCV (fl)	MCH (pg)	MCHC (g/dl)	RDW (%)
Exposed Workers	160	41.2 ±9.7	6,651 ±1,517	408** ±24	12.7 ±0.8	37.3 ±1.9	256 ±54	91.5** ±4.2	31.3** ±1.6	34.2 ±1.0	12.6 ±0.9
Control	167	40.1 ±10.4	6,528 ±1,623	424 ±30	12.7 ±1.0	37.0 ±2.5	256 ±59	87.2 ±4.6	30.0 ±2.0	34.4 ±1.1	12.8 ±1.1
Total	327	41.0 ±10.1	6,588 ±1,571	416 ±28	12.7 ±0.9	37.1 ±2.3	256 ±56	89.3 ±4.9	30.6 ±2.0	34.3 ±1.1	12.7 ±1.0

Student t-test was done , \*\* : p<0.01

Hct : Hematocrit

Plt : Platelet count

MCV : mean corpuscular volume

MCH : mean corpuscular hemoglobin

MCHC : mean corpuscular hemoglobin concentration

RDW : red cell volume distribution width

에 차이가 없었다(Table 3).

조사대상자의 혈액검사성적을 연령별로 구분하여 본 결과 유기용제 폭로근로자는 적혈구수, 혈액소량 및 혈구용적치가 연령이 증가함에 따라 차츰 감소하는 경향이 있었다. 반면에 혈소판수, MCV 및 MCH는 연령이 증가함에 따라 차츰 증가하는 경향이 있었다. 일반 근로자는 연령에 따른 혈액검사 성적의 변화가 대체로 일정하지는 않았으나 적혈구수, 혈액소량, 혈구용적치는 30대까지는 증가하다가 40대이후에 감소하는 경향을 혈소판수는 연령이 증가함에 따라 차츰 많아지는 경향이 있었다(Table 4).

### 3. 빈혈의 유형

#### 1) MCV와 MCHC를 이용한 빈혈의 유형분류

유기용제 폭로근로자와 일반 근로자의 MCV는 각각 91.5 fl, 87.2 fl 이고 MCHC는 각각 34.2 g/dl, 34.4 g/dl로 유기용제 폭로근로자가 일반 근로자에 비해 대구성빈혈(macrocytic anemia)의 경향을 보였다. 색소성은 양군 모두 정색소성빈혈(normochromic anemia)의 범위로 서로 차이가 없었다(Table 3).

#### 2) MCV와 RDW를 이용한 빈혈의 유형분류

유기용제 폭로근로자의 RDW는 12.6 %, MCV는 91.5 fl로서 일반 근로자의 12.8 %, 87.2 fl과 비교해 볼 때 적혈구용적분포폭은 대체로 균질성

을 유지하였으나 세포 하나하나의 크기는 조금씩 커져있는 양상(macrocytic change)이었다.

RDW를 x축으로 MCV를 y축으로 하는 산점도(scatter plot)로서 본 유기용제 폭로근로자와 일반 근로자의 빈혈의 형태 차이는 이러한 사실을 보다 명확하게 보여주는데 즉 유기용제 폭로 근로자는 일반 근로자와 비교해 볼 때 RDW는 서로 큰 차이를 보이지 않으나 MCV는 높음을 보여준다(Fig. 1, 2).

### 고 찰

유기용제 중 빈혈을 유발할 수 있는 것으로 알려진 것으로는 Erf와 Rhoads(1939), Goldwater(1941), Moeschlin과 Speck(1967), Aksoy 등(1972), Midzenski 등(1992) 및 Fromm 등(1994)이 보고한 벤젠, 김양호 등(1996), 이충렬과 류철인(1997), Nagano 등(1984), Welch와 Cullen(1988), Cullen 등(1983; 1992)이 보고한 ethylene glycol ether류 유기용제 및 김양호 등(1996)이 보고한 2-bromopropane 등이 있다.

금번의 조사대상자들은 복합 유기용제에 폭로되는 근로자를 대상으로 하였는데 이충렬과 류철인(1997)이 조사대상 근로자들이 속한 회사의 유기용제 폭로 근로자를 대상으로 한 연구에 의하면 이러한 빈혈 소견은 주로 2-ethoxyethanol과 2-ethoxyethyl acetate에 의해서 발생한 것으로 추정된 바 있고 이

Table 4. Results of hematological findings of study participants by age

		mean±standard deviation									
	Age (year)	No.	WBC (/μl)	RBC (10 <sup>6</sup> /μl)	Hgb (g/dl)	Hct (vol%)	Plt (10 <sup>3</sup> /dl)	MCV (fl)	MCH (pg)	MCHC (g/dl)	RDW (%)
Exposed	20~29	31	6,877 ±1,608	435 ±28	13.3 ±0.7	38.5 ±1.7	235 ±42	88.5 ±3.3	30.5 ±1.0	34.5 ±0.6	12.6 ±0.6
	30~39	33	6,591 ±1,140	410 ±15	12.8 ±0.8	37.3 ±1.7	263 ±40	91.1 ±5.0	31.2 ±2.0	34.3 ±1.3	12.5 ±1.1
Workers	40~49	63	6,398 ±1,361	399 ±18	12.6 ±0.8	36.9 ±2.0	254 ±63	92.6 ±3.5	31.7 ±1.6	34.2 ±0.9	12.6 ±0.9
	50~	33	6,979 ±1,959	398 ±13	12.5 ±0.7	36.9 ±1.7	271 ±54	92.5 ±3.8	31.3 ±1.6	33.8 ±0.9	12.9 ±1.2
	subtotal	160	6,651 ±1,517	408 ±24	12.7 ±0.8	37.3 ±1.9	256 ±54	91.5 ±4.2	31.3 ±1.6	34.2 ±1.0	12.6 ±0.9
Control	20~29	30	6,766 ±1,558	428 ±32	12.9 ±0.9	37.2 ±2.5	239 ±47	87.1 ±3.4	30.3 ±1.5	34.7 ±0.8	12.5 ±0.7
	30~39	32	6,492 ±1,787	444 ±25	13.4 ±1.1	38.9 ±2.4	247 ±52	87.8 ±5.5	30.2 ±2.4	34.3 ±1.4	12.8 ±1.2
	40~49	69	6,757 ±1,709	420 ±30	12.6 ±1.1	36.6 ±2.6	258 ±66	87.5 ±4.9	30.1 ±2.2	34.4 ±1.1	12.8 ±1.1
	50~	36	5,921 ±1,201	414 ±23	12.2 ±0.7	35.6 ±1.6	277 ±51	86.3 ±4.0	29.5 ±1.9	34.2 ±0.9	13.0 ±1.4
		subtotal	167	6,528 ±1,623	424 ±30	12.7 ±1.0	37.0 ±2.5	256 ±59	87.2 ±4.6	30.0 ±2.0	34.4 ±1.1
	Total	327	6,588 ±1,571	416 ±28	12.7 ±0.9	37.1 ±2.3	256 ±56	89.3 ±4.9	30.6 ±2.0	34.3 ±1.1	12.7 ±1.0

ANOVA was done, but statistically not significant

Hct : Hematocrit

Plt : Platelet count

MCV : mean corpuscular volume

MCH : mean corpuscular hemoglobin

MCHC : mean corpuscular hemoglobin concentration

RDW : red cell volume distribution width

본 연구의 대상자들의 빈혈원인도 동일한 원인에 의한 것으로 추정되었다.

한편 빈혈의 분류방법에 대해서는 다양하게 알려져 있다. 발생원인에 따라 철결핍성 빈혈, 신성빈혈, 용혈성빈혈, 만성질환에 의한 빈혈 등으로 분류하는 방법의 주로 사용하는 분류방법이 적혈구수, 혈색소량, 혈구용적치를 이용하여 계산된 몇 가지 지수를 사용하여 분류방법이었다. 즉 적혈구 한 개 당 평균 용적을 나타내는 MCV, 적혈구 한 개에 포함된 혈색소량의 평균치 MCH 및 적혈구내 혈색소

의 평균농도인 MCHC를 사용하여 빈혈을 분류해왔다. 그리하여 MCV가 정상이하 인 경우 소구성, 정상인 경우 정구성, 정상이상인 경우를 대구성이라 부르며 MCHC가 정상이하인 경우는 저색소성, 정상인 경우는 정색소성이라 구분하여 보통 MCV 및 MCHC를 근거로 하여 여러 종류의 빈혈을 소구성 저색소성빈혈, 정구성 정색소성 빈혈, 대구성 빈혈로 구분해왔다(이귀녕과 이종순, 1993). 그러나 Bessman(1981; 1983)이 전자동 혈액분석기인 Coulter Counter Model S-Plus를 이용하여 구한

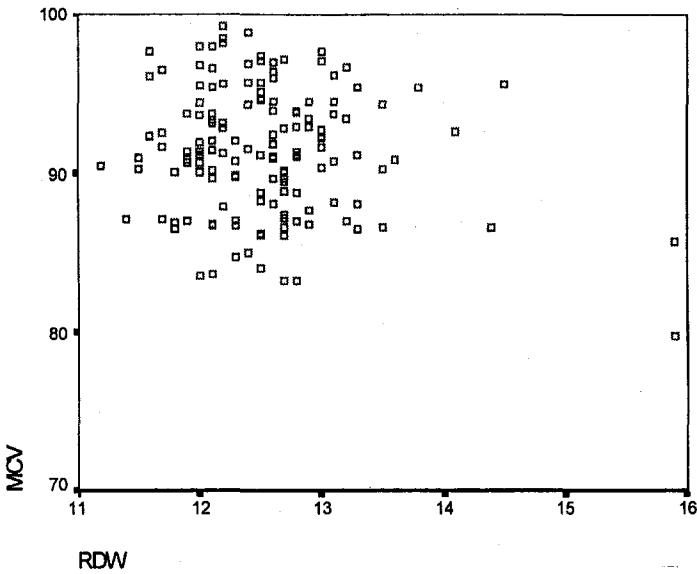


Fig. 1. Scattergram of RDW and MCV in exposed workers

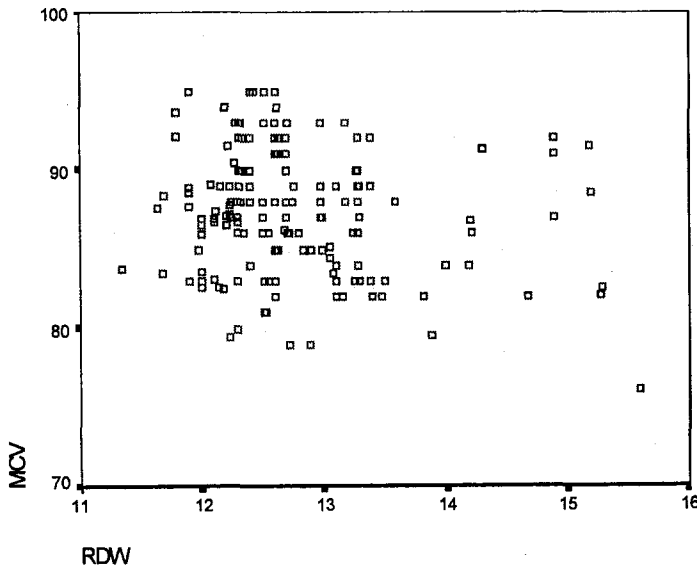


Fig. 2. Scattergram of RDW and MCV in control workers

RDW가 빈혈의 종류마다 다르다고 발표를 한 후 연속적으로 Harmersley 등(1981), George와 Badawi(1985)가 RDW를 이용한 빈혈의 분류를 시도하였다. 즉 빈혈의 종류에 따라 RDW가 감소 또는 정상(균일, homogenous로 표현) 또는 증가(불균일, heterogenous로 표현)하는 현상이 있음을 발견하였고 이러한 RDW변화와 MCV를 이용하여 새로운 형태의 빈혈분류법을 개발하였다. 우리 나라

에서도 김형일 등(1985)이 외국인과는 병인양상이 조금 다른 한국인에 있어서의 혈액질환을 이러한 RDW와 MCV를 사용하여 분류 시도를 한 바 있었다(Table 5).

유기용제 폭로근로자 중 빈혈조건을 보인 근로자는 일반근로자 중 빈혈조건을 보인 근로자에 비해 적혈구수가 적었다. 이는 ethylene glycol ether류 유기용제에 의한 조혈기관의 변화는 초기에는 백혈구수에 영향을 주나 점차 적혈구수에 영향을 준다는 동물실험성적(NIOSH, 1991)과도 일치하였고 Rosenberg 등(1997)이 주장하는 용혈반응으로도 빈혈을 유발한다는 것을 잘 설명해준다.

혈색소량의 경우는 복합 유기용제 폭로근로자를 대상으로 한 김두희(1978), 천용희(1982), 정귀원 등(1991)의 조사성적보다는 낮았는데 이는 선별기준, 폭로기간, 폭로 유기용제 및 조사대상자의 연령별 구성의 차이에 기인된 것으로 사료되었다. 혈구용적치와 혈소판수의 경우도 비슷한 성적을 보였으며 그러한 차이의 원인도 동일한 것으로 사료되었다.

MCV, MCH, MCHC의 성적은 설미영 등(1984)과 정진숙 등(1984)이 한국인의 정상치를 보고한 바에 의하면 비교적 정상치가 넓게 분포되어 있는데 본 연구에서 MCV의 경우는 유기용제 폭로 근로자 중 빈혈조건자의 경우 평균값이 자동혈액분석기회사에서 제공한 참고치 상한선인 91 fl

보다는 높았으며 일반 근로자 중 빈혈조건자의 경우는 이보다 낮았다. 이는 조사대상자의 선정시 빈혈요주의자를 포함시켜서 실제 빈혈조건자의 MCV 성적치가 과소 평가된 것을 고려해 볼 때 유기용제 폭로근로자 중 빈혈조건자의 MCV 증가가 상당할 것으로 사료되었다.

MCV와 MCHC의 성적을 유기용제 폭로근로자와 일반 근로자를 비교해보면 유기용제 폭로근로자는

**Table 5.** MCV와 RDW를 이용한 빈혈의 분류

	RDW 증가 불균일, heterogenous	RDW정상 또는 감소 균일, homogenous
저 MCV	소구성 불균일 ① 철결핍성빈혈 ② 간비장비대 ③ 대수술 후	소구성 균일 ① 만성질환에 의한 빈혈
정상MCV	정구성 불균일 ① 급성출혈 ② 철결핍성빈혈 초기 ③ 영양결핍성 빈혈 ④ 급성 백혈병	정구성 균일 ① 정상 ② 만성 백혈병 ③ 류마티스병의 빈혈
고 MCV	대구성 불균일 ① 악성빈혈 ② 면역성 용혈빈혈 ③ 급성 백혈병	대구성 균일 ① 재생불량성빈혈 ② 골수이형성증후군

\* 김형일 등, 1985 인용

일반 근로자에 비해 MCHC의 값은 차이가 크게 없으나 MCV의 성적은 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이는 유기용제 폭로로 인해 생긴 빈혈이 일반 빈혈보다는 적혈구수는 감소하고 적혈구크기는 증가한 대구성빈혈임을 나타내는데 색소성은 두군간에 차이가 없었다. 이 성적은 김성준 등(1992)이 유기용제 폭로군에서의 빈혈은 소구성빈혈이라는 보고가 서로 완전히 상이한 결과인데 이는 전자의 연구가 조사대상자를 주로 여자만을 하여서 여자에서만 생길 수 있는 여러 빈혈 원인에 의한 차이로 사료되며 유기용제에 의한 빈혈이 대개 골수의 변화를 유도하여 생긴 빈혈이라는 김양호 등(1996), Cullen 등(1983; 1992), Moeschlin과 Speck (1967)의 연구결과와 미루어 볼 때 유기용제 폭로근로자 중 빈혈은 골수의 기능저하로 대구성변화를 보였거나 Rosenberg 등(1997)의 설명처럼 적혈구막의 삼투압 불균형으로 인한 용혈반응 결과 적혈구가 대구성변화를 보인 것으로 사료되었다. MCV와 RDW를 이용하여 양군간의 성적을 비교해 본 결과 유기용제 폭로근로자는 일반 근로자에 비해 RDW는 감소되었으나 MCV는 조금 증가된 양상을 보여 주어 역시 대상자를 빈혈요주의 범위까지 포함시켜서 생긴 MCV성적의 감소 효과를 고려해 볼 때 김형일 등(1985)이 시도한 빈혈유형구분에서 대구성 균일군에 속했다. 이 성적도 유기용제의 폭로로 인한 빈혈은

재생불량성빈혈이나 골수이형성증후군과 같이 말초혈액조건이 골수의 변화와 관련이 있음을 나타내는 것으로 보였다. 또한 이 결과도 김성준 등(1992)이 유기용제 폭로군에서의 빈혈은 소구성 불균일하다는 보고와는 서로 상반되는데 전술한 내용과 동일한 이유로 차이를 보인 것으로 사료되었다.

연령의 변화에 따른 혈액검사의 성적은 유기용제 폭로 근로자에서 적혈구수, 혈액소량, 혈구용적치등이 연령이 증가함에 따라 감소하는 경향을, 혈소판수는 증가하는 경향을, 보였는데 이는 이충렬과 류철인(1997)의 과거 성적과 유사하였다. 근무연수는 조사해 보지는 않았으나 조사대상자가 비교적 다양한 연령층으로 구성되어 있고 이직율도 적은 회사의 근로자임을 감안 해볼 때 비슷한 결과가 나왔을 것이라 추정되었다. 일반 근로자의 경우는 적혈구수만 연령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였는데 이 역시 전자의 보고와 일치하였다.

이상의 결과로 보아 유기용제의 폭로로 인한 빈혈은 골수 같은 조혈기관의 변화로 인하여 생기는 빈혈같이 적혈구분포폭이 균일하면서 적혈구는 대구성변화를 하는 빈혈로 추정되며 현재까지 복합 유기용제 특히 2-ethoxyethanol에 많이 폭로되는 근로자의 경우 빈혈의 원인이 주로 골수장해로 인해 생긴 것으로 보고되어 있는 바 비록 벤젠이나 2-bromopropane처럼 재생불량성빈혈이나 백혈병 같은 중증 혈액장해가 보고되지 않았으나 하더라도 일반 근로자에서의 빈혈과는 달리 각별한 관심이 요구되며 빈혈요주의 및 빈혈소견자에 대한 철저한 작업환경관리, 작업시간관리 및 보호구의 철저한 착용 등이 필요한 것으로 사료된다. 또한 현재 산업안전보건법의 유기용제 특수검진항목에서 가솔린, 석유나프타, 폴타르나프타, n-hexane외에는 2차 정밀검사에서도 골수검사가 빠져 있는바 유기용제폭로로 인한 빈혈의 유형이 일반 빈혈과는 특이한 양상을 보이는 것을 감안 해 볼 때 유기용제 특수검진 중 특히 ethylene glycol ether류 유기용제의 경우 2차 검사항목에 골수검사의 추가는 시급한 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째로 생물학적 모니터링을 통한 정확한 폭로 유기용제의 규명이 빠져 있어 실제 폭로 유기용제의 종류와 폭로량에 따른 빈혈의 발생정도를 정확히 평가할 수 없었다는 것이고 둘째로 조사대상자가 적어서 빈혈소견자에 빈혈요주

의자까지 포함시켜 실제 유기용제에 의한 빈혈의 혈구상 변화를 파소 평가될 수도 있다는 점이며 셋째로 전직, 이직 등으로 인한 건강근로자효과를 고려치 않았다는 점, 넷째로 혈액소, 혈구용적치에 영향을 준다고 알려진 흡연, 음주력의 고려치 않은 점과 마지막으로 빈혈소견자에서 철결핍성빈혈이나 악성빈혈 등 발생원인에 따른 연구대상자의 구분을 시도하지 않고 단지 유기용제의 폭로 여부에 따라서 두군간을 비교한 것에서 약간의 오차가 날 수도 있다는 점이다.

## 결 론

유기용제 폭로근로자와 일반 근로자의 빈혈의 양상과 빈혈과 작업과의 관련성 여부를 혈액검사상의 여러 가지 지수인 MCV, MCH, MCHC 및 RDW를 이용하여 추정 가능한가를 알 목적으로 유기용제 폭로 남자 근로자 중 빈혈소견자 160명과 일반 근로자 중 빈혈소견자 167명을 대상으로 혈액검사를 시행 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 유기용제 폭로근로자 중 빈혈소견자와 일반 근로자 중 빈혈소견자는 혈액검사상 적혈구수 각각  $408 \times 10^4/\mu$ ,  $424 \times 10^4/\mu$ , MCV 각각 91.5 fl, 87.2 fl, MCH 31.3 pg, 30.0 pg으로 서로 차이가 났다.
2. 유기용제 폭로근로자는 일반 근로자에 비해 대구성빈혈의 소견을 보였다. 색소성은 두군간에 차이가 없었다.
3. MCV와 RDW를 이용해서 구분해 본 빈혈의 유형은 유기용제 폭로근로자의 경우 일반 근로자에 비해 적혈구의 크기는 조금 커진 양상이면서 적혈구용적분포폭은 훨씬 균일성을 유지(homogeneous macrocytic change)하고 있었다.

이상의 결과로 보아 유기용제 폭로로 인한 빈혈은 일반 근로자에서의 빈혈과는 그 유형이 구분이 되며 실제 검진기관에서 이러한 각종 혈구지수를 이용하여 빈혈과 작업과의 관련성을 추정하는데 도움을 받을 수 있을 것으로 생각된다.

## 인용문헌

김두희. Benzene, thinner 취급근로자의 혈액상과 증상. 경복의대잡지 1978;19(2):160-168.

김성준, 엄상화, 김대환, 이채연, 전진호, 김성천 등. MCV와 RDW를 이용한 복합유기용제근로자의 빈혈유형에 관한 조사. 예방의학회지 1992;25(2):162-171.

김양호, 김규상, 이나루, 박승현, 박인정, 양정선 등. 일부 도장작업자의 복합유기용제 폭로실태와 혈액학적 조건에 관한 고찰. 대한산업의학회 제 16차 춘계학술대회 초록집 1996.

김양호, 정갑열. 모전자 부품회사 근로자 집단유기용제 중독 종합보고. 산업보건 1996;104:2-14.

김형일, 조혜성, 박애자. RDW와 MCV를 이용한 빈혈의 형태학적 분류에 관한 고찰. 대한혈액학회잡지 1985;20(2):235-243.

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

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

노동부. 산업안전보건법시행규칙, 유해인자별 특수건강진단항목, 1994.

노동부. 특수건강진단방법 및 건강관리기준, 1994. 노동부. 1995년 근로자 건강진단실시결과, 1996.

보건복지부. 의료보험법, 1996. 보건복지부. 공무원 및 사립학교교직원 의료보험법, 1996.

산업보건연구원. 현대중공업역학조사보고서, 1996.

설미영, 이은엽, 김순호. 임상검사실 성적으로부터 여러 가지 통계적방법에 의하여 정한 몇가지 중요한 말초혈액의 정상치. 대한병리학회지 1984;18(1):47-56.

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

이귀녕, 이종순. 임상병리파일 제 2판. 서울:의학문화사, 1993.

이충렬, 류철인. 복합유기용제 폭로근로자의 혈액변화에 관한 연구. 대한산업의학회지 1997;9(4):549-564.

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

장진숙, 설미영, 김순호. 한국인 혈액의 정상치에 관하여. 대한병리학회지 1984;18(1):66-73.

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

현대중공업주식회사. '93년 하반기 작업환경측정결과보고서, 1993.

현대중공업주식회사. '94년 상반기 작업환경측정결과보고서, 1994.

현대중공업주식회사. '94년 하반기 작업환경측정결과보고서, 1994.

현대중공업주식회사. '95년 상반기 작업환경측정결과보고서, 1995.

현대중공업주식회사. '95년 하반기 작업환경측정결과보고서, 1995.



- 서, 1996.
- 현대중공업주식회사. '96년 상반기 작업환경측정결과보고서, 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. *Brit Ind Med* 1972;29:56-64.
- Bessman JD, Gilmer Jr PR, Gardner FH. Improved classification of anemias by MCV and RDW. *Am J Clin Pathol* 1983;80:322-326.
- Bessman JD. What's an RDW? . *Am J Clin Pathol* 1981;76:242-243.
- 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, 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.
- Froom P, Dyerassi L, Cassel A, Aghai E. Erythropoietin-independent colonies of red blood cells and leukocytosis in a workers exposed to low level of benzene. *Scan J Environ Health* 1994;20:306-308.
- George TR, Badawi SB. Red blood cell distribution width index in some hematologic diseases. *Am J Clin Pathol* 1985;83:222-226.
- Goldwater LJ. Disturbances in the blood following exposure to benzol. *J Lab Clin Med* 1941;26:957-973.
- Harmersley MW, King RV, Sillivant RE. High erythrocyte distribution values and possibility of hemoglobinopathy. *Am J Clin Pathol* 1981;75:370-379.
- Maxcy-Rosenau-Last. Public health and Preventive medicine 13th Edition. Appleton, 1992.
- Midzenski MA, McDiarmid MA, Rothman N, Kolodner K. 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 monoethyl ether, ethylene glycol monomethyl ether, and their acetates. CDC 1991.
- Rosenberg J, Cone JE, Katz EA. Solvents. In: Ladou J. Occupational and environmental medicine, 2nd ed. Stamford: Appleton & Lange, 1997:483-513.
- Welch LS, Cullen MR. Effect of Exposure to ethylene glycol ethers on shipyard painters: III. hematologic effects. *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.