

## 목재 가공업소에서의 Formaldehyde 폭로

경북대학교 의과대학 예방의학교실

하 명 화 · 김 두 희

동국대학교 의과대학 예방의학교실

임 현 술

동국대학 부속 포항병원

박 상 후

= Abstract =

### Formaldehyde Exposure in the Plywood Manufacturing Factory

Myung Wha Ha, Doohie Kim

*Department of Preventive Medicine and Public Health  
School of Medicine, Kyungpook National University*

Hyun Sul Lim

*Department of Preventive Medicine and Public Health  
School of Medicine, Dongguk University*

Sang Hu Park

*Department of Otolaryngology  
Dongguk University Pohang Hospital*

In the plywood manufacturing factory established in 1979, female 3 workers who had exposed to adhesives containing formaldehyde for more than 48 months of duration suffered from eye, nasal, oral, throat and skin irritation and dyspnea as chief complaints.

The actual level of the exposure to formaldehyde were not estimated when the exposed workers started to have above symptoms. The environmental monitoring of workplace was measured on April 25, 1990, and the concentration of formaldehyde revealed 0.2 ppm, however the exhaustive ventilatory system was already installed at that time.

Twenty six subjects from entire factory were examined by questionnaire, physical examination and spirometry, etc. on August 22, 1990. Significant difference was observed in symptoms and signs of nasal, oral and throat irritation between the exposed group with longer duration and that with

\* 본 논문의 요지는 1990년 11월 3일 제42회 대한예방의학회에서 연구되었음.

short duration. When the exposed group with longer duration was compared to the group of nonexposed, symptoms and signs of nasal, oral, throat and skin irritation, chest tightness and dullness were significantly increased in the former group. The results of the spirometric test showed that the forced vital capacity and the forced expiratory volume at 1 second were decreased among the exposed group with longer duration but not significant.

**Key words:** plywood, formaldehyde, adhesives, irritation, spirometry.

## I. 서 론

Formaldehyde 폭로로 인한 사람에게 미치는 영향에 대해서는 formaldehyde 사용 작업장 및 주거지에서의 폭로로 인한 경우나 동물실험을 통하여 많은 연구가 이루어져왔다 (Schuck 등, 1966 ; Sardinas 등, 1972 ; Ahmad 와 Whitson, 1973 ; Kerfoot와 Mooney, Jr., 1975 ; Plunkett 와 Barbela, 1977 ; Alexandersson 등, 1982). Formaldehyde 에 대한 폭로는 주로 호흡기를 통하여 일어나게 되는데, 눈, 비강, 구강, 상기도의 자극증세와 심한 경우 오심, 두통, 현휘, 기침 및 호흡곤란을 일으키는 등이 주증상이다. 피부에 노출되는 경우에는 자극 증세와 알레르기 성 피부염을 일으킬 수 있으며 (Glass 등, 1961), formaldehyde 가 항원으로 작용하여 피부의 감작을 일으킨 보고도 있다 (Marzulli와 Maibach, 1973). 급성적으로 formaldehyde 에 노출된 후에 폐기능저하를 일으킨 예도 보고되었으며 (Sauder 등, 1986), 만성적인 노출후에 폐기능 감소를 보인 예도 있다 (Kilburn 등, 1988). 또한 formaldehyde 가 기관지 천식을 일으킨 예도 있으며 (Hendrick 등, 1977, 1982), 동물실험에서는 노출후에 비강염을 유발했다는 보고도 있다 (Swenberg 등, 1980, Albert 등, 1982). 사람에게 있어 발암여부에 대한 연구는 최근에 들어와 활발하여졌는데, 한 보고에서는 구강암 및 결합조직의 암이 현저하게 증가한 것을 보였으나 (Stayner 등, 1988), 아직까지 논쟁의 대상이 되고있다 (Marsh 등, 1982, Olsen 등, 1986, Berke 등, 1987, Edling 등, 1988, Boysen 등, 1990).

본 사례보고는 국내에서는 비교적 드물게 보는 예로서 소규모 목재 가공업소의 formaldehyde 접착부서에서 장기간 근무자중 눈, 구강, 비강, 상기도의 심한 자극증세와 호흡곤란을 호소하는 예가 발생되었으므로 구체적인 예방대책을 수립하기 위하여 보고하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

대상자는 총 26명의 근로자가 근무하는 목재 가공업소의 전체근로자를 대상으로 하였다. 접착부서 근무자들은 모두 여자로 7명이었고, 이들 중 3명이 장기간 근무자로 증상을 심하게 호소하여 환자군으로 분류되었으며, 비접착부서는 남자 8명, 여자 11명으로 구성되어 있다. 집단 건강진단은 임시 및 정기 건강진단시에 실시하였다.

### 1. 조사 배경

접착 부서에 장기간 근무하였던 3명의 근로자들은 증상이 심하게 나타나게 되자 임시 검진을 요청하여 1989년 10월 20일 접착제의 성분인 염산, 메틸알콜등에 대한 검진을 실시하였으며 그 후에 주성분이 formaldehyde임이 밝혀져 작업장 환경측정 실시를 요구하여 1990년 4월 25일에 행해졌고, 목재 가공업소의 협력하에 1990년 8월 22일 전 근로자를 대상으로 정밀검사를 하기에 이르렀다. 검사항목에는 흉부 X-선 촬영, 폐기능 검사, 심전도, 동맥혈 포화도 검사 및 혈액소 검사등이 포함되었고 설문지를 통하여 자각증상 여부를 확인하고 그외에 과거의 직업력, 접착부서 근무 여부, 흡연력, 음주력 및 과거병력에 대하여 알아보았다.

### 2. 목재가공업소의 연혁과 공정 및 작업환경

목재 가공업소는 1979년 설립되었으며, 고급가구에 사용될 목제품을 생산하는데 원목에서부터 제재, 건조, 절단 및 대패등의 과정을 통해 폭 3-4cm, 길이 30cm, 두께 1cm 정도의 준비된 널판지에 접착제를 발라 여러개를 부착시킨 후 180℃에서 가열하면 완성품이된다. 공장 설립 후 처음에는 일본 모회사 제품의 접착제를 사용하는데 이때는 증상을 유발시키지 않았다. 1986년에 부산 모회사 제품의 접착제로 바꾸어 9개월간 사용하였는데 이제품에 formalin, 염산, 경화제를 첨가하여 사용하였으

며 이후부터 증상을 심하게 호소하여 1987년에는 환기 장치를 설치하였으며 접착제는 대구 모회사 제품으로 바꾸었다. 대구제품에도 역시 formalin, 염산, 물을 첨가 하여 사용하였으며, 이 제품의 성분은 formalin과 melamine powder (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>N<sub>6</sub>)를 주성분으로 methyl alcohol, 가성 소다, 염산인 것으로 알려져 있다.

1990년 4월 25일 작업장 환경측정을 시행한 결과는 접착부서에서 Gastec사 직독식 검지관법에 의해 formaldehyde 0.2 ppm, 그리고 methyl alcohol과 isopropyl alcohol은 trace 정도로 나타났으며 접착제의 성분중 염산 및 그외의 물질들은 검출되지 않았다.

### 3. 사례보고

접착부서에서 장기간 근무하여 증상을 심하게 호소한 3명의 근로자에 대한 사례는 다음과 같다.

사례 1: 42세 여자로 1979년에 입사하여 접착부서에 계속 근무하다가 1987년 6월에 증상이 시작되어 1988년 8월에 다른 부서로 작업전환 하였다. 그러나 1989년 10월 25일 검진시 입안이 갈라지고 말이 둔한 것을 주소로 침이 잘 안삼켜지고 가슴이 답답하며 입천장에 상처와 혀에 물집이 잡히고 눈의 불편감이 있고 체중감소를 호소하였다. 이학적 검사상 혀 열구 및 경구개 홍반성 반점이 있었고 폐기능 검사시 노력성 폐활량이 74.8%, 일초량은 73.1%를 보였다. 1990년 8월 22일 재검사시 폐기능검사의 결과는 노력성 폐활량이 75.2%, 일초량은 72.8%였다.

사례 2: 35세 여자로 1980년 입사하여 접착부서에 근무하다가 1983년 10월부터 비접착 부서에 1년간 근무후 다시 접착부서로 옮겼다. 1986년 8월 국산 접착제로 교

체후 늘 감기증상이 있었다. 1989년 3월부터는 혀에 감각이 없어지고 동통이 오며, 인후통, 불이 빠지는듯한 통증을 느꼈으며 숨이 차왔다. 1989년 10월 4일부터 작업을 중단하였다. 1989년 10월 25일 내원 당시 구강내 점막이 부분적으로 위축된 양상을 보였으며 혀 유두의 위축도 있었다. 폐기능 검사시 노력성 폐활량 74.3%, 일초량은 72.0%였다. 1990년 8월 22일 재검사시에는 노력성 폐활량 75.0%, 일초량은 71.5%으로 나타났다.

사례 3: 50세 여자로 1985년에 입사하여 접착부서에 4년 3개월간 근무하였으며 1989년 10월부터 인후통을 주소로 입이 마르고 음성이 변하며 호흡곤란의 증상이 오기 시작하였으며 1989년 10월 25일 이후 다른 부서로 작업 전환하였다. 이학적 검사상 혀 열구 및 유두와 구강내 점막의 위축을 보였으며 폐기능 검사시 노력성 폐활량은 75.8%, 일초량은 73.2%를 보였다. 1990년 8월 22일 재검사의 결과는 노력성 폐활량 75.3%, 일초량은 74.1%였다.

## Ⅲ. 연구결과

접착부서 근무자들은 모두 여자로 장기간 근무하여 증상을 나타낸 3명을 환자군으로, 근무기간이 짧은 나머지 4명을 비환자군으로 분류하였으며, 이들의 평균연령은 환자군이 42세 (34-50세), 비환자군이 44세 (33-55세)이며, 비접착 부서는 여자 51세 (46-56세), 남자는 49세 (39-59세)였다. 접착부서 근무자들의 평균 폭로기간은 환자군이 6.2년 (3.8-8.6년), 비환자군이 0.7년 (0.4-1.0년)이었다 (Table 1).

접착부서 근무자들은 눈, 비강, 구강, 인후 및 피부의

Table 1. Characteristics of 26 workers employed in the plywood manufacturing factory

	Exposed (Female)		Non-exposed	
	Patients n = 3	Healthy 4	Female 11	Male 8
Age, mean (±SD)	42 ± 8	44 ± 11	51 ± 5	49 ± 9
Smokers, %	0.0	0.0	0.0	75.0
Drinking alcohol, %	0.0	0.0	0.0	75.0
Exposure duration, years, mean (±SD)	6.2 ± 2.4*	0.7 ± 0.3	-	-

\*Mann-Whitney U test : p > 0.05

자극 증세, 냄새를 잘 못 맡으며, 맛을 잘 모르고, 숨이 차고, 가슴이 답답하며, 정신이 멍해진다는 증상을 호소하였다. 접촉부서 근무자중 환자군과 비환자군을 비교해 보면 냄새를 잘 못 맡고, 맛을 잘 모르며, 구강의 자극 증세 및 목이 잘 쉬는다는 증상에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 환자군과 비폭로군 전체와의 비교시에는 냄새를 잘 못 맡고 입안에 물집이 생기며 혀가 갈라지고 맛을 잘 모르며 목이 잘 쉬고 인후통이 오며 가슴이 답답하고, 피부 자극증상과 정신이 멍해진다는 증상에서 유의하게 나타났다. 또한 환자군과 비폭로군의 여자군과만 비교한 경우에는 냄새를 잘 못 맡고, 혀가 갈라지며, 맛을 잘 모르고 목이 쉬며 인후통이 있고 피부 자극 증상과 정신이 멍해진다는 증상에서 유의하게 나타났다 (Table 2).

1990년 8월에 실시한 폐기능 검사의 결과는 환자군에서 노력성 폐활량이 75.2%, 일초량이 72.8%이고 노출군 중 비환자군의 노력성 폐활량은 88.5%, 일초량은 88.7%

였으며, 비노출군의 여자군에서는 노력성 폐활량 83.2%, 일초량은 85.8%로 통계적으로 유의하지는 않았지만 환자군에서 나머지군에 비해 감소를 보였다 (Table 3). 환자군의 경우, 1989년 10월 내원당시 보인 폐기능의 저하는 노력성 폐활량 75.0%와 일초량 72.7%로, 그 직후 작업전환이 되었음에도 불구하고 1990년 8월 재검사시에도 비슷한 정도의 폐기능 저하를 보였다. 전 근로자들에게서 호흡기 질환의 과거력은 없었다. 이 외에 흉부 X-선 촬영, 심전도, 동맥혈 포화도 검사 등에 큰 변화를 보이지 않았으며, 환자군에서 빈혈 양상을 보였으나 비폭로군에서도 비슷한 정도로 빈혈 양상을 보여, 폭로 여부에 따른 뚜렷한 차이는 보이지 않았다.

#### IV. 고 찰

강력한 접착성을 띤 접착제는 epoxy 수지를 함유하게 되는 경우가 많은데 epoxy 수지는 epichlorhydrin 과 여

**Table 2.** Frequency of symptomatic individuals among 7 formaldehyde-exposed and 19 nonexposed subjects

Symptoms and signs	Exposed with symptoms and signs		Nonexposed with symptoms and signs	
	Patients n = 3	Healthy 4	Female 11	Male 8
	No. (% of 3)	No. (% of 4)	No. (% of 11)	No. (% of 8)
Eye irritation	3 (100.0)	3 (75.0)	7 (63.6)	3 (37.5)
Nasal irritation	1 (33.3)	1 (25.0)	6 (54.5)	0 (0.0)
Anosmia	3 (100.0)**	0 (0.0)*	2 (18.2)*	0 (0.0)
Oral bleb	3 (100.0)**	0 (0.0)*	4 (36.4)	0 (0.0)
Tongue fissure	3 (100.0)**	0 (0.0)*	1 (9.1)**	0 (0.0)
Taste sensory loss	3 (100.0)**	0 (0.0)*	0 (0.0)**	0 (0.0)
Hoarseness	3 (100.0)**	0 (0.0)*	2 (18.2)*	0 (0.0)
Sore throat	3 (100.0)**	1 (25.0)	1 (9.1)**	0 (0.0)
Cough	0 (0.0)	1 (25.0)	8 (72.7)	3 (37.5)
Sputum	1 (33.3)	1 (25.0)	4 (36.4)	5 (62.5)
Shortness of breath	2 (66.7)	0 (0.0)	4 (36.4)	1 (12.5)
Chest tightness	3 (100.0)*	2 (50.0)	4 (36.4)	1 (12.5)
Skin irritation	2 (66.7)**	0 (0.0)	0 (0.0)*	0 (0.0)
Dullness	3 (100.0)**	1 (25.0)	3 (27.3)*	0 (0.0)

Fisher's exact test : \*p < 0.05 \*\*p < 0.01 comparison between patients and nonexposed  
 \*p < 0.05 comparison between patients and healthy among exposed  
 †p < 0.05 \*\*p < 0.01 comparison between patients and female nonexposed

**Table 3.** Spirometric Parameters by Exposure Status Among the Formaldehyde-Exposed and Nonexposed Subjects

	Exposed		Nonexposed	
	Patients n = 3	Healthy 4	Female 11	Male 8
FVC (mean ± SD, % predicted)	75.2±0.2	88.5±10.2	83.2±16.9	83.8±15.6
FEV <sub>1</sub> (mean ± SD, % predicted)	72.8±1.3	88.7±13.0	85.8±17.3	89.0±15.2

Mann-Whitney U test :  $p > 0.05$

리 phenol compound를 반응시켜 얻어지며 그외에도 경화제 및 희석제가 첨가된다. 그 중에서도 phenolic 수지는 phenol과 formaldehyde를 반응시켜 얻어져서 melamine formaldehyde와 phenol formaldehyde등의 형태로 상품화되어 합판제조 및 목제품 접착시에 많이 사용되며 이때에 formaldehyde가 발생하여 사람에게 폭로시 문제가 되고있다.

Formaldehyde는 우리가 살고 있는 주위에 어디든지 있을 수 있으며 위의 용도 외에도 가옥 내화벽 제조시, 합성수지 및 염료와 방부제의 제조, 고무 및 종이제품, 섬유가공, 의약품 및 화장품의 제조등에 쓰인다. Formaldehyde는 색깔이 없고 가연성이며 매우 자극성이 강한 가스로, formalin이라는 액체로 사용되는데 이는 35 내지 37% 용액으로 되어있으며 polymerization을 막기 위해 6 내지 15%의 methyl alcohol이 함유되어있다 (NIOSH, 1976).

목재 가공업소가 소규모이어서 연구대상인 표본수가 작아 비접착 부서 근무자와 증상을 비교하는데에 제한점이 있었으며, 과거에 사용된 접착제의 성분 구성비를 정확히 알 수 없어 복합적인 폭로 물질중에서 구체적인 유해요인의 확인에 어려움이 있었다. 또한 폭로군에게서 증상 발현이 시작 되었을 때에 폭로 물질에 대한 환경 측정이 되어 있지 않았기 때문에 그 당시의 폭로 정도를 정확히 알 수 없었으나 접착제의 성분이 알려진 대구계품을 살펴보면 formaldehyde와 melamine powder를 주성분으로, methyl alcohol, 가성소다와 염산이 첨가되어있다. 특히 melamine powder는 melamine formaldehyde로 이의 사용시 formaldehyde와 resin에 대한 폭로가 문제가 될 수 있다.

Formaldehyde에 대한 폭로외에도 염산에 대한 폭로는 눈 각막과 피부에 강한 자극제로 작용되어 급성적으로는 상기도 증상을 일으키는데 기침, 인후통과 질식을 일으키며, 비강, 인후의 궤양이 올 수 있어, 작업장 환경측정

시 염산이 검출되지는 않았으나 접착제에 첨가되었던 점으로 환자군에서 보인 자극 증세들이 일부 영향을 받지 않았다고 볼 수 없다. 염산에 만성적으로 노출되었을 때에 폐기능 저하는 보이지 않으며 동물실험에서 암을 일으킨 보고는 없다 (Proctor, 1988). Formaldehyde를 염산과 함께 사용하는 경우 특히 온도가 높고 습기있는 공기 중에서 쉽게 발알물질로 알려진 bis (chloromethyl) ether를 형성할수있다 (IARC, 1974). Methyl alcohol은 주로 섭취에 의해 시신경병증, 대사성 산증, 호흡저하등을 일으키며, 호흡기나 피부로도 흡수되어 시력상실, 사망까지도 초래할 수 있다 (Hensen, 1960). 가성소다는 눈, 점막, 피부에 자극제로 작용하는데 폭로정도에 따라 폐염을 일으키기도 하며 직접 접촉으로 눈이나 피부의 조직을 파괴하기도 한다 (Proctor, 1988).

장기간 formaldehyde접착제 폭로시 보인 자극증상들은 여러 연구 논문에서 보인 formaldehyde에 폭로되어 나타나는 증상들과 일치하는 양상으로 대부분의 formaldehyde 폭로에 대한 보고는 작업장 환경으로 부터 나왔다. Formaldehyde의 폭로 농도는 알려져 있지 않지만 시체 방부 처리 작업자중에서 눈, 피부, 상기도 자극 증세, 흉부 압박감, 호흡곤란과 기침 및 천명을 호소하였으며 (Plunkett와 Barbela, 1977), 대기중 formaldehyde 농도가 0.25 내지 1.39 ppm에서 7명의 시체 방부 처리 작업자에게서 상기도 자극 증상을 호소하였다 (Kerfoot, 1975). 합판 공장에서 formaldehyde에 노출된 근로자들의 호흡기 증상 및 폐기능 검사를 실시한 연구의 결과 formaldehyde 폭로 농도 0.28 내지 3.48 ppm, 평균은 1.13 ppm으로 5년 이상 근무한 노출군에서 기침, 객담, 천식등의 호흡기 증상을 보이고 폐기능이 통계적으로 유의하게 감소되었으며, 작업전 및 작업후의 폐기능을 비교한 결과는 큰 차이를 보이지 않았다. 저자는 장기간 formaldehyde폭로가 과민 반응의 지연 효과로 인한 만성 폐쇄성 양상의 폐기능 저하를 일으키는 것으로 보았으며, 이는 본 연

구에서 장기간 노출자에서는 폐기능 양상의 폐기능 저하를 보이거나 단기간 노출자에서 비노출군과 비교시 폐기능의 저하를 보이지 않는 것과 일치하는 것이다 (Malaka와 Kadama, 1990). Formaldehyde-phenolic resin증기 0.4 내지 13.0 ppm 사이에 노출된 작업자들에게서 가역적인 폐기능 저하와 기침, 천명등의 호흡기 증상을 보였으며 (Schoenberg와 Mitchell, 1975), 만성적인 저농도의 formaldehyde에 노출된 조직병리기사중 비흡연 여자들의 폐기능을 특정지역에서 표본 추출한 여자들의 것에 비교하였을때 비흡연 여자 조직병리기사의 폐기능 결과가 감소한 것을 보였다 (Kilburn, 1988). 또한 phenol-formaldehyde resin을 사용하는 고무제조 공장에서 평균 0.05 ppm 농도의 formaldehyde에 노출된 작업자에게서 눈, 비강의 자극증상과 기침 증상을 호소하였으며 (Gamble, 1976), formaldehyde 폭로농도 0.04 내지 1.25 ppm되는 합판 제조공장에서는 눈, 인후의 증상과 호흡기의 불편감을 작업자들에게서 더 많이 호소하였다 (Alexandersson, 1982). 그 외에도 의복공장에서 10명의 여성 근로자에게서 두통, 실신, 오심, 구토와 의식을 잃는 증세를 보였는데 이때의 formaldehyde 노출 농도는 2 내지 10 ppm이었다 (Ahmad, 1973).

12명의 실험대상군을 폭로농도 1.0ppm 이하의 formaldehyde에 노출시켰을 때에 눈에 자극증상이 일어나는 것을 확인하였으며 (Schuck, 1966), 급성적으로 3 ppm의 formaldehyde에 3시간 노출시켰을때에 폐기능이 저하되고 비강, 인후와 눈의 자극증세를 보인 실험보고도 있었다 (Sauder, 1986). 또한 formaldehyde 농도 13.8 ppm에 건강한12명의 남자 실험군을 30분간 노출시켰을 때에 눈, 비강, 인후의 자극증상을 보였다 (Sim과 Pattle, 1957).

Formaldehyde에 의한 폭로는 formaldehyde를 사용하는 작업장외에도 ureaformaldehyde나 formaldehyde foam이 포함된 재료로 지어진 주택 혹은 이동식 주택에서도 일어날 수 있는데, 334개의 이동식 주택에 사는 523명의 거주자들로 부터 눈, 인후의 자극, 두통, 기억력 소실, 현휘등을 호소하였으며, 이때의 폭로농는 0.3 내지 3.4 ppm이었다 (Breyse, 1979). Formaldehyde 폭로농도의 정도가 0.4 내지 8.0 ppm이 되는 formaldehyde foam으로 지은 68개의 주택에 사는 거주자에게서 눈의 자극증상, 두통, 현휘를 호소하였다 (Sardinas 등, 1972). 이동식 가옥에서 34개월간 근무한 21명의 경찰관에게서 0.12 내지 1.6 ppm의 formaldehyde에 폭로되어 눈과 인후

의 자극증세와 두통, 피로감을 호소하였으며 이들의 폐기능 측정 결과에서는 특별한 감소를 보이지 않았다 (Main과 Hogan, 1983).

여러 정도의 formaldehyde농도에 쥐를 폭로 시켰을 때에 관찰되는 상기도 자극증상을 본 동물실험의 결과에서 3.1 ppm 정도의 농도에서 유의하게 증상이 나타났으며, 이 연구에서 사람들이 formaldehyde 농도 3 ppm에 노출되었을 때에 눈, 비강, 인후의 자극증상을 심하게 보일것이며, 0.3 ppm에서는 약하게 호소할 것이라고 하였다 (Kane 과 Alarie, 1977).

이상에서 본 바와 같이 여러 정도의 formaldehyde 폭로농도에서 다양한 자극증상과 호흡곤란 및 폐기능의 저하를 보였는데, 본 연구에서도 집착부서 근무자들의 증상호소는 집착제 성분의 복합적인 작용에 의한 것으로 보이나 그 중에서도 formaldehyde가 주요 원인이었다는 것을 여러가지 점으로 미루어 보아 알 수 있다. 즉, 국산제품으로 대처한 후 부터는 늘 formalin을 추가로 섞어서 사용해 왔으며, 성분이 알려져있는 대구제품 자체에는 formalin이 주성분으로 되어있다. 이 후 증상을 심하게 호소하기 시작하자 1987년에 환기시설이 가동되었으며, 1989년 10월 이후에는 국산제품의 양은 반으로 줄이고, 증상을 유발시키지 않았던 일본제품을 섞어서 사용하였다. 특히 1990년 4월 25일 작업장 환경측정시 formaldehyde 외에는 methanol과 isopropyl alcohol만이 trace 정도로 잡혔을 뿐이고 formaldehyde는 0.2 ppm을 보였다. 이는 노동부 고시 제 88-70호 작업환경 측정방법 (노동부, 1988)에 의거한 formaldehyde의 허용농도 기준인 1.0 ppm을 훨씬 밑도는 것이나, 증상 발현시기에는 국산제품만 썼으나 1989년 10월 이후 일본제품과 섞어 썼다는 점과 1987년에 환기시설을 가동한 점으로 보아 증상 발현시기의 formaldehyde 노출 농도는 더 높았던 것으로 짐작된다.

특히 폭로기간이 길었던 여자 환자군을 폭로기간이 짧은 비환자군과 비교시 비강, 구강, 인후의 자극증세에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 비폭로군중 일 반적 특성이 비슷한 여자와 비교하였을 때에 비강, 구강, 인후, 피부의 자극증세와 정신이 멍해진다는 증상이 유의하게 증가하고, 폐기능 검사결과와는 환자군과 다른 어느 군과 비교시에도 감소를 보였다. 기침, 객담 및 호흡곤란등의 호흡기 증상에서는 환자군과 다른 군들 간의 비교시 유의한 차이를 보이지 않았는데 이는 목재 공장

내 접착부서외의 다른 부서에서 볼 수 있는 분진폭로에 의해서 호흡기 증상을 일으킬 수 있기 때문이다. 특히 환자군에서 보이는 특이한 증상은 기침을 유발하지 않으면서 호흡곤란을 초래하였다는 점이다.

조사 대상자들의 일반적 특성을 살펴보면 평균 연령은 환자군에서 더 낮았으나 표본수가 작고 환자군안에서도 큰 차이를 보여 통계적 의미는 없으며, 폭로군 및 비폭로군 중 여자의 흡연 및 음주율은 0%이었으므로 이들 특성에 의해 영향을 받을 수 있는 자극증상들과 폐기능 검사에 있어서의 혼란 요인을 배제할 수 있었다. 또한 상기도 및 호흡기 증세에 영향을 줄 만한 호흡기 질환의 과거력을 가진 사람들은 없었으며 흉부 X선-촬영 결과는 모두 정상 소견을 나타내었다. 특히 formaldehyde 폭로시 올 수 있는 폐기능의 저하가 불가역적인 변화인지에 대해서는 확실히 밝혀져 있지 않으므로 (Gamble 등, 1976 ; Main 과 Hogan, 1983 ; Kilburn, 1989), formaldehyde 폭로 작업장 입사시에 미리 폐기능 검사를 해 놓는 것이 중요하며 앞으로 이에 대한 세밀한 연구가 더 이루어져야 할 것이다.

## V. 요약

Formaldehyde가 주성분인 접착제를 사용하는 목재 가공업소에서 특히 접착부서에 48개월 이상 근무했던 3명의 여자근로자들이 눈, 비강, 구강, 인후 및 피부의 자극증상과 호흡곤란등의 증상을 호소하였다. 이에 목재 가공업소 전 근로자 26명을 대상으로 설문지를 통하여 자각증상 여부를 확인하고 흉부 X-선 촬영, 폐기능 검사, 심전도, 동맥혈 포화도 검사 및 혈액소 검사등을 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 접착부서 근무자중 장기 노출자인 환자군과 단기 노출자인 비환자군과 비교시에 냄새를 잘 못 맡으며 입안에 물집이 생기고 혀가 갈라지고 맛을 잘 모르며 목이 쉬는 증상에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ( $p < 0.05$ ).

2. 접착부서 근무자중 환자군과 전체 비폭로군과 비교 시에는 냄새를 잘 못 맡고 입안에 물집이 생기며 혀가 갈라지고 맛을 잘 모르며 목이 잘 쉬고 인후통이 오며 가슴이 답답하고, 피부 자극증상과 정신이 멍해진다는 증상에서 통계적으로 유의하게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

3. 환자군과 비폭로군의 여자군과만 비교한 경우에는 냄새를 잘 못 맡고, 혀가 갈라지며, 맛을 잘 모르고 목이 쉬며 인후통이 있고 피부자극 증상과 정신이 멍해진다는 증상에서 유의하게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

4. 폐기능 검사의 결과는 환자군에서 노력성 폐활량 (FVC)과 일초량 (FEV<sub>1</sub>)의 감소를 보였다 ( $p < 0.05$ ).

5. 전 근로자들에게서 흉부X-선 촬영, 심전도, 동맥혈 포화도 검사등에 큰 변화를 보이지 않았으며, 전체적으로 빈혈 양상을 보였으나 폭로 여부에 따른 차이는 없었다.

접착 부서 근로자들이 증상을 호소해서부터 임시검진과 작업장 환경 측정을 실시하고 정밀검사를 완료하기까지의 과정이 신속히 이루어지지 못했던 것은 폭로 작업장 근로자들의 문제점을 더욱 정확히 파악하고 건강을 보호 관리한다는 측면에서 개선되어야 할 것이다. 이와 같이 연구 수행에 많은 제한점이 있었으나 접착제를 사용하는 목재 가공업소에서는 복합적인 유해물질에 영향을 받을 수 있는데, 특히 formaldehyde 폭로에 인한 눈, 비강, 구강, 인후와 피부의 자극증상과 호흡곤란 및 폐기능의 저하가 문제시 되므로 폭로 여부를 결정할 수 있는 특별한 생물학적 감시 방법이 없어 증상에 의존하여 중독 여부를 파악하는데에는 어려움이 있으나 폭로 근로자들의 건강을 지키기 위해서는 작업장 환경측정등을 통한 폭로 감시를 더욱 철저히 하여야겠다. 또한 최근에 들어와서는 formaldehyde가 발암물질이라는 논쟁이 끊임없이 되고있으므로 폭로 근로자들에 대한 예방대책과 이에 따른 폭넓은 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 참고 문헌

- 노동부, 노동부고시 제 88-69호, 70호, 유해물질의 허용농도 및 작업환경 측정방법. 1988
- Ahmad I, Whitson TC, *Formaldehyde: how much of a hazard?* *Ind Med Surg* 1973; 42: 26-27
- Albert RE, Sellakumar AR, Laskin S, Kuschner M, Nelson N, Snyder CA. *Nasal cancer in the rat induced by gaseous formaldehyde and hydrogen chloride.* *J Nat Can Inst* 1982; 68: 597-603
- Alexanderson R. *Exposure to formaldehyde: effects on pulmonary function.* *ARCh Environ Health* 1982; 37: 279-284
- Berke JH. *Cytologic examination of the nasal mucosa in formaldehyde-exposed workers.* *J Occ Med* 1987; 29(8): 681-684

- Boysen M, Zadig E, Digernes V, Abeler V, Reith A. *Nasal mucosa in workers exposed to formaldehyde: a pilot study.* *Br J Ind Med* 1990; 47: 116-121
- Breyse PA. *Formaldehyde exposure in mobile homes; in Occupational Safety and Health Symposia, 1979, publication (NIOSH) 80-139, U. S. DHHS, 1980, pp 56-63*
- Edling C, Heliquist H, Odkvist L. *Occupational exposure to formaldehyde and histological changes in the nasal mucosa.* *Br J Ind Med* 1988; 45: 761-765
- Gamble JF, McMichael AJ, Williams t, Battigelli M. *Respiratory function and symptoms: an environmental epidemiological study of rubber workers exposed to a phenol-formaldehyde type resin.* *Am Ind Hyg Assoc J* 1976; 37: 499-513
- Glass WI. *An outbreak of formaldehyde dermatitis.* *N Z Med J* 1961; 60: 423-427
- Henderick DJ, Lane DJ. *Occupational formalin asthma.* *Br J Ind Med* 1977; 34: 11-18
- Hendrick DJ, Rando RJ, Lane DJ, Morris MJ. *Formaldehyde asthma: challenge exposure levels and fate after five years.* *J Occ Med* 1982; 24(11): 893-897
- Hensen EV. *The toxicology of some aliphatic alcohol, Part II.* *J Occ Med* 1960; 1: 497-502
- International Agency for Research on Cancer. *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to man. Vol. 4. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 1974. p. 231*
- Kane LE, Alarie Y. *Sensory irritation to formaldehyde and acrolein during single and repeated exposures in mice.* *Am Ind Hyg Assoc J* 1977; 38: 509-522
- Kerfoot EJ, Mooney TF. *Formaldehyde and paraformaldehyde study in funeral homes.* *Am Ind Hyg Assoc-J* 1975; 36: 533-537
- Kilburn KH, Warshaw R, Thornton JC. *Pulmonary function in histology technicians compared with women from Michigan: effects of chronic low dose formaldehyde on a national sample of women.* *Br J Ind Med* 1989; 46: 468-472
- Main DM, Hogan TJ. *Health effects of low-level exposure to formaldehyde.* *J Occ med* 1983; 25(12): 896-900
- Malaka T, Kodama AM. *Respiratory Health of plywood workers occupationally exposed to formaldehyde.* *Arch Environ Health* 1990; 45: 288-294
- Marsh GM. *Proportional mortality patterns among chemical plant workers exposed to formaldehyde.* *Br J Ind Med* 1982; 39: 313-322
- Marzulli FN, Maibach HI. *Antimicrobials: experimental contact sensitization in man.* *J Soc Cosmet Chem* 1973; 24: 399-421
- NIOSH. *Criteria for a recommended standard: occupational exposure to formaldehyde.* NIOSH. 1977; No. 77-126
- Olsen JH, Asnaes S. *Formaldehyde and the risk of squamous cell carcinoma of the sinonasal cavities.* *Br J Ind Med* 1986; 43: 769-774
- Plunkett ER, Barbela T. *Are embalmers at risk?* *Am Ind Hyg Assoc J* 1977; 38: 61-62
- Proctor NH(ed.). *Chemical hazards of the work Place. 2nd edition, J. B. Lippincott Company, Philadelphia, 260-262, 1988*
- Sardinas AV. *Health effects associated with urea formaldehyde foam insulation in Connecticut.* *J Environ Health* 1972; 41: 270-272
- Sauder LR, Chatham MD, Green DJ, Kulle TJ. *Acute pulmonary response to formaldehyde exposure in healthy nonsmokers.* *J Occ Med* 1986; 28(6): 420-424
- Schoenberg JB, Mitchell CA. *Airway disease caused by phenolic (phenol-formaldehyde) resin exposure.* *Arch Environ Health* 1975; 30: 574-577
- Schuck EA, Stephens ER, Middleton JT. *Eye irritation response at low concentrations of irritants.* *Arch Environ Health* 1966; 13: 570-575
- Stayner LT. *A retrospective cohort mortality study of workers exposed to formaldehyde in the garment industry.* *Am J Ind Med* 1988; 13: 667-681
- Swenberg JA, Kerns WD, Mitchell RI, Gralla EJ, Pavkov KL. *Induction of squamous cell carcinoma of the rat nasal cavity by inhalation exposure to formaldehyde vapor.* *Cancer Res* 1980; 40: 3398-3401