

## 2-Bromopropane을 함유한 침지액 폭로 근로자들의 신경정신증상

한국산업안전공단 산업보건연구원, 경북의대 예방의학교실\*

최경숙 · 천병렬\* · 박정선 · 김양호 · 문영한

— Abstract —

### Neuropsychiatric Symptoms of Workers Exposed to 2-Bromopropane

Kyeong Sook Choi, Byung Yeol Chun\*, Jung Sun Park,  
Yang Ho Kim, Young Hahn Moon

*Industrial Health Research Institute, Korea Industrial Safety Corporation  
Department of Preventive Medicine, Kyungpook National University\**

To investigate the impact of 2-bromopropane on neuropsychiatric symptoms, 33 exposed workers and 77 non-exposed workers in electronic company were recruited. Neuropsychiatric symptoms were assessed using self-administered questionnaire. Memory disturbance, concentration disturbance, sleep disturbance, understanding disturbance and acute irritation symptom were more frequent in workers exposed to 2-bromopropane. To investigate the association between 2-bromopropane exposure and neuropsychiatric symptoms, total symptom scores of exposed workers were compared with those of non-exposed workers. Mean value in the exposed workers was significantly higher than that of non-exposed comparisons. The mean value of total symptom score of smokers in exposed workers was significantly higher than that of smokers in non-exposed workers. In multivariate regression analysis, exposure status was significant predictor for total symptom score after controlling the effects of age, sex, education, smoking status and alcohol intake.

Above findings suggest that 2-bromopropane was significantly associated with neuropsychiatric symptoms. Therefore, it is recommended that further research with objective assessment and long follow-up should be done to confirm the results of this study.

**Key Words :** 2-bromopropane, Neuropsychiatric symptoms

## 서 론

사업장에서 광범위하게 사용되고 있는 유기용제로 인한 건강 위해를 예방하기 위해 나라마다 폭로허용 기준을 정하여 관리하고 있으며, 우리 나라에서도 각종 유기용제에 폭로되고 있는 근로자의 건강을 보호하기 위해 6개월에 1회의 작업환경측정과 특수건강진단을 실시하고 있다. 노동부 고시에는 특수건강진단을 위한 화학물질로서 유기용제 및 특정화학물질을 규정(노동부, 1994)하고 있어서 여기에 포함되지 않은 물질에 대한 관리는 거의 되지 않고 있다.

유해화학물질의 독성작용 중 신경독성은 신경조직이 한 번 손상되면 다시 회복되기 어렵고 치명적인 후유증을 남기게 되기 때문에 특히 문제가 된다. 그러므로 유해화학물질을 취급하는 근로자의 건강을 보호하기 위해서는 가역적인 상태에서 조기발견하는 것이 중요할 것이다. 일반적으로 유기용제에 의한 중추신경계의 영향을 조기에 파악하기 위한 방법으로 증상설문지법, 신경행동학적검사, 신경생리검사 등을 이용할 수 있다. 신경생리검사는 검사 시간이 오래 걸리고 병원 내에서 이루어지므로 작업장에서 이용할 수 없는 검사이다. 유기용제에 의한 신경독성 연구는 신경행동학적검사를 주로 이용해 왔다. 우리 나라에서도 세계보건기구의 Neurobehavioral Core Test Battery(NCTB)를 이용한 연구(강성규 등, 1993; 이세훈과 이승환, 1993)와, 개인용 컴퓨터를 이용한 신경행동학적인 연구(정종학 등, 1994; 사공준과 정종학, 1994)가 있었다. 이러한 신경행동학적인 검사는 저렴한 비용으로 간단하게 활용할 수 있는 검사법이라고는 하나, 특별한 검사도구를 가지고 훈련된 검사자에 의해 실시되어야 하며, 검사시간이 비교적 길기 때문에 현재 우리나라에서는 이용이 제한적이라고 할 수 있다. 증상설문지법은 빠른 시간에 수행할 수 있고, 비관혈적이고, 비용이 적게 드는 방법이다. 따라서 조수현 등(1993)은 손쉽게 이용할 수 있는 설문지를 이용하여 신경계 건강장해를 조기발견하기 위한 연구를 수행한 바 있다. 이 연구에서 개발된 설문지는 그후 타당도와 신뢰도가 검증되었으므로(권호장 등, 1995) NCTB 등의 신경행동학적 검사를 시행하기 어려운 상황인 경우 이 설문지를 이용하여 유기용제에 의한 중추신경계의 영향을 파악할 수 있을 것이다.

2-bromopropane은 일명 isopropyl bromide라고도 하는데 화학 구조식은  $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3$ 으로 비등점은  $59^\circ\text{C}$ (760mmHg에서)이고, 증기압은  $20^\circ\text{C}$ 에서 175mmHg이며, 냄새가 없고 무색의 인화성 액체이다(NIOSH, 1996). 그동안은 2-bromopropane에 관한 급성 독성과 만성 독성에 대해 국외 및 국내적으로 알려진 바가 거의 없었다. 또한 우리나라에서는 2-bromopropane이 관리 대상 물질에 포함되어 있지 않아 사업장에서 건강에 대한 위험 인식이 거의 없는 상태였다. 그러나 1995년 여름에 전자부품을 만드는 공정에서 기왕에 사용해 오던 프레온이 오존층 파괴작용으로 규제됨에 따라 이에 대한 대체물질로 2-bromopropane이 주성분인 침지액을 사용해 오던 우리 나라 모 전자부품공장 근로자에서 생식 독성과 골수 독성이 나타났음이 보고됨으로써(박정선 등, 1995; Kim 등, 1996; Park 등, 1997) 많은 사람들이 관심을 가지게 되었다. 우리나라에서의 2-bromopropane 사용 현황은 아직 정확하게 파악되지 않았으므로 1년에 사용되는 양과 폭로되는 근로자 수는 정확히 알 수 없는 실정이다. 그 동안 세계적으로 보고된 연구는 없으나 우리나라에서 발생한 근로자들의 건강 장애가 매우 심각한 상태이고, 또한 역학 조사에서 보고된 것 외에 다른 신체 기관의 건강 장애 발생 가능성에 대해서도 완전히 배제할 수 없으므로 다양한 관점에서 계속적인 연구가 필요하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 임상발현 이전 단계에서 간편한 신경정신증상 설문지를 사용하여 2-bromopropane의 중추신경계에 대한 영향을 파악하고자 하는 것이었다.

## 대상 및 방법

연구대상자는 1995년 8월 당시 모 전자부품공장에서 2-bromopropane이 주성분인 침지액에 폭로되고 있었던 근로자 33명과 같은 사업장에서 2-bromopropane에 폭로되지 않는 근로자 77명이었다. 2-bromopropane에 폭로된 근로자들은 텍트스위치 부품조립팀에서 작업을 해 왔던 근로자 모두가 포함되었고, 비폭로 집단은 2-bromopropane에 폭로된 근로자들이 작업하는 바로 옆의 작업실에서 일하는 텍트스위치 부품가공팀 근로자 군과 일반 스위

치 제조팀 근로자 전수가 포함되었다. 이 비폭로 집단이 작업하는 곳은 벽에 의해서 텍트스위치 부품조립실과 구분되어 있고 공조 시설도 독립되어 있었다. 조사기간은 1995년 8월 21일부터 1995년 8월 24일 까지 4일간이었으며, 총 110명의 대상자 중 면접조사를 하지 않은 폭로군 2명과 비폭로군 3명, 우울증의 과거력이 있는 폭로군 1명과 비폭로군 2명은 분석에서 제외하였다.

폭로군과 비폭로군 모두에게 조수현 등이 개발한 만성유기용제 폭로에 의한 정신신경학적 이상 소견의 현장진단을 위한 자각증상 설문지(조수현 등, 1993)를 이용하여 자기기입식으로 설문 조사를 시행하였으며, 근로자가 설문지를 작성한 후 빠진 문항을 다시 확인하여 보완하였다. 총 33문항으로 이루어진 설문 문항은 각 증상군별로 심도나 빈도 개념의 순으로 누적성을 갖도록 구성되어 있고, 각 문항은 '예', '아니오'로 대답하게 되어 있으나 두통과 성기능 장애에 관한 문항은 4단계의 척도를 가지도록 구성되어 있다. 설문지의 점수는 '예'는 1점, '아니오'는 0점으로 처리하고, 4단계의 척도를 가지고 있는 두통과 성기능 장애에 대한 문항은 정도에 따라 0점에서 3점을 부여하여 신경정신증상총점은 0점에서 37점의 범위를 갖도록 하였다. 각 12개 증상군별 문항과 문항수는 기억력 장애(Memory disturbance) 3항, 우울(Depression) 3항, 두통(Headache) 1항, 정서 장애(Emotional lability) 2항, 피로(Fatigue) 4항, 집중 장애(Concentration disturbance) 3항, 수면 장애(Sleep disturbance) 2항, 흥분/신경과민(Irritability) 3항, 이해력 장애(Understanding disturbance) 3항, 급성자극증상(Acute irritation symptoms) 4항, 말초신경 장애(Peripheral neuropathy) 4항 및 성기능 장애(Sexual disturbance) 1항으로 이루어져 있다. 이밖에 성, 연령, 교육수준, 음주력, 흡연력, 과거 질병력 등이 설문 조사에 포함되었다. 이 설문지는 신뢰도와 타당도가 검증되었기(권호장 등, 1995)때문에 어느정도 객관성있는 조사가 되리라고 판단하고 조사를 수행하였다.

조사를 시행할 때 이미 대상 근로자들의 작업이 중지된 상태였으므로 각각의 근로자들의 작업시 폭로농도와 공기중의 농도를 측정할 수 없었고, 사업장에서 매년 두 번 실시하는 작업환경측정에서 2-bromo-

propane을 측정하지 않았기 때문에 정확한 폭로를 파악할 수 없었다. 따라서 작업공정을 모의가동한 상태에서 즉, 침지조에 침지액을 넣고 공조시설과 국소배기시설을 가동 한 상태에서 침지조로부터 일정 거리별로 지역시료를 채취하여 분석함으로써 근로자들의 폭로여부와 그 양상을 추정하였다. 시료는 활성탄판(charcoal, 100mg/50mg LOT 120, CAT No 226-01GWS, SKC제품)을 이용하여 채취하였고, 아이스박스로 운반한 후 가스크로마토그래피로 분석하였다. 채취 및 분석 방법은 미국 국립산업안전보건 연구원의 방법을 따랐다(NIOSH, 1994).

설문지 문항의 신뢰도를 파악하기 위해 문항의 내적일치도를 평가하는 Cronbach의 alpha계수를 구하였으며, 폭로군과 비폭로군간, 그리고 폭로근로자들 중에서는 모대학병원에서 정밀검진 결과 생식기능과 골수기능 저하자(박정선 등, 1995) 중 한가지라도 저하된 소견이 나타난 사람과 그렇지않은 사람과의 신경정신증상총점의 차이가 있는지 검증하기 위해 SAS ver. 6.04 프로그램을 이용하여 t-검정을 하였고, 혼란변수를 통제하기 위해 다중회귀분석을 이용하였다.

## 성 적

2-bromopropane에 폭로된 근로자 30명과 폭로되지 않은 근로자 72명의 일반적인 특성을 보면 폭로군은 남자가 7명 여자가 23명, 연령은  $27.3 \pm 8.8$  세 그리고 교육기간은  $11.1 \pm 2.1$ 년이었고; 비폭로군은 남자가 11명 여자가 61명, 연령은  $27.7 \pm 8.6$  세, 교육기간은  $11.5 \pm 1.6$ 년으로 두 집단간에 차이가 없었다. 술은 한 달에 적어도 1회 내지 2회를 마신다고 응답한 수가 폭로군에서 93.3%, 비폭로군에서 91.7%로 비슷한 빈도를 보였다. 그러나 흡연력에 있어서는 양군간에 차이를 보였는데 폭로군에서 현재 흡연자가 33.3%로 비폭로군의 9.7%보다 큰 분포를 나타내었다(Table 1).

작업할 당시 2-bromopropane에의 폭로 여부를 확인하기 위해 침지조에 침지액이 들어있는 상태에서 국소배기장치를 가동하고 침지조로부터 거리별로 작업장내 14지역에서 기중 시료를 채취하여 2-bromopropane의 농도를 구하였다. 각 위치별 공기 중 시료의 성분은 침지액을 분석했을 때(박정선 등,

1995)와 마찬가지로 2-bromopropane이 주성분이었다. 거리별로 2-bromopropane의 농도 범위는 9.16ppm에서 19.55ppm사이였고 평균 농도는 12.73±3.14 ppm이었다. 폭로군에서 2-bromopropane에 폭로된 기간은 평균 14.8±4.7개월(5.7-18.2개월)이었다.

총 33문항의 설문지 문항을 점수화하여 증상총점의 평균을 비교하였을 때 폭로군과 비폭로군에서 각각 19.8과 14.8로 차이가 있었다(Table 2).

폭로군내에서 질병이 있는 집단과 없는 집단간에 신경정신증상의 차이를 보기위해 골수와 생식기중 한가지라도 기능저하가 있는 사람을 질병자라고 분류하여 증상총점을 비교했을 때 그 점수가 각각 19.1과 21.5로 차이가 없었다(Table 3).

흡연자들에서 폭로군의 경우 23.36으로 비폭로군의 15.40보다 유의하게 높았다(p<0.01). 그러나 비흡연자들에서는 폭로군이 17.68로 비폭로군의 14.74보다 역시 높았지만 유의한 차이는 아니었으며, 폭로군 내에서 흡연군과 비흡연군간의 증상총점을 비교해본 결과 흡연군이 유의하게 높았고(p<0.05) 비폭로군 내에서는 두군간의 유의한 차를 보이지 않았다(Table 4).

Table 1. General characteristics of the study group

Characteristics	Exposure (n=30)	Non-exposure (n=72)
Age(years)	27.3±8.8	27.7±8.6
Education(years)	11.1±2.1	11.5±1.6
Sex		
Male	7(23.3)	11(15.3)
Female	23(76.7)	61(84.7)
Smoking habit*		
Smoker	11(36.7)	10(13.9)
Non-smoker	19(63.3)	62(86.1)
Alcohol		
3 times/month or less	28(93.3)	66(91.7)
1 time/week or more	2(6.7)	6(8.3)

( ) : %, \* p<0.05

각각의 증상군별로 2점 이상일 때를 양성으로 하고 폭로군과 비폭로군 간의 양성률을 비교한 결과 폭로군에서 기억력 장애(70%), 정신집중 장애(70%), 수면 장애(13%), 이해력 감퇴(47%) 및 급성자극증상(70%)의 증상군들이 높게 나타났다. 그 외의 나머지 증상군들도 폭로군에서 양성률이 높았으나 유의하지 않았다(Table 5).

중추신경계의 기능변화에 대한 혼란변수의 영향을 통제한 후 2-bromopropane에의 폭로여부가 증상총점에 미치는 영향을 평가하기 위해 증상총점을 종속변수로 하고 폭로여부, 성, 연령, 교육년수, 음주, 흡연여부를 독립변수로 하여 다중회귀분석을 하였다. 모델의 설명력은 20.6%였으며, 증상총점과 유의한 관련이 있는 변수로는 노출유무와 흡연유무였다(p<0.05)(Table 6).

Table 2. Comparison of mean value of total symptom scores by exposure status

	Exposure (n=30)	Non-exposure (n=72)
Mean±SD	19.8±6.5*	14.8±6.4
Range	8.0-31.0	2.0-28.0

\* p<0.05

Table 3. Comparison of mean value of total symptom scores by health status among exposed workers

	Diseased <sup>#</sup> (n=22)	Not diseased (n=8)
Mean±SD	19.1±6.6	21.5±6.5
Range	8.0-31.0	12.0-31.0

# Bone marrow or reproductive organ hypofunction

Table 4. Mean values of total symptom scores stratified by smoking status

	Exposure	Non-exposure
Smoker(n=21)	23.36±4.57 <sup>1)2)</sup>	15.40±7.8
Non-smoker(n=81)	17.68±6.68	14.74±6.20

1) p<0.01 : Compared with nonexposure and smoker

2) p<0.05 : Compared with exposure and nonsmoker

## 고 찰

국내에서 2-bromopropane 폭로 근로자들에 관한

**Table 5.** Positive rate of symptom by exposure status

Symptom	Exposure No (%)	Non-exposure No (%)
Memory disturbance**	21(70.0)	27(37.5)
Depression	17(56.6)	30(41.7)
Headache	15(50.0)	21(29.2)
Emotional lability	13(43.3)	23(31.9)
Fatigue	29(96.7)	66(91.7)
Concentration Disturbance*	21(70.0)	32(44.4)
Sleep disturbance*	4(13.3)	1(1.4)
Irritability	22(73.3)	45(62.5)
Understanding disturbance**	14(46.7)	7(9.7)
Acute irritation symptoms**	21(70.0)	21(29.2)
Peripheral neuropathy	14(46.7)	24(33.3)
Sexual disturbance	7(23.2)	10(13.9)

# score > 2, \* p<0.05, \*\* p<0.01

박정선 등(1995)의 역학조사 결과 33명(여성 25명, 남성 8명)의 근로자들 중 17명의 여성 근로자가 난소기능저하증, 6명의 남성 근로자가 정자생성기능저하증을, 그리고 이중 7명(여성 6명, 남성 1명)은 골수기능저하 소견을 같이 나타내었다는 보고가 있는 이후 연구가 활발히 진행되어 최재욱 등(1995)의 2-bromopropane의 급성흡입독성에 대한 실험연구 중간 발표가 있었고, 2-bromopropane의  $LC_{50}$ 이 31,171 ppm이라는 연구결과(Kim 등, 1996)가 있었다. 또한 실험쥐를 이용한 복강내 투입 후 그 유해성 평가에서 수컷 정소 위축과 세정관 위축, 정원세포나 정모 세포의 괴사, 백혈구 감소증, 적혈구 부동 세포증, 정적혈구성 빈혈, 골수의 적혈구 생성 장애 등을 일으킨다는 연구(유일재 등, 1996)가 보고되었으며, 미생물을 이용한 변이원성시험에서 양성, 포유류 배양세포를 이용한 염색체이상시험에서 음성의 결과, 골수세포에서 소핵시험후 소핵 유발성은 없었으나 골수에서의 적혈구생성과정에 다소 영향이 있음을 확인한 연구(Maeng과 Yu, 1997)가 수행되었다. 일본에서도 동물실험으로 2-bromopropane이 정소와 조혈기계의 독성을 나타낸다는 연구발표(Ichihara 등, 1996)가 있었다. 그러나 지금까지 2-bromopropane의 인체에 대한 영향은 박정선 등의 역학조사 결과가 유일한 보고이기 때문에 그들이 밝혀 낸 조혈기관과 생식기관 장애 외에 중추신경계에도 영향을 미칠 것이라는 가정 하에서 본 연구가

**Table 6.** Multiple regression analysis of total symptom score

Independent variable	Parameter estimate	Standard error	p-value
Exposure (nonexposure=0, exposure=1)	3.750	1.460	0.012
Age(years)	-0.202	0.119	0.095
Sex(male=0, female=1)	1.799	2.751	0.515
Education(years)	-0.330	0.516	0.524
Alcohol habit (3 times/month or less=0, 1 time/week or more=1)	2.932	2.371	0.220
Smoking habit (nonsmoker=0, smoker=1)	5.173	2.324	0.028

R-Square value=0.206, F=4.119, p=0.001

수행되었다. 한편 침지액에 불순물로 미량 포함되어 있었던 heptane과 1,1,1-trichloroethane도 중추신경계에 영향을 나타내나 그 농도가 극히 낮기(박정선 등, 1995) 때문에 무시할 수 있고 2-bromopropane을 사용하기 이전에는 침지액으로 chlorofluorocarbons의 일종인 freon-113(1,1,1-trichloro-1,2,2-trifluoroethane)을 사용했었는데, chlorofluorocarbons는 고농도에서 감각 변화, 이명, 말의 어눌함, 불안, 심전도 변화(부정맥 포함), 폐기능 감소를 일으킨다고 알려져 있으나(Zenz, 1994) 이러한 영향은 상당한 고폭로로 인한 경우이므로 이 물질들의 중추신경계에 대한 영향은 크게 문제가 되지 않을 것으로 생각되어 본 연구에는 이러한 물질의 영향을 고려하지 않고 수행되었다.

기존의 다른 유기용제에 폭로된 집단에서 설문지를 이용하여 정신신경학적인 증상이 증가한다는 것을 증명한 것(Husman, 1980; Baker와 Fine, 1983; Gregersen 등, 1984; Linz 등, 1986; 이승훈 등 1992)과 마찬가지로 본 연구에서도 폭로군에서 유의하게 증상총점이 증가하였다. 또한 각각의 증상군 중에서 기억력 장애, 정신집중 장애, 수면 장애, 이해력 감퇴 및 급성자극증상이 폭로군에서 유의하게 호소율이 높았다. 그러나 이러한 결과에는 보상심리에 의한 근로자들의 과호소 경향을 배제할 수 없다. 폭로군과 비폭로군의 일반적인 특성 중 연령, 교육년수, 성, 음주 등의 변수는 양군간에 차이가 없어 비교적 동질한 집단이라고 할 수 있으나, 흡연력은 폭로군에서 유의하게 높게 나타나 연구 집단을 흡연여부에 따라 층화하여 분석하였다. 폭로군과 비폭로군에서의 증상총점을 비교한 결과 흡연군내에서만 폭로군과 비폭로군과의 증상총점이 유의하게 차이가 나타났으며, 또한 폭로군내에서 흡연군과 비흡연군간의 비교에서 흡연군의 증상총점이 유의하게 높게 나타났다. 이것은 폭로와 흡연과의 상호작용 관련성을 시사한다고 할 수 있을 것이다. 미국 공중위생국에서는 흡연과 직업적 유해물질 폭로가 상호작용하여 질병을 촉발 혹은 증강시키는 기전을 여섯가지로 설명 했는데(Surgeon General, 1975) 흡연으로 인한 부산물이 근로자에서 독성물질의 매개체(vectors)로 작용한다는 것, 작업장의 화학물질을 열분해(pyrolysis)하여 더 해로운 물질로 변환시킨다는 것, 흡연과 작업장에서 부가적인 폭로(ace-

tone, acrolein, aldehydes, aromatic amines, arsenic, cadmium, carbon monoxide, formaldehyde, hydrogen cyanide, hydrogen sulfide, ketones, lead, methyl nitrite, methylene chloride, nicotine dioxide, polynuclear aromatic hydrocarbons 등)가 있다는 것, 흡연과 직업적 폭로는 부가적인 생물학적 영향을 유발시킨다는 것, 흡연과 직업적 폭로는 상승작용 혹은 복합적인 생체 영향을 나타낸다는 것, 그리고 흡연자에서는 화재 및 비화재 관련성의 재해가 증가한다는 것 등으로 설명한 바가 있다. 또한 흡연 외에 다른 연구에서 혼란요인이라고 인정된 연령, 성, 음주 등(Bolla, 1990)을 통제하기 위한 중회귀분석 결과 폭로유무외에 흡연이 유의하게 나타났다. 이러한 결과로 미루어 흡연이 2-bromopropane에의 폭로와 함께 신경정신증상 유발에 어느정도 관련이 있을 것으로 추측된다. 연령의 경우 증상총점과 음의 관계를 나타내어 연령 증가가 신경정신계에 영향을 미친다고 알려져 있는 일반적인 견해와 상반된 양상을 보였다. 그러나 연구대상 집단의 수가 적고, 연령 분포가 고르지 않으며 또한 유의한 변수가 아니기 때문에 본 연구에서 연령과 증상총점과의 관계를 설명하기는 어렵다고 생각된다.

2-bromopropane에 폭로된 집단에서 신경정신증상의 총점이 높게 나타나 이 물질이 신경계에 영향을 미칠 것으로 추측된다. 그러나 본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 본 연구에 사용된 설문지가 유기용제에 만성적으로 폭로된 근로자에서 신경계의 만성건강장해를 조기발견하기 위한 선별용으로 개발되었다고는 하나 객관적인 다른 검사법을 병행하여 시행된 연구가 없었고, 선별하기 위한 증상총점의 기준점도 제시되지 않았다는 점이다. 둘째, 본 연구를 수행할 때 폭로가 중단된 상태였으나, 일반적으로 자기기입식 설문조사를 수행할 때 근로자는 평소 자신이 작업할 당시에 느꼈던 대로 답을 하기 때문에 급성효과와 만성 효과가 구분되지 않는다. 또한 폭로 기간이 평균 14.8개월로 다른 유기용제에서 만성적인 영향을 나타내는 기간보다 짧다. 셋째, 폭로에 대한 과거 자료가 없었고, 발생한 질병이 위중하여 작업을 재현하지 못한 채 기중 2-bromopropane을 측정했기 때문에 개개인 별로 정확한 폭로량을 추정하지 못했다. 따라서 폭로군에서 증상

총점과 2-bromopropane의 폭로와의 양-반응관계를 입증할 수 없었다. 이러한 제한점이 있음에도 설문지를 이용한 본 연구를 수행한 이유는 이 방법이 유기용제에 고농도로 폭로될 위험성이 높은 집단에서 매우 유용한 선별 검사방법으로 제시되어 왔기 때문이다(WHO, 1985). 그런데 본 연구의 폭로군은 정규규격의 침지조가 없는 간이식 침지조를 일부 사용하면서 국소배기장치가 완전히 가동되지 않고 침지액 자동 주입장치가 전적으로 설치되지 않은 상태에서 수개월 작업이 진행되었었고, 근로자가 보호구도 착용하지 않고 침지조내에 상체를 넣고 작업하는 경우가 있었고, 가동 전용기의 분진여과용 필터가 침지액으로 세정되고 있어 필터를 세정하기 위해 침지조의 문을 열 경우가 있었으며, 국소 배기장치 및 공조시설의 설치 및 관리의 잘못 등으로 근로자들이 2-bromopropane에 고농도로 폭로되었을 것으로 추정된다. 본 연구에서도 설문지의 신뢰도를 보기 위해 문항의 내적일치도를 나타내는 Cronbach의 alpha계수를 구하였는데, 그 결과 점수의 분포를 표준화하기 전에는 0.84, 점수의 분포를 표준화한 이후에는 0.86으로 나타나 권호장 등(1995)의 0.85, 0.86과 마찬가지로 높은 값을 보여 비교적 신뢰도가 높은 것으로 나타났다.

이상과 같이 2-bromopropane이 주성분인 전자부품공장의 침지액에 폭로되는 근로자로부터 설문지로 조사한 신경정신증상의 총점이 비폭로군보다 높게 나타났다. 이것은 2-bromopropane에의 폭로는 중추신경계에도 영향을 미칠 가능성을 나타내므로 독성이 잘 알려져 있지 않은 물질을 새로 사용할 때에는 그 물질에 독성이 없다는 것이 아니라 독성을 밝히는 연구가 이루어지지 않았다는 것을 주지하고 신중을 기해야 할 것이며, 본 결과를 일반화하기 위해서는 더 객관적인 검사가 병행된 조사나 지속적인 추적조사 연구가 필요하다고 할 수 있다.

## 요 약

2-bromopropane으로 인한 중추신경계의 영향을 파악하기 위해 1995년 8월 전자부품공장에 근무하는 폭로 근로자 33명과 비폭로 근로자 77명을 대상으로 자기기입식 설문지를 사용하여 신경정신증상을 조사하였다. 폭로군에서 유의하게 높았던 증상군은

기억력 장애, 정신집중 장애, 수면 장애, 이해력 감소, 급성자극증상이었다. 2-bromopropane과 신경정신증상과의 관계를 파악하기 위해 폭로군과 비폭로군을 증상총점으로 비교한 결과 폭로군에서 평균 19.8로 비교군에서 14.8보다 유의하게 높았다. 폭로군과 비폭로군에서 흡연력이 차이가 있어 층화분석한 결과 흡연자에서만 폭로군의 증상총점이 유의하게 높은 것을 알 수 있었다. 중추신경계 영향 평가에 혼란요인으로 작용할 가능성이 있는 연령, 성, 교육, 음주여부, 흡연여부를 통제한 다중회귀분석결과 폭로여부와 흡연유무가 증상총점에 영향을 주는 유의한 변수로 나타났다.

이상으로 보아 2-bromopropane을 함유한 침지액 폭로는 중추신경계에 장애를 일으킬 가능성이 있다는 것을 시사하므로 더 객관화된 검사도구를 병행한 연구와 지속적인 추적연구가 필요하다고 생각된다.

## REFERENCES

- 강성규, 정호근, 홍정표, 김기웅, 조영숙. 유기용제 폭로근로자들에 대한 신경행동검사에 관한 연구. 예방의학회지 1993;26(2):210-221
- 권호장, 조수현, 임현술. 신경행동학적 증상 설문지의 타당도 및 신뢰도에 관한 연구. 대한산업의학회지 1995;7(1):21-27
- 노동부. 노동부고시 제94-38호 특수건강진단방법 및 건강관리기준, 1994
- 박정선, 김양호, 박동욱, 최경숙, 박승현, 문영한. 양산 LG 전자부품(주) 역학조사 최종보고서, 한국산업안전공단 산업보건연구원 연구자료, 1995
- 사공준, 정종학. 자동차페인트 도장공에 있어서 컴퓨터를 이용한 신경행동검사 수행기능의 평가. 예방의학회지 1994;27(3):487-504
- 유일재, 김현영, 맹승희, 임철홍 등. 2-bromopropane의 급성독성, 유전독성과 생식독성. 대한산업의학회 1996년도 제17차 추계학술대회 초록, 1996
- 이세훈, 이승한. 유기용제 폭로근로자의 신경행동학적 변화에 대한 연구. 산업보건 연구논문집 1991; 55-63
- 이승훈, 윤ungi, 이종영, 서석권. 유기용제 취급자들에게 정신증상. 예방의학회지 1992;25(1):1-12
- 정종학, 김창윤, 사공준. 컴퓨터를 이용한 유기용제 폭로 근로자의 신경행동학적 장애 검사. 대한산업의학회지 1994;6(2):219-241
- 조수현, 김선민, 권호장, 임용현, 임현술. 만성유기용제 폭로에 의한 정신신경학적 이상소견의 현장진단방법 개발에 관한 연구. 예방의학회지 1993;26(1):147-164

최재욱, 박종태, 조기홍, 손진희. 2-bromopropane의 급성흡입독성에 대한 실험연구. 제47차 대한예방의학회 추계 학술대회 연재집, 1995

Baker EL, Fine LJ. Solvent neurotoxicity: The current evidence. *J Occup Med*, 1986;28:126-129

Bolla KI, Schwartz BS, Agnew J, Agnew J, Ford PD, Bleecker ML. Subclinical neuropsychiatric effects of chronic low-level solvent exposure in US paint manufactures. *J Occup Med* 1990;32(8):671-677

Gregersen P, Angelsø B, Nielsen TE, Nørgaard B, Uldal C. Neurotoxic effects of organic solvents in exposed workers: An occupational, neuropsychological, and neurological investigation. *Am J Ind Med* 1984;5:201-225

Husman K. Symptoms of car painters with long-term exposure to a mixture of organic solvents. *Scand J Work Environ Health* 1980;6:19-32

Ichihara G, Asaeda N, Kumazawa T, Tagawa Y, et al. Testicular toxicity of 2-bromopropane. *J Occup Health* 1996;38:205-206

Kim HY, Chung YH, Yi KH, Kim JG, Yu IJ.  $LC_{50}$  of 2-bromopropane. *Industrial Health* 1996;34:403-407

Kim Y, Jung K, Hwang T, Jung G, et al. Hematopoietic and reproductive hazards of Korean electronic workers exposed to solvents containing

2-bromopropane. *Scand J Work Environ Health* 1996;22:387-391

Linz DH, de Garmo PL, Morton WE, Wiens AN, Coull BM, Maricle RA. Organic solvent induced encephalopathy in industrial painters. *J Occup Med* 1986;28:119-125

Maeng SH, Yu IJ. Mutagenicity of 2-bromopropane. *Industrial Health* 1997;35(in press)

NIOSH. NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed. 1994

NIOSH. NIOSH/RTECS No. TX4111000, No. KJ4000000, 1996

Park JS, Kim Y, Park DW, Choi KS, et al. An outbreak of hematopoietic and reproductive disorders due to solvents containing 2-bromopropane in and electronic factory, south Korea: Epidemiologic survey. *J Occup Health* 1997;39:138-143

Surgeon General, Smoking and Health. A Report of the Surgeon General. Washinton, DC:U.S. Department of Health, Education and welfare, Public Health Service. DHEW publication (PHS)79-50006, 1975

WHO. Environmental health 6. Chronic effects of organic solvents on the central nervous system, Copenhagen. WHO, 1985

Zenz C. Occupational medicine. 3rd ed. St. Louise, Mosby-Year Book Inc., 1994, pp. 496-500