

## 섬유가공업체 코팅 부서 근로자들의 유기용제 만성폭로에 의한 신경행동학적 수행능력의 변화

계명대학교 동산병원 산업의학과, 계명대학교 의과대학 예방의학교실\*

양선희 · 이무식 · 신동훈\*

— Abstract —

### Neurobehavioral Performance Changes of Chronic Exposure to Organic Solvents among Textile Processing Workers

Seon-Hee Yang, Moo-Sik Lee, Dong-Hoon Shin\*

*Department of Occupational and Environmental Medicine, Dongsan Hospital, Keimyung University  
Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, Keimyung University\**

The study was conducted to predict the risk of chronic exposure by neurobehavioral test and to use it as a basic source of the management for workers exposed to organic solvents.

The exposed group was selected from coating department of textile processing industry. The unexposed group was selected from those who visited the clinic to take an annual check-up. The author administered WHO-NCTB(neurobehavioral core test battery). Also, Scandinavian Questionnaire 16 was tested by self-administration to find the correlation between subjective symptoms and NCTB results, and to assess the availability of the Questionnaire in mass screening test concurrently. The final analysed subjects were 78(27 in exposed group and 51 in unexposed group) workers except who had a neurologic disease or systemic disease affecting the central nervous system.

In Questionnaire study, there was no significant difference in total neurotoxic symptom scores between the exposed and the unexposed group. In NCTB, the exposed group had lower mean scores than the unexposed group for all tests. When the effect by age and education were considered, there was a statistically significant difference only in pursuit aiming test. This study suggests the availability of NCTB and the Questionnaire for the assessment of neurobehavioral change in workers exposed to organic solvents.

**Key Words :** Organic solvents, Neurobehavioral core test battery, Neuropsychiatric symptom

\* 이 연구는 1997년도 계명대학교 대학원 학술연구 장학금으로 이루어졌음.

## 서 론

산업장에서 유기용제의 사용은 산업의 발달과 더불어 증가하고 있으며 그 종류도 매우 다양하여 3만여 종류에 달한다. 미국의 경우 1970년대 초반에 이미 유기용제에 매일 폭로되는 노동자가 980만에 달하는 것으로 추정되었고(Rosenstock과 Cullen, 1994), 우리나라의 경우 특수건강진단을 받는 유기용제 취급 근로자 수는 9만 6천 여명으로 전체 특수건강진단 대상 근로자들의 약 14%를 차지하고 있다(노동부, 1997). 또한 1996년도에는 유기용제 중독 유소견자가 57명으로 전년도 대비 약 5배 이상 증가하였으며(노동부, 1997), 유기용제 취급 사업장으로부터 채취한 시료의 12.4%가 허용기준치를 초과한다는 보고(이세훈과 이승한, 1992)도 있어 유기용제 취급자들의 신경장애를 진단하여 건강관리할 수 있는 민감도와 특이도가 높은 진단방법 개발에 대한 많은 관심과 연구가 필요하다.

유기용제가 인체에 미치는 주된 영향은 중추신경계와 말초신경계에 급·만성적인 증상의 독성 영향을 준다(LaDou, 1997). 그 중에서 급성증상은 대개 증상 자체가 가역적일 뿐만 아니라, 비교적 농도가 높으면 유기용제 자체의 강한 냄새 때문에 피할 수 있고, 또 최근에는 많은 작업장이 작업환경관리에 대한 인식이 고취되고 있어 산업장 관리의 측면에서는 실제적으로는 큰 문제가 되고 있지는 않다(Ellenhorn과 Barceloux, 1988; Last, 1989). 따라서 대부분 사업장에서 유기용제 취급 근로자에서 문제가 되는 것은 만성폭로에 의한 건강 장애이며, 이에 대하여는 많은 논란이 있어왔다(Oslon 등, 1992; van Vliet 등, 1989). 저농도 유기용제에 만성적으로 폭로되는 근로자에게서 초기에는 주관적 정신신경학적 증상이 주로 나타나고(Bolla 등, 1990; Cherry 등, 1985), 계속 진행되면 치매를 포함한 기질적 뇌증후군(organic brain syndrome)의 위험도가 높아지며(Mikkelsen 등, 1988), 최근에는 알츠하이머씨 병 등의 퇴행성 신경질환 발생을 촉진한다는 주장도 제기되고 있다(US OTA, 1990).

우리 나라의 경우에도 여러 조사연구자들이 보다 효율적인 집단검진을 위한 자각증상 설문지의 개발

을 위한 연구를 통해서 저농도 유기용제에 폭로되는 근로자들이 다양한 신경학적 자각증상을 호소한다는 보고(김창엽 등, 1989; 이병국 등, 1990; 이승훈 등, 1992; 조수현 등, 1993)와 고농도 혼합 유기용제 폭로에 의하여 발생된 것으로 보이는 만성 독성 뇌장애가 보고된 바 있다(천용희, 1991; 강성규 등, 1992). 그러나 유기용제에 폭로되는 근로자들이 다양한 자각증상을 호소하지만 급성 중독의 경우를 제외하고는 이러한 신경학적 증상들은 대부분 비특이적이고, 객관성을 갖고 있지 않아 근로자들의 과다 호소에 의하여 교란될 수 있다. 또한 검진을 수행하는 의사에 따라 다른 결과를 낼 수 있는 여지가 있어 증상만으로 직업병을 조기진단 하기에는 어려움이 있고, 현재의 유기용제 특수 건강진단 방법 하에서는 민감도와 특이도가 높은 진단방법의 부족으로 유기용제 폭로로 인한 건강장애를 평가하는데 어려움이 있다.

따라서 최근에는 저농도의 만성적 유기용제 폭로에 의한 중추신경계 장애를 조기발견하기 위한 신경행동학적 검사에 대한 관심이 크게 높아졌다. 우리나라에서도 이세훈 등(1992), 강성규 등(1993), 정종학 등(1994), 사공준 등(1994)이 유기용제에 폭로된 근로자들을 대상으로 신경독성을 평가하기 위한 신경행동학적 연구를 실시하였다.

신경행동학적검사(Neurobehavioral Core Test Battery; 이하 NCTB)는 검사방법이 다양하고 신경계 기능을 객관적으로 평가하여 임상적으로는 신경계 질병의 진단을 도우며 치료의 방향을 제시하고 질병의 진행을 평가하는데 이용할 수 있으며, 산업보건 측면에서는 신경독성 물질에 폭로되는 근로자들에 있어 중독을 조기 발견하는 것은 물론 집단평가를 통한 폭로-효과관계의 조사와 신경독성 물질의 허용농도를 정하는데 이용할 수 있다(WHO, 1986; Singer, 1990).

대구지역의 섬유업에 종사하는 근로자들은 섬유제조업의 싸이징, 섬유 염색업의 나염, 섬유가공업의 배합 및 코팅공정 등에서 유기용제에 폭로되고 있으며, 이들 부서중 특히 배합 및 코팅공정 작업자들이 비교적 높은 농도의 유기용제에 지속적으로 폭로되어 신경장애 증상을 호소하고 있다. 그러므로 이들 작업자들에 대한 건강장애를 조기에 평가하여 유기용제에 의한 신경장애를 예방해야 할 것으로 생

각된다.

이에 본 연구는 섬유 가공업의 배합 및 코팅 부서의 유기용제 폭로 근로자들의 신경행동학적 변화를 자각증상 설문지와 NCTB를 이용하여 측정, 분석평가하고, 주관적 자각증상과 NCTB와의 관련성을 봄으로써 유기용제에 의한 신경행동학적 변화를 조기 발견하기 위한 객관적 도구로써 자각증상 설문지와 신경행동학적 검사의 적용 가능성을 함께 평가해 보고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

유기용제 폭로군은 대구소재의 K 대학병원 산업의학과에서 특수건강진단을 수진한 5개 섬유코팅 사업체에서 30명, 비폭로군은 51명이 선정되었다. 폭로군이 주로 취급하는 혼합 유기용제의 종류에는 톨루엔, 디소시아네이트, 톨루엔, 메틸에틸케톤, 디메틸포름아미드로서, 사업장의 각 유기용제에 대한 2회 작업환경 측정결과는 모두 폭로 허용 기준치 미만이었으며, 1개 사업장에서는 혼합물 허용기준치를 1회 초과한 것으로 나타났다(혼합물 노출계수: 1.27122). 각 업체에서 사용된 혼합 유기용제 중에 톨루엔의 월 취급량이 10톤에서 35톤으로 가장 많았다.

선정된 30명의 폭로군 근로자중에서 유기용제 취급기간이 2년 미만인 근로자, 신경계 질환력이 있거나 그 외 신경계에 영향을 미칠 수 있는 질환자, 시력이 좋지 않은 사람, 외상으로 인한 손 움직임이 불편한 사람들을 대상에서 제외하여 폭로군은 27명이었다.

비폭로군은 K 대학병원 산업의학과에 건강진단을 받으러 내원한 생산직 근로자 및 사무직 근로자들을 대상으로 하여 이중 과거 유기용제에 폭로된 적이 없고 신경계 질환 및 기타 신경계에 영향을 미칠 수 있는 질환력이 없는 근로자를 선정하여 51명으로 하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 신경행동학적 자각증상 조사

조사대상 근로자에 대해 유기용제 폭로력이나 신경계질환 및 기타 신경계에 영향을 미칠 수 있는 질환을 배제하고 음주력 및 직업력을 조사하기 위하여

의사의 직접면담을 실시하였다.

유기용제 폭로에 의한 신경독성 자각증상(neurotoxic symptoms)은 16문항 설문지 (Scandinavian Questionnaire 16; 이하 Q16) (Hogstedt 등, 1984)를 번역하여 자기기입식으로 조사하였으며 (정중학 등, 1984; 사공준 등 1997) 근로자가 이해하지 못하여 질문을 하는 경우에 그 문항에 대하여 의사가 설명하도록 하였다. 설문지의 각 문항은 예, 아니오로 대답하게 하였으며 예라고 대답한 문항 수를 총점으로 하였다(부록).

#### 2) 신경행동학적 검사

신경행동학적 검사는 WHO NCTB; 1. 감정상태(Profile of Mood States), 2. 단순반응시간(Simple reaction time), 3. 숫자부호(Symbol Digit), 4. Santa Ana manual dexterity, 5. 숫자암기(Digit span), 6. Benton 시각 검사(Benton's visual retention test), 7. 목적 추구성 검사(Pursuit aiming test) 중 숫자부호, 숫자암기, Benton 시각 검사, 목적 추구성 검사의 4개 항목을 폭로군과 비폭로군에 각각 실시하였다.

검사는 내원 검진이나 출장 검진에서 각기 독립된 공간을 확보하여 피검자가 안정감을 찾을 수 있는 장소를 선택하여 의사가 대상 근로자를 면담하고 증상 설문지를 자기기입식으로 기입하게 한 후에 실시하였으며, 숫자암기, 숫자부호, Benton 시각검사는 WHO(1986), 이세훈(1990), 황인경(1997) 등의 표준화된 방법을 사용하였으며, 목적 추구성은 Psychological Services Inc.의 검사지를 이용하여 60초간 시행하여 정확하게 맞은 개수를 구하였다(임상심리학회, 1992; 강성규 등, 1993).

### 3. 자료분석

조사된 자료의 두 군간의 빈도분포는 카이검정( $\chi^2$ -test)을 이용하였고, 변수들의 두 군간의 평균은 t-test, 세 군 이상의 평균 비교는 일원분산분석(Oneway ANOVA)을 이용하였으며, 교란인자의 작용효과를 통제하기위하여 GLM(General Linear Model) simple factorial ANOVA를 실시하였다. 또한 변수들간의 상관성을 상관계수로서 파악하였으며, 신경행동학적인 결과에 대한 변수들의 영향을 알아보기 위하여 다중회귀분석(multiple linear

**Table 1.** Demographic characteristics of sample population

Characteristics	Exposed (n=27) N (%)	Unexposed (n=51) N (%)
Age (years)		
20-29	8 (29.6)	17 (33.3)
30-39	15 (55.6)	28 (54.9)
40<	4 (14.8)	6 (11.8)
mean±SD	32.81±6.98	32.63±6.70
Drinking (Current)		
Yes	16 (66.7)	39 (79.6)
No	8 (33.3)	10 (20.4)
Years of Education		
6	1 (3.7)	1 (2.0)
9	6 (22.2)	11 (21.6)
12	19 (70.4)	37 (72.5)
16	1 (3.7)	2 (3.9)
mean±SD	11.26±1.87	11.39±1.72
Duration of working (years)		
2-5	10 (37.0)	-
6-17	17 (63.0)	-
mean±SD	7.63±4.0	-

regression)을 실시하였다.

### 연구결과

폭로군의 연령은 22세에서 52세로 평균 32.81세이고 비폭로군의 연령은 20세에서 54세 사이로 평균 32.63세였으며 두 군간의 연령분포와 평균연령은 차이가 없었다. 교육연한은 6년에서 최고 16년까지였으며 폭로군에서 평균 11.26년 비폭로군에서 평균 11.39년으로 두 군간에 차이가 없었다. 폭로군의 폭로력은 유기용제 폭로작업의 작업기간으로 하였으며 2년부터 최고 17년까지로 나타났고 평균 7.63년이었다. 음주여부로 질문한 음주력은 폭로군에서 음주한다고 대답한 사람이 66.7%, 비폭로군에서는 79.6%였으며 두 군간에 차이가 없었다 (Table 1).

자각 증상 설문지 조사결과, 7항목의 '전보다 기억력이 나빠졌다'와 10항목의 '전에는 그렇지 않았는데 신문이나 잡지를 읽어도 무슨 뜻인지 이해하지 못한다', 그리고 16항목 '전에 보다 성적욕구가 떨어졌다'의 세항목에서 폭로군이 통계학적으로 유의

하게 더 호소하였다 ( $p < 0.05$ ) (Table 2).

증상 설문지 조사 결과에서도 폭로군에서 평균 4.26 비폭로군에서 평균 3.18개의 증상을 호소하여 폭로군에서 평균적으로 더 많은 증상을 호소하는 것으로 나타났으나 통계학적으로 유의하지는 않았으며, 신경독성학적 증상이 없는 경우와 5개 이하의 증상을 호소하는 군, 6개 이상의 증상을 호소하는 군으로 분류하였을 때, 폭로군과 비폭로군 사이의 빈도에도 차이가 없었다. 폭로군과 비폭로군에서의 NCTB 검사 항목들의 평균성적을 보면 목적 추구성 검사는 폭로군에서 188.56, 비폭로군에서 203.51이며 Benton 시각검사서 폭로군은 7.93 비폭로군은 8.35, 숫자부호 검사는 폭로군에서 52.07 비폭로군에서 54.59, 숫자암기 검사에서 폭로군은 12.00, 비폭로군은 12.88의 결과를 보여 평균적으로 폭로군에서 신경행동학적 능력이 떨어지는 것으로 나타났으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 3).

NCTB 검사를 수행함에 있어 연령과 교육수준이 검사결과에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 조사대상의 특징과 신경독성 증상 그리고 NCTB와의 관련성을 보았을 때 음주는 신경독성증상이나 NCTB결과와 연관이 없었고, 연령은 Benton 시각검사와 숫자부호검사, 교육은 목적 추구성 검사와 숫자부호검사서 통계학적으로 유의한 관련성을 나타내었다 ( $p < 0.05$ ) (Table 4).

연령에 따른 차이는, 폭로군에서 숫자부호 검사결과 통계학적으로 유의한 차이가 있었고 ( $p < 0.05$ ), 비폭로군에서는 Benton 시각검사와 숫자부호 검사결과에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈으며 ( $p < 0.05$ ), 폭로군과 비폭로군의 각각의 연령군을 비교하였을 때 20-29군에서는 목적 추구성 검사, 30-39군에서는 Benton 시각검사가 두 군에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다 ( $p < 0.05$ ). 교육수준에 의한 각 검사결과의 성적의 차이를 보았을 때 폭로군에서는 숫자부호 검사에서, 비폭로군에서는 네 가지 항목의 검사에서 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 각 검사 항목에 대한 음주여부에 대해 평가한 결과, 음주여부는 비폭로군에서 Benton 시각검사에서 통계학적으로 유의한 수준의 차이가 있었으나 ( $p < 0.05$ ), 목적추구성, 숫자부호, 숫자암기 검사 항목에서는 차이가 없는

**Table 2.** Frequency of positive subjective symptoms in organic solvents exposed and unexposed workers

Neurotoxic symptoms	Exposed N(%)	Unexposed N(%)	Significance (p value)
1. Are you abnormally tired?	10(37.0)	21(41.1)	0.722
2. Do you have palpitations even when you don't exert yourself?	4(14.8)	6(11.8)	0.701
3. Do you often have a painful tingling in some part of your body?	2(7.4)	9(17.6)	0.216
4. Do you often feel irritated without any particular reason?	5(18.5)	7(13.7)	0.577
5. Do you often feel depressed without any particular reason?	3(11.1)	5(9.8)	0.856
6. Do you have problems with concentration?	12(44.4)	18(35.3)	0.429
7. Do you have short memory?	16(59.3)	18(35.3)	0.042*
8. Do you perspire without any reason?	10(37.0)	10(19.6)	0.094
9. Do you have any problems with buttoning and unbuttoning?	0	0	
10. Do you general find it hard to get the meaning from reading newspapers and books?	5(18.5)	1(2.0)	0.017*
11. Have you relatives told you that have a short memory?	3(11.1)	5(9.8)	0.858
12. Do you sometimes feel an oppression of your chest?	6(22.2)	11(21.6)	0.947
13. Do you often have to notes about what you must remember?	14(51.9)	15(29.4)	0.051
14. Do you often go back and check thing you have done such a turned off the stove, locked the door, ect.?	6(22.2)	16(31.4)	0.393
15. Do you have a headache at least once a week?	5(18.5)	8(15.7)	0.749
16. Are you less interest in sex than what you think is normal?	10(37.0)	7(13.7)	0.018*

Note : \* : p<0.05

**Table 3.** Neurotoxic symptoms and NCTB test between exposed and unexposed group for organic solvents

Test	exposed	unexposed
Q16		
Total score	4.26±3.12	3.19±2.64
Score distribution		
0	3(11.1)*	10(19.6)*
≤5	15(55.6)	28(54.9)
≥6	9(33.3)	13(25.5)
NCTB test		
Aiming	188.56±33.97	203.51±35.82
Benton	7.93±1.07	8.35±1.52
Exchange	52.07±10.02	54.59±12.94
Memory	12.00±3.06	12.88±3.57

Note : \* parenthesis means percentage

\* NCTB(Neurobehavioral Core Test Battery); Aiming(pursuit aiming), Benton(Benton's visual retention test) Exchange(Digit Symbol), Memory(Digit Span)

**Table 4.** Partial correlation matrix of sampling characteristics, neurotoxic symptoms and NCTB test

test	Age <sup>1)</sup>	Education <sup>2)</sup>	Drinking <sup>3)</sup>	Exposure <sup>4)</sup>
Q16	0.239	0.236	0.220	-0.176
NCTB				
Aiming	-0.025	0.441**	0.019	-0.038
Benton	-0.353*	0.228	0.229	0.023
Exchange	-0.498**	0.442**	0.229	0.210
Memory	-0.043	0.228	0.061	-0.260

Note : \* : p < 0.05, \*\* : p < 0.01

Partial correlation coefficient controlling; 1) education and drinking; 2) age and drinking; 3) age and education between exposed and unexposed group; 4) age, education and drinking in exposed group

것으로 나타났다(Table 5).

작업경력을 2년에서 5년 군과 6년에서 20년 군을 비교하여 보았을 때 작업경력 6년 이상 군에서 평균 성적이 오히려 높았으나 통계학적 유의성은 없었다(Table 6).

**Table 5.** Results of NCTB by age, education and drinking in organic solvent exposed and unexposed group

	Aiming	Benton	Exchange	Memory
<b>Exposed group</b>				
Age				
20-29	179.63±42.43 <sup>1)</sup>	7.88±1.46	55.50± 5.55 <sup>2)</sup>	11.86±3.24
30-39	198.47±31.11	8.07±0.96 <sup>1)</sup>	53.73±10.13	11.87±2.90
>40	169.25± 9.25	7.50±0.58	49.00± 6.73	12.75±4.11
Education				
6	175.00± 0.00	7.00±0.00	35.00± 0.00 <sup>2)</sup>	14.00±0.04
9	164.67±41.46	8.00±1.10	42.50± 8.19	11.00±4.20
12	193.63±27.55	7.95±1.13	55.63± 7.97	12.06±2.73
16	249.00± 0.00	8.00±0.00	59.00± 0.00	15.00±0.00
Drinking				
Yes	193.63±30.13	7.88±8.13	54.75± 9.33	11.47±3.14
No	180.75±45.70	8.13±0.99	50.38±10.82	13.88±2.47
<b>Unexposed group</b>				
Age				
20-29	211.24±38.24	8.65±1.32 <sup>2)</sup>	61.42±13.80 <sup>2)</sup>	12.82±3.41
30-39	204.14±30.64	8.75±1.00	53.54± 9.94	13.25±3.69
>40	178.67±46.22	5.67±1.51	40.17±10.91	11.33±3.61
Education				
6	172.00± 0.00 <sup>2)</sup>	7.00±0.00 <sup>1)</sup>	37.00± 0.00 <sup>1)</sup>	15.00±0.00 <sup>1)</sup>
9	175.00±34.26	7.00±2.19	42.09± 9.43	10.55±2.73
12	210.05±31.09	8.78±1.03	58.32±11.55	13.27±3.19
16	255.00±28.28	8.50±0.71	63.00± 1.41	17.50±9.19
Drinking				
Yes	205.18±34.64	8.31±1.61	55.62±13.80	13.21±3.63
No	204.70±41.41	8.80±1.14	51.40±10.37	12.00±3.33

Note : \* : p < 0.05

- 1) compared with the same age group of unexposed group
- 2) compared with the stratified variable within group.

**Table 6.** Results of NCTB by work duration in exposed group

work duration(years)	Aiming	Benton	Exchange	Memory	Q16
2- 5	178.50±36.72	7.80±1.32	50.00±10.93	12.56±3.24	4.70±3.27
6-17	194.47±31.88	8.00±0.94	53.29± 9.56	11.71±3.02	4.00±3.10

신경행동학적 검사의 잘 알려진 교란요인인 연령, 음주여부, 교육정도가 미치는 영향을 파악하기 위하여 신경행동검사 결과를 종속변수로 하여 다변량 회귀분석을 시행하였다. 목적 추구성 검사에는 교육정도가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났고 설명력은 19.7%였다. Benton 시각 검사와 숫자부호

검사에서는 연령이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났고 설명력은 각각 18.7%, 44.3%였으며 숫자암기 검사에서는 영향을 미치는 변수가 없었다 (Table 7).

NCTB의 각 검사항목에 대하여 각 혼란변수의 영향을 통제된 유기용제 폭로군과 비폭로군간의 차이

Table 7. Multivariate regression analysis on the NCTB test and confounding variables

	Unstandardized Coefficients B	Standard error	Standardized coefficients Beta	Significance
Aiming				
Age	-9.68E-02	0.609	-0.018	0.874
Drinking	1.711	9.127	0.021	0.852
Education	9.826	2.378	0.477	0.000
Duration	-0.392	2.175	-0.040	0.869
R square				0.230
Adjusted R square				0.197
Benton				
Age	-7.16E-02	0.024	-0.345	0.004
Drinking	0.718	0.359	0.220	0.049
Education	0.181	0.094	0.225	0.057
Duration	7.92E-03	0.078	0.027	0.920
R square				0.221
Adjusted R square				0.187
Exchange				
Age	-0.785	0.170	-0.441	0.000
Drinking	0.635	2.550	0.023	0.804
Education	2.700	0.664	0.391	0.000
Duration	0.426	0.454	0.168	0.360
R square				0.467
Adjusted R square				0.443
Memory				
Age	2.317E-02	0.064	0.046	0.719
Drinking	0.485	0.958	0.062	0.614
Education	0.483	0.249	0.249	0.057
Duration	-0.221	0.188	-0.284	0.254
R square				0.054
Adjusted R square				0.012

를 알아보기위하여 분산분석을 실시하였다. NCTB 검사항목들 중 목적 추구성 검사에서 유기용제 폭로군과 비폭로군 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ) (Table 8).

### 고 찰

유기용제는 회석, 탈지, 세정, 건조 등의 목적으로 다양한 산업 공정에서 널리 사용되고 있으며 그 사용량도 증가하고 있다. 이에 따라 유기용제의 중추신경계에 미치는 독성 영향에 관한 관심이 증대되고 많은 산업역학적인 연구와 보고들이 이루어져 오

고 있다(Fidler, 1987). 유기용제의 신경독성에 관한 연구는 과거에는 중추신경계의 급성 중독 위주로 연구되었으나, 최근에는 장기간 저농도로 폭로되어 발생하는 만성 독성으로 인한 중추신경계 장애가 다수 보고(Bolla 등, 1990; 천용희, 1991; 강성규, 1992)됨으로써 이에 대한 관심이 증가되고 있다. 저농도의 유기용제에 장기간 폭로될 때 신경독성 증상을 일으키는지 여부에 대하여는 논란이 많으나 현재의 스칸디나비아 환경기준 이하의 유기용제에 폭로되어도 도장공 증후군(Painter syndrome)을 일으킬 수 있다는 보고(Hane, 1977; Mikkleson 등, 1988; Cherry, 1985)가 있고 특히, Juntunen 등

**Table 8.** Simple factorial general linear model of NCTB results

			B	F	Significance
Aming	Covariate	age	-0.148	0.062	0.805
		education	9.893	18.092	0.000
		drinking	4.434	0.241	0.625
	main	effect	group	4.135	0.046
Benton	Covariate	age	-7.34E-02	9.671	0.003
		education	0.183	3.973	0.050
		drinking	0.814	5.200	0.026
	main	effect	group	3.292	0.074
Exchange	Covariate	age	-0.790	21.416	0.000
		education	2.707	16.516	0.000
		drinking	0.933	0.130	0.719
	main	effect	group	0.601	0.441
Memory	Covariate	age	2.223E-02	0.122	0.728
		education	0.486	3.843	0.054
		drinking	0.619	0.413	0.523
	main	effect	group	0.745	0.391
Q16	Covariate	age	0.109	4.611	0.035
		education	0.401	4.094	0.047
		drinking	1.253	2.659	0.108
	main	effect	group	2.948	0.091

(1980)은 유기용제에 폭로된 근로자의 90% 이상이 인격장애가 있다고 보고하고 있다.

유기용제의 신경독성 중 가장 처음 나타나는 신경 증상은 흔히 자각증상 설문지를 이용하여 찾아내는데, 이 방법은 유기용제 폭로 위험성이 높은 집단에서 매우 유용한 선별검사 방법으로 제시되고 있다 (WHO, 1985). 그러나 증상 자체가 주관적이라는 점과 급·만성 폭로에 의한 증상이 서로 겹쳐 이를 구별하기 어렵다는 점이 그 제한점으로 지적되고 있다. CT(Computerized Tomography)나 MRI (Magnetic Resonance Imaging)는 뇌의 해부학적인 변화를 진단하는 데 유용하나 기능적 이상인 신경 행동 변화를 찾아내지는 못하므로 만성 유기용제 중독에 활용하기는 제한점이 있다(Orbaek 등, 1987; Triebig 등, 1988; Triebig와 Lang, 1991). 또한 전기 생리학적인 검사방법(신경전도속도, 유발전위, 뇌파검사)은 중추신경계의 기능적 이상을 찾아낼 수 있으나 비용이 많이 들고 병원 내에서 이루어지므로 작업현장 조사방법으로는 적합하지 못하다. 따라서,

중추신경계의 기능적 변화에 대한 평가는 저렴한 비용으로 간단하게 활용할 수 있는 신경행동 검사방법이 널리 이용되어 왔고, 이황화탄소 취급 근로자를 비롯하여 유기용제를 취급하는 근로자에 대해서도 이런 방법의 이용가능성에 대한 연구가 계속되고 있다(White 등, 1990; Anger, 1992).

Hannien 등(1976)은 유기용제 폭로근로자에게 신경독성 증상을 파악하기 위한 신경행동 검사는 특이도는 상대적으로 낮지만 민감도는 높으므로 선별 검사에 유용하게 이용할 수 있다고 하였다. 그러나, 신경행동 검사는 결과를 정확히 해석하고 다른 연구와 비교하려면 조사결과에 미치는 가능한 모든 혼란 변수를 철저히 배제하여야 하는데(Fidler 등, 1987), 이러한 결과에 영향을 미치는 요인은 나이, 성별, 교육, 사회경제적 위치, 건강상태와 알콜 및 약물복용, 피로, 동기 등의 피검자의 문제와 검사 방법의 표준화 같은 검사자의 문제 등이 있다 (WHO, 1987).

본 연구에서는 위에서 언급한 단점에도 불구하고



가장 간단하고 경제적인 자각증상과 신경행동학적 인 조사를 선택하여 비폭로 대조군과 비교하였으며 아울러 두가지 도구의 관련정도를 파악하였다. 신경행 동학적 연구에서 연령, 음주력, 교육정도 등 교란요 인을 통제해주어야 하는데, 본 연구의 폭로군은 연 령, 음주력 및 교육정도 모두가 비폭로군과 통계적 차이가 없을뿐 아니라 분포도 비슷하여 두 군간의 비교성은 신뢰할 수 있을 것이다.

자각증상 설문조사에서 유기용제 폭로군에서 통계 적으로 유의한 차이는 보이지 않았으나 평균적으로 더 많은 증상을 호소하는 것으로 나타나 사공준 등 (1997)의 결과와 일치하였다. 사공준 등(1997)의 연구결과에서는 자각증상 항목 중 기억력 항목 하나 만 유의하게 높았으며 정중학 등(1994)의 연구에서 는 전 항목에서 유의한 차이를 보이지 않았으나 본 연구에서는 기억력, 이해력, 성욕감퇴를 묻는 세항 목에서 통계학적 유의성을 보여 폭로군의 자각증상 호소 항목수가 높게 나타났다. 조수현 등(1993)과 황인경(1997)의 연구에서 적용한 자각증상 설문지 에서는 높은 호소율을 보였는데 서로 다른 설문지의 직접적인 비교는 힘들지만 차후 의미 전달이나 단어 선택, 측정치의 점수화 등의 수정을 통한 타당도와 신뢰도를 보완할 필요성이 있을 것으로 판단된다.

Heaton 등(1986)은 연령에 따라 가장 민감한 검 사는 속도 뿐 아니라 뚜렷한 인지능력과 지각운동 능력을 요구하는 검사로 대표적인 것이 숫자부호라 고 하였고, 강성규 등(1993), 황인경(1997)은 숫자 부호와 목적 추구성 검사에서 연령별 차이를 보고 하였다. 본 연구 에서도 폭로군에서는 숫자부호 검 사, 비폭로군에서는 숫자부호 검사와 Benton 시각 검사에서 연령군별로 유의한 차이를 보였으며, 다중 회귀분석에서 연령은 Benton 시각 검사와 숫자부호 검사에서 가장 큰 영향을 주는 변수로 나타남으로서 신경행동학적 결과 분석시 고려해야 할 것으로 생 각되며, 이러한 결과는 위의 연구보고와 일치하는 소견으로 판단된다.

신경행동 검사에서 영향을 미치는 여러 요인 중 중요한 것이 교육정도로 알려져 있는데, 강성규 등 (1993)은 비폭로군에서 교육정도에 따르는 차이는 없었다고 하였고, 고졸이상의 학력이면 학력에 따른 차이는 없는 것으로 평가하였다. 본 연구결과는 폭로 군에서는 숫자부호검사가 , 비폭로군에서는 목적 추

구성, Benton 시각 검사, 숫자부호, 숫자암기 검사 모두에서 학력에 따른 유의한 성적의 차이를 보였으 며, 고졸 이상 군과 고졸 이하 군으로 나누었을 때 그 차이는 뚜렷하여 강성규 등(1993)의 결과와 일치 하는 것으로 생각된다. 또한 다변량분석에 의하면 교 육정도는 목적 추구성 검사와 숫자부호 검사에 가장 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또 하나의 중요한 변수가 음주여부이다. Fidler 등(1987)은 음주상태 이거나 만성 알콜 중독자에게서 인지기능, 기억, 수 안 협조 기능에 영향을 미칠 수 있으나 사회적인 음 주가에 있어서 음주의 영향은 잘 이해되지 않고 있 으며, 가벼운 음주가에서는 뚜렷한 장애는 없으나 뇌에 지속적으로 영향을 주는 것 같다고 하였다. 그러나 강성규 등(1993)은 신경행동학적 변화에 대한 음주 의 영향을 발견하지 못했다고 하였다. 본 연구 결과 에서는 음주여부에 따른 신경행동학적 검사결과 순 간 기억력을 검사하는 Benton 시각검사에서 연령과 교육의 효과를 고려하였을 때 비폭로군의 음주군에 서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 이상의 결과 로 신경행동학적인 변화에 영향을 미치는 인자로는 연령, 교육이 중요한 변수라고 생각된다.

유기용제 폭로군에 대한 신경행동학적 검사가 여 러 연구자들에 의해 수행되었다. Orbaek 등 (1989), 강성규 등(1993)은 순간기억력 검사인 Benton 시각검사의 성적이 떨어진다고 보고하였고, 정중학 등(1994)은 숫자부호 검사에서 유의한 차이 가 있었다고 보고하였고, 이세훈과 이승한(1991)은 Benton 시각검사와 숫자 외위기 검사에서 유의한 차이가 있었다고 보고하였는데, 본 연구에서는 목적 추구성 검사, Benton 시각검사, 숫자부호검사 그리 고 숫자암기검사에서 비폭로군에 비해 폭로군에서 성적이 다소 떨어진 결과를 보였으며 목적 추구성 검사에서만 통계학적으로 유의한 수준의 차이를 보 였다.

강성규 등(1993)은 기중 톨루엔 농도를 폭로지표 로 삼았을 때 Benton 시각검사가 폭로정도에 가장 영향을 많이 받는다고 하였다. 그러나 본 연구에서 작업경력을 폭로지표로 삼았는데 작업 경력과 신경 행동학적 변화 사이에 어떤 관련성을 발견하지 못하 였다. 작업 경력은 일반적으로 과거 폭로력을 대표 할 수 있으나, 연령에 의해 영향을 많이 받는 것으 로 평가되는 신경행동학적 검사에 있어서는 폭로지

표로 이용하기 어려운 점이 있다.

본 연구의 몇 가지 제한점으로는 먼저, 검사항목 및 검사방법에 대해서는 이미 표준화된 검사방법을 이용하였으나 2인의 검사자가 실시하였으므로 검사자에 따른 오차가 있었을 것으로 고려되며, 검사방법에 대한 숙련자가 검사를 실시함으로써 검사자 간의 오차를 줄일 수 있을 것으로 생각된다. 둘째, 본 조사가 폭로군의 일부는 작업장 내에서 작업 도중 이루어지고, 일부는 건강진단을 위해 내원한 상태에서 이루어졌기 때문에 급성폭로의 영향을 배제할 수 없으며 셋째로는 조사대상 표본수가 적어 결과를 유추하는데 제한적일 수 있다는 점이다. 넷째로 코팅부서 근로자들의 교육수준이 비폭로군로자들과 차이는 없으나 사무직 근로자가 포함된 비폭로군은 개인적 특성에 있어서 생산직 근로자와는 차이가 있으므로 이런 특성들이 검사의 결과에 다소 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다. 마지막으로 근무연한 외의 지속적인 폭로량에 대한 정확한 정보가 없이 이루어졌다는 점이다. 향후 이러한 제한점을 보완한 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이상의 제한점에도 불구하고 본 연구는 자각증상 설문조사에서 폭로군에서 더 많은 호소율과 기억력, 이해력, 성욕감퇴를 묻는 세 항목에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 신경행동학적 변화에 영향을 미치는 혼란변수들의 영향과 관련성에 대해 재확인하게 되었으며 폭로군과 비폭로군에서의 신경행동학적 변화에 대한 검사 중 목적 추구성 검사에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였고, 통계학적으로 유의하지는 않았지만 신경독성 증상 점수가 높은 군에서 낮은 신경행동학적 수행능력을 보여 연령, 학력 등에 따르는 신경행동학적 검사의 기준치를 마련한다면, NCTB가 유기용제 폭로근로자의 신경행동학적 변화를 찾아내는데 기초자료로 유용하게 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

## 결 론

섬유 제조업체의 배합 및 코팅부서 근로자를 유기용제 폭로군으로 선정하여 폭로군 및 비폭로군 근로자에게 스칸디나비안 자각증상 설문지(Scandinavian Questionnaire 16)와 신경행동학적 검사(Neurobehavioral Core Test Battery)중 숫자압

기, 숫자부호, Benton 시각검사 및 목적추구성 검사를 적용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 자각증상 설문지를 적용한 결과, 유기용제 폭로군에서 평균적으로 더 많은 증상을 호소하는 것으로 나타났으며, 특히 기억력, 이해력, 성욕 등을 묻는 세항목에서 통계학적 유의성을 보였다.
2. 신경행동학적 검사에서는 배합 및 코팅부서의 폭로군에서 평균적으로 신경행동학적 수행능력이 떨어지는 것으로 측정되었으며, 목적 추구성 검사에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다.
3. 자각증상 설문지와 신경행동학적 검사의 관련성에서 통계학적 유의성은 없었으나 자각증상이 6개 이상인 군에서 신경행동학적 검사 4개 검사 항목 모두에서 낮은 성적을 보였다.

이상의 결과로 향후 유기용제 폭로근로자들의 신경행동학적 변화를 조기발견하고 객관적으로 평가하는데 있어서 자각증상 설문지와 신경행동학적 검사의 적용이 유용할 것으로 판단된다. 그러나 연령, 교육수준, 음주력 등 혼란변수를 통제하고 폭로의 기간과 양, 측정시간 등의 정확한 평가를 통한 분석 등을 통한 기준치 설정을 위하여 다양한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

이 연구를 위해 신경행동학적 검사에 대한 자료와 검사 방법에 대한 지침들을 제공해 주신 영남대학교 의과대학 예방의학교실 사공 준 선생님께 감사를 드립니다.

## 인용문헌

- 강성규, 이경용, 정호근, 이영진. 유기용제 중독에 의한 중추신경계장애 1예. 대한산업의학 회지 1992;4(1):110-117.
- 강성규, 정호근, 홍정표, 김기용, 조영숙. 유기용제 폭로 근로자들에 대한 신경행동검사에 관한 연구. 예방의학회지 1993;26(2):210-220.
- 김창엽, 조정진, 김양호. 탈지작업 근로자의 트리클로로에틸렌 폭로에 관한 조사. 한국의 산업의학 1989;28(4):127-135.

노동부. 근로자 건강진단 실시규정. 노동부 예규 제 196호, 1991.

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

노동부. 특수건강진단방법 및 건강관리기준, 노동부 고시 제 94-38호, 1994.

노동부. 1996년 근로자 건강진단 실시결과. 1997.

사공준, 정종학, 이학용. 유기용제 폭로근로자의 신경정신 증상과 신경행동학적 검사의 관련 성. 대한산업의학회지 1997;9(1):49-60.

문영환, 노재훈. 톨루엔 취급자의 건강장해. 예방의학회지 1986;19(2):177.

이경재, 이세훈, 김형아, 이원철, 장성실, 박정일, 정치경. 신경독성물질에 폭로되지 않은 제조업체 여성 근로자들의 신경 행동검사 수행능력 범위. 예방의학회지 1995;28(4):911-923.

이병국, 안규동, 김주자, 한구용, 남택승. 공기 중 톨루엔 폭로에 따른 요증 마노산 배설량 과 자각증상에 관한 연구. 한국의 산업의학 1990;29(2):56.

이세훈. 화학물질 폭로에 의한 중추신경장해 평가에 이용되는 현장조사방법. 한국의 산업 의학 1990;29(2):45-50.

이세훈, 이승한. 유기용제 폭로 근로자들의 신경행동학적 변화에 대한 연구. 산업보건연구는 문집 1992:55-63.

이승훈, 윤능기, 이종영, 서석권. 유기용제 취급자들에게 정신증상. 예방의학회지 1992; 25(1):1-11.

이종영, 남상승, 이채용, 김성아, 이주영, 박순우, 손지연. 컴퓨터를 활용한 정신운동기능 검사법의 개발 및 적용가능성 평가. 대한산업의학회지 1996;8(3):546-559.

이종영, 이채용, 김지숙, 이상재, 박완섭, 우극현. 브라운관 제조회사 산화납 취급근로자들의 신경행동학적 영향. 대한산업의학회지 1997;9(2):208-216.

임상심리학회. K-WASI 실시요강. 한국가이던스, 1992.

정종학, 김창운, 사공준. 컴퓨터를 이용한 유기용제 폭로 근로자의 신경행동학적 장애 검사. 대한산업의학회지 1994;6(2):219-241.

조수현, 김선민, 권호장, 임용현, 임현술. 만성 유기용제 폭로에 의한 정신신경학적 이상소견의 현장진단방법 개발에 관한 연구. 예방의학회지 1993;26(1):147-163.

천용희. 혼합 유기용제에 폭로된 근로자의 만성독성 뇌장애, 대한산업의학회지 1991;3(2):216-219.

최경숙, 천병렬, 박정선, 김양호, 문영환. 2-Bromopropane을 함유한 침지액 폭로 근로자들의 신경정신 증상. 대한산업의학회지 1997;9(2):301-308.

특수건강진단협의회. 1994 미발표자료. cited from 이경재, 이세훈, 김형아, 장성실, 박정 일, 정치경. 신경독성 물질에 폭로되지 않은 제조업체 여성 근로자의 신경행동 검사 수행 능력 범위. 예방의학회지 1995;28(4):911-923.

황인경. 트리클로로에틸렌 폭로근로자의 신경정신학적 증

상과 신경행동학적 변화에 관한 연구. 대한산업의학회지 1997;9(3):517-529.

Anger WK. Assessment of neurotoxicity in humans. In: Neurotoxicology, New York, Raven Press Ltd, 1992, pp.363-386.

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

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

Center for Disease Control(CDC). Prevention of leading work related disease and injuries. Morbidity and Mortality Weekly Report, 1986, 35.

Cherry N, Hutchins H, Pace T, Waldron HA. Neurobehavioral effects of repeated occupational exposure to toluene and paint solvents. Br J Ind Med 1985;42:291-300.

Ellenhorn MJ Barceloux DG. medical Toxicology, Diagnosis and Treatment of Human Poisoning, New York, Elsevier, 1988, pp 959-61.

Fiddler AT, Baker EL, Letz RE. Neurobehavioral effects of occupational exposure to organic solvents among construction painters, Br J Ind Med 1987;44:292-308.

Hane M, Axelson O, Blume J, Hogstedt C, Sundell L, Ydreborg B. Psychological function changes among house painters. Scand J Work Environ Health 1977;3:91-99.

Hanninen H. Twenty-five years of behavioral toxicology within occupational medicine: a personal account. Am J In Med 1985;7:19-30.

Hanninen H, eskelinen L, Husman K, Nurminen M. Behavioral effects of long-term exposure to a mixture of organic solvents. Scand J Work Environ health 1976:240-255.

Heaton R, Grnat I, Matthews C. Differences in neuropsychological test performance associated with age, education, and sex. In: Grnat I, ed. Neuropsychological assessment of neuropsychiatric disorders. New York, Oxford University Press, 1986, pp 100-120.

Hogstedt C, Anderson K, Hane M. A questionnaire approach to the monitoring of early disturbance in central nervous functions. in Aitio A, Riihimaki V, Vainio H(eds). Biological monitoring and surveillance of workers exposed to chemicals. Washington: Hemisphere Publishing

- Co, 1984.
- Juntunen J, Hulpi V, Hernberg S, Luisto M. Neurological picture of organic solvent poisoning in industry: A retrospective study of 37 patients. *Int Arch Occup Environ Health* 1980;46:219-231.
- LaDou J. Occupational and environmental medicine, 2nd edition. Appleton and Lange. 1997, pp.483-513.
- Last JM, Maxcy and Rosenau. Public health and Preventive Medicine, Norwalk, Connecticut, Appleton-century-Crofts, 1989, pp. 624-625.
- Mikkelsen S, Jorgensen M, Browne E, et al. Mixed Solvent Exposure and organic Brain Damage: a study of painters. *Acta Neurol Scand* 1988(suppl),118(78):1-143.
- Orbaek P, Lindgren M, Olivercrona H, Hegerosen B. Computed tomography an psychiatric test performance in patients with solvent induced chronic toxic encephalopathy and healthy controls. *Br J Ind Med* 1987;44:175-179.
- Oslon BA, Gamberale F, Iregren A. Coexposure to Toluene and p-Xylene in Man, Central Nervous Functions. *Br J Ind Med* 1992;42:117-125.
- Rosenstock L, Cullen M. Textbook of clinical occupational and environmental medicine. Saunders. 1994, pp.766-784.
- Singer R. Neurotoxicity guidebook. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990, pp 64-78.
- Triebig g, Claus D, Csuzda I, druschky KF, Holler P, Kinzel W, Lehrl s, Reichwein P, Weidenhammer W, Weitbrecht WU, Schaller KH, Valentin H. Cross-sectional epidemiological study on neurotoxicity of solvents in paints and lacquers. *Int Arch Occup Environ Health* 1988: 60: 233-241.
- Triebig G, Lang C. Brain Imaging techniques applied to chronically solvent-exposed workers: current results and critical evaluation. Fourth international symposium for neurobehavioral methods and effects in occupational and environmental health. Tokyo. 1991, 117.
- US OTA (Office of Technology Assessment). Neurotoxicity, identifying and controlling poisons of the nervous system. Washington D.C., U.S. Government Printing Office, 1990.
- van Vliet C, Swaen GMH, Meijers Jmm, et al. prenarctic and Neuraesthetic Symptoms among Dutch Workers Exposed to Organic Solvents. *Br J Ind Med* 1989;46:586.
- White RF, Feldman RG, Travers PH. Neurobehavioral Effects of Toxicity Due to Metals, Solvents, and Insecticides. *Clinical Neuropharmacology* 1990;13(5):392.
- WHO. Principles and methods for the assessment of neurotoxicity associated with exposure to chemicals. *Environmental Health Criteria* 60, WHO, Geneva, 1986.
- WHO. Operational Guide for the WHO Neurobehavioral Core Test Battery, Geneva, WHO, Office of Occupational Health, 1986.

