

신경독성 물질에 폭로되지 않은 제조업체 여성 근로자의 신경행동검사 수행능력범위*

이 경 재 · 이 세 훈 · 김 형 아 · 이 원 철 · 장 성 실 · 박 정 일 · 정 치 경

가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실

= Abstract =

Performance Ranges of the Neurobehavioral Core Test Battery among Female Workers Occupationally Not Exposed to Neurotoxic Agents in Manufacturing Industries

Kyung-Jae Lee, Se-Hoon Lee, Hyoung-Ah Kim, Won-Chul Lee, Seong-Sil Chang,
Chung-Yill Park, and Chee-Kyung Chung

Department of Preventive Medicine, Catholic University of Medical College

With increased use of neurotoxic agents in manufacturing industries, hazardous effects of neurotoxic agents pose significant problems in protecting health of workers who work in these industries. A normal range of neurobehavioral performance is required to study hazardous effects of neurotoxic agents among workers. However, such reference for Korean population is not available yet. The objective of this study is to estimate a normal range of neurobehavioral test performance of female workers in Korea.

Data for neurobehavioral test performance developed by the World Health Organization were obtained from 165 female workers. Study subjects, 140 production workers and 25 clerks, who voluntarily participated in this study were not occupationally exposed to neurotoxic agents. The mean age and the mean education years of them were 32 years and 10.9 years, respectively. Santa Ana dexterity, pursuit aiming, digit symbol, simple reaction time, and Benton visual retention tests among the Neurobehavioral Core Test Battery(NCTB) were included in the evaluation. Subjects were interviewed by a trained interviewer for their detailed occupational

* 이 논문은 1994년 노동부의 직업병 예방을 위한 학술연구용역사업의 일환으로 연구되었음.

history.

Mean(\pm SD) performance of the participants were: 45.7 ± 7.1 and 41.9 ± 6.4 in the Santa Ana dexterity test of the preferred and non-preferred hands; 191.9 ± 38.6 in correct dot of the pursuit aiming test; 57.7 ± 16.0 in the digit symbol test; 274.8 ± 44.6 msec in the mean simple reaction time and 70.5 ± 69.0 msec in the mean standard deviation of it; and 7.8 ± 1.7 in the Benton visual retention test. Most neurobehavioral performance scores were correlated significantly with age and educational level. Educational level was found to be a significant independent variable which was associated with all test scores. Age was significantly associated with scores of pursuit aiming and digit symbol tests.

Key Words : NCTB, Healthy female workers, Normal range of neurobehavioral performance

서 론

산업장에서 널리 사용되고 있는 유기용제는 인쇄, 도금, 세척, 플라스틱 제조, 접착 등 광범위한 분야에서 쓰이고 있어 많은 근로자들이 이에 폭로되고 있는 실정이다. 통계에 의하면 약 16만5천여 명의 근로자들이 산업장에서 유기용제나 납에 폭로되고 있다(특수건강 진단기술협의회, 1994).

대표적인 신경독성 물질인 유기용제로 인한 급성 증상은 가역적일 수 있지만 장기간 반복 폭로되면 비가역적인 손상이 일어날 수도 있다(이세훈, 1988; Echeverria 등, 1989; Edling 등, 1990). 저농도에 만성 폭로로 생기는 건강영향에 대하여는 많은 논란이 있었으나(van Vliet 등, 1989), 장기간 폭로되면 초기에는 주관적인 정신신경학적 증상이 주로 나타나지만(Cherry 등, 1985; Bolla 등, 1990) 계속 진행하면 기질적 뇌증후군(organic brain syndrome)이 발생할 수도 있다(Linz 등, 1986; Fidler 등, 1987; 조규상, 1991). 그러나 유기용제를 비롯한 신경독성 물질 폭로로 인한 증상들은 대개 비특이적이고 일반 대중에서도 흔히 일어날 수 있는 증상들이어서 이로 인한 장애의 정도를 평가하는 데에는 어려움이 따른다.

신경독성 물질을 관리하기 위해서는 우선 각종 유해 물질이 신경계에 미치는 영향을 정확히 파악하는 것이 필요한데, 이러한 방법으로는 설문지를 이용한 증상조사방법과 신경행동검사, 신경전도속도, 유발전위(Evoked Potential Velocity), 뇌파검사와 같은 신경생리검사 및 CT나 MRI 등을 이용한 방사선학적 검사 등이 있다. 설문지를 이용한 조사는 현장에서 쉽게 이용 가능하고 고품위 위험군에서 유용한 선별검사방법으로 제시되고 있으나(WHO, 1985) 주관적이고 급성파 만성 증독증상이 서로 겹쳐 구별하기 어려운 문제점이 있다(Waldron, 1985). 신경생리검사와 방사선학적 검사는 설문조사보다는 객관적인 방법이지만 신경생리검사는 중추신경계의 기능적 이상을 알 수 있으나 검사에 시간이 걸리고 병원 내에서 이루어져야 하는 단점이 있으며, 방사선학적 검사는 CT나 MRI와 같은 최첨단 고가 장비가 필요하고 병원에서만 시행될 수 있고 뇌의 명확한 해부병리적 변화가 있는 것을 진단하는 것이므로 뇌기능상의 손상이 있는 신경행동변화까지 찾아내기는 어려운 단점이 있다. 반면, 신경행동검사는 현장에서 이용이 가능하며 설문조사방법보다는 비교적 객관적이고 신경생리검사나 방사선학적 검사보다는 저렴한 비용으로 간단히 활용할 수 있어서 널

리 이용되어 왔고 최근 활발히 연구되고 있다(White 등, 1990; Anger, 1992). 우리나라에서도 유기용제 중독에 의한 만성 중독성 뇌증이 이미 보고된 바 있고(천용희, 1991; 강성규, 1992), 특히 만성 중독성 뇌증의 경우 혈액, 뇨, 간기능검사 등 일반 병리검사와 근전도 검사, 뇌파 등 신경생리검사 소견은 모두 정상이었으나 환자는 지남력 및 기억력 장애를 호소하고 신경행동검사에서도 주의력, 단기기억력, 계산능력, 판단력 등이 저하됨을 보여 신경독성 물질에 의한 신경행동기능장애를 평가하는 데 신경행동검사가 유용한 것으로 나타났다.

유기용제와 같은 신경독성 물질의 만성폭로로 인한 신경독성을 종합적으로 파악하기 위한 방법으로 신경행동학적 검사는 1950년대 핀랜드에서 개발된 이래 각국에서 자체 개발된 방법으로 연구가 이루어졌다(NRC, 1992). 그러나 각국의 검사방법이나 항목간에 차이가 있어서 일관성있는 자료를 얻기 어려워, 1983년 세계보건기구와 미국 NIOSH 후원하에 Neurobehavioral Core Test Battery(NCTB)를 만들기로 하고 7가지 검사항목을 채택하여(WHO, 1985) 이에 대한 지침서를 마련하였다(WHO, 1986a).

우리나라에도 신경행동검사가 소개되면서(이세훈, 1990) 산업장 근로자들을 대상으로 조사 연구되고 있으며(Lee와 Lee, 1993; 강성규 등, 1993) 최근에는 컴퓨터를 이용한 신경행동검사 방법이 개발되어(Letz, 1991) 유기용제를 비롯한 신경독성 물질 폭로 근로자들을 대상으로 실시된 바 있다(정중학 등, 1994). 컴퓨터를 이용한 신경행동검사는 검사방법의 타당성과 신뢰도가 높은 장점이 있는 반면, 자극형태가 컴퓨터 화면을 통한 시각적 자극이고 반응 역시 키보드를 이용한 반응이며, 대부분의 검사에서 반응속도를 측정치로 이용함으로써 그 밖의 표현력이나 통합적인 기능은 측정하기 어렵고 피검자의 컴퓨터에 대한 친숙도에 의한 영향이 있다는 단점이 있다(Gamberale 등, 1989; Letz, 1991; 정중학 등, 1994).

산업장에서 유기용제를 비롯한 신경독성 물질이 사용되면서 많은 근로자들이 이에 폭로되고 있는데도 불

구하고 이로 인한 장애의 정도를 평가하는 데에는 어려움이 있다. 우리나라 제조업체 근로자들을 대상으로 신경행동검사를 실시한 기존의 연구들의 대부분이 남자의 자료가 주를 이루고 있다. 신경독성 물질에 폭로되지 않은 대조군 자료는 충분하지 않으며 더욱이 여성 근로자를 대상으로 한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 이 연구는 우리나라 제조업체 근로자들 중 유기용제를 비롯한 신경독성 물질에 폭로되지 않고 신경질환의 과거력이 없는 여성 근로자들을 대상으로 신경행동검사를 실시하여 신경독성 물질을 다루는 폭로군에서 신경행동학적 장애를 평가하는 데 필요한 정상범위의 기초자료를 마련하고자 시도하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

구로공단을 비롯한 서울시 지역과 경기도 광주와 김포 및 성남, 그리고 광주광역시 본촌공단 지역의 제조업체에서 유기용제를 비롯한 신경독성 물질을 취급하지 않는 직종의 여성 근로자 중 신경질환의 과거력이 없으면서 본 연구조사에 참가하기로 지원한 165명을 대상으로 실시하였다.

2. 연구방법

본 연구에 참여한 모든 근로자의 연령, 교육년한, 거주지, 현 직종, 근속년수, 소음과 진동, 납, 유기용제 등 작업 중 폭로물질과 폭로시간, 과거 직업력, 검사 전날의 음주여부와 평소 음주습관, 흡연습관, 검사 전날의 수면시간 등을 구체적으로 개인면담을 통해 조사하였다.

세계보건기구에서 개발한 신경행동 검사기구(Neurobehavioral Core Test Battery, NCTB; WHO, 1986a)의 7가지 검사항목 중에서 사업장의 여건 등을 고려하여 산타아나 민첩성검사(Santa Ana dexterity), 목적점 찍기(pursuit aiming), 숫자 기호화(digit

symbol), 단순반응시간(simple reaction time), 시각기억 검사(Benton visual retention) 등 5가지 항목을 세계보건기구의 표준 검사방법(WHO, 1986b)에 따라 다음과 같이 시행하였다. 신경행동검사는 별도의 공간을 이용하거나 검사실이 여의치 않는 경우에는 칸막이 등을 이용하여 외부적인 주변 영향을 최소화하려고 노력한 후 실시하였다.

1) 산타아나 민첩성검사(Santa Ana dexterity test)

핀란드 LEVY사의 Santa Ana(Helsinki version)를 이용하여 사각의 구멍에 끼워져 있는 빨간색과 흰색으로 이루어진 모형(●)을 뽑아서 180° 회전시켜 끼워 넣는 검사이다. 평상시 잘 쓰는 손(preferred hand)과 그 반대편 손(non-preferred hand)을 차례로 오른손은 첫째 줄 왼쪽에서부터, 왼손은 첫째 줄 오른쪽에서부터 '르'자 방향으로 수행하도록 하였다. 1회에 30초씩 양손 모두 2회씩 검사하여 올바르게 한 것을 잘 쓰는 손과 그 반대편 손의 성적을 각각 합산하였다.

2) 목적점 찍기

직경 약 3 mm 정도의 작은 원 안에 점을 찍는 검사로 왼쪽부터 르자 방향으로 1회에 60초씩 2회 실시하였다. 원의 둘레 선에 닿거나 원 밖으로 벗어나게 잘못 찍은 것과 원 안에 올바르게 찍은 것을 각각 합산하였다.

3) 숫자 기호화

1부터 9까지의 숫자마다 각기 다른 기호가 그려져 있는 보기를 보면서 무작위로 배열된 1에서 9까지 각 숫자에 해당하는 기호를 보기에서 찾아 그려 넣는 검사이다. 90초간 1회 실시한 후 올바르게 기입한 것을 합산하였다.

4) 단순반응시간

Standard Reaction Time Tester(Software Science, USA)를 이용하여 이 검사 기구에서 6분간 무작위로 나오는 총 64회의 빨간 불빛을 보고 반응한 전체 반응 횟수와 무반응 횟수, 평균 반응시간, 가장 빠르게 반응

한 시간 및 가장 느리게 반응한 시간, 표준편차 등을 기록하였다.

5) 시각기억검사

Benton Visual Retention Test Recognition Form (Office of Occupational Health WHO, Switzerland)을 이용하여 10장의 그림 카드를 각각 10초간 보여주고 비슷한 4개의 그림이 보기로 그려진 카드를 보여주고 그 중에서 10초 내에 똑같은 그림을 찾아내는 검사이다. 전체 10장의 그림 중에서 맞춘 장수를 기록하였다.

3. 통계분석

통계분석은 SAS 프로그램을 이용하여 직종(생산직과 사무직), 소음과 진동 폭로 여부 등에 따른 신경행동검사의 수행능력의 차이에 대해서는 Student's t-검정을 실시하였다. 피검자의 연령, 교육년한, 거주지, 음주량, 검사 전날의 수면시간 등에 따른 신경행동검사 수행능력의 차이에 대해서는 분산분석과 단순상관계수 및 다중회귀분석을 실시하였다.

결 과

1. 피검자의 일반적 특성

전체 피검자 165명의 평균 연령은 32세로, 연령 분포는 25세 이하가 가장 많았고 그 다음은 36~45세, 26~35세, 46세 이상의 순이었다. 피검자의 교육년한은 평균 10.9년이고, 고등학교에 해당하는 10~12년이 가장 많았으며 그 다음은 중학교, 국민학교, 대학 이상의 순이었다. 거주지별로는 경기도, 서울, 광주광역시 및 기타의 순이었다.

음주와 흡연습관에서 평소 음주를 하지 않는 경우와 흡연하지 않는 경우가 대부분을 차지하였다. 직종은 생산직이 140명, 사무직이 25명으로 생산직이 대부분을 차지하고 있었다. 작업장에서 소음에 폭로되고 있

Table 1. General characteristics

Characteristics	Group	Number(%)
Age(years)	≤ 25	65(39.4)
	26 ~ 35	39(23.6)
	36 ~ 45	40(24.2)
	≥ 46	21(12.8)
Education(years)	≤ 6	19(11.5)
	7 ~ 9	30(18.2)
	10 ~ 12	110(66.7)
	≥ 13	6(3.6)
Drinking	No	106(64.2)
	Yes	59(35.8)
Smoking	No	162(98.2)
	Yes	3(1.8)
Noise exposure	No	95(57.9)
	Yes	69(42.1)
Vibration exposure	No	151(92.1)
	Yes	13(7.9)
Place of residence	Seoul	52(31.7)
	Kyungki-do	72(43.9)
	Kwangju city	34(20.7)
	Others	6(3.7)

는 근로자의 수는 69명, 비폭로자는 95명이었고, 진동에 폭로되고 있는 근로자가 13명, 비폭로자가 151명이었다(각각 1명은 무응답)(표 1).

2. 신경행동검사의 수행능력

세계보건기구에서 1986년 개발한 7가지의 신경행동 검사기구 중에서 본 연구에 포함시킨 5가지 검사 항목에 대한 수행능력은 표 2와 같다.

산타아나 민첩성검사는 잘 쓰는 손에서 45.7±7.1 (SD)개, 반대편 손에서 41.9±6.4개였다. 목적점 찍기는 올바르게 찍은 것이 191.9±38.6개, 틀리게 찍은 것이 22.8±31.3개로 나타났다. 숫자 기호화는 57.7±16.0개, 단순반응시간의 전체 평균과 표준편차의 평균은 각각 274.8±44.6(SD)msec와 70.5±69.0 msec였다. 시각기억검사는 7.8±1.7개였다.

3. 피검자의 특성별 신경행동검사 수행능력

1) 연령군별 차이

산타아나 민첩성검사는 잘 쓰는 손과 반대편 손에서 모두 26~35세군이 각각 49.1±7.1개, 45.0±5.6개로 가장 많이 수행하였고 그 이후 연령이 증가함에 따라 유의하게 감소하였다(P=0.000). 목적점 찍기도 올바르게 찍은 것의 경우 26~35세군이 208.6±29.1개로 가장 많았고 그 이후 연령이 증가함에 따라 수행정도가 유의하게 감소하였다(P=0.000). 그러나 틀리게 찍은 경우는 연령에 따른 차이가 없었다(P=0.091). 숫자 기호화는 25세이하군이 65.6±10.9개로 가장 많이 올바르게 기록하였으며 연령이 증가함에 따라 올바르게 기호화한 수가 유의하게 감소하였다(P=0.000). 평균 단순반

Table 2. Mean performance score of the neurobehavioral core test battery (N= 165)

Performance	Mean ± SD	Minimum	Maximum
Santa Ana dexterity			
Preferred hand	45.7 ± 7.1	23.0	69.0
Non-preferred hand	41.9 ± 6.4	23.0	57.0
Pursuit aiming			
Correct dot	191.9 ± 38.6	74.0	286.0
Wrong dot	22.8 ± 31.3	0	267.0
Digit symbol	57.7 ± 16.0	12.0	90.0
Simple reaction time(msec)			
Mean	274.8 ± 44.6	206.0	513.0
SD	70.5 ± 69.0	24.0	465.0
Fastest time	195.9 ± 28.1	101.0	312.0
Slowest time	545.7 ± 273.7	307.0	916.0
Benton visual retention	7.8 ± 1.7	2.0	10.0

응시간은 26~35세 연령군이 259.2±25.3msec로 가장 빨랐고 연령이 증가함에 따라 점점 반응시간이 유의하게 느려졌다($P=0.000$). 반응시간에 대한 평균 표준편차는 연령군별 차이가 유의하지 않은 것으로 나타났다($P=0.840$). 시각기억검사는 26~35세군이 8.3±1.3개로 가장 많았고 그 이후 연령이 증가함에 따라 통계적으로 유의하게 감소하였다($P=0.000$)(표 3).

2) 교육정도별 차이

산타아나 민첩성검사는 잘 쓰는 손의 경우 교육년한이 6년 이하인 경우가 41.6±7.2개, 반대편 손이 37.8±6.5개로 가장 낮았으며 교육수준이 높아질수록 유의하게 증가하였다($P=0.008$ 및 $P=0.011$). 목적점 찍기는 올바르게 찍은 경우 교육년한이 6년 이하인 경우가 144.2±30.5개로 가장 낮았으며 교육수준이 높아질수록 유의하게 증가하였지만($P=0.000$), 틀리게 찍은 경우는 유의한 차이를 보이지 않았다($P=0.900$). 평균 단 순반응시간은 교육년한이 10~12년인 경우가 267.7±

Table 3. Mean performance score of the neurobehavioral core test battery by age group

Performance	Age(years)				P
	≤ 25 (n=65)	26~35 (n=39)	36~45 (n=40)	≥ 46 (n=21)	
Santa Ana dexterity					
Preferred hand	44.7 ± 6.6	49.1 ± 7.1	46.4 ± 6.5	41.0 ± 7.1	0.000
Non-preferred hand	41.1 ± 6.8	45.0 ± 5.6	42.7 ± 5.1	37.0 ± 5.6	0.000
Pursuit aiming					
Correct dot	202.9 ± 29.1	208.6 ± 29.1	182.8 ± 37.4	139.1 ± 37.5	0.000
Wrong dot	19.9 ± 29.0	19.9 ± 15.6	22.0 ± 24.7	38.9 ± 58.1	0.091
Digit symbol	65.6 ± 10.9	63.0 ± 10.9	50.5 ± 14.9	34.7 ± 13.5	0.000
Simple reaction time(msec)					
Mean	269.7 ± 29.6	259.2 ± 25.3	278.5 ± 53.9	312.3 ± 66.8	0.000
SD	69.7 ± 75.5	69.8 ± 78.3	63.7 ± 56.1	80.8 ± 54.1	0.840
Fastest time	193.5 ± 25.0	189.0 ± 18.9	197.4 ± 31.2	213.2 ± 37.9	0.011
Slowest time	506.8 ± 185.6	562.6 ± 341.9	511.1 ± 221.2	697.1 ± 388.2	0.035
Benton visual retention	8.1 ± 1.3	8.3 ± 1.3	7.6 ± 1.6	6.1 ± 2.6	0.000

Table 4. Mean performance score of the neurobehavioral core test battery by education

Performance	Education (years)				P
	≤ 6 (n=19)	7~9 (n=30)	10~12 (n=110)	≥ 13 (n=6)	
Santa Ana dexterity					
Preferred hand	41.6 ± 7.2	44.6 ± 6.4	46.4 ± 7.1	51.2 ± 5.9	0.008
Non-preferred hand	37.8 ± 6.5	42.4 ± 4.9	42.2 ± 6.6	46.3 ± 4.0	0.011
Pursuit aiming					
Correct dot	144.2 ± 30.5	178.8 ± 40.1	201.5 ± 32.8	215.7 ± 31.2	0.000
Wrong dot	25.6 ± 27.2	24.1 ± 25.1	22.4 ± 33.8	15.0 ± 27.6	0.900
Digit symbol	34.2 ± 11.0	45.8 ± 16.3	64.3 ± 10.8	63.5 ± 9.6	0.000
Simple reaction time(msec)					
Mean	318.0 ± 77.2	274.5 ± 51.2	267.7 ± 28.9	268.0 ± 45.2	0.000
SD	82.3 ± 60.6	58.8 ± 28.1	70.8 ± 79.0	61.2 ± 19.9	0.689
Fastest time	216.6 ± 40.9	195.5 ± 30.5	193.1 ± 21.5	180.8 ± 52.8	0.004
Slowest time	716.6 ± 442.0	533.3 ± 240.3	517.1 ± 238.2	595.2 ± 198.6	0.030
Benton visual retention	6.2 ± 2.5	7.3 ± 2.0	8.1 ± 1.3	8.8 ± 0.8	0.000

28.9 msec로 가장 빨랐으며 교육년한이 감소함에 따라 유의하게 느려졌다($P=0.000$). 숫자 기호화와 시각기억 검사도 교육년한이 6년 이하인 경우가 각각 34.2 ± 11.0 개, 6.2 ± 2.5 개로 가장 낮았으며 교육수준이 증가함에 따라 유의하게 증가하였다($P=0.000$)(표 4).

3) 음주 여부에 따른 차이

피검자들의 음주 습관은 평소 음주를 안하는 군과 하는 군의 두 군으로 나누어 신경행동검사 수행능력을 비교하였다. 목적점 찍기 중 틀리게 찍은 것은 음주군의 경우 29.2 ± 45.0 개로 비음주군의 19.2 ± 19.0 개보다 더 많았으나 유의한 차이는 아니었다($P=0.107$). 그 밖의 다른 검사항목에서도 음주 여부에 따라 유의한 차이를 보이는 항목은 없었다(표 5).

4) 그 밖의 특성에 따른 차이

표 6은 피검자의 신경행동검사 수행능력을 연마기 등과 같은 진동공구 사용여부에 따라 비교한 것이다. 진동공구 사용 여부에 따라 유의한 차이를 보이는 검사항목은 없었다(표 6).

거주지에 따른 신경행동검사 수행능력의 차이는 목적점 찍기에서 틀리게 찍은 경우가 경기도 거주자가 30.4 ± 41.2 개로 가장 많았고 그 다음이 서울 거주자(23.2 ± 21.4), 광주 거주자(9.7 ± 12.1)의 순이었다($P=0.008$). 그밖의 다른 검사항목은 거주지에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다(자료 미제시).

직종(생산직과 사무직)이나 소음폭로 및 전날의 음주 여부에 따른 신경행동검사 수행능력에서는 유의한 차이를 보이는 항목은 없었다(자료 미제시).

4. 피검자 특성과 신경행동검사 수행능력과의 상관관계

피검자들의 특성과 각 신경행동검사 수행능력과의 단순상관계수는 표 7과 같다. 피검자의 연령은 올바르게 한 목적점 찍기($r = -0.491, P=0.000$), 숫자 기호화($r = -0.627, P=0.000$) 및 시각기억검사($r = -0.336, P=0.000$)와의 사이에는 유의한 역상관계가 있었으며 평균 단순반응시간($r = 0.257, P=0.001$)과의 사이에는 양의 상관관계가 있었다. 교육년한은 산타아나 민첩성

Table 5. Mean performance score of the neurobehavioral core test battery by alcohol drinking

Performance	Alcohol drinking		P*
	No (n=106)	Yes (n=59)	
Santa Ana dexterity			
Preferred hand	45.6 ± 6.8	45.9 ± 7.7	0.753
Non-preferred hand	41.6 ± 6.0	42.3 ± 7.1	0.507
Pursuit aiming			
Correct dot	189.2 ± 35.3	196.6 ± 43.7	0.238
Wrong dot	19.2 ± 19.0	29.2 ± 45.0	0.107
Digit symbol	56.6 ± 15.4	59.7 ± 16.9	0.232
Simple reaction time(msec)			
Mean	275.5 ± 45.3	273.6 ± 43.7	0.795
SD	69.0 ± 69.6	73.2 ± 68.3	0.714
Fastest time	196.1 ± 29.1	195.6 ± 26.7	0.913
Slowest time	542.2 ± 270.3	551.8 ± 281.8	0.831
Benton visual retention	7.7 ± 1.8	7.9 ± 1.6	0.406

* Student's t-test between the response of Yes and No.

Table 6. Mean performance score of the neurobehavioral core test battery by vibration exposure

Performance	Vibration exposure		P [*]
	Yes (n=13)	No (n=151)	
Santa Ana dexterity			
Preferred hand	44.8 ± 7.9	45.7 ± 7.1	0.675
Non-preferred hand	41.3 ± 6.1	41.9 ± 6.5	0.761
Pursuit aiming			
Correct dot	197.3 ± 29.9	191.3 ± 39.4	0.593
Wrong dot	39.6 ± 44.1	21.5 ± 29.8	0.171
Digit symbol	61.8 ± 8.9	57.4 ± 16.4	0.137
Simple reaction time(msec)			
Mean	275.3 ± 34.0	275.0 ± 45.5	0.978
SD	79.9 ± 51.9	69.0 ± 70.5	0.599
Fastest time	196.5 ± 25.0	196.0 ± 28.5	0.956
Slowest time	715.4 ± 435.6	532.5 ± 254.8	0.178
Benton visual retention	7.7 ± 1.8	7.8 ± 1.7	0.862

* Student's T-test between the response of Yes and No.

Table 7. Correlation matrix of the test scores of the volunteers

	Age	Edu	WD	Alc	Slp	SAP	SAn	PAC	PAW	DS	SRTm	SRTs
Edu	-.602***											
WD	.325***	-.307***										
Alc	.005	-.019	.094									
Slp	-.087	-.000	-.043	-.101								
SAP	-.119	.233**	-.062	.014	-.067							
SAn	-.118	.205**	-.054	.061	-.124	.669***						
PAC	-.491***	.475***	-.138	.001	.077	.355***	.318***					
PAW	.153	-.057	.179*	.108	-.005	-.009	-.037	-.251**				
DS	-.627***	.646***	-.306***	.005	.016	.338***	.253**	.633***	-.149			
SRTm	.257***	-.303***	-.008	-.034	-.030	-.376***	-.341***	-.297***	-.122	-.400***		
SRTs	-.003	-.013	.022	.009	.119	-.026	-.091	-.018	.006	-.004	.248**	
Ben	-.336***	.359***	-.012	.016	.012	.323***	.323***	.422***	-.083	.458***	-.388***	.003

- p < 0.05
- p < 0.01
- p < 0.001

Abbreviation; Edu : Education
 WD : Work duration
 Alc : Alcohol drinking
 Slp : Sleeping hours during the last night
 SAP : Preferred hand(Santa Ana dexterity)
 SAn : Non-preferred hand(Santa Ana dexterity)

PAC : Pursuit aiming(Correct dot)
 PAW : Pursuit aiming(Wrong dot)
 DS : Digit symbol
 SRTm : Simple reaction time(mean)
 SRTs : Simple reaction time(S.D.)
 Ben : Benton visual retention

검사의 잘 쓰는 손($r = 0.233, P = 0.003$)과 반대편 손($r = 0.205, P = 0.009$), 올바르게 한 목적점 짚기($r = 0.475, P = 0.000$) 및 숫자 기호화($r = 0.646, P = 0.000$), 시각기 역검사($r = 0.359, P = 0.000$)와의 사이에는 유의한 양의 상관관계가 있었고 평균 단순반응시간($r = -0.303, P = 0.000$)과는 역상관관계가 있었다. 근속년수는 틀리게

한 목적점 짚기($r = 0.179, P = 0.022$)와의 사이에는 유의한 양의 상관관계가, 숫자 기호화($r = -0.306, P = 0.000$)와의 사이에는 유의한 역상관관계가 있었다(표 7).

표 8은 피검자의 특성과 본 연구에서 시행한 신경행 동검사의 각 항목과의 사이에 상관관계(표 7)에서 유의한 상관을 보인 변수를 가지고 다중회귀분석을 한 것

Table 8. Statistical significant variables and its beta coefficients of the neurobehavioral core test battery by multiple regression

Dependent variable	Independent variable	β	S.E.	P
SAp	Intercept	37.825	2.843	0.000
	Education	0.731	0.257	0.005
SAn	Intercept	36.052	2.605	0.000
	Education	0.532	0.235	0.025
PAC	Intercept	168.322	23.084	0.000
	Age	- 1.083	0.288	0.000
	Education	5.269	1.502	0.001
DS	Intercept	40.236	8.074	0.000
	Age	- 0.542	0.101	0.000
	Education	3.169	0.525	0.000
SRTm	Intercept	0.314	0.031	0.000
	Education	- 0.005	0.002	0.013
Ben	Intercept	6.091	1.121	0.000
	Age	- 0.021	0.014	0.141
	Education	0.219	0.073	0.003

Abbreviation ; SAp : Preferred hand(Santa Ana dexterity)
 SAn : Non-preferred hand(Santa Ana dexterity)
 PAC : Pursuit aiming(Correct dot)
 PAW : Pursuit aiming(Wrong dot)

DS : Digit symbol
 SRTm : Simple reaction time(mean)
 Ben : Benton visual retention

이다. 손의 민첩성을 나타내는 산타아나 민첩성검사는 양손 모두에서 피검자 교육년한의 영향을 받는 것으로 나타났다. 즉, 손의 민첩성에 대한 검사에서 주로 작용하는 변수는 피검자의 교육년한이었다. 목적점 찍기 검사에서 올바르게 한 것은 피검자의 연령과 교육년한의 영향을 받는 것으로 나타났다. 인지-운동 속도를 의미하는 숫자 기호화도 연령과 교육년한에, 그리고 자극에 대한 반응속도인 단순반응시간과 시각인지에 대한 단기 기억력(short-term memory)을 측정하는 시각 기억검사는 교육년한의 영향을 받는 것으로 나타났다. 전체적으로 볼 때 피검자의 교육수준은 모든 검사항목에서 주요한 영향 변수로 작용하였고 연령은 목적점 찍기와 숫자 기호화 및 시각기억검사에 영향 변수로 작용하고 있었다(표 8).

고 찰

산업이 다양하게 발달하면서 유기용제를 비롯한 신

경독성 물질의 사용도 증가하여 많은 근로자가 폭로되고 있어 근로자들의 신경에 독성 영향을 미칠 가능성도 증가하고 있다. 신경독성 물질로 인한 신경독성 증상은 과거에는 중추신경계의 급성증상만을 생각하고 저농도의 장기간 폭로로 인한 만성독성에 관한 관심은 적었으나 최근 연구에는 저농도 만성폭로로 인한 중추신경장애가 많이 보고되고 있어 이에 대한 관심이 증가되고 있다(Baker와 Fine, 1986). 우리나라에서도 직업적으로 유기용제에 폭로된 근로자들에서 이러한 자각증상의 호소율이 비폭로군에 비해 유의하게 증가되었다고 보고된 바 있다(박은미 등, 1987; 김주자 등, 1989; 이승훈 등, 1992). 유기용제에 폭로된 근로자들에서는 비폭로 근로자들에 비해 신경행동검사의 수행능력이 떨어져 있는 것을 관찰할 수 있었다. 그리고 저농도 유기용제에 폭로되고 있는 근로자들이 다양한 신경학적인 자각증상을 호소한다고 조사되어 있으며(조수현 등, 1993) 유기용제 중독에 의한 만성 중독성 뇌증도 이미 보고된 바 있다(천용희, 1991; 강성규 등,

1992).

레이온 공장에서 이황화탄소에 폭로된 근로자를 대상으로 한 연구(Hänninen, 1971)와, 자동차와 선박 도장공을 대상으로 한 연구(Bleecker 등, 1991; Daniell 등, 1993), 건축 도장공과 보트제조 공장 근로자를 대상으로 한 연구(Fidler 등, 1987; Baker 등, 1988; Letz 등, 1990)에서 폭로군이 비폭로군에 비해 인식기능(cognitive function), 단기 기억력, 지각속도 및 정신운동기능(psychomotor performance)이 저하되어 있다고 보고하고 있다. 더욱이 허용농도 이하의 유기용제 폭로로도 반응시간(reaction time), 단기 기억(short-term memory), 지각속도(perceptual speed) 등의 기능이 저하된다는 보고가 있다(Echeverria 등, 1991).

저농도 만성폭로로 인해 신경독성 증상이 유발되는 지에 대해서는 논란이 있는데 허용농도 이하의 유기용제에 폭로되어도 전술한 대로 신경독성 증상이 유발되었다는 보고가 있는가 하면, 저농도 장기폭로에서 나타나는 신경증상은 조사방법의 문제나 교란인자로 인해 나타나는 것이라고 보는 견해도 있다(Cherry 등, 1985; Gade 등, 1988; van Vliet 등, 1989; Bolla 등, 1990). Hänninen 등(1976)은 유기용제 폭로 근로자에게 신경독성 증상을 파악하기 위한 신경행동검사는 특이도는 상대적으로 낮지만 민감도가 높으므로 선별검사에 유용하게 이용할 수 있다고 하였다. 그러나 신경행동검사의 결과를 정확히 해석하고 조사결과에 미치는 교란인자를 철저히 배제하여야 하는데, 본 연구에서는 본 연구에 참가하기로 동의한 지원자들에게 개인면담과 세계보건기구 표준방법에 따라 신경행동검사를 실시함으로써 이러한 교란인자를 배제하고자 하였다.

본 연구는 유기용제를 비롯한 신경독성 물질에 폭로되지 않고 신경질환의 과거력이 없는 제조업체 여성 근로자를 대상으로 하여 신경독성 물질 폭로군에 대한 대조군의 신경행동검사 수행능력을 보고자 하였다. 피검자수는 지금까지 수행되었던 유사한 연구(Lee와 Lee, 1993; 강성규 등, 1993; 정종학 등, 1994)에 비해 많았고 남자 근로자만을 대상으로 한 연구(이세훈 등,

1995)와는 비슷한 정도였다. 각 검사항목의 성적은 이세훈 등(1995)의 연구와 비교할 때 대체로 유사한 값을 보였는데, 각 검사항목별로 살펴보면 산타아나 민첩성 검사와 시각기억검사에서는 매우 근접한 값을 나타냈다. 단순반응시간은 남자보다 느린 경향을 보인 반면, 올바르게 한 목적점 찍기와 숫자 기호화는 여자가 더 높은 성적을 보였고 틀리게 한 목적점 찍기에서는 틀린 수가 남자보다 더 적은 경향이 있었다. 이것은 남자는 조작하는 검사, 다양한 기술과 육체적 노력이 필요한 검사에서 우위를 보이는 반면, 여자는 언어능력과 관련있는 검사에서 우위를 보인다는 견해(Heaton 등, 1986)와 강성규 등(1993)의 연구와 일치하는 결과였다.

본 연구에서 신경행동검사에 크게 영향을 미치는 인자는 교육수준이었다. 교육수준은 지적능력과 지식수준면에서 검사에 대한 이해와 적응력을 높여줌을 의미한다(Fidler 등, 1987). 본 연구에서도 산타아나 민첩성 검사와 목적점 찍기의 올바르게 한 경우, 숫자 기호화, 단순반응시간, 시각기억검사 등의 5가지 항목 모두에서 피검자의 교육수준이 영향을 미치는 것으로 나타났다. 피검자의 교육수준은 각 검사 수행능력과의 사이에 유의한 상관관계를 보였다. 목적점 찍기 중 올바르게 한 경우를 제외하고는 피검자의 연령보다 교육수준이 각 검사항목간의 상관관계수(r) 값도 다소 높게 나타나 교육수준의 영향이 더 클 것으로 보인다. 피검자의 연령과 교육수준은 유의한 역상관관계($r = -0.602$, $P = 0.000$)가 있는 것으로 나타났다. 남자 근로자의 경우와 비교할 때 피검자의 교육수준과 각 검사항목간의 상관관계수(r) 값이 비교적 높은 경향을 보여 여자에서는 남자보다 피검자의 교육수준에 더 영향을 받는 것으로 생각된다.

본 연구에서 교육수준과 함께 신경행동검사에 큰 영향을 미치는 인자는 연령이었다. 즉 중추신경계 기능의 대부분은 연령의 증가와 함께 기능이 저하되므로 검사 결과의 해석이나 분석에 반드시 연령을 고려하여야 한다. 이미 많은 연구들에서 연령이 신경행동검사에 많은 영향을 미친다고 보고하고 있고, Heaton 등(1986)은 연령에 따라 가장 민감한 검사는 속도뿐 아니

라 뚜렷한 인지능력과 지각운동능력을 요하는 검사로 대표적인 것이 숫자 기호화라고 하였는데 본 연구에서도 숫자 기호화와 목적점 찍기는 피검자의 연령에 주된 영향을 받는 것으로 나타났다. 결과적으로 검사항목에 따라 차이는 있으나 신경행동검사는 신경독성 물질뿐 아니라 연령과 교육수준에 많은 영향을 받는 것으로 생각된다.

남자 근로자를 대상으로 한 이세훈 등(1995)의 연구와 비교할 때 남자와는 달리 여자에서는 진동 폭로에 따라 목적점 찍기의 수행능력에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났는데, 이는 진동 폭로자가 13명(7.9%)으로 47명(38.5%)인 남자 대상자에 비해 폭로자 수가 너무 적었기 때문일 것으로 보이나 향후 더 연구되어야 할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 지역간의 문화, 언어 및 교육수준의 차이에 따른 영향을 최소화하고자 하였고 간단하면서도 경제적이고 쉬우며 비교적 짧은 소요시간 등의 장점을 가지고 제시된 세계보건기구의 신경행동검사 수행능력의 정상범위를 추구하고자 하였다. 본 연구와 동일한 검사항목을 실시한 기존의 연구가 많지 않고 또 연구대상이 본 연구조사와는 차이가 있어서 기존 연구들의 결과를 본 조사와 비교하는 데에는 어려움이 있으나, 본 연구는 신경독성 물질에 폭로되지 않고 제조업체에 종사하고 있는 여성 근로자만을 대상으로 기존 연구에 비해 비교적 많은 대상집단에 대해 신경행동검사를 실시하여 그 수행능력을 조사 연구함으로써 신경독성 물질에 폭로되는 집단에 대한 대조군 자료를 마련하고자 하였다. 따라서 신경독성 물질에 폭로되는 폭로군의 자료와 비교될 수 있는 정상 범위의 기초자료로 사용될 수 있다고 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 1) 관련 인자들에 대해 면밀히 조사하고자 하였으나 산업장의 여건상 발생할 수 있는 신경독성 물질에 대한 간헐적인 폭로 등에 의한 가능성과, 업무 이외에 일상생활 등에서 개인적으로 폭로될 수 있는 가능성은 완전히 배제할 수 없으며, 2) 서울, 경기, 광주 등의 지역을 포함시킴으로서 한 지역에 국한되지 않도록 배려하였지만 사업장의 협조를 바

랐한 여러 가지 여건 때문에 좀더 폭 넓게 조사하지 못한 다소 지역적인 제한성이 있으며, 3) 7가지 NCTB 항목 중 번역에 있어서 문화·언어적인 차이가 생길 수 있는 POMS와 사업장의 제한된 시간 여건상 7가지 항목을 모두 시행하기에는 어려운 점 등을 고려하여 5가지 항목만을 실시하였다. 향후 본 연구에서 다루지 못한 POMS와 digit span 검사에 대해서도 시행될 필요가 있다고 생각된다.

요 약

유기용제와 같은 신경독성 물질에 폭로되지 않은 제조업체 여성 근로자를 대상으로 세계보건기구의 Neurobehavioral Core Test Battery(NCTB) 7가지 검사 항목 중 사업장 여건을 고려하여 산타아나 민첩성검사와 목적점 찍기, 숫자 기호화, 단순반응시간, 시각기억 검사 등 5가지 항목을 세계보건기구 표준방법에 따라 실시하여, 신경독성 물질폭로로 인한 신경행동학적인 영향을 평가하기 위한 대조군 자료를 마련하고자 본 연구를 시행하였다.

잘 쓰는 손과 반대편 손의 산타아나 민첩성검사 수행능력은 각각 45.7 ± 7.1 및 41.9 ± 6.4 개, 목적점 찍기는 191.9 ± 38.6 개였다. 숫자 기호화와 시각기억검사는 각각 57.7 ± 16.0 및 7.8 ± 1.7 개, 단순반응시간의 평균은 274.8 ± 44.6 msec였고 평균 표준편차는 70.5 ± 69.0 msec였다.

대부분의 신경행동검사 항목들은 피검자의 연령, 교육수준의 영향을 받는 것으로 나타났다. 산타아나 민첩성검사는 양손 모두에서 피검자의 교육년한에 영향을 받는 것으로 나타났다. 목적점 찍기 검사에서 올바르게 한 것은 피검자의 연령과 교육년한에 영향을 받는 것으로 나타났다. 숫자 기호화는 연령과 교육년한에, 단순반응시간은 교육년한에, 그리고 시각기억검사도 교육년한에 영향을 받는 것으로 나타났다. 전체적으로 볼 때 피검자의 교육수준은 모든 검사항목에서 주요한 영향 변수로 작용하고 있었고 연령은 일부 검사의 영향 변수로 작용하였다.

참고문헌

- 강성규, 이경용, 정호근, 이영진. 유기용제 중독에 의한 중추신경장애 1예. 대한산업의학회지 1992; 4(1): 110-117
- 강성규, 정호근, 홍정표, 김기용, 조영숙. 유기용제 폭로 근로자들에 대한 신경행동검사에 관한 연구. 예방의학회지 1993; 26: 210-221
- 김주자, 함정오, 안규동, 이병국, 남택승, 백남원. 톨루엔 폭로 근로자의 요증 마노산과 자각증상에 관한 연구. 대한산업의학회지 1989; 1: 206-215
- 박은미, 노재훈, 문영한. 톨루엔에 폭로된 근로자의 요증 마노산량에 관한 연구. 예방의학회지 1987; 20: 228-235
- 이세훈. 유기용제로 인한 신경독성. 한국의 산업의학 1988; 27(1): 22-26
- 이세훈. 화학물질 폭로에 의한 중추신경 장애평가에 이용되는 현장조사방법. 한국의 산업의학 1990; 29(2): 45-50
- 이승훈, 윤능기, 이종영, 서석권. 유기용제 취급자들에게 정신증상. 예방의학회지 1992; 25: 1-12
- 이세훈, 김형아, 이원철, 장성실, 이경재, 박정일, 등. 신경독성 물질에 폭로되지 않은 건강한 남자의 신경행동학적 검사 수행능력. 대한산업의학회지 1995; 7(1): 139-151
- 정종학, 김창윤, 사공준. 컴퓨터를 이용한 유기용제 폭로 근로자의 신경행동학적 장애 검사. 대한산업의학회지 1994; 6: 219-241
- 조규상. 산업보건학. 서울, 수문사, 1991, 쪽 273-284
- 조수현, 김선민, 권호장, 임용현. 만성유기용제 폭로에 의한 정신신경학적 이상소견의 현장진단방법 개발에 관한 연구. 예방의학회지 1993; 26: 147-164
- 천용희. 혼합유기용제에 폭로된 근로자의 만성독성뇌장애, 대한산업의학회지 1991; 3: 216-219
- 특수건강진단기술협의회. 미발표자료 1994
- Anger WK. *Assessment of Neurotoxicity in humans. In: Neurotoxicity, New York: Raven Press Ltd., 1992, pp.363-386*
- Baker EL, Fine LJ. *Solvent neurotoxicity, the current evidence. J Occup Med 1986; 28(2): 126-129*
- Baker EL, Letz RE, Fidler A. *A computer - administered neurobehavioral evaluation system for occupational and environmental epidemiology. J Occup Med 1985; 27(3): 206-212*
- Baker EL, Letz RE, Eisen EA, Pothier LJ, Plantamura DL, Larson M, et al. *Neurobehavioral effects of solvents in construction painters. J Occup Med 1988; 30(2): 116-123*
- Bleecker ML, Bolla KI, Agnew J, Schwartz BS, Ford DP. *Dose-related subclinical neurobehavioral effects of chronic exposure to low levels of organic solvents. Am J Ind Med 1991; 19: 715-728*
- Bolla KJ, Schwartz BS, Agnew J, Ford PD, Bleecker ML. *Subclinical neuropsychiatric effects of chronic low-level solvent exposure in US paint manufacturers. J Occup Med 1990; 32(8): 671-677*
- Cherry N, Hutchins H, Pace T, Waldron HA. *Neurobehavioural effects of repeated occupational exposure to toluene and paint solvents. Br J Ind Med 1985; 42: 291-300*
- Daniell W, Stebbins A, O'Donnell J, Horstman SW, Rosenstock L. *Neuro- psychological performance and solvent exposure among car body repair shop workers. Br J Ind Med 1993; 50: 368-377*
- Echeverria D, Fine L, Langolf G, Schork A, Sampaio C. *Acute neurobehavioural effects of toluene. Br J Ind Med 1989; 46: 483-495*
- Echeverria D, Fine L, Langolf G, Schork A, Sampaio C. *Acute behavioural comparisons of toluene and ethanol in human subjects. Br J Ind Med 1991; 48: 750-761*
- Edling C, Ekberg K, Ahlberg Jr, Alexandersson R, Barregard L, Ekenvall L, et al. *Long term follow up of workers exposed to solvents. Br J Ind Med 1990; 47: 75-82*
- Fidler A, Baker EL, Letz R. *Neurobehavioural effects of occupational exposure to organic solvents among construction painters. Br J Ind Med 1987; 44: 292-308*
- Gade E, Mortensen EL, Bruhn P. *"Chronic painter's syndrome". A reanalysis of psychological test data in a group of diagnosed cases, based on comparisons with matched controls. Acta Neurol Scand 1988; 77: 293-306*

- Gamberale F, Iregren A, Kjellberg A. *SPES: The computerized Swedish performance evaluation system: Background, critical issues, empirical data and a users' manual. Cited from A Computer-Administered Neurobehavioral Evaluation of Workers Exposed to Organic Solvents. Jong-Hak Chung, Chang-Yoon Kim, Joon Sakong. Korean J Occup Med 1994; 6: 219-241*
- Hänninen H. *Psychological picture of manifest and latent carbon disulphide poisoning. Br J Ind Med 1971; 28: 374-381*
- Hänninen 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, Grant I, Matthews C. *Differences in neuropsychological test performance associated with age, education, and sex. In: Grant I, editor. Neuropsychological Assessment of Neuropsychiatric Disorders. New York: Oxford University Press, 1986, pp.100-120*
- Lee S-H, Lee SH. *A study on the neurobehavioral effects of occupational exposure to organic solvents in Korean workers. Environmental Research 1993; 60: 227-232*
- Letz R, Mahoney FC, Hershman DL, Woskie S, Smith TJ. *Neurobehavioral effects of acute styrene exposure in fiberglass boatbuilders. Neurotoxicol Teratol 1990; 12: 665-668*
- Letz R. *Use of computerized test batteries for quantifying neurobehavioral outcomes. Environmental Health Perspectives 1991; 90: 195-198*
- 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(2): 119-125*
- National Research Council. *Surveillance to prevent neurotoxicity in humans In: Environmental neurotoxicology. Cited from A study to the workers exposed to organic solvents by neurobehavioral tests. Kang S-K, Chung H-K, Hong J-P, Kim K-W, Cho Y-S. Korean J Prev Med 1993; 26: 210-221*
- van Vliet C, Swaen GMH, Meijers JMM, Slangen J, De Boorder T, Sturmans F. *Prenarcotic and neuroaesthetic symptoms among Dutch workers exposed to organic solvents. Br J Ind Med 1989; 46: 586-590*
- World Health Organization. *Environmental Health 5. Organic Solvents and the Central Nervous System. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 1985*
- World Health Organization. *Field Evaluation of WHO Neurobehavioral Core Test Battery. Geneva, WHO Office of Occupational Health, 1986a (monograph)*
- World Health Organization. *Operational Guide for the WHO Neurobehavioral Core Test Battery. Geneva, WHO Office of Occupational Health, 1986b (monograph)*