대한산업의학회지 제 16 권 제 3 호 (2004년 9월)
Korean J Occup Environ Med, 2004;16(3):276-286

컴퓨터의 종류가 컴퓨터 신경행동검사에 미치는 영향

영남대학교 의과대학 예방의학교실[1], 영남대학교 의과대학 산업의학과[2]

김규태[2] · 김창윤[1),2)] · 사공준[1),2)]

— **Abstract** —

Effect of the Type of Computer on Computerized Neurobehavioral Performance Tests

Gyu-Tae Kim[2], Chang-Yoon Kim[1)2)], Joon Sakong[1)2)]

Department of Preventive Medicine and Public Health, College of Medicine, Yeungnam University[1]
Department of Occupational and Environmental Medicine, Yeungnam University Hospital[2]

Objectives: It is difficult to carry and set up a large numbers of computers when computerized neurobehavioral tests are performed to many subjects. There are difficulties in mobilizing and resetting desktop computers and so, the use of desktop computers will decrease due to the recent increasing popularity of laptop computers. However, it is essential that there is no difference between the tests performed on a laptop and on a desktop computer. This study was conducted to estimate the effect that the type of computer has on computerized neurobehavioral performance tests.

Methods: Three types of computers were applied. Type 1 was a normal laptop computer. Type 2 was a laptop computer that was remodeled and equipped with a modified keyboard. A common desktop computer with a remodeled keyboard as type 3. The computerized tests included Simple Reaction Time, Choice Reaction Time, Symbol Digit, and Finger Tapping Speed. A total of 60 subjects were examined by the identical tester in the same testing conditions. The computers were randomly allocated, which were used in the test and let examinees take tests with the separate computers.

Results: There were no significant differences among the computers for the results of the Simple Reaction Time and Finger Tapping Speed tests. The mean reaction time, error number of Choice Reaction Time and mean reaction time, correct mean reaction time, error number of Symbol Digit produced significantly different results among the three types of computers.

Conclusion: This study indicates that with only a laptop computer the Simple Reaction Time test using the space bar was useful. But with the laptop computer, the Choice Reaction Time

<접수일: 2004년 5월 12일, 채택일: 2004년 8월 6일>
교신저자: 김 창 윤 (Tel: 053-620-4613) E-mail: cykim@med.yu.ac.kr

* 이 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (R01-2002-000-00286-0) 지원으로 수행되었음.

test using the four-direction key and the Symbol Digit test using the upper end number key were unsuitable. The keyboard should be developed further for the Choice Reaction Time and Symbol Digit tests. Among the three computers, we recommend the use of the desktop computer with the remodeled keyboard which the examinees are familiar with and the laptop computer with the remodeled keyboard.

Key Words: Neurobehavioral, Type of computer

서 론

신경독성물질에 대한 신경계장애 평가도구로서 신경행동검사는 현재까지 250여 가지의 면접식과 6가지 컴퓨터 프로그램이 사용되고 있고, 이들은 다양한 영역의 신경행동기능을 검사하기 위해 배터리 형태로 사용되고 있다(Anger 등, 1993).

우리나라 근로자의 중추신경계 장애와 신경행동검사에 관한 연구는 면접식 신경행동검사인 Neurobehavioral Core Test Battery (NCTB)를 이용한 연구들(강성규 등, 1993; 이덕희 등, 1995; 이세훈 등, 1996; 박강원 등, 1997; 김규상 등, 1999; 진영우 등, 1999; Kang, 2000)과 컴퓨터 신경행동검사인 Swedish Performance Evaluation System (SPES)을 이용한 연구들(정종학 등, 1994; 김창윤 등, 1997; 사공준 등, 1997; 전만중 등, 1997; 정종학 등, 1998; 사공준 등, 2000a; 사공준 등, 2000b; 사공준 등, 2003)과 Behavioral Assessment and Research System(BARS)을 이용한 연구(Kang 등, 2003)로 나뉘어 진다.

외국의 경우 신경행동검사 중 하나인 NES에서는 키보드대신 조이스틱을 사용하여 Simple Reaction Time 검사를 실시하고 있으며(Krieg 등, 2001), BARS에서는 9BUTTON인 Datasled를 입력도구로 사용하고 있다. 특히 BARS에서는 9BUTTON 입력도구를 사용한 결과 일반 키보드로 시행한 NES 검사나 그 밖의 검사들 보다 컴퓨터 경험이 부족한 경우, 학력이 낮은 경우 및 아직 문자 등을 접해보지 못한 경우 등에서 검사 수행 능력이 좋으며 검사를 완수하는데 걸리는 시간이 유의하게 단축되는 것을 보고하였다(Anger 등, 1996; Rohlman 등, 1996; Rohlman 등, 2003).

유기용제에 의한 중추신경계장애 선별검사에 이용되는 컴퓨터 신경행동검사는 기억력, 집중력, 지각기능 등 신경행동기능 장애에 대한 선별검사로 이용된다. 유기용제 노출정도와 노출기간에 따라 신경행동기능의 가역적 장애에서 계속적인 노출시 비가역적 상태인 독성뇌증, 치매, 소뇌위축과 같은 장애(Johnson, 1987)로 진행하며 이것은 진단적 의미만 있을 뿐 치료는 불가능하게 된다.

국내에서도 1990년대부터 신경독성물질의 중추신경계 장애를 조기에 발견하기 위한 연구가 소수의 연구자들에 의해 꾸준히 이루어지고 있다. 특히 1990년대에 개인용 컴퓨터의 급속한 보급으로 접근이 용이해졌으며 편견이 개입되기 쉬운 기존의 신경행동검사에 비해 수행과정과 점수화과정이 표준화되어 있어 컴퓨터를 이용한 방법을 더 선호하는 추세에 있다.

그러나, 컴퓨터 신경행동검사는 면접식 신경행동검사와는 달리 컴퓨터에의 친숙도에 따라 다른 결과를 초래할 수 있는 단점이 있고, 많은 수의 근로자들을 검사해야 하는 경우 여러 대의 컴퓨터를 운반 및 설치해야하는 번거로움이 있다. 하지만 점차 사용이 보편화되고 있는 노트북 컴퓨터를 이용한다면 여러 대의 데스크탑 컴퓨터를 운반하고 설치해야하는 번거로움이 감소될 수 있을 것이다.

노트북 컴퓨터를 컴퓨터 신경행동검사에 이용하기 위해서는 노트북 컴퓨터와 데스크탑 컴퓨터에서 수행된 검사결과가 차이가 없어야 한다는 전제가 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 노트북 컴퓨터, 노트북에 개조된 키보드를 장치한 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터에 개조된 키보드를 장치한 컴퓨터를 이용하여 신경행동검사 결과를 비교해 볼 수 있다. 그러나 이러한 컴퓨터의 3종류(노트북, 노트북+개조된 키보드, 데스크탑+개조된 키보드)가 신경행동검사에 미치는 영향에 대한 연구는 없었다.

이 연구는 컴퓨터 신경행동검사에 대한 실험연구로 사무직 근로자와 생산직 근로자 그룹의 신경행동검사 결과를 확인한 후 두 그룹 모두와 각 그룹에서의 컴퓨터 종류가 컴퓨터 신경행동검사에 미치는 영향을 평가하고, 어떤 소검사 항목에서 어느 정도의 차이가 있는지를 평가하였다. 그리하여 컴퓨터 신경행동검사의 편리한 이용과 컴퓨터 종류의 영향을 가장 적게 받는 신경행동검사 항목을 선택하여 향후 컴퓨터 신경행동검사를 효과적으로 사용하는데 적합한 컴퓨터 종류를 결정하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

대상 및 방법

사무직 근로자 30명과 중추신경계 장애를 유발할 수 있는 유기용제를 취급하는 생산직 근로자 30명을 연구대상자로 선정하였다.

문진표를 통하여 전체 근로자들의 성별, 연령, 근무 부서, 교육 수준, 음주력, 흡연력, 과거 질환력, 두부 손상 유무 등이 조사되었으며 청각 및 시각이상, 두부손상 및 심한 요통 등 신경행동검사에 지장을 줄 가능성이 있는 신체적 장애를 가진 사람과 만성질환으로 장기간 약을 복용하고 있는 사람은 대상자에서 제외되었다.

컴퓨터 신경행동검사용 프로그램으로는 Swedish Performance Evaluation System Korean version(SPES-K)를 이용하였으며, 키보드의 영향을 줄이기 위해서 전만중 등(2004)의 연구에서 사용된 개조된 키보드를 사용하였다. 즉, 일반적으로 사용하는 키보드를 검사에 사용되는 17개의 키(10개의 숫자 키, 4개의 화살표 키, 양쪽 Ctrl 키 및 스페이스 키)만 남겨두고 나머지 키는 모두 제거한 후 하드보드를 이용하여 완전히 가린 17키 키보드를 사용하였다.

노트북 컴퓨터, 노트북에 개조된 키보드를 장치한 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터에 개조된 키보드를 장치한 컴퓨터에서 한글판 컴퓨터 신경행동검사 중 스페이스 바를 이용하는 단순반응시간(Simple Reaction Time), 4개의 방향키를 이용하는 선택반응시간(Choice Reaction Time), 키보드 상단의 숫자 키를 이용하는 부호숫자짝짓기(Symbol Digit) 및 양 Ctrl 키를 이용하는 손가락 두드리기(Finger Tapping Speed)를 모든 피검자에게 동일한 순서로 실시하였다.

검사는 격리된 조용한 공간에서 실시되었으며 검사자는 신경행동검사 경험이 많은 한 명의 의사에 의해 실시되었으며 검사방법과 측정과 관련된 편견과 오차에 대한 교육을 연구자로부터 받고 검사에 임하였다. 검사자는 한번에 한 명씩 시행하였으며 미리 준비된 설명서를 통하여 모든 피검자에게 동일한 방법으로 각 검사항목에 대한 검사과정과 자극의 형태 및 키보드를 이용하여 자극에 반응하는 방법을 교육하고 피검자가 혼자서 충분히 이해하지 못하는 경우에는 검사자가 추가적인 설명을 하도록 함으로써 검사자와 피검자 사이의 대화를 규격화, 최소화하였으며 검사에 임하는 동기를 부여하기 위하여 연구목적을 충분히 설명한 후 검사비를 지급하였다.

Gamberale 등(1989)은 SPES 검사항목 중 단순반응시간, 선택반응시간은 뇌의 기능 중 " 반응속도 관련요인 "으로 분류하였고, 부호숫자짝짓기는 " 기억력 관련요인 "으로 분류하였으며 손가락 두드리기는 " 협조운동 관련요인 "으로 분류하였다.

단순반응시간은 화면에 붉은 색의 사각형이 2.5 - 5 초 간격으로 불규칙하게 나타나며 피검자는 사각형이 나타나면 최대한 빨리 키보드를 누른다. 컴퓨터는 화면에 사각형이 나타나는 순간부터 피검자가 키를 누를 때까지의 시간을 0.001초 단위로 측정한다. 사각형은 2분 동안 16번 나타나며 하나의 자극에 대한 반응시간과 평균반응시간 및 표준편차가 자동적으로 기록된다.

선택반응시간은 화면에 노란색 십자가 그림이 2.5~5 초 간격으로 2분간 불규칙하게 32회 나타난다. 십자가의 네 팔 중 짧은 팔이 있는 방향을 찾아 키보드의 방향키를 최대한 빨리 누른다. 단순반응시간에서와 같이 컴퓨터는 반응시간을 측정하고 처음 1분 동안의 연습 후 각각의 자극에 대한 반응시간과 평균반응시간 및 표준편차가 자동적으로 기록된다.

부호숫자짝짓기는 화면의 상단에 임의로 짝지어진 부호와 1에서 9까지의 숫자가 나타나며 하단에는 상단과 다른 순서로 배열된 부호와 9개의 빈칸이 나타난다. 피검자는 상단에 예시된 부호와 숫자의 짝과 일치되게 숫자 키를 이용하여 하단의 빈칸에 숫자를 입력한다. 총 54회의 부호숫자짝짓기를 시행하게 되며 처음 9회의 연습시행 후 나중 45회의 시행에 있

어서 짝짓기의 평균반응시간과 표준편차, 정타 평균반응시간과 표준편차, 오타수가 자동적으로 기록된다.

손가락 두드리기는 팔을 테이블 위에 얹은 상태에서 중지를 알리는 화면이 나타날 때까지 집게손가락으로 Ctrl 키를 가능한 빨리 두드린다. 평상시 자주 쓰는 손, 우수(dominant hand)와 자주 쓰지 않는 손, 열수(non-dominant hand)를 교대로 검사하며 한 손에 1회씩의 연습 후 2회씩 총 6회의 검사를 수행한다. 컴퓨터는 10초 동안의 두드림 횟수와 양손의 평균횟수 및 표준편차를 기록하며 각 1회 검사 후 5초간의 휴식과 연습시행 2회 포함 총 6회 검사에 1분30초 정도의 시간이 소요된다.

60명의 대상자는 동일한 검사환경에서 동일한 검사자에 의해 동일한 시간대에 연속해서 수행되었으며 연구 대상자들에 대한 3종류 컴퓨터의 사용 순서는 발생 가능한 여섯 가지의 순서 조합을 사용하였다. 이는 동일한 순서로 인해 발생될 수 있는 학습효과, 피로효과 등으로 인한 결과 해석의 오차를 최소화하기 위함이며, 각 대상자를 여섯 가지 중 한가지에 무작위로 할당하여 검사를 실시하였다. 한 명의 피검자에게 3종류 컴퓨터 신경행동검사를 시행하는데 30분 정도 소요되었으며 60명의 대상자가 검사를 완료하는데 2개월여의 기간이 소요되었다.

검사 결과는 SPSS-PC/WIN 프로그램(SPSS Inc., 1998)을 이용하여 측정치(단순반응시간, 선택반응시간, 부호숫자짝짓기, 손가락 두드리기)에 대한 컴퓨터 종류간의 신경행동검사 결과의 비교는 일원분산분석(one-way ANOVA)으로 분석하였고, 3종류 컴퓨터간의 일원분산분석의 사후 검정으로는 Bonferroni F 검정과 Tukey 검정을 사용하였다. 연령, 성별, 교육수준의 분포 차이는 Fisher's exact 검정으로 분석하였다.

결 과

1. 연구대상자의 특성

연령 분포는 20~29세 군이 15명(25.0%), 30~39세 군이 25명(41.7%), 40~49세 군이 16명(26.7%), 50세 이상 군이 4명(6.7%)이었다. 사무직은 30명 전원이 40세 미만이었으며 생산직은 40세 이상이 66.7%이었다. 성별로는 남자 42명, 여자 18명 이였으며 생산직은 30명 중 28명(93.3%)이 남자이었다. 교육수준은 중졸 6명, 고졸 29명(사무직 9명, 생산직 20명), 전문대졸 혹은 그 이상이 25명(사무직 21명, 생산직 4명)이었다. 사무직은 30명 중 21명(70.0%)이 전문대졸 혹은 그 이상이었으며 반면에 생산직은 30명 중 26명(86.7%)이 고졸이하

Table 1. General characteristics of study subjects

Charcteristic	Non-Exposure (n=30)	Exposure (n=30)	Total (n=60)
Age(yrs.)*			
20-29	8 (26.7%)	7 (23.3%)	15 (25.0%)
30-39	22 (73.3%)	3 (10.0%)	25 (41.7%)
40-49	0 (-)	16 (53.3%)	16 (26.7%)
≥50	0 (-)	4 (13.4%)	4 (6.7%)
Sex†			
Male	14 (46.7%)	28 (93.3%)	42 (70.0%)
Female	16 (53.3%)	2 (6.7%)	18 (30.0%)
Educational level*			
Middle school	0 (-)	6 (20.0%)	6 (10.0%)
High school	9 (30.0%)	20 (66.7%)	29 (48.3%)
College or above	21 (70.0%)	4 (13.3%)	25 (41.7%)

*:Distribution is significantly different between non-exposure and exposure workers ($p<0.05$).

†: Distribution is significantly different between non-exposure and exposure workers ($p<0.001$).

이었다(Table 1).

사무직 근로자와 생산직 근로자의 연령과 교육수준의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 성별 분포도 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.001$).

2. 컴퓨터 종류에 따른 신경행동검사의 수행 비교.

사무직과 생산직 근로자수를 합한 60명의 신경행동검사 결과를 보면 단순반응시간에서 평균반응시간은 3종류 컴퓨터 유형에서 유의한 차이가 없었다.

선택반응시간은 노트북 컴퓨터에서 다른 두 종류의 컴퓨터보다 평균반응시간이 상대적으로 늦고 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($F=3.515$, $p=0.032$), Bonferroni F 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서 유의한 차이가 있었다. 선택반응시간 검사의 오타수에 있어서도 노트북 컴퓨터가 다른 두 종류 컴퓨터보다 상대적으로 많았으며 통계적으로 유의한 차이가 있었고($F=5.068$, $p=0.007$), Bonferroni F 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서 유의한 차이가 있었다.

Table 2. Neurobehavioral test scores by the type of computer at the total workers (N=60)

Neurobehavioral test	Notebook*	Notebook+keyboard†	Desktop+keyboard‡	F	Significance (p-value)
Simple Reaction Time§					
Mean Reaction time	352 (115)	350 (114)	325 (82)	1.194	.305
SD of mean reaction time	74 (54)	83 (59)	79 (44)		
Choice Reaction Time§					
Mean Reaction time	696 (206)¶	636 (134)	622 (130)¥	3.515	.032
SD of mean reaction time	119 (57)	106 (41)	108 (48)		
No of error	1.90 (1.16)¶	1.55 (1.09)	1.28 (0.92)¥	5.068	.007
Symbol Digit §					
Mean Reaction time	2,690 (812)£	2,448 (652)	2,376 (684)ʃ	3.124	.046
SD of mean reaction time	1,073 (816)	920 (701)	786 (598)		
Mean Reaction time, correct	2,707 (809)¶	2,447 (655)	2,380 (689)¥	3.423	.035
SD of mean reaction time, correct	1,043 (763)	912 (696)	784 (597)		
No of error	1.76 (1.07)¶	1.33 (0.79)※	1.25 (0.65)¥	6.223	.002
Finger Tapping Speed‖					
Dominant hand	66.9 (10.3)	69.1 (10.4)	69.4 (12.4)	0.871	.421
SD of dominant hand	2.51 (2.90)	2.46 (3.09)	2.13 (4.17)		
Nondominant hand	59.8 (9.3)	61.5 (10.3)	62.1 (11.6)	0.719	.489
SD of nondominant hand	2.99 (4.33)	1.91 (2.19)	1.92 (2.03)		

The values are expressed as mean (standard deviation).

Significance is measured by one-way ANOVA.

*:Laptop computer.

†:Laptop computer equipped with modified keyboard.

‡:Ordinary desktop computer equipped with modified keyboard.

§:Parameters of Simple Reaction Time, Choice Reaction Time and Symbol Digit are measured in msec.

‖:Parameters of Finger Tapping Speed are the number of taps in 10s.

There was significant differences between ¶ and ¥ by post Hoc test of Bonferroni F.

There was significant differences between ¶ and ※ by post Hoc test of Bonferroni F.

There was significant differences between £ and ʃ by Tukey.

부호숫자짝짓기에서 평균반응시간은 노트북 컴퓨터에서 다른 두 종류의 컴퓨터보다 평균반응시간이 상대적으로 늦고 통계적으로 유의한 차이가 있었으며(F=3.124, p=0.046), Tukey 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서 유의한 차이가 있었다. 정타 평균반응시간은 노트북 컴퓨터에서 다른 두 종류의 컴퓨터보다 평균반응시간이 상대적으로 늦고 통계적으로 유의한 차이가 있었으며(F=3.423, p=0.035), Bonferroni F 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서 유의한 차이가 있었다. 오타수에서는 노트북 컴퓨터가 다른 두 종류의 컴퓨터보다 많았고 통계적으로 유의한 차이가 있었으며(F=6.223, p=0.002), Bonferroni F 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 노트북+개조된 키보드 사이와 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서유의한 차이가 있었다.

손가락 두드리기에서는 우수, 열수 모두 평균 횟수에서 유의한 차이는 없었다(Table 2).

3. 사무직 근로자의 컴퓨터 종류에 따른 신경행동검사의 수행 비교.

사무직 근로자의 컴퓨터 종류별 신경행동검사는 단순반응시간, 선택반응시간, 손가락 두드리기 검사

Table 3. Neurobehavioral test scores by the type of computer at the non-exposure workers (N=30)

Neurobehavioral test	Notebook*	Notebook+keyboard†	Desktop+keyboard‡	F	Significance (p-value)
Simple Reaction Time§					
Mean Reaction time	310 (54)	314 (47)	305 (55)	0.229	.796
SD of mean reaction time	47 (13)	50 (16)	47 (9)		
Choice Reaction Time§					
Mean Reaction time	602 (89)	594 (89)	596 (91)	0.074	.929
SD of mean reaction time	105 (39)	98 (37)	105 (37)		
No of error	1.23 (0.62)	1.13 (0.89)	1.16 (0.83)	0.123	.884
Symbol Digit§					
Mean Reaction time	2,107 (396)¶	1,983 (209)	1,933 (197)¥	3.871	.026
SD of mean reaction time	848 (620)	646 (526)	598 (562)		
Mean Reaction time, correct	2,109 (398)¶	1,974 (213)	1,927 (198)¥	6.160	.046
SD of mean reaction time, correct	850 (630)	649 (530)	597 (562)		
No of error	1.43 (0.81)	1.03 (0.76)	1.06 (0.63)	2.667	.075
Finger Tapping Speed‖					
Dominant hand	77.1 (7.3)	73.1 (7.4)	74.5 (11.3)	1.078	.345
SD of dominant hand	2.30 (2.08)	2.06 (2.34)	1.80 (2.20)		
Nondominant hand	62.6 (7.6)	64.3 (9.2)	65.4 (9.6)	0.760	.470
SD of nondominant hand	1.56 (2.09)	2.06 (2.25)	1.80 (2.05)		

The values are expressed as mean (standard deviation).

Significance is measured by one-way ANOVA.

*:Laptop computer.

†:Laptop computer equipped with modified keyboard.

‡:Ordinary desktop computer equipped with modified keyboard.

§:Parameters of Simple Reaction Time, Choice Reaction Time and Symbol Digit are measured in msec.

‖:Parameters of Finger Tapping Speed are the number of taps in 10s.

There was significant differences between ¶ and ¥ by post Hoc test of Bonferroni F.

에서 3종류 컴퓨터 유형간의 유의한 차이는 없었다.

부호숫자짝짓기에서 평균반응시간은 노트북 컴퓨터에서 다른 두 종류의 컴퓨터보다 평균반응시간이 상대적으로 늦고 통계적으로 유의한 차이가 있었으며(F=3.871, p=0.026), Bonferroni F 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서 유의한 차이가 있었다. 정타 평균반응시간도 노트북 컴퓨터에서 다른 두 종류의 컴퓨터보다 평균반응시간이 상대적으로 늦고 통계적으로 유의한 차이가 있었으며(F=6.160, p=0.046), Bonferroni F 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서 유의한 차이가 있었다. 오타수에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 3).

4. 생산직 근로자의 컴퓨터 종류에 따른 신경행동검사의 수행 비교.

생산직 근로자의 컴퓨터 종류별 신경행동검사 결과를 보면 단순반응시간에서 평균반응시간은 3종류 컴퓨터 유형에서 유의한 차이가 없었다.

선택반응시간은 노트북 컴퓨터에서 다른 두 종류의 컴퓨터보다 평균반응시간이 상대적으로 늦고 통계적으로 유의한 차이가 있었으며(F=4.433, p=0.015), Bonferroni F 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서 유의한 차이가 있었다. 선택반응시간 검사의 오타수에 있어서도 노트북 컴퓨터가 다른 두 종류 컴퓨터보다 상

Table 4. Neurobehavioral test scores by the type of computer at the exposure workers (N=30)

Neurobehavioral test	Notebook*	Notebook+keyboard†	Desktop+keyboard‡	F	Significance (p-value)
Simple Reaction Time§					
Mean Reaction time	393 (143)	386 (147)	346 (98)	1.139	.325
SD of mean reaction time	101 (65)	116 (136)	82 (46)		
Choice Reaction Time§					
Mean Reaction time	789 (246)	678 (158)	649 (157)¥	4.433	.015
SD of mean reaction time	131 (68)	113 (43)	110 (57)		
No of error	2.56 (1.19)	1.96 (1.12)	1.40 (1.00)¥	8.261	.001
Symbol Digit§					
Mean Reaction time	3,306 (686)	2,914 (612)	2,818 (714)¥	4.432	.015
SD of mean reaction time	1,296 (930)	1,193 (754)	972 (581)		
Mean Reaction time, correct	3,293 (675)	2,910 (622)	2,824 (718)¥	4.327	.016
SD of mean reaction time, correct	1,236 (841)	1,175 (750)	969 (580)		
No of error	2.10 (1.21)	1.63 (0.71)	1.43 (0.62)¥	4.425	.015
Finger Tapping Speed‖					
Dominant hand	62.8 (11.2)	65.1 (11.5)	64.4 (11.6)	0.317	.729
SD of dominant hand	2.73 (3.57)	2.86 (3.70)	2.46 (5.50)		
Nondominant hand	57.2 (10.2)	58.7 (10.7)	58.8 (12.6)	0.194	.824
SD of nondominant hand	3.23 (4.63)	2.53 (3.99)	2.16 (2.13)		

The values are expressed as mean (standard deviation).

Significance is measured by one-way ANOVA.

*:Laptop computer.

†:Laptop computer equipped with modified keyboard.

‡:Ordinary desktop computer equipped with modified keyboard.

§:Parameters of Simple Reaction Time, Choice Reaction Time and Symbol Digit are measured in msec.

‖:Parameters of Finger Tapping Speed are the number of taps in 10s.

There was significant differences between ¶ and ¥ by post Hoc test of Bonferroni F.

대적으로 많았으며 통계적으로 유의한 차이가 있었고(F=8.261, p=0.001), Bonferroni F 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서 유의한 차이가 있었다.

부호숫자짝짓기에서 평균반응시간은 노트북 컴퓨터에서 다른 두 종류의 컴퓨터보다 평균반응시간이 상대적으로 늦고 통계적으로 유의한 차이가 있었으며(F=4.432, p=0.015), Bonferroni F 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서 유의한 차이가 있었다. 정타 평균반응시간도 노트북 컴퓨터에서 다른 두 종류의 컴퓨터보다 평균반응시간이 상대적으로 늦고 통계적으로 유의한 차이가 있었으며(F=4.327, p=0.016), Bonferroni F 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서 유의한 차이가 있었다. 오타수에서도 노트북 컴퓨터가 다른 두 종류의 컴퓨터보다 많았고 통계적으로 유의한 차이가 있었으며(F=4.425, p=0.015), Bonferroni F 법에 의한 사후 검정에서 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에서 유의한 차이가 있었다.

손가락 두드리기에서는 우수, 열수 모두 평균 횟수에서 유의한 차이는 없었다(Table 4).

고 찰

산업장에서 이용되는 신경계 독성물질로는 유기용제, 중금속, 농약, 각종 합성물질 등 850종 이상의 화학물질이 있으며 이들은 집중력, 협조운동, 언어장애 등 중추신경계 장애를 유발시킬 수 있다. 유럽의 선진국에서도 이들 화학물질에 의한 중추신경계 장애가 해마다 20~50명 정도 발생하고 있으며 중추신경계 장애를 조기에 발견하기 위한 수단으로 대부분의 산업의학 전문기관에서는 신경행동검사를 이용하고 있다. 그밖에 신경외과, 신경과, 정신과, 재활의학과 등에서도 중추신경계 기능의 평가는 매우 중요한 검사이다.

면접식 신경행동검사로는 WHO-Neurobehavioral Core Test Battery, Korean Wechsler Adult Scale, Benton Neuropsychological Assessment, Memory Assessment Scale, Korean Boston Naming Test, Bender Gestalt Test 등이 있으며(Kang, 2000), 컴퓨터 프로그램을 사용한 신경행동검사는 Neurobehavioral Evaluation System(NES), Swedish Performance Evaluation System(SPES), Behavioral Assessment Research System(BARS) 등이 있다(사공준 등, 2003; Anger 등, 1993; Rohlman 등, 1996; Krieg 등, 2001; Rohlman 등, 2003).

신경행동검사에 영향을 미칠 수 있는 요인들로는 소음, 조명, 온도 등의 물리적 인자, 검사시간대, 반복검사의 간격 및 검사를 실시한 요일 등의 시간관련 인자, 연령, 성별, 교육수준의 인구학적 인자, 건강상태, 검사에 임하는 심리적 상태, 검사도구 및 검사자에 대한 친숙도, 학습 및 훈련효과, 문화적 배경 등이 알려져 있다(사공준 등, 2003; Gamberale 등, 1989; Lezak, 1995; Anger 등, 1997).

컴퓨터를 이용한 신경행동검사의 장점으로는 검사방법이 표준화되어 있고, 정확하고, 간결하며, 신속한 결과와 검사자의 편견이 없고, 자료 보관이 용이하며 높은 호환성과 비전문인도 시행 가능하다는 것이다. 반면 단점으로는 자극 반응방법이 모니터와 키보드로 제한되어 있고, 검사도중 피검자의 관찰이 제한되고, 컴퓨터에 대한 친숙도의 차이가 있으며, 설치 및 이동의 번거로움이 있다(Baker 등, 1985; Singer, 1990; Anger 등, 1993).

컴퓨터에 대한 미숙함과 거부감, 운반 및 설치의 번거로움을 최소화하기 위한 방안으로 점차 사용이 보편화되고 있는 노트북 컴퓨터가 유용하게 사용될 수 있는지, 노트북 컴퓨터와 개조된 키보드의 조합이 데스크탑 컴퓨터와 비교하여 검사항목 성적에 차이가 있는지를 평가하여 만약 이들이 차이가 없다면 좀더 간편하게 컴퓨터 신경행동검사를 이용할 수 있을 것이다.

본 연구에서 컴퓨터 종류를 3종류로 나눈 이유는 전만중 등(2004)에 의한 ‘키보드 형태가 컴퓨터 신경행동검사에 미치는 영향’에 대한 연구에 따르면 개조된 키보드가 컴퓨터에 대한 친숙도의 영향을 감소시키는 경향을 보였기 때문에 기존의 키보드 대신 개조된 키보드를 사용하였으며 운반 및 설치의 번거로움을 덜고, 부득이한 경우 개조된 키보드를 부착한 컴퓨터를 사용하지 못하는 경우 노트북 컴퓨터만으로 신경행동검사 수행이 가능한지 알아보기 위해 3종류 컴퓨터로 나누었다.

전체 근로자 60명을 대상으로 실시한 컴퓨터 종류

별 신경행동검사 결과에서 3가지 컴퓨터 종류에 따라 유의한 차이가 없는 검사 항목으로는 단순반응시간에서 평균반응시간과 손가락 두드리기(우수, 열수)에서 평균횟수로서 이러한 검사항목들은 노트북 컴퓨터의 활용이 가능할 것으로 생각된다. 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에 유의한 차이가 있는 검사 항목으로는 선택반응시간에서 평균반응시간과 오타수, 부호숫자짝짓기에서 평균반응시간, 정타 평균반응시간, 오타수로서 이러한 항목들은 노트북의 활용이 어려울 것으로 생각된다. 노트북과 노트북+개조된 키보드 사이에 유의한 차이가 있는 검사 항목은 부호숫자짝짓기에서 오타수로서 이 항목 또한 노트북의 활용이 어려울 것으로 생각된다.

사무직 근로자 30명을 대상으로 실시한 컴퓨터 종류별 신경행동검사 결과에서 3가지 컴퓨터 종류에 따라 유의한 차이가 없는 검사 항목으로는 단순반응시간에서 평균반응시간, 선택반응시간에서 평균반응시간과 오타수, 부호숫자짝짓기에서 오타수, 손가락 두드리기(우수, 열수)에서 평균횟수로서 이러한 검사항목들은 노트북 컴퓨터의 활용이 가능할 것으로 생각된다. 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에 유의한 차이가 있는 검사 항목으로는 부호숫자짝짓기에서 평균반응시간, 정타 평균반응시간으로서 이러한 항목들은 노트북의 활용이 어려울 것으로 생각된다.

생산직 근로자 30명을 대상으로 실시한 컴퓨터 종류별 신경행동검사 결과에서 3가지 컴퓨터 종류에 따라 유의한 차이가 없는 검사 항목으로는 단순반응시간에서 평균반응시간과 손가락 두드리기(우수, 열수)에서 평균횟수로서 이러한 검사항목들은 노트북 컴퓨터의 활용이 가능할 것으로 생각된다. 노트북과 데스크탑+개조된 키보드 사이에 유의한 차이가 있는 검사 항목으로는 선택반응시간에서 평균반응시간과 오타수, 부호숫자짝짓기에서 평균반응시간, 정타 평균반응시간, 오타수로서 이러한 항목들은 노트북의 활용이 어려울 것으로 생각된다.

노트북 컴퓨터 검사에서 생산직 근로자가 전반적으로 검사 결과가 낮은 이유는 키보드의 복잡함과 손상 가능성 때문일 것으로 생각된다. 사무직 근로자와 같이 컴퓨터에 친숙한 사람은 숫자 키를 시각적으로 검색하는데 숙달되어 있으며 자판에 대한 친숙도 뿐만 아니라 모니터 자체, 모니터에 의한 시각자극의 전달 등이 복합적으로 컴퓨터의 친숙도를 높여 생산직 근로자보다 좋은 결과가 나왔을 것으로 생각된다.

사무직 근로자와 생산직 근로자에서 신경행동검사 결과가 다른 이유는 컴퓨터의 친숙도 차이뿐만 아니라 연령, 교육수준과 같은 인구학적 인자가 결과에 영향을 끼친 것으로 생각된다.

컴퓨터에 대한 미숙함과 거부감을 최소화하기 위해 가능하면 가장 보편적인 데스크탑 컴퓨터에 개조된 키보드를 장치하여 사용하는 것이 바람직하지만 운반 및 설치의 번거로움을 덜기 위해 노트북 컴퓨터를 사용하는 경우 노트북 컴퓨터에 개조된 키보드를 부착하여 사용하는 것이 바람직할 것이다. 왜냐하면 전체 근로자를 대상으로 한 3종류 컴퓨터 사이에 각각 유의한 차이가 나는 컴퓨터 신경행동검사 항목은 부호숫자짝짓기의 오타수뿐이며 비록 나머지 항목에 대해서는 3종류 컴퓨터 사이에 각각 통계적으로 유의한 차이는 없으나 임상적으로 무시하지 못할 정도로 평균에서 차이가 난다고 생각되므로 개조된 키보드를 부착하여 시각적으로 단순화하는 것이 거부감을 줄이는데 도움이 되기 때문이다.

좁은 공간에서 여러 대로 많은 검진자를 대상으로 검사해야 하는 등 부득이하게 노트북을 이용해야 하는 경우 노트북에 대한 참고치를 구축해 놓아서 활용해야 할 것으로 생각된다.

이 연구의 제한점으로는 첫째, 유기용제를 취급하는 생산직 근로자 선정에서 문진상 과거직력과 현재직력을 기준으로 연구대상자를 선정하여 유기용제 노출력(노출된 유가용제 종류, 노출기간, 자각증상 유무 등)을 상세하게 조사하지 못하여 유기용제 노출정도와 컴퓨터 종류간의 관련성까지 분석하지 못한 것으로 차후 이에 대한 연구가 필요할 것이다. 둘째, 연구대상자의 선정에서 각 군의 연령과 교육수준을 같게 하지 못한 점이다. 셋째, 연구 대상자를 사무직 근로자와 생산직 근로자로 선정함에 있어서 사무직은 작업환경이나 주변상황으로 보아 생산직보다 컴퓨터의 친숙도가 높다는 가정하에 두 군으로 선정하였으나 컴퓨터 친숙도의 차이를 컴퓨터 사용기간 또는 타수 등의 객관적인 방법으로 나타내지 못한 것이다.

이 연구의 일반화를 위해서는 보다 많은 연구대상자를 상대로 한 추가정보가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

목적: 컴퓨터 신경행동검사를 이용하여 많은 수의 근로자들을 검사해야 하는 경우 여러 대의 컴퓨터를 운반 및 설치해야하는 번거로움이 있다. 점차 사용이 보편화되고 있는 노트북 컴퓨터를 이용한다면 여러 대의 데스크탑 컴퓨터를 운반하고 설치해야하는 번거로움이 감소될 수 있을 것이다. 노트북 컴퓨터를 컴퓨터 신경행동검사에 이용하기 위해서는 노트북 컴퓨터와 데스크탑 컴퓨터에서 수행된 검사결과가 차이가 없어야 한다는 전제가 필요하다. 이 연구는 노트북 컴퓨터를 비롯한 컴퓨터의 종류가 컴퓨터 신경행동검사 결과에 어떠한 영향을 미치는가를 평가하기 위해서 수행되었다.

방법: 노트북 컴퓨터, 노트북 컴퓨터에 개조된 키보드를 장치한 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터에 개조된 키보드를 장치한 컴퓨터에서 Swedish Performance Evaluation System Korean version(SPES-K)을 이용하여 컴퓨터 신경행동검사 중 스페이스 바를 이용하는 단순반응시간(Simple Reaction Time), 4개의 방향키를 이용하는 선택반응시간(Choice Reaction Time), 키보드 상단의 숫자 키를 이용하는 부호숫자짝짓기(Symbol Digit), 및 양 Ctrl 키를 이용하는 손가락 두드리기(Finger Tapping Speed)를 실시하였다. 60명의 대상자가 동일한 검사환경에서 동일한 검사자에 의해 검사를 수행하였으며 검사에 사용하는 컴퓨터를 임의의 순서로 할당하고 동일한 검사를 각각의 컴퓨터에서 수행하도록 하였다.

결과: 스페이스 바를 이용하는 단순반응시간과 Ctrl 키를 이용하는 손가락 두드리기는 유의한 차이가 없었으나 4개의 방향키를 이용하는 선택반응시간에서는 평균반응시간과 오타수에서, 상단의 숫자 키를 시각적 검색을 거쳐 선택하는 부호숫자짝짓기에서는 평균반응시간, 정타 평균반응시간과 오타수에서 노트북 컴퓨터가 다른 두 종류의 컴퓨터보다 평균반응시간이 상대적으로 늦고 오타수도 많았으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

결론: 노트북 컴퓨터만을 사용하는 경우 스페이스 바를 이용하는 검사, 즉 단순반응시간은 이용할 수 있는 검사로 평가되나 4개의 방향키를 이용하는 검사, 즉 선택반응시간과 상단의 숫자 키를 이용하는 검사 중 반응속도를 측정하는 부호숫자짝짓기의 경우 노트북 컴퓨터를 그대로 사용하는 것은 적절하지 않으며 필요한 경우 개조된 키보드를 장치하는 것이 필요하다. 가급적 피검자들에게 가장 익숙한 데스크탑 컴퓨터에 개조된 키보드를 장치하여 사용하는 것이 권고되나 노트북 컴퓨터를 사용하는 경우에도 개조된 키보드를 장치하여 사용하는 것이 권고된다.

참고문헌

강성규, 정호근, 홍정표, 김기웅, 조영숙. 유기용제 폭로 근로자들에 대한 신경행동검사에 관한 연구. 예방의학회지 1993;26(2):210-21.

김규상, 김양호, 진영우, 김은아, 양정선 등. 망간노출 근로자의 정신 · 신경행동양상에 영향을 주는 요인. 대한산업의학회지 1999;11(2):213-28.

김창윤, 사공준, 정종학, 주리, 전만중 등. 복합유기용제에 폭로된 근로자들에 대한 신경행동학적 기능의 평가. 영남의대학술지 1997;14(2):314-28.

박강원, 박인근, 김진하, 배강우, 이덕희 등. 유기용제 폭로 근로자에 있어서 신경행동검사의 시행시점에 관한 연구. 예방의학회지 1994;27(3):487-504.

사공준, 전만중, 성낙정, 김규태. 개인의 특성과 검사조건이 신경행동검사의 신뢰도에 미치는 영향. 대한산업의학회지 2003;15(2):188-95.

사공준, 정종학, 성낙정, 이중정, 박종태 등. 자동차 공장 용접공의 망간폭로와 신경행동기능의 관련성. 대한산업의학회지 2000a;12(3):327-37.

사공준, 정종학, 이학용. 유기용제 폭로 근로자의 신경정신증상과 신경행동학적검사의 관련성. 대한산업의학회지 1997;9(1):49-60.

사공준, 정종학, 전만중, 신말숙. 면접 및 컴퓨터 신경행동검사의 신뢰도평가. 대한산업의학회지 2000b;12(4):494-500.

이덕희, 박인근, 김진하, 이용환, 강성규 등. 복합유기용제의 누적 폭로 정도에 따른 신경행동학적 변화. 예방의학회지 1995;28(2):386-97.

이세훈, 김형아, 이원철, 장성실, 이경재 등. 신경독성 물질에 폭로되지 않은 건강한 남자의 신경행 동학적 검사 수행능력. 대한산업의학회지 1996;7(1):139-51.

전만중, 김창윤, 정종학, 임우택, 사공준. 키보드 형태가 컴퓨터 신경행동검사에 미치는 영향. 대한산업의학회지 2004;16(2):178-90.

전만중, 사공준, 강복수, 김문찬, 김학수. 컴퓨터를 이용한 에탄올에 의한 신경행동기능장애평가. 영남의대학술지 1997;14(1):183-96.

정종학, 김창윤, 사공준. 컴퓨터를 이용한 유기용제 폭로 근로자의 신경행동학적 장애 검사. 대한산업의학회지 1994;6(2):219-41.

정종학, 김창윤, 사공준, 전만중, 박홍진. 한국형 신경행동검사 배터리의 개발-면접과 컴퓨터 신경행 동검사의 타당성 평가. 예방의학회지 1998;31(4):692-707.

진영우, 김양호, 김규상, 김은아, 조영숙 등. 망간에 폭로된 용접작업자들의 신경행동검사 수행능력. 대한산업의학회지 1999;11(1):1-12.

천용희. 혼합유기용제에 폭로된 근로자의 만성중독뇌장애. 대한산업의학회지 1991;3(2):216-9.

Anger WK, Cassittto MG, Liang Yx, Amador R, Hooisma J, et al..: Comparison of Performance from Three Continents of the WHO-Recommended Neurobehavioral Core Test Battery. Environ Res 1993;62:125-47.

Anger WK, Rohlman DS, Sizemore OJ, Kovera CA, Gibertini M, et al.. Human behavioral assessment in neurotoxicology: Producing appropriates test performance with written and shaping instructions. Neurotoxicol Teratol 1996; 18(4):371-9.

Anger WK, Sizemore OJ, Grossmann SJ, Glasser JA, Letz R, et al.. Human neurobehavioral research methods: Impact of subject variables. Environ Res 1997;73:18-41.

Baker EL, Letz RE, Fidler AT, Shalat S, Plantamura D, et al..: A computer-based neurobehavioral evaluation system for occupational and environmental epidemiology: Methodology and validation studies. Neurobeh Toxicol Teratol 1985;7:369-78.

Gamberale F, Iregren A, Kjellberg A. SPES: The Computerized Swedish Performance Evaluation System: Background, Critical Issues, Empirical Data and a User's Manual. National Institute of Occupational Health, Solna, 1989. pp 1-77.

Johnson BL, Baker EL, El Batawi M, Gilioli R, Hanninen H, et al.. Prevention of Neurotoxic Illness in Working Populations. New York, John Wiley and Sons, 1987.

Kang SK. The applicability of WHO-NCTB in Korea. Neurotoxicology 2000;21(5):697-702.

Krieg EF Jr, Chrislip DW, Letz RE, Otto DA, Crespo CJ, et al.. Neurobehavioral test performance in the third national health and examination survey. Neurotoxicol Teratol 2001; 23:569-89.

Lezak MD. Neuropsychological assessment. Oxford University Press, Oxford, 1995. pp288-318.

Rohlman DS, Gimenes LS, Eckerman DA, Kang SK, Farahat FM, et al. Deverlopment of the behavioral assesment and reserch system (BARS) to detect and characterize neurotoxicity in humans. Neurotoxicology 2003;24:523-31.

Rohlman DS, Sizemore OJ, Anger WK, Kovera CA. Computerized neurobehavioral testing: Technique for improving test instructions. Neurotoxicol Teratol 1996;18(4):407-12.

Singer R: Neurotoxicity can produce "MS-like" symptoms. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology 1990;12(1):68.

Singer R: The Neurotoxicity Screening Survey. West Nyack, New York, 1990.

SPSS Inc. SPSS base 10.0 for Windows user's Guide. SPSS Inc., Chicago, 1998.

World Health Organization, Office of Occupational Health. Operational Guide for the WHO Neurobehavioral Core Battery. Geneva : WHO, 1986.