대한산업의학회지 제 15 권 제 2 호 (2003년 6월)
Korean J Occup Environ Med, 2003;15(2):188-195

개인의 특성과 검사조건이 신경행동검사의 신뢰도에 미치는 영향

영남대학교 의과대학 예방의학교실[1], 영남대학교 의과대학 부속병원 산업의학과[2]
가천대학교 의과대학 예방의학과[3]

사공준[1),2)] · 전만중[1)] · 성낙정[3)] · 김규태[2)]

— **Abstract** —

Impact of Subjets' Characteristics and Test Conditions on Reliability of Neurobehavioral Tests

Joon Sakong[1),2)], Man-Joong Jeon[1)], Nak-Jung Sung[3)], Gyu-Tae Kim[2)]

Department of Preventive Medicine and Public Health, College of Medicine, Yeungnam University[1)]
Department of Occupational and Environmental Medicine, Yeungnam University Hospital[2)]
Department of Preventive Medicine, Gachon Medical School[3)]

Objectives: This study was conducted to select neurobehavioral tests that are more reliable and less affected by subjects characteristics and test conditions.

Methods: Five computerized and five traditional neurobehavioral tests and retests were administered to 85 medical school students and 35 hospital workers. The computerized tests consisted of the Simple Reaction Time, Addition, Symbol Digit, Digit Span, and Finger Tapping Speed, while the traditional tests comprised the Benton Visual Retention test, Digit Symbol, Digit Span, Pursuit Aiming, and pegboard. In addition, the effects of various factors on the reliability of the neurobehavioral tests, including age, sex, educational level, computer familiarity, test intervals, and test time of day, were also evaluated.

Results: Among the computerized neurobehavioral tests, the reliability of Addition, Symbol Digit, Digit Span, and Finger Tapping Speed were not affected significantly by age, sex, test interval, or computer familiarity. It was found that Finger Tapping Speed is not affected by educational level. When the time of retest was incongruous with the time of the first test, test-retest reliability was lower in most neurobehavioral tests except computerized Addition, Digit Span, and Finger Tapping Speed, and traditional Digit Symbol.

Conclusions: These results suggest that the computerized Addition, Symbol Digit, Digit Span, and Finger Tapping Speed, and the traditional Digit Symbol are more satisfactory for our purposes. These results should facilitate selection of the most appropriate tests for periodical evaluation of the central nervous system of workers exposed to neurotoxic substances in Korea.

Key Words: Neurobehavioral, Reliability

<접수일: 2003년 3월 17일, 채택일: 2003년 4월 29일>

교신저자: 사 공 준 (Tel: 053-620-4614) E-mail: jsakong@med.yu.ac.kr

*이 논문은 1998학년도 영남대학교 학술연구조성비 지원에 의한 것임.

서 론

신경행동검사는 90년대 초에 국내에 도입된 이후 복합유기용제, 톨루엔, 스티렌 등의 유기용제와 망간 등의 중금속이 중추신경계에 미치는 영향을 평가하기 위해 사용되어 왔으며(이세훈, 1990; 사공준 등, 2000a; Kang, 2000) 신경계 독성에 관한 의학적 관심이 점차 증가하고 대상이 되는 유해물질과 근로자의 직종이 점차 다양해지고 있어 향후 산업보건분야에서 신경행동검사의 활용범위는 점차 확대될 것으로 예상된다.

우리나라 근로자들의 대부분이 1년 혹은 2년마다 건강진단을 받도록 하고 있는 현재의 산업보건제도는 주기적인 검사를 통하여 중추신경계 기능의 변화와 이상을 발견하는데 있어 많은 기회를 제공한다. 유기용제 등 신경계 독성물질에 만성적으로 폭로되는 근로자들의 중추신경계 장애를 조기에 발견하기 위한 도구로써 신경행동검사를 주기적으로 이용할 때 검사도구의 타당도와 신뢰도는 매우 중요한 의미를 가진다. 집단 내에서 이상자의 선별을 목적으로 하는 검사에는 다양한 오차요인이 개입될 수 있다. 따라서 예상되는 오차요인들의 영향을 평가하여야 오차요인의 개입이 적은 검사도구를 선택하거나 검사의 수행과 결과의 해석에 오차요인의 영향을 고려하여 보다 정확한 자료를 얻을 수 있을 것이다.

외국에서 수행된 신경행동검사의 안정성(stability)와 신뢰도(reliability)에 관한 연구가 있으나(Campbell 등, 1990; Rohlman 등, 2001) 국내의 검사환경은 외국과 차이가 있으며 특히 다수의 근로자들을 짧은 시간에 검사해야만 하는 국내의 현실을 고려한다면 오차요인에 관한 연구는 국내에서 더 필요하다고 할 수 있다. 지금까지 국내에서는 면접 및 컴퓨터 신경행동검사들의 타당성에 관한 연구(정종학 등, 1998)와 검사-재검사법을 이용한 신뢰도에 관한 연구(사공준 등, 2000b)는 보고된 바 있으나 피검자의 개인적 특성과 검사조건이 신뢰도에 미치는 영향에 관한 연구는 보고된 바가 없다.

신경행동검사의 신뢰도에 영향을 미칠 수 있는 요인들로는 소음, 조명 등의 물리적 인자(environmental factors), 피검자의 연령, 성별, 교육수준, 건강상태, 검사에 임하는 동기, 태도 및 기대정도, 감정의 변화, 육체적 정신적 피로도, 검사도구 및 검사자에 대한 친숙도, 학습 및 훈련효과, 피검자의 검사에 대한 지식과 결과에 대한 인식 및 기대치 등 대상자의 특성(subejct characteristics) 및 검사시간대, 반복검사의 간격 및 검사를 실시한 요일 등의 시간관련 인자(time related factors) 등이 알려져 있다(Gamberale 등, 1989; Lezak, 1995). 이들 중 피검자의 특성과 관련된 오차요인들을 완전히 제거하기는 현실적으로 어려우므로 연구자의 노력으로 감소시킬 수 있는 오차요인을 최대한 제어하는 것이 검사의 타당도와 신뢰도를 높이는 한 방법일 수 있다. 한편으로는 신경행동검사들 중 오차요인의 개입에도 불구하고 그 영향을 상대적으로 적게 받는 검사를 선택하여 역학적 연구에 이용하는 것도 검사의 신뢰도를 높이는 방법이 될 수 있을 것이다. 이를 위해서는 신경행동검사에서 발생할 수 있는 오차요인들의 영향을 평가하는 연구가 선행되어야 하므로 저자들은 신경행동검사결과에 영향을 미칠 수 있는 요인들 중 연령, 성별 및 컴퓨터에 대한 친숙도, 검사간격, 검사시간대의 차이가 면접 및 컴퓨터 신경행동검사의 신뢰도에 미치는 영향을 관찰하고자 하였다.

대상 및 방법

일개 의과대학의 재학생과 종합병원 근무자들을 대상으로 연구대상자를 모집하였다. 연구 지원자 중 검사에 지장을 줄 가능성이 있는 신체적 장애를 가지고 있거나 병력이 있는 사람은 참여를 제한하였다. 대학생 85명과 병원근무자 35명을 연구대상자로 선정하고(Table 1) 검사에 임하는 동기를 부여하기 위하여 연구목적을 충분히 설명한 후 소정의 수당을 지급하였으며 검사 전날 평상시와 같은 양의 수면을 취하고 약물복용 및 음주를 하지 않도록 교육하였다.

신경행동검사의 경험이 많은 한 명의 의사에 의해 동일한 장소에서 검사와 재검사가 실시되었으며 모든 대상자들에게 동일한 내용과 강도로 검사의 수행방법과 태도에 관한 사전교육을 실시하였다. 검사와 재검사의 검사간격은 1개월(84명), 1년(20명) 및 3년(16명)으로 구분하였다. 1년 및 3년의 검사간격에 포함된 대상자는 이전에 동일한 신경행동검사를 수행한 바 있으며 이 연구에서는 재검사만을 실시하였다.

대상자의 연령, 성, 교육수준을 처음검사 시점에

서 조사하고 컴퓨터 친숙도를 재검사시점에서 측정하였다. 컴퓨터 친숙도는 타자연습 프로그램상에서 분당 한글타수를 측정하고 이를 기준으로 컴퓨터에 친숙하지 않은 군(분당 100타 이하), 비교적 친숙한 군(분당 101-200타) 및 매우 친숙한 군(분당 201타 이상)으로 구분하였다. 신경행동검사를 수행한 시간을 기록하고 검사와 재검사가 모두 오전에 이루어진 경우와 모두 오후에 이루어진 경우는 1-2시간이내의 차이가 있더라도 동일한 시간대에 검사가 이루어진 군으로 분류하고, 검사를 오전에 수행하고 재검사를 오후에 수행한 경우 및 그 반대의 경우를 다른 시간대에 검사를 받은 군으로 분류하였다.

컴퓨터 신경행동검사 중 단순반응시간(Simple Reaction Time), 숫자더하기(Addition), 부호숫자 짝짓기(Symbol Digit), 숫자외우기(Digit Span) 및 손가락 두드리기(Finger Tapping Speed)와 면접식 신경행동검사 중 숫자외우기(Digit Span), 목적점찍기(Pursuit Aiming), 숫자부호 짝짓기(Digit Symbol), 핀꽂기(pegboard) 및 Benton 시각기억검사(Benton visual retention test) 등 총 10개의 신경행동검사를 대상으로 검사와 재검사를 수행하였다.

컴퓨터 신경행동검사용 프로그램으로는 Swedish performance evaluation system Korean version (SPES-K)를 이용하고 하드웨어로는 일반적으로 이용되는 개인용 컴퓨터와 키보드(106 keys)를 사용하였다. 신경행동검사들의 수행방법과 점수화 과정은 사공준과 정종학(1994) 및 정종학 등(1998)에서 기술된 바 있다.

검사-재검사를 통한 신뢰도의 평가는 Pearson product-moment correlation coefficient를 신뢰도계수(reliability coefficient)로 이용하였으며 자료의 분석은 SPSS-PC/Win 프로그램을 이용하였다.

결 과

남녀는 각각 68명(56.7%)과 52명(43.3%)였으며 고등학교 졸업자 7명이 병원근무자에 포함되었다. 한글타자속도를 근거로 대상자들을 분류할 때 54명의 대상자가 컴퓨터에 매우 친숙한 군으로 분류되었다. 검사와 재검사의 간격은 1개월이 84명으로 전체 대상자의 70%를 차지하였으며 3년 이상의 검사간격을 가지는 대상자는 16명(18.8%)이었다. 검사와 재검사를 동일한 시간대에 수행한 대상자는 65명(59.62%)였으며 44명(40.4%)은 다른 시간대에 검사를 수행하였다. 11명의 대상자는 검사시간대를 기록하지 못하였다(Table 1).

면접식 및 컴퓨터 신경행동검사의 검사항목별 재검사 신뢰도계수와 검사와 재검사의 성적의 차이 및 반응시간과 재검사 신뢰도계수의 관계는 사공준 등(2000b)이 보고한 바 있으므로 이 연구에서는 신경행동검사에 영향을 미칠 수 있는 요인들과 재검사 신뢰도의 관련성에 관한 성적만을 제시하였다.

단순반응시간의 신뢰도계수는 26세 이상의 군(0.84)에서 25세 이하의 군(0.75)에 비해, 여자(0.80)가 남자(0.71)에 비해 다소 높았으며 숫자더하기는 연령과 성별에 따른 차이를 보이지 않았으나 교육수준이 14년 이하인 군(0.95)에서 15년 이상의 군(15-16년 0.87, 17년 이상 0.86)에 비해, 병원근무자(0.94)가 대학생(0.82)에 비해 재검사 신뢰도계수가 다소 높았다. 부호숫자 짝짓기는 연령과 성별에 따른 재검사 신뢰도계수의 차이가 매우 적었으며 숫자외우기 역시 연령과 직업군의 차이에 따른 재검사 신뢰도 계수의 차이가 비교적 적었다. 손가락 두드리기는 우수의 경우 연령과 성별에 따른 재검사 신뢰도 계수의 차이가 매우 적고 열수의 경우 성별을 제외한 특성에 따른 재검사 신뢰도계수의 차이가 매우 적었다. Benton 시각기억검사는 대상자의 특성의 차이에 따라 재검사 신뢰도계수의 변화의 폭이 다른 검사항목에 비해 컸다. 숫자부호 짝짓기의 대상자의 특성의 차이에 따른 재검사 신뢰도계수는 다른 검사항목에 비해 상대적으로 적었으며 숫자외우기의 경우 역방향이 순방향에 비해 연령과 성별에 따른 재검사 신뢰도계수의 변화가 상대적으로 적었다. 목적점찍기의 재검사 신뢰도계수는 대상자의 특성에 따라 비교적 큰 차이를 보였다. 핀꽂기의 재검사 신뢰도계수는 연령에 따른 차이가 적었다(Table 2).

단순반응시간은 컴퓨터에 대한 친숙도, 검사간격 및 검사시간대의 차이에 따른 재검사 신뢰도계수의 변화가 다른 검사항목에 비해 크게 나타났다. 숫자더하기는 컴퓨터에 대한 친숙도와 검사시간대의 차이에 따른 재검사 신뢰도계수의 변화가 매우 적었다. 부호숫자 짝짓기는 컴퓨터에 대한 친숙도 및 검

Table 1. Distribution of study subjects by demographic and neurobehavioral test related characteristics

Characteristics	Medical students(n=85)	Hospital workers(n=35)	Total(n=120)
Age(yrs.)			
20~25	79(92.9%)	15(42.9%)	94(78.3%)
26~37	6(7.1)	20(57.1)	26(21.7)
Sex			
Male	45(52.9)	23(65.7)	68(56.7)
Female	40(47.1)	12(34.3)	52(43.3)
Education(yrs.)			
12	- (-)	7(20.0)	7(5.8)
13-14	15(17.6)	10(28.6)	25(20.8)
15-16	34(40.0)	16(45.7)	50(41.7)
16-17	18(21.2)	- (-)	18(15.0)
18	18(21.2)	2(5.7)	20(16.7)
Computer familiarity (No. of typing in 1 min.)			
-100	7(8.2)	13(37.1)	20(16.7)
101-200	33(38.8)	13(37.1)	46(38.3)
201-	45(52.9)	9(25.7)	54(45.0)
Test interval			
1month	58(68.2)	26(74.3)	84(70.0)
1year	11(12.9)	9(25.7)	20(16.7)
3years	16(18.8)	- (-)	16(13.3)
Test time of day			
Same	54(63.5)	11(31.4)	65(54.2)
Different	31(36.5)	13(37.1)	44(36.7)
Unknown	- (-)	11(31.4)	11(9.1)

사간격의 차이에 따른 재검사 신뢰도계수의 변화가 비교적 적었으며 숫자외우기의 경우 컴퓨터 친숙도 및 검사시간대의 차이에 따른 재검사 신뢰도계수의 변화가 적었다. 손가락 두드리기는 모든 특성의 차이에 따른 재검사 신뢰도계수의 변화가 매우 적었다. Benton 시각기억검사의 재검사 신뢰도계수는 검사시간대의 변화에 따라 큰 차이가 없었으며 숫자부호 짝짓기의 경우 검사시간대의 변화와 검사간격의 변화가 재검사 신뢰도계수에 미치는 영향이 다른 검사에 비해 적었다. 목적점찍기의 경우 검사간격이 1개월인 군과 1년인 군에서 재검사 신뢰도계수의 변화가 적었다(Table 3).

고 찰

신경행동검사의 경험이 많은 연구자들(Gamberale, 1985; Iregren과 Letz, 1992; Letz, 1993) 등은 결과의 해석에 연령과 교육수준의 효과를 반드시 고려해야 한다고 보고하고 있고 정종학 등(1994)은 컴퓨터에 대한 친숙도가 컴퓨터 신경행동검사에 영향을 미친다고 보고한 바 있다. 신경행동검사의 검사간격 역시 학습효과 등의 오차요인에 영향을 미칠 수 있다. 산업장에서 이루어질 신경행동검사의 검사주기에 대한 원칙은 아직 없으나 산업장 근로자들의 폭로수준, 폭로기간 및 작업량에 따라 검사간격이 정해질 것이므로 검사간격에 따른 신뢰도의 차이도 평가할 필요가 있다. 신경행동검사가 오후에 이루어지는 경우 근로자는 육체적 정신적으로 피로한 상태에서 검사를 받게 되므로 오후에 수행된 신경행동검사는 오전에 비해 그 수행능력이 감소할 것으로 예상된다. 따라서 검사와 재검사가 오전 혹은 오후의 동일한 시간대에 이루어지는 경우와 재검사가 처음

Table 2. Reliability coefficients of neurobehavioral tests by characteristics of subjects

Tests	Age(yrs.)		Sex		Education(yrs.)			Group	
	20~25	26~37	Mal	Female	-14	15~16	16-	Student	Worker
Computerized									
Simple reaction time	0.75**	0.84**	0.71**	0.80**	0.88**	0.74**	0.77**	0.75**	0.82**
Addition	0.89**	0.92**	0.92**	0.89**	0.95**	0.87**	0.86**	0.82**	0.94**
Symbol digit	0.81**	0.85**	0.83**	0.80**	0.89**	0.80**	0.76**	0.75**	0.86**
Digit span	0.74**	0.70**	0.78**	0.62**	0.83**	0.73**	0.67**	0.70**	0.72**
Finger tapping speed									
Dominant hand	0.85**	0.87**	0.84**	0.83**	0.90**	0.87**	0.83**	0.83**	0.91**
Nondominant hand	0.89**	0.92**	0.91**	0.79**	0.88**	0.88**	0.92**	0.90**	0.87**
Traditional									
Benton visual									
retention test	0.70**	0.36*	0.68**	0.43**	0.92**	0.01	0.46**	0.67**	0.50**
Digit symbol	0.82**	0.90**	0.84**	0.86**	0.84**	0.92**	0.76**	0.79**	0.89**
Digit span									
Forward	0.45**	0.33	0.66**	0.29*	0.58**	0.51**	0.33*	0.41**	0.21
Backward	0.49**	0.50**	0.54**	0.48**	0.58**	0.44**	0.41**	0.38**	0.39*
Total	0.62**	0.43**	0.67**	0.51**	0.68**	0.54**	0.58**	0.56**	0.23
Pursuit aiming									
Correct dot	0.69**	0.81**	0.72**	0.60**	0.70**	0.80**	0.55**	0.65**	0.80**
Error	0.57**	0.46*	0.50**	0.60**	0.48**	0.62**	0.47**	0.61**	0.27
Pegboard	0.64**	0.67**	0.54**	0.70**	0.72**	0.56**	0.65**	0.63**	0.71**

* $p<0.05$, ** $p<0.01$.

검사 시간대와 다른 시간대에 이루어 지는 경우를 비교함으로서 검사시간대의 변화가 신뢰도에 미치는 영향을 평가할 수 있을 것이다.

이 연구의 대상자가 20대와 30대에 주로 분포하고 있어 연령이 재검사 신뢰도에 미치는 영향을 이 연구를 통하여 밝히기는 어려우며 연령의 효과를 평가하기 위해서는 넓은 연령분포를 가지는 대상자를 이용한 연구가 필요할 것이다. 저자는 이 연구를 통하여 적어도 20대와 30대 안에서는 신경행동검사의 재검사 신뢰도가 연령의 영향을 크게 받지 않는다는 사실을 확인한 의의만을 두고자 한다.

신경독성물질에 의해 초래된 중추신경계 장애가 지적능력을 저하시키고 이에 따라 신경행동기능의 감소가 초래된다. 지적능력이 신경행동검사의 재현성에 영향을 크게 미친다면 처음부터 지적수준이 낮거나 만성적 중독에 의해 저하가 초래된 대상자의 신경행동기능을 주기적으로 관찰하기는 어려울 것이다. 신경독성물질의 폭로이전(pre-exposure state)의 지적수준(intelligence)을 추정하는데 있어 가장 널리 사용되는 대리변수(proxy measure)는 학력이므로 이 연구에서도 지적수준의 차이를 반영하는 구분변수로 학력을 사용하였으나 병원근무자와 의과대학생들의 지적능력이 차이가 있을 것이라는 전제는 타당성이 낮을 것으로 생각되므로 의과대학생과 병원근무자의 신뢰도의 차이를 지적능력의 차이로 해석하기는 어려울 것으로 판단된다. 신뢰도에 대한 지적수준의 영향을 보다 정확히 평가하기 위해서는 지적수준의 차이가 현저한 집단을 대상으로 하거나 교육수준보다 지적수준을 더 타당하게 반영하는 것으로 알려진 언어능력(Singer, 1990; Bolla, 1991)을 지적수준의 측정도구로 이용하는 연구가 필요할 것이다.

컴퓨터 신경행동검사의 대부분이 스페이스바와 숫자키로 이루어진다 하더라도 컴퓨터에 친숙한 사람은 숫자키를 시각적으로 검색(visual scanning)하는데 숙달되어 있다는 것을 검사과정을 통해서 알

Table 3. Reliability coefficients of neurobehavioral tests by test conditions of subjects

Tests	Computer familiarity			Test interval			Test time of day	
	Poor	Moderate	Good	1 m.	1 yr.	3 yrs.	Same	Different
Computerized								
Simple reaction time	0.33	0.74**	0.83*	0.78**	0.93**	0.52*	0.77**	0.47**
Addition	0.94**	0.92**	0.87**	0.89**	0.94**	0.85**	0.91**	0.89**
Symbol digit	0.85**	0.82**	0.78**	0.85**	0.83**	0.78**	0.78**	0.86**
Digit span	0.72**	0.71**	0.76**	0.70**	0.77**	0.78**	0.74**	0.70**
Finger tapping speed								
Dominant hand	0.91**	0.85**	0.84**	0.90**	0.93**	0.87**	0.86**	0.87**
Nondominant hand	0.89**	0.88**	0.91**	0.86**	0.96**	0.87**	0.91**	0.86**
Traditional								
Benton visual								
retention test	-	-	-	0.77**	0.03	0.00	0.65**	0.60**
Digit symbol	-	-	-	0.89**	0.84**	0.73**	0.87**	0.85**
Digit span								
Forward	-	-	-	0.51**	0.25	0.50*	0.41**	0.50**
Backward	-	-	-	0.45**	0.64**	0.55*	0.56**	0.45**
Total	-	-	-	0.61**	0.52*	0.71**	0.65**	0.54**
Pursuit aiming								
Correct dot	-	-	-	0.77**	0.74**	0.41	0.66**	0.76**
Error	-	-	-	0.49**	0.91**	0.49	0.69**	0.37**
Pegboard	-	-	-	0.74**	0.36	0.52	0.70**	0.59**

Computer familiarity was measured by No. of Korean characters typed in 1 minute.
* $p<0.05$, ** $p<0.01$.

수 있었으며 자판에 대한 친숙도 뿐만 아니라 모니터 자체, 모니터에 의한 시각적 자극의 전달, 컴퓨터 음향효과 등이 복합적으로 컴퓨터의 친숙도를 결정할 것으로 생각된다. 하지만 지금까지 컴퓨터에 대한 친숙도를 측정하는 방법을 소개한 연구는 현재까지 보고된 바 없으며 이 연구에서는 비록 완전한 타당성을 가지지 못하더라도 친숙도의 중요성에 비추어 간접적인 방법으로도 측정할 필요가 있다고 판단되어 대상자의 분당 한글타자속도를 이용하여 컴퓨터에 대한 친숙도를 상대적으로 측정하는 방법을 적용하였다. 생산직 근로자들중 많은 수가 컴퓨터를 한번도 접해본 경험이 없는 현실을 고려한다면 이 연구의 대상자군에 컴퓨터를 전혀 경험하지 못한 근로자가 포함되는 것이 바람직하나 검사와 재검사에 소요되는 여러 시간적 제한 때문에 컴퓨터의 무경험자가 연구에 포함되지 못한 것은 이 연구의 제한점으로 생각된다. 컴퓨터 신경행동검사항목 중 단순반응시간을 제외한 검사항목들에서 컴퓨터 친숙도에 따른 재검사 신뢰도의 유의한 증가나 감소는 나타나지 않은 것으로 미루어 컴퓨터 신경행동검사에서 컴퓨터에 대한 친숙도는 유의한 영향을 미치지는 않는 것으로 평가되었다. 즉 컴퓨터에 대한 친숙도는 컴퓨터 신경행동검사의 타당성에는 영향을 미칠 수 있으나(정종학 등, 1994) 재현성에는 영향을 미치지 않으므로 컴퓨터에 대한 친숙도가 일정하다면 주기적으로 근로자들의 신경행동기능을 평가하는데 있어 컴퓨터 친숙도에 대한 고려는 무시할 만한 수준으로 평가된다. 하지만 이러한 평가가 컴퓨터를 전혀 접해본 경험이 없는 근로자들에도 적용될지의 여부를 판단하기 위한 연구가 향후 필요할 것으로 생각된다.

중추신경계장애의 조기발견을 위해 신경행동검사는 주기적으로 수행되어야 하므로 검사간격이 신뢰도에 미치는 영향을 평가하는 것은 중요한 의미가 있을 것으로 생각되나 이 연구에서 1년이상의 검사

간격을 둔 대상자의 수가 매우 적어 정확한 평가를 내리기는 어렵다. 단순반응시간을 제외한 컴퓨터 신경행동검사의 검사항목들이 1년과 3년의 검사간격에서 0.78 이상의 재검사 신뢰도를 보임으로서 면접식에 비해 안정성이 높은 것으로 평가된다. 단순반응시간의 경우 컴퓨터 친숙도에 영향을 받는 것으로 나타나 컴퓨터에 미숙하던 대상자가 시간이 지난 후 컴퓨터에 친숙해지면 검사의 신뢰도가 낮아질 가능성이 있으므로 단순반응시간을 신경행동기능의 주기적 관찰에 이용하는 경우에는 대상자의 컴퓨터에 대한 친숙도의 변화를 반드시 고려해야 할 것이다.

처음 검사를 오전에, 재검사를 오후에 수행하는 경우와 같이 검사시간대가 일치하지 않는 경우 일치하는 경우에 비해 대부분의 신경행동검사의 재검사 신뢰도가 감소하는 경향을 고려할 때 신경행동검사는 직전의 검사와 동일한 시간대에 수행하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 즉 오후에 검사를 받는 경우 근로자가 육체적, 정신적으로 피로한 상태이므로 오전의 검사에 비해 신경행동기능이 전반적으로 저하될 것이다. 특히 인구학적 변수를 비롯한 다른 변수와는 달리 검사시간대의 일치는 검사자가 조정할 수 있는 변수이므로 신경행동검사의 수행시 가능하다면 오전에 검사를 하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

이 연구의 대상자들의 대부분은 의과대학생이므로 이들의 신경행동기능의 수준은 유사할 것이므로 이 연구를 통하여 산출된 재검사 신뢰도가 다양한 집단을 대상으로 한 경우에 비해 과소평가되었을 가능성이 있다. 신경행동검사의 가장 주목받는 대상자가 산업장의 근로자임을 고려할 때 근로자들과 비교적 이질적인 특성을 가진 대학생을 대상으로 한 것은 이 연구의 가장 큰 제한점이라고 할 수 있다. 그러나 검사항목들의 상대적 비교를 통하여 신뢰도가 높은 검사항목을 선별하고자 하는 이 연구의 목적을 고려한다면 대상자의 동질성에 의한 신뢰도의 과소평가는 허용될 수 있을 것으로 생각된다.

또한 검사대상자의 특성에 따라 구분하였을 때 연령, 직종, 컴퓨터 친숙도 및 검사간격에 따른 군별 분포에서 특정군의 수가 적은 경우가 발생하였다. 다양한 특성을 가진 대상자의 수가 많을수록 재검사 신뢰도가 증가한다는 것을 고려한다면 숫자가 적은 군에서 산출된 재검사 신뢰도는 부정확할 가능성이 있다. 그러나 대상자의 수가 적음에도 일정 수준이상의 신뢰도를 가진다면 분류에 이용된 특성이 신뢰도에 미치는 영향은 적다고 평가할 수 있을 것이다. 즉 검사항목 중 대상자의 특성의 영향을 다른 검사항목보다 상대적으로 적게 받는, 안정된 재검사 신뢰도를 보이는 검사의 선별이 가능할 것이다. 한편 대상자의 특성에 따른 재검사 신뢰도의 변화를 평가함으로써 전체 인구집단에 대한 재검사 신뢰도는 낮다하더라도 특정 집단에서는 수용할 만한 신뢰도를 보이는 검사항목을 특정 집단 내에서 수행할 수 있을 것이다. 그러나 모든 검사항목에서 전체 대상군에서 나타난 신뢰도와 달리 특정 집단에서 현저하게 낮거나 높은 재검사 신뢰도를 가지는 검사는 없었다.

신경행동검사의 선택에서 반드시 고려되어야 할 신뢰도에 영향을 미치는 요인들을 평가한 결과 면접식에 비해 컴퓨터 신경행동검사가 연령, 성, 지적수준, 검사간격 및 검사시간대에 영향을 상대적으로 적게 받는 것으로 나타났으며 컴퓨터 유경험자들에서 컴퓨터신경행동검사는 친숙도의 영향을 적게 받는 것으로 나타났다. 컴퓨터 신경행동검사 중 숫자더하기, 부호숫자 짝짓기, 숫자외우기, 손가락 두드리기가 단순반응시간에 비해 상대적으로 안정된 신뢰도를 보였고 면접식 신경행동검사 중 숫자부호 짝짓기가 다른 검사들에 비해 상대적으로 안정된 신뢰도를 가진 것으로 평가되었다. 이러한 평가는 향후 우리나라 근로자의 특성과 산업보건제도에 적합한 신경행동검사 배터리의 구성에 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

요 약

목적: 대상자의 특성과 검사조건 중 성, 연령, 교육수준, 컴퓨터 친숙도, 검사간격 및 검사시간대의 차이가 신경행동검사의 재검사 신뢰도에 미치는 영향을 평가하였다.

방법: 의과대학생 85명(남자 45명, 여자 40명)과 병원근무자 35명(남자 23명, 여자 12명)을 대상으로 연령, 성, 교육수준, 컴퓨터 친숙도를 조사하였다. 84명을 1개월 간격, 20명을 1년 간격, 16명을 3년 간격으로 검사 및 재검사를 실시하였으며 65명을 동일한 검사시간대에, 44명을 다른 시간대에 재검사를 실시하였다. 컴퓨터 신경행동검사로는 SPES-K 중

단순반응시간, 숫자더하기, 부호숫자 짝짓기, 숫자외우기 및 손가락 두드리기를, 면접식 신경행동검사 중 Benton 시각기억검사, 숫자부호 짝짓기, 숫자외우기, 목적점찍기 및 핀꽂기의 재검사 신뢰도를 요인에 따라 층화하여 비교하였다.

결과: 컴퓨터 신경행동검사 중 숫자더하기, 부호숫자 짝짓기, 숫자외우기 및 손가락 두드리기의 재검사 신뢰도가 다른 검사에 비해 연령과 성별의 영향을 적게 받았으며 손가락 두드리기의 재검사 신뢰도가 다른 검사항목에 비해 교육수준의 차이의 영향을 적게 받았다. 컴퓨터 신경행동검사항목 중 단순반응시간의 재검사 신뢰도가 다른 검사들에 비해 컴퓨터에 대한 친숙도에 따른 차이가 크게 나타났다. 부호숫자 짝짓기와 손가락 두드리기의 재검사 신뢰도는 다른 검사에 비해 검사간격의 영향을 적게 받았으며 컴퓨터 신경행동검사 중 숫자더하기, 숫자외우기와 손가락 두드리기 및 면접식의 숫자부호 짝짓기의 재검사 신뢰도가 다른 검사들에 비해 검사시간대 차이의 영향을 적게 받았다.

결론: 향후 산업장 근로자들을 대상으로 한 신경행동검사를 선택하는데 있어 면접식 신경행동검사에 비해 컴퓨터 신경행동검사의 재검사 신뢰도가 상대적으로 안정적으로 나타났으며 이는 우리 나라 근로자의 특성과 산업보건제도에 적합한 신경행동검사 배터리의 구성에 도움이 될 것으로 생각된다.

참고문헌

사공준, 정종학. 자동차 페인트 도장공에 있어서 컴퓨터를 이용한 신경행동검사 수행기능의 평가. 예방의학회지 1994;27(3):487-504.

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

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

이세훈. 화학물질 폭로에 의한 중추신경장애평가에 이용되는 현장조사법. 한국의 산업의학 1990; 29(2):45-50.

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 신경행동검사의 타당성 평가-. 예방의학회지 1998;31(4):692-707.

Bolla KI. Neuropsychological assessment for detecting adverse effects of volatile organic compounds on the central nervous system. Environmental Health Perspectives 1991;95:93-8.

Campbell KA, Rohlman DS, Storzbach D, Binder LM, Anger WK, Kovera CA, Davis KL, Grossmann SJ. Test-retest reliability of psychological and neurobehavioral tests self-administered by computer. Assessment 1999;6(1):21-32.

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

Gamberale F, Iregren A, Kjellberg A. The computerized Swedish performance evaluation system: Background, critical issues, empirical data and a user's manual. National Institute of Occupational Health, Solna, 1989.

Iregren A, Letz R. Computerized testing in neurobehavioral toxicology. Appli Psychol 1992;41(3):247-55.

Letz R. Covariate of computerized neurobehavioral test performance in epidemiologic investigations. Env Res 1993;61:124-32.

Lezak MD. Neuropsychological assessment. Oxford University Press, Oxford, 1995. pp 288-318.

Rohlman DS, Bailey SR, Brown M, Blanock M, Anger WK, McCauley L. Establishing stable test performance in tests from the Behavioral Assessment and Research System (BARS). Neurotoxicology 2000;21(5):715-23.

Singer R. Neurotoxicity guidebook. Van Nostrand Reinhold, New York, 1990. pp 40-59.