

학령기 정상아동에서 ‘전산화 신경인지기능검사’의 타당도 및 신뢰도 분석

이종범* · 김진성* · 서완석* · 신현진** · 배대석*[†] · 이혜린*

The Validity and Reliability of ‘Computerized Neurocognitive Function Test’ in the Elementary School Child

Jong Bum Lee, M.D, Ph.D.,* Jin Sung Kim, M.D.,* Wan Seok Seo, M.D.,*
Hyoun Jin Shin, Ph.D.,** Dai Seg Bai, Ph.D.,*[†] Hye Lin Lee, M.D.*

국문초록

연구목적 :

학령기 정상아동에 있어서 전산화 신경인지기능검사의 타당도 및 신뢰도를 알아보고자 하였다.

방 법 :

2002년 6월부터 2003년 1월까지 평균 범위 이상의 지능을 유지하고 있고, 배제기준(rule out criteria)을 통과한 학년별 남녀 각각 10명씩, 120명의 정상아동에게 K-ABC, K-PIC 및 전산화 신경인지기능검사를 실시하였다. 그리고 이들 중 무작위로 선발된 30명에게 검사-재검사 신뢰도(reliability)를 알아보기 위해 4주뒤 전산화 신경인지기능검사를 재실시하였다.

결 과 :

타당도 검증을 위한 상관분석 결과, 4가지 연속수행검사는 성인을 대상으로 한 연구와 동일하였으며, 기억력 검사에서도 단기기억의 순방향과 역방향 검사의 차이를 보이면서 선행연구와 동일하였다. 고위인지기능검사들에서는 각기 다른 측정 목적을 가지고 있는 검사들로 구성되어 있음을 시사하였다. 12개 검사 43개의 변수에 대해 요인분석을 실시한 결과, 10개의 요인이 도출되었으며, 전체 설명변량은 75.5%였다. 도출된 요인은 ‘주의력 유지, 정보처리속도, 경계력, 언어학습, 주의의 배분 및 개념형성, 사고의 유연성, 개념형성, 시각기억능력, 단기기억, 선택적 주의력’ 순이었다. 해석적 준거(criteria)를 마련하기 위한 K-ABC와의 상관분석에서, K-ABC의 하위척도와 선택적인 관련성이 있음을 확인하였다. 신뢰도 검증에서, 연습효과를 반영하는 결과들이 발견되었으며, 특히 고위인지기능검사에서 현저하였다. 하지만, 각 검사 군의 반분신뢰도와 내적 일치도는 유의하게 높았다.

결 론 :

아동기 정상아동의 전산화 신경인지기능 수행은 성인과는 다른 발달적 특성을 반영하고 있음을 발견할 수 있

*영남대학교 의과대학 정신과학교실

Department of Psychiatry, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea

**영남대학교 의료공학연구소

The Institute of Biomedical Engineering, Yeungnam University, Daegu, Korea

[†]Corresponding author

있으며, 신경심리학적 배경을 가진 표준화된 지능검사와의 관계를 알아봄으로써 해석적 근거 마련을 위한 기본적인 정보를 얻을 수 있었다.

중심 단어 : 전산화 신경인지기능검사 · 타당도 · 신뢰도

서 론

교육부는 2001년 초·중등학생을 대상으로 한 정보통신기술(information & communication technology ; 이하 ICT로 약함) 교육지침을 발간하고, 본격적인 정보화교육을 시작하였다. ICT는 정보 하드웨어와 소프트웨어를 이용하여 정보를 수집, 생산, 가공, 보존, 전달, 활용하는 모든 방법을 의미하며, 각 교과별 교수·학습과 교과용 도서에 10% 이상 반영한 수업이 진행될 수 있도록 하라는 기본방향 까지 제시하였다¹⁾. 따라서, 아동과 청소년에 들에게 있어서 컴퓨터는 어떤 사이버 공포증(cyberphobia)²⁾을 일으키는 낯선 대상이 아니라, 친숙한 학습도구로서 권장되는 실정이며 학습과정과 그 평가 모두가 컴퓨터나 인터넷을 통하여 이루어지는 시기가 멀지 않았다고 해도 과언이 아니라고 할 수 있다. 이는 임상장면에서 소아·청소년들을 대상으로 실시되고 있는 각종 심리검사들이 아동·청소년의 평소생활 장면에서 쉽게 접하지 않는 도구와 방식을 택하고 있으며 평가의 준거로서의 기능이 부족할 수 있다는 지적을 면하기 어려울 수도 있다.

‘컴퓨터화된 검사’는 자극의 제시가 일정하고, 표준화되어 있으며, 검사자의 검사태도나 제반 환경에 의한 영향을 최소화할 수 있다는 점, 반응시간의 정확한 측정, 다양한 반응 양상의 일괄기록, 복잡한 채점 체계의 자동화 등의 많은 장점으로 인하여³⁻⁶⁾, 또 표준화 자료와의 비교 등 결과 분석을 정확하고 신속하게 할 수 있으며, 임상가나 전문가가 기계적인 일에서 벗어날 수 있어서 검사 비용과 시간이 절약된다는 점 등⁷⁾으로 인하여 임상장면 뿐만 아니라 산업의학 장면⁸⁾에 걸쳐 그 사용의 폭이 넓어지고 있는 실정이다.

‘컴퓨터화된 검사’의 단일 검사로는 주의력결핍 과잉행동장애(attention deficit hyperactivity disorder ; 이하 ADHD로 약함)의 진단과 치료효과 평가에 많이 이용되는 도구인 Conner’s 연속수행검사(continuous

performance test ; 이하 CPT로 약함)^{9,10)}, GDS(Gordon diagnostic system)¹¹⁾, IVA(integrated visual and auditory CPT)^{12,13)}, T.O.V.A.(test of variables of attention)¹⁴⁾ 등이 활용되고 있고, 국내에서 처음으로 홍강의 등¹⁵⁾에 의해 ADS(ADHD diagnostic system)가 개발되어 사용되어 지고 있다.

검사집(battery)으로서는 Vienna Test System¹⁶⁾이 국내 대학병원에 도입되어 성인과 아동을 대상으로 한 연구들¹⁷⁻²²⁾이 이루어졌으며, STIM²³⁾ 또한 그 유용성에 대한 연구²⁴⁾가 진행되었다. 국내에서 검사집 형태의 ‘컴퓨터화 검사’의 개발은 보건 의료기술 연구개발사업의 일환으로 연병길 등²⁵⁾이 ‘한국인의 신경 인지능력 평가 기술 개발 및 표준화연구’를 진행하였고, ‘전산화 신경심리검사(computerized neuropsychological test)’라는 검사집을 개발하기 위해 공학자와 함께 연구가 진행되었다^{26,27)}. 그리고 최근에는 하규섭 등^{7,28)}, 권준수 등²⁹⁾, 류인균 등³⁰⁾에 의해 한국 성인에 대한 표준화 작업까지 완료된 보다 체계화되고 안정적인 전산화 신경인지능력 평가 도구집(computerized neurocognitive function test ; 이하 CNFT로 약함)이 개발되었다. 또한 최근에는 노인을 대상으로 한 검사집으로 전산화된 치매선별검사(computerized dementia screening test)³¹⁾도 개발된 반면에 아동을 대상으로 한 전산화 신경심리검사 집의 개발은 아직 부채한 상태이다.

그래서 본 연구에서는 이러한 ‘컴퓨터화된 검사’의 장점이 아동과 청소년들에 대한 사회·문화적인, 교육적인 요구를 적절히 반영하면서 정상아동의 신경인지능을 적절히 평가할 수 있는 지를 알아보기 위하여 학령기 정상아동을 대상으로 하여 ‘컴퓨터화된 검사’인 CNFT의 타당도와 신뢰도를 검증하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구 대상

2002년 6월부터 2003년 1월까지 대구소재 남구,

수성구, 서구 지역 초등학교를 대상으로 평균 이상의 지적능력을 유지하고 있으며, 학습기능과 전반적인 건강에 아무런 문제가 없는 것으로 교사가 판단한 초등학생들 중 본 연구에 참여하는 것을 부모가 동의한 152명(남자 80명, 여자 72명)을 무선적으로 일차 선발하였다.

일차 선발된 정상아동들 중 Annett의 손잡이 검사³²⁾에서 기본문항 6개 모두를 오른손으로 응답하지 않거나, 신경과적 병력, 정신과적 병력, 약물 혹은 물질남용, 인지 기능에 영향을 미칠 수 있는 내과 질환, 검사가 불가능할 정도의 시력 또는 청력손상 등과 같이 배제 기준에 해당하거나, 그리고 지능평가와 정신병리평가 및 ADHD 행동증상평가를 실시하여 지적수준이 평균 미만(IQ<90)이거나 정신병리평가에서 한 척도라도 T점수가 65 이상의 성적을 받은 아동은 자료 분석과정에서 제외하였다. 그 결과 32명(21.1%)의 아동들이 제외되었으며, 최종 연구대상자로 선발된 아동은 남녀 비율 1 : 1을 유지하면서 각 학년별 20명씩, 총 120명이 선발되었다. 이 과정에서 연구대상자로 선발되었음에도 불구하고 조기입학 혹은 취학연기 후 입학에 따른 습득된 지식이 검사수행에 미치는 영향을 배제하기 위하여 학년과 그 학년의 대표연령과 일치하지 않는 아동이 제외되었으며, 각 학년별 인원과 성별 비율 등을 조정하기 위해 무선적으로 제외되는 대상자도 있었다.

2. 연구 도구

1) 지능평가 및 정신병리 평가

지능평가는 한국판 K-ABC검사(Korean Kaufman assessment battery for children, 이하 K-ABC 로 약함)로 이루어 졌으며, Kaufman과 Kaufman^{33,34)}이 2.5세에서 12.5세까지의 아동의 지능과 습득도(achievement)를 평가하기 위하여 고안하였으며 문수백과 변창진³⁵⁾이 표준화한 지능검사이다. 정신병리의 평가는 한국아동인성검사(Korean personality inventory for children, 이하 KPI-C로 약함)를 통하여 이루어졌으며 미국에서 Wirt 등³⁶⁾이 개발하여 한국에서 표준화³⁷⁾한 것으로 아동의 정신과적인 문제를 선별, 진단하고 아동의 발달, 인지, 정서, 행동적 상태를 다차원적으로 평가하기 위해 고안된 객관적인 검사도구로서 아동에 관한 정보를 보호자 보고를 통해 얻을 수 있는 검사이다³⁸⁾.

2) 전산화 신경인지기능평가(Computerized neuro-cognitive function test)

CNFT는 하규섭 등⁷⁾이 성인의 신경인지기능을 평가하기 위하여 일련의 신경심리검사를 전산화한 전산화 신경인지기능 평가 검사집으로 성인을 대상으로 한 신뢰도와 타당도 및 표준화 연구는 하규섭 등²⁸⁾, 권준수 등²⁹⁾과 류인균 등³⁰⁾에 의해 이루어졌다.

본 연구에서는 예비연구^{39,40)}를 통하여 성인의 결과와 비교하면서, CNFT 중 초등학생에게 실시하는 데 부적절하다고 판단한 crossover test, modality shift test, 손가락 두드리기 검사(finger tapping test)를 제외한 12개의 검사를 사용하였다. 검사의 내용은 Table 1과 같다.

3. 평가 방법

일차 선발된 정상 아동에게는 검사 예약된 시간의 순서에 따라 순번이 주어졌으며, 홀수 집단은 지능검사가 먼저 실시되고 그 이후 CNFT가 실시되었으며, 짝수 집단은 그 순서를 반대로 하였다. 검사가 실시되는 동안 보호자는 K-PIC를 작성하여 오도록 지시되었다. 검사가 실시되는 동안 홀수 순번집단은 지능검사 실시 후와

Table 1. The contents of the computerized neurocognitive function test

Contents	Syllables
Attention tests	
Visual continuous performance test	VCPT
Auditory continuous performance test	ACPT
Visual controlled continuous performance test	VCCPT
Auditory controlled continuous performance test	ACCPT
Trail making test type A	
Memory tests	
Digit span	
Visual span	
Verbal learning test	
Visual learning test	
Higher cognitive function test	
Trail making test type B	
Word-color test	
Card sorting test	
Hypothesis formation test	

CNFT 중 주의력검사가 종료된 후에, 짝수 순번집단은 CNFT 중 주의력검사가 종료된 후와 CNFT의 실시가 종료된 후 10분간씩 2번의 휴식이 주어졌다. 검사에 참여한 정상 아동들에게는 검사가 종료된 후 간식이 제공되었으며, 2주 뒤 보호자에게 지능검사 결과지와 해석이 주어졌다. 그리고 검사-재검사 신뢰도 검증을 위하여 무작위로 선발된 30명에게 4주 뒤 동일한 방식으로 검사가 진행되었다. 모든 검사는 1급 정신보건 임상심리사에 의해 실시되었다.

4. 통계 분석

연구 도구를 통하여 얻어진 자료는 일차적으로 기술 통계절차(descriptive statistics procedure)를 통하여 연구 대상자의 인구 통계학적 분포가 조사되었다.

정상 아동을 대상으로 한 타당도 분석을 위해 상관 분석, 요인 분석이 실시되었다. CNFT에 포함된 검사들의 관계를 알아보기 위해 주의력 검사, 기억력 검사, 고위인지기능검사로 구분하여 Pearson의 상관 분석이 사용되었으며, 요인구조를 알아보기 위하여 CNFT에 포함된 모든 검사와 주의력 검사, 기억력 검사, 고위인지기능검사로 구분하여 각각 varimax rotation 방법에 의하여 주요인 분석(principal component factor analysis)를 시행하였으며, 고유치(eigenvalue) 1 이상을 기준으로 부하량을 산출하고, 0.4 이상을 의미있는 부하로 판정하였다. 그리고 다시 준거관련 타당도를 알아보기 위해 CNFT의 주의력 검사, 기억력 검사, 고위인지기능검사로 구분하여 K-ABC의 하위척도와 Pearson의 상관분석을 실시하였다. 신뢰도 분석을 위하여, 검사-재검사 신뢰도(test-retest reliability), 내적일치도

(cronbach α), 반분신뢰도(split half reliability)가 산출되었으며, 검사-재검사 신뢰도를 검증하기 위하여 Pearson의 상관분석, paired t-test가 실시되었다.

사용된 통계처리 프로그램은 Statistical package for social science(SPSS), version 11.0이었으며, 모든 분석과정에서 통계적 유의수준은 모두 0.05 미만으로 하였다.

결 과

1. 성별, 학년(연령)별 분포 및 지능 비교

연구 대상자는 총 120명으로 남아 60명(50.0%), 여아 60명(50.0%)이었으며, 각 학년별 20명(남아 10명, 여아 10명)으로 동일하게 구성되었다. 학년별 연령 차이는 평균 1.04세이었으며, 표준편차는 평균 0.46으로 그 범위는 최소 0.41에서 최대 0.57이었다. 연구 대상자의 연령은 평균 8.80세, 표준편차 1.79세이었다. 학년에 따른 지능비교에서 평균 117.21, 표준편차 7.01로 유의한 차이는 없었으며, 습득도도 평균 121.64, 표준편차 8.26으로 유의한 차이는 없었다(Table 2).

2. 타당도 검증

1) CNFT 하위 검사간의 상관분석

(1) 주의력 검사

주의력 검사의 하위 검사들간의 관계를 알아보기 위하여 Pearson 상관분석을 한 결과, 주의력 검사들의 각 정반응들 간의 상관계수는 $r=0.669\sim 0.812$ 로 유의하였다($p<.001$). CPT들의 각 정반응과 각 오경보 오류

Table 2. The age, sex, intelligence by grade among 120 normal subjects

Variables	Grade						Total (n=120)
	1. 1st(n=20)	2. 2nd(n=20)	3. 3rd(n=20)	4. 4th(n=20)	5. 5th(n=20)	6. 6th(n=20)	
Age(mean±SD)	6.20±0.41	7.30±0.47	8.30±0.47	9.30±0.44	10.25±0.44	11.30±0.57	8.80±1.79
Sex							
Male (%)	10(50)	10(50)	10(50)	10(50)	10(50)	10(50)	60(50)
Female (%)	10(50)	10(50)	10(50)	10(50)	10(50)	10(50)	60(50)
Intelligence(mean±SD)							
MPC ^{†,§}	117.70±8.90	116.55±7.39	116.35±6.55	119.25±6.16	118.45±5.41	114.95±7.13	117.21±7.01
ACH ^{‡,}	122.10±10.52	120.25±9.24	120.30±9.42	123.80±5.35	124.65±6.04	118.75±7.10	121.64±8.26

N : number of subjects, SD : standard deviation, † : mental processing composite in Korean Kaufman assessment battery for children(K-ABC), ACH : achievement scale in K-ABC, § : oneway ANOVA for MPC by the grader ; F(5, 114) = 0.995, $p>.05$, || : oneway ANOVA for ACH by the grader ; F(5, 114) = 1.560, $p>.05$

들과의 상관계수도 $r=-0.348\sim-0.758$ 로 유의하였으며($p<.01$), 반응시간과의 상관계수는 VCCPT의 정반응과 ACPT의 반응시간, VCPT와 ACCPT, VCCPT와 ACCPT간의 상관계수를 제외한 나머지에서 유의하였다($r=-0.217\sim-0.700$, $p<.05$). 기호잇기 검사의 소요시간과의 상관계수는 $r=-0.648\sim-0.734$ 로 유의하였다($p<.001$).

오경보 오류들 간의 상관계수는 $r=0.385\sim0.846$ 로 유의하였으며($p<.001$), 반응시간과의 상관계수는 VCPT의 오경보 오류와 VCPT의 반응시간($r=0.182$, $p<.05$), VCPT와 ACCPT($r=-0.178$, $p<.05$), ACPT와 VCPT($r=0.541$, $p<.001$), ACPT와 VCCPT($r=0.344$, $p<.001$), VCCPT와 ACPT($r=-0.182$, $p<.05$), VCPT와 ACCPT($r=-0.252$, $r<.01$), ACCPT와 VCPT($r=0.464$, $p<.464$, $p<.001$), ACCPT와 VCCPT($r=0.295$, $p<.001$) 간에 유의하였다. 기호잇기 검사의 소요시간과의 상관계수는 $r=0.413\sim0.689$ 로 유의하였다($p<.001$).

반응 시간들 간의 상관계수는 $r=0.488\sim0.777$ 로 유의하였으며($p<.001$), 기호잇기 검사 A형의 소요시간과의 상관계수는 $r=0.194\sim0.565$ 로 유의하였다($p<.05$) (Table 3).

(2) 기억력 검사

숫자따라하기 검사의 정방향 검사와 역방향 검사와의 상관계수는 $r=0.606$ 으로 유의하였으며($p<.001$), 숫자따라하기 검사와 시각 단기기억력검사와의 상관계수는 $r=0.342\sim0.499$ 로 유의하였다($p<.001$). 언어청각학습검사와의 상관계수는 전향간섭과 숫자따라하기 검사의 역방향 검사와 후향간섭을 제외한 언어청각검사의 하위 측정 영역들 간의 상관계수가 $r=-0.202\sim0.464$ 로 유의하였다($p<.05$). 시각도형학습검사와의 상관계수는 $r=0.202\sim0.328$ 로 유의하였다($p<.05$).

시각 단기기억력검사간의 상관계수는 $r=0.431$ 로 유의하였으며($p<.001$), 시각 단기기억력검사와 언어청각학습검사와의 상관계수는 전향간섭과 시각 단기기억력검사의 정방향 검사와 후향간섭을 제외한 언어청각검사의 하위 측정영역들 간의 상관계수는 $r=-0.312\sim0.407$ 로 유의하였다($p<.05$). 시각도형학습검사와의 상관계수는 $r=0.213\sim0.399$ 로 유의하였다($p<.05$).

언어청각검자들 간의 상관계수는 정향간섭과 시행 6

Table 3. Pearson's correlation metrics of attention tests in the computerized neurocognitive function test among 120 normal subjects

	Correct response				Commission error				Reaction time(sec)			
	VCPT	ACPT	VCCPT	ACCPT	VCPT	ACPT	VCCPT	ACCPT	VCPT	ACPT	VCCPT	ACCPT
Correct response												
ACPT	.726***											
VCCPT	.812***	.669***										
ACCPT	.739***	.818***	.743***									
Commission error												
VCPT	-.593***	-.496***	-.635***	-.466***								
ACPT	-.528***	-.758***	-.739***	-.704***	.705***							
VCCPT	-.357***	-.326***	-.480***	-.348***	.846***	.546***						
ACCPT	-.477***	-.541**	-.552***	-.670***	.507***	.600***	.385***					
Reaction time (msec)												
VCPT	-.531***	-.700***	-.556***	-.687***	.182*	.541***	.061	.464***				
ACPT	-.217*	-.390***	-.144	-.316***	-.128	.086	-.182*	.690***	.600			
VCCPT	-.315***	-.477***	-.372***	-.500***	-.011	.344***	-.103	.777***	.295***	.556***		
ACCPT	-.164	-.226*	-.171	-.246**	-.178*	.067	-.252**	.488***	-.027	.645***	.695***	
Trail making test												
Type A : time (sec)	-.680***	-.734***	-.650***	-.648***	.532***	.689***	.413***	.449***	.565***	.308***	.359***	.194*

VCPT : visual continuous performance test (CPT), ACPT : auditory CPT, VCCPT : visual controlled CPT, ACCPT : auditory controlled CPT, msec : 1/1000 second, sec : second.

* : $p<.05$, ** : $p<.01$, *** : $p<.001$

및 지연회상, 후향간섭과 시행 1 및 5를 제외하고는 $r = -0.712 \sim -0.812$ 로 유의하였다($p < .05$). 언어청각검사와 시각도형검사 간의 상관계수는 $r = 0.204 \sim 0.414$ 로 유의하였다($p < .05$).

시각도형검자들 간의 상관계수는 $r = 0.492 \sim 0.867$ 로 유의하였다($p < .001$) (Table 4).

(3) 고위인지기능검사

기호잇기 검사 B형의 소요시간과 단어-색채검사의 수행시간 간의 상관계수는 $r = 0.441 \sim 0.607$ 로 유의하였으며($p < .001$), 카드분류검사의 하위 측정영역 간의 상관은 완성된 범주수($r = -0.560$, $p < .001$), 전체 시행수($r = 0.531$, $p < .001$, 전체 오류수 ($r = 0.177$, $p < .05$)에서 유의하였다. 개념형성검사와는 상관계수는 $r = 0.409 \sim 0.615$ 로 유의하였다($p < .001$).

단어-색채검사의 수행시간들 간의 상관계수는 $r = 0.511 \sim 0.747$ 로 유의하였으며($p < .001$), 단어-색채검사의 수행시간과 카드분류검사와의 상관계수는 단어읽기에서 완성된 범주수($r = -0.278$, $p < .01$), 보속 반응수($r = 0.188$, $p < .05$), 전체 오류수($r = 0.7$, $p < .05$), 보속 오류수($r = 0.177$, $p < .05$)와 유의하였다. 색채말하기와는 비보속 오류수를 제외한 나머지 측정영역에서 상관계수는 $r = -0.357 \sim 0.392$ 로 유의하였다($p < .05$). 색 단어 단어읽기의 상관계수는 완성된 범주수($r = -0.231$, $p < .01$)와 전체 시행수($r = 0.298$, $p < .001$)와 유의하였으며, 색 단어 색채말하기는 비보속오류를 제외한 나머지 하위 측정영역과의 상관계수가 $r = -0.336 \sim 0.373$ 으로 유의하였다($p < .01$). 단어-색채검사의 단어읽기와 개념형성의 오류수와의 상관계수에서, 개념형성 하위검사 1($r = 0.310$, $p < .001$)과 하위검사 2($r = 0.304$, $p < .001$)에서 유의하였으며, 색채말하기는 하위검사 4를 제외한 하위검사에서 $r = 0.207 \sim 0.408$ 로 유의하였다($p < .05$). 색 단어 단어읽기의 상관계수는 개념형성의 하위검사 1($r = 0.280$, $p < .01$)과 하위검사 2($r = 0.284$, $p < .01$)가 유의하였으며, 색 단어 색채말하기의 상관계수는 개념형성검사의 전체 하위검사와 $r = 0.205 \sim 0.381$ 로 유의하였다 ($p < .05$).

카드분류검사들의 하위측정 영역들 간의 상관계수는 완성된 범주수와 보속오류를 제외한 하위 측정영역들과 $r = -0.887 \sim 0.830$ 으로 유의하였다($p < .05$). 카드분류 검사의 하위측정영역과 개념형성검사의 하위검사와의 상관계수에서, 보속반응과 개념형성검사의 하위검사 1과 3,

Table 4. Pearson's correlation metrics of memory tests in the computerized neurocognitive function test among 120 normal subjects

	Digit span			Visual span			Verbal learning			Visual learning				
	For	Bac		For	Bac		Trial 1	Trial 5	Dirac	Rcog	Pri	Rei	Trial 1	Trial 5
Digit span														
Backward	.606***													
Visual span														
Forward	.422***	.468***												
Backward	.342***	.499***	.431***											
Verbal learning														
Trial 1	.295***	.326***	.217**	.369***										
Trial 5	.178*	.348***	.203*	.340***	.531***									
Distraction recall	.359***	.464***	.336***	.407***	.371***	.390***								
Trial 6	.227**	.351***	.333***	.380***	.409***	.694***	.359***							
Delayed recall	.337***	.382***	.275**	.376***	.490***	.711***	.426***	.812***						
Recognition	.190*	.326***	.240**	.295***	.406***	.420***	.260**	.474***	.391***					
Proactive interference	-.002	.190*	.030	.029	.628***	.214**	-.307***	.095	.131	.253**				
Retroactive interference	-.165	-.202*	-.312***	-.137	-.028	-.095	-.200*	-.712***	-.453***	-.252***	.185*			
Visual learning														
Trial 1	.252**	.234**	.328***	.399***	.414**	.314***	.366***	.295***	.357***	.333***	.079	-.145		
Trial 5	.208*	.318***	.243**	.315***	.329***	.388***	.204*	.374***	.395***	.292***	.171	-.140	.523***	
Delayed recall	.202*	.318***	.213**	.308***	.360***	.330***	.213*	.325***	.335***	.285***	.178*	-.107	.492***	.867***

For : forward, Bac : backward, Direc : distracter recall, Direc : delayed recall, Rcog : recognition, Pri : proactive interference, Rei : retroactive interference, * : $p < .05$, ** : $p < .01$, *** : $p < .001$

보속오류수와 하위검사 3, 비보속 오류수와 하위검사 2를 제외하고, 나머지 카드분류검사의 하위측정 영역과 개념형성검사의 하위검사들 간의 상관계수가 $r=-0.443\sim 0.447$ 로 유의하였다($p<.05$).

개념형성검사 하위검사들의 오류수 들간의 상관계수는 $r=0.458\sim 0.589$ 로 유의하였다($p<.001$) (Table 5).

2) CNFT 하위 검사들의 요인분석

(1) 전체 검사

12개 검사의 43개 변수를 대상으로 요인분석을 실시한 결과, 모두 10개의 요인이 도출되었으며, 이들 요인에 의한 설명변량은 전체의 75.5%였다. 제 1 요인은 전체 변량의 14.1%를 설명하고 있는데, CPT검사들의 정반응수, 시각 단기기억력검사의 역방향검사, 언어청각 학습검사의 재인검사와 정적 상관을 나타내었고, CPT 검사들의 오경보 오류수와 기호잇기검사 A의 소요시간과 음적 상관을 보였다. 제 2 요인은 전체 변량의 9.3%를 설명하고 있는데, CPT 검사들의 반응시간과 정적 상관을 보였으며, ACCPT의 정반응수와는 음적 상관을 보였다. 제 3 요인은 전체 변량의 8.5%를 설명하고 있는데, 단어-색채검사의 수행시간과 정적상관을 보였고, 숫자 따라하기 검사와는 음적상관을 보였다. 제 4 요인은 전체 변량의 8.1%를 설명하고 있는데, 시각 단기기억력검사의 역방향검사, 언어청각학습검사의 1차, 5차, 6차 시행과 지연회상과 정적 상관을 보였다. 제 5 요인은 전체 변량의 8.0%를 설명하고 있는데, 기호잇기검사 B의 소요시간 및 개념형성검사의 오류수와 정적 상관을 보였으며, 단기기억력검사의 정방향 검사와 음적 상관을 보였다. 제 6 요인은 전체 변량의 7.0%를 설명하고 있는데, 카드분류검사의 보속반응수, 전체 반응수, 보속오류수와 정적 상관을 보였다. 제 7 요인은 전체 변량의 6.2%를 설명하고 있는데, 카드분류검사의 전체 시행수, 비보속오류와 정적 상관을 보였고, 시각 단기기억력검사와 카드분류검사의 완성된 범주수와 음적 상관을 보였다. 제 8 요인은 전체 변량의 5.9%를 설명하고 있는데, 시각도형 학습검사와 정적 상관을 보였고, ACCPT의 오경보 오류와 카드분류검사의 보속오류와 음적 상관을 보였다. 제 9 요인은 전체 변량의 4.4%를 설명하고 있는데, 언어청각학습검사의 첫 번째 시행, 전향간섭과 후향간섭과 정적 상관을 보였다. 제 10 요인은 전체 변량의 3.9%를 설명하고 있는데, 숫자 따라하기검사의 역방향검사, 언어 청

Table 5. The correlation metrics among higher cognitive function tests in the computerized neurocognitive function test among 120 normal subjects

	Word-color test : time			Card sorting test			Hypothesis formation : error						
	B	W	C	W/CW	C/CW	CC	TT	PR	TE	PE	NPE	Subtest 1	Subtest 2
Word-color test : time (sec)													
Word reading	.450***												
Color naming	.607***	.511***											
Word reading of color word	.441***	.747***	.526***										
Color naming of color word	.477***	.547***	.678***	.614***									
Card sorting test													
Criteria completed	-.560***	-.278**	-.357***	-.231**	-.336***								
Total trial	.531***	.310	.392***	.298***	.373***	-.887***							
Perseverative response	.155	.188*	.283**	.162	.317***	-.182*	.379***						
Total errors	.177*	.187*	.175*	.164	.277**	-.245**	.429***	.785***					
Perseverative error	.130	.177*	.283**	.144	.312***	-.123	.286**	.942***	.830***				
Nonperseverative error	.141	.134	.005	.113	.124	-.262***	.400***	.265**	.761***	.281**			
Hypothesis formation : error													
Subtest 1	.615***	.310***	.408***	.280**	.381***	-.443***	.447***	.179*	.259**	.164	.265**		
Subtest 2	.493***	.304***	.327***	.284**	.352***	-.329***	.356***	.205*	.229***	.190*	.167	.528***	
Subtest 3	.410***	.131	.207*	.188	.262**	-.214*	.215*	.142	.239**	.142	.236*	.571***	
Subtest 4	.409***	.050	.188	.128	.205*	-.295**	.274**	.191*	.302**	.191*	.289**	.458***	.484***

TMT B : trail making test B time, W : word reading speed of word, C : color naming speed of word, W/CW : word reading speed of color-word, C/CW : color naming speed of color-word, CC : criteria completed, TT : total trial, TE : total error, PE : perseverative error, NPE : nonperseverative error, * : $p<.05$, ** : $p<.01$, *** : $p<.001$

각학습검사의 간섭복회상수와 정적 상관을 보였고, 언어 청각학습검사의 재인수와 음적 상관을 보였다(Table 6).

(2) 주의력 검사

4개의 연속수행력검사들의 변인들과 기호잇기 검사 A형의 반응시간을 대상으로 요인분석을 시행한 결과

2개의 요인이 도출되었으며, 이들 요인에 의한 설명변량은 전체의 74.1%였다. 제1 요인은 전체 변량의 46.4%를 설명하고 있었으며, 4개의 연속수행력검사들의 오경보 오류수와 기호잇기 검사 A형의 소요시간과 정적 상관을 보였고 4개의 연속수행력검사들의 정반응수와는 음적 상관을 보였다. 요인 2는 전체 변량의 26.7%를 설명

Table 6. Factor structure of the computerized neurocognitive function test among 120 normal subjects : all tests

Tests and variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Correct response										
VCPT	0.784									
ACPT	0.608									
VCCPT	0.788									
ACCPT	0.613	-0.429								
Commission error										
VCPT	-0.812									
ACPT	-0.698									
VCCPT	-0.711									
ACCPT	-0.519							-0.465		
Reaction time (msec)										
VCPT		0.750								
ACPT		0.796								
VCCPT		0.886								
ACCPT		0.879								
Trail making test										
Type A : time (sec)	-0.601									
Digit span										
Forward			-0.502							
Backward			-0.493							0.446
Visual span										
Forward					-0.389		-0.363			
Backward	0.300			0.314			-0.320			
Verbal learning test										
Trial 1				0.619					0.419	
Trial 5				0.856						
Distracter recall										0.726
Trial 6				0.762						
Delayed recall				0.772						
Recognition	0.545									
Proactive interference									0.594	-0.523
Retroactive interference									0.795	
Visual learning test										
Trial 1								0.521		
Trial 5								0.769		
Delayed recall								0.686		
Trail making test										
Type B : time (sec)					0.463					

Table 6. Continued.

Tests and variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Word color test : time (sec)										
Word reading			0.784							
Color naming			0.640							
Word reading of color word			0.852							
Color naming of color word			0.691							
Card sorting test										
Criteria completed							-0.825			
Total trial							0.805			
Perseverative response						0.916				
Total error						0.834				
Perseverative error						0.941				
Nonperseverative error							0.442	-0.403		
Hypothesis formation test : error										
Subtest 1					0.620					
Subtest 2					0.787					
Subtest 3					0.814					
Subtest 4					0.754					
Eigen value	6.060	4.000	3.636	3.499	3.455	3.014	2.678	2.549	1.886	1.687
Percent of variance	14.093	9.302	8.455	8.146	8.034	7.015	6.229	5.929	4.385	3.923

VCPT : visual continuous performance test (CPT), ACPT : auditory CPT, VCCPT : visual controlled CPT, ACCPT : auditory controlled CPT, sec : second, msec : 1/100 second

하고 있으며, 4개의 연속수행력검사들의 반응시간과 정적 상관을 보였으며 ACPT와 ACCPT의 정반응수, VCCPT의 오경보 오류수와 음적 상관을 보였다(Table 7).

(3) 기억력 검사

기억력 검사의 변인들을 대상으로 한 요인분석을 실시한 결과, 4개의 요인이 도출되었으며, 이들 요인에 의한 설명 변량은 전체의 68.9%였다. 제 1 요인은 전체 변량의 19.9%를 설명하고 있으며, 숫자 따라하기검사, 시각 단기기억력검사와 언어청각학습검사의 간섭목록 회상수와 정적 상관을 보였다. 제 2 요인은 전체 변량의 19.4%를 설명하고 있는데 언어청각학습검사의 시행 5와 6, 지연회상 및 재인과 정적 상관을 보이고 후향간섭과 음적 상관을 보였다. 요인 3은 전체 변량의 15.9%를 설명하고 있는데, 시각도형학습검사와 정적 상관을 보였다. 요인 4는 전체 변량의 13.7%를 설명하고 있는데, 언어청각학습검사의 시행 1과 4, 전향간섭과 정적 상관을 보였다(Table 8).

(4) 고위인지기능검사

기호잇기검사 B형의 소요시간, 단어-색채검사, 카드분류검사 및 개념형성검사의 변인들을 대상으로 요인분

Table 7. Factor structure of attention tests in the computerized neurocognitive function test among 120 normal subjects

Tests and variables	1	2
Correct response		
VCPT	-0.807	
ACPT	-0.784	-0.417
VCCPT	-0.849	
ACCPT	-0.794	-0.401
Commission error		
VCPT	0.853	
ACPT	0.885	
VCCPT	0.717	-0.408
ACCPT	0.708	
Reaction time (msec)		
VCPT	0.501	0.772
ACPT		0.835
VCCPT		0.835
ACCPT		0.828
Trail making test		
Type A : time (sec)	0.760	
Eigen value	6.037	3.471
Percent of variance	46.439	26.704

sec : second, msec : 1/100 second, VCPT : visual continuous performance test, ACPT : auditory CPT, VCCPT : visual controlled CPT, ACCPT : auditory controlled CPT

석을 한 결과, 4개의 요인이 도출되었으며 설명변량은 전체의 73.4%였다. 요인 1은 전체 변량의 20.1%를 설명하고 있었는데, 단어분류검사의 보속 반응수, 전체 오류수, 보속 오류수, 비보속 오류수와 정적상관을 보였다. 요인 2는 전체 변량의 19.6%를 설명하고 있는데, 기호잇기검사 B형의 반응시간과 개념형성검사의 하위검사와 정적 상관을 보였다. 요인 3은 전체 변량의 19.5%를 설명하고 있는데, 기호잇기검사 B형의 반응시간, 단어색채검사의 하위검사의 반응시간과 정적 상관을 보였다. 요인 4는 기호잇기검사 B형의 반응시간과 카드분류검사의 완성된 범주수와 총 시행수와 정적 상관을 보였다 (Table 9).

3) CNFT 하위 검사들과 K-ABC 하위 검사들과의 상관 분석

(1) 주의력검사

CPT검사들의 정반수와 K-ABC 하위 검사들과의 상관계수는, K-ABC의 전체 하위 검사들과 유의하였지

Table 8. Factor structure of memory tests in the computerized neurocognitive function tests among 120 normal subjects

Tests and variables	1	2	3	4
Digit span				
Forward	0.771			
Backward	0.786			
Visual span				
Forward	0.661			
Backward	0.635			
Verbal learning test				
Trial 1			0.784	
Trial 5		0.586	0.465	
Distracter recall	0.656			
Trial 6		0.923		
Delayed recall		0.769		
Recognition		0.456		
Proactive interference			0.890	
Retroactive interference		-0.784		
Visual learning test				
Trial 1			0.639	
Trial 5			0.909	
Delayed recall			0.908	
Eigen value	2.979	2.905	2.378	2.055
Percent of variance	19.858	19.366	15.855	13.703

만($p<.05$), 산수와 상관계수가 $r=569\sim627$ 로 가장 유의하게($p<.001$) 높은 것으로 나타났다. 오경보 오류의 상관계수도 K-ABC의 하위 검사들과 유의하였지만($p<.05$), VCPT($r=-0.520$, $p<.001$), VCCPT($r=-0.494$, $p<.001$)가 손동작과 가장 유의하게 상관계수가 높은 것으로 나타났으며, ACPT는 시각유추($r=-0.653$, $p<.001$)와 산수($r=-0.682$, $p<.001$), ACCPT는 시각유추($r=-0.513$, $p<.001$)와 가장 유의하게 상관계수가 높은 것으로 나타났다. ACCPT를 제외한 CPT 검사들의 반응시간의 상관계수는 산수($r=-0.388\sim-0.660$)와 가장 유의하게($p<.001$) 높은 것으로 나타났으며, ACCPT는 위치 기억($r=-0.216$)과 가장 유의하게($p<.05$) 상관계수가 높은 것으로 나타났다. 기호잇기검사 유형 A의 소요시간과 K-ABC의 하위검사들과의 상관계수는 전반적으로 유의하였으며($p<.001$), 산수($r=-0.722$)와 가장 유의하게($p<.001$) 높은 것으로 나타났다(Table 10).

(2) 기억력 검사

숫자 따라하기검사는 K-ABC 하위 검사와의 상관계수는 산수와 $r=0.668\sim0.683$ 으로 가장 유위하게

Table 9. Factor structure of higher cognitive function tests in the computerized neurocognitive function test among 120 normal subjects

Tests and variables	1	2	3	4
Trail making test				
Type B : time (sec)		0.481	0.440	0.466
Word color test :				
time (sec)				
Word reading			0.777	
Color naming			0.788	
Word reading of color word			0.857	
Card sorting test				
Criteria completed				0.904
Total trials				0.855
Perseverative response	0.899			
Total error	0.907			
Perseverative error	0.933			
Nonperseverative error	0.521			
Hypothesis formation test : error				
Subtest 1		0.708		
Subtest 2		0.726		
Subtest 3		0.894		
Subtest 4		0.820		

Table 10. The correlation metrics of the subscales in K-ABC and attention tests in the computerized neurocognitive function test among 120 normal subjects

Attention tests	K-ABC subscales													
	N3	N5	N7	N4	N6	N8	N9	N10	N12	N13	N14	N15	N16	
Correct response														
VCPT	.447***	.407***	.381***	.454***	.436***	.461***	.552***	.488***	.504***	.627***	.540***	.253***	.480***	
ACPT	.541***	.404***	.381***	.469***	.480***	.593***	.608***	.585***	.588***	.738***	.636***	.420***	.578***	
VCCPT	.408***	.205*	.308***	.422***	.430***	.553***	.546***	.492***	.517***	.569***	.533***	.269***	.387***	
ACCPT	.453***	.338***	.313***	.428***	.449***	.524***	.543***	.483***	.493***	.623***	.556***	.327***	.492***	
Commission error														
VCPT	-.520***	-.300***	-.307***	-.346***	-.364***	-.473***	-.499***	-.427***	-.496***	-.479***	-.434***	-.300***	-.308***	
ACPT	-.539***	-.317***	-.426***	-.494***	-.494***	-.653***	-.604***	-.577***	-.604***	-.684***	-.601***	-.374***	-.528***	
VCCPT	-.494***	-.190*	-.227*	-.258**	-.288***	-.372***	-.352**	-.347***	-.376***	-.336**	-.313***	-.293***	-.168	
ACCPT	-.326***	-.211*	-.236**	-.317***	-.331***	-.513***	-.448***	-.351***	-.372***	-.456***	-.423***	-.252**	-.321***	
Reaction time (msec)														
VCPT	-.296***	-.381***	-.331***	-.343***	-.468***	-.540***	-.558***	-.512***	-.522***	-.660***	-.539***	-.323***	-.451***	
ACPT	-.144	-.293***	-.173	-.100	-.225*	-.281**	-.355***	-.362***	-.316**	-.415**	-.287***	-.216*	-.384***	
VCCPT	-.104	-.159	-.230*	-.243**	-.329***	-.324***	-.353***	-.312***	-.251**	-.388***	-.304***	-.124	-.248**	
ACCPT	-.027	-.086	-.115	-.008	-.156	-.158	-.216*	-.181*	-.038	-.158	-.030	-.017	-.185	
Trail making test ; time (sec)														
Type A	-.533***	-.409***	-.424***	-.499***	-.494***	-.560***	-.640***	-.519***	-.656***	-.722***	-.596***	-.410***	-.539***	

K-ABC : Korean kaufman assessment battery for children, sec : second, msec : 1/100 second, N3 : hand movement, N5 : number recall, N7 : word orders, N4 : gestalt closure, N6 : triangles, N8 : matrix analogies, N9 : spatial memory, N10 : photo series, N12 : face & places, N13 : arithmetics, N14 : riddle, N15 : reading/decoding, N16 : reading/understanding, VCPT : visual continuous performance test, ACPT : auditory CPT, VCCPT : visual controlled CPT, ACCPT : auditory controlled CPT, * : p<.05, ** : p<.01, *** : p<.001

(p<.001) 높은 것으로 나타났으며, 시각 단기기억력검사의 상관계수는 위치기억과 r=0.576~0.631로 가장 유의하게(p<.001) 높은 것으로 나타났다. 언어창각학습검사의 시행 1의 상관계수는 위치기억(r=0.433, p<.001), 인물과 장소(r=0.467, p<.001)와 수수께끼(r=0.466, p<.001)와 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 시행 5의 상관계수는 시각유추(r=0.435, p<.001), 위치기억(r=0.420, p<.001)과 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 간접목록 회상의 상관계수는 시각유추(r=0.422, p<.001), 위치기억(r=0.510, p<.001), 인물과 장소(r=0.494, p<.001), 산수(r=0.456, p<.001) 및 수수께끼(r=0.441, p<.001)와 유의하게 높은 것으로 나타났다. 시행 6의 상관계수는 손동작(r=0.410, p<.001), 시각유추(r=0.413, p<.001), 위치기억(r=0.482, p<.001), 사진순서(r=0.415, p<.001) 그리고 산수(r=0.492, p<.001)와 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 자연회상의 상관계수는 인물과 장소와 r=0.511로 가장 유의하게(p<.001) 높은 것으로 나타났다. 재인의 상관계수는 위치기억과 r=0.427로 가장 유의하게(p<.001) 높은 것으로 나타났으며, 전향간섭의 상관계수는 문자해독과 r=0.201 (p<.05), 후향간섭은 위치기억(r=-0.316, p<.001)과 사진순서(r=-0.303, p<.001)와 유의하게 높은 것으로 나타났다. 시각도형학습검사의 상관계수는 K-ABC의 시각유추와 r=0.425~0.443으로 가장 유의하게 (p<.001) 높은 것으로 나타났다(Table 11).

(3) 고위 인지기능 검사

기호잇기검사 B형의 소요시간과 K-ABC의 상관계수는 산수와 r=-0.805로 가장 유의하게(p<.001) 높은 것으로 나타났다. 단어-색채검사의 반응시간은 단어읽기(r=-0.506, p<.001), 색채말하기(r=-0.555, p<.001), 색 단어 단어읽기(r=-0.499, p<.001)의 상관계수는 산수와 가장 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 색 단어 색채말하기의 상관계수는 인물과 장소(r=-0.527)에서 가장 유의하게(p<.001) 높으면서, K-ABC의 하위검사 전체와 r=-0.368~-0.527로 유의하게(p<.001) 상관이 있는 것으로 나타났다. 카드분류검사의 하위측정 영역 중 완성된 범주수의 상관계수는 위치기억(r=0.550, p<.001), 산수(r=0.562, p<.001), 수수께끼(r=0.463, p<.001)와 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 전체 시행수의 상관계수 또한 위치기억(r=-0.536, p<.001), 산수

Table 11. The correlation metrics of the subscales in K-ABC and memory tests in the computerized neurocognitive function tests among 120 normal subjects

Memory tests	K-ABC subscales														
	N3	N5	N7	N4	N6	N8	N9	N10	N12	N13	N14	N15	N16		
Digit span															
Forward	.406***	.609***	.575***	.362***	.536***	.469***	.553***	.361***	.608***	.668***	.618***	.420***	.534***		
Backward	.430***	.583***	.437***	.299***	.428***	.554***	.632***	.407***	.590***	.683***	.582***	.402***	.516***		
Visual span															
ForwVard	.413***	.302***	.224*	.300***	.364***	.374***	.576***	.429***	.413***	.550***	.446***	.221*	.269**		
Backward	.436***	.350***	.308***	.396***	.532***	.464***	.631***	.458***	.511***	.606***	.577***	.280**	.269**		
Verbal learning															
Trial 1	.361***	.394***	.343***	.279**	.259**	.333***	.433***	.332***	.467***	.438***	.466***	.291**	.300**		
Trial 5	.372***	.232*	.188*	.223*	.161	.435***	.420**	.329***	.362**	.339***	.341***	.141	.202*		
Distracter recall	.336***	.376***	.353***	.365***	.291***	.422***	.510***	.377***	.494***	.456***	.441***	.261**	.324***		
Trial 6	.410***	.159	.133	.316***	.174	.413***	.482***	.415***	.395***	.429***	.342***	.266**	.365***		
Delayed recall	.430***	.278**	.232*	.352**	.203*	.431***	.433***	.379***	.511***	.464***	.432***	.289***	.430***		
Recognition	.330***	.159	.365***	.280**	.205*	.315***	.427***	.284**	.302***	.402***	.231*	.290***	.295**		
Proactive interference	.117	.124	.156	-.014	.014	-.001	.013	.042	.090	.094	.094	.201*	.165		
Retroactive interference	-.248**	.052	-.043	-.256**	-.062	-.210*	-.316***	-.303***	-.222*	-.251**	-.150	-.211*	-.259**		
Visual learning															
Trial 1	.297***	.250**	.255**	.343***	.342***	.443***	.384***	.405***	.378***	.418***	.443***	.184*	.236*		
Trial 5	.314***	.133	.270**	.288**	.376***	.433***	.334***	.351***	.343***	.403***	.405***	.276**	.396***		
Delayed recall	.278**	.150	.264**	.274**	.328***	.425***	.334***	.339***	.317***	.362***	.337***	.245**	.397***		

K-ABC: Korean Kaufman assessment battery for children; N3: Hand movement; N5: Number recall; N7: Word orders; N4: Gestalt Closure; N6: Triangles; N8: Matrix analogies; N9: Spatial memory; N11: Photo series; N12: Face & places; N13: Arithmetics; N14: Riddle; N15: Reading/decoding; N16: Reading/Understanding; *: p<.05, **: p<.01, ***: p<.001

($r = -0.587, p < .001$), 수수께끼($r = -0.525, p < .001$)와 유의하게($p < .001$) 높은 것으로 나타났다. 보속 반응 수의 상관계수는 문자해독과 $r = -0.318$ 으로 가장 유의하게($p < .001$) 높은 것으로 나타났다. 전체 오류수는 산수($r = -0.310$)와 가장 유의하게($p < .001$) 높은 것으로 나타났으며, 보속 오류수는 삼각형($r = -0.250, p < .01$)과 문장 이해($r = -0.269, p < .01$)와 유의하게 높은것으로 나타났고, 비보속 오류수는 산수($r = -0.290, p < .01$)와 수수께끼($r = -0.228, p < .05$)과 유의하게 높은것으로 나타났다. 개념형성검사와 K-ABC의 하위검사와의 상관계수는 산수와 수수께끼에서 $r = -0.387 \sim -0.623$ 으로 유의하게($p < .001$) 상관이 높은 것으로 나타났다(Table 12).

2. 신뢰도 검증

1) 주의력검사

검사-재검사 신뢰도 검증에서, CPT 검사들의 정반응수는 검사-재검사 간에 유의한 차이가 없었으며, VCPT의 검사-재검사 신뢰도($r = 0.507$)와 ACPT의 검사-재검사 신뢰도($r = 0.693$)는 유의하였다($p < .01$). 보속 오류수는 검사-재검사간에 VCPT에서 유의한($p < .05$) 차이가 있으면서 검사-재검사 신뢰도는 유의하지 않았다. ACPT에서는 유의한($p < .05$) 차이가 있었지만, 검사-재검사 신뢰도 또한 $r = 0.361$ 로 유의하였다($p < .05$). VCCPT는 검사-재검사 간에 유의한 차이는 없었고, 검사-재검사 신뢰도는 $r = 0.612$ 로 유의하였다($p < .001$). ACCPT는 유의한 차이도 없었고, 검사-재검사 신뢰도 또한 유의하지 않았다. 반응시간은 VCPT에서 검사-재검사간에 유의한 차이는 있었지만($p < .001$), 검사-재검사 신뢰도가 $r = 0.747$ 로 유의하였다($p < .001$). ACPT, VCCPT 및 ACCPT는 검사-재검사사 간에 유의한 차이는 없었으며, 검사-재검사 신뢰도는 $r = 0.768 \sim 0.859$ 로 유의하였다($p < .001$). 기호잇기검사 A형의 소요시간은 검사-재검사 간에 유의한 차이($p < .05$)는 있었지만, 검사-재검사 신뢰도가 $r = 0.772$ 로 유의하였다($p < .001$) (Table 13).

주의력검사 전체의 내적 일치도는 $\alpha = 0.628$ ($p < .05$) 이었으며, 반분신뢰도는 $r = 0.726$ ($p < .05$) 이었다.

2) 기억력검사

숫자따라하기 검사의 정방향 검사는 검사-재검사 간에 유의한 차이가 없었으며, 검사-재검사 신뢰도는 $r =$

Table 12. The correlation metrics of the subscales in K-ABC and higher cognitive function tests in the computerized neurocognitive function test among 120 normal subjects

Higher cognitive function tests	K-ABC subscales													
	N3	N5	N7	N4	N6	N8	N9	N10	N12	N13	N14	N15	N16	
Trail making test														
Type B : time (sec)	-.445***	-.470***	-.462***	-.553***	-.574***	-.633***	-.718***	-.564***	-.724***	-.805***	-.750***	-.420***	-.517***	
Word-color test : time (sec)														
Word reading	-.298***	-.333***	-.298***	-.263**	-.352***	-.362***	-.338***	-.349***	-.418***	-.506***	-.356***	-.329***	-.367***	
Color naming	-.480***	-.374***	-.317***	-.441***	-.344***	-.454***	-.487***	-.452***	-.498***	-.555***	-.488***	-.419***	-.393***	
Word reading of color word	-.394***	-.284**	-.317***	-.305***	-.318***	-.424***	-.399***	-.373***	-.387***	-.495***	-.347***	-.389***	-.250**	
Color naming of color word	-.478***	-.395***	-.368***	-.444***	-.481***	-.402***	-.478***	-.469***	-.527***	-.455***	-.488***	-.472***	-.467***	
Card sorting test														
Criteria completed	.298**	.311***	.300***	.271**	.368***	.505***	.550***	.461***	.468***	.562***	.543***	.336***	.377***	
Total trial	-.307***	-.335***	-.285**	-.251**	-.370***	-.476***	-.536***	-.408***	-.448***	-.587***	-.525***	-.315***	-.358***	
Perseverative response	-.166	-.234**	-.162	-.124	-.256**	-.120	-.202*	-.079	-.166	-.235**	-.162	-.318***	-.274**	
Total error	-.132	-.217*	-.187*	-.091	-.294***	-.151	-.218*	-.162	-.213*	-.310***	-.238**	-.279**	-.261**	
Perseverative error	-.142	-.211*	-.143	-.105	-.250**	-.090	-.158	-.081	-.162	-.207*	-.160	-.331***	-.269**	
Nonperseverative error	-.084	-.145	-.157	-.044	-.191*	-.140	-.191*	-.169	-.188*	-.290***	-.228*	-.116	-.159	
Hypothesis formation test : error														
Subtest 1	-.269**	-.279**	-.414***	-.421***	-.564***	-.492**	-.537***	-.521***	-.507***	-.623***	-.598***	-.389***	-.426***	
Subtest 2	-.315***	-.161	-.239**	-.357***	-.498***	-.382***	-.386***	-.400***	-.473***	-.468***	-.468***	-.271**	-.322***	
Subtest 3	-.311**	-.057	-.090	-.334***	-.363***	-.354***	-.363***	-.248*	-.324***	-.390***	-.396***	-.008	-.288**	
Subtest 4	-.209*	-.107	-.033	-.309**	-.331***	-.334***	-.416***	-.308**	-.339***	-.395***	-.387***	-.180	-.261**	

K-ABC : Korean Kaufman assessment battery for Children, sec : second, N3 : Face & Places, N10 : Photo series, N12 : Matrix analogies, N9 : Spatial memory, N14 : Riddle, N15 : Reading/Decoding, N16 : Reading/Understanding, * : p<.05, ** : p<.01, *** : p<.001

0.552로 유의하였다(p<.05). 역방향 검사는 검사-재검사 간에 유의한 차이(p<.01)가 있었지만, 검사-재검사 신뢰도가 r=0.616으로 유의하였다(p<.001).

시각 단기기억력검사의 정방향검사는 검사-재검사 간에 유의한 차이가 있었지만(p<.01), 검사-재검사 신뢰도는 r=0.396으로 유의하였다(p<.05). 역방향 검사는 검사-재검사 간에 유의한 차이가 없었지만, 검사-재검사 신뢰도도 유의하지 않았다.

언어청각학습검사의 시행1은 검사-재검사간에 유의한 차이가 있었지만(p<.001), 검사-재검사 신뢰도가 r=0.447로 유의하였다(p<.05). 시행 5는 검사-재검사 간에 유의한 차이도 없었고, 검사-재검사 신뢰도도 유의하지 않았다. 간접목록 회상은 검사-재검사 간에 유의한 차이가 있었지만(p<.05), 검사-재검사 신뢰도는 r=0.476으로 유의하였으며(p<.01), 시행 6은 검사-재검사 간에 유의한 차이가 있었지만(p<.001), 검사-재검사 신뢰도가 r=0.539로 유의하였다(p<.01). 지연 회상은 검사-재검사 간에 유의한 차이가 있었지만(p<.001), 검사-재검사 신뢰도는 r=0.511로 유의하였으며(p<.01), 재인은 검사-재검사 간에 유의한 차이가 있었지만(p<.05), 검사-재검사 신뢰도는 r=0.556으로 유의하였다(p<.001).

시각도형학습검사의 시행 1은 검사-재검사 간에 유의한 차이가 있으면서(p<.001), 검사-재검사 신뢰도는 유의하지 않았다. 시행 5는 검사-재검사 간에 유의한 차이가 없으면서, 검사-재검사 신뢰도는 r=0.472로 유의하였다(p<.01). 지연 회상은 검사-재검사 간에 유의한 차이가 없으면서, 검사-재검사 신뢰도는 r=0.462로 유의하였다(p<.01) (Table 14).

기억력 검사의 내적 일치도는 $\alpha = 0.878$ (p<.05) 이었으며, 반분 신뢰도는 r=0.721 (p<.05) 이었다.

3) 고위인지기능검사

기호잇기검사 B형의 소요시간은 검사-재검사 간에 유의한 차이가 있었지만(p<.01), 검사-재검사 신뢰도는 r=0.575로 유의하였다(p<.001).

단어색채검사의 단어읽기의 반응시간은 검사-재검사 간에 유의한 차이가 없었으며, 검사-재검사 신뢰도는 r=0.611로 유의하였다(p<.001). 색채 말하기는 검사-재검사 간에 유의한 차이가 있었지만(p<.001), 검사-재검사 신뢰도는 r=0.600으로 유의하였다(p<.001). 색단어 단어읽기와 색단어 색채말하기는 검사-재검사

Table 13. Paired t-test and pearson's correlation between test and retest scores of attention tests in the computerized neurocognitive function test among 30 normal subjects

Tests and variables	Test scores (n=30) (mean±SD)	Retest scores (n=30) (mean±SD)	t (df=29)	Pearson's r
Correct response				
VCPT	123.73±10.89	123.70±10.11	0.017	0.507**
ACPT	113.97±15.40	117.73±11.06	-1.858	0.693***
VCCPT	57.6 ± 5.51	59.40±12.86	-0.985	0.292
ACCPT	53.60± 7.03	55.27± 5.24	-1.302	0.376
Commission error				
VCPT	9.83± 8.14	5.83± 3.79	2.662*	0.208
ACPT	16.80± 8.51	13.00± 6.37	2.422*	0.361*
VCCPT	3.27± 3.55	2.73± 3.13	0.984	0.612***
ACCPT	5.63± 3.67	4.37± 2.14	1.761	0.162
Reaction time (msec)				
VCPT	479.17±67.44	518.77±49.40	-4.835***	0.747***
ACPT	626.23±55.29	626.77±62.44	-0.089	0.850***
VCCPT	444.37±83.63	455.83±64.67	-1.447	0.859***
ACCPT	594.10±79.49	592.00±70.55	0.222	0.768***
Trail making test : time (sec)				
Type A	27.79± 6.75	26.07± 6.52	2.103*	0.772***

N : number of subjects, SD : standard deviation, VCPT : visual continuous performance test (CPT), ACPT : auditory CPT, VCCPT : visual controlled CPT, ACCPT : auditory controlled CPT, sec : second, msec : 1/100 second, * : p<.05, ** : p<.01, *** : p<.001

Table 14. Paired t-test and pearson's correlation between test and retest scores of memory tests in the computerized neurocognitive function test among 30 normal subjects

Tests and variables	Test scores (n=30) (mean±SD)	Retest scores (n=30) (mean±SD)	t (df=29)	Pearson's r
Digit span				
Forward	7.58±0.91	7.81±0.94	-1.401	0.552**
Backward	5.54±1.20	6.17±1.25	-3.196**	0.616***
Visual span				
Forward	6.28±1.01	7.01±1.10	-3.478**	0.396*
Backward	6.23±1.18	6.28±1.11	-0.194	0.335
Verbal learning test				
Trial 1	6.40±1.75	9.97±2.17	-9.322***	0.447*
Trial 5	13.03±1.43	13.57±1.19	-1.915	0.383
Distracter recall	6.27±1.60	6.97±1.83	-2.273*	0.476**
Trial 6	11.70±1.64	13.00±1.95	-4.081***	0.539**
Delayed recall	11.43±2.08	12.93±1.91	-4.153***	0.511**
Recognition	14.20±0.85	14.53±0.57	-2.567*	0.556***
Visual learning test				
Trial 1	11.50±1.31	12.97±1.45	-4.793***	0.264
Trial 5	14.27±0.98	14.33±0.84	-0.387	0.472**
Delayed recall	14.10±1.03	14.10±0.99	0.000	0.462**

N : Number of subjects, SD : Standard deviation, * : p<.05, ** : p<.01, *** : p<.001

간에 유의한 차이가 없었으며, 검사-재검사 신뢰도는 색 단어 읽기($r=0.752, p<.001$), 색 단어 색채말하기($r=0.526, p<.01$)으로 유의하였다.

단어분류검사의 완성된 범주수, 총 시행수, 비보속 오류는 검사-재검사 간에 차이가 없었지만, 검사-재검사 신뢰도가 유의하지 않았다. 보속반응수, 전체 오류수와 보속 오류수는 검사-재검사 간에 유의한 차이가 있었으며($p<.01$), 검사-재검사 신뢰도는 유의하지 않았다.

개념형성검사의 하위 검사들의 오류수는 검사-재검사 간에 유의한 차이가 있었지만($p<.05$), 검사-재검사 신뢰도가 하위검사 1은 $r=0.568$, 하위검사 2는 $r=0.809$, 하위검사 3은 $r=0.637$ 그리고 하위검사 4는 0.531 로 유의하였다($p<.001$) (Table 15).

고위인지기능검사의 내적 일치도는 $\alpha=0.783$ ($p<.05$)이었으며, 반분신뢰도는 $r=0.548$ ($p<.05$)이었다.

고 찰

정상아동을 대상으로 한 CNFT의 타당도 검증은 위

하여 CNFT의 하위검사들 간의 상관분석과 요인분석이 실시되었다. CNFT의 하위검사들의 하위측정치 간의 상관분석에서, 주의력 검사들의 하위 측정치들 간에는 유의한 상관을 보이고 있음에 따라 서로 유사한 영역을 평가하고 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 성인을 대상으로 한 연구결과⁷⁾와 일치하는 것으로 4가지 CPT 검사들은 주어지는 자극의 종류와 수행 방식이 다소 다르기는 하나 주의력이라는 단일영역을 측정하고 있다고 할 수 있었다.

기억력 검사에서는 각각의 검사들 사이에 유의한 상관관이 비교적 높게 나타나고 있었지만, 단기기억검사의 숫자따라하기와 시각 단기기억력 검사의 역방향 검사, 언어청각검사의 전향 및 후향간섭 등은 유의한 상관관 나타내지 않고 있었다. 이는 일시적으로 숫자 혹은 위치들을 기억하고 있다가 그대로 말하거나 위치를 표시하는 전방향 검사와 숫자 혹은 도형이 순서를 그대로 기억하면서 동시에 능동적으로 그 순서를 다시 역순으로 배열하는 능력을 함께 요구하는 역방향 검사는 다른 인지 기능을 평가한다는 주장^{41,42)}을 뒷받침하는 결과였다.

Table 15. Paired t-test and pearson's correlation between test and retest scores of higher cognitive function test in the computerized neurocognitive function test among 30 normal subjects

Tests and variable	Test scores (n=30) (mean±SD)	Retest scores (n=30) (mean±SD)	t (df=29)	Pearson's r
Trail making test : time (sec)				
Type B	52.07±18.12	42.99±12.45	3.324**	0.575***
Word color test : time (sec)				
Word reading	14.01±2.78	13.16±2.81	1.907	0.611***
Color naming	18.86±3.45	16.83±2.80	3.891***	0.600***
Word reading of color word	14.09±2.59	13.73±2.60	1.068	0.752***
Color naming of color word	16.68±3.55	14.48±3.65	1.870	0.526**
Card sorting test				
Criteria completed	5.07±1.34	5.33±1.15	-0.969	0.275
Total trial	62.33±27.39	53.10±28.04	1.579	0.333
Perseverative response	21.93±8.74	16.30±6.74	2.779**	-0.013
Total error	22.57±10.25	17.43±5.98	2.749**	0.296
Perseverative error	12.83±5.99	9.37±3.10	2.943**	0.104
Nonperseverative error	9.73±5.88	8.07±5.68	1.166	0.084
Hypothesis formation test : error				
Subtest 1	51.03±16.91	39.3±16.05	3.964***	0.568***
Subtest 2	93.10±21.99	79.67±30.30	4.090***	0.809***
Subtest 3	132.53±34.47	118.20±34.14	2.687*	0.637***
Subtest 4	173.20±49.53	146.53±65.44	2.546*	0.531***

N : number of subjects, SD : standard deviation, sec : second, * : $p<.05$, ** : $p<.01$, *** : $p<.001$

고위인지기능검사에서는 각각의 검사들 내 하위측정 영역들 간에는 유의하게 높은 상관을 보이고 있었지만, 다른 검사들의 하위측정치들 간의 상관은 비교적 선택적인 것이었다. 고위인지기능은 실행기능(executive function)과 추론능력 등을 말하는 것³⁰⁾으로, 특히 실행기능은 독립적이며 목적적이며 자조적인(self-serving) 행동을 성공적으로 해내도록 하는 능력이며⁴³⁾, 인지적 능력 자체보다 그 능력이 표현되는 방식에 중점을 두는 것이다⁴⁴⁾. 그래서 CNFT의 고위인지기능검사 중 기호잇기 검사 B형은 시각-운동 추적검사로서 A형과는 달리 개념화와 인지 도식을 변경하는 능력을 평가하는 검사이며, 주의의 적절한 분할 및 조절 능력이 요구된다⁴⁵⁾. 단어-색채 검사는 광범위하게 사용되어온 실행기능의 측정치로 특히 정신적인 통제와 반응용통성을 측정하는 것으로 알려져 있으며⁴³⁾, 카드 분류검사는 전전두엽의 배외측 영역(dorsolateral prefrontal function)의 역기능을 측정하는 것으로⁴⁶⁾, 선택적 주의, 외부 자극에 구애됨 없이 주의를 지속시켜 나가는 능력, 그리고 한 방식의 인지도식(mental set)에서 다른 방식의 인지도식으로 변경시킬 수 있는 능력을 평가하는 것으로 간주되고 있다⁴⁷⁾. 그런데 단어-색채검사는 카드 분류검사와 이미 익숙해진 반응을 억제하고 다른 전략을 채택하는 과정을 공통으로 요구하지만, 단어-색채검사는 자극의 어의적인 중요성에 반응하려는 경향을 억제하여야 하며 카드분류검사에서는 이미 선택한 분류원칙에 반응하려는 경향을 억제하여야 한다⁴⁸⁾. 그리고 개념형성검사는 격자판 내에 숨어있는 도형을 추론관정을 통하여 얼마나 빨리, 오류를 적게 하면서 찾아내는가를 평가하는 검사인데, 아직 해석방법이 확립되어 있지는 않고 있다³⁰⁾. 따라서, 고위인지기능검사가 각기 다른 측정목적을 가지고 있는 검사들로 구성되었음에 따라 이러한 결과가 나타났지만, 고위인지기능의 개념적 범위를 생각하면 이러한 결과는 당연하다고 생각한다.

12개 검사 43개의 변수에 대해 요인분석을 실시한 결과, 모두 10개의 요인이 도출되었으며, 이들 요인에 의한 설명변량은 전체의 75.5%였다. 성인을 대상으로 한 연구⁷⁾의 연구에서는 13개 검사 45개의 변수에 대해 요인 분석한 결과, 설명변량이 84.3%였던 것에 비해 다소 적은 것으로 나타났지만 도출된 요인의 숫자는 동일하였다. 성인의 경우 제 1 요인이 카드분류검사와 기호잇기검사 B의 소요시간으로 구성된 '사과의 유연성'

요인이었던 반면에 본 연구에서는 제 1 요인이 CPT 검사들의 정반응수, 오경보 오류수, 기호잇기검사 A의 소요시간으로 구성된 '주의력 유지'와 관련된 요인이었다. 제 2 요인은 CPT 검사들의 반응시간으로 구성되어 졌으며, '정보처리속도'와 관련된 요인이었으며, 제 3 요인은 단어-색채검사의 수행시간과 숫자 따라하기로 구성되었으며, 단순한 자극에서의 각성상태를 반영하는 '경계력(vigilance)' 요인으로 여겨진다. 제 4 요인은 언어청각검사의 변인들을 중심으로 구성된 '언어 학습'으로 명명되어 질 수 있었다. 제 5 요인은 기호잇기 검사 B의 소요시간, 개념형성검사의 오류수를 중심으로 구성된 '주의의 배분 및 개념형성' 요인이었다. 제 6 요인은 카드분류검사의 보속반응수, 전체 반응수, 보속오류수로 구성되었으며, '사과의 유연성' 요인으로 여겨 질 수 있었다. 제 7 요인은 카드분류검사의 완성된 범주수, 전체 시행수, 비보속오류와 시각 단기기억력 검사로 구성되면서, '개념형성'으로 여겨질 수 있었다. 제 8 요인은 시각도형학습검사의 변수를 중심으로 구성되면서 '시각기억능력'으로 명명될 수 있었다. 제 9 요인은 언어청각학습검사의 첫 번째 시행, 전향간섭과 후향간섭으로 구성되면서 '단기기억' 요인으로 명명될 수 있었다. 제 10 요인은 숫자따라하기 검사의 역방향검사, 언어청각학습검사의 간섭목록회상수 및 재인수로 구성되면서 간섭이 있는 상황에서 주의력을 집중하는 '선택적 주의력' 요인으로 명명될 수 있었다.

성인에 비해 아동을 대상으로 한 본 연구에서 설명변량이 적은 것은 요인분석에 포함된 검사의 숫자와 변수의 숫자가 성인을 대상으로 한 연구에 비해 적은 것에 따른 것으로 생각한다. 그리고 성인의 경우, '사과의 유연성', '주의력 유지', 그리고 '언어학습요인'의 순서로 설명변량의 위계가 나타난 반면에 아동을 대상으로 한 본 연구의 경우 '주의력 유지', '정보처리 속도', 및 '경계력'의 순으로 나타났다. 이는 성인의 경우 고위인지기능과 관련한 변수들이 성인의 인지적 특성을 잘 반영하는 반면에 아동의 경우 단순한 주의력과 같은 기본적인 정보처리기능이 아동의 인지적 특성을 잘 반영하고 있으며, 아동이 발달과정에 있고 성인에서와 같이 완전히 분화되지 않은 인지적 정보처리기능을 반영하는 결과로 생각한다. 하지만 주의력 검사의 변수만을 대상으로 한 요인분석에서도 성인과는 다른 주의력검사의 구성과 다소 적은 요인이 도출되었으며, '주의력

유지'와 '정보처리속도' 요인이 확인되었다. 기억력 검사의 변수만을 대상으로 한 요인분석에서는 '단기 기억,' '언어학습능력,' '시각학습능력' 및 '전향간섭' 요인이 도출되었다. 고위인지기능검사의 변수만을 대상으로 한 요인분석에서는 '사고의 유연성,' '개념형성,' '경계력' 그리고 '추론능력' 요인으로 구성되었다. 하지만, 3개의 하위 검사로 구분하였을 경우, 비교적 성인의 결과를 대상으로 한 요인분석의 결과와 비교적 유사하였다.

CNFT의 해석적 준거에 대한 정보를 얻기 위하여 K-ABC의 소검사들과 CNFT의 검사들과 상관분석을 실시하였다. CPT 검사들의 하위 측정치들 중 정반응수와 기호잇기검사의 소요시간은 K-ABC의 산수문제와 주로 높은 상관을 보이는 것으로 나타났다. K-ABC의 산수 문제는 아동이 숫자를 읽거나, 수를 세거나, 계산하는 능력이나 수학적 개념의 이해를 측정하기 위해 포함된 소검사로 시각적 자극과 청각적 자극이 복합적으로 제시되기 때문에 통합적 사고와 유사한 전뇌적(whole-brain) 활동이 요구된다. CPT 검사들의 오경보 오류는 K-ABC의 손동작 검사와 높은 상관을 보이고 있었으며, 손동작 검사는 주의력의 범위가 넓고 주의 지속시간이 길며 집중력이 높거나, 일련의 손동작을 어떤 형태로 조직화하고 체계화할 수 있는 방법을 찾아내어 사용한다면 높은 점수를 받을 수 있다고 한다³⁵⁾.

기억력 검사에서, 숫자 따라하기 검사는 산수와 가장 유의하게 상관이 높았으며, 시각 단기기억력 검사는 위치 기억과 가장 유의하게 상관이 높은 것으로 나타났다. 시각 단기기억력 검사는 Corsi block tapping test⁴⁹⁾의 변형된 형태로, Wechsler Memory Scale 개정판⁵⁰⁾, Dot Location 과제⁵¹⁾ 또한 변형된 형태로 검사되어 지고 있다. K-ABC의 위치기억은 무선적으로 배치된 그림의 위치를 재생하는 능력을 측정하는 검사로서, 단기적인 회상능력을 측정하기 위해 개발된 것으로 고유한 측정 영역은 '공간위치측정'이다. 언어청각학습검사의 각 측정치들이 서로 상이하게 K-ABC의 소검사와 상관을 보이고 있었지만 공통적으로 포함된 K-ABC 소검사는 단기적인 회상능력을 반영하는 위치기억이었다. 하지만, 시각도형기억검사의 각 측정치들은 일관되게 시각유추와 상관이 높았다. 시각유추는 2×2 시각유추문제를 가장 잘 완성하기에 적합한 그림이나 도형의 모양을 선택하는 능력을 측정하는 것으로, 이러한 결과는 청각언어

학습검사와는 달리 시각도형검사가 각 시행에서 본 그림을 재인(recognition)하여야 하는 검사이며, 그래서 목표 그림의 특징을 외운 뒤 재인과정에서 추론하는 형태로 검사를 수행하기 때문인 것으로 생각된다.

고위인지기능검사의 기호잇기검사 B의 소요시간 또한 산수와 상관이 높았으며, 단어-색채검사의 반응시간들 또한 산수와 높은 상관을 보였지만, 색 단어 색채말하기의 경우 인물과 장소와 높은 상관을 보이면서 K-ABC의 전반적인 소검사와 유의하게 높은 상관을 보이고 있었다. 인물과 장소는 K-ABC의 습득도 검사에 속한 소검사로 시각-청각계의 커뮤니케이션을 통해 아동의 습득도를 측정하며, 아동의 일반양식을 고유하게 측정한다. 하지만, 인물과 장소에서 이루어지는 시각적 자극과 언어적 반응은 통합된 뇌기능을 요구한다는 관점에서 색 단어 색채말하기에서 요구되는 시각적 자극에 대한 지각과 습관적인 반응에 대한 억제적 노력에 따른 언어적 표현이 서로 관련 있는 것으로 생각한다. 카드분류검사는 완성된 범주수와 전체 시행수가 K-ABC의 위치기억, 산수 그리고 수수께끼와 유의하게 상관이 높았으며, 이는 위치기억의 단기적인 회상능력, 산수문제의 전뇌적 활동과 통합적 사고, 수수께끼의 개념적 추론과 논리적 분류능력이 관여함을 시사한다. 카드분류검사의 나머지 측정치들도 주로 산수, 삼각형, 수수께끼와 유의한 상관을 보였지만 높지는 않았다. 개념형성검사는 K-ABC의 산수와 수수께끼와 유의하게 높은 상관을 보이고 있었다. 그래서, 고위인지기능검사에 포함된 선추적 검사 B형의 소요시간, 단어-색채검사의 색 단어 색채말하기, 카드분류검사의 완성된 범주수와 전체 시행수, 개념형성검사는 비록 검사의 서로 간 다소의 차이는 있었지만 실행기능을 비롯한 고차적인 인지적 기능을 측정하고 있음을 확인할 수 있었다.

CNFT의 신뢰도 검증에서, 내적일치도와 반복신뢰도는 유의한 상관이 발견되면서 안정되고 일관성 있는 검사도구의 구성이 입증되었다. 그러나 CPT 검사들의 하위 측정치들의 검사-재검사 신뢰도에서 유의한 상관을 보이면서 검사-재검사 간에 유의한 차이가 없는 측정치들도 있었지만 유의한 차이를 보이면서 연습효과(practice effect)를 반영하는 측정치들이 발견되었다. 이러한 결과는 기억력 검사 및 고위인지기능검사에서도 발견되고 있었다. 이는 CNFT를 구성하고 있는 검사 중 CPT 검사들의 정반응수, 반응속도, 선추적 검사의

소요시간 등과 같이 반응속도 혹은 수행속도를 평가하는 경우는 이미 피검자 자신이 할 수 있는 반응의 상한에 도달한 결과인 반면에 인지적 방략을 활용하여 수행이 향상을 가져올 수 있는 기억과제에서는 연습효과가 나타났다. 하지만, 숫자외우기와 시각단기기억과 같은 단기 기억 검사에서는 이런 현상이 뚜렷하지 않았다. 고위 인지기능검사의 경우는 이러한 현상이 보다 뚜렷하게 나타났다. 소요시간 혹은 반응속도를 평가치로 한 선추적검사 B형과 단어-색채검사에서는 연습효과가 비교적 적었지만, 카드분류검사와 개념형성검사는 매우 뚜렷하게 나타났다. 고전적인 심리측정치의 분류원칙에 따르면 카드분류검사와 개념형성검사와 같은 검사들은 숙달 수준을 측정하는 성취검사(mastery test)이다. 그러므로 궁극적으로 대부분의 사람들이 검사의 최고수준에 이르게 된다⁵²⁾. 카드분류검사와 같은 검사의 성공적인 수행은 분류와 전환의 원칙을 발견하는 것에 달려있는 데 일단 검사에서 요구하는 분류의 원칙을 파악한 후에는 대부분의 경우 다시 실패하지 않는다⁴³⁾. 숙달 검사의 문제점은 흔히 천정효과(ceiling effects)로 불리는 현상으로 우수한 피검자의 수행에 대해서는 변별력을 발휘할 수 없다는 것이다. 정상성인 집단에서 카드분류검사의 채점지표에 대해서도 천정효과가 보고되어 왔으며⁵³⁾, 10세 정도에 이르면 아동은 정상 성인과 동일한 수준의 수행을 나타내게 된다고 한다⁵⁴⁾. 일단 카드분류검사와 같은 검사를 일단 성공적으로 수행한 사람의 경우, 카드분류검사와 같은 검사는 더 이상 문제 해결능력에 대한 측정치가 아니다. 분류원칙을 파악하고 난 후에는 장기기억과제가 되므로 반복적인 검사시행이 요구되는 경우에 사용되는 것에는 문제가 있다⁴³⁾. 이러한 결과는 성인⁷⁾과 노인⁵⁵⁾을 대상으로 한 연구에서도 일치되는 결과가 있었다.

학령기 정상아동을 대상으로 한 CNFT의 타당도와 신뢰도를 알아보기 위한 본 연구에서, 성인들을 대상으로 한 연구와 유사한 결과와 더불어 상이한 결과도 발견되었다. 이는 이미 발달의 정점을 지난 성인의 경우와는 다른 발달과정의 학령기 아동의 특성을 반영한 결과로 생각되며 이러한 결과를 바탕으로 아동의 신경심리학적 특성을 이해하는 데 도움이 될 것으로 생각한다. 본 연구의 제한점으로는 정상 초등학생 집단이 활발한 발달과정에 있음에 따라 연령 혹은 학령에 따라보다 구체적이고 구분된 특성을 알아보기 위해서 더 많은 인원을

대상으로 하여 각 학년 혹은 연령을 나누어 그 타당성을 검증하는 것이 필요할 것으로 생각한다.

결론

학령기 정상아동을 대상으로 하여 전산화 신경인지 기능검사의 타당도 및 신뢰도를 알아보고자 2002년 6월부터 2003년 1월까지 정상아동 152명에게 K-ABC, K-PIC 및 CNFT를 실시하고, 평균지능 이상을 유지하고 있으면서 배제기준을 통과한 정상아동 120명의 결과를 분석하였다.

대상은 남녀 비율과 학년별 인원을 동일하게 표집되었으며, 평균 연령은 8.80 ± 1.79 , 평균 지능은 117.21 ± 7.01 있으며 학년 간 유의한 차이는 없었다. 타당도 및 신뢰도 분석을 위하여 CNFT 성적 간의 상관분석, 요인 분석, paired-t test가 실시되었고, 해석적 근거를 마련하기 위해 K-ABC의 하위척도와와의 상관분석도 실시하여 다음과 같은 성적을 얻었다.

CNFT의 상관분석에서, 주의력 검사 및 기억력 검사의 경우 각각의 주의력이라는 단일영역을 측정하고 선행 연구와 일치하는 검사의 특성이 발견되었다. 고위인지 기능검사에서는 그 개념의 복잡성과 다양성을 반영하듯 각 검사들의 고유의 측정목적에 반영하는 것으로 나타났다. 요인 분석에서는 10개의 요인이 도출되었으며, '주의력 유지, 정보처리속도, 경계력, 언어학습, 주의의 배분 및 개념형성, 사고의 유연성, 개념형성, 시각기억능력, 단기 기억, 선택적 주의력'의 순이었다. 그리고 K-ABC와의 상관분석을 통하여서는 CNFT가 각각의 측정 영역과 목적을 가진 검사들로 구성되어 있지만 전뇌적(whole brain) 활동이 깊이 관여함을 시사하는 결과들이 발견되었다. 신뢰도 분석에서 검사-재검사 신뢰도가 높은 영역도 발견되었지만 고위인지기능검사를 중심으로 연습효과가 나타나는 검사가 있음이 확인되었다. 이는 숙달수준을 측정하는 성취검사(mastery test)로 주로 구성된 고위인지 기능검사의 경우 치료 혹은 훈련의 효과를 평가함에 있어서 신중하여야 함을 시사하였다. 반분신뢰도 및 내적 일치도는 유의하게 높았다.

본 연구를 통하여 성인을 대상으로 하여 개발된 CNFT가 아동을 대상으로 사용함에 있어서 성인이 선호하는 인지처리양식과는 다소 차이가 있음을 발견할 수 있었다. 하지만, CNFT가 기본적으로 측정하는 영역들이 안정

되게 구성이 되어 있으면서 아동의 신경인지기능도 평가할 수 있는 도구임을 확인하였다. 하지만, 학령기 아동이 발달의 정점에 도달한 것이 아니라 그 과정에 있음을 생각하면 연령 대를 보다 축소하고 연구대상을 확대하여 각 연령대의 신경인지기능의 특성을 알아보는 것이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) 교육부(2001) : 초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침. 서울, 교육부
- 2) Romanczyk RG(1986) : Clinical utilization of micro-computer technology. New York, Pergamon Press, pp1-2
- 3) Ferris SH, Flicker C, Reisberg B(1988) : NYU computerized test battery for assessing cognition in aging and dementia. Psychopharmacol Bull 24 : 699-702
- 4) Wilson SL, Mcmillan TM(1992) : Computer-based assessment in neuropsychology. In : A Handbook of Neuropsychological Assessment, Ed by Crawford JR, Parker DM, McKinlay WW. Lawrence Erlbaum Associate Ltd, pp7-20
- 5) Ballard JC(1996) : Computerized assessment of sustained attention : a review of factors affecting vigilance performance. J Clin Exp Neuropsychol 18 : 843-863
- 6) Gur RC, Ragland JD, Moberg PJ, Bilker WB, Kohler C, Siegel SJ, Gur RE(2001) : Computerized neurocognitive scanning : II. The profile of schizophrenia. Neuropsychopharmacology 25 : 777-788
- 7) 하규섭, 권준수, 류인균, 공석원, 이동우, 윤탁(2002) : 한국 성인 인지기능 평가를 위한 전산화 검사도구의 개발과 표준화 과정 및 요인분석 신경정신의학 41 : 551-562
- 8) 정중학, 김창윤, 사공준, 전만중, 박홍진(1998) : 한국형 신경행동검사 배터리의 개발 : 면접과 컴퓨터 행동검사의 타당성 검사. 예방의학회지 31 : 692-707
- 9) Conners CK(1992) : Conner's Continuous Performance Test User's Manual. Toronto, Canada : Multi-Health Systems
- 10) Conners CK(1995) : Conner's Continuous Performance Test User's Manual. Toronto, Canada : Multi-Health Systems
- 11) Gordon System Inc(1991) : Administration Manual for the Gordon Diagnostic System. New York
- 12) Dumont R, Tabmorra A, Stone B(1995) : Continuous performance tests : The TOVA, Conners' CPT, and IVA. Communique 21 : 22-24
- 13) Dumont R, Tabmorra A, Stone B(1999) : Continuous performance tests (1-8). Available from URL : http://www.plattsburgh.edu/faculty/dumontr/hompage/cpt_review.htm.
- 14) Greenberg LM. The Test of Variable of Attention (TOVA)(1988-1999) : Los lamitos, CA, Universal Attention Disorders
- 15) 홍강의, 신민섭, 조성준(1999) : 주의력장애 진단 시스템 사용설명서. 서울: 한국정보공학
- 16) Schuhfried G(1993) : Vienna test system : Computer-aided psychological diagnosis. A-2340 Modeling Hyrtlstra β e 45 Austria
- 17) 이철, 유희정, 김창윤, 한오수, 박민호(1993) : 비엔나 검사총집의 임상적용을 위한 한국표준화 연구(I) : 서울학생군에 대한 Standard Progressive Matrices검사. 신경정신의학 32 : 252-258
- 18) 이철, 유희정, 김창윤, 한오수, 박민호(1996) : 비엔나 검사총집의 임상적용을 위한 한국표준화 연구(II) : 서울성인군에 대한 Standard Progressive Matrices검사. 신경정신의학 32 : 133-143
- 19) 김석중, 김재진, 최인석, 홍성도, 정인원(1997) : 전산화 신경인지기능 검사를 이용한 알코올 중독자의 인지기능 평가. 중독정신의학 1 : 133-139
- 20) 정선주, 신민섭, 하규섭, 홍강의(1997) : 전산화 신경인지기능검사를 이용한 주의력결핍/과잉운동장애의 주의력결핍특성에 관한 연구. 소아·청소년정신의학 8 : 242-255
- 21) 최인석, 김재진, 정인원(1998) : 전산화 신경인지기능 검사를 이용한 외상성 두부외상환자의 신경인지기능평가. 신경정신의학 37 : 306-317
- 22) 홍택유, 유희정, 김진희, 김성윤, 김창윤, 한오수(1998) : 주의력결핍 과잉행동장애를 위한 주의력 검사도구의 표준화연구 : Cognitron 검사를 중심으로. 정신병리학 7 : 133-129
- 23) Neurosoft, Inc(1990) : STIM-a comprehensive library of sensory, cognitive and neuropsychiatric task
- 24) 유영수, 이현수, 정인과, 이정희(1998) : 전산화 신경심리검사(STIM)의 유용성 연구. 외상성 뇌손상 환자를 대상으로. 한국심리학회지 : 임상 17 : 133-147
- 25) 연병길, 하규섭, 류인균, 오병훈, 이민수(2000) : 한국인의 신경인지기능 평가 기술 개발 및 표준화 연구 : 보건의료연구개발사업 최종보고서. 서울, 보건복지부
- 26) 이성훈, 안창범, 박혜정(1999) : 뇌의 기능적 국소화를 위한 전산화 신경심리 검사의 개발. 수면·정신생리 6 : 149-157
- 27) 안창범, 김휴정, 신진교, 박문모, 이성훈(1999) : 객체

- 지향과 멀티미디어 기술을 이용한 전산화 신경 심리 검사 시스템. 대한의용생체공학회지 20 : 529-536
- 28) 하규섭, 권준수, 류인균(2002) : 한국 성인 주의력 평가를 위한 전산화도구의 개발과 표준화. 신경정신의학 41 : 335-346
- 29) 권준수, 류인균, 홍경수, 연병길, 하규섭(2002) : 한국 성인 기억력 평가를 위한 전산화도구의 개발과 표준화. 신경정신의학 41 : 347-358
- 30) 류인균, 권준수, 하규섭(2002) : 한국 성인 고위인지 기능 평가를 위한 전산화도구의 개발과 표준화. 신경정신의학 41 : 538-550
- 31) 최진영, 박미선, 조비룡, 양동원, 김상운(2002) : 전산화된 치매선별검사(Computerized Dementia Screening Test : CDST)의 표준연구. 한국심리학회지 : 임상 21 : 445-460
- 32) Annett MA(1970) : Classification of hand performance by association analysis. Br J Psychol 61 : 303-321
- 33) Kaufman AS, Kaufman NL(1983a) : Administration and Scoring Manual for the Kaufman Assessment Battery for Children. Circle Oines, MN, American Guidance Service
- 34) Kaufman AS, Kaufman NL(1983b) : Interpretive Manual for the Kaufman Assessment Battery for Children. Circle Oines, MN, American Guidance Service
- 35) 문수백, 변창진(1987) : Korean Kaufman Assessment Battery for Children : 교육 심리 측정 도구. 서울, 학지사
- 36) Wirt RD, Lachar D, Klinedisnt JK, Seat PD(1984) : Multidimensional Description of Child Personality : A manual for the personality inventory for children. Los Angeles, Western Psychological Services
- 37) 김승태, 김지혜, 송동호, 이효경, 주영희, 홍창희, 황순택(1987) : 한국 아동 인성 검사. 서울, 한국가이던스
- 38) 정 욱, 홍창희(1997) : 아동과 청소년의 한국아동 인성검사 프로파일 유형 : 정신과 표본을 중심으로. 한국심리학회지 : 임상 16 : 299-311
- 39) 이종범, 배대석, 신현진(2002) : 인지기능의 발달적 지표로서의 전산화 신경인지기능검사의 표준화. 대한신경정신의학회 2002년도 추계학술대회. 2002년 10월 24일, 서울, 대한신경정신의학회, pp162
- 40) 이종범, 배대석, 신현진(2002) : K-ABC를 통한 정상 아동의 전산화 신경인지기능검사 수행분석. 대한신경정신의학회 2002년도 추계학술대회. 2002년 10월 24일, 서울 : 대한신경정신의학회, pp163
- 41) Craik FIM(1977) : Age difference in human memory. In : Handbook of psychology of aging. Ed by Birren JE, Schaie KW. New York, Van Nostrand Reinhold
- 42) Delis DC(1989) : Neuropsychological assessment of learning and memory. In : Handbook of neuropsychology. Ed by Boller F, Grafman J. Vol. 3. Amsterdam, Elsevier
- 43) Lezak MD(1995) : Neuropsychological Assessment. 3rd ed. New York, Oxford University Press
- 44) Burgéss PW(1990) : Neuropsychology of behavior disorders following brain injury. In : Neurobehavioural Sequelae of Traumatic Brain Injury. Ed by Wood RL. Bristol, PA, Taylor & Francis
- 45) 신민섭, 박수현(1997) : 주의력결핍 과잉운동장애 아동의 신경심리학적 평가. 소아·청소년정신의학 8 : 217-231
- 46) Heaton RKZ(1981) : A Manual for the Wisconsin Card Sorting Test. Odessa, FL, Psychological Assessment Resources
- 47) Osmon DC, Suchy Y(1996) : Fractionating Frontal Lobe Functions : Factors of the Milwaukee Card Sorting Test. Arc Clinl Neuropsychol 11 : 541-552
- 48) Rosseli M, Ardila A, Bateman JR, Guzmán M(2001) : Neuropsychological test scores, academic performance, and developmental disorders in Spanish-speaking children. Dev Neuropsychol 20 : 355-373
- 49) Milner B(1963) : Effects of different brain lesions on card sorting. Arch of Neurology 9 : 90-100
- 50) Wechsler D(1987) : Wechsler Memory Scale-Revised. San Antonio : The Psychological Corporation
- 51) Roth DL, Crosson B(1985) : Memory span and long-term memory deficits in brain-impaired patients. J Clin Psychol 41 : 521-527
- 52) Pennington BF, Benetto L, Macleer O, Roberts RJ(1996) : Execitive functions and working memory. In Attention, Memory and Executive function. Ed by Lyon GR, Krasnegor NA. Baltimore, Paul Brooks, pp327-337
- 53) 고려원(1999) : 위스콘신 카드분류검사(WCST)의 인지요인분석 : 아동 및 청소년을 대상으로 [박사학위논문]. 서울, 연세대학교
- 54) Chelune GJ, Baer RL(1986) : Developmental norms for the Wisconsin Card Sorting Test. J Cli Exp Neuropsychol 8 : 219-228
- 55) Lowe C, Rabbitt R(1998) : Test/retest reliability of the CANTAB and ISPOCD neuropsychological batteries : theoretical and practical issues. Neuropsychologia 36 : 915-923

The Validity and Reliability of 'Computerized Neurocognitive Function Test' in the Elementary School Child

Jong Bum Lee, M.D, Ph.D., Jin Sung Kim, M.D., Wan Seok Seo, M.D.,
Hyoun Jin Shin, Ph.D., Dai Seg Bai, Ph.D., Hye Lin Lee, M.D.

Department of Psychiatry, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea

Objective : This study is to examine the validity and reliability of Computerized Neurocognitive Function Test among normal children in elementary school.

Methods : K-ABC, K-PIC, and Computerized Neurocognitive Function Test were performed to the 120 body of normal children (10 of each male and female) from June, 2002 to January, 2003. Those children had over the average of intelligence and passed the rule out criteria. To verify test-retest reliability for those 30 children who were randomly selected, Computerized Neurocognitive Function Test was carried out again 4 weeks later.

Results : As a results of correlation analysis for validity test, four of continues performance tests matched with those on adults. In the memory tests, results presented the same as previous research with a difference between forward test and backward test in short-term memory. In higher cognitive function tests, tests were consist of those with different purpose respectively. After performing factor analysis on 43 variables out of 12 tests, 10 factors were raised and the total percent of variance was 75.5%. The reasons were such as : 'sustained attention, information processing speed, vigilance, verbal learning, allocation of attention and concept formation, flexibility, concept formation, visual learning, short-term memory, and selective attention' in order. In correlation with K-ABC to prepare explanatory criteria, selectively significant correlation ($p < .05 - .001$) was found in subscale of K-ABC. In the test-retest reliability test, the results reflecting practice effect were found and prominent especially in higher cognitive function tests. However, split-half reliability ($r = 0.548 - 0.7726$, $p < .05$) and internal consistency ($0.628 - 0.878$, $p < .05$) of each examined group were significantly high.

Conclusion : The performance of Computerized Neurocognitive Function Test in normal children represented differ developmental character than that in adult. And basal information for preparing the explanatory criteria could be acquired by searching for the relation with standardized intelligence test which contains neuropsychological background.

KEY WORDS : Computerized neurocognitive function test · Validity · Reliability.