

‘전산화 신경인지기능검사’ 를 통한 학령기 정상아동의 신경심리학적 특성

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

The Neuropsychological Characteristics of the Elementary School Aged Child by ‘Computerized Neurocognitive Function Test’

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.,*[†] Jun Heob Lee M.D.*

국문초록

연구목적 :

‘컴퓨터화된 검사’인 전산화 신경인지기능검사가 학령기 정상아동의 신경심리학적 발달특성을 반영하는 지를 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.

결 과 :

정상아동의 표집과정에서 지능의 통제와 엄격한 배제기준의 적용을 통하여 전체 아동의 21.1%가 분석과정에서 제외되었지만 학년별 인원과 성비를 동일하게 유지하면서 지능의 차이가 없는 연구 대상자 120명을 선별할 수 있었다.

학년에 따른 CNFT의 결과비교에서, 주의력 검사, 기억력 검사 및 고위인지기능검사 대부분에서 학년에 따른 유의한 차이가 있음을 확인하였으며, 주로 초등학교 저학년(1학년과 2학년)과 고학년(5학년과 6학년)에서 나타남을 확인하였다. 주의력 검사의 경우, 학년이 증가함에 따라 점차 수행이 향상되는 특성을 확인하였고, 단기기억력 검사에서 역방향 검사와 순방향검사의 차이, 연령에 따른 수행차이가 선행연구와 동일함을 발견할 수 있었다. 회상(recall) 과제로 구성된 언어청각검사와 재인(recognition) 과제로 구성된 시각도형기억검사 또한 대인검사로 실시된 선행연구에서와 마찬가지로 연령에 따른 변화특성이 확인되었다. 고위인지기능검사에서도 주의력 검사 및 기억력 검사에서 연령에 따른 변화특성이 발견되었다.

결 론 :

본 연구에서 성인을 대상으로 하여 개발된 CNFT가 아동의 신경심리학적 특성을 적절히 반영하고 있음을

*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

확인할 수 있었고, 이를 위하여서는 연구 대상자의 표집단계에서부터 지적수준의 통제와 더불어 엄격한 배제 기준의 적용이 필요함을 알수 있었다.

중심 단어 : 전산화 신경인지기능검사 · 발달특성.

서 론

컴퓨터의 발전은 인간의 감각, 기억, 의사결정, 운동 기능 그리고 의사소통 기능을 더욱 확장하거나 부분적으로 대체하는 방향으로 발전하여 왔으며, 이 발전은 신경심리검사 뿐만 아니라 교육 및 심리검사의 제작 및 활용에 지대한 영향을 미쳤다¹⁾. 1960년대 이후 컴퓨터 공학의 발전이 선행되면서, 신경심리학적 평가가 엄격한 조작적/통계적 접근을 강조하는 면들을 실현할 수 있는 중요한 도구로 자리 잡게 되었다. 컴퓨터의 신속하고 정확한 자료처리 능력을 이용하여 검사 답안지를 채점하거나 그 결과를 분석하여 해석하는 데 사용하는 ‘컴퓨터 보조검사(computer-assisted testing)’에서부터 시작하여 1998년 이후 전 세계적으로 대부분의 교육 및 심리검사의 제작이나 실시에 컴퓨터를 사용하는 ‘컴퓨터 보조 검사’ 단계에 와 있다고 한다²⁾.

1970년대 이후 컴퓨터의 기능이 확장되고 컴퓨터의 이용이 대중화됨에 따라 검사의 채점이나 결과 분석뿐만 아니라, 교육 및 심리검사를 실시할 때 종이와 연필을 대신하여 컴퓨터의 스크린과 키보드 또는 마우스를 사용하는 ‘컴퓨터화된 검사(CT ; computerized testing)’가 생겨났다. ‘컴퓨터화된 검사’는 개인용 컴퓨터를 이용하여 실시할 수 있고, 지역이나 국가 단위의 정보통신망(network)를 이용하여 가정이나 작업장에서 실시할 수도 있다^{3,4)}. ‘컴퓨터화된 검사’는 전통적인 지필식 검사에 비해 검사의 제작이나 시행, 채점, 결과보고 등에 소요되는 시간이나 경비를 절감할 수 있으며, 여러 가지 색상이나 그래프, 그림 그리고 움직이거나 변화되는 모양 등을 이용한 다양한 형태의 문항 제작이 가능하다. 그리고 문항의 제시 시간의 통제나 검사 실시 시간의 통제 등 검사 실시상의 표준화가 쉬우며, 검사 내용에 대한 비밀보장이 용이하고, 전통적인 지필식 검사로는 얻기 어려운 다양한 정보를 얻을 수 있다. 뿐만 아

니라 정보통신망을 통해 시간적, 공간적 제약에서 벗어나 검사를 실시할 수 있고, 검사 실시 도중에도 피검사자에게 옳고 그름에 대한 피드백을 적절히 제공할 수 있으며, 컴퓨터의 다양한 주변기기들을 사용함으로써 신체적인 결함이나 장애를 갖고 있는 피험자에 대해서도 검사의 실시가 용이하다는 장점을 가지고 있다⁵⁾.

이러한 ‘컴퓨터 보조 검사’와 ‘컴퓨터화된 검사’의 장점으로 인하여, 1960년 초반 Mayo Clinic에서는 ‘컴퓨터 보조 검사’를 통하여 다면적 인성검사(Minnesota Multiphasic Personality Inventory)의 하위척도 값에 대한 간략한 해석을 제공하기 시작하였으며, 뒤이어 Rorschach⁶⁾, 16PF⁷⁾ 그리고 California Psychological Inventory⁸⁾에 대해서도 채점과 해석이 이루어지게 되었다. 1970년대와 1980년대를 거치면서 성능은 향상되었지만, 저 비용의 개인용 소형컴퓨터가 개발됨에 따라 1990년대에 미국에서만 약 500여개의 프로그램이 인간의 행동을 평가하고 교정하는 데 사용되는 것으로 조사되었다⁹⁾.

우리나라에서는 선택형 검사문항과 광학문자 혹은 광학표시 판독을 위한 답안지를 사용하여 지필식 형태의 검사를 실시하고, 그 채점이나 결과의 분석 및 보고를 컴퓨터로 활용하는 방법이 널리 보급되어 있으며²⁾, 임상장면 보다는 학교 교육장면이나 군입대를 위한 신체 검사, 신입사원 선발을 위한 성격 및 적성검사 등을 위해서 ‘컴퓨터 보조 검사’의 형태로 사용되어져 오고 있다. 최근에는 검사의 실시와 채점뿐만 아니라 인터넷을 통하여 검사를 실시하고, 채점하여 그 결과에 대한 해석이 이루어지는 인터넷 기반 검사 (internet based test)에 이르고 있다. 하지만 임상장면에서 지필형을 대신하는 ‘컴퓨터 보조 검사’는 운동기능이나 인지기능의 저하가 있는 환자의 경우 전산채점을 위한 정교한 답안지의 작성이나 엄격한 수행기준이 오히려 환자로 하여금 검사의 수행을 어렵게 할 수 있다. 그래서 임상장면에서는 인지기능이나 운동기능의 제한이 있는 환자를 위

해 자극의 제시와 입력도구의 다양화와 편이성을 충분히 반영할 수 있는 '컴퓨터화된 검사'가 선호되고 있다.

그런데 이러한 '컴퓨터 보조검사' 혹은 '컴퓨터화된 검사'의 장점에도 불구하고, 컴퓨터에 익숙하지 않은 세대에게는 사이버 공포증(cyber phobia)¹⁰⁾을 일으키는 낮은 대상으로 실제 검사가 측정하고자 하는 목적보다는 검사 도구 자체가 초래하는 문제점으로 인하여 그 목적을 상실할 수도 있을 것이다. 2001년 통계청이 발표한 정보화실태 조사결과¹¹⁾에서 60세 이상인 사람 가운데 컴퓨터를 사용할 수 있는 사람은 전체 4.2%에 불과하다고 하며, 50대가 17.1%, 40대가 40.9%, 30대 65.6%, 20대 89.5%, 10대 98.1%이고, 인터넷 이용가능자 또한 60대 3.1%, 50대 14.1%, 40대 35.5%, 30대 58.6%, 20대 86.3%, 10대 95.1%인 것으로 보고하였다. 뿐만 아니라 교육부는 2001년 초·중등학생을 대상으로 한 정보통신기술(information & communication technology) 교육지침¹²⁾을 발간하면서 교육장면에서 이제 컴퓨터는 중요한 학습도구로서 자리 잡고 있을 뿐만 아니라 중요한 평가도구로서의 역할을 함께 하고 있다 하여도 과언이 아닐 것이다.

이는 컴퓨터를 통한 생활과 교육을 중심으로 하는 아동 혹은 청소년의 경우 기존의 지필형 검사, 대인 지능 검사 도구 혹은 신경심리학적 평가 도구들을 통한 평가 결과들이 실제 생활 장면에 적용하는 데 제한점이 될 수 있음을 시사한다고 할 수 있을 것이다.

그래서 본 연구에서는 아동을 대상으로 하여 타당도와 신뢰도가 입증^{13,14)}된 전산화 신경인지기능검사(Computerized Neurocognitive Function Test ; 이하 CNFT로 약함)¹⁵⁻¹⁸⁾가 기존의 신경심리학적 평가 도구들에서 나타내는 아동의 학년 혹은 연령에 따른 신경심리학적 발달특성이 평가되어 질 수 있는 지를 확인하고자 하였다.

방 법

1. 연구대상

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 초등학교들 중 본 연구에 참여하는 것을 부모가 동의한 152명(남

자 80명, 여자 72명)을 무선적으로 일차 선발하였다.

일차 선발된 정상아동들 중 Annett의 손잡이 검사¹⁹⁾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 정신병리평가를 실시하여 지적수준이 평균 미만(IQ<90)이거나 정신병리평가에서 한 척도라도 T 점수가 65이상의 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 취학 연기 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. 연구도구

1) 지능평가 및 정신병리 평가

지능평가는 한국판 K-ABC검사(Korean Kaufman assessment battery for children, 이하 K-ABC로 약함)로 이루어 졌으며, Kaufman과 Kaufman^{20,21)}이 2.5세에서 12.5세까지의 아동의 지능과 습득도(achievement)를 평가하기 위하여 고안하였으며 문수백과 변창진²²⁾이 표준화한 지능검사이다. 정신병리의 평가는 한국아동인성검사(Korean personality inventory for children, 이하 KPI-C로 약함)를 통하여 이루어졌으며 미국에서 Wirt 등²³⁾이 개발하여 한국에서 표준화²⁴⁾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 검사이다²⁵⁾.

2) 전산화 신경인지기능평가(Computerized neurocognitive function tests, CNFT)

CNFT는 하규섭 등¹⁵⁾이 성인의 신경인지기능을 평가하기 위하여 일련의 신경심리검사를 전산화한 전산화 신경인지기능 평가 검사집으로 성인을 대상으로 한 신뢰도

와 타당도 및 표준화 연구는 하규섭 등¹⁶⁾, 권준수 등¹⁷⁾과 류인균 등¹⁸⁾에 의해 이루어졌다.

본 연구에서는 예비연구^{13,14)}를 통하여 성인의 결과와 비교하면서 타당도와 신뢰도를 검증하였고, CNFT 중 초등학교생에게 실시하는 데 부적절하다고 판단한 cross-over test, modality shift test, 손가락 두드리기 검사(finger tapping test)를 제외한 12개의 검사를 사용하였다. 검사의 내용은 Table 1과 같다.

Table 1. The contents of 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	

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

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. CNFT에 각 검사에 포함된 연습시행을 통하여 검사과정을 충분히 이해한 것으로 판단된 후 본 검사가 실시되었다. 검사가 실시되는 동안 보호자는 K-PIC를 작성하여 오도록 지시받았다. 검사가 실시되는 동안 홀수 순번집단은 지능검사 실시 후와 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. 모든 검사는 1급 정신보건임상심리사에 의해 실시되었다.

4. 통계 분석

연구도구를 통하여 얻어진 자료는 일차적으로 기술통계절차(descriptive statistics procedure)를 통하여 연구대상자의 인구통계학적 분포가 조사되었다.

정상아동의 학년별 CNFT의 수행성적의 차이를 알아보기 위하여 일원변량분석(one-way ANOVA)이 실시되었으며, 각 학년별 차이를 알아보기 위해 사후검증으로 Bonferroni 검증이 사용되었다.

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%), 여

아 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. 학

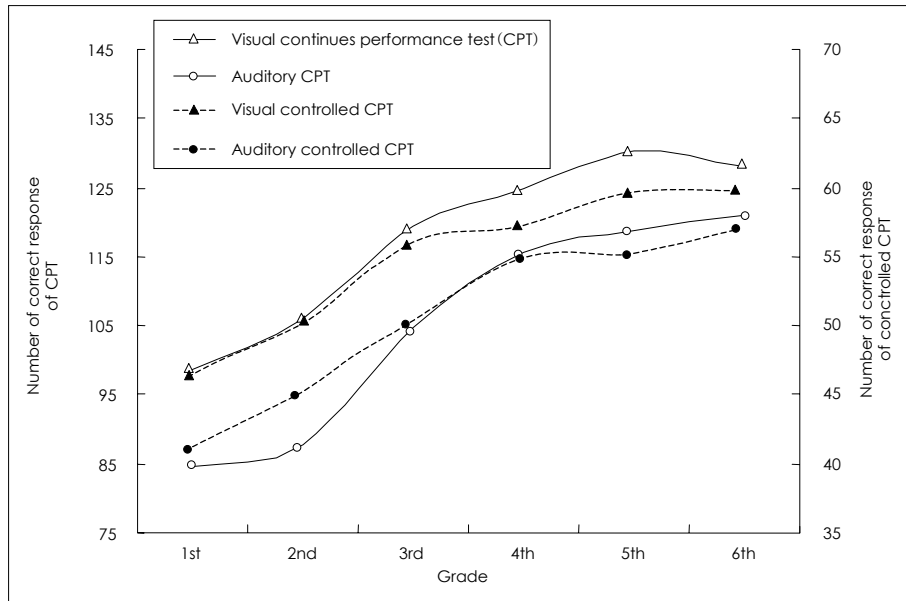


Fig 1. The number of correct response of continuous performance tests in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

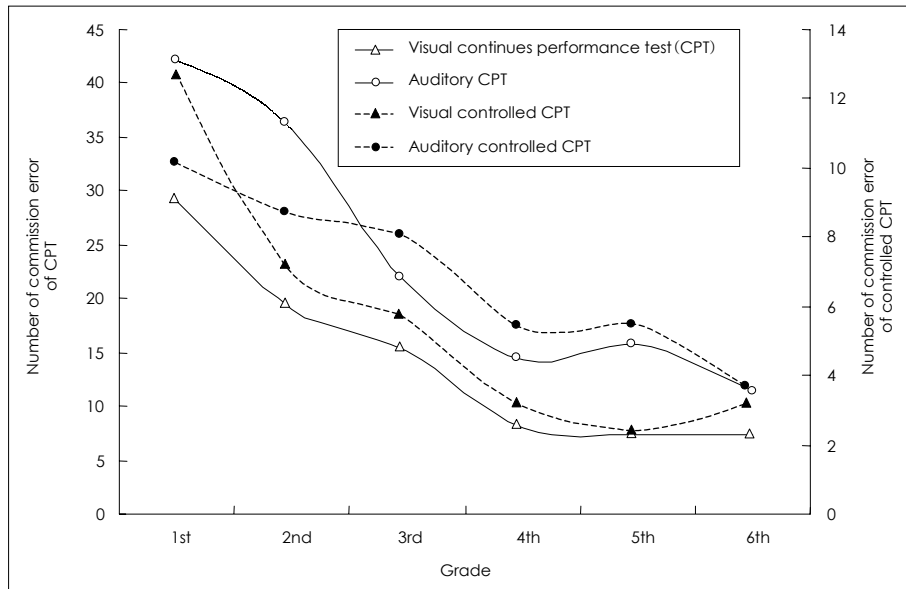


Fig. 2. The number of commission error of continuous performance tests in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

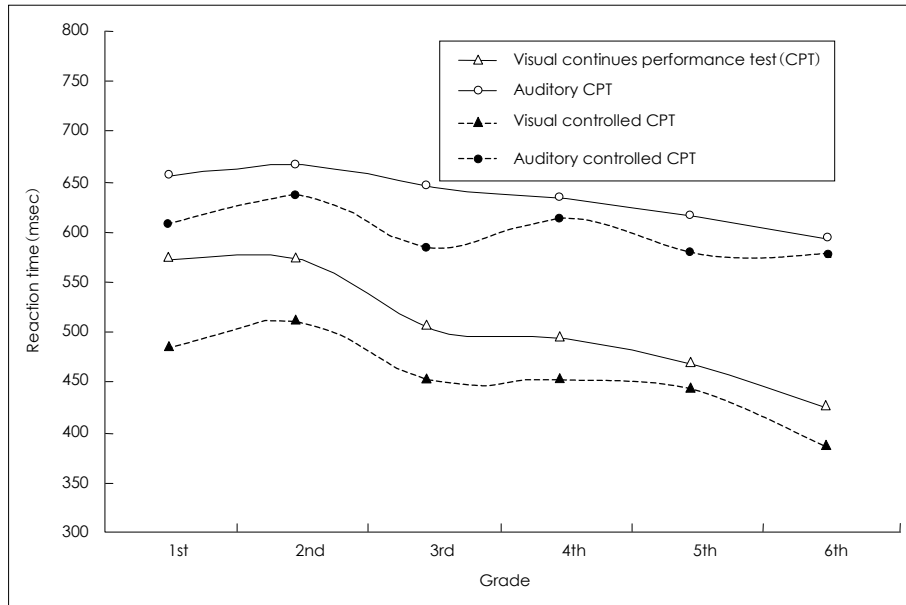


Fig. 3. The reaction time of continuous performance tests in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

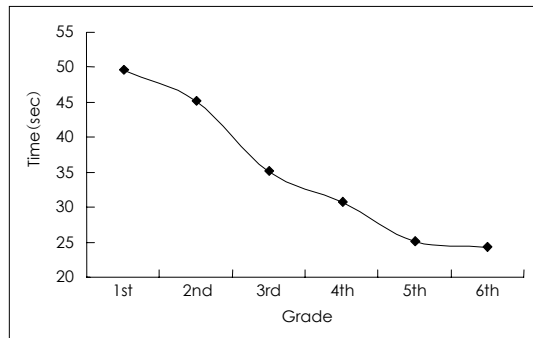


Fig. 4. The spending time in trail making test type A in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

년에 따른 지능비교에서 평균 117.21, 표준편차 7.01로 유의한 차이는 없었으며, 습득도도 평균 121.64, 표준편차 8.26으로 유의한 차이는 없었다(Table 2).

2. 학년에 따른 검사성적

1) 주의력검사

CPT 검사들의 정반응수를 학년에 따라 일원변량분석한 결과 학년에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .001$). 사후검증에서 VCPT는 1학년(98.50 ± 21.98)이 3학년(119.35 ± 18.99)부터 6학년(128.15 ± 11.30)까지 유의한 차이($p < .05$)가 있었으며, 2학년

(106.0 ± 19.07)은 4학년 (125.00 ± 12.80)부터 6학년까지 유의한($p < .05$) 차이가 있었다. ACPT는 1학년(84.55 ± 19.99)과 2학년(87.65 ± 19.26)이 3학년(104.80 ± 16.51)과 유의한($p < .05$) 차이가 있었으며, 3학년은 6학년(121.15 ± 8.95)과 유의한($p < .05$)가 있었다. VCCPT는 초등학교 1학년(46.35 ± 10.79)과 2학년(50.40 ± 8.16)이 3학년(55.90 ± 7.67)부터 6학년(59.75 ± 4.14)까지 유의한($p < .05$) 차이가 있었다. ACCPT 또한 초등학교 1학년(41.05 ± 9.77)과 2학년(45.25 ± 10.09)이 3학년(50.30 ± 8.32)부터 6학년(57.20 ± 5.63)까지 유의한($p < .05$) 차이가 있었다(Fig. 1).

CPT 검사들의 오경보 오류수를 학년에 따라 비교한 결과, 학년에 따라 유의한 차이가 있었다($p < .01 \sim .001$). 사후검증에서 VCPT는 1학년(29.00 ± 27.60)이 3학년(15.15 ± 10.72)부터 6학년(7.40 ± 8.85)까지 유의한($p < .05$) 차이가 있었으며, ACPT는 1학년(42.20 ± 20.51)과 2학년(35.85 ± 11.83)이 3학년(21.40 ± 13.48)부터 6학년(11.50 ± 5.97)까지 유의한 차이가 있었다. VCCPT는 1학년(12.50 ± 14.41)이 4학년(3.15 ± 3.30)부터 6학년(3.20 ± 6.06)까지 유의한($p < .05$) 차이가 있었다. ACCPT는 1학년(10.20 ± 6.58)이 4학년(5.35 ± 2.66)부터 6학년(3.65 ± 2.28)까지, 2학년

Table 3. The score of continues performance tests in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects

Tests and variables	Grade						F value	Bonferroni
	1. 1st (n=20) (mean±SD)	2. 2nd (n=20) (mean±SD)	3. 3rd (n=20) (mean±SD)	4. 4th (n=20) (mean±SD)	5. 5th (n=20) (mean±SD)	6. 6th (n=20) (mean±SD)		
Correct response								
VCPT	98.50±21.98	106.0±19.07	119.35±18.99	125.00±12.80	130.45±4.44	128.15±11.30	13.145***	1<3=4=5=6, 2<4=5=6
ACPT	84.55±19.99	87.65±19.26	104.80±16.51	115.45±13.34	118.70±11.06	121.15± 8.95	21.515***	1=2<3, 3<6
VCCPT	46.35±10.79	50.40± 8.16	55.90± 7.67	57.40± 6.29	59.65± 2.96	59.75± 4.14	11.455***	1=2<3=4=5=6
ACCPT	41.05± 9.77	45.25±10.09	50.30± 8.32	55.00± 5.06	55.20± 7.75	57.20± 5.63	12.749***	1=2<3=4=5=6
Commission error								
VCPT	29.00±27.60	19.10±13.51	15.15±10.72	7.95± 7.30	7.35± 5.85	7.40± 8.85	7.366***	1>3=4=5=6
ACPT	42.20±20.51	35.85±11.83	21.40±13.48	14.35± 7.25	15.70± 8.09	11.50± 5.97	21.299***	1=2>3=4=5=6
VCCPT	12.50±17.41	7.00± 7.01	5.65± 6.21	3.15± 3.30	2.45± 3.17	3.20± 6.06	3.813**	1>4=5=6
ACCPT	10.20± 6.58	8.65± 5.20	8.00± 5.27	5.35± 2.66	5.45± 4.17	3.65± 2.28	5.673***	1>4=5=6, 2>6
Commission errors at single 3								
VCPT	6.40± 7.51	4.65± 4.04	4.45± 3.79	4.40± 2.82	3.90± 3.42	3.55± 3.17	1.004	N.S.
ACCPT	3.30± 3.08	3.10± 2.45	4.15± 4.00	2.05± 1.70	3.00± 1.84	2.45± 2.31	1.464	N.S.
Reaction time (msec)								
VCPT	573.50±51.44	571.45±56.94	502.85±39.55	494.80±58.79	467.25±70.78	424.05±57.79	21.425***	1=2>4=5=6, 3>6
ACPT	655.30±66.22	666.50±51.32	643.80±37.72	633.25±52.21	614.85±57.19	592.75±59.79	4.895***	1=2>6
VCCPT	484.35±62.21	512.75±68.68	451.50±63.29	453.95±84.19	442.05±97.54	386.65±76.17	6.206***	1=2>6
ACCPT	607.90±98.21	634.65±76.97	583.65±82.65	614.75±80.02	577.05±96.40	577.00±74.23	1.541	N.S.
Trail making test								
Type A time (sec)	49.63±11.60	45.18±13.27	35.19± 9.30	30.77± 6.69	25.02± 4.39	24.24± 5.30	27.044***	1=2>4=5=6, 3>5=6
Error	0.95± 1.00	0.95± 0.89	.95± 1.19	.70± 1.03	.25± 0.44	0.60± 1.10	1.667	N.S.

N : number of subject, SD : standard deviation, sec : second, msec : 1/100 second, VCPT : visual continuous performance test (CPT), ACPT : auditory CPT, VCCPT : visual controlled CPT, ACCPT : auditory controlled CPT, * : p<.05, ** : p<.01, *** : p<.001, N.S : not significant

(8.65 ± 5.20)이 6학년과 유의한($p < .05$) 차이가 있었다. VCCPT와 ACCPT의 첫 번째 3이 나타날때 오반 응수의 비교는 유의하지 않았다(Fig. 2).

CPT 검사들의 반응시간을 학년에 따라 비교한 결과, VCPT, ACPT 및 VCCPT에서 학년에 따라 유의한($p < .001$) 차이가 있었으며, ACCPT에서는 유의하지 않

았다. 사후검증에서, VCPT는 1학년(573.50 ± 51.44)과 2학년(571.45 ± 56.94)이 4학년(494.80 ± 58.79)부터 6학년(424.05 ± 57.79)까지 유의한($p < .05$) 차이가 있었으며, 3학년(502.85 ± 39.55)이 6학년과 유의한($p < .05$) 차이가 있었다. ACPT는 1학년(655.30 ± 66.22)과 2학년(666.50 ± 51.32)이 6학년($592.75 \pm$

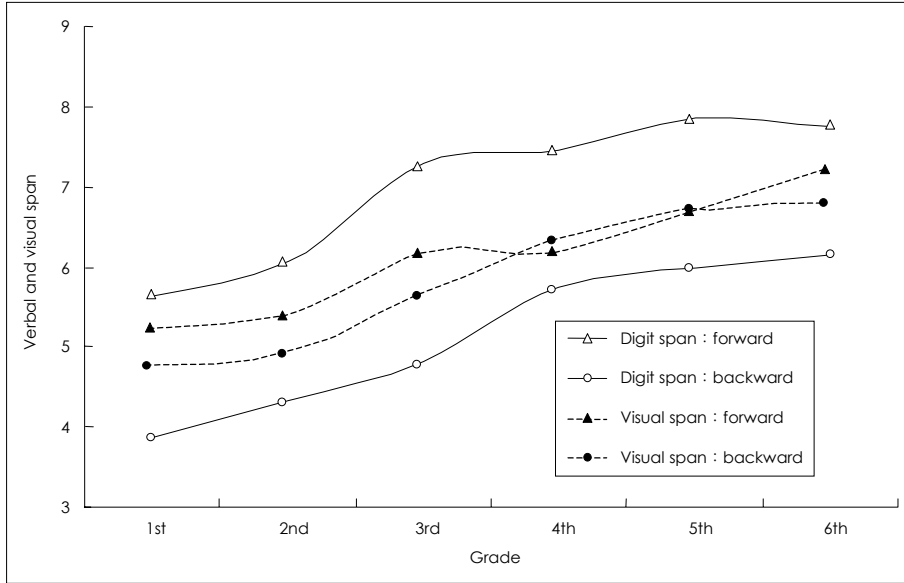


Fig. 5. The performance of verbal and visual span tests in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

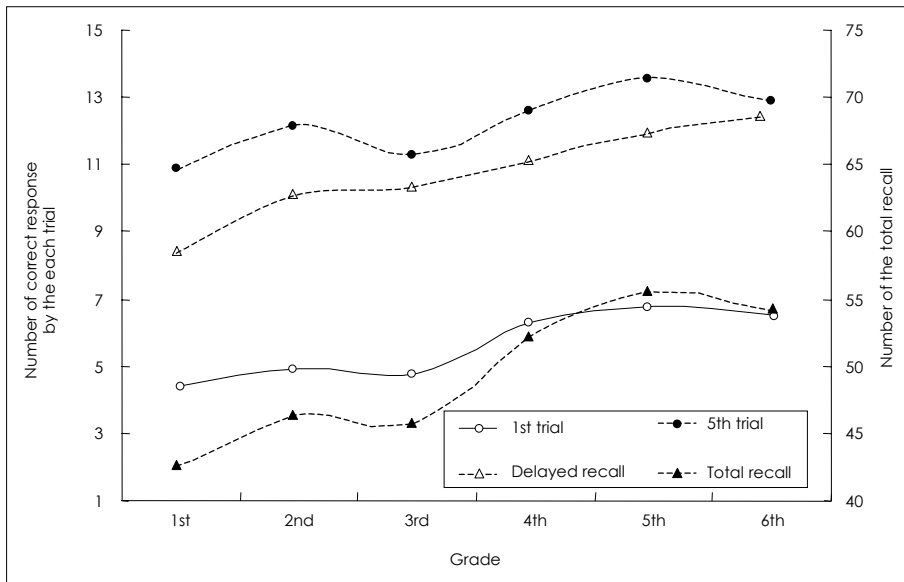


Fig. 6. The performance of verbal learning test in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

59.79)과, VCCPT도 1학년(484.35±62.21)과 2학년(512.75±68.68)이 6학년(386.65±76.17)과 유의한(p<.05) 차이가 있었다(Fig. 3)

기호잇기검사 유형 A의 소요시간을 학년에 따라 비교한 결과, 학년에 따라 유의한(p<.001) 차이가 있는 것으로 나타났다. 사후검증에서 1학년(49.63±11.60)과 2학년(45.18±13.27)이 4학년(30.77±6.69)에서 6학년(24.24±5.30)까지, 3학년(35.19±9.30)이 5학년(25.02±4.39)에서 6학년과 유의한(p<.05) 차이가 있는 것으로 나타났다. 오류수는 학년에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았다(Fig. 4) (Table 3).

2) 기억력검사

숫자따라하기 검사의 정방향 검사와 역방향 검사결과를 학년에 따라 일원변량분석한 결과, 학년에 따라 유의한(p<.001) 차이가 있었다. 정방향 검사에 대한 사후검증에서, 1학년(5.63±0.91)과 2학년(6.08±0.89)이 3학년(7.30±1.18)부터 6학년(7.74±0.87)까지 유의한(p<.05) 차이가 있었으며, 역방향 검사는 1학년(3.87±1.04)과 2학년(4.33±0.82)이 4학년(5.75±1.08)부터 6학년(6.14±1.22)까지, 3학년(4.83±0.98)이 5학년(6.00±1.03)에서 6학년과 유의한(p<.05) 차이가 있었다.

시각 단기기억력 검사의 정방향 검사와 역방향 검사

결과를 학년에 따라 비교한 결과, 학년에 따라 유의한(p<.001) 차이가 있었다. 정방향 검사는 1학년(5.23±1.07)과 2학년(5.40±0.67)이 4학년(6.20±0.89) 및 5학년(6.72±0.87)에서 6학년(7.23±1.47)과 유의한(p<.05) 차이가 있으며, 3학년(6.19±1.00)과 4학년이 6학년과 유의한(p<.05)가 있었다. 역방향 검사는 초등학교 1학년(4.76±1.29)과 2학년(4.93±1.33)이 4학년(6.35±0.78)부터 6학년(6.80±0.92)까지, 3학년(5.67±1.18)이 6학년과 유의한(p<.05) 차이가 있었다(Fig. 5).

언어청각학습검사의 결과를 학년에 따라 비교한 결과, 전향간섭과 후향간섭을 제외한 시행 1에서 5, 간섭목록 회상, 지연회상,재인 및 총 회상수에서 학년 간에 유의한(p<.001) 차이가 있는 것으로 나타났다. 사후검증에서, 시행 1은 1학년(4.40±1.31)과 2학년(4.90±1.65)이 4학년(6.35±1.76)에서 6학년(6.50±1.96)까지, 3학년(4.80±1.91)이 5학년(6.80±1.40)에서 6학년까지 유의한(p<.05) 차이가 있었다. 시행 5는 1학년(10.90±2.31)이 4학년(12.70±1.84)에서 6학년(12.90±1.48)까지, 3학년(11.30±1.89)이 5학년(13.60±0.99)과 유의한(p<.05) 차이가 있었다. 지연 회상은 1학년(8.40±2.82)이 4학년(11.15±2.01)부터 6학년(12.40±1.76)까지, 2학년(10.10±2.00)과 3학년(10.30±2.03)이 6학년과 유의한(p<.05) 차이가 있었다. 총 회상수는 1

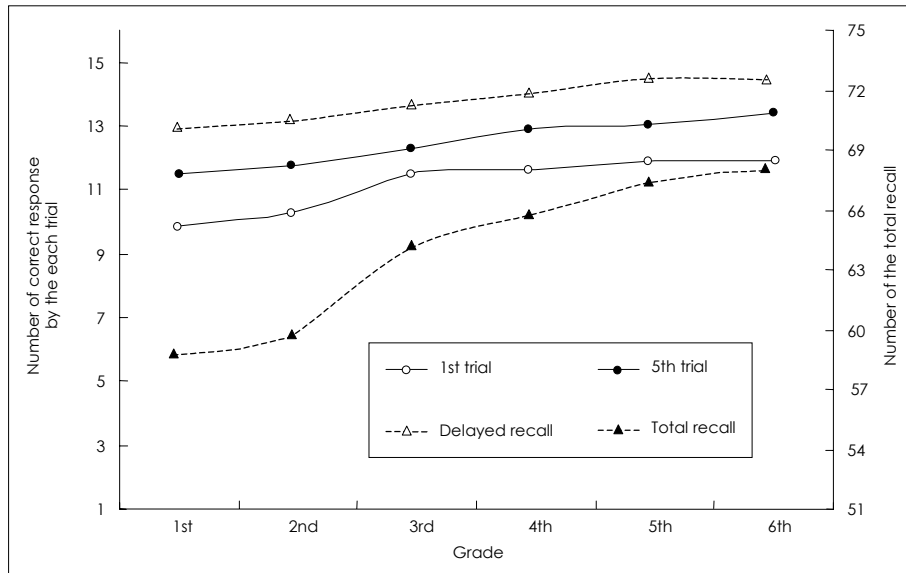


Fig. 7. The performance of visual learning test in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

Table 4. The score of memory tests in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects

Tests and variables	Grade						F value	Bonferroni
	1. 1st(n=20) (mean±SD)	2. 2nd(n=20) (mean±SD)	3. 3rd(n=20) (mean±SD)	4. 4th(n=20) (mean±SD)	5. 5th(n=20) (mean±SD)	6. 6th(n=20) (mean±SD)		
Digit span								
Forward	5.63±0.91	6.08±0.89	7.30±1.18	7.46±1.04	7.86±0.76	7.74±0.87	19.071***	1=2<3=4=5=6
Backward	3.87±1.04	4.33±0.82	4.83±0.98	5.75±1.08	6.00±1.03	6.14±1.22	16.417***	1=2<4=5=6, 3<5=6
Visual span								
Forward	5.23±1.07	5.40±0.67	6.19±1.00	6.20±0.89	6.72±0.87	7.23±1.47	11.042***	1=2<4, 1=2<5=6, 3=4<6
Backward	4.76±1.29	4.93±1.33	5.67±1.18	6.35±0.78	6.69±0.95	6.80±0.92	13.133***	1=2<4=5=6, 3<6
Verbal learning test								
Trial 1	4.40±1.31	4.90±1.65	4.80±1.91	6.35±1.76	6.80±1.40	6.50±1.96	7.604***	1=2<4=5=6, 3<5=6
Trial 2	8.00±1.92	8.25±1.74	8.40±1.82	9.55±1.79	10.35±2.18	10.00±2.00	4.541***	1<5=6, 2=3<5
Trial 3	9.10±2.61	9.85±2.25	10.20±2.28	11.35±1.63	11.65±2.41	12.00±1.59	5.584***	1<4=5=6, 2<6
Trial 4	10.15±2.50	11.10±1.65	11.10±1.89	12.35±1.57	13.20±1.40	12.75±1.80	8.158***	1<4=5=6, 2<5, 3<5
Trial 5	10.90±2.31	12.20±1.91	11.30±1.89	12.70±1.84	13.60±0.99	12.90±1.48	6.481***	1<4=5=6, 3<5
Distrafter recall	4.50±1.19	5.65±1.35	6.30±1.78	6.40±1.50	7.20±1.94	7.05±2.01	7.328***	1<3=4=5=6
Trial 6	8.90±3.21	9.65±2.78	9.90±2.38	11.10±2.38	12.30±1.59	12.20±1.64	6.901***	1=2=3<5=6
Delayed recall	8.40±2.82	10.10±2.00	10.30±2.03	11.15±2.01	11.95±1.96	12.40±1.76	9.299***	1<4=5=6, 2=3<6
Recognition	12.07±2.25	12.40±2.84	12.20±4.07	14.15±0.99	14.50±0.61	14.40±0.99	5.167***	1=3<5=6
Proactive interference	-0.19±0.77	-0.25±0.44	-0.47±0.66	-0.07±0.37	-0.09±0.32	-0.22±0.55	1.446	N.S.
Retroactive interference	0.19±0.28	0.21±0.18	0.08±0.26	0.12±0.18	0.10±0.08	0.05±0.10	2.199	N.S.
Total recall	42.55±8.66	46.30±7.04	45.80±8.05	52.30±6.47	55.60±6.28	54.15±7.50	10.196***	1<4=5=6, 2=3<5=6
Visual learning test								
Trial 1	9.85±1.63	10.35±1.60	11.55±1.54	11.65±1.39	11.90±1.37	11.90±1.68	6.497***	1<3=4=5=6, 2<5=6
Trial 2	11.50±1.67	11.75±1.74	12.35±1.50	12.95±1.47	13.10±1.17	13.40±1.31	5.333***	1<4=5=6, 2<6
Trial 3	12.00±1.95	12.00±1.75	13.20±1.28	13.50±1.19	13.80±1.06	14.00±0.86	7.937***	1=2<4=5=6
Trial 4	12.45±2.04	12.55±1.96	13.45±1.32	13.65±1.81	14.05±1.00	14.30±0.86	4.749***	1=2<5=6
Trial 5	12.95±1.70	13.15±1.63	13.65±1.31	14.00±1.45	14.50±0.83	14.40±0.82	4.594***	1<5=6, 2<5
Delayed recall	13.15±1.95	12.75±1.55	13.65±1.23	13.85±1.57	14.30±0.80	14.35±0.75	4.238***	2<5=6
Total recall	58.75±7.75	59.80±7.11	64.30±5.32	65.75±6.36	67.35±4.02	68.00±4.29	8.477***	1=2<4=5=6

N : number of subject, SD : standard deviation, * : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

학년(42.55±8.66)이 4학년(52.30±6.47)부터 6학년(54.15±7.50)까지, 2학년(46.30±7.04)과 3학년(45.80±8.05)이 5학년(55.60±6.28)에서 6학년까지 유의한(p<.05) 차이가 있었다(Fig. 6).

시각도형학습검사의 결과를 학년에 따라 비교한 결과, 시행 1에서 5, 지연회상 및 전체 회상수에서 학년 간에 유의한(p<.05) 차이가 있었다. 사후검증에서, 시행 1은 1학년(9.85±1.63)이 3학년(11.55±1.54)에서 6학년(11.90±1.68)까지, 2학년이 5학년(11.90±1.37)에서 6학년과 유의한(p<.05) 차이가 있었다. 시행 5는 1학년(12.95±1.70)이 5학년(14.50±0.83)에서 6학년까지, 2학년(13.15±1.63)과 5학년이 유의한(p<.05) 차이가 있었다. 지연회상은 2학년(12.75±1.55)이 5학년(14.30±0.80)에서 6학년(14.35±0.75)까지 유의한(p<.05) 차이가 있었다. 총 회상수는 1학년(58.75±7.75)과 2학년(59.80±7.11)이 4학년(65.75±6.36)에서 6학년(68.00±4.29)까지 유의한(p<.05) 차이가 있었다(Fig. 7) (Table 4).

3) 고위인지기능검사

기호추적검사 유형 B의 반응시간과 오류수를 학년에 따라 일원변량분석한 결과, 학년간에 유의한(p<.001) 차이가 있었다. 반응시간을 사후검증한 결과, 1학년(113.20±27.50)과 2학년(93.06±24.77), 2학년과 4학년(58.47±16.11)에서 6학년(40.46±11.40)까지

유의한(p<.05) 차이가 있었으며, 3학년(66.36±21.29)과 5학년(45.78±7.57)에서 6학년까지 유의한(p<.05) 차이가 있었다. 오류수는 1학년(3.97±3.88)이 4학년(1.30±1.69)에서 6학년(1.00±1.38)까지 유의한(p<.05) 차이가 있었다(Fig. 8).

단어색채검사의 반응시간을 학년에 따라 비교한 결과, 단어읽기, 색채 말하기, 색단어 단어읽기, 색단어 색채 말하기에서 학년에 따라 유의한(p<.001) 차이가 있었다. 단어읽기 반응시간에 대해 사후검증한 결과, 1학년(19.17±4.38)과 2학년(15.38±3.40), 1학년과 4학년(14.59±3.84)에서 6학년(11.79±1.63)까지, 2학년과 6학년, 3학년(16.23±3.63)과 6학년이 유의한(p<.05) 차이가 있었다. 색채말하기는 1학년(27.70±8.02)과 2

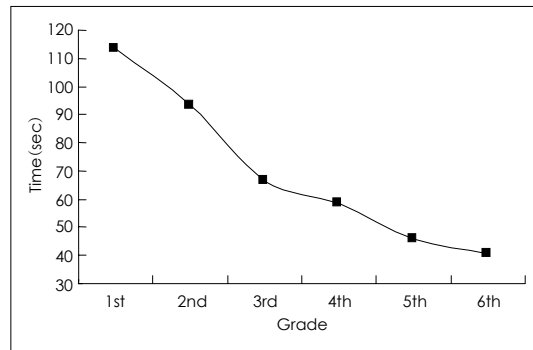


Fig. 8. The spending time in trail making test type B in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

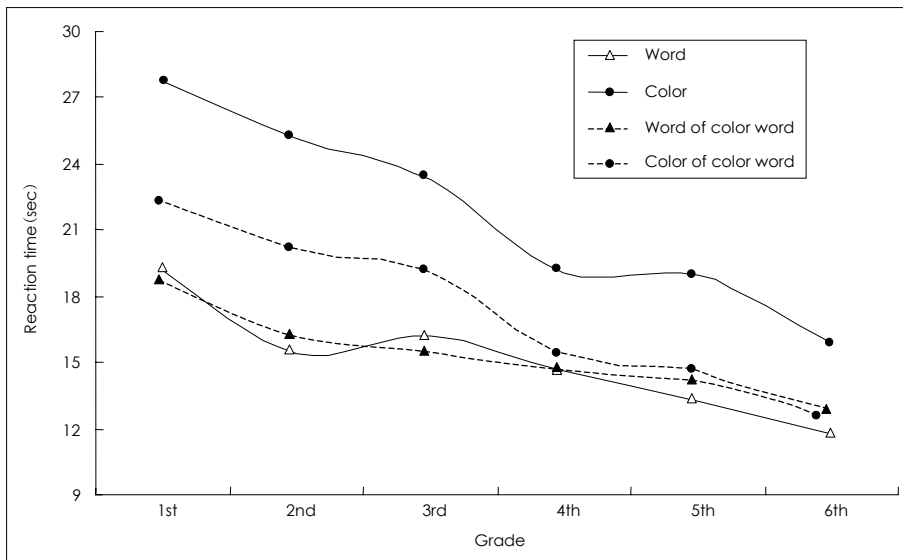


Fig. 9. The performance time in color-word test in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

학년(25.13 ± 7.64)이 4학년(19.09 ± 3.29)에서 6학년(15.94 ± 3.12)까지, 3학년(23.26 ± 5.68)과 6학년이 유의한($p < .05$) 차이가 있었다. 색 단어 단어읽기는 1학년(18.65 ± 4.06)이 3학년(15.55 ± 3.08)에서 6학년(12.74 ± 2.53)까지, 2학년(16.15 ± 2.36)이 6학년과

유의한($p < .05$) 차이가 있었으며, 색 단어 색채말하기는 1학년(22.31 ± 4.49)이 4학년(15.43 ± 3.48)에서 6학년(12.41 ± 2.46)까지, 2학년(20.12 ± 4.05)이 5학년(14.59 ± 4.17)에서 6학년까지, 3학년(19.12 ± 9.08)이 6학년과 유의한($p < .05$) 차이가 있었다(Fig. 9).

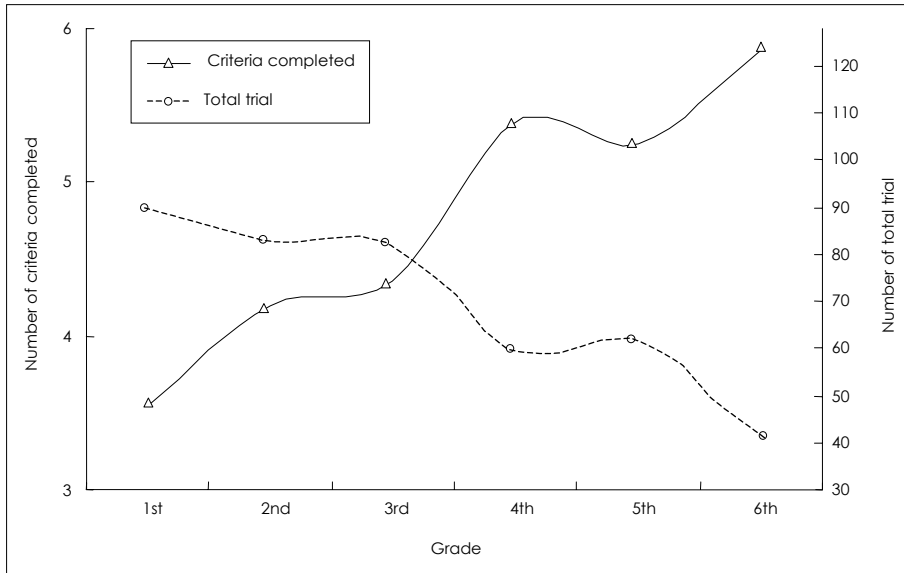


Fig. 10. The criteria completed and total trial of card sorting test in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

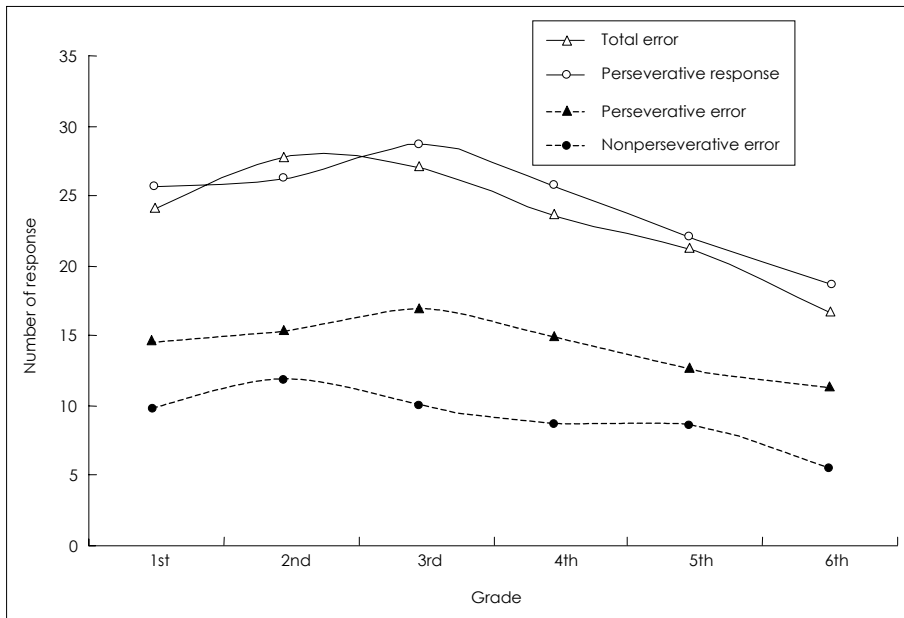


Fig. 11. The number of total error, perseverative response, perseverative error and nonperseverative error of card sorting test in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

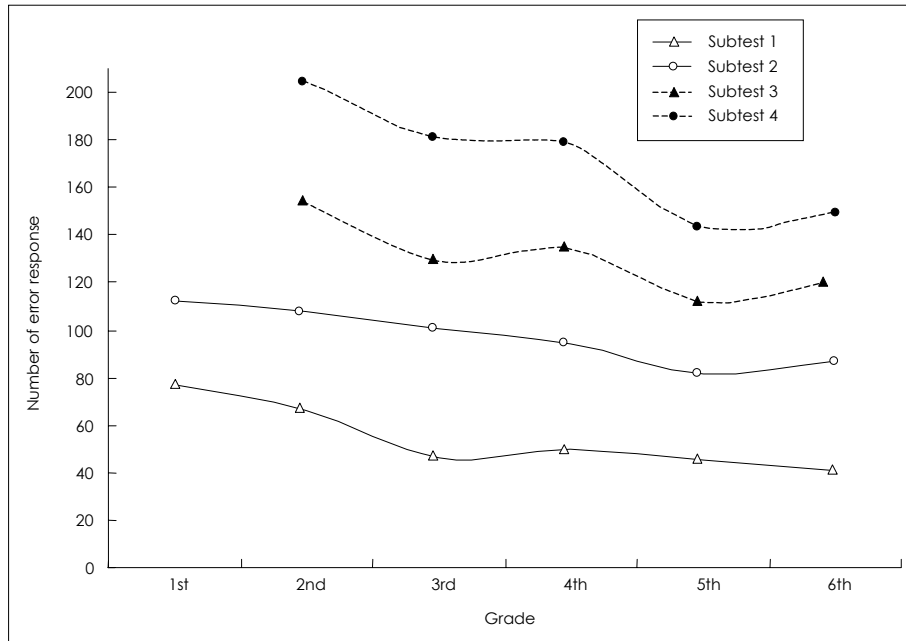


Fig. 12. The number of error response of hypothesis formation tests in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects.

카드분류검사의 하위측정영역을 학년에 따라 비교한 결과, 완성된 범주수, 총시행수, 보속반응수, 총 오류수, 비보속오류수에서 학년에 따라 유의한($p < .05$) 차이가 있었다. 사후검증에서, 완성된 범주수는 1학년(3.55 ± 1.36)이 4학년(5.40 ± 1.10)에서 6학년(5.85 ± 0.49)까지, 2학년(4.20 ± 1.28)이 4학년에서 6학년까지, 3학년(4.35 ± 1.23)이 6학년과 유의한($p < .05$) 차이가 있었다. 총 시행수는 1학년(89.80 ± 19.90)에서 3학년(82.25 ± 15.90)이 4학년(59.55 ± 25.25)에서 6학년(41.15 ± 21.41)까지와 유의한($p < .05$) 차이가 있었다. 보속 반응수는 3학년(28.70 ± 13.77)과 6학년(18.75 ± 7.67)이 유의한($p < .05$) 차이가 있었다. 총 오류수는 2학년(27.80 ± 9.88)과 3학년(23.40 ± 8.74)이 6학년(16.70 ± 6.99)과 유의한($p < .05$) 차이가 있었으며, 비보속 오류수는 2학년(11.95 ± 7.94)이 6학년(5.50 ± 4.26)과 유의한($p < .05$) 차이가 있었다(Fig. 10, 11).

개념형성검사의 오류수를 학년에 따라 비교한 결과, 전체 하위검사가 학년에 따라 유의한($p < .001$) 차이가 있었다. 사후검증에서 하위 검사 1은 1학년(76.70 ± 15.63)과 2학년(65.80 ± 15.39)이 3학년(48.55 ± 18.12)에서 6학년(41.15 ± 12.67)까지 유의한($p < .05$) 차이가 있었으며, 하위검사 2는 1학년(112.10 ± 9.90)

과 2학년(107.50 ± 15.60)이 5학년(81.30 ± 22.84)에서 6학년(86.75 ± 20.26)과 유의한($p < .05$) 차이가 있었다. 하위 검사 3은 2학년(154.05 ± 18.29)이 5학년(111.50 ± 34.37)에서 6학년(120.90 ± 30.05)과 유의한($p < .05$) 차이가 있었으며, 하위검사 4는 2학년(205.00 ± 32.55)이 5학년(143.10 ± 53.34)에서 6학년(149.06 ± 45.48)과 유의한($p < .05$) 차이가 있었다(Fig. 12)(Table 5).

고 찰

‘컴퓨터화된 검사’인 CNFT가 학령기 정상 아동의 인지 발달 특성을 적절히 반영하는 아동용 평가 도구로 사용할 수 있는지를 알아보기 위해 초등학교 재학 중인 정상아동을 대상으로 학년에 따른 CNFT에서 수행의 차이를 비교, 분석하였다.

본 연구의 주요 대상인 정상아동을 선별하기 위하여 연구 대상자의 학습기능의 이상유무, 지적수준의 통제, 정신병리 및 행동증상 유무에 대한 통제를 하였다. 아동 및 청소년기 정신질환은 성인에 비해 아직 명확하게 규정되어 있지 못하고 따라서 발생빈도도 확실하게 조사되어 있지는 않지만²⁶⁾, 미국 국립정신건강연구소(Na-

Table 5. The score of higher cognitive function tests in the computerized neurocognitive function test by grade among 120 normal subjects

Tests and variables	Grade						F value	Bonferroni
	1. 1st(n=20) (mean±SD)	2. 2nd(n=20) (mean±SD)	3. 3rd(n=20) (mean±SD)	4. 4th(n=20) (mean±SD)	5. 5th(n=20) (mean±SD)	6. 6th(n=20) (mean±SD)		
Trail making test								
Type B : time (sec)	113.20±27.50	93.06±24.77	66.36±21.29	58.47±16.11	45.78± 7.57	40.46± 11.40	43.320***	1>2>4=5=6, 3>5=6
Error	3.97± 3.88	2.80± 3.02	1.80±12.55	1.30± 1.69	0.70± 0.98	1.00± 1.38	5.080***	1>4=5=6
Word color test : time (sec)								
Word	19.17± 4.38	15.38± 3.40	16.23± 3.63	14.59± 3.84	13.25± 2.25	11.79± 1.63	11.770***	1>2, 1>4=5=6, 2>6, 3>6
Color	27.70± 8.02	25.13± 7.64	23.26± 5.68	19.09± 3.29	18.97± 3.94	15.94± 3.12	12.261***	1=2>4=5=6, 3>6
Word of color word	18.65± 4.06	16.15± 2.36	15.55± 3.08	14.64± 3.01	14.17± 2.63	12.74± 2.53	9.033***	1>3=4=5=6, 2>6
Color of color word	22.31± 4.49	20.12± 4.05	19.16± 9.08	15.43± 3.48	14.59± 4.17	12.41± 2.46	11.053***	1>4=5=6, 2>5=6, 3>6
Card sorting test								
Criteria completed	3.55± 1.36	4.20± 1.28	4.35± 1.23	5.40± 1.10	5.25± 1.02	5.85± 0.49	12.166***	1<4=5=6, 2<4=6, 3<6
Total trial	89.80±19.90	82.65±18.21	82.25±15.90	59.55±22.71	61.55±25.25	41.15±21.41	15.866***	1=2=3>4=5=6
Perseverative response	25.65±11.74	26.35±10.83	28.70±13.77	25.55± 8.65	21.80± 7.61	18.75± 7.67	2.409*	3>6
Total error	24.15± 8.77	27.80± 9.88	26.90±14.76	23.40± 8.74	21.00± 7.00	16.70± 6.99	3.506***	2=3>6
Perseverative error	14.50± 7.19	15.35± 6.33	16.90± 9.96	14.65± 5.45	12.45± 4.63	11.20± 4.49	1.918	N.S.
Nonperseverative error	9.80± 3.94	11.95± 7.94	10.00± 6.16	8.75± 6.07	8.55± 5.02	5.50± 4.26	2.784*	2>6
Hypothesis formation test : error								
Subtest 1	76.70±15.63	65.80±15.39	48.55±18.12	49.90±16.55	45.30±18.33	41.15±12.67	14.275***	1=2>3=4=5=6
Subtest 2	112.10± 9.90	107.50±15.60	100.80±21.15	94.15±21.70	81.30±22.84	86.75±20.26	7.801***	1=2>5=6
Subtest 3	154.05±18.29	128.75±28.21	135.25±32.58	111.50±34.37	120.90±30.05	120.90±30.05	6.036***	2>5=6
Subtest 4	205.00±32.55	179.75±44.53	178.30±42.48	143.10±53.34	149.05±45.48	149.05±45.48	6.521***	2>5=6

N : number of subject, SD : standard deviation, sec : second, * : p<.05, ** : p<.01, *** : p<.001, N.S : not significant

tional Institute of Mental Health)의 보고를 위시한 여러 연구 결과들을 보면 대략 12%의 아동 및 청소년이 정신질환에 합당한 기준에 해당하는 것으로 알려져 있다²⁷⁾. 연구에 따라서는 적게는 7% 정도를 보고하는 수도 있지만 심지어 일부 역학조사에서는 약 20%에 달하는 아동 및 청소년들에게서 정신질환의 유병율을 보고하기도 한다²⁸⁾. 우리나라에서도 조사대상 아동 중 8.31%가 문제아동으로 분류되고, 이들 중 71.0%가 정신적인 장애가 있다고 진단되는 실정에서²⁹⁾ 단지 연구 자료를 평균을 중심으로 한 정상분포만을 고집할 경우 정상을 전제로 한 연구 대상자의 일부가 어떤 문제를 경험하고 있을 수 있는 가능성을 배제하기 어렵기 때문이었다.

그리고 지적수준이 ADHD의 행동증상과 실행기능에 미치는 영향을 알아보기 위한 친은진³⁰⁾의 연구에서, CPT를 통해 본 단순 주의력에서는 지적인 수행능력의 수준에 따라 유의한 차이를 보이지 않았으나 위스콘신 카드 분류검사를 통한 보다 고차적인 인지결함이 지적수준에 따라 유의한 차이가 있음을 보고하였다. 이는 ADHD 집단뿐만 아니라 정상아동에 있어서도, 지적 수준의 차이가 단순 주의용량(attention capacity)의 정도에 따라 영향을 받기 보다는 자극이 선택되어 실행에 이르기까지의 과정인 정보처리과정과 주의력의 감독, 조절능력 등 고차원적인 인지과정에 영향을 받고 있다고 할 수 있을 것이다. 주의력 검사, 기억력 검사 및 고차인지기능 검사로 구성된 CNFT의 경우, 비록 주의력 검사에서는 지적수준에 영향을 받지 않을 수 있어도 기억력 검사와 고차인지기능 검사의 경우 지적수준의 통제가 매우 필요하다고 할 수 있을 것이다. 그리고 고려원³¹⁾이 6~15세 아동 및 청소년집단의 위스콘신 카드분류검사 수행을 연구하는 과정에서 다른 연구결과와 일치하지 않는 연령 대를 발견하게 되었으며, 이에 대해 연구 대상들을 선발하는 과정에서 선별편향(selection bias)^{32,33)}에 의해 발생하였을 가능성을 지적하고 있었다.

그래서 본 연구에서는 일차 연구대상자 중 21.1%가 분석과정에서 제외되었으며, ADHD가 의심되는 아동이 8명(25.0%), 지적수준이 평균 범위 이하(IQ<90)인 아동 6명(18.7%), K-PIC에서 T 점수 65 이상의 점수를 받은 아동 10명(31.3%) 그리고 각 학년별 성비 및 인원비를 조절하기 위해 무작위로 제외된 아동 8명(25.0%)이었다. 이러한 과정을 통하여 본 연구에 선발되어 CNFT의 수행성적이 분석된 정상아동 집단들은

평균이상의 범위에 해당하는 지적수준을 유지하고 있었으며, 각 학년에 따른 차이 또한 없었다.

학령기 정상아동의 신경심리학적 발달에 관한 연구는 현실적인 관심과는 달리 드물지만³⁴⁾ 대부분의 연구에서 9세에서 10세 이전에 현저한 신경심리학적 발달이 이루어지며 이후에는 그 속도가 다소 둔화된다³⁵⁻³⁹⁾고 한다. 이러한 결과는 뇌 대사량의 나이에 따른 증감^{40,41)}, 나이와 관련한 시냅스 밀도(synaptic density)의 변화^{42,42)} 등과 관련지을 수 있다.

본 연구에서도 CNFT의 주의력 검사, 기억력 검사 및 고위인지기능검사에서 학년에 따른 차이가 있음이 일관되게 발견되었고, 주로 초등학교 저학년(1학년과 2학년)과 고학년(5학년과 6학년)과의 차이가 뚜렷하였다. 주의력 검사의 경우, 연령이 증가함에 따라 점차 발달하는 특성을 반영하는 특성⁴⁴⁾과 일치하였으며, 초등학교 고학년에 도달하게 되면 정상 성인의 수행수준과 1 표준편차 범위 안에 해당하는 수행에 도달하였다. 기억력 검사와 고위인지기능검사에서도 동일한 결과가 발견되었다. 정상 아동의 기억력에서, 숫자외우기와 같은 음성적 단기기억의 경우, 아동기 초반 및 중반에 급격한 발달을 보이고⁴⁵⁾, 시각단기기억능력은 5세와 11세 사이에 급격한 발달을 보이며, 이중에 성인의 수준에 달하게 된다고 한다⁴⁶⁾. Isaacs와 Vargha-Khadem⁴⁷⁾은 숫자외우기와 Corsi block tapping task를 사용하여 7세에서 15세 사이의 정상 아동과 청소년의 단기기억범위를 연구한 결과, 이 연령 대에서 약 1.5 자리 혹은 범위의 변화가 있음을 확인하였다. 그리고 숫자외우기 검사에서는 순방향검사와 역방향 검사 간에 차이가 있었으며, Corsi block tapping task에서는 이러한 차이가 나타나지 않았다. 본 연구에서는 초등학교 1학년과 6학년 간에 약 2자리 정도가 차이가 나는 것으로 나타났으며, 순방향 검사와 역방향 검사간의 차이도 Isaacs와 Vargha-Khadem⁴³⁾의 연구결과와 일치하였다. 그리고 CNFT의 청각언어학습검사는 5세에서 12세 사이의 정상아동을 대상으로 NEPSY(A Developmental Neuropsychological Assessment)⁴⁸⁾의 수행을 조사한 연구에서³⁷⁾, 목록학습(list learning)과 동일한 결과를 얻을 수 있었다. Korkman 등³⁷⁾의 연구에서 목록학습은 연령의 증가에 따라 수행의 증가가 발견되면서, 9세를 전후한 발달속도의 변화를 반영하고 있었다. 그런데, CNFT의 시각도형기억검사는 언어청각검사와 같이 회상(recall) 과제

아니라 재인(recognition) 과제로 구성되어 있다. Anderson과 Lajoie⁴⁹⁾는 시공간적인 재인과제에서는 7세 이후 연령에 따른 수행의 증가를 발견할 수 없다고 하였다. 하지만 보다 복잡한 시각적 과제재생 절차를 통한 연구에서는 연령에 따른 수행의 차이를 발견할 수 있다고 한다⁴⁹⁻⁵²⁾. CNFT에서 사용된 시각도형기억검사에서는 연령에 따른 차이를 발견할 수 있었고, 언어청각 검사와 동일한 변화양상을 발견할 수 있었다.

실행기능과 같은 고위인지기능은 3번의 서로 다른 발달단계가 있는 것으로 알려져 있다: 4~6세, 9~10세, 그리고 청소년기이다. 재인과 기억능력은 4세 무렵에 성인 수준에 이른다. 하노이 탑 검사에서 요구되는 시각적 탐색과 계획능력은 6세 무렵에 성인 수준에 이른다³³⁾. 이 시기에는 논리적 사고, 언어의 사고 중재기능, 작업 기억, 행동선택능력이 급속하게 향상되며, 10세 무렵에는 좀더 조직적인 시각탐색과 가설검증, 충동통제능력의 복잡성이 증가한다. 청소년기에 이르면 언어유창성, 순차적인 운동통제, 복잡한 계획능력이 발달한다³¹⁾. Bronowski⁵³⁾는 실행기능의 다양한 인지요인이 서로 다른 시기에 출현하여 초기에 출현하여 진행되고 있는 집행기능의 발달패도에 중복되고 새로운 집행기능을 재구성하는 식의 상호작용을 하는 것으로 보았다. CNFT의 고위인지기능검사에서도 일관되게 연령에 따른 수행의 향상이 발견되고 있었다. 개념형성 검사의 경우, 저학년에서 그 수행이 어려움이 발견되어 하위 검사 중 난이도가 높은 2개의 검사를 제외하였음에도 불구하고, 연령에 따른 수행 차이가 있었다. 그리고 운동기능이 깊이 관여하지 않는다고 할 수 있는 단어-색채검사와 카드 분류검사의 수행 또한 6~8세 무렵에 급격하게 향상되고 10세 혹은 12세 즉 청소년기 이후에 성인수준으로 발달된다는 결과³⁵⁻³⁹⁾와 일치하였다.

본 연구의 결과에서, 성인을 대상으로 하여 개발된 CNFT가 아동의 인지 발달적 특성을 적절히 반영하고 있음을 확인할 수 있었으나, 제한점으로는 성인들을 대상으로 한 연구에서도 지적되었지만 고위인지기능검사에서 개념형성검사의 난이도 조절에 있어서 문제점을 들 수 있었다. 개념형성검사의 고위인지기능뿐만 아니라 마우스의 조작에 필요한 시각-운동협응기능이 지나치게 관여함에 따라 실제 평가하고자 하는 개념형성능력을 충분히 측정하지 못하는 면들이 발견되었다. 그래서 이를 보완할 수 있는 입력도구의 개발이나 평가방법의 수정

이 필요할 것으로 생각된다. 또한 사전 연구^{13,14)}에서 성별에 따른 차이가 없었다고는 하나 충분한 검토가 이루어지지 못하였다는 점을 지적할 수 있으며, 연구 대상자의 학년 혹은 연령의 범위가 신경심리학적 발달의 정점이 아닌 과정 중에 있을 수 있다는 점으로 인하여 중학생에서 대학생에 이르는 청소년기 및 초기 청년기에 까지 연구 대상의 확장이 필요하다는 것이다.

결론

‘컴퓨터화된 검사’인 CNFT가 학령기 정상아동의 신경심리학적 발달특성을 반영하는 지를 알아보기 위하여 2002년 6월부터 2003년 1월까지 K-ABC, K-PIC 및 CNFT를 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

정상아동의 표집과정에서 지능의 통제와 엄격한 배제 기준의 적용을 통하여 전체 아동의 21.1%가 분석과정에서 제외되었지만 학년별 인원과 성비를 동일하게 유지하면서 지능의 차이가 없는 연구 대상자 120명을 선발할 수 있었다.

학년에 따른 CNFT의 결과비교에서, 주의력 검사, 기억력 검사 및 고위인지기능검사 대부분에서 학년에 따른 유의한 차이($p < .05$)가 있음이 발견되었고, 주로 초등학교 저학년(1학년과 2학년)과 고학년(5학년과 6학년)에서 유의한 차이($p < .05$)가 있음이 확인되었다.

주의력 검사의 경우, 학년이 증가함에 따라 점차 발달하는 특성을 확인되었고, 초등학교 고학년에 도달하게 되면 정상성인의 수행수준과 유사한 범위 안에 도달함을 확인하였다. 기억력 검사에서는 선행연구에서 대인검사로 실시된 숫자외우기와 Corsi block tapping task에서 발견되는 역방향 검사와 순방향검사의 차이, 연령에 따른 수행차이가 동일함을 발견할 수 있었다. 회상(recall) 과제로 구성된 언어청각검사와 재인(recognition) 과제로 구성된 시각도형기억검사 또한 대인검사로 실시된 선행연구에서와 마찬가지로 연령에 따른 변화특성이 확인되었다. 고위인지기능검사에서 주의력 검사 및 기억력 검사에서 연령에 따른 변화특성이 발견되었으나, 개념형성 검사의 경우, 난이도 조절의 문제점과 더불어 개념형성 검사에 필요한 신경인지기능이 추론 등 고위인지기능을 중심으로 하기보다는 마우스의 조작 등 시각-운동협응능력이 지나치게 관여되어 실제 평가하고자 하는 개념형성능력을 적절히 측정하지 못하는 면

또한 발견되었다.

본 연구에서 성인을 대상으로 하여 개발된 CNFT가 아동의 신경심리학적 특성을 적절히 반영하고 있음을 확인할 수 있었고, 이를 위하여서는 연구 대상자의 표집 단계에서부터 지적수준의 통제와 더불어 엄격한 배제기준의 적용이 필요함을 알 수 있었다. 하지만, 지나치게 엄격한 기준을 적용함으로써 임상장면에서 변별능력에서의 문제점이 제기될 수 있으니 만큼 이에 대한 연구 또한 필요할 것으로 생각한다.

REFERENCES

- 1) 백순근(1996) : 표준화심리검사를 위한 컴퓨터 활용 및 발전과제. 21세기를 위한 준비 : 한국표준화 심리검사의 문제와 전망. 서울, 한국교육평가연구회, pp145-163
- 2) 김영한, 손 미, 정희태(2002) : 컴퓨터 기반 적응적 검사(CAT)의 이론과 실제. 서울, 문음사, pp17-36
- 3) Back SG(1995a) : Application of computer technology to educational performance measurement. In : APEC Education Forum : Performance Measurement Symposium, Washington DC
- 4) Back SG(1995b) : Application of computer technology to educational performance measurement. In : ASEID/ACER Asia-Pacific Regional Seminar on Educational Research. Melbourne, Australia
- 5) Green BF Jr(1983) : The promise of tailored tests. In : Principle of Modern Psychological Measurement, Ed by Wainer H., Messick S. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, pp69-80
- 6) Piodrowski AZ(1964) : A digital computer administration of inkblot test data. Psychiatric Q 38 : 1-26
- 7) Elber HW(1964) : Automated personality description with 16PF data. In : Computer reporting of personality test data, Dregor RD. Presented in Symposium of the American Psychological Association, Los Angeles
- 8) Finney JC(1966) : Programmed interpretation of the MMPI and CPT. Ach Gen Psychiatry 15 : 75-81
- 9) Krug SE(1993) : Psychware Sourcebook 1993. 4th ed. Champaign, IL, MetriTech, Inc
- 10) Romanczyk RG(1986) : Clinical Utilization of Micro-computer Technology. New York, Pergamon Press, pp1-2
- 11) 통계청(2001) : 2001년 정보화실태 보고서. 서울, 통계청
- 12) 교육부(2001) : 초·중등학교 정보통신기술 교육운영지침. 서울, 교육부
- 13) 이종범, 배대석, 신현진(2001) : K-ABC를 통한 정상 아동의 전산화 신경인지기능검사 수행분석. 대한신경정신의학회 2002년도 추계학술대회. 2002년 10월 24일, 서울, 대한신경정신의학회, p162
- 14) 이종범, 배대석, 신현진(2001) : 인지기능의 발달적 지표로서의 전산화 신경인지기능검사의 표준화. 대한신경정신의학회 2002년도 추계학술대회. 2002년 10월 24일, 서울, 대한신경정신의학회, p163
- 15) 하규섭, 권준수, 류인균, 공석원, 이동우, 윤 탁(2002) : 한국 성인 인지기능 평가를 위한 전산화 검사도구의 개발과 표준화 과정 및 요인분석. 신경정신의학 41 : 551-562
- 16) 하규섭, 권준수, 류인균(2002) : 한국 성인 주의력 평가를 위한 전산화도구의 개발과 표준화. 신경정신의학 41 : 335-346
- 17) 권준수, 류인균, 홍경수, 연병길, 하규섭(2002) : 한국 성인 기억력 평가를 위한 전산화도구의 개발과 표준화. 신경정신의학 41 : 347-358
- 18) 류인균, 권준수, 하규섭(2002) : 한국 성인 고위인지기능 평가를 위한 전산화도구의 개발과 표준화. 신경정신의학 41 : 538-550
- 19) Annett M(1970) : A classification of hand performance by association analysis. Br J Psychol 61 : 303-321
- 20) Kaufman AS, Kaufman NL(1983a) : Administration and Scoring Manual for the Kaufman Assessment Battery for Children. Circle Oines, MN, American Guidance Service
- 21) Kaufman AS, Kaufman NL(1983b) : Interpretive Manual for the Kaufman Assessment Battery for Children. Circle Oines, MN, American Guidance Service
- 22) 문수백, 변창진(1997) : Korean Kaufman Assessment Battery for Children : 교육 심리 측정 도구. 서울, 학지사
- 23) 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
- 24) 김승태, 김지혜, 송동호, 이효경, 주영희, 홍창희, 황순택(1997) : 한국 아동 인성 검사. 서울, 한국가이던스
- 25) 정 욱, 홍창희(1997) : 아동과 청소년의 한국아동 인성검사 프로파일 유형 : 정신과 표본을 중심으로. 한국심리학회지 : 임상 16 : 299-311
- 26) 안동현(2001) : 아동 및 청소년 정신보건사업과 체계 개발. 사회정신의학 6 : 12-24
- 27) National Institute of Mental Health(1991) : National

- Plan for Research on Child and Adolescent Mental Disorders. Washington, DC, U.S : Department of Health and Human Service, NIMH
- 28) **Offord DR, Fleming JE**(1996) : Epidemiology. In : Child and Adolescent Psychiatry : Comprehensive Textbook. 2nd ed. Ed by Lewis M. Baltimore, Williams & Wilkins, pp1166-1178
- 29) 민성길, 김한중, 오경자, 이해련, 김진학, 신의진, 배주미, 김성은(1997) : 학교정신보건사업 모델개발 : 1. 학교를 중심으로 한 초등학생들의 정서 및 행동 문제에 관한 연구. 신경정신의학 36 : 812-825
- 30) **천은진**(2002) : 주의력결핍 과잉행동장애 아동의 지적수준이 행동증상과 실행기능에 미치는 영향[석사학위논문]. 대구, 영남대학교
- 31) **고려원**(1999) : 위스콘신 카드분류검사(WCST) 의 인지요인분석 : 아동 및 청소년을 대상으로 [박사학위논문]. 서울, 연세대학교
- 32) **Chelune GJ, Baer RL**(1986) : Developmental norms for the Wisconsin Card Sorting Test. J Clin Exp Neuropsychol 8 : 219-228
- 33) **Welsh MC Pennington BF, Groisser DB**(1991) : A normative-developmental study of executive function : A window on prefrontal function in children. Dev Neuropsychol 7 : 131-149
- 34) **Korkman M**(2001) : Introduction to the special issue on normal neuropsychological development in the school-age years. Dev Neuropsychol 20 : 325-330
- 35) **Anderson VA, Anderson P, Northam E, Jacobs R, Catroppa C**(2001) : Development of executive functions through late childhood and adolescent in an Australian sample. Dev Neuropsychol 20 : 385-406
- 36) **Hugdahl K, Carlsson G, Eichele T**(2001) : Age effects in dichotic listening to consonant-vowel syllables : Interactions with attention. Dev Neuropsychol 20 : 445-457
- 37) **Korkman M, Kirk U, Kemp SL**(2001) : Effects of age on neurocognitive measures of children ages 5 to 12 years : A cross-sectional study of 800 children from the United States. Dev Neuropsychol 20 : 331-354
- 38) **Klenberg L, Korkman M, Lathi-Nuutila P**(2001) : Differential development of attention and executive functions in 3-to 12-year-old Finnish children. Dev Neuropsychol 20 : 407-428
- 39) **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
- 40) **Chugani HT**(1994) : Development of the corticolimbic system. In : Human Behavior and the Developing Brain. Ed by Dawson G, Fisher W. New York, Guilford, pp176-206
- 41) **Chugani HT, Phelps ME, Mazziotta JC**(1987) : Positron emission tomography study of human brain functional development. Ann Neurolo 22 : 487-497
- 42) **Huttenlocher PR**(1990) : Morphometric study of human cerebral cortex development. Neuropsychologia 28 : 515-527
- 43) **Huttenlocher PR, de Courten C, Garey LJ, Van Der Loos H**(1982) : Synaptogenesis in human visual cortex-evidence for synapse elimination during normal development. Neurosci Lett, 20 : 407-428
- 44) **Barkley RA**(1990) : Attention deficit hyperactivity disorder : A handbook for diagnosis and treatment. New York : Guilford Press
- 45) **Gathercole SE**(1998) : The development of memory. J Child Psychol Psychia 39 : 3-27
- 46) **Wilson JTL, Scott JH, Power KG**(1987) : Developmental differences in the span of visual memory for pattern. Br J Dev Psycholo 5 : 249-255
- 47) **Issacs EB, Vargha-Khadem F**(1989) : Differential course of development of spatial and verbal memory span : A normative study. Br J Dev Psycholo 7 : 377-380
- 48) **Korkman M, Kirk U, Kemp SL**(1998) : NEPSY. A developmental Neuropsychological Assessment. San Antonio, TX : Psychological Corporation
- 49) **Anderson VA, Lajoie**(1996) : Development of memory and learning skills in school-aged children : A neuropsychological perspective. App Neuropsycholo 3/4 : 128-139
- 50) **Kramer JH, Delis DC, Kaplan E, O'Donnell L, Prifitera A**(1997) : Developmental sex differences in verbal learning. Neuropsycholo 11 : 577-584
- 51) **Paniak C, Murphy D, Miller H, Lee M**(1998) : Wechsler Memory Scale-Revised Logical Memory and Visual Preproduction norms for 9-to 15-year olds. Dev Neuropsycholo 14 : 555-562
- 52) **Zald DH, Lacono WG**(1998) : The development of spatial working memory abilities. Dev Neuropsycholo 14 : 563-578
- 53) **Bronowski J**(1977) : Human and animal language. In : A Sense of the Future. Ed by Bronowski J. Cambridge, MA, MIT Press, pp104-131

The Neuropsychological Characteristics of the Elementary School Aged Child by 'Computerized Neurocognitive Function Test'

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., Jun Heob Lee M.D.

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

Objective : This study is to examine the neuropsychological and developmental characteristics of the 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. One-way ANOVA and Bonferroni were used for statistical analysis.

Results : In sampling of normal children in elementary school, the control of intelligence level and strict rule out criteria were applied. As a result, although 21.1% were excluded from of total participants, the children that passed the rule out criteria had over the average of intelligence and not differ in the intelligence level among the graders.

Comparing Computerized Neurocognitive Function Test results among the graders, almost of variables had significant difference among the graders and especially between the 1st to 2nd and the 5th to 6th graders. In the attention tests, as rising the graders, the performance of tests were improved. In the short-term memory tests, the difference between forward and backward tests were same as the previous research result. The verbal auditory learning test composed of recall task and visual figure memory test composed of recognition task were same as the previous research result using the individual power or achievement test and also as rising the graders, the performance of those tests were improved. The higher cognitive function tests had the same results with other tests.

Conclusion : The Computerized Neurocognitive Function Test devised for adult can be used of assessing child neuropsychological characteristics. For this objective, more strict sampling criteria, control of the intelligence and psychopathology were needed.

KEY WORDS : Computerized neurocognitive function test · Developmental characteristics.
