

학령전기 아동 대상의 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제의 개발 및 타당도 검증 연구

신민섭¹⁾ · 이진주²⁾ · 오서진³⁾ · 김일중³⁾ · 홍초롱³⁾ · 김수림²⁾

서울대학교 의과대학 정신과학교실,¹⁾ 서울대학교병원 소아청소년정신과,²⁾ 서울대학교병원 정신건강의학과³⁾

Development and Validation of Computerized Attention Tasks Using Smart Devices for Preschool Aged Children

Min-Sup Shin, Ph.D.¹⁾, Jinjoo Lee, M.A.²⁾, Seojin Oh, M.A.³⁾,
Illjung Kim, M.A.³⁾, Chorong Hong, M.A.³⁾, and Sulim Kim, M.A.²⁾

¹⁾Department of Psychiatry, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea

²⁾Department of Child and Adolescent Psychiatry, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

³⁾Department of Psychiatry, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

Objectives : The aim of this study was to develop computerized attention tasks using smart devices for preschool aged children for assessment of auditory attention, visual attention, and attention shifting abilities. We then evaluated their construct and concurrent validity of them.

Methods : Sixty-seven 5- to 7-year-old children attending kindergarten were recruited. Newly developed computerized attention tasks and existing standardized attention tests such as Advanced Test of Attention (ATA) and Children's Color Trails Test-2 (CCTT-2) were successively administered. To examine the concurrent validity of these tasks, correlation coefficients between the participants' scores on the newly developed tasks and the scores on well-known measures were calculated for assessment of each component construct. We also examined the construct validity of the tasks using the developmental trend of the auditory attention, visual attention, and attention shifting abilities with age.

Results : Significant correlations were observed between the scores of computerized attention tasks using smart devices and corresponding scores of ATA-auditory task, visual task, and CCTT-2. And there were significant linear increasing trends of correct scores with age from 5 to 7 years.

Conclusion : This study provides promising evidence for the utility of computerized attention tasks using smart devices for preschool-aged children.

KEY WORDS : Computerized Attention Tasks · Validity · Auditory Attention · Visual Attention · Attention Shifting.

서 론

아동의 주요 인지능력의 발달은 외부에서 다양한 자극을

접하는 학령 전기-학령기에 걸쳐 활발하게 이루어진다. 특히, 주의력을 담당하는 전두엽의 기능은 2-7세에 가장 활발하게 발달하기 때문에, 초등학교에 진학할 무렵이 되면 아이들은 한자리에 앉아 과제에 집중하는 것이 가능해 지고,¹⁾ 좀 더 자발적으로 자신의 사고와 행동을 통제하는 능력이 생기기 시작한다.²⁾ 주의력이란 제한된 정신적 자원을 정보 처리 및 인지과제에 투입하는 과정이자, 환경 내의 특정 자극에 초점을 기울이고 그 외 다른 자극은 무시하는 과정을 말한다. 주의력은 대체로 5가지 유형으로 구분된다. 초점 주의력(focused attention)은 특정 자극에만 반응하는 능력이며, 지속적 주의력(sustained attention)은 과제를 수행하는 동안 주의를 유지

Date received : February 23, 2015

Date of revision : April 6, 2015

Date accepted : April 9, 2015

Address for correspondence : Min-Sup Shin, Ph.D., Department of Psychiatry, College of Medicine, Seoul National University, 101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea

Tel : +82.2-2072-2454, Fax : +82.2-744-7241

E-mail : shinms@snu.ac.kr

본 주의력 평가과제의 개발은 대한민국 산업통상자원부의 지원을 받아 이루어졌음(과제명 : 완구산업 활성화를 위한 스마트 ToyWeb 서비스 기술개발, 과제번호 : 10045351).

시키는 능력이다. 선택적 주의력(selective attention)은 방해 자극에 의해 쉽게 주의분산이 되지 않는 능력이고, 주의력의 변경(alternating attention)은 주의의 초점을 변경시킬 수 있는 능력이며, 분할 주의력(divided attention)은 두 개 이상의 과제에 동시에 반응하는 능력이다.³⁾ 이러한 다양한 주의과정 중 어느 하나의 단계에서라도 문제가 발생할 경우 주의분산, 주의 유지의 어려움, 주의 전환의 어려움, 정보처리 속도의 저하 등의 주의집중 문제가 발생할 수 있다. 이러한 이해에 기초하여, 아동의 주의력 수준을 평가하기 위한 다양한 도구들이 개발되었고, 병원, 아동 발달 센터 등에서 활용되고 있다.

주의력을 평가하는 대표적인 검사는 연속수행검사(Continuous Performance Test, CPT)이다.⁴⁾ CPT는 주의력의 영역 중에서 특히 주의 지속성, 경계유지(vigilance), 그리고 주의산만성(distractibility)을 평가하는 데 유용하며, 표적자극에만 반응을 해야 하므로 선택적 주의력(selective attention)도 평가한다고 볼 수 있다.⁵⁾ 지금까지 글자, 도형, 소리를 자극으로 사용하는 여러 가지 형태의 CPT가 개발되어 왔으며, 국내에서는 정밀주의력검사프로그램(Advanced Test of Attention, ATA),⁶⁾ 종합주의력검사(Comprehensive Attention Test, CAT)⁷⁾ 등이 전산화 검사의 형태로 시각 및 청각 주의력을 평가하는 데 널리 사용되고 있다. 한편, 아동 색 선로 검사(Children's Color Trails Test, CCTT)⁸⁾는 여러 자극 중 필요한 자극에만 주의를 기울이는 초점 주의력과 시각추적능력, 인지적 융통성, 그리고 두 가지 이상의 과제를 동시에 시행할 때 주의력을 분배하는 분할 주의력을 평가한다. 이는 아동들이 자주 보이는 충동적인 시도 및 잘못된 시작을 하는 등의 문제를 잘 탐지할 수 있기 때문에 주의력결핍과잉행동장애(attention-deficit hyperactivity disorder, ADHD) 아동의 진단 및 임상평가에도 매우 유용하고 타당한 검사로 활용되고 있다. CPT와 CCTT는 아동의 주의력을 평가하는 유용한 도구이기는 하지만, 자극이 인쇄된 반응 용지나 일차원적인 컴퓨터 화면 상에서 단순한 문자 혹은 추상적이고 무의미한 자극을 나열하거나 반복적으로 제시하는 방식으로 진행되고 있어, 아동의 동기가 수행에 크게 영향을 미칠 뿐만 아니라, 아동이 인지기능을 발휘하고 평가 받는 실제 교실이나 대인상호작용 상황과는 다소 동떨어져 있다는 제한점이 있다.

본 연구에서는 스마트기기를 사용하여 실제 유치원이나 교실 환경, 선생님의 이야기를 듣는 상황, 가상의 캐릭터와 상호작용하는 상황 등을 도입한 전산화 주의력 평가 과제를 개발하였다.^{9,10)} 또한 이러한 상황에서 발생할 가능성이 있는 방해자극 또한 추가적으로 제시함으로써 아동이 생활하고 있는 실제 환경과의 관련성을 높이고자 하였다. 이를 통해 본 평가 과제 결과에 대한 외적 타당도를 높일 수 있을 것이라

고 기대된다.

한편, 기존 평가 도구의 실행 및 결과 해석을 위해서는 반드시 전문가가 필요하며, 시/공간의 제약이 불가피하다. 그러나 본 연구에서 개발한 평가 과제는 스마트기기를 활용한 검사 도구를 통해 전문가가 없는 상황에서도 간편하게 아동의 인지기능을 평가할 수 있으며, 이에 대한 해석 또한 자동으로 제시할 수 있다. 이를 통해 전문 치료기관을 방문하지 않는 일반 아동에 대한 인지기능 평가를 보편화시키고 주의력 상의 문제를 조기에 진단, 치료할 수 있도록 도울 수 있을 것으로 기대된다. 아울러, 스마트 디바이스를 활용한 아동의 주의력 평가과제는 대규모 인원에게 표준화된 방법으로 테스트를 실시할 수 있으며, 전문적인 임상가가 아니라도 테스트를 손쉽게 실시할 수 있고, 응답시간과 반응 형태의 분석 등이 정확히 기록되고 장기간 데이터 관리가 용이하다는 장점을 가진다.

이에 본 연구에서는 기존에 사용되고 있는 아동 주의력 검사 도구가 지닌 제한점을 보완하여 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제를 개발하였다. 본 평가과제는 컴퓨터나 스마트기기를 활용하여 실시할 수 있도록 전산화 하였고, 청각주의력, 시각주의력, 주의 전환 능력을 평가하고 결과를 산출하도록 구성하였다. 아울러, 개발한 주의력 평가과제가 이미 이론적으로 잘 알려진 아동의 신경인지기능의 발달적 경향성에 부합하는지, 그리고 기존의 표준화된 검사도구 수행 결과와 상관을 보이는지 확인함으로써, 구성 타당도 및 공준 타당도를 검증하였다.

방 법

1. 대 상

본 연구에서는 만 5-7세에 해당하는 학령전기 아동을 대상으로 본 평가과제와 기존의 검사를 모두 실시하였다. 인터넷 광고를 통하여 참여 신청을 받았고, ADHD 및 지적장애가 있는 아동들은 제외하고 총 67명을 모집하였다. 연령별 인지 기능 성숙도가 다를 것을 감안해 연령 별로 만 5세(21명), 6세(20명), 7세(26명)의 3개 집단을 구성하였다. 모든 연구대상자에게 동의를 구하였으며, 아동에게는 알기 쉬운 설명을 통해 구두 승낙을 취득하여 이에 대한 기록을 문서화하였고, 함께 온 보호자에게는 서면 동의를 취득하였다(IRB no. 1402-107-560).

2. 도 구

1) 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제

스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제는 청각주의

력, 시각주의력, 주의전환 능력을 측정하며, 컴퓨터를 이용하여 아동에게 일대일로 시행하도록 개발되었으므로 터치 모니터와 스피커가 필요하다. 모든 과제는 게임 인터페이스를 활용한 것으로 아바타가 등장하여 실시 방법을 설명하며, 연습 시행과 본 시행으로 구성된다. 응답 방식은 화면을 터치하는 방식으로 이루어져 있어, 정교하게 반응시간을 측정할 수 있다.

(1) 청각주의력 평가과제

본 과제는 충동성, 부주의, 지속적 주의력 등을 평가하는 CPT 중 ATA⁶⁾ 청각과제와 마찬가지로 일정시간 동안 특정 청각자극을 변별하여 반응하는 원리를 적용하였다. 기존의 검사도구가 비언어적인 단순한 청각자극을 사용한다는 것과 달리, 본 과제에서는 실생활과 유사한 환경을 구현하려는 시



Fig. 1. The Scenes of Auditory attention task

도를 한 것이 특징이다. Fig. 1에 제시한 바와 같이, 모니터에 선생님 캐릭터가 등장하여 약 6분 동안 ‘토끼와 거북이’ 이야기를 들려준다. 이 이야기는 전래동화의 내용을 과제의 특성에 맞게 새롭게 각색한 것이다. 선생님 캐릭터가 이야기를 들려주는 동안 ‘토끼’라는 표적단어가 나올 때만 버튼을 눌러 반응하도록 하였다. 측정 결과치는 ‘정반응수’, ‘오반응수’, ‘누락오류수’, ‘정반응시간’ 및 ‘정반응시간 표준편차’이다. 연습시행과 본시행을 포함한 총 소요 시간은 약 8분이다.

(2) 시각주의력 평가과제

본 과제는 시각적인 주의력을 평가하는 표준화된 도구인 ATA⁶⁾ 시각주의력 과제와 마찬가지로 시각적으로 제시되는 자극들 중에서 표적자극에만 신속하고 정확하게 반응하는 원리를 적용한 것이다. 기존 검사는 단순한 도형자극이 일정시간 간격으로 순차적으로 하나씩 제시되는 통제된 자극을 사용한다. 이와 달리, 본 과제는 실생활과의 관련성을 높이기 위해 Fig. 2와 같이 놀이방을 구현하였으며, 다양한 색깔로 조합된 공들이 담겨있는 볼풀을 제시하고 그 중 목표자극을 최대한 빠른 시간 내에 찾아서 터치스크린 화면을 직접 누르도록 했다는 것이 특징이다. 측정 결과치는 ‘정반응수’, ‘오반응수’, ‘누락오류수’, ‘총 반응시간’이다. 연습시행과 본시행을 포함한 총 소요 시간은 약 8분이다.

(3) 주의전환 과제

본 과제는 변화된 규칙에 따라 주의를 전환하여 반응을 변



Fig. 2. The Scenes of Visual attention task

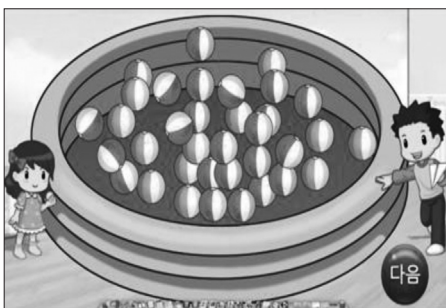


Fig. 3. The Scenes of Attention shifting task

경하는 인지적 융통성을 평가하기 위해 개발한 것이다. 주의 전환능력을 평가하는 기존의 평가도구인 CCTT[®]는 지필검사 양식으로 숫자와 색깔자극에 번갈아가면서 주의력을 배분해야 하는 반면, 본 평가도구는 스크린에 나오는 친숙한 사물이나 동물을 자극을 직접 터치하면서 반응하는 방식을 사용한다는 것이 특징이다. 본 과제는 Fig. 3과 같이 아동에게 특정 그림 자극을 일정한 간격으로 제시한다. 아동은 어떤 자극에 반응해야 하는 지를 잘 듣고 변경된 규칙에 따라 반응을 변경해야 한다. 가령, 강아지/호랑이 과제의 경우, 처음에는 강아지가 나왔을 때만 버튼을 누르게 하다가, 주의전환 지시 후에는 호랑이가 나왔을 때만 버튼을 누르게 한다. 발달단계를 고려하여, 자극이 제시되는 시간 간격을 연령에 따라 다르게 구성하였다(5세 200ms, 6세 150ms, 7세 100ms). 측정 결과치는 ‘정반응수’, ‘보속오류수(주의전환이 요구되는데도 이전의 규칙에 따라 반응한 오반응)’, ‘정반응시간’, ‘정반응시간 표준편차’이다. 연습시행과 본시행을 포함한 총 소요 시간은 약 8분이다.

3. 기존의 표준화된 검사도구

1) 전산화된 정밀주의집중력 검사(Advanced Test of Attention, ATA)⁶⁾-시각주의력, 청각주의력

Hong 등⁶⁾이 개발한 만 5세부터 시행할 수 있는 아동의 지속적, 선택적 주의집중 능력과 충동억제를 평가하는 평가 프로그램으로, ADHD 등의 주의력 장애가 있는 아동을 감별할 수 있는 평가 시스템이다. 정밀주의집중력검사는 시각 과제와 청각 과제 두 가지로, 모든 검사가 일정한 간격으로 표적 자극과 비표적자극을 혼합하여 제시하고, 피검자는 표적 자극에 대해서만 키보드 혹은 마우스로 반응하도록 구성되어 있다.

평가를 통해 주의분산성을 측정하는 누락횟수, 인지적 행동적 충동성을 측정하는 오경보 횟수, 정보처리 속도를 측정하는 정반응시간 평균, 주의집중력의 일관성을 측정하는 정반응시간 표준편차, 그리고 자극에 대한 민감도 및 충동성을 나타내는 지표인 민감도 지수(d')와 반응기준(β)이 산출된다.

2) 한국판 아동 색 선로 검사(Children's Color Tails Test, CCTT)[®]

만 5세부터 시행할 수 있는 시각추적능력, 분할주의력, 인지적 융통성 평가도구로, Koo와 Shin[®]이 한국판 검사를 개발하고 연령별 규준을 산출하였다. 피검자는 A4 크기의 검사용지에 제시되는 자극판에 직접 필기구를 사용하여 과제 규칙에 따라 선을 그으면 되며, 검사자는 반응속도, 오류수 등

을 직접 관찰하고 기록하여 각 결과치에 따른 환산점수를 산출한다.

4. 연구 절차

연구에 참여하기로 동의한 피험자와 보호자는 동의서에 각각 서명을 하고, 피험자는 원하는 경우 언제든지 평가를 중단할 수 있으며, 평가 후에도 결과가 활용되기를 원하지 않을 경우 동의를 취소할 수 있음을 피험자(아동)와 보호자에게 사전에 공지하였다. 평가는 소음이 차단될 수 있는 조용한 방에서 실시한다. 검사자는 임상심리 전공으로 석사학위 이상을 취득하고, 1년 이상 병원 실무 경험이 있는 연구자들이 직접 진행하였다. 검사실에는 1인의 피험자와 1인의 연구자만 동석한다. 평가는 총 60분 정도로 진행되며, 한 번에 모든 과제를 실시하는 것이 아니라 중간에 약 20분간의 휴식 시간을 가졌다.

5. 자료분석

스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제의 연령별 평균 점수 분포가 이미 이론적으로 잘 알려진 아동의 신경인지 기능 발달적 경향성에 부합하는지 확인하기 위해 SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여, 1) 청각주의력, 2) 시각주의력, 3) 주의전환능력 평가 과제의 원점수를 산출하였다. 산출된 원점수가 연령이 증가함에 따라 유의미하게 변화하는지를 추정하기 위해 다변량분석(multivariate analysis of variance, MANOVA)을 실시하고, 유의미한 차이가 있는 경우, 그 차이가 5, 6, 7세 중 어느 연령대에서 수행의 향상이 유의미하게 증가하는지 확인하기 위해 multiple comparison 방법으로 Scheffe의 사후검정(post-hoc)을 하였다.

또한 기존의 표준화된 검사도구 수행 결과도 마찬가지로 다음의 세 가지 영역의 원점수 및 환산점수로 산출하였다 : 1) 청각주의력(ATA-청각),⁶⁾ 2) 시각주의력(ATA-시각),⁶⁾ 3) 주의전환능력(CCTT).[®] 각 연령 집단의 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제 평균 수행 결과와 기존의 표준화된 검사도구 수행 결과와의 상관분석(correlation analysis)을 실시하여, 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제의 타당도를 검증하였다.

결 과

1. 구성타당도 검증-발달적 경향성 분석

각 평가과제의 연령별 수행을 반영하는 각 지표의 평균 점수가 아동 신경인지능력의 발달적 경향성에 부합하는지 확인하기 위하여 MANOVA를 실시하였다. 연구 결과, 연령이

5세에서 7세로 증가함에 따라 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제의 수행점수가 증가하는 발달적 경향성을 보였다($F=10.469, p<.001$). 이는 본 평가과제가 아동의 인지능력 발달 경향성을 반영할 수 있는 난이도와 내용을 적용한 과제로서 적절한 구성타당도를 지님을 의미한다. Table 1과 Fig. 4에서 각 평가과제의 연령별 수행 결과를 제시하였다. 또한, Table 2에서 성별에 따른 정반응수의 평균과 표준편차를 비교하고, t-test 결과 값을 제시하였다. 세 과제에서 모두 유의미한 성차는 발견되지 않았다.

1) 스마트기기를 사용한 전산화 청각주의력 평가과제 수행의 발달적 경향성

연령이 증가함에 따라 정반응수가 유의하게 증가하고, 누락오류는 유의하게 감소하는 발달적 경향성을 확인할 수 있었다. 특히 5-6세 사이에서는 수행 편차가 크지 않았으나, 7세부터는 통계적으로 유의미한 수준으로 정반응수가 증가하고 누락오류수는 감소하는 것으로 나타났다($F=28.055, p<.001$; $F=28.025, p<.001$).

Table 1. Comparison of scores on the computerized attention tasks using smart devices with age from 5 to 7 years

	5 yr, M (SD)	6 yr, M (SD)	7 yr, M (SD)	F	p	post-hoc
Auditory attention						
Correct response	15.05 (4.55)	17.70 (4.81)	24.35 (3.95)	28.055	<.001	5, 6<7
Commission error	6.29 (6.00)	6.10 (4.54)	5.50 (3.83)	0.174	.841	
Omission error	21.10 (4.76)	18.30 (4.75)	11.62 (4.03)	28.025	<.001	5, 6<7
Reaction time	0.86 (0.13)	0.85 (0.11)	0.80 (0.14)	1.216	.303	
Visual attention						
Correct response	55.67 (4.58)	58.30 (2.00)	58.81 (1.74)	7.055	.002	5<6, 7
Commission error	4.43 (5.25)	0.95 (1.19)	1.12 (1.31)	8.533	.001	5<6, 7
Omission error	4.33 (4.58)	1.65 (1.98)	1.19 (1.74)	7.148	.002	5<6, 7
Reaction time	175.77 (44.51)	153.68 (57.96)	147.57 (45.57)	2.026	.140	
Attention shifting						
Correct response	72.10 (11.80)	78.05 (7.72)	82.00 (3.82)	8.547	.001	5<6, 7
Perseveration error	12.24 (8.94)	8.80 (8.40)	7.65 (8.09)	1.787	.176	
Reaction time	0.62 (0.14)	0.62 (0.13)	0.58 (0.11)	0.731	.485	

M : mean, SD : standard deviation

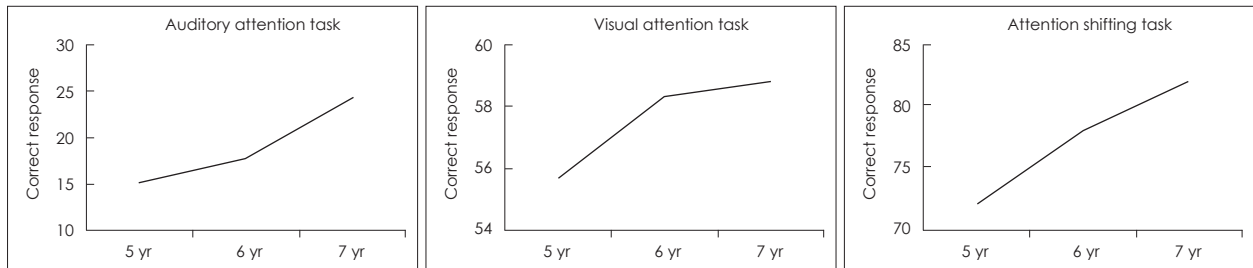


Fig. 4. Comparison of correct scores on the computerized attention tasks using smart devices with age from 5 to 7 years

Table 2. Comparison of correct scores on the computerized attention tasks using smart devices with sex

	Male, M (SD)	Female, M (SD)	t	Sig	
5 yr	Auditory attention	15.30 (4.22)	14.82 (5.04)	15.05 (4.55)	.236
	Visual attention	57.50 (2.99)	54.00 (5.23)	55.67 (4.58)	1.854
	Attention shifting	70.20 (15.32)	73.82 (7.77)	72.10 (11.80)	-.693
6 yr	Auditory attention	19.18 (4.69)	15.89 (4.57)	17.70 (4.81)	1.581
	Visual attention	58.55 (1.92)	58.00 (2.18)	58.30 (2.00)	.596
	Attention shifting	78.73 (8.27)	77.22 (7.38)	78.05 (7.72)	.425
7 yr	Auditory attention	24.83 (4.57)	23.93 (3.45)	24.35 (3.95)	.575
	Visual attention	59.00 (2.09)	58.64 (1.45)	58.81 (1.74)	.513
	Attention shifting	81.75 (4.43)	82.21 (3.36)	82.00 (3.82)	-.304

M : mean, SD : standard deviation

2) 스마트기기를 사용한 전산화 시각주의력 평가과제 수행의 발달적 경향성

연령이 증가함에 따라 정반응수는 유의하게 증가하고, 오반응수, 누락오류수는 유의하게 감소하는 발달적 경향성을 확인할 수 있었다. 특히, 5-6세 사이에서 정반응수, 오반응수, 누락오류수의 수행 편차가 통계적으로 유의미한 수준으로 벌어지는 것으로 나타났다($F=7.055, p<.01$; $F=8.533, p<.01$; $F=7.148, p<.01$).

3) 스마트기기를 사용한 전산화 주의전환 능력 평가과제 수행의 발달적 경향성

연령이 증가함에 따라 정반응수가 유의하게 증가하는 발달적 경향성을 확인할 수 있었다. 정반응수는 특히 5-6세 사이에서 수행 편차가 통계적으로 유의미한 수준으로 벌어지는 것으로 나타났다($F=8.547, p<.01$).

2. 공존타당도 검증-기존의 표준화된 검사도구와의 상관성 분석

본 연구에서 개발한 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제가 5-7세 아동의 시각주의력, 청각주의력, 주의전환 능력을 제대로 측정하고 있는지 확인하기 위해, 실제 임상 장면에서 사용하고 있는 기존의 표준화된 검사 도구로 측정된 점수와의 상관분석을 통해 타당도를 검증하였다. 모든 연구 참여자에게 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제 3가지와 기존의 표준화된 평가도구인 전산화 ATA,⁶⁾ 한국판 CCTT⁸⁾를 모두 실시하여 두 과제의 점수 간의 상관을 분석하였다. 상관 분석 결과, 모든 과제에서 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제와 기존의 표준화된 검사의 해당 지표 간 상관성이 유의미하였다. 본 과제가 기존의 상용화된 검사

들과 유의미한 상관을 보인 것은 각 평가과제가 해당 인지영역을 타당하게 평가하고 있음을 의미한다.

1) 스마트기기를 사용한 전산화 청각주의력 평가과제와 ATA (청각) 검사 간의 상관

Table 3에 상관분석 결과를 제시하였다. 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제 중 청각주의력 과제의 정반응수, 누락오류수, 반응시간 변인은 ATA 중 청각주의력 검사의 정반응, 누락오류수, 반응시간 변인과 유의미한 정적상관을 보였다($r=.669, p<.01$; $r=.407, p<.01$; $r=.348, p<.01$).

2) 스마트기기를 사용한 전산화 시각주의력 평가과제와 ATA (시각) 검사 간의 상관

Table 4에 상관분석 결과를 제시하였다. 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제 중 시각주의력 과제의 정반응수 변인은 ATA 중 시각주의력 검사의 정반응수 변인과 유의미한 정적상관을 보였다($r=.412, p<.01$).

3) 스마트기기를 사용한 전산화 주의전환 능력 평가과제와 CCTT 간의 상관

Table 5에 상관분석 결과를 제시하였다. 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제 중 주의전환 과제의 정반응수와 반응시간 변인은 CCTT-2 검사의 색순서오류와 완성시간 변인에서 각각 유의미한 부적상관과 정적상관을 보였다($r=-.306, p<.05$; $r=.245, p<.05$). 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제 중 주의전환 과제의 정반응 변인과 CCTT-2 완성시간 변인이 부적상관을 보인 것은, 더 많은 정반응 횟수가 CCTT-2 주의전환 과제에서의 더 빠른 수행속도와 관

Table 3. Correlation between correct response of the auditory attention tasks in this study and ATA's auditory attention tasks

ATA_auditory attention task	Auditory attention tasks in this study			
	Correct response	Commission error	Omission error	Reaction time
Correct response	.669 [†]	-.001	-.671 [†]	-.191
Commission error	-.394 [†]	.035	.380 [†]	.050
Omission error	-.402 [†]	-.159	.407 [†]	.169
Reaction time	-.098	-.092	.141	.348 [†]

* : $p<.05$, † : $p<.01$. ATA : Advanced Test of Attention

Table 4. Correlation between correct response of the visual attention tasks in this study and ATA's visual attention tasks

ATA_visual attention task	Visual attention tasks in this study			
	Correct response	Commission error	Omission error	Reaction time
Correct response	.412 [†]	-.382 [†]	-.412 [†]	-.212
Commission error	.060	.003	-.059	-.242*
Omission error	-.095	.089	.096	-.192
Reaction time	-.529 [†]	.374 [†]	.529 [†]	.114

* : $p<.05$, † : $p<.01$. ATA : Advanced Test of Attention

Table 5. Correlation between correct response of the attention shifting tasks in this study and CCTT-2

CCTT-2	Attention shifting tasks in this study			
	Correct response	Perseveration error	Reaction time	SD of reaction time
Time score	-.317 [†]	.136	.245*	.363 [†]
Color sequence error	-.306*	.306*	.070	.137
Number sequence error	-.002	.075	.074	.199
Near-miss score	.054	.231	-.032	.041
Prompt score	.057	.209	-.110	-.014

* : $p < .05$, † : $p < .01$. CCTT-2 : Children's Color Trails Test-2, SD : standard deviation

련이 있음을 의미한다.

고찰

본 연구에서는 기존에 사용되고 있는 아동 주의력 검사 도구가 지닌 제한점을 보완하여 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제를 개발하고, 구성타당도 및 공존타당도 검증을 하였다. 즉, 개발한 주의력 평가과제가 이미 이론적으로 잘 알려진 신경인지능력의 발달적 경향성에 부합하는지와 관련된 구성 타당도를 검증하였고, 개발한 과제와 유사한 영역을 평가하는 기존의 표준화된 검사를 함께 실시하여 두 과제의 수행 점수 간의 상관관을 분석함으로써 공존 타당도를 검증하였다.

주요 연구 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 평가과제의 연령별 수행을 반영하는 각 지표의 평균 점수가 연령 증가에 따른 신경인지능력의 발달적 경향성에 부합하는 결과를 보였다. 즉, 5세에서 7세로 나이가 증가함에 따라 청각주의력, 시각주의력, 주의전환 과제에서 반응 정확도가 증가하는 발달적 경향성을 보였다. 이는 취학전 아동기에 연령이 증가함에 따라 주의력도 함께 발달한다는 선행연구 결과와 일맥상통하는 결과이다.¹¹⁻¹³⁾ 본 결과는 개발한 평가과제가 아동의 인지능력 발달 경향성을 반영할 수 있는 난이도와 내용을 적용한 과제로서 적절한 구성 타당도를 지님을 의미한다. 좀 더 세부적으로 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제의 연령별 수행을 분석한 결과, 각 인지영역에 따라 아동의 발달적 경향성이 다르게 나타난다는 것이 관찰되었다. 청각주의력의 경우 5-6세에 비해 7세에서 통계적으로 유의미한 수준으로 수행이 향상되는 것으로 나타났는데, 이러한 인지능력 발달 패턴은 7세 경 주의력이 유의미하게 발달되어, 언어적 지시를 통한 학습 준비가 이루어짐을 보여주는 결과라고 해석할 수 있다. 한편 시각주의력에서는 6세부터 유의미한 수행의 향상이 관찰되어, 유치원 과정에서는 시각적 자극을 통한 교육이 학습에 더욱 효과적일 수 있을 가능성이 시사되었다. 주의전환능력 역시 6세부터 5세에 비해 더 정확한 수행을 보이고 있는데, 이는 주의전환 기능이 유치원 시기부터 활

발하게 발달한다는 것을 보여주는 결과로 생각된다. 이러한 연구 결과는 각 인지영역별로 아동의 인지능력 발달 패턴이 다르며 이러한 발달적 경향성을 고려하여 일반 가정 및 교육기관에서 아동의 인지능력을 효과적으로 평가하고 훈련할 수 있다는 시사점을 줄 수 있다.

둘째, 본 연구에서 개발한 주의력 평가과제와 기존의 상용화된 검사도구와의 상관 분석 결과, 모든 과제에서 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제와 기존의 표준화된 검사의 해당 지표 간 상관관이 유의미하였다. 본 과제가 기존의 상용화된 검사들과 유의미한 상관관을 보인 것은 각 평가과제가 해당 인지영역을 타당하게 평가하고 있음을 의미한다. 개발한 주의력 검사와 기존 주의력 검사는 중등도(moderate)의 상관관을 보였다. 이는 본 과제가 기존의 검사들이 평가하지 못하는 실생활 장면에서의 인지영역을 포함하고 있기 때문으로 생각된다. 따라서 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제는 시각주의력, 청각주의력, 주의전환능력을 타당하게 평가할 수 있음을 보여주는 바람직한 결과라고 생각된다. 이 두 결과는 본 평가과제가 아동의 인지능력 발달 경향성을 반영할 수 있는 난이도와 내용을 적용한 과제로서 적절한 구성 타당도를 지님을 의미한다.

본 연구에서 개발한 주의력 평가과제는 다음과 같은 의의를 가진다. 첫째, 본 평가과제는 아동이 경험하는 실제 환경을 고려하여 개발한 주의력 평가과제이므로, 평가 결과를 실제 상황으로 일반화할 가능성을 높일 수 있다. 기존의 검사는 지필검사 형태이거나 엄격하게 통제된 컴퓨터 자극을 사용하는 등 실생활에서 접하는 자극들과는 다소 차이가 있어, 실제 수행에까지 일반화하기에 제한이 있었다. 그러나 본 연구에서 개발한 주의력 평가과제에서는 교실이나 놀이방 등의 환경자극을 도입함으로써 실제 아동의 환경과의 유사성을 높였다. 따라서 본 평가과제의 결과는 실생활에서의 주의력을 더욱 타당하게 예측해 줄 것이라고 기대할 수 있다. 둘째, 대규모 인원에게 표준화된 방법으로 테스트를 실시할 수 있으며, 전문적인 임상가가 아니더라도 간단한 교육만으로도 테스트를 손쉽게 실시할 수 있고, 응답시간과 반응 형태의 분석 등이 정확히 기록되고 장기간 데이터 관리가 용이하다는 장점

을 가진다. 이를 통해 전문 치료기관을 방문하지 않는 일반 아동에 대한 인지기능 평가를 보편화 시키고, 인지기능상의 문제를 조기에 진단하고 개입할 수 있도록 돕는 데 유용하게 사용될 수 있다. 또한 수행결과를 자동으로 저장하고 이를 웹을 통해 전송하게 되면 지속적인 업데이트를 통해 대규모의 데이터베이스가 구축될 수 있으며, 관리시스템에 저장함으로써 평가 시점에서의 인지기능 수행도뿐만 아니라 이후의 향상도에 대해서도 장기적으로 관리하고 피드백을 제공할 수 있다는 장점을 가진다.

그러나 본 평가과제는 다음과 같은 몇 가지 측면에서 제한점이 있다고 생각된다. 첫째, 본 과제는 평가 절차가 자동화 되어 평가 장소나 평가자의 개인차에 의한 영향이 최소화 되는 장점이 있으나, 면대면 검사가 아닌 컴퓨터의 자동화 절차에 따르기 때문에, 평가시 아동의 집중도와 수행을 직접적으로 통제하기는 어려운 제한점이 있다. 이에 추후 연구에서는 평가도구가 일관되게 아동의 주의력을 평가할 수 있는지 검사-재검사 신뢰도를 검증해 볼 필요가 있다. 아울러, 평가 절차 외에도 아동의 집중 정도를 통제할 수 있는 다양한 장치들이 보완되어야 할 것이다. 둘째, 본 평가과제는 표준화된 검사 도구는 아니므로 개인 간의 수행을 비교하거나 임상 장면에서 진단을 위한 목적으로 사용될 수 없다. 본 과제의 결과는 주의력 수준에 대한 대략적인 정보만을 제공할 뿐이지만, 가정이나 학교에서 인지 훈련 과정에서 전후의 주의력 평가 수준을 비교하고 검토하는 용도로는 유용하게 쓰일 것으로 생각된다. 셋째, 전문가가 직접 결과를 분석하여 해석해주는 것이 아니므로, 아동의 현재 문제와 관련하여 전문 치료기관 만큼의 구체적이고 풍부한 설명을 제공하기가 어렵다. 따라서 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제의 수행 결과에서 주의력 문제가 발견된다면, 전문적인 기관에서 전문가에게 검사를 받아 볼 것을 권고한다.

결 론

본 연구에서 개발한 주의력 평가과제는 아동이 경험하는 실제 환경과 익숙한 자극을 도입함으로써 실생활에 일반화하는 가능성을 높여주었다. 뿐만 아니라 검사의 실시와 결과가 자동화되어 있어 전문적인 임상가가 아니더라도 테스트를 손쉽게 실시할 수 있고, 응답시간과 반응형태의 분석이 정확히 기록되며, 장기간 데이터 관리가 용이하다는 장점을 가지

고 있다. 또한 5세에서 7세로 연령이 증가함에 따라 주의력 과제에서 반응의 정확성이 증가하고 속도가 빨라지는 발달적 경향성을 확인하였고, 청각주의력, 시각주의력, 주의전환 능력을 평가하는 기존 평가도구와도 중등도(moderate)의 상관관이 있는 것으로 나타나, 본 평가과제가 해당 인지능력을 타당하게 평가할 수 있음을 보여주었다. 이러한 연구 결과는 각 인지영역별로 아동의 인지기능 발달 패턴이 다르며 이러한 발달적 경향성을 고려하여 일반 가정 및 교육 기관에서 아동의 인지능력을 효과적으로 평가하고 훈련하는 데 있어서, 스마트기기를 사용한 전산화 주의력 평가과제가 유용하게 사용할 수 있음을 시사해 주었다.

중심 단어: 전산화 주의력 평가과제 · 타당도 · 청각주의력 · 시각주의력 · 주의전환.

References

- 1) **Shin MS, Park SY.** Psychology of eight-year old. 1st ed. Seoul: One&one books;2007. p.237.
- 2) **Garon N, Bryson SE, Smith IM.** Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. Psychol Bull 2008; 134:31-60.
- 3) **Crawford JR, Parker DM, McKinlay WW.** A Handbook of Neuropsychological Assessment. London: Psychology Press;1992.
- 4) **Klee SH, Garfinkel BD.** The computerized continuous performance task: a new measure of inattention. J Abnorm Child Psychol 1983; 11:487-495.
- 5) **Shin MS, Cho S, Chun SY, Hong KE.** A study of the development and standardization of ADHD diagnostic system. Korean J Child Adol Psychiatr 2000;11:91-99.
- 6) **Hong KE, Shin MS, Cho SZ.** Advanced Test of Attention. Seoul: Brainmedic;2010.
- 7) **Happy mind.** Comprehensive Attention Test. Seoul: Happy mind; 2008.
- 8) **Koo HJ, Shin MS.** A standardization study of children's color trails test (CCTT). J Kor Acad Child Adolesc Psychiatry 2008;19:28-37.
- 9) **Shin MS, Oh SJ, Lim CJ.** Validity of the Computerized Motion Detection Cognitive Tasks for Preschool-aged Children : Targeting Attention Shifting and Response Inhibition. Poster presented at the 3rd EUNETHYDIS International conference on ADHD; 2014 May 21-24; Istanbul, Turkey.
- 10) **Shin MS, Oh SJ, Lim CJ.** Development of a Response Inhibition Test Using Computer-Based Motion Detection for Children. Poster presented at the 21st World Congress of IACAPAP (International Association for Child and Adolescent Psychiatry and Allied Professions); 2014 Aug 11-15; Durban, South Africa.
- 11) **Anderson P.** Assessment and development of executive function (EF) during childhood. Child Neuropsychol 2002;8:71-82.
- 12) **Cepeda NJ, Kramer AF, Gonzalez de Sather JC.** Changes in executive control across the life span: examination of task-switching performance. Dev Psychol 2001;37:715-730.
- 13) **Somsen RJ.** The development of attention regulation in the Wisconsin Card Sorting Task. Dev Sci 2007;10:664-680.