KISEP Original Articles
소아 · 청소년정신의학 제11권 제1호 2000
Korean J Child & Adol Psychiatr 11 : 91~99

전산화된 주의력장애 진단시스템의 개발 및 표준화 연구

A STUDY OF THE DEVELOPMENT AND STANDARDIZATION OF ADHD DIAGNOSTIC SYSTEM

신민섭*† · 조성준** · 전선영*** · 홍강의*

Min Sup Shin, Ph.D.,*† Sungzoon Cho, Ph.D.,**
Sun Young Chun, M.A.,*** **Kang-E M. Hong, M.D., Ph.D.***

목 적 : 주의력결핍 과잉운동 장애의 진단과 치료 효과를 평가하기 위해 전산화된 한국판 주의력 장애 진단 시스템(ADHD Diagnostic System : ADS)을 개발한 후, 연령별 규준을 산출하였다.

방 법 : 서울, 경기도, 강원도 지역의 유치원, 초등학교, 중학교에 재학중인 5세에서 15세 연령범위의 총 847명(남자 429명, 여자 418명)의 정상 아동 및 청소년이 규준집단으로 연구에 참여하였다. 또한 ADS의 신뢰도와 변별 타당도를 검증하기 위해 서울대학병원 소아정신과에서 DSM-IV 기준에 의해 ADHD로 진단받은 아동 30명이 본 연구에 포함되었다. 정상 집단의 아동들에게는 그들이 다니는 학교의 컴퓨터실에서 ADS를 실시하였고, ADHD 아동들에게는 소아정신과 외래 임상심리실에서 ADS를 실시한 후, 정상 아동의 자료에 입각해서 연령별 규준을 산출하였고, 신뢰도와 타당도 분석을 하였다.

결 과 : ADS의 내적 일치도 계수(Cronbach's α)는 .85이었다. 정상 집단과 ADHD 집단간에 오경보 오류를 제외한 모든 측정치에서 유의미한 차이가 있었다. 요인분석 결과, ADS 시각, 청각 검사에서 모두 3개의 요인이 산출되었다. 요인 1은 "주의력 요인"으로 누락오류, 오경보 오류, 민감도(d')가 포함되었고, 요인 2는 "정보처리 속도 요인"으로 정반응시간, 정반응시간의 표준편차가 여기에 해당되며, 요인 3은 "충동성 요인"으로 반응기준(β)이 포함되었다. 요인 1, 2, 3은 ADHD의 핵심적 증상과 정확하게 일치하므로, 이상과 같은 요인분석 결과는 ADS가 주의집중력 장애를 도구로써 구성 타당도가 있음을 입증해주었다. 판별분석 결과, 시각, 청각 ADS가 정상 아동과 ADHD 아동의 96.7%를 정확하게 변별해 주는 것으로 나타났다.

논 의 : ADS가 주의력 결핍-과잉 운동 장애를 일관성이 있게 평가하는 신뢰롭고, 타당한 검사로 입증되었고, ADS를 통해 정상 집단과 ADHD 집단을 정확하게 분류할 수 있음이 시사되었다.

중심 단어 : 주의력결핍 과잉운동 장애 · 주의력장애 진단 시스템 · 표준화연구.

서 론

연속수행검사(Continuous Performance Test : 이하 CPT)는 주의력결핍/과잉운동 장애(Attention Deficit/Hyperactivity Disorder : 이하 ADHD)의 임상적 진단과 치료 효과의 평가에 많이 이용되고 있는 도구이며,

*서울대학교 의과대학 정신과학교실 소아정신분과 *Department of Child-Adolescent Psychiatry, College of Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul*
**서울대학교 공과대학 산업공학과 *Department of Industrial Engineering, Seoul National University, Seoul*
***서울대학병원 소아정신과 *Department of Child-Adolescent Psychiatry, Seoul National University Children's Hospital, Seoul*
†*Corresponding author*

이제까지 국내, 외에서 글자, 도형, 소리를 자극으로 사용하는 등 여러 가지 형태의 CPT가 개발되어 왔다[1-3]. 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. Sostek 등[4]의 신호탐지 분석(signal detection analysis)에 따라 CPT 결과는 크게 "오류수"(error), "민감도"(sensitivity : d ')와 "반응기준(criterion bias : β)"의 세 가지 지표로 분석된다. 오류수는 부주의와 충동성을 측정하는 지표인데, 여기에는 표적자극에 반응하지 않는 "누락 오류"(omission error)와 표적자극이 아닌 자극에 반응하는 "오경보 오류"(commission error)가 포함된다. 정반응수와 누락 오류는 지속적 주의력을 평가하며, 오경보 오류는 지속적 주의력과 충동성을 평가한다. Dykman 등[5], O'Dougherty 등[6]의 연구에 따르면, CPT에서 ADHD 아동들이 정상 아동보다 더 많은 오경보 오류와 다소 많은 누락 오류를 보이는 것으로 나타났다. 그러나 Meere 등[7]은 CPT에서의 오경보 오류는 주의력 뿐만 아니라 동기 문제와도 연관이 있다고 주장하며, CPT에서 높은 오경보 오류만으로도 ADHD가 지속적 주의 집중에 장애가 있음을 뒷받침하는 강력한 증거가 될 수 없다고 보았다.

국내 연구로는 정경미[1]가 한글 철자와 카드 도형, 그리고 모호한 숫자를 자극으로 사용하여 CPT 연구를 수행한 결과, ADHD 아동이 정상 아동에 비해 유의미하게 낮은 정반응 수와 높은 오류수를 보이는 것으로 나타났다. 또한 ADHD 아동이 정상 아동에 비해 유의미하게 낮은 민감도(d ')을 보였다. 이러한 결과는 ADHD 아동이 부주의하고 반응억제에 어려움이 있음을 시사해 주는 결과이다. 김은이[2]는 난이도에 차이를 둔 CPT를 사용하여 6세에서 13세 사이의 ADHD 아동과 정상 아동의 수행을 비교한 결과, ADHD 집단이 정상 집단에 비해 유의미하게 높은 누락 오류와 오경보 오류를 보였으며, 정상 집단의 아동은 난이도가 높아지더라도 수행의 차이를 보이지 않은 반면, ADHD 집단은 난이도가 높아질수록 오류율이 증가되는 결과를 보였다. 정보 처리속도를 측정하는 정반응시간상에서는 두 집단간에 의미있는 차이를 보이지 않았지만 지속적 주의집중력에 대한 지표로 간주될 수 있는 정반응 시간의 표준편차는 ADHD 집단이 정상집단에 비해 유의미하게 큰 것으로 나타났다. 지각적 수준의 주의결함을 반영하는 민감도(d ')에서도 ADHD 집단이 정상집단에 비해 유의미하게 낮은 것으로 나타났다. 홍강의 등[8]은 5세에서 13세 연령에 해당되는 ADHD 아동들을 공존병리(comorbidity)가 있는 집단과 없는 집단으로 구분하여 CPT상에서 두 집단의 차이를 알아본 결과, 공존병리 수반군에서 더 오류수가 많고, 민감도가 낮은 것으로 나타났으며, 이는 ADHD에서 공존병리가 있는 경우에 더욱 주의집중의 문제가 심각함을 보여주는 결과이다.

상술한 바와 같이 CPT 연구결과들은 ADHD 아동들이 주의산만한 특성으로 인해 표적자극을 놓치고, 충동적인 반응을 보이며, 검사 전반에 걸쳐 지속적으로 주의를 기울이지 못하는 등 주의력 결함이 있음을 나타내주고 있는 바, CPT가 ADHD를 진단하는 데 유용한 검사임을 입증해 주는 것이라 할 수 있다. 그러나 대개 이러한 연구에서 사용된 CPT는 연구목적으로 개발된 것이므로 정상 규준집단에 근거한 연령별 규준이 확립되어 있지 않다는 문제점이 있다. 연령별 규준이 확립되어 상품화된 CPT 검사로는 TOVA[3]가 있으며, 이 검사는 국내 임상장면에서 ADHD진단을 위해 널리 사용되고 있다. 그러나 TOVA의 연령 규준은 미국 아동, 청소년들의 자료에 입각하여 산출된 것이므로 이에 입각하여 우리 나라 아동들의 주의력 문제를 평가할 경우, 잘못된 진단을 내릴 가능성도 있으리라 생각된다. 따라서 본 연구에서는 전산화된 한국판 주의력 장애 진단 시스템(ADHD Diagnostic System : ADS)을 개발하고, 연령별 규준을 확립하는 표준화 연구를 수행하였다.

연 구 방 법

1. 연구대상

ADS 검사 표준화를 위해 총 847명의 아동 및 청소년이 규준 집단으로 연구에 포함되었다. 서울지역과 경기도, 강원도의 3개 유치원, 3개 초등학교, 2개 남녀 공학 중학교에서 남자 429명, 여자 418명의 피검자가 선발되었다. 학급 담임과의 면담을 통해 정신지체가 의심되거나 주의산만한 문제를 보이는 학생들은 규준 집단에서 제외되었으며, 각 성별에 따른 연령별 분포는 Table 1과 같다. 연령은 만 연령으로 계산되었고 중학교 2학년인 피험자의 경우 14세와 15세가 포함되어 있

Table 1. Subjects for each age in normative group

Age(year)	Boy	Girl	Total
5	42	38	80
6	47	65	112
7	49	30	79
8	32	52	84
9	35	44	79
10	41	43	84
11	59	39	98
12	27	37	64
13	55	30	85
14 - 15	42	40	82
Total number	429	418	847

어서, 자료 분석시 두 집단을 하나의 집단으로 합쳐서 규준을 산출하였다.

또한 ADS의 신뢰도와 변별 타당도(discriminant validity)를 검증하기 위해 만 7 9세 사이의 정상 아동 30명과 ADHD 30명이 연구에 포함되었다. 정상 아동 집단은 규준 집단에 포함된 아동들 중에서 각 연령별로 10명씩 무작위로 선발되었고, ADHD 집단은 서울대학병원 소아정신과를 방문하여 소아정신과 의사와 임상심리전문가의 심리학적 진단평가에 입각하여 DSM - IV[9]와 Conners척도[10 - 11] 기준에 의해 ADHD로 진단받은 아동들 중에서 지능이 정상 범위에 해당되는 아동들이 선발되었다. ADHD의 유병률이 특히 남아에게서 높은 임상적 특성 때문에 정상 집단과 ADHD 집단 비교시에는 남아들만이 포함되었다.

2. ADS의 제작

시각, 청각 두 종류의 CPT를 사용시 ADHD 아동을 정확하게 진단할 가능성이 증가될 뿐만아니라 ADHD 아동들은 시각적 혹은 청각적 정보처리에만 어려움이 있을 수 있기 때문에 ADS는 시각, 청각 두 가지 검사로 구성되었다. ADS의 시각 검사에서는 3가지 모양의 그림이 사용되었는데, 하나는 표적 자극(target)이고 나머지 둘은 비표적자극(non - target)이다. 표적자극은 정사각형 안에 세모가 그려진 것이고, 비표적 자극은 정사각형 안에 원이나 네모가 그려진 것이다. ADS의 청각 검사에서도 역시 3가지의 청각자극을 사용하는데, 하나는 표적 자극(“ 삐 - 삐 - 삐 ”)이고 나머지 둘은 비표적 자극(“ 삐 - 삐 ”, “ 삐 - 삐 - 삐 - 삐 ”)이다. ADS에서 사용된 자극들은 학습 및 언어의 영향, 문화적 영향을 최소화하기 위해 비언어적인 자극으로 제작되었다. 표적 자극 제시 빈도는 초반 22%, 중반 50%, 후반 78%로 구성하였다. 초반에는 표적 자극이 낮은 빈도로 제시되어 경계성(vigilance)을 측정하는데 유용하므로, 각성수준이 낮은 사람은 이러한 검사 상황에서 수행이 저하되어 누락오류를 보일 가능성이 높아진다. 후반부는 표적 자극이 높은 빈도로 제시되고 비표적 자극은 가끔 제시되기 때문에 특히 반응억제능력이 많이 요구된다. 따라서 중추신경계의 각성수준이 높은 사람은 지나치게 흥분되어 충동적인 반응을 하여 오경보 오류를 많이 보일 수 있다. 자극 제시 간격이 고정된 경우에 높은 각성을 유발할 가능성이 감소되므로 ADS에서는 자극 제시 간격은 2초로 고정시켰으며, 자극이 제시되는 시간은 0.1초이다. 아동들은 0.1초간 제시되는 자극에 주의집중하여 표적 자극인 경우에는 빠르게 조이스틱의 단추를 눌러야 하며 비표적 자극인 경우에는 반응을 하지 말아야 한다. 검사가 길어질수록 지속적인 주의력과 반응억제 능력을 더 잘 평가할 수 있으나, 검사시간이 너무 길 경우, 동기가 저하되어서 수행에 방해를 초래할 수 있으므로, ADS의 검사 길이는 연령에 따라 다르게 제작되었다. 7세 이상은 총 15분으로 초/중/종반 각각 5분씩으로 나뉘어져 있고, 5세는 5분(초/중/종반 각각 1분 40초씩), 6세는 10분(초/중/종반 3분 20초씩)으로 구성되어 있다.

ADS에서 측정되는 기본적인 변인들은 다음과 같다.

• 누락 오류(omission error) : 부주의(inattention)를 측정하는 것으로, 피검자가 표적 자극에 반응하지 않았을 때를 말한다.

• 오경보 오류(commission error) : 충동성과 탈억제(disinhibition)를 측정하는 것으로, 피검자가 비표적 자극에 반응을 했을 때 발생한다.

• 정반응시간(response time) : 표적 자극에 대해 정확하게 반응하는데 걸리는 시간(msec)이다. ADHD 문제를 지닌 사람들은 정반응을 하는데 걸리는 시간이 정상인보다 느리므로 이 변인은 ADHD를 진단하는데 매우 중요하다.

• 정반응시간 표준편차(standard deviation of res - ponse time) : 정확한 반응을 하는데 걸리는 시간의 표준편차로서 반응의 비일관성을 측정한다. ADHD 문제가 있는 사람들은 짧은 기간 동안에는 적절히 주의 집

중할 수 있으나 시간이 길어질수록 정반응을 하는데 길리는 시간에서 기복이 심하고 비일관적이다.

• d '(sensitivity 민감도) : 신호 탐지 이론에 기초한 것으로 오경보 비율에 대한 정반응의 비율을 말한다. 이는 시간 경과에 따른 수행감소를 나타내 주는 측정치로서 표적 자극을 비표적 자극과 변별하는 민감도를 측정해 준다.

• β(response criterion 반응기준) : 신호 탐지 이론에 기초한 것으로 충동성의 지표이다. 점수가 낮을수록 충동적으로 반응한다는 것을 의미한다.

3. 연구 절차

ADS는 CD롬으로 개발되어서 개인용 컴퓨터를 통해 실시할 수 있는 전산화된 주의력 검사이다. 아동이 검사를 다 마치게 되면 자동적으로 오류수, 민감도, 반응기준, 중다 반응 등이 산출된다. 심리학과 대학원을 졸업한 후 대학병원 소아정신과에서 임상 수련을 받고 있는 임상심리전문가 과정 수련생 7명이 검사를 실시하였다. 정상 아동, 청소년들에게는 사전에 그들이 다니는 학교의 교장 선생님이나 교감 선생님께 연구 목적을 설명하고 허락을 받은 후 학급담임선생님과 컴퓨터 담당 선생님의 안내를 받아서 학교 컴퓨터실의 PC에 ADS 프로그램을 설치한 후 검사를 실시하였으며, 임상 집단의 아동들에게는 소아정신과 외래 임상 심리실에서 개별적으로 ADS를 실시하였다. 먼저, 연습시행에서 충분한 연습을 통해 아동이 검사 수행 방법을 잘 이해하고 있는지를 확인한 후 본 검사를 실시하였기 때문에, 시각-청각 ADS를 다 마치는데 약 50분정도 소요되었다.

결 과

1. 각 연령별 ADS의 원점수

각 연령대 별 ADS 측정치들의 원점수는 Table 2(시각), Table 3(청각)과 같다.

이와 같은 정상 아동의 원 자료(raw data)에 입각해서 각 연령대 별로 누락오류, 오경보 오류, 정반응시간 및 정반응시간 표준편차의 T-점수를 산출하였다. T-점수 산출 공식은 다음과 같다.

$$\text{T-점수} = 50 + 10 \times \frac{\text{규준집단의 각 변인별 평균} - \text{피검자의 각 변인별 원점수}}{\text{규준집단의 각 변인별 표준편차}}$$

ADS 4개 변인-누락 오류, 오경보 오류, 정반응시간 및 정반응시간 표준편차의 T-점수중에서 70이상 넘는 변인이 하나 이상될 때 ADHD가 의심된다[12].

2. ADS의 신뢰도 및 타당도

1) 신뢰도

ADS 검사의 신뢰도 검증을 위해 정상 아동 집단과 ADHD 아동 집단 60명의 자료에 입각해서 산출된 내적 일치도 계수(Cronbach's α)는 .87이었다.

2) 타당도

(1) 요인분석

ADS가 주의집중력 장애를 타당하게 평가해 주는지를 검증하기 위하여 ADS에서 측정되는 6개 변인-누락 오류, 오경보 오류, 정반응시간의 평균, 정반응시간

Table 2. Means & standard deviations of visual ADS variables for each age group

Age	Omission	Commission	RT mean	RT S.D	d '	beta
	M(S.D)	M(S.D)	M(S.D)	M(S.D)	M(S.D)	M(S.D)
5	4.4(4.9)	5.5(6.9)	669.2(81.8)	197.5(59.8)	3.0(0.7)	1.0(0.2)
6	7.1(6.3)	10.1(8.9)	613.6(81.1)	177.7(57.1)	3.4(1.0)	1.1(1.2)
7	8.4(7.4)	13.9(10.4)	564.0(79.9)	159.7(53.8)	3.7(2.2)	1.2(2.0)
8	6.6(8.1)	12.8(11.3)	520.4(78.2)	143.3(50.0)	4.0(3.1)	1.3(2.7)
9	5.3(8.5)	11.7(11.6)	482.9(76.1)	128.7(45.7)	4.2(3.6)	1.3(3.1)
10	4.3(8.6)	10.6(11.4)	451.4(73.4)	115.7(40.9)	4.3(3.6)	1.4(3.3)
11	3.8(8.3)	9.6(10.6)	426.0(70.2)	104.5(35.6)	4.3(3.3)	1.4(3.4)
12	3.7(7.7)	8.6(9.3)	406.6(66.5)	94.9(29.7)	4.2(2.6)	1.4(3.2)
13	4.1(6.8)	7.6(7.4)	393.2(62.3)	87.1(23.3)	4.1(1.5)	1.4(2.8)
14 - 15	4.9(5.5)	6.7(4.9)	385.1(57.6)	81.0(16.4)	3.8(0.1)	1.4(2.3)

Table 3. Means & standard deviations of auditory ADS variables for each age group

Age	Omission	Commission	RT mean	RT S.D	d ′	beta
	M(S.D)	M(S.D)	M(S.D)	M(S.D)	M(S.D)	M(S.D)
5	25.4(19.7)	29.4(22.2)	1073.2(190.0)	412.3(110.7)	0.7(1.1)	1.2(1.3)
6	31.9(20.1)	36.5(21.9)	1070.6(174.5)	380.4(97.2)	1.4(1.1)	1.2(1.1)
7	31.5(20.2)	35.7(21.2)	1063.0(161.4)	351.0(86.2)	2.0(1.1)	1.2(1.0)
8	21.8(19.9)	24.4(20.1)	1050.6(150.5)	324.1(77.8)	2.5(1.0)	1.2(0.9)
9	15.9(19.3)	17.5(18.5)	1033.2(142.0)	299.8(71.9)	2.9(1.0)	1.2(1.0)
10	12.2(18.3)	13.2(16.5)	1011.0(135.7)	278.0(68.5)	3.2(0.9)	1.2(1.1)
11	9.8(17.0)	10.4(14.1)	983.8(131.7)	258.8(67.6)	3.5(0.9)	1.2(1.3)
12	8.3(15.3)	8.6(11.2)	951.6(130.1)	242.1(69.2)	3.6(0.8)	1.3(2.0)
13	7.4(13.2)	7.5(7.9)	914.6(130.7)	228.0(73.4)	3.7(0.8)	1.3(2.0)
14 - 15	6.9(10.8)	6.8(4.2)	872.7(133.6)	216.4(80.1)	3.6(0.7)	1.4(2.4)

Table 4. Factor analysis of visual ADS

Variables	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Omission	.5713		
Commission	.9169		
RT mean		.9533	
RT S.D		.8654	
d ′	- .9354		
β			.9317

Table 5. Factor analysis of auditory ADS

Variables	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Omission	.9035		
Commission	.9079		
RT mean		9598	
RT S.D		.6545	
d ′	- .9703		
β			.9889

의 표준편차, 민감도(d '), 반응기준(β) - 에 대해 요인분석을 실시하였다. 요인분석 방법으로는 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 적용하였고, Va - rimax 회전하여 요인을 산출하였다.

Table 4, 5에서와 같이 ADS 시각, 청각 검사에서 모두 3개의 요인이 산출되었으며, 안정된 요인 구조를 보여주었다. 요인 1은 " 주의력 요인 "으로 누락 오류, 오경보 오류, 민감도(d ')가 포함되어 있으며, 요인 2는 " 정보처리 속도 요인 "으로 정반응시간, 정반응시간의 표준편차가 여기에 해당되고, 요인 3은 " 충동성 요인 "으로 반응기준(β)이 이에 해당된다.

3) 변별 타당도

정상 집단과 ADHD 집단간에 ADS 시각 검사 변인들의 평균치에서 유의미한 차이가 있는지를 알아보았다(Table 6). 오경보 오류 - 후반을 제외한 모든 측정치에서 두 집단간에 유의미한 차이가 있었다. 즉, ADHD 집단이 정상 집단보다 유의미하게 더 많은 누락 오류와 오경보 오류를 보였고, 정반응을 하는데 걸리는 시간이 유의미하게 더 느리며 더 비일관적인 특성을 보였다 (t= - 3.25, p<.01 ; t= - 2.90, p<.01 ; t= - 2.52, p<.05 ; t= - 4.12, p<.001). 또한 두 집단별로 시각 검사의 단계들 - 초반, 중반, 종반 - 의 평균을 비교해 보면, 오경보 오류에서 정상 집단은 검사 - 초반(M=3.83)과 중반(M=4.33)에 비해 검사 - 종반(M=7.60)에서 더 많은 오류를 범하고 있지만 ADHD 집단은 세 단계에서 모두 일정한 오경보 오류를 보였다(M=9.93, M= 9.63, M=9.03). 또한 정상 집단은 검사 초반에 비해 중반에서 정반응시간이 더 빨라지고 비교적 일관된 반응시간을 나타내는 반면에, ADHD 집단은 검사 세 단계에서 일관되게 느린 정반응시간을 보였고 검사후반으로 갈수록 더 비일관적인 정반응시간을 보였다.

정상 아동과 ADHD 아동 집단간에 ADS 청각검사 측정치에서도 유의미한 차이가 있는지를 알아보았다 (Table 7). 누락 오류 - 초반과 오경보 오류 초반, 중반, 종반을 제외한 모든 측정치에서 두 집단간에서 유의미한 차이가 있었다. ADHD 집단이 정상 집단보다 유의미하게 더 많은 누락 오류를 보였고 정반응을 하는데 걸리는 시간이 유의미하게 더 느리고 비일관적이었다

Table 6. Means & standard deviations of visual ADS for normal and ADHD group

Variables	Normal(n=30)	ADHD(n=30)	
	M[1](S.D)[2]	M(S.D)	t-value
Omission-earlier	.60(0.86)	1.90(2.09)	- 3.15**
Omission-middle	1.63(2.33)	5.03(5.00)	- 3.38**
Omission-later	4.20(3.82)	8.23(7.95)	- 2.51*
commission-earlier	3.83(4.14)	9.93(11.33)	- 2.77**
commission-middle	4.33(3.94)	9.63(8.69)	- 3.04**
commission-later	7.60(4.90)	9.03(5.49)	NS
RT mean-earlier	543.62(66.72)	584.43(87.32)	- 2.03*
RT mean-middle	330.86(87.65)	596.81(101.64)	- 2.69**
RT mean-later	499.55(85.04)	553.60(110.03)	- 2.13*
RT S.D-earlier	121.94(50.88)	178.60(89.62)	- 3.01*
RT S.D-middle	124.90(46.63)	207.08(103.12)	- 3.98**
RT S.D-later	155.10(47.71)	236.43(115.70)	- 3.55**

*$p<.05$ **$p<.01$
NS : Not Significant based on student's t-test
[1]M is the abbreviation for mean
[2]S.D. is the abbreviation for stardard deviation

Table 7. Means & standard deviations of auditory ADS for normal and ADHD group

Variables	Normal(n=30)	ADHD(n=30)	
	M[1](S.D)[2]	M(S.D)	t-value
Omission-earlier	3.87(5.66)	5.73(4.97)	NS
Omission-middle	10.87(10.75)	19.17(12.66)	- 2.74**
Omission-later	11.97(14.94)	24.50(19.36)	- 2.81**
commission-earlier	17.30(18.65)	16.23(21.46)	NS
commission-middle	11.47(12.51)	12.37(14.00)	NS
commission-later	6.17(5.92)	7.30(5.29)	NS
RT mean-earlier	1123.14(185.99)	1280.34(231.95)	- 2.90**
RT mean-middle	1083.97(203.34)	1268.43(212.16)	- 3.44**
RT mean-later	1031.04(116.07)	1186.87(168.22)	- 4.18*
RT S.D-earlier	301.99(72.95)	421.41(112.49)	- 4.88***
RT S.D-middle	322.88(99.86)	448.22(82.30)	- 5.31***
RT S.D-later	321.62(115.48)	452.82(102.27)	- 4.66***

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

(t= - 2.76, p<.001 ; t= - 4.08, p<.001 ; t= - 5.57, p<.001). 또한 두 집단별로 청각 검사의 단계들 - 초반, 중반, 종반 - 의 평균치를 비교해 본 결과, 시각 검사에서와 마찬가지로 정상 집단은 검사 후반부로 갈수록 정반응시간이 더 빨라지고 더 일관된 반응시간을 나타내는 반면에, ADHD 집단은 검사 세 단계에서 모두 느린

Table 8. Comparison of the visual and auditory ADS

Varible	Visual (n=741)	Auditory (n=750)	
	M(S.D)	M(S.D)	F-value
Omission	0.43± 0.66	1.71± 2.17	235.89***
Commission	0.77± 0.78	1.89± 2.32	156.17***
RT mean	493.53±129.01	1003.27±164.41	4664.008**
RT S.D	130.18± 56.69	301.51±104.39	1545.21***
d '	3.84± 4.08	2.59± 1.46	54.21***
Beta	1.26± 3.28	1.25± 1.41	NS

Table 9. Discriminant function

Function	Eigen-value	Cannonical Correlation	Willk's Lambda	χ^2	df	Signifi-cance
1	3.53	0.88	0.22	66.43	28	.000

Table 10. Discriminant analysis of ADS variables

		Predicted group	
		Normal	ADHD
Original group	Normal	28(93.3%)	2(6.7%)
	ADHD	0(0%)	30(100%)
96.7% of original grouped cases correctly classified			

정반응 시간을 보였고 후반으로 갈수록 더 비일관적인 반응시간을 보였다.

3. 시각 ADS와 청각 ADS의 비교

표적, 비표적 자극이 컴퓨터 스크린에 제시되는 시각 ADS에 비해 청각 ADS에서는 응시점만 제시될 뿐 아무 자극도 제시되지 않으며 헤드폰을 통해서 " 삐 "소리만 짧은 시간동안 제시되므로 시각 ADS에 비해 청각 ADS의 난이도가 더 높을 것으로 예상되었다. 시각 검사인 경우에는 난이도가 상대적으로 쉬운 편이어서 연령이 많거나 지능이 우수한 ADHD 아동들은 정상 수행을 보이는 경우가 있으므로, 이러한 문제점을 보완하여 ADS의 진단 변별력을 높이기 위해 청각 ADS를 개발하였다. 시각, 청각 ADS 검사간에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 연령과 성별을 공변인(covariance)으로 통제하여 정상 아동 집단의 자료에 대해 공변량 분석(ANCOVA)을 수행하였는데, Beta를 제외한 모든 측정치상에서 두 검사간에 유의미한 차이가 있었다 (Table 8). 예상했던 바와 같이, 시각 검사에 비해 청각 검사에서 유의미하게 높은 누락 오류점수를 보였다 (p<.0001). 즉, 시각 검사에서 누락오류 평균이 0.43

±0.66인데 비해 청각 검사에서는 1.71±2.17로 거의 4배 정도 더 높은 오류율을 보였다. 오경보 오류에서도 역시 청각 검사에서 시각 검사에 비해 유의미하게 높았다(시각 검사=0.77±0.78, 청각 검사=1.89±2.32, p<.0001). 정반응시간 평균에서 시각 검사가 청각검사보다 유의미하게 빨랐으며(493.53±129.0, 1003.27±164.41, p<.0001), 시각보다 청각 검사에서 더 큰 정반응시간의 표준편차를 보였다(130.18±56.69, 301.51±104.39, p<.0001). 민감도(d')에서 시각 검사가 청각 검사보다 유의미하게 높은 것으로 나타났으나(3.84±4.08, 2.59+1.46, p<.0001), 반응기준(Beta)에서는 두 검사간에 유의미한 차이가 없었다.

4. 판별 분석

ADS가 정상 집단과 ADHD 집단을 정확하게 분류하는지를 알아보기 위해 판별 분석을 실시한 결과, 판별함수는 유의미하였다(p<.001). 판별 함수를 이용하여 두 집단을 구분하였을 때, 전체 사례의 96.7%가 정확하게 분류되었으며, 교차 타당화(cross - validation)에서는 80%를 정확하게 분류하였다(Table 10). 정상 집단의 93.3%가 실제로 정상 집단으로 올바르게 분류되었고 ADHD 집단은 100% 정확히 ADHD 집단으로 분류되어, ADHD 문제를 가진 아동을 정확히 분류하는 비율이 더 높았다.

논 의

본 연구에서 개발된 ADS가 주의력 결핍 - 과잉운동 장애를 신뢰롭고, 타당하게 평가해주는 검사로 입증되었고, ADS를 통해 정상 집단과 ADHD 집단을 정확하게 분류할 수 있음이 시사되었다.

각 연령별 ADS 측정치들을 살펴보면 대체로 연령이 증가함에 따라 오류수가 감소하고 정반응하는데 걸리는 시간이 빨라짐을 알 수 있다. 5, 6세에서 7세보다 오류수가 작게 나타난 것은 7세부터는 ADS 수행시간이 15분이지만 5세 아동의 경우에는 5분, 6세 아동인 경우에는 10분간 ADS를 실시하므로 상대적으로 수행수가 작기 때문이다. 연령에 따라 오류수가 감소하는 경향은 주의력이 연령이 증가함에 따라 점차 발달하는 특성과 일치한다[13].

ADS의 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 .87로 ADS의 측정치들이 ADHD에서 보이는 주의력 문제를 일관성있게 평가하는 것으로 나타났다. 타당도 검증을 위해서는 시각, 청각 ADS 변인들에 대해 요인 분석, 판별분석, 그리고 정상 집단과 ADHD 집단간의 차이를 비교하였다. 요인분석 결과, 시각, 청각 검사에서 모두 동일한 3개의 요인이 산출되었다. 요인 1은 " 주의력 요인 ", 요인 2는 " 정보처리 속도 요인 ", 요인 3은 " 충동성 요인 "으로 이러한 요인 분석결과는 ADHD의 핵심적 증상과 정확하게 일치하므로, ADS가 주의집중력 장애를 진단하는 도구로써 구성 타당도(Construct Validity)가 있음이 입증되었다.

ADS 시각 검사에서 ADHD 집단이 정상 집단보다 유의미하게 더 많은 누락 오류와 오경보 오류를 보였고, 정반응을 하는데 걸리는 시간이 유의미하게 더 느리며, 더 비일관적인 특성을 보였다. 오경보 오류의 경우, 정상 집단은 검사 전반에 비해 후반부에 비표적 자극의 빈도에 영향을 받아서 오류수가 증가되는 경향을 보였지만, ADHD 집단은 비표적 자극의 빈도수와 상관없이 검사 초반부터 후반까지 비표적 자극에 대한 반응을 억제하는데 어려움이 있는 것으로 나타났으며, 이는 ADHD 아동이 근본적으로 주의집중에 어려움이 있고 인지적, 행동적으로 충동적임을 시사해주는 결과이다. 또한 정상 집단은 검사 초반에 비해 중반에서 정반응시간이 더 빨라지고 비교적 일관된 반응시간을 나타내는 반면에, ADHD 집단은 검사 세 단계에서 일관되게 느린 정반응시간을 보였고 검사 후반으로 갈수록 더 비일관적인 정반응시간을 보였다. ADHD 아동들은 청각 검사에서도 역시 정상 집단에 비해 유의미하게 많은 누락 오류를 보였고 정반응을 하는데 걸리는 시간이 더 느리고 비일관적이었으며, 검사 세 단계에서 모두 느린 정반응 시간을 보였고 후반으로 갈수록 더 비일관적인 반응시간을 보였다. 이러한 결과는 ADHD 아동들이 과제에 즉각적으로 주의집중하여 신속하고 정확하게 정보처리하는데 어려움이 있으며, 정상 아동은 반복된 과제를 수행하는 가운데 학습이 이루어져서 수행이 촉진되는 반면, ADHD 아동은 학습효과가 없으며, 오히려 반복되는 과제의 수행시 주의집중 능력상에 기복이 더욱 심해진다는 것을 나타내준다.

시각 과제에서는 오경보 오류 초반, 중반에서 정상과 ADHD 집단간에 유의미한 차이가 있었으나, 청각 과제

에서는 오경보 오류 초반, 중반, 종반 모두에서 두 집단 간에 차이가 없었다. 이는 청각 과제가 시각 과제보다 난이도가 어렵기 때문에 그러한 결과가 나왔을 가능성이 있다. 그러나 국내, 외 선행연구들[7)14-15)]에서도 일반적으로 오경보 오류는 ADHD를 진단하는데 다른 3가지 측정치보다 민감하지 못한 것으로 보고되었으므로, 청각 ADS의 오경보 오류 측정치는 누락 오류나 정반응시간, 정반응시간의 표준편차 측정치들보다 ADHD 진단시 덜 중요한 변인이라 할 수 있다.

시각 검사에 비해 청각 검사에서 약 3 4배정도 높은 누락 오류와 오경보 오류를 보였다. 정반응시간 평균에서도 시각 검사가 청각 검사보다 유의미하게 빨랐으며, 시각보다 청각 검사에서 더 큰 정반응시간의 표준편차를 보였다. 이러한 결과는 청각 검사가 시각 검사보다 난이도가 높음을 나타내주므로, 연령이 많거나 지능이 높은 경우, 혹은 주의력의 문제가 경미한 경우에는 시각 검사보다 청각 검사가 ADHD를 진단하는데 더 유용할 가능성을 나타내준다.

ADS 측정치들에 대한 판별분석을 통해 두 집단을 구분하였을 때, 전체 사례의 96.7%가 정확하게 분류되었다. 정상 집단의 93.3%가 실제로 정상 집단으로 올바르게 분류되었으며, ADHD 집단은 100% 정확히 ADHD 집단으로 분류되어 ADHD의 문제를 가진 아동을 정확히 분류하는 비율이 더 높은 것으로 나타난 결과는 ADS가 ADHD를 정확하고 민감하게 진단해 준다는 것을 입증해 주었다.

본 연구의 의의는 한국 최초로 각 연령별 규준을 확립한 자동화된 주의력장애 진단시스템을 개발하였다는데 있다. 현재까지는 임상 장면에서 ADHD의 진단평가 시 대개 미국에서 개발된 TOVA를 사용하였는데, TOVA는 가격도 비싼 편이고 미국 규준에 입각하여 결과가 해석될 뿐만 아니라 오류율도 약 15 20%[14)]나 되므로(ADS는 3.3%), ADS를 TOVA 대신 사용함으로써 외화도 절감하고 한국 규준에 입각하여 ADHD 아동, 청소년들을 더 정확하게 평가할 수 있게 되었다. 그러나 본 연구에서는 연령별 규준만 산출하였을 뿐 남, 녀별 규준은 산출하지 못하였다. ADHD는 유병율에서 성차가 있고, 증상의 심한 정도에서도 남, 녀간에 차이가 있으므로, 앞으로는 남, 녀 별 규준을 마련하는 연구가 이루어져야 하겠다. 또한 어떤 ADHD 아동은 시각, 청각 ADS에서 모두 문제를 보이지만, 어떤 아동은 시각 검사에서만, 혹은 청각 검사에서만 문제를 보이는 경우가 종종 있다. 이러한 결과가 검사의 난이도가 다르기 때문인지, 아니면 아동의 시각, 청각 모드의 생물학적 차이 때문인지를 규명하는 연구가 이루어져야 하겠다.

References

1) **정경미**(1991) : 과제유형과 피드백이 주의력 결핍 과잉활동아의 주의과정에 미치는 효과. 연세대학교 대학원 석사학위논문
2) **김은이**(1995) : 지각판단 과제의 난이도를 통한 주의력 결핍/과잉활동장애의 계층적 진단기법 개발. 연세대학교 대학원 석사학위논문
3) **Dupey TR, Greenberg LM**(1993) : T.O.V.A. Manual. LA, U.A.D.
4) **Sostek, Buchsbaum, Rapport**(1980) : Effect of amphetamine on vigilance performance in normal and hyperactive children. J Abn Child Psychol 8 : 491-500
5) **Dykman RA, Ackerman PT, Oglesby DM**(1979) : Selective and sustained attention in hyperactive, learning disabled, and normal boys. J Nerv Ment Disord 167 : 288-297
6) **O'Dougherty M, Neuchterlein KH, Drew B**(1984) : Hyperactive and hypoxic children : signal detection, sustained attention, and behavior. J Abn Psychol 93 : 178-191
7) **Meere, Vreeling, Sergeant**(1992) : A motor presenting study in hyperactive, learning disabled, and control children. J Child Psychiatry 33(8) : 1347-1354
8) **홍강의, 김종흔, 신민섭, 안동현**(1996) : 주의산만, 과잉운동을 주소로 소아정신과를 방문한 아동의 진단적 분류와 평가. 소아 · 청소년 정신의학 7 : 190-202
9) **American Psychiatry Association**(1984) : Diagnostic and Statistical manual and Mental disorders. Fourth Ed. Washington DC, Auther
10) **Conners CK**(1985) : The Conners rating scales : instruments for the assessment of childhood psychopathology : unpublished manuscript. Washington DC
11) **오경자, 이혜련**(1989) : ADHD 평가 도구로서의 단축형 Conners 평강척도 연구. 대한신경정신의학회 추계학술대회. 서울, 대한신경정신의학회
12) **홍강의, 신민섭, 조성준**(1999) : 주의력장애 진단 시스템 사용설명서. 서울, 한국 정보공학
13) **Barkley RA**(1990) : Attention Deficit Hyperactivity Disorder : A handbook for Diagnosis and Treatment.

The Guildford Press, New York
14) 고승희, 신민섭, 홍강의(1996) : KEDI-WISC와 TOVA를 이용한 소아정신과 장애별 주의력 문제와 인지적 특성에 관한 연구. 한국심리학회지 임상 15 : 165-178
15) 신민섭, 오경자, 홍강의(1995) : 주의력결핍 과잉활동장애 아동에서 약물단독 치료와 부모훈련 병합치료의 효과 비교. 소아 · 청소년정신의학 6(1) : 65-73

ABSTRACT *Korean J Child & Adol Psychiatr 11 : 91~99, 2000*

A STUDY OF THE DEVELOPMENT AND STANDARDIZATION OF ADHD DIAGNOSTIC SYSTEM

Min Sup Shin, Ph.D., Sungzoon Cho, Ph.D.,
Sun Young Chun, M.A., Kang-E Hong, M.D., Ph.D.

Department of Child-Adolescent Psychiatry, College of Medicine Seoul National University, Seoul

Objectives : Present study developed the computerized ADHD Diagnostic System(ADS) in order to diagnose ADHD and evaluate treatment effect of it, and conducted a standardization study for ADS.

Methods : The normative group was composed of 847 children and adolescents between the age of 5 and 15(boy 429, girl 418) living in the areas of Seoul, Kyunggi-do, and Kangwon-do. 30 ADHD children with age ranged 7 to 9 years were participated present study to evaluate the validity of ADS. To establish the norms for diagnosing ADHD, the means and standard deviations of normative group were used to calculate T-scores for each age group.

Results : The reliability coefficient of ADS(Cronbach's α) was .85. There were significant differences in the measures of ADS except commission error between the normal and the ADHD groups. Three factors were extracted through factor analysis of ADS, which were labelled "inattention", "slow information processing" and "impulsivity". Discriminant analysis showed that ADS significantly discriminate the normal and the ADHD groups. Percentage of correct classification by ADS variables was 96.7%.

Conclusion : These results put together strongly support the reliability and validity of ADS as a diagnostic instrument for ADHD.

KEY WORDS : ADHD · ADS · Standardization study.