

## 조현병 환자가 시행한 주의력 네트워크 검사 점수의 검사-재검사 신뢰도

계요의료재단 계요병원 정신건강의학과,<sup>1</sup> 과학기술연합대학원대학교 의학물리학과,<sup>2</sup>  
한국표준과학연구원 첨단측정장비연구소,<sup>3</sup> 김제미래병원,<sup>4</sup> 건양대학교병원 정신건강의학과<sup>5</sup>  
이재창<sup>1</sup> · 김지은<sup>2,3</sup> · 김민영<sup>3</sup> · 양지선<sup>4</sup> · 한명훈<sup>5</sup> · 권혁찬<sup>3</sup> · 김기웅<sup>2,3</sup>  
임상현<sup>2,3</sup> · 정은의<sup>5</sup> · 김지웅<sup>5</sup> · 임우영<sup>5</sup> · 이상민<sup>5</sup> · 김승준<sup>5</sup>

### Test-Retest Reliability of Attention Network Test Scores in Schizophrenia

Jae-Chang Lee, M.D.,<sup>1</sup> Ji-Eun Kim, M.S.,<sup>2,3</sup> Min-Young Kim, Ph.D.,<sup>3</sup> Jisun Yang, M.D.,<sup>4</sup>  
Myung-Hun Han, M.D.,<sup>5</sup> Hyukchan Kwon, Ph.D.,<sup>3</sup> Kiwoong Kim, Ph.D.,<sup>2,3</sup>  
Sanghyun Lim, M.S.,<sup>2,3</sup> Eun-eui Jung, Ph.D.,<sup>6</sup> Ji-Woong Kim, M.D., Ph.D.,<sup>5</sup>  
Woo-Young Im, M.D.,<sup>5</sup> Sang-Min Lee, M.D., Ph.D.,<sup>5</sup> Seung Jun Kim, M.D., Ph.D.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Psychiatry, Keyo Hospital, Keyo Medical Foundation, Uiwang, Korea

<sup>2</sup>Department of Medical Physics, University of Science and Technology, Daejeon, Korea

<sup>3</sup>Advanced Instrumentation Institute, Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon, Korea

<sup>4</sup>Mirae Hospital, Gimje, Korea

<sup>5</sup>Department of Psychiatry, Konyang University Hospital, Daejeon, Korea

210

#### ABSTRACT

**Objectives** : Although the Attention Network Test(ANT) has been widely used to assess selective attention including alerting, orienting, and conflict processing, data on its test-retest reliability are lacking for clinical population. The objective of the current study was to investigate test-retest reliability of the ANT in healthy controls and patients with schizophrenia.

**Methods** : Fourteen patients with schizophrenia and 23 healthy controls participated in the study. They are tested with ANT twice with 1 week interval. Test-retest reliability was analyzed with Pearson and Intra-class correlations.

**Results** : Patients with schizophrenia showed high test-retest correlations for mean reaction time, orienting effect, and conflict effect. Also, they showed moderate to high test-retest correlations for mean accuracy and moderate test-retest correlations for alerting effect and conflict error rate. On the other hand, healthy controls revealed high test-retest correlations for mean reaction time and moderate to high test-retest correlations for conflict error rate. In addition, they revealed moderate test-retest correlations for alert effect, orienting effect, and conflict effect.

**Conclusions** : The mean reaction time, alerting effect, orienting effect, conflict effect, and conflict error rate of ANT showed acceptable test-retest reliabilities in healthy controls as well as patient with schizophrenia. Therefore, the analyses of these reliable measures of ANT are recommended for case-control studies in patients with schizophrenia.

**KEY WORDS** : Schizophrenia · Attention network test · Reliability.

**Received:** December 10, 2017 / **Revised:** December 22, 2017 / **Accepted:** December 24, 2017

This research was supported by Development of Next-generation Measurement Technology for Biomagnetic Resonance funded by Korea research Institute of Standards and Science(KRISS-2016-GP2016-0029).

**Corresponding author:** Seung Jun Kim, Department of Psychiatry, Konyang University Hospital, 158 Gwanjeodong-ro, Seo-gu, Daejeon 35365, Korea

Tel : 042) 600-9160 · Fax : 042) 600-9251 · E-mail : nujeless@kyuh.ac.kr

주의력 네트워크 검사(Attention Network Test)는 선택적 주의력(selective attention)을 평가할 수 있는 대표적인 신경심리검사이다.<sup>1)</sup> 주의력 네트워크 검사를 통해 각성(alerting), 지향(orienting), 갈등처리(conflict processing)로 불리는 세 가지 독립적인 주의력 요소들을 동시에 측정할 수 있다. 각성이란 각성 상태를 유지하면서 순간적으로 발생하는 신호에 상동적으로 반응하는 능력을, 지향이란 단서가 목표 자극의 위치를 미리 알려줄 때 이러한 공간적 단서를 활용하는 능력을, 갈등처리란 목표 자극 인식에 혼란을 주는 주위 자극들로 인한 갈등을 해결하는 능력으로 정의된다.

주의력 네트워크 검사는 행동학적인 주의력 측정뿐만 아니라 내재적 연결망(intrinsic connectivity network), 사건 관련 유발전위(event-related potential), 심박 변이율(heart rate variability) 등과 같이 주의력과 연관된 다양한 생리학적 지표들을 연구하기 위한 검사 도구로 광범위하게 사용되고 있다. 기존 연구들에 의하면 전두-두정엽(fronto-parietal) 주의력 네트워크의 기능적 연결성이 주의력 네트워크 검사의 수행 정도와 관련이 있고,<sup>2)</sup> 후방 N1 진폭의 증가가 각성 및 지향 능력과, 전두엽 및 두정엽 부위의 P3 진폭 조율이 갈등처리 능력과 관련이 있으며,<sup>3)</sup> 낮은 심박 변이율이 갈등처리 능력의 저하와 관련이 있는 것으로 나타났다.<sup>4)</sup>

조현병은 망상, 와해된 언어, 극도로 와해된 혹은 긴장증적 행동, 음성 증상을 주 증상으로 보이는 대표적인 정신과적 질환이다. 조현병 환자들은 앞서 언급한 주 증상 이외에도 인지기능의 저하를 보이는데 처리 속도, 작업 기억력, 언어 기억, 시각 기억, 추론 및 문제 해결, 사회 인지 등 대부분의 인지 영역에서 일반인에 비해 저하된 모습을 보일 뿐만 아니라, 주의력, 그 중에서도 특히 선택적 주의력 검사의 두드러진 수행 저하를 나타낸다.<sup>5-7)</sup>

조현병 환자에서 뚜렷하게 관찰되는 선택적 주의력 저하를 연구하기 위해 앞서 언급한 주의력 네트워크 검사를 사용한 많은 연구들이 이루어졌다. 기존 연구에 의하면 조현병 환자들은 일반인에 비해 주의력 네트워크 검사의 전반적 수행능력이 떨어지며, 세 가지 주의력 요소 중 특히 갈등처리에서 어려움을 보이는 것으로 알려져 있다.<sup>8-12)</sup> 또한 주의력 네트워크 검사 수행 중 조현병 환자의 사건관련 유발전위를 측정하는 연구에 따르면, 조현병 환자에서는 일반인과 달리 두정엽 부위의 P3 진폭 조율 상 결함이 나타나며,<sup>10)</sup> 이러한 결함은 환자의 나이 및 유병 기간과 무관한 것으로 나타났다.<sup>11)</sup>

이처럼 많은 연구자들이 조현병 환자의 주의력 연구를 위해 일반인과 주의력 차이를 비교하는 용도로 주의력 네트워크 검사를 널리 활용하고 있지만, 동일 연구대상자가 주의

력 네트워크 검사를 여러 번 시행했을 때 일관된 검사 결과가 나오는지, 즉 주의력 네트워크 검사의 신뢰도가 어떠한지를 검증한 연구는 매우 드물다. 또한 소수의 기존 연구들도 대부분 일반인을 대상으로 이루어졌으며 조현병 환자의 본 검사 신뢰도에 대해서는 알려진 바가 거의 없다. 만약 조현병 환자의 본 검사 신뢰도가 일반인에 미치지 못한다면, 주의력 네트워크 검사를 사용하여 조현병 환자와 일반인의 구간 비교를 시행한 기존 연구 결과들을 일반화하기가 어렵게 된다. 더불어 주의력은 나이에 따라 감퇴하고 이러한 경향은 일반인보다 조현병 환자에게 두드러지는 것으로 알려져 있으므로 검사-재검사 사이의 기간이 너무 길 경우 정확한 검사-재검사 신뢰도 측정이 불가능하며, 반대로 이 기간이 너무 짧을 경우 학습 효과로 인해 동일한 어려움이 발생한다.

본 연구에서는 이상의 문제들을 극복하기 위해 조현병 환자 및 일반인을 대상으로 주의력 네트워크 검사를 일주일 간격으로 두 번 시행한 후 검사-재검사 신뢰도를 측정하여 이 검사의 심리측정적 특성(psychometric properties)을 살펴보고자 하였다.

## 방 법

### 1. 대 상

연구대상자는 19세 이상 60세 미만의 성인 남녀로서 조현병 환자와 일반인을 대상으로 하였다. 조현병 환자군은 DSM-IV-TR 진단 기준에 따라 조현병으로 진단 받은 환자들이었고, 일반 대조군은 정신과적 질환의 과거력이나 직계 가족 내 주요 정신과적 질환의 가족력이 없는 사람들이었다. 연구대상자 모집을 위해 조현병 환자군의 경우 건양대학교병원 정신건강의학과 외래 치료 중인 환자들을 대상으로 모집하였고, 일반 대조군의 경우 인터넷 구인 광고를 통해 조현병 환자군과 성별, 연령을 유사하게 짝지어 모집하였다. 전자기 신호의 왜곡이 일어날 수 있는 상태의 연구대상자(예 : 두부에 금속성 물질이 삽입되어 있는 사람 등), DSM-IV-TR 진단 기준상 알코올 혹은 약물 의존에 해당하거나, 지난 1년 이내 알코올 혹은 약물 남용의 진단을 받은 경우, 전체 지능지수가 70 미만인 경우, 교육 기간이 9년 이하인 경우, 두부 외상, 경련이나 기타 신경학적 질환이 있는 경우, 이학적 혹은 임상병리학적 검사 상 임상적으로 유의한 비정상 소견이 있는 경우에는 실험에서 제외하였다. 본 연구는 건양대학교병원 임상시험위원회(Institutional Review Board)의 승인 후에 수행되었고 모든 연구대상자들은 연구원으로부터 연구 과정에 대해 설명을 듣고 참여 동의서에 서명을 한 후 연구에 참여하였다.

## 2. 과 정

정신건강의학과 외래에서 정신건강의학과 전문의, 전공의 및 임상심리사가 연구대상자들의 인구학적 자료 조사, 정신과적 진단 평가, 지능 평가, 조현병 환자군의 임상 증상 평가 및 복용 약물 조사를 시행하였다. 연구대상자들의 정신과적 진단 평가를 위해 DSM-IV 제1축 장애 진단을 위한 구조화된 임상적 면담(Structured Clinical Interview for DSM-IV axis I, SCID-I)<sup>13)</sup>을 연구대상자들의 지능을 평가하기 위해 단축형 한국판 성인용 웨슬러 지능검사(Korean-Wechsler Adult Intelligence Scale, K-WAIS)<sup>14)</sup>를 조현병 환자의 임상 증상을 평가하기 위해 The Positive and Negative Syndrome Scale(이하 PANSS)<sup>15)</sup> 측정을 시행하였다. 이후 연구대상자들을 대상으로 일주일 간격으로 두 번 동일한 시간에 주의력 네트워크 검사를 수행하였다. 조현병 환자의 경우 정신건강의학과 전문의 혹은 전공의가 두 회차 간 임상 증상 및 약물 사용의 변화가 없음을 확인하였다.

## 3. 도 구

### 1) 주의력 네트워크 검사

주의력 네트워크 검사는 화면에 나타나는 목표 화살표의 방향이 오른쪽인지 왼쪽인지를 최대한 빨리 응답하는 검사이다. 목표 화살표는 화면 중앙에 위치한 십자가의 위 혹은 아래에 나타난다. 목표 화살표가 나타나기 직전에 단서 없음(no cue), 중복 단서(double cue), 중앙 단서(center cue), 공간 단서(spatial cue) 중 하나의 단서가 제시된다. 단서 없음일 경우 아무런 자극 없이 바로 목표 화살표가 나타나고, 중복 단서일 경우 중앙 십자가 양쪽에 별표가 나타났다가 사라지며, 중앙 단서의 경우 중앙 십자가 위치에 별표가 나타났다가 사라지고, 공간 단서의 경우 이후 목표 화살표가 나타날 위치(위 혹은 아래)에 별표가 나타났다가 사라진다. 이러한 단서 제시 직후 목표 화살표가 나타나는데 목표 화살표 좌우에 동일한 크기의 화살표 혹은 실선이 두 개씩 함께 제시된다. 이 때 양측에 놓인 네 개의 화살표의 방향이 목표

화살표의 방향과 일치할 경우 일치(congruent) 조건, 양측 화살표들이 목표 화살표의 방향과 다를 경우 불일치(incongruent) 조건, 양측에 실선이 제시될 경우 중립(neutral) 조건에 해당된다. 총 288회 시행(trial)으로 구성되어 있으며 한 시행 당 4초가 소요되므로 검사 당 총 19.2분이 소요된다. 주의력 네트워크 검사에서 연구대상자의 각성 효과는 단서 없음 조건의 반응시간(reaction time)에서 중복 단서 조건의 반응시간을 뺀 값으로, 지향 능력은 중앙 단서 조건의 반응시간에서 공간 단서 조건의 반응시간을 뺀 값으로, 갈등처리 능력은 일치 조건의 반응시간에서 불일치 조건의 반응시간을 뺀 값으로 측정된다. 또한, 각성 오답률(error rate)은 단서 없음 조건의 오답률(error rate)에서 중복 단서 조건의 오답률을 뺀 값으로, 지향 오답률은 중앙 단서 조건의 오답률에서 공간 단서 조건의 오답률을 뺀 값으로, 갈등처리 능력은 일치 조건의 오답률에서 불일치 조건의 오답률을 뺀 값으로 측정된다.

검사에 대한 연구대상자들의 이해도를 높이기 위해 실제 검사 시행 전 연습 과제를 수행하도록 하였다. 연습 과제는 주의력 네트워크 검사 48회 시행으로 구성되어 있다. 연습 과제 시행 전, 화살표의 방향이 오른쪽일 경우 오른손 세 번째 손가락으로, 화살표의 방향이 왼쪽일 경우 오른손 두 번째 손가락으로 버튼을 최대한 빠르게 누를 것을 지시하였고, 연습 과제 중에는 실제 검사와 달리 연구대상자의 반응에 따라 “맞습니다.”, “틀렸습니다.”, “버튼을 누르지 않았습니다.”와 같은 피드백을 화면에 글자로 제시하였다. 이러한 연습 과제를 통해 검사 방법에 대해 충분히 숙지를 한 후 실제 검사를 시행하였다. 본 연구에 사용한 주의력 네트워크 검사는 LabVIEW로 제작되었다. 주의력 네트워크 검사의 개요를 Fig. 1에 제시하였다.

## 4. 통계 분석

통계 프로그램은 R 프로그래밍 언어를 사용하였다. 두 군간의 인구학적, 임상적 변인을 비교하기 위해 변인 특성

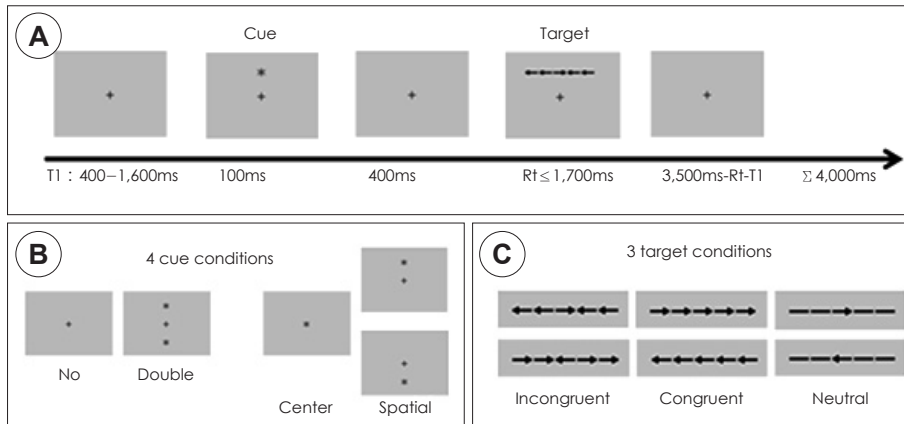


Fig. 1. Illustration of the experimental procedure of the ANT. A : An example of the sequence of events of the experimental procedure, B : four cue conditions, and C : three target conditions.

에 따라 카이제곱(chi-square) 검정, 독립표본 t 검정(independent sample t-test)을 시행하였다. 동일 회차 내 두 군 간의 집중력 네트워크 검사 결과를 비교하기 위해 독립표본 t 검정을 시행하였다. 동일 군내 두 회차 간 집중력 네트워크 검사의 연습 효과를 분석하기 위해 대응표본 t 검정(paired samples t-test)을 시행하였다. 검사-재검사 신뢰도를 측정하기 위해 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)와 급내 상관계수(intra-class correlation coefficient)를 구하였다. 급내 상관계수는 두 회차 간 절대값의 차이를 검증하는데 피어슨 상관계수보다 효과적인 것으로 알려져 있다.<sup>16)</sup> 피어슨 및 급내 상관계수가 0.7 이상일 경우 강한 상관관계로, 0.4에서 0.7 사이일 경우 중간 정도의 상관관계로, 0.4 이하일 경우 낮은 정도의 상관관계로 판단하였다. 모든 분석의 통계적 유의 수준은 양방향  $p < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

조현병 환자 14명, 일반인 23명이 본 연구에 참여하였다. 참가자의 인구학적, 임상적 특성은 Table 1과 같다.

### 1. 동일 회차 내 분석

첫 번째 기준 검사(baseline test)시 조현병 환자군과 일반 대조군 간 집중력 네트워크 검사의 평균 반응시간, 정확도,

각성·지향·갈등처리 효과 및 오답률의 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다. 두 번째 재검사(retest) 시 조현병 환자군이 일반 대조군에 비해 유의하게 느린 평균 반응시간을 보였고( $t=2.624$ ;  $p < 0.05$ ), 정확도, 각성·지향·갈등처리 처리 효과 및 오답률의 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다.

### 2. 연습 효과 분석

조현병 환자군의 경우 첫 번째 기준 검사보다 두 번째 재검사 시 각성 효과가  $33.59 \pm 16.3\text{ms}$ 에서  $47.22 \pm 18.9\text{ms}$ 로 유의미하게 증가하였다( $t=-2.813$ ;  $p < 0.05$ ). 평균 반응시간, 정확도, 지향·갈등처리 효과 및 오답률에서는 유의미한 학습효과가 나타나지 않았다. 일반 대조군의 경우 모든 변인에서 유의미한 학습효과는 관찰되지 않았으나, 첫 번째 기준 검사보다 두 번째 재검사 시 평균 반응시간이 감소하고( $t=2.051$ ;  $p=0.052$ ) 정확도가 증가하는 경향을 보였다( $t=-2.069$ ;  $p=0.051$ ).

### 3. 검사-재검사 신뢰도 분석

조현병 환자군과 일반 대조군별로 집중력 네트워크 검사 결과 및 검사-재검사 신뢰도 분석 결과를 Table 2, 3에 제시하였다. 평균 반응시간의 경우 피어슨 상관계수 및 급내 상관계수 상 검사-재검사간의 높은 상관관계가 조현병 환자군과 일반 대조군 모두에게 나타났다. 정확도의 경우 조

**Table 1.** Demographic and clinical characteristics of patients with schizophrenia and healthy control subjects at baseline

	Patients with schizophrenia	Controls	$p$	$\chi^2$	$t$
N(female/male)	14(5/9)	23(13/10)	n.s. <sup>a</sup>	1.508	
Age(years)	$38.6 \pm 11.5$	$32.9 \pm 8.4$	n.s. <sup>b</sup>		1.764
Education(years)	$13.1 \pm 1.8$	$15.4 \pm 2.9$	$< 0.05^b$		-2.654
DOI(years)	$14.1 \pm 9.2$	-	-		
CPZ eq.(mg/d)	$639.3 \pm 353.9$	-	-		
PANSS positive	$12.3 \pm 3.6$	-	-		
PANSS negative	$14.3 \pm 5.0$	-	-		
PANSS general	$25.8 \pm 6.1$	-	-		
IQ	$98.6 \pm 9.8$	$110.3 \pm 8.3$	$< 0.001^b$		1.764

a :  $\chi^2$  test, b : t-test for independent samples. DOI : duration of illness, PANSS : Positive and Negative Syndrome Scale, CPZ eq. : chlorpromazine equivalents

**Table 2.** Behavioral Attention Network Test scores and test-retest reliability results in patients with schizophrenia

	Baseline	Retest	$r$	ICC
Mean RT(ms)	$609.77 \pm 133.2$	$578.00 \pm 88.3$	0.876**	0.893**
Mean Accuracy(%)	$98.71 \pm 1.6$	$98.93 \pm 1.3$	0.643*	0.772*
Alerting effect(ms)	$33.59 \pm 16.3$	$47.22 \pm 18.9$	0.478	0.642*
Orienting effect(ms)	$50.87 \pm 30.7$	$59.64 \pm 25.0$	0.711*	0.821*
Conflict effect(ms)	$88.64 \pm 43.7$	$76.80 \pm 35.4$	0.851**	0.908**
Alerting ER(%)	$-0.40 \pm 2.2$	$-0.60 \pm 1.3$	0.324	0.442
Orienting ER(%)	$0.00 \pm 1.1$	$0.10 \pm 0.7$	-0.207	-0.448
Conflict ER(%)	$1.26 \pm 3.0$	$0.97 \pm 1.4$	0.536*	0.583

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.001$ . RT : reaction time, ER : error rate,  $r$  : Pearson's  $r$ , ICC : intra-class correlation

**Table 3.** Behavioral Attention Network Test scores and test-retest reliability results in healthy controls

	Baseline	Retest	r	ICC
Mean RT(ms)	534.70±73.6	511.58±65.3	0.704**	0.822**
Mean accuracy(%)	98.57±1.8	99.31±0.8	0.360	0.407
Alerting effect(ms)	33.59±16.3	47.22±18.9	0.520*	0.664*
Orienting effect(ms)	38.87±34.8	47.05±28.5	0.408	0.571*
Conflict effect(ms)	93.81±28.1	89.33±25.6	0.455*	0.624*
Alerting ER(%)	-0.72±2.5	-0.06±1.1	-0.467*	-1.077
Orienting ER(%)	0.54±1.5	0.06±1.8	0.183	0.305
Conflict ER(%)	1.95±3.6	1.90±2.5	0.603*	0.723*

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.001$ . RT : reaction time, ER : error rate, r : Pearson's  $r$ , ICC : intra-class correlation

현병 환자군에서는 피어슨 상관계수 상 중간 정도의, 급내 상관계수 상 높은 상관관계를 보였으나, 일반 대조군에서는 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다.

각성·지향·갈등처리 효과의 경우 조현병 환자군에서는 각성 효과에서 급내 상관계수 상 중간 정도의, 지향 및 갈등처리 효과에서 피어슨 상관계수 및 급내 상관계수 상 높은 상관관계를 보였다. 한편, 일반 대조군에서는 각성 효과에서 피어슨 상관계수 및 급내 상관계수 상 중간 정도의 상관관계를, 지향 효과에서 급내 상관계수 상 중간 정도의 상관관계를, 갈등처리 효과에서 피어슨 상관계수 및 급내 상관계수 상 중간 정도의 상관관계를 나타냈다.

각성·지향·갈등처리 오답률의 경우 조현병 환자군에서는 갈등처리 오답률에서 피어슨 상관계수 상 중간 정도의 상관관계를 보였으며, 각성 및 지향 오답률에서는 유의미한 상관관계가 관찰되지 않았다. 한편, 일반 대조군에서는 각성 오답률에서 피어슨 상관계수 상 중간 정도의 역상관관계를, 갈등처리 오답률에서 피어슨 상관계수 상 중간 정도의, 급내 상관계수 상 높은 상관관계를 나타냈고, 지향 오답률에서는 유의미한 상관관계를 보이지 않았다.

## 고 찰

본 연구는 일주일이라는 단 기간의 검사-재검사를 통해 조현병 환자와 일반인을 대상으로 집중력 네트워크 검사의 신뢰도를 측정한 연구이다. 연구 결과 조현병 환자들은 평균 반응시간, 지향 효과, 갈등처리 효과에서 높은 상관관계를, 정확도에서 중간부터 높은 상관관계를, 각성 효과와 갈등처리 오답률에서 중간 정도의 상관관계를 보였다. 한편, 일반인은 평균 반응시간에서 높은 상관관계를, 갈등처리 오답률에서 중간부터 높은 상관관계를, 각성·지향·갈등처리 효과에서 중간 정도의 상관관계를, 각성 오답률에서 중간 정도의 역상관관계를 보였다.

상기 연구 결과를 보다 자세히 살펴보면 조현병 환자군과 일반 대조군에서 모두 중간 정도 이상의 신뢰도를 보이

는 집중력 네트워크 검사의 항목은 평균 반응시간, 각성 효과, 지향 효과, 갈등처리 효과, 갈등처리 오답률로 나타났다. 그러므로 조현병 환자군 대 일반 대조군 실험을 시행할 때, 상기 항목들의 결과를 비교하는 것이 신뢰도 측면에서 추천된다. 정확도의 경우 조현병 환자군에서 중에서 상 수준의 상관관계를 보였으나 일반 대조군에서는 신뢰도 값이 통계적으로 유의하지 않았고, 각성 오답률의 경우 일반 대조군에서 중간 수준의 역상관관계를 보였으나 조현병 환자군에서 신뢰도 값이 통계적으로 유의하지 않았으며, 지향 오답률의 경우에는 조현병 환자와 일반인 모두에서 신뢰도가 통계적으로 유의하지 않았으므로 실험 결과 분석에 사용하지 않는 것이 좋을 것이다.

이상의 연구 결과는 Hahn 등<sup>17)</sup>의 연구 결과와 매우 유사하다. Hanh 등의 연구는 저자들이 아는 한 조현병 환자를 대상으로 집중력 네트워크 검사의 신뢰도를 측정할 유일한 기존 연구이다. Hahn 등은 45명의 조현병 환자와 55명의 일반인을 대상으로 평균 7.4개월 간격으로 주의력 네트워크 검사를 두 차례 시행하여 주의력 네트워크 검사의 검사-재검사 신뢰도를 측정하였다. 이러한 Hahn 등의 연구 결과를 살펴보면 조현병 환자군과 일반 대조군에서 모두 통계적으로 유의미한 중간 정도 이상의 신뢰도를 보이는 집중력 네트워크 검사 항목은 평균 반응시간과 갈등처리 효과로 나타났고, 각성 효과와 지향 효과의 경우 통계적 유의성은 보이나 상관 관계가 하에서 중간 정도 사이로 나타났으며, 정확도, 각성 오답률, 지향 오답률, 갈등처리 오답률의 경우 조현병 환자군 혹은 일반 대조군에서 통계적으로 유의미한 신뢰도 결과가 없었다. 이러한 결과를 바탕으로 Hahn 등은 조현병 환자를 대상으로 한 환자 대조군 연구 시 평균 반응시간과 갈등처리 효과의 분석을 추천하였고, 각성 효과와 지향 효과의 경우 결과 분석 시 해석에 주의를 권고하였으며, 정확도와 세 가지 오답률 항목들은 결과 분석에 사용하지 말 것을 추천하였다.

본 연구와 Hahn 등의 연구 결과의 공통점을 살펴보면, 본 연구에서 통계적으로 유의미한 신뢰도를 보이는 항목들

이 Hahn 등의 연구에서도 거의 대부분 동일한 결과를 보였다. 본 연구와 Hahn 등의 연구에서 공통적으로 결과 분석에 사용할만한 신뢰도를 보인 집중력 네트워크 검사 항목은 평균 반응시간과 갈등처리 효과였고, 두 연구의 결과가 상반되는 항목은 각성 효과, 지향 효과, 갈등처리 오답률이었으며, 두 연구 모두에서 신뢰도의 문제가 발견된 항목은 정확도, 각성 오답률, 지향 오답률이었다. 흥미로운 점은 두 연구 결과를 함께 고려해서 도출한 결론은 일반인만을 대상으로 한 기존 연구들의 결과와 대부분 일치한다는 것이다.<sup>1,18,19</sup> 예를 들어, 일반인을 대상으로 집중력 네트워크 검사를 시행한 15개 개별 연구들을 종합한 메타분석 연구 결과에 따르면 각성·지향·갈등처리 효과 항목들의 반분 신뢰도(split-half reliability)는 각각 0.20, 0.32, 0.65이고, 각성·지향·갈등처리 오답률 항목들의 반분 신뢰도는 각각 0.06, 0.14, 0.71로 갈등처리 효과 및 오답률의 신뢰도가 다른 항목들에 비해 높음을 보여주는데,<sup>20</sup> 조현병 환자군을 포함한 본 연구와 Hahn 등의 연구에서도 앞서 언급한 대로 유사한 결과가 나타난다. 이는 집중력 네트워크 검사 항목들의 신뢰도 양상이 조현병 환자군과 일반인에서 큰 차이가 없음을 시사한다.

그러나 본 연구와 Hahn 등의 연구 결과의 차이점도 존재하는데 본 연구에서 중에서 상의 신뢰도를 나타내는 항목들이 Hahn 등의 연구에서 하에서 중의 신뢰도를 보이며, 이처럼 상대적으로 낮은 신뢰도를 보이는 항목들은 일반대조군에 비해 조현병 환자군에서 많이 발견된다. 이러한 신뢰도의 차이는 일차적으로 검사-재검사 사이 기간의 차이에 의한 것일 가능성이 있는데, 본 연구의 경우 일주일 간격으로 검사-재검사를 시행했으므로 노화 및 조현병의 진행에 따른 주의력 저하 가능성이 거의 없는 반면, Hahn 등의 연구의 경우 평균 7.4개월의 차이를 두고 검사-재검사를 시행했으므로 노화 및 조현병의 진행에 의한 주의력 저하의 가능성이 상대적으로 높다. 그러나 이러한 추정을 검증하기 위해서는 동일한 조현병 환자들에게 3번 이상의 집중력 네트워크 검사를 시행하는 종단적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

집중력 네트워크 검사의 검사-재검사 신뢰도를 측정하기 위해 얼마만큼의 검사-재검사 기간을 가지는 것이 적절한지는 아직까지 명확히 알려진 바가 없다. 앞서 언급한 일반인을 대상으로 한 관련 연구들은 대부분 반분 신뢰도 분석을 사용했기 때문에 한 번의 측정만으로 신뢰도를 평가하였다. 한편, Yoko 등은 일반인과 다발성 경화증 환자를 대상으로 집중력 네트워크 검사의 검사-재검사 신뢰도를 측정하였는데, 일반인의 경우에는 평균 8.6일 간격으로 10번을, 다발성 경화증 환자의 경우에는 1달 간격으로 6번을 측

정하였다.<sup>21,22</sup> 이러한 기존 연구를 참고한다면, 본 연구에서 채택한 1주일 간격의 검사-재검사 기간은 집중력 네트워크 검사의 검사-재검사 신뢰도를 측정하기에 무리가 없을 것으로 판단된다.

마지막으로, 본 연구에서 검사-재검사 신뢰도가 높은 것으로 밝혀진 집중력 네트워크 검사의 항목들은, 조현병 환자들을 대상으로 집중력 네트워크를 시행한 기존 연구 결과상 일반인에 비해 유의한 차이를 보이는 항목들을 포함하고 있다. 앞서 서론에서 언급한 대로 조현병 환자들은 일반인에 비해 평균 반응시간이 길고, 갈등처리 효과가 증가하는 것으로 알려져 있는데,<sup>8-12</sup> 이때 통계적 유의성을 보이는 평균 반응시간과 갈등처리 효과 항목은 본 연구에서 신뢰도가 가장 높은 것으로 알려진 두 항목이다. 일반적으로 신뢰도가 높은 검사를 시행하여 그 결과를 분석할 때 통계적 유의성을 입증할 가능성이 높다는 점을 고려해 본다면, 평균 반응시간 및 갈등처리 효과 항목에 대해 조현병 환자에서 유의한 결과를 얻은 것은 본 연구 결과가 보여주는 상기 항목들의 높은 신뢰도가 부분적으로 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째 실험대상자, 특히 조현병 환자의 수가 충분하지 않아 본 연구 결과를 조현병 환자군의 결과로 일반화하기에는 제한이 있다. 앞으로 보다 많은 조현병 환자들을 대상으로 한 관련 연구들이 필요할 것으로 보인다. 둘째, 조현병 환자의 임상 증상을 평가하는 PANSS를 첫 번째 기준검사 때만 시행하였고 두 번째 재검사 때는 시행하지 않아 두 검사 기간 사이의 임상 증상의 변화를 객관적으로 파악하지 못하였다. 그러나 본 연구의 검사-재검사 기간이 일주일로 매우 짧았으므로 그 사이 조현병 환자의 임상 증상의 변화는 크지 않았을 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- (1) Fan J, McCandliss BD, Sommer T, Raz A, Posner MI. Testing the efficiency and independence of attentional networks. *J Cogn Neurosci* 2002;14:340-347.
- (2) Markett S, Reuter M, Montag C, Voigt G, Lachmann B, Rudolf S, Elger CE, Weber B. Assessing the function of the fronto-parietal attention network: insights from resting-state fMRI and the attentional network test. *Hum Brain Mapp* 2014; 35:1700-1709.
- (3) Neuhaus AH, Urbanek C, Opgen-Rhein C, Hahn E, Ta TM, Koehler S, Gross M, Dettling M. Event-related potentials associated with Attention Network Test. *Int J Psychophysiol* 2010;76:72-79.
- (4) Ramirez E, Ortega AR, Reyes Del Paso GA. Anxiety, attention, and decision making: The moderating role of heart rate variability. *Int J Psychophysiol* 2015;98(3 Pt 1):490-496.
- (5) Morey RA, Inan S, Mitchell TV, Perkins DO, Lieberman JA, Belger A. Imaging frontostriatal function in ultra-high-

risk, early, and chronic schizophrenia during executive processing. *Arch Gen Psychiatry* 2005;62:254-262.

- (6) **Dichter GS, Bellion C, Casp M, Belger A.** Impaired modulation of attention and emotion in schizophrenia. *Schizophr Bull* 2010;36:595-606.
- (7) **Green MF.** Cognitive impairment and functional outcome in schizophrenia and bipolar disorder. *J Clin Psychiatry* 2006;67 Suppl 9:3-8; discussion 36-42.
- (8) **Gooding DC, Braun JG, Studer JA.** Attentional network task performance in patients with schizophrenia-spectrum disorders: evidence of a specific deficit. *Schizophr Res* 2006;88:169-178.
- (9) **Urbanek C, Neuhaus AH, Opgen-Rhein C, Strathmann S, Wieseke N, Schaub R, Hahn E, Dettling M.** Attention network test(ANT) reveals gender-specific alterations of executive function in schizophrenia. *Psychiatry Res* 2009;168:102-109.
- (10) **Neuhaus AH, Trempler NR, Hahn E, Luborzewski A, Karl C, Hahn C, Opgen-Rhein C, Urbanek C, Schaub R, Dettling M.** Evidence of specificity of a visual P3 amplitude modulation deficit in schizophrenia. *Schizophr Res* 2010;124:119-126.
- (11) **Neuhaus AH, Hahn E, Hahn C, Ta TM, Opgen-Rhein C, Urbanek C, Dettling M.** Visual P3 amplitude modulation deficit in schizophrenia is independent of duration of illness. *Schizophr Res* 2011;130:210-215.
- (12) **Breton F, Plante A, Legauffre C, Morel N, Ades J, Gorwood P, Ramoz N, Dubertret C.** The executive control of attention differentiates patients with schizophrenia, their first-degree relatives and healthy controls. *Neuropsychologia* 2011; 49:203-208.
- (13) **Hahn OS, Ahn JH, Song SH, Cho MJ, Kim JK, Bae JN, Cho SJ, Jeong BS, Suh DW, Hahn BJ.** Development of Korean version of structured clinical interview schedule for DSM-IV axis I disorder: interrater reliability. *Journal of Korean Neuropsychiatric Association* 2000;39:362-372.
- (14) **Yeom T, Park Y, Oh K, Lee Y.** Korean version Wechsler adult intelligence scale. Seoul: Korean Guidance 1992;4:13-28.
- (15) **Kay SR, Fiszbein A, Opfer LA.** The positive and negative syndrome scale(PANSS) for schizophrenia. *Schizophrenia bulletin* 1987;13:261.
- (16) **Weir JP.** Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res* 2005;19:231-240.
- (17) **Hahn E, Ta TM, Hahn C, Kuehl LK, Ruchl C, Neuhaus AH, Dettling M.** Test-retest reliability of Attention Network Test measures in schizophrenia. *Schizophr Res* 2011;133:218-222.
- (18) **Fan J, Wu Y, Fossella JA, Posner MI.** Assessing the heritability of attentional networks. *BMC Neurosci* 2001;2:14.
- (19) **Greene DJ, Barnea A, Herzberg K, Rassis A, Neta M, Raz A, Zaidel E.** Measuring attention in the hemispheres: the lateralized attention network test(LANT). *Brain Cogn* 2008;66: 21-31.
- (20) **Macleod JW, Lawrence MA, McConnell MM, Eskes GA, Klein RM, Shore DI.** Appraising the ANT: Psychometric and theoretical considerations of the Attention Network Test. *Neuropsychology* 2010;24:637-651.
- (21) **Ishigami Y, Klein RM.** Repeated Measurement of the Components of Attention of Older Adults using the Two Versions of the Attention Network Test: Stability, Isolability, Robustness, and Reliability. *Front Aging Neurosci* 2011;3:17.
- (22) **Ishigami Y, Fisk JD, Wojtowicz M, Klein RM.** Repeated measurement of the attention components of patients with multiple sclerosis using the Attention Network Test-Interaction (ANT-I): stability, isolability, robustness, and reliability. *J Neurosci Methods* 2013;216:1-9.

**연구목적**

조현병 환자의 선택적 주의력을 평가하기 위해 집중력 네트워크 검사(Attention Network Test)가 널리 사용되고 있으나, 조현병 환자들이 시행한 집중력 네트워크 검사 결과의 신뢰도에 대해서는 연구된 바가 거의 없다. 본 연구에서는 조현병 환자를 대상으로 주의력 네트워크 검사의 검사-재검사 신뢰도를 연구하여 이 검사의 심리측정적 특성(psychometric properties)을 평가하고자 하였다.

**방 법**

조현병 환자 14명, 일반인 23명이 본 연구에 참여하였다. 실험대상자들은 일주일 간격으로 두 번 동일한 시간에 주의력 네트워크 검사를 수행하였다. 검사-재검사 신뢰도를 분석하기 위해 피어슨 상관분석(Pearson correlation)과 급내 상관분석(Intra-class correlation)을 시행하였다.

**결 과**

조현병 환자들은 집중력 네트워크 검사의 측정 항목 중 평균 반응시간, 지향 효과, 갈등처리 효과에서 높은 정도의 상관관계를 보였다. 정확도에서는 중간부터 높은 정도의 상관관계를 보였으며, 각성 효과와 갈등처리 오답률에서는 중간 정도의 상관관계를 보였다. 한편, 일반인은 평균 반응시간에서 높은 정도의 상관관계를 보였고, 갈등처리 오답률에서 중간부터 높은 정도의 상관관계를 보였다. 또한, 각성 효과, 지향 효과, 갈등처리 효과에서 중간 정도의 상관관계를 보였으며, 각성 오답률에서 중간 정도의 역상관관계를 보였다.

**결 론**

본 연구 결과에 의하면, 조현병 환자와 일반인 모두에서 중간 정도 이상의 신뢰도를 보이는 집중력 네트워크 검사 항목은 평균 반응시간, 각성 효과, 지향 효과, 갈등처리 효과, 갈등처리 오답률 항목이다. 그러므로 집중력 네트워크 검사를 사용하여 조현병 환자군 대 일반 대조군 실험을 시행할 때, 상기 항목들의 결과를 비교하는 것이 신뢰도 측면에서 추천된다.

**중심 단어** : 조현병 · 주의력 네트워크 검사 · 신뢰도.