

기억성 경도인지장애와 알츠하이머병의 시계 그리기 검사의 수행양상

정 하나¹⁾ 진주희^{*2)} 김희진²⁾ 서상원²⁾ 나덕렬²⁾

¹⁾서울아산병원 신경과

²⁾삼성서울병원 신경과

시계 그리기 검사(Clock Drawing Test: CDT)는 치매 선별검사로, 임상 장면에서 많이 사용되는 신경심리검사 중 하나이다. 본 연구에서는 기억성 경도인지장애(amnesic Mild Cognitive Impairment, aMCI)와 임상치매평가 척도(Clinical Dementia Rating scale: CDR)에 따라 CDR 0.5로 분류된 알츠하이머병 치매(Alzheimer's disease, AD), 그리고 CDR 1로 분류된 AD 환자를 대상으로 시계 그리기 검사(CDT)의 수행을 양적 및 질적 오류 분석을 통해 비교하고자 하였다. 서울 소재 한 종합병원 신경과를 방문한 환자 중 aMCI 환자 97명, AD-CDR 0.5 환자 37명, AD-CDR 1 환자 50명을 대상으로 CDT와 종합적인 신경심리평가가 시행되었다. 연구 결과, CDT의 양적 점수는 유의한 차이가 있었으나 사후분석에서 aMCI와 AD-CDR 0.5 간의 유의한 차이는 보이지 않았다. 그러나 질적 오류 분석에서, <개념적 결함> 오류 중 <잘못된 표상: 시계>, <공간과 계획 결함> 오류 중 <불특정형태 오류>, 그리고 <그리기 어려움: 중도>에서 aMCI와 AD-CDR 0.5 간의 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 다른 신경심리평가와 CDT의 상관관계를 분석한 결과, 한국판 보스톤 이름 대기 검사, 레이 복합 도형 검사: 모사, 언어적/시각적 기억 과제 및 전두엽/집행기능 과제들과 유의한 상관관계를 보였다. 따라서 본 연구 결과는 CDT 수행의 양적 점수만으로는 AD 초기 인지 변화를 살펴보는 데 제한이 있으나 질적 오류 특성이 AD 초기 인지 변화를 살펴보는 데 유용할 것이라는 점과 CDT를 수행하는데 의미적 지식, 시공간 구성 능력 및 집행기능이 영향을 미친다는 점을 시사한다.

주요어 : 시계 그리기 검사, 기억성 경도인지장애, 알츠하이머병, 임상치매평가척도, 알츠하이머병 의심단계

* 교신저자(Corresponding Author) : 진주희 / 삼성서울병원 신경과 / (06351) 서울시 강남구 일원로 81

Fax : 02-3410-2759 / E-mail : juheechin@gmail.com

기억성 경도인지 장애(Amnestic Mild Cognitive Impairment)와 알츠하이머병 (Alzheimer's disease)

최근 치매(dementia)에 대한 관심과 인식이 높아지면서 인지기능 저하를 호소하며 병의원을 찾는 경우가 많아졌다. 정상 노화(healthy aging)와 치매 사이에 위치한 사람들을 경도인지장애(mild cognitive impairment, MCI)라고 한다 (Petersen, 1995). 즉, MCI는 인지기능 저하가 있으나 독립적인 일상생활이 가능한 상태를 의미한다. MCI에는 여러 아형들(subtypes)이 있는데, 기억력 장애 유무에 따라 기억성 경도인지장애(amnestic mild cognitive impairment, aMCI)와 비기억성 경도인지장애(non-amnestic MCI, naMCI)로 분류할 수 있다(Petersen et al., 2001). 각각에서 손상된 인지 영역이 둘 이상일 때 다영역 손상 MCI(multi-domains MCI)로, 손상된 인지 영역이 하나에 국한될 경우 단일영역손상 MCI(single-domain MCI)로 나눌 수 있다 (Winblad et al., 2004). 정상인의 경우 1~2% 정도가 매년 치매로 진행되는 반면 MCI 경우 약 12%가 치매로 진행되는데(Petersen et al., 1999), 네 가지 MCI 하위 유형 중 다영역 손상(multiple-domain) aMCI가 알츠하이머병 치매 (Alzheimer's disease, AD)로 진행될 확률이 높다고 보았다(Petersen, 2003; Tierney et al., 1996).

알츠하이머병(AD)은 치매 노인들 중 50% 이상 차지하고 있으며(Mirsen, & Hachinski, 1988), 신경원섬유매듭(neurofibrillary tangles)과 아밀로이드판(amyloid plaques)이 뇌에 서서히 침착되어 신경 세포 손상을 야기하는 질병이다. 최근에는 뇌 안에 침착된 아밀로이드판과 타우단백질(tau protein)을 촬영하는 뇌 영상 기법들이 개발되어 AD에 대한 생물학적 인자

(biomarker)로 활용되고 있다(Jack et al., 2011). 즉, 인지기능 저하가 없으나 AD에 대한 생물학적 인자가 있는 경우(preclinical stage of AD)와 MCI 중 AD에 대한 생물학적 인자가 있는 경우(prodromal stage of AD)에 AD로 진행될 확률이 높다고 보았다(Dubois et al., 2010; McKhann et al., 2011; Sperling et al., 2011). 그러나 이는 서서히 진행되는 질병이기 때문에 발병 시점이 명확하지 않아 환자가 치매로 전환되는 시점을 알아내는 것이 어렵다(Albert, 2011).

임상치매평가척도(Clinical Dementia Rating Scales), 알츠하이머병의 경과 (Stages of AD) 및 의심스러운 알츠하이머병(Questionable AD)

치매의 중증도(severity) 평가는 치매 경과 확인과 적절한 약물 선택을 위해 필요한 과정이다. 임상현장에서는 임상치매평가척도(Clinical Dementia Rating Scale, CDR)가 치매의 중증도 평가를 위해 널리 사용된다(Morris, 1993). CDR은 여섯 가지의 영역(기억력, 지남력, 판단력과 문제해결능력, 사회활동, 집안생활과 취미, 위생 및 몸치장)을 각각 0-5점으로 평가하는데, 기억력 영역을 기준으로 전체 CDR 점수(global score)를 결정한다. 전체 CDR 점수에서 CDR 0은 정상 노화(none), CDR 0.5는 치매 의심(questionable dementia), CDR 1은 경도 치매(mild dementia), CDR 2는 중등도 치매(moderate dementia), CDR 3은 중도 치매(severe dementia), CDR 4는 매우 심한 치매(profound dementia), CDR 5는 말기 치매(terminal dementia)를 의미한다(최성혜 등, 2001).

AD는 병의 진행 경과에 따라 중증도를

CDR로 평가하여 나눈다면, CDR 1의 AD는 경도 치매에 해당되며, 뚜렷한 기억력 저하가 나타나지만 중요한 옛날 기억을 회상하지 못하는 정도는 아니다. 일상생활의 기능저하가 나타나면서 금전 관리 및 길 찾기의 어려움이 나타난다. CDR 2는 중등도 치매에 해당되고, 위생관리나 몸치장과 같은 비교적 단순한 일상생활의 기능에서도 어려움을 보이기 시작한다. 그리고 언어 기능이 저하되어 의미 있는 대화에 어려움이 있고, 장소 지남력도 저하된다. CDR 3은 중도 치매에 해당되며, 옷 입기나 용변보기와 같은 기본적인 일상에서도 항상 도움이 필요한 상태를 의미한다(대한치매학회, 2011).

CDR 0.5의 AD는 의심스러운 치매에 해당되고, 인지기능이 저하되어 있지만 AD로 인한 치매의 진단기준에 해당될 수도 있고, 아닐 수도 있다는 것을 의미한다(Daly et al., 2000). 즉, CDR 0.5에 해당되는 AD는 인지기능의 저하가 있으나 일상생활 수행 능력(activities of daily living, ADL)의 장애가 현저하지 않아 aMCI(혹은 prodromal stage of AD)와 AD로 인한 치매의 중간에 위치한 상태일 수 있다(Petersen, 2000).

시계 그리기 검사(Clock Drawing Test)

시계 그리기 검사(Clock Drawing Test, CDT)는 종이 한 장과 연필 한 자루만 있으면 어느 곳이든 검사를 실시할 수 있고, 실시 지시문도 짧기 때문에 임상가가 쉽게 시행할 수 있다. 또한 실시 시간이 짧고, 피검자의 학력이 낮아도 수행에 큰 어려움을 보이지 않는다는 장점도 있다. 시계를 그리기 위해 지시사항을 이해할 수 있는 청각적 언어기술이 요구되고,

그리기 순서를 세울 수 있는 계획능력도 필요하며, 수행을 지속하고 끝내도록 주의력과 집중력도 요구된다. 그리고 시계의 시공간적 특징에 대해 내적 표상이 있어야 하고, 이런 기억으로부터 적절한 시공간적 이미지를 인출해 낼 수 있어야 한다(김호영, 2000). 또한 시계 숫자를 적기 위해서 수 지식이 필요하며, 정확한 시간과 분(分)을 그리기 위해서 시간 표상 능력이 필요한데, 특히 분의 시간 표상 능력이 요구된다.

CDT는 치매가 발병했을 때 나타나는 의미적 지식(semantic knowledge), 시공간 구성 능력(visuospatial function), 및 집행기능(executive function)의 손상을 민감하게 측정해낸다(Libon et al., 1996; Tuokko et al., 1992). 의미적 지식은 단어나 개념에 대한 이해를 의미한다. Rouleau 등(1992)은 ‘시계’의 의미적 지식이 손상되면 시계에 대한 잘못된 표상(misrepresentation)이나 시계 바늘을 배치(setting) 하는데 어려움을 보인다고 하였고, 이를 개념적 결함(conceptual deficit) 오류라고 명명하였다. 즉, ‘시계’에 대한 의미적 지식이 손상되면, CDT 수행 시 시계 바늘이나 숫자를 빠뜨리거나 부적절하게 표현된다고 하였다. 예를 들어서, ‘11시 10분을 표시하라’는 지시사항(자극)에 압도되어 ‘11시 10분’이나 11 옆에 ‘10’을 적는 오류를 보인다. Rouleau, Salmon와 Butters (1996)은 청각적으로 제시된 지시로 인해 수행 시 정보를 의미적 수준에서 처리하지 못하고 지각적 수준에서 처리하는 오류를 자극-속박 반응(stimulus-bound response)이라고 지칭하였다. 그 중 시간을 숫자로 적는 행위는 문자표기형 오류에 해당되며, 이는 의미적 지식의 손상과 관련이 있다고 하였다. Blair 등(2006)은 AD 환자들은 ‘시계’에 대한 의미적 연합이 손상되어

전두측두치매(frontotemporal dementia, FTD) 환자들보다 개념적 결함 오류를 더 많이 보이고, 대면이름대기(confrontational naming) 검사나 범주 유창성(category fluency) 검사와 같은 검사에서 수행저하가 나타나는 것도 의미적 지식이 손상되었기 때문이라고 하였다(Rouleau et al., 1996).

시공간 구성 능력은 여러 물체들 간의 공간적 관계를 관련짓는 시각적 능력을 의미한다. 다시 말해, 그리기 과제가 제시되면 일차 감각을 통해 들어온 정보를 재구조화시켜 도형의 관계들을 시각적으로 해석하고, 2차원 이상의 형태로 만드는 구성 능력을 말한다(기경아, 1999). 그리기 수행에서 공간 관계에 이상(abnormal)이 있거나 세부요소가 빠지거나 반복 무시 등의 현상이 나타나면 시공간 구성 능력의 손상을 의심해볼 수 있다. 시공간 구성 능력에는 두정엽(parietal lobe)이 중요한 역할을 담당하는데, 두정엽에 병변이 있을 경우 시계 숫자를 공간에 조직적으로 배치하지 못하여 시계 숫자들이 일정한 간격을 두고 적합한 위치에 배치되지 못한다(Freedman et al., 1994).

집행기능은 성공적인 수행을 위해 전략적으로 계획을 세우고, 계획을 완료할 수 있도록 하는 것을 의미한다. 즉, 목표에 도달할 수 있도록 수행 단계를 만들고, 각 단계를 달성할 수 있도록 동기를 부여하며, 목표에 도달할 때까지 통제할 수 있는 능력을 말한다(Cummings, & Mendez, 2003). 집행기능이 손상되면 생활 전반에 영향을 받게 되는데, 자신을 스스로 돌보지 못하게 되고, 사회적 관계의 유지도 힘들어질 뿐만 아니라 인지과제에 접근하고, 계획을 세우며, 실행하는 전략도 타격을 받고, 수행에 대한 감독(monitor)에도 결함이 나타나는데(Lezak et al., 2004), 이는 전두

엽 병변(frontal lobe lesion)과 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Goldberg, & Bilder, 1986). CDT 과제를 완료하기 위해 계획을 세우고, 시계 숫자 및 바늘에 대한 추상적 이해 및 시계 숫자와 바늘을 적절히 배치하기 위한 억제적 통제(inhibitory control)가 필요하다. Ino, Asada, Ito, Kimura와 Fukuyama(2003)는 기능적 자기공명영상(functional magnetic resonance imaging) 연구에서 CDT를 수행하는 동안 양측 전두엽(bilateral frontal lobes)의 기능이 활성화 된다고 하였다. Shon 등(2013)은 AD의 CDT 수행과 ¹⁸F-Fluorodeoxyglucos(FDG)를 이용한 양전자방출 단층 촬영술(positron emission tomography, PET) 영상과의 상관 분석을 시행하였는데, 완성된 시계를 제시하고 모사하는 동안(copy condition, 모사조건) 양측 측두-두정 영역(bilateral temporo-parietal regions)의 포도당 대사 감소와 관련이 있었던 반면, 빈 종이에 시계 그림을 그리는 동안(command condition, 지시조건) 양측 측두-두정 영역과 좌측 중 전두 영역(left middle frontal region)의 포도당 대사 감소와 관련이 있었고, 특히 좌측 전전두 영역(left prefrontal region)과 관련이 있었다. 이는 모사조건보다 지시조건을 수행하는데 있어 광범위한 뇌 기능이 요구되기 때문이라고 하였다. 그리고 전두엽 기능이 저하되면 시간(time)과 관련된 자극-속박 반응의 오류를 보이는데(Cahn et al., 1996), 자극-속박 반응 오류 중 순수 자극-속박 반응 오류를 보인다. 예를 들어서, ‘11시 10분을 표시하라’는 지시사항에 시계바늘이 ‘11’과 ‘2’로 향하지 못하고, 지시사항에 언급된 숫자 ‘11’과 ‘10’에 시계 바늘을 향하게 그리는 오류를 보인다.

CDT는 오랫동안 치매 선별 검사(screening test)로 사용되어 왔다(Powlishta et al., 2002;

Kirby et al., 2001). 많은 연구에서 치매를 정상 인으로부터 선별할 때 민감도와 특이도는 약 85%정도였고, 간이 정신 상태 검사(Mini-Mental State Examination, MMSE)와 함께 시행되었을 때, 치매 조기 발견(early detection)에 도움이 된다는 것이 밝혀졌다(Shulman, 2000). 많은 연구들에서 정상 인지를 가진 노인 집단(normal control, NC)과 MCI 집단 혹은 AD 집단의 CDT 수행을 비교하였다(Cahn et al., 1996; Powlishta et al., 2001; Babins, Slater, Whitehead, & Chertkow, 2008; Lee et al., 2008). Lee 등(2008)은 MCI 환자들이 NC 집단에 비해 시계 숫자들 간의 공간 오류, 시계 바늘 크기 오류, 분침의 위치 오류를 보인다고 하였다. 그러나 Ehreke, Luck, Lupp, König, Villringer와 Reidel-Heller (2011)는 현재 사용되고 있는 CDT 채점체계가 NC와 MCI 집단의 수행을 구별하는데 제한이 있어, CDT가 선별검사로 유용성이 향상되기 위해서는 시계 바늘과 숫자에 더 집중할 필요가 있다고 하였다. Cahn 등(1996)의 연구에 따르면, MCI 집단과 AD 집단이 계획 오류, 자극-속박 오류, 개념 오류 및 보속 반응을 NC 집단보다 더 많이 보였다. 반면 불특정 공간 오류(nonspecific spatial error)만 MCI 집단과 AD 집단에서 차이가 있어, 이런 오류의 변화가 치매로 진행되는 과정에서의 초기 특징(early indication)으로 생각할 수 있을 것이라 하였다. Leyhe, Milian, Müller, Eschweiler와 Saur (2009)는 NC, MCI, 초기 AD(early AD, EAD)와 진행된 AD(progressed AD, PAD)의 수행을 비교하였는데, NC와 MCI 집단에서는 분침을 표시하는데 어려움이 없었던 반면, 전반적 퇴화척도(Global Deterioration Scale, GDS) 4에 해당되는 EAD 집단이 시계 바늘을 적절히 배치하는데 어려움을 보였고, 특히 분침(minute hand)을

적절히 그리지 못하는 오류를 보였다. GDS 5에 해당되는 PAD 집단도 시계 바늘의 오류를 보였으나, 또한 시계 숫자 배치의 오류도 보였다. 이런 이유로 시계 바늘의 오류가 MCI와 초기 치매 환자를 구별하거나 MCI가 치매로 진행되는 것에 대한 예측 인자(early marker)가 될 수 있다고 주장하였다. Babins 등(2008)은 MCI 환자들을 대상으로 CDT를 시행하였고, 약 4년 뒤 여전히 MCI 진단을 받은 집단과 AD로 진행된 집단의 수행을 비교하였는데, AD로 진행된 집단은 MCI 당시 시행된 CDT에서 시계 바늘을 2개 이상 그리거나 시침과 분침의 크기를 제대로 그리지 못하는 것과 같은 시계 바늘과 관련된 오류를 보였다. 이런 이유로 MCI가 AD로 진행될 것을 예측하기 위해 기존 채점체계를 더 세분화 할 필요가 있다고 하였다. Wang, Shi, Zhao, Hong과 Guo(2014)는 CDT 수행 계획, 숫자 배열 및 시계 위치와 크기에 따라 18문항으로 구성된 채점체계를 고안했고, 종단연구를 통해 MCI 환자들이 AD로 진행되는 여부에 따라 집단을 구분하여 CDT의 수행 변화를 살펴보았다. 그 결과 MCI에서 AD로 진행될 때, 시계 숫자의 공간 배치, 시계 방향 순서, 숫자의 정확성, 두 개의 시계 바늘과 화살표 유무에서 저하를 보였다. Powlishta 등(2002)은 CDR에 따라 매우 경증에 해당되는 AD 집단(CDR 0.5), 경도에 해당되는 AD(CDR 1) 그리고 중등도와 중도에 해당되는 AD(CDR 2 또는 3)을 구분하여 일반 집단과의 CDT의 수행을 비교하였는데, NC 집단과 매우 경증에 해당되는 AD집단의 수행이 경도 AD와 중등도 및 중도에 해당되는 AD 집단보다 수행이 좋았고, 특히 CDR 0.5에서 CDR 1로 진행이 될 때 CDT 수행의 저하가 뚜렷하였다. 그러나 NC 집단과 CDR 0.5에 해당되는 AD

집단의 수행에는 차이가 없었는데, 이들은 CDT의 민감도가 낮기 때문에 치매 의심단계에 있을 경우 정상과 치매의 감별에 어려움이 있다고 하였다.

이제까지 많은 연구들이 있었지만 이전 연구들에서 치매 의심단계에 있는 aMCI와 AD-CDR 0.5 집단의 CDT 수행을 비교한 연구는 거의 없었고, 특히 이런 초기의 인지기능 장애 집단에서 CDT의 질적 오류를 분석한 연구도 거의 없었다. 따라서 본 연구의 목적은 CDT가 aMCI에서 AD-CDR 0.5로 진행되는 AD의 초기 인지변화를 살펴보는 데 유용한 검사 인지 질적 오류 분석을 통해 살펴보고자 하는 것이다. 이에 본 연구에서는 aMCI, AD-CDR 0.5 집단, AD-CDR 1 집단에서 CDT의 양적 점수를 먼저 비교하여 집단 간의 차이를 살펴보았고, AD로 진행되면서 저하되는 CDT의 개념적 오류, 계획 오류 및 자극-속박 반응과 같은 질적 오류의 차이를 밝히고자 하였다. 마지막으로 각 집단에서 보이는 CDT의 질적 오류가 어떤 의미를 가지는지 알아보기 위해 다른 신경심리검사들과 상관을 살펴보았다.

방 법

연구 대상

본 연구에는 2013년 1월부터 8월까지 서울 소재의 한 종합병원 신경과를 방문한 만 60세 이상의 환자 184명이 참가하였다. 이 중 aMCI는 97명, AD 환자는 모두 87명이었다. 이들은 모두 종합적인 신경심리평가, 신경학적 검사, 혈액검사, 뇌자기 공명 영상 검사를 받았다. Amnesic MCI(aMCI)의 진단은 Petersen(2004) 등

이 제시한 MCI 기준을 참고로 (1) 환자나 보호자가 기억력 장애를 호소하고, (2) 신경심리 평가에서 연령과 학력 표준점수에 비해 최소 기억력 영역에서 z점수 -1 이하의 수행을 보이며, (3) 전반적인 인지 기능은 유지되고, (4) 일상생활 수행능력에 이상이 없으며, (5) National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke-Alzheimer's Disease and Related Disorders Association (NINCDS-ADRDA)의 probable AD의 진단 기준에 맞지 않는 경우로 하였다. AD는 NINCDS-ADRDA(McKhann et al., 1984)의 probable AD의 진단 기준에 근거하였다. AD 환자는 (1) 기억력 장애와 한 가지 이상의 다른 인지 영역에서 기능 장애가 나타나고, (2) 이런 증상들이 서서히 발생하고 점진적으로 진행되며, (3) 인지 기능이 나빠지는 것이 명확하게 보고되거나 관찰되어야 하고, (4) 일상생활수행능력이 저하되어 있으며, (5) 기억 및 다른 인지 기능의 장애가 전신성 질환이나 기타 뇌질환으로 설명할 수 없는 경우로 하였다. 일상생활 수행능력 저하는 신경과 전문의와 임상심리학자가 환자와 보호자에게 반구조화된 면담을 시행하였고, 보호자가 작성한 일상활동평가-복합(Seoul instrumental activities of daily living, S-IADL; 구형모 등, 2004) 도구의 점수(8점 이상)를 참고하여 판단하였다. 모든 참가자들은 CDR을 통해 치매 중등도에 따라 분류되었는데, CDR 척도는 '기억력', '지남력', '판단력과 문제해결능력', '사회활동', '집안 생활과 취미활동', '위생 및 몸치장'의 6개 인지적 또는 행동적 범주에 대해서 치매의 심각도를 평가한다. 각 문항에 대하여 각각 0점, 0.5점, 1점, 2점, 3점, 4점, 5점으로 평가하도록 되어 있고, 점수가 높을수록 환자의 전반적인 인지와 사회적 기능이 손상되었

음을 의미한다. 세 집단의 CDR은 기억력 영역의 CDR을 기준으로 전체 CDR 점수(global score)로 산출된 점수를 적용하였다. 즉, 184명 중 aMCI 환자 97명은 모두 CDR 0.5로 분류되었고, AD 환자 중 37명은 CDR 0.5로, 50명은 CDR 1로 분류되었다.

연구 도구

신경심리검사

전반적인 인지 기능 상태를 살펴보기 위해서 한국형 간이 정신 상태 검사(Korean version of Mini-Mental State Examination, K-MMSE; 강연욱, 2006)을 시행하였다. 또한 주의집중력, 언어 기능, 시공간 기능, 기억력, 전두엽/집행 기능 등 5개 주요 인지영역을 평가하는 배터리 검사인 서울신경심리검사2판 (Seoul Neuropsychological Screening Battery 2nd Edition, SNSB-II; 강연욱, 장승민, 나덕렬, 2012)을 사용하였다. CDT 결과와 상관을 살펴보기 위해 본 연구에서 사용된 인지 영역별 소검사는 다음과 같다. 주의집중력 영역에서 숫자 외우기 검사(Digit Span Test forward & backward)를 사용하였고, 언어 기능에서 한국판 보스턴 이름대기 검사(Korean-Boston Naming Test: K-BNT, 김향희, 나덕렬, 1997)를 사용하였으며, 시공간 구성 능력을 평가하는 도구로 레이 복합 도형 검사(Rey Complex Figure Test: RCFT, Meyers & Meyers, 1995)를 사용하였다. 기억력에서 서울 언어 학습 검사(Seoul Verbal Learning Test: SVLT, 강연욱, 나덕렬, 2003)와 레이 복합 도형검사(RCFT)의 지연 회상을 사용하였다. 전두엽/집행 기능에서는 통제 단어 연상 검사(Controlled Oral Word Association Test, COWAT)의 의미적 단어(동물, 가계물건) 유창성과 음

소적 단어(ㄱ, ㅈ, ㅇ) 유창성, 한국판 색상 글자 스트룹 검사(Korean-Color Word Stroop Test; K-CWST)를 사용하였다.

시계 그리기 검사(Clock Drawing Test)

CDT는 Goodglass와 Kaplan(1983)이 실시한 절차에 따라 실시되었다. A4 크기의 빈 종이를 세로로 제시한 다음에 “이 곳에 시계를 그리는데, 숫자를 모두 써 넣으시고, 시간은 11시 10분으로 표시해주세요.”라고 지시하였다. CDT는 다양한 실시방법과 채점체계들이 있고, Shulman(2000)은 선별을 위한 우월한 채점체계는 없다고 하였다. 본 연구에서는 Rouleau 등(1992)이 제시한 채점체계를 사용하였는데, 그 이유는 Rouleau 등(1992)의 채점체계는 상대적으로 정확 분류율이 높고(Conner et al., 2005), 양적 채점과 질적 오류 채점으로 나눠지기 때문이다. 그리고 평정자간 신뢰도(interrater reliability)가 0.85에서부터 0.98까지 높은 일치도를 보이기 때문이다(Rouleau et al., 1996; Connor et al., 2005; Nair et al., 2010). 양적 채점은 3개의 하위 항목(시계 판의 완결성, 숫자의 표기 여부 및 순서, 시계바늘의 표기 여부 및 배치)으로 나누어져 있다. 최대 점수가 10점이며, 점수가 높을수록 나은 수행을 의미한다. 질적 오류 채점은 6가지 항목(시계 크기, 그리기 어려움, 자극-보속 반응, 개념적 결함, 공간과 계획 결함, 보속)으로 나누어져 있고 각 하위 오류가 있어 총 16개의 오류가 제시된다. <시계 크기> 오류는 시계 판이 일정 크기보다 작거나(4cm 이하) 클 경우(13cm 이상)에 해당된다. <그리기 어려움> 오류는 경도, 중등도, 중도로 나뉘며 시계 판, 시계 바늘, 숫자 등 전체적인 그리기 수행에 대해 평가하게 된다. <자극-속박 반응(stimulus-bound

response)> 오류는 검사자가 지시한 ‘11시 10분’이라는 숫자 자극에 의해 그리기가 영향을 받는 것을 의미한다. <개념적 결함> 오류는 시계의 속성, 특징 그리고 의미에 대한 지식에 접근하는데 있어 실패나 결함을 의미한다. <공간과 계획 결함> 오류는 시계 숫자 배치의 결함을 의미한다. 일반적으로 보속이란 적절한 자극이 없어도 행동이 계속 일어나는 것을 의미하는데, CDT에서 <보속> 오류는 시계 바늘이나 숫자를 지시 없이 반복해서 그리는 것을 말한다. 질적 오류 빈도와 다른 신경심리평가 결과와 상관관계를 분석하기 위해 질적 오류 빈도를 양적 점수로 변환하였는데, 이를 위해서 Parsey와 Schmitter-Edgecombe(2011)가 제시한 수정된(modified) Rouleau 채점 체계를 사용하였다. 질적 오류 채점 체계에서 <그리기 어려움> 항목을 제외한 나머지 오류 항목의 하위 항목들에서 각각 오류가 있을 경우 ‘1’점, 오류가 없을 경우 ‘0’점으로 채점되었고, <그리기 어려움> 항목에서만 가중치를 두었는데, 경도 오류가 있을 경우 1점, 중등도 오류는 2점, 중도 오류는 3점으로 채점되었다. 총 합계의 최고 점수는 16점으로 점수가 높을수록 오류가 많음을 의미한다. 구체적인 채점기준은 부록에 제시되어 있다.

분석 방법

본 연구의 자료 분석을 위한 통계적 검증은 SPSS PASW Statistics 18.0을 사용하였고, 통계적 유의성은 0.05 수준에서 검증되었다. 정규성 검정을 위해 Kolmogorov-Smirnov 검정을 실시한 결과, 자료의 분포가 정규분포를 따르지 않아 비모수적 검증을 실시하였다. 각 집단 별 인구 통계학적 결과 및 세 집단(aMCI,

AD-CDR 0.5 및 AD-CDR 1)의 CDT 양적 점수를 비교하기 위해 카이검증(Chi-Square test) 및 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였고, 사후분석(post-hoc)을 위해 Bonferroni correction(using ranks)이 사용되었다. 세 집단 별 CDT 수행의 질적 오류 빈도(명목척도)를 비교하기 위해서 집단별 카이검증(Chi-Square test)을 실시하였다. 또한 세 집단 각각에서 수정된(modified) CDT 질적 오류 점수(총점 16점)와 다른 신경심리 검사들과 관련성을 보기 위해 Spearman의 rho를 사용하여 상관관계 분석을 실시하였다.

결 과

인구 통계학적 결과

본 연구에 참가한 집단 별 피험자 184명에 대한 인구통계학적 결과는 표 1에 제시되어 있다. 먼저 세 집단(aMCI, AD-CDR 0.5, AD-CDR 1)은 나이에서 유의한 차이를 보였다, $H(2) = 23.82, p < .001$. 사후분석을 위해 Bonferroni correction 결과, aMCI 집단이 AD-CDR 1 집단보다 나이가 유의하게 더 많았으나, aMCI와 AD-CDR 0.5 및 AD-CDR 0.5와 AD-CDR 1 집단에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 세 집단의 교육 수준과 성별에서는 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

시계 그리기 검사의 양적 점수 분석

집단 별 CDT 양적 점수를 Kruskal-Wallis 검증한 결과, 집단 별 유의한 차이를 보였다, $H(2) = 33.90, p < .001$. 사후분석을 위해 Bonferroni correction을 실시한 결과, aMCI 집단

표 1. 집단 별 인구통계학적 결과

	Group			Total (N=184)	H/ χ^2
	aMCI (n=97)	AD-CDR 0.5 (n=37)	AD-CDR 1 (n=50)		
Age	71.71±8.43 ^a	75.49±7.12	78.22±6.11	74.24±8.08	23.82 ^{***}
Sex(M/F)	48/49	18/19	23/27	89/95	.16
Education	12.02±4.72	10.57±4.76	10.22±5.22	11.24±4.92	5.45

주. ^a: aMCI>AD-CDR 1

^{***} $p < .001$

표 2. 집단 별 CDT 양적 점수 결과

	Group			Total (N=184)	H	Bonferroni correction
	aMCI ^a (n=97)	AD-CDR 0.5 ^b (n=37)	AD-CDR 1 ^c (n=50)			
CDT score	8.76±1.94	8.35±1.98	7.32±1.95	8.29±2.03	33.90 ^{***}	a>c, b>c

주. ^{***} $p < .001$

의 CDT 수행이 AD-CDR 1 집단의 CDT 수행보다 유의하게 더 높았고, AD-CDR 0.5 집단의 CDT 수행이 AD-CDR 1 집단의 CDT 수행보다 유의하게 더 높았다. 각 집단 CDT 수행 점수 결과를 정리하면 표 2와 같다.

시계 그리기 검사의 질적 오류 분석

1. **시계의 크기.** 총 184명 중 총 5명(aMCI: 3명, AD-CDR 0.5: 0명, AD-CDR 1: 2명)이 크기와 관련된 오류를 보였으나 집단 간 유의한 차이는 없었다, $\chi^2(2, N=184) = 1.40, ns$.

2. **그리기의 어려움.** 총 184명 중 총 124명(aMCI: 54명, AD-CDR 0.5: 25명, AD-CDR 1: 25명)이 그리기의 어려움과 관련된 오류를 보였

다, $\chi^2(2, N=184) = 17.70, p < .001$. 그리기 어려움의 하위 유형으로 경도 왜곡 오류는 총 65명(aMCI: 38명, AD-CDR 0.5: 13명, AD-CDR 1: 14명)이 보였으나 집단 간 유의한 차이는 없었다. 중등도의 왜곡은 총 47명(aMCI: 15명, AD-CDR 0.5: 8명, AD-CDR 1: 24명), 중도 왜곡은 총 12명(aMCI: 1명, AD-CDR 0.5: 4명, AD-CDR 1: 7명)에게서 나타났다.

3. **자극속박 반응.** 총 184명 중 총 21명(aMCI: 4명, AD-CDR 0.5: 5명, AD-CDR 1: 12명)이 자극-속박 반응과 관련된 오류를 보였 다, $\chi^2(2, N=184) = 13.10, p < .01$. 자극-속박 반응의 하위 유형으로 순수 자극-속박 반응의 오류는 총 11명(aMCI: 3명, AD-CDR 0.5: 4명, AD-CDR 1: 4명)에게서 관찰되었으나, 집

단 간 유의한 차이는 없었다. 시계 판에 숫자를 적는 문자 표기형의 오류는 총 10명(aMCI: 1명, AD-CDR 0.5: 1명, AD-CDR 1: 8명)에서 나타났다.

4. 개념적 결함: 총 184명 중 총 67명(aMCI: 22명, AD-CDR 0.5: 12명, AD-CDR 1: 33명)이 개념적 결함의 오류를 보였다, $\chi^2(2, N=184) = 27.06, p < .001$. 개념적 결함의 하위유형으로 시계에 대한 잘못된 표상 오류는 총 24명(aMCI: 4명, AD-CDR 0.5: 7명, AD-CDR 1: 13명)에서 나타났다. 시간에 대한 잘못된 표상 오류를 보인 환자는 총 62명(aMCI: 20명, AD-CDR 0.5: 12명, AD-CDR 1: 30명)이었다.

5. 공간 및 계획 결함: 총 184명 중 총 78명(aMCI: 29명, AD-CDR 0.5: 18명, AD-CDR 1: 1명)이 공간 및 계획 결함의 오류를 보였다, $\chi^2(2, N=184) = 14.67, p < .01$. 공간 및 계획 결함 오류의 하위 유형 중 하나인 좌측 무시를 보인 피험자는 없었다. 12, 3, 6, 9의 숫자 앞에 공간이 생기는 특정형태의 오류를 보인 피험자는 2명(aMCI: 1명, AD-CDR 0.5: 0명, AD-CDR 1: 1명)이었으나 집단 간 유의한 차이는 없었다. 공간 배치에 특정한 패턴이 없는 불특정형태의 오류는 총 69명(aMCI: 25명, AD-CDR 0.5: 17명, AD-CDR 1: 27명)에게서 보였다. 숫자를 시계 판 밖에 쓴 오류를 보인 피험자는 6명(aMCI: 3명, AD-CDR 0.5: 1명, AD-CDR 1: 2명)이었고, 숫자를 반 시계 방향으로 쓴 경우는 총 7명(aMCI: 4명, AD-CDR 0.5: 1명, AD-CDR 1: 2명)이 있었다. 두 오류 모두 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

6. 보속: 총 184명 중 총 2명(aMCI: 0명,

AD-CDR 0.5: 1명, AD-CDR 1: 1명)이 보속의 오류를 보였으나 집단 간 유의한 차이는 없었다. 각 집단 별 질적 오류 유형의 결과를 정리하면 표 3과 같다.

신경심리검사(Neuropsychological Tests)와 시계그리기검사(Clock Drawing Test)의 관계

수정된 Rouleau 질적 오류 빈도 점수(총 16점)와 신경심리검사들 간의 상관관계는 표 4에 제시하였다. 먼저 aMCI 집단에서 CDT와 유의한 부적 상관이 있었던 신경심리검사는 K-MMSE, K-BNT, SVLT: delayed recall, COWAT: animals, COWAT: phonemic fluency였다. AD-CDR 0.5 집단에서 CDT와 유의한 부적 상관이 있었던 신경심리검사는 Digit span: backward, K-BNT, RCFT: copy, COWAT: phonemic fluency, Stroop: color reading이었다. AD-CDR 1 집단에서 CDT와 유의한 부적 상관이 있었던 신경심리검사는 K-BNT, RCFT: delayed recall, Stroop: color reading이었다.

논 의

본 연구는 aMCI, AD-CDR 0.5, AD-CDR 1 집단에서 시계 그리기 검사의 수행 양상을 살펴보고, AD로 인한 치매의 조기 발견을 위한 지표로서 CDT의 유용성을 확인하기 위해 실행되었다. 일반적으로 인지기능은 aMCI에서 AD로 진행이 될수록 점차 저하되는데, 비교적 초기부터 나타났던 기억력 저하가 더욱 심해지고, aMCI 시기에는 비교적 유지되던 언어기능, 시공간 구성 능력 및 집행기능도 AD로

표 3. 집단 별 CDT 질적 오류 유형 빈도

오류 유형	집 단			빈도 총합 (N=184)	χ^2
	aMCI (n=97)	AD-CDR 0.5 (n=37)	AD-CDR 1 (n=50)		
시계 크기	3(3.1)	0(0)	2(4.0)	5(2.7)	1.40
작음	1(1.0)	0(0)	1(2.0)	2(1.1)	.80
큼	2(2.1)	0(0)	1(2.0)	3(1.6)	.77
그리기 어려움	54(55.7)	25(67.6) ^b	45(90.0) ^c	124(67.4)	17.70 ^{***}
경도	38(39.2)	13(35.1)	14(28.0)	65(35.3)	1.80
중등도	15(15.5)	8(21.6) ^b	24(48.0) ^c	47(25.5)	18.74 ^{***}
중도	1(1.0) ^a	4(10.8)	7(14.0) ^c	12(6.5)	10.50 ^{**}
자극-속박 반응	4(4.1)	5(13.5)	12(24.0) ^c	21(11.4)	13.09 ^{**}
순수 자극-속박 반응	3(3.1)	4(10.8)	4(8.0)	11(6.0)	3.34
문자 표기형	1(1.0)	1(2.7) ^b	8(16.0) ^c	10(5.4)	15.06 ^{**}
개념적 결합	22(22.7)	12(32.4) ^b	33(66.0) ^c	67(36.4)	27.06 ^{***}
잘못된 표상: 시계	4(4.1) ^a	7(18.9)	13(26.0) ^c	24(13.0)	15.33 ^{***}
잘못된 표상: 시간	20(20.6)	12(32.4) ^b	30(33.7) ^c	62(33.7)	22.94 ^{***}
공간과 계획 결합	29(29.9) ^a	18(48.6)	31(62.0) ^c	78(42.4)	14.67 ^{**}
좌측 무시	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	-
특정형태 오류	1(1)	0(0)	1(2.0)	2(1.1)	.80
불특정형태 오류	25(25.8) ^a	17(45.9)	27(54.0) ^c	69(37.5)	12.63 ^{**}
시계 판 밖 숫자 기입	3(3.1)	1(2.7)	2(4.0)	6(3.3)	.13
반 시계 방향	4(4.1)	1(2.7)	2(4.0)	2(4.0)	.16
보속	0(0)	1(2.7)	1(2.0)	2(1.1)	2.35
바늘	0(0)	1(2.7)	1(2.0)	2(1.1)	2.35
숫자	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	-

주. 괄호 안은 %

^a: aMCI < AD-CDR 0.5, ^b: AD-CDR 0.5 < AD-CDR 1, ^c: aMCI < AD-CDR 1

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

표 4. 신경심리검사와 CDT 질적 점수의 상관관계

Neuropsychological Test	Modified CDT qualitative error score		
	aMCI (n=97)	AD-CDR 0.5 (n=37)	AD-CDR 1 (n=50)
K-MMSE	-.301**	-.142	-.237
Attention			
Digit span: forward	-.140	-.236	.050
Digit span: backward	-.134	-.439**	.001
Language			
K-BNT	-.377**	-.516**	-.440**
Visuospatial function			
RCFT: copy	-.163	-.533**	-.251
Memory			
SVLT: delayed recall	-.225*	-.024	-.086
RCFT: delayed recall	-.146	-.078	-.385**
Frontal/executive function			
COWAT: animals	-.206*	-.256	-.176
COWAT: supermarket items	-.141	.055	-.183
COWAT: phonemic fluency	-.223*	-.406*	-.103
Stroop: color reading	-.169	-.457**	-.526**

주. K-MMSE: 간이정신상태검사, K-BNT: 한국형 보스톤 이름대기검사, RCFT: 레이 복합 도형검사, SVLT: 서울언어학습검사, COWAT: 통제단어 연상검사.

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

진행되면서 더욱 저하된다. 시계를 그리기 위해서는 시공간적 구성 능력, 집행기능 및 언어적 능력이 복합적으로 요구되기 때문에 CDT는 초기 치매를 선별하는 검사로 많이 활용되어 왔다. 이전 연구들에서는 CDT의 양적 점수만을 통해 AD 초기 인지변화를 살펴보았으나, 본 연구에서는 aMCI와 AD-CDR 0.5 집단의 질적 오류 특징을 살펴봄으로써 초기 AD의 인지 변화 차이를 살펴보고자 하였다.

그리고 CDT의 질적 오류와 다른 신경심리검사와의 상관관계를 살펴봄으로써 질적 오류가 어떤 의미를 가지는지 알아보았다.

첫째, 시계 그리기 검사의 양적 점수 분석 결과에서 집단 간의 차이를 보였는데, aMCI의 수행이 가장 좋았고, 그 뒤로 AD-CDR 0.5와 AD-CDR 1 집단의 순서를 보였다. 그러나 aMCI와 AD-CDR 0.5 집단 간 수행은 유의한 차이를 보이지 않았다. Seigerschmidt 등(2002)의

연구에 따르면, NC와 치매 의심단계의 AD 집단은 CDT 수행에서 차이가 있었으나 다른 신경심리검사들과의 상관성이 낮았고, 교육, 나이, 성별에서도 유의한 차이가 있어 해석에 제한이 있었다. 한편 Teixeira, Aprahamian와 Sanches (2014)의 연구에서 CDT와 교육이 유의한 상관관계가 있고, 특히 인지기능이 정상이더라도 1~4년 교육받은 집단이 5년 이상 교육을 받은 집단보다 CDT 질적 오류를 더 많이 보였다는 결과를 제시하였다. 이런 결과를 고려할 때 Seigerschmidt 등(2002)의 연구에서 NC와 치매 의심단계의 AD 집단의 CDT 수행 비교 시 교육을 통제했다면 NC와 치매 의심단계의 AD 집단과의 CDT 수행 차이가 약화되었을 가능성이 있다. 그리고 Powlisha 등(2002)의 연구에 따르면, 정상 노인들과 CDR 0.5에 해당하는 AD 환자의 CDT 수행차이가 없었던 것을 고려할 때, CDR 점수가 0.5로 동일한 aMCI와 AD 집단에서 CDT의 양적 점수로 수행 차이를 확인하는 것에 제한이 있을 것이라 생각된다. Connor 등(2005)은 치매평가검사(dementia rating scale, DRS)의 점수를 기준으로 하여 mild AD 집단을 규정하였고(DRS 총점 116-125), 이 집단에 Rouleau 등(1992)이 제시한 채점체계를 사용하여 절단점(cutoff score)을 8점 이하로(≤ 8)으로 적용하였을 때, AD에 대한 민감도가 50% 밖에 되지 않았다고 보고하였다. 이런 선행 연구들의 결과를 고려할 때, aMCI 집단과 AD-CDR 0.5 집단의 양적 점수에서 차이가 두드러지지 않는 이유는 Rouleau의 CDT 양적 채점 체계의 민감도가 낮아서 aMCI 집단과 AD-CDR 0.5 집단의 수행을 감별해내는데 어려움이 있었기 때문으로 생각된다. 이런 제한점 때문에 여러 연구에서 선별 검사로 CDT를 MMSE와 함께 사용할 것을 권장하고 있다

(Cacho et al., 2010). 그리고 최근 연구들에서 치매 혹은 인지기능 저하 시 나타나는 CDT 오류를 새로운 채점체계로 제시하여 CDT 채점체계의 민감도와 타당도를 높이고자 하고 있다(Cosentino, Jefferson, Chute, Kaplan, & Libon, 2004; Babins et al., 2008).

둘째, 질적 오류 빈도 차이를 분석했을 때, aMCI와 AD-CDR 0.5 집단에서 유의한 차이를 보였던 오류는 <공간과 계획 결함> 오류의 하위 요소인 <불특정 형태 오류>, <그리기 어려움> 오류의 하위 요소인 <그리기 어려움: 중도>, <개념적 결함> 오류의 하위 요소인 <잘못된 표상: 시계>다. <불특정 형태 오류>에서도 aMCI의 오류 빈도가 AD-CDR 0.5 오류 빈도보다 더 낮았다. 이전 연구에서 NC 집단과 MCI 집단에서 불특정 공간 오류를 보이지 않은 반면, MCI 집단과 AD 집단 간의 유의한 차이를 보였던 점(Cahn et al., 1996)과 AD 심각도(severity)에 따른 빈도 차이는 없었다(Kitabayasi et al., 2001)는 결과를 고려할 때, <불특정 형태 오류>는 인지기능 저하가 나타나는 치매 의심단계에서부터 빈번하게 나타나는 것으로 생각된다. <그리기 어려움: 중도>에서도 aMCI와 AD-CDR 0.5 집단 간 오류 빈도에 차이가 있었다. <그리기 어려움: 중도>의 채점 기준이 '왜곡이 심하고, 전반적인 수행을 알아볼 수 없을 경우'인 것을 고려할 때, 인지기능 저하를 보이기 시작한 MCI 단계에서는 거의 나타나지 않는 오류지만, 치매로 진행되기 시작한 시점부터 오류가 많이 나타나는 것으로 생각된다. 한편, 본 연구에서 한 명의 aMCI 환자가 <그리기 어려움: 중도>의 오류를 보여 aMCI의 진단에 적합한지의 여부를 확인할 필요가 있었다. 해당 환자의 K-MMSE 및 다른 신경심리평가 결과를 검토해

봤을 때, 기억력 및 의미적 지식과 관련된 인지능력이 현저히 저하된 반면, 전두엽 및 시공간 구성 기능은 상대적으로 유지되어 있고, 보호자의 보고 및 S-IADL의 점수를 고려해서, 임상심리학자 및 신경과 전문의가 치매 보다 aMCI로 진단한 것으로 확인되었다. 뿐만 아니라 <그리기 어려움: 중도>에서 오류의 기대 빈도가 5개미만으로 결과의 해석에 제한이 있을 수 있는 바, 추후 연구에서는 사례수의 보완이 필요할 것으로 생각된다.

<개념적 결함> 오류 중 <잘못된 표상: 시계> 오류에서 aMCI의 오류 빈도가 AD-CDR 0.5 오류 빈도보다 더 낮았는데, Parsey와 Schmitter-Edgecombe(2011)의 연구에서도 NC 집단과 MCI 집단에서 오류 빈도의 차이는 나타나지 않았으나, 두 집단은 AD 집단보다 오류 빈도가 유의하게 낮았다. 즉, aMCI와 AD-CDR 0.5 집단에서 <잘못된 표상: 시간> 오류에 대한 기대 빈도는 비슷하나 <잘못된 표상: 시계> 오류는 AD-CDR 0.5 집단에서 더 많이 나타나, 시계에 대한 지식적 개념 저하는 치매 의심단계에서부터 빈번하게 나타나는 것으로 생각된다. 반면 <잘못된 표상: 시간>에서 aMCI 집단과 AD-CDR 0.5 집단의 수행 차이가 유의하지 않았다. 여러 연구에서 시계 바늘의 오류가 MCI와 초기 치매 환자를 구별하거나 MCI가 치매로 진행되는 것에 대한 예측 인자(early marker)가 될 수 있다고 하였다(Babins et al., 2008; Leyhe et al., 2009; Ehreke et al., 2011). 그러나 본 연구에서는 시계 바늘이 MCI와 치매 의심단계의 구별에도 유용하지 않는 것으로 시사되었다. <시계 크기>와 <보속>의 오류는 세 집단 모두에서 거의 나타나지 않았으며, 세 집단 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다. Parsey와 Schmitter-Edgecombe(2011)는 <보

속> 오류가 후기 치매(later stage of dementia)에 더 빈번하게 나타나는 오류이고, NC 집단과 MCI 집단을 비교했을 때 <시계 크기>의 오류도 NC와 MCI 집단 간에 유의한 빈도 차이가 나타나지 않았다고 하였던 바, 본 연구도 치매 의심 단계와 초기 치매의 환자를 대상으로 하였으므로 이전 연구와 같은 결과를 보인 것으로 생각된다.

셋째, 시계그리기 검사의 질적 오류 점수와 신경심리검사의 상관관계를 분석했을 때, 세 집단 모두 K-BNT에서 부적 상관을 보였고, aMCI 집단만 범주 유창성(category fluency)에 해당되는 COWAT: animals에서 부적 상관을 보였다. 대면 이름대기(confrontational naming)나 범주 유창성과 같은 과제에서 저조한 수행을 보이는 것은 의미적 지식의 손상을 의미한다(Bayles & Tomoeda, 1983; Hodges, Salmon, & Butters, 1991). Parsey와 Schmitter-Edgecombe (2011)의 연구에서 CDT와 범주 유창성 검사 간에 유의한 상관관계를 보였고, 개념적 결함 오류와 범주 유창성 검사 간의 부적 상관관계가 높아, CDT가 의미적 지식과 연관성이 있다고 하였다. 본 연구에서 기억력 검사와 CDT의 상관관계를 살펴보면, aMCI 집단이 언어적 기억력과 유의한 상관관계를 보였고, AD-CDR 1 집단이 시각적 기억력과 유의한 상관관계를 보였다. 그러나 AD-CDR 0.5 집단은 언어적/시각적 기억력과 유의한 상관관계를 보이지 않았다. Takahashi 등(2008)은 단일광자 단층촬영(single photon emission computed tomography, SPECT)을 통해 CDT와 뇌의 국소 혈류(regional brain flow)의 상관을 분석하였는데, 좌측 해마(left hippocampus)와 높은 상관을 보였다. 그리고 CDT와 시각적 기억 과제와 높은 상관을 보였는데, 이

는 기억과 시공간 구성 능력의 영향을 받았기 때문이라고 하였다. 다만 Takahashi 등(2008)의 연구에서 언어적 기억 과제는 상관 분석에 포함되지 않아 언어적 기억과 관련에 대한 설명은 부재되었다. 본 연구에서 aMCI 집단의 CDT 수행이 신경심리평가 중 K-BNT, COWAT: animal, SVLT: delayed recall와 부적 상관을 보인 점을 고려할 때, aMCI 집단이 CDT를 수행하는 동안 좌측 측두엽 기능이 연관되었을 것으로 생각해볼 수 있다.

CDT와 집행기능 검사와의 상관 분석을 보면, aMCI와 AD-CDR 0.5 집단에서 COWAT: phonemic fluency와 부적 상관을 보였고, AD-CDR 0.5와 AD-CDR 1 집단은 Stroop: color reading에서 부적 상관을 보였다. Cosentino 등(2004)은 CDT의 수행에서 시간 관련 오류와 글자 유창성(letter fluency, 예, “FAS”) 검사와의 상관이 의미적 지식의 상관보다 더 높았고, 전체 CDT의 수행도 글자 유창성 과제와 유의한 상관이 있었다. 그리고 de Paula, de Miranda, de Moraes와 Malloy-Diniz(2013)에서 집행기능 측정도구로 사용된 글자 유창성 검사(FAS)가 CDT 수행을 가장 잘 예측하는 인자였다. 그러나 본 연구에서도 aMCI와 AD-CDR 0.5 집단에서는 글자유창성과 CDT 사이의 상관이 유의하였으나 AD-CDR 1 집단에서는 유의한 상관을 보이지 않았다는 제한이 있다. 시공간 구성 능력을 평가하는 RCFT: copy는 AD-CDR 0.5 집단과 부적 상관을 보였다. CDT가 시공간 구성 능력을 평가하는 검사 도구로 알려져 있으나, 본 연구처럼 지시조건으로 시행된 CDT는 수행 시 집행기능의 영향을 받고(Shon et al., 2013; Ino et al., 2003), RCFT: copy도 시공간 구성 능력을 평가하는 검사 도구이나 전두엽 기능 저하가 있을 경우 낮은 수행

을 보인다(Pillon, 1981; Ahmed et al., 2016). 따라서 상관 분석 결과를 고려할 때, AD-CDR 0.5 집단은 CDT를 수행하는 동안, 의미적 지식, 시공간 구성 능력, 집행기능과 관련된 검사들과 연관성을 보였으나 기억과 연관성은 낮음을 확인할 수 있었다.

K-BNT를 제외한 신경심리검사들과 CDT의 상관관계에서 일치되지 않은 부분이 있는데, Cosention 등(2004)은 시계를 그리는 동안 다양한 인지기능이 영향을 미치기 때문이라고 하였다. CDT와 다른 신경심리검사와 상관관계를 분석한 연구들은 대부분의 항목에서 높은 상관을 보였으나(Takahashi et al., 2008; Parsey & Schmitter-Edgecombe, 2011) 집단 구별이 없었던 반면, 본 연구에서는 집단 별로 나눠 CDT 수행과 신경심리검사와의 상관관계를 분석하였기 때문에 일치되지 않는 결과들이 도출된 것으로 생각된다. 추후 연구에서는 질적 오류 결과를 바탕으로 채점체계를 시계 숫자와 바늘 채점을 더 세분화 한 다음, 다른 신경심리검사와 상관관계를 분석하여 어떤 의미를 가지는지 확인할 필요가 있겠다.

본 연구가 갖는 의의는 다음과 같다. 먼저, CDT의 양적 점수는 aMCI와 AD-CDR 0.5를 감별하는데 제한이 있었다. 그러나 질적 오류 빈도를 비교했을 때, aMCI와 AD-CDR 0.5에서 <개념적 결함> 중 <잘못된 표상: 시계> 오류와 <공간과 계획 결함> 중 <불특정 형태 오류>에서 유의한 차이를 보여, 감별 가능한 오류 요소임을 확인하였다. 마지막으로, CDT와 다른 신경심리검사와의 상관관계를 통해서 CDT 수행에 영향을 미치는 인지기능 요소들을 확인하였다.

마지막으로 본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, CDT 질적 오류 유형 중 일부 오류

유형들은 기대빈도가 낮아 결과 해석에 신중할 필요가 있고, 이는 후속 연구에서 재검증해볼 필요가 있겠다. 둘째, 본 연구에서 정상 집단이 포함되지 않았다. 본 연구에서 CDT의 양적 점수나 질적 오류 빈도를 통해 aMCI, AD-CDR 0.5, AD-CDR 1 집단의 특성을 구별 가능하나 정상 집단의 수행 비교가 없어 인지 기능 저하가 나타나기 시작하는 MCI에게서 나타나는 오류인지, 인지기능 저하가 없어도 흔히 보이는 오류에 해당되는지 구별에 어려움이 있었다. 그리고 본 연구에 참여한 aMCI 및 AD 환자들은 베타 아밀로이드 단백질의 침착과 같은 생물학적 인자를 확인하여 확진된 환자들이 아니었다. 따라서 aMCI에는 AD 이외의 다른 질병에 의한 인지기능 저하 환자들이 포함되었을 가능성이 있다. 추후 연구에서는 베타 아밀로이드의 침착 정도를 뇌영상 기법을 통해 확인하여 CDT와의 관련성을 살펴봄으로써 조기 진단 검사로서의 CDT 유용성을 살펴보는 것이 필요하겠다.

참고문헌

- 강연욱 (2006). K-MMSE(Korean-Mini Mental State Examination)의 노인 기준 연구. 한국심리학회지: 일반, 25(2), 1-12.
- 강연욱, 나덕렬 (2003). 서울언어학습검사 (SVLT). 서울: Human Brain Research & Consulting co.
- 강연욱, 장승민, 나덕렬 (2012). 서울신경심리검사 2판(SNSB-II). 서울: Human Brain Research & Consulting co.
- 구형모, 김지혜, 권의정, 김성환, 이형석, 고혜정, 안상미, 김도관 (2004). 일상활동평가-복합(Seoul-Instrumental Activities of Daily Living: S-IADL)의 신뢰도 및 타당도 연구. 대한신경정신의학회, 43(2), 189-199.
- 기경아 (1999). 시계 그리기 검사의 기준 연구. 성신여자대학교 대학원 석사 학위 논문.
- 김향희, 나덕렬 (1997). 한국판 보스톤 이름대기 검사(K-BNT). 서울: 학지사.
- 김호영 (2002). 한국 노인의 시계 그리기 검사의 표준화 연구. 서울대학교 대학원 석사 학위 논문.
- 대한치매학회 (2011). 치매 임상적 접근 2판. 아카데미아.
- 최성혜, 나덕렬, 이병화, 함동석, 정지향, 윤수진, 유경희, 하충건, 한일우, 치매연구회 (2001). 한국판 expanded clinical dementia rating (CDR) 척도의 타당도. 대한신경과학회지, 19(6), 585-591.
- Ahmed, S., Brennan, L., Eppig, J., Price, C. C., Lamar, M., Delano-Wood, L., Bangen, K. J., Edmond, E. C., Clark, L., Nation, D. A., Jak, A., Au, R., Swenson, R., Bondi, M. W., Libon, D. J. (2016). Visuoconstructional impairment in subtypes of mild cognitive impairment. *Applied Neuropsychology: Adult*, 23, 43-52.
- Albert, M. S., DeKosky, S. T., Dickson, D., Dubois, B., Feldman, H. H., Fox, N. C., Gamst, A., Holtzman, D. M., Jagust, W. J., Petersen, R. C., Snyder, P. J., Carrillo, M. C., Thies, B., & Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's &*

- Dementia*, 7, 270-279.
- Babins, L., Slater, M., Whitehead, V., & Chertkow, H. (2008). Can an 18-point clock-drawing scoring system predict dementia in elderly individuals with mild cognitive impairment? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30(2), 173-186.
- Bayles, K. A., & Tomoeda, C. K. (1983). Confrontation naming and dementia. *Brain and Language*, 19, 98-114.
- Blair, M., Kertesz A., McMonagle, P., Davidson, W., & Bodi, N. (2006). Quantitative and qualitative analyses of clock drawing in frontotemporal dementia and Alzheimer's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12, 159-165.
- Cacho J., Benito-Leon J., Garcia-Garcia R., Fernandez-Calvo B., Vicente-Villardón J. L., & Mitchell A. J. (2010). Does the combination of the MMSE and clock drawing test (Mini-Clock) improve the detection of mild Alzheimer's disease and mild cognitive impairment? *Journal of Alzheimer's Disease*, 22, 889-896.
- Cahn, A. D., Salmon, P. D., Monsch, U. A., Butters, N., Weiderholt, C. W., Corey-Bloom, J., & Barrett-Connor, E. (1996). Screening for dementia of the Alzheimer type in community: the utility of the clock drawing test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 11(6), 529-539.
- Conner D. J., Seward J. D., Bauer J. A., Golden K. S., Salmon D. P. (2005). Performance of three clock scoring systems across different ranges of dementia severity. *Alzheimer Disease & Associated Disorders*. 19, 119-127.
- Cosentino, S., Jefferson, A., Chute, D. L., Kaplan, E., & Libon, D. J. (2004). Clock drawing errors in dementia: neuropsychological and neuroanatomical consideration. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 17, 74-84.
- Cummings, J. L., & Mendez, M. F. (2003). *Dementia: A clinical approach*(3rd Ed.). Philadelphia, PA: Butterworth Heinemann.
- Daly, E., Zaitchik, D., Copeland, M., Schmahmann, J., Gunther, J., & Albert, M. (2000). Predicting conversion to Alzheimer disease using standardized clinical information. *Archives of Neurology*, 57, 675-680.
- de Paula, J. J., de Miranda, D. M., de Moraes, E. N., & Malloy-Diniz, L. F. (2013). Mapping the clockworks: what does the clock drawing test assess in normal and pathological aging? *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 71(10), 763-768.
- Dubois, B., Feldman, H. H., Jacova, C., Cummings, J. L., DeKosky, S. T., Barberger-Gateau, P., Delacourte, A., Frisoni, G., Fox, N. C., Galasko, D., Gauthier, S., Hampel, H., Jicha, G. A., Meguro, K., O'Brien, J., Pasquier, F., Robert, P., Rossor, M., Salloway, S., Sarazin, M., de Souza, L. C., Stern, Y., Visser, P. J., & Scheltens, P. (2010). Revising the definition of Alzheimer's disease: a new lexicon. *Lancet Neurology*, 9, 1118-1127.
- Freedman, M., Kaplan, E., Delis, D., & Morris, R. (1994). *Clock Drawing: A Neuropsychological Analysis*. New York: Oxford University Press.
- Goldberg, E., & Bilder, R. (1986). Neuropsychological perspectives: Retrograde

- amnesia and executive deficits. In L. W. Poon(Ed.), *Handbook of clinical memory assessment of older adults* (pp. 888-999). Washington, DC: American Psychological Association.
- Goodglass, H., & Kaplan, E. (1983). *The assessment of aphasia and related disorders*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Hodge, J. R., Salmon, D. P., & Butters, N. (1991). The nature of the naming deficit in Alzheimer's and Huntington's disease. *Brain*, *114*, 1547-1558.
- Ino, T., Asada, T., Ito, J., Kimura, T., Fukuyama, H. (2003). Parieto-frontal networks for clock drawing revealed with fMRI. *Neuroscience Research*, *45*, 71-77.
- Jack, C. R., Jr., Albert, M. S., Knopman, D. S., McKhann, G. M., Sperling, R. A., Carrillo, M. C., Thies, B., Phelps, C. H. (2011). Introduction to the recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, *7*, 257-262.
- Kirby, M., Denihan, A., Bruce, I., Coakley, D., & Lawlor, B. A. (2001). The clock drawing test in primary care: sensitivity in dementia detection and specificity against normal and depressed elderly. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *16*, 935-940.
- Kitabayashi, Y., Ueda, H., Narumoto, J., Nakamura, K., Kita, H., & Fukui, K. (2001). Qualitative analyses of clock drawing in Alzheimer's disease and vascular dementia. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, *55*, 485-491.
- Lee, K. S., Kim, E. A., Hong, C. H., Lee D., Oh, B. H., & Cheong, H. (2008). Clock drawing test in mild cognitive impairment: quantitative analysis of four scoring methods and qualitative analysis. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, *26*, 483-489.
- Lezak, D. M., Howieson, B. D., Loring, W. D., Hannay H. J., & Fisher, S. J. (2004). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.
- Libon, D. J., Malamut, B. L., Swenson, R., Sands, L. P., & Cloud, B. S. (1996). Further analyses of clock drawing among demented and nondemented older subjects. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *11*, 193-205.
- McKhann, G. M., Knopman, D. S., Cherkow, H., Hyman, B. T., Jack, C. R. Jr., Kawas, C. H., Klunk, W. E., Koroshetz, W. J., Manly, J. J., Mayeux, R., Mohs, R. C., Morris, J. C., Rossor, M. N., Scheltens, P., Carrillo, M. C., Thies, B., Weintraub, S., & Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*, *7*, 263-269.
- McKhann, G., Drachman, D., Folstein, M., Katzman, R., Price, D., & Stadlan, E. M. (1984). Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: report of the NINCDS-ADRDA work group under the auspices of department of health and human services task force on Alzheimer's disease. *Neurology*, *34*(7), 939-944.
- Meyers, J. E., & Meyers, K. R. (1995). *Rey*

- Complex Figure Test and recognition trial: Professional manual.* Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Mirsen, T., & Hachinski, V. (1988). Epidemiology and classification of vascular and multi-infarct dementia. In Meyer, J. S., Lechner, H., Marshall, J., & Toole, J. F. (Eds.), *Vascular and Multi-infarct Dementia*. Mount Kisco, NY: Future Publishing.
- Morris, J.C. (1993). The clinical dementia rating (CDR): current version and scoring rules. *Neurology*, 43(11), 2412-2414.
- Nair, A. K., Gavett, B. E., Damman, M., Dekker, W., Green, R. C., Mandel, A., Auerbach, S., Steinberg, E., Hubbard, E. J., Jefferson, A., & Stern, R. A. (2010). Clock drawing test ratings by dementia Specialists: interrater reliability and diagnostic accuracy. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 22(1), 85-92.
- Parsey CM., & Schmitter-Edgecombe M. (2011). Quantitative and qualitative analyses of the clock drawing test in mild cognitive impairment and Alzheimer's Disease: evaluation of a modified scoring system. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 24, 108-118.
- Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *Journal of Internal Medicine*, 256, 183-194.
- Petersen, R. C. (2003). Mild cognitive impairment clinical trials. *Nature reviews drug discovery*, 2, 646-653.
- Petersen, R. C., Doody, R., Kurz, A., Mohs, R. C., Morris, J. C., Rabins, P. V., Ritchie, K., Rossor, M., Thal, L., & Winblad, B. (2001). Current concepts in mild cognitive impairment. *Archives of Neurology*, 58, 1985-1992.
- Petersen, R. C. (2000). Mild Cognitive Impairment or questionable dementia? [editorial] *Archives of Neurology*, 57, 643-644.
- Petersen, R. C., Smith, G. E., Waring, S. C., Lvnik, R. J., Tangalos, E. G., & Kokmen, E. (1999). Mild Cognitive Impairment: Clinical characterization and outcome. *Archives of Neurology*, 56, 303-308.
- Petersen, R. C. (1995). Normal aging, mild cognitive impairment, and early Alzheimer's disease. *Neurologist*, 1, 326-344.
- Pillon, B. (1981). Troubles visuo-constructifs et méthodes de compensation: Résultats de 85 patients atteints de lésions cérébrales. *Neuropsychologia*, 19, 375-383.
- Powlishta, K., Von Dras, D., Stanford, A., Carr D., Tsering C., Miller J., & Morris J. (2002). The clock drawing test is a poor screen for very mild dementia. *Neurology*, 59, 898-903.
- Rouleau, I., Salmon, D. P., & Butters, N. (1996). Longitudinal analysis of clock drawing in Alzheimer's disease patients. *Brain and cognition*, 31, 17-34.
- Rouleau, I., Salmon, D. P., Butters, N., Kennedy, C., & McGuire, K. (1992). Quantitative and qualitative analyses of clock drawings in Alzheimer's and Huntington's disease. *Brain and cognition*, 18, 70-87.
- Seigerschmidt, E., Mosch, E., Siemen, M., Frstl, H., & Bickel, H. (2002). The Clock Drawing Test and questionable dementia: reliability and validity. *International Journal of Geriatric*

- Psychiatry*, 17, 1048-1054.
- Shon, J. M., Lee, D. Y., Seo, E. H., Sohn, B. K., Kim J. W., Park, S. Y., Kim, S. G., Jhoo, J. H., & Woo, J. I. (2013). Functional neuroanatomical correlates of the executive clock drawing task (CLOX) performance in Alzheimer's disease: A FDG-PET study. *Neuroscience*, 246, 271-280.
- Shulman, K. I. (2000). Clock-drawing: Is it the ideal cognitive screening test? *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 15, 548-561.
- Sperling R. A., Aisen P. S., Beckett, L. A., Bennett, D. A., Craft, S., Fagan, A. M., Iwatsubo, T., Jack, C. R. Jr., Kaye, J., Montine, T. J., Park, D. C., Reiman, E. M., Rowe, C. C., Siemers, E., Stern, Y., Yaffe, K., Carrillo, M. C., Thies, B., Morrison-Bogorad, M., Wagster, M. V., & Phelps, C. H. (2011). Toward defining the preclinical stages of Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & dementia*, 7, 280-292.
- Takahashi, M., Sato, A., Nakajima, K., Inoue, A., Oishi, S., Ishii, T., & Miyaoka, H. (2008). Poor performance in clock-drawing test associated with visual memory deficit and reduced bilateral hippocampal and left temporoparietal regional blood flows in Alzheimer's disease patients. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 62, 167-173.
- Tierney, M. C., Szalai, J. P., Snow, W. G., Fisher, R. H., Nores, A., Nadon, G., Dunn, E., & St George-Hyslop, P. H. (1996). Prediction of probable Alzheimer's disease in memory-impaired patients: a prospective longitudinal study. *Neurology*, 46(3), 661-665.
- Teixeira, FA., Aprahamian I., & Sanches YM. (2014). Qualitative analysis of the clock drawing test by educational level and cognitive profile. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 72(4), 289-295.
- Tuokko, H., Hadjistavropulo, T., Miller, J. A., & Beattie, B. L. (1992). The clock test: a sensitive measure to differentiate normal elderly from those with Alzheimer's disease. *Journal of American Geriatric Society*, 40, 579-584.
- Wang, P., Shi, L., Zhao, Q., Hong, Z., & Guo, Q. (2014). Longitudinal changes in clock drawing test (CDT) performance before and after cognitive decline. *PLoS ONE*, 9(5), e97873.
- Winblad, B., Palmer, K., Kivipelto, M., Jelic, V., Fratiglioni, L., Wahlund, L. O., Nordberg, A., Backman, L., Albert, M., Almkvist, O., Arai, H., Basun, H., Blennow, K., de Leon, M., DeCarli, C., Erkinjuntti, T., Giacobini, E., Graff, C., Hardy, J., Jack, C., Jorm, A., Ritchie, K., van Duijn, C., Visser, P., & Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment-Beyond controversies, towards a consensus: report of the International Working Group on Mild Cognitive Impairment. *Journal of Internal Medicine*, 256, 240-246.
- 원고접수일 : 2017. 11. 29.
수정원고접수일 : 2018. 01. 15.
게재결정일 : 2018. 02. 07.

Quantitative and Qualitative Analyses of Clock Drawings in Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease

Hana Jeong¹⁾

Juhee Chin²⁾

Hee Jin Kim²⁾

Sangwon Seo²⁾

Duk L. Na²⁾

¹⁾Dept. of Neurology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine

²⁾Dept. of Neurology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine

The clock drawing test (CDT) has been consistently used as part of neuropsychological assessment, specifically as a screening tool for dementia. This study compared the quantitative and qualitative performance on the CDT among patients with amnesic mild cognitive impairment (aMCI), very mild Alzheimer's disease (AD) with a clinical dementia rating (CDR) of 0.5, and mild AD with a CDR of 1. Ninety-seven subjects with aMCI, 37 subjects with AD-CDR 0.5, and 50 subjects with AD-CDR 1, who visited the Memory Disorders Clinic in the Department of Neurology at the general hospital located in Seoul, underwent CDT and standardized neuropsychological battery tests. Although significant differences were found in the total quantitative scores among the three patient groups, there were no significant differences between aMCI and AD-CDR 0.5 patients. However, the qualitative error analysis revealed differences between the two groups in several areas: misrepresentation of clock (conceptual deficit error), deficit in spatial layout of numbers without any specific pattern (spatial disorganization), and moderate graphic difficulty. In correlational analysis between the CDT and other neuropsychological measures, the CDT was significantly correlated with the Korean-Boston Naming Test, Rey-Osterrieth Complex Figure copying test, verbal/visual memory tests, and frontal/executive function tests. Therefore, the findings of this study suggested that the characteristics of qualitative errors in the CDT can help identify cognitive changes in the early stage of AD; however, the quantitative scores of the CDT revealed limited information about these changes. Additionally, our results indicated that performance in the CDT was associated with semantic knowledge, visuospatial function, and executive function

Keywords : Clock Drawing Test, Amnesic Mild Cognitive Impairment, Alzheimer's disease, Clinical Dementia Rating Scale, Questionable Alzheimer's disease

부록 1. 양적 점수 채점체계

항 목	점수	기준
시계판완결성	2	큰 왜곡이 없음
	1	완벽하지 않거나 약간의 왜곡이 있음(크기 포함)
	0	시계 판이 없거나 완전히 부적절한 경우
숫자의 표기 여부 및 순서	4	올바른 순서로 모든 숫자가 있거나 기껏해야 공간 배치의 아주 작은 오류
	3	모든 숫자가 있으나 공간 배치에 조급의 오류들이 있는 경우 · 숫자가 빠지거나 추가된 경우 그러나 나머지 숫자에는 큰 왜곡이 없음
	2	· 반시계방향으로 숫자가 배열된 경우 · 숫자들이 모두 있지만 공간 배열에 큰 왜곡이 있는 경우(예, 좌측무시, 시계 판 밖에 숫자)
	1	빠지거나 더해진 숫자가 있고 심한 공간 왜곡
	0	숫자가 없거나 숫자 표상이 나쁜 경우
바늘의 표기 여부 및 배치	4	바늘이 정확한 위치에 있고, 크기의 차이도 적절함
	3	바늘의 위치에 약간의 오류가 있거나 바늘의 크기 차이가 없는 경우
	2	바늘의 위치에서 중요한 오류가 있는 경우
	1	바늘이 하나만 있거나 두 바늘의 표상이 나쁜 경우
	0	바늘이 없거나 바늘 보속을 보이는 경우

부록 2. 질적 오류 채점체계

유형	기준
시계 크기	(1) 작음: 4cm 이하
	(1) 큼: 13cm 이상
그리기 어려움	(1) 경도: 시계 판, 바늘, 숫자에서 약간의 왜곡이 있으나 전반적인 수행이 적절한 경우
	(2) 중등도: 왜곡이 명백하지만 전반적인 수행을 알아볼 수 있을 경우
	(3) 중도: 왜곡이 의심의 여지가 없고, 전반적인 수행을 알아보기 힘든 경우
자극- 속박반응	(1) 순수 자극-속박 반응: 바늘이 11시 10분 대신 10시 50분을 가리킴
	(1) 문자 표기형 자극-속박 반응: 시간을 숫자 11 옆에 적거나 10과 11사이에 시간을 적는 경우
개념적 결함	(1) 시계의 잘못된 표상: 시계 판에 대한 잘못된 표상. 숫자가 없는 시계 판이거나 숫자의 사용이 부적절한 경우
	(1) 시간의 잘못된 표상: 바늘이 없거나 부적절하게 표현된 경우
공간과 계획 결함	(1) 좌측 무시
	(1) 특정형태 오류: 계획에 결함이 있는데, 12, 3, 6, 9 숫자 앞에만 공간이 생긴 경우
	(1) 불특정형태 오류: 특정 패턴 없이 공간을 조직하는데 결함이 생긴 경우
	(1) 숫자를 시계 판 밖에 쓴 경우 (1) 반 시계 방향으로 숫자를 쓴 경우
보속	(1) 바늘에 대한 보속
	(1) 숫자에 대한 보속

* 괄호에 제시된 숫자는 질적 오류를 양적 점수로 변환 시 사용되었음.