

경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가에 대한 체계적 고찰

박진혁*, 박지혁**

*연세대학교 대학원 작업치료학과

**연세대학교 보건과학대학 작업치료학과

국문초록

목적: 본 연구는 경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가의 체계적 고찰을 통해 임상 및 연구의 기초 자료를 제공하고자 하였다.

연구방법: 2015년 11월 한 달 동안 Embase, PubMed, PsycINFO, The Cochrane Library에서 “computerized” OR “computer-based” AND “cognitive assessment” OR “screening test” AND “mild cognitive impairment”의 키워드를 검색하여 최종적으로 12개의 연구에서 9개의 전산화 인지기능 평가를 추출하였다. 연구의 질적 수준, 평가 구성 비율, 대상자 선정기준, 평가 운영체제, 시행방법, 평가영역, 신뢰도, 민감도 및 특이도를 분석하였다.

결과: 12편의 연구 질적 수준을 분석한 결과 수준Ⅱ의 연구는 11편으로 전체의 91.7%였고 수준Ⅲ 단계의 연구는 1편으로 전체의 8.3%를 차지하여 전반적인 근거수준은 대체로 높았다. 경도 인지장애 대상자 선정을 위해서 간이정신건강상태검사(Mini-Mental State Examination; MMSE)를 포함해 다양한 평가를 사용하고 있었다. 9개의 전산화 인지기능 평가 중 알츠하이머형 치매 선별도 가능한 것은 3개였다. 대부분의 평가는 컴퓨터 기반으로 3~30분 이내의 시간에 시행되고 있었으며, 키보드 또는 마우스를 이용한 자기시행법이 가장 많았고 터치를 이용한 방법이 다음으로 많았다. 각 평가별로 평가영역에 차이가 있었으나 기억력 평가는 모든 평가에 포함되어 있었으며 평가의 신뢰도는 대체로 높았다. 평가의 민감도 및 특이도는 지필평가와 유사하거나 낮은 것으로 나타났다.

결론: 본 연구를 통하여 경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가의 특징을 종합적으로 알아보았다. 연구결과는 추후 경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가 개발을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

주제어: 경도 인지장애, 선별 평가, 전산화 인지기능 평가, 체계적 고찰

I. 서론

우리나라의 고령화는 매우 빠르게 진행되어 2030년에 이르면 65세 이상의 인구가 전체 인구의 20.0%를 넘

게 차지하는 초고령 사회에 진입할 것으로 전망된다(National Statistical Office, 2013). 노인들은 노화에 따라 인지기능이 감퇴될 수 있고 이에 따라 치매 고위험군인 경도 인지장애(Mild Cognitive Impairment; MCI)

ORCID: Park Jin-Hyuck, <http://orcid.org/0000-0002-0222-8901>

Corresponding author: Park, Ji-Hyuk (otscientist@yonsei.ac.kr/Dept. of Occupational Therapy, College of Health Science, Yonsei University)

Received 30 April 2016; Revised version received 27 May 2016; Accepted 24 June 2016

가 발생할 수 있다(Ganguli, Snitz, Lee, Vanderbit, Saxon, & Chang, 2010). 경도 인지장애가 발생하면 기억력 및 집중력 등의 인지기능 검사에서 동일 연령대의 사람보다 낮은 수행력을 보이게 된다(Gainotti, 2010).

경도 인지장애는 한번 발병하면 약 11.0~33.0%가 치매로 이환되어 일반 노인보다 치매발병 확률이 높아 경도 인지장애에 대한 조기선별 및 적절한 중재가 중요하다(Wild, Howieson, Webbe, Seelye, & Kaye, 2008). 최근 과학기술이 발전함에 따라 다양한 뇌기능 검사들이 개발되었지만 경도 인지장애 환자 중 뇌기능 검사 상 이상소견이 없어도 인지기능 장애를 보이는 경우가 있기 때문에 인지기능 장애를 보다 명확히 밝힐 수 있는 다양한 검사방법이 요구되어 왔다(Rhee, 2010).

인지기능 평가를 통해 대상자의 평가 결과 값을 동일 연령대의 평균치와 비교 가능하고 특정 인지영역에 대한 손상 정도를 파악하여 치료의 목표도 설정할 수도 있기 때문에 기존의 뇌기능 검사의 부족한 점을 보완하여 다양한 평가가 시행되고 있다(Darby & Walsh, 2005). 일반적으로 경도 인지장애 진단을 위해서는 Petersen 등(1999)이 제시한 진단 기준을 따르고 있는데 이 기준으로는 주관적인 기억력 저하의 호소, 객관적인 기억력 장애, 일상생활수행능력의 정상적인 유지, 정상적인 전반적 인지기능, 치매는 아니라는 것이 포함되어 있다. 하지만 진단기준에 따라 모든 평가를 시행하여 경도 인지장애를 진단하는 것은 많은 시간이 걸린다는 단점이 있어 이를 보완하기 위해 빠르고 정확하게 시행할 수 있는 선별평가가 많이 개발되고 있다(De Jager, Schrijnemaekers, Honey, & Budge, 2009). 전통적으로 선별평가는 종이와 연필을 이용한 지필 방식으로 시행되었지만 1980년대 이후 컴퓨터 발달과 함께 지필방식의 인지기능 평가를 전산화하거나 새로운 방식의 전산화 인지기능 평가 개발을 통해 다양한 방법으로 시행되고 있다(Zygouris & Tsolaki, 2015). 컴퓨터를 이용한 인지기능 평가는 마우스나 터치스크린을 이용하여 간편하고 쉽게 시행이 가능하고 결과를 정확히 기록 할 수 있으며, 검사자의 태도나 훈련 정도에 큰 영향을 받지 않는다는 장점이 있어 임상현장에서 널리 사용되고 있고 다양한 연구도 이루어지고 있다(Wild et al., 2008; Wouters et al., 2014).

1980년대 이후로 다양한 지필평가가 전산화되었지만 경도 인지장애 선별을 위한 전산화 평가는 대부분 2000년대 이후에 개발되기 시작하였다(Zygouris & Tsolaki, 2015). 현재 국내에서 경도 인지장애 선별을 위해 사용하는 대표적인 전산화 인지기능 평가로는 서국희(2003)가 개발한 인지평가와 참고진단 시스템(Cognitive Assessment & Reference Diagnostic System; CARDS)이 있다. CARDS는 기억력 검사와 실인증, 실어증, 실행증, 고위수행기능 그리고 주의력 및 계산력의 비기억력 검사로 구성되어 검사시간은 약 30~50분 소요된다. 개개인의 특성을 반영한 유동적인 점수해석으로 정상과 경도 인지장애, 경증치매, 치매를 구분할 수 있다(Suh, 2002). 국외의 대표적인 경도 인지장애 및 치매 선별을 위한 전산화 인지기능 평가 시스템으로는 2001년도에 개발된 CogState이 있다. CogState의 평가항목으로는 시지각 학습과 작업 기억이 있으며 평가 결과에 따라 정상, 경도 인지장애, 치매를 판별 가능하며 검사시간은 약 15~20분이다. 그리고 2004년도에 개발된 MicroCog가 있는데, MicroCog는 5개의 인지영역인 기억력, 추론력, 집중력, 공간지각력, 반응행동에 대한 평가를 시행하며 검사시간은 약 30~40분 소요된다. 이외에도 국내보다 다양한 종류의 전산화 인지기능 평가들이 있으며, 이들 평가는 각 인지영역별로 분리하여 평가를 실시하는 것이 아닌 한 번의 시행으로 모든 인지영역에 대한 평가를 실시하고 종합점수를 바탕으로 경도 인지장애를 선별하고 있었다(Zygouris & Tsolaki, 2015).

전산화 인지기능 평가는 많은 장점에도 불구하고 일부 전산화 인지기능 평가는 표준 데이터가 부족하고 민감도 및 타당도가 보고되지 않고 있으며, 일부 검사 항목은 인지 기초 이론에 충분히 근거하지 않는다는 제한점이 있다(Suh, 2002). 또한 전산화 인지기능 평가의 대부분은 컴퓨터로 시행되기 때문에 컴퓨터에 친숙하지 않은 고령의 대상자들은 쉽게 사용하지 못해 평가 결과에 영향을 미칠 수도 있어 정확한 경도 인지장애 선별에 제한점이 있다(Werner & Korczyn, 2012). 현재 경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가는 각 평가마다 사용 방법 및 평가영역이 동일하지 않아 이에 대한 명확한 정보가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 경도 인지장애 선

별을 위한 전산화 인지기능 평가를 고찰하여 비교 분석함으로써 추후 국내에서의 경도 인지장애 선별을 위한 인지기능 평가 개발의 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 자료 수집 기준 및 과정

1) 포함기준

- (1) 경도 인지장애 선별을 위해 전산화 인지기능 평가를 사용한 연구
- (2) 평가 시행방법 및 영역이 제시되어 있는 연구
- (3) 정상, 경도 인지장애로 선별 가능한 전산화 인지기능 평가를 사용한 연구
- (4) 민감도 및 특이도를 제시한 연구
- (5) 전문이 한글 또는 영어인 연구

2) 배제기준

- (1) 경도 인지장애 이외에 신경학적인 질환을 동반한 대상자를 포함시킨 연구
- (2) 학위논문, 포스터, 회의록

(3) 전문이 없는 연구

(4) 상업적 제품에 관한 연구

3) 검색 과정 및 선정

2015년 11월 한 달 동안 Embase, PubMed, PsycINFO, The Cochrane Library를 통해 제공되는 논문을 수집하였다. 주요검색어로는 “computerized” OR “computer-based” AND “cognitive assessment” OR “screening test” AND “mild cognitive impairment”로 하였다. 총 1057개의 문헌이 검색되었으며 2명의 작업치료가 1차적으로 제목 및 초록을 보고 187개로 1차 추출을 하였고, 선정기준 및 배제기준을 적용하여 2차 추출 과정을 통해 12개의 문헌이 최종 선정되었다. 최종 선정된 12개의 문헌에서 중복되는 전산화 인지기능 평가를 제외한 총 9개의 전산화 인지기능 평가를 추출하였다 (Figure 1).

2. 분석 내용

1) 연구의 질적 수준

연구의 질적 수준은 Arbesman, Scheer와 Lieberman (2008)이 개발한 근거기반 수준 분류표를 사용하여 분석하였다 (Table 1).

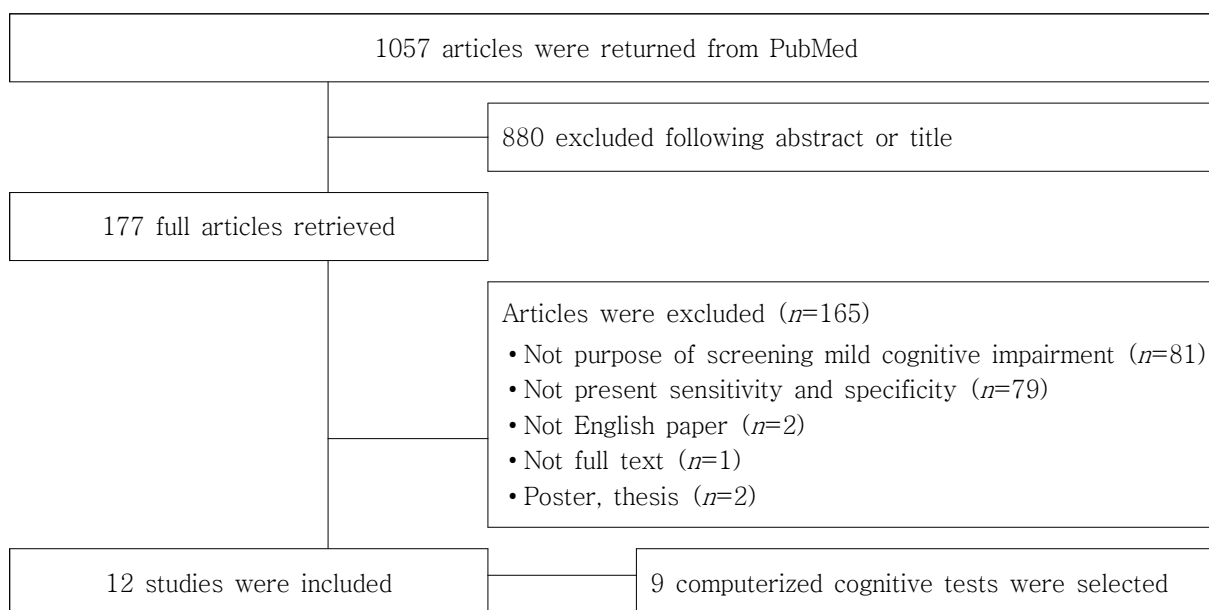


Figure 1. The Search and Filter Process

2) 연구 분석
9개의 전산화 인지기능 평가를 구성 비율, 평가의 특성을 기준으로 비교분석 하였다.

연구는 11편으로 전체의 91.7%로 가장 많았으며 수준 III 단계의 연구는 1편으로 전체의 8.3%를 차지하여 전반적인 근거수준은 대체로 높았다(Table 1).

III. 연구 결과

1. 연구 질적 수준

총 12편의 연구의 질적 수준을 분석한 결과 수준II의

2. 전산화 인지기능 평가 구성 비율

총 9개의 전산화 인지기능 평가 중 경도 인지장애와 알츠하이머형 치매 모두 선별이 가능한 평가는 3개 (33.3%), 경도 인지장애만을 선별하는 평가는 6개 (66.7%)로 나타났다(Table 2).

Table 1. Level of Evidence for Selected Studies

N (%)

Evidence level	Definition	Frequency
I	Meta analyses	0 (0.0)
	Randomized controlled trials	
	Systematic reviews	
II	Cohort studies	11 (91.7)
	Non-randomized two group studies	
III	Non-randomized one group studies	1 (8.3)
IV	Single experimental studies	0 (0.0)
	Survey studies	
V	Case studies	0 (0.0)
	Descriptive review	
	Qualitative studies	

Table 2. The Number of Computerized Cognitive Function Test

Test name	Mild cognitive impairment only	Mild cognitive impairment & Alzheimer's dementia
Cogstate	—	+
CANS-MCI	+	—
CAMCI	+	—
MicroCog	+	—
CST	—	+
MCI Screen	+	—
CAMCOG-CAT	—	+
CogniScreen	+	—
VSM test	+	—
Total (n)	6	3

(+): applicable, (-): not applicable

CAMCI: Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment, CAMCOG-CAT: Cambridge Cognitive Examination-Computer Adaptive Test, CANS: Computer-Administered Neuropsychological Screen, CST: Computerized Self Test, MCI: Mild Cognitive Impairment, VSM: Visuo-Spatial Memory

3. 전산화 인지기능 평가의 특성

경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가를 대상자 선정기준, 평가 운영체제, 시행방법, 평가영역, 신뢰도, 민감도 및 특이도를 기준으로 비교 분석하였다.

1) 대상자 선정기준

각 연구마다 경도 인지장애 환자의 평가 선별점수 설정을 위해 정상 노인과 경도 인지장애 환자를 연구에 포함시켰으며, 경도 인지장애 환자를 선정하기 위해 다양한 평가를 사용하였다. 그 중 MMSE가 4개(44.4%)로 가장 많았으며 놓기 검사(placing test)가 2개(22.2%), 전산화 캠브리지 신경인지 검사(Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery; CANTAB)가 2개(22.2%)로 나타났다. 이 외에도 다양한 평가들이 경도 인지장애 선별을 위해 사용되었는데 연구에는 자세히 언급되어 있지 않지만 Petersen 등(1999)의 경도 인지장애 진단기준을 따라 선정한 것도 2개(22.2%) 있었다(Table 3).

2) 평가 운영체제

문헌을 고찰한 결과 컴퓨터 기반의 평가 6개(66.7%), 태블릿 컴퓨터 기반의 평가 1개(11.1%), 컴퓨터와 태블릿 컴퓨터 모두 사용 가능한 평가 1개(11.1%), 인터넷 기반의 평가 1개(11.1%)였다(Table 3).

3) 시행방법

입력방법으로는 터치를 이용하는 방법 3개(33.3%), 키보드 또는 마우스를 사용하는 방법 5개(55.6%), 음성을 사용하는 방법 1개(11.1%)로 키보드 또는 마우스를 사용하는 방법이 가장 많았다. 또한 평가 시행방법으로는 자기시행법 8개(88.9%), 검사자시행법 1개(11.1%)로 자기시행법을 택하는 평가가 더 많았다. 시행시간으로는 3~30분으로 다양했다(Table 3).

4) 평가영역

평가별로 평가영역이 조금씩 달랐으며 집중력이 5개(55.6%), 기억력이 9개(100.0%), 시지각능력이 3개(33.3%), 실행기능이 5개(55.6%), 언어능력이 4개(44.4%), 처리속도가 3개(33.3%), 지남력이 2개

(22.2%), 반응시간이 1개(11.1%), 추리능력이 1개(11.1%), 실행기능이 1개(11.1%), 계산능력이 1개(11.1%), 추상적 사고가 1개(11.1%)가 각 평가에 포함되어 있었으며 특히 기억력 항목은 모든 평가에 포함되어 있었다(Table 3).

5) 신뢰도

신뢰도를 보고한 평가는 총 5개였으며 검사-재검사 신뢰도는 0.74~0.88, 내적 일치는 0.88~0.99의 범위를 보였으며 5개의 평가 모두 신뢰도는 대체로 높았다.

6) 민감도 및 특이도

민감도는 0.70~0.99, 특이도는 0.60~0.97의 범위를 보였으며 민감도 보다는 특이도가 다소 낮은 것으로 나타났다(Table 3).

IV. 고 찰

본 연구에서는 경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가에 대해 체계적 고찰을 시행하여 국내 작업치료사들에게 경도 인지장애 선별평가에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다. 총 12편의 연구에서 9개의 전산화 인지기능 평가를 추출하여 연구의 질적 수준, 평가 구성 비율, 대상자 선정기준, 평가 운영체제, 시행방법, 평가영역, 신뢰도, 민감도 및 특이도를 분석하였다.

고찰에 포함된 연구의 질적 수준을 분석한 결과 수준Ⅱ의 연구는 11편으로 전체의 91.7%였고 수준Ⅲ의 연구는 1편으로 전체의 8.3%를 차지하여 전반적인 수준 높은 근거 마련을 위해 다양한 연구가 진행되고 있었음을 알 수 있었다. 이러한 경향은 경도 인지장애의 조기발견 및 중재를 위해 경도 인지장애 선별을 할 수 있는 평가에 대한 관심이 증가되고 있다는 보고와 일치한다(Aharonson, Halperin, & Korczyn, 2007).

총 9개의 전산화 인지기능 평가 중 경도 인지장애와 알츠하이머형 치매를 같이 선별해낼 수 있는 평가도 3개 있었다. 경도 인지장애와 초기 알츠하이머형 치매 환자를 구별하기 위해 인지기능 수준을 비교한 연구결과들을 보면 다소 일치되지 않는 점이 있다(Ryu, 2010). 윤지

해, 안인숙, 김도관과 김지혜(2005)는 경도 인지장애, 초기 알츠하이머형 치매 환자 간 인지기능을 비교한 결과 경도 인지장애 환자는 초기 알츠하이머형 치매 환자보다 기억력 항목에서는 차이가 나타나지 않았으나 지남력, 주의력, 이름대기능력 및 언어유창성에서는 차이가 나타났다고 하였다. 또 다른 연구에서는 경도 인지장애 환자는 초기 알츠하이머형 치매 환자들에 비해 지남력, 주의력, 실행기능, 언어유창성 등에서는 유의한 차이를 보였으나 언어적·비언어적 재인회상능력과 이름대기능력, 시공간 구성능력 등에서는 차이를 보이지 않았다고 하였다(Kim et al., 2006). 그리고 Lee (2009)는 경도 인지장애 환자와 초기 알츠하이머형 치매 환자의 차이는 즉각회상, 지연회상, 재인회상에서만 차이가 있다고 하였다. 본 고찰에 포함된 경도 인지장애와 치매를 같이 선별하는 3가지 평가를 살펴보면 경도 인지장애와 초기 알츠하이머형 치매 환자 사이에 차이가 있다고 한 기억력, 주의력, 실행기능, 언어능력, 지남력을 평가영역으로 포함하고 있었지만, 경도 인지장애만을 선별하는 나머지 6개 평가들의 평가영역과는 큰 차이점이 없어 선행 연구결과와 동일하게 경도 인지장애와 초기 알츠하이머형 치매와 구별되는 명확한 인지영역을 확인하기가 어려웠다.

현재 경도 인지장애를 선별하기 위한 전산화 인지기능 평가는 대부분 컴퓨터를 기반으로 하고 있었고 1개를 제외한 나머지 모든 평가는 모니터를 터치하거나 키보드나 마우스를 사용하는 방식으로 시행되었다. 컴퓨터 기반으로 전산화된 프로그램을 통해 평가가 진행되기 때문에 일관적인 평가가 가능하다(Wild et al., 2008). 따라서 신뢰도를 보고한 5개의 평가에서도 높은 수준의 신뢰도를 나타냈다. 컴퓨터 기반의 전산화 인지기능 평가는 노인들에게 많이 적용이 되고 있고 컴퓨터의 사용 자체가 환자들에게 새로운 경험으로 즐거움을 줄 수 있다는 연구도 있었지만, 또 다른 연구에서는 컴퓨터 사용이 익숙하지 않아 두려움이 있는 경우에는 평가 결과를 저하시킬 수 있다는 보고를 하여 전산화 인지기능 평가를 시행할 때 컴퓨터 기반의 키보드 및 마우스를 사용하는 것이 아닌 다른 방법이 모색될 필요가 있다(Saxton et al., 2009; Tierney & Lerner, 2010). 최근 기술이 발전함에 따라 몇몇 연구자들은 음성인식을 통한 방법에 많은 관심을 기울이고 있고 실제로 본 고찰에 포함된 1편의 연구에서도 음성인식을 통한 평가

가 있었다. 이 기술이 상용화 된다면 미래의 전산화 인지기능 평가는 노인들의 컴퓨터 사용 기술에 관계없이 음성인식 기반으로 시행되어 컴퓨터 사용에 대한 부담감을 줄일 수 있다고 하였다(Tierney & Lerner, 2010). 또한 노인의 피로감을 줄이기 위해서 선별평가는 비교적 짧은 시간 내에 시행되어야 하는데 본 고찰에 포함된 9개의 전산화 인지기능 평가도 시행시간이 3분에서 30분이내란 것을 감안했을 때 비교적 평가 시행시간은 적절했음을 알 수 있었다(Kingsbury, Pachana, Humphreys, Tehan, & Byrne, 2010)

경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가에는 다양한 인지영역의 평가가 포함되어있었는데 특히 기억력 평가는 모든 전산화 인지기능 평가에 공통적으로 포함되어 있었다. 정상노인과 경도 인지장애 환자와의 인지기능 차이에 관한 연구를 살펴보면 경도 인지장애 환자가 정상노인에 비해 지연회상, 언어유창성, 이름대기, 시공간능력, 주의력이 저하된다고 일관되게 보고하고 있었다(Devanand, Folz, Gorlyn, Moeller, & Stern, 1997; Fabrigoule et al., 1998; Han, 2010; Kim, Park, & Lee, 2007; Vliet et al., 2003). 그 중에서도 특히 경도 인지장애 환자에서 정상노인에 비해 일화기억의 저하가 두드러지게 보고되고 있고 이는 주로 새로운 학습이나 지연회상능력을 요구하는 과제에서 수행 저하로 나타난다고 보고하고 있어 기억력 평가영역이 경도 인지장애 선별을 위해 필수적이란 것을 알 수 있었다(Han, 2010). 특히 Cogstate, 전산화 경도 인지장애 검사(Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment; CAMCI), CogniScreen, 시공간 기억 검사(visuo-spatial memory test)의 경우에는 작업기억, 일화기억, 언어기억, 시각기억, 지연회상 등으로 기억력을 세분화하여 평가하고 있어 경도 인지장애 선별을 위해 기억력 평가가 강조되고 있음을 알 수 있었다.

이처럼 경도 인지장애와 정상노인의 차이점에 대해 많은 연구가 진행되고 있지만 경도 인지장애의 임상적 진단은 조금씩 차이가 있고 명확하게 정의하는데 어려움이 있다. 현재 경도 인지장애의 진단은 Petersen 등(1999)이 제시한 기준을 표준으로 사용하는데 본 고찰에 포함된 연구의 경도 인지장애 선정기준을 살펴보면, MMSE가 가장 많이 사용되었고 다음으로는 농기검사와

CANTAB 등을 사용해 최대한 다양한 인지영역을 평가하고 있었음을 알 수 있었다. 그리고 사용된 평가를 자세히 언급하지 않았지만 Petersen 등(1999)의 기준을 따라 대상자를 선정하였다는 연구도 있었다. 이처럼 정확한 대상자 선정을 위해 다양한 평가를 사용하고 있었지만 각 연구마다 일치되는 점이 없어 대상자 특징이 달라져 민감도 및 특이도에 영향을 미쳤을 가능성이 존재한다. 이런 제한점은 아직 전산화 인지기능 평가가 지필평가에 비해 선별 민감도가 떨어진다는 기존의 연구결과와 일치한다(De Lepeleire, Heyrman, Baro, & Buntinx, 2005). 실제로 본 고찰에서도 연구 선정과정 중 민감도, 특이도가 입증 안 되거나 제시하지 않은 연구가 다수 제외되었고 고찰에 포함된 전산화 인지기능 평가 중에서도 기존의 경도 인지장애 선별을 위한 지필평가보다 민감도, 특이도가 낮은 평가가 포함되어 있었다(Jung, 2010). 민감도, 특이도가 낮은 또 다른 이유로는 경도 인지장애 환자는 기억력이 저하되는 기억성 경도 인지장애 외에도 비기억성 경도 인지장애 등 다양한 유형이 존재하는데 본 고찰에 포함된 연구에서는 이를 구분하지 않았다는 점을 들 수 있다(Cummings et al., 1994; Gauthier et al., 2006).

연구결과 경도 인지장애 선별을 위해 임상에서 다양한 전산화 인지기능 평가를 사용하고 있었다. 경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가는 국외에서 활용도가 높았는데 그 이유는 다음과 같다. 첫째, 시간 효율성이 높다는 것이다. 경도 인지장애를 진단하기 위해서는 모든 인지영역에 대해 평가를 실시해야 하는데 인지영역별로 평가를 각각 시행하면 시간이 오래 걸리게 된다(강연욱과 나덕렬, 2003; Petersen et al., 1999). 하지만 임상에서 모든 대상자에게 진단기준에 맞춘 다양한 인지평가를 실시하는 것은 현실적으로 어려움이 많기 때문에 한 번의 시행으로 모든 인지영역을 평가할 수 있는 선별평가를 우선적으로 실시하여 대상자를 선별한 후 인지영역별 상세 평가를 실시하는 것이 효율적이라 할 수 있다(Zygouris & Tsolaki, 2015). 둘째, 이동성이 높다는 것이다. 최근 전산화 인지기능 평가는 어플리케이션 또는 웹 기반으로 시행되어 노인들이 전문기관을 방문하지

않더라도 태블릿 컴퓨터나 스마트폰을 통해 가정에서도 쉽게 평가를 실시하여 경도 인지장애 선별이 가능하다(Hart, Chaparro, & Halcomb, 2008). 따라서 전문기관의 접근성이 떨어진 노인들에게도 조기에 경도 인지장애를 선별할 수 있는 기회를 제공할 수 있는 장점이 있다.

하지만 위와 같은 활용에도 불구하고 경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가는 컴퓨터에 친숙하지 않은 노인들이 사용하기 어렵고 민감도와 특이도가 낮다는 제한점이 존재한다. 추후 경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가를 개발할 때는 노인이 더욱 쉽게 사용할 수 있는 방법에 대한 고찰이 필요하고 기억력을 세분화한 후 평가할 수 있는 평가항목의 개발과 진단기준에 따른 대상자를 선정한 후 연구를 진행하여 민감도 및 특이도를 높여야 할 것이다.

V. 결 론

인구 고령화에 따라 노인의 인지장애가 문제가 되고 있고 특히 치매로 이환될 수 있는 경도 인지장애에 대한 적절한 중재를 위해 무엇보다 조기선별이 중요하다. 본 연구에서는 경도 인지장애 선별을 위한 전산화 인지기능 평가를 체계적 고찰을 통해 알아보았다. 그 결과 대상자 선정기준은 MMSE를 포함해 다양한 평가를 사용하고 있었다. 대부분의 전산화 인지기능 평가는 컴퓨터기반의 자기시행법을 택하고 있었으며, 반응입력은 키보드 또는 마우스, 터치방식으로 주로 이루어지고 있었다. 또한 평가시간은 3~30분 이내로 비교적 짧았으며, 평가영역은 공통적으로 기억력 항목이 포함되어 있었고 나머지 평가영역은 각 평가마다 조금씩 상이했다. 평가의 신뢰도는 높은 편이었고 평가의 민감도 및 특이도는 조금씩 달랐으나 기존의 경도 인지장애 선별을 위한 지필평가와 유사하거나 낮은 것도 있었다. 이번 연구가 앞으로 국내의 인지재활 임상현장에서 활용될 수 있는 경도 인지장애 선별용 전산화 인지기능 평가 개발을 위한 기초 자료가 되리라 기대한다.

Table 3. Characteristic of Computerized Cognitive Function Tests for Screening Mild Cognitive Impairment

Author (yr)	Test name	Subjects	Selection criteria	Operating system	Input mode	Methods	Domains	Reliability	Sensitivity & specificity
Ahmed, De Jager, & Wilcock (2012), Memoria, Yassuda, Nakano, & Forlenza (2014)	CANS-MCI	• 20 Healthy elderly • 15 MCI	Cambridge behavioural test, CANTAB, EMQ, placing test, MMSE	PC based	Touch	• Self • 30 mins	3 domains: Executive function, language ability, memory	Test-retest : 0.74	• Sensitivity: 0.90 • Specificity: 0.67
De Jager, Scherijne-maekers, Honey, & Budge (2009)	Cogstate	• 98 Healthy elderly • 21 MCI	MMSE, CERAD, CANTAB, rivermead paragraph recall, placing test	PC or tablet based	Keyboard or mouse	• Self • 20 mins	5 domains: Attention (sustained, visual), executive function, memory (working, episodic), processing speed, visual perception (tracking, matching)	Not stated	• Sensitivity: 0.78 • Specificity: 0.90
Dougherty et al. (2010)	CST	• 104 Healthy elderly • 27 MCI	Not Stated [†]	PC based	Keyboard or mouse	• Self • 15 mins	7 domains: Attention, executive function, memory, orientation, processing speed, language ability, visual perception	Internal consistency : 0.88	• Sensitivity: 0.99 • Specificity: 0.95
Green, Green, Harisson, & Kutner (1994)	MicroCog	• 50 Healthy elderly • 52 MCI	California verbal learning test, WMS-R, WAIS-R	PC based	Keyboard or mouse	• Self • 30 mins	6 domains: Attention, memory, processing speed, reaction time, reasoning, visual perception	Not stated	• Sensitivity: 0.98 • Specificity: 0.83
Kingbury, Pachana, Humphreys, Tehan & Byrne (2010)	Cogni-Screen	• 95 Healthy elderly • 30 MCI	Not stated [†]	PC based	Keyboard or mouse	• Self • 30 mins	1 domain: Memory (task1: recognition, task2: cued recall, task3: immediate and delayed recall)	Not stated	• Sensitivity: 0.76~0.92 • Specificity: 0.60~0.80

Table 3. Characteristic of Computerized Cognitive Function Tests for Screening Mild Cognitive Impairment (Cont.)

Author (yr)	Test name	Subjects	Selection Criteria	Operating system	Input mode	Methods	Domains	Reliability	Sensitivity & specificity
Maki, Yoshida, & Yamaguchi (2010)	VSM test	• 29 Healthy elderly • 10 MCI	CDR	PC based	Touch	• Self • 3 mins	1 domain: Memory (visuospatial memory)	Not stated	• Sensitivity: 0.70 • Specificity: 0.76
Saxton et al., (2009), Nieto, Albert, Morrow, & Saxton (2008)	CAMCI	• 291 Healthy elderly • 228 MCI	ADRC battery, BMI	Tablet based	Touch	• Self • 25 mins	4 domains: Attention, executive function, memory (verbal, nonverbal, visual, working), processing speed	Test-retest : 0.74	• Sensitivity: 0.86 • Specificity: 0.94
Trenkle, Shankle, & Azen (2007)	MCI Screen	• 70 Healthy elderly • 51 MCI	CDT, MMSE	Web-based	Verbal	• Assessor • 15 mins	3 domains: Executive function, language ability, memory	Test-retest : 0.83	• Sensitivity: 0.94 • Specificity: 0.97
Wouters et al., (2014), Wouters, Zwiderman, van Gool, Schmand, & Lindeboom (2009)	CAMCOG -CAT	• 41 Healthy elderly • 21 MCI	MMSE, seven minute test	PC based	Keyboard or mouse	• Self • 20 mins	7 domains: Abstract thinking, attention, calculation, language ability, memory, orientation, praxis	Internal consistency : 0.99	• Sensitivity: 0.86 • Specificity: 0.80

†: Not stated in detail but MCI had been screened according to Petersen et al. (1999)

ADRC: Alzheimer Disease Research Center, BMI: Bushke Memory Impairment, CAMCI: Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment, CAMCOG-CAT: Cambridge Cognitive Examination-Computer Adaptive Test, CANS: Computer-Administered Neuropsychological Screen, CANTAB: Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery, CDR: Clinical Dementia Rating, CDT: Clock Drawing Test, CST: Computerized Self Test, EMG: Everyday Memory Questionnaire, MCI: Mild Cognitive Impairment, MMSE: Mini-Mental Status Examination, MoCA: Montreal Cognitive Assessment, VSM: Visuo-Spatial Memory, WAIS-R: Wechsler Adult Intelligence Test-Revised, WMS-R: Wechsler Memory Scale-Revised

References

- 강연옥, 나덕렬. (2003). 서울신경심리검사(Seoul Neuropsychological Screening Battery). 인천, 한국: Human Brain Research & Consulting Co.
- 윤지혜, 안인숙, 김도관, 김지혜. (2005). 경미한 인지손상 환자의 신경심리학적 평가 특징. *한국심리학회 학술발표 논문집*, 6(1), 408-409.
- Aharonson, V., Halperin, I., & Korczyn, A. D. (2007). Computerized diagnosis of mild cognitive impairment. *Alzheimer's and Dementia*, 3(1), 23-27. doi:10.1016/j.jalz.2006.10.001
- Ahmed, S., De Jager, C., & Wilcock, G. (2012). A comparison of screening tools for the assessment of mild cognitive impairment: Preliminary findings. *Neurocase*, 18(4), 336-351. doi:10.1080/13554794.2011.608365
- Arbesman, M., Scheer, J., & Lieberman, D. (2008). Using AOTA's Critically Appraised Topic (CAT) and Critically Appraised Paper (CAP) series to link evidence to practice. *OT Practice*, 13(5), 18-22.
- Cummings, J. L., Mega, M., Gray, K., Rosenberg-Thompson, S., Carusi, D. A., & Gornbein, J. (1994). The neuropsychiatric inventory: Comprehensive assessment of psychopathology in dementia. *Neurology*, 44(12), 2308-2314. doi:10.1212/WNL.44.12.2308
- Darby, D., & Walsh, K. (2005). *Walsh's Neuropsychology: A Clinical Approach*. Edinburgh, Scotland: Elsevier.
- De Jager, C. A., Schrijnemaekers, A. C., Honey, T. E., & Budge, M. M. (2009). Detection of MCI in the clinic: Evaluation of the sensitivity and specificity of a computerized test battery, the Hopkins verbal learning test and the MMSE. *Age and Ageing*, 38(4), 455-460. doi:10.1093/ageing/afp068
- De Lepeleire, J., Heyrman, J., Baro, F., & Buntinx, F. (2005). A combination of tests for the diagnosis of dementia had a significant diagnostic value. *Journal of Clinical Epidemiology*, 58(3), 2117-225. doi:10.1016/j.jclinepi.2004.07.005
- Devanand, D. P., Folz, M., Gorlyn, M., Moeller, J. R., & Stern, Y. (1997). Questionable dementia: Clinical course and predictors of outcome. *Journal of American Geriatrics Society*, 45(3), 321-328. doi:10.1016/0006-3223(96)84489-1
- Dougherty, J. H., Cannon, R. L., Nicholas, C. R., Hall, L., Hare, F., Dougherty, A., ... Arunthamkun, J. (2010). The Computerized Self Test (CST): An interactive, internet accessible cognitive screening test for dementia. *Journal of Alzheimer's Disease*, 20(1), 185-195. doi:10.3233/JAD-2010-1354
- Fabrigoule, C., Rouch, I., Taberly, A., Letenneur, L., Commenges, D., Mazaux, J., ... Dartigues, J. F. (1998). Cognitive process in preclinical phase of dementia. *Brain*, 121, 135-141. doi:10.1093/brain/121.1.135
- Ganguli, M., Snitz, B. E., Lee, C. W., Vanderbit, J., Saxton, J. A., & Chang, C. C. (2010). Age and education effects and norms on a cognitive test battery from a population based cohort: The monogahela-youngioghenny healthy aging team. *Aging and Mental Health*, 14(1), 100-107. doi:10.1080/13607860903071014
- Gainotti, G. (2010). Origins, controversies and recent developments of the MCI construction. *Current Alzheimer Research*, 7(3), 271-279. doi:10.2174/156720510791050858.
- Gauthier, S., Reisberg, B., Zaudig, M., Petersen, R. C., Ritchie, K., Broich, S., ... Winblad, B. (2006). Mild cognitive impairment. *Lancet*, 367(9518), 1262-1270.
- Green, R. C., Green, J., Harrison, J. M., & Kutner, M. H. (1994). Screening for cognitive impairment in older individuals: Validation study of a computer-based test. *Archives of Neurology*,

- 51(8), 779–786.
- Han, E. Y. (2010). *Neuropsychological differentiation of cognitive aging and predictors of progression from mild cognitive impairment to Alzheimer's disease* (Doctoral dissertation). Chonnam National University, Gwangju.
- Hart, T. A., Chaparro, B. S., & Halcomb, C. G. (2008). Evaluating websites for older adults: Adherence to 'senior-friendly' guidelines and end-user performance. *Behaviour and Information Technology*, 27(3), 191–199. doi:10.1080/01449290600802031
- Jung, Y. K. (2010). *The utility of Montreal cognitive assessment-Korean version for the detection of amnesic mild cognitive impairment* (Master's thesis). Chonnam National University, Gwangju.
- Kim, H., Park, J. K., & Lee, K. J. (2007). The neurocognitive function of mild cognitive impairment: A comparison of patients with Alzheimer's disease and normal controls. *Korean Journal of Rehabilitation Psychology*, 14(1), 1–16.
- Kim, W. J., Yang, D. W., Shon, Y. M., Shim, Y. S., Cho, H., Kim, B. S., ... Lee, K. S. (2006). Neuropsychological differences between mild cognitive impairment and mild Alzheimer's disease. *Dementia and Neurocognitive Disorders*, 5(1), 12–17.
- Kingsbury, R., Pachana, N. A., Humphreys, M., Tehan, G., & Byrne, G. J. (2010). Utility of a computerised cognitive screen in MCI and depression in an older population. *Australian Journal of Rehabilitation Counselling*, 16(1), 14–26. doi:10.1375/jrc.16.1.14
- Lee, J. H. (2009). *Diagnostic usefulness and differential patterns of verbal fluency test in dementia* (Master's thesis). Kyungpook University, Daegu.
- Maki, Y., Yoshida, H., & Yamaguchi, H. (2010). Computerized visuo-spatial memory test as a supplementary screening test for dementia. *Official Journal of the Japanese Psychogeriatric Society*, 10(2), 77–82. doi:10.1111/j.1479.8301.201.00320.x
- Memoria, C. M., Yassuda, M. S., Nakano, E. Y., & Forlenza, O. V. (2014). Contributions of the Computer-Administered Neuropsychological Screen for Mild Cognitive Impairment (CANS-MCI) for the diagnosis of MCI in Brazil. *International Psychogeriatrics*, 26(9), 1483–1491. doi:10.1017/S1041610214000726
- National Statistical Office. (2013). *Aged statistics*. Seoul, Korea: Author
- Nieto, M. L., Albert, S. M., Morrow, L. A., & Saxton, J. (2008). Cognitive status and physical function in older African Americans. *Journal of the American Geriatric Society*, 56(11), 2014–2019. doi:10.1111/j.1532-5415.2008.01938.x
- Petersen, R. C., Smith, G. E., Waring, S. C., Ivnik, R. J., Tangalos, E. G., & Kokmen, E. (1999). Mild cognitive impairment: Clinical characterization and outcome. *Archives of Neurology*, 56(3), 303–308.
- Rhee, H. S. (2010). A review of the evaluation tools for cognitive perceptual performance ability. *Society of Occupational Therapy for the Aged and Dementia*, 4(2), 35–46.
- Ryu, H. J. (2010). *The comparison on SNSB performance among normal aged persons, mild cognitive impairment and early dementia* (Master's thesis). University of Daegu, Daegu.
- Saxton, J., Morrow, L., Eschman, A., Archer, G., Luther, J., & Zuccolotto, A. (2009). Computer assessment of mild cognitive impairment. *Postgraduate Medicine*, 121(2), 177–185. doi:10.3810/pgm.2009.03.1990
- Suh, G. H. (2002). Diagnostic capability of the Cognitive Assessment and Reference Diagnoses

- System(CARDS). *Journal of Korean Geriatric Psychiatry*, 6(2), 128–135.
- Tierney, M. C., & Lerner, M. A. (2010). Computerized cognitive assessment in primary care to identify patients with suspected cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 20(3), 823–832. doi:10.3233/JAD-2010-091672
- Trenkle, D. L., Shankle, W. R., & Azen, S. P. (2007). Detecting cognitive impairment in primary care: Performance assessment of three screening instruments. *Journal of Alzheimer's Disease*, 11(3), 323–335.
- Vliet, E., Manly, J., Tang, M., Marder, K., Bell, K., & Stern, Y. (2003). The neuropsychological profiles of mild Alzheimer's disease and questionable dementia as compared to age-related cognitive decline. *Journal of International Neuropsychological Society*, 9(5), 720–732. doi:10.1017/S1355617703950053
- Werner, P., & Korczyn, A. D. (2012). Willingness to use computerized systems for the diagnosis of dementia. testing a theoretical model in an Israeli sample. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 26(2), 171–178.
- Wild, K., Howieson, D., Webbe, F., Seelye, A., & Kaye, J. (2008). The status of computerized cognitive testing in aging: A systematic review. *Alzheimer's and Dementia*, 4(6), 428–437. doi:10.1016/j.jalz.2008.07.003
- Wouters, H., van Campen, J., Appels, B., Lindeboom, R., Buitter, M., de Hann, R. J., ... Schmand, B. (2011). Does adaptive cognitive testing combine efficiency with precision? Prespective findings. *Journal of Alzheimer's Disease*, 25(4), 595–603. doi:10.3233/JAD-2011-101743
- Wouters, H., Zwinderman, A. H., van Gool, W. A., Schmand, B., & Lindeboom, R. (2009). Adaptive cognitive testing in dementia. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 18(2), 118–127. doi:10.1002/mpr.283
- Zygouris, S., & Tsolaki, M. (2015). Computerized cognitive testing for older adults: A review. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementia*, 30(1), 13–28. doi:10.1177/1533317514522852

Abstract

A Systematic Review on Computerized Cognitive Function Test for Screening Mild Cognitive Impairment

Park Jin-Hyuck*, M.P.H., O.T., Park, Ji-Hyuk**, Ph.D., O.T.

*Dept. of Occupational Therapy, The Graduate School, Yonsei University

**Dept. of Occupational Therapy, College of Health Science, Yonsei University

Objective: This study was conducted to systematically review computerized cognitive function tests for the screening of mild cognitive impairment (MCI).

Methods: We searched papers published in Embase, PubMed, PsycINFO, The Cochrane Library. The key words used in the search were “computerized”, “computer-based” and “cognitive assessment”, “screening test” and “MCI”. In total of 12 papers, nine computerized cognitive function tests were extracted.

Results: The evidence of the 12 papers ranged from levels II (91.7%) to III (8.3%), indicating that the overall evidence level was high. The total number of computerized cognitive function tests that can be used to screen Alzheimer’s type dementia in addition to MCI was three. The subjects were selected using a variety of tests including Mini-Mental State Examination. Most of the tests were conducted within 3 to 30 minutes using a keyboard or mouse by self administration. Although the test areas differ between the system used, the memory area was included in all tests. The reliability of the tests was high and the sensitivity and specificity of the tests were shown to be similar to or lower than paper and pencil based tests.

Conclusions: These results can be used as basic data for developing a computerized cognitive function test for the screening of MCI.

Key Words: Computerized cognitive function test, Mild cognitive impairment, Screening test, Systematic review