Journal of The Korean Society of Integrative Medicine, 2020, 8(4), 107~115
https://doi.org/10.15268/ksim.2020.8.4.107
ISSN 2288-1174(Print)
ISSN 2383-9651(Online)

경도 인지장애 선별에 적용된 이중과제 평가에 대한 체계적 고찰

김선호[1] · 곽호성[2†]

[1]영광 재활병원 작업치료실 작업치료사, [2†]우송대학교 작업치료학과 교수

A Systematic Review of the Application Dual Task Assessment for Screening Mild Cognitive Impairment

Kim Sunho, OT, Ph.D[1] · Kwak Hosoung, OT, Ph.D[†]

[1]Dept. of Occupational Therapy, Young Kwang Rehabilitation Hospital, Occupational Therapist
[2†]Dept. of Occupational Therapy, Woosong University, Professor

Abstract

Purpose: This study aims to systematically review the dual-task evaluation applied to the screening of mild cognitive impairment. It also aims to present various evaluation items and results analysis methods for dual tasks applied to patients with mild cognitive impairment.

Methods: We conducted a systematic search of published studies in PubMed databases and KISS from January 2000 to August 2020 using the main keywords such as “Dual task,” “Mild Cognitive impairment,” “Elderly,” and “Screening.” We selected a total of 10 studies for the analysis from 1314 searched articles.

Results: We analyzed the qualitative level of 10 studies that were nonrandomized two-group studies with evidence level II (100.0%). These results suggest that the evidence level of the studies was high. We analyzed 10 studies and identified 12 motor tasks and 19 cognitive tasks. Walking was the most commonly used evaluation motor task and counting backward by ones and naming animals were the most commonly used evaluation cognitive tasks. Moreover, the velocity speed was the most used result analysis method. The results indicate that there were significant differences in dual-task performance between patients with normal and mild cognitive impairment.

Conclusion: The results of this study can be used as a basis for the selection of dual-task evaluation items and methods of analyzing the results for screening mild cognitive impairment. Furthermore, they are expected to be used for research on the development of dual-task evaluation tools. It is necessary to compare and analyze the usage trends of dual-task evaluation by cultural differences in future studies.

Key Words : dual task, elderly, mild cognitive impairment, screening, systematically review

[†]교신저자 : 곽호성, net9989007@naver.com

논문접수일 : 2020년 9월 21일 | 수정일 : 2020년 10월 8일 | 게재승인일 : 2020년 10월 23일

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

국내 65세 이상 노인 인구수는 2018년 기준으로 전체 인구 중 14.4 %를 차지하고 있으며, 이 중 65세 노인 인구 중 경도인지장애(mild cognitive impairment; MCI) 환자는 약 167만 명이고, 유병률은 22.58 %로 약 5명 중 1명이 경도인지장애 환자로 추정되고 있다(National Institute of Dementia, 2019). 경도인지장애는 치매와 정상 노화의 인지 영역 중간에 위치하고 있으며, 경도인지장애 환자 중 10~15 %는 치매로 이환된다(Huang 등, 2007; Petersen, 2004). 경도인지장애는 일반적인 지적능력과 일상생활활동 수행은 유지되나 기억력과 주의집중력과 같은 인지기능에서 부분적인 장애를 보이는 증상을 말한다(Petersen 등, 1999). 경도인지장애 진단 기준을 살펴보면 첫째, 치매가 아닌 경우, 둘째, 환자 또는 보호자의 주관적 기억 저하, 셋째, 객관적인 기억력 손상, 넷째, 기억력을 제외한 전반적 인지기능 정상, 다섯째, 일상생활활동은 전반적으로 보존되는 경우를 말한다(Petersen 등, 1999).

현재 임상에서 경도인지장애를 선별하는 평가를 살펴보면 임상 증상 관찰 또는 보호자 및 환자와의 인터뷰를 통해 이루어지고 있으며 치매 환자에게 사용되는 평가와 혼용하여 사용되고 있다(Park & Park, 2016). 임상에서 경도인지장애 환자를 선별하기 위해 사용되는 지필 검사는 한국판 몬트리올 인지평가(Korean version of Montreal Cognitive Assessment; MoCA-K)와 한국판 간이정신상태검사(Korean version of Mini-mental State Examination; MMSE-K)이다(Jung, 2010; Lee 등, 1997). 그러나 이러한 지필 검사는 경도인지장애를 선별하는데 필요한 반응속도를 측정하지 못하며 표준화된 실시 절차를 따르지 않거나 미숙한 검사를 진행할 경우 검사 결과의 오류가 발생할 수 있다(Phillips 등, 2013; Wounter 등, 2014). 지필 검사 이외의 경도인지장애를 선별하는 평가도구로는 전산화 인지기능 평가 시스템이 있다. 전산화 인지기능 평가 시스템은 한 번의 시행으로 모든 인지 영역을 평가하여 종합점수를 바탕으로 경도인지장애를 선별한다(Zygouris & Tsolaki, 2015). 그러나 전산화 인지기능평가는 컴퓨터로 시행하여 고령자를 대상으로 쉽게 사용할 수 없어 평가 결과의 오류가 발생할 수 있다(Werner & Korczyn, 2012).

이처럼 지필 검사와 전산화 인지기능평가의 제한점을 보완하기 위해 경도인지장애 선별을 위해 이중과제 평가를 적용하기 시작하였다(Gillain 등, 2009). 이중과제는 두 가지 이상의 과제를 동시에 수행하는 것으로 하나의 과제 수행 시 다른 과제를 동시에 실시하는 것을 말한다(Pellecchia, 2005). 이중과제 평가에 대한 연구를 살펴보면 국외에서는 운동과제와 인지 과제를 결합한 이중과제를 사용되고 있었으며, 초기에는 대부분 걷기와 인지 과제를 결합한 이중과제 평가로 경도인지장애를 선별하였으나, 최근에는 상지를 사용하는 운동과제와 인지 과제를 결합한 이중과제를 적용한 연구도 나타나고 있다(Toosizadeh, 2019; Yang 등, 2020). 국내에는 이중과제 평가를 적용한 연구에서는 운동과제는 보행과 상지를 사용하는 운동과제를 적용하였으며, 인지 과제는 동물이름대기를 사용하였다(Kwak, 2020). 이중과제 중 가장 많이 사용되는 운동과제는 보행을 사용하고 있었으며, 인지 과제는 숫자 거꾸로 세기, 연속으로 7 빼기 등을 사용하였다(Yang 등, 2020). 이중과제 평가는 정상 노인과 경도인지장애 노인을 대상으로 이중과제 수행시 보행에 미치는 영향에 관한 체계적 문헌고찰 및 메타연구에서 이중과제 수행 시 인지 과제의 난이도가 높아질수록 정상 노인과 경도인지장애 노인을 선별하는데 큰 민감도를 나타나며, 걸음과 결합된 인지 과제를 동시에 수행하는 이중과제 평가는 경도인지장애 노인을 진단하는데 유용한 평가임을 보고하였다(Bahureksa 등, 2017; Kwak, 2020; Yang 등, 2020). 이처럼 이중과제평가는 경도인지장애를 선별하는데 매우 유용한 평가임에도 불구하고 국내에서는 경도인지장애를 선별하기 위한 이중과제평가에 관한 체계적 고찰 연구는 매우 부족한 실정이다.

2. 연구의 목적

따라서 본 연구의 목적은 경도인지장애 선별에 적용된 이중과제 평가에 대한 체계적 고찰을 통해 경도인지장애 환자에게 적용한 이중과제의 다양한 평가 방법 및

결과분석 방법을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 논문 검색 및 데이터 수집

이중과제 평가에 대한 체계적 고찰을 위해 최근 10년간 출판된 논문 중 이중과제를 사용하여 경도인지장애 환자를 선별한 논문을 검색하였다. 검색도구로는 전자데이터 베이스인 PubMed와 한국학술정보(Korean Studies Information Service System; KISS)를 사용하였다. 주요 검색 용어로는 '이중과제 OR dual task', '경도인지장애 OR mild cognitive impairment', '노인 OR elderly'과 '선별 OR screening'를 사용하였다. 논문 검색을 위하여 국내논문은 책 및 국내논문에서 사용되고 있는 용어를, 국외논문은 Mesh Term을 사용하였다. 최초 검색 시 1,314개의 논문이 검색되어, 검색된 논문을 1차적으로 주저자와 교신저자가 독립적으로 제목과 초록을 분석하여 연구대상 포함기준에 부합하지 않은 연구 1134편을 제외하고 180편의 논문이 2차로 선정되었다. 이 후 논문의 전문을 확보하여 2차적으로 논문의 본문 내용을 분석하여 170편의 논문을 제외하였으며 본 연구의 포함기준 및 배제기준에 적합한지를 재차 확인하였다. 데이터 수집은 연구의 신뢰도를 높이기 위해 본 연구의 포함 및 배제기준에 대한 이견이 있을 경우 주저자와 교신저자가 합의점을 찾을 때까지 논문 선정 및 제외 기준에 따라 해당 연구를 검토하였다. 본 연구의 포함기준은 1) 경도인지장애로 진단받은 성인을 대상으로 한 연구, 2) 이중과제 평가를 수행한 연구, 3) 대조군(정상노인)을 사용하여 비교한 연구, 4) 결과측정 변수에 이중과제 평가 결과가 포함된 경우로 하였다. 배제 기준은 1) 경도인지장애가 주 진단이 아닌 경우, 2) 이중과제 평가를 적용하지 않은 경우, 3) 체계적 고찰 및 메타 연구인 경우, 4) 한국어 또는 영어가 작성되지 않은 논문이었다. 그 결과 총 10개의 논문이 본 연구의 분석대상으로 사용되었다(Fig 1).

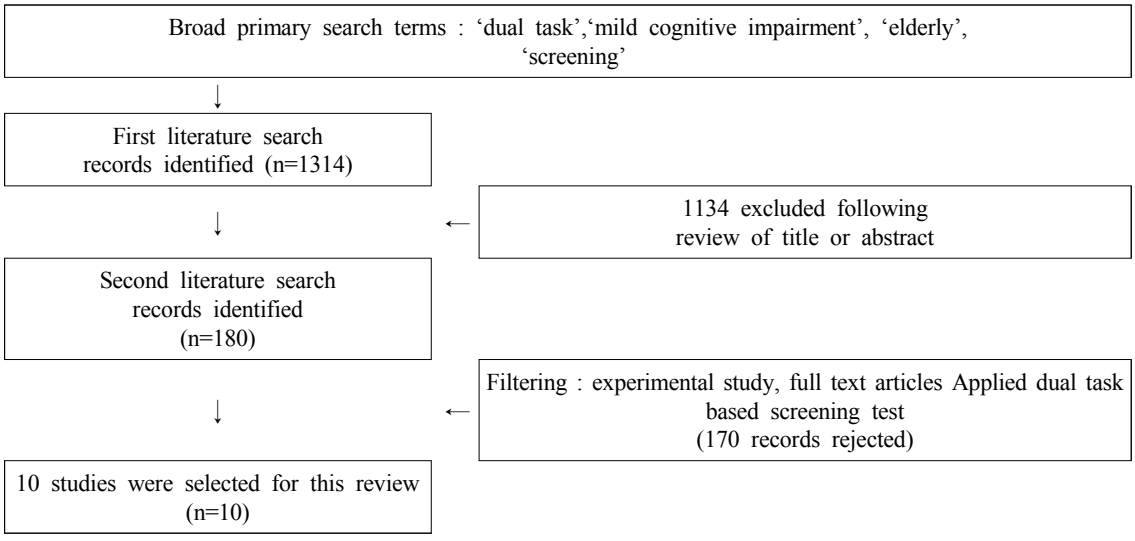

Fig 1. Flow diagram of the literature selection process

2. 분석 방법

분석 대상 논문의 질적 수준 평가 방법은 연구의 질적 수준(level of evidence) 분석 모델을 사용하여 Arbesman 등(2008)이 제시한 5단계의 근거하여 주저자와 교신저자가 함께 분석하였다. 최종 선정된 10편의 논문의 특징을 제시하기 위해 연구의 질적 수준, 경도인지장애 선별을 위해 사용된 이중과제의 특성을 저자/연도, 평가내용, 점수화 순으로 제시하였다(Appendix 1).

Ⅲ. 연구 결과

1. 분석대상 연구의 질적수준

선정된 국내·외 논문 10편의 질적 수준을 분석한 결과, 10편 모두 Ⅱ단계인 두 집단간 비무작위 연구(non-randomized two group studies)였다(Table 1).

Table 1. Level of quality among each study n (%)

Evidence level	Definition	Frequency
Ⅰ	Systematic reviews Meta-analyses Randomized controlled trials	0 (0.0)
Ⅱ	Two groups non-randomized studies	10 (100)
Ⅲ	One group non-randomized studies	0 (0.0)
Ⅳ	Single subject designs Surveys	0 (0.0)
Ⅴ	Case reports Narrative literature reviews Qualitative researches	0 (0.0)
	Total	10 (100.0)

2. 경도인지장애 선별을 위한 이중과제 운동 평가 항목

이중과제 운동 평가 항목은 보행을 기반한 평가가 10편 중 8편으로 가장 높게 나타났다. 상지를 기반으로 한 평가, 증강현실 평가, 균형평가, Timed up and go test는 각각 1편씩 적용하고 있었다. 또한 2편의 경우 2가지 운동평가 항목 적용하였다(Table 2).

Table 2. Dual task evaluation items for screening mild cognitive impairment(motor) n (%)

	Dual task evaluation items	Article no.	Frequency
Motor	Walk test	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10	8 (75.0)
	Elbow flexion test	9	1 (6.25)
	Augmented reality test	8	1 (6.25)
	balance test	10	1 (6.25)
	Timed up and go test	5	1 (6.25)
	Total		12 (100)

3. 경도인지장애 선별을 위한 이중과제 인지 평가 항목

이중과제 인지 평가 항목은 숫자 거꾸로 세기가 10편 중 6편, 동물이름대기가 5편으로 높게 나타났다. 연속 7빼기의 경우 2편으로 나타났으며, 연속 3빼기, 언어 유창성, 짧은 이야기 회상, 5자 단어 거꾸로 말하기, 달을 역순으로 말하기, 카드숫자 번호 다이얼 누르기가 각각 1편씩 적용하고 있었다. 또한 10편 중 7편에서는 2가지 이상 인지평가 항목을 적용하였다(Table 3).

Table 3. Dual task evaluation test items for screening mild cognitive impairment (cognition) n (%)

	Dual task evaluation items	Article no.	Frequency
Cognition	Counting backward by ones	1, 2, 6, 8, 9, 10	6 (31.58)
	Naming animals	1, 3, 5, 6, 8	5 (26.33)
	Counting backwards by sevens	1, 3	2 (10.53)
	Counting backwards by threes	9	1 (5.26)
	Phonemic fluency	2	1 (5.26)
	Short story recall	2	1 (5.26)
	Spelling five-letter words backward	4	1 (5.26)
	Reciting months in reverse order	5	1 (5.26)
	Dial the numbers of the card	7	1 (5.26)
	Total		19 (100)

4. 경도인지장애 선별을 위한 이중과제 결과 분석방법

이중과제 결과 분석방법은 운동과제와 인지과제로 분류하여 분석하였다. 분석 방법 중 가장 높게 적용된 것은 운동 과제의 경우 선정된 10편의 논문 중 8편에서 운동과제를 수행하는 속도를 사용하여 결과를 분석하였으며, 인지 과제의 경우에는 10편의 논문 중 5편에서 인지과제 수행시 정답 수를 사용하여 결과를 분석하였다 (Table 4).

Table 4. A method of analyzing the results of dual task for screening mild cognitive impairment n (%)

A method of analyzing the results of dual task		Article no.	Frequency
Motor	velocity (speed)	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10	8 (28.57)
	Stride time	2, 3, 6	3 (10.71)
	Stride time variability (%CoV)	2, 3, 6, 8	4 (14.28)
	TUGT time	5, 7	2 (7.14)
	Cadence	7	1 (3.58)
	Elbow flexion number	9	1 (3.58)
	number of strides	10	1 (3.58)
Cognition	Counted numbers (correct)	2, 4, 5, 9, 10	5 (17.85)
	Number of errors	7, 9, 10	3 (10.71)
	Total		28 (100)

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 경도인지장애 환자를 선별에 적용된 이중과제를 사용하여 평가한 연구를 고찰하여 이중과제의 평가 항목, 사용 빈도, 결과 분석 방법을 체계적으로 분석하여 이중과제를 적용한 평가의 사용 경향을 알아보고자 하였다. 본 연구에서 선정된 10편의 논문을 분석한 연구의 질적 수준은 두 그룹-실험군과 대조군 연구가 10편(100 %)로 나타나 수준 높은 근거 마련하기 위해 다양한 연구가 진행되고 있는 것을 알 수 있다. 이는 경도인

지장애 환자의 조기발견 및 중재를 하기 위해 경도 인지장애 환자를 선별할 수 있는 평가 방법에 대한 관심이 증가한다는 연구 보고와 일치한다(Dickerson 등, 2009). 그러나 이중과제 평가를 사용한 무작위 비교 연구는 현재까지 이루어지지 않은 것으로 나타났다. 이중과제 평가는 연구마다 이중과제 항목 및 결과측정 기기가 다르게 적용하고 있어 연구 결과를 종합하기에는 증거가 부족한 것으로 보고되고 있다(Yang 등, 2020). 이는 현재까지 이중과제에 대한 연구가 지속해서 이루어지고는 있으나 경도인지장애를 선별을 위해 신뢰도 및 타당도가 검증된 이중과제 평가 개발이 이루어지지 않은 것을 알 수 있다. 따라서 경도인지장애 환자를 선별할 수 있는 신뢰도 및 타당도가 검증된 이중과제 항목 및 측정기기를 사용한 평가 개발이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 경도인지장애 선별에 사용된 이중과제 평가항목 중 가장 많이 사용된 운동과제는 보행(75.0 %)이었다. 이는 경도인지장애 환자를 선별하기 위해 적용된 이중과제평가에 대한 체계적 고찰 연구에서 나타난 결과와 일치한다(Bahureksa 등, 2017). 보행장애는 인지기능 장애가 있는 사람들에게서 30년 전부터 관찰되었으며, 백색질(white matter) 또는 해마(hippocampus)의 퇴행은 인지기능 중 실행기능 장애와 보행장애를 동시에 유발한다고 보고되고 있다(Doi 등, 2015). 이는 인지 장애가 있는 사람들이 보행 장애가 발생하는 원인에 대한 근거를 알 수 있다. 또한 보행속도 감소 및 보행 변화량의 증가는 노인의 인지능력 저하에 선행 될 수 있으며 신경심리학적 인지기능 변화보다 보행 장애가 더 빠르게 나타난다고 보고되고 있다(Bridenbaugh & Kressig, 2015; Kikkert 등, 2016). 이러한 연구결과에 근거하여 이중과제 평가 시 운동과제 선택 시 보행을 가장 많이 사용한 것으로 생각된다.

이중과제 평가에 가장 사용된 인지 과제는 숫자 거꾸로 세기(31.58 %)와 동물이름대기 (21.33 %)로 나타났다. 숫자 거꾸로 세기는 작업기억(working memory)과 집중력(attention)을 평가할 수 있으며, 동물이름대기는 언어 유창성(verbal fluency) 및 의미기억(semantic memory)을 평가할 수 있다(Verghese 등, 2007; Weiss 등, 2003). 또한 Beauchet 등(2005)의 연구의 의하면 노인의 경우 산수(arithmetic) 및 언어 유창성(verval fluency) 과제의 경우 이중과제 수행 시에 가장 많은 영향을 미치는 요인이라고 보고하고 있다. 이중과제 평가에서 인지 과제를 숫자 거꾸로 세기와 동물이름대기로 연구를 진행한 것은 이러한 연구 결과에 근거한 것으로 생각된다.

이중과제 결과분석 방법은 운동과제 수행속도(28.57 %)를 측정하는 것이 가장 많이 나타났다. 인지-운동 간섭(cognitive-motor interference; CMI)은 인지와 운동과제를 동시에 수행할 때 각 과제에 대한 기능 감소가 나타나는 것으로 인지-운동 간섭으로 인해 이중과제 시 운동기능에 변화가 나타난다고 다양한 연구에서 보고되고 있다(Al-Yahya 등, 2011). 또한 보행과 결합한 이중과제는 노인의 경우 낙상의 위험이 높아 말하는 동안 걷기를 멈추는 현상이 나타나며 특히 경도인지장애 환자의 경우 보행속도 감소가 특징으로 보고되고 있다(Gillain 등, 2009; Lundin-Olsson 등, 1997; Pettersson 등, 2005). 이처럼 이중과제 수행 시에 운동과제에 대한 기능이 떨어져 수행속도가 떨어지는 것을 다양한 연구에서 입증된 결과를 기반으로 수행속도를 결과분석으로 사용한 것으로 생각된다.

대부분의 일상생활활동은 다양한 과제를 동시에 수행하는 능력이 필요하며 이중과제 평가는 실제 상황에 가장 적합하게 평가할 수 있어 운동 및 인지기능에 대한 기능적인 능력을 확인할 수 있다(Yogev-Seligmann 등, 2008). 기존에 사용되고 있는 경도인지장애 선별평가는 비교적 복잡하고 비용이 많이 들고 시간이 많이 소요되며, 평가 환경의 경우도 임상 환경에서 전문가가 수행해야 하는 제한점을 가지고 있다(Connolly 등, 2011). 따라서 경도인지장애 환자를 선별하기 위해서는 일반인에게 친숙하고 비용이 효율적인 선별 평가를 개발하는 것이 중요하다(Yang 등, 2020).

본 연구를 기반으로 경도인지장애 환자를 선별할 수 있는 이중과제 평가에 대해 알아봄으로써, 경도인지장애 환자의 선별평가에 대한 근거를 마련하였다. 이중과제를 적용한 경도인지장애 환자를 선별할 수 있는 평가도구가 개발되기를 기대한다. 본 연구의 제한점으로 문헌 검색에 사용되었던 데이터베이스 중 국내의 경우 KISS 한 가지만 사용하여 해외 연구가 모두 차치하여 국내와 국외 연구 동향을 파악하지 못하였다. 앞으로의 연구에서는 영어 및 한국어 논문 이외에도 문화적 차이에 따른

나라별 이중과제 평가에 대한 사용 경향에 대해 비교 분석할 필요가 있다.

Ⅴ. 결 론

본 연구의 목적은 경도인지장애 환자를 선별할 수 있는 이중과제를 사용한 평가의 항목을 알아보고 사용 빈도에 대해 알아보고자 체계적 고찰을 시행하였다. 총 10개의 논문이 최종적으로 분석되었으며 이중과제에 사용된 운동과제와 인지과제, 결과 분석 방법을 확인하였다. 최근 경도인지장애뿐만 아니라 뇌졸중, 치매 등 이중과제를 사용한 연구가 급증하고 있으며 이에 이중과제에 대한 관심이 높아지고 있다. 이중과제는 보행을 기반한 운동과제와 인지과제는 숫자 거꾸로 세기, 동물이름대기가 가장 많이 사용되었으며, 결과분석에는 이중과제 수행속도를 가장 많이 사용하였다.

본 연구에서 제시한 이중과제 항목 및 결과분석 방법을 기반으로 국내 임상에서 이중과제에 대한 임상적 평가 및 이중과제 평가도구 개발 연구에 사용되기를 기대한다.

참고문헌

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 Pract, 13(5), 18–22.

Al-Yahya E, Dawes H, Smith L, et al(2011). Cognitive motor interference while walking: a systematic review and meta-analysis. Neurosci Biobehav Rev, 35(3), 715-728. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.08.008.

Bahureksa L, Najafi B, Saleh A, et al(2017). The impact of mild cognitive impairment on gait and balance: A systematic review and meta-analysis of studies using instrumented assessment. Gerontology, 63(1), 67-83. https://doi.org/10.1159/000445831.

Beauchet O, Dubost V, Aminian K, et al(2005). Dual-task-related gait changes in the elderly: does the type of cognitive task matter?. J Mot Behav, 37(4), 259–264.

Bridenbaugh SA, Kressig RW(2015). Motor cognitive dual tasking: early detection of gait impairment, fall risk and cognitive decline. Z Gerontol Geriatr, 48(1), 15-21. https://doi.org/10.1007/s00391-014-0845-0.

Connolly A, Gaehl E, Martin H, et al(2011). Underdiagnosis of dementia in primary care: variations in the observed prevalence and comparisons to the expected prevalence. Aging Ment Health, 15(8), 978-984. https://doi.org/10.1080/13607863.2011.596805.

Dickerson BC, Bakkour A, Salat DH, et al(2009). The cortical signature of Alzheimer's disease: regionally specific cortical thinning relates to symptom severity in very mild to mild AD dementia and is detectable in asymptomatic amyloid-positive individuals. Cereb Cortex, 19(3), 497–510. https://doi.org/10.1093/cercor/bhn113.

Doi T, Shimada H, Makizako H, et al(2015). Effects of white matter lesions on trunk stability during dual-task walking among older adults with mild cognitive impairment. Age (Dordr), 37(6), Printed Online. https://doi.org/10.1007/s11357-015-9858-x.

Gillain S, Warzee E, Lekeu F, et al(2009). The value of instrumental gait analysis in elderly healthy, MCI or Alzheimer's disease subjects and a comparison with other clinical tests used in single and dual-task conditions. Ann Phys Rehabil Med, 52(6), 453-474. https://doi.org/10.1016/j.rehab.2008.10.004.

Huang C, Mattis P, Julin P(2007). Identifying functional imaging markers of mild cognitive impairment in early Alzheimer's and Parkinson's disease using multivariate analysis. Clin Neurosci Res, 6(6), 367-373. https://doi.org/10.1016/j.cnr.2007.05.003.

Jung YK(2010). The utility of Montreal cognitive assessment - Korean version for the detection of amnestic mild cognitive impairment. Graduate school of Chonnam National University, Republic of Korea, Master's thesis.

Lee SH, Park WM, Kim SH, et al(1997). The usefulness of

Clock Drawing Test as screening for dementia on the basis of the correlation between clock drawing and MMSE-K. J Korean Acad Fam Med, 18(8), 785-792.

Kikkert LHJ, Vuillerme N, van Campen JP, et al(2016). Walking ability to predict future cognitive decline in old adults: a scoping review. Ageing Res Rev, 27, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.02.001.

Kwak HS(2020). Development of dual-task based cognitive function screening test for the elderly. Graduate school of Yonsei University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.

Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y(1997). Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. Lancet, 349(9052), 617. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)24009-2.

Park JH, Park JH(2016). A systematic review on computerized cognitive function test for screening mild cognitive impairment. J Korean Soc Occup Ther, 24(2), 19-31. https://doi.org/10.14519/jksot.2016.24.2.02.

Pellecchia GL(2005). Dual-task training reduces impact of cognitive task on postural sway. J Motor Behav, 37(3), 239-246. https://doi.org/10.3200/JMBR.37.3.239-246.

Petersen RC(2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. J Intern Med, 256(3), 183-194. https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2004.01388.x.

Petersen RC, Smith GE, Waring SC, et al(1999). Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome, Arch Neurol, 56(3), 303-308. https://doi.org/10.1001/archneur.56.3.303.

Pettersson AF, Olsson E, Wahlund LO(2005). Motor function in subjects with mild cognitive impairment and early Alzheimer's disease. Dement Geriatr Cogn Disord, 19(5-6), 299-304. https://doi.org/10.1159/000084555.

Phillips M, Rogers P, Haworth J, et al(2013). Intra-individual reaction time variability in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: Gender, processing load and speed factors. PloS One, 8(6), Printed Online. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065712.

Toosizadeh N, Ehsani H, Wendel C, et al(2019). Screening older adults for amnestic mild cognitive impairment and early-stage Alzheimer's disease using upper-extremity dual-tasking. Sci Rep, 9(1), Printed Online. https://doi.org/10.1038/s41598-019-46925-y.

Verghese J, Kuslansky G, Holtzer R, et al(2007). Walking while talking: effect of task prioritization in the elderly. Arch Phys Med Rehabil, 88(1), 50-53. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.007.

Weiss EM, Siedentopf C, Hofer A, et al(2003). Brain activation pattern during a verbal fluency test in healthy male and female volunteers: a functional magnetic resonance imaging study. Neurosci Lett, 352(3), 191-194. https://doi.org/10.1016/j.neulet.2003.08.071.

Werner P, Korczyn AD(2012). Willingness to use computerized systems for the diagnosis of dementia: testing a theoretical model in an Israeli sample. Alzheimer Dis Assoc Disord, 26(2), 171-178. https://doi.org/10.1097/WAD.0b013e318222323e.

Wouters H, van Campen J, Appels B, et al(2014). Does adaptive cognitive testing combine efficiency with precision?. prespective findings. J Alzheimers Dis, 25(4), 595-603. https://doi.org/10.3233/JAD-2011-101743.

Yang Q, Tian C, Tseng B, et al(2020). Gait change in dual task as a behavioral marker to detect mild cognitive impairment in elderly persons: A systematic review and Meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil, 101(10), 1813-1821. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.05.020.

Yogev-Seligmann G, Hausdorff JM, Giladi N(2008). The role of executive function and attention in gait. Mov Disord, 23(3), 329–342. https://doi.org/10.1002/mds.21720.

Zygouris S, Tsolaki M(2015). Computerized cognitive testing for older adults: A review. Am J Alzheimers Dis Other Demen, 30(1), 13-28. https://doi.org/10.1177/1533317514522852.

National Institute of Dementia. Korean dementia observatory 2019, Seongnam, KR: National Institute of Dementia, 2019. Available at https://www.nid.or.kr/info/dataroom_view.aspx?bid=209 Accessed August 20, 2020.

Appendix 1. Summary of dual-task assessement for screening for mild cognitive impairment

No.	Authors (year)	Qualitative level	Subject (n)				Dual task evaluation items		Results analysis methods	
			Health	MCI	Dementia	SCI	Motor	Cognition	Motor	Cognition
1	Hunter et al. (2018)	II	41	41			Gait assessment Carrying a glass of water	Counting backward by ones Counting backward by sevens Naming animals	gait velocity (speed) Cogntive cost (%)	NA
2	Nascimbeni et al. (2015)	II	10	13			Gait assessment	Phonemic fluency Short story recall Counting backward by ones	gait velocity (speed) Double support Stride time COV of stride time	Correct digits Correct recall
3	Montero-Odasso et al. (2012)	II	25	43			Gait assessment	Counting backward by sevens Naming animals	gait velocity Stride time COV of stride time	NA
4	Lowe et al. (2019)	II		119		133	Gait assessment	Spelling five-letter words backward (world, arrow)	gait velocity(speed)	Letters correct
5	Ahman et al. (2020)	II	166	135	86	77	Timed Up and Go test	Naming animals Reciting months in reverse order	TUG time TUGdt NA cost TUGdt MB cost	Correct animals/10s Correct months/10s Number of animal Number of months
6	Muir et al. (2012)	II	22	29	23		Gait assessment	Counting backward by ones Counting backward by sevens Naming animals	gait velocity (speed) stride time COV of stride time	NA
7	Ansai et al. (2017)	II	40	40	38		Gait assessment	Dial the numbers of the card	TUG time Cadence	counting errors
8	Tarnanas et al. (2015)	II	76	65	86		Gait assessment Augmented Reality test	Counting backward by ones Naming animals	Gait velocity (speed) COV of stride time	NA
9	Toosizadeh et al. (2019)	II	35	34	22		UEF elbow flexion test	Counting backward by ones Counting backward by threes	Agility Flexibility Variability	Correct digits Counting errors
10	Gillain et al. (2009)	II	14	14	6		Get up and go test Balance test	Counting backward by ones,	Gait velocity (speed) Number of strides	Correct digits Counting errors

MCI; Mild Cognitive Impairment, SCC; Subjective Cognitive Impairment, TUG; Timed Up and Go test; TUGdt NA; Timed Up and Go test dual-test naming animals; TUGdt MB; Timed Up-and-Go dual-task months backwards, COV; Coefficient of variation, NA; Not Applied