

노인의 인지기능, 손의 기민성 및 인지과제를 결합한 이중과제 수행과의 상관성 연구

곽 호 성[‡]

[‡]경운대학교 작업치료학과 교수

Correlation of Cognitive Function and Dual-task Performance in Elderly

Ho-Soung Kwak, OT, Ph.D[‡]

[‡]*Dept. of Occupational Therapy, Kyungwoon University, Professor*

Abstract

Purpose: The goal of this study was to investigate changes in dual-task performance according to age and difficulty of cognitive tasks for the in community-dwelling elderly populations, as well as to examine their changes in hand dexterity according to age and cognitive function.

Methods: A total of 135 people aged 65 years old and over participated in the study. To evaluate each participant's dual-task performance, each participant completed a dual task. To assess their cognitive function, the Korean Mini-Mental State Examination (MMSE-K) and the Korean version of Montreal Cognitive Assessment (MoCA-K) were the tools used. Participants were divided into three groups based on their age: 65-69 years, 70-79 years, and 80-89 years.

Results: The findings showed that age groups and the difficulty of the cognitive task significantly affected the amount of time required for dual-task performance ($p<.001$). Additionally, the dual-task correct response rate (CRR) decreased significantly with age groups and the difficulty of the cognitive task ($p<.001$). The amount of time required for finger dexterity performance increased significantly with age groups (mean score \pm standard deviation [SD]; 19.46 \pm 2.26 in subjects aged 65-69 years; 21.92 \pm 2.61 in subjects aged 70-79 years; and 23.82 \pm 2.92 in subjects aged 80-89 years; $p<.001$). Moreover, as a result of the correlation between hand dexterity and cognitive function, MoCA-K was -0.563 and MMSE-K was -.412, showing a statistically significant correlation ($p<.001$).

Conclusions: Age and the difficulty of the cognitive task affect the community-dwelling elderly populations in terms of dual-task performance and dual-task CRR. In addition, aging and general cognition have an impact on hand dexterity. Based on the results of this study, it is anticipated that the results will serve as a reference for domestic clinical trials that confirm cognitive decline in the elderly using dual task and hand dexterity evaluation.

Key Words : cognitive function, dual-task, elderly, hand dexterity, MoCA-K

[‡]교신저자 : 곽호성, net9989007@naver.com

제출일 : 2022년 8월 26일 | 수정일 : 2022년 9월 19일 | 게재승인일 : 2022년 10월 21일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

노화는 인지기능 및 운동기능의 변화가 나타나며 이중 운동조절능력의 감소는 운동화 끈 묶기, 단추끼우기, 자기관리 등의 손의 기민성을 요구하는 일상생활활동에서 젊은 성인에 비해 노인에게서 현저한 저하가 나타난다(Liu 등, 2017; Vieluf 등, 2012). 손의 기민성이 저하될 경우 손을 사용하는 일상생활활동 수행에 어려움이 나타나 노인의 삶의 질이 낮아진다(Fauth 등, 2016). 노인의 손의 기민성 저하는 쥐기 힘의 저하, 감각 장애, 시력 저하, 신경·근뼈대계 문제, 인지기능저하 등으로 나타날 수 있으며 특히 인지기능은 복잡한 행동을 계획하고 실행하는데 매우 중요하므로 노화로 인한 인지기능의 변화는 손의 기민성에 영향을 줄 수 있다(Kobayashi-Cuya 등, 2018). 또한 Rodriguez-Aranda 등(2016)의 연구에 의하면 손의 기민성은 인지기능 중 집중력 및 실행기능과 관련이 있는 것으로 나타났다.

이중과제는 지속적으로 두 가지 이상 과제를 동시에 수행하는 것을 말하며, 이중과제 수행시 집중력이 부족할 경우 각각의 단일과제 수행에 필요한 집중력이 감소되어 과제 수행에 어려움이 나타난다(MacPherson, 2018). Kearney 등(2013)의 연구에 의하면 연령과 관련하여 인지 및 운동기능 저하는 젊은 성인에 비해 노인의 경우 연령이 증가할수록 이중과제 수행에 어려움이 현저히 나타난다고 보고하였다. 이는 노인의 경우 집중력 및 실행기능의 감소로 인해 이중과제 수행에 어려움이 나타날 수 있음을 시사한다.

이중과제는 경도인지장애(mild cognitive impairment; MCI) 환자의 특징을 반영하고 기존의 치매 및 경도인지장애 환자의 인지기능 평가에 사용되고 있는 지필평가의 한계점을 보완하기 위해 이중과제 평가를 적용하였다(Gillain 등, 2009). 경도인지장애를 선별하기 위해 사용된 이중과제는 일반속도로 걷기와 결합한 숫자 거꾸로 세기, 제시된 알파벳 단어 말하기, 짧은 이야기 회상, 연속 숫자 빼기, 동물이름대기, 한발로 균형 잡기와 결합한 연속 숫자 빼기, 숫자 거꾸로 세기, 팔을 사용한 운동과제

인 핀 꽃기와 결합한 숫자 연속 7빼기, 블록 옮기기와 결합한 언어유창성 검사를 사용하였다(Kwak & Park, 2019). 이중 가장 많이 사용된 운동과제는 보행이며, 인지과제는 숫자 거꾸로 세기와 동물이름대기를 사용하였다. 그러나 보행의 경우 걷기가 어렵거나 낙상의 위험이 있는 경도인지장애 환자에게 적용할 수 없는 제한점을 가지고 있다.

국내에서 이중과제를 사용하여 노인의 인지기능을 선별한 연구를 살펴보면 60세 이상의 고령자를 대상으로 이중과제를 적용하여 개발한 연세 이중과제 인지선별검사(Y-DuCog)이다(Kwak, 2020). Y-DuCog는 운동과제로는 6 m 일반속도로 걷기, 핀 10개 꽃기, 블록 10개 옮기기, 인지과제로는 동물이름대기를 사용하였다(Kwak, 2020). Bahureksa 등(2017)은 이중과제 수행시 필요한 인지능력이 높아질수록 이중과제 수행이 감소되며, 경도인지장애 노인 선별시 높은 민감도가 나타났다.

이처럼 노인의 경우 연령이 증가함에 따라 손의 기민성 및 이중과제 수행에 어려움을 나타내며, 인지과제의 난이도가 증가함에 따라 이중과제 수행이 감소되는 것을 알 수 있다. 그러나 국내 선행연구에서는 인지과제 적용시 동물이름대기만 사용하여 인지과제의 난이도에 따른 이중과제 수행에 미치는 영향을 알 수 없으며, 연령에 따른 손의 기민성의 변화에 대해 확인할 수 없다(Kwak, 2020). 이에 국내 노인을 대상으로 성별 및 연령에 따른 손의 기민성 변화 및 인지과제 난이도에 따른 이중과제 수행의 변화에 대한 연구가 필요한 상황이다.

2. 연구의 목적

본 연구는 국내 지역사회 노인을 대상으로 연령 및 인지과제의 난이도에 따른 이중과제 수행능력의 변화를 알아보고, 연령 및 인지기능에 따른 손의 기민성의 변화를 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 선행연구를 근거하여 국내 지역사회에 거주하고 있는 노인 135명을 대상으로 2019년 6월부터 8월 까지 실시하였다(Brustio 등, 2017; Kobayashi-Cuya 등, 2018). 연구대상자 포함기준은 65세 이상인 노인, 인지기능 손상이 없는 MMSE-K 점수가 24점 이상인 자, 시력

및 청력에 이상이 없으며 의사소통이 가능한 자, 기본적인 일상생활활동 수행이 독립적으로 가능한 자로 하였다. 배제기준은 전문의에게 치매 및 경도인지장애로 진단 받은 자, 신경근뼈대계질환 및 손 기능에 문제가 있는 자로 하였다(Table 1).

Table 1. General demographic characteristics of participants (n=135)

Variables	Value
Gender, n (%)	Male 28 (20.70 %)
	Female 107 (79.30 %)
Age group, n (%)	65~69 28 (20.70 %)
	70~79 74 (79.30 %)
	80~89 33 (24.40 %)
Education, n (%)	No formal education 16 (11.90 %)
	Elementary school 64 (47.40 %)
	Middle school 28 (20.70 %)
	High school 20 (14.80 %)
	More than college degree 7 (5.20 %)
MoCA-K, score±SD	65~69 27.25±2.01
	70~79 25.64±2.36
	80~89 24.33±3.00

2. 연구 절차

본 연구에서는 연구대상자와 검사자 1명이 1:1로 검사를 진행하였다. 연구자는 검사 시작 전 연구대상자에게 본 연구의 목적 및 검사 시행방법에 대해 충분히 설명하였으며, 서면으로 참여 동의서를 받았다. 본 연구는 대상자 포함 및 배제기준에 따라 연구대상자를 선별을 위해 먼저 한국판 간이정신상태검사(mini-mental state examination; MMSE-K)를 실시하였다. 이후 한국판 몬트리올 인지평가(Korean version of Montreal cognitive assessment; MoCA-K) 및 이중과제 평가를 실시하였다. 본 연구는 노인을 대상으로 연구를 수행하기 위해 연세대학교 생명윤리위원회(1041849-201903-BM-034-02)에서 연구절차에 대한 승인을 받았다.

3. 연구 도구

1) 한국판 간이정신상태검사(mini-mental state examination; MMSE-K)

한국판 간이정신상태검사는 Folstein 등(1975)이 개발한 MMSE를 Kwon과 Park(1989)이 한국판으로 표준화한 평가도구이다. 검사 항목은 시간 지남력, 장소 지남력, 기억등록, 기억회상, 주의집중 및 계산, 언어 기능, 이해 및 판단이며, 검사시간은 약 5~10분이 소요된다. 총점은 30점이며, 23점을 기준으로 치매환자군을 분류하는데 민감도는 92 %, 특이도는 92 %를 보였다(Folstein 등, 1975; Kwon & Park, 1989).

2) 한국판 몬트리올 인지평가(Korean version of Montreal cognitive assessment: MoCA-K)

한국판 몬트리올 인지평가는 Nasreddine 등(2005)이 경도인지장애를 선별하기 위해 개발한 평가를 Lee 등(2008)이 국내 문화에 맞추어 수정·개발하였다. 검사 항목은 시공간/실행력, 어휘력, 주의력, 문장력, 추상력, 지연 회상력, 지남력이며, 검사시간은 약 10~15분이 소요된다. 총점은 30점이며, 교육수준이 6년 이하일 경우 1점의 추가한다. MoCA-K는 22점을 기준으로 경도인지장애군을 선별하는데 민감도는 89 %, 특이도는 84 %를 보였다 (Lee 등, 2008; Nasreddine 등, 2005).

3) 이중과제 평가(dual-task assessment)

이중과제 평가는 운동과제 한 개와 인지과제 2가지로 구성하여 총 이중과제는 2항목이다. 이중과제 중 운동과제는 선행연구에서 손의 기민성을 평가할 수 있는 평가 도구인 purdue pegborad test를 사용하여 최대한 빠르게 우세손으로 10개의 핀을 꽂게 하였으며, 인지과제로는 숫자 90~100 사이의 임의로 제시된 숫자에서 3연속 빼기 및 7연속 빼기를 사용하였다(Bahureksa 등, 2017; Gillain 등, 2009; Kwak & Park, 2019; Lin 등, 2015).

4. 분석 방법

본 연구의 자료 분석은 SPSS version 21.0을 사용하였으며 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하여 분석하였다. 연구 대상자의 일반적인 특성은 기술통계 분석을 사용하였으며, 연령 및 인지과제 난이도에 따른 이중과제 수행 점수를 분석은 일원배치분산분석(one-way ANOVA)과 연령에 따른 손의 기민성의 차이 분석은 Scheffe test로 사후분석(post-hoc analysis)을 실시하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연령 및 인지과제 난이도에 따른 이중과제 수행시간

연령에 따른 이중과제 수행시간은 연령 및 인지과제 난이도가 증가할수록 수행시간이 증가되었다($p < .001$). 연령별 사후검증 결과 숫자 3연속 빼기 이중과제 모든 그룹에서 유의미한 차이가 나타났으나, 숫자 7연속 빼기 이중과제는 60대 그룹은 70대와 80대 그룹에서만 유의한 차이가 나타났다(Table 2).

Table 2. Comparison of dual-task performance time results among age groups and cognitive task difficulty (n=135)

Test items	Dual-task performance time			p
	Age 60-69 years (n=28)	Age 70-79 years (n=74)	Age 80-89 years (n=33)	
	M±SD	M±SD	M±SD	
Dual task (Counting -3)	27.62±8.43 ^{a,b}	34.83±10.33 ^{a,c}	41.46±12.44 ^{b,c}	.000
Dual task (Counting -7)	44.04±12.22 ^{a,b}	51.55±13.74 ^a	55.59±13.72 ^a	.004

^a; age 60-69 years, ^b; age 70-79, ^c; age ≥ 80 years, superscript letters (a, b, c) denote results of the scheffe multiple comparison across groups

2. 연령 및 인지과제 난이도에 이중과제 초당 정답 수

이중과제 초당 정답 수는 모든 항목에서 연령 및 인지

과제 난이도가 증가할수록 감소하였다($p < .001$). 이중과제 초당 정답 수 사후분석 결과는 모든 항목에서 그룹 간 유의미한 차이가 나타났다(Table 3).

Table 3. Comparison of correct response rate(CRR) results among age groups and cognitive task difficulty (n=135)

Test items	CRR (correct response rate)			p
	Age 60-69 years (n=28)	Age 70-79 years (n=74)	Age 80-89 years (n=33)	
	M±SD	M±SD	M±SD	
Dual task (Counting -3)	.38±.11 ^{a,b}	.29±.09 ^{a,c}	.22±.09 ^{b,c}	.000
Dual task (Counting -7)	.19±.07 ^{a,b}	.15±.06 ^{a,c}	.11±.05 ^{b,c}	.000

^a; age 60-69 years, ^b; age 70-79, ^c; age ≥80 years, superscript letters (a, b, c) denote results of the scheffe multiple comparison across groups

3. 연령에 따른 손의 기민성 사후 분석 결과

따라 수행시간이 증가하였으며, 사후 분석 결과 모든 그룹간 유의미한 차이가 나타났다(p<.001)(Table 4).

연령에 따른 손의 기민성 분석 결과 연령이 증가함에

Table 4. Comparison of finger dexterity results among age groups (n=135)

Test items	Purdue pegboard performance time			p
	Age 60-69 years (n=28)	Age 70-79 years(n=74)	Age 80-89 years(n=33)	
	M±SD	M±SD	M±SD	
Purdue pegboard test	19.46±2.26 ^{a,b}	21.92±2.61 ^{a,c}	23.82±2.92 ^{b,c}	.000

^a; age 60-69 years, ^b; age 70-79, ^c; age ≥80 years, superscript letters (a, b, c) denote results of the scheffe multiple comparison across groups

4. 인지기능에 따른 손의 기민성 상관관계 분석 결과

MoCA-K는 -.563로 통계학적으로 유의미한 상관관계가 나타났다(p<.001)(Table 5).

인지기능에 따른 손의 기민성 상관관계 분석 결과

Table 5. Correlation between cognitive function and finger dexterity (n=135)

	MoCA-K	p
Purdue pegboard test	-.563	.000

MoCA-K; Korean version of Montreal cognitive assessment, MMSE-K; mini-mental state examination

IV. 고 찰

알아보고, 연령 및 인지기능 수준에 따른 손의 기민성의 변화를 알아보는 것이었다.

본 연구는 국내 지역사회 노인을 대상으로 이중과제 수행이 성별, 연령 및 인지과제의 난이도에 따른 변화를

이중과제 수행시간은 연령 및 인지과제 난이도가 증가할수록 수행시간이 증가하였다. 연령에 대한 이중과제

수행에 대한 연구를 살펴보면, Ahman 등(2021)는 연령이 증가함에 따라 이중과제 수행에 저하가 나타나며, Cole 등(2019)과 Ehsani 등(2019)의 연구에 의하면 이중과제 수행시 인지과제 및 운동과제 난이도가 증가함에 따라 이중과제 수행에 영향을 준다고 보고하였다. 본 연구에서도 연령 및 인지과제 난이도가 증가함에 따라 이중과제 수행시간이 증가하는 것과 일치하며, 이중과제 수행시간은 연령 및 인지과제 난이도에 영향을 받는다는 것을 확인할 수 있다.

연령에 따른 이중과제 수행시간에 대한 사후분석 결과 숫자 연속 3빠기 이중과제에서는 모든 그룹에서 유의미한 차이가 나타났다. Ehsani 등(2019)은 숫자 연속 3빠기와 결합한 팔기능 이중과제 평가가 보행과 결합한 이중과제보다 높은 민감도를 보여 노인의 인지기능 손상을 선별하는데 적절한 평가라 하였으며 본 연구와 일치한 결과를 보였다. 그러나 숫자 연속 7빠기와 결합한 이중과제에서는 모든 그룹간 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 노인을 대상으로 손의 기민성과 숫자 연속 7빠기를 결합한 이중과제 선행연구를 살펴보면 교육수준 평균이 13.56년(Vasylenko 등, 2018), 17.16년(Lin 등, 2015), 11.64년(Toosizadeh 등, 2016)으로 대부분 교육수준이 고등학교 이상 졸업한 대상자로 연구를 진행하였는데 본 연구는 교육 수준평균이 7.32로 선행연구에 비해 교육수준이 매우 낮아 인지과제 수행이 어려워 바닥효과(floor effect) 나타난 것으로 해석된다. 따라서 국내 노인을 대상으로 이중과제 평가시 대상자의 교육수준에 따라 인지과제를 선정할 필요가 있다.

연령 및 인지과제 난이도에 따른 이중과제 초당 정답 수는 연령 및 인지과제 난이도가 증가할수록 감소하였으며 사후 분석결과 그룹 간 유의미한 차이가 나타났다. 이중과제 초당 정답 수는 이중과제 중 인지과제의 수행 수준을 측정할 때 사용하는 방법으로 결과 값이 감소할수록 인지과제 수행의 저하가 나타난다고 해석할 수 있다 (Kelly 등, 2010; Yang 등, 2016). 연령에 따른 이중과제 초당 정답수에 대한 연구를 살펴보면, McCulloch 등(2009)은 연령이 증가함에 따라 초당 정답 수는 감소한 결과를 보였으며, Hall 등(2011)의 연구에서는 인지과제 난이도가 증가할수록 초당 정답 수 감소하였으며, Brustio 등(2017)은 연령 및 인지과제 난이도에 따라 초당

정답 수는 감소하여 본 연구와 일치하는 결과를 보였다. 이는 이중과제 초당 정답 수의 경우 연령 및 인지과제 난이도에 따라 영향을 받는다는 것을 알 수 있으며, 더 나아가 연령 및 인지과제 난이도에 따른 이중과제 초당 정답 수 결과를 통해 인지기능에 저하를 확인할 수 있는 평가임을 시사한다.

연령에 따른 손의 기민성 사후 분석 결과 연령이 증가함에 따라 수행시간이 증가하였으며 사후 분석 결과 모든 그룹간 유의미한 차이가 나타났다. Fauth 등(2016)은 노화로 인해 손의 기민성의 저하가 나타나 일상생활 활동 수행에 영향을 준다고 하였으며, Steinberg와 Bock(2013)은 손의 기민성은 주의력과 Rodríguez-Aranda 등(2016)은 실행기능과 관련이 있으며, Kobayashi-Cuya 등(2018)은 노인의 인지기능은 손의 기민성에 영향을 준다고 하였다. 이는 본 연구에서 연령이 증가함에 따라 손의 기민성 수행능력 저하는 연령이 증가함에 따라 인지 기능이 저하로 인해 나타난 것으로 보여지며, 손의 기민성 평가는 노인의 인지기능 저하를 확인할 때 사용할 수 있는 평가임을 알 수 있다.

손의 기민성 평가는 인지기능 평가인 MoCA-K와 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. Ahman 등(2021)은 노인의 경우 연령이 증가함에 따라 운동기능 및 인지 기능이 저하된다고 하였다. 이중과제 중 운동과제를 팔을 이용한 과제를 선행연구를 살펴보면, MoCA 점수가 감소할수록 팔을 이용한 운동과제 수행의 저하가 나타났다 (Ehsani 등, 2019). 이는 인지기능의 저하는 운동과제 중 특히 팔과제에 대한 어려움이 나타나는 것을 확인할 수 있다.

본 연구의 결과를 종합해 보면 연령이 증가할수록 이중과제 수행시간 및 손의 기민성 평가 수행시간이 증가하며, 인지과제 난이도가 증가할수록 이중과제 초당 정답 수는 감소하며, 손의 기민성이 인지기능 손상과 연관이 있다는 것을 확인하였다. 이는 연령이 증가할수록 운동기능 및 인지기능의 저하된다는 것을 알 수 있으며, 본 연구에서 사용한 손의 기민성과 결합한 이중과제 및 손의 기민성 평가는 노인의 인지기능 저하와 상관성이 있음을 확인하였다. 보행과 결합한 이중과제보다 손의 기민성을 결합한 이중과제를 사용하는 것은 이동성에 장애 및 낙상 위험이 높은 노인에게 적용하는데 유용하다

(Ehsani 등, 2019). 본 연구 결과를 통해 국내 임상에서 이중과제 및 손의 기민성 평가를 사용하여 노인의 인지 기능 저하를 확인할 때 참고하여 사용되기를 기대한다.

본 연구의 제한점으로는 65세 이상 노인의 손의 기민성 및 이중과제 평가 결과만 제시하여 경도인지장애 및 치매 환자와의 선별 기준점을 제시하지 못하였다. 추후 연구에서는 노인, 경도인지장애 및 치매 환자를 대상으로 자료를 수집하여 연령 및 인지과제 난이도에 따른 이중과제 평가와 손의 기민성 평가의 선별 기준점을 마련할 필요가 있다.

V. 결 론

본 연구는 국내 지역사회 노인을 대상으로 손의 기민성 및 인지과제를 결합한 이중과제 수행이 노인의 인지 기능에 미치는 영향을 알아보기 위해 시행되었다. 65세 이상 노인 135명을 대상으로 자료를 수집하였으며, 손의 기민성 및 이중과제 평가를 분석한 결과 연령이 높아지거나 인지과제 난이도가 높아질수록 이중과제 수행시간은 증가하였으며, 이중과제 초당 정답 수는 감소하였다. 또한 연령이 증가할수록 손의 기민성 저하되었으며, 인지 기능은 손의 기민성 수행에 영향이 나타났다. 임상에서 이중과제 평가시 인지과제 선정은 교육수준에 따른 적절한 난이도를 확인할 필요가 있다. 본 연구는 보행이 어렵거나 낙상이 위험이 있는 노인에게 적용할 수 있다는 이중과제 평가라는 측면에서 임상적 의의가 있다.

본 연구에서 제시한 결과를 토대로 국내 임상에서 노인의 인지 기능 손상을 선별하기 위해 손의 기민성 및 이중과제 평가에 사용되기를 기대한다.

참고문헌

Ahman HB, Berglund L, Cedervall Y, et al(2021). Timed "Up & Go" dual-task tests: age- and sex-specific reference values and test-retest reliability in cognitively healthy controls. *Phys Ther*, 101(10), Printed Online.

<https://doi.org/10.1093/ptj/pzab179>.

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. *Gerontol*, 63(1), 67-83. <https://doi.org/10.1159/000445831>.

Brustio PR, Magistro D, Zecca M, et al(2017). Age-related decrements in dual-task performance: comparison of different mobility and cognitive tasks. a cross sectional study. *PLoS One*, 12(7), Printed Online. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181698>.

Cole KR, Shields RK(2019). Age and cognitive stress influences motor skill acquisition, consolidation, and dual-task effect in humans. *J Mot Behav*, 51(6), 1-18. <https://doi.org/10.1080/00222895.2018.1547893>.

Drag LL, Bieliauskas LA(2010). Contemporary review 2009: cognitive aging. *J Geriatr Psychiatry Neurol*, 23(2), 75-93. <https://doi.org/10.1177/0891988709358590>.

Ehsani H, Mohler MJ, O'Connor K, et al(2019). The association between cognition and dual-tasking among older adults: the effect of motor function type and cognition task difficulty. *Clin Interv Aging*, 14, 659-669. <https://doi.org/10.2147/CIA.S198697>.

Fauth EB, Schaefer SY, Zarit SH, et al(2016). Associations between fine motor performance in activities of daily living and cognitive ability in a nondemented sample of older adults: implications for geriatric physical rehabilitation. *J Aging Health*, 29(7), 1144-1159. <https://doi.org/10.1177/0898264316654674>.

Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR(1975). "Mini-mental state" a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*, 12(3), 189-198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6).

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>.

- Hall CD, Echt KV, Wolf SL, et al(2011). Cognitive and motor mechanisms underlying older adults' ability to divide attention while walking. *Phys Ther*, 91(7), 1039–1050. <https://doi.org/10.2522/ptj.20100114>.
- Kearney FC, Harwood RH, Gladman JRF, et al(2013). The relationship between executive function and falls and gait abnormalities in older adults: a systematic review. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 36(1-2), 20–35. <https://doi.org/10.1159/000350031>.
- Kelly VE, Janke AA, Shumway-Cook A(2010). Effects of instructed focus and task difficulty on concurrent walking and cognitive task performance in healthy young adults. *Exp Brain Res*, 207(1-2), 65–73. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2429-6>.
- Kobayashi-Cuya KE, Sakurai R, Sakuma N, et al(2018). Hand dexterity, not handgrip strength, is associated with executive function in Japanese community-dwelling older adults: a cross-sectional study. *BMC Geriatr*, 18(1), Printed Online. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0880-6>.
- 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.
- Kwak HS, Park JH(2019). A preliminary study on a performance-based cognitive function test: with the normal elderly. *Ther Sci Rehabil*, 8(3), 43-55. <https://doi.org/10.22683/tsnr.2019.8.3.043>.
- Kwon YC, Park JH(1989). Korean version of mini-mental state examination (MMSE-K) part I: development of the test of the elderly. *J Korean Neuropsychiatr Assoc*, 28(1), 125-135.
- Lee JY, Lee DW, Cho SJ, et al(2008). Brief screening for mild cognitive impairment in elderly outpatient clinic: validation of the Korean version of the Montreal cognitive assessment. *J Geriatr Psychiatry Neurol*, 21(2), 104-110. <https://doi.org/10.1177/0891988708316855>.
- Lin KC, Wu YF, Chen IC, et al(2015). Dual-task performance involving hand dexterity and cognitive tasks and daily functioning in people with schizophrenia: a pilot study. *Am J Occup Ther*, 69(3), Printed Online. <https://doi.org/10.5014/ajot.2014.014738>.
- Liu CJ, Marie D, Fredrick A, et al(2017). Predicting hand function in older adults: evaluations of grip strength, arm curl strength, and manual dexterity. *Aging Clin Exp Res*, 29(4), 753-760. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0628-0>.
- McCulloch KL, Mercer V, Giuliani C, et al(2009). Development of a clinical measure of dual-task performance in walking: reliability and preliminary validity of the walking and remembering test. *J Geriatr Phys Ther*, 32(1), 2–9. <https://doi.org/10.1519/00139143-200932010-00002>.
- MacPherson SE(2018). Definition: dual-tasking and multitasking. *Cortex*, 106, 313-314. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.06.009>.
- Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, et al(2005). The Montreal cognitive assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc*, 53(4), 695-699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>.
- Rodríguez-Aranda C, Mittner M, Vasylenko O(2016). Association between executive functions, working memory, and manual dexterity in young and healthy older adults: an exploratory study. *Percept Mot Skills*, 122(1), 165–192. <https://doi.org/10.1177/0031512516628370>.
- Steinberg F, Bock O(2013). Influence of cognitive functions and behavioral context on grasping kinematics. *Exp Brain Res*, 225(3), 387–397. <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3379-y>.
- Toosizadeh N, Najafi B, Reiman EM, et al(2016). Upper-extremity dual-task function: an innovative method to assess cognitive impairment in older adults. *Front Aging Neurosci*, 8, Printed Online. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00167>.
- Vasylenko O, Gorecka MM, Rodríguez-Aranda C(2018). Manual dexterity in young and healthy older adults. 2. association with cognitive abilities. *Dev Psychobiol*,

- 60(4), 428-439. <https://doi.org/10.1002/dev.21618>.
- Vieluf S, Mahmoodi J, Godde B, et al(2012). The influence of age and work-related expertise on fine motor control. *GeroPsych*, 25(4), 199-206. <https://doi.org/10.1024/1662-9647/a000071>.
- Yang L, He C, Pang MY(2016). Reliability and validity of dual-task mobility assessments in people with chronic stroke. *PLoS One*, 11(1), Printed online. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147833>.