

# 한국 노인의 상지근력과 인지기능 사이의 상관관계 융복합 연구

최원재

삼육대학교 SMART 재활연구소 연구원

## Convergence Study on the Correlation between Upper Limb Muscle Strength and Cognitive Function in Older Korean Adults

Wonjae Choi

Researcher, Institute of SMART Rehabilitation, Sahmyook University

**요약** 본 연구의 목적은 한국 노인의 상지 근력과 인지기능 사이의 상관관계를 알아보기 위해서 실시하였다. 지역사회에 거주하는 노인 중 독립적으로 일상생활이 가능한 130명이 본 연구에 참여하였다. 참여자들의 상지 근력은 악력과 아령 들기 검사로 평가하였고 인지 기능은 몬트리올 인지평가 도구와 실무자용 노인인지기능 사정도구를 사용하여 평가되었다. 연구 결과 130명의 노인 중 26명(20%) 만이 인지 기능이 정상이었고 104명(80%)은 경증인지장애를 가지고 있는 것으로 나타났다. 노인의 상지 근력 중 경증인지장애 유무에 따라 악력에서 유의한 차이가 있었고( $p < .05$ ), 악력은 몬트리올 인지평가 도구와 실무자용 노인인지기능 사정도구와 유의한 상관관계가 있었다( $p < .05$ ). 본 연구 결과, 노인의 신체적 능력과 인지기능 사이에 상관관계가 있기 때문에 정신건강을 향상시키기 위한 운동프로그램의 개발을 추후 필요할 것이다.

**주제어** : 융복합, 노인, 근력, 인지, 경증인지장애

**Abstract** The aim of this study was to examine the relationships between upper limb muscle strength and cognitive function in older Korean adults. A total of 130 Community-dwelling older adults, who were able to independently conduct activities of daily living, participated in the study. We assessed upper limb muscle strength using a handgrip strength and arm curl test, and their cognitive function using a Montreal cognitive assessment (MoCA) and general practitioner assessment of cognition (GPCOG) tests. Out of 130 participants, 26 (20%) had normal cognitive functions, while 104 older adults (80%) had mild cognitive impairments (MCI). Handgrip strength was significantly different between older adults with and without MCI ( $p < .05$ ) and was related to MoCA and GPCOG ( $p < .05$ ). In the result, there is a correlation between physical ability and cognitive function of the older adults. Therefore, it is necessary to develop exercise program to improve mental health.

**Key Words** : Convergence, Older Adults, Muscle Strength, Cognitive, Mild Cognitive Impairment

\*Corresponding Author : Wonjae Choi(sadman5@naver.com)

Received November 14, 2019

Accepted February 20, 2020

Revised December 13, 2019

Published February 28, 2020

## 1. 서론

최근 대한민국은 노인인구의 비중이 14%를 넘어 고령 사회로 접어들었고[1], 노인 인구 증가에 따른 다양한 만성 질환이 증가하고 있는 추세이다[2,3]. 만성 질환 중에 노인들에게 심각한 사회적 문제로 대두되고 있는 것이 치매이다. 치매는 사회적 문제로 대두될 뿐 만 아니라 무능력, 의존성의 증가, 사망률의 증가에 기여한다[2]. 치매를 검사하기 위해 임상에서 주로 사용하는 도구는 간이정신상태검사(MMSE-K)이다. 하지만 간이정신상태검사 도구는 치매로 진행하기 전 단계인 경증인지장애를 감별하기 어렵기 때문에 경증인지장애를 검사하기 위해 임상에서 몬트리올 인지 평가도구를 주로 사용하고 있다[4]. 경증인지장애는 노인들에게 흔히 볼 수 있고[5,6], 치매나 알츠하이머 병으로 진행할 위험이 4년 이후 50% 이상 증가하기 때문에 정확한 진단이 필요하지만 조기 진단과 위험요인을 발견하는 것이 어렵다[7,8]. 이는 인지장애가 없는 노인들의 장기적인 관찰을 통해서 위험요인의 확인이 필요하기 때문이다[5]. 일부 선행 연구에서 노인의 인지를 감소시키는 요인으로 신체활동의 감소, 우울증, 뇌 크기의 감소 및 당뇨, 뇌허혈, 심근경색과 같은 질병의 유병을 보고하고 있다[9-12]. 노인의 인지 기능은 건강한 노후생활과 삶의 질을 향상시키기 위해서 필요한 요소이기 때문에 경증인지장애가 발생하거나 발생하기 전부터 관리할 필요가 있을 것이다.

인지를 감소시키는 요인 가운데 비침습적인 방법으로 해결할 수 있는 것은 신체활동 수준이다. 노인들은 생활방식이 좌식생활로 점차 활동량이 감소하기 때문에 근육량이 감소하고[13] 여가 시간을 유용하게 사용하지 못하며 TV 시청이나 담소, 휴식과 같은 소극적인 활동이 주를 이루고 있기 때문에 노인의 에너지 소비를 감소시키고 비만의 이환률을 증가시키기도 한다[14]. 노인의 근력의 유지와 향상은 웰빙을 위해 필수적이고 특히 약력이 인지와 상관관계가 있다는 연구가 보고되고 있다[6,15]. Taekema (2010)등의 연구에 따르면, 약력은 근력을 대신하여 사용할 수 있고, 약력은 기능, 정신, 사회적인 건강의 감소를 예측할 수 있다고 하였다[3]. 약력 검사는 인지장애의 유무와 관련없이 노인의 근력을 평가하는 도구로서 비교적 저렴한 평가도구이기 때문에 접근성이 좋고 기능의 평가에 유용하게 사용할 수 있다[6,16]. 또한 약력은 신체 근력을 대표하고 낮은 약력은 노인의 유병률과도 연관이 있다[17]. 이처럼, 선행연구를 기반으로 약력은 인체의 다양한 생리적 요인에 영향을 미칠 수 있는

요인이기 때문에 노인의 약력에 대한 평가가 이루어져야 할 것이다.

근력과 인지의 상관관계 연구를 위해 몇 가지 이론적인 사실이 바탕이 되어야 한다. 첫째는 인지기능의 감소는 노화로 인해 자연스럽게 진행되지만 인지기능의 유지가 노인들의 삶의 질을 증가시키기 위해서 중요한 요인이라는 것이다[12,18]. 둘째는 약력의 감소와 인지의 감소가 상관있다는 연구가 부족하며 불분명하다는 것이다[2]. 셋째는 민족에 따라 잠재적인 혼재 효과가 있기에 이를 고려해야 한다는 것이다[19]. 따라서, 이 연구의 목적은 대한민국 노인의 근력과 인지의 상관관계를 확인하는 것이며, 높은 근력을 가진 노인은 높은 인지 기능을 보이고 낮은 근력을 가진 노인은 낮은 인지 기능을 보일 것으로 가정하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구대상 및 절차

본 연구는 단면적 연구 설계로 삼육대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 시행하였다(SYUIRB2014-091). 참가자는 서울시 소재 노인종합복지관을 이용하는 65세 이상 노인으로서 거동에 문제가 없는 자를 모집하였다. 모집된 대상자 중에 근골격계 장애나 신경계 장애를 가진 자, 우울증과 같은 정신과 질환을 가진 자, 청각이나 시각에 이상이 있는 자는 제외하였다. 참가자는 본 연구의 목적과 진행 방법에 대해 설명을 듣고 자발적으로 동의서를 작성하여 제출하였다. Table 1에 본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성을 기술하였다. 모집된 대상자들은 근력과 인지능력을 검사하였다.

### 2.2 측정 도구

#### 2.2.1 근력 평가 도구

노인의 근력은 약력과 아령 들기 검사(Arm curl test)를 사용하여 평가하였다. 약력은 의자에 앉은 자세에서 약력기(Medical handgrip dynamometer model DHS-88, DETECTO, webb city, USA)를 사용하여 측정하였다. 팔꿈치는 90°굽힘된 상태로 옆구리에 붙인 상태에서 대상자에게 최대 힘으로 약력기를 쥐도록 하였다. 좌우 각 3회씩 측정하여 평균값을 사용하였고 각 시도 사이에 1분간의 휴식시간을 두었다. 노인에게 있어 약력기를 사용한 약력검사는 높은 신뢰도를 가지고 있다

( $r=.97$ )[20]. 아령 들기 검사는 대상자가 의자에 앉은 자세에서 몸통을 앞으로 숙이지 않도록 주의하며 아령을 30초간 최대한 들어 올렸다가 내렸다가 반복한다. 여성은 5lb, 남성은 8lb 무게의 아령을 사용하였으며 아령을 들어 올렸다 내린 횟수를 기록하였다. 모든 대상자는 아령 들기 검사를 오른손으로 수행하였다. 아령 들기 검사는 높은 신뢰도를 가진 도구로 노인의 상지 근력을 평가하기 위해 사용할 수 있다( $r=.96$ )[21].

### 2.2.2 인지 평가 도구

노인의 인지기능을 평가하기 위해 몬트리올 인지평가(Montreal cognitive assessment)와 실무자용 노인인지기능 사정도구(General practitioner assessment of cognition)를 사용하였다. 몬트리올 인지평가는 경증인지장애를 빠르게 검사하는 도구로서 집중력, 실행기능, 기억력, 언어, 시공간구성능력, 개념적 사고, 계산, 및 지남력을 평가한다. 평가 점수는 30점 만점에 26점 이상 받아야 정상으로 간주된다. 몬트리올 인지평가 도구는 높은 민감도( $r=.89$ )와 특이도( $r=.84$ )를 가지고 있다[22]. 실무자용 노인인지기능 사정도구는 치매를 평가하기 위해 사용하는 도구로 환자평가와 보호자 평가 2가지로 구분되어 있고 각각 5점, 3점 이하일 경우 인지 손상을 의심할 수 있다. 환자평가는 지남력, 시계 그리기, 최근 정보 확인, 암기 후 회상으로 구성되어 있고 보호자 평가는 환자의 일상생활에 대한 질문에 “예” 또는 “아니오”로 응답하도록 되어 있다. 실무자용 노인인지기능 사정도구는 높은 민감도( $r=.85$ )와 특이도( $r=.86$ )를 가지고 있다[23].

### 2.3 자료분석 방법

본 연구에서는 SPSS(IBM, Chicago, IL, USA) Version 19.0을 사용하여 자료를 분석하였고, 정규성 검정은 Shapiro-Wilk 검정을 사용하여 분석하였다. 경증인지장애가 있는 노인과 없는 노인 간의 특성에 대한 비교는 독립 t-검정을 사용하였고, 전체 노인의 신체 능력과 인지능력 사이의 상관관계 분석을 위해 Pearson의 상관계수를 사용하였다. 모든 통계학적 유의수준은 .05로 설정하였다.

## 3. 연구 결과

### 3.1 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 모집된 대상자는 지역사회에 거주하며 선정 조건에 부합하는 65세 이상 노인 130명으로 일반적인 특성은 Table 1에 제시되었다. 경증인지장애가 없는 노인은 전체 130명중 26명(20%)으로 남성 6명, 여성 20명, 평균 연령 72.53세, 신장 158.38 cm, 체중 57.15 kg, 신체질량지수 22.83  $kg/m^2$ 이었다. 그리고 경증인지장애가 있는 노인은 전체 130명중 104명(80%)으로 남성 17명, 여성 87명, 평균 연령 75.39세, 신장 155.22 cm, 체중 57.49 kg, 신체질량지수 23.85  $kg/m^2$ 이었다.

Table 1. General characteristics of participants

Variables	Normal group (n=26)	MCI group (n=104)	Total (N=130)
Sex (M/F)	6 / 20	17 / 87	23 / 107
Age (years)	72.53 ± 6.21	75.39 ± 4.47	74.82 ± 4.98
Height (cm)	158.38 ± 6.15	155.22 ± 7.29	155.85 ± 7.17
Weight (kg)	57.15 ± 3.91	57.49 ± 7.89	57.42 ± 7.26
BMI ( $kg/m^2$ )	22.83 ± 1.85	23.85 ± 2.86	23.64 ± 2.71

MCI, mild cognitive impairment; M, male; F, female; BMI, Body mass index

### 3.2 경증인지장애 유무에 따른 근력 비교

경증인지장애가 없는 노인의 악력은 오른손이 18.68 kg, 왼손이 17.78 kg, 아령 들기 검사는 22.44회 실시하였고 경증인지장애가 있는 노인의 악력은 오른손이 17.23 kg, 왼손이 16.17 kg, 아령 들기 검사는 20.39회 실시하였다. 오른손과 왼손 악력이 두 집단 사이에 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ). Table 2

Table 2. Differences of muscle strength in participants with or without mild cognitive impairment

Variables	Mean ± SD		
	Normal group (n=26)	MCI group (n=104)	Total (N=130)
RHS (kg)	18.68 ± 2.89	17.23 ± 4.23*	17.52 ± 4.03
LHS (kg)	17.78 ± 2.55	16.17 ± 4.31*	16.49 ± 4.06
ACT (rep.)	22.44 ± 6.03	20.39 ± 5.47	20.80 ± 5.62

RHS, right handgrip strength; LHS, left handgrip strength; ACT, arm curl test  
\* presented significant differences between two groups ( $p<.05$ ).

### 3.3 경증인지장애 유무에 따른 인지기능 비교

경증인지장애가 없는 노인은 몬트리올 인지평가에서

26.46점, 실무자용 노인인지기능 사정도구에서 12.23점을 받았고 경증인지장애가 있는 노인은 몬트리올 인지평가에서 19.99점, 실무자용 노인인지기능 사정도구에서 10.54점을 받았다. 두 집단 사이에 몬트리올 인지평가와 실무자용 노인인지기능 사정도구 모두 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). Table 3.

**Table 3. Differences of cognitive function in participants with or without mild cognitive impairment**

Variables	Mean ± SD		
	Normal group (n=26)	MCI group (n=104)	Total (N=130)
MoCA	26.46 ± .85	19.99 ± 3.58*	21.28 ± 4.14
GPCOG	12.23 ± 1.55	10.54 ± 2.61*	10.88 ± 2.52

MoCA, Montreal cognitive assessment; GPCOG, general practitioner assessment of cognition  
 \* presented significant differences between two groups ( $p < .05$ ).

### 3.4 근력과 인지기능 사이의 상관관계 분석

몬트리올 인지평가 도구는 오른손 악력( $r=.186, p=.034$ )과 왼손 악력( $r=.265, p=.002$ ) 사이에 유의한 상관관계가 있었고 실무자용 노인인지기능 사정도구에서도 오른손 악력( $r=.206, p=.019$ )과 왼손 악력( $r=.208, p=.017$ ) 사이에 유의한 상관관계가 있었다. 아령 들기 검사는 인지평가 도구와 유의한 상관관계가 없었다( $p > .05$ ). Table 4.

**Table 4. Correlation among the muscle strength and cognitvie function in participants**

Variables	RHS	LHS	ACT
MoCA	.186*	.265*	.116
GPCOG	.206*	.208*	.077

RHS, right handgrip strength; LHS, left handgrip strength; ACT, arm curl test; MoCA, Montreal cognitive assessment; GPCOG, general practitioner assessment of cognition  
 \* presented  $p < .05$ .

## 4. 논의

본 연구에 참여한 130명의 65세 이상의 노인 중 경증 인지장애를 가진 노인이 80%를 차지하였고 악력은 경증

인지장애가 있는 노인이 경증인지장애가 없는 노인에 비해 유의하게 낮은 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 두 집단 사이에 아령 들기 검사는 유의한 차이는 없었지만 경증인지장애를 가진 노인의 평균 횡수가 적게 나타났다. 근력과 인지기능 사이의 상관관계를 분석한 결과 악력과 인지기능 사이에 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

노화로 인한 근력과 근육 크기의 감소와 같은 신체적인 능력의 전반적인 저하는 낙상, 골절, 가동성 제한, 입원기간의 증가와 같은 문제를 유발하여 노인의 건강 유지 비용을 증가시킨다[24,25]. 선행 연구에서 악력은 영양상태를 확인하기 위해 유용하게 사용할 수 있으며, 장애와 사망률과도 밀접한 연관이 있다고 하였다[16]. Pieterse 등(2002)은 50세 이상의 성인을 대상으로 악력을 측정한 결과 남성은 30.3 kg으로 여성의 22.3 kg에 비해 유의하게 높았고 신체질량지수와 양의 상관관계가 있는 것으로 보고하였다[26]. Savino 등(2013)은 엉덩관절 골절을 가진 노인에게 초기 악력을 평가하는 것이 환자의 기능적인 예후를 예측하는데 중요한 정보라고 하였다[27]. 특히 악력은 인지 기능( $p < .001$ ), 혈청 비타민 D 수준( $p < .05$ ), 일상생활기능( $p < .001$ ), 우울증( $p < .001$ ) 과도 상관관계를 보인다고 보고하였다.

노인에게 인지 기능의 유지와 향상은 일상생활의 삶의 질을 유지하기 위해 중요한 요인이다[12]. 비록 인지의 감소 비율은 사람마다 다양하게 나타나고 정상적인 노화로 인해 치매나 경증인지장애와 같은 인지 손상이 발생한다. Barnes 등(2007)은 여성 노인이 최적인 인지 기능을 어느 정도 유지하는지 확인하기 위해 15년간 코호트 연구를 진행하였다[28]. 그 결과, 참여자의 9%만이 인지 기능을 유지하였고 나머지 91%는 정도에 차이가 있지만 인지 손상을 보였다. 지난 10년간의 연구들이 육체적인 능력이 인지에 영향을 미친다고 보고하고 있다[29]. 악력이나 기동력과 같은 신체적인 능력이 인지 수준을 평가하기 위해 사용될 수 있고 높은 체력은 정신 건강과 밀접한 연관이 있다고 하였다[30]. Boyle 등(2010)의 연구에 따르면 761명의 노인을 대상으로 12년간 추적 조사를 진행한 결과 305명의 노인이 경증인지장애를 가지게 되었다. 특히, 노인의 체력과 인지 사이의 관계를 분석한 결과 신체적 쇠약이 경증인지장애의 위험을 63% 증가시킨 것으로 나타났다[5]. 신체적 쇠약을 결정짓는 요인으로 악력이 경증인지장애와 유의한 상관관계가 있었다( $p < .05$ ). Frith와 Loprinzi (2018)의 연구에서는 하지 근력과 인지와의 상관관계를 확인하기 위해 1508명의 노인을 대상으로 평가한 결과 높은 하지 근력을 가지고

있는 노인이 낮은 인지 기능의 감소를 보인다고 보고하였다[31].

본 연구에서도 경증인지기능장애를 가진 노인이 경증 인지장애가 없는 노인에 비해 악력이 유의하게 낮은 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 이와 같은 상관관계에 대한 여러 가설들이 있지만 그럴듯한 가설들 중에 하나는 근력과 인지 모두 뇌의 지배를 받는다는 것이다[6,12]. 운동 기능의 경우에도 뇌의 전두엽에서 걸질척수로(corticospinal tract)를 통해 근육의 수의적인 수축을 유발하고 인지의 경우 뇌의 안쪽 관자 부위(medial temporal area)와 대상 걸질(cingulate cortex)의 소기관과 함께 대부분 전두엽에서 관장하고 있다는 것이다[12,32]. 인지와 근력 간의 상관관계에 영향을 줄 수 있는 또다른 가설은 인지의 감소가 노인의 뇌 혈류와 연관이 있다는 것이다[33]. 규칙적인 운동을 통한 근 수축은 노화와 연관된 뇌 관류 저하를 개선시킬 수 있다[34]. 그리고 다른 체계적 고찰 연구에서는 뇌의 훈련-유발 재조직화(training-induced reorganization)에 대한 일부 증거를 제시하였다. 뇌 구조에서 훈련에 의해 유발된 직접적인 측정은 포함하지 않았지만, 혈청 또는 혈장에서 뇌 유래 신경 영양 인자(brain-derived neurotrophic factor) 수준의 측정에 기초하여 신체적인 능력과 인지사이의 관계에 대한 간접적 증거가 될 수 있다고 하였다[35]. 따라서, 우리는 근력을 측정하였을 때 근력의 감소는 인지의 감소와 연관이 있을 것이라 가정할 수 있다.

본 연구의 제한점은 연구에 참여한 노인의 수가 전체 노인을 대표하기에는 표본수가 적고 도시에 거주하는 노인들만 참여했다는 것이다. 차후 연구에서는 이러한 제한점을 보완하기 위해 지역에 따른 노인의 근력과 인지 기능 사이에 비교 연구도 필요할 것으로 보인다. 또한 변수로 상지 근력 뿐만 아니라 하지 근력, 균형, 보행과 같은 다요인간의 비교를 통해 신체적 요인과 정신적 요인간의 상관관계를 포괄적으로 분석할 필요가 있을 것으로 보인다.

## 5. 결론 및 제언

본 연구에서는 한국 노인의 상지 근력과 인지 사이에 상관관계에 대한 연구를 하였다. 경증인지장애가 없는 노인은 경증인지장애를 가진 노인에 비해 악력이 유의하게 강했고, 악력은 인지 평가 도구와 유의한 상관관계가 있었다( $p < .05$ ). 전체 참여자 중 80%에서 경증인지장애를 보였기 때문에 노인들의 건강한 노후 생활을 위해서 인

지 기능을 향상 시키는 방법을 찾을 필요가 있음을 지지하는 연구결과가 될 수 있을 것이다. 인지 기능과 근력간에 상관관계가 있으므로 인지 장애를 가지고 있는 노인에게 최적의 근력 운동을 모색하는 연구가 앞으로 필요할 것으로 보인다.

## REFERENCES

- [1] L. J. Woo, K. D. Hwan & C. D. Heung. (2017). Reducing Suicide of the Elderly and Futures of Aged Society. *The Korea Association for Futures Studies*, 2(2), 99-123.
- [2] M. A. Alencar, J. M. Dias, L. C. Figueiredo & R. C. Dias. (2012). Handgrip strength in elderly with dementia: study of reliability. *Revista brasileira de fisioterapia (Sao Carlos (Sao Paulo, Brazil))*, 16(6), 510-514.
- [3] D. G. Taekema, J. Gussekloo, A. B. Maier, R. G. Westendorp & A. J. de Craen. (2010). Handgrip strength as a predictor of functional, psychological and social health. A prospective population-based study among the oldest old. *Age and ageing*, 39(3), 331-337.
- [4] C. O'Driscoll & M. Shaikh. (2017). Cross-Cultural Applicability of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA): A Systematic Review. *Journal of Alzheimer's disease : JAD*, 58(3), 789-801.
- [5] P. A. Boyle, A. S. Buchman, R. S. Wilson, S. E. Leurgans & D. A. Bennett. (2010). Physical frailty is associated with incident mild cognitive impairment in community-based older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(2), 248-255.
- [6] A. Alfaro-Acha, S. A. Snihi, M. A. Raji, Y. F. Kuo, K. S. Markides & K. J. Ottenbacher. (2006). Handgrip strength and cognitive decline in older Mexican Americans. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*, 61(8), 859-865.
- [7] O. V. Forlenza, B. S. Diniz, F. Stella, A. L. Teixeira & W. F. Gattaz. (2013). Mild cognitive impairment. Part 1: clinical characteristics and predictors of dementia. *Revista brasileira de psiquiatria (Sao Paulo, Brazil : 1999)*, 35(2), 178-185.
- [8] R. C. Petersen, G. E. Smith, S. C. Waring, R. J. Ivnik, E. G. Tangalos & E. Kokmen. (1999). Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome. *Archives of neurology*, 56(3), 303-308.
- [9] T. W. Auyeung, T. Kwok, J. Lee, P. C. Leung, J. Leung & J. Woo. (2008). Functional decline in cognitive impairment--the relationship between physical and cognitive function. *Neuroepidemiology*, 31(3), 167-173.
- [10] M. Pedersen, K. K. Pedersen, H. Bruunsgaard, K. S.

- Krabbe, C. Thomsen, K. Faersch, B. K. Pedersen & E. L. Mortensen. (2012). Cognitive functions in middle aged individuals are related to metabolic disturbances and aerobic capacity: a cross-sectional study. *PLoS one*, 7(12), e51132.
- [11] T. N. van den Kommer, H. C. Comijs, M. J. Aartsen, M. Huisman, D. J. Deeg & A. T. Beekman. (2013). Depression and cognition: how do they interrelate in old age? *The American journal of geriatric psychiatry*, 21(4), 398-410.
- [12] C. Rosano et al. (2012). Neuroimaging differences between older adults with maintained versus declining cognition over a 10-year period. *NeuroImage*, 62(1), 307-313.
- [13] F. Mayer, F. Scharhag-Rosenberger, A. Carlsohn, M. Cassel, S. Muller & J. Scharhag. (2011). The intensity and effects of strength training in the elderly. *Deutsches Arzteblatt international*, 108(21), 359-364.
- [14] K. S. Nair. (2005). Aging muscle. *The American journal of clinical nutrition*, 81(5), 953-963.
- [15] N. E. Fritz, C. J. McCarthy & D. E. Adamo. (2017). Handgrip strength as a means of monitoring progression of cognitive decline - A scoping review. *Ageing research reviews*, 35, 112-123.
- [16] J. Sallinen, S. Stenholm, T. Rantanen, M. Heliovaara, P. Sainio & S. Koskinen. (2010). Hand-grip strength cut points to screen older persons at risk for mobility limitation. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(9), 1721-1726.
- [17] Y. Takata et al. (2007). Physical fitness and 4-year mortality in an 80-year-old population. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*, 62(8), 851-858.
- [18] S. A. Clouston et al. (2013). The Dynamic Relationship Between Physical Function and Cognition in Longitudinal Aging Cohorts. *Epidemiologic reviews*, 35, 33-50.
- [19] E. Trudelle-Jackson, E. Ferro & J. R. Morrow, Jr. (2011). Clinical Implications for Muscle Strength Differences in Women of Different Age and Racial Groups: The WIN Study. *Journal of women's health physical therapy*, 35(1), 11-18.
- [20] C. Y. Wang & L. Y. Chen. (2010). Grip strength in older adults: test-retest reliability and cutoff for subjective weakness of using the hands in heavy tasks. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(11), 1747-1751.
- [21] D. K. Singh, Z. A. Manaf, N. A. Yusoff, N. A. Muhammad, M. F. Phan & S. Shahar. (2014). Correlation between nutritional status and comprehensive physical performance measures among older adults with undernourishment in residential institutions. *Clinical interventions in aging*, 9, 1415-1423.
- [22] J. Y. Lee et al. (2008). Brief screening for mild cognitive impairment in elderly outpatient clinic: validation of the Korean version of the Montreal Cognitive Assessment. *Journal of geriatric psychiatry and neurology*, 21(2), 104-110.
- [23] H. Brodaty et al. (2002). The GPCOG: a new screening test for dementia designed for general practice. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(3), 530-534.
- [24] P. M. Cawthon et al. (2009). Do muscle mass, muscle density, strength, and physical function similarly influence risk of hospitalization in older adults? *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(8), 1411-1419.
- [25] J. Iwamoto et al. (2009). Preventative effect of exercise against falls in the elderly: a randomized controlled trial. *Osteoporosis international*, 20(7), 1233-1240.
- [26] S. Pieterse, M. Manandhar & S. Ismail. (2002). The association between nutritional status and handgrip strength in older Rwandan refugees. *European journal of clinical nutrition*, 56(10), 933-939.
- [27] E. Savino et al. (2013). Handgrip strength predicts persistent walking recovery after hip fracture surgery. *The American journal of medicine*, 126(12), 1068-1075 e1061.
- [28] D. E. Barnes et al. (2007). Women who maintain optimal cognitive function into old age. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(2), 259-264.
- [29] L. Bherer, K. I. Erickson & T. Liu-Ambrose. (2013). A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. *Journal of aging research*, 2013(2013), 1-8.
- [30] S. Ikegami et al. (2019). Physical performance reflects cognitive function, fall risk, and quality of life in community-dwelling older people. *Scientific reports*, 9(1), 12242.
- [31] E. Frith & P. D. Loprinzi. (2018). The Association between Lower Extremity Muscular Strength and Cognitive Function in a National Sample of Older Adults. *Journal of lifestyle medicine*, 8(2), 99-104.
- [32] J. B. Williamson et al. (2012). The effects of cerebral white matter changes on cardiovascular responses to cognitive and physical activity in a stroke population. *Psychophysiology*, 49(12), 1618-1628.
- [33] S. Stoquart-ElSankari, O. Baledent, C. Gondry-Jouet, M. Makki, O. Godefroy & M. E. Meyer. (2007). Aging effects on cerebral blood and cerebrospinal fluid flows. *Journal of cerebral blood flow and metabolism*, 27(9), 1563-1572.
- [34] S. Viboolvorakul & S. Patumraj. (2014). Exercise training could improve age-related changes in cerebral blood flow and capillary vascularity through the upregulation of VEGF and eNOS. *BioMed research international*, 2014, 1-12.
- [35] O. Levin, Y. Netz & G. Ziv. (2017). The beneficial effects of different types of exercise interventions on motor and cognitive functions in older age: a systematic review. *European review of aging and physical activity*, 14(20), 1-23.

최 원 재(Won-Jae Choi)

[정회원]



- 2010년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과(물리치료학사)
- 2011년 8월 : 삼육대학교 물리치료학과(이학석사)
- 2015년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과(이학박사)
- 2013년 9월 ~ 현재 : SMART 재활 연

구소 선임 연구원

- 관심분야 : 재활, 인지, 노인, 신경계
- E-Mail : wjchoi0223@gmail.com