

# Strength-dexterity Complementariness: Comparison between Left and Right Hands in Older Female Adults

## 근력-기민성 보완: 여성 노인의 오른손과 왼손 비교

Yang Sun Park<sup>1</sup>, Da Won Park<sup>2</sup>, Kyung Koh<sup>3,4</sup>, Hyun Joon Kwon<sup>4,7</sup>, Jae Kun Shim<sup>4,5,6,7</sup>

<sup>1</sup>Division of Geriatrics, Department of Internal Medicine, Yonsei University of College of Medicine, Seoul, South Korea

<sup>2</sup>Department of Kinesiology, Seoul National University, Seoul, South Korea

<sup>3</sup>Department of Physical Therapy and Rehabilitation Science, University of Maryland, Baltimore

<sup>4</sup>Department of Kinesiology, University of Maryland, College Park, MD, USA

<sup>5</sup>Neuroscience and Cognitive Science Program, University of Maryland, College Park, MD, USA

<sup>6</sup>Fischell Department of Bioengineering/ Neuroscience and Cognitive Science (NACS) Program, University of Maryland, College Park, MD, USA

<sup>7</sup>Department of Mechanical Engineering, Kyunghee University, Global Campus, Kyung-gi, South Korea

Received : 01 March 2021

Revised : 15 December 2021

Accepted : 16 December 2021

### Corresponding Author

Jae Kun Shim

Department of Kinesiology,  
University of Maryland, College  
Park, MD, 0110F School of Public  
Health (Bldg #255), 4200 Valley  
Drive, 20742, USA

Email : jkshim@umd.edu

**Objective:** The purpose of this study was to in this study. The maximum grip force of the elderly hand was measured using a custom-designed grasping apparatus mounted with five three-component force transducers. The Jebsen-Taylor hand function test and Purdue Pegboard test were performed to evaluate the dexterity of the hand.

**Method:** Twenty-six elderly women participated in the left hand between the maximum grip force and the Jebsen-Taylor hand function test results ( $r=-.513$ ,  $p=.007$ ). A significant correlation was also shown in the hand maximum grip force and the hand Purdue Pegboard results ( $r=.514$ ,  $p=.007$ ). However, no significant correlation was found in the right hand.

**Results:** We found a significant correlation investigate the relationship between hand grip strength and hand dexterity in the elderly.

**Conclusion:** Our findings in the current study support the theory of 'Strength-dexterity complementariness' which states that improvement in dexterity is associated with the grip force strength.

**Keywords:** Elderly, Strength, Dexterity, Complementariness, Right hand, Left hand

## INTRODUCTION

연령과 관련된 운동 단위 수준에서의 변화를 포함한 근력과 신경근 기능의 감소는 노인에게 있어 힘을 조절하는 감소 요인으로 명백히 밝혀져 왔다(Cole & Rotella, 2002). 노인들의 말초 수준 변화와 근육량의 감소로 인해 손의 힘이 약해지는 것은 기민성 감소를 야기하고 이는 곧 일상 수행 능력이 감소되는 것으로 보고하고 있다(Carmeli, Patish & Coleman, 2003). 기민성(dexterity)은 손으로 도구를 사용하는 등 숙련된 손 동작을 수행하는 능력을 말하는 것으로, 기민한 행동은 공동작용을 하는 근육들이 미세하게 조정되는 연속적인 활동이며, 환경으로부터 '조작'할 수 있게끔 하는 능력이다(Diedrichsen & Komysheva, 2015). 기민성에 대한 연구들은 핀치 힘을 생성하여(그립력과 대조적으로) 다른 크기의 용기를 여는 능력 또는 페그보드 테스트에서와 같이 두 손가락만으로 잡아야 하는 작은 물체를 조작하는

능력 등으로 정량화 되어 왔다(Haward & Griffin, 2002; Mathiowetz et al., 1985; Patten, Kamen & Rowland, 2001; Scholz, Danion, Latash & Schoëner, 2002).

몇몇의 연구들에서 그립력과 기민성 사이의 관계에 대한 연구는 일반적으로 둘 사이의 강한 상관관계를 밝히지 못했다. Rice, Leonard & Carter (1998)에 의하면 그립력과 핀치 힘 사이에는 약한 상관관계만 있다고 하였고, Mathiowetz et al. (1985)에 의하면 나이가 들어감에 따라 그립력의 감소는 반드시 핀치 힘의 감소를 동반하는 것은 아니라고 하였다. Rahman, Thomas & Rice (2002)의 연구에서도 노인에게 핀치 힘과 그립 힘과의 관계와 용기를 여는 능력과 아무런 관계를 발견하지 못했다. 또한 Haward & Griffin (2002) 그립 힘의 감소는 기민성의 감소를 예측하지 못하는 변인이라고 하였다. 이러한 연구 결과들과 같은 의견으로 손의 근력이 증가하면 손의 기민성이 상실된다는 '근력-기민성 상충(strength-dexterity trade-off)' 가설이 주장되기도 했다

(Shinohara, Li, Kang, Zatsiorsky & Latash, 2003).

그러나 근력 훈련을 달리 실행하는 방법을 선택하거나(Shim, Hsu, Karol & Hurley, 2008), 손가락에 부하를 주는 훈련이 손의 힘 뿐만 아니라 기민성도 향상될 수 있음을 밝힌 연구들(Keogh, Morrison & Barrett, 2007; Olafsdottir, Zatsiorsky & Latash, 2008)로 인해 노인에게는 젊은이와 다르게 '근력-기민성의 상충' 가설이 바뀔 수 있음이 제기되었다.

뇌 반구가 해부학적으로 기능적 비대칭이라는 것을 잘 알려져 있다(Dolcos, Rice & Cabeza, 2002). 이것은 생체 내 및 사후의 신경조영술, 신경화학, 신경심리학, 신경이미징, 그리고 행동연구 등의 연구에 의해서 증명되어 왔으며(Geschwind & Iacoboni, 1999; Hellige, 2001) 좌뇌는 언어 정보 처리에 더 많이 관여하는 반면 우뇌는 그림/공간 정보 처리에 더 많이 관여한다는 것으로 알려져 있다(Nebes, 1974; Sergent, Ohta & Macdonald, 1992).

노화와 뇌하수체의 비대칭 가설은, 연령과 관련된 인지 감소가 좌뇌와 관련된 기능보다 우뇌와 관련된 기능에 더 큰 영향을 미친다는 것이다(Brown & Jaffe, 1975; Albert & Moss, 1988). Goldstein & Shelly (1981)는 Wechsler Adult intelligence Scale (WAIS)을 이용하여 노인들이 우뇌에 의존하는 공간 요소보다 좌뇌에 의존하는 언어적 요소에 덜 취약함을 밝혔고, 나이가 들어감에 따라 오른쪽 반구 기능이 왼쪽 반구 기능보다 더 빨리 노화된다고 하였다. Kisz (1978)는 비대칭적 뇌 손상을 진단하기 위해 신경정신학적 배터리로 시험했을 때, 노인의 작업 형태가 우반구 손상 환자와 유사하다는 것을 발견했다. 또한, Weller & Latimer-Sayer (1985)은 노인의 우뇌와 좌뇌 기능의 차이를 입증하기 위해 페그보드를 이용한 훈련에서, 젊은이들은 오른손과 왼손의 기능이 거의 동등하게 개선된 반면 노인은 같은 양을 연습한 후에 오른손보다 왼손의 운동 기술이 더 큰 향상을 보였다는 연구 결과를 제시하였다. 이러한 연구 결과를 종합하면, 우반구에 기인하는 기능 즉, 왼손의 기능이 노화에 더 큰 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

위의 선행연구에서 제시한 것처럼, 노인의 우뇌와 좌뇌의 비대칭 기능 감소에 따라 손의 기능 또한 비대칭적으로 감소할 확률이 있음에도 불구하고, 노인의 근력과 기민성간의 상호 절충 혹은 보완적 관계에서 왼손과 오른손의 차이를 입증한 연구는 없었다. 이에 본 연구에서는 노인에게 '근력-기민성 상충' 이론에 반하는 '근력-기민성 보완 (Strength-dexterity complementarity)' 가설이 왼손과 오른손 모두 대

칭적으로 나타나는지, 혹은 비대칭적으로 나타나는지에 대한 의문점을 가졌다.

이에 본 연구의 목적은 노인의 손 그림 힘과 손의 기민성의 관계를 규명하는데 있으며, 두 가지 가설을 갖는다. 첫째, 노인의 손의 기능 특징에서 나타날 수 있는 '근력-기민성 상충' 가설에 반하는 '근력-기민성 보완(Strength-dexterity complementarity)' 가설은 노인의 특성으로 나타날 것이다. 둘째, 노화와 관련하여 우뇌와 좌뇌의 비대칭 기능 감소 차이를 고려했을 때, 노인의 '근력-기민성 보완' 가설은 왼손과 오른손에서 다른 기능에 대한 유의한 차이가 나타날 것이라는 가설을 세웠다.

## METHOD

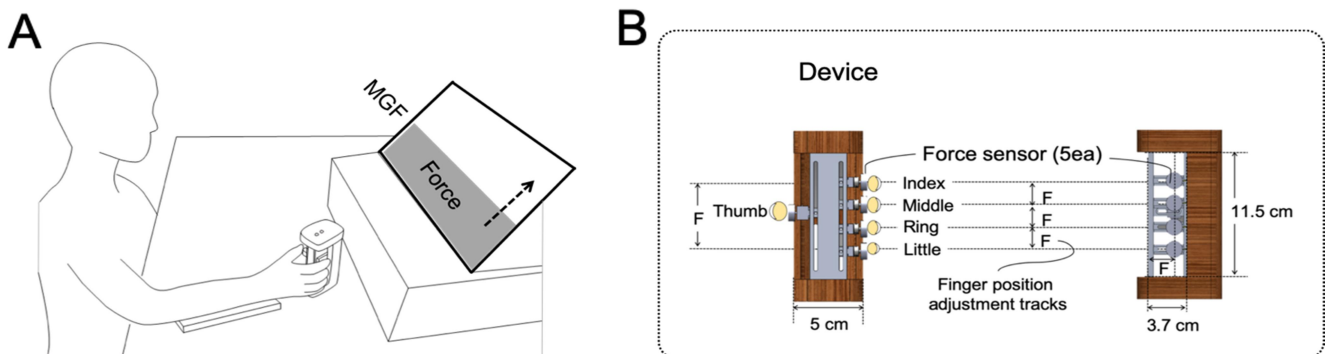
### 1. 연구대상

본 연구에서는 상지 근골격계에 질환과 부상 경험 그리고 손가락 부상 경험과 관절염이 없는 여성 노인 26명(age: 74.54±4.33 yr, height: 152.83±5.31 cm, weight: 56.44±7.61 kg)을 대상으로 하였다. 피험자의 우세손을 파악하기 위해 Handedness Questionnaire Software (<http://www.brainmapping.org/shared/Edinburgh.php>; Oldfield, 1971)를 사용하였고, 모든 피험자의 우세손이 오른손임을 확인하였다. 모든 대상자는 실험에 참여하기 전 실험 과정에 대한 충분한 설명을 숙지하였으며 동의서를 작성한 후 자발적으로 본 실험에 참여하였으며, 생명윤리 위원회의 승인을 받았다(HYI-12-044-Comp2).

### 2. 연구방법

#### 1) 손가락 최대 그림 힘 측정

본 연구에 참여한 피험자들의 최대 그림 힘 측정을 위하여 오른손과 왼손 각각 다섯 손가락을 이용하여 힘 센서(LCM100, 25 lb, LLB210, 50 lb, FUTEK Advanced Sensor Technology, Inc, CA USA) 5개가 부착된 그림형의 측정 도구를 통하여 오른손과 왼손의 최대 그림 발현 힘을 측정하였다(Figure 1A). 최대 그림 힘을 낼 때, 손목 관절이 굴곡이나 신전이 되지 않도록 전완부와 일직선 상에서 손이 측정기구를 그림할



**Figure 1.** Experimental set up and equipment for maximum grip force (MGF) measurement. The subjects sat on a chair and placed the right hand fingers on the force sensors to produce MGF.

수 있도록 동작을 제어하였고, 손가락 간의 간격은 피험자의 개별적 손가락 굵기와 크기를 고려하여 기구를 잡았을 때 중립상태(neutral)를 유지할 수 있도록 센서 간격을 늘리거나 줄여서 조절하였다(Figure 1B). 최대 힘 발현 시간은 5초간 유지하도록 하였고 개인당 총 2회씩 실시하였으며 매 회마다 30초간 휴식시간을 취하도록 하였다(Cuadra, Bartsch, Tiemann, Reschrechtko & Latash, 2018).

## 2) 손 기민성 측정

노인의 손의 기민성 기능 평가를 위해서 Jepsen-Taylor hand function test (Figure 2A)와 Purdue Pegboard test를 진행하였다(Figure 2B). Jepsen-Taylor hand function test는 일상 생활에서 가장 많이 사용되는 손의 기능들을 짧은 시간 안에 평가할 수 있는 도구이다(Jepsen, 1969). 본 측정은 짧은 문장 쓰기(writing), 카드 뒤집기(simulated page turning), 작은 물건 집기(lifting small objects), 먹기 흉내내기(simulated feeding), 장기 말 쌓기(stacking), 크고 가벼운 깡통 옮기기(lifting large, lightweight objects), 크고 무거운 깡통 옮기기(lifting large, heavy objects)로 표준화된 7개의 하위 측정으로 구성하였다. 각 하위 측정은 왼손부터 실시하며 각 항목을 완료하는 데에 걸린 시간을 초(second)로 기록하였다. 모든 측정 항목은 왼손과 오른손 모두 평가하였으며, 선행 연구의 방법에 따라 각각의 항목마다 피험자의 왼손(비우세손)부터 실시한 뒤 오른손(우세손)을 실시하였다. 국내 선행연구에서 본 평가를 한글화 하는 데에 있어서 쓰기(writing) 항목은 많은 오류를 갖는점을 지적하고, 기존 평가에서 24개의 알파벳으로 구성된 문장을 그대로 번역하여 24개의 단음으로 구성된 한글 문장으로 바뀌어 사용한 연구의 경우에는 타당성 입증되지 않았다고 하였으며, 한국어 문장은 작업 수행 시간에 있어서 기존의 연구와 유의한 차이가 나기 때문에 타당성에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 하였다(Park & Jung, 2002). 따라서 본 연구에서는 영문-한글 간의 번역에서 오는 실험의 오류를 배제하기 위해 문장 쓰기(writing)를 제외하고 실시하였다.

Purdue Pegboard test는 손 끝의 기민성을 평가하기 위한 방법으로 (Tiffin & Asher, 1948), 본 과제에서는 손가락과 손, 팔의 전반적인 움직임을 평가하는 우세손 과제와 비우세손 과제를 실시하였다. 우세손 과제는 피험자가 우세손 쪽에 있는 컵에서 한번에 한 개의 핀을 집어서 우세손 방향에 있는 구멍에 차례로 핀을 꽂는 방법으로, 검사자의

'시작' 소리와 함께 30초간 최대 많은 핀을 꽂고 검사자의 '그만' 신호까지 피험자가 꽂은 핀의 개수를 기록한다. 비우세손 과제는 피험자가 비우세손 쪽에 있는 컵에서 한번에 한 개의 핀을 집어서 비우세손 방향에 있는 구멍에 차례로 핀을 꽂는 방법으로, 검사자의 신호에 맞춰 시작과 멈춤을 하며 30초간의 핀의 개수를 기록한다. 오른손과 왼손은 각각 3번씩 실시하였다(Buddenberg & Davis, 2000).

## 3. 자료처리

### 1) 자발적 최대 그립 힘(MGF)

본 연구에서 자발적 최대 그립 힘은 LabVIEW (LabVIEW 8.2, National Instruments Corporation, Austin, TX) 프로그램을 사용하여 오른손과 왼손 각각 다섯 손가락의 힘의 합이 최대인 순간을 선택하여 분석하였다.

### 2) 잭슨엔테일러 테스트 분석

하위 7개의 검사 항목 중 쓰기(writing)를 제외하고 실시한 6개의 항목에 대한 결과는 각각의 항목에 대해 초(sec)로 기록한 후, 분석 변인은 6개의 하위 항목을 모두 합한 시간인 초(sec)로 분석하였다 (Allgöwer & Hermsdörfer, 2017).

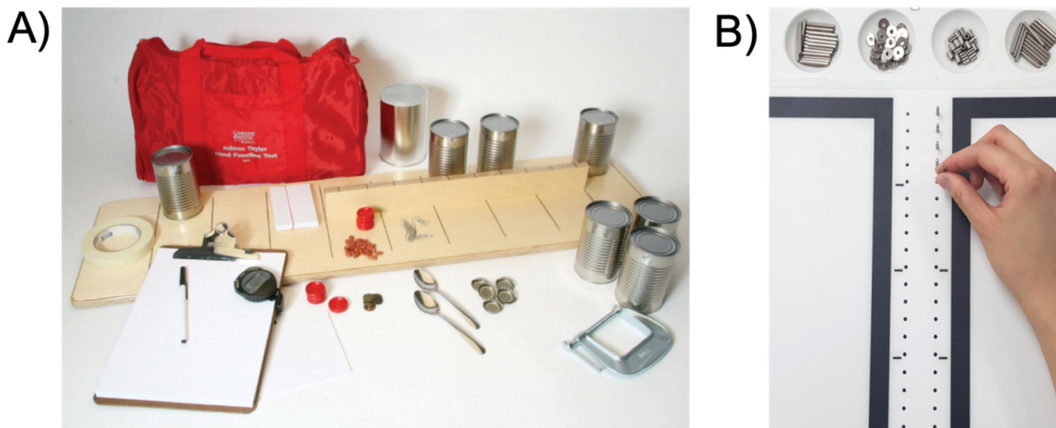
### 3) 퍼듀페그보드 테스트 분석

피험자가 오른손과 왼손을 30초 동안 각각 보드판에 꽂은 핀의 개수를 기록하였다. 각각 3번씩 실행한 평균을 분석하였다.

## 4. 자료분석

본 연구에서 자료처리는 아래 두 가지 방법으로 나누어 분석하였다.

1) 오른손과 왼손의 최대 그립 힘의 차이, Jepsen-Taylor hand function의 차이, 그리고 Purdue pegboard test의 차이를 알아보기 위해 Paired *t*-test를 실시하여 분석하였으며, IBM SPSS Statistics 22.0 version을 이용하였으며, 유의수준은 5%로 설정하였다.



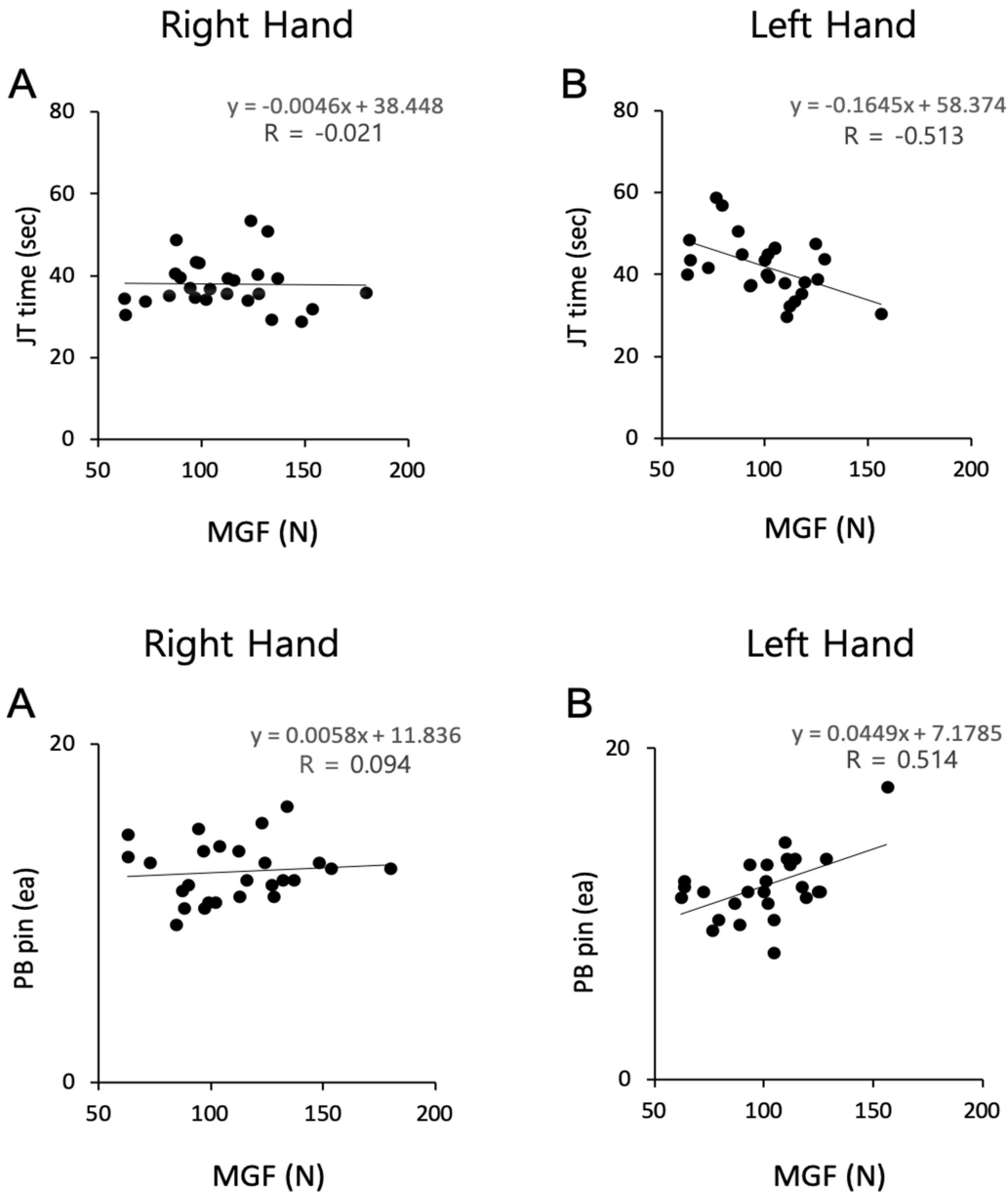
**Figure 2.** Measuring instruments for evaluating the hand function and dexterity of elderly. (A) shows Jepsen-Taylor hand function test components. (B) shows Purdue pegboard test components.

2) 오른손 최대 그립 힘과 오른손의 Jebsen-Taylor hand function test, 왼손 최대 그립 힘과 왼손의 Jebsen-Taylor hand function test, 오른손 최대 그립 힘과 오른손의 Purdue pegboard test, 그리고 왼손 최대 그립 힘과 왼손의 Purdue pegboard test의 관련성 분석을 위해

**Table 1.** T-test results comparing Right and Left hand of Grip force, Jebsen-Taylor hand function and Purdue pegboard

Variables	Hand	Mean	SD	t-value	p-value
MGF (N)	Right	110.24	28.03	2.243*	0.034
	Left	100.28	22.57		
Jebsen-Taylor hand function (sec)	Right	37.95	7.23	3.072**	0.005
	Left	41.88	6.16		
Pegboard (ea)	Right	12.47	1.72	3.078**	0.005
	Left	11.68	1.97		

M: Mean, SD: Standard Deviation. The asterisk indicates a significant difference (\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ ) between right and left hand



**Figure 3.** Statistically significant relationships between MGF vs. Jebsen-Taylor hand function test (JT) of right and left hands. A shows regression analysis between the MGF right and dominance hand (right) of JT. B shows regression analysis between the MGF left and non-dominance hand (left) of JT.

**Figure 4.** Statistically significant relationships between MGF vs. Purdue pegboard test (PB) of right and left hands. A shows regression analysis between the MGF right and dominance hand (right) of PB. B shows regression analysis between the MGF left and non-dominance hand (left) of PB.

Excel을 이용하여 상관관계 분석을 실시하였다.

## RESULTS

### 1. 오른손과 왼손의 차이

여성 노인의 오른손과 왼손의 최대 그립 힘, Jebsen-Taylor hand function 시간, 그리고 Purdue pegboard의 핀 개수에 따른 *t*-test 결과는 아래와 같이 나타났다(Table 1). 최대 그립 힘에서 오른손과 왼손의 유의한 차이가 나타났고( $p < .05$ ), Jebsen-Taylor hand function test에서 유의한 차이가 나타났으며( $p < .01$ ), Purdue pegboard test에서도 유의한 차이가 나타났다( $p < .01$ ).

### 2. 오른손과 왼손에 따른 기민성 상관관계

여성 노인의 오른손과 왼손에 따른 최대 그립 힘과 Jebsen-Taylor hand function test와의 상관관계 분석 결과는 (Figure 3)과 같이 나타났고, 여성 노인의 오른손과 왼손에 따른 최대 그립 힘과 손의 Pegboard test와의 상관관계 분석 결과는 (Figure 4)와 같이 나타났습니다.

여성 노인의 오른손의 최대 그립 힘과 오른손의 Jebsen-Taylor hand function test는 상관관계가 나타나지 않았고( $r = -0.020$ ,  $p = .923$ ), 왼손의 최대 그립 힘과 왼손의 Jebsen-Taylor hand function test에서는 부적 상관관계가 나타났습니다( $r = -0.513$ ,  $p = .007$ ).

여성 노인의 오른손의 최대 그립 힘과 오른손의 Purdue pegboard test는 상관관계가 나타나지 않았고( $r = 0.094$ ,  $p = .648$ ), 왼손의 최대 그립 힘과 왼손의 Purdue pegboard test에서는 정적인 상관관계가 나타났습니다( $r = 0.514$ ,  $p = .007$ ).

## DISCUSSION

본 연구에서는 손의 그립 힘과 기민성과의 관계를 규명하기 위해 여성 노인을 대상으로 오른손과 왼손의 그립 힘과 손 기민성의 차이, 오른손과 왼손의 각각 그립 힘과 쥘스앤테일러 시간과의 관계, 그리고 오른손과 왼손의 각각 그립 힘과 페그보드 핀의 빠르기 갯수에 따른 관계성을 분석하였다. 연구 결과, 노인에게 오른손과 왼손의 그립 힘과 손 기민성(쥘스앤테일러, 페그보드)의 차이를 발견할 수 있었고 노인의 그립력이 커질수록 기민성이 유의하게 높아지는 상관관계를 발견하였다. 이에 본 연구의 첫 번째 가설인 '근력-기민성 보완'을 증명했다.

그립력과 기민성간의 상관성을 밝히고자 하는 연구는 오래 전부터 논란의 여지로 그 상반된 연구 결과들을 제시해 왔다.

그립력과 기민성간의 관계를 밝힌 연구들의 성향을 보면, 손의 기민성을 주로 용기를 여는 힘과 관련하여 손의 그립력과 핀치 힘 사이에 연관성을 밝히려는 연구들과 기민성을 작은 물체를 조작하는 능력으로 정의하고 힘과 기민성과의 관계를 규명하고자 하는 연구들이 주를 이루었다(Mathiowetz et al., 1985; Rahman et al., 2002; Rice et al., 1998; Haward & Griffin, 2002). 이와 같은 선행연구들은 그립 힘과 기민성간의 뚜렷한 상관성을 찾지 못하였다. 특히, 큰 힘이 생성될 때 빠르고 부정확한 움직임이 생성되고 더 작은 힘이 생성될 때 느리고

정확한 움직임이 나타난다는 초기의 연구(Schmidt, Zelaznik, Hawkins, Frank & Quinn Jr, 1979)와 더불어 Haward (2002)는 18~55세의 피험자를 대상으로 그립 힘과 페그보드 스코어간의 유의한 차이를 발견하지 못하고 이는 근골격 기능과 기민성과 관련이 없다는 것을 의미하며 그립 힘의 감소는 기민성의 감소를 예측하지 못하는 변인이라고 주장하였다. 또한 기민성을 손가락의 개별적 제어 능력으로 제시한 연구에서는 손가락의 최대 힘이 커지면 기민성이 나빠진다는 상관성을 밝힘으로써 위에서 제시된 그립 힘과 기민성간의 뚜렷한 관계를 찾지 못하는 선행연구들과 더불어 '근력-기민성 상충 가설'을 주장하기도 하였다(Shinohara et al., 2003).

하지만, Keogh et al. (2007)는 노인을 대상으로 한 근력 훈련이 손가락-핀치 힘 조절과 같은 미세 운동 제어의 향상을 가져올 수 있다고 하였고, Olafsdottir et al. (2008)은 손가락 힘 부하 훈련을 통한 근력의 증가가 기민성도 같이 향상되는 연구 결과를 밝힘으로써, 노인에게는 젊은이와 다르게 '근력-기민성의 상충' 가설이 바뀔 수 있는 가능성을 제시하였다. 또한 Shim et al. (2008)은 손의 힘을 트레이닝 하는 방법에 따라서 손의 힘(strength)과 힘을 조절(coordination)하는 기민성이 유의하게 달라질 수 있다고 하였는데, 훈련을 시키지 않는 손가락의 움직임을 제한하면서 개별 손가락의 힘 훈련을 시킨 집단에서 손가락의 상호작용 활동(synergic actions) 즉 기민성이 향상되는 연구 결과를 도출하여, 손가락의 힘(근력)이 제어 성능 증가를 유도한다는 '근력-기민성 상충 이론'을 약화시키는 연구 결과를 제시하였다. 보다 최근의 연구에서는 쥘스앤테일러와 페그보드를 이용하여 60세 이상이 노인을 대상으로 그립 힘과 기민성과의 관계를 규명하였는데 목표를 조준하거나 두드리는 기민한 작업에서는 그립력이 연령보다 더 중요한 변인이라고 하였다(Martin, Ramsay, Hughes, Peters & Edwards, 2015).

이와 같이 그립 힘과 기민성과의 관계를 밝히고자 하는 연구들에서 다수의 상반된 연구 결과를 제시했다. 본 연구는 노인에게 초점을 맞춰 그 의문점을 풀고자 그립 힘과 기민성과의 관계를 밝히고자 하였으며, 연구 결과 노인의 그립력이 커질수록 손의 기민성이 좋아지는 유의한 상관관계를 찾아냄으로써 위에서 제시한 손가락의 힘과 기민성과 유의한 관계가 있다는 선행된 연구 결과들을 지지한다. 따라서 본 연구는 '근력-기민성 상충 가설'에 반하는 노인에게 나타나는 손의 '근력-기민성 보완 가설'을 제시하고자 한다. 또한 노인의 특징으로 양손의 그립력, 손 기민성 모두 오른손이 왼손보다 힘의 크기가 크고 손재주와 관련된 손 기민성이 더 유의하게 좋을 것으로 나타나, 노인이 될수록 양손의 편차가 커진다는 선행연구(Kubota, Demura & Kawabata, 2012)를 지지한다. 이러한 연구 결과는 본 연구의 두 번째 가설에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

본 연구에서 노인의 그립력이 커질수록 기민성이 유의하게 높아지는 상관관계는 노인의 왼손의 그립력과 왼손의 Jebsen-Taylor hand function test ( $r = -.513$ ,  $p = .007$ ) 그리고 노인의 왼손 그립력과 왼손의 Purdue Pegboard test ( $r = .514$ ,  $p = .007$ )에서만 발견되어, 두 번째 가설을 증명했다. 손의 최대 그립력과 기민성과의 관계에서는 오른손과 왼손의 힘과 기능의 차이를 발견할 수 있었고, 왼손의 힘과 기민성과의 관계에서만 유의하게 그립력이 클수록 기민성이 좋아짐으로 인해서, 왼손에서만 '근력-기민성 보완 이론'을 지지하였다. 이러한 결과는 시각적 주의에 대해 우뇌가 더 우세하며, 공간에서의 자극 즉, 공간에서

분석을 요구하는 움직임에서는 오른손보다 왼손이 더 빠른 반응을 일으킨다는 Teixeira (2008)의 연구 결과와 관련이 있어 보인다.

뇌반구와 관련된 노화의 특징으로, '오른쪽 반구 노화 모델' 즉, 오른쪽 반구가 왼쪽 반구보다 나이와 관련된 감소의 경향이 더 크다고 제안하는 이론(Albert & Moss, 1988; Brown & Jaffe, 1975)과 노년층 모델의 반구의 비대칭 감소(Cabeza, 2002) 즉 인지적 수행은 나이가 들수록 덜 편중되는 경향을 밝히는 이론 중 본 연구의 결과는 정확히 어떠한 이론을 근거로 우반구와 관련된 왼손의 힘과 기능의 관계성이 밝혀졌는지 설명하기는 힘들다. 하지만, 운동을 하는 동안 젊은이와 노인 사이의 뇌 활성화의 차이는 왼손을 사용할 때 더 두드러지게 나타난다는 연구들(Hutchinson et al., 2002; Sale & Semmler, 2005)과 왼손이 오른손 보다 공간의 자극과 자세의 자극에 더 영향을 받는다는 연구(Teixeira, 2008), 그리고 뇌에서 소뇌-피질 연결이 있는 감각운동 네트워크의 핵심 구조인 소뇌는 오른손과 왼손 사용 시 다르게 반응되는데 비우세손인 왼손 그립 힘의 사용이 소뇌-피질 조절을 더 높은 수준에서 활성화 시키고 있다는 연구 결과(Moulton et al., 2017)와 관련이 있는 것으로 해석된다. 이에, Skoura, Personnier, Vinter, Pozzo & Papaxanthis, (2008)의 연구인 노화에 따라 왼팔의 움직임과 운동이 오른팔의 움직임보다 노인의 운동인지 수준에서 장애를 조기에 발견하는데 유용한 도구가 될 수 있다고 제안하는 연구 결과를 지지한다.

## CONCLUSION

본 연구는 건강한 여성 노인 26명을 대상으로 오른손과 왼손 비교 및 노인의 손 그립 힘과 손의 기민성의 관계를 규명하는데 목적이 있었다. 연구 결과 노인의 그립력과 기민성의 차이는 오른손에서 우세하게 나타났고, 노인의 그립력이 커질수록 기민성이 유의하게 높아지는 상관관계를 발견하였다. 또한 손의 최대 그립력과 기민성과의 관계에서는 왼손의 힘과 기민성과의 관계에서만 유의하게 그립력이 클수록 기민성이 좋아지는 결과를 나타냄으로써 왼손에서만 '근력-기민성 보완 이론'을 지지하였다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF-2012R1A6A3A04040457).

## REFERENCES

Albert, M. S. & Moss, M. B. (1988). *Geriatric neuropsychology*. The Guilford Press.

Allgöwer, K. & Hermsdörfer, J. (2017). Fine motor skills predict performance in the Jebsen Taylor Hand Function Test after stroke. *Clinical Neurophysiology*, *128*(10), 1858-1871.

Brown, J. W. & Jaffe, J. (1975). Hypothesis on cerebral dominance. *Neuropsychologia*, *13*(1), 107-110.

Buddenberg, L. A. & Davis, C. (2000). Test-retest reliability of the Purdue Pegboard Test. *American Journal of Occupational Therapy*, *54*(5), 555-558.

Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in older adults: the HAROLD model. *Psychology and Aging*, *17*(1), 85.

Carmeli, E., Patish, H. & Coleman, R. (2003). The aging hand. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *58*(2), M146-M152.

Cole, K. J. & Rotella, D. L. (2002). Old age impairs the use of arbitrary visual cues for predictive control of fingertip forces during grasp. *Experimental Brain Research*, *143*(1), 35-41.

Cuadra, C., Bartsch, A., Tiemann, P., Reschektko, S. & Latash, M. L. (2018). Multi-finger synergies and the muscular apparatus of the hand. *Experimental Brain Research*, *236*(5), 1383-1393.

Diedrichsen, J. & Kornysheva, K. (2015). Motor skill learning between selection and execution. *Trends in Cognitive Sciences*, *19*(4), 227-233.

Dolcos, F., Rice, H. J. & Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry and aging: right hemisphere decline or asymmetry reduction. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *26*(7), 819-825.

Geschwind, D. H. & Iacoboni, M. (1999). Structural and functional asymmetries of the human frontal lobes. *The Human Frontal Lobes: Functions and Disorders*, 45-70.

Goldstein, G. & Shelly, C. (1981). Does the right hemisphere age more rapidly than the left? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *3*(1), 65-78.

Haward, B. M. & Griffin, M. J. (2002). Repeatability of grip strength and dexterity tests and the effects of age and gender. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, *75*(1-2), 111-119.

Hellige, J. B. (2001). *Hemispheric asymmetry: What's right and what's left* (Vol. 6): Harvard University Press.

Hutchinson, S., Kobayashi, M., Horkan, C., Pascual-Leone, A., Alexander, M. & Schlaug, G. (2002). Age-related differences in movement representation. *Neuroimage*, *17*(4), 1720-1728.

Jebsen, R. H. (1969). An objective and standardized test of hand function. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *50*(6), 311-319.

Keogh, J. W., Morrison, S. & Barrett, R. (2007). Strength training improves the tri-digit finger-pinch force control of older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *88*(8), 1055-1063.

Klitz, D. (1978). Neuropsychological evaluation in older persons *The Clinical Psychology of Aging* (pp. 71-95): Springer.

Kubota, H., Demura, S. & Kawabata, H. (2012). Laterality and age-level differences between young women and elderly women in controlled force exertion (CFE). *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *54*(2), e68-e72.

Martin, J. A., Ramsay, J., Hughes, C., Peters, D. M. & Edwards, M. G. (2015). Age and grip strength predict hand dexterity in adults. *PLoS One*, *10*(2), e0117598.

Mathiowetz, V., Kashman, N., Volland, G., Weber, K., Dowe, M. & Rogers, S. (1985). Grip and pinch strength: normative data for adults.

- Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66(2), 69-74.
- Moulton, E., Galléa, C., Kemlin, C., Valabregue, R., Maier, M. A., Lindberg, P. & Rosso, C. (2017). Cerebello-cortical differences in effective connectivity of the dominant and non-dominant hand during a visuomotor paradigm of grip force control. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 511.
- Nebes, R. D. (1974). Hemispheric specialization in commissurotomed man. *Psychological Bulletin*, 81(1), 1.
- Olafsdottir, H. B., Zatsiorsky, V. M. & Latash, M. L. (2008). The effects of strength training on finger strength and hand dexterity in healthy elderly individuals. *Journal of Applied Physiology*, 105(4), 1166-1178.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Park, K. A. & Jung, M. Y. (2002). Comparing the Four Korean Sentences of Writing Subtest in Administration of Jebsen-Taylor Hand Function Test. *Korean Society of Occupational Therapy*, 10(1), 35-41.
- Patten, C., Kamen, G. & Rowland, D. M. (2001). Adaptations in maximal motor unit discharge rate to strength training in young and older adults. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 24(4), 542-550.
- Rahman, N., Thomas, J. J. & Rice, M. S. (2002). The relationship between hand strength and the forces used to access containers by well elderly persons. *American Journal of Occupational Therapy*, 56(1), 78-85.
- Rice, M. S., Leonard, C. & Carter, M. (1998). Grip strengths and required forces in accessing everyday containers in a normal population. *American Journal of Occupational Therapy*, 52(8), 621-626.
- Sale, M. V. & Semmler, J. G. (2005). Age-related differences in cortico-spinal control during functional isometric contractions in left and right hands. *Journal of Applied Physiology*, 99(4), 1483-1493.
- Schmidt, R. A., Zelaznik, H., Hawkins, B., Frank, J. S. & Quinn Jr, J. T. (1979). Motor-output variability: a theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychological Review*, 86(5), 415.
- Scholz, J. P., Danion, F., Latash, M. L. & Schoëner, G. (2002). Understanding finger coordination through analysis of the structure of force variability. *Biological Cybernetics*, 86(1), 29-39.
- Sergent, J., Ohta, S. & Macdonald, B. (1992). Functional neuroanatomy of face and object processing: a positron emission tomography study. *Brain*, 115(1), 15-36.
- Shim, J. K., Hsu, J., Karol, S. & Hurley, B. F. (2008). Strength training increases training-specific multifinger coordination in humans. *Motor Control*, 12(4), 311-329.
- Shinohara, M., Li, S., Kang, N., Zatsiorsky, V. M. & Latash, M. L. (2003). Effects of age and gender on finger coordination in MVC and submaximal force-matching tasks. *Journal of Applied Physiology*, 94(1), 259-270.
- Skoura, X., Personnier, P., Vinter, A., Pozzo, T. & Papaxanthis, C. (2008). Decline in motor prediction in elderly subjects: right versus left arm differences in mentally simulated motor actions. *Cortex*, 44(9), 1271-1278.
- Teixeira, L. A. (2008). Categories of manual asymmetry and their variation with advancing age. *Cortex*, 44(6), 707-716.
- Tiffin, J. & Asher, E. J. (1948). The Purdue Pegboard: norms and studies of reliability and validity. *Journal of Applied Psychology*, 32(3), 234.
- Weller, M. P. & Latimer-Sayer, D. (1985). Increasing right hand dominance with age on a motor skill task. *Psychological Medicine*, 15(4), 867-872.