

# 손의 파악력에 대한 연구 고찰

공용구 · 손성태 · 한준구

성균관대학교 산업공학과

## A Review Study for Grip Strengths of Hand

Yong-Ku Kong, Seong-Tae Sohn, Jun-Goo Han

Department of Industrial Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, 440-746

### ABSTRACT

Many researches for grip strengths, using diverse ways such as subject, equipment, posture, method, has been conducted to investigate the differences of grip performance of dominant hand and non-dominant hand. It is hard to conclude, however, with one single or simple answer for this question based on researches due to various findings. Although 'the 10% rule' which is the dominant hand may produces a 10% greater grip strength than the non-dominant hand was often mentioned for this issue, there is still lack of supports for utilizing to general cases. This manuscript provides an overall review on the 53 research papers which were measured grip strengths of dominant as well as non-dominant hand in various conditions. According to this review study, many research findings reported that overall the grip strength differences between dominant and non-dominant hands were 6~10%, regardless of gender and age, followed by 0~5%, 11~15%, and over 16%. More detail information for grip strengths in both hands for gender and age groups were also presented in this study.

Keywords: Hand Strength, Dominant Hand, Non-dominant Hand, 10% rule

### 1. 서 론

손은 견관절에서 시작된 지렛대의 역학적 사슬의 마지막 연결고리으로써 견관절, 주관절, 손목관절의 가동성을 서로 다른 면에 큰 범위로 움직이게 해주고 육체의 운동과 관련된 모든 부분에 영향을 미치게 한다. 손 자체는 충분하게 움직일 수 있는 기관으로 손을 구성하고 관련된 부분들에 움직임을 다양하게 조정할 수 있고, 유연성이 있으며 19개 뼈와 14개 관절이 독자적으로 배열되어 유동성을 가지므로 기능적 적응을 위한 구조적인 기초를 제공한다(Frankel 등, 1989).

파악력(Grip Strength)이란 물체를 쥐는 힘으로서, 일상

생활에서 망치를 잡는 손 모양에서 힘을 줄 때, 컵을 잡을 때, 테니스라켓이나 방망이를 잡을 때, 클리치를 잡을 때, 보행관련 시 평행봉을 잡을 때와 같이 다양한 기능적 활동에서 요구된다. 이를 위해서는 손가락과 손목관절뿐만 아니라 전완과 상완 및 어깨의 충분한 근력과 관절 가동력 및 감각을 필요로 한다(김연희 등, 1984).

Nalebuff와 Phillips(1984)의 연구에 의하면 손의 파악력 정도가 최소 88.9N 정도만 된다면 기본적인 일상생활 동작(activities of daily living)을 수행할 수 있다고 발표하였는데, 예를 들어 간단한 물건잡기, 칼 및 포크잡기, 가위잡기, 종이 및 필기구잡기, 구두 끈 매기, 지퍼 올리고 내리기, 단추 끼기 등도 파악력이 있어야 가능한 활동이므로 파악력에 대한 평가는 중요하다고 하다고 할 수 있다(Ayres, 1981).

파악력은 손의 근력을 알아 보는 것으로 목적에 따라 일반적인 근력의 측정목적 외에도, 손의 장애 정도를 평가하기 위해, 적절한 치료계획을 수립하기 위해 그리고 올바른 치료를 행하기 위해 평가된다. 특히, 파악력의 평가는 치료의 진전과정에 있어서 그 효과를 객관적이고 쉽게 평가하는데 도움을 주므로 임상에서 많이 사용된다(권혁철 등, 1992). 또한, 파악력에 대한 표준데이터는 환자에 대한 평가 자료로 해석되고, 실질적인 치료 목표를 설정하며, 환자가 직업으로 귀환하기 위한 능력을 평가하기 위해 필요하다(Mathiowetz 등, 1985).

Bechtol(1954)은 파악력 약화 혹은 기능장애로 인하여 좌, 우측 어느 한쪽의 파악력을 알 수 없을 경우, 치료 목표를 설정하는데 기준은 주력손 대 비주력손의 파악력 비율을 비교한 결과 약 10% 정도 차이가 난다고 하였으며, 1989년 Petersen 또한 주력손이 비주력손보다 약 10% 정도 크다고 하는 10% Rule을 발표하였다. 10% Rule이란 주력손(dominant hand)의 파악력은 비주력손(non-dominant hand)의 파악력보다 힘에 있어서 약 10% 정도 우위에 있다는 것이다. 예를 들면 오른손이 손상된 오른손잡이에 있어서 오른손 파악력 정도는 왼손의 파악력을 측정함으로써 알 수 있는데 왼손의 파악력이 444.5N(100lb)이라면 오른손의 파악력 정도가 489N(110lb) 정도가 되도록 치료 목표를 적절히 설정할 수 있다는 것이다(권혁철 등, 1992).

물론, 주력손과 비주력손의 파악력의 차이에 영향을 미치는 인자로는 피실험자의 성별, 나이, 직업군, 작업 자세, 측정 장비, 측정방법 등이 있으며 따라서, 이러한 요인들에 대한 고찰 또한 중요하다.

이에 본 연구는 파악력 측정 시 영향을 주는 인자에 따라 주력손과 비주력손의 악력의 차이에 대한 국내외 논문들을 수집하고 정리하여 파악력 측정 시 필요한 정보를 제공하고 자 한다.

## 2. 연구방법

논문 수집방법은 국외 논문들의 경우 Google scholar(www.scholar.google.com)와 Medline(www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed), 그리고 sciencedirect(www.sciencedirect.com)와 springerlink(www.springerlink.com)를 이용하였으며, 국내 논문들의 경우는 DBpia(www.dbpia.co.kr)를 이용하였다. Keywords는 'grip strength', 'hand strength', 'dominant hand', 'non-dominant hand', 'hand dominance', 그리고 '10% rule'과 '악력', '파악력'을 입력하여 논문들을 수집한 다음, abstract를 통해

논문들을 다시 선별하였으며, 선별된 논문들로부터 참고문헌들도 부가적으로 수집하였다. 본 연구 논문을 위해 총 53편의 논문들을 참고하였다.

수집된 논문들을 바탕으로, 기존 연구 논문들의 연구방법(피실험자, 측정 장비, 측정 자세, 측정방법)과 연구목적(임상목적, 측정 자세와 파악력 간의 관계, 표준데이터 제공, 체력평가, 기타)별로 분석 및 정리하였다.

## 3. 악력에 미치는 요인 별 기존 문헌들의 연구방법

### 3.1 피실험자

악력 측정 시 피실험자 구성을 보면 다양한 연령대와 성비, 직업 군으로 실험이 이루어졌음을 알 수 있었다.

나이에 대한 요인으로 보면 다양한 연령대로 실험을 하였는데, Mathiowetz 등(1985)은 쇼핑센터와 박물관, 장애인 복지센터 등에서 근무하는 일반인 638명(남: 310명, 여: 328명)을 대상으로, 나이 분포는 20~94세, 12개의 그룹(20~24, 25~29, 30~34, 35~39, 40~44, 45~49, 50~54, 55~59, 60~64, 65~69, 70~74, 75세 이상)으로 나누어 측정하였다. 남자 주력손의 경우 30~34세가 541N로 가장 컸으며 34세 이후로 악력이 점점 감소하여 75세 이상의 경우는 292N로 나타났다. 주력손과 비주력손의 차이에서는 40~44세가 주력손이 3.4% 정도 커 연령대중 가장 작은 차이를 보인 반면, 55~59세에서 주력손이 비주력손에 비해 약17.7% 정도로 커 연령대중 가장 큰 차이를 나타냈다. 여자 주력손의 경우에는 20~24세가 312.9N에서 25~29세의 경우 331.2N로 증가하다가 30~34세에서 349.8N 가장 높았고, 그 뒤로 점점 줄어들어 75세 이상의 경우 189.4N로 감소하는 경향을 보였다. 여성의 주력손과 비주력손의 악력 차이는 45~49세에서 주력손이 9.9% 정도 커 연령대중 가장 작은 차이를 보였으며, 55~59세에서 주력손이 17.4%로 커서 연령대중 가장 큰 차이를 나타내었다.

Sella(2001)는 19~91세의 미국인 875명(남: 482명, 여: 393명)을 대상으로 연령별로 7개 그룹(10~19, 20~29, 30~39, 40~49, 50~59, 60~69, 70세 이상)으로 나누어 측정한 결과, 남자의 경우는 20~29세 그룹에서 오른손 432.18N, 왼손이 411.6N으로 가장 높게 측정되었으며 주력손과 비주력손의 차이에서는 40~49세 그룹과 60~69세 그룹이 주력손과 비주력손의 악력의 차이가 각각 3.3%(가장 작은 차이)와 8.9%(가장 큰 차이)를 보여주었다. 여자의 경우 30~39세 그룹에서 오른손이 245N, 왼손이 242.1N으로 가장 높았고, 주력손과 비주력손의 차이에서는 30~

39세 그룹이 1.2% 차이로 가장 차이가 적었고, 70~79세 그룹에서 14.2% 차이로 가장 큰 차이를 보였다.

Hager-Ross와 Rosblad(2002)는 4세에서 16세의 어린이 267명을 대상으로 악력을 측정할 결과 4세의 경우 56.5N, 5세는 69.0N, 6세는 83.1N, 15세의 경우 414.7N, 16세는 490.6N으로 나이가 증가함에 따라 악력도 함께 증가함을 보였다.

Kamarul 등(2006)은 말레이시아 인구 412명(남: 212명, 여: 200명)을 대상으로 5개의 나이대별(18~24, 25~34, 35~44, 45~54, 55~65세)로 실험을 하였다. 실험결과 남자 피실험자는 25~34세에서 파악력이 가장 컸고(43.1Nm) 35~44세는 43.0Nm, 45~54세는 38.5Nm, 55~65세는 33.8Nm로 나이가 들수록 파악력이 감소함을 보여주었다. 또한 18~24세의 주력손과 비주력손의 파악력의 차이가 9.0%로 주력손이 더 컸으며, 25~34세는 8.3%, 35~44세는 9.3%, 45~54세는 11.4%, 55~65세는 15.7%로 주력손이 비주력손보다 큰 파악력을 보였으며, 나이가 높아질수록 주력손과 비주력손과의 차이도 커짐을 보였다. 여성의 경우는 18~24세에서 파악력이 가장 컸고(25.9Nm), 그 다음이 25~34세(25.5Nm), 35~44세(23.5Nm), 45~54세(23.0Nm), 그리고 55~65세(20.7Nm)로 나이가 높아짐에 따라 감소함을 나타내었다. 18~24세는 9.6%, 25~34세는 12.5%, 35~44세는 5.5%, 45~54세는 7.8%, 55~65세는 13.5%로 주력손이 비주력손보다 큰 파악력을 보였으며, 30대에서 주력손과 비주력손의 차이가 감소하다가 다시 40대 이후로 주력손과 비주력손의 차이가 커짐을 보였다.

피실험자의 직업에 따라 악력을 측정할 연구들도 있는데, Tsuji 등(1995)은 젊은 운동선수들을 상대로 악력을 측정하였다. 테니스 선수의 주력손과 비주력손의 차이에서 주력손이 305.8N인 반면, 비주력손의 악력은 233.2N으로 23.7% 차이가 났다. Lucki와 Nicolay(2007)은 테니스 선수 48명(남: 24명, 여: 24명)와 일반인 35명(남: 18명, 여: 17명)을 대상으로 악력을 측정할 결과, 최대 힘의 경우 남자 테니스 선수는 주력손이 558N, 비주력손이 473N로 15.2% 차이를 보였고, 여자 테니스 선수의 경우 주력손은 295N, 비주력손이 236N으로 20% 차이를 보였다. 일반인은 남자 주력손이 469N, 비주력손이 448N로 4.5%, 여자의 경우 주력손이 198N, 비주력손이 190N으로 4.0% 차이를 보였다.

### 3.2 측정 장비

파악력 측정은 dynamometer로 측정하는데, 1954년 Bechtol이 손잡이의 공간을 임의로 조절하게 되어 있는 Jamar dynamometer를 처음으로 소개하였으며, 1956년

California 의학협회의 산업보건 및 재활위원회의 파악력 조사분과 위원회(Subcommittee for the Study of Grasping Power of the Committee on Industrial Health and Rehabilitation of the California Medical Association)에서 파악력 측정을 위한 가장 적합한 기구로 선정하였다.

그림 1에서 보는 바와 같이, 대부분의 연구에서 Jamar dynamometer를 사용하였는데, 이것은 파지폭을 5단계로 조절이 가능하며(2.5, 3.8, 5.1, 6.4, 7.6cm), 가장 일반적으로 사용된다(53편 중 30편, 57%). 반면에 공압식의 형태인 것도 있는데 이것은 공기로 채워진 주머니를 꺾으로써 힘을 측정하게 되며 주로 손이 아프거나 피부가 약한 사람들이 사용한다(53편 중 5편, 9%). 또한 기계식 장비로서 스프링의 탄성력으로 악력을 측정하는 Smedley dynamometer(Nicolay와 Walker, 2005; Ozgocmen, 1995 등)가 있다(53편 중 8편, 15%). 그 외에도 BTE work simulator를 사용하여 악력을 측정할 연구(박석 등, 2006; 문혜원 등, 1998)와 LIDO kinetic work set(Kamarul 등, 2006), 공압식 장비인 Martin vigorimeter dynamometer를 사용한 연구도 있었다(Thorngren와 Werner, 1979).

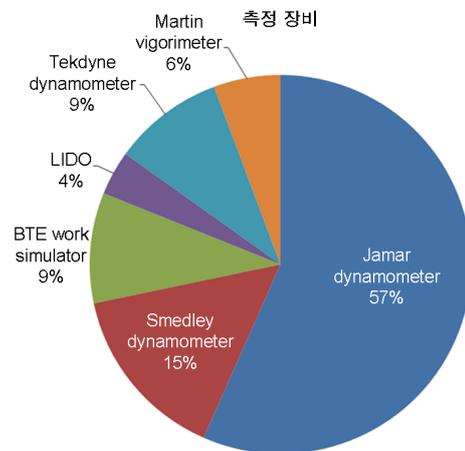


그림 1. 측정 장비의 분포

### 3.3 측정 자세

Kraft와 Detels(1972) 및 Pryce(1980)는 손목의 자세가 파악력에 미치는 영향을 연구하였다. Kraft와 Detels(1972)의 15° flexion, neutral, 15° extension, 그리고 30° extension에 대해 파악력을 측정할 결과, 15° flexion(301.4N)만이 neutral(348.5N), 15° extension(347.6N), 30° extension(347.6N)에 비해 파악력이 약간 적게 나타났으며 다른 세가지 자세의 값은 차이가 없었다. Pryce(1980)는 flexion과 extension과 함께 unlar deviation을

추가하여 차이점을 측정하였다. 그 결과, unlar deviation ( $0^\circ$ : 304.5N,  $15^\circ$ : 296.5N,  $30^\circ$ : 272.5N)은 파악력을 약하게 하는 것으로 조사되었으며 flexion과 extension에 대해서는 Kraft와 Detels(1972)의 연구결과와 같이, flexion ( $15^\circ$ : 255.6N)이 extension( $0^\circ$ : 289.4N,  $15^\circ$ : 304.5N)에 비해 파악력이 약하게 나타났다.

Mathiowetz 등(1985b)은 팔꿈치가  $90^\circ$  flexion과 fully extension을 측정하여 팔꿈치의 자세가 파악력에 미치는 영향에 관한 연구를 하였다. 그 결과,  $90^\circ$  flexion(R: 307.6N, L: 272.5N)이 fully extension(R: 296.5N, L: 254.7N)보다 약 5% 가량 더 크게 측정되었다. 반면, 주력손과 비주력손의 차이는 두 자세 모두에서 주력손(69.2N)이 비주력손(61.3N)에 비해 약 12% 정도 크게 나타나 10% Rule을 뒷받침해 주었다.

반면, Balogun 등(1991)은 Mathiowetz 등(1985b)을 토대로 팔꿈치의 자세와 관련하여 앉은 자세와 선 자세가 파악력에 미치는 영향에 관해 연구를 하였으나, Mathiowetz 등(1985b)과는 반대로  $90^\circ$  flexion(sitting: 289.1N, standing: 296.9N)이 fully extension(sitting: 296.9N, standing: 304.8N)보다 근소하게 파악력이 약하게 나타났으며, 앉은 자세보다 선 자세에서의 파악력이 약 3~5% 정도 세계 나타난 것을 보여주었다.

이와 같이 악력 측정 시 자세는 파악력의 크기에 영향을 미치는데, 1981년 미국수부치료사협회(American Society of Hand Therapists, ASHT)에서 파악력 검사를 위한 표준화된 피검자의 측정 자세를 제시하였다. 이 자세는 피검자가 팔걸이가 없는 의자에 앉은 자세에서 견관절은 내전하고 중립으로 회전된 상태에서 주관절은  $90^\circ$  굴곡시키고 손목 관절을 중립으로 한 자세이다.

이후, 상당수의 연구에서 ASHT에 의한 자세를 따르는 것으로 나타났으나, 이러한 자세를 따르지 않고 실험한 연구도 보이는데(Ozgoemen 등, 1995; Incel 등, 2002; Satoru와 Kazuo, 2005), 이들은 피실험자가 의자에 앉지 않고 일어난 상태에서 팔을 편 자세로 악력을 측정하였다.

### 3.4 측정방법

파악력의 측정방법으로는 일정시간 최대로 힘을 발휘하는 경우와 순간적으로 최대 힘을 발휘하는 경우가 있으며, 측정 시간은 연구마다 약간의 차이가 있었다.

Kamarul 등(2006)은 5초간 6회에 걸쳐 측정하였고, Kamieniarz 등(2002), Lau와 Ip(2006)은 3초간 3회 측정하고 측정간에 2분간 휴식을 취하였고, Incel 등(2002)은 주력손과 비주력손에 최대힘을 3번 측정하여 평균값을 기록하였고 측정 후 1분간 휴식을 취하였으며, Mathiowetz

등(1985b)도 3회 반복하여 측정하였다. 반면, Kraft 등(1972)과 Pryce(1980)는 각각의 손목에 대하여 1회씩만 측정하였으며, Balogun 등(1991)도 5초간 1회 측정하였다. Lunde 등(1972)은 주력손과 비주력손에 대하여 각각 한번씩만 측정하였으며, 한번 더 측정할 경우 높은 값을 채택하는 방법을 사용하였다. Hager-ross 등(2002)은 10초간 측정 시 가장 높은 값을 채택하는 방법을 사용하였다. Dellhag와 Bjelle(1999)도 각각의 손에 대하여 한번씩만 측정하였다. 또한, Fraser 외(1999)는 측정 횟수나 시간만이 아닌 측정장소의 온도와 측정시간을 고려하여 측정하였다.

## 4. 기존 문헌들의 연구 목적

파악력은 상지의 기능장애 평가나 손 부상자의 작업능력 평가, 장애를 가진 사람들의 진단이나 체력평가, 힘의 발휘 단계 결정 등을 평가하기 위해 사용되는데(Innes, 1999), 수집된 논문을 목적별로 분류한 결과 53건 중, ① 임상목적 15건, ② 측정 자세와 파악력 간에 관한 연구 5건, ③ 파악력의 표준데이터를 제공하기 위한 목적 14건, ④ 체력평가 9건, ⑤ 기타 10건이었다.

### 4.1 임상목적 연구

파악력의 평가는 환자의 쥐는 힘의 정도가 정상범위에서 얼마나 이탈되어 있는지를 비교적 객관적으로 측정할 수 있으므로 임상에서 많이 사용된다(원종혁과 권혁철, 1992).

임상을 목적으로 한 국내 연구로는 원종혁과 권혁철(1992)이 파악력 데이터 비교를 위해 성인들의 데이터를 측정하여 남성은 주력손(10.70bar)이 비주력손(9.65bar)보다 약 10.8%크게 나타났고, 여성 역시 오른손(6.62bar)이 왼손(6.16bar)보다 약 7.4% 크다고 제시하였다. 김창숙 등(2003)은 주력손(204.8N)이 비주력손(177.4N)보다 약 15% 정도 크다고 하였으며, 신호수 등(2006)은 주력손(247.8N)이 비주력손(232.8N)보다 약 6% 크다고 하였다. 반면, 박석 등(2006)은 오른손(41.24Nm)과 왼손(41.44 Nm)의 차이는 없다고 하였다.

국외 논문에서 치료를 목적으로 한 연구에는 Mathiowetz(1985a)가 환자와의 파악력 데이터 비교를 위해 성인들의 데이터를 측정하여 남성은 오른손(463.6N)이 왼손(413.8 N)보다 약 12% 크게 나타났고, 여성 또한 오른손(279.2N)이 왼손(239.6N)보다 약 16.5% 크다고 제시하였다. Incel 등(2002)은 손 장애 치료를 위해 주력손과 비주력손을 비교하여 주력손(86.06kgms)이 비주력손(79.13kgms)보다

약 10.93% 세다고 제시하였다. Thorngren와 Werner (1979)는 손을 다쳐 수술을 한 후, 완치 여부를 확인할 수 있는 측정값을 제공하고자 주력손과 비주력손을 측정하여 주력손이 비주력손에 비해 약 7% 세다고 하였으며, Nicolay 등(2005)도 치료 기준을 잡기 위해 파악력을 평가하여 주력손(262.4N)이 비주력손(238.1N)보다 약 10% 크다고 하였다. Bechtol(1954)와 Swanson 등(1970)은 상지 장애인들의 재활 및 치료 기준을 위해 파악력을 측정하여 일반적으로 비주력손이 444.5N(100lb)이면 주력손은 489N(110lb)로 약 10% 정도의 차이가 난다고 하였다. Kamieniarz 등(2002)은 성인 상지 장애인들에 대한 기준 측정값은 있으나, 어린이 상지 장애인들의 재활을 위한 기준 측정값이 부족하여 어린이 상지 장애인들의 치료 기준을 잡고자 파악력을 측정하였다. 그 결과, 어린이도 개인마다 차이가 있으나 주력손이 비주력손에 비해 크다고 하였다. Cetinus(2005)는 당뇨 환자의 Grip Strength를 측정하여 주력손(324.9N)이 비주력손(310.7N)보다 약 4.5% 크다고 하였으며, Duruoz 등(2003)은 혈액 투석 환자의 손의 기능을 측정하여 파악력을 비교하고자 한 결과, 주력손(225.3N)이 비주력손(195.9N)보다 약 15% 크다고 제시하였다. Fraser 등(1999)은 일반인과 류머티즘 환자와의 악력을 비교하였는데, 일반인 81명(남: 14명, 여: 67명), 류머티즘 환자 83명(남: 16명, 여: 67명)을 대상으로 주력손과 비주력손의 악력을 측정한 결과, 일반인 남자 주력손은 322.23N, 비주력손은 301.85N으로 6.7% 차이를 보이며, 여자 주력손은 181.23N, 비주력손은 164.59N으로 주력손이 비주력손보다 약 10% 정도 컸다. 류머티즘 환자의 경우 남자 주력손은 77.35N, 비주력손은 82.84N으로 6.6% 차이를 보였고 여자 주력손은 66.79N, 비주력손은 70.70N으로 5.5% 차이로 비주력손이 주력손보다 악력이 큼을 나타내었고, Dellhag와 Bjelle(1999)은 주력손 류마티즘 환자에 대해 5년의 기간 동안 파악력의 변화를 측정하여 비교하고자 하였다. 남성은 주력손(174.4N)이 비주력손(224.8N)보다 약 22% 정도로 낮게 나타났고, 여성도 주력손(73.29N)이 비주력손(81.71N)보다 약 10% 정도 적다고 하였다. 5년 동안의 치료 후에는 남성이 주력손(193.87N), 비주력손(194.13N)의 차이가 없었으며, 반면 여성은 주력손(63.43N)이 비주력손(71.43N)의 비해 약 10% 정도 적게 나타나 치료 전과 큰 차이가 없었다.

위 연구들에서 주력손과 비주력손의 파악력 비율을 정리하면 표 1과 같다

4.2 측정 자세와 파악력 간의 관계 연구

측정 자세 변화에 따른 주력손과 비주력손의 파악력 변화

표 1. 임상목적 연구

No	저자	년도	비율(주력손/비주력손)
1	원종혁, 권혁철	1992	남: 주력손 10.8% 여: 주력손 7.4%
2	김창숙 외	2003	주력손 15%
3	박석 외	2006	차이없음
4	신호수, 이광식	2006	주력손 6%
5	Bechtol	1954	주력손 10%
6	Swanson et al.	1970	주력손 10%
7	Thorngren and Werner	1979	주력손 7%
8	Mathiowetz et al.	1985	남: 주력손 12% 여: 주력손 16.5%
9	Dellhag and Bjelle	1999	남(환자): 비주력손 22% 여(환자): 비주력손 10%
10	Fraser et al.	1999	남: 주력손 6.7% 여: 주력손 10% 남(환자): 비주력손 6.6% 여(환자): 비주력손 5.5%
11	Incel et al.	2002	주력손 10.93%
12	Kamieniarz et al.	2002	주력손 10%
13	Duruoz et al.	2003	주력손 15%
14	Cetinus et al.	2005	주력손 4.5%
15	Nicolay and Walker	2005	주력손 10%

를 연구한 논문으로, Kraft and Detels(1972)와 Pryce (1980)는 손목의 자세의 따른 파악력의 변화를 측정하고자 하였고, Fredericks(1995)는 손목의 자세가 중립일 때 파악력의 크기에 대해서 검증하고자 하였다. Mathiowetz 등(1985b)은 팔꿈치 위치에 따른 파악력의 변화를 측정하고자 하였으며, 오른손(69.2N)이 왼손(66.7N)보다 약 12%가 크다고 제시하였다. 이와 같은 주제로 Balogun 등(1991)도 파악력의 변화를 측정하였다.

위 연구들에서 주력손과 비주력손의 파악력 비율을 정리하면 표 2와 같다.

표 2. 측정 자세 관련 논문

No	저자	년도	비율(주력손/비주력손)
1	Mathiowetz et al.	1985b	주력손 12%
2	Balogun	1991	주력손 12%

4.3 표준데이터 제공 연구

표준데이터에 따른 파악력 변화를 연구한 국내 논문으로, Yim 등(2003)은 한국 어린이의 파악력에 대한 데이터를 제공하고 파악력을 측정하여, 남자 어린이는 주력손(204.5

N)이 비주력손(192.5N)보다 약 6% 크다고 하였으며, 여자 어린이는 주력손(188.5N)이 비주력손(171.1N)보다 약 10% 크다고 제시하였다. 이광석 등(1995)은 한국인의 연령대별로 파악력 표준데이터를 제공하고자 파악력을 측정하여, 20대는 주력손(430.2N)이 비주력손(391N)보다 약 9% 크다고 하였고, 30대는 주력손(428.26N), 비주력손(413.6N)의 차이가 약 3%, 40대는 주력손(409.6N), 비주력손(377.3N)의 차이가 약 7%, 50대는 주력손(369.5N), 비주력손(366.5N)의 차이가 없으며, 60대는 주력손(363.6N), 비주력손(344N)의 차이가 약 5%, 70대는 주력손(358.7N), 비주력손(353.8N)의 차이가 없다고 하였다.

권혁철 등(1992)은 한국인에게 10% Rule을 적용 가능여부를 알고자 파악력을 측정하여, 남자는 주력손(301.4N)이 비주력손(273.1N)보다 약 10% 크다고 하였고, 여자는 주력손(142.5N)이 비주력손(119.9N)보다 약 18.8% 크다고 하였다.

표준데이터에 따른 파악력 변화를 연구한 국외 논문으로, Hager-Ross 등(2002)은 아이들의 파악력의 표준을 만들고자 하여 4~16세의 주력손과 비주력손의 차이를 측정하였다. 그 결과, 모든 연령에서 주력손이 비주력손보다 약 10% 크다고 발표하였다. Sella(2001)는 미국인의 파악력 표준데이터를 만들고자 파악력을 측정하여, 남자는 주력손(432.2N)이 비주력손(411.6N)보다 약 5% 크다고 하였고, 여자는 주력손(245N)과 비주력손(242.1N)의 차이가 미비하다고 하였다. Kamarul 등(2006)은 말레이시아인의 파악력 표준데이터를 만들고자 오른손잡이와 왼손잡이로 구분하여 파악력을 측정하여, 남자 오른손잡이는 오른손(41.2Nm)이 왼손(36.9Nm)보다 약 12% 크다고 하였고, 왼손잡이는 왼손(45.9Nm)이 오른손(44.6Nm)보다 약 3% 크다고 하였으며, 여자 오른손잡이는 오른손(24.5Nm)이 왼손(21.9Nm)보다 약 12% 크다고 하였고, 왼손잡이는 왼손(25.8Nm)이 오른손(24.2Nm)보다 약 6% 크다고 하였다. Lau 등(2006)은 중국인의 파악력 표준데이터를 제공하고자 파악력을 측정하여, 주력손(384.2N)이 비주력손(341N)보다 약 12.6% 크다고 발표하였다. Mathiowetz (2002)는 측정 장비 별 측정값의 비교를 위해 두 가지의 측정 장비로 파악력을 측정하였다. Jamar dynamometer로 측정하여 주력손이 487.6N로 비주력손의 483.2N보다 약 1% 크다고 하였고, Rolyan dynamometer로 측정하여 주력손(492.1N)이 비주력손(482.7N)보다 약 2% 크다고 하였다.

위 연구들에서 주력손과 비주력손의 파악력 비율을 정리하면 표 3과 같다.

표 3. 표준데이터 관련 논문

No	저자	년도	비율(주력손/비주력손)
1	권혁철 외	1992	남: 주력손 10% 여: 주력손 18.8%
2	이광석 외	1995	20대: 주력손 9% 30대: 주력손 3% 40대: 주력손 7% 50대: 차이없음 60대: 주력손 5% 70대: 차이없음
3	장규표 외	1996	주력손이 크다
4	이동춘, 장규표	1997	주력손 10%
5	문혜원 외	1998	남: 주력손 6.5% 여: 주력손 1.6%
6	Sella, G.	2001	남: 주력손 5% 여: 차이없음
7	Hager-ross and Rosblad	2002	주력손 10%
8	Mathiowetz	2002	주력손 1%
9	Yim et al.	2003	남: 주력손 6% 여: 주력손 10%
10	Kamarul et al.	2006	남: 오른손잡이 12% 큼 남: 왼손잡이 3% 큼 여: 오른손잡이 12% 큼 여: 왼손잡이 6% 큼
11	Lau and Ip	2006	주력손 12.6%

#### 4.4 체력평가 연구

국내 논문에서 체력평가에 따른 파악력 측정을 목적으로 김곤 등(2000)은 한국 여성이 폐경 후에 파악력의 변화를 비교하고자 파악력을 측정하여, 주력손(226.3N)이 비주력손(209.9N)보다 7.8% 크다고 제시하였다. 김종임 등(2002)은 근관절 운동이 노년기 여성 파악력에 미치는 영향을 비교하고자 운동 전, 후의 파악력을 측정하였다. 운동 전에는 오른손(202.2N)이 왼손(185.7N)보다 약 9% 크다고 하였으며, 운동 후에는 오른손(230.7N)이 왼손(208.4N)보다 약 10% 크게 측정되었다.

국외논문에서 체력평가에 따른 파악력 측정목적으로 Kellor 등(1971)은 주력손에 상관 없이 오른손, 왼손의 파악력 비교 측정하여, 남자는 오른손(126N)이 왼손(117N)보다 약 7% 크다고 하였으며, 여자는 오른손(64N)이 왼손(58N)보다 약 9% 크다고 하였다. Lunde 등(1972)은 여자 대학생들의 파악력을 측정하여, 주력손(297.8N)이 비주력손(262.3N)보다 약 13.5% 크다고 하였다. Tsuji 등(1995)은 골밀도와 관련하여 파악력 측정된 데이터를 제공하고자 파악력을 측정하여, 주력손(305.8N)이 비주력손(233.2N)보다 약 31% 크다고 하였다. Ozcan 등(2004)은

근로자들의 주력손과 비주력손을 측정하여 오른손잡이는 주력손(142.2N)이 비주력손(133.4N)보다 약 6.6% 크다고 하였고, 왼손잡이는 주력손(115.6N), 비주력손(111.1N)이 크게 차이가 없다고 하였다. Lucki 등(2007)은 테니스가 악력에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 일반인은 주력손(469N)이 비주력손(448N)보다 약 4% 크다고 하였고, 테니스 선수는 주력손(558N)이 비주력손(473N)보다 약 15% 크다고 하였다.

위 연구들에서 주력손과 비주력손의 파악력 비율을 정리하면 표 4와 같다.

표 4. 체력평가 연구논문

No	저자	년도	비율(주력손/비주력손)
1	김곤 외	2000	주력손 7.8%
2	김종임 외	2002	주력손 10%
3	Kellor et al.	1971	남: 주력손 상관없이 오른손이 7% 큼 여: 주력손 상관없이 오른손이 9% 큼
4	Lunde et al.	1972	주력손 13.5%
5	Tsuji et al.	1995	주력손 31%
6	Ozcan et al.	2004	주력손(오른손): 6.6% 주력손(왼손) : 차이없음
7	Lucki and Nicolay	2007	일반인 : 주력손 4% 테니스 선수: 주력손 15%

#### 4.5 기타

기타 논문으로는 Schmidt 등(1970)의 Jamar dynamometer를 활용하여 사용성 평가에 대한 데이터를 측정하고자 파악력을 측정하여, 주력손(502.8N)이 비주력손(487.2N)보다 약 9%크다고 하였으며, Chau 등(1997)은 인체 측정학적 요소(키, 몸무게 등)가 파악력에 미치는 영향을 알아보기 위해서 측정하여, 남자는 30세 미만에서 주력손(525.3N)이 비주력손(483.1N)보다 약 8.7% 크게 나타났으며, 30대는 주력손(543.9N), 비주력손(518.4N)의 차이는 약 5%, 40대는 주력손(569.4N), 비주력손(525.3N)의 차이는 약 8%, 50대 이상은 주력손(537N), 비주력손(497.8N)의 차이가 약 7%로 주력손이 비주력손보다 크다고 하였다. 여자는 30세 미만에서 주력손(341N)이 비주력손(317.5N)보다 약 7% 크게 나타났으며, 30대는 주력손(378.3N), 비주력손(347.9N)의 차이는 약 8.5%, 40대는 주력손(318.5N), 비주력손(298.9N)의 차이는 약 6.5%, 50대 이상은 주력손(347.9N), 비주력손(315.6N)의 차이가 약 10%로 주력손이 비주력손보다 크다고 하였다. Kai 등

(2005)은 주력손과 비주력손의 파악력의 차이를 파악하여 효율적인 운동학습을 위한 프로그램을 개발하고자 하였다. Clerke 등(2005)은 손의 폭에 따른 3가지 종류(넓다, 보통, 좁다)에서 파악력을 측정하여 데이터를 제공하고자 파악력을 측정하였다. 남자의 '넓다'에서는 주력손(414.7N)이 비주력손(388.5N)보다 약 6% 크다고 하였고, '보통'에서 주력손(374.1N), 비주력손(346.5N)의 차이는 약 7%, '좁다'에서 주력손(374.5N), 비주력손(347N)의 차이는 약 7%로 주력손이 비주력손보다 크다고 하였다. 여자의 '넓다'에서는 주력손(282.4N)이 비주력손(264.6N)보다 약 6% 크다고 하였고, '보통'에서 주력손(282.8N), 비주력손(254.6N)의 차이는 약 10%, '좁다'에서 주력손(267.1N), 비주력손(245.7N)의 차이는 약 8%로 주력손이 비주력손보다 크다고 하였다. 그리고, Edgren 등(2004)은 수공구 핸들 제작을 위해 손의 파악력을 조사하여, 단순히 주력손이 비주력손의 비해 크다고 제시하였다.

위 연구들에서 기타 연구들에 대한 비율을 정리하면 표 5와 같다.

표 5. 기타 논문

No	저자	년도	비율(주력손/비주력손)
1	Schmidt and Toews	1970	주력손 9%
2	Chau et al.	1997	남 30세 미만: 주력손 8.7% 30대 : 주력손 5% 40대 : 주력손 8% 50대 이상: 주력손 7% 여 30세 미만: 주력손 7% 30대 : 주력손 8.5% 40대 : 주력손 6.5% 50대 이상: 주력손 10%
3	Edgren et al.	2004	주력손 크다(단순 비교)
4	Clerke et al.	2005	손크기(넓다, 보통, 좁다) 남: 넓다: 주력손 6% 남: 보통: 주력손 7% 남: 좁다: 주력손 7% 여: 넓다: 주력손 6% 여: 보통: 주력손 10% 여: 좁다: 주력손 8%

### 5. 고찰 및 결론

지금까지 파악력에 관한 연구들을 종합해 보면 악력에 영향을 주는 요인으로서 가장 일반적으로 알려져 있는 사실은 앉은 자세보다 선 자세에서 악력이 크고 남자보다 여자가 악력이 크며, 연령에 있어서도 20대까지는 악력이 증가하다

가 그 이후로는 악력이 점차 감소함을 알 수 있었다. 이 외에도 파악력의 측정시간에 대해 Schmidt와 Toews(1970)는 각개인의 파악력은 같은 날에도 달리 나올 수 있고, 또 매일 같은 시각에 측정하여도 변화가 있다고 하였다. 파악력은 일간(diurnal) 및 일일(day-to-day)의 변화가 있는데, 이렇게 여러 요인에 의해 파악력에 변화가 있으므로 1979년 Thorngren 등은 좌우 양손의 파악력 비율이 더욱 정확한 방법이며 병력이 있는 환자의 경우에서도 파악력을 평가하는데 유용한 방법이라고 하였다. Bechtol(1954)과 Petersen(1989)은 주력손과 비주력손의 파악력이 10% 정도 차이가 난다는 10% Rule을 발표하였으며, 주력손과 비주력손의 차이에 관한 연구가 많이 이루어져 왔다. 앞에서 정리한 바와 같이 대부분의 연구에서도 공통적인 것은 주력손과 비주력손의 파악력에는 차이가 있음을 보여주고 있으나, 각 연구마다 주력손과 비주력손간에 비율에는 다소 차이가 있음을 알 수 있었다. Kellor 등(1971)의 연구에서는 주력손과는 관계없이 좌, 우측 손의 파악력만 비교하였으나, Mathiowetz 등(1985)의 연구에서 보면 성별과 관계없이 주력손의 파악력이 비주력손보다 강하다고 하였다. Schmidt와 Toews(1970)의 연구에서 보면 주력손과 비주력손의 파악력 차이가 10.3%로 주력손이 평균적으로 높게 나타나 10% Rule를 뒷받침 해주었다. 또한, Lunde 등(1972)의 연구에서 보면 주력손의 파악력이 비주력손의 파악력 보다 평균적으로 13% 높게 나와 약간의 차이는 있으나 10% Rule를 뒷받침 하였다. 그러나 Schmidt와 Toews는 개인간의 차이는 있으므로 10% Rule 적용 시 조심스럽게 활용해야 한다고 제시해 주었다. 반면, Weiss와 Flatt(1971) 및 Burmeister 등(1975)은 손의 기능을 평가할 때 주력손이 비주력손보다 강하다고 하는 것은 올바른 방법이 아니라고 하였다. 이처럼 주력손과 비주력손의 관하여 많은 연구가 이루어져 왔으나, 10% Rule 적용에 대하여 많은 연구자들이 이견을 보이고 있다. Lau(1997)는 중국 성인 남성의 주력손과 비주력손의 파악력을 비교하였는데 64명의 중국 남성들을 대상으로 실험한 결과 주력손이 비주력손보다 10% 정도 크다고 발표하였으며, Thorngren과 Werner(1979)

는 연령별(21~65세)로 남, 녀 각각 225명을 대상으로 파악력을 비교하였는데, 여기서도 남성은 약 9%, 여자는 최대 약 12% 정도로 주력손이 비주력손보다 악력이 크다는 것을 보여주었으며, 추가적으로 나이가 들어감에 따라 파악력이 약해진다고 보고하였다.

이외에도 10%에 미치지 못한 결과도 있는데, Bechtol(1954)은 dynamometer의 포지션 별로 남, 녀 각각 217명, 224명의 파악력을 측정하였는데, 대부분의 사람들이 주력손과 비주력손의 차이가 5~10% 정도라고 보고하였으며, Incel 등(2002)은 오른손잡이와 왼손잡이의 악력과 핀치를 측정할 결과 오른손잡이의 경우 오른손이 왼손보다 8.2% 정도 크를 보였고, 왼손잡이의 경우 왼손이 오른손보다 3.2% 정도 크를 보고하였다. 그러나 Fraser 등(1999)은 정상인과 류마티즘 관절염 환자와의 파악력을 비교하였는데, 정상인의 경우는 주력손이 비주력손보다 파악력이 크를 나타내었지만 류마티즘 환자의 경우 주력손이 비주력손보다 파악력의 크기가 작아진 것을 보고하였다.

지금까지의 수집된 논문들을 바탕으로 주력손과 비주력손의 비율을 성별로 분류해본 결과, 남자의 경우는 총 53개의 논문에서 발췌한 72개의 데이터 자료 중 6~10%가 38개로 가장 많이 나타났으며, 그 다음으로 0~5%가 23개로 그 뒤를 이었다. 여자의 경우도 총 53개의 논문에서 발췌한 45개의 데이터 자료 중 6~10%가 27개로 가장 많이 나타났다. 위의 자료를 성별로 정리하면 표 6과 같다.

표 6. 성별에 따른 주력손과 비주력손의 비율

주력손 / 비주력손 비율 (%) <sup>*</sup>	남자	여자
	Data수 (%)	Data수 (%)
0~5%	23(32)	8(18)
6~10%	38(53)	27(60)
11~15%	6( 8)	8(18)
16% 이상	5( 7)	2( 4)
합계	72(100)	45(100)

\* 주력손 / 비주력손 비율 = {(주력손-비주력손)/비주력손}\*100

표 7. 연령대별에 따른 주력손과 비주력손의 비율

주력손 / 비주력손 비율 (%)	10대 미만	10대	20대	30대	40대	50대	60대	70대 이상
	Data수 (%)							
0~5%	2(50)	2(33)	4(25)	4(27)	7(47)	5(38)	2(50)	1(50)
6~10%	2(50)	4(67)	12(75)	11(73)	8(53)	5(38)	2(50)	-
11~15%	-	-	-	-	-	2(15)	-	1(50)
16% 이상	-	-	-	-	-	1( 8)	-	-
합계	4(100)	6(100)	16(100)	15(100)	15(100)	13(100)	4(100)	2(100)

\* 주력손 / 비주력손 비율 = {(주력손-비주력손)/비주력손}\*100

지금까지의 수집된 논문들을 바탕으로 주력손과 비주력손의 비율을 연령대별로 분류해본 결과, 모든 연령대에서 6~10%인 비율이 가장 많이 나타났으며, 40대 이후부터는 0~5%의 비율이 늘어난 것으로 나타났다. 위의 자료를 연령대별로 정리하면 표 7과 같다.

이와 같이 주력손과 비주력손에 대하여 파악력의 차이 비율은 여러 요소에 따라 변화가 있으므로 이러한 주력손과 비주력손의 차이에 대한 검증과 이해에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 참고 문헌

- 김 곤, 이정호, 이석기, 강영곤, 이호택, 이영진, 배철영, 폐경후 여성의 악력과 골밀도와의 연관성, *가정의학회지*, 21(4), 498-506, 2000.
- 김대성, 임종인, 양성환, 박범, 쪼그려 앉은 자세에서의 최대 악력에 관한 연구, *대한인간공학회 학술대회논문집*, 2, 23-30, 1997.
- 김연희, 최미숙, 김봉옥, Jebson hand function test에 의한 정상 한국 성인의 손기능 평가, *대한재활학회지*, 8(2), 109-114, 1984.
- 김용수, 박래준, 김진상, 연령에 따른 손기능의 변화, *대한물리치료학회지*, 6(1), 121-132, 1994.
- 김종임, 김현리, 김선애, 손과 손가락 근관절 운동이 노년기 여성의 악력과 잡기력에 미치는 영향, *류마티스건강학회지*, 9(1), 18-27, 2002.
- 김창숙, 김란, 김영재, 박인순, 박명희, 박인혜, 자조관리과정이 만성 관절염 환자의 일상생활과 자기간호활동, 유연성, 악력 및 우울에 미치는 효과, *류마티스건강학회지*, 10(2), 131-141, 2003.
- 김태수, 박윤기, 박영한, 배성수, 검사자세와 주관절 굴곡 정도가 파악력에 미치는 영향, *대한물리치료학회지*, 7(1), 43-49, 1995.
- 권혁철, 배성수, 박래준, 김진상, 파악력 평가시 10% 법칙 적용의 이용성에 관한 연구, *재활의학회지*, 10(1), 5-9, 1992.
- 문혜원, 나은우, 이일영, 구자원, 김준환, 오형석, BTE Work simulator 와 Jamar dynamometer를 이용한 정상인의 악력, 측면 파악력 및 삼점 파악력의 측정, *아주의학*, 3(2), 137-146, 1998.
- 박석, 정석현, 김태영, 휠체어 테니스 운동이 의전차 추진 척수손상 장애인의 손 근력에 미치는 영향, *한국체육과학회지*, 15(4), 859-868, 2006.
- 신호수, 이광식, 스트레칭을 병행한 저항 운동이 만성적 견관절 질환을 가진 중년 여성의 관절가동범위, 악력 및 통증완화에 미치는 효과, *한국체육과학회지*, 15(1), 569-577, 2006.
- 이광석, 우경조, 심재학, 이규혁, 정상 한국 성인 악력 및 파지력의 측정결과, *대한정형외과학회지*, 30(6), 1589-1597, 1995.
- 이동춘, 장규표, 한국성인의 악력특성분석에 관한 연구, *대한인간공학회지*, 16(1), 73-83, 1997.
- 이호준, 박민성, 고여주, 양영자, 배종면, 제주도 노인의 근육량과 악력의 상관성, *한국역학회지*, 28(2), 182-188, 2006.
- 원종혁, 권혁철, Vigorimeter를 이용한 구잡기(spherical grasp) 파악력에 관한 연구, *대한물리치료사학회지*, 13(1), 53-58, 1992.
- 장규표, 이동춘, 이상도, 한국성인의 악력특성분석, *대한인간공학회 학술대회논문집*, 238-243, 1996.
- 정화식, 장갑종류와 자세가 악력에 미치는 영향분석, *대한인간공학회 학술대회논문집*, 315-320, 2006.
- 조용호, 황운태, 이미영, 김종열, 정상 성인의 손목관절 위치가 파악력에 미치는 영향, *대한물리치료학회지*, 19(2), 33-37, 2007.
- Ayres, A., Sensory integration and the child, *Western Psychological Services*, 1985.
- Balogun, J., Akomolafe, C. and Amusa, L., Grip Strength: effects of testing posture and elbow position, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72, 280-283, 1991.
- Bechtol, C., The use of a dynamometer with adjustable handle spacings, *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 36, 820-832, 1954.
- Blackwell, J., Kornatz, K. and Heath, E., Effect of grip span on maximal grip force and fatigue of flexor digitorum superficialis, *Applied Ergonomics*, 30, 401-405, 1999.
- Blank, R., Heizer, W. and Vob, H., Externally guided control of static grip forces by visual feedback-age and task effects in 3-6-year old children and in adults, *Neuroscience Letters*, 271, 41-44, 1999.
- Boggio, P., Castro, L., Savagim, E., Braitte, R., Cruz, V., Rocha, R., Rigonatti, S., Silva, M. and Fregni, F., Enhancement of non-dominant hand motor function by anodal transcranial direct current stimulation, *Neuroscience Letters*, 404, 232-236, 2006.
- Burmeister, L. and Flatt, A., The prediction of hand strength in elementary school children, *The Hand*, 7(2), 123-127, 1975.
- Cetinus, E., Buyukbese, M., Uzel, M., Ekerbicer, H. and Karaoguz, A., Hand grip strength in patients with Type 2 diabetes mellitus, *Diabetes Research and Clinical Practice*, 70, 278-286, 2005.
- Chau, N., Petry, D., Bourgard, E., Huguenin, P., Remy, E. and Andre, J., Comparison between estimates of hand volume and hand strengths with sex and age with and without anthropometric data in healthy working people, *European Journal of Epidemiology*, 13, 309-316, 1997.
- Clerke, A., Clerke, J. and Adams, R., Effects of hand shape on maximal isometric grip strength and its reliability in teenagers, *Journal of Hand Therapy*, 18, 19-29, 2005.
- Dellhag, B. and Bjelle, A., A five-year followup of hand function and activities of daily living in rheumatoid arthritis patients, *Arthritis Care and Research*, 12(1), 33-41, 1999.
- Duruoz, M., Cerraboglu, L., Yasemin, D. and Kursat, S., Hand function assessment in patients receiving haemodialysis, *Swiss Medical Weekly*, 133, 433-438, 2003.
- Edgren, C., Radwin, R. and Irwin, C., Grip force Vectors for varying handle diameters and hand sizes, *Human Factors and Ergonomics Society*, 26(2), 244-251, 2004.
- Frankel, V., Nordin, M., Basic biomechanics of the musculoskeletal system, *Journal of Biomechanics*, 35, 871-872, 2002.
- Fraser, A., Vallow, J., Preston, A. and Cooper, R., Predicting 'normal' grip strength for rheumatoid arthritis patients, *Rheumatology*, 38, 521-528, 1999.
- Fredericks, T., Kattel, B. and Fernandez, J., Is grip strength maximum in the neutral posture?, *Annual International Industrial Ergonomics and*

- Safety Conference*, 561-568, 1995.
- Hager-Ross, C. and Rosblad, B., Norms for grip strength in children aged 4-16 years, *Taylor and Francis Health Sciences*, 91, 617-625, 2002.
- Haward, B. and Griffin, M., Repeatability of grip strength and dexterity tests and the effects of age and gender, *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 75, 111-119, 2002.
- Incel, N., Ceceli, E., Durukan, P., Erdem, H. and Yorgancioglu, Z., Grip strength: Effect of hand Dominance, *Singapore Medical Journal*, 43(5), 234-237, 2002.
- Kai, S. and Watari, K., Intermanual transfer of effects of Motor learning from the dominant to non-dominant Hand using a grip force retaining task, *Journal of Physical Therapy Science*, 17, 57-61, 2005.
- Kamarul, T., Ahmad, T. and Loh, W., Hand grip Strength in the adult Malaysian population, *Journal of Orthopaedic Surgery*, 14(2), 172-177, 2006.
- Kamieniarz, M., Stryla, W., Kowalska, P. and Kamieniarz, G., Assessment of the children manual dexterity and hand grip strength: test-retest reliability study, *Computational Methods in Science and Technology*, 8(1), 69-78, 2002.
- Kellor, M., Frost, J., Silberberg, N., Iversen, I. and Cummings, R., Hand strength and dexterity, *The American Journal of Occupational Therapy*, 25(2), 77-83, 1971.
- Koley, S., Gandhi, M. and Singh, A., An association of hand grip strength with height, weight and BMI in boys and girls aged 6-25 years of Amritsar, punjab, india, *The Internet Journal of Biological Anthropology*, 2(1), 2008.
- Kraft, G. and Detels, P., Position of function of the wrist, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 53(6), 272-275, 1972.
- Lau, V. and Ip, W., Comparison of power grip and Lateral pinch strengths between the dominant and Non-dominant hands for normal Chinese male Subjects of different occupational demand, *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 24, 16-22, 2006.
- Lucki, N. and Nicolay, C., Phenotypic plasticity and functional asymmetry in response to grip forces exerted by intercollegiate tennis players, *American Journal of Human Biology*, 19, 566-577, 2007.
- Lunde, B., Brever, W. and Garcia, P., Grip strength of college women, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 53(10), 491-493, 1972.
- Maruff, P., Wilson, P., Fazio, J., Cerritelli, B., Hedt, A. and Currie, J., Asymmetries between dominant and non-dominant hands in real and imagined motor task performance, *Neuropsychologia*, 37, 379-384, 1999.
- Mathiowetz, V., Kashman, N., Volland, G., Weber, K., Dowe, M. and Rogers, S., Grip and pinch strength: normative data for adults, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66, 69-72, 1985a.
- Mathiowetz, V., Rennells, C. and Donahoe, L., Wis, M., Effect of elbow position on grip and key pinch strength, *The Journal of Hand Surgery*, 10A, 694-697, 1985b.
- Mathiowetz, V., Comparison of rolyan and jamar dynamometer for measuring grip strength, *Occupational Therapy International*, 9(3), 201-209, 2002.
- Mcgorry, R., A system for the measurement of grip forces and applied moments during hand tool use, *Applied Ergonomics*, 32, 271-279, 2000.
- Nalebuff, E., The rheumatoid thumb, *Clinics in Rheumatic Diseases*, 10(3), 589-607, 1984.
- Napier, J., The prehensile movements of the human hand, *The Journal of Bone and Joint Surgery (Br)*, 56(7), 297-300, 1956.
- Nicolay, C. and Walker, A., Grip strength and endurance: influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35, 605-618, 2005.
- Nikandish, R., Shahbazi, S., Golabi, S. and Beygi, N., Role of dominant versus non-dominant hand position during uninterrupted chest compression CPR by novice rescuers: a randomized double-blind crossover study, *Resuscitation*, 76, 256-260, 2008.
- Ondo, W., Wang, A., Thomas, M. and Vuong, K., Evaluating factors that can influence spirometry ratings in patients with essential tremor, *Parkinsonism and Related Disorders*, 11, 45-48, 2005.
- Ozcan, A., Tulum, Z., Pinar, L. and Baskurt, F., Comparison of pressure pain threshold, grip strength, dexterity and touch pressure of dominant and non-dominant hands within and between right and left-handed subjects, *Journal of Korean Academy of Medical Sciences*, 19, 874-878, 2004.
- Petersen, P., Petrich, M., Connor, H. and Conklin, D., Grip strength and hand dominance: challenging the 10% rule, *The American Journal of Occupational Therapy*, 43(7), 444-447, 1989.
- Pryce, J., The wrist position between neutral and ulnar deviation that facilitates the maximum power grip strength, *Journal of Biomechanics*, 13(6), 505-511, 1980.
- Roman-Liu, Tokarski, T., Upper limb strength in relation to upper limb posture, *Industrial Ergonomics*, 35, 19-31, 2005.
- Sandler, R., Cauley, J., Sashin, D., Scialabba, M. and Kriska, A., The effect of grip strength on radial bone in postmenopausal women, *Journal of Orthopaedic Research*, 7, 440-444, 1989.
- Schmidt, R. and Toews, J., Grip strength as measured by the Jamar dynamometer, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 51(6), 321-327, 1970.
- Sella, G., The hand grip: gender, dominance and age considerations, *Europa Medical Physical*, 37, 161-170, 2001.
- Swanson, A., Matev, I. and Groot, G., The strength of the hand, *Bulletin of Prosthetics Research*, 10(14), 145-153, 1970.
- Thorngren, K. and Werner, C., Normal grip strength, *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 50, 255-259, 1979.
- Tsuji, S., Tsunoda, N., Yata, H., Katsukawa, F., Onishi, S. and Yamazaka, H., Relation between grip strength and radial bone mineral density in young athletes, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 234-238, 1995.
- Weiss, M. and Flatt, A., A pilot study of 198 normal children pinch strength and hand size in the growing hand, *The American Journal of Occupational Therapy*, 25(1), 10-12, 1971.
- Yim, S., Cho, J. and Lee, I., Normative data and developmental characteristics of hand function for elementary school children in suwon area of Korea: grip, pinch and dexterity study, *Journal of Korea Medical Science*, 18, 552-558, 2003.

## 저자 소개

**공용구** ykong@skku.edu

펜실베이니아 주립대학교 인간공학 박사  
현 재: 성균관대학교 산업공학과 교수  
관심분야: 인간공학적 제품 디자인 및 평가,  
근골격계질환 예방 및 분석

**손성태** stsohn37@skku.edu

남서울대학교 산업경영공학과 학사  
현 재: 성균관대학교 산업공학과 석사과정  
관심분야: 인간공학적 제품 디자인 및 평가,  
근골격계질환 예방 및 분석

**한준구** babby2002@skku.edu

남서울대학교 산업경영공학과 학사  
현 재: 성균관대학교 산업공학과 석사과정  
관심분야: 인간공학적 제품 디자인 및 평가,  
근골격계질환 예방 및 분석

논문 접수 일 (Date Received) : 2009년 08월 01일

논문 수정 일 (Date Revised) : 2010년 08월 05일

논문게재승인일 (Date Accepted) : 2010년 08월 17일