

# 한국성인의 악력특성분석

## An Analysis of Grip Strength for Korean Adults

장규표\*, 이동춘\*\*, 이상도\*\*

### Abstract

Grip strength is a very important basic data for ergonomic design of hand tools, grips, handles and etc.. Excessive grip strength is continuously exerted to handle the machines or tools, it might cause a musculoskeletal disorder such as cumulative trauma disorders. Carpal tunnel syndrome is a typical nerve disorder among CTDs.

In this paper we have measured the grip strength under sitting and standing posture for Korean adults ; 114 male and 105 female aged from 20' to the above 50'. And this paper performed statistical analysis for driving out characteristics between grip strength and anthropometric data.

The results are as follows ;

- (1) The maximum grip strength is exerted under standing posture with the elbow in full extension (180°) for both of male and female
- (2) There is significant difference in posture, sex and right left hand
- (3) Grip strength decreases with age for male, but it traces an inverted U curve for female
- (4) Grip strength has a correlation with age, weight, height, BSA, forearm length, hand length, thickness of wrist, circumference of wrist and breadth of wrist for male

### I. 서론

상지의 근골격계 질환(musculoskeletal disorders, MSD)은 주로 손목의 과도한 굴곡(flexion), 신전(extension), 요골일탈(radial deviation) 및 척골일탈(ulnar deviation)에 연관되어 있다(Armstrong, 1986). 잘못된 작업설계, 작업장 배치, 공구손잡이의 모양은 작업자세를 나쁘게함으로써 손목 등에 부담을 주게 되고, 상완의 MSD를 유발하는 요인이 될 수 있으므로(Frederick et al., 1995), 공구나 작업장 설계는 손목이 자연스런 자세가 될 수 있으면서도 힘을 작게 발휘할 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다. 인간공학적으로 설계된 작업장은 부자연스러운 자세를 감소시키며, 적절한 공구의 설계는 정중신경(median nerve)과 다른 신경들에 가해지는 압박을 최소화 시킬 수 있다.

Ramakrishnam(1994)은 모든 손목의 자세에 대하여 주로 쓰는 손이든 아니든 손바닥 두께와 폭은 악력과 강상관 관계에 있다고 결론 짓고 있다. 손목의 굴곡 및 신전과 앞팔회전은 악력에 중요한 영향을 미치며, 팔꿈치 자세와 함께 악력에 상호작용한다(Balogun et al., 1991 ; Marley et al., 1993). 최대악력은 앞팔의 자세가 자연스러울 때 보다 앞팔이 Pronation일때 상대적으로 현격하게 감소한다(Marley et al., 1992). 악력과 power grip hand tool의 다리 디자인 조사 연구에서 Fransson과 Winkel(1989)은 악력은 손의 크기에 절대적으로 상관이 있음을 밝혔다. 여성의 악력이 낮은 것은 남성에 비하여 작은 손에 원인이 있는 것으로 판명되었다.

\* 창원전문대학 공업경영과

\*\*동아대학교 산업공학과

Chatterjee와 Chowdhuri(1991)는 키와 몸무게의 관계로부터 DuBois식에 의한 체표면적(body surface area, BSA)을 구하여 악력과 관계의 관계를 조사한 결과, 악력과 BSA는 상관이 있고 연령, 몸무게, 키와도 상관이 있음을 밝혔다. 악력은 연령과 상관관계가 있어 20대까지는 증가하고 20대 이후는 연령의 증가에 따라 일반적으로 감소한다고 하였다(Mathiowetz et al., 1985 ; Chatterjee and Chowdhuri, 1991 ; Kellor et al., 1971 ; Kjerland, 1953 ; Schmidt and Toews, 1970).

악력의 크기에 관한 연구는 설계의 기초자료로서 뿐만아니라 CTDs의 기초연구로서 매우 중요하므로 선진국에서는 많은 연구가 있으나 우리나라에서는 김진호 등(1990)이 고정자세에 한하여 악력을 측정하는 연구가 있는 정도이다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 성인남녀의 악력 크기를 측정하여 설계의 기초 데이터로 제공하고, 악력의 크기에 대한 성별, 연령대별, 오른손·왼손차이를 검정함으로써 최대 악력을 발휘하는 자세를 결정하며, 피험자의 연령, 체중, 신장, 체표면적 및 기타 인체측정자료와의 상관관계를 분석하여 한국인의 악력특성을 파악하고자 한다.

## II. 실험방법

### 1. 피험자

피험자는 남자 114명, 여자 105명을 대상으로 하였으며, 이들 모두는 오른손을 주로 사용하는 사람들이었고, 손 또는 팔에 부상이 있거나 부상을 당했던 사람들은 제외하였다.

### 2. 실험기구 및 방법

본 실험에 사용한 기구는 Martin식 인체계측기, Jamar hydraulic hand dynamometer, Jamar large digital goniometer 등이다.

피실험자들에게 측정용지에 나이와 성별, 키, 몸무게를 기입하게 하고 인체계측기로 오른팔, 왼팔 각각에 대하여 윗팔길이, 앞팔길이, 손길이, 손바닥너비, 엄지손가락너비, 손바닥두께, 손목둘레, 손목너비 등을 측정하였다. 다음으로 측정자세에 대하여 설명한 후 어깨는 자연스러운 상태에서 (1) 앉은 자세에서의 팔꿈치 각도 90°, 135°, 180° 자세와(2) 선자세에서의 팔꿈치 각도 90°, 135°, 180° 자세에서 각각 2회씩 측정하여 우수한 값을 선택하였다. 자세와 자세간의 측정시에는 5분이상의 충분한 휴식을 취하도록 하였다.

### 3. 분석방법

인체계측치와 각 자세별 악력의 기초통계량을 구하고 악력과 자세별, 연령대별차이를 2원배치법에 의한 ANOVA분석을 하여 유의적인 차이가 있는 요인에 대하여 Post Hoc Test로 Fisher's LSD를 실시하였다. 오른손과 왼손 악력의 차이, 성별차이를 T-test로 검정하고, 인체계측치와 각 자세별 악력간의 상관관계를 알아보기 위하여 상관분석을 하였으며 다중선형회귀분석으로 각 자세별 회귀관계식을 도출하였다. 이러한 통계적분석은 PC용 SAS Package를 이용하였다.

## III. 실험결과 및 분석

### 1. 인체계측치

인체계측 결과는 다음 Table 1과 같다.

Table 1. The results of anthropometric data of subjects employed

성별 연령대 변수	남 자				여 자			
	20대	30대	40대	50대 이상	20대	30대	40대	50대 이상
X <sub>1</sub>	25.19±0.63	33.88±0.62	44.32±0.65	57.42±1.50	24.71±0.60	35.59±0.47	44.00±1.07	54.00±1.49
X <sub>2</sub>	68.19±2.31	67.69±1.52	63.76±1.66	64.25±2.30	49.21±0.90	54.32±1.41	57.85±2.45	60.75±3.25
X <sub>3</sub>	172.13±0.97	172.35±1.05	169.54±1.15	166.67±1.60	160.53±1.10	161.14±0.83	158.90±1.32	158.00±3.80
X <sub>4</sub>	1.80±0.63	1.80±0.02	1.73±0.03	1.72±0.04	1.49±0.01	1.56±0.02	1.59±0.03	1.62±0.06
X <sub>5</sub>	341.38±9.55	336.15±3.52	340.40±4.88	340.00±5.29	314.00±0.44	323.36±2.61	319.70±7.01	312.50±0.95
X <sub>6</sub>	341.56±9.55	337.88±3.47	331.40±4.31	339.33±5.52	313.53±0.45	325.09±2.74	320.60±9.69	308.75±0.77
X <sub>7</sub>	438.44±8.58	446.65±3.32	442.80±4.43	448.33±5.91	403.94±0.62	407.27±3.12	402.80±8.11	413.75±13.60
X <sub>8</sub>	439.31±8.72	451.54±3.59	444.80±4.40	449.17±5.90	407.35±0.57	408.64±3.71	405.50±5.40	407.50±12.50
X <sub>9</sub>	184.18±2.05	187.78±1.57	185.22±2.12	184.92±3.60	169.50±0.23	170.25±1.59	169.25±1.67	167.25±7.85
X <sub>10</sub>	184.24±2.42	186.64±1.64	185.40±2.08	186.04±3.40	168.44±0.22	169.61±1.58	168.95±2.25	171.25±5.41
X <sub>11</sub>	94.53±3.25	85.75±0.95	84.28±1.04	84.04±1.34	74.15±0.06	73.93±0.70	73.60±1.28	76.14±2.13
X <sub>12</sub>	94.43±3.04	87.31±1.05	85.98±0.96	84.17±1.60	74.29±0.06	72.35±2.62	74.35±0.91	76.75±2.37
X <sub>13</sub>	21.86±1.30	24.77±2.60	22.32±0.31	23.17±0.30	17.71±0.02	18.09±0.31	18.60±0.030	19.50±0.89
X <sub>14</sub>	22.22±0.37	22.25±0.22	22.64±0.37	22.88±0.33	18.15±0.02	18.86±0.28	18.94±0.35	20.00±0.89
X <sub>15</sub>	40.61±2.11	44.93±2.04	48.18±2.41	44.92±1.24	30.97±0.11	33.20±0.64	34.75±0.96	35.75±1.98
X <sub>16</sub>	42.13±2.28	46.60±1.93	49.81±2.44	45.88±1.42	31.21±0.11	34.57±0.54	35.55±1.04	35.62±2.17
X <sub>17</sub>	40.43±0.88	41.43±0.76	35.56±0.65	40.83±0.58	34.26±0.69	35.09±1.00	35.15±0.81	36.62±1.28
X <sub>18</sub>	41.06±0.80	41.69±0.79	40.06±0.58	40.75±1.02	34.88±0.54	35.68±1.06	35.40±0.68	37.00±1.29
X <sub>19</sub>	170.63±1.94	170.46±1.52	166.62±2.26	172.50±2.61	154.24±2.68	158.73±1.61	158.70±2.77	163.25±6.30
X <sub>20</sub>	172.56±2.17	172.92±1.32	169.56±2.27	171.91±2.62	154.41±2.79	159.55±1.58	158.60±1.83	162.00±6.94
X <sub>21</sub>	58.39±0.74	58.17±0.55	57.64±0.82	59.17±0.96	48.15±1.17	48.73±0.41	48.75±0.76	52.13±1.80
X <sub>22</sub>	58.12±0.54	59.27±0.57	58.20±0.93	59.83±1.26	49.21±1.27	49.45±0.62	51.05±0.98	52.00±1.74

X<sub>1</sub>:age, X<sub>2</sub>:weight, X<sub>3</sub>:height, X<sub>4</sub>:BSA, X<sub>5</sub>(X<sub>6</sub>):L.(R.) upperarm length, X<sub>7</sub>(X<sub>8</sub>):L.(R.) forearm length, X<sub>9</sub>(X<sub>10</sub>):L.(R.) hand length, X<sub>11</sub>(X<sub>12</sub>):L.(R.) breadth of metacarpal, X<sub>13</sub>(X<sub>14</sub>):L.(R.) breadth of thumb, X<sub>15</sub>(X<sub>16</sub>):L.(R.) thickness of metacarpal, X<sub>17</sub>(X<sub>18</sub>):L.(R.) thickness of wrist, X<sub>19</sub>(X<sub>20</sub>):L.(R.) circumference of wrist, X<sub>21</sub>(X<sub>22</sub>):L.(R.) breadth of wrist

## 2. 악력의 크기

각 자세별, 연령대별 악력의 크기는 다음 Fig. 1(a)(b) 및 2(a)(b)와 같다.

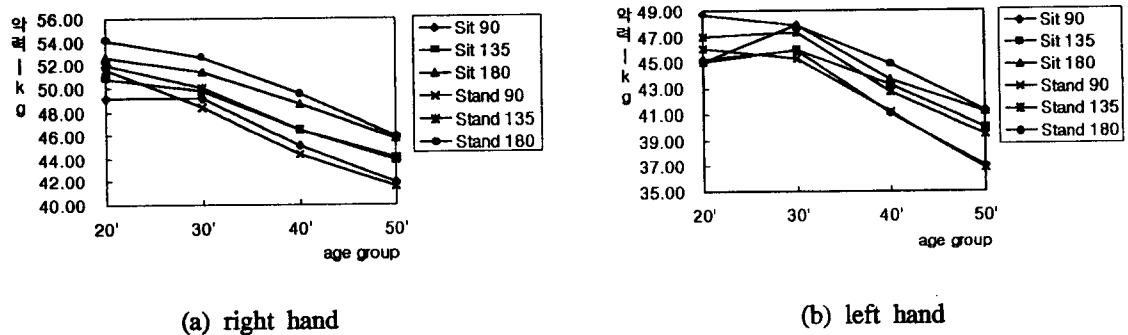
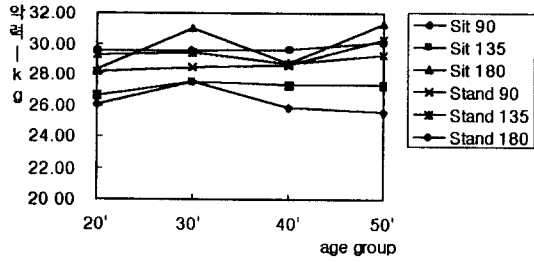
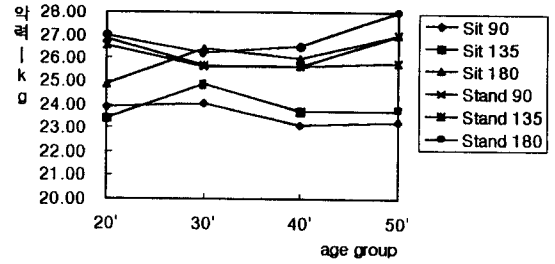


Figure 1. Grip strength for male



(a) right hand



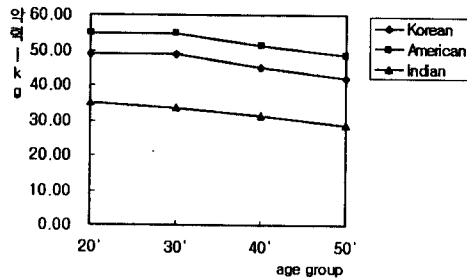
(b) left hand

Figure 2. Grip strength for female

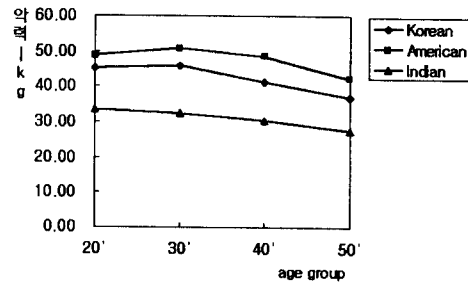
Figure 1(a)의 남자 오른손의 경우 연령이 증가함에 따라 약력의 크기는 감소함을 보이고, Figure 2(b)의 남자 왼손의 경우 앉은자세 90°, 135°, 180° 에서 20대보다 30대가 높으나 30대 이후는 모든 자세에서 약력의 크기가 감소하고 있다.

이러한 결과는 Chatterjee and Chowdhuri(1991)와 Mathiowetz 등(1995)의 선행연구와 일치함을 보이고 있다.

남자의 양손에 대한 앉은자세 90° 에서의 약력의 크기를 Mathiowetz 등(1995)이 미국에서 310명의 남자를 대상으로 측정하였던 결과와 Chatterjee와 Chowdhuri(1991)가 India에서 99명의 남자를 대상으로 측정하였던 결과와 비교하면 Figure 3과 같다.



(a) right hand



(b) left hand

Figure 3. Comparison of grip strength for male

### 3. 결과분석

약력이 가장 큰 자세는 남자의 경우는 모든 연령대에서 선자세 180° 이며, 여자의 경우 20대와 40대는 선자세 180°, 30대는 앉은자세 180°, 50대 왼손은 선자세 180°, 오른손은 앉은자세 180° 로서 약력의 크기는 팔꿈치의 각도가 180° 일 때 가장 힘이 세고 앉은자세보다는 선자세에 비교적 큰 힘을 발휘함을 알 수 있다.

본 연구의 결과는 Balogun 등(1991)이 61명의 대학생을 대상으로 4가지 자세(앉은자세 90°, 180°, 선자세 90°, 180°)로 실험한 결과 선자세 180° 에서 최대힘을 발휘한다는 결과와 일치함을 보였다. 그러나 Fredericks 등 (1995)이 12명의 대학생을 대상으로 실험한 결과 팔꿈치 각도 135° 에서 최대힘이 발휘된다는 결과와는 다르게 나타났다.

자세별, 성별, 좌우손별 차이를 T-검정한 결과는 P=0.0001로서 유의차가 인정되었다.

악력에 대한 자세별, 연령대별 변인들에 관하여 분산분석한 결과는 남자 오른손, 여자 오른손, 왼손은 자세간의 유의차가 있으나, 남자 왼손은 유의차가 인정되지 않는다. 연령대별로는 남자의 경우 양손 모두 유의차가 있으나 여자의 경우는 양손 모두 유의 차가 없다.

유의차가 있는 변인에 대하여 Post Hoc Test로 Fisher's LSD(least significant difference)를 실시한 결과는 다음 Table 2와 같다.

Table 2. The results of least significant difference test

구분		자세	평균	LSD Grouping*
자세별	남 자 오른손	앉은자세 90°	46.77	C
		앉은자세 135°	48.04	B
		앉은자세 180°	49.86	A
		선 자 세 90°	46.70	C
		선 자 세 135°	48.35	B
		선 자 세 180°	50.91	A
	여 자 오른손	앉은자세 90°	26.56	B
		앉은자세 135°	27.16	B
		앉은자세 180°	29.72	A
		선 자 세 90°	28.53	B
		선 자 세 135°	29.20	A
		선 자 세 180°	29.59	A
	여 자 왼 손	앉은자세 90°	23.86	C
		앉은자세 135°	24.09	C
		앉은자세 180°	25.86	B
		선 자 세 90°	25.92	B
		선 자 세 135°	26.13	A
		선 자 세 180°	26.65	A
연령 대별	남 자 오른손	20대	46.15	A
		30대	46.67	A
		40대	42.81	B
		50대 이상	39.29	C
	남 자 왼 손	20대	51.66	A
		30대	50.19	A
		40대	46.76	B
		50대 이상	43.84	C

\* : Same character means no significant difference under p=0.05

#### 4. 상관분석

악력의 크기와 인체측정치와의 상관관계를 살펴보기 위하여 성별로 주로 사용하는 손인 오른손에 대하여 상관계수를 구하고 유의성 검정을 한 결과는 남자 오른손의 경우 힘의 크기는 나이, 몸무게, 키, BSA, 앞팔길이, 손길이, 손목두께, 손목둘레, 손목너비 등과 상관관계가 높은 것으로 나타났다.

여자 오른손의 경우, 몸무게, 키, BSA, 앞팔길이, 손길이, 엄지손가락너비 등은 일부자세에서 어느정도 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

#### IV. 결론

본 연구는 한국성인을 대상으로 양손의 악력의 크기를 6가지 자세에 대하여 측정하여 악력의 크기가 가장 큰 자세를 결정하였고 악력의 크기와 인체측정치와의 상관관계를 분석하여 회귀직선식을 구하였다. 또한 본연구의 결과와 기존의 선행연구 결과들과 비교하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 악력의 크기가 가장 큰 자세는 남, 여 모두 선자세의 팔꿈치 각도 180° 일때이고 이 결과는 Balogun 등(1991)의 연구결과와 일치하지만 Fredericks 등(1995)의 결과와는 다르게 나타났다.

2. 자세별, 성별, 좌우손별 악력의 크기는 남여모두 유의차가 있었다. 그러나 연령대별로 보면 남자는 유의차가 있었으나, 여자는 유의차가 없었다.

3. 남자 양손의 경우 연령의 증가에 따라 악력의 크기가 감소함을 보였고 이러한 결과는 Chatterjee와 Chowdhuri(1991) 및 Mathiowetz 등(1995)의 연구결과와 일치함을 보였다. 그러나 여자의 경우 앉은자세 90° 와 135° 를 제외한 다른 4가지 자세에서는 이러한 결과와 다르게 나타났다.

4. 남자 오른손 악력의 크기와 상관이 있는 인체측정변수로서는 나이, 몸무게, 키, BSA, 앞팔길이, 손길이, 손목두께, 손목둘레, 손목너비 등이며 여자오른손의 경우는 몸무게, 키, BSA, 앞팔길이, 손길이, 엄지손가락 너비등이 일부자세에서 어느정도 상관관계를 보였다.

본 연구의 결과는 악력의 크기에 대한 자료가 거의 없는 우리나라의 실정을 감안할 때 아주 폭넓은 인간공학적 제품설계의 기초자료로 활용가치가 높을 것으로 생각되며 특히 산업현장에서 작업방법설계에 유용하리라 기대된다.

## 참 고 문 헌

1. 김진호, 박세진, 김철중, 한국청년의 근력특성에 관한연구, 대한인간공학회지, 9권, 2호, pp. 37-45, 1990.
2. Balogun, J. A., Akomolafe, C. T., Amusa, L. O., Grip strength : effects of testing posture and elbow position, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 72, pp. 280-283, 1991.
3. Armstrong, T. J., Ergonomics and cumulative trauma disorders, Hand Clinics, 2, pp. 553-566, 1986.
4. Chatterjee, S., Chowdhuri, B. J., Comparison of grip strength and isometric endurance between the right and left hands of men and their relationship with age and other physical parameters, J. Human. Ergol., 20, pp. 41-50, 1991.
5. Fransson, C. and Winkel, J., Grip strength and leg design of power grip hand tools, Journal of Biomechanics, 22:10, pp. 1012, 1989.
6. Fredericks, T. K., Kattel, B. P., Fernandez, J. E., Is grip strength maximum in the neutral posture?, Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII, Edited by A. C. Bittner and P. C. Champney, Taylor & Francis, pp. 561-568, 1995.
7. Kellor M., Frost J., Silberberg N., Iversen I., Cummings R., Hand strength and dexterity, Am J. Occup. Ther., 25, pp. 77-83, 1971.
8. Kjerland RN, Age and sex differences in performance in motility and strength tests, Proc Iowa Acad Sci, 60, pp. 519-523, 1953.
9. Marley, R. J. and Wehrman, R. R., Grip strength as a function of forearm rotation and elbow posture, Proceedings of the 36th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, Atlanta, pp. 791-795, 1992.
10. Marley, R. J., Debree, T. S., and Wehrman, R., Effect of wrist, forearm and elbow posture on maximum grip strength, Proceedings of the 2nd Industrial Engineering Research Conference, Los Angeles, pp. 525-529, 1993.
11. 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, pp. 69-74, 1985.
12. Ramakrishnan, B., Bronkema, L. A., and Hallbeck, M. S., Effect of grip span, wrist position, hand and gender on grip strength, Proceedings of the 38th Annual Meeting of Human Factors and Ergonomics Society, Nashville, pp. 554-558, 1994.
13. Schmidt, R.T, Toews, J.V, Grip strength as measured by the Jamar dynamometer, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 51, pp. 321-327, 1970.