

한국성인의 악력특성분석에 관한 연구⁺ An Analysis of Grip Strength for Korean Adults

이동춘* · 장규표**

ABSTRACT

It is important to get accurate information about the grip strength for designing ergonomic grips and handles. It has been known that the excessive and repetitive use of grip force and unnatural posture of the wrist may cause cumulative trauma disorders (CTDs) such as carpal tunnel syndrome, tendonitis, DeQuervan's disease, etc.

In this paper we have measured the grip strength for sitting and standing posture for Korean adults ; 114 males and 105 females aged from the 20's to above the 50's. And this paper performed statistical analysis for deriving characteristics between grip strength and anthropometric data.

The results are as follows ;

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

+ 본 연구는 동아대학교 연구지원조성비에 의하여 수행되었음

* 동아대학교 산업공학과

** 창원전문대학 산업공학과

I. 서 론

산업현장의 많은 작업들이 손으로 쥐고 힘을 써서 반복적으로 행하는 동작을 요구하고 있다. 작업자의 최대 악력은 그러한 작업을 수행하는 작업자의 능력을 결정하고 전체 작업자들의 악력의 세기는 작업집단의 능력을 결정 짓는다. 작업자의 최대 악력수준을 넘는 무리한 힘이 요구되는 동작이나 반복작업은 누적외상병(CTDs)의 일종인 손목관증후군(CTS)을 유발하는 요인이 된다(Fredericks et al., 1995).

상지의 근골격계 질환(musculoskeletal disorders, MSD)은 주로 손목의 과도한 flexion, extension, radial deviation 및 ulnar deviation에 연관되어 있다(Armstrong, 1986). 잘못된 작업설계, 작업장 배치, 공구등의 손잡이 모양은 나쁜 사용방법과 함께 손목에 부담을 주게 된다. 이러한 자세로 작업을 수행하면 손목에 많은 힘을 줌으로써 상완의 MSD를 유발하는 요인이 될 수 있으므로 공구설계나 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.

Grip span, 손목자세, 손, 그리고 악력크기에 대한 연구를 보면, Ramakrishnam(1994)은 모든 손목의 자세에 대하여 주로 쓰는 손이든 아니든 손바닥 두께와 폭은 악력과 강상관 관계에 있다고 결론 짓고 있다. 손목 굴곡/신전과 앞팔회전은 악력에 중요한 영향을 미치며, 팔꿈치 자세와 함께 악력에 상호작용한

다(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.

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 크기가 이러한 중요성이 있고 산업현장에서 유용한 자료가 됨에 비하여 우리나라에서는 김진호 등(1990)이 고정자세에 한하여 악력을 측정하는 연구가 있으나 현장에서의 다양한 자세에는 적용하기가 어렵다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 성인남녀의 악력 크기를 측정하여 기초적인 데이터를 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. 실험 방법

1. 피험자

피험자는 남자 114명, 여자 105명을 대상으로 하였으며 이들 모두는 오른손을 주로 사용하는 사람들이었으며 손 또는 팔에 부상이 있거나 부상을 당했던 사람들을 제외한 건강한 사람들을 대상으로 하였다. 피험자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 피험자의 특성

성별	연령대	피험자수	평균연령	직업
남	20대	28	25.19±0.63	생산직종사자
	30대	34	33.88±0.62	
	40대	32	44.32±0.65	
	50대 이상	20	57.42±1.50	
여	20대	28	24.71±0.60	사무직종사자
	30대	30	35.59±0.47	가사종사자
	40대	26	44.00±1.07	가사종사자
	50대 이상	21	54.00±1.49	생산직종사자

2. 실험기구

본 실험에 사용한 기구는 Martin식 인체계

측기, Jamar hydraulic hand dynamometer, Jamer large digital goniometer 등이다.

3. 실험절차

피실험자들에게 측정용지에 나이와 성별, 키, 몸무게를 기입하게 하고 인체측정기로 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) 양발을 10Cm정도 벌리고 선자세에서의 팔꿈치 각도 90°, 135°, 180° 자세에서 각각 2회씩 측정하여 우수한 값을 선택하였다. 선 자세와 앉은 자세에서의 팔꿈치 각도에 따른 측정자세는 그림 1과 같다. 자세와 자세간의 측정시에는 5분이상의 충분한 휴식을 취하도록 하였다.

4. 분석방법

인체측정치와 각 자세별 악력의 기초통계량을 구하고 악력과 자세별, 연령대별차이를 2원 배치법에 의한 ANOVA분석을 하여 유의적인

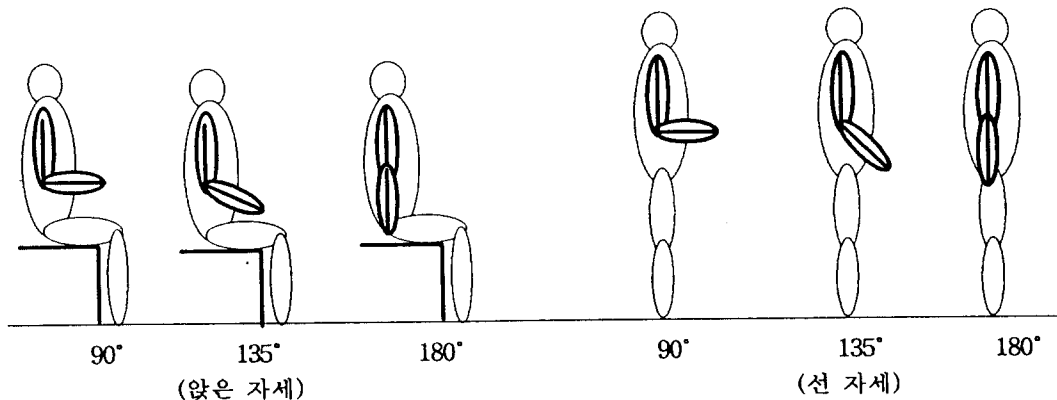


그림 1. 팔꿈치 각도에 따른 측정자세

차이가 있는 요인에 대하여 Post Hoc Test로 Fisher's LSD를 실시하였다. 오른손과 왼손 악력의 차이, 성별차이를 T-test로 검정하고, 인체측정치와 각 자세별 악력간의 상관관계를 알아보기 위하여 상관분석을 하였다. 이러한 통계적분석은 PC용 SAS Package를 이용하였다.

Ⅲ. 실험결과 및 분석

1. 인체측정치

측정부위별 22개의 변수들은 표 2와 같고

표 2. 인체측정변수

변 수 명	변 수	
나이	X ₁	
몸무게	X ₂	
키	X ₃	
B.S.A	X ₄	
변 수 명	변수(왼쪽)	변수(오른쪽)
윗팔길이	X ₅	X ₆
앞팔길이	X ₇	X ₈
손길이	X ₉	X ₁₀
손바닥 너비	X ₁₁	X ₁₂
엄지손가락 너비	X ₁₃	X ₁₄
손바닥 두께	X ₁₅	X ₁₆
손목 두께	X ₁₇	X ₁₈
손목 둘레	X ₁₉	X ₂₀
손목 너비	X ₂₁	X ₂₂

표 3. 인체측정결과

성별 연령대 변수	남 자				여 자			
	20대	30대	40대	50대 이상	20대	30대	40대	50대 이상
X ₁	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 ₂	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 ₃	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 ₄	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 ₅	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 ₆	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 ₇	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 ₈	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 ₉	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 ₁₀	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 ₁₁	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 ₁₂	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 ₁₃	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±0.30	19.50±0.89
X ₁₄	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 ₁₅	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 ₁₆	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 ₁₇	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 ₁₈	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 ₁₉	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 ₂₀	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 ₂₁	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 ₂₂	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

측정 결과는 표 3과 같다.

표 2에서 BSA는 $W^{0.425} \times H^{0.725} \times 0.007184$ (W: 몸무게, Kg, H: 키, Cm)로 계산된다 (Chatterjee and Chowdhuri, 1991).

2. 악력의 크기

각 자세별 악력의 크기에 대한 변수를 표 4와 같이 정의하였으며, 각 변수에 대한 결과 값은 표 5와 같다.

표 4. 자세별 악력변수

변 수 명	변수(왼쪽)	변수(오른쪽)	
앉은 자세	90°	X ₂₃	X ₂₄
	135°	X ₂₅	X ₂₆
	180°	X ₂₇	X ₂₈
선자세	90°	X ₂₉	X ₃₀
	135°	X ₃₁	X ₃₂
	180°	X ₃₃	X ₃₄

3. 결과분석

표 5에서 악력이 가장 큰 자세는 남자의 경우는 모든 연령대에서 선 자세 180°이며, 여자의 경우 20대와 40대는 선 자세 180°, 30대는 앉은 자세 180°, 50대 왼손은 선 자세 180°, 오른손은 앉은 자세 180°로서 악력의 크기는 팔꿈치의 각도가 180°일 때 가장 힘이 세고 앉은 자세보다는 선 자세에 비교적 큰 힘을 발휘함을 알 수 있다.

또한 남자의 경우 연령대별로 차이는 있지만 오른손, 왼손 모두 선 자세 또는 앉은 자세의 팔꿈치 각도 90°일 경우에 낮은 힘을 발휘하고 여자의 경우 연령대별로 오른손, 왼손 모두 앉은 자세의 팔꿈치 각도 90°에서 낮은 힘을 발휘하여 악력의 크기는 팔꿈치 각도가 90°일 경우에 낮은 힘을 발휘함을 알 수 있다.

본 연구의 결과는 Balogun 등(1991)이 61명의 대학생을 대상으로 4가지 자세(앉은 자세 90°, 180°, 선자세 90°, 180°)로 실험한 결

표 5. 자세별 악력의 크기

변수	남 자				여 자			
	20대	30대	40대	50대 이상	20대	30대	40대	50대 이상
X ₂₃	45.19±2.17	45.87±1.25	41.14±1.90	37.00±2.29	23.88±1.00	24.03±1.23	23.10±1.21	23.25±2.50
X ₂₄	49.13±1.78	49.13±1.46	45.14±1.86	41.92±1.64	26.03±0.97	27.48±1.47	25.80±1.14	25.50±2.33
X ₂₅	45.00±2.07	45.96±1.20	43.26±1.84	40.00±2.58	23.41±0.86	24.86±1.26	23.70±1.89	23.75±1.84
X ₂₆	50.75±1.75	49.73±1.45	46.48±1.91	44.04±2.03	26.59±0.98	27.52±1.17	27.30±1.94	27.25±1.38
X ₂₇	45.00±2.24	47.87±1.36	43.68±1.67	41.17±2.29	24.85±1.21	26.39±1.20	28.75±1.65	31.25±2.93
X ₂₈	52.59±2.08	51.31±1.54	48.60±1.89	45.71±1.89	28.26±1.50	31.00±1.20	28.75±1.65	31.25±2.93
X ₂₉	46.06±1.95	45.25±1.41	41.20±1.83	36.83±2.43	26.53±0.90	25.64±1.00	25.60±1.21	25.75±1.44
X ₃₀	51.53±1.79	48.31±1.51	44.40±1.76	41.58±1.99	28.18±1.01	28.45±1.22	28.60±1.13	30.25±2.39
X ₃₁	47.00±2.00	47.29±1.26	42.72±1.98	39.50±2.36	26.82±1.00	25.68±1.20	25.60±1.31	27.00±1.97
X ₃₂	51.88±1.96	50.02±1.40	46.48±1.84	43.92±2.14	29.26±0.85	29.39±1.30	28.65±1.41	29.25±1.97
X ₃₃	48.63±2.28	47.79±1.48	44.88±1.62	41.25±2.25	27.00±1.08	26.20±1.05	26.50±1.66	28.00±1.83
X ₃₄	54.06±2.19	52.65±1.60	49.48±1.86	45.88±1.77	29.56±1.17	29.50±1.25	29.60±1.82	30.13±3.45

과 선 자세 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, 연령대별 변인들에 대하여 신뢰수준 95%에서 약력의 차이가 있는지 없는지를 알아보기 위하여 분산분석한 결과는 표 6과 같다.

표 6. 자세별, 연령대별 약력의 ANOVA

		Factors	DF	SS	P-value
남	왼손	자세	5	607.79	0.1032
		연령	3	3337.91	0.0001**
		자세×연령	15	217.70	0.9992
		오차	450	29658.47	
자	오른손	자세	5	1110.79	0.0049**
		연령	3	3417.08	0.0001**
		자세×연령	15	106.23	1.000
		오차	450	33947.23	
여	왼손	자세	5	353.23	0.0105*
		연령	3	11.56	0.9189
		자세×연령	15	93.09	0.9975
		오차	317	6803.33	
자	오른손	자세	5	463.36	0.0063**
		연령	3	60.43	0.5402
		자세×연령	15	91.98	0.9992
		오차	317	8830.38	

분산분석의 결과에 따르면 남자 오른손 ($p=0.0049$), 여자 오른손($p=0.0063$), 왼손($p=0.0105$)은 자세간의 유의차가 있으나, 남자 왼손은 유의차가 없는 것으로 나타났다. 연령대별로는 남자의 경우 양손($p=0.0001$) 모두 유

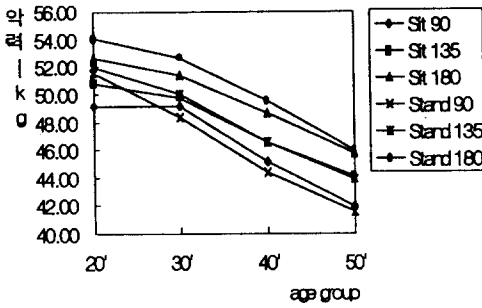
의차가 있으나 여자의 경우는 양손 모두 유의차가 없다.

유의차가 있는 변인에 대하여 Post Hoc Test로 Fisher's LSD(least significant difference)를 실시한 결과는 표 7과 같다

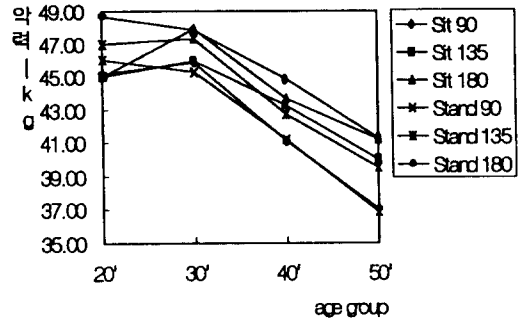
표 7. LSD 검정 결과

구분	자세	평균	LSD Grouping ^a	
자세별	남자 오른손	앉은자세 90°	46.77	C
		앉은자세 135°	48.04	B
		앉은자세 180°	49.86	A
		선자세 90°	46.70	C
		선자세 135°	48.35	B
		선자세 180°	50.91	A
	여자 오른손	앉은자세 90°	26.56	B
		앉은자세 135°	27.16	B
		앉은자세 180°	29.72	A
		선자세 90°	28.53	B
		선자세 135°	29.20	A
		선자세 180°	29.59	A
여자 왼손	앉은자세 90°	23.86	C	
	앉은자세 135°	24.09	C	
	앉은자세 180°	25.86	B	
	선자세 90°	25.92	B	
	선자세 135°	26.13	A	
	선자세 180°	26.65	A	
연령대별	남자 오른손	20대	46.15	A
		30대	46.67	A
		40대	42.81	B
		50대 이상	39.29	C
	남자 왼손	20대	51.66	A
		30대	50.19	A
		40대	46.76	B
		50대 이상	43.84	C

a : 동일문자는 유의차가 없음 ($p=0.05$)



오른손



왼손

그림 2. 남자의 연령대별 악력크기

성별, 좌우손별 차이를 T-검정한 결과 $P=0.0001$ 로서 유의차가 인정되었다.

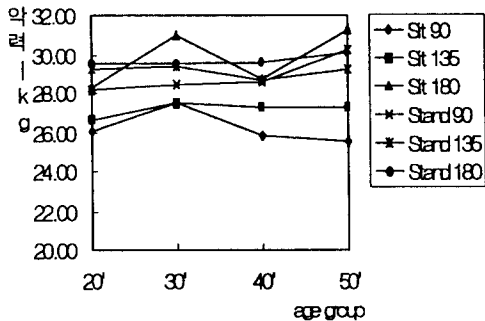
한편 연령대별 악력의 크기는 그림 2, 3과 같다.

그림 2에서 남자 오른손의 경우 연령이 증가함에 따라 악력의 크기는 감소함을 보였다. 남자 왼손의 경우 앉은자세 90°, 135°, 180°에서 20대 보다 30대가 높으나 30대 이후는 모든 자세에서 악력의 크기가 감소하고 있다.

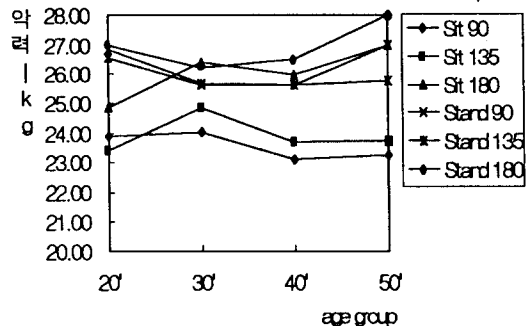
이러한 결과는 Chatterjee and Chowdhuri (1991)와 Mathiowetz 등(1985)의 선행연구와 일치함을 보이고 있다.

따라서 남자의 악력특성은 젊을수록 근육의 운동이 활발하고 근섬유의 단면적이 넓어 큰 힘을 발휘하나 나이가 들수록 근섬유경의 위축으로 힘의 크기가 감소함을 알 수 있다.

그림 3에서 여자 오른손의 경우 앉은 자세 90°와 180°를 제외하고는 연령의 증가에 따른 큰 변화를 보이지 않았다. 앉은 자세 90°를 제외하고는 연령의 증가에 따라 악력의 크기가 다소 증가되는 경향을 보이고 있다. 여자 왼손의 경우는 자세에 따라 연령대별로 다소 큰 차이를 나타내고 있으며, 앉은 자세 90°와 135°에서는 30대까지는 증가하고 30대 이후는



오른손



왼손

그림 3. 여자의 연령대별 악력크기

감소하는 경향을 보이고, 나머지 자세에서는 30대까지는 감소하다 30대 이후는 증가하는 경향을 보이고 있다.

따라서 여자의 악력특성은 주로 사용하는 오른손의 경우 연령의 증가에 따라 큰 힘을 발휘하는 이유는 피험자의 특성상 20대는 근육활동을 수반하는 육체적 노동을 하지 않는 사무직 근로자이고, 30, 40대 피험자는 가사노동을 하는 주부들이며, 50대는 주로 현장근로자들이기 때문에 근육 운동을 수반하는 육체적 노동을 주로하므로 근육운동의 반복활동으로 큰 힘을 발휘한다고 생각된다. 왼손의 경우는 주로 사용하지 않으므로 대부분의 자세에서 20대보다는 30, 40대가 낮게 나타나는 것은 근섬유경의 위축으로 인한 이유라 생각되며, 50대 이상의 경우에서 증가하는 것은 산업현장근로자는 왼손의 사용이 많을 것이므로 근육의 반복운동으로 악력의 크기가 커진 것으로 생각된다. 반면에 남자 피험자들은 연령대별로 모두 생산직에 종사하기 때문에 연령의 증가에 따라서 힘의 크기가 감소하고 있어, 이는 선행연구

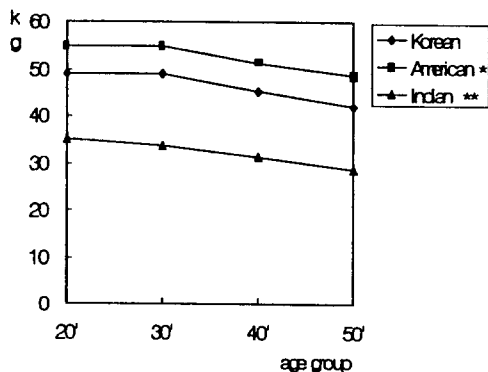
의 결과와 일치함을 보이고 있다.

남자의 양손에 대한 앉은 자세 90°에서의 악력의 크기를 Mathiowetz 등(1985)이 미국에서 310명의 남자를 대상으로 측정하였던 결과와 Chatterjee와 Chowdhuri(1991)가 India에서 99명의 남자를 대상으로 측정하였던 결과와 비교하면 그림 4와 같다.

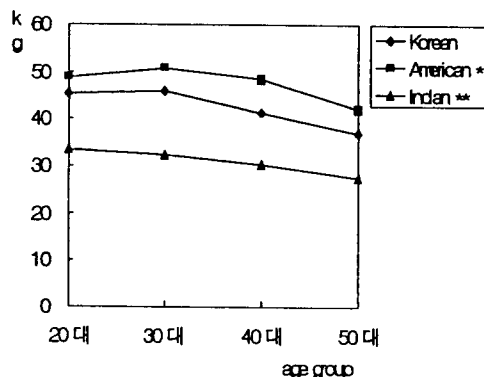
그림 4에서 남자 양손 모두 미국인의 경우 악력의 크기가 가장 높으며, 다음으로 한국인, 인디안 순이었다. 오른손의 경우 미국인 보다 한국인은 20대부터 연령대별로 각각 10.4%, 10.3%, 12.2%, 13.9%의 감소를 인디안은 36.3%, 38.5%, 39.0%, 41.3%의 감소를 보였다. 왼손의 경우 한국인은 20대부터 연령대별로 각각 7.3%, 9.8%, 15.1%, 11.9%의 감소를 인디안은 31.5%, 36.7%, 37.3%, 34.6%의 감소를 보였다. 오른손의 경우는 연령의 증가에 따라 감소폭이 크다는 것을 알 수 있다.

4. 상관분석

악력의 크기와 인체측정치와의 상관관계를



오른손



왼손

* Mathiowetz et al. (1985)

** Chatterjee & Chowdhuri (1991)

그림 4. 남자 악력크기의 인종간 비교

표 8. 남자 오른손의 악력 크기와 인체측정치와의 상관계수

변수	X ₂₄	X ₂₆	X ₂₈	X ₃₀	X ₃₂	X ₃₄	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₆	X ₈	X ₁₀	X ₁₂	X ₁₄	X ₁₆	X ₁₈	X ₂₀	X ₂₂
X ₂₄	-	0.92**	0.88**	0.87**	0.88**	0.88**	-0.34**	0.51**	0.59**	0.58**	0.30**	0.45**	0.49**	0.29**	0.26*	0.24*	0.33**	0.44**	0.42**
X ₂₆		-	0.90**	0.83**	0.88**	0.90**	-0.29**	0.50**	0.62**	0.58**	0.26**	0.49**	0.50**	0.20	0.25*	0.29*	0.32**	0.43**	0.44**
X ₂₈			-	0.82**	0.86**	0.89**	-0.27**	0.49**	0.64**	0.58**	0.33**	0.49**	0.52**	0.25*	0.29**	0.21	0.32**	0.45**	0.49**
X ₃₀				-	0.91**	0.88**	-0.37**	0.50**	0.58**	0.57**	0.28*	0.41**	0.47**	0.29**	0.22*	0.21	0.24*	0.43**	0.38**
X ₃₂					-	0.91**	-0.32**	0.49**	0.55**	0.55**	0.22*	0.43**	0.47**	0.22	0.25*	0.27*	0.39**	0.46**	0.42**
X ₃₄						-	-0.32**	0.50**	0.59**	0.57**	0.25*	0.45**	0.49**	0.19	0.18	0.24*	0.33**	0.44**	0.37**

* (p=0.05), ** (p=0.01)

살펴보기 위하여 성별로 주로 사용하는 손인 오른손에 대하여 상관계수를 구하고 유의성 검정을 한 결과는 표 8 및 표 9와 같다.

표 8에서 남자 오른손의 경우 각 자세간의 악력의 크기는 상관계수가 높으므로 악력의 크기가 큰 사람은 어떤 자세에서도 높은 힘을 발휘한다는 것을 알 수 있고, 연령과 각 자세에서의 악력의 크기와 상관관계는 음의 상관이 있음을 알 수 있다.

손바닥 너비, 엄지손가락 너비, 손바닥 두께는 일부 자세에서 악력의 크기와 상관이 없는 것으로 나타났고 상관관계도 비교적 낮게 나

타났다. 또한 윗팔길어도 상관관계가 비교적 낮게 나타남을 알 수 있다. 따라서 남자 오른손의 경우 힘의 크기는 나이, 몸무게, 키, BSA, 앞팔길이, 손길이, 손목두께, 손목둘레, 손목너비 등과 상관관계가 높은 것으로 나타났다.

표 9에서 여자 오른손의 경우 각 자세간의 악력의 크기의 상관계수는 비교적 높으나 다른 인체측정치와의 상관관계는 전반적으로 별로 없는 것으로 나타났다. 그러나 몸무게, 키, BSA, 앞팔길이, 손길이, 엄지손가락 너비 등은 일부자세에서 악력의 크기와 어느정도 상

표 9. 여자 오른손의 악력 크기와 인체측정치와의 상관계수

변수	X ₂₄	X ₂₆	X ₂₈	X ₃₀	X ₃₂	X ₃₄	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₆	X ₈	X ₁₀	X ₁₂	X ₁₄	X ₁₆	X ₁₈	X ₂₀	X ₂₂
X ₂₄	-	0.78**	0.57**	0.65**	0.72**	0.71**	-0.02	0.31*	0.21	0.35*	0.14	0.19	0.16	0.02	0.22	0.21	0.18	0.22	0.002
X ₂₆		-	0.60**	0.58**	0.74**	0.75**	0.04	0.27*	0.20	0.31*	0.01	0.13	0.01	0.12	0.28*	0.09	0.11	0.08	0.07
X ₂₈			-	0.35**	0.52**	0.52**	0.07	0.18	0.28*	0.25	0.06	0.23	0.27	0.03	0.18	0.06	0.09	0.07	-0.05
X ₃₀				-	0.84**	0.72**	0.05	0.40**	0.30*	0.46**	0.21	0.29*	0.29*	0.04	0.33*	0.21	0.14	0.20	0.26
X ₃₂					-	0.79**	-0.05	0.20	0.33*	0.29*	0.19	0.32*	0.33*	-0.02	0.35*	0.13	0.17	0.14	0.19
X ₃₄						-	0.03	0.30*	0.24	0.35*	0.23	0.29*	0.22	0.16	0.28*	0.18	0.05	0.16	0.09

* (p=0.05), ** (p=0.01)

관이 있는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

본 연구는 한국성인을 대상으로 양손의 악력의 크기를 6가지 자세에 대하여 측정하여 악력의 크기가 가장 큰 자세를 결정하였고, 악력의 크기와 인체측정치와의 상관관계를 분석하였다. 또한 본 연구의 결과와 기존의 선행연구 결과들과 비교하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 악력의 크기가 가장 큰 자세는 남, 여 모두 선자세의 팔꿈치 각도 180° 일 때이고, 이 결과는 Balogun 등(1991)의 연구결과와 일치하지만 Fredericks 등(1995)의 결과와는 다르게 나타났다. 이러한 결과는 앞으로 팔꿈치 자세 뿐만 아니라 어깨와 손목의 자세를 고려한 실험을 통하여 검정 되어야 할 것으로 생각된다.
2. 성별, 좌우손별 악력의 크기는 유의차가 있었고, 남자는 연령대별 유의차가 있었으나, 여자는 연령대별 유의차가 없었다. 이러한 이유는 여자의 경우 연령대가 높은 피험자의 직업이 근육활동을 수반하는 산업현장 근로자이기 때문에 근육활동의 반복운동으로 근육의 크기가 증대되었기 때문이라 생각된다.
3. 남자 양손의 경우 연령의 증가에 따라 악력의 크기가 감소함을 보였고, 이러한 결과는 Chatterjee와 Chowdhuri(1991) 및 Mathiowetz 등(1985)의 연구결과와 일치함을 보였다. 그러나 여자의 경우 앞은 자세 90° 와 135° 를 제외한 다른 4가지 자세에서는 이러한 결과와 다르게 나

타났다.

4. 남자 오른손 악력의 크기와 상관이 있는 인체측정치변수로서는 나이, 몸무게, 키, BSA, 앞팔길이, 손길이, 손목두께, 손목둘레, 손목너비 등이며 여자 오른손의 경우는 몸무게, 키, BSA, 앞팔길이, 손길이, 엄지손가락 너비등이 일부자세에서 어느 정도 상관관계를 보였다.

본 연구의 결과는 악력의 크기에 대한 자료가 거의 없는 우리나라의 실정을 감안할 때 아주 폭 넓은 인간공학적 제품설계의 기초자료로 활용가치가 높을 것으로 생각된다. 작업 및 수공구의 인간공학적인 설계를 위해서는 이들의 사용과 설계에 관련된 생리적, 물리적, 그리고 근골격계 특성을 파악하여야 한다. 또한 보다 적절한 수공구의 선택과 사용을 위해서도 필요하다. 특히 수공구로 인해 야기되는 문제는 주로 동력이 아닌 인력에 의해 사용되어지는 수공구에 기인한다. 따라서 수공구는 작업자의 근력 특성에 따라 적절하게 설계되어야 하고 또한 선택되어야 한다. 인간공학적으로 설계된 작업장은 부자연스러운 자세를 감소시키며, 적절한 공구의 설계는 정중신경(median nerve)과 다른 신경들에 가해지는 압박을 최소화 시킬 수 있으므로 누적외상병(CTDs)의 감소에 크게 기여할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김진호, 박세진, 김철중, 한국청년의 근력 특성에 관한 연구, 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 the Human Factors and Ergonomics Society, Nashville, pp.554~558, 1994
- [13] Schmidt, RT, Toews, JV, Grip strength as measured by the Jamar dynamometer, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 51, pp.321~327, 1970