

파워볼 운동이 20대 정상 성인 남녀의 악력 및 손끝집기와 열쇠집기에 미치는 영향

정철현 · 손경현 · 유병국 · 최원제 · 전재근 · 오세민 · 김지윤
한려대학교 물리치료학과

The Effects of Using Powerball Exercise on Grip Strength, Tip Pinch and Key Pinch of Normal Men and Women in 20's.

Chul Hyun Jung · Kyung Hyun Son · Byung Kook Yoo ·
Won Jye Choi · Jae Keun Jeon · Se Min O · Ji Yun Gim

Dept. of Physical Therapy, Hanlyo University

ABSTARCT

Purpose : The purpose of this paper is to figure out the effects of the Powerball exercise on grip strength, tip pinch and key pinch. **Methods** : Twenty subjects participated in this experiment. Spin right wrist counter-clockwise for five minutes holding Powerball after making main joint of right hand -predominant hand- into elbow flexion and forearm pronation. **Results** : 1. Before and after Powerball exercise, when we compared the grip strength of men and women, there was a significant difference. 2. Before and after Powerball exercise, when we compared tip pinch of men and women, there was a significant difference. 3. Before and after Powerball exercise, when we compared key pinch of men and women, there was a significant difference. 4. Before and after Powerball exercise, there was no significant difference between men and women. **Conclusion** : From what using Powerball exercise influenced grip strength, tip pinch and key pinch positively, we assume that it will be considered a great expectation to improve grip strength, tip pinch and key pinch in the future and it would be better to conduct this experiment in depth to a lot of people.

Key words : Grip strength, Key pinch, Powerball exercise, Tip pinch

I. 서론

사람의 손은 일상생활에서 중요한 역할을 하며, 손은 신체에서 매우 다양한 동작을 수행할 수 있는 부위이다. 또한 손을 이용한 다양한 방식의 정밀한 물체 조작은 자동화된 장치가 가지지 못한 능력이다(김재영, 1995). 손 자체는 충분히 움직일 수 있는 기관으로 손을 구성하고 관련된 부분들에 움직임을 다양하게 조정할 수 있고, 유연성이 있으며 기능적 적응을 위한 구조적인 기초를 제공한다(조용호 등, 2007). 특히 손은 작은 기관이지만 복잡한 일상생활활동을 수행하는데 있어 매우 중요한 신체의 한 부분이다(Yasuo Ueba, 2001).

손의 운동성은 어깨관절의 운동과 팔꿈관절에서의 보충적인 운동에 의해 강화된다. 27개의 뼈, 많은 관절, 그리고 손과 손목의 19개의 내재근과 20개의 외재근은 팔 전체 운동의 다양성을 제공한다. 아래팔, 손목 그리고 손의 관절들이 따로 논의되어지지만, 이러한 관절들은 단일관절만 작용하는 것이 아니라 기능적 집단으로 작용한다. 한 관절의 위치는 다른 관절의 위치와 활동에 영향을 주며, 또한 손이 적절하게 위치하도록 역학적 사슬을 고려해야 한다. 어깨관절, 팔꿈관절 그리고 손목관절의 활동은 손이 신체의 거의 모든 부위에 닿을 수 있도록 한다(정형도수치료진단학회 역, 2004).

Imrhan(1991)은 일반적으로 큰 힘을 필요로 하는 작업 시에는 보통 파워 집기(power grip)를 많이 하며, 작업도구가 작거나 작업을 하는 물체가 작을 때에는 핀치 집기(pinch grip)를 주로 한다고 보고하였다.

Richard(1995)은 악력은 손의 재활에 있어 치료를 시작할 때 기초 평가 자료나 치료의 효과를 알 수 있고, 상지의 기능을 평가하는 객관적인 기초 자료가 되며, 권혁철 등(1992)은 손에 대한 재활치료에 있어서 악력(grip strength)의 평가는 물리치료사나 작업치료사가 손의 장애 정도를 평가하거나, 좋은 치료효과를 얻기 위하여 적절한 치료 계획을 수립하고 올바른 치료를 행하는데 도움을 준다고 보고하였고 또한, 치료의 진전과정에 있어서 그 효과를 객관적이고 쉽게 평

가하는 데 도움을 줌으로 임상에서 많이 사용되어지며, 환자의 초기평가 시 근력의 정도가 정상범위에서 얼마나 이탈되어 있는지의 비교를 객관적으로 할 수 있다고 하였다.

손은 물체를 잡는데 있어서 손가락과 손바닥이 굽힘하여 손과 손바닥 사이의 압력이 굽힘하는 힘에 의해 더 강하게 혹은 더 약하게 확실히 잡으며, 이때 엄지손가락이 손바닥 면을 향하여 모음함에 의해 반대 압력이 계속적으로 작용한다(김한수 등, 1992).

악력이란 물체에 힘을 전달하기 위하여 바닥쪽에 대항한 엄지와 손가락의 강압적인 활동으로 일상생활에서 망치를 잡는 손 모양에서 힘을 주는 상태, 컵을 잡을 때, 테니스라켓이나 방망이를 잡을 때, 크리치를 잡을 때, 보행 훈련 시 평행봉을 잡을 때와 같이 다양한 기능적 활동에서 요구되어진다. 이를 위해서는 손가락과 손목관절 뿐만 아니라 아래팔과 위팔 및 어깨의 충분한 근력과 관절 기동력 및 감각을 필요로 한다(이상용, 2009). 김태숙(1994)은 잡는 동작은 컵을 잡는다거나 펜을 쥐고 글을 쓸 때, 문고리를 잡을 때와 같이 일상생활에서 근력을 알아보거나 손의 장애를 평가하고, 적절한 치료계획을 수립하여 올바른 치료를 행하기 위해서 평가된다고 하였다. 또한 악력은 팔기능의 정량적 지표이며, 손 부위 재활치료 프로그램의 성공여부를 평가하는 지표로 쓰여진다(Myers 등, 1973; Richards 등, 1995).

최대 악력은 손목자세, 손, 그리고 악력크기에 대하여 모든 손목의 자세에 대하여 주로 쓰는 손이든 아니든 손바닥 두께와 폭은 악력과 상관관계가 있고 손목 굽힘/펴와 아래팔의 돌림은 악력에 중요한 영향을 미치고 팔꿈치 자세와 함께 악력에 상호작용을 한다(Balogun 등, 1991). 악력은 상지 손상 시 장애의 정도, 재활 평가 및 상지의 물리적 작업능력을 평가하는 데 이용되어왔으며(박흥식 등, 1989), 악력 검사는 손 기능에 관한 객관적인 자료를 제공한다. 또한 수부의 재활에 있어서 치료를 시작할 때의 기초 평가자료와 치료의 효과를 가늠할 수 있는 자료로 사용하며, 나아가서 상지의 기능을 평가하는 기초자료로 이용된다. 또한 Dynamometer를 사용하여 수부의 기능과 힘의 정도

를 정확하게 측정하는 것은 수술적 치료나 보존적 치료 후 효과나 예후 등을 평가하기 위하여 오래전부터 이용되어 왔으며 유용한 방법으로 평가되고 있다(서재성 등, 1997).

따라서 본 연구는 20대 남녀의 악력과 손가락의 집기(pinch grip)능력 증진을 위해 파워볼 운동이 이용될 수 있는지를 알아보고, 그 효과를 증명하여 정상 성인 또는 악력과 손가락집기 증진이 필요한 환자들의 운동프로그램으로 파워볼을 이용 할 수 있는지에 대한 기초 자료를 제공하고자 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 연구 기간

본 연구의 대상은 전남 광양시 소재 H 대학교에 재학 중인 정상 성인 남자 10명, 여자 10명으로 첫째, 최근 6개월간 근골격계 및 신경학적 질환이 없는 자, 둘째 본 연구에 적극 참여할 의사를 밝힌 자, 실험에 동의한 실험자들로 모두 오른 손을 우세손으로 사용하고, 평균 연령은 남자 25.00±1.15세, 여자 22.10±1.19세이며, 평균 신장은 남자 177.40±6.91cm, 여자 162.00±2.49cm이며, 평균 체중은 남자 71.70±11.51kg, 여자 52.40±6.96kg이었다. 연구기간은 2013년 3월 7일부터 동년 4월 1일까지 총 4주 동안으로 설정하였다.

연구 대상자의 일반적 특성을 살펴보면 다음과 같다(표 1).

	N	연령(세)	신장(cm)	체중(kg)
남	10	25.00 ±1.15	177.40 ±6.91	71.70 ±11.51
여	10	22.10 ±1.19	162.00 ±2.49	52.40 ±6.96
Total	20	23.55 ±1.87	169.70 ±2.49	62.05 ±13.55

2. 실험 도구

1) 파워볼(RPM Sports Ltd, Ireland)

파워볼은 근육과 관절에 무리한 힘을 주지 않고 최대한의 운동효과를 끌어낸다는 원리로 제작되었다. 작동원리는 간단하지만 과학적이다. 파워볼의 핵심인 자이로스코프는 모터나 배터리를 사용하지 않고 가동이 가능하며, 정교하고 세밀하게 설계된 이 회전기구는 단단한 플라스틱이나 알루미늄으로 둘러싸여 있고 겉에는 쥐기 편하게 미끄럼 방지패드로 마무리 되어져있다(그림 1). 끈이나 손가락을 이용해서 이 회전통을 움직이며 손목의 미세한 회전으로도 속도를 낼 수 있는 데 자이로스코프가 돌아가기 시작하면 원심력이 발생해 25kg 이상의 무게를 느낄 수 있다. 또한 움직임이 상당히 부드러워 손목의 재활치료에도 이용된다.

2) 전자식 악력계(Biometrics Ltd, USA)

E-LINK V900s Evaluation System에는 Dynamometer 와 Pinchmeter가 있다. Dynamometer는 미약하게 증가한 매우 낮은 악력까지도 정밀하게 측정한다(그림 2). 악력 세기는 0~90kg, 0~200lbs까지 측정 가능하다(Biometrics Ltd, USA).



그림 1. 파워볼

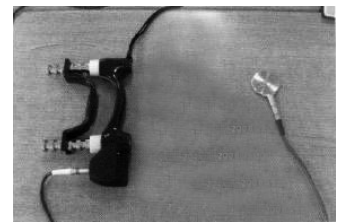


그림 2. 전자식 악력계

3. 실험 방법

실험에 동의한 실험자들에게 사전에 실험에 대한 목적과 실시 요령을 충분히 교육시킨 후 실시하였다.

실험자는 선 자세에서 우세손인 오른팔의 팔꿈관절을 굽힘, 아래팔 옆침 상태에서 파워볼을 쥐고 손목만

을 이용하여 반시계 방향으로 5분간 돌린다. 이러한 운동 방법으로 주 3회, 총 12회, 4주간 실시하였으며, 파워볼의 효용성을 알기 위한 연구임으로 파워볼 운동 외에 다른 준비운동 및 마무리 운동을 실시하지 않았다.

4. 측정 방법

연구에 사용한 도구는 전자식 악력계(E-LINK V900s Evaluation System)를 이용하여 측정하였고, 악력은 악력계를 이용하여 아래팔의 근력을 측정하였다(그림 3).

- 1) 측정은 우세손인 오른손을 3회씩 측정하여 평균 값을 선택하였다.
- 2) 악력은 양발을 어깨 넓이로 벌린 후 악력계를 신체의 가쪽으로 향하도록 움켜쥐고 네 손가락의 관절의 제 2관절이 90°가 되도록 움켜쥐는다.
- 3) 선 자세에서 팔을 자연스럽게 내리고 악력계가 신체와 의복에 15°정도의 간격을 유지해서 움켜쥐고 후 악력계의 바(Bar)를 전력으로 잡아당긴다.



그림 3. 악력

집기는 손끝집기, 열쇠집기를 순차적으로 각각 3번씩(이광석 등, 1995) 측정하였고 손끝는 엄지 끝과 집게손가락 그 끝 사이의 힘을 측정하였으며(그림 4), 열쇠집기는 엄지 바닥과 집게손가락 중위지의 가쪽면 사이의 힘을 측정하였다(그림 5).

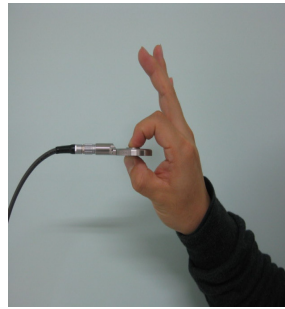


그림 4. 손끝집기



그림 5. 열쇠집기

5. 분석 방법

연구 결과에 따른 분석은 통계 자료처리 프로그램인 Window SPSS 16.0을 사용하였다. 남녀의 악력 손끝집기와 열쇠집기 운동 전·후의 비교를 위해 대응표본 t-test를 이용하여 비교하였고 남녀의 운동 전·후에 대한 유의성 검정을 위해 공분산분석(analysis of covariance; ANCOVA)을 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 파워볼 운동 전·후 악력 비교

남자는 운동전 악력 평균은 53.23 ± 3.75kg에서, 운동 후 58.01 ± 3.80kg로 유의한 차이를 보였고, 여자는 운동전 악력 평균은 29.77 ± 3.35kg에서, 운동 후 32.83 ± 3.64kg로 유의한 차이를 보였다(p < 0.05)(표 2).

	운동 전	운동 후	t	p
남	53.23 ± 3.75	58.01 ± 3.80	-14.27	.000*
여	29.77 ± 3.35	32.83 ± 3.64	-16.69	.000*

2. 파워볼 운동 전·후 손끝집기 비교

남자는 운동전 손끝집기 평균은 5.05 ± 1.13kg에서, 운동 후 6.15 ± 1.21kg로 유의한 차이를 보였고, 여자는

운동전 손끝집기 평균은 $3.75 \pm 0.75\text{kg}$ 에서, 운동 후 $4.70 \pm 0.58\text{kg}$ 로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$)(표 3).

표 3. 파워볼 운동 전·후 손끝집기 비교 (M±SD)

	운동 전	운동 후	t	p
남	5.05 ± 1.13	6.15 ± 1.21	-10.76	.000*
여	3.75 ± 0.75	4.70 ± 0.58	-13.81	.000*

3. 파워볼 운동 전·후 열쇠집기 비교

남자는 운동전 열쇠집기 평균은 $9.79 \pm 1.75\text{kg}$ 에서, 운동 후 $10.82 \pm 1.78\text{kg}$ 로 유의한 차이를 보였고, 여자는 운동전 열쇠집기 평균은 $6.08 \pm 1.40\text{kg}$ 에서, 운동 후 $7.03 \pm 1.43\text{kg}$ 로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$)(표 4).

표 4. 파워볼 운동 전·후 열쇠집기 비교 (M±SD)

	운동 전	운동 후	t	p
남	9.79 ± 1.75	10.82 ± 1.78	-11.05	.000*
여	6.08 ± 1.40	7.03 ± 1.43	-19.00	.000*

4. 파워볼 운동 전·후 남녀 차이

남녀 간 비교를 위해 운동 전을 공변량으로 처리한 공분산분석을 실시하였다. 공변량의 효과를 통제한 후, 파워볼 운동 전·후 악력, 손끝집기와 열쇠집기 남녀간 비교에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$)(표 5).

표 5. 파워볼 운동 전·후 남녀 차이

운동유형	구분	제Ⅲ유형 제공합	자유도	평균	F	P
악력	운동전	237.073	1	237.073	309.130	.381
	그룹	.621	1	.621	.810	
	오차	13.037	17	.767		
손끝집기	운동전	15.102	1	15.102	194.003	.178
	그룹	.153	1	.153	1.971	
	오차	1.323	17	0.78		
열쇠집기	운동전	46.173	1	46.173	782.046	.759
	그룹	.006	1	.006	.097	
	오차	1.004	17	.059		

IV. 고 찰

손의 악력과 아래팔의 뒤침, 옆침은 팔의 기능에 매우 중요하지만, 과학적인 연구는 많이 이루어지지 않고 있다(Mathiowetz 등, 1985). 일상생활에서 사용되는 여러 가지 형태의 집기 기능은 손가락 관절의 특정한 움직임과 손과 아래팔 근육군의 연합활동을 통해 일상생활 속에서 나타난다(이선명, 2002).

아래팔의 운동은 신체 각 관절의 자세에 의하여 영향을 받고 있는데 예를 들면, 팔꿈관절 및 어깨관절의 위치, 그리고 선 자세, 앉은 자세, 누운 자세에 따라 영향을 받는다고 하였다(Richard, 1995; Oxford, 2000).

Balogun 등(1991)은 검사자세와 팔꿈관절 굽힘자세에 대한 악력 연구에서 61명의 건강한 대학생을 대상으로 앉은 자세에서 팔꿈관절 90° 굽힘과 완전 펴, 그리고 선 자세에서 팔꿈관절 90° 굽힘과 완전 펴 상태에서 악력을 검사한 결과 앉은 자세에서 팔꿈관절을 90° 굽힘 자세에서 남자 35kg, 여자 21.5kg으로 악력이 가장 낮게 나타났으며, 선 자세에서는 팔꿈관절 완전 펴 상태에서 남자 36.5kg, 여자 23.4kg으로 최대 높은 값을 보고했다. 즉 앉은 자세에서보다 선 자세에서 악력이 높게 나타났다.

Nalebuff와 Philips(1990)은 일상생활동작을 정상적으로 수행하기 위해서는 최소한 9kg 이상의 파워 집기 힘과 2.3~3.2kg의 핀치 집기 힘이 필요하다고 하였다.

이광석(1995)은 정상 한국 성인에서 장악력과 파지력을 측정하여 비교하였는데, 남자 20대 연령군에서, 한국인의 평균치는 $43.9 \pm 7.3\text{kg}$ 라고 하였으며, 여자 20대 연령군에서 한국인의 평균치는 $27.3 \pm 4.8\text{kg}$ 이라고 보고하였으며, 본 연구에서는 20대 남자 악력 평균은 $53.23 \pm 3.75\text{kg}$, 20대 여자 악력 평균은 $29.77 \pm 3.35\text{kg}$ 의 결과가 나왔다.

서정식(2011)은 중고생 야구선수를 대상으로 한 박리성 골연골염(Osteochondritis Dissecans; OCD)제거 수술 후 4주간의 초기재활이 악력에 미치는 영향을 분석한 결과 측정시기와 집단 간에 유의한 차이($p < .001$)가 나타났으며, 초기 재활 1주에서 환측 $5.40 \pm 1.84\text{kg}$ 이 건측 $28.50 \pm 2.22\text{kg}$ 보다 81% 낮게 나타났

고($p < .001$), 2주에서 환측 $9.70 \pm 1.70\text{kg}$ 이 건측 $28.50 \pm 2.22\text{kg}$ 보다 65% 낮게 나타났다($p < .001$), 3주에서는 환측 $17.30 \pm 1.89\text{kg}$ 이 건측 $28.50 \pm 2.22\text{kg}$ 보다 39% 낮게 나타났고, 4주에서는 환측 $28.50 \pm 2.17\text{kg}$ 이 건측 $28.50 \pm 2.22\text{kg}$ 보다 낮게 나타났다.

이숙자(2000)는 양로원에 있는 남녀노인 70명을 대상으로 9주간 주당 5회 45분의 율동적 운동프로그램을 실시한 후 악력이 대조군에서는 변화가 없었고 실험군에서는 실험 후 악력의 증가를 보여 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p = 0.003$).

심제명(2007)은 성인편마비환자에게 꼭잡기와 집기 훈련을 실시한 결과 악력이 치료 전 14.60 ± 6.06 점에서 치료 후 16.56 ± 5.83 점으로 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$), 손가락 끝 악력이 치료 전 1.79 ± 1.15 점에서 치료 후 4.75 ± 1.78 점으로 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$), 측면 악력이 치료 전 2.27 ± 1.50 점에서 치료 후 5.18 ± 1.27 점으로 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$).

본 연구에서는 파워볼을 이용한 운동이 20대 남녀의 악력, 손끝집기, 열쇠집기에 미치는 효과를 알아본 결과 파워볼 운동 전·후 악력 비교결과는 남자, 여자 모두에게서 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$), 파워볼 운동 전·후 손끝집기 비교 결과로는 남자, 여자 모두에게서 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$). 또한 파워볼 운동 전·후 열쇠집기 비교 결과는 남자, 여자 모두에게서 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$).

본 연구 결과 악력, 손끝집기, 열쇠집기력 증진을 위해 파워볼 운동이 유용할 것이라고 사료된다.

본 연구를 수행하는데 있어서 제한점은 다음과 같다.

우선 파워볼 운동에 대한 선행논문을 국내에서 찾아보기 힘들었고 그로 인해 다른 연구자의 결과와 비교를 통한 유의성 검정은 할 수 없었다. 또한 측정 대상이 광양소재 H 대학교 재학생 20명으로 한정되었고, 측정 시 개인의 영양상태, 심리상태, 환경적 상태 등을 완전히 통제하지 못하였으며, 본 연구 기간 동안 실험시간 이외의 신체활동 및 운동을 완전히 통제하지 못하였다는 점과 오른손을 우세손으로 하는 경우만을 대상으로 하였기 때문에 왼쪽 손에 나타날 수 있는 결과를 충분히 설명하지 못하는 제한을 가지고 있

다. 앞으로 이 분야에 대한 더욱 발전된 연구, 예를 들면 손의 크기, 어깨관절의 각도, 파워볼의 운동강도, 연령에 따라 나타날 수 있는 효과에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 파워볼 운동이 정상 성인의 악력 및 손끝집기와 열쇠집기에 어떤 영향을 미치는 가를 분석하기 위해 전남 광양시 소재 H 대학교에 재학 중인 20대 남녀 대학생을 대상으로 2011년 3월 7일부터 4월 1일까지 4주간 주 3회 총 12회를 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 파워볼 운동 전·후 악력 비교 결과 남자, 여자 모두에게서 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$).
2. 파워볼 운동 전·후 손끝집기 비교 결과 남자, 여자 모두에게서 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$).
3. 파워볼 운동 전·후 열쇠집기 비교 결과 남자, 여자 모두에게서 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$).
4. 파워볼 운동 전·후 남녀 차이를 알아본 결과 남녀 간 비교에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

이와 같이 파워볼을 이용한 운동이 악력 및 손끝집기와 열쇠집기에 긍정적인 효과를 나타낸 것으로 보아 차후 악력 및 손끝집기와 열쇠집기력 향상에 기대 효과가 클 것으로 판단된다. 또한 차후 연구에서는 더 많은 표본수를 대상으로 깊은 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- 권혁철, 배성수, 박래준 등. 파악력 평가시 10%법칙 적용의 이용성에 관한 연구. 재활과학연구, 10(1); 5-9, 1992.
- 김재영. 손가락 근력을 고려한 hand tool과 manual control device의 설계에 관한 연구, 서울대학교 석

- 사논문, 1995.
- 김태숙, 검사자세와 주관절 굴곡정도가 파악력에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원, 석사학위논문, 1994.
- 김한수, 배성수, 이현옥 등. 인체의 운동. 서울. 현문사, 1992.
- 박홍식, 이강목, 김성운. 류마티양 관절염 환자에게서의 Grip 및 Pinch strength에 대한 연구. 대한재활의학회지, 13(2);170-176,1989.
- 서재성, 홍진영. 수근 관절의 위치가 악력에 미치는 영향. 대한수부외과학회지, 2(2);213-218,1997.
- 서정식, 중고등학생 야구선수의 소두 박리성 골연골염 수술 후 4주간의 초기재활이 근통증, 관절운동범위 및 악력에 미치는 영향. 한국체육대학교 대학원, 석사학위논문, 2011.
- 심제명, 꼭잡기(power grip)와 집기(precision grip)훈련이 성인편마비환자의 손기능에 미치는 영향. 부산가톨릭대학교 보건과학대학원, 석사학위논문, 2007.
- 이광석, 우경조, 심재학 등. 정상 한국 성인의 악력 및 파지력의 측정 결과. 대한정형외과학회지, 1995.
- 이상용. 주관절 굴곡에 따른 손목관절 위치의 파악력에 미치는 영향. 대한물리의학회지, 4(4);209-214, 2009.
- 이선명. 손 기능에 관한 고찰. 대한물리치료학회지, 9(4);155-168,2002.
- 이숙자, 노인의 건강증진을 위한 율동적 프로그램의 적용효과. 경희대학교 박사학위논문, 2000.
- 정형도수치료진단학회 역, 정형도수치료진단학. 현문사, 2004.
- 조용호, 황운태, 이미영 등. 정상 성인의 손목관절 위치가 파악력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 19(2);33-39,2007.
- Balogun J. A., Akomolafe C. T., Amusa L. O. Grip strength: effects of testing posture and elbow position. Arch Phys Med Rehabil. 72(5):280-3,1991.
- Frankel V. H., Nordin M. Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System. Philadelphia, London, Lea & Febiger, 1989.
- Imrhan S. N. The influence of wrist position on different types of pinch strength. Appl Ergon, 22(6);379-384, 1991.
- Mathiowetz V., Rennells C., Donahoe L. Effect of Elbow position on grip and pinch strength. J Hand Surg. 10(5);694-697,1985.
- Myers C., Golding L. A., Sinning W. E. The Y's way to physical fitness, Pennsylvania: Rodale press, 49-50,1973.
- Nalebuff E., Philips C. A. Rehabilitation of the Hand: Surgery and Therapy. 3rd ed. St. Louis, Mosby, 1990.
- Napier J. R. The prehensile movements of the human hand. J Bone Joint Surg Br., 38B(4);902-13,1956.
- Oxford K. L. Elbow positioning for maximum grip performance. Journal of Hand Therapy, 13;33-36, 2000.
- Richard L. G., Olson B., Palmiter T.P. How forearm position affects grip strength. Am J Occup Ther., 50;113-138, 1995.
- Yasuo Ueba(김풍택 번역). 손의 기능과 해부. 경북대학교출판부, 2001.
- 논문접수일(Date Received) : 13년 10월 16일
 논문수정일(Date Revised) : 13년 10월 30일
 논문게제승인일(Date Accepted) : 13년 11월 15일