

파악력의 강도가 두 가지 팔 자세에서 어깨근육 근활성도에 미치는 영향

장현정¹, 김지선², 최종덕^{3*}, 김선엽³

¹대전대학교 대학원 물리치료학과, ²유성한가죽병원 재활치료센터

³대전대학교 자연과학대학 물리치료학과

The Effects of Hand Grip Force on Shoulder Muscle Activity in Two Arm Posture

Hyun-Jeong Jang¹, Ji-Seon Kim², Jong-Duk Choi^{3*} and Sunh-Yeop Kim³

¹Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, The Graduate School, Daejeon University

²Dept. of Physical Therapy, Yuseong Hangajok Rehabilitation Hospital

³Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University

요 약 본 연구는 파악력의 강도가 두 가지 팔 자세에서 어깨근육 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 실시되었다. 건강한 성인 22명(남 11명, 여 11명)을 대상으로 실시하였고, 4가지 파악력(최대 파악력의 0%, 30%, 50%, 70%)을 팔의 중립 자세와 팔 90° 거상 자세에서 적용 했을 때 상승모근, 하승모근, 극하근, 전삼각근, 후삼각근의 근활성도를 표면 근전도를 이용하여 측정하였다. 팔 중립 자세에서는 파악력의 강도에 따라 극하근, 전삼각근, 후삼각근이 유의한 차이를 보였고($p < 0.05$), 팔 90° 거상 자세에서는 전삼각근, 후삼각근이 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 본 연구의 결과, 2가지 팔의 자세에서 각각 파악력의 강도에 따라 어깨근육 근활성도가 변화됨을 확인하였다. 손 쥐기 과제를 중립자세에서 실시할 경우 어깨관절 안정근인 극하근이 활성화되고, 팔 90° 거상 자세에서는 삼각근을 억제된다는 점을 고려하여, 손을 사용하는 작업 시 인간공학적 접근으로 어깨 손상의 예방과 손상 후 재활 훈련 시 효율적인 전략으로 사용할 수 있을 것으로 여겨진다.

Abstract This study aimed to investigate the effect of hand grip force on the activity of shoulder muscles in 2 arm postures. The muscle activity of the upper trapezius, lower trapezius, infraspinatus, anterior deltoid, and posterior deltoid muscles in 22 healthy subjects (11 men and 11 women) were measured using surface electrodes during 4 hand gripping tasks (0%, 30%, 50%, and 70% of maximum voluntary contraction) in 2 shoulder positions (neutral position and 90° elevation position). Among changing grip force significantly differenced infraspinatus, anterior deltoid, and posterior deltoid muscles' activity in the shoulder neutral position($p < 0.05$). In the shoulder 90° elevation position, anterior deltoid, posterior deltoid muscles' activity was significantly differenced ($p < 0.05$). Hand gripping was found to alter muscle activation. The hand grip task activated the infraspinatus muscle in the neutral position and inhibited the deltoid muscle in the 90° elevation position. This finding may prove useful for the development preventative measures and rehabilitation strategies for shoulder injuries.

Key Words : Grip force, Shoulder muscle, Electromyography

1. 서론

직업과 관련하여 발생하는 산업체 근골격계질환(work-related musculoskeletal disorder, WMSD)에 있어

상지는 요추부 손상에 이어 두 번째로 높은 발병률을 보이는 대표적인 손상부위이다[1]. 실제로 손을 이용하는 작업을 할 경우, 손과 손목 뿐 아니라 전완과 팔, 어깨 근육들을 포함한 상지 부위에 누적 손상 질환(cumulative

*교신저자 : Jong-Duk Choi

Tel: +82-42-280-2293 e-mail: Choidew@dju.kr

접수일 12년 01월 10일

수정일 (1차 12년 01월 31일, 2차 12년 02월 15일)

재게획정일 12년 03월 08일

trauma disorders, CTDs)을 야기시키고, 기능적 작업 수행을 어렵게 만들어 사회·경제적 손실을 초래하게 된다[2,3]. 그 중에서 어깨 근육의 손상은 팔을 반복적으로 올리거나, 손에 부하가 가해지는 형태의 산업체 작업 시 지속적이고 정적인 부하가 어깨 근육에 가해져 쉽게 손상당하게 된다[4-6].

한편, 어깨관절(shoulder joint)은 인체에서 가장 가동성(mobility)이 큰 관절로 관절 주변의 여러 기능적 구조물에 의해 가동성과 안정성(stability)이 유지되며[7,8], 특히 회전근개(rotator cuff)의 협력수축(co-contraction)에 의해 정상적이고 기능적인 움직임이 가능하게 된다[9-10]. 이러한 회전근개는 어깨 관절의 정상적 기능을 위한 필수 요소로 여겨지고 있으며[11], 그 중에서도 극상근(supraspinatus)과 극하근(infraspinatus)은 어깨의 안정성과 움직임에 있어 핵심적 역할을 담당하는 것으로 보고되고 있다[12,13]. 이 근육들은 손을 이용한 동작 시 쉽게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, Sporrang 등은 가벼운 수기작업 시에 다른 어깨 근육들에 비해 극상근과 극하근에서 실제로 높은 근활성도의 변화가 보인다고 보고하였다[14]. 또한 손에 부하가 지속적으로 가해질 경우 어깨 근육 내 압력을 증가시켜 근활성도에 변화가 나타나는데, 어깨 근육들 중에 극하근에서 더욱 뚜렷한 변화가 나타난다고 보고하였다[6, 15].

손 쥐기 동작(hand gripping task)은 여러 형태의 직업 활동과 스포츠 활동에서 운동생리학적으로 흔하게 수행되는 동작이며, 이러한 손 쥐기 동작은 상지근육의 활성도를 변화시킬 수 있다고 보고되고 있다[16]. Au와 Keir은 손 쥐기 동작 시 어깨 일부 근육의 근활성도는 증가하고 다른 일부 근육은 감소되는 현상을 발견하였다[17]. 팔 거상 각도 60° 유지 상태에서 최대 파악력의 30% 파악력을 적용하였을 때, 전삼각근과 중삼각근의 근활성도가 감소됨을 확인하였다. 또한 Sporrang 등은 팔 거상 자세에서 파악력 30%, 50% 적용 시 중삼각근의 근활성도는 감소하지만, 극상근과 극하근의 근활성도는 증가한다고 보고하였다[18]. 이러한 연구들은 쥐는 동작이 삼각근과 회전근개의 힘을 재분배하는데 관여하여 근활성도에 영향을 주는 것으로 해석되며 손을 주로 사용하는 직업군에서 회전근개의 손상이 가장 흔하게 발생하는 이유를 부분적으로 뒷받침해 준다[19].

팔의 위치에 따라라도 어깨 근육의 근활성도는 영향을 받는다. 팔을 최대 90°로 올릴 경우, 팔의 각도가 증가함에 따라 팔의 외적 모멘트가 증가하여 어깨근육의 근활성도가 증가하게 된다[20]. 또한 어깨관절이 움직이는 다양한 면 중에 어깨 외전과 굴곡이 일어나는 면에서 어깨 근육의 활성도가 특히 더 증가한다고 보고되고 있다

[21-22]. 이처럼 어깨 근육은 팔 자세와 파악력의 강도에 따라 근육별로 각기 다른 근활성도의 변화가 나타나며, 다양한 신체·환경적 조건에 따라 어떠한 근육들의 근활성도 변화가 나타나는지 이해하는 것은 중요하다. 어깨의 기능적 움직임에 있어 필수적인 근육들의 근활성도를 파악하여 손을 사용하는 직업군의 어깨 손상 기전을 예측하고, 어깨 손상의 예방 전략으로 활용할 수 있는 팔 자세와 파악력에 대한 이해가 필요하다고 할 수 있다.

또한 실제 팔의 위치와 파악력에 따른 어깨 근육의 근활성도를 알아 본 선행연구는 있지만, 팔 자세에 따라 파악력의 강도를 증가시켰을 때 나타나는 어깨 근육의 근활성도를 알아본 연구는 아직 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 정상인들을 대상으로 2가지 팔 자세 조건인 1) 팔 중립자세, 2) 팔 90° 거상자세에서 파악력을 최대 힘의 30%, 50%, 70%로 증가시켰을 때, 파악력에 따른 상승모근, 하승모근, 극하근, 전삼각근, 후삼각근의 근활성도에 미치는 영향을 확인하여, 산업체 근로환경에서의 어깨 근육 손상 예방 전략과 임상에서 재활훈련 시 치료전략으로 활용할 수 있도록 연구를 실시하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자

본 연구는 대전시 소재 D대학교에 재학 중인 건강한 20대 성인 남녀 22명(남자 11, 여자 11)을 대상으로 실시하였다. 대상자는 오른손을 주용수로 사용하는 자를 선발하였고, 오른쪽 어깨에 통증이나 손상이 있거나, 어깨부에 병리학적 질환 및 수술 병력이 있는 자, 현재 경추부 질환이 있는 자, 알려진 계통적 질환이 있는 자는 대상자에서 제외하였다. 모든 대상자는 실험 전에 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분한 설명을 듣고, 자발적으로 실험 참여에 동의한 자를 대상으로 시행하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(표 1).

[표 1] 연구대상자의 일반적 특성
[Table 1] General characteristics of subjects

	남(n=11)	여(n=11)	전체(n=22)
나이(세)	22.27±2.87 ^a	21.64±1.86	21.95±2.38
키(cm)	174.18±4.69	162.82±3.46	168.50±7.07
몸무게(kg)	68.45±6.22	53.55±3.62	61.00±9.10
체질량지수(m ² /kg)	22.54±1.50	20.23±1.71	21.38±1.97
최대 파악력(N)	33.23±6.04	21.64±3.58	27.44±7.66

^a평균±표준편차

2.2 측정 도구

2.2.1 표면 근전도

우세측의 상·하부 승모근과 극하근, 전·후 삼각근의 근활성도를 측정하기 위하여 표면 근전도 장비 Myosystem 1400A(Noraxon, U.S.A)를 사용하였다. 전극은 Ag/AgCl의 2극 표면 전극을 사용하였다. 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1024Hz로 설정하였으며, 20~450 Hz의 주파수 대역폭(bandpass-filtered)과 60Hz의 노치필터(notch filter)를 이용하였다. 근전도의 신호 저장과 신호 처리는 Myoresearch 1.06 소프트웨어(Scottsdale, U.S.A)를 사용하였다.

2.2.2 전자식 악력계(digital dynamometer)

손의 파악력 측정은 전자식 악력계(Baseline, U.S.A)를 사용하였다. 이 장비는 경량의 전자식 스프링 악력계로 90kg까지 측정이 가능한 장비이다. 손잡이는 손의 크기에 따라 거리 조절이 가능하도록 되어있으며, 나이와 성별에 따라 결과 값이 출력된다. 시작 버튼을 누르면 측정되며 측정 동안의 최대 악력이 자동으로 계산되어 화면에 kg 단위로 출력되는 장비이다.

2.3 실험방법

2.3.1 근전도 전극 부착 위치 및 정규화

전극을 부착하기 전에 근전도 신호의 피부저항을 최소화하기 위하여 전 대상자들의 털을 제거하고, 사포로 피부의 각질을 제거한 후, 알코올 솜으로 문질러 피부를 청결히 하였다. 전극은 2cm 간격으로 고정하였으며 근섬유의 방향과 평행하게 부착하였다. 상승모근은 제 7경추 극돌기와 쇄골 원위부 사이 1/3 지점에, 하승모근은 견갑골 하각 높이에서 척추 극돌기를 기준으로 외측 2cm 지점, 극하근은 견갑골 하각과 견갑근 사이 1/2과 견갑골 내측 연에서 2cm 외측 지점, 전삼각근은 견봉에서 손가락 2~3개 정도 아래 근복 위 근섬유 방향으로 부착하였고, 후삼각근은 견봉각 뒤에서 손가락 3개 정도 아래 근복 위 근섬유 방향으로 부착하였다[22-24]. 접지전극(ground electrode)은 견봉 외측에 부착하였다. 전극 부착 시 측정의 일관성을 높이기 위하여 동일한 측정자가 일괄적으로 부착하였고, 도수근력검사의 최대 근수축 유도 시 뚜렷이 보이는 근복(muscle belly)을 확인한 후 근복 중앙에 전극을 부착하였다. 근전도 부착 후, 본 실험에 앞서 근전도 값의 정규화(normalization) 과정을 위하여 자발적 기준 수축(reference voluntary contraction%, RVC%) 백분율 방법을 사용하였다. 수집 방법은 대상자가 팔꿈치관절 신전, 전완 중립, 어깨관절 90° 굴곡 자세에서 최대로 파악력을

유지했을 때 어깨 근육의 각 근육별 근활성도를 5초 유지, 3회 반복 측정하여 처음과 마지막 1초를 제외한 중간 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 자발적 기준 수축 백분율로 이용하였다.

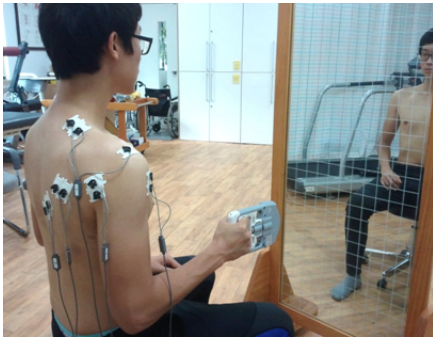
2.3.2 실험과정

대상자는 팔걸이와 등받침이 없는 의자에 앉아 엉덩이 관절과 무릎관절이 90°가 유지되고 얼굴은 정면을 향하며 곧게 등을 편 자세로 실험을 진행하였다. 모든 연구대상자는 팔 중립 자세, 팔 90° 거상 자세의 두 가지 자세에서 단계별 파악력을 적용·실시하였다.

악력계 사용 시 손의 크기에 따른 파악력의 차이를 최소화하기 위하여 악력계를 쥐었을 때 중수지절관절(metacarpophalangeal joint)이 약 90° 굴곡된 상태가 유지되도록 쥐기 막대의 거리를 조절하였다. 최대 파악력(maximal grip force)은 어깨관절 0° 외전, 팔꿈치관절 90° 굴곡, 전완 중립상태를 유지한 상태에서 측정하였다. 또한 최대 파악력을 측정하는 동안 체간이나 어깨의 보상의 움직임이 나타나지 않도록 측정 전에 거울을 보고 3회 연습을 실시하였다. 연습을 마친 후 대상자는 악력계를 이용하여 최대한의 파악력을 5초 동안 유지하였고 이를 3번 반복 측정하여 평균값을 기록하였다.

먼저 팔 중립자세에서는 어깨관절 내전과 중립 회전, 팔꿈치 관절 90° 굴곡, 전완 0° 회전, 손목관절 0~30° 신전 자세에서 실시하였다. 대상자는 이 자세를 유지한 채 악력계를 사용하여 최대 악력의 0%, 30%, 50%, 70%를 무작위로 순서를 정하여 손가락 쥐기를 실시하였다. 쥐기 수행은 연구자의 “시작”이라는 구호와 함께 실시하였으며, 해당되는 파악력을 50초간 유지하도록 하였다. 대상자의 파악력이 일정하게 유지되기 위하여 대상자가 쥐는 동작을 실시하는 동안에 악력 수치가 유지되도록 측정자가 구두주의를 통하여 청각적 피드백을 제공하였다. 또한 실험이 진행되는 동안 자세가 동일하게 유지될 수 있도록 대상자의 전면에 거울을 배치해 시각적 피드백을 주었다(그림 1).

두 번째 자세인 팔 90° 거상 자세에서는 견갑면에서 어깨 관절 90° 굴곡, 팔꿈치 관절 0° 신전, 전완 0° 회전 자세를 유지한 상태에서 쥐는 동작을 실시하였으며 이후 방법은 동일하게 적용하였다(그림 2). 두 자세에서 모두 파악력을 적용하기 전에 견갑골의 위치에 따른 어깨 근육의 근활성도의 차이 값을 최소화하기 위해 견갑골 중립 위치를 유지할 수 있도록 훈련하였다. 파악력에 따른 견갑대 근육 근활성도는 3회 반복 측정하였고, 각 수행 시 1분간의 휴식시간을 제공하였다.



[그림 1] 팔 중립 자세
[Fig. 1] Arm neutral position



[그림 2] 팔 90° 거상 자세
[Fig. 2] Arm 90° elevation position

2.3.3 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 윈도우용 SPSS version 18.0 프로그램을 이용하여 통계 처리하였다. 자료의 정규성 검증을 위해 Kolmogorov-Smirnov 분석을 시행하여 모든 변수의 정규분포를 확인하였다. 각 자세별 쥐는 강도에 따른 상·하 승모근, 극하근, 전·후 삼각근의 근활성도 값을 비교하기 위하여 반복측정 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 실시하였고, 사후 분석(post hoc) 방법으로 Bonferroni 검정을 사용하였다. 통계학적 검정을

[표 2] 팔 중립자세에서 파악력의 강도에 따른 어깨근육의 근활성도
[Table 2] Shoulder muscles activity during hand grip force on arm neutral position

근육	0%	30%	50%	70%	p
상승모근	12.54±5.80 ^a	12.90±6.34	13.06±6.16	15.09±9.08	.555
하승모근	18.40±7.75	19.64±7.46	21.41±7.95	25.04±12.77	.103
극하근	9.40±3.65	11.04±4.05	13.16±4.04	16.37±5.56	.000
전삼각근	4.81±4.01	5.58±4.67	5.45±4.65	16.37±5.56	.000
후삼각근	12.49±4.55	12.86±5.53	13.91±4.63	19.19±11.81	.005

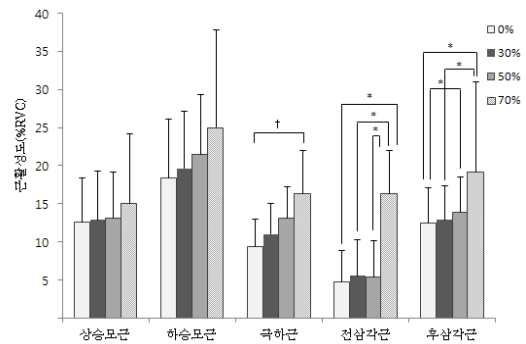
^a평균(mv)±표준편차

위한 유의 수준은 $\alpha = .05$ 로 정하였다.

3. 결과

3.1 팔 중립 자세에서 파악력의 강도에 따른 어깨 근육의 근활성도의 변화

팔 중립자세에서 파악력의 강도에 따른 상·하부 승모근, 극하근의 근활성도는 표 2와 같다. 이 자세에서는 극하근에서 최대 파악력의 0%, 30%, 50% 70%의 순으로 근활성도가 높게 나타났으며, 전삼각근과 후삼각근의 경우 최대 파악력의 70%에서 가장 높은 근활성도를 보였다($p < .01$). 극하근의 근활성도는 파악력 정도 간에 유의한 차이를 보였고($p < .05$), 사후 검정 결과에서도 각 파악력간의 근활성도가 유의한 차이를 보였다(그림 3). 상·하부 승모근에서는 파악력에 따른 근활성도의 유의한 차이를 보이지 않았다.



[그림 3] 팔 중립 자세에서 파악력에 따른 어깨 근육의 근활성도 비교 (* $p < .05$)(† 모든 쥐는 힘에서 쥐는 힘 사이의 유의한 차이가 있음)

[Fig. 3] Comparison of shoulder muscles activity during hand grip force on arm neutral position (* $p < .05$) († significant difference compared with all grip force)

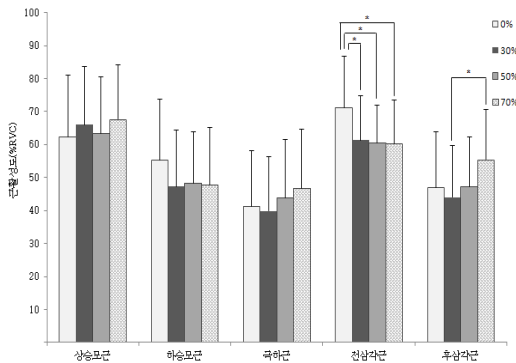
[표 3] 팔 90° 거상자세에서 파악력의 강도에 따른 어깨근육의 근활성도
 [Table 3] Shoulder muscles activity during hand grip force on arm 90° elevation position

근육	0%	30%	50%	70%	p
상승모근	62.25±18.88	65.97±17.60	63.37±17.25	67.70±16.53	.364
하승모근	55.19±18.49	47.31±16.98	48.16±15.66	47.85±17.42	.143
극하근	41.18±16.90	39.90±16.30	43.80±17.85	46.71±18.05	.092
전삼각근	71.23±15.62	61.39±13.36	60.57±11.49	60.35±13.26	.000
후삼각근	47.04±16.71	44.08±15.55	47.31±14.99	55.48±15.10	.029

^a평균±표준편차

3.2 팔 90° 거상자세에서 파악력의 강도에 따른 어깨근육의 근활성도의 변화

팔 90° 거상자세에서 파악력의 강도에 따른 상·하부 승모근, 극하근, 전·후 삼각근의 근활성도는 표 3와 같다. 전삼각근의 근활성도는 최대 파악력의 0%, 30%, 50% 70%의 순으로 근활성도가 낮게 나타났으며, 후삼각근은 최대 파악력의 30%, 50%, 70%의 순으로 근활성도가 증가하였다. 전·후 삼각근 근활성도의 반복 측정된 일요인 분산분석 결과 전·후 삼각근 근활성도는 파악력 간에 유의한 차이를 보였고(p<.05), 사후 검정 결과 전삼각근에서는 최대 파악력의 0%와 30%, 0%와 50%, 0%와 70% 간에 유의한 차이를, 후삼각근에서는 최대 파악력의 30%와 70%간에 유의한 차이를 보였다(그림 4). 상·하부 승모근과 극하근에서 파악력의 강도에 따른 근활성도는 유의한 차이를 보이지 않았다.



[그림 4] 팔 90° 거상자세에서 파악력의 강도에 따른 어깨 근육의 근활성도 비교 (*p<.05)

[Fig. 4] Comparison of shoulder muscles activity during hand grip force on arm 90° elevation position (*p<.05)

4. 고찰

본 연구는 팔의 두 가지 다른 자세 조건 상태에서 손 파악력의 강도를 증가시켰을 때 어깨 근육의 근활성도가 어떻게 변화하는지를 알아보고, 각 근육별 파악력에 따른 근활성도의 특징적 변화들을 비교 분석하기 위하여 실시하였다.

먼저 팔 중립자세에서는 극하근의 근활성도가 최대 파악력의 30%, 50%, 70%로 파악력이 증가하였을 때 최대 파악력의 0%와 비교하여 자발적 기준 수축이 각각 14.4%, 40%, 74%로 유의하게 증가하였다. 이는 Sporrang 이 팔의 거상 자세에서 정적으로 손에 파악력을 적용했을 때 파악력에 따라 극하근의 근활성도가 양의 상관관계를 보이며 유의하게 증가한 결과와 동일한 결과라 할 수 있다[18]. 또한 이 자세에서 특징적인 것은 파악력 70%에서 전삼각근과 후삼각근의 근활성도가 최대 파악력의 30%와 50%에 비해 높은 근활성도가 나타났다는 점이다. 실제 후삼각근은 극하근과 함께 대표적인 어깨 외회전 근육으로 외회전 시 극하근에 비해 과도하게 작용하게 되면 상완골두를 상방으로 전위시키고 극하근의 작용을 억제시키기 때문에 적절한 수준의 수축이 필요한 근육이다. Darren의 연구에서는 어깨의 외회전 등척성 저항 운동 시 최대 등척성 수축 10%, 40% 사이의 낮은 저항에서 중, 후삼각근의 작용이 최소화되고 극하근의 작용은 최대화 할 수 있다고 하였다[11]. 이러한 선행 연구와 본 연구의 결과를 비교해 볼 때, 파악력을 통하여 극하근의 선택적 작용을 이끌어 내기 위해서는 최대 파악력의 30~50%가 적절한 강도로 여겨지며, 최대 파악력의 70% 이상의 강한 파악력은 후삼각근을 활성화시켜 극하근의 선택적 작용을 최대화시키는데 방해가 될 수 있을 것으로 보인다. 이는 파악력이 요구되는 근로자의 작업 시 최대 파악력의 30%, 50% 강도로 반복적이고 지속적으로 수기 작업을 수행할 경우 극하근과 같은 어깨 안정근육의 스트레스와 손상이 가해질 수 있으며 이에 수기작업

전후로 예방 증재나 적절한 휴식으로 손상을 최소화시킬 수 있을 것으로 여겨진다. 또한 어깨 손상 후 약화되기 쉬운 극하근과 같은 어깨 안정근육 재활훈련 시 최대 파악력 70% 이상의 강한 파악력이 아닌 30~50%의 중간 정도의 파악력의 적용을 통하여 보다 효과적인 극하근 근력 훈련을 시킬 수 있을 것으로 사료된다.

두 번째로 팔 90° 거상자세에서는 전삼각근에 파악력이 최대 파악력 0%를 기준으로 30%, 50%, 70%로 증가함에 따라 자발적 기준 수축력이 -13.8%, -15%, -15.3%로 유의하게 감소하였다. 후삼각근은 최대 파악력 30%를 기준으로 50%, 70%로 파악력이 증가함에 따라 자발적 기준 수축력이 7.3%, 25.9%로 유의하게 증가하는 결과를 보였다. 특히 전삼각근의 경우 최대 파악력의 0%와 비교하여 파악력이 주어졌을 때 전삼각근의 근활성도가 감소하는 현상을 보였으며 이는 팔 거상 시에는 견갑상완리듬이 나타나면서 어깨 근육의 기능적 재분배가 이루어질 때 파악력이 극하근과 같은 안정근을 활성화시키고 삼각근과 같은 움직임근의 활성은 억제하는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 회전근개 손상 후 재활 시 전삼각근의 과활성도를 제한하기 위한 방법으로 파악력을 적용할 수 있을 것으로 여겨진다. 하지만 파악력의 강도의 증가에 따른 근활성도는 큰 변화가 없으므로 과도한 파악력으로 피로를 유발하기 보다는 최대 파악력의 30% 이상으로만 적용시켜주면 전삼각근의 과활성도를 제한시켜 줄 수 있을 것으로 보인다. 또한 후삼각근은 중립자세에서와 유사한 결과로 최대 파악력 70%에서 가장 높은 근활성도를 보였으며, 극하근은 파악력에 따라 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

위 결과에서 확인 할 수 있는 점은 두 가지 자세 모두에서 극하근의 근활성도가 파악력이 증가하였다는 점이다. Sharkey는 손에 부하가 가해질 경우 삼각근과 같은 어깨 거상근육에 비해 어깨관절의 안정성에 관여하는 회전근개 근육, 특히 극하근에서 근활성도의 변화가 더욱 두드러지게 변화한다고 보고하였다[25]. 본 연구에서는 손에 부하를 주는 대신에 파악력을 적용하였고 그 결과 손의 부하와 동일하게 파악력이 증가할수록 극하근의 근활성도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 손 쥐기 동작 시 어깨 근육의 근활성도가 증가되는 것에 관한 기전은 아직 명확하게 설명되지 않고 있다. 그러나 인체의 모든 분절들을 하나의 기능적 단위로 설명하는 운동학적 사슬(kinesiologic chain) 관점으로 볼 때 파악력이 팔의 근위부와 위위부 사이의 협력 수축을 일으켜 극하근과 같은 상완골두를 관절 외에 밀착시켜 주는 안정성 근육의 작용이 증가되는 것이라고 여겨진다. 다시 말해, 쥐기 힘이 증가함에 따라 손가락 쥐는 작용을 하는 전완근과 상완근

의 활성도가 증가될 것이고, 이는 또 다시 연결된 어깨 근육에 영향을 미치며 특히 관절의 안정성 유지 기능을 하는 극하근의 활성도를 증가시킨 것으로 보인다. 이러한 어깨근육의 근활성도 증가는 신체 다른 부위의 움직임 없는 상태에서 파악력을 적용시켜 근육의 긴장만을 증가시키는 정적 수축 시에 더욱 두드러지게 나타날 것이라고 여겨진다. 이러한 결과를 비추어 보았을 때 어깨손상으로 가장 흔하게 발생하는 회전근개 손상 시 극하근의 손상 정도를 평가함에 있어 파악력을 통해 극하근만의 선별적인 평가 및 치료를 적용할 수 있는 유용한 방법으로 응용할 수 있을 것이라 여겨진다. 한편 이와 같이 손에 파악력이 정적인 상태로 지속적으로 가해졌을 경우, 어깨 근육의 누적된 스트레스로 어깨 근육의 근섬유 등 원패틴을 변화시키고 근육의 특성을 변화시켜 어깨 질환의 위험 요소가 될 수도 있다.

본 연구에서 두 가지 자세를 선정한 이유는 먼저 팔의 자세에 따라 어깨근육의 근활성도가 차이가 있다는 이전 연구의 결과를 참고하였고, 그 중에서도 본 연구에서 실시한 두 가지 자세가 임상적 의의가 있을 것으로 여겨져 선택하게 되었다. Antony는 어깨 관절의 움직임 면(굴곡면, 견갑면, 외전면), 팔의 각도가 다른 다양한 어깨 조건 하에서 파악력을 적용했을 때, 어깨 관절의 움직임 면과, 각도에 따라 어깨 근육의 활성도의 차이를 보인다고 하였다[20]. 이에 본 연구에서도 두 가지 팔의 자세로 구분하여 파악력에 따른 어깨 근육의 활성도를 측정하였다. 먼저 팔 중립자세는 사업장에서 정적 자세로 수기작업 시 일반적으로 취하는 자세이며, 이 자세에서의 근활성도에 가장 큰 변화가 나타나는 어깨 근육을 알아보고자 하였다. 또한 임상에서 회전근개 손상환자의 평가 시 통증이나 관절구축으로 인하여 어깨관절 거상이 어려운 환자에게 회전근개 손상 여부를 효율적으로 평가할 수 있는 기초자료로 사용하기 위하여 선택하였다. 두 번째 자세인 팔 90° 거상자세는 이전 연구에서 어깨근육의 근활성도가 가장 높게 나타날 수 있는 자세라고 제시하였고, 임상에서 어깨손상 환자 재활 훈련 시 흔히 사용되는 자세이기 때문에 선정하게 되었다.

한편, 본 연구의 결과는 어깨 손상을 예방하기 위한 측정방법으로나 어깨 손상의 재활 전략으로 활용될 수 있다. 파악력이 극하근과 같은 안정근의 근활성도를 증가시키는 점을 활용하여 임상에서 회전근개의 심한 파열이나 충돌증후군으로 인해 어깨를 움직일 수 없는 환자에게 파악력의 강도를 정상 측과 비교 측정하여 회전근개 손상 유무와 정도를 쉽게 평가할 수 있는 방법으로 활용할 수 있을 것으로 여겨진다. 또한 어깨 손상 환자의 어깨 관절 범위 향상과 회전근개 강화를 목적으로 재활 훈련

을 실시할 때 파악력을 적용한 상태에서 운동을 하게 되면 극하근과 같은 안정근을 보다 효율적으로 활성화시켜 견갑상완 리듬을 향상시킬 수 있는 보조적인 방법으로도움을 줄 수 있을 것이다.

본 연구의 제한점으로는 첫 번째로 실험이 건강한 20대 건강한 성인을 대상으로 하였다는 점이며 전 연령대와 어깨 손상을 지닌 환자에게 일반화하기에는 어려움이 있을 것으로 여겨진다. 두 번째는, 최대 파악력 0% 측정 시 쥐기 없이 근력계를 잡게 했지만, 미세한 파악력이 관여되어 어깨 근육의 근활성도에 영향을 주었을 것이라고 여겨진다.

앞으로의 연구에서는 다양한 연령대에서 팔의 자세별 어깨근육의 근활성도 패턴을 비교, 분석하고 또한 어깨 통증이 있는 환자와 건강한 사람의 파악력의 차이를 비교하는 연구가 필요할 것이다.

5. 결론

본 연구는 건강한 정상인 22명을 대상으로 두 가지 팔 자세에서 파악력에 따라 상·하 승모근, 극하근, 전·후 삼각근의 근활성도의 변화를 알아보았다. 팔 중립자세에서는 파악력이 증가함에 따라 극하근의 근활성도가 유의하게 증가하였고, 팔 90° 저상자세에서는 전삼각근의 근활성도가 유의하게 감소하였음을 확인하였다. 따라서 산업체 근로 환경에서 중립자세에서의 파악력이 동반되는 수기작업을 실시할 경우, 적절한 극하근 스트레칭과 휴식을 통하여 극하근의 피로도를 최소화시키고, 더불어 극하근 강화운동을 통해 어깨 안정성 근육의 손상 예방을 위하여 활용될 수 있을 것으로 여겨진다. 또한 임상에서는 파악력을 어깨 안정화 근육의 손상 정도를 평가하는 하나의 방법으로 활용하고, 재활훈련 시에도 효율적인 전략으로 유용하게 사용될 수 있으리라고 제안하는 바이다.

References

[1] WSIB. Statistical supplement to the 2007 annual report. Workplace Safety and Insurance Board of Ontario; 2008.

[2] Chaffin D.B, Andersson G.B.J, Martin B.J, Occupational Biomechanics, fourth ed. John Wiley & Sons, Inc., New York; 2006.

[3] Ranney D, Wells R, Moore A, "Upper limb musculoskeletal disorders in highly repetitive industries:

precise anatomical physical findings", *Ergonomics*, Vol. 38, No. 7, pp. 1408 - 1423, 1995.

[4] Herberts P, Kadefors R, Hogfors C, Sigholm G, "Shoulder pain and heavy manual labor", *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol. 19, No. 1, pp. 166 - 178, 1984.

[5] Herberts P, Kadefors R, "A study of painful shoulder in welders", *Acta Orthopaedica Scandinavica*, Vol. 47, No. 4, pp. 381 - 387, 1976.

[6] Jarvholm U, Palmerud G, Herberts P, Hogfors C, Kadefors R, "Intramuscular pressure and electromyography in the supraspinatus muscle at shoulder abduction", *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol. 24, No. 5, pp. 102 - 109, 1989.

[7] Inman VT, Saunders JB, Abbott LC, "Observations of the function of the shoulder joint 1944", *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol. 33, pp. 3 - 12, 1996.

[8] Veeger HE, van der Helm FC, "Shoulder function: the perfect compromise between mobility and stability", *Journal of Biomechanics*, Vol. 40, No. 10, pp. 2119 - 2129, 2007.

[9] David G, Magarey ME, Jones MA, Dvir Z, Turker KS, Sharpe M, "EMG and strength correlates of selected shoulder muscles during rotations of the glenohumeral joint", *Clinical Biomechanics*, Vol. 15, No. 2, pp. 95-102, 2000.

[10] Halder AM, Itoi E, An KN, "Anatomy and biomechanics of the shoulder", *Orthopedic Clinics of North America*, Vol. 31, No. 2, pp. 159-176, 2000.

[11] Darren Reed, Mark Halaki and Karen Ginn, "The rotator cuff muscles are activated at low levels during shoulder adduction: an experimental study", *Journal of Physiotherapy*, Vol. 56, No. 4, pp. 259-264, 2010.

[12] Sharkey NA, Marder RA, "The rotator cuff opposes superior translation of the humeral head", *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 23, No. 3, pp. 270-275, 1995.

[13] Soslowsky LJ, Carpenter JE, Bucchieri JS, Flatow EL, "Biomechanics of the rotator cuff", *Orthopedic Clinics of North America*, Vol. 28, No. 1, pp. 17-30, 1997.

[14] Sporrang H, Palmerud G, Kadefors R, Herberts P, "The effect of light manual precision work on shoulder muscles - an EMG analysis", *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Vol. 8, No. 3, 177 - 184, 1998.

[15] Jarvholm U, Palmerud G, Karlsson D, Herberts P, Kadefors R, "Intramuscular pressure and electromyography in four shoulder muscles", *Journal of Orthopaedic*

- Research, Vol. 9, pp. 609 - 619, 1991.
- [16] Alizadehkhayat O, Fisher AC, Kemp GJ, Vishwanathan K, Frostick SP, "Shoulder muscle activation and fatigue during a controlled forceful hand grip task", Journal of Electromyography and Kinesiology, Vol. 22, No. 3, pp. 478-482, 2011.
- [17] Au AK, Keir PJ, "Interfering effects of multitasking on muscle activity in the upper extremity", Journal of Electromyography and Kinesiology, Vol. 17, No. 5, pp. 578 - 586, 2007.
- [18] Sporrang H, Palmerud G, Herberts P, "Hand grip increases shoulder muscle activity, an EMG analysis with static hand contractions in nine subjects", Acta Orthopaedica Scandinavica, Vol. 67, No. 5, pp. 485 - 490, 1996.
- [19] Zakaria D, "Rates of carpal tunnel syndrome, epicondylitis, and rotator cuff claims in Ontario workers during 1997", Chronic Diseases Canada, Vol. 25, No. 2, pp. 32 - 39, 2004.
- [20] Antony NT, Keir PJ. "Effects of posture, movement and hand load on shoulder muscle activity", Journal of Electromyography and Kinesiology, Vol. 20, No. 2, pp. 191-198, 2009.
- [21] MacDonell CW, Keir PJ, "Interfering effects of the task demands of grip force and mental processing on isometric shoulder strength and muscle activity", Ergonomics, Vol. 48, No. 15, pp. 1749 - 1769, 2005.
- [22] Pontillo M, Orishimo KF, Kremenik IJ, McHugh MP, Mullaney MJ, Tyler TF, "Shoulder musculature activity and stabilization during upper extremity weight-bearing activities", North American Journal of Sports Physical Therapy, Vol. 2, No. 2, pp. 290-296, 2007.
- [23] Arwert HJ, de Groot J, Van Woensel WW, Rozing PM, "Electromyography of shoulder muscles in relation to force direction", Journal of Shoulder and Elbow Surgery, Vol. 6, No. 4, pp. 360-370, 1997.
- [24] Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, Hawkins RJ, "Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises", The American Journal of Sports Medicine, Vol. 27, No. 6, pp. 784-791, 1999.
- [25] Sigholm G, Herberts P, Almstrom C, Kadefors R, "Electromyographic analysis of shoulder muscle load", Journal of Orthopaedic Research, Vol. 1, No. 4, pp. 379 - 386, 1984.

장 현 정(Hyun-Jenong Jang)

[정회원]



- 2004년 1월 ~ 2006년 12월 : 대전선병원 물리치료실 정형도수 물리치료사
- 2007년 12월 ~ 2011년 2월 : 서울우리들병원 척추관절건강강리실 주임치료사
- 2011년 2월 : 삼육대학교 일반대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 일반대학원 물리치료학과 박사과정

<관심분야>

근골격계물리치료, 여성건강물리치료, 슬링운동

김 지 선(Ji-Seon Kim)

[정회원]



- 2010년 10월 ~ 현재 : 대전 유성 한가족병원 재활치료센터 팀장
- 2011년 2월 : 대전대학교 보건스 포츠대학원 (물리치료학 석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 일반대학원 물리치료학과 박사과정

<관심분야>

근골격계물리치료, 산부인과 물리치료

최 종 덕(Jong-Duk Choi)

[정회원]



- 1999년 2월 : 연세대학교 재활학과 (보건학사)
- 2002년 8월 : 연세대학교 재활학과 (이학석사)
- 2008년 2월 : 연세대학교 재활학과 (이학박사)
- 2009년 9 ~ 현재 : 대전대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

운동조절평가

김 선 엽(Suhn-Yeop Kim)

[정회원]



- 1986년 2월 : 연세대학교 보건학과(보건학사)
- 1990년 8월 : 연세대학교 보건대학원(보건학석사)
- 1998년 2월 : 계명대학교 대학원(보건학박사)
- 1988년 2월 ~ 2000년 2월 : 안동과대학 물리치료과 교수
- 2000년 3월 ~ 2006년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과 교수
- 2006년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

근골격계물리치료, 도수치료, 슬링운동