

견관절충돌증후군 환자에 대한 수정된 슬링운동과 일반적 등척성운동의 효과 비교



The Journal Korean Society of Physical Therapy

- 장광호, 최종덕¹, 이문환², 김창용¹
- 송춘정형외과 물리치료실, ¹대전대학교 보건스포츠과학대학 물리치료학과, ²한국국제대학교 물리치료학과

A Comparison of Modified Sling Exercise and General Isometric Exercise in Patients with Shoulder Impingement Syndrome

Kwang-Ho Jang, PT, MS; Jong-Duk Choi, PT, PhD¹; Moon-Hwan Lee, PT, PhD²; Chang-Yong Kim, PT, BS¹

Department of Physical Therapy, Songchon Orthopedic Clinic; ¹Department of Physical Therapy, College of Health Sports Science, Daejeon University; ²Department of Physical Therapy, International University of Korea

Purpose: The purpose of this study was to compare modified sling exercise and general isometric exercise in patients with shoulder impingement syndrome.

Methods: Twenty subjects were studied. The control group, n1 = 10, received instructions for doing general isometric (ISO) exercise. An experimental group, n2 = 10, received instructions for doing push-ups from standing and sitting positions and modified scapular exercises using a sling (3 sets, 3 times per week for 6 weeks). To evaluate the effects of exercise, subjects were evaluated using a visual analog scale for pain, a goniometer for range of motion, and electromyography for onset time of muscle contraction. Statistical analysis was done using the Wilcoxon Signed rank and Mann-Whitney U tests.

Results: Pain in the sling group was significantly decreased after 6 weeks of treatment ($p < 0.05$) pain in the general ISO exercise group was not significantly decreased ($p > 0.05$). Flexion and external rotation were significantly increased after 6 weeks of treatment in both groups ($p < 0.05$) and the change in the Sling group was greater than in the ISO group ($p < 0.05$) in the flexion test. Time of onset of contractions in the Sling group for the upper trapezius, lower trapezius and serratus muscle were significantly decreased after 6 weeks of treatment ($p < 0.05$), but the onset time for the middle trapezius did not significantly decrease ($p > 0.05$).

Conclusion: Scapular stabilizing exercise using a sling increases range of motion and decreases pain, and onset time of muscle contraction in patients with impingement syndrome.

Keywords: Isometric exercise, On-set time, ROM, Sling

논문접수일: 2010년 7월 14일

수정접수일: 2010년 8월 25일

게재승인일: 2010년 9월 19일

교신저자: 최종덕, choidew@dju.kr

1. 서론

충돌증후군(impingement syndrom)은 어깨 통증을 호소하는 환자의 44~55%를 차지하는 가장 일반적인 어깨통증 중 하나이다.¹ 충돌증후군은 견봉돌기 전방 1/3하면(undersurface) 부위의 마찰에 의해 마모(abrasion)되어 발생하는 극상근 건의 병리적 상태이다.²

충돌증후군을 일으키는 원인으로 내재적 원인과 외재적 원인으로 나눌 수 있다.² 내재적 원인은 해부학적 변형, 역학적 요인, 퇴행 그리고 회전근개의 무혈관성(avascularity)과 관련될 수 있다.^{3,4} 이런 내재적 원인들은 회전근개의 건내에서 염증 변화를 일으킬 수 있으며, 또한 특정 팔의 위치에서 상대적으로 미세혈관의 허혈성 부위를 발생시킬 수 있으므로 이 부위는 회전근개의 병리적 변화가 가장 많이 발생하는 곳이고 이 부위를

결정대(critical zone)라고 한다.⁴ 회전근개 파열의 95%가 충돌 증후군에 의해 유발된다고 Neer에 의해 추정되었으며, 이것은 초기 확인과 중재가 요구된다고 하였다.⁵ 외재적 원인으로는 회전근개 외부에서 일어나는 힘들과 오혜견봉돌기 궁의 해부와 관련될 수 있고, 근육의 불균형, 회전근개와 부건갑 근육군(parascapular muscle)과 관련된 기능 변화, 자세 변화, 운동 또는 작업적 영향에서의 훈련 오류를 포함한 촉발 요인들을 들 수 있다.⁶ 견갑골과 상완골의 움직임은 회전근개와 견갑골의 움직임을 만들어내는 두 근육군의 짝힘에 의해 조절되며, 이 짝힘이 붕괴되면 근육의 협응 활동이 일어나지 않고 회전근개의 압축을 일으킨다.⁷

충돌증후군 환자에서 표면 근전도를 사용하여 견관절 근육의 동원 유형과 잠복기를 조사하고, 정상 견관절과 비교한 연구들이 다양하게 보고되었다. Reddy 등⁸은 충돌증후군 환자들에서 팔 떨어뜨림 검사(drop arm test)시 승모근의 비정상적인 동원패턴을 나타낸다고 하였다.⁹ Moraes 등¹⁰은 팔 거상 시 중증도 충돌증후군 환자에서 견갑골 근육의 늦은 동원이 일어났다고 하였고, Cools 등¹¹은 충돌증후군 환자 팔 거상 시 상승모근, 중승모근, 하승모근 그리고 전거근의 근 수축 개시 시간 순서에 대한 EMG 연구를 통해 개시 시간 순서는 유의한 차가 없지만 이들 근육들의 잠복(latency) 시간이 정상군에 비하여 크게 나타났고, 견갑골 안정성 근육들의 동원이 유의하게 지연되었다고 하였다. 그러나 위와 대조적으로 Santos 등¹²의 연구에서는 충돌증후군 환자의 90° 팔 거상 시 개시 시간 순서가 상승모근, 하승모근 그리고 전거근의 순서로 나타났고 세 근육 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다고 하였다. 또한 Cools¹³은 정상군에서 팔을 떨어뜨리는 검사 동안 상, 중, 하승모근의 동원 개시 시간의 측정에서 세 군과의 유의한 차가 없었다고 보고하였다. 따라서 충돌증후군의 견갑골 안정성 근육들의 근 수축 개시 시간 순서에 있어서 EMG 분석에 대한 선행 논문들에서의 결과는 상반적이었다.

현재 충돌증후군 환자에 대한 치료적 중재로 신장과 근력 그리고 이완 운동을 병행한 자가 운동,¹⁴ 도수가동술,¹⁵ 외과적 견봉성형술,¹⁶ 수기치료¹⁷ 등 다양하게 이루어지고 있다. 하지만 동통성 충돌증후군 환자에게 통증이 유발되는 견관절 운동을 피해야 한다는 것은 일반적이며, 선행 연구들은 단지 통증과 근력에 중점을 두는 운동을 대부분 선택하였다. Roy 등¹⁸은 단일 대상 조사방법(single subject study)으로 편측 충돌증후군 8명을 9주간 3단계의 치료적 중재를 실시한 결과 먼저 최대하 등척성운동을 실시한 2주 동안에 대다수의 통증호를 보였으며, 견흉 근육을 근력 강화시키는 4주 동안은 통증호에 대한 유의

한 향상을 보였으며, 마지막 3주 동안에 자가 운동 프로그램의 결과는 모든 대상자에서 근력과 후방경사의 향상이 보였다. 이러한 최근의 연구는 운동 조절과 근력 운동의 재활 프로그램이 견관절 통증 감소와 기능 향상에 효율적이라는 근거를 제시하고 있다.

최근 들어 닫힌 사슬 운동(CKC)은 상지 재활 프로그램에서 종종 활용하고 있다. 닫힌 사슬 운동은 말단 사지를 지면에 고정된 채 여러 관절들의 움직임들을 포함한 운동을 말한다.¹⁹ 특히 닫힌 사슬 운동을 상대적으로 불안정한 표면에서 수행할 때 불안정성은 증가하고, 이 추가적인 불안정성은 근신경계에 대한 요구를 증가시켜, 근육의 동시 수축을 증가시키게 한다.²⁰ Verhagen 등²¹은 불안정한 닫힌 사슬 운동 훈련 이후, 근육 반사 잠복 시간이 향상되고 발목 관절 손상이 감소되었다고 하였다. 그 밖에 Ludewig 등²²은 정상인에게 3가지 종류의 팔굽혀 펴기 동작을 실시한 연구에서 전거근과 상승모근의 EMG 측정 결과 전거근과 상승모근에서 균형을 일으킨다고 하였다. 이는 닫힌 사슬 운동은 견갑골 안정화 근육에 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 또한 슬링운동이 상지 재활 프로그램의 한 종류로서 사용되고 있으며, 슬링운동은 근골격계 질환자의 영구적인 치유를 목적으로 슬링을 이용한 능동적인 치료와 운동법을 체계화한 접근법이다. 슬링운동은 능동적인 치료적 운동을 통한 손상 치료로서 많은 분야에서 채택하고 있다. Jonsson 등²³은 충돌증후군 환자에게 12주 동안 충돌증후군의 극상근과 삼각근에 대한 열린 사슬 운동으로 원심성 훈련을 실시한 결과 VAS는 유의하게 낮아졌고 기능 점수는 향상되었다고 보고하였다. 충돌증후군의 극상근과 삼각근에 대한 훈련이 운동 조절과 근력 운동에 근거한 재활 프로그램은 견관절 통증을 감소시키고, 견관절 기능을 더욱 향상시키는 데 효율적이라는 것을 보여주었다.²³ 그러나 충돌증후군 환자에게 근전도를 비롯하여 객관적인 임상평가 척도를 이용한 다양한 측면의 평가를 근거로 한 닫힌 사슬 슬링운동의 효과에 관한 연구는 이루어지지 않았다. 그러므로 본 연구의 목적은 충돌증후군 환자에게 닫힌 사슬 운동을 이용한 수정된 슬링운동과 일반적 등척성운동 치료를 견갑골 안정근인 상, 중, 하승모근과 전거근에 적용하여 통증의 척도 및 관절가동범위 그리고 팔 거상 시 개시시간을 표면 근전도를 사용하여 조사하고 슬링운동군과 등척성운동군과의 근 수축 개시 시간의 변화를 치료 전과 치료 후에 비교하여 견관절 재활 프로그램에서 견갑골 안정화 운동으로서의 닫힌 사슬 운동을 이용한 수정된 슬링운동이 견갑골 안정성에 미치는 효과를 보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 참여한 연구대상자는 정형외과 전문의에 의해 어깨 충돌증후군으로 진단받고 급성염증이 없는 20명의 입원환자를 대상으로 2008년 7월 30일부터 2008년 10월 23일까지 6주간 슬링운동군과 등척성운동군에 각각 10명씩 무작위 배치법으로 나누어 실시하였다. 또한 모든 대상자는 본 연구의 목적과 실험의 절차에 대하여 충분히 이해하였고, 자발적인 동의 하에 연구에 참여하였다. 환자군의 선정 대상 기준은 Neer 충돌증후군 검사와 Hawkins 충돌증후군 검사 시에 양성을 나타내거나 능동 어깨 거상 시, 회전근개 건 촉진 시, 등척성 외전 저항 시, C5 또는 C6 피부 분절 부위에 통증이 있는 자로 위의 6개 검사 중 적어도 3가지 이상을 만족하는 환자로 선정하였다. 대상자로 선정 시 통증을 심하게 호소하는 환자, 압박 검사 시 견갑상완 관절의 불안정이 있는 환자, 다양한 어깨 수술을 시술 받은 환자, 경추와 관련된 증상이 있는 환자는 제외하였다.

2. 실험방법

1) 운동과제의 수행

모든 연구 대상자들은 온습포 20분, 전기치료 15분, 그리고 초음파 5분을 적용한 후 운동을 수행하였다. 슬링운동군은 Kirkesola²⁴에 의해 제시된 Neurac 기법 중 닫힌 사슬(close kinetic chain)을 참조하여 선 자세에서 푸시 업, 앉은 자세에서 푸시 업, 수정된 견갑골 운동으로 구성된 슬링운동을 각각 10회를 1세트로 하여, 기본 3세트를 1일 1회, 주 3회, 총 6주 동안 실시하였으며, 초기에는 강한 부하의 운동을 적은 횟수(5~6회)의 반복과 짧은 지속시간(5~6초)으로 실시하였고, 운동 수행이 가능해지면 점진적으로 유지 시간과 반복 횟수를 증가시키고, 진동 자극을 첨가하였다. 모든 운동은 통증이 없는 범위 안에서 행하여졌다. 등척성운동군은 상승모근(upper trapezius), 전거근(serratus anterior), 중승모근(middle trapezius), 하승모근(lower trapezius)에 도수적 저항을 이용한 등척성운동을 각각 10회를 1세트로 하여, 기본 3세트를 1일 1회, 매주 3회, 총 6주 동안 실시하였으며, Ekstrom 등²⁵이 제시한 표면 근전도 검사 동안 최대 근 수축 표준화에서 가장 근 활성도가 높게 측정된 자세로 실시하였고, 도수 저항은 환자가 통증을 느끼지 않는 범위에서 점진적으로 증가하였다. 환자의 상태에 따라 횟수와 유지시간의 차이를 두었으며, 각 세트별 휴식시간은 120초로 정하였다. 운동수행은 임상 경력이 5년 이상 숙련된 2명의 물리치료사에 의해 행해졌다.

2) 측정도구

대상자는 따뜻하며 조용하고 밝은 환경에서 간편한 복장으로

검사를 하였으며, 슬링운동과 등척성운동을 각각 실시하기 전과 실시한 후에 통증, 관절가동범위, 근 수축 개시 시간의 변화를 다음과 같이 측정하였다.

(1) 시각적 상사척도(visual analogue scale)

검사방법은 환자가 능동 거상 시 끝부분에서 환자 자신이 느끼는 통증을 1~10 cm의 간격의 시각적 상사 척도를 이용하여 (10에 가까우면 가장 큰 통증이고 1로 갈수록 통증의 크기는 작아짐) 자가 기입으로 측정하였다.²⁶

(2) 관절가동범위 측정(range of motion)

이 검사는 운동 전, 후 환자의 기능적 활동성을 검사하는 방법으로 환자가 능동적으로 각각의 동작을 수행할 때 통증이 유발되지 않는 범위에서 관절가동범위 마지막 지점을 360° 각도계(goniometer AP5159, 조은메디칼, 대한민국)를 이용하여 굴곡, 외전, 외회전, 내회전을 각각 측정하였다.

(3) 근 수축 개시 시간 검사

선택된 근육의 근 활성도 분석을 위해 Ag/AgCl (electrode 2237, 3M Ltd, 미국)전극을 표면전극으로 사용한 근전도 장비(WEMG-8, Laxtha, 대한민국)를 사용하였다. 표본 추출률(sampling rate)은 1024 Hz이었으며, band pass filtering은 10~1000 Hz, 그리고 notch filter는 60 Hz를 사용하였고, 공통 성분 제거율(common mode rejection ratio)은 110 dB로 설정하였다. 본 실험에서는 전극을 부착하기 전에 임피던스(impedance) 감소를 위해 피부는 면도나 알코올솜으로 닦고 건조시킨 후, 측정 근육의 부착 지점에 표면 전극을 부착하고 표면전극과 근전도 기기를 연결하였다. 그리고 근전도 기기와 컴퓨터 하드와의 연결 상태를 확인하였다. 전극은 상승모근,^{27,28} 중승모근,²⁷ 하승모근,²⁷ 전거근²⁹에 부착하였다. 각 근육의 전극 부착 위치는 다음과 같다. 상승모근은 견관절 90°도 외전 상태에서 견봉과 C7극돌기 사이 1/2에서 내측으로 2 cm 지점인 상내측과 하외측에 부착하고, 중승모근은 T2 극돌기 외측 3 cm 지점에서 근섬유와 평행하게 내측과 외측 방향으로 부착하며, 하승모근은 견관절 90°도 굴곡 상태에서 견갑근 하내측 5 cm 지점에서 상·하 사선 방향으로 부착하고, 전거근은 견관절 90°외전 상태에서 액와 중심에서 늑골 6~8번 사이에서 수직 방향으로 부착하였다. 전극간 거리는 2 cm 를 유지하였으며, 참고 전극은 견봉 돌기에 부착 하였다. 실험절차는 다음과 같다. 모든 절차가 완료된 후 환자는 금속 바에 편하게 서서 환자 스스로 편안한 속도로 팔을 거상하도록 3~5회 반복 연습하였다. 실험 측정은 안정된 상태의 3초 준비시간 이후 대상자가 시작소리와 동시에 편안한 속도로 팔을 거상하도록 하면서 4개의 근육을 동시에 측정하였다. 이를 3회 반복하였다. 소프트웨어 Telescan을 사용하여 추출된 각 근육의 근 활성도 값은 RMS(root mean square)로 처리되었다.

수집된 값에서 시작 전 준비단계의 2초 동안 평균과 표준편차를 구하였다. 각 근육의 역치를 준비단계의 평균에 표준편차에 3을 곱한 값을 더한 값으로 설정하고 300 ms 동안 근수축이 지속되는 시작 지점을 근 수축 개시 시간으로 결정하였으며,³⁰ 이런 절차로 팔 거상 시 각 근육의 역치에 의한 각 근육의 개시시간을 찾았다.

3. 자료분석

본 연구에 대한 자료 처리는 SPSS 12.0 for window를 이용하여 각 군의 운동 전후 유의성을 검정하기 위해 Wilcoxon Signed rank 검정을 실시하였으며, 각 군의 차이를 알아보기 위해 Mann-Whitney U 검정을 실시하였다. 유의 수준은 0.05로 하였다.

III. 결과

1. 연구대상자들의 일반적인 특징

연구대상자는 성인 남녀 20명을 대상으로 슬링운동군의 성별은 여자 8명, 남자 2명이었고 등척성운동군의 성별은 여자 9명, 남자 1명이었다. 연구 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General characteristics of subjects (N=20)

	Sling Exercise Group (n ₁ =10)	Isometric Exercise Group (n ₂ =10)
Age (yrs)	63.2±11.7	58.2±14.1
Height (cm)	156.9±5.5	155.7±8.4
Weight (kg)	57.9±7.5	56.1±6.9

Values are mean±standard deviation

2. 슬링운동군과 등척성운동군의 중재 전, 후 시각적 상사 척도의 변화

결과는 다음과 같다(Table 2). 슬링운동군은 운동 전과 운동 후에 유의하게 감소하였고(p<0.05), 그 변화량은 32.40%로 감소하였다. 등척성운동군은 운동 전과 운동 후에 유의하게 감소하지 않았다(p>0.05).

3. 슬링운동군과 등척성운동군의 중재 전, 후 관절가동범위의 변화

결과는 다음과 같다(Table 3). 견관절 굴곡 각도와 외회전 각도에 대해서 슬링운동군과 등척성운동군은 운동 전과 운동 후에 유의하게 증가하였고(p<0.05), 두 군의 운동 전, 후 변화량과 변화율은 유의하지 않았다(p>0.05). 견관절 외전 각도와 내회전 각도에 대해서 슬링운동군과 등척성운동군은 운동 전과 후

에 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

Table 2. A comparison of visual analogue scale between pre sling & ISO group and post sling & ISO group (N=20)

	Pre-test	Post-test	p
Sling exercise group	5.90±1.60	4.10±1.91	0.00*
Isometric exercise group	5.70±0.94	5.40±0.84	0.19

Values are mean±standard deviation

Unit: score (cm)

ISO: Isometric

*p<0.05

4. 슬링운동군과 등척성운동군의 중재 전, 후 근 수축 개시 시간의 변화

결과는 다음과 같다(Table 4). 상승모근의 운동 전, 후의 근 수축 개시 시간에 대해서 슬링운동군은 운동 후 유의하게 빨라졌으며(p<0.05), 18.29%의 변화량을 보였다. 등척성운동군은 운동 전과 후에 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 전거근의 운동 전과 후의 근 수축 개시 시간에 대해서 슬링운동군은 운동 후에 유의하게 빨라졌으며(p<0.05), 19.76%의 변화량을 보였다. 등척성운동군은 운동 전과 운동 후에 근 수축 개시 시간의 차이가 없었다(p>0.05). 중승모근의 운동 전과 후의 근 수축 개시 시간에 대해서 슬링운동군과 등척성운동군은 운동 전과 후에 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 하승모근의 운동 전과 후의 근 수축 개시 시간에 대해서 슬링운동군은 운동 후에 유의하게 빨라졌으며(p<0.05), 11.09%의 변화량을 나타내었다. 등척성운동군에서는 운동 전과 운동 후 근 수축 개시시간의 차이가 없었다(p>0.05).

IV. 고찰

본 연구에서는 충돌증후군 환자들에게 달힌 사슬 기전을 이용한 슬링운동군과 등척성운동군의 견갑골 안정화 근육들에 대한 치료 전과 치료 후의 통증(VAS), 관절가동범위(ROM) 그리고 근육 개시 시간을 조사하여 비교하였다.

통증(VAS) 결과로 슬링운동군은 유의한 감소가 있었지만 등척성운동군은 통계적으로 유의한 감소가 없었다. 위의 결과는 달힌 사슬 운동을 이용한 수정된 슬링운동이 등척성운동보다 통증 완화에 있어서 더 효과적임을 의미한다. 이는 올라 슬링을 이용하여 VAS의 감소를 보인 Jonsson 등²³의 결과와 일치하였지만 견관절 기능에 대한 근력 운동, 신장 운동 그리고 운동 조절(motor control) 운동과 같은 긍정적 효과^{16,17,30}를 보인 결과와는 다른 결과를 보였다. 이는 이전 연구들은 견갑하

Table 3. A comparison of range of motion between pre sling & ISO group and post sling & ISO group (N=20)

	Sling exercise group	ISO exercise group	p
Flexion (degree)			
Pre-test	144.80±20.87	154.20±7.41	
Post-test	152.80±16.06	155.30±7.56	
p	0.03*	0.02*	
Change variation [†] (degree)	8.00±9.63	1.10±1.28	0.51
Change rate [‡] (%)	6.43±8.83	0.71±0.85	0.07
External rotation (degree)			
Pre-test	47.10±22.72	60.10±11.21	
Post-test	52.20±17.96	61.70±10.63	
p	0.04*	0.01*	
Change variation (degree)	5.10±9.90	1.60±1.64	0.12
Change rate (%)	36.11±66.95	2.98±3.42	0.15
Abduction (degree)			
Pre-test	98.60±13.01	95.50±3.81	
Post-test	100.30±10.42	96.20±3.94	
p	0.23	0.09	
Internal rotation (degree)			
Pre-test	23.50±18.14	21.10±6.54	
Post-test	30.30±15.72	22.20±5.77	
p	0.18	0.66	

Values are mean±standard deviation

ISO: Isometric

[†]Post-test degree - Pre-test degree

[‡](Post-test degree - Pre-test degree)/ Pre-test degree × 100

*p<0.05

Table 4. A comparison of shoulder muscles on-set time between pre sling & ISO group and post sling & ISO group(N=20)

Muscle	Group	On-set time		p
		Pre-test	Post-test	
Upper trapezius	Sling exercise group	26.14±2.27	21.47±3.81	0.00*
	ISO exercise group	26.05±4.53	23.78±2.40	0.14
Serratus anterior	Sling exercise group	29.41±1.53	23.62±3.02	0.00*
	ISO exercise group	29.47±7.84	29.38±7.58	0.94
Middle trapezius	Sling exercise group	35.58±8.91	32.29±8.80	0.13
	ISO exercise group	35.46±10.10	35.97±7.13	0.84
Lower trapezius	Sling exercise group	35.87±4.91	31.97±6.97	0.04*
	ISO exercise group	32.80±5.34	32.61±8.17	0.94

Values are mean±standard deviation

ISO: Isometric

*p<0.05

근, 극하근 그리고 소원근 등 하체근(depressor muscle) 근력을 강화하려는 견관절 재활에서 pain-free 훈련을 강조하였고,³¹ 다른 연구에서는 충돌증후군 환자가 극상근이 견갑면과 수직선상에 있을 때 극상근의 활동이 높아지기 때문에 긴 지렛대의 자

세를 피해야 한다고 추천하였다. 또한 다른 연구에서는 극상근 훈련시 외회전 자세(empty can position) 사용 대신에 내회전 자세(full can)를 사용하여야 한다고 하였다.³¹ 하지만 이번 연구에서는 슬링운동군은 중립 위치에서 슬링운동을 실시하였고,

등척성운동과 외회전 자세를 이용하였다.

본 연구의 관절가동범위(ROM) 결과에서는 견관절 굴곡, 외회전에서는 슬링운동군과 등척성운동군 모두 운동 전에 비해 운동 후에 유의하게 증가하였다. 견관절 굴곡에서는 슬링운동군이 등척성운동군보다 유의한 변화율을 보였고, 외회전에서는 유의하지는 않았다. 그리고 견관절 외전과 내회전에서는 두 군 모두 증가하지 않았다. 이러한 결과는 관절가동범위에 있어서 닫힌 사슬 운동을 이용한 수정된 슬링운동이 등척성운동보다 견관절 굴곡 범위 증가에 더 효과적이다.

팔 거상 시 표면 근전도를 이용한 각 근육들의 개시 시간을 조사한 결과에서 운동 전후에 슬링운동군에서 상승모근, 전거근, 하승모근의 개시 시간이 유의하게 지연되었으나, 등척성운동군에서는 유의하게 지연되지 않았다. 이는 닫힌 사슬 운동을 이용한 수정된 슬링운동이 등척성운동보다 정상인의 견관절 근 활성패턴과 유사하고 지연된 근 개시 시간을 통해 견갑골 안정성에 더욱 효과적임을 의미한다. Kirkesola²⁴은 혼란 영향을 주는 통증 증상이 없고 관절과 상완 관절에 불안정성(instability)이 있는 충돌증후군 병력의 수영선수 환자들에게 팔을 거상하는 동작을 통하여 전 삼각근, 대흉근, 광배근, 전거근, 상승모근 그리고 하승모근의 EMG를 측정할 결과에서 관절 불안정성만으로는 견갑면에서의 근 활동의 변화와 동작 결핍(movement deficit)과의 관련성이 없는 것으로 보인다고 하였다. 이와 대조적으로 Cools 등¹¹은 충돌증후군 환자에게 견관절 90° 견갑면 외전 자세에서 갑작스런 팔 떨어뜨림을 통하여 상, 중, 하승모근과 중 삼각근의 EMG를 측정한 결과 중승모근과 하승모근의 근 활동 지연을 보고하였다. 충돌증후군 환자군 사이의 평균 근육 개시 시간에서 유의한 차가 없는 것은 근육 활동 시간의 높은 변화성(variability) 때문이라 하였으며,¹² Ludewig 등²²의 닫힌 운동 사슬 운동인 팔굽혀펴기 운동이 123%까지의 전거근 활동을 일으킨다고 하였으며, 이번 연구에서 닫힌 운동 사슬을 이용한 슬링운동이 전거근의 근 활성을 회복시켜 견갑골의 안정에 큰 영향을 준다고 볼 수 있다. 견관절의 기능적 안정성은 근 활성의 정확한 시점과 적절한 근육 균형이 요구된다.¹¹ 움직이는 동안 견관절 근육들의 일시적 동원과 개개의 근육이 활동되는 수준은 협응 동작시에 중요한 요인들이다.¹¹ 상대적으로 견관절 작용에서의 작은 변화들은 정렬과 관절와상완 관절 주위에서의 움직임에 포함되는 힘들에 영향을 줄 수 있다.³²

본 연구에서 두 군 모두 근력 안정성 운동이지만 등척성운동은 근육의 근력강화에 목적을 두어 통증과 관절가동범위 그리고 근육 개시 시간의 변화에서 많은 향상을 이루지 못한 반면, 슬링운동군은 견관절 조절(shoulder control)을 이루면서 근력 운동을 실시하기에 전거근의 개시 시간의 감소 향상을 보였다.

이번 연구의 제한점으로 첫째 등척성 근력 강화 운동이 되었던 회전근개의 건들에 대한 긴장과 압박에 의해 견관절의 통증을 증가시킬 수 있었다는 점이다. 둘째 운동의 기간이 충분히 길지 않아 견관절의 근력 변화를 일으키는 데 미흡했다. 셋째 실험군의 동원 숫자가 부족했기 때문에 결과에 대한 신뢰도가 떨어진다. 마지막으로 충돌증후군 환자들의 어깨에 대한 해부학적 교육 부재와 자가 운동 프로그램의 부재에 의해 일상생활에서 발생하는 어깨 부하에 대한 환자들의 인식이 낮아서 이번 연구의 운동에 대한 적극성이 부족하였다.

이번 연구를 통하여 충돌증후군에 대한 견관절 재활 프로그램에서 견갑골 안정화 운동으로서의 닫힌 운동 사슬을 이용한 슬링운동이 견갑골 안정성을 향상시키고, 이 안정성이 견관절 조절을 증진시킨다는 것을 알 수 있다. 또한 이런 적절한 견관절 조절이 이루어졌을 때 근력 강화 운동이 근육-뼈 단위에 통증 없이 점진적으로 강도를 증가하여야 한다고 제안한다.

V. 결론

본 연구는 충돌증후군 환자에 대해 슬링운동과 등척성운동의 운동 중재에서 환자 통증의 척도와 관절가동범위 그리고 근 수축 개시 시간의 변화를 알아보기 위해 운동 전, 후에 관절 가동범위, 통증의 척도를 측정하였고, 표면 근전도를 이용하여 근 수축 개시시간을 상승모근, 전거근, 중승모근, 하승모근을 측정하였다. 그 결과 시각적 상사척도 검사에서 슬링운동군이 등척성운동군보다 유의한 감소가 있었으며 변화율 역시 슬링운동군이 등척성운동군보다 크게 감소하였다. 견관절가동범위 검사에서는 견관절 굴곡과 외회전 검사 시 슬링운동군이 등척성운동군보다 유의한 증가가 있었으며 변화율 역시 슬링운동군이 등척성운동군보다 크게 증가하였다. 팔 거상 시 근 수축 개시 시간 검사에서는 상승모근, 전거근, 하승모근에서 슬링운동군이 등척성운동군보다 유의한 감소가 있었으며 변화율 역시 슬링운동군이 등척성운동군보다 크게 감소하였다. 따라서 어깨 충돌증후군 환자의 통증 완화와, 관절가동범위의 증가 및 개시 시간의 감소를 위해서는 슬링을 이용한 견갑골 근육의 안정화 운동이 충돌증후군의 기능적 안정성 및 임상적으로 각 근육의 선택적 치료 적용에 효과적일 것이라고 판단된다.

Author Contributions

Research design: Lee MH, Choi JD, Jang KH

Acquisition of data: Jang KH

Analysis and interpretation of data: Jang KH, Lee MH

Drafting of the manuscript: Jang KH, Kim CY
 Research supervision: Choi JD

Acknowledgements

본 논문은 장광호의 석사학위 논문을 축약하였음.

참고문헌

1. Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2003;18(5):369-79.
2. Morrison DS, Greenbaum BS, Einhorn A. Shoulder impingement. *Orthop Clin North Am*. 2000;31(2):285-93.
3. Frieman BG, Albert TJ, Fenlin JM Jr. Rotator cuff disease: a review of diagnosis pathophysiology, and current trends in treatment. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994;75(5):604-9.
4. Rathbun JB, Macnab I. The Microvascular pattern of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br*. 1970;52(3):540-53.
5. Neer CS 2nd. Impingement lesions. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;(173):70-7.
6. Greenfield B, Catlin PA, Coats PW. Posture in patients with shoulder overuse injuries and healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1995;21(5):287-95.
7. Hammer WI. Functional soft tissue examination and treatment by manual methods: new perspectives. 2nd ed. Aspen Gaithersberg, Jones & Bartlett Publishers, 1999:35-135.
8. Reddy AS, Mohr KJ, Pink MM et al. Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. *J Shoulder Elbow Surg*. 2000;9(6):519-23.
9. Kamkar A, Irrgang JJ, Whitncy SL. Nonoperative management of secondary shoulder impingement syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1993;17(5):212-24.
10. Moraes GF, Faria CD, Teixeira-Salmela LF. Scapular muscle recruitment patterns and isokinetic strength ratios of the shoulder rotator muscles in individuals with and without impingement syndrome. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008;17(1 Suppl):48S-53S.
11. Cools AM, Witvrouw EE, De Clercq GA et al. Scapular muscle recruitment pattern: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *Am J Sports Med*. 2003;31(4):542-9.
12. Santos MJ, Belangero WD, Almeida GA. The effect of joint instability on latency and recruitment order of the shoulder muscles. *J Electromyogr Kinesiol*. 2007;17(2):167-75.
13. Cools AM, Witvrouw EE, De Clercq GA et al. Scapular muscle recruitment pattern: electromyographic response of the trapezius muscle to sudden shoulder movement before and after a fatiguing exercise. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2002;32(5):221-9.
14. Seo BD, Shin HS. The effect of self stretching exercise in patients with shoulder adhesive capsulitis. *J Kor Soc Phys Ther*. 2010;22(1):19-26
15. Rahme H, Solem-Bertoft E, Westerberg CE et al. The subacromial impingement syndrome. A study of results of treatment with special emphasis on predictive factors and pain-generating mechanisms. *Scand J Rehabil Med*. 1998;30(4):253-62.
16. Brox JI, Staff PH, Ljunggren AE et al. Arthroscopic surgery compared with supervised exercises in patients with rotator cuff disease (stage II II impingement syndrome). *BMJ*. 1993;307(6909):899-903.
17. Bang MD, Deyle GD. Arthroscopic surgery compared with supervised exercises in patients with rotator cuff disease (stage II impingement syndrome). *J Orthop Sports Phys Ther*. 2000;30(3):126-37.
18. Roy JS, Moffet H, Hebert LJ et al. Effect of motor control and strengthening exercises on shoulder function in persons with impingement syndrome: a single-subject study design. *Man Ther*. 2009;14(2):180-8.
19. Steindler A. *Kinesiology of the human body: under normal and pathological conditions*. Springfield, Chales C Thomas Publisher, 1955:1-562.
20. Kim BJ, Lim YE, Yoon SW et al. Effects of pre-eccentric exercise on exercise induced muscle damage. *J Kor Soc Phys Ther*. 2008;20(1):1-9.
21. Verhagen E, van der Beek A, Twisk J et al. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *Am J Sports Med*. 2004;32(6):1385-93.
22. Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE et al. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *Am J Sports Med*. 2004;32(2):484-93.
23. Jonsson P, Wahlstrom P, Ohberg L et al. Eccentric training in chronic painful impingement syndrome of the shoulder: results of a pilot study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(1):76-81.

24. Kirkesola G. Sling exercise therapy (S-E-T): A total concept for exercise and active treatment of musculoskeletal disorders. *J Kor Orthop Man Phys Ther.* 2001;7(1):87-106.
25. Ekstrom RA, Soderberg GL, Donatelli RA. Normalization procedures using maximum voluntary isometric contractions for the serratus anterior and trapezius muscles during surface EMG analysis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15(4):418-28.
26. Wewers ME, Lowe NK. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Res Nurs Health.* 1990;13(4):227-36.
27. Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Aspen Gaithersburg, Jones & Bartlett Publishers, 1998:273-83.
28. Jensen C, Vasseljen O, Westgaard RH. The influence of electrode position on bipolar surface electromyogram recordings of the upper trapezius muscle. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1993;67(3):266-73.
29. Basmajian JV. Biofeedback: principles and practice for clinicians. 3rd ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1989: 1-396.
30. Han KJ, Choi BK. Comparison of the surface electromyographic signal of progressive resistance increase and progressive resistance decrease exercise. *J Kor Soc Phys Ther.* 2008;20(1):11-6
31. Morrison DS, Frogameni AD, Woodworth P. Non-operative treatment of subacromial impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79(5):732-7.
32. Sahrmann SA. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. St Louis, Mosby, 2001:1-384.