

월 슬라이드와 슬링 슬라이드 운동이 어깨뼈 아래쪽 돌림 증후군의 어깨뼈 주변 근육의 활성화도에 미치는 영향

임진용, 김병곤¹⁾, 서현규¹⁾

대구 한슬병원 물리치료실, 대구보건대학교 물리치료과¹⁾

Effects on Muscle Activities around Scapula for Wall Slide and Sling Slide Exercises in Subjects with Scapular Downward Rotation syndrome

Jin-yong Lim, Byung-kon Kim¹⁾, Hyun-kyu Seo¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Hansol Hospital

Dept. of Physical Therapy, Taegu Health College¹⁾

Key Words:

Scapular downward rotation, Wall slide, Sling slide

ABSTRACT

Background: Evidence for effective management of scapular downward rotation syndrome is limited. The present study was performed to compare the scapular muscle activation through 4weeks wall slide exercise and sling slide exercise in subjects with scapular downward rotation syndrome. **Methods:** Twenty-two subjects with scapular downward rotation syndrome participated in the study. Surface electromyography data were collected from the upper and lower trapezius, serratus anterior and pectoralis major during shoulder flexion of 60°, 90° and 120° in the sagittal plane. The alignment of the scapula was measured using radiographic analysis. Subjects were assessed pre and post a 4 weeks exercise (wall slide, sling slide). The significance of the difference in pre- and post-exercise within each groups was assessed using a paired t-test. The significant difference between wall- and sling-exercise was used a independent t-test. **Results:** In the wall slide group, the muscle activity of upper trapezius decreased significantly during shoulder flexion at 60°, 90° and 120° after 4 weeks, and the muscle activity of serratus anterior increased significantly at all angles. Also, the muscle activity of pectoralis major decreased significantly at 90° and 120°. **Conclusions:** Based on such results, it can be said that wall slide exercise is effective than sling slide exercise for the subjects with scapular downward rotation syndrome.

I. 서론

어깨 통증은 가장 흔한 근골격계 통증 중 하나이며, 특히 어깨뼈 기능장애는 흔한 임상적 문제이다(Ludewig와 Reynolds, 2009). 팔을 올림하는 동안 비정상적인 어깨뼈 정렬과 운동형상학은 정상적인 어깨-위팔뼈 리듬에 영향을 미친다(Mottram, 1997). 이러한 결과로 충돌 증후군, 불안정성, 근육돌레띠 파열과 같은

어깨의 병리를 초래하게 된다(Cools 등, 2003).

정상 어깨뼈 정렬은 어깨뼈의 안쪽 모서리가 척추에 대해 5° 정도 위쪽 돌림 되어있고, 등뼈 2번과 7번 사이에 위치하고 있으며, 이마면에서 30° 앞쪽으로 돌림 되어있다(Kendall 등, 2005). 반면, 안정 시 어깨뼈 아래쪽 돌림 정렬은 어깨가슴 관절의 가장 흔한 비정상적인 정렬로서 임상에서 흔하게 나타난다(Caldwell 등, 2007). 어깨뼈 아래쪽 돌림은 어깨뼈와 빗장뼈의 정렬 변화를 가져오며, 목-어깨 근육들에서 긴장을 변화시킴으로 통증과 기능장애의 원인이 된다(Lewis 등, 2005). 뿐만 아니라, 어깨의 생체역학에 잠재적으로 영향을 미칠 수

교신저자: 서현규(대구보건대학교, shk8275@hanmail.net)
논문접수일: 2016.04.26, 논문수정일: 2016.06.07,
개재확정일: 2016.06.16.

있다(Van Dillen 등, 2007). 이 증후군은 위등세모근과 앞톱니근이 늘어나고, 어깨올림근, 작은가슴근이 짧아진다고 하였다(Sahrman, 2002). 이런 근육들의 불균형은 어깨뼈 아래쪽 돌림 증후군을 가진 환자들에서 어깨 굽힘 또는 벌림 동안 어깨뼈의 60° 위쪽 돌림을 제한하게 되고, 어깨 관절의 과도한 보상적 움직임을 야기함으로써 이차적 충돌 증후군을 초래할 수 있다(Borstad와 Ludewig, 2005). 따라서 어깨뼈 아래쪽 돌림 증후군을 가진 환자에게 어깨뼈 근육들의 불균형을 회복시키기 위한 운동이 반드시 필요하다(Caldwell 등, 2007).

몇몇의 연구자들은 체중 부하 상태로 앞톱니근을 강화시킬 수 있는 다양한 운동을 연구해왔다(Ludewig 등, 2004). 특히, 슬링은 줄을 이용해 불안정한 지지면을 제공하는 도구이며, 어깨뼈 안정화 근육들의 활성을 증가시키기 위해 임상에서 주로 이용된다(Maeo 등, 2014). Jeong 등(2014)은 건강한 성인을 대상으로 안정한 지지면과 불안정한 지지면인 슬링에서 푸쉬업 플러스를 각각 실행하는 동안 위등세모근, 앞톱니근, 어깨세모근의 근활성도를 측정하고, 슬링에서 앞톱니근과 위등세모근이 안정한 지지면보다 더 높은 근활성도를 나타낸다고 하였다. 대조적으로, De Mey 등(2014)은 불안정한 지지면인 슬링을 이용해 하프 푸쉬업, 무릎 푸쉬업, 무릎 플랭크 플러스, 풀 업을 실행하는 동안 어깨뼈 안정화 근육인 앞톱니근 활성이 오히려 무릎 푸쉬업과 무릎 플랭크 플러스 운동 동안 감소되고, 큰가슴근 활성이 하프 푸쉬업과 무릎 플랭크 플러스 운동 동안 증가된다고 보고하였다.

월 슬라이드 운동은 선 상태에서 앞톱니근을 강화하기 위해 팔굽 관절 90° 굽힘, 어깨 관절 90° 굽힘하고 몸 쪽을 고정하고, 먼 쪽을 움직여 아래팔을 벽에 대해 위로 미끄러지게 실시하는 운동이다(Sahrman, 2002). Hardwick 등(2006)은 정상인을 대상으로 푸쉬업 플러스, 월 슬라이드, 어깨면 어깨 올림 운동 동안 앞톱니근 활성을 측정하였다. 각각의 운동은 팔 올림 90°에서 앞톱니근의 활성이 서로 유의한 차이를 보이지 않았지만, 월 슬라이드와 어깨면 어깨 올림 운동은 팔을 90° 이상 올림함에 따라 모두 근활성도가 증가된다고 보고하였다. 어깨뼈 아래쪽 돌림을 가진 환자는 90° 이상의 팔 올림 각도에서 위쪽 돌림근을 강화시키는 운동이 반드시 요구되지만 월 슬라이드 운동이 어깨 관절의 비정상적인 운동형상을 보이는 어깨뼈 아래쪽 돌림을 가진 환자 또는 기능저하 성인에게 적용된 연구는 아직 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 어깨뼈 아래쪽 돌림을 가진 대상자에게 어깨 굽힘 90° 이상에서 앞톱니근을 강

화하기 위한 월 슬라이드 운동과 불안정한 지지면을 적용한 슬링 슬라이드 운동을 각각 4주 적용한 후, 60°, 90°, 120°에서 어깨 굽힘 동안 어깨뼈 주변 근육의 근활성도에 어떤 영향을 미치는지 비교하기 위해 실시하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 대구에 있는 D대학에 재학 중인 학생 중 어깨뼈 아래쪽 돌림이 있는 성인 남성 22명을 대상으로 실시하였다. 모든 대상자는 실험을 실시하기 전에 연구목적과 방법에 대해 충분히 설명을 하였고, 자발적으로 참여를 원하는 자들로 동의서를 받은 후, 본 실험에 참여하도록 하였다. 연구 대상자는 방사선학적 분석을 통해 어깨뼈의 안정 시 정렬에서 아래쪽 돌림 각도가 0°보다 적은 경우로 하였고, 가슴벽 출구 증후군, 오십견, 어깨 또는 목 수술 병력, 목 퇴행성 질환의 징후나 증상, 팔의 무감각과 저림이 있는 자는 제외하였다.

2. 실험도구 및 측정방법

1) 방사선학적 분석(radiographic analysis, X-ray)

모든 방사선 촬영은 동일한 방사선 기사에 의해 후-전 촬영으로 시행되었다(진단용 X-ray, LISTEM Co, Ltd, Japan). 대상자는 그리드(grid) 앞에 바로 선 자세를 유지하도록 하였고, 방사선사는 그리드가 대상자의 가슴에 오도록 위치시켰다. 촬영 후, 어깨뼈 아래쪽 돌림은 영상저장전송시스템을 이용한 가슴 방사선 이미지로부터 측정되었다. 어깨뼈 아래쪽 돌림 각은 다음과 같이 계산되었다. 아래쪽 돌림 각 = 어깨뼈 윗각에서 내려오는 수직축과 내측 모서리 사이의 각(Akel 등, 2008; Sobush 등, 1996)(Figure 1).

2) 표면 근전도

어깨 굽힘시 각도별로 위등세모근, 아래등세모근, 앞톱니근, 큰가슴근의 근전도 자료수집과 신호처리를 위해 8채널 무선 표면 근전도기(Telemyosystem DTS, Noraxon Co, USA)을 사용하였다. 접지 전극은 은(Ag), 염화은(AgCl) 재질의 일회용 단극 표면전극을 사용하였다.

전극의 위치는 위등세모근은 바로 선 상태에서 제 7 목뼈 가시돌기와 봉우리 외측의 중간지점에 부착하였고, 아래등세모근은 어깨뼈 가시뿌리로부터 아래로 대

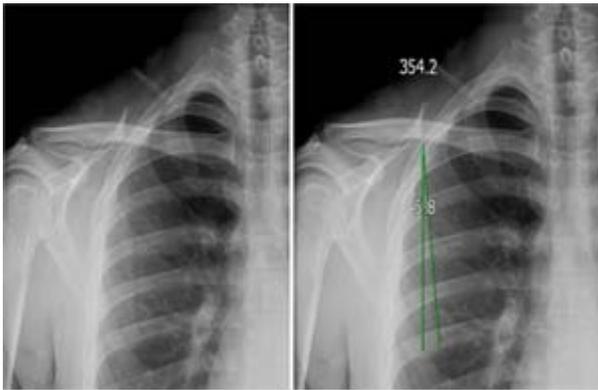


Figure 1. Radiographic analysis

약 5 cm 지점에 부착하였다(Cram 등, 1998).

앞톱니근은 어깨 관절 90° 올림 동안, 어깨뼈 아래각의 외측 부분인 넓은등근의 앞쪽 지점에 부착하였다. 큰가슴근은 겨드랑이 주름에서 내측으로 2 cm 지점에 부착하였다. 피부저항을 감소시키기 위해 부착위치를 가는 사포로 3~4회 문질러 피부 각질층을 제거하고, 소독용 알코올로 피부 지방을 제거하였다(Cram 등, 1998). 전극중심간 거리는 잡음을 최소화하고, 최대한의 신호를 획득하기 위해 2 cm로 하였다.

수집된 근전도 아날로그 신호는 Telemetrysystem DTS로 보내서 디지털 신호로 전환한 다음, 개인용 PC에서 Myoreserch XP 1.08 소프트웨어(Noraxon Ins, AZ, USA)를 이용하여 필터링과 기타 신호처리를 하였다. 근전도 신호의 표본 추출률은 1,000 Hz, 40~250 Hz의 대역 필터와 60 Hz 노치필터와 심전도 감소필터를 사용하였다. 근전도 자료는 Kendall 등(2005)에 의해 제안된 맨손 근력검사 자세에서 최대 등척성 수축(maximum voluntary isometric contraction, MVIC)을 이용해 정규화 하였고, 동일한 검사자에 의해 측정되었다. 어깨 굽힘 각도 동안 수집된 근전도 신호는 MVIC의 백분율로 표현하였다.

3. 실험 절차

연구는 대상자들을 모집하여 일반적 특성에 대한 자료를 수집하고 2014년 12월 1일부터 2015년 2월 15일까지 실험을 실시하였다. 각 군에 대한 무작위 배정을 위해 봉인된 상자에 1~22까지 적혀있는 카드를 넣은 후 대상자들에게 하나의 카드를 뽑도록 하였으며, 뽑은 카드가 홀수면 월 슬라이드 군, 짝수면 슬링 슬라이드 군으로 배정하였다(Jeong과 Oh, 2013). 실험에 들어가기 전 모든 대상자들의 이해를 돕기 위해 시상면에서의 어깨 굽힘에 대한 예비연습을 5분간 실시하였다. 어깨

굽힘 각도 60°, 90°, 120°를 결정하기 위해 각도계를 이용하였다. 어깨 굽힘 각도 수준에 수평막대를 각각 위치시킴으로서, 대상자들에게 피드백을 제공하였다. 대상자는 아래팔과 손목이 중립 상태로 위치되고, 팔굽 관절은 완전히 펴진 상태에서 2kg의 아령을 손에 들고 똑바로 선 상태를 유지하도록 하였다. 그리고 스스로 편안한 속도로 수평막대에 손목이 닿을 때까지 어깨 굽힘해서 5초를 유지하도록 하였다(Figure 2).

근전도 신호는 5초 동안의 등척성 수축 기간 동안 기록하였다. 근육의 피로를 최소화하기 위해 1분간의 휴식시간을 주었다.

각 근육의 근전도 신호는 3회 반복 측정되었고, 중간 3초 동안의 근전도 신호를 이용하여 평균값을 구하였다(Hansson 등, 2000). 시상면(60°, 90°, 120°)에서 팔 굽힘에 대한 순서효과를 예방하기 위해 엑셀에 난수 발생기를 이용해 무작위로 각도를 지정하였다. 각각의 운동군은 4주 후, 동일한 자세와 움직임으로 안전하게 수행하였다.



Figure 2. Three test positions for the sagittal shoulder flexion (left-60°, middle-90°, right-120°)

4. 운동방법

대상자들은 1주일에 3회 운동, 총 4주를 실행하도록 하였다. 4주 운동프로그램 동안, 대상자들은 첫째 주에 10회 반복을 1세트로 해서 총 3세트, 둘째 주에는 15회 반복을 1세트로 해서 총 3세트, 셋째 주는 20회 반복을 1세트로 해서 총 3세트, 넷째 주는 25회 반복을 1세트로 해서 총 3세트를 실행하였다. 운동은 임상 경력이 5년 이상인 2명의 물리치료사에 의해 이루어 졌으며, 각 군의 운동방법은 다음과 같다.

1) 월 슬라이드

대상자는 벽과 마주보고 바로 선 후, 양 발을 어깨 넓이로 벌리고, 어깨, 팔굽 관절 90° 굽힘과 함께, 아래

팔의 자뼈 모서리를 벽에 닿게 하였다. 이후, 아래팔을 벽을 향해 밀면서 위쪽으로 미끄러지도록 하였다. 이때 어깨 관절이 가능한 최대 굽힘이 일어날 때까지 실시하며, 몸통은 보상작용 없이 일직선을 유지하도록 하였다 (Figure 3). 어깨 굽힘 마지막 범위에서 10초간 유지한 상태로 두었다가 천천히 처음 위치로 돌아갔다. 대상자의 아래팔이 벽을 따라 위로 미끄러질 때 “어깨뼈는 앞쪽을 향해 밀어라”고 구두로 지시하였다.



Figure 3. Wall slide (left-start position, right-end position)

2) 슬링 슬라이드

대상자는 양 발을 어깨 넓이로 벌리고 바로 선 상태에서 현수점을 어깨 관절의 수직 상부에 위치시키고, 줄은 팔굽 관절 높이까지 오도록 하였다. 팔굽 관절을 90° 굽힘한 상태에서 줄을 자뼈 모서리에 닿게 하고, 아래팔에 체중을 지지한 자세를 시작자세로 하였다. 시작자세에서, 몸을 앞으로 가져가면서 어깨 관절이 가능한 최대 굽힘이 일어날 때까지 운동을 실시하였다 (Figure 4). 몸통은 보상작용 없이 일직선을 유지하도록 하였다. 대상자는 마지막 범위에서 10초간 유지한 상태로 두었다가 천천히 처음 위치로 돌아갔다. 구두 지시는 월 슬라이드와 동일하게 적용되었다.



Figure 4. Sling slide (left-start position, right-end position)

3. 분석방법

어깨뼈 아래쪽 돌림 증후군을 가진 대상자에게서 월 슬라이드 군과 슬링 슬라이드 군에 운동을 각각 4주 적용한 후 어깨 굽힘 동안 근활성도의 군간 변화를 알아보기 위해 독립표본 t-검정, 군내 변화를 알아보기 위해 대응표본 t-검정을 실시하였다. 유의수준 $\alpha=.05$ 로 하였다. 통계분석은 Windows SPSS version 18.0을 사용하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구에 참여한 연구 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다. 성별은 모두 남성이었다. 나이, 키, 몸무게, 아래쪽 돌림 각에 대한 두 군간 유의한 차이가 없었다 ($p>.05$)(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

	WS group (n=11)	SS group (n=11)	p
Age (yrs)	24.73±3.55 ^a	25.45±3.83	.641
Height (cm)	172.82±3.95	174.83±4.01	.242
Weight (kg)	71.64±4.48	73.09±4.37	.453
DRA (°)	-3.28±.92	-3.05±.93	.556

^aMean±SD, DRA: downward rotation angle, WS: wall slide, SS: sling slide

1. 근활성도 변화

1) 위등세모근의 근활성도 변화 비교

운동 전-후 월 슬라이드 군과 슬링 슬라이드 군의 군내 비교 결과, 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘에서 월 슬라이드 군은 위등세모근 근활성도가 유의하게 감소하였다 ($p<.05$). 슬링 슬라이드 군은 120° 어깨 굽힘에서만 위등세모근의 근활성도가 유의하게 증가하였다($p<.05$). 군간 비교에서는 90°, 120° 어깨 굽힘에서 슬링 슬라이드 군이 월 슬라이드 군보다 위등세모근의 활성이 유의하게 더 높았다($p<.05$)(Table 2).

2) 아래등세모근의 근활성도 변화 비교

운동 전-후 월 슬라이드 군과 슬링 슬라이드 군의 군내 비교 결과, 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘에서 두 군 모두 아래등세모근 근활성도가 유의한 차이가 나타나지 않았고($p>.05$), 군간 비교에서도 유의한 차이가 나지 않

았다($p > .05$)(Table 3).

Table 2. Comparison of upper trapezius muscle activation between pre and post exercise

	Group	Pre-test	Post-test	t	p
60°	WS	18.36±8.33 ^a	15.18±5.82	2.547	.029
	SS	16.09±7.29	18.45±9.27	-1.106	.295
	t	-.681	.991		
	p	.504	.334		
90°	WS	31.64±7.51	21.27±7.30	6.867	.000
	SS	27.09±7.16	30.55±7.01	-1.692	.122
	t	-1.452	3.035		
	p	.162	.007		
120°	WS	35.82±7.02	25.18±6.52	6.637	.000
	SS	33.00±6.10	37.27±8.43	-4.122	.000
	t	-1.005	3.759		
	p	.327	.001		

^aMean(%MVIC)±SD, WS: wall slide, SS: sling slide

Table 3. Comparison of lower trapezius muscle activation between pre and post exercise

	Group	Pre-test	Post-test	t	p
60°	WS	15.36±7.58 ^a	14.55±4.29	.319	.756
	SS	14.18±8.39	13.00±8.54	1.796	.103
	t	-.347	-.536		
	p	.732	.598		
90°	WS	22.82±8.64	20.82±7.37	.690	.506
	SS	20.27±8.03	20.00±7.72	.278	.787
	t	-.716	-.254		
	p	.482	.802		
120°	WS	25.45±9.60	24.82±6.33	.240	.815
	SS	22.82±8.66	21.91±5.57	.516	.617
	t	-.676	-1.143		
	p	.507	.267		

^aMean(%MVIC)±SD, WS: wall slide, SS: sling slide

3) 앞뿔니근의 근활성도 변화 비교

운동 전-후 월 슬라이드 군과 슬링 슬라이드 군의 군 내 비교 결과, 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘에서 월 슬라이드 군은 앞뿔니근 근활성도가 유의하게 증가하였고 ($p < .05$), 슬링 슬라이드 군은 유의한 차이가 없었다 ($p > .05$). 또한 군간 비교에서도 월 슬라이드 군이 슬링 슬라이드 군보다 모든 각도에서 앞뿔니근 활성이 유의하게 더 높았다($p < .05$)(Table 4).

Table 4. Comparison of serratus anterior muscle activation between pre and post exercise

	Group	Pre-test	Post-test	t	p
60°	WS	15.00±6.91 ^a	20.73±9.96	-4.333	.001
	SS	13.91±7.39	12.18±5.11	1.23	.244
	t	-.357	-2.531		
	p	.725	.020		
90°	WS	25.73±8.83	33.64±9.42	-10.458	.000
	SS	20.73±7.27	19.00±5.74	1.639	.132
	t	-1.452	-4.398		
	p	.162	.000		
120°	WS	31.91±7.24	50.82±10.06	-6.864	.000
	SS	30.18±5.40	29.55±9.59	.266	.796
	t	-.634	-5.073		
	p	.533	.000		

^aMean(%MVIC)±SD, WS: wall slide, SS: sling slide

4) 큰가슴근의 근활성도 변화 비교

운동 전-후 월 슬라이드 군과 슬링 슬라이드 군의 군 내 비교 결과, 90° 어깨 굽힘에서, 월 슬라이드 군은 큰가슴근 근활성도가 유의하게 감소하였고($p < .05$), 슬링 슬라이드 군은 유의하게 증가하였다($p < .05$). 군간 비교에서는 유의한 차이가 없었다($p > .05$). 120° 어깨 굽힘에서 군내 비교 결과, 큰가슴근 근활성도는 월 슬라이드 군에서 유의하게 감소하였고($p < .05$), 슬링 슬라이드 군은 유의하게 증가하였다($p < .05$). 군간 비교에서는 슬링 슬라이드 군이 월 슬라이드 군보다 큰가슴근 활성이 유의하게 더 높았다($p < .05$)(Table 5).

Table 5. A comparison of pectoralis major muscle activation between pre and post exercise

	Group	Pre	Post	t	p
60°	WS	16.55±8.32 ^a	14.36±5.59	1.523	.159
	SS	14.09±4.36	15.82±5.07	-1.060	.314
	t	-.866	.639		
	p	.397	.530		
90°	WS	22.82±8.90	18.82±6.98	2.895	.016
	SS	19.09±4.78	22.27±4.67	-7.174	.000
	t	-1.222	1.364		
	p	.236	.188		
120°	WS	25.09±7.20	19.45±4.82	3.251	.009
	SS	21.73±5.21	26.09±5.82	-3.781	.004
	t	-1.254	2.911		
	p	.224	.009		

^aMean(%MVIC)±SD, WS: wall slide, SS: sling slide

IV. 고 찰

많은 연구들에서 정상인 조절군과 비교했을 때, 어깨 충돌 증후군 환자군이 팔 올림동안 위등세모근의 더 높은 활성도를 보인다고 하였다(Cools 등, 2007). Ludewig과 Cook (2000)은 정상인과 비교했을 때 어깨 충돌 증후군을 가진 환자군에서 31°~120°까지 어깨면 팔 거상으로부터 유의하게 감소된 아래앞톱니근 활성을 보고하였고, 60°~120°까지는 증가된 위등세모근과 아래등세모근의 활성을 발견하였다. 본 연구에서 어깨뼈 아래쪽 돌림을 가진 대상자에서도 운동 전 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘 동안 이와 유사하게 근활성도 패턴이 나타났다. 증가된 위등세모근의 활성은 어깨를 굽히는 동안 가슴벽에 대한 어깨뼈의 뒤쪽 경사를 감소시키게 되고, 잠재적인 충돌 증후군의 원인 인자 또는 손상 기전이 된다(Phadke 등, 2009).

위등세모근은 어깨뼈의 올림근, 위쪽 돌림 근육으로서 기능을 한다(Neumann, 2002). 위등세모근은 4주 후 월 슬라이드 운동과 슬링 슬라이드 운동을 실시한 군간 비교에서 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘 동안 슬링 슬라이드 군이 월 슬라이드 군에 비해 활성도가 모두 더 높았지만, 90°, 120°에서만 유의한 차이를 나타냈다. 60° 어깨 굽힘 동안 위등세모근의 활성도가 군간 유의한 차이가 발생하지 않은 이유는 어깨 굽힘 초기에서는, 어깨가슴 관절 보다는 어깨위팔 관절의 움직임이 더 많이 기여하기 때문에 어깨뼈 위쪽 돌림이 많이 요구되지 않았기 때문이다(McClure 등, 2012). 90°, 120° 어깨 굽힘 동안 슬링 슬라이드 군이 월 슬라이드 군에 비해 위등세모근 활성도가 유의하게 더 높은 이유는 어깨 굽힘을 하는 동안 발생하는 어깨뼈 위쪽 돌림에 앞톱니근보다 위등세모근이 위쪽 돌림근으로 더 많이 활성화되었다는 것을 의미한다(Ellenbecker와 Cools, 2010). 슬링 슬라이드 운동을 하고 난 이후, 어깨뼈 아래쪽 돌림을 가진 대상자에게서 90°, 120° 어깨 굽힘 동안, 보상적 위등세모근의 활성이 감소되지 않고 오히려 증가했다. 이는 슬링 운동을 통해 앞톱니근의 강화가 이루어지지 않았음을 의미하고, 어깨 굽힘 동안 어깨뼈 위쪽 돌림근으로 위등세모근을 더 많이 사용했을 것으로 추측된다.

4주간의 월 슬라이드 운동군에서 위등세모근의 근활성도는 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘 동안 모두 유의하게 감소되었다. 어깨뼈 위쪽 돌림은 위등세모근, 앞톱니근, 아래등세모근의 짝힘에 의해 발생된다(Neumann, 2002). 따라서, 월 슬라이드 운동을 통해 어깨뼈 위쪽 돌림근으로 작용한 앞톱니근이 강화됨에 따라, 60°,

90°, 120° 어깨 굽힘 동안 발생하는 어깨뼈 위쪽 돌림에 많이 기여하게 됨으로서 상대적으로 위등세모근의 보상적 활성이 감소되었음을 의미한다. 또한 4주간의 슬링 슬라이드 운동군에서 위등세모근의 근활성도는 오히려 120° 어깨 굽힘에서만 유의하게 증가하였다. 불안정한 지지면과 안정한 지지면에서 실시한 운동에 대한 어깨가슴 근육들의 활성도를 연구한 많은 연구들에서, 불안정한 지지면에서 운동을 실시한 결과 감소된 앞톱니근 활성도와 앞톱니근에 대한 위등세모근의 활성도 비율의 증가를 보고하였다(Pirauá 등, 2014). 이는 불안정한 지지면을 이용한 슬링 슬라이드 운동을 4주 실시하고 난 후, 120° 어깨 굽힘 동안 위등세모근의 근활성도가 유의하게 증가한 본 연구의 결과와 유사한 점이 있다. 뿐만 아니라, 다른 각도와 비교해 120° 어깨 굽힘 동안 위등세모근의 근활성도가 유의하게 증가한 것은 굽힘 각도가 증가할수록 더 많은 어깨뼈의 위쪽 돌림이 요구되지만, 앞톱니근의 활성이 증가되지 않아 위등세모근의 보상적 요구도가 더 증가되었을 것으로 사료된다. 따라서 아래쪽 돌림을 가진 대상자에게서 어깨 굽힘을 하는 동안 발생하는 위등세모근의 보상적 활성을 감소시키기 위해 슬링 슬라이드 운동을 적용하는 것은 고려되어야 할 필요가 있다.

앞톱니근은 4주 후 월 슬라이드 운동을 실시한 군내 비교에서 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘 동안 모두 근활성도가 유의하게 증가하였고, 군간 비교에서는 월 슬라이드 군이 슬링 슬라이드 군에 비해 각도별로 모두 근활성도가 유의하게 더 높았다. 월 슬라이드 운동은 벽에 아래팔을 붙이고 팔을 올리는 동작으로 어깨뼈의 적절한 위쪽 돌림을 발생시키기 때문에 앞톱니근 활성이 많이 증가한다(Hardwick 등, 2006). 따라서, 4주 동안의 월 슬라이드 운동을 통해 강화된 앞톱니근은 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘 동안 어깨뼈 위쪽 돌림근으로 적절하게 사용되었음을 의미한다. 대조적으로 슬링 슬라이드 군에서는 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘 동안 앞톱니근 근활성도에 유의한 차이가 없었다. 4주 동안의 슬링 슬라이드 운동을 통해, 앞톱니근의 활성이 유의하게 증가하지 않은 것으로 보아, 이 운동은 앞톱니근의 근활성도 증가에 크게 기여하지 않는 것으로 추측된다. 따라서 월 슬라이드 운동은 어깨뼈 아래쪽 돌림을 가진 대상자에게서 어깨 굽힘을 하는 동안 발생하는 어깨뼈의 위쪽 돌림에 앞톱니근의 활성을 증가시키는데 유용한 운동이 될 수 있을 것으로 사료된다.

큰가슴근은 4주 후 월 슬라이드 군은 운동 전보다 90°, 120° 어깨 굽힘 동안 근활성도가 유의하게 감소한 반면, 슬링 슬라이드 군은 운동 전보다 90°, 120° 동안

근활성도가 오히려 유의하게 증가하였다. 또한 4주 후 군간 비교에서 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘 동안 슬링 슬라이드 군이 120°에서만 유의하게 더 높았다. 이는 슬링 슬라이드 운동을 통해 강화된 앞톱니근이 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘 동안 어깨뼈 위쪽 돌림근으로서 적절하게 작용하지 못함에 따라, 어깨 굽힘을 하기 위한 큰가슴근의 보상적 활성이 증가되었음을 의미한다. 특히 슬링 슬라이드 운동은 월 슬라이드와는 다르게 흔들리는 줄 위에서 어깨의 굽힘 각도를 증가시켜야 하기 때문에 어깨의 모음 작용을 하는 큰가슴근과 굽힘 각도를 조절하는 위팔세갈래근과 넓은등근이 상대적으로 앞톱니근에 비해 강하게 작용했을 것으로 생각된다.

본 연구는 몇 가지의 제한점이 있다. 첫 번째, 어깨뼈 아래쪽 돌림을 가진 대상자가 젊은 남자였고, 전체 대상자가 수가 22명밖에 되지 않았기 때문에 연구결과를 일반화하여 전체로 확대해석하기가 어렵다. 두 번째, 어깨 굽힘 동안 어깨뼈의 운동형상학적 데이터를 수집하지 않아 양적화하지 못했다. 따라서 어깨 굽힘 동안 발생하는 어깨뼈의 움직임을 직접적으로 비교하기가 어렵다. 세 번째, 안정시 어깨뼈 정렬에 대한 데이터를 운동 후에 반영하지 못했기 때문에 정렬 변화를 비교하기는 어렵다. 향후 연구에서는 이러한 제한점을 고려하여 다양한 연령층의 어깨뼈 아래쪽 돌림을 가진 대상자들에게 어깨 굽힘 동안 동작분석 시스템을 적용해 어깨뼈의 움직임을 측정하는 것이 요구되며, 안정시 어깨뼈 정렬을 운동 후에 측정함으로써 운동치료 방법의 효과를 장기적으로 추적하여 연구하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 어깨뼈 아래쪽 돌림을 가진 대상자에게 월 슬라이드 운동과 슬링 슬라이드 운동을 각각 4주 적용한 후 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘 동안 어깨뼈 주변 근육의 근활성도에 대해 어떤 영향을 미치는지 비교하였다. 그에 따른 결론은 다음과 같다.

1. 운동 전-후 월 슬라이드군의 군내 비교 결과, 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘에서 위등세모근 근활성도가 유의하게 감소하였다($p < .05$). 슬링 슬라이드 군은 120° 어깨 굽힘에서만 위등세모근의 근활성도가 유의하게 증가하였다($p < .05$). 군간 비교에서는 90°, 120° 어깨 굽힘에서 슬링 슬라이드 군이 월 슬라이드 군보다 위등세모근의 활성이 유의하게 더 높았다($p < .05$).
2. 운동 전-후 월 슬라이드 군과 슬링 슬라이드 군의

군내 비교 결과, 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘에서 아래등세모근 근활성도가 유의한 차이가 나타나지 않았고($p > .05$), 군간 비교에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$)

3. 운동 전-후 월 슬라이드 군과 슬링 슬라이드 군의 군내 비교 결과, 60°, 90°, 120° 어깨 굽힘에서 모두 월 슬라이드 군만 앞톱니근 근활성도가 유의하게 증가하였고($p < .05$), 군간 비교에서도 월 슬라이드 군이 슬링 슬라이드 군보다 모두 앞톱니근 활성이 유의하게 더 높았다($p < .05$)
4. 운동 전-후 월 슬라이드 군과 슬링 슬라이드 군의 군내 비교 결과, 90°, 120° 어깨 굽힘에서 월 슬라이드 군은 큰가슴근 근활성도가 유의하게 감소하였고($p < .05$), 슬링 슬라이드 군은 유의하게 증가하였다($p < .05$). 군간 비교에서는 120° 어깨 굽힘에서 슬링 슬라이드 군이 월 슬라이드 군보다 큰가슴근 활성이 유의하게 더 높았다($p < .05$)

참고문헌

- Akel I, Pekmezci M, Hayran M, et al. Evaluation of shoulder balance in the normal adolescent population and its correlation with radiological parameters. *Eur Spine J.* 2008;17(3):348-354.
- Borstad JD, Ludewig PM. The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(4):227-238.
- Caldwell C, Sahrman S, Van Dillen L. Use of a movement system impairment diagnosis for physical therapy in the management of a patient with shoulder pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(9):551-563.
- Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al. Scapular muscle recruitment patterns: Trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *Am J Sports Med.* 2003;31(4):542-549.
- Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, et al. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(1):25-33.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. *Electrode Placement.*

- Introduction to Surface Electromyography. Gaithersburg. Aspen Publishers. 1998;237-383.
- De Mey K, Danneels L, Cagnie B, et al. Shoulder muscle activation levels during four closed kinetic chain exercises with and without Redcord slings. *J Strength Cond Res.* 2014;28(6):1626-1635.
- Ellenbecker TS, Cools A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. *Br J Sports Med.* 2010;44(5):319-327.
- Hardwick DH, Beebe JA, McDonnell MK, et al. A comparison of serratus anterior muscle activation during a wall slide exercise and other traditional exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(12):903-910.
- Hansson GÅ, Nordander C, Asterland P, et al. Sensitivity of trapezius electromyography to differences between work tasks—influence of gap definition and normalisation methods. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(2):103-115.
- Jeong, SY, Chung SH, Shim JH. Comparison of Upper Trapezius, Anterior Deltoid, and Serratus Anterior Muscle Activity during Push-up plus Exercise on Slings and a Stable Surface. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(6):937.
- Jeong MK, Oh DW. Effects of 12-week balance training with visual feedback on balance and walking functions in patients with chronic stroke. *The Journal of Digital Policy & Management.* 2013;11(11):537-544.
- Kendall FP, McCreary FP, Provance PG. *Muscles Testing and Function*, 5th ed, Baltimore, Williams & Wilkins. 2005;330-333.
- Lewis JS, Wright C, Green A. Subacromial impingement syndrome: the effect of changing posture on shoulder range of movement. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(2):72-87.
- Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther.* 2000;80(3):276-291.
- 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):484-493.
- Ludewig PM, Reynolds JF. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(2):90-104.
- Maeo S, Chou T, Yamamoto M, et al. Muscular activities during sling-and ground-based push-up exercise. *BMC res notes.* 2014;7(1):192.
- McClure P, Greenberg E, Kareha S. Evaluation and management of scapular dysfunction. *Sports Med Arthrosc.* 2012;20(1):39-48.
- Mottram SL. Dynamic stability of the scapula. *Man Ther.* 1997;2(3):123-131.
- Neumann DA. *Kinesiology of the Musculoskeletal System. Foundations for Physical Rehabilitation.* Missouri, Mosby. 2002;127-128.
- Phadke V, Camargo PR, Ludewig PM. Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: a review of normal function and alterations with shoulder impingement. *Braz J Phys Ther.* 2009;13(1):1-9.
- Pirauá AL, Pitanguí A, Silva JP, et al. Electromyographic analysis of the serratus anterior and trapezius muscles during push-ups on stable and unstable bases in subjects with scapular dyskinesis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2014;24(5): 675-681.
- Sahrmann SA. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes.* St. Louis, Mosby. 2002;217-222.
- Sobush DC, Simoneau GG, Dietz KE, et al. The Lennie test for measuring scapular position in healthy young adult females: a reliability and validity study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;23(1):39-50.
- Van Dillen LR, McDonnell MK, Susco TM, et al. The immediate effect of passive scapular elevation on symptoms with active neck rotation in patients with neck pain. *Clin J Pain.* 2007;23(8): 641-647.