

# 월 슬라이드 운동과 어깨뼈 정렬 운동이 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군의 어깨뼈 위쪽돌림근 근활성도와 위등세모근 압력 통증 역치에 미치는 영향

김동열<sup>1</sup> · 김경<sup>2</sup> · Minseo Kim<sup>3</sup> · 임상철<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>대구대학교 물리치료학과 연구원, <sup>2</sup>대구대학교 물리치료학과 교수,

<sup>3</sup>Dept. of Public Health Sciences, University of California, Irvine, Researcher

## The Effects of Wall Slide Exercise and Scapular Setting Exercise on Scapular Upward Rotator Muscle Activity and Upper Trapezius Pressure Pain Threshold in Scapular Downward Rotation Syndrome

Dongyeol Kim, PT, MS<sup>1</sup> · Kyoung Kim, PT, Ph.D<sup>2</sup> · Minseo Kim<sup>3</sup> · Sangcheol Im, PT, Ph.D<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Daegu University, Researcher

<sup>2</sup>Dept. of Physical Therapy, Daegu University, Professor

<sup>3</sup>Dept. of Public Health Sciences, University of California, Irvine, Researcher

### Abstract

**Purpose** : This study was conducted to investigate the immediate effects of wall slide and scapular setting exercises on scapular upward rotator muscle activity and upper trapezius pressure pain threshold in subjects with scapular downward rotation syndrome.

**Methods** : Thirty adult men with scapular downward rotation syndrome were randomly assigned to either a wall slide (n= 15) or a scapular setting (n= 15) exercise group. Each participant performed the wall slide exercise and scapular setting exercise for equal periods of 30 min. Scapular upward rotator muscle activity and pressure pain threshold of the upper trapezius muscle were measured using a wireless surface electromyography device and an electronic algometer, respectively.

**Results** : Comparison within groups showed that the wall slide exercise group exhibited a significant decrease in the upper trapezius muscle activity (p<.05) but a significant increase in the serratus anterior muscle activity and upper trapezius pressure pain threshold (p<.05). The scapular setting exercise group exhibited significantly increased muscle activity of the serratus anterior (p<.05). Comparison between groups showed that the wall slide exercise group exhibited significantly decreased muscle activity of the upper trapezius compared with the scapular setting exercise group (p<.05) and significantly increased muscle activity of the serratus anterior and pressure pain threshold of the upper trapezius (p<.05).

**Conclusion** : The wall slide exercise decreased the muscle activity of the upper trapezius and increased the muscle activity of the serratus anterior and the pressure pain threshold of the upper trapezius in subjects with scapular downward rotation syndrome. The scapular setting exercise increased the muscle activity of the serratus anterior. Both exercises were effective for subjects with scapular downward rotation syndrome, with the wall slide exercise being more effective than the scapular setting exercise.

**Key Words** : scapular downward rotation syndrome, scapular setting exercise, serratus anterior, upper trapezius, wall slide exercise

\*교신저자 : 임상철, marinept83@daum.net

제출일 : 2024년 10월 31일 | 수정일 : 2024년 12월 02일 | 게재승인일 : 2024년 12월 13일

## I. 서론

어깨관절의 최적화된 기능을 위해서는 어깨뼈의 정상적인 정렬이 중요하다(Choi 등, 2015). 어깨뼈는 척추에 대해 약 5° 위쪽돌림된 상태로 등뼈 2번과 7번 사이의 가슴우리(thoracic cage)에 위치하고 있다(Umehara 등, 2019). 팔의 굽힘과 올림 동안에 일어나는 가슴우리에 대한 어깨뼈 위쪽돌림은 팔의 운동 범위를 증가시키는 중요한 역할을 하며 봉우리밑 공간(subacromial space)을 최대화함으로써 돌림근띠의 충돌을 예방하는데 필수적이다(Garving 등, 2017). 어깨뼈 위쪽돌림은 위등세모근, 아래등세모근, 앞톱니근의 짝힘으로 일어나며(Briel 등, 2022), 등세모근과 앞톱니근은 안정화 근육으로도 작용하여 어깨가슴관절(scapulothoracic joint)에 동적인 안정성을 제공한다(Spanhove 등, 2021).

어깨통증은 허리와 무릎 통증 다음으로 세 번째로 흔한 근육뼈대계 증상이다(Lucas 등, 2022). 통증 외에도 기능적 장애로 인하여 일, 취미, 스포츠 활동을 방해하고 심리적 고통 및 삶의 질 저하와 관련이 있다(Bilberg 등, 2014). 어깨뼈의 비정상적인 위치와 움직임은 어깨관절 주변의 해부학적 구조물에 가해지는 스트레스를 높여 통증과 손상의 발생 위험을 증가시킨다(Hickey 등, 2018). 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군(scapular downward rotation syndrome)은 어깨가슴관절에서 가장 흔한 비정상 정렬로 임상에서 많이 나타나며(Lopes 등, 2015), 어깨뼈 아래각이 위각보다 더 안쪽에 위치하고 어깨는 아래쪽으로 경사진다(Derakhshani 등, 2018). 또한 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군은 근육 불균형과 밀접한 관련이 있으며(Umehara 등, 2018), 위등세모근과 어깨올림근은 긴장되고 앞톱니근의 근활성도는 감소한다(Struyf 등, 2014). 뿐만 아니라 돌림근띠 손상, 오목위팔관절 불안정성, 충돌 증후군, 접시테두리 파열 등 어깨관절 질환의 발생률을 높인다고 보고되었다(Carnevale 등, 2019). 어깨뼈의 정상 위치를 유지하는 것은 어깨관절 질환의 예방과 치료에 있어서 중요하다(Kuniki 등, 2024). 따라서 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군의 근육 불균형을 해결하고 정상적인 어깨뼈 위치를 회복하는 운동이 반드시 필요하다(Jeon 등, 2019).

선행 연구에서는 어깨뼈의 위쪽돌림과 올림 운동이 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군 환자에게 미치는 효과를 조사하였다(Diekfuss 등, 2019). 이 연구에서는 어깨뼈의 위쪽돌림과 올림 운동이 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군 환자의 목 통증과 목뼈 굽힘 관절가동범위 및 관절 위치 오류를 개선한다고 보고하였다. 다른 연구에서는 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군에 슈러그 운동(shrug exercise)을 적용한 결과 어깨뼈의 위쪽돌림 각도가 향상되었다고 보고하였다(Lee 등, 2016). 또한, 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군에 어깨뼈 위쪽돌림 운동으로 구성된 자가 운동프로그램을 6주간 실시한 결과 어깨뼈 정렬을 개선하고 어깨뼈 위쪽돌림근의 근력을 향상시켰다는 연구도 보고되었다(Ha 등, 2016).

최근에는 어깨뼈의 비정상적인 정렬과 움직임에 어깨뼈 안정화 운동이 적용되고 있다(Kim 등, 2019; Yuksel & Yesilyaprak, 2024). 어깨뼈 안정화 운동은 어깨관절 주변 근육들의 상호작용을 통해 어깨뼈의 중립위치를 유지하고 동적 안정성과 조절능력을 향상시키는 운동이다(Ravichandran 등, 2020). 최근 연구에서는 어깨뼈 안정화 운동과 동반된 뒤쪽 어깨 스트레칭이 어깨뼈 운동이상증을 가진 청소년기 야구 선수의 근력과 균형능력을 향상시키는데 효과적이라고 보고하였다(Lee 등, 2024). 어깨뼈 안정화 운동에는 많은 종류가 있지만 대표적으로 월 슬라이드 운동(wall slide exercise)과 어깨뼈 정렬 운동(scapular setting exercise)이 있다. 월 슬라이드 운동은 벽을 보고 선 상태에서 몸쪽을 고정하고 아래팔을 벽에서 위로 미끄러지게 실시하는 운동이다(Uysal 등, 2022). 어깨뼈 정렬 운동은 치료사의 보조를 통해 어깨뼈를 정상 위치에 놓고 유지하는 운동이다(Worsley 등, 2013). 그러나 현재까지 이 두 가지 운동 중 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군에 어떤 운동이 더 효과적인지 조사되지 않았고 어깨뼈 위쪽돌림근의 근활성도와 위등세모근의 압력 통증 역치에 미치는 영향에 대한 연구는 아직까지 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구의 목적은 월 슬라이드 운동과 어깨뼈 정렬 운동이 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군의 어깨뼈 위쪽돌림근 근활성도와 위등세모근의 압력 통증 역치에 미치는 즉각적인 영향을 조사하는 것이다. 이를 통해 임상 환경에서 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군 환자에게 효과적인 운동방법을 제시하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 대구광역시에 거주하는 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군이 있는 성인 남성 30명을 대상으로 실시하였다. 참가자들의 선정기준은 안정 시 정렬에서 한쪽 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군이 있는 20세 이상의 성인이었다. 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군은 다음과 같이 정의하였다 (Derakhshani 등, 2018). 첫째, 어깨뼈 아래각이 위각보다 안쪽으로 이동되어 있고 집시오목이 꼬리쪽으로 회전되어 있다. 둘째, 복장빋장관절보다 봉우리빋장관절의 높이가 낮다. 셋째, 어깨뼈의 안쪽모서리와 등뼈 가시돌기 사이의 거리가 3인치 미만이다. 넷째, 2번 등뼈와 어깨뼈 가시뿌리 사이의 거리에서 7번 등뼈와 어깨뼈 아래각 사이의 거리를 뺀 값이 양의 값이다. 제외기준은 양쪽 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군, 가슴벽 출구 증후군(thoracic outlet syndrome), 유착성 관절낭염(adhesive capsulitis), 어깨 또는 목의 수술 병력, 목의 퇴행성 질환의 징후나 증상, 신경뿌리(nerve root) 압박과 일치하는 신경학적 증상이 있는 자였다(Kamonski 등, 2023).

적절한 표본 크기를 구하기 위해 G-power 소프트웨어(ver. 3.1.9.4)를 사용하였으며, 본 연구와 디자인이 같은 선행 연구의 위등세모근 근활성도 변수의 효과크기를 사용하였다(Abd El-Azeim 등, 2022). 효과크기 0.95, 유의수준 .05, 검정력(1-β err prob) 80 %로 계산한 결과 총 30명의 대상자가 산출되었다(Faul 등, 2009). 모든 참가자들은 연구의 목적과 실험 과정에 대한 설명을 듣고 이해하였으며, 자발적으로 참가 동의를 서면으로 작성하였다.

### 2. 실험절차

먼저 참가자들의 일반적 특성인 나이, 성별, 키, 몸무게를 조사하였다. 그 후 참가자들은 봉인된 봉투에서 번호표를 뽑아 월 슬라이드 운동군(n= 15)과 어깨뼈 정렬 운동군(n= 15)으로 무작위 배정되었다(Fig 1). 참가자들의 동질성을 확보하기 위해 외생변수를 파악하여 비슷한 특징을 가진 참가자를 할당하는 짝짓기 방법을 사용

하였다. 연구에 대해서 알지 못하고 참여하지 않은 5년 이상 경력의 물리치료사 한 명이 일반적 특성 조사와 무작위 할당을 수행했다. 참가자들은 사전검사로 어깨뼈 위쪽돌림근의 근활성도, 위등세모근의 압력 통증 역치를 측정하였다. 사전검사 후 참가자들은 준비운동과 정리운동을 5분씩 동일하게 시행했다. 월 슬라이드 운동군과 어깨뼈 정렬 운동군은 각각 월 슬라이드 운동과 어깨뼈 정렬 운동을 30분 동안 실시하였다. 10년 이상 경력의 물리치료사 한 명이 직접 시범을 보인 후 운동을 진행했다. 운동이 끝난 후 다시 사후검사를 실시하였다. 측정의 편향을 최소화하기 위해 참가자들이 어떤 운동을 실시했는지 알지 못하고 중재에 참여하지 않은 검사자 한 명이 선행 연구에서 제시된 표준화된 방법으로 모든 평가를 수행했다.

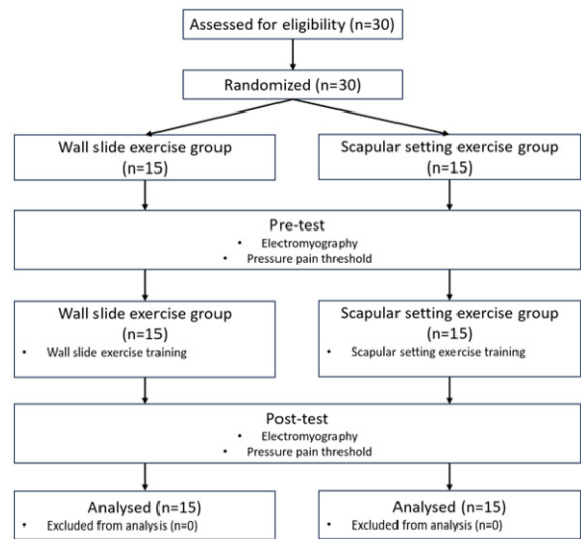


Fig 1. Flow chart of the study

#### 1) 월 슬라이드 운동

월 슬라이드 운동방법은 선행 연구를 참고하여 실시하였다(Uysal 등, 2022). 참가자들은 양발을 어깨너비만큼 벌리고 벽을 바라보고 섰다. 그리고 어깨관절과 팔꿈치관절을 90° 굽힘하고 아래팔의 자뼈 모서리를 벽에 닿게 했다. 참가자들은 몸통을 일직선으로 유지한 상태로 어깨관절에서 최대 굽힘이 일어날 때까지 아래팔을 위쪽으로 미끄러지게 했다(Fig 2). 이때 참가자들은 정상적인 어깨뼈 위쪽돌림 움직임을 만들어내기 위해 어깨

뼈를 밖으로 밀어내는 느낌으로 운동을 실시하였다. 어깨관절 굽힘의 마지막 범위에서 10초간 유지한 후 다시 처음 자세로 돌아왔다. 15회를 1세트로 하여 총 5세트 실시하였다. 세트 사이에는 2분간 휴식하였다.



Fig 2. Wall slide exercise

2) 어깨뼈 정렬 운동

어깨뼈 정렬 운동은 선행 연구를 참고하여 실시하였다(Worsley 등, 2013). 참가자들은 양팔을 편하게 내리고 바로 섰다. 치료사는 참가자의 옆에 서서 한 손으로 어깨뼈 안쪽모서리와 가쪽모서리 사이를 잡고 다른 한 손으로는 부리돌기와 어깨뼈봉우리를 부드럽게 감쌌다. 가슴우리에 대해 어깨뼈의 위치가 치료사에 의해 수동적으로 최적화되었다. 먼저 어깨뼈를 약 15° 위쪽돌림시켜 등뼈 2번 가시돌기, 어깨뼈 위각, 어깨뼈봉우리 가쪽면이 평행이 되도록 했다. 또한, 어깨뼈의 안쪽모서리가 들리지 않도록 가슴우리에 밀착시켰다. 마지막으로 어깨뼈 안쪽모서리와 등뼈 가시돌기 사이의 거리를 3인치 이상으로 유지시켰다(Fig 3).



Fig 3. Scapular setting exercise

참가자들은 이 자세를 1분 동안 능동적으로 유지하였고 치료사는 어깨뼈의 정상 정렬이 유지되는지 확인하였다. 어깨뼈 정렬 운동은 5회를 1세트로 하여 총 3세트 실시하였다. 운동 사이에는 1분간 휴식하였고 세트 사이에는 2분간 휴식하였다.

3. 측정도구 및 측정방법

1) 표면 근전도

운동방법에 따른 어깨뼈 위쪽돌림근의 근활성도 변화를 조사하기 위하여 무선 표면 근전도 장비(TeleMyo DTS, Noraxon Ins, USA)를 사용하여 위등세모근, 아래등세모근, 앞톱니근의 근활성도를 측정하였다. 근전도 신호의 저항과 잡음을 줄이기 위해 면도기를 이용하여 제모를 하고 부드러운 사포로 3~5회 문질러서 피부 각질을 제거하였다. 그리고 소독용 알코올로 전극 부착 부위를 깨끗하게 닦았다. 접지 전극은 염화은과 은 재질의 일회용 단극 표면 전극을 사용하였고 전극 사이의 거리는 2cm로 고정하였다. 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1,000 Hz로 하였고 20~400 Hz 대역 통과 필터(band pass filter)와 노이즈 제거를 위한 60 Hz 노치 필터(notch filter)로 필터링 하였다. 근전도 신호 수집 후 실효 평균값(root mean square)으로 정량화하였다. 각 근육에서 수집된 신호의 정규화는 최대 수의적 등척성 수축에 대한 백분율(% maximal voluntary isometric contraction)로 하였다.

위등세모근은 목뼈 7번 가시돌기와 어깨뼈봉우리 사이 거리의 50% 지점에 전극을 부착하였고(Coratella 등, 2020), 아래등세모근은 어깨뼈 안쪽모서리와 등뼈 8번 가시돌기 사이의 중간지점에서 약 33% 안쪽에 부착하였다(Cid 등, 2018). 앞톱니근은 겨드랑이 중심에서 수직으로 내려온 선상에서 6~8번째 갈비뼈 위치에 부착하였다(IJspeert 등, 2019). 참가자들은 손목에 디지털 각도계를 착용하고 어깨관절을 120° 굽힘 상태로 5초간 유지하였다(Fig 4). 처음과 끝의 1초를 제외한 가운데 3초 동안의 평균 근활성도를 계산하였다. 총 3회 실시하여 평균값을 분석에 사용하였다. 측정 사이에 근피로의 가능성을 줄이기 위해 3분간의 휴식을 제공하였다.



Fig 4. Measurement of scapular upward rotator muscle activity

2) 디지털 통각계

운동방법에 따른 위등세모근의 근긴장도 변화를 평가하기 위하여 디지털 통각계(FPX 50, JTECH Medical Industries Inc, USA)를 이용하여 압력 통증 역치를 측정하였다. 참가자들은 척추를 중립자세로 하고 엉덩관절과 무릎관절을 90 ° 굽힘하여 의자에 편하게 앉았다. 어깨 뼈봉우리와 목뼈 7번 사이의 위등세모근 중간지점에서 디지털 통각계를 피부와 수직으로 접촉하여 천천히 압력을 증가시키면서 눌렀다. 참가자들은 통증이 시작되는 시점에서 ‘아’ 소리를 내었다. 통증을 느끼는 시점의 압력을 3회 측정하여 평균값을 분석에 사용하였다. 각각의 측정마다 1분의 휴식시간이 제공되었고 측정 부위를 펜으로 표시하여 동일한 자세와 부위에서 측정이 되도록 하였다. 디지털 통각계를 이용한 압력 통증 역치 측정의 평가자내 신뢰도와 평가자간 신뢰도는 각각 0.75에서 0.99와 0.81에서 0.90로 매우 높은 것으로 보고되었다

(Bhattacharyya 등, 2023).

4. 자료 분석

본 연구에서 자료 분석은 SPSS 18.0 for window 프로그램을 사용하여 통계 처리하였고, 모든 자료는 평균±표준편차(mean±SD)로 기술하였다. Shapiro-Wilk검정을 이용하여 변수들의 정규성 검정을 하였으며, 정규분포를 만족하여 모수검정을 실시하였다. 연구 대상자들의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하였으며, 군 간의 동질성 검정은 독립표본 t-검정을 사용하였다. 각 군의 운동 전과 후의 차이를 검증하기 위해 대응표본 t-검정을 이용하였고, 두 군을 비교하기 위해 독립표본 t-검정을 사용하였다. 모든 통계학적 유의수준은 p<.05로 설정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

월 슬라이드 운동군과 어깨뼈 정렬 운동군의 일반적 인 특성은 Table 1과 같다. 월 슬라이드 운동군의 평균 연령은 33.93±2.76세, 키는 175.73±4.11 cm, 체중은 74.26±5.76 kg이었다. 어깨뼈 정렬 운동군의 평균 연령은 32.53±3.11세, 키는 174.21±3.09 cm, 체중은 72.93±3.53 kg 이었다. 연구 대상자의 일반적 특성에는 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다(p>.05).

Table 1. General characteristics of participants (mean±SD)

Variable	WSE group (n= 15)	SSE group (n= 15)	t	p
SDS side (Lt./Rt.)	5/10	6/9		
Age (yr)	33.93±2.76	32.53±3.11	1.31	.203
Height (cm)	175.73±4.11	174.21±3.09	1.15	.259
Weight (kg)	74.26±5.76	72.93±3.53	.76	.451

SDS; scapular downward rotation syndrome, SSE; scapular setting exercise, WSE; wall slide exercise

2. 어깨뼈 위쪽돌림근 근활성도 분석

월 슬라이드 운동군과 어깨뼈 정렬 운동군의 어깨뼈

위쪽돌림근 근활성도 분석은 Table 2에 나타냈다. 운동 전 위등세모근, 아래등세모근, 앞톱니근의 근활성도는

유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ). 군내 비교에서 월 슬라이드 운동군의 위등세모근 근활성도가 유의하게 감소하였고( $p<.05$ ), 앞톱니근의 근활성도는 유의하게 증가하였다( $p<.05$ ). 어깨뼈 정렬 운동군에서는 앞톱니근의 근활성도가 유의하게 증가하였다( $p<.05$ ). 군간 비교에서 위등세모

근의 근활성도는 월 슬라이드 운동군이 어깨뼈 정렬 운동군에 비해 유의하게 감소하였고( $p<.05$ ), 앞톱니근의 근활성도는 유의하게 증가하였다( $p<.05$ ). 아래등세모근의 근활성도는 두 군사이에 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

Table 2. Analysis of scapular upward rotator muscle activity (%MVIC)

Variable	WSE group (n= 15)	SSE group (n= 15)	t	p	
Upper trapezius	Pre-test	33.53±6.33	32.66±5.74	.39	.698
	Post-test	28.13±4.92	33.46±5.60		
	Value different	-5.40±5.32	.80±5.01	-2.76	.010
	t	-2.51	.34		
	p	.025	.736		
Lower trapezius	Pre-test	25.13±6.65	23.26±8.03	.69	.494
	Post-test	24.26±6.94	25.13±6.56		
	Value different	-8.86±5.23	2.03±6.90	-.41	.688
	t	-.36	.98		
	p	.721	.344		
Serratus anterior	Pre-test	32.26±6.16	29.60±5.22	1.12	.212
	Post-test	38.06±4.14	34.33±4.79		
	Value different	5.80±4.03	4.73±5.28	2.28	.030
	t	3.19	2.21		
	p	.006	.044		

SSE; scapular setting exercise, WSE; wall slide exercise

3. 위등세모근의 압력 통증 역치 분석

월 슬라이드 운동군과 어깨뼈 정렬 운동군의 위등세모근 압력 통증 역치 분석은 Table 3에 나타냈다. 운동 전 위등세모근 압력 통증 역치는 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ). 군내 비교에서 월 슬라이드 운동군의 위등세모

근 압력 통증 역치가 유의하게 증가하였고( $p<.05$ ), 어깨뼈 정렬 운동군에서는 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ). 군간 비교에서는 월 슬라이드 운동군이 어깨뼈 정렬 운동군에 비해 위등세모근 압력 통증 역치가 유의하게 증가하였다( $p<.05$ ).

Table 3. Analysis of upper trapezius pressure pain threshold (kg/cm<sup>2</sup>)

Variable	WSE group (n= 15)	SSE group (n= 15)	t	p	
UTPPT	Pre-test	7.33±1.87	7.86±2.58	-.64	.523
	Post-test	10.73±2.58	8.26±3.17		
	Value different	3.40±2.32	.40±2.44	2.31	.029
	t	5.67	.63		
	p	.001	.536		

SSE; scapular setting exercise, UTPPT, upper trapezius pressure pain threshold, WSE; wall slide exercise



#### IV. 고 찰

본 연구는 월 슬라이드 운동과 어깨뼈 정렬 운동이 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군의 어깨뼈 위쪽돌림근 근활성도와 위등세모근의 압력 통증 역치에 미치는 즉각적인 영향을 조사하기 위해 실시되었다. 월 슬라이드 운동과 어깨뼈 정렬 운동은 어깨뼈 기능 장애의 예방과 효과적인 운동프로그램을 제공하기 위한 어깨뼈 안정화 근육들의 조절능력 회복에 초점을 둔 운동이다. 연구 결과에 따르면 월 슬라이드 운동이 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군의 운동조절 능력과 위등세모근 긴장도를 개선시켰고, 어깨뼈 정렬 운동보다 더 큰 효과가 있었다. 이러한 결과는 월 슬라이드 운동이 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군의 교정과 치료에 효과적인 전략이 될 수 있음을 시사한다.

어깨 통증 환자는 팔을 올릴 때 위등세모근의 과도한 근활성도가 나타나고 앞톱니근은 근활성도가 감소한다(Camargo & Neumann, 2019). 어깨관절 손상 환자와 정상인의 등세모근과 앞톱니근의 근활성도를 비교한 선행 연구에서도 어깨관절 손상 환자가 정상인에 비해 위등세모근의 과도한 근활성도 및 앞톱니근의 감소된 근활성도를 나타낸다고 하였다(Moeller 등, 2014). 이처럼 위등세모근의 과도한 근활성도와 앞톱니근의 감소된 근활성도로 인한 어깨뼈 조절 장애는 어깨관절의 운동장애와 통증을 유발할 수 있다(Kim & Lim, 2016). 따라서 위등세모근의 근활성도를 감소시키고 앞톱니근의 근활성도를 촉진할 필요가 있다. 선행 연구에서는 충돌 증후군 환자에게 시각적 피드백과 근전도 피드백을 이용하여 어깨뼈 정렬 운동을 적용하였다(Du 등, 2020). 이 연구에서는 근전도 피드백을 이용한 훈련 방법이 비디오 피드백을 이용한 훈련보다 위등세모근의 근활성도가 감소한다고 보고하였다. 본 연구에서는 월 슬라이드 운동에서만 위등세모근의 근활성도가 감소하였으며 어깨뼈 정렬 운동과 유의한 차이가 나타났다. 선행 연구에서는 피드백의 종류에 따라 차이가 나타났지만 본 연구에서는 피드백을 사용하지 않았으므로 두 군의 운동방법에서 어깨뼈의 움직임 차이에 따른 결과라고 생각된다. 어깨뼈 정렬 운동에서는 어깨뼈의 위치를 유지했지만 월 슬라이드 운동에서는 어깨뼈의 위쪽돌림 움직임이 일어났으

므로 어깨뼈가 아래쪽돌림 되려는 회전력이 약해져 위등세모근의 근활성도가 감소된 것으로 생각된다. 선행 연구에서는 위등세모근의 긴장이 감소하면 팔을 들어올릴 때 위등세모근의 근활성도가 감소한다고 하였다(Derakhshani 등, 2018). 본 연구의 위등세모근 근활성도에서도 같은 결과가 나타났다. 또한 위등세모근의 압력 통증 역치 결과와 밀접한 연관이 있는 것으로 생각된다.

본 연구에서는 월 슬라이드 운동과 어깨뼈 정렬 운동 모두에서 앞톱니근의 근활성도가 증가하였다. 이는 월 슬라이드 운동과 어깨뼈 정렬 운동이 어깨뼈의 아래쪽돌림을 줄이고 위쪽돌림을 촉진했기 때문으로 생각된다. 최근 연구에서는 충돌 증후군이 있는 운동선수를 대상으로 바이오 피드백을 이용한 어깨뼈 정렬 운동과 근력 강화 운동의 효과를 조사하였다(Luo 등, 2024). 이 연구에서는 두 군 모두 앞톱니근과 아래등세모근의 근활성도가 증가하여 어깨뼈 조절능력을 개선했다고 보고하였다. 또한, 바이오 피드백이 추가되면 아래등세모근의 근활성도를 높이는데 도움이 된다고 하였다. 선행 연구와 본 연구에서 앞톱니근의 근활성도는 비슷한 결과가 나타났다. 하지만 선행 연구에서는 아래등세모근의 근활성도가 증가했지만 본 연구에서는 아래등세모근의 근활성도는 차이가 없었다. 이는 연구 방법에 따른 차이로 본 연구에서는 바이오 피드백이 없었기 때문에 아래등세모근 근활성도의 차이가 나타나지 않은 것으로 생각된다. 본 연구에서는 월 슬라이드 운동이 어깨뼈 정렬 운동보다 앞톱니근 근활성도가 더 증가하였다. 앞톱니근과 위등세모근은 함께 작용하여 어깨뼈를 위쪽돌림 시킨다(Briel 등, 2022). 선행 연구에서 위등세모근의 근활성도 감소는 다른 어깨뼈 위쪽돌림근에 대한 요구를 증가시켜 팔을 올릴 때 앞톱니근의 근활성도를 증가시키는데 기여할 수 있다고 하였다(Kang 등, 2015). 월 슬라이드 운동군의 앞톱니근 근활성도 증가는 본 연구의 위등세모근 근활성도 변화와 관련이 있는 것으로 생각된다. 월 슬라이드 운동에서만 위등세모근의 근활성도가 감소했기 때문에 어깨뼈 위쪽돌림에 대한 앞톱니근의 요구가 증가되어 월 슬라이드 운동에서만 앞톱니근의 근활성도가 증가된 것으로 생각된다.

위등세모근의 압력 통증 역치는 월 슬라이드 운동에서만 증가하였고 어깨뼈 정렬 운동과 비교하여 유의하

게 증가하였다. 어깨뼈의 정렬이 변화되면 어깨뼈 주변 근육의 길이와 목-어깨 부위의 생체역학이 변할 수 있다 (Martínez-Merineró 등, 2017). 어깨뼈와 목뼈는 어깨올림근과 위등세모근을 통해 해부학적으로 연결된다 (Derakhshani 등, 2019). 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군은 정상적인 어깨뼈 위치를 유지할 수 없어 위등세모근에 과도한 아래쪽돌림 당김 긴장(downward rotation pulling tension)이 발생할 수 있다(Derakhshani 등, 2018). 따라서 어깨뼈 위치를 교정하면 위등세모근의 기계적 스트레스를 줄일 수 있다. 최근 연구에서는 전방머리자세(forward head posture)에 어깨뼈 안정화 운동을 적용한 결과 위등세모근의 압력 통증 역치가 유의하게 증가하여 긴장도가 개선되었다고 보고하였다(Abd El-Azeim 등, 2022). 이는 어깨뼈 안정화 운동을 통해 위등세모근의 긴장도가 감소되어 압력 통증 역치가 증가된 것으로 본 연구의 결과와 일치한다. 전방머리자세에서 위등세모근은 머리 무게를 지탱해야 하므로 근육이 과도하게 활성화되어 긴장도가 높아진다(Xu 등, 2019). 비록 선행 연구와 본 연구의 연구 대상이 다르지만 위등세모근의 긴장도가 감소하여 압력 통증 역치가 증가했으므로 같은 결과가 나타난 것으로 생각된다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 월 슬라이드 운동과 어깨뼈 정렬 운동의 즉각적인 영향을 조사하였으므로 운동의 효과가 충분히 나타나기에는 중재 기간이 부족하며 장기적인 효과가 불분명하다. 둘째, 연구 대상자의 수가 비교적 적으므로 일반화하기에는 어려움이 있다. 셋째, 본 연구에서 표면 근전도 신호의 정규화는 최대 수의적 등척성 수축에 대한 백분율로 하였으나 참가자들이 최대 등척성 수축을 했는지 확인하기 어렵다. 넷째, 월 슬라이드 운동과 어깨뼈 정렬 운동을 적용할 때 참가자들의 어깨뼈 아래쪽돌림 정도의 차이를 반영하지 못하였다. 따라서 향후 연구에서는 충분한 연구 대상자와 중재 기간을 적용하고 다양한 평가방법을 사용한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 결론

본 연구 결과 월 슬라이드 운동은 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군의 위등세모근 근활성도를 감소시켰고 앞톱니근의 근활성도와 위등세모근의 압력통증역치를 증가시켰다. 어깨뼈 정렬 운동은 앞톱니근의 근활성도를 증가시켰다. 두 운동 모두 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군에 효과가 있었고 월 슬라이드 운동이 어깨뼈 정렬 운동보다 더 효과적이었다. 따라서 임상 환경에서 어깨뼈 아래쪽돌림 증후군의 교정과 치료 프로그램에 월 슬라이드 운동을 포함하는 것이 어깨뼈 조절 능력을 향상시키고 위등세모근의 긴장도를 개선하는 효과적인 전략이 될 수 있다.

## 참고문헌

Abd El-Azeim AS, Mahmoud AG, Mohamed MT, et al(2022). Impact of adding scapular stabilization to postural correctional exercises on symptomatic forward head posture: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*, 58(5), 757-766. DOI: 10.23736/s1973-9087.22.07361-0

Bhattacharyya A, Hopkinson LD, Nolet PS, et al(2023). The reliability of pressure pain threshold in individuals with low back or neck pain: a systematic review. *Br J Pain*, 17(6), 579-591. DOI: 10.1177/20494637231196647

Bilberg R, Nørgaard B, Overgaard S, et al(2014). Mental health and quality of life in shoulder pain patients and hip pain patients assessed by patient reported outcome. *Int J Orthop Trauma Nurs*, 18(2), 81-88. DOI: 10.1016/j.ijotn.2013.07.003

Briel S, Olivier B, Mudzi W(2022). Scapular force: couple ratios in healthy shoulders - an observational study reflecting typical values. *S Afr J Physiother*, 78(1), Printed Online. DOI: 10.4102/sajp.v78i1.1619

Camargo PR, Neumann DA(2019). Kinesiological considerations for targeting activation of scapulothoracic muscles - part 2: trapezius. *Braz J Phys Ther*, 23(6), 467-475. DOI: 10.1016/j.bjpt.2019.01.011

Carnevale A, Longo UG, Schena E, et al(2019). Wearable



- systems for shoulder kinematics assessment: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*, 20(1), Printed Online. DOI: 10.1186/s12891-019-2930-4
- Choi WJ, Cynn HS, Lee CH, et al(2015). Shrug exercises combined with shoulder abduction improve scapular upward rotator activity and scapular alignment in subjects with scapular downward rotation impairment. *J Electromyogr Kinesiol*, 25(2), 363-370. DOI: 10.1016/j.jelekin.2014.12.001
- Cid MM, Januario LB, Zanca GG, et al(2018). Normalization of the trapezius sEMG signal - a reliability study on women with and without neck-shoulder pain. *Braz J Phys Ther*, 22(2), 110-119. DOI: 10.1016/j.bjpt.2017.09.007
- Coratella G, Tornatore G, Longo S, et al(2020). An electromyographic analysis of lateral raise variations and frontal raise in competitive bodybuilders. *Int J Environ Res Public Health*, 17(17), Printed Online. DOI: 10.3390/ijerph17176015
- Derakhshani A, Letafatkar A, Abbasi A(2018). Comparison of the effects of sensorimotor training programs on pain, electromyography and kinematics in patients with scapular downward rotation syndrome. *Phys Ther Sport*, 34, 66-75. DOI: 10.1016/j.ptsp.2018.08.011
- Derakhshani A, Letafatkar A, Khosrokiani Z(2019). Comparing the effects of SUREE programs on people with scapular downward rotation syndrome: a randomized clinical trial. *J Sport Rehabil*, 28(8), 787-795. DOI: 10.1123/jsr.2018-0051
- Diekfuss JA, Rhea CK, Schmitz RJ, et al(2019). The influence of attentional focus on balance control over seven days of training. *J Mot Behav*, 51(3), 281-292. DOI: 10.1080/00222895.2018.1468312
- Du WY, Huang TS, Chiu YC, et al(2020). Single-session video and electromyography feedback in overhead athletes with scapular dyskinesis and impingement syndrome. *J Athl Train*, 55(3), 265-273. DOI: 10.4085/1062-6050-490-18
- Faul F, Erdfelder E, Buchner A, et al(2009). Statistical power analyses using G\*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods*, 41(4), 1149-1160. DOI: 10.3758/brm.41.4.1149
- Garving C, Jakob S, Bauer I, et al(2017). Impingement syndrome of the shoulder. *Dtsch Arztebl Int*, 114(45), 765-776. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0765
- Ha SM, Kwon OY, Yi CH, et al(2016). Effects of scapular upward rotation exercises on alignment of scapula and clavicle and strength of scapular upward rotators in subjects with scapular downward rotation syndrome. *J Electromyogr Kinesiol*, 26, 130-136. DOI: 10.1016/j.jelekin.2015.12.007
- Hickey D, Solvig V, Cavalheri V, et al(2018). Scapular dyskinesis increases the risk of future shoulder pain by 43% in asymptomatic athletes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 52(2), 102-110. DOI: 10.1136/bjsports-2017-097559
- IJspeert J, Kerstens HCJW, Janssen RMJ, et al(2019). Validity and reliability of serratus anterior hand held dynamometry. *BMC Musculoskelet Disord*, 20(1), Printed Online. DOI: 10.1186/s12891-019-2741-7
- Jeon NY, Weon JH, Lee KH, et al(2019). Effect of scapular downward rotator stretch exercises on scapular upward rotator activity during arm elevation in subjects with scapular downward rotation syndrome. *Indian J Physiother Occup Ther*, 13(2), 53-58. DOI: 10.5958/0973-5674.2019.00045.5
- Kamonseki DH, Haik MN, Ribeiro LP, et al(2023). Scapular movement training is not superior to standardized exercises in the treatment of individuals with chronic shoulder pain and scapular dyskinesis: randomized controlled trial. *Disabil Rehabil*, 45(18), 2925-2935. DOI: 10.1080/09638288.2022.2114552
- Kang MH, Choi JY, Oh JS(2015). Effects of crossed brassiere straps on pain, range of motion, and electromyographic activity of scapular upward rotators in women with scapular downward rotation syndrome. *PM R*, 7(12), 1261-1268. DOI: 10.1016/j.pmrj.2015.05.016

- Kim JT, Kim SY, Oh DW(2019). An 8-week scapular stabilization exercise program in an elite archer with scapular dyskinesis presenting joint noise: a case report with one-year follow-up. *Physiother Theory Pract*, 35(2), 183-189. DOI: 10.1080/09593985.2018.1442538
- Kim TH, Lim JY(2016). The effects of wall slide and sling slide exercises on scapular alignment and pain in subjects with scapular downward rotation. *J Phys Ther Sci*, 28(9), 2666-2669. DOI: 10.1589/jpts.28.2666
- Kuniki M, Iwamoto Y, Konishi R, et al(2024). Neural drive and motor unit characteristics of the serratus anterior in individuals with scapular dyskinesis. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 23(2), 148-158. DOI: 10.1007/s00276-012-0984-1
- Lee JH, Cynn HS, Choi WJ, et al(2016). Various shrug exercises can change scapular kinematics and scapular rotator muscle activities in subjects with scapular downward rotation syndrome. *Hum Mov Sci*, 45, 119-129. DOI: 10.1016/j.humov.2015.11.016
- Lee KC, Kim HS, Choo YK(2024). A physiotherapy program for adolescent baseball players with scapular dyskinesis: comparison of the effects of posterior shoulder stretching combined with scapular stabilization exercises (PSSE). *J Korean Soc Integr Med*, 12(1), 139-150. DOI: 10.15268/ksim.2024.12.1.139
- Lopes AD, Timmons MK, Grover M, et al(2015). Visual scapular dyskinesis: kinematics and muscle activity alterations in patients with subacromial impingement syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*, 96(2), 298-306. DOI: 10.1016/j.apmr.2014.09.029
- Lucas J, van Doorn P, Hegedus E, et al(2022). A systematic review of the global prevalence and incidence of shoulder pain. *BMC Musculoskelet Disord*, 23(1), Printed Online. DOI: 10.1186/s12891-022-05973-8
- Luo SL, Shih YF, Lin JJ, et al(2024). Scapula-focused exercises with or without biofeedback and corticospinal excitability in recreational overhead athletes with shoulder impingement. *J Athl Train*, 59(6), 617-626. DOI: 10.4085/1062-6050-0066.23
- Martínez-Merineró P, Lluch E, Gallezo-Izquierdo T, et al(2017). The influence of a depressed scapular alignment on upper limb neural tissue mechanosensitivity and local pressure pain sensitivity. *Musculoskelet Sci Pract*, 29, 60-65. DOI: 10.1016/j.msksp.2017.03.001
- Moeller CR, Huxel Bliven KC, Snyder Valier AR(2014). Scapular muscle-activation ratios in patients with shoulder injuries during functional shoulder exercises. *J Athl Train*, 49(3), 345-355. DOI: 10.4085/1062-6050-49.3.10
- Ravichandran H, Janakiraman B, Gelaw AY, et al(2020). Effect of scapular stabilization exercise program in patients with subacromial impingement syndrome: a systematic review. *J Exerc Rehabil*, 16(3), 216-226. DOI: 10.12965/jer.2040256.128
- Spanhove V, Van Daele M, Van den Abeele A, et al(2021). Muscle activity and scapular kinematics in individuals with multidirectional shoulder instability: a systematic review. *Ann Phys Rehabil Med*, 64(1), Printed Online. DOI: 10.1016/j.rehab.2020.10.008
- Struyf F, Cagnie B, Cools A, et al(2014). Scapulothoracic muscle activity and recruitment timing in patients with shoulder impingement symptoms and glenohumeral instability. *J Electromyogr Kinesiol*, 24(2), 277-284. DOI: 10.1016/j.jelekin.2013.12.002
- Umehara J, Kusano K, Nakamura M, et al(2018). Scapular kinematic and shoulder muscle activity alterations after serratus anterior muscle fatigue. *J Shoulder Elbow Surg*, 27(7), 1205-1213. DOI: 10.1016/j.jse.2018.01.009
- Umehara J, Yagi M, Hirono T, et al(2019). Relationship between scapular initial position and scapular movement during dynamic motions. *PLoS One*, 14(12), Printed Online. DOI: 10.1371/journal.pone.0227313
- Uysal Ö, Akoğlu AS, Kara D, et al(2022). Theraband applications for improved upper extremity wall-slide exercises. *J Athl Train*, 57(8), 795-803. DOI: 10.4085/1062-6050-0305.21
- Worsley P, Warner M, Mottram S, et al(2013). Motor control retraining exercises for shoulder impingement: effects on function, muscle activation, and biomechanics

- in young adults. *J Shoulder Elbow Surg*, 22(4), e11-e19. DOI: 10.1016/j.jse.2012.06.010
- Xu L, Hwang B, Kim T(2019). The effect of postural correction and visual feedback on muscle activity and head position change during overhead arm lift test in subjects with forward head posture. *J Korean Phys Ther*, 31(3), 151-156. DOI: 10.18857/jkpt.2019.31.3.151
- Yuksel E, Yesilyaprak SS(2024). Scapular stabilization exercise training improves treatment effectiveness on shoulder pain, scapular dyskinesis, muscle strength, and function in patients with subacromial pain syndrome: a randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther*, 37, 101-108. DOI: 10.1016/j.jbmt.2023.11.005