

어깨뼈 운동 이상증을 가진 청소년기 야구선수들을 위한 물리치료적 프로그램: 어깨 뼈 안정화 운동과 동반된 뒤쪽 어깨 스트레칭(PSSE) 중재 후 효과 비교

이건철¹ · 김현수¹ · 추연기^{2*}

¹경남정보대학교 물리치료과 교수, ^{2*}구포성심병원 재활치료팀 팀장

A Physiotherapy Program for Adolescent Baseball Players with Scapular Dyskinesis: Comparison of the effects of posterior shoulder stretching combined with scapular stabilization exercises (PSSE)

Keon-Cheol, Lee, PT, Ph.D¹ · Hyeon-Su Kim, PT, Ph.D¹ · Yeon-Ki Choo, PT, Ph.D²

¹Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor

^{2*}Dept. of Rehabilitation Therapy, Guposungshim Hospital, Manager

Abstract

Purpose : Scapular dyskinesia, it have been shown to be common in overhead athletes and has been associated with RC muscle strength. Posterior shoulder tightness (PST) has been suggested as an important factor causing scapular dyskinesia. Therefore, rehabilitation programs should focus on a posterior shoulder stretch combined with scapular stabilization exercise (PSSE) intervention. Determine the effects of posterior shoulder stretch combined with scapular stabilization exercise on the rotator cuff (RC) muscles strength, functional strength ratio (FSR), range of motion (ROM), and pain.

Methods : 30 adolescent baseball players participated and subjects were allocated PSSE group (n=15) or the SSE group (n=15). Both group performed a 6-weeks intervention and measured of isokinetic peak torque/body weight (PT/BW) of concentric external rotator (CER), eccentric external rotator (EER), concentric internal rotator (CIR), eccentric internal rotator (EIR), FSR, ROM, and pain.

Results : After 6 weeks PSSE, significant increase CER PT/BW (+6.02±4.76 %), EER PT/BW (+5.39±4.22 %), EER to CIR ratio (+.17±.16), and internal rotation ROM (+15.08±3.57 °). Whereas, significant decrease EIR to CER ratio (-.14±.18), external rotation ROM (-12.00±6.94 °), and GIRD (-17.41±2.84 °) compared with pre-intervention. No significant difference of isokinetic PT/BW of CIR and EER post-intervention. In the SSE group showed no significant difference all measurements for isokinetic PT/BW, FSR, and ROM post-intervention. The pain was significant improve both PSSE group (-3.25±1.60) and SSE group (-2.83±1.85) post-intervention.

Conclusion : Both the PSSE and SSE interventions led to more pain relief. However, only the PSSE group showed ROM, CER, EER PT/BW, and FSR improvements. These results might suggest that the PSSE intervention is a more effective program for improving RC muscle strength and balance, in particular, concentric and eccentric ER muscle strength, FSR and can expect to prevent shoulder injuries in adolescent baseball players with scapular dyskinesia.

Key Words : adolescent baseball players, posterior shoulder stretch, isokinetic strength, posterior shoulder tightness, scapular dyskinesia

*교신저자 : 추연기, promise1221@nate.com

제출일 : 2023년 10월 19일 | 수정일 : 2024년 2월 13일 | 게재승인일 : 2024년 2월 16일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

청소년기 야구선수에서 50 % 이상이 어깨통증을 경험하는데 특히, 오목위팔관절 부상은 가장 흔히 발생하며 (Rechel 등, 2008), 어깨 부상의 주요 원인은 투구 동작 시 반복적이고 빠른 속도의 오버헤드 팔 동작으로 인한 누적된 미세손상으로 알려져 있다(Lyman 등, 2002).

반복적인 투구 동작은 어깨뼈 운동 이상증(scapular dyskinesis)으로 알려진 어깨뼈 움직임 비정상적으로 변화시키며, 이는 야구선수와 같은 오버헤드 동작을 자주 시행하는 운동선수에게 흔하다(Kibler&McMullen, 2003). 또한 어깨뼈 안정근의 피로가 누적되면 어깨뼈 운동 이상증이 나타날 수 있으며, 이런 어깨뼈 운동 이상증은 전반적 어깨관절의 안정화와 근육들레띠에 대한 최적의 길이-장력 관계에 영향을 미치기에 근육들레띠 근육 강도와 깊은 관련이 있다(Merolla 등, 2010a).

어깨뼈 운동 이상을 유발하는 요인은 여러 가지가 제시되었는데, 그중 가장 주요한 요인으로 뒤쪽 어깨관절 뻣뻣함(posterior shoulder tightness; PST)을 들 수 있다. PST는 투구 동작 시 뒤쪽 어깨의 미세 외상, 과부하 및 편심성 스트레스와 관련이 있으며 오목위팔관절의 안쪽 회전 결손(glenohumeral joint internal rotation deficit; GIRD)을 유발한다(Laudner 등, 2010). 선행연구에서 GIRD는 어깨뼈 위치 이상(특히, 어깨뼈 내밌)과 깊은 관련성이 있다고 보고되며 어깨 근육의 불균형까지 초래할 수 있다(Lee 등, 2015). 과거 등속성 운동과 관련된 연구에서 GIRD가 있는 청소년기 야구 선수의 어깨 굽힘근과 펌근의 등속성 강도가 감소한다고 보고하였으며 (Trakis 등, 2008), 역시나 오버헤드 동작을 자주 취하는 통증이 있는 아마추어 테니스 선수에 있어 어깨관절의 안쪽 돌림 가동범위가 부족하며, 가쪽 돌림 근육 강도는 약하기에 가쪽돌림 대 안쪽돌림의 근육 강도의 비율이 정상적인 수치와 비교하여 더 낮다고 하였다(Guney 등, 2016). 따라서 GIRD 등을 해소하기 위한 재활 프로그램은 어깨뼈 안정화 운동 중재와 동반한 뒤쪽 어깨 스트레칭(posterior shoulder stretch combined with scapular stabilization exercise; PSSE)에 초점을 맞춰야 한다.

어깨뼈 운동 이상증으로 진단되어진 대상자에게 PSSE를 시행하였을 때 근육들레띠 근육에 미치는 효과를 선행연구를 통해 조사하였는데, Merolla 등은 어깨뼈 운동 이상증이 있는 오버헤드 운동선수에 있어 가시위근과 가시아래근의 근육증가와 통증의 감소를 보고하였다(Merolla 등, 2010b). 아울러 Baskurt 등은 PSSE가 어깨뼈 운동 이상증을 가진 대상자의 근육들레띠 근육과 삶의 질을 향상시킨다고 하였다(Başkurt 등, 2011). 이러한 몇몇의 연구결과들을 바탕으로 PSSE가 어깨뼈 운동 이상증을 가진 청소년기 야구선수들의 근육들레띠 근육을 향상시키는데 효과적이라 다소 쉽게 생각할 수 있지만, 오버헤드 동작을 자주 취하는 어깨뼈 운동 이상증을 가진 운동선수의 근육들레띠 근육에 대한 PSSE 효과를 구체적으로 검증한 연구는 매우 부족하며 특히, 본 연구에서 처럼 야구선수의 투구동작에 따른 경기수행력에 직접적으로 영향을 미치는 근육들레띠의 동적 근력과 기능적 근력비율(functional strength ratio; FSR)에 PSSE가 미치는 효과를 비교 조사한 연구는 전무한 실정이다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 어깨뼈 운동 이상증을 가진 청소년기 야구선수에게 PSSE 적용이 근육들레띠 근육, 기능적 근력 비율, 관절가동범위, 통증의 변화에 미치는 효과를 비교 분석하여 현 시점에서 가장 효과적인 물리치료적 중재방법을 제시하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 부산광역시와 경상남도 소재 12개 학교의 청소년기 남자 야구선수들을 대상으로 어깨뼈 운동 이상증으로 진단되어진 대상자 36명을 최초 선정하였으나 개인사정 등으로 인해 중도탈락자 6명을 제외한 30명을 최종적으로 선정하여 2022년 1월부터 2023년 8월까지 진행되었다. 대상자의 선정은 G*Power software v.3.1.9.7(university of Heinrich Heine, Düsseldorf, Germany)을 이용하여 효과크기(effect size) .75, 유의수준

(a) .05, 그리고 검정력(power) .85 설정에 의해 두 군 간의 비교를 위한 최소 27명 이상의 모집수준 제안을 따랐다.

대상자의 선정 기준은 훈련이나 경기 중에 어깨 통증이 발생하거나 증가하는 경우와 GIRD 15°~20°인 경우를 포함하였는데 선행연구에 따라 비투구 측 어깨와 비교하여 GIRD가 10° 미만 또는 25° 이상인 경우를 병적상태로 분류하기에 위와 같이 범위를 설정하였다(Borsa 등, 2008). 제외 기준으로는 어깨 수술 과거력, 어깨 및 상지 골절, 오목위팔관절 과도한 불안정성, 상지의 신경학적 징후자로 하였다.

대상자는 어깨뼈 안정화 운동을 동반한 뒤쪽 어깨 스트레칭(PSSE) 그룹과 어깨뼈 안정화 운동(scapular stabilization exercise; SSE) 그룹으로 각 15명씩 무작위로 나누었으며, 각 그룹은 6주 동안 중재를 수행한 후 아래와 같이 동일한 측정방법에 따라 결과를 측정하여 비교 분석하였다.

2. 측정방법

1) 어깨뼈 운동 이상증

어깨뼈 운동 이상증(패턴 I~III)과 정상적인 어깨뼈의 움직임(패턴 IV)을 비교 진단하기 위해 대상자는 선 자세에서 1.5 kg 또는 3 kg 아령을 손에 쥐고 엄지손가락을 위쪽으로 향하게 하여 3초에 걸쳐 가능한 최대 범위까지 팔을 들어 올린 후 다시 3초에 걸쳐 팔을 원래 위치로 내리는 동작을 할 때 검사자는 어깨뼈의 위치와 움직임 패턴을 기록하여 다음과 같이 분류하였다(Huang 등, 2015)(Table 1).

2) 근력

근육돌레피 근육의 근력은 등속성 장비인 Biodex dynamometer system 4(Biodex Corp., Shirley, NY, USA)를 사용하여 동심성 및 편심성의 안쪽돌림과 가쪽돌림 동작 시 몸무게 대비 최대근력(peak torque/body weight)을 측정하였다. 대상자들은 절차의 익숙함과 근육의 위밍업을 위해 최대하 수축정도로 3~5회 사전 연습을 실시하였다. 검사의 시작자세로 다리를 굽힌 바로 누운 자세에서 보상작용을 방지하기 위해 어깨띠와 몸통에 스트랩

을 부착하였으며 아래팔을 얹침한 상태에서 어깨를 90° 벌림과 팔꿈치를 90° 굽힘하도록 하였다. 강도는 120 %의 속도로 안쪽돌림 50°와 가쪽돌림 50° 사이에서 총 100°의 관절가동범위에 걸쳐 검사가 진행되었으며, 안쪽돌림과 가쪽돌림 모두 필요에 따라 중력이 작용하는 방향 또는 반대방향으로 움직이기에 별도로 중력을 보정하지는 않았다(Kibler 등, 2013). 검사는 동심성 안쪽돌림과 가쪽돌림 근력을 먼저 검사한 후 편심성 순으로 진행되었으며 동심성 및 편심성 근력 검사 모두 대상자가 최대한의 노력을 이끌어 낼 수 있도록 숙달된 검사자의 독려와 함께 5회의 교대 반복적으로 실시되었다(Fig 1). 또한, 기능적 근력 비율은 편심성 안쪽돌림 대 동심성 가쪽돌림 비율과 편심성 가쪽돌림 대 동심성 안쪽돌림 비율로 계산되어 수치화하였다.



Fig 1. Isokinetic rotator cuff muscle strength test

3) 관절가동범위

동일한 검사자에 의해 고니오미터((Baseline® Bubble Inclinometer, Fabrication Enterprises Inc. White Plains, NY)를 사용하여 오목위팔관절의 안쪽돌림과 가쪽돌림의 관절가동범위를 측정하였다(Huffman 등, 2006).

안쪽돌림은 대상자의 부리돌기가 검사자의 엄지손가락 안으로 올라가는 것을 느낄 때까지 허용되었으며 해당 움직임이 발생하면 움직임을 중지하게 하였다. 가쪽돌림은 끝 범위에 도달할 때까지 수동적으로 측정되었으며, GIRD는 투구측 어깨와 비투구측 어깨사이의 안쪽돌림 관절가동범위 차이에 대한 데이터를 기반으로 수치화하였다.

Table 1. Classification of the main patterns of scapular dyskinesis

| Pattern | Description |
|---------------------|--|
| Pattern I | The inferior medial angle of the scapula is displaced posteriorly from the thorax and prominent during dynamic observation and palpation |
| Pattern II | The entire medial border of the scapula is displaced posteriorly from the posterior thorax and prominent during dynamic observation and palpation |
| Pattern III | Early scapular elevation or excessive or insufficient scapular upward rotation during dynamic observation and palpation compared to the asymptomatic side |
| Pattern IV (Normal) | 1. No evidence of posterior displacement in the medial border/inferior angle of the scapula and excessive or insufficient scapular movement 2. Minimal motion during the initial 30–60 ° of scapulohumeral elevation, then smooth and continuous upward and downward rotation during humeral elevation and lowering, respectively |

4) 통증정도

어깨통증은 대상자가 투구 시 느껴지는 가장 큰 통증 정도를 기준으로 시각적 상사 척도 (visual analog scale; VAS)에 의해 측정되었다(Gabriel & Patrick, 2002).

3. 중재방법

어깨뼈 운동이상증을 가진 청소년기 야구선수에게 어깨 뒤쪽 조직의 뻣뻣함의 해소가 어깨관절에 미치는 효과를 구체적으로 비교 분석하기 위해 PSSE 그룹은 6주 동안 4가지의 어깨뼈 안정화 운동(Table 2)과 함께 뒤쪽 어깨 스트레칭 방법으로 슬리퍼 스트레칭(sleeper stretch)을 실시하였으며 SSE 그룹은 동일한 6주 동안 스트레칭을 제외하고 어깨뼈 안정화 운동만을 실시하였다(De Mey 등 2012; Liebenson, 2012; Struyf 등, 2013).

1) 슬리퍼 스트레칭

슬리퍼 스트레칭은 어깨 뒤쪽 근육과 물렁조직의 유연성을 향상시키기 위한 목적으로 대상자는 옆으로 누운 자세에서 통증이 있는 투구 측 어깨를 90° 굽힘과 팔꿈치 역시 90° 굽힘한 상태로 가슴은 바닥과 수직이 되고 머리는 편안하게 이완된 자세를 취하게 하였다. 또한 반대쪽 손을 사용하여 투구 측 손목을 잡고 좀 더 안쪽

으로 돌림이 발생할 수 있도록 부드럽게 밀어 넣을 것을 지시하였다(Behm & Chaouachi, 2011)(Fig 2). 스트레칭 시 투구 측 어깨의 굽힘범위 감소, 어깨뼈의 과도한 올림, 비투구측 어깨가 뒤쪽으로 롤링되어 몸통을 수직으로 유지하지 못하는 경우가 최대한 발생하지 않도록 숙달된 치료사의 지도에 의해 실시되었으며 스트레칭의 강도는 “스트레칭 시 전혀 불편감이 없다.”를 0 %로 하고 “스트레칭 시 견딜 수 없는 최대 불편감이 있다.”를 100 %로 범위를 설정하여 70~90 % 내에서 동일하게 시행하였다(Behm & Chaouachi, 2011). 아울러 슬리퍼 스트레칭은 6주 동안 30초씩 3회를 반복하여 매일 수행되었다.



Fig 2. Sleeper stretch

Table 2. 4 types of scapular stabilization exercises

| Type | Description |
|---|--|
| Punch exercise | The punch exercise was performed to improve the subject's serratus anterior muscle strength. The subjects were instructed to assume a supine position with the shoulder resting at 90 ° of forward flexion and then reach up as far as possible toward the ceiling. |
| Forward flexion in the sidelying position | The Forward flexion in the side-lying position was performed to improve the lower trapezius and middle trapezius muscles. Side-lying forward flexion is effective for the optimal restoration of upper trapezius muscle to lower trapezius muscle ratio balance and upper trapezius muscle to middle trapezius muscle ratio balance. While in the side-lying position, with the shoulder in a neutral position, the subjects performed Forward flexion in a horizontal plane to 135 °. |
| Prone horizontal abduction | The Prone horizontal abduction was performed to improve the lower trapezius muscle and for the optimal restoration of upper trapezius muscle to lower trapezius muscle ratio balance. In the prone position with the shoulder resting at 90 ° abduction, the subjects performed horizontal abduction to a horizontal position. |
| Prone extension | The Prone extension was performed to improve the middle trapezius muscle and for the optimal restoration of upper trapezius muscle to middle trapezius muscle ratio balance. In the prone position with the shoulder resting at 0°, the subjects performed extension to a neutral position with the shoulder in a neutral rotation position. |

Each exercise was performed 3 times per week, with 3 sets of 10 repetitions, for 6 weeks.

4. 분석방법

중재 전 PSSE 그룹과 SSE 그룹의 대상자 특성의 동질성을 분석하기 위해 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 중재 후 그룹 내 요인인 시간 흐름에 따른 변화의 차이(pre-intervention vs. post-intervention)와 그룹 간 요인인 그룹 간 변화의 차이(PSSE group vs. SSE group)를 비교 분석하기 위해 이원 반복측정 분산 분석(two way repeated measures analysis of variance)을 실시하였으며, 사후분석은 대응표본 t-검정(paired t-test) 또는

독립표본 t-검정을 통해 시행되었다. 또한 유의수준은 모두 $\alpha=0.05$ 로 하였으며, 통계처리는 SPSS for windows (ver. 29.0)을 사용하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 다음과 같으

Table 3. General characteristics of subjects in each group

(n=30)

| Variables | PSSE group (n=15) | SSE group (n=15) | p |
|----------------|-------------------------|------------------|------|
| Age (years) | 17.25±1.35 ^a | 17.00±1.53 | .892 |
| Height (cm) | 176.01±7.79 | 176.74±7.64 | .731 |
| Weight (kg) | 75.08±10.14 | 77.23±9.75 | .608 |
| Career (years) | 6.41±.99 | 5.91±1.37 | .778 |

^aMean ± standard deviation, PSSE; posterior shoulder stretch combined with scapular stabilization exercise, SSE; scapular stabilization exercise

며, 일반적 특성에 대한 동질성 분석 결과 모든 변수에서 두 그룹 간의 유의한 차이는 없었다(Table 3).

2. 근육돌레띠 근력 및 기능적 근력 비율의 변화

PSSE 그룹과 SSE 그룹의 근육돌레띠 근력 및 기능적 근력 비율의 변화를 비교를 위해 시간과 그룹 사이 상호작용을 분석한 결과 동심성 가쪽돌림 (F=4.84, p=.039), 편심성 가쪽돌림(F= 6.16, p =.021) 근육의 근력과 편심성 안쪽돌림 대 동심성 가쪽돌림 비율(F=4.92, p=.037), 편심성 가쪽돌림 대 동심성 안쪽돌림 비율 (F=4.63, p=.042) 모두 유의한 차이가 없었다.

PSSE 그룹과 SSE 그룹의 6주 간의 중재 전·후의 근육

돌레띠 근력 및 기능적 근력 비율을 비교한 결과 PSSE 그룹에서는 동심성 가쪽돌림(평균차이: 6.02±4.76 %)과 편심성 가쪽돌림(평균차이: 5.39±4.22 %)의 몸무게 대비 최대근력이 유의하게 증가하였지만(p<.05), 동심성 안쪽돌림과 편심성 가쪽돌림의 몸무게 대비 최대근력은 유의한 차이가 없었다(Table 4). 또한 PSSE 그룹에서 편심성 가쪽돌림 대 동심성 안쪽돌림 비율(평균차이: .17±.16)은 중재 후 유의하게 증가한 반면, 편심성 안쪽돌림 대 동심성 가쪽돌림 비율(평균차이: -.14±.18)은 유의하게 감소하였다(p<.05)(Table 4). SSE 그룹에서는 중재 후 모든 결과 측정값에서 유의한 차이가 없었다(Table 4).

Table 4. Changes in rotator cuff muscle strength and functional strength ratio

| Variables | Group | Pre intervention | Post intervention | Post-Pre intervention | p |
|--------------------|-------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| CER 120 °/s (%) | PSSE (n=15) | 40.81±6.25 ^a | 46.83±5.16 | 6.02±4.76 (2.99, 9.04) | .000 ^b |
| | SSE (n=15) | 35.38±7.83 | 36.98±8.08 | 1.60±5.07 (-1.61, 4.82) | .297 |
| EER 120 °/s (%) | PSSE (n=15) | 44.00±4.78 | 49.40±3.54 | 5.39±4.22 (2.71, 8.07) | .000 ^b |
| | SSE (n=15) | 39.32±5.14 | 41.07±5.32 | 1.74±2.84 (-.58, 3.47) | .570 |
| CIR 120 °/s (%) | PSSE (n=15) | 37.73±6.34 | 36.66±4.69 | -1.06±5.08 (-4.29, 2.16) | .438 |
| | SSE (n=15) | 35.49±6.31 | 35.65±4.21 | .16 ±4.88 (-2.94, 3.27) | .910 |
| EIR 120 °/s (%) | PSSE (n=15) | 42.26±5.24 | 42.47±4.77 | .20±3.88 (-2.25, 2.67) | .855 |
| | SSE (n=15) | 37.58±4.06 | 39.56±2.27 | 1.98±3.70 (-.36, 4.33) | .090 |
| EIR:CER ratio | PSSE (n=15) | 1.06±.22 | .91±.13 | -.14±.18 (-.26, .24) | .022 ^b |
| | SSE (n=15) | 1.11±.30 | 1.11±.23 | .00±.11 (-.07, .07) | .938 |
| EER:CIR ratio | PSSE (n=15) | 1.19±.21 | 1.36±1.72 | .17±.16 (.06, .27) | .005 ^b |
| | SSE (n=15) | 1.13±.19 | 1.16±.19 | .03±.14 (-.05, .112) | .419 |

^aMean ± standard deviation except for Post - Pre intervention, where values are mean difference ± standard error (95 % confidence interval), PSSE; posterior shoulder stretch combined with scapular stabilization exercise, SSE; Scapular stabilization exercise, CER; concentric external rotator, EER; eccentric external rotator, CIR; concentric internal rotator, EIR; eccentric internal rotator. ^bIndicates significant difference Post - Pre intervention (time by group interaction effect)

3. 위팔오목관절의 관절가동범위와 통증정도의 변화

PSSE 그룹과 SSE 그룹의 위팔오목관절의 관절가동범위 변화를 비교를 위해 시간과 그룹 사이 상호작용을 분석한 결과 안쪽돌림 ($F=160.30, p=.000$), 가쪽돌림 ($F=14.69, p=.000$), GIRD ($F=256.99, p=.000$) 모두에서 유의한 차이를 보였다.

PSSE 그룹과 SSE 그룹의 6주 간의 중재 전·후의 위팔오목관절의 관절가동범위를 비교한 결과 PSSE 그룹에서 안쪽돌림(평균차이: $15.08 \pm 3.57^\circ$)은 유의하게 증가하였으며, 가쪽돌림(평균차이: $-12.00 \pm 6.94^\circ$)과 GIRD는 유의하게 감소하였다($p < .05$)(Table 5). SSE 그룹에서는 중재 후 모든 결과 측정값에서 유의한 차이가 없었다(Table 5).

PSSE 그룹과 SSE 그룹의 통증 변화를 비교를 위해 시간과 그룹 사이 상호작용을 분석한 결과 ($F=.34, p=.561$) 유의한 차이를 보이지 않았지만 시간에 따른 주 효과 ($F=74.10, p=.000$)에서는 유의한 차이를 보였다.

PSSE 그룹과 SSE 그룹의 6주 간의 중재 전·후의 위팔오목관절의 통증정도를 비교한 결과 PSSE 그룹(평균 차

이: -3.25 ± 1.60)과 SSE 그룹(평균 차이: -2.83 ± 1.85) 모두에서 통증정도가 유의하게 감소하였다($p < .05$)(Table 5).

IV. 고찰

본 연구에서는 어깨뼈 운동 이상증을 동반한 청소년기 야구선수들을 대상으로 6주 동안 어깨뼈 안정화 운동 프로그램과 뒤쪽 어깨 스트레칭을 함께 실시(PSSE 그룹) 후 근육돌레띠 근력(몸무게 대비 최대 근력), 기능적 근력 비율(FSR), 관절가동범위(ROM), 통증정도(VAS)을 어깨뼈 안정화 운동만을 실시(SSE 그룹)하였을 때와 비교 분석하고자 하였다.

결과적으로 PSSE 그룹과 SSE 그룹 모두에서 통증정도는 크게 감소하는 것으로 나타났으나, 근육돌레띠의 근력, 기능적 근력 비율, 관절가동범위의 개선은 PSSE 그룹에서만 관찰되었다. 구체적으로 살펴보면 두 중재 모두 통증 완화로 이어지지만 PSSE 중재만이 동심성 및 편심성 가쪽돌림의 몸무게 대비 최대근력을 향상시키고 기능적 근력 비율 및 관절가동범위를 개선시킬 수

Table 5. Changes in range of motion and pain intensity of the glenohumeral joint

| Variables | Group | Pre intervention | Post intervention | Post-Pre intervention | <i>p</i> |
|--------------------------------|-------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Internal Rotation ($^\circ$) | PSSE (n=15) | 59.16 \pm 7.81 | 74.25 \pm .25 | 15.08 \pm 3.57 (12.82, 17.02) | .000 ^b |
| | SSE (n=15) | 60.83 \pm 5.89 | 61.58 \pm 5.51 | .75 \pm 1.60 (-1.026, 1.76) | .133 |
| External Rotation ($^\circ$) | PSSE (n=15) | 103.00 \pm 9.64 | 91.00 \pm 5.67 | -12.00 \pm 6.94 (-16.41, -7.58) | .000 ^b |
| | SSE (n=15) | 101.66 \pm 9.07 | 100.41 \pm 4.50 | -1.25 \pm 6.79 (-5.56, 3.06) | .537 |
| GIRD ($^\circ$) | PSSE (n=15) | 17.25 \pm .96 | .16 \pm 2.62 | -17.41 \pm 2.84 (-19.22, -15.61) | .000 ^b |
| | SSE (n=15) | 16.50 \pm 1.24 | 15.58 \pm 2.81 | -.19 \pm 2.15 (-2.20, .45) | .168 |
| Pain (VAS) | PSSE (n=15) | 5.33 \pm 1.87 | 2.08 \pm 1.31 | -3.25 \pm 1.60 (-4.26, 2.23) | .000 ^c |
| | SSE (n=15) | 6.41 \pm 1.92 | 3.58 \pm 1.92 | -2.83 \pm 1.85 (-4.00, -1.65) | .000 ^c |

^aMean \pm standard deviation except for Post - Pre intervention, where values are mean difference \pm standard error (95 % confidence interval), PSSE; posterior shoulder stretch combined with scapular stabilization exercise, SSE; Scapular stabilization exercise, GIRD; glenohumeral internal rotation deficit, VAS; visual analog scale, ^bIndicates significant difference Post - Pre intervention (time by group interaction effect). ^cIndicates significant difference Post - Pre (main effect: time)

있었다.

첫째, SSE 그룹과 비교하여 PSSE 그룹에서 안쪽돌림 관절가동범위가 보다 증가하고 동심성 및 편심성 가쪽 돌림의 몸무게 대비 최대근력이 향상되었다. Worrell 등 (1994)은 3주간의 스트레칭 프로그램 후 60 %와 120 %에서 측정된 햄스트링 근육의 편심성 최대근력이 각각 8.5 %와 13.5 % 증가하였고, 동심성 최대근력 역시 11.2 % 증가했다고 보고하였다. 또한 Abdel-Aziem과 Mohammad(2012)은 6주간의 발바닥 굽힘근 스트레칭 프로그램 후 30 % 및 120 %에서 측정한 발바닥 굽힘근의 동심성 최대 근력이 82.28 Nm에서 89.80 Nm 및 55.05 Nm에서 61.35 Nm으로 증가했으며 편심성 최대 근력이 85.61 Nm에서 95.81 Nm 및 92.52 Nm에서 104.09 Nm으로 증가됨을 보고하였다. 이는 6주간에 어깨뼈 안정화 운동과 함께 뒤쪽 어깨 스트레칭을 실시한 후 동심성 가쪽돌림 6.02 %와 편심성 가쪽돌림 5.39 % 최대 근력 증가가 나타난 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 본 연구의 결과처럼 스트레칭이 관절가동범위와 근력 개선 시킨 이유는 스트레칭을 통한 뻣뻣해진 근육의 유연성 회복은 길이-장력 관계에 영향을 미치기에 정상적인 근육 길이 변화를 통해 관절 운동학과 근육 활성화 관계에 긍정적 효과를 주어(Noffal, 2003) 어깨뼈 안정화 운동을 시행할 때 근력을 증가시키기 훨씬 좋은 환경을 만든 결과라 생각된다(Choo 등, 2022). 그리고 6주간의 스트레칭을 시행하는 시간이 경과함에 따라 뻣뻣해진 근육의 이완과 근긴장도를 감소시켜 결과적으로 근육길이와 고유한 성질인 점탄성 특성을 회복시켜 궁극적으로 근력 향상을 가져다줄 수 있었다(Taylor 등, 1990). 마지막으로 편심성 수축 속도와 근육 길이 변화는 근육이 흡수하는 에너지의 양을 결정하는 중요한 요소인데, 근육 길이가 증가하면 편심성 수축 중에 흡수된 에너지가 증가할 수 있으며, 이는 즉각적으로 동심성 수축에 사용된다(Wilk 등, 2002). 즉, 본 연구에서 PSSE 그룹에서의 안쪽돌림 관절가동범위의 증가는 가쪽돌림 근육의 편심성 수축 동안 에너지 흡수량의 증가로 이어지며, 이는 편심성 가쪽 돌림의 몸무게 대비 최대 근력을 40.81±6.25에서 46.83±5.16으로 또한 동심성 가쪽 돌림 44.00±4.78에서 49.40±3.54으로 향상시키는 에너지의 원천이 된 것으로 볼 수 있다.

둘째, SSE 그룹과 비교하여 PSSE 그룹은 가쪽돌림 근육의 몸무게 대비 최대 근력의 증가가 나타나 결과적으로 기능적 근력 비율 변화에 긍정적인 영향을 주었다. Clarsen 등(2014)은 편심성 가쪽돌림 대 동심성 안쪽돌림 비율이 낮을수록 투구 측 어깨 부상을 쉽게 입을 수 있다고 보고하였는데 본 연구의 기능적 근력 비율의 변화를 구체적으로 살펴보면 PSSE 그룹에서 편심성 가쪽돌림 대 동심성 안쪽돌림 비율이 1.19±.21에서 1.36±1.72로 크게 증가했고 편심성 안쪽돌림 대 동심성 가쪽돌림 비율이 1.06±.22에서 .91±.13으로 감소하였다. 따라서 뒤쪽 어깨 스트레칭을 통해 투구 시 감속단계에서 팔에 발생하는 과도한 신연력(distractive force)을 억제시켜 어깨부상을 예방할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

셋째, SSE 그룹과 비교하여 PSSE 그룹에서 안쪽돌림 관절가동범위가 크게 증가했고 가쪽돌림 관절가동범위와 비 투구측과 비교한 오목위팔관절의 안쪽 회전 결손(GIRD) 범위는 크게 감소했다. Huffman 등(2006)의 보고처럼 GIRD는 청소년기 야구선수의 병리학적 변화 및 어깨 기능 장애와 밀접한 관련이 있으며 Shanley 등(2011)은 청소년기 야구선수에게 있어 25 ° 이상 증가된 GIRD는 상지 부상의 위험도를 4배 이상 증가시킨다고 하였다. 이렇듯 청소년기 야구선수의 어깨부상을 예방하기 위해서는 안쪽돌림 관절가동범위와 GIRD의 적절한 관리가 반드시 필요한데 본 연구의 결과에서 PSSE 그룹은 안쪽돌림 관절가동범위가 59.16±7.81 °에서 74.25±6.25 °로 유의하게 증가했으며 GIRD는 17.25±.96 °에서 .16± 2.62°로 감소한 것으로 나타나 6주간의 장기적 스트레칭을 통해 뒤쪽 어깨 근육과 물렁조직의 유연성을 증가시킨 긍정적 효과를 입증하였다. 본 연구와 동일한 스트레칭 방법을 채택한 McClure 등(2007)에서는 4주간의 슬리퍼 스트레칭 후에 안쪽돌림 관절가동범위가 48.20±8.80 °에서 60.60±10.40 °로 크게 증가했다고 보고했습니다. 또한 Maenhout 등(2012)은 6주간의 슬리퍼 스트레칭 프로그램 후에 안쪽돌림 관절가동범위가 33.70±8.30 °에서 47.50±7.00 °로 크게 증가했으며 봉우리와 위팔 사이 거리 역시 증가했다고 보고하여 본 연구 결과를 뒷받침하였다.

본 연구의 결과 가쪽돌림 관절가동범위는 PSSE 그룹에서 크게 감소하였으나 SSE 그룹에서는 별다른 차이가

없었음을 알 수 있었다. 이는 Wilk 등(2011)의 보고처럼 GIRD 감소와 관련이 있는데, 야구선수들 중 비투구측 팔에 비해 투구측 팔 쪽에 가쪽돌림 관절가동범위가 증가된 경우가 자주 관찰된다. 이런 현상을 구체적으로 살펴보면 투구 측 팔에 발생한 뒤쪽 어깨 뻣뻣함은 관절오목에 대한 위팔뼈 머리의 접촉점을 뒤쪽과 상방으로 비정상적으로 이동시켜 초기 코킹 시 더 큰 가쪽돌림 관절가동범위를 허용하고 이어지는 후기 코킹 동작의 반복을 통해 내적 충돌증후군과 같은 위팔오목관절의 미세손상 발생으로 이어져 궁극적으로 어깨 부상의 주요 원인이 된다. 본 연구의 결과에서 PSSE 그룹에서 가쪽돌림 관절가동범위가 $103.00 \pm 9.64^\circ$ 에서 $91.00 \pm 5.67^\circ$ 로 크게 감소한 것으로 나타났기에 이런 결과를 바탕으로 뒤쪽 어깨 스트레칭은 후기 코킹 단계에서 과도한 가쪽돌림 관절가동범위 증가를 예방하고 어깨 부상 위험을 줄이는 데 더 효과적일 것이라고 기대할 수 있다(Choo, 2020).

넷째, 본 연구의 결과에서 PSSE 그룹과 SSE 그룹 모두에서 중재 후 통증이 크게 감소했다. 특히, PSSE 그룹에서 VAS 점수가 5.33 ± 1.87 에서 2.08 ± 1.31 로 크게 감소하였는데 이런 통증감소 현상은 Clarsen 등(2014)의 보고서처럼 투구 시 가쪽돌림 근육이 위팔뼈 머리에 매우 중요하게 제공하는 동적 안정성 개선과 깊은 관련이 있다. 즉, 투구 시 통증이 발생하면 가쪽돌림 근육의 활성도를 억제시켜 편심성 가쪽돌림 근육이 약화를 초래한다. 그렇기에 6주간의 PSSE 중재 후 편심성 가쪽돌림 및 편심성 가쪽돌림의 몸무게 대비 최대 근력의 증가는 투구 시 위팔뼈 머리의 동적 안정성을 개선시키고 그 결과로 통증이 감소하였을 것이라 생각된다. SSE 그룹 역시 VAS 점수가 6.41 ± 1.92 에서 3.28 ± 1.92 로 크게 감소하였는데 어깨뼈 운동 이상증은 일반적으로 어깨위팔 리듬의 비정상적인 변화를 야기시켜 팔 움직임 시 충돌증후군과 같은 다양한 어깨 부상을 유발할 수 있다(Kibler 등, 2013). 이런 어깨뼈와 관련된 문제를 회복시키기 위해 본 연구에서 제안된 4가지의 어깨뼈 안정화 운동(SSE)은 중간 및 아래 등세모근과 앞뿔니근 강화에 중점을 두었다. 본 연구와 유사한 6주간의 어깨뼈 안정화 운동을 채택한 De Mey 등(2012)의 연구에서도 중재 후 위등세모근 활동이 크게 감소하고 중간 및 아래 등세모근 활동이

증가했을 뿐만 아니라 위등세모근보다 아래 등세모근과 앞뿔니근의 빠른 근활동성도 반응이 나타났다고 보고했다. Cools 등(2007) 역시 어깨뼈 안정화 운동을 통해 아래 등세모근/위등세모근 및 중간 등세모근/위등세모근 비율이 크게 증가하였음을 보고하였고 Lynch 등(2010)도 12주간의 아래 등세모근, 중간 등세모근, 앞뿔니근의 강화 운동이 해당 근육의 근력을 유의하게 증가시켰다고 보고하여 본 연구의 결과를 뒷받침하였다. 본 연구에서는 비록 어깨뼈의 운동학적 데이터를 수집하지는 않았지만, 6주간의 어깨뼈 안정화 운동 후에 어깨뼈 안정근의 상호작용 회복을 통해 어깨복합체의 동적 균형능력이 증가하였으며 이로 인해 정상적인 어깨위팔 리듬의 정상화로 투구 관련 통증이 감소하였다고 볼 수 있다. 특히, 어깨위팔 리듬의 어깨뼈와 오목위팔관절 사이의 깊은 상호작용 관계에서 장기간의 어깨뼈 안정화 운동을 통한 어깨뼈의 동적 안정성 향상이 오목위팔관절 내에서의 찢힘 현상발생과 같은 잠재적 결함(positional fault)을 교정을 유도하여 정상적인 관절놀이가 나타날 수 있도록 회복시키고 이는 투구 동작 시 어깨관절의 관절가동범위의 향상과 함께 통증감소의 효과로 이어진 결과로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 어깨뼈 운동학을 측정하지 않아 어깨뼈 운동학의 변화와 어깨뼈 운동학이 근육돌레띠 근력에 미치는 영향을 분석할 수 없었다. 둘째, 근육돌레띠 근육의 활성도를 측정하지 않아 근활성도 변화에 따른 근육돌레띠 근력의 차이를 분석할 수 없었다. 셋째, 연구 기간에 야구 시즌 기간이 포함되어 있기에 대상자에 대한 통제를 전면적으로 실시하기에 다소 어려운 점이 있었다. 따라서 본 연구의 결과를 모든 청소년기 야구선수에게 일반화하기는 부족한 점 또한 존재하며 앞으로 이런 제한점을 보완한 후속 연구의 필요성이 강조된다.

V. 결론

본 연구의 결과 PSSE 그룹과 SSE 그룹 모두에서 큰 통증 완화 효과가 나타났다. 하지만, SSE 그룹과 비교

하여 PSSE 그룹에서만 관절가동범위, 동심성 및 편심성 가쪽돌림의 몸무게 대비 최대 근력, 기능적 근력 비율의 향상이 나타났다. 이러한 결과는 어깨뼈 안정한 운동과 동반한 뒤쪽 어깨 스트레칭 증재가 어깨뼈 운동 이상증을 가진 청소년기 야구 선수의 근육돌레띠 근력과 균형능력, 특히 동심성 및 편심성 가쪽돌림 근력, 편심성 가쪽돌림 대 동심성 안쪽돌림 근력 비율을 향상시키는데 더욱 효과적인 증재 프로그램임을 시사한다.

참고문헌

- Abdel-Aziem AA, Mohammad WS(2012). Plantar-flexors static stretching effect on eccentric and concentric peak torque: a comparative study of trained versus untrained subjects. *J Hum Kinet*, 34(1), 49-58. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0063-z>.
- Başkurt Z, Başkurt F, Gelecek N, et al(2011). The effectiveness of scapular stabilization exercise in the patients with subacromial impingement syndrome. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 24(3), 173-179. <https://10.3233/BMR-2011-0291>.
- Behm DG, Chaouachi A(2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol*, 111(11), 2633-2651. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1879-2>.
- Borsa PA, Laudner KG, Sauers EL(2008). Mobility and stability adaptations in the shoulder of the overhead athlete: a theoretical and evidence-based perspective. *Sports Med*, 38(1), 17-36. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00003>.
- Choo YK(2020). Comparison of effects of manual therapy interventions combined with exercise on range of motion, muscle strength, and functional performance in adolescent baseball players with internal impingement of shoulder joint. *J Korean Soc Integr Med*, 8(1), 101-111. <https://doi.org/10.15268/ksim.2020.8.1.101>.
- Choo YK, Kim HS, Lee KC(2022). Physical therapy intervention for high school baseball players with internal impingement syndrome : comparison of the effects of eccentric training and concentric training. *J Korean Soc Integr Med*, 10(4), 219-228. <https://doi.org/10.15268/ksim.2022.10.4.219>.
- Clarsen B, Bahr R, Andersson SH, et al(2014). Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *Br J Sports Med*, 48(17), 1327-1333. <https://10.1136/bjsports-2014-093702>.
- Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, et al(2007). Rehabilitation of scapular muscle balance: which exercises to prescribe?. *Am J Sports Med*, 35(10), 1744-1751. <https://doi.org/10.1177/0363546507303560>.
- De Mey K, Danneels L, Cagnie B, et al(2012). Scapular muscle rehabilitation exercises in overhead athletes with impingement symptoms: effect of a 6 week training program on muscle recruitment and functional outcome. *Am J Sports Med*, 40(8), 1906-1915. <https://doi.org/10.1177/0363546512453297>.
- Gabriel YFN, Patrick CWL(2002). A study of antagonist/agonist isokinetic work ratios of shoulder rotators in men who play badminton. *J Orthop Sports Phys Ther*, 32(8), 399-404. <https://doi.org/10.2519/jospt.2002.32.8.399>.
- Guney H, Harput G, Colakoglu F, et al(2016). The effect of glenohumeral internal rotation deficit affects functional rotator strength ratio in adolescent overhead athletes. *J Sport Rehabil*, 25(1), 52-57. <https://doi.org/10.1123/jsr.2014-0260>.
- Huang TS, Huang HY, Wang TG, et al(2015). Comprehensive classification test of scapular dyskinesis: a reliability study. *Man Ther*, 20(3), 427-432. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.10.017>.
- Huffman GR, Tibone JE, McGarry MH, et al(2006). Path of glenohumeral articulation throughout the rotational range of motion in a thrower's shoulder model. *Am J*

- Sports Med, 34(10), 1662-1669. <https://doi.org/10.1177/0363546506287740>.
- Kibler WB, Ludewig PM, McClure PW, et al(2013). Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'scapular summit'. Br J Sports Med, 47(14), 877-885. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092425>.
- Kibler WB, McMullen J(2003). Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. J Am Acad Orthop Surg, 11(2), 142-151. <https://doi.org/10.5435/00124635-200303000-00008>.
- Laudner KG, Moline MT, Meister K(2010). The relationship between forward scapular posture and posterior shoulder tightness among baseball players. Am J Sports Med, 38(10), 2106-2112. <https://doi.org/10.1177/0363546510370291>.
- Lee J, Kim LN, Song H, et al(2015). The effect of glenohumeral internal rotation deficit on the isokinetic strength, pain, and quality of life in male high school baseball players. Ann Rehabil Med, 39(2), 183-190. <https://doi.org/10.5535/arm.2015.39.2.183>.
- Liebenson C(2012). The serratus punch. J Bodyw Mov Ther, 16(2), 268-269. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.01.017>.
- Lyman S, Fleisig GS, Andrews JR, et al(2002). Effect of pitch type, pitch count, and pitching mechanics on risk of elbow and shoulder pain in youth baseball pitches. Am J Sports Med, 30(4), 463-468. <https://doi.org/10.1177/03635465020300040201>.
- Lynch SS, Thigpen CA, Mihalik JP, et al(2010). The effects of an exercise intervention on forward head and rounded shoulder postures in elite swimmers. Br J Sports Med, 44(5), 376-381. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.066837>.
- Maenhout A, Van Eessel V, Van Dyck L, et al(2012). Quantifying acromiohumeral distance in overhead athletes with glenohumeral internal rotation loss and the influence of a stretching program. Am J Sports Med, 40(9), 2105-2112. <https://doi.org/10.1177/0363546512454530>.
- McClure P, Balaicuis J, Heiland D, et al(2007). A randomized controlled comparison of stretching procedures for posterior shoulder tightness. J Orthop Sports Phys Ther, 37(3), 108-114. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2337>.
- Merolla G, De Santis E, Campi F, et al(2010a). Supraspinatus and infraspinatus weakness in overhead athletes with scapular dyskinesis: strength assessment before and after restoration of scapular musculature balance. Musculoskelet Surg, 94(3), 119-125. <https://doi.org/10.1007/s12306-010-0082-7>.
- Merolla G, De Santis E, Sperling JW, et al(2010b). Infraspinatus strength assessment before and after scapular muscles rehabilitation in professional volleyball players with scapular dyskinesis. J Shoulder Elbow Surg, 19(8), 1256-1264. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.01.022>.
- Noffal GJ(2003). Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. Am J Sports Med, 31(4), 537-541. <https://doi.org/10.1177/03635465030310041001>.
- Rechel JA, Yard EE, Comstock RD(2008). An epidemiologic comparison of high school sports injuries sustained practice and competition. J Athl Train, 43(2), 197-204. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.2.197>.
- Shanley E, Rauh MJ, Michener LA, et al(2011). Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. Am J Sports Med, 39(9), 1997-2006. <https://doi.org/10.1177/0363546511408876>.
- Struyf F, Nijs J, Mollekens S, et al(2013). Scapular-focused treatment in patients with shoulder impingement syndrome: a randomized clinical trial. Clin Rheumatol, 32(1), 73-85. <https://doi.org/10.1007/s10067-012-2093-2>.
- Taylor DC, Dalton JD Jr, Seaber AV, et al(1990). Viscoelastic properties of muscle-tendon units. the biomechanical effects of stretching. Am J Sports Med, 18(3), 300-309. <https://doi.org/10.1177/036354659001800314>.
- Trakis JE, McHugh MP, Caracciolo PA, et al(2008).

- Muscle strength and range of motion in adolescent pitchers with throwing-related pain: implications for injury prevention. *Am J Sports Med*, 36(11), 2173-2178. <https://doi.org/10.1177/0363546508319049>.
- Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, et al(2011). Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 39(2), 329-335. <https://doi.org/10.1177/0363546510384223>.
- Wilk KE, Meister K, Andrews JR(2002). Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med*, 30(1), 136-151. <https://doi.org/10.1177/03635465020300011201>.
- Worrell TW, Smith TL, Winegardner J(1994). Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *J Orthop Sports Phys Ther*, 20(3), 154-159. <https://doi.org/10.2519/jospt.1994.20.3.154>.