

Original Article

Open Access

## 상지 패턴을 결합한 어깨 복합체 안정화 운동이 초등학교 야구선수들의 제구력과 구속에 미치는 영향

정연우 · 이소영<sup>†</sup> · 서태화

광주여자대학교 물리치료학과, <sup>1</sup>광주21세기병원 물리치료실

### The Effects of a Shoulder Complex Stabilization Exercise Combined with Upper Extremity Patterns on Ball Control and Ball Speed in Elementary School Baseball Players

Yeon-Woo Jeong, P.T., Ph.D. · So-Young Lee, P.T., M.S.<sup>†</sup> · Tae-Hwa Seo, P.T., Ph.D.

*Department of Physical Therapy, Kwangju Women's University*

*<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Kwangju 21<sup>st</sup> Century Hospital*

Received: July 16, 2020 / Revised: July 31, 2020 / Accepted: August 13, 2020

© 2020 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

#### | Abstract |

**Purpose:** The purpose of this study was to determine how a shoulder complex stabilization exercise affects ball control and ball speed in elementary school baseball players with an instable scapula.

**Methods:** The subjects of the study were 16 baseball players attending S elementary school in Kwangju Metropolitan City. A shoulder complex stabilization exercise was conducted three times per week for one hour for four weeks. Then, the participants were divided into a scapular instability group or stability group based on their lateral scapular slide test scores. The measurement tool was measured using the target, the ball speed tester (PR1000-BC). All inspections were measured before and after the mediation period to examine the change in the subjects according to the mediation period.

**Results:** As a result of measuring ball control, there was a statistically significant difference in the variation over time ( $p < 0.05$ ), and there was no statistically significant difference in the interaction between time and group ( $p > 0.05$ ). As a result of the test of effectiveness between subjects, there was no statistically significant difference found among the groups ( $p > 0.05$ ). In terms of ball speed, there was no statistically significant difference found in the variation over time ( $p > 0.05$ ) as well as in the interaction between time and group ( $p > 0.05$ ). In terms of the effectiveness between subjects, there was no statistically significant difference found among the groups ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** It was found that the shoulder complex stabilization exercise could improve ball control for elementary school baseball players. It is believed that this will help prevent and solve possible sport damages experienced during

<sup>†</sup>Corresponding Author : So-Young Lee ([predel903@naver.com](mailto:predel903@naver.com))

training or competitions, thereby helping athletes use training methods to improve their exercise capacity and continue their careers.

**Key Words:** Shoulder complex stabilization exercise, Scapular instability, Elementary school baseball player, Ball control

## I. 서 론

야구는 4대 프로스포츠(축구, 농구, 야구, 배구) 중 인기 있는 한 종목으로 많은 주목을 받고 있으며(Woo et al., 2014), 어깨에 대한 요구도가 큰 것으로 알려져 있다(Williams & Kelly, 2000). Lyman 등(2001)은 야구 선수의 32% 정도가 어깨관절의 통증을 호소하고 있다고 하였고, 1일 100개 이상의 투구를 시행하는 청소년 야구선수 역시 14%로 나타나 상당수가 무리한 투구를 하여 신체적 손상의 위험도가 높은 것으로 보고되었다(Yoon et al., 2004). 이러한 성장기 야구선수들의 손상은 신체적 변화를 가져와 경기력 저하 및 선수로서의 수명이 단축될 수 있기에 조기 운동 치료가 중요하다고 하였다(Choi & Eum, 2002).

Tripp 등(2007)은 던지기 수행 시 발생하는 근피로에 의한 고유수용성 감각 조절 기능의 저하가 관절의 기능적 불안정성을 일으킬 수 있다고 보고하였다. 어깨뼈와 위팔뼈의 기능적인 움직임이 이루어지지 않는다면 어깨관절의 기능상실과 통증이 유발되며, 관절 가동범위의 증가 또는 감소로 인해 정상적인 관절 움직임이 일어나지 않고, 스트레스 부하나 특정 방향의 보상 운동으로 어깨관절 주변의 근력감소가 유발된다(Laudner et al., 2007). 이로 인한 봉우리 밑 공간의 감소는 어깨뼈와 위팔뼈머리 사이에 위치한 연부조직에 압박력을 증가시켜 어깨충돌증후군의 주요 원인이 될 수 있다고 하였다(Borstad, 2006).

최근 몇 년간 어깨관절 손상 및 기능에 대한 연구 중 어깨뼈 안정화에 관련된 연구들이 관심을 받고 있다(Han, 2014; Nam & Kang, 2017). 어깨뼈 불안정성에 관한 선행 연구들에서 근육 길이의 차이, 짝힘의 불균

형, 비정상적인 근육군의 동원순서를 가진 사람은 등척성 운동과 어깨뼈 안정화 운동을 통해 어깨뼈의 정상 위치를 회복해야 한다고 제시하였다(Park et al., 2007). 몇몇 연구에서는 어깨관절의 모든 관절가동범위 동안 돌림근띠의 적절한 근력 그리고 어깨뼈와 위팔뼈의 동시적인 활동 및 협응이 중요하다고 하였다(Cools et al., 2002; Cools et al., 2003; Ludewig & Cook, 2000). 또한 이전의 여러 연구에서 스포츠 손상 시 해당 부위의 저하된 고유수용성감각이 운동기능 저하와 밀접한 관련이 있다고 보고되었기에 고유수용성감각의 회복이 재활의 완성을 위한 중요한 판단 요인으로 받아들여지고 있다(Lephart et al., 1997; Myers & Lephart, 2000).

지금까지 연구의 방향은 주로 어깨 기능향상을 위하여 어깨뼈에 초점이 맞춰진 어깨뼈 안정화 운동이 수행하거나(Hong, 2012; Kang, 2014), 하지의 기능이 투수의 수행능력에 미치는 영향(Kim & Park, 2011; Kim, 2017; Laudner et al., 2010)에 대해 집중적으로 연구되어 왔다. 하지만 훈련 방법의 과학화, 첨단 장비의 개발에 비해 스포츠 상해의 발생 빈도는 감소하지 않고 있으며(Marshall & Golightly, 2007), 초등학교 야구선수들에게 초점이 맞춰진 어깨 복합체 안정화 운동에 관한 연구 및 경기력에 직접적인 영향을 미치는 제구력에 대한 연구 또한 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 어깨 복합체 안정화 운동이 어깨뼈 불안정성을 가진 초등학교 야구선수들의 제구력과 구속에 어떠한 영향을 미치는지 연구함으로써, 성장기 야구선수의 스포츠 손상을 예방하고 운동능력 향상과 선수 생활을 지속하기 위한 훈련 및 지도에 도움이 될 수 있는 기초 자료를 제공하는 데 있다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 광주광역시 S 초등학교에 재학 중인 야구 선수 27명을 대상으로 하였다. 연구대상자 선정기준은 경력이 6개월 이상이면서 연구 참여에 동의한 자이며, 총 16명의 투수로 선정되었다.

실험에 앞서 가쪽 어깨뼈 미끄러짐 검사(lateral scapular slide test, LSST)를 통해 어깨뼈 불안정성군 8명, 어깨뼈 안정성군 8명으로 나누어 진행하였다. 이 검사는 어깨뼈 아래각과 가장 가까운 가시돌기 사이의 거리가 1.5cm 이상 차이 날 경우, 과도한 어깨뼈 안쪽돌림과 어깨뼈를 안정화하는 근육들의 위약을 나타내고(Choi, 2007; Kibler, 1998), 측정자 내 신뢰도( $r=0.84-0.99$ )와 측정자 간 신뢰도( $r=0.80-0.94$ )가 높은 검사법이다(Park et al., 2009).

본 연구에 영향을 줄 수 있는 근골격계 수술적 경험이 있는 자, 신경계 및 정신적 이상이 발견된 자, 통증 경감을 위한 치료나 약물을 복용하고 있는 자는 제외하였다.

### 2. 측정 방법 및 도구

측정은 대상자들의 중재 시간에 따른 변화를 알아 보고자 중재 전, 후 총 2회 측정하였다.

### 1) 체구력

체구력 검사는 실내 연습장에서 시행하였으며, 실험에 앞서 대상자들은 평상시의 훈련과 같은 준비 운동 후, 대한야구소프트볼협회(KBSA)에서 제시한 초등학교 투구 거리(투수판 앞쪽 중앙부부터 본루 5각형 뒤편지점까지의 거리)인 14.63m에 본루 5각형 뒤편지점과 포수 간의 최소거리 0.70m를 더한 15.33m 거리를 두고 본 실험을 시행하였다. Jang (2016)의 연구와 동일하게 마운드 위에서 오버헤드 투구동작으로 10개의 직구를 전력투구로 던지게 하였으며, 신뢰도를 높이기 위해 평균값을 연구의 자료로 선택하였다.

### 2) 구속

구속 측정은 정확도 검사와 동일한 조건에서 동시에 실시하였으며, 과녁 뒤쪽에서 속도 측정기인 구속 측정기(PR1000-BC, POCKET RADAR, Korea)를 이용하여 측정된 10회의 직구 속도 중 최고 속도를 이 연구의 자료로 선택하였다.

### 3. 실험 절차

어깨 복합체 안정화 운동 프로그램은 이전에 연구하여 사용된 운동 프로그램을 수정 및 보완하여 (Voight & Thomson, 2000) 총 다섯 가지 운동으로 구성

Table 1. Shoulder complex stabilization exercise

Category	Exercise type	Time (min)
Warm up	Stretching	10
Shoulder complex stabilization	< Scapular stabilization > Rhomboid & Middle trapezius ex Lower trapezius ex Serratus anterior ex	60
	< Shoulder stabilization > Rotator cuff ex	
	< Integrated stabilization > PNF D2 pattern	
Cool down	Stretching	10

하였고, 그중에서도 통합된 안정화 운동인 PNF D2 pattern을 강조하였다(Table 1). 모든 동작 시 어깨 복합체 안정화 근육들의 정상적 기능을 강조하고 정적이거나 동적 상황에서 어깨뼈 정렬을 최적으로 맞추게 하였다.

운동 강도는 대상자의 반응과 순응도에 맞춰 CLX 밴드, 튜빙밴드의 탄성을 증가하였다. 강도 조절은 중재 전과 중재 2주 후에 20 최대 반복횟수(repetition maximum, RM)로 평가하여 운동 부하를 결정하였다(Kim, 2018).

어깨 복합체 안정화 운동 프로그램은 주당 3회, 4주 간 총 12회에 걸쳐 1회 중재 시 1시간씩 진행되었다.

#### 1) 어깨 복합체 안정화 운동

##### (1) 어깨뼈 안정화

마름근, 중간등세모근 근력강화를 위해 대상자는 선 자세에서 어깨관절 90° 벌림, 팔꿈관절 90° 굽힘 상태가 되도록 한 후 어깨뼈 사이 간격이 좁아지도록 팔꿈치가 뒤를 향하게 하였다.

아래등세모근 근력강화를 위해 대상자는 선 자세에서 팔을 몸에서 살짝 띄우고 팔꿈관절 90° 굽힘 상태가 되도록 한 후 팔꿈치가 뒤를 향하게 하였다.

앞톱니근 근력강화를 위해 대상자는 손을 어깨너비로 벌린 후 팔을 바닥과 수직이 되게 놓고, 팔꿈치 및 무릎관절은 완전히 펴 시킨 상태에서 몸을 일직선 상으로 유지하도록 하였다.

각 운동은 1초 유지, 20회 반복하며 3세트를 시행하였으며, 세트 사이 휴식 시간은 1분으로 하였다.

##### (2) 어깨 안정화

돌림근띠 근력강화를 위해 대상자는 선 자세에서 어깨관절 90° 벌림, 팔꿈관절 90° 굽힘 상태가 되도록 한 후 가쪽돌림 시켰다. 운동은 1초 유지, 20회 반복하며 3세트를 시행하였으며, 세트 사이 휴식 시간은 1분으로 하였다.

돌림근띠 근력강화를 위해 대상자는 선 자세에서

어깨관절 90° 벌림, 팔꿈관절 90° 굽힘 상태가 되도록 한 후 안쪽돌림 시켰다. 운동은 1초 유지, 20회 반복하며 2세트를 시행하였으며, 세트 사이 휴식 시간은 1분으로 하였다.

#### (3) 통합된 안정화

대상자는 팔꿈치를 편 상태에서 D2 패턴의 굽힘-벌림-가쪽돌림과 펴-모음-안쪽돌림을 하도록 하였다. 운동은 1초 유지, 20회 반복하며 3세트를 시행하였으며, 세트 사이 휴식 시간은 1분으로 하였다.

### 4. 자료 분석

본 연구의 통계학적 분석은 수집된 대상자의 자료들을 SPSS Statistics 26.0(IBM, USA)을 이용하여 통계 처리를 하였고 대상자의 일반적 특성에 대한 동질성 검정은 독립표본 T 검정을 이용하였으며 종속변수 자료들은 Shapiro-Wilk 검정에 의해 모든 변수가 정규성 가정을 만족하는 것으로 나타나 시간에 따른 두 그룹의 제구력과 구속을 분석하기 위하여 이요인 반복측정분산분석(two-way ANOVA with repeated measure)을 이용하여 분석하였다. 모든 변인에 통계적 유의성을 검정하기 위한 유의수준  $\alpha$ 는 0.05로 설정하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상들은 초등학교 남자 총 16명으로 어깨뼈 불안정성군과 어깨뼈 안정성군 각각 8명으로 나누어 진행하였다. 어깨뼈 불안정성군의 평균 연령은 10세이고, 경력은 25개월이며, 신장 146.75cm, 체중 42.51kg이었다. 어깨뼈 안정성군의 평균 연령은 10세이고, 경력은 22개월이며, 신장 145.75cm, 체중 46kg이었다(Table 2).

Table 2. General characteristics of subjects (n=16) (Mean±SD)

Category	Age (Year)	Career (Month)	Height (cm)	Weight (kg)
Scapular instability group	10.25±0.89	24.50±21.64	146.75±7.50	42.51±12.38
Scapular stability group	10.38±0.74	22.13±7.14	145.75±6.54	46.00±10.22

Table 3. Change of ball control (Mean±SD)

Category	Pre	Post	p		
			Time	Group	Time * Group
Scapular instability group	1.28±0.50	1.53±0.54	0.05*	0.78	1.00
Scapular stability Group	1.20±0.67	1.45±0.53			

\*p<0.05

Table 4. Change of ball speed (Mean±SD)

Category	Pre	Post	p		
			Time	Group	Time * Group
Scapular instability group	80.81±5.10	81.75±5.20	0.11	0.33	0.41
Scapular stability group	82.85±7.17	85.71±7.65			

\*p<0.05

## 2. 시간에 따른 그룹 간의 체구력 변화

체구력 측정 결과, 시간에 따른 변화에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고(p<0.05), 시간과 그룹의 상호작용에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 개체 간 효과 검정 결과, 그룹 간 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05) (Table 3).

## 3. 시간에 따른 그룹 간의 구속 변화

시간에 따른 변화에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었고(p>0.05), 시간과 그룹의 상호작용에서도 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 개체 간 효과 검정결과, 그룹 간 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05) (Table 4).

## IV. 고 찰

어깨관절은 인체에서 가장 넓은 가동범위를 가지고 있어 일상생활이나 여러 스포츠 활동을 가능하게 하지만(Burkhart et al., 2003; Forthomme et al., 2008; Myers et al., 2005), 다른 관절에 비해 상대적으로 낮은 안정성을 가져 통증이나 부상의 위험성이 높은 관절이다(Borsa et al., 2008; Terry & Chopp, 2000). 어깨뼈의 비정상적인 위치와 근육 불균형 또한 어깨관절의 안정성과 움직임에 영향을 주어 충돌증후군의 원인으로 작용한다(Ludewig & Cook, 2000). 이처럼 어깨뼈의 움직임이 어깨관절의 손상에 매우 밀접한 관련이 있기에 많은 연구자는 어깨 질환을 가지고 있는 환자를 대상으로 스트레칭과 강화훈련을 시행하였으며, 어깨 관절과 어깨뼈의 근육 운동을 강조하였다(Kibler, 1998; Voight & Thomson, 2000; Wang et al., 1999). 특히 고유 수용성감각을 회복하고 어깨뼈 안정화 근육들의 통합된 안정화를 위해서는 PNF D2 패턴이 중요하다고 하였다(Witt et al., 2011).

Jeon (2012)은 20대 동호인 야구선수 21명을 투구속도 기준으로 세 개의 집단으로 구분한 결과, 투구 속도가 빠른 집단일수록 제구력 점수가 높은 경향을 보였지만, 유의한 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 본 연구에서는 제구력에 대한 시간에 따른 변화에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었으며( $p<0.05$ ), 시간과 그룹의 상호작용 및 그룹 간 차이는 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 이러한 결과는 고유수용성감각의 회복 및 다리와 몸통으로부터 높은 에너지와 큰 힘을 상지로 이동시켜주는 어깨뼈(Elliott et al., 1995)와 동적 안정성을 제공하여 머리를 관절목목 안으로 압박시켜주는 돌림근띠(Bae et al., 1999)가 서로 협력하여 적절한 힘의 효율을 발생시켰다고 생각된다.

Jang (2016)은 고등학교 야구부 중 투수 48명을 조사한 결과, 어깨관절 안쪽·가쪽돌림의 등속성 근력과 투구속도 사이에서 통계학적으로 유의한 양의 상관관계를 나타냈다( $p<0.05$ ). 본 연구에서는 중재 후 구속이 증가하는 경향을 보였지만 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며( $p>0.05$ ), 시간과 그룹의 상호작용 및 그룹 간에서도 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 이러한 결과는 고유수용성감각의 회복 및 근육의 적절한 조절로 어깨 복합체가 안정적인 위치를 유지하게 되어 평균 값은 증가하였지만, 근력강화 보다는 부상 방지를 위한 안정성 중심의 훈련이었기에 유의한 차이를 보이지 않았다고 생각된다.

지금까지의 선행연구는 사회인 야구부, 고교 야구 선수 등을 대상으로 어깨 기능향상을 위한 어깨뼈에 집중된 운동이나 하지의 기능과 상지의 수행능력의 연관성에 대해 집중적으로 연구되어 왔다. 따라서 초등학교 야구선수들에게 초점이 맞춰진 어깨 복합체 안정화 운동에 대한 연구 및 경기에 직접적인 영향을 미치는 제구력에 대한 연구는 많이 부족하기에 이 연구를 통해 훈련 시나 경기 중에 발생할 수 있는 손상을 예방하고 엘리트 선수가 되기 위한 준비단계가 될 수 있다고 생각된다.

## V. 결론

본 연구에서는 어깨뼈 불안정성을 가진 초등학교 야구선수들에게 어깨 복합체 안정화 운동이 제구력과 구속에 미치는 영향을 알아보기 위하여 16명을 대상으로 4주 동안 연구를 시행한 결과는 다음과 같다.

어깨 복합체 안정화 운동 후 두 그룹 모두 제구력이 향상되었으며, 구속의 경우에는 향상되었지만 큰 차이를 보이지는 않았다.

결론적으로 어깨 복합체 안정화 운동이 초등학교 야구선수들의 어깨뼈 안정성 및 어깨 기능의 향상에 도움을 주어, 제구력에도 긍정적인 영향을 미친 것을 확인할 수 있었으며, 이를 통해 훈련 시나 경기 중에 발생할 수 있는 스포츠 손상을 예방하고 해결하여 운동 능력 향상과 선수 생활을 지속하기 위한 훈련 방법으로 지도하는 데 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

## References

- Bae SS, Choi JW, Chung HA, et al. Biomechanical analysis of scapular pattern in proprioceptive neuromuscular facilitation. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 1999;11(3):65-69.
- Borsa PA, Laudner KG, Sauer EL. Mobility and stability adaptations in the shoulder of the overhead athlete. *Sports Medicine*. 2008;38(1):17-36.
- Borstad JD. Resting position variables at the shoulder: evidence to support a posture-impairment association. *Physical Therapy*. 2006;86(4):549-557.
- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology part III: the SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. 2003;19(6):641-661.
- Choi CH, Eum DH. Radiographic changes of the medial epicondyle in little league baseball player. *Arthroscopy*

- and *Orthopedic Sports Medicine*. 2002;1(1):43-48.
- Choi. Scapular dyskinesia from throwing. *Korean Orthopaedic Society for Sports Medicine*. 2007;6(2):83-87.
- Cools AM, Witvrouw EE, Danneels LA, et al. Does taping influence electromyographic muscle activity in the scapular rotators in healthy shoulders? *Manual Therapy*. 2002;7(3):154-162.
- Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *The American Journal of Sports Medicine*. 2003;31(4):542-549.
- Elliott BC, Marshall RN, Noffal GJ. Contributions of upper limb segment rotations during the power serve in tennis. *Journal of Applied Biomechanics*. 1995;11(4):433-442.
- Forthomme B, Crielaard JM, Croisier JL. Scapular positioning in athlete's shoulder. *Sports Medicine*. 2008;38(5):369-386.
- Han HI. Stabilization exercise on the muscular functions of shoulder joints among youth baseball players. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2014.
- Hong EA. Effect of stability exercise on scapular positioning and muscle activity in baseball players with scapular dyskinesia. Dankook University. Dissertation of Master's Degree. 2012.
- Jang JS. The correlation of ball speed and isokinetic muscular strength in high school baseball pitchers. Dankook University. Dissertation of Master's Degree. 2016.
- Jeon DY. Analysis of the relationship between pitching speed and ball control for 20's recreational baseball pitchers. Keimyung University. Dissertation of Master's Degree. 2012.
- Kang BH. The effect of scapular stabilization exercise during 8 weeks on shoulder joint muscle function in women archery players. Changwon University. Dissertation of Master's Degree. 2014.
- Kibler WB. Scapular involvement in impingement: signs and symptoms. *Instructional Course Lectures*. 2006;55:35-43.
- Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American Journal of Sports Medicine*. 1998;26(2):325-337.
- Kim JT. An 8-week scapular stabilization exercise program in an elite archer with scapular dyskinesia presenting joint noise: a case report with one-year follow-up. Daejeon University. Dissertation of Master's Degree. 2018.
- Kim JW, Park SH. The effect of 6-week training program on knees to increase ball speed among collegiate baseball pitchers. *The Korea Journal of Sports Science*. 2011;20(2):927-934.
- Kim SJ. Effects of the lower extremity range of motion on the shoulder isokinetic muscle function and the range of motion in professional baseball players. Kookmin University. Dissertation of Master's Degree. 2017.
- Laudner KG, Moore SD, Sipes RC, et al. Functional hip characteristics of baseball pitchers and position players. *The American Journal of Sports Medicine*. 2010;38(2):383-387.
- Laudner KG, Stanek JM, Meister K. Differences in scapular upward rotation between baseball pitchers and position players. *The American Journal of Sports Medicine*. 2007;35(12):2091-2095.
- Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, et al. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *American Journal of Sports Medicine*. 1997;25(1):130-137.
- Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Physical Therapy*. 2000;80(3):276-291.
- Lyman S, Fleisig GS, Waterbor JW, et al. Longitudinal study of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.

- 2001;33(11):1803-1810.
- Marshall SW, Golightly YM. Sports injury and arthritis. *North Carolina Medical Journal*. 2007;68(6):430-433.
- Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, et al. Scapular position and orientation in throwing athletes. *The American Journal of Sports Medicine*. 2005;33(2):263-271.
- Myers JB, Lephart SM. The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder. *Journal of Athletic Training*. 2000;35(3):351-363.
- Nam SJ, Kang TW. Effects of scapular stabilization exercise on the range of motion, pain, and function in the shoulders of women with breast cancer surgery. *The Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Therapy*. 2017;23(2):69-74.
- Park JS, Jeon HS, Kwon OY. A comparison of the shoulder stabilizer muscle activities during push-up plus between persons with and without winging scapular. *Korean Research Society of Physical Therapy*. 2007;14(2):44-52.
- Park SJ, Park YJ. Ball speed by a professional baseball player, and study of comparison of uniform rotational speed by the shoulder joint. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2006;16(1):81-88.
- Park YS, Kim SY, Seo YJ, et al. Intrarater and interrater reliability of the lateral scapular slide test in patients with chronic shoulder pain. *Korean Journal of Orthopedic Manual Therapy*. 2009;15(1):32-40.
- Terry GC, Chopp TM. Functional anatomy of the shoulder. *Journal of Athletic Training*. 2000;35(3):248-255.
- Tripp BL, Yochem EM, Uhl TL. Functional fatigue and upper extremity sensorimotor system acuity in baseball athletes. *Journal of Athletic Training*. 2007;42(1):90-98.
- Voight ML, Thomson BC. The role of the scapula in the rehabilitation of shoulder injuries. *Journal of Athletic Training*. 2000;35(3):364-372.
- Wang CH, McClure P, Pratt NE, et al. Stretching and strengthening exercises: their effect on three dimensional scapular kinematics. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1999;80(8):923-929.
- Williams GR, Kelley M. Management of rotator cuff and impingement injuries in the athlete. *Journal of Athletic Training*. 2000;35(3):300-315.
- Witt D, Talbott N, Kotowski S. Electromyographic activity of scapular muscles during diagonal patterns using elastic resistance and free weights. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2011;6(4):322-332.
- Woo SS, Kim JY, Kim LN, et al. The relationship between high-school baseball players' injury and functional movement screen (FMS). *Korea Coaching Development Center*. 2014;16(1):189-197.
- Yoon JO, Lee KW, Shin JM, et al. Clinical article: analysis of the elbows in middle school baseball pitchers. *The Korea Journal of Sports Medicine*. 2004;22(2):194-202.