



# 배구선수의 연령별 어깨관절 스포츠손상 유무에 따른 어깨관절 가동범위 및 상지 동적 안정성 차이

김영훈<sup>1,†</sup> PhD, 김태규<sup>1,†</sup> PhD, 김은국<sup>2</sup> PhD, 박종철<sup>1</sup> PhD, 최호경<sup>3</sup> PhD

<sup>1</sup>부경대학교 스마트헬스케어학부 해양스포츠전공, <sup>2</sup>SRC병원, <sup>3</sup>한국스포츠정책과학원 스포츠과학연구소

## The Differences of Shoulder Range of Motion and Dynamic Stability in Upper Extremity Depending on Ages and Experiences of Shoulder Injuries among Volleyball Players

Young Hoon Kim<sup>1,†</sup> PhD, Taegy Kim<sup>1,†</sup> PhD, Eunkuk Kim<sup>2</sup> PhD, Jong-Chul Park<sup>1</sup> PhD, Hokyung Choi<sup>3</sup> PhD,

<sup>1</sup>Major of Marine-Sports, Division of Smart Healthcare, Pukyong National University, Busan; <sup>2</sup>SRC Hospital, Gwangju; <sup>3</sup>Department of Sport Science, Korea Institute of Sport Science, Seoul, Korea

**PURPOSE:** This study aimed to verify the differences in shoulder range of motion (ROM) and dynamic stability in the upper extremities depending on the players' ages and frequency of sports injuries in the shoulder joint.

**METHODS:** A total of 519 volleyball players enrolled in the Korea Volleyball Association and Korean Volleyball Federation participated in this study. All participants answered questions about their experiences of sports-related shoulder injuries and were then categorized into shoulder-injured and non-injured groups. Shoulder ROM (flexion/extension and internal/external rotation) and upper quarter Y-balance (YBT-UQ) were tested by trained examiners. The YBT-UQ was normalized to the arm length (%AL) of the players.

**RESULTS:** Among elementary and middle school players, the shoulder-injured group had lower internal rotation than the non-injured group. In addition, elementary school players with a history of shoulder injuries performed worse in the YBT-UQ test. Regardless of their history of shoulder injury, older patients tended to have decreased shoulder flexion and extension. In the injured group, younger players had lower internal rotation of the shoulder.

**CONCLUSIONS:** These results showed that player age should be considered for rehabilitation to prevent shoulder sports-related injuries in volleyball players.

**Key words:** Shoulder injury, Range of motion, Dynamic stability, Age

## 서론

전 세계적으로 많은 사람들이 참여하는 스포츠 종목 중 하나인 배구는 상대선수와 접촉이 없어 비교적 안전한 스포츠로 인식되어 있

나[1], 점프, 착지, 블로킹, 스파이크 등과 같이 반복적이고 빠른 움직임으로 인해 여러 신체부위에서 다양한 종류의 스포츠 손상을 경험할 확률이 높다는 특징이 있다[1, 2]. 선행연구에 따르면 1,000시간 훈련 시합 참여당 4.21건의 손상이 발생하는데[1], 발목관절(0.9-1.0건/1,000시

**Corresponding author:** Hokyung Choi Tel +82-2-970-9572 Fax +82-2-970-9502 E-mail ghruddl82@gmail.com

<sup>†</sup>These authors contributed equally to the manuscript as first author.

\*이 논문은 2021학년도 부경대학교의 지원을 받아 수행된 연구임(C-D-2021-0977).

**Keywords** 어깨관절 손상, 관절가동범위, 동적 안정성, 연령

**Received** 16 Feb 2023 **Revised** 27 Feb 2023 **Accepted** 28 Feb 2023

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

간 참여)과 무릎관절(0.3건/1,000시간 참여)만큼 어깨관절(0.2건/1,000시간 참여)의 손상도 흔히 발생하는 것으로 보고되었다[3]. 어깨관절 손상은 스파이크와 같은 오버헤드(overhead) 동작에서 흔히 발생하는데, 스파이크나 서브 시 최대 속도로 공을 내려치기 위해 어깨관절에서는 높은 수준의 힘과 가속을 만들어야 하고 이때 어깨관절 주변 연부조직의 편심성 과부하와 반복적인 스트레스가 유발되어 만성 근힘줄 장애(chronic musculotendinous disorders)가 발생하게 된다[4,5].

오버헤드 동작을 효과적이면서 안전하게 수행하기 위해서는 최적 수준(optimal level)의 어깨관절 가동범위와 근력 및 동적 안정성이 필요하며, 어깨관절 가동범위의 변형(altered) 또는 제한(restricted), 근력 및 동적 안정성의 감소는 어깨관절 손상의 위험요인(risk factor)이 될 수 있다[6]. 특히, 관절가동범위의 제한 또는 증가는 어깨관절 손상 또는 통증을 재발하는 주요 위험요인인 것으로 알려져 있다[7,8]. Keller et al. [9] 이 보고한 연구에 따르면 어깨관절 손상을 경험한 선수는 어깨관절의 안쪽돌림(internal rotation)과 가쪽돌림(external rotation)이 손상을 경험하지 않은 선수보다 감소되어 있었고, Bullock et al. [10]의 연구에서는 시즌 중에 어깨관절 손상을 경험한 고등학생 야구선수의 시즌 전 안쪽돌림(internal rotation) 각도가 손상을 경험하지 않은 선수보다 감소되어 있다고 설명하였다. Tanaka et al. [11]은 13세 야구선수의 경우 우세측 어깨의 가쪽돌림(external rotation)이 비우세측보다 증가되어 있고, 안쪽돌림(internal rotation)은 약간 감소되어 있으나 16세 이상 야구선수의 경우에는 어깨관절 가동범위에 차이가 없다고 보고하였으며, Barnes et al. [12]의 연구에서는 연령이 증가할수록 어깨관절의 벌림(abduction)과 가쪽돌림(external rotation)은 감소하는 반면 안쪽돌림(internal rotation)은 증가한다고 설명하였다. 이러한 선행연구의 결과를 고려한다면 어깨관절 손상유무에 따른 관절가동범위를 비교할 때에는 연령을 반영해야 할 필요가 있을 것이다.

동적 안정성(dynamic stability) 또한 운동수행능력(performance) 및 손상위험도(injury risk)와 관련성이 높다[6]. 상지 안정성을 평가하기 위해 닫힌 사슬 상체 안정성 검사(Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability), 한팔 홉 검사(one arm hop test), 앉아서 메디신볼 던지기 검사(seated shot-put test), 상지 Y-균형능력 검사(Upper Quarter Y Balance Test, YBT-UQ) 등이 활용된다[13]. 특히, 상지 Y-균형능력 검사(YBT-UQ)는 동적 안정성과 함께 근력(strength), 가동성(mobility), 코어 안정성(core stability)를 동시에 평가할 수 있는 방법으로[14], 어깨관절 주변 근육 및 몸통 근육의 안정성과 중등도(moderate) 연관성( $r=0.38-0.49$ )이 있으며 어깨관절 손상 후 스포츠현장 복귀를 평가하기 위한 도구로도 활용되고 있다[15]. 특히, 배구선수의 스파이크와 같이 몸통(trunk)과 하지(lower extremities)에서 만들어진 에너지를 상지(upper extremities)로 전달하는 연결사슬(kinetic chain)을 평가하는 데에 있어 상지 Y-균형능력 검사(YBT-UQ)는 유용한 도구가 될 수 있다

[16]. 최근 한 코호트연구(cohort study)에서는 상지 Y-균형능력 검사(YBT-UQ)의 종합점수가 81.1% 이하일 경우, 상지 손상의 위험성이 높아질 수 있다고 보고하였고[17], 연령이나 손상경험 여부에 따라 측정값의 차이가 있을 수 있다고 언급하였다[18]

배구선수와 같이 오버헤드 선수들의 어깨관절 손상 대부분은 만성적인(chronic) 손상으로 이를 예방하는 것은 매우 중요한 부분이라 할 수 있다. 어깨관절 손상의 위험요인(risk factor)인 어깨관절 가동범위와 근력을 포함한 동적 안정성은 연령에 따른 차이를 보이고 있으므로[6, 11,12,18], 어깨관절 손상의 위험요인을 연령을 고려하여 비교할 필요가 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 다양한 연령대의 배구선수를 대상으로 어깨관절의 스포츠손상 경험 조사와 함께 스포츠손상과 관련이 있는 것으로 보고된 어깨관절 가동범위 및 상지 동적 안정성 검사를 실시하고 연령별 어깨손상 유무에 따른 어깨관절 가동범위와 상지 동적 안정성 차이를 비교 분석함으로써, 어깨관절의 스포츠손상 예방 또는 재활 전략 마련에 유용한 정보를 제공하고자 한다.

## 연구 방법

### 1. 연구 설계

본 연구는 단면연구(cross sectional study) 설계로 초등학교와 중학교, 고등학교 및 대학·프로팀 선수의 어깨관절 스포츠손상 경험 여부를 확인한 후 어깨관절 굽힘과 폼, 안쪽돌림 및 가쪽돌림 각도를 측정하고, 상지 동적 안정성을 확인하기 위한 상지 Y-균형능력 검사를 실시하였다. 스포츠손상을 경험한 선수의 손상측 상지(injured arm)와 스포츠손상을 경험하지 않은 선수의 우세측 상지(dominant arm)의 측정값을 비교분석하였고, 모든 연구절차는 부경대학교 기관생명윤리위원회로부터 승인을 받았다.

### 2. 연구 대상자

본 연구에서는 한국배구연맹과 대한배구협회에 등록된 선수 중 본 연구의 절차와 목적에 대해 상세한 설명을 들은 후 자발적으로 동의한 선수를 대상으로 선수 본인 또는 법정대리인의 서명을 받은 후 진행하였다. 어깨관절 가동범위와 상지 Y-균형검사 측정 전 잘 훈련된 조사자가 개별면담을 통해 선수의 성별, 나이와 함께 어깨관절의 스포츠손상 경험여부와 함께 스포츠 손상 발생 시기와 손상원인, 현재 통증여부 및 임상진단명에 대한 정보를 수집하였는데, 본 연구에서는 스포츠손상을 배구와 관련된 훈련 또는 시합 중 발생하여 통증(pain)과 기능장애(dysfunction)를 호소하며 의료진의 관심이 필요한 손상으로 정의하였다[19].

손상의 시기는 훈련 또는 시합 상황 중 언제 발생했는지에 대해 답변을 받았으며, 손상의 원인은 외부접촉 없이 발생한 경우와 사람 또

**Table 1.** Participants' demographic characteristics

		Sex (n, %)		Age (yr)	Career (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Body Fat (%BW)
		M	F					
Elementary School (n=59)	Non-Injured (n=51)	19 (37.3)	32 (62.7)	11.02±1.51	1.68±1.14	151.70±10.82	41.42±9.60	19.62±5.86
	Injured (n=8)	4 (50.0)	4 (50.0)	11.75±0.70	2.00±0.92	161.25±8.36	49.28±6.21	19.08±3.01
Middle School (n=164)	Non-Injured (n=141)	58 (41.1)	83 (58.9)	13.66±1.03	3.70±1.54	170.93±8.83	61.03±10.50	18.82±5.93
	Injured (n=23)	10 (43.5)	13 (56.5)	14.22±0.79	3.91±1.56	174.28±8.69	64.96±9.67	18.07±5.31
High School (n=178)	Non-Injured (n=127)	68 (53.5)	59 (46.5)	16.67±1.03	5.85±2.10	178.58±8.66	69.35±8.59	16.53±6.56
	Injured (n=51)	33 (64.7)	18 (35.3)	16.69±1.81	6.02±2.06	180.55±9.96	71.24±10.03	15.22±5.85
University and Professional (n=118)	Non-Injured (n=81)	42 (51.9)	39 (48.1)	25.73±4.93	14.24±4.50	184.27±9.83	76.96±11.72	17.56±6.15
	Injured (n=37)	19 (51.4)	18 (48.6)	25.43±4.95	14.75±5.09	186.32±8.62	77.27±10.74	16.28±6.35

는 사물의 접촉에 의한 경우, 원인을 정확하게 알 수 없는 경우에 대해 답변을 할 수 있도록 하였다[19]. 어깨관절을 포함하여 상·하지 및 몸통 부위의 수술(surgery) 또는 탈구(dislocation) 등의 병력이 있는 선수의 자료는 제외하여 총 519명의 선수에 대한 자료만 분석에 활용하였고, 모든 연구대상자의 인구통계학적인 특성은 Table 1과 같다.

### 3. 측정방법

#### 1) 어깨관절 가동범위 검사

본 연구에서는 어깨관절의 굽힘(flexion), 펴기(extension), 안쪽돌림(internal rotation) 및 가쪽돌림(external rotation) 각도를 각각 측정하였다. 먼저, 굽힘 각도를 측정하기 위해 피험자는 바로 누운 자세(supine position)를 취한 후 측정하고자 하는 상지의 어깨관절은 0도 벌림(abduction), 팔꿈치는 완전히 편 상태, 그리고 아래팔(forearm)은 중립(neutral position)을 유지한 채 엄지손가락이 위로 향하게 하여 팔을 머리 위쪽으로 들어 올렸고[20], 이때, 허리가 과도한 펴기(hyperextension)이 되지 않도록 하였다. 검사자는 각도계(goniometer)의 축을 큰결절(greater tubercle)에 두고, 고정팔을 체간의 중심선(mid line), 그리고 이동팔을 위팔뼈(humerus)의 가쪽응기(lateral epicondyle) 연장선에 두어 고정팔과 이동팔 사이각으로 굽힘 각도를 확인하였다[20].

펴기 각도를 측정하기 위해 피험자는 엎드린 자세(prone position)를 취한 후 어깨관절은 0도 벌림(abduction), 팔꿈치는 완전히 편 상태, 그리고 아래팔(forearm)은 중립(neutral position)을 유지한 상태에서 엄지손가락이 아래로 향하게 하여 팔을 뒤로 들어 올렸고, 이때, 허리가 과도한 펴기(hyperextension)이 되지 않도록 하였다. 어깨 굽힘 각도 측정 방법과 동일하게 펴기 각도를 측정하였다.

가쪽돌림과 안쪽돌림 각도를 측정하기 위해 피험자는 바로 누운 자세(supine position)를 취한 후 어깨관절은 90도 벌림(abduction), 팔꿈치관절은 90도 굽힘(flexion), 아래팔은 중립(neutral position)을 유지하여 손바닥 또는 손등이 바닥을 향해 움직이도록 하였다[20]. 이때 어깨가 바닥에서 들리지 않도록 유지한 상태로 안쪽돌림 또는 가쪽돌림

각도를 측정하였는데, 각도계 축은 팔꿈치머리돌기(olecranon process)에 위치하고 고정팔은 지면과 수직선(vertical line)상에 두었으며, 이동팔은 축과 자뼈(ulna)의 붓돌기(styloid process)에 두어 각도를 확인하였다[20].

각도계를 사용한 어깨관절 관절가동범위 측정의 검사자간(Rho = 0.64-0.69), 검사자내(Rho = 0.53-0.65) 신뢰도는 보통 또는 양호한 수준으로 확인되었다[20].

#### 2) 상지 동적 안정성

상지 동적 안정성을 확인하기 위해 Y-균형검사 키트(Move2Perform, Evansville, IN, USA)를 사용하여 상지 Y-균형능력 검사(YBT-UQ)를 실시하였다. 검사 전, 피험자의 팔길이(arm length, AL)를 측정하기 위해 피험자는 편안하게 선 자세에서 측정하고자 하는 측의 어깨를 90도 벌림(abduction), 팔꿈치는 완전히 편 상태, 그리고 엄지가 정면을 향한 자세를 유지하였고, 검사자는 7번 목뼈의 가시돌기(spinous process)부터 3번째 손가락 끝까지의 길이를 측정하였다[21].

피험자는 검사하고자 하는 손과 어깨가 일직선이 되도록 하고 양발을 어깨너비로 벌려 3포인트 플랭크(3-point plank) 자세를 취하였다[21]. 이때 검사측 손은 검사키트 가운데 박스의 빨간색 선과 엄지손가락이 일치하도록 위치였고, 이 상태를 유지하면서 반대편 손으로 안쪽(medial)과 아래가쪽(inferolateral) 및 위가쪽(superolateral)으로 키트 박스를 최대한 밀어낸 후 시작자세로 돌아오도록 하였다[14]. 2번의 연습 이후에 3번을 측정하였고 검사(trial) 간에는 30초의 휴식을 취하였다[21]. 검사를 진행하는 동안 3포인트를 유지하지 못하거나 검사키트 박스를 밀쳐 내는 경우에는 실패한 것으로 간주하였다(21). 3번 검사의 평균을 분석에 활용하였고, 각 방향의 평균값을 피험자의 팔 길이로 표준화한 값([뺀은 길이/팔 길이]×100)을 산출하여 세 방향의 총합(%AL)을 계산하였으며, 양측의 차이를 확인하였다[22]. 선행연구에서는 YBT-UQ의 측정-재측정 신뢰도가 우수(>.09)한 것으로 확인되었다[15].

#### 4. 자료 분석

수집된 모든 정보는 SPSS ver. 24.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 연령에 따라 초등학생, 중학생, 고등학생 및 대학·프로팀 선수로 분류하였고, 연령별 어깨관절 손상유무에 따른 어깨관절 가동범위와 상지 Y-균형의 차이를 확인하기 위해 독립 t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 어깨관절 스포츠손상 유무별 연령에 따른 어깨관절 가동범위와 상지 동적 안정성의 차이를 확인하기 위해 일원변량분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, LSD 검증을 통해 사후검정을 실시하였다. 모든 유의수준은  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

### 연구 결과

#### 1. 어깨관절 스포츠 손상 특성

총 519명 선수 중 119명이 어깨관절 스포츠손상을 경험하였고, 이 중 30명(25.2%)은 현재 통증이 없으나, 74명(62.2%)은 운동할 때마다 통증이 있다고 응답하였으며, 15명(12.6%)은 통증이 없었으나 최근에 다

시 통증이 발생하였다고 응답하였다. 본 연구에서 확인된 어깨 손상을 경험한 선수 중 61.3% (73명)가 특별한 이유 없이 어깨통증이 발생한 것으로 확인되었고, 91명(76.5%)은 어깨 통증이 발생하였더라도 훈련 또는 시합에 계속 참여한 것으로 확인되었으며, 어깨 통증으로 인해 평균 6.4일을 휴식하는 것으로 나타났다.

#### 2. 어깨관절 스포츠 손상유무에 따른 굽힘과 폼 각도 차이 검정

Table 2는 초등학생과 중학생, 고등학생 및 대학프로팀 선수의 어깨관절 손상유무에 따른 굽힘 및 폼 각도를 비교분석한 결과이다. 굽힘 각도의 경우, 모든 연령에서 어깨관절 손상유무에 따른 차이는 확인되지 않았으나( $p > .05$ ), 어깨관절 손상유무에 상관없이 초등학생(각각  $153.08 \pm 16.64^\circ$ 와  $162.25 \pm 13.41^\circ$ )과 중학생 선수(각각  $150.06 \pm 17.30^\circ$ 와  $156.87 \pm 19.32^\circ$ )의 굽힘각도가 고등학생(각각  $143.14 \pm 16.28^\circ$ 와  $141.75 \pm 14.19^\circ$ ) 및 대학프로팀 선수(각각  $132.26 \pm 17.18^\circ$ 와  $133.59 \pm 10.24^\circ$ )보다 큰 것으로 확인되었다(각각  $F = 23.951, p = .001$ 와  $F = 17.608, p = .001$ ).

폼 각도의 경우에도, 모든 연령에서 어깨관절 손상유무에 따른 차

**Table 2.** The difference of shoulder flexion and extension depending on the experience of shoulder injuries

Variables		Non-Injured	Injured	t (p)
Shoulder Flexion (deg.)	Elementary School <sup>a</sup> (n=59)	153.08±16.64	162.25±13.41	-1.736 (.111)
	Middle School <sup>b</sup> (n=164)	150.06±17.30	156.87±19.32	-1.722 (.087)
	High School <sup>c</sup> (n=178)	143.14±16.28	141.75±14.19	0.536 (.593)
	University and Professional <sup>d</sup> (n=117)	132.26±17.18	133.59±10.24	-0.438 (.662)
	F (p)	23.951 (.001)	17.608 (.001)	
	Post Hoc	a,b>c,d	a,b>c,d	
Shoulder Extension (deg.)	Elementary School <sup>a</sup> (n=59)	29.94±10.09	30.00±7.17	-0.016 (.987)
	Middle School <sup>b</sup> (n=164)	29.24±10.42	30.00±11.63	-0.318 (.751)
	High School <sup>c</sup> (n=178)	29.47±9.63	28.10±9.95	0.852 (.395)
	University and Professional <sup>d</sup> (n=117)	22.63±8.02	22.57±6.41	0.041 (.967)
	F (p)	10.723 (.001)	4.182 (.008)	
	Post Hoc	a,b,c>d	a,b,c>d	

**Table 3.** The difference of shoulder internal and external rotation depending on the experience of shoulder injuries

Variables		Non-Injured	Injured	t (p)
Shoulder Flexion (deg.)	Elementary School <sup>a</sup> (n=59)	47.31±11.91	35.88±9.21	2.590 (.012)
	Middle School <sup>b</sup> (n=164)	48.80±14.42	42.04±11.18	2.143 (.034)
	High School <sup>c</sup> (n=178)	46.19±13.83	45.08±12.53	0.497 (.620)
	University and Professional <sup>d</sup> (n=117)	50.72±13.23	51.24±10.23	-0.215 (.831)
	F (p)	1.983 (.116)	5.724 (.001)	
	Post Hoc	-	d>c>a, d>b	
Shoulder Extension (deg.)	Elementary School <sup>a</sup> (n=59)	75.59±17.05	74.00±22.91	0.234 (.816)
	Middle School <sup>b</sup> (n=164)	75.33±16.24	70.70±20.49	1.221 (.224)
	High School <sup>c</sup> (n=178)	70.79±19.81	69.67±16.01	0.359 (.720)
	University and Professional <sup>d</sup> (n=117)	72.88±14.59	73.05±11.22	-0.066 (.948)
	F (p)	1.857 (.136)	0.400 (.753)	
	Post Hoc	-	-	



이는 확인되지 않았으나( $p>.05$ ), 어깨관절 손상유무에 상관없이 초등학생(각각  $29.94 \pm 10.09^\circ$ 와  $30.00 \pm 7.17^\circ$ )과 중학생(각각  $29.24 \pm 10.42^\circ$ 와  $30.00 \pm 11.63^\circ$ ) 및 고등학생 선수(각각  $29.47 \pm 9.63^\circ$ 와  $28.10 \pm 9.95^\circ$ )의 펴 각도가 대학·프로팀 선수(각각  $22.63 \pm 8.02^\circ$ 와  $22.57 \pm 6.41^\circ$ )보다 큰 것으로 확인되었다(각각  $F = 10.723, p = .001$ 와  $F = 4.182, p = .008$ ).

### 3. 어깨관절 스포츠 손상유무에 따른 안쪽돌림과 가쪽돌림 각도 차이 검정

Table 3은 초등학생과 중학생, 고등학생 및 대학프로팀 선수의 어깨관절 손상유무에 따른 안쪽돌림 및 가쪽돌림 각도를 비교분석한 결과이다. 손상을 경험한 초등학생과 중학생 선수의 안쪽돌림 각도(각각  $35.88 \pm 9.21^\circ$ 와  $42.04 \pm 11.18^\circ$ )는 손상을 경험하지 않은 선수(각각  $47.31 \pm 11.91^\circ$ 와  $48.80 \pm 14.42^\circ$ )보다 작은 것으로 확인되었고(각각  $t = 2.590, p = .012$ 와  $t = 2.143, p = .034$ ), 고등학생 및 대학프로팀 선수는 어깨관절 손상에 따른 차이를 보이지 않았다(Fig. 1). 어깨관절 손상을 경험한 대학·프로팀 선수의 어깨관절 안쪽돌림 각도( $51.24 \pm 10.23^\circ$ )가 초

등학생( $35.88 \pm 9.21^\circ$ )과 중학생 선수( $42.04 \pm 11.18^\circ$ ) 및 고등학생( $45.08 \pm 12.53^\circ$ )보다 큰 것으로 확인되었다( $F = 5.724, p = .001$ ).

가쪽돌림 각도의 경우, 모든 연령에서 어깨관절 손상유무에 따른 차이는 확인되지 않았고( $p>.05$ ), 연령에 따른 차이도 확인되지 않았다( $p>.05$ ).

### 4. 어깨관절 스포츠 손상유무에 따른 상지 동적 안정성 차이 검정

Table 4는 초등학생과 중학생, 고등학생 및 대학프로팀 선수의 어깨관절 손상유무에 따른 상지 동적 안정성을 비교분석한 결과이다. 손상을 경험한 초등학생의 YBT-UQ 값( $73.48 \pm 6.82\%AL$ )은 손상을 경험하지 않은 선수( $79.98 \pm 9.60\%AL$ )보다 작은 것으로 확인되었으나( $t = 2.350, p = .037$ ), 중학생과 고등학생 및 대학프로팀 선수는 어깨관절 손상에 따른 차이를 보이지 않았다(Fig. 2). 어깨관절 손상을 경험하지 않은 경우, 초등학생과 고등학생 선수의 YBT-UQ 값(각각  $79.98 \pm 9.60\%AL$ 와  $79.44 \pm 10.03\%AL$ )은 중학생 및 대학·프로팀 선수(각각  $72.73 \pm 13.70\%AL$ 와  $71.09 \pm 7.41\%AL$ )보다 큰 것으로 확인되었고( $F = 15.480$ ,

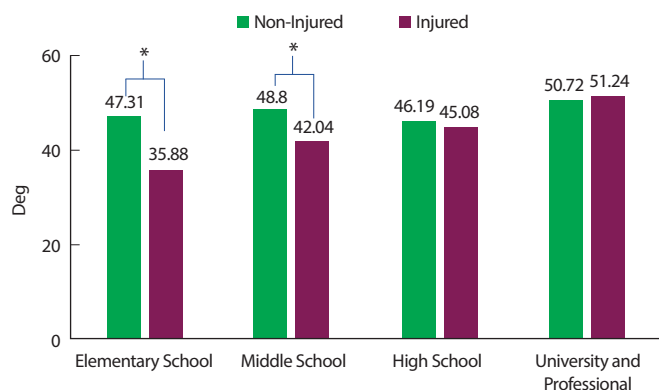


Fig. 1. The difference of shoulder internal rotation depending on the experience of shoulder injuries.

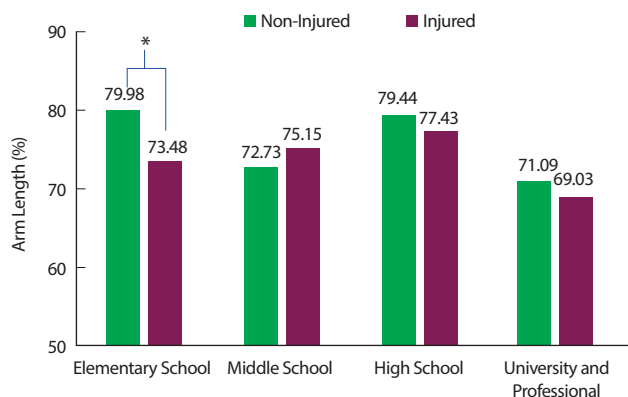


Fig. 2. The difference of YBT-UQ depending on the experience of shoulder injuries.

Table 4. The difference of YBT-UQ depending on the experience of shoulder injuries

Variables		Non-Injured	Injured	t (p)
Shoulder Flexion (deg.)	Elementary School <sup>a</sup> (n = 59)	79.98 ± 9.60	73.48 ± 6.82	2.350 (.037)
	Middle School <sup>b</sup> (n = 164)	72.73 ± 13.70	75.15 ± 9.57	-0.815 (.416)
	High School <sup>c</sup> (n = 178)	79.44 ± 10.03	77.43 ± 14.95	1.035 (.302)
	University and Professional <sup>d</sup> (n = 117)	71.09 ± 7.41	69.03 ± 7.67	1.318 (.170)
	F (p)	15.480 (.001)	3.786 (.012)	
	Post Hoc	a,c > b,d	c > d	
Shoulder Extension (deg.)	Elementary School <sup>a</sup> (n = 59)	0.51 ± 4.41	0.38 ± 2.26	0.082 (.935)
	Middle School <sup>b</sup> (n = 164)	-1.62 ± 9.12	0.77 ± 6.01	-1.265 (.207)
	High School <sup>c</sup> (n = 178)	0.45 ± 9.92	0.66 ± 10.34	-0.143 (.886)
	University and Professional <sup>d</sup> (n = 117)	-1.68 ± 8.62	-0.60 ± 4.37	-0.766 (.444)
	F (p)	4.288 (.005)	0.246 (.864)	
	Post Hoc	c > b,d	-	

YBT-UQ, upper quarter Y-balance; AL, Arm Length.

$p=.001$ ), 어깨관절 손상을 경험한 경우에는 고등학생 선수( $77.43 \pm 14.95\%AL$ )가 대학·프로팀 선수( $69.03 \pm 7.67\%AL$ )보다 큰 것으로 확인되었다( $F=3.786, p=.012$ ).

YBT-UQ의 양쪽 차이를 확인한 경우, 모든 연령에서 어깨관절 손상 유무에 따른 차이는 확인되지 않았고( $p>.05$ ), 연령에 따른 차이도 확인되지 않았다( $p>.05$ ).

## 논 의

본 연구는 다양한 연령대의 배구선수를 대상으로 어깨관절 스포츠 손상 경험유무에 따른 어깨관절의 가동범위 및 상지 동적 안정성 차이를 비교하고자 하였다. 그 결과, 초등학생과 중학생 배구선수 중 손상을 경험한 선수가 그렇지 않은 선수보다 어깨관절 안쪽돌림 각도가 작았고, 어깨관절 손상을 경험한 초등학생 배구선수는 그렇지 않은 선수보다 상지 동적 안정성도 낮은 것으로 확인되었다. 어깨관절 손상 경험 유무에 관계없이 연령이 높을수록 굽힘 및 폼 각도는 작았으나, 안쪽돌림 각도는 어깨관절 손상을 경험한 선수 중 연령이 낮은 선수가 더 작은 것으로 확인되었다.

신체의 관절 중 움직임이 가장 큰 관절인 어깨관절의 가동범위 감소는 어깨관절 손상과 연관성이 높다[23,24] 안쪽돌림의 감소는 어깨관절 주변 근육의 불균형을 발생시켜 어깨관절 내적 충돌증후군(internal impingement syndrome)을 유발하거나 어깨관절 뒤쪽 관절주머니(posterior capsule) 단축 또는 어깨뼈(scapula) 움직임을 제한하고[23], 가쪽돌림의 감소는 어깨관절 손상 또는 수술의 가능성을 높이는 것으로 보고되었다[24]. 따라서, 어깨관절의 가동범위를 평가하는 것은 어깨관절의 장애(disorder)를 진단하거나 어깨관절 기능의 변화를 평가하는 데 있어 중요한 검사가 될 수 있다[20]. 본 연구에서도 어깨관절 손상의 유무에 따라 굽힘과 폼, 안쪽돌림과 가쪽돌림의 차이를 확인한 결과, 어깨손상을 경험한 초등학생과 중학생 배구선수의 안쪽돌림 각도(각각  $35.88 \pm 9.21^\circ$ 와  $42.04 \pm 11.18^\circ$ )만이 손상을 경험하지 않은 선수(각각  $47.31 \pm 11.91^\circ$ 와  $48.80 \pm 14.42^\circ$ )에 비해 감소된 경향성(각각 약  $11.4^\circ$ 와 약  $6.8^\circ$ )를 나타내었다. 일부 선행연구에서는 어깨관절 손상을 경험한 오버헤드 선수의 안쪽돌림뿐 아니라 수평벌림(horizontal abduction)도 감소되어 있고, 가쪽돌림은 오히려 증가되어 있다고 보고하였으며[7,8,25], 평균 19세인 야구선수를 대상으로 시행한 연구[26]에서는 어깨관절 안쪽돌림( $20^\circ$  이상)과 총 관절가동범위( $5^\circ$  이상) 및 수평모음(horizontal adduction,  $16^\circ$  이상)의 감소가 상지 손상 발생의 위험요인이라고 설명하였다. 또한, 대학생 오버헤드 선수를 대상으로 시행한 연구[6]에서는 어깨관절 손상 경험 여부에 따른 어깨관절 가동범위의 차이는 보이지 않는다고 설명하는 등 많은 선행연구에서 어깨관절의 가동범위와 손상의 연관성과 관련하여 다양한 결과를 보이는 것

로 확인되었다. 이러한 선행연구의 결과는 연구설계 및 관절가동범위 비교 대상과 관련이 있을 것으로 판단된다. 즉, 본 연구는 스포츠 손상 경험 유무를 기준으로 두 집단에 대한 단면연구(cross-sectional study)로 진행된 반면 일부 연구는 우세측과 비우세측을 비교하는 단면연구 또는 후향적 연구(retrospective study)로 진행되었다. 단면연구 또는 후향적 연구설계는 어깨관절의 가동범위 감소가 스포츠 손상 이전의 상태인지 아니면 손상 이후 적응(adaptation)인지에 대해서는 정확한 확인이 어렵다고 보고된 바[9]와 같이 추후연구에서는 최초 손상 시기를 고려하여 스포츠 손상의 위험요인을 분석할 필요가 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 어깨관절 손상 경험 유무에 관계없이 연령이 높을수록 굽힘 및 폼 각도는 작았으나, 안쪽돌림 각도는 어깨관절 손상을 경험한 선수 중 연령이 낮은 선수가 더 작은 것으로 확인되었다. 8세부터 18세까지 청소년 및 청소년 투수를 대상으로 어깨관절 가동범위를 확인한 연구[8]에서는 8-12세 청소년 투수선수와 13-18세 청소년 투수선수의 안쪽돌림 각도가 각각  $43^\circ$ 와  $47^\circ$ 로 나타났고, 대학 야구선수를 대상으로 한 연구[27]에서의 어깨관절 안쪽돌림 각도는  $54.1^\circ$ 로 확인되었다. 이러한 선행연구에서는 어깨관절 손상 경험여부를 정확하게 확인할 수는 없었으나, 연령이 낮을수록 안쪽돌림 각도가 감소하는 경향을 보이는 것으로 해석할 수 있을 것이다. 더욱이, 대학 선수와는 달리 청소년 및 청소년 투수의 우세측과 비우세측 어깨 안쪽돌림 각도 차이가  $13^\circ$  이상일 때 상지 손상의 위험도가 4-6배 정도 높아진다고 보고된 연구[8]의 결과와 어깨관절의 손상 여부에 따른 안쪽돌림 각도에 차이가 있다는 본 연구의 결과를 고려한다면 연령이 낮은 오버헤드 선수의 어깨관절 손상 예방을 위해서는 안쪽돌림 각도를 유지하거나 증가하기 위한 운동이 필요할 것으로 생각된다.

이에 반해 평균 25세 투수를 대상으로 어깨관절 가동범위를 확인한 연구[24]에서는 우세팔과 비우세팔의 굽힘각도가 각각  $177^\circ$ 와  $179^\circ$ 인 것으로 확인되었고, 40-60대 비운동선수를 대상으로 시행한 연구[28]에서는 어깨관절 손상 유무에 따른 굽힘 각도가 각각  $165.8^\circ$ 와  $175.2^\circ$ 인 것으로 확인되어 연령이 증가함에 따라 어깨관절 굽힘각도가 작아지는 경향을 보였다. 또한, 평균 27.9세 메이저리그 야구선수를 대상으로 실시한 연구[29]는 양어깨의 어깨관절 굽힘 각도 차이가  $5^\circ$  이상일 경우 어깨관절 손상위험도가 2.8배 높아지는 것으로 보고하였고 본 연구에서도 손상 여부에 관계없이 연령이 높아질수록 어깨관절 굽힘 각도가 작아지는 경향을 보였으므로 연령이 높은 오버헤드 선수의 어깨관절 손상 예방을 위해서는 어깨관절 굽힘 각도를 유지 또는 증가시킬 수 있는 전략이 필요할 것으로 생각된다.

스파이크와 같이 던지는 동작은 몸통(trunk)과 하지(lower extremities)에서 만들어 낸 에너지를 어깨관절 등 상지(upper extremity)를 통해 공(ball)까지 효과적으로 전달할 수 있는 연결사슬(kinetic chain)이

중요하며[30], 연결사슬의 손상은 효율적인 에너지 전달이 어려울 뿐 아니라 어깨관절의 손상 위험성 또한 증가한다[31]. 앞서 언급한 바와 같이 상지 Y-균형능력(YBT-UQ) 검사는 동적 안정성뿐만 아니라 오버헤드 선수의 상지와 몸통의 연결사슬, 특히 닫힌연결사슬(closed kinetic chain)의 능력을 평가하기 위해 널리 사용된다[16]. 13세 핸드볼 여자선수와 14-15세 핸드볼 남자선수를 대상으로 시행한 연구[32]에서는 YBT-UQ의 종합점수가 각각 96.1-96.7%AL과 98.3-101.1%AL인 것으로 확인되었고, 평균 19.8세 대학 남자선수를 대상으로 상지 Y-균형 능력을 실시한 연구[33]에서는 YBT-UQ의 종합점수가 85.0-89.3%AL인 것으로 확인되었다. 18-25세 남녀 배구선수의 YBT-UQ 종합점수는 각각 90.00-90.41%AL과 82.46-84.43%AL인 것으로 확인되었으나[21], 본 연구에서는 손상을 경험하지 않은 다양한 연령대 배구선수의 YBT-UQ값이 71.09-79.98%AL로 선행연구보다 상대적으로 낮은 수치를 보였으며, 선행연구[17]에서 손상확률이 높아질 수 있다고 제시된 기준(81.1%)보다도 낮은 것으로 확인되었다. 이는 YBT-UQ 종합점수가 반복적인 오버헤드 동작으로 인한 상지의 피로(fatigue)와 연관성이 높은 것으로 보고[32] 된 것과 관련이 있을 것으로 생각된다. 즉, 본 연구의 일부 측정이 연구대상자들의 배구 기술훈련 이후에 진행되는 등 상지의 피로(fatigue)를 통제하지 못하여 선행연구의 결과값과 차이가 있을 것으로 생각되고, 추후 연구에서는 측정시기를 고려하거나 측정 시 연구 대상자가 느끼는 상체 피로도를 함께 조사한다면 의미있는 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 손상을 경험한 초등학교 선수의 YBT-UQ 종합점수(73.48%AL)는 손상을 경험하지 않은 선수(79.98%AL)보다 낮은 것으로 나타났다. 상지 Y-균형검사(YBT-UQ)는 상체 근력과 고유수용감각(proprioception) 및 신경근 조절(neuromuscular control) 능력 등이 동시에 요구되는데[33], 상대적으로 이러한 기능이 완성되지 않은 초등학교생의 경우 어깨관절 스포츠 손상 유무에 따라 YBT-UQ 종합점수의 차이가 발생한 것으로 생각된다. 상지 Y-균형검사(YBT-UQ)는 손상 재발에도 영향을 미칠 수 있으므로[6], 어깨관절 손상을 경험한 초등학교생 배구선수에게는 상지 동적 안정성을 향상시킬 수 있는 운동프로그램이 필요할 것으로 판단된다.

스파이크와 같은 오버헤드 동작에서 상지는 스트레스가 가장 많이 받는 자세가 되고 반복적인 오버헤드 동작으로 인해 만성(overuse) 손상이 발생하게 된다[1]. 일부 선행연구에서는 제한된 연령의 연구대상자를 선정하여 어깨관절 스포츠 손상 위험요인에 대한 차이를 비교하였으나[8,27-29], 본 연구에서는 다양한 연령대의 배구선수를 대상으로 어깨관절 손상과 연관성이 높은 어깨관절 가동범위와 상지의 동적 안정성을 확인하여 연령별 어깨관절 스포츠 손상 경험 여부에 따른 특성을 확인하고자 하였다. 그러나, 손상이 발생한 이후에 어깨관절 가동범위나 동적 균형능력 등을 확인하는 것은 어깨관절 손상의 원인

(cause)인지 아니면 손상에 따른 적응(adaptation)인지를 구분하기 어려우므로[9], 추후 연구에서는 최초 손상 발생 시기를 고려하거나 전향적 연구(prospective study)로 진행하여 스포츠 손상 여부와 함께 우세측과 비우세측의 관절가동범위 및 동적 균형능력을 비교분석한다면 스포츠 손상 예방에 대해 유의미한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

## 결론

엘리트 배구선수의 어깨관절 스포츠손상 경험에 따른 어깨관절 가동범위 및 상지 Y-균형능력 차이를 확인한 결과, 총 519명 선수 중 119명이 어깨관절에 스포츠손상을 경험한 것으로 확인되었고, 연령이 낮은 선수에게서 어깨관절의 스포츠손상 경험에 따라 어깨관절 안쪽돌림 각도와 상지 Y-균형능력의 차이를 보였다. 또한, 어깨관절 굽힘 및 펴 각도는 손상 경험 유무에 관계없이 연령이 높은 선수일수록 작은 것으로 나타났으나 어깨관절 안쪽돌림 각도는 어깨관절 손상을 경험한 선수 중 연령이 낮은 선수가 더 작은 것으로 나타났다. 이러한 결과를 통해 어깨관절 스포츠손상 재발 및 예방을 위해 연령을 고려한 접근이 필요할 것으로 생각되며, 추후연구에서는 다양한 연령의 선수를 대상으로 어깨관절 손상 발생 이전의 어깨관절 가동범위와 동적 안정성을 확인한 후 스포츠 손상 발생에 대해 추적조사를 실시한다면 스포츠 손상 예방 전략 마련에 있어 더 유의미한 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

## CONFLICT OF INTEREST

이 논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며, 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: E Kim, H Choi, Data curation: YH Kim, T Kim, H Choi, Formal analysis: YH Kim, JC Park, Funding acquisition: YH Kim, Methodology: T Kim, E Kim, H Choi, Project administration: E Kim, Visualization: T Kim, H Choi, Writing - original draft: YH Kim, T Kim, H Choi, Writing - review & editing: YH Kim, T Kim, H Choi.

## ORCID

Young Hoon Kim

<https://orcid.org/0000-0003-1810-2091>

Taegy Kim <https://orcid.org/0000-0002-4406-4415>  
 Eunkuk Kim <https://orcid.org/0000-0002-5111-0838>  
 Jong Chul Park <https://orcid.org/0000-0002-2530-0339>  
 Hokyung Choi <https://orcid.org/0000-0001-6324-7893>

## REFERENCES

- Migliorini F, Rath B, Tingart M, Niewiera M, Colarossi G, et al. Injuries among volleyball players: a comprehensive survey of the literature. *Sport Sci Health*. 2019;15:281-93.
- James LP, Kelly VG, Beckman EM. Injury risk management plan for volleyball athletes. *Sports Med*. 2014;44:1185-95.
- Attar AI, Wesam Saleh A, Husain MA, Alanazi A, Almalki R, et al. Current implementation of oslo sports trauma research center volleyball injury prevention exercises among male professional volleyball players in the gulf cooperation council countries: a cross-sectional survey. *Annals of Applied Sport Science*. 2022;10:1-10.
- Reeser JC, Gregory A, Berg RL, Comstock RD. A comparison of women's collegiate and girls' high school volleyball injury data collected prospectively over a 4-year period. *Sports Health*. 2015;7:504-10.
- Wang H, Cochrane T. A descriptive epidemiological study of shoulder injury in top level English male volleyball players. *Int J Sports Med*. 2001;22:159-63.
- Kim Y, Lee J, Wellsandt E, Rosen AB. Comparison of shoulder range of motion, strength, and upper quarter dynamic balance between NCAA division I overhead athletes with and without a history of shoulder injury. *Phys Ther Sport*. 2020;42:53-60.
- Marcondes FB, Jesus JFd, Bryk FF, Vasconcelos RA, Fukuda TY. Posterior shoulder tightness and rotator cuff strength assessments in painful shoulders of amateur tennis players. *Braz J Phys Ther*. 2013;17:185-93.
- Shanley E, Kissenberth MJ, Thigpen CA, Bailey LB, Hawkins RJ, et al. Preseason shoulder range of motion screening as a predictor of injury among youth and adolescent baseball pitchers. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24:1005-13.
- Keller RA, De Giacomo AF, Neumann JA, Limpisvasti O, Tibone JE. Glenohumeral internal rotation deficit and risk of upper extremity injury in overhead athletes: a meta-analysis and systematic review. *Sports Health*. 2018;10:125-32.
- Bullock GS, Faherty MS, Ledbetter L, Thigpen CA, Sell TC. Shoulder range of motion and baseball arm injuries: a systematic review and meta-analysis. *J Athl Training*. 2018;53:1190-9.
- Tanaka K, Funasaki H, Murayama Y, Nagai A, Kawai K, et al. Age-related differences in glenohumeral internal rotation deficit, humeral retrotorsion angle, and posterior shoulder tightness in baseball players. *J Shoulder Elbow Surg*. 2022;31:1184-92.
- Barnes CJ, Van Steyn SJ, Fischer RA. The effects of age, sex, and shoulder dominance on range of motion of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*. 2001;10:242-6.
- Tarara DT, Fogaca LK, Taylor JB, Hegedus EJ. Clinician-friendly physical performance tests in athletes part 3: a systematic review of measurement properties and correlations to injury for tests in the upper extremity. *Br J Sports Med*. 2016;50:545-51.
- Gorman PP, Butler RJ, Plisky PJ, Kiesel KB. Upper Quarter Y Balance Test: reliability and performance comparison between genders in active adults. *J Strength Cond Res*. 2012;26:3043-8.
- Westrick RB, Miller JM, Carow SD, Gerber JP. Exploration of the y-balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *Int J Sports Phys Ther*. 2012;7:139-47.
- Mendez-Rebolledo G, Cools AM, Ramirez-Campillo R, Quiroz-Aldea E, Habechian FA. Association between lower trapezius isometric strength and Y-balance test upper quarter performance in college volleyball players. *J Sport Rehab*. 2021;31:140-5.
- Campbell KE, Parent EC, Crumback DJ, Hebert JS. Predicting upper quadrant musculoskeletal injuries in the military: a cohort study. *Med Sci Sports Exerc*. 2022;54:337-44.
- Schwartz G, Bauer J, Muehlbauer T. Upper quarter y balance test performance: normative values for healthy youth aged 10 to 17 years. *PLoS One*. 2021;16:e0253144.
- Kim E, Cha JH, Choi H, You J. Longitudinal panel study of sports injuries in university elite athletes. *Korean J Sports Med*. 2020;38:43-54.
- Hayes K, Walton JR, Szomor ZL, Murrell GA. Reliability of five methods for assessing shoulder range of motion. *Aust J Physiother* 2001; 47:289-94.
- Borms D, Cools A. Upper-extremity functional performance tests: reference values for overhead athletes. *Int J Sports Med*. 2018;39:433-41.
- Rhon DI, Teyhen DS, Shaffer SW, Goffar SL, Kiesel K, Plisky PP. Developing predictive models for return to work using the Military Power, Performance and Prevention (MP3) musculoskeletal injury risk algorithm: a study protocol for an injury risk assessment programme. *Inj Prev*. 2018;24:81-8.
- Moradi M, Hadadneshad M, Letafatkar A. The effect of rotator cuff



- muscles exercises on range of motion, proprioception and electrical activity in male volleyball players with shoulder joint internal rotation deficit. *J Hum Environ Health Promot.* 2018;4:13-9.
24. Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, Aune KT, Porterfield RA, et al. Deficits in glenohumeral passive range of motion increase risk of shoulder injury in professional baseball pitchers: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2015;43:2379-85.
25. Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Scapular position and orientation in throwing athletes. *Am J Sports Med.* 2005;33:263-71.
26. Bailey LB, Shanley E, Hawkins R, Beattie PF, Fritz S, et al. Mechanisms of shoulder range of motion deficits in asymptomatic baseball players. *Am J Sports Med.* 2015;43:2783-93.
27. Schilling DT, Mallace AJ, Elazzazi AM. Shoulder range of motion characteristics in division iii collegiate softball and baseball players. *Int J Sports Phys Ther.* 2019;14:770-84.
28. Choi M, Chung J. Biomechanical and functional analysis of the shoulder complex and thoracic spine in patients with subacromial impingement syndrome: a case control study. *Medicine.* 2023;102:e32761-7.
29. Camp CL, Zajac JM, Pearson DB, Sinatro AM, Spiker AM, et al. Decreased shoulder external rotation and flexion are greater predictors of injury than internal rotation deficits: analysis of 132 pitcher-seasons in professional baseball. *Arthroscopy: J Arthrosc Relat Surg.* 2017;33:1629-36.
30. Skejød SD, Møller M, Bencke J, Sørensen H. Shoulder kinematics and kinetics of team handball throwing: a scoping review. *Hum Mov Sci* 2019;64:203-12.
31. Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core stability training for injury prevention. *Sports Health.* 2013;5:514-22.
32. Bauer J, Schedler S, Fischer S, Muehlbauer T. Relationship between Upper Quarter Y Balance Test performance and throwing proficiency in adolescent Olympic handball players. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2020;12:1-8.
33. Dittmer A, Tomchuk D, Fontenot DR. Immediate effects of limb rotational kinesio tape application on upper quarter y-balance test scores. *J Sport Rehab.* 2020;30:552-8.