



## 프로리그 여자 배구 선수들의 어깨 관절 회전 기능에 대한 연구

### Isokinetic Performance and Shoulder Mobility in Pro League Woman Volleyball Players

이병권(독일체육대학교) · 한동욱\*(신라대학교) · 강경희(고려대학교)

Lee, Byoung-Kwon(German sport University) · Han, Dong-Wook\*(Silla University) ·

Kang, Kyung-Hee(Korea University)

---

#### ABSTRACT

B. K. LEE, D. W. HAN, and K. H. KANG, *Isokinetic Performance and Shoulder Mobility in Pro League Woman Volleyball Players*. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 17, No. 4, pp. 45-55, 2007. We investigated the biomechanics and characteristics of shoulder rotator muscles for professional woman volleyball players. The purpose of this study was to analyze the isokinetic peak torque and range of motion for shoulder joint rotation. We measured the strength and ROM of the internal rotation(IR) and external rotation(ER) of shoulders joint for nine professional woman Volleyball players and nine University students with Biodex and Simi-motion.

1. We measured peak torques for the shoulder joint rotator at angular velocities of 60/s and 180/s. It was found that the peak torques were significantly different between the two groups and also between the hands used.

2. At angular velocity of 60/s, IR/ER ratio of the shoulder joint was significantly different depending on the groups and the hands in use. There was a significant difference for 'Dominant side' at angular velocity of 180/s, but no significant difference for 'Non-dominant side' and the controls group.

3. Regarding the ROM of rotation of the shoulder joint group, IR was significantly different between the groups and the hands in use.

4. IR/ER ratio of the shoulder joint for Dominant side was quite different between the groups.

KEYWORDS : SHOULDER JOINT, INTERNAL ROTATION, EXTERNAL ROTATION, PEAK TORQUE, IR/ER RATIO

---

## I. 서론

정형학적 차원에서 어깨 관절은 가동성이 가장 큰 관절이며, 관절의 안정성을 유지하기 위해 관절 주변의 근육과 연부조직에 전적으로 의존하는 특성을 가진다(Echtermeyer와 Bartsch, 2005; Nordin과 Frankel, 2001). 따라서 어깨 관절이 적절한 기능을 발휘하기 위해서는 관절의 안정성과 가동성을 확보하는 것이 중요하며, 특히 선수들에게서 발생할 수 있는 상해를 예방하거나, 손상된 기능을 회복시키는데 이 두 가지 요소는 더욱 중요하다(Mucha, 2007). 일반적인 관절의 경우는 관절낭이나 인대와 같은 주위 조직에 의해서 안정성이 유지되지만 어깨 관절의 경우는 다른 관절에 비해 근육의 작용이 상대적으로 더 크다. 반면 가동성은 근육보다는 어깨 관절의 가동 범위에 영향을 받는다. 따라서 상반되어 보이는 안정성과 가동성이 서로 균형을 이루어 적절히 작용해야만 가장 이상적인 어깨의 기능이 나타나게 된다(Echtermeyer와 Bartsch, 2005; Nordin과 Frankel, 2001).

일반적으로 경기 종목에 따라 특정 동작을 지속적으로 반복해야 하는 경우 안정성과 가동성을 유지하는 구조물에 변화가 나타나는데, 안정성과 가동성 유지에 영향을 줄 수 있는 근육의 불균형은 우세측(dominant side)과 비우세측(non-dominant side) 사이, 우세측의 주동근(agonist)과 길항근(antagonist) 사이에서 주로 발생한다(Freiwald & Engelhardt, 1997). 특히 주동근과 길항근 사이의 근육 불균형과 관절 가동 범위의 변화는 운동 상해의 발생 기전과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다(Schmidt-Wiethoff et al, 2000).

Brill과 Suttles(2003)와 Hauser-Bischof(2002)는 역학적 관점에서 오버헤드(overhead) 동작과 어깨 관절 상해와의 관계에 대해 언급하였는데, 한쪽 면에 대한 지속적인 부하와 트레이닝이 요구되는 운동 종목의 경우 일반적으로 주동근과 길항근 사이에 근육의 불균형이 초래되며, 이러한 불균형은 관절의 정상적인 기능에 필요한 길이와 힘의 비율에 변화를 가져오게 된다고 하였다. 특히 근육의 불균형은 어깨 관절을 앞으로 이동시키고 회전축을 벗어나게 하는데, 이는 어깨 관절의 특징인 제 3 자유도에 영향을 미치며 선수들의 어깨

관절 기능에 장애를 일으켜 운동 수행 능력을 저하시키는 직접적인 원인으로 작용한다고 하였다.

오버헤드 종목 중 하나인, 배구는 종목의 특성으로 인해 발목과 무릎 손상에 이어 어깨 관절 손상이 빈번히 발생하는 것으로 알려져 있다(Aagaard와 Jrgensen, 1996; Kim, 2005; Kugler et al, 2006; Lee, 2005).

배구는 공을 바닥에 떨어뜨리지 않고 어깨 위에서 플레이를 해야 하기 때문에 어깨 부위에 지속적인 부하가 가해지는 종목이다. 특히 스파이크는 시합의 승패를 결정하는 중요한 요소로써, 일반 성인선수의 경우 많은 부분을 스파이크 연습에 치중하는 것으로 나타났는데, 실제로 배구선수들은 스파이크 동작을 한 시즌 당 40,000회 이상 하는 것으로 조사되었다(Cho, 1997; Monien, 1995). 결국 앞에서 언급했듯이 반복적인 스파이크 동작은 한쪽 면에 지속적인 부하를 주게 되어 근육과 관절 가동 범위의 변화를 가져와 어깨 관절에 상해를 일으키는 원인으로 작용하게 된다. 특히 스파이크 동작에서 발생하는 반복적인 부하는 어깨 관절의 안정성과 어깨의 회전에 주도적 역할을 하는 회전근개의 손상을 일으킨다(문영래와 한재석, 2002; 이석범 등, 2000). 더욱이 운동 경력이 많은 배구선수들의 경우는 오랜 기간 스파이크나 서브를 넣는 동작을 하면서 받은 반복적인 부하로 인해 관절낭이 미세하게 파열되어 어깨 관절 불안정성이 높아지게 된다.

이러한 어깨 관절 상해 발생률은 한국 배구 선수들의 경우, 독일 및 유럽 배구 선수들에 비하여 거의 두 배 정도 높은 것으로 알려져 있으며(Aagaard와 Jrgensen, 1996; Kim, 2005; Kugler et al, 2006; Lee, 2005), 특히 여자 배구 선수들 중 42%가 어깨 관절에 손상이 있는 것으로 보고되고 있다(하권익, 한성호, 및 오동성 1982).

지금까지 오버헤드 종목 가운데 어깨 관절에 대한 기능 검사는 대부분 야구선수로 한정되어 있었다. 반면 배구선수들에 대한 선행 연구는 주로 점프 및 스파이크 동작에 대한 운동학 및 운동역학적인 측면을 규명하는 내용이 많았다(강상학, 2005; 김한수, 임건빈, 및 김승석, 2006; 조주행과 주명덕, 2006). 등속성 근력 측정 장비를 이용해 어깨 관절 주위에 있는 근육에 대한 연구는 주로 최대 근력에 대한 내용으로(소재무, 김용일, 및 김효은, 2002; Baltaci, Johnson과 Kohl, 2001; Baltaci와

Tunay, 2004; Bigliani et al, 1997; Borsa, Dover, Wilk와 Reinold, 2006) 어깨 관절의 회전 근력 불균형에 대한 분석은 이루어지지 않았다. 또한 근력과 더불어 선수들의 운동 수행 능력 중 핵심적인 기능이라 할 수 있는 유연성에 대한 분석 역시 매우 제한적이었으며, 특히 배구선수들을 대상으로 한 연구는 외국뿐만 아니라 한국에서도 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 어깨 관절의 안정성과 가동성에 영향을 주는 회전근력과 회전각이 여자 배구 선수와 동 연령대의 여자 대학생들 간에 차이가 있는지 알아보고, 배구 선수들의 어깨 관절 상해를 예방하고, 손상된 기능을 회복시키는 재활프로그램을 구성하는데 필요한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상자

본 연구는 실험에 대한 전반적인 내용을 설명한 다음, 실험에 참가하기로 동의한 대상자들 가운데, 양측 어깨 관절 및 상지에 수술 경력이 없으며, 최근 일 년 동안 어깨 관절에 손상을 입지 않았던 프로리그 현역 여자 선수 9명과 특별한 운동선수 경력이 없는 건강한 일반 여자 대학생 9명을 대상으로 하였다. 여자 프로리그 선수들의 평균 연령은 21.4세, 신장은 178.3cm, 체중은 68.8kg이었고, 일반 여자 대학생은 평균 연령이 21.1세, 신장은 159.3cm, 체중은 52.6kg이었다<표 1>.

### 2. 연구 설계

본 연구의 실험은 무처치 집단 비교(static group comparison) 실험 설계로, 프로리그 여자 배구선수 집

표 1. Subjects profiles

Subjects (n=18)	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)
Pro-Lig	21.4±2.3	178.3±2.9	68.8±6.1
Controls	21.1±2.0	159.4±5.9	52.6±7.6

단을 실험군으로, 배구를 하지 않은 일반 여자 대학생 집단을 대조군으로 하여 행하였다. 어깨 관절의 회전근력을 알아보기 위해 회전 각속도가 60°/s, 180°/s에서 우세측과 비우세측의 내회전과 외회전의 피크토크(peak torque)를 측정하였다. 어깨 관절의 관절 가동 범위를 알아보기 위해서는 우세측과 비우세측의 내회전각과 외회전각을 측정하였다.

## 3. 연구 방법

### 1) 등속성 근력 측정

오버헤드 선수들의 어깨 관절 기능에 대한 생역학적인 분석은 등속성 근력 평가, 근전도, 동작 분석 등을 통해 이루어졌다. 그 중에서도 등속성 측정 장비를 통한 연구가 주를 이루었는데, 이는 등속성 측정 장비가 가지고 있는 측정에 대한 신뢰도와 정확성 그리고 결과를 바탕으로 이차적인 프로그램을 제공할 수 있다는 장점 때문이다. 또한 선수들의 종목에 따른 실제 운동 속도와 일반인들의 일상생활 동작을 가장 유사한 자세와 속도에서 측정할 수 있다는 장점이 있기 때문이다(Baltaci와 Tunay, 2004).

따라서 본 연구는 등속성 측정 장비인 Biodex(Biodex, USA)를 이용하여 앉은 자세에서 팔꿈치 90° 굴곡, 어깨 45° 외전 시킨 후 측정하였다. 이러한 측정 자세에 대하여 Dvir(2004)는 측정시 발생할 수 있는 상해에 대하여 가장 안정적인 자세이고, 또한 중력에 대한 영향을 최소화 하여 결과에 대한 신뢰성이 높다고 설명하였다.

측정은 오른쪽과 왼쪽 모두 각각 3회에 걸쳐 연습한 후, 5회씩 측정하였으며, 측정 중 근피로의 영향을 줄이기 위해 매 측정 사이에 30초간 휴식을 취하였다

등속성 근력 검사에서 사용하는 각속도와 관련하여 지용석(2002)은 각속도의 의미를 부여하였는데, 저속은 일반적으로 30~90°/s, 중속은 120~180°/s, 고속은 240~300°/s로 설명하였다. 최근 개발된 등속성 측정 장비의 경우 각속도의 최대치가 700°/s 이상에서도 측정이 가능한데(Hahn, Schwirtz와 Huber, 2005), 이로 인해 선수들의 실제 경기 상황과 최대한 비슷한 동작에

서 측정이 가능해졌기 때문에 좀 더 유의한 데이터를 얻을 수 있게 되었다. 지용석과 서태범(2002)은 각속도에 따른 등속성 근력 측정 결과가 재활과 근력 강화 프로그램을 만드는 데 유용한 자료라고 하면서 저속도(60°/s이하)에서 양측 근력의 차이는 근력의 결손으로, 고속도(180°/s이상)에서의 차이는 순발력과 근지구력의 결손에 의한 것으로 설명하였다. 따라서 선행논문(소재무 등, 2002; 지용석과 서태범, 2002; Alfredson, Pietilä와 Lorentzon, 1998; Baltaci et al, 2001; Wang과 Cochrane, 2001; Wang, Juang, Lin, Wang과 Jan, 2004)과 Froboese, Nellesen과 Wilke (2003)은 저속과 고속도에서의 측정이 피검자에 대한 정확하고 보다 폭넓은 결과를 얻을 수 있다고 제시하면서 각속도 60°/s와 180°/s에서 측정할 필요가 있음을 지적하였다. 따라서 본 연구에서도 각속도 60°/s와 180°/s에서 피크토크를 측정하였다.

## 2) 관절 가동범위 측정

실험 대상자의 어깨 관절에 대한 관절 가동 범위 측정은 카메라를 이용한 비디오 동작분석기(Simi-motion, German)를 사용하였다. 먼저 3차원 공간 좌표 설치를 위하여 어깨 관절 가동 범위 안에 통제점 틀을 설치하였는데, 통제점 틀은 가로×세로×높이(1m×1m×1m)로 8포인트를 표시하였으며, 30초 동안 촬영한 후 제거하였다. 비디오카메라는 실험 참가자로부터 3m 거리에서

정면, 측면, 뒷면에 각각 1대씩 3대를 설치하였다. 우선 실험 참가자의 상완골에 있는 외측 상과와 척골의 경상 돌기 두 곳에 마크를 부착하였으며, 측정 자세는 앉은 자세에서 어깨 관절을 90° 외전 시키고 팔꿈치 관절은 90° 굴곡 시킨 자세였다. 이 상태에서 측정자가 한쪽 손으로 피검자의 견갑골을 고정하여, 견갑골에 의한 이차적인 동작을 방지한 다음, 수동적 방법으로 가동 범위를 측정하였다. 측정에 앞서 2회에 걸쳐 연습을 한 후, 각각 3회씩 측정하였다<그림 1>.

## 3. 자료 처리 방법

본 연구에 사용한 통계프로그램은 SPSS version 13.0으로서 실험군과 대조군 간 근력의 피크토크, 어깨 관절 내·외회전에 대한 관절 가동 범위의 차이를 알아보고, 실험군과 대조군의 우세측과 비우세측 사이에 피크토크 비율, 외회전에 대한 내회전의 피크토크 비율, 어깨 관절 내·외회전에 대한 관절 가동 범위 및 내회전에 대한 외회전 관절 가동 범위 비율에 차이가 있는지 알아보기 위하여 독립표본 t-검정을 실시하였으며, 유의수준  $\alpha=0.05$ 이었다.

# III. 결과 및 논의

## 1. 피크토크 비교

### 1) 각속도 60°/s에서의 비교

배구 선수의 스파이크 동작을 보면 공을 때리기 전 마지막 순간 어깨 관절을 최대한 외회전 시킨 상태에서 약 140° 외전 시키고, 이후 어깨 관절을 빠르게 내전과 내회전 시키면서 스파이크를 하게 된다(문영래와 한재석, 2002). 이때 어깨 관절의 안정성에는 동적 안정자인 회전근개가 주도적 역할을 하는데(이석범 등, 2000), 스파이크 동작 중 스파이크의 후속기(follow-through phase)에 회전근개에 의한 원심성 부하(eccentric loads)가 발생하여 동작을 완성하게 된다. 하지만 이때 외회전 근력이 약하게 되면 외회전 근력

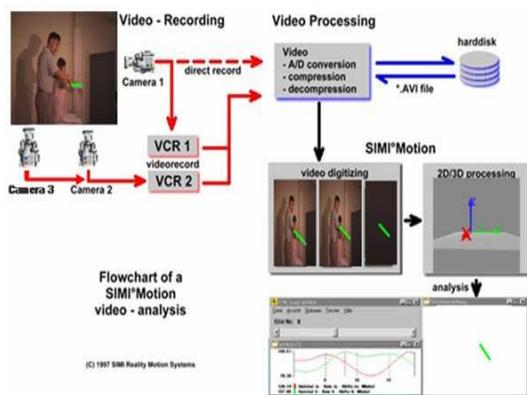


그림 1. 관절가동범위 측정

을 담당하는 회전근개에 의한 원심성 부하가 약해지면 서 회전근개에 손상이 발생하고, 이로 인해 외회전 근력은 더욱 약해지게 된다.

이와 일치하게 Wang과 Cochrane(2001)은 영국의 국가 대표 배구 선수들을 대상으로 어깨 관절의 회전근력을 조사한 결과 내회전 근력이 외회전 근력보다 유의하게 컸음을 보고하였다. 또한 Alfredson et al(1998)은 11명의 프로 여자 배구 선수들을 대상으로 어깨 관절의 피크토크를 측정된 결과 각속도 60°/s에서 내회전 피크토크가 우세측, 비우세측 간에 차이가 없었으며, 외회전의 경우는 우세측에 비해 비우세측이 오히려 약간 높았음을 보고하였다.

본 연구에서도 각속도 60°/s에서 실험군과 대조군의 어깨 관절 내회전과 외회전의 피크토크를 비교한 결과 내회전의 경우 실험군이 대조군에 비해 우세측( $p=.001$ )과 비우세측( $p=.000$ ) 모두 피크토크가 높았다. 외회전의 경우도 실험군이 대조군에 비해 우세측( $p=.040$ )과 비우세측( $p=.000$ ) 모두 피크토크가 높았다. 반면 내회전, 외회전의 우세측과 비우세측 피크토크에는 실험군, 대조군 모두 차이가 없었다<표 2>.

이러한 결과는 Wang과 Cochrane(2001) 그리고 Alfredson et al(1998)의 연구 결과와 비슷한 것으로, 배구 선수들을 근력 훈련시, 어깨 관절에 대한 트레이닝 프로그램에서 내전근 및 내회전근의 근력강화에만 집중

하지 말고, 외회전근을 강화시키는 근력 강화 프로그램을 함께 병행하는 것이 바람직하다는 것을 알려준다.

## 2) 각속도 180°/s에서의 비교

각속도 180°/s에서 실험군과 대조군의 어깨 관절 내회전과 외회전의 피크토크를 비교한 결과 내회전의 경우 실험군이 대조군에 비해 우세측( $p=.001$ )과 비우세측( $p=.001$ ) 모두 피크토크가 높았다. 외회전의 경우도 실험군이 대조군에 비해 우세측( $p=.030$ )과 비우세측( $p=.020$ ) 모두 피크토크가 높았다. 반면 단지 내회전 우세측과 비우세측 사이의 피크토크는 실험군에서만 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p=.014$ )<표 3>.

하지만 Alfredson et al(1998)의 연구를 보면 각속도 180°/s에서의 피크토크가 각속도 60°/s에서보다 전반적으로 내/외회전 근력이 줄어든 것으로 나타났으며, Wang과 Cochrane(2001)의 연구 즉 영국 국가 대표 배구 선수들을 대상으로 한 연구에서도 각속도가 커질수록 근력이 작아지는 것으로 보고하였다. Baltaci 와 Tunay(2004) 역시 각속도 180°/s에서 피크토크가 각속도 60/s보다 줄어들었음을 보고하였다. 본 연구에서도 이들의 결과와 같이 <표 2>와 <표 3>을 보면 각속도 60/s보다 각속도 180°/s의 피크토크가 작아졌음을 볼 수 있다.

표 2. Isokinetic profile of average peak Torque at 60°/s in the dominant and non-dominant shoulder (Nm)

	Pro-Lig	controls	t-value	p	
IR	DS	34.8±7.0	20.8±8.3	3.850	.001
	NS	29.6±5.1	17.7±5.7	4.645	.000
	t-value	1.799	0.947		
	p	.091	.358		
ER	DS	17.4±2.8	14.2±3.3	2.185	.040
	NS	17.9±2.7	12.1±2.4	4.768	.000
	t-value	-0.442	1.487		
	p	.664	.156		

DS : dominant side, NS : non-dominant side  
IR : internal rotation, ER : external rotation

표 3. Isokinetic profile of average peak Torque at 180°/s in the dominant and non-dominant shoulder (Nm)

	Pro-Lig	controls	t-value	p	
IR	DS	27.6±6.7	16.3±5.8	3.823	.001
	NS	20.7±3.4	13.1±3.4	4.673	.001
	t-value	2.774	1.417		
	p	.014	.176		
ER	DS	14.8±2.2	10.9±2.7	3.358	.030
	NS	13.7±1.6	9.1±2.2	4.927	.020
	t-value	1.207	1.489		
	p	.245	.156		

DS : dominant side, NS : non-dominant side  
IR : internal rotation, ER : external rotation

**3) 각속도 60°/s에서 내회전과 외회전의 비율 비교 (외회전 피크토크를 기준으로 함)**

Cook, Gray, Salvinar-Nogue와 Medeiros(1987)은 우세측의 내회전 근력과 외회전 근력을 비교해서 내회전력이 외회전력에 비해 20% 보다 높지 않아야 정상으로 간주하였으며, 김철준, 김상규, 및 김명화(1994)은 이상적인 외회전력과 내회전력의 비율이 2:3으로 보고 하였다.

Kannus(1994)는 우세측과 비우세측 사이의 근력을 비교하는 연구를 하였는데, 이들 사이의 차이가 10%이 내이면 정상, 10~20%사이이면 비정상, 20%이상이면 완전 비정상으로 정의하였으며, 지용석과 서태범(2002)은 투수 및 테니스 선수의 경우 우세측이 비우세측에 비하여 15%정도 높은 것으로 발표하였다.

본 연구의 경우 각속도 60°/s에서 실험군과 대조군의 어깨관절 내회전과 외회전 비율을 보면, 실험군의 우세측은 외회전을 기준으로 하였을 때 내회전의 피크토크 값이 외회전에 비해 101%로 높았던 반면 대조군은 49%로 실험군이 대조군에 비해 높았다( $p=.020$ ). 이러한 외회전 피크토크에 대한 내회전 피크토크 비율 값이 우세측 101%, 비우세측 65%로 나타난 결과는 Cook et al(1987)과 김철준 등(1994)의 결과보다 높은 것인데, 특히 실험군의 우세측의 경우는 비정상적으로 내회전력이 높았다. 이는 스파이크나 서브와 같은 동작을 반복함으로 인해 회전근개가 약해진다는 것을 알려 주는 결과라고 할 수 있다.

우세측과 비우세측의 내회전력을 비교해보면 실험군의 경우 우세측이 비우세측에 비해 34% 높았던( $p=.017$ ) 반면, 대조군은 차이가 없었다<표 4>. 이러한 결과는 Kannus(1994)와 지용석과 서태범(2002)의 결과로 보았

을 때 비정상적으로 차이가 많다는 것을 알 수 있다. 이는 우세측에 대한 반복 훈련의 결과라고 할 수 있다.

**4) 각속도 180°/s에서 외회전과 내회전의 비율 비교 (외회전 피크토크를 기준으로 함)**

각속도 180°/s에서 실험군과 대조군의 어깨 관절 내회전과 외회전 비율을 보면, 실험군의 우세측은 외회전의 피크토크를 기준으로 했을 때, 내회전의 피크토크가 외회전에 비해 86% 높은 반면 대조군은 53% 높게 나타나 실험군이 대조군에 비해 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

또한 실험군의 경우, 우세측의 내회전/외회전 비율이 비우세측에 비해 35% 높았던( $p=.020$ ) 반면, 대조군은 차이가 없었다<표 5>.

이상의 결과는 각속도 60°/s에서와 동일한 것이라고 할 수 있다. 반면 <표 4>와 <표 5>를 비교해보면 대조군은 각속도 60°/s와 각속도 180°/s에서 차이가 없지만, 실험군의 경우는 각속도 60°/s에서의 불균형이 각속도 180°/s에서의 불균형 보다 큰 것을 알 수 있다. 따라서 각속도가 증가할수록 내회전력과 외회전력의 근력 불균형이 작아진다는 것을 알 수 있었다.

이러한 결과는 Wang과 Cochrane(2001)과 Alfredson et al(1998)이 발표한 결과와 동일한 것으로 그들은 각속도 60°/s, 180°/s에서 일반인을 대상으로 실험한 결과 각속도가 증가할수록 불균형 비율이 감소되는 것을 확인하였다. 지용석(2002)은 저속에서 양측 근 기능의 차이는 근력의 차이이며, 고속에서의 차이는 근지구력 및 민첩성의 차이라고 논하였는데, 이러한 근거로 생각해보면 배구선수들의 경우, 근지구력 및 민첩성보다는

표 4. Isokinetic profile of External/Internal ratio at 60°/s in the dominant and non-dominant shoulder (%)

	Pro-Lig	controls	t-value	p
DS	1.01±0.34	0.49±0.55	2.396	.020
NS	0.65±0.34	0.47±0.44	1.115	.280
t-value	2.670	0.097		
p	.017	.924		

DS : dominant side, NS : non-dominant side

표 5. Isokinetic profile of External/Internal ratio at 180/s in the dominant and non-dominant shoulder (%)

	Pro-Lig	controls	t-value	p
DS	0.86±0.38	0.53±0.54	1.497	.154
NS	0.51±0.17	0.45±0.36	0.417	.682
t-value	2.546	0.385		
p	.020	.705		

DS : dominant side, NS : non-dominant side

근력의 불균형이 더 심한 것으로 생각할 수 있다. 따라서 훈련할 때 근력에 대한 트레이닝 프로그램이 중점적으로 이루어질 필요가 있다고 생각된다.

## 2. 관절 가동 범위(Range of motion) 비교

### 1) 그룹 간 관절 가동 범위 비교

근력과 더불어 운동 수행 능력에 결정적인 역할을 하는 가동성은 재활과 상해 예방을 위해 중요한 요인으로 작용한다. 어깨 관절은 다른 어떤 관절보다 가장 큰 가동 범위를 가지고 있으며, 오버헤드 선수들의 어깨 관절은 선수 생명 및 선수들의 운동 능력과 직결된 부분이다. 따라서 어깨 관절의 내/외회전 가동범위에 대한 연구들이 많이 발표되고 있는데, 오버헤드 선수들 중 주로 미국을 중심으로 야구 투수들의 어깨 관절 회전각의 최대 가동 범위에 대한 연구가 많이 이루어졌다(Baltaci et al, 2001; Bigliani et al, 1997; Borsa et al, 2006; Crockett et al, 2002; Davies와 Brown, 2002; Ellenbeker et al, 2002; Lintner, Mayol, Uzodinma, Jones와 Labossiere, 2007; Meister, Horodyski, Kaminski, Waski와 Tillman, 2005; Osbahr, Cannon과 Speer, 2002; Reagan et al, 2002; Ruotolo et al, 2006).

이들의 연구를 보면 오버헤드 선수들의 어깨 관절 가동 범위의 특징은 근력의 경우와는 반대로 내회전 최대 가동 범위가 줄어들며, 외회전 최대 가동 범위가 늘어나는 것이다.

Wang et al(2004)은 대만의 주니어 국가 대표 선수들의 어깨 관절 최대 회전각을 조사한 결과 내회전각이 현저히 줄어든 것으로 발표하였으며, Wang과 Cochrane(2001)은 외회전각이 대조군에 비해 유의하게 컸다고 보고 하였다. Schmidt-Wiethoff(2007)은 오버헤드 종목 선수들의 어깨 관절 상해 기전에 대한 연구에서 오버헤드 선수들의 경우, 종목의 특성상 관절낭의 후부가 짧아져 내회전의 가동 범위가 감소한다고 하였다.

본 연구에서는 어깨 관절 내회전과 외회전의 최대 관절 가동 범위를 알아본 결과 우세측의 경우, 내회전은 실험군에 비해 대조군이 더 컸으며( $p=.000$ ), 외회전은 대조군에 비해 실험군이 더 컸다( $p=.000$ ). 반면 비우세측의 경우, 내회전은 대조군이 실험군에 비해 더 컸

표 6. Range of motion measurements for dominant and non-dominant shoulder (°)

	Pro-Lig	controls	t-value	p	
DS	DS	47.2±4.7	66.3±9.7	-5.29	.000
	NS	52.1±7.1	66.0±3.4	-5.28	.000
	t-value	2.525	0.084		
IR	p	.106	.934		
	DS	92.2±2.5	82.3±4.1	6.174	.000
	NS	88.2±1.1	84.7±5.2	1.924	.072
ER	t-value	4.406	-1.096		
	p	.001	.289		

DS : dominant side, NS : non-dominant side  
IR : internal rotation, ER : external rotation

지만( $p=.000$ ), 외회전은 실험군과 대조군 간에 차이가 없었다. 우세측과 비우세측의 비교에서 실험군의 외회전 각도는 우세측이 유의하게 컸다( $p=.001$ ). 반면 대조군의 경우는 차이가 없었다<표 6>.

이러한 결과는 선행 연구 결과와 같은 것으로 배구 선수들의 훈련 프로그램에 관절낭 후부에 대한 신장 운동을 포함시켜, 내회전각의 가동 범위를 확보하는 것이 필요하다는 것을 알려준다.

### 2) 그룹 간 내회전각과 외회전각의 비교

#### (내회전각을 기준으로 함)

우세측의 내회전 가동 범위와 외회전 가동 범위의 비율을 보면 실험군은 외회전의 가동 범위가 내회전에 비해 97% 더 컸으며, 대조군의 경우는 외회전 가동 범위가 26%로 더 큰 것으로 나타나 실험군의 관절 가동 범위 비율이 아주 높은 불균형을 보였다( $p=.000$ ). 비우세측을 보면 실험군은 내회전 가동 범위의 비율을 기준으로 외회전 가동 범위가 71% 컸고, 대조군은 28%로 큰 것으로 나타나 실험군에서 높은 불균형을 보였다( $p=.000$ ).

우세측과 비우세측의 불균형 정도를 비교하면 실험군은 우세측에서 더 불균형이 컸으며( $p=.020$ ), 대조군은 차이가 없었다<표 7>.

이상의 결과는 Wang과 Cochrane(2001), Wang et al(2004), Schmidt-Wiethoff(2007)의 결과와 동일한 것으로 스파이크와 서브 동작을 반복하게 되면 내회전과

표 7. Shoulder external-to-internal rotation strength ratios between dominant and non-dominant side (%)

	Pro-Lig	controls	t-value	p
DS	0.97±0.23	0.26±0.18	7.094	.000
NS	0.71±0.20	0.28±0.26	5.572	.000
t-value	2.542	-0.320		
p	.020	.753		

DS : dominant side, NS : non-dominant side

외회전 각도에 심한 불균형이 발생함으로 내회전각을 증가시키는 운동을 포함시켜야함을 알려준다.

#### IV. 결론 및 제언

한국 프로리그 현역 여자 배구 선수 9명과 일반 여자 대학생 9명 등 총 18명을 대상으로, 등속성 측정기기를 이용하여 어깨 관절 회전근에 대한 근력을 측정하고, 카메라를 이용한 비디오 동작 분석기를 이용하여 어깨 관절에 대한 관절 가동 범위를 측정한 결과는 다음과 같다.

1. 각속도 60°/s에서 어깨 관절 외회전과 내회전의 피크토크를 비교한 결과 내회전의 경우 실험군이 비교군에 비해 우세측( $p=.001$ )과 비우세측( $p=.000$ ) 모두 피크토크가 높았다. 외회전의 경우도 실험군이 비교군에 비해 우세측( $p=.040$ )과 비우세측( $p=.000$ ) 모두 피크토크가 높았다.

각속도 180°/s에서는 내회전의 경우 실험군이 대조군에 비해 우세측( $p=.001$ )과 비우세측( $p=.001$ ) 모두 피크토크가 높았다. 외회전의 경우도 실험군이 대조군에 비해 우세측( $p=.030$ )과 비우세측( $p=.020$ ) 모두 피크토크가 높았다. 반면 실험군의 내회전에서 우세측이 비우세측에 비해 높았다( $p=.014$ ), 외회전은 차이가 없었다.

2. 각속도 60°/s에서 실험군과 대조군의 어깨 관절 내회전과 외회전 비율을 보면, 실험군의 내회전의 피크토크 값이 외회전에 비해 101%로 높았던 반면 대조군은 49%로 실험군이 대조군에 비해 높았다( $p=.020$ ). 우세측과 비우세측의 내회전력을 비교해보면 실험군의 경우 우세측이 비우세측에 비해 34% 높았던( $p=.017$ ) 반면, 대

조군은 차이가 없었다. 각속도 180°/s에서 우세측과 비우세측의 내회전력에서만 실험군의 경우 우세측이 비우세측에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다( $p=.020$ ).

3. 어깨 관절의 내회전과 외회전의 최대 관절 가동 범위를 알아본 결과 우세측의 경우 내회전은 실험군에 비해 대조군이 더 컸으며( $p=.000$ ), 외회전은 대조군에 비해 실험군이 더 컸다( $p=.000$ ). 비우세측의 경우, 내회전은 대조군이 실험군에 비해 더 컸지만( $p=.000$ ), 외회전은 실험군과 대조군 간에 차이가 없었다. 우세측과 비우세측의 비교에서 실험군의 외회전은 우세측의 관절 가동 범위가 컸다( $p=.001$ ).

4. 우세측의 내회전 가동 범위와 외회전 가동 범위의 비율을 보면 실험군은 외회전의 가동 범위가 내회전에 비해 97% 더 컸으며, 대조군의 경우는 26% 큰 것으로 나타나 실험군에서 높은 불균형을 보였다( $p=.000$ ). 비우세측을 보면 실험군은 외회전 가동 범위가 71% 컸고, 대조군은 28%로 큰 것으로 나타나 실험군에서 높은 불균형을 보였다( $p=.000$ ). 우세측과 비우세측의 불균형 정도를 비교하면 실험군은 우세측에서 더 불균형이 컸으며( $p=.020$ ), 대조군은 차이가 없었다.

본 연구의 결과를 보면 근력은 내회전력이 컸던 반면 가동 범위는 외회전각이 큰 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 외회전력을 담당하는 회전근개의 약화와 관절낭 후부에 단축을 시사하는 것으로 어깨 손상을 예방하기 위해서는 훈련프로그램에 회전근개에 대한 강화 훈련과 관절낭 후부에 대한 신장운동을 포함시켜 외회전 근력과 내회전 관절 가동 범위를 증가시켜야 함을 알려준다.

하지만 본 연구에서는 측정시 선수들의 상해를 방지하기 위해 어깨를 45°외전, 팔꿈치를 90°굴곡 자세에서 측정했기 때문에 선행논문의 결과와 차이가 있을 수 있으므로 결과를 확대해석하기에는 어려움이 있다. 또한 여자 배구선수들만을 대상으로 한 것이기 때문에 성별에 대한 차이를 설명할 수 없으며, 다른 오버헤드 종목에 확대적용하기 어려운 점이 있다. 따라서 앞으로는 모든 성별을 포함한 연구가 이루어져야 하며, 다른 오버헤드 종목에서도 어깨 관절에 대한 동일한 연구가 시행되어야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 강상학 (2005). 프로 배구 선수들의 스파이크 서브에 관한 연구. **한국체육학회지**, 44(4), 405-413
- 김철준, 김상규, 김명화 (1994). 프로야구 투수들의 견관절 회전근력. **대한스포츠의학회지**, 12(2), 219-225
- 김한수, 임건빈, 김승석 (2006). 배구 토스동작에 관한 운동학적 연구. **한국스포츠리서치**, 17(1), 145-150
- 문영래, 한재석 (2002). 배구 : 견관절 손상과 재활. **대한견주관절학회지**, 5(2), 63-68
- 소재무, 김용일, 김효은 (2002). 프로야구 오버드로우 투수의 견관절 등속성 토크에 관한 분석. **한국운동역학회지**, 12(2), 295-306
- 조주행, 주명덕 (2006). 배구 레프트 스파이크와 라이트 스파이크 동작에 대한 운동역학적 변인 비교 분석. **한국운동역학회지**, 16(4), 125-134
- 지용석 (2002). 야구투수의 등속성 견관절 검사의 종류와 평가. **코칭능력개발지**, 4(2), 33-40
- 지용석, 서태범 (2002). 등속성 검사 및 훈련의 특성과 유용성. **코칭능력개발지**, 4(1), 44-61
- 이석범, Shawn, W., ODriscoll, Bernard F., Morrey & 안간난 (2000). 어깨관절이 불안정한 야구선수에서 회전근개의 선택적 강화운동의 필요성. **대한견주관절학회지**, 12(2), 23-24
- 하권익, 한성호, 오동성 (1982). 배구선수의 후방타점과 견관절 손상에 관한 임상적 고찰. **대한정형외과학회지**, 17(1), 140-144
- Aagaard, H., Jrgensen, U.(1996). Injuries in elite volleyball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 6(2), 228-232
- Alfredson, H., Pietilä, T. & Lorentzon, R. (1998). Concentric and eccentric shoulder and elbow muscle strength in female volleyball players and non-active females. *American journal of sports medicine*, 8(4), 265-270
- Baltaci, G., Johnson, R. & Kohl, H. (2001). Shoulder range of motion characteristics in collegiate baseball players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 41(2), 236-242
- Baltaci, G. & Tunay, V.B. (2004). Isokinetic performance at diagonal pattern and shoulder mobility in elite overhead athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 14(1), 231-238
- Bigliani, L.U., Codd, T.P., Connor, P.M. Levine, W.N., Littlefield, M.A., & Hershon S.J. (1997). Shoulder Motion and Laxity in the Professional Baseball Players. *American journal of sports medicine*, 25(2), 609-613
- Borsa, P.A., Dover, G.C., Wilk, K.E. & Reinold M.M. (2006). Glenohumeral Range of Motion and Stiffness in Professional Baseball Pitchers. *American journal of sports medicine*, 38(1), 21-26
- Brill, P. & Suttles S. (2003). *Instant Relief- Tell me where it Hurts and I will tell you what to do.* Bantam
- Cho, Y.H. (1997). The technical analysis on mens volleyball game. *The Korean journal of Physical Education*, 36, 436-443
- Cook, E.E., Gray, V.L., Salvinar-Nogue, E., Medeiros, J.(1987). Shoulder antagonistic strength ratio: A comparison between college-level baseball pitchers and nonpitchers. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 8(9), 451-461
- Crockett, H.C., Gross, L.B., Wilk, K.E., Schwartz, M.L., Reed, J., Omara, J., Reilly, M.T., Dugas, J.R., Meister, K., Lyman, S. & Andrews, J.R. (2002). Osseous Adaptation and Range of Motion at the Glenohumeral Joint in Professional Baseball Pitchers. *American journal of sports medicine*, 30(5), 20-26
- Dvir, Z.(2004). *Isokinetics : Muscle Testing, Interpretation and Clinical Application.* Churchill livingstone Edinburgh 6

- Echtermeyer, V. & Bartsch, S. (2005). *Praxisbuch Schulter*. Thieme Stuttgart
- Ellenbeker, T.S., Roetert, E.P., Bailie, D.S., Davies, G.J. & Brown, S.W. (2002). Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *American journal of sports medicine*, 2(6), 2052-2056
- Freiwald J., Engelhardt M.(1997): Neuromuskuläre Dysbalancen in Medizin und Sport. *physikalische therapie*, 18(3), 146-148
- Froboese, I., Nellesen, G. & Wilke C. (2003). *Training in der Therapie*. Urban & Fischer
- Hahn D., Schwirtz A., Huber A.(2005). Anthropometric standardisation of multiarticular leg extension movement. *Isokinetics and Exercise science*, 13(3), 95-101
- Hauser-Bischof, C. (2002): *Schulter rehabilitation in der Orthopädie und Traumatologie*. Thieme, 26-100
- Kannus P.(1994). Isokinetic evaluation of muscular performance: Implications for muscle testing and rehabilitation. *International Journal of Sports Medicine*, 15, 11-18
- Kim, M.S. (2005). *A study on the causes of men and womens high school Volley ball players Injuries and prevention*. Chenbuck, 15
- Kugler, A., Späth, S., Krüger-Franke, M., Schurk, B., Feichtner, F. & Rosemeyer B. (2006). Überkopfsportarten Volleyball-Beachvolleyball. *Sportorthopädie-Sporttraumatologie*, 22(2), 241-244
- Lee, S.H. (2005). *Study on Injury of Korea Women Volleyball Players*. Yongin, 29-33
- Lintner, D., Mayol, M., Uzodinma, O., Jones, R. & Labossiere, D. (2007). Glenohumeral Internal Rotation Deficits in Professional Pitchers Enrolled in an Internal Rotation Stretching Program. *American journal of sports medicine*, 35(6), 617-621
- Meister, K., Horodyski, M.B., Kaminski, T.W., Waski, M.P. & Tillman S. (2005). Rotational Motion Changes in the Glenohumeral Joint of The Adolescent-Little League Baseball Players. *American journal of sports medicine*, 33(1), 693-698
- Miniaci, A., Mascia, A.T., Salonen, D.S. & Becker E.J. (2002). Magnetic Resonance Imaging of the Shoulder in Asymptomatic Professional Baseball Pitchers. *American journal of sports medicine*, 30(2), 66-73
- Monien, E. (1995). Muskuläre Dysbalancen als Ursache chronischer Schulterschmerzen bei Volleyballspielern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 46(1), 178
- Mucha, C. (2007). Eine Literaturanalyse zum Begriffsverständnis Muskuläre Dys-Balancen. *Physikalische Therapie in Theorie und Praxis*, 2(1), 24-28
- Nordin, M. & Frankel V.H. (2001). *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*. Lippincott Williams & Wilkins, Inc.
- Osbahr, D.C., Cannon, D.L. & Speer, K.P. (2002). Retroversion of the Humerus in the Throwing Shoulder of College Baseball Pitchers. *American journal of sports medicine*, 30(2), 347-353
- Reagan, K.M., Meister, K., Horodyski, M.B., Werner, D.W., Carruthers, C. & Wilk K. (2002). Humeral Retroversion and its Relationship to Glenohumeral Rotation in the Shoulder of College Baseball Players. *American journal of sports medicine*, 30(7), 354-359
- Ruotolo, C., Price, E., Panchal, A., Meadow, E., Brook, S. & Westbury, O. (2006). Loss of total arc of motion in collegiate baseball players. *Journal of Shoulder and Elbow surgery*, 15(3), 67-71
- Schmidt-Wiethoff, R., Rapp, W., Schneider, T., Haas, H., Steinbrück, K. & Gollhofer, A. (2000). Funktionelle Schulterproblem und

- Muskelimbilanzen beim Leistungssportler mit Überkopfbelastung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51(4), 327-335
- Schmidt-Wiethoff, R. (2007). Primäre und sekundäre Schulterpathologien bei Überkopfsportarten. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58(1), 270
- Wang, H.K. & Cochrane T. (2001). Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 41(2), 403-410
- Wang, H.K., Juang, L.G., Lin, J.J., Wang, T.G. & Jan, M.H. (2004). Isokinetic performance and shoulder mobility in Taiwanese elite junior volleyball players. *Isokinetics and Exercise science*, 12(4), 135-141

투 고 일 : 10월 30일  
심 사 일 : 11월 6일  
심사완료일 : 12월 14일