



## 배구 블로킹 시 스텝 방법에 대한 운동학적 비교 분석

### Comparative Analysis of the Kinematics of Types of Step during Blocking in Volleyball

정지운 · 염창홍\* · 박영훈 · 박태진 · 서국웅 · 서국은(부산대학교)

Jung, Ji-Un · Youm, Chang-Hong\* · Park, Young-Hoon · Park, Tae-Jin · Seo, Kook-Woong ·  
Seo, Kook-Eun(Pusan National University)

#### 국문요약

이 연구의 목적은 배구 블로킹 시 스텝 방법에 따른 남자 대학 배구선수 7명과 체육 전공 남자 대학생 7명을 대상으로 운동학적 특성을 3차원 영상분석으로 구명하는 데 그 목적이 있다. 이 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 모든 스텝 방법에서 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 이지 시 최대 수직속도에서 빠르게 나타났고, 점프높이는 높게 나타났다.
2. 크로스 오버 스텝 블로킹 시 엉덩 관절, 무릎 관절, 발목 관절각도의 E1에서 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 작게 굴곡하는 것으로 나타났다.
3. 모든 스텝 방법에서 엉덩 관절, 무릎 관절, 발목 관절의 최대 각속도는 E2에서 나타났다.
4. 크로스 오버 스텝 블로킹 시 엉덩 관절, 무릎 관절, 발목 관절각속도의 E2에서 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 느린 것으로 나타났다.

결론적으로 상지의 사용이 자유로운 크로스 오버 스텝 블로킹이 점프높이를 통한 방어 능력 개선에는 다소 효율적인 방법인 것으로 판단된다.

#### ABSTRACT

J. U. JUNG, C. H. YOUM, Y. H. PARK, T. J. PARK, K. W. SEO, and K. E. SEO, Comparative Analysis of the Kinematics of Types of Step during Blocking in Volleyball. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 18, No. 1, pp. 73-83, 2008. The purpose of this study was to investigate kinematic variables of three types of volleyball jump blocking motions through 3D video analysis. The subjects participated in this study were 7 male university volleyball players and 7 male physical education majors.

1. Regardless of blocking types, peak vertical velocity and jump height in the skilled group were faster and higher than the unskilled group.
2. The skilled group was flexed lower than the unskilled group at E2 of the hip, knee, and ankle joint during the cross over step blocking.
3. In all types of step, the peak angular velocity of the hip, knee, and ankle joint was showed at E2.
4. The skilled group was slower than the unskilled group at E2 of the angular velocity of the hip, knee, and ankle joint during cross over step blocking.

In conclusion, the cross over step blocking in which the use of the upper extremities was relatively more available was effective to improve a defence skill for the jump height.

KEYWORDS : KINEMAITCS, BLOCKING, VOLLEYBALL

## I. 서론

배구 경기의 기본 기술은 공격 기술과 방어 기술로 나눌 수 있으며, 공격 기술은 스파이크, 블로킹, 서브, 수비기술은 리시브, 패스, 토스로 구분된다(조필환, 2007). 특히 스파이크와 블로킹은 현대 배구에서 경기의 승패를 결정짓는 중요 기술이다(김영석, 2003; 조필환, 2007).

1964년 동경 올림픽 이후 경기 규칙의 개정으로 오버 넷(over-net) 블로킹이 허용되어(FIVB, 2007), 공격에 대한 일종의 방어기술에 불과했던 것이 상대의 공격을 직접 셧아웃(shut-out)하는 공격 기술로 발전해왔다. 특히 랠리 포인트의 도입(FIVB, 2007)은 경기 승패에 직접적인 영향을 미쳐 배구 경기에서 블로킹 득점이 높은 팀의 승리 확률은 더욱 높아지고 블로킹 기술의 향상은 승패를 좌우하는 변수가 되고 있다(차주현, 2002; FIVB, 2007). 그 예로 2006-2007 V-리그 남자 프로 배구 경기 6개 팀의 득점 상황을 살펴보면, 총 14,434득점 중 블로킹 득점이 11.5%, 스파이크 공격 득점이 58.7%로 나타나 블로킹이 큰 부분을 차지하고 있음을 알 수 있다(한국배구연맹, 2007).

스파이크 된 볼의 최고 스피드는 145 km/h(Briner, & Kacmar, 1997)로 베이스라인까지 도착하는 데 걸리는 시간은 약 0.3 초 정도이고, 경기 전략과 전술의 향상으로 다양한 공격 방법과 빠른 공격이 이루어져 블로킹이 되지 않은 상태에서 정확한 리시브는 거의 불가능하다.

세터가 좌측방향으로 토스하여 공이 이동하는 데 소요되는 시간은 1.2 초이나, 중앙 블로커가 우측방향으로 달려가 점프하기까지의 소요 시간은 1.6 초이므로 중앙 블로커들은 블로킹을 하기 위한 시간이 충분하지 않아 빠른 공격에 대한 예측 없이는 공격을 저지하기가 힘든 실정이다(이영필, 1991; 차주현, 2002).

따라서 성공적인 블로킹을 위한 조건은 좌·우측 방향으로 이동할 때 스텝 방법의 선택, 상대 공격수의 움직임에 대한 적절한 대응과 원하는 위치로의 빠른 이동, 블로커의 점프 높이 등에 달려 있다고 할 수 있다(차주현, 2002; Wanderer 1996).

배구는 근골격계 상해 발생율이 높고(Briner, & Benjamin, 1999), 근골격계 상해 약 63%가 스파이크와 블로킹 시 발생한다(Goodwin-Gerberich, Luhmann, Finke, Priest, & Beard, 1987; Watkins, & Green, 1992). 배구 한 경기 당 스파이크와 블로킹으로 약 100 회의 점프가 수행되며(Tillman, et. al., 2004), 이러한 반복으로 인한 피로는 발목 염좌와 과사용 상해인 점프 무릎(jumper knee)과 같은 상해를 유발하며(Lobietti, Fantozzi, Stagni, & Merni, 2006), 이는 경골 피로골절, 무릎 연골 연화증, 연골과 요추 상해 등으로 이어진다(Dufek, & Bates, 1990).

스텝에 따른 블로킹은 스텝이 없는 제자리 점프 블로킹, 슬라이드 스텝(slide step) 블로킹, 크로스 오버 스텝(cross-over step) 블로킹으로 나눌 수 있다. 이러한 스텝 방법은 블로킹의 성공 여부에 많은 영향을 미침(차주현, 2002)에도 불구하고 배구 경기 기술에 관련된 최근의 연구는 주로 스파이크(강상학, 2004; 이기청, 2000; 이기청, 신인식, 최희남, 2000; 조주행, 주명덕, 2006; 조필환, 2007)에 집중되어 있는 것을 알 수 있다.

블로킹의 연구 보고는 주로 스텝에 따른 이동 방법의 문제(나미원, 1986; 차주현, 2002; Cox, 1978, 1980, 1982)에 국한되어 있어 특히 블로커의 점프 높이에 영향을 미치는 스텝 방법에 대한 실제 블로킹 동작의 운동학적 비교 분석에 관한 자료는 부족한 실정이다.

이 연구는 남자 대학 배구선수 7명과 체육 전공 남자 대학생 7명을 대상으로 3차원 영상분석을 이용하여 배구 블로킹 시 스텝 방법에 따른 운동학적 변인들의 차이를 구명하여 블로킹 동작에 대한 운동학적 기초자료를 제공하는 데 그 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

이 연구 대상자는 대학부 남자 배구선수와 체육관련 전공자로 최근 6개월 내에 신경계와 정형외과적 신체적 장애가 없었던 7명으로 선정하였으며, 이들의 신체

표 1. 피험자의 신체적 특성

그룹	나이(yrs)	신장(cm)	체중(kg)	경력(yrs)
숙련그룹(n=7)	21.6±1.3	186.3±4.1	79.3±6.1	9.6±2.4
미숙련그룹(n=7)	23.7±0.5	175.3±4.5	71.0±4.5	2.3±0.5

표 2. 실험장비

장비	모델	제조
motion analysis S/W	Kwon3D 3.0	Visol(Korea)
digital video camera	Sony VX2100	Sony(Japan)
control object		custom made
photoelectric sensor	BX5M MDT	Visol(Korea)
synchronizer	VSAD-CB	Visol(Korea)

적 특성은 <표 1>과 같다. 대상자들은 이 연구의 취지에 대한 이해와 서면 동의를 구한 후 자발적으로 실험에 참여하였다.

## 2. 실험장비

사용된 동작분석 장비는 <표 2>와 같다.

## 3. 실험절차

실내체육관에서 피험자가 블로킹을 안전하고 안전하게 수행할 수 있는 100×300×300 cm 크기의 컨트를 프레임 설치하였다. 이 프레임에 3차원 실 공간을 재구성을 위한 컨트를 포인트 64개를 규칙적으로 배치하였으며, 디지털 타이핑 편의를 위하여 카메라 영상 배경은 검은색 무광택 천으로 처리하였다.

실 공간좌표 기준점(0, 0, 0)은 피험자의 왼쪽 뒤 아래로 하고 인체 전·후 방향을 y축, 좌·우 방향을 x축, 상·하 방향을 z축으로 하였다. 인체 랜드마크 관찰이 용이한 곳에 6대의 비디오카메라를 피험자로부터 약 10 m 떨어진 곳에 설치하였다. 비디오카메라를 수동초점, 셔트 스피드 우선모드, 셔트 스피드는 1/1,500 초로 설정하고 컨트를 포인트를 10초간 동시 촬영한 다음 이를 제거하였다.

수동으로 두 개의 TTL(transistor transistor logic) 신호를 동작의 시작과 끝에 발생시켜 LED를 구동하고 영상분석 데이터를 동기화 하였다.

표 3. 스틱피겨의 랜드마크

	랜드마크(primary)		(secondary)	
1	오른발끝	13	왼뒤꿈치	오른발목관절
2	오른뒤꿈치	14	왼발목밖	오른무릎관절
3	오른발목밖	15	왼발목안	오른엉덩관절
4	오른발목안	16	왼정강이	왼발목관절
5	오른정강이	17	왼무릎밖	왼무릎관절
6	오른무릎밖	18	왼무릎안	왼엉덩관절
7	오른무릎안	19	왼허벅지	
8	오른허벅지	20	왼대전자	
9	오른대전자	21	왼ASIS	
10	오른ASIS	22	왼어깨관절	
11	오른어깨관절	23	천추	
12	왼발끝			

영상분석 시 디지털 타이핑을 정확하고 용이하게 하기 위해 검은색 타이즈를 착용시켰고 피험자의 관절 점에 <표 3>과 같이 랜드마크를 부착하였다. 신발은 각 피험자의 배구 전용 신발을 착용하였으며, 디지털 타이핑 편의를 위하여 테이프를 붙여서 무광 처리하였다.

실험오차를 최소화하기 위해 실험동작 수행 시 요구되는 모든 조건을 피험자가 이해할 수 있도록 충분히 설명한 후, 준비운동을 거쳐 실험을 시행하였다.

연속된 점프 동작으로 인한 근육의 피로를 예방하기 위하여 각 점프 동작 시기별 휴식시간은 1분을 부여하여 3회씩 실시하도록 하였다(Read, & Cisar, 2006).

각 피험자가 실험동작을 수행하는 동안 비디오카메라를 연속으로 작동시켜 실험 전 과정을 촬영하였으며, 데이터는 3번의 수행 중에 안정된 하나를 선택하여 분석하였다.

## 4. 분석 및 자료처리

이 연구에서 관절점과 인체모형은 <표 3>과 같이 23 개의 점에 의해 연결된 강체로 정의하고, 인체본질 자료는 Modified Yeadon Kwon(1993), 자료 분석은 Kwon3D Motion Analysis 3.1(Kwon, 2002)을 사용하였다.

Missing Point 처리를 위하여 60Hz Full pre & post interpolation을 사용하였다. 차단주파수는 6Hz Butterworth low pass filter를 사용하여 자료를 filtering 하였다(Winter, 1990).

DLT(Abdel-Aziz, & Karara, 1971)기법을 이용하여 3

차원 좌표틀을 구성하고, 실공간재구성오차(reconstruction error) 0.45 cm를 얻었다.

분석에 사용되는 스텝 방법, 이벤트와 구간, 상대 각도 정의는 <그림 1>, <그림 2>, <그림 3>과 같다.

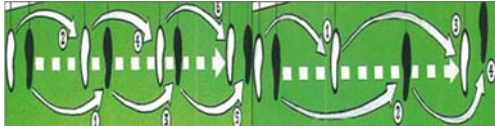


그림 1. 슬라이드 스텝 방법(왼쪽)과 크로스 오버 스텝 방법(오른쪽) 정의(FIVB, 2007). 슬라이드 스텝은 이동하려는 방향의 오른 발을 먼저 이동 후 왼 발이 따라가면서 이동하는 스텝 방법, 크로스 오버 스텝은 왼 발을 먼저 이동하여 교차되고 오른 발이 따라가면서 이동하는 스텝 방법으로 각각 정의하였다.

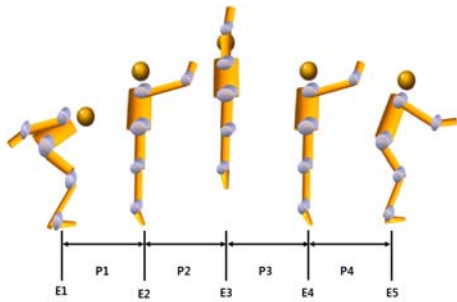


그림 2. 이벤트와 구간 정의. E1은 도약 시 무릎 각이 최소가 되는 순간, E2는 양발이 이지되는 순간, E3는 최대 점프 순간, E4는 양발이 착지하는 순간, E5는 착지 시 무릎 각이 최소가 되는 순간으로 각각 정의하였다.

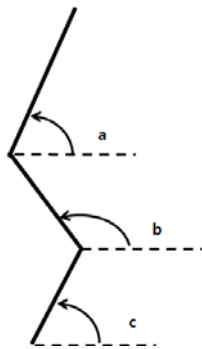


그림 3. 상대 각도 정의. a(엉덩 관절각도)는 y축과 몸통 벡터가 이루는 각도, b(무릎 관절각도)는 y축과 오른 대퇴 벡터가 이루는 각도, c(발목 관절각도)는 y축과 오른 하퇴 벡터가 이루는 각도로 각각 정의하였다.

SPSS 12.0 통계 프로그램을 사용하여 그룹 간 블로킹 방법에 따른 운동학적 변수들에 대한 평균차이는 독립표본 *t-test*, 그룹 내 블로킹 스텝 방법에 따른 운동학적 변수들에 대한 평균차이는 *one-way ANOVA*를 실시하였다. 사후검정은 *Duncan*으로 실시하였으며, 통계적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

### III. 결과 및 논의

#### 1. 이지 시 최대 수직속도 분석

역학적 에너지 보존의 법칙과 가속도 공식에 의하면, 이지 시 최대 수직속도는 점프높이를 결정하는 중요한 요소이다. 이지 시 최대 수직속도는 이지 직전 천추의 최대 수직속도로 정의하였으며, 그 결과는 <표 4>와 같다.

그룹 간 이지 시 최대 수직속도는 제자리 점프 블로킹( $p<0.05$ ), 슬라이드 스텝 블로킹( $p<0.01$ ), 크로스 오버 스텝 블로킹( $p<0.01$ )에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 그룹 내에서 블로킹 스텝 방법에 따른 이지 시 최대 수직속도는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 두 그룹 모두 제자리 점프, 슬라이드 스텝, 크로스 오버 스텝 블로킹 순으로 이지 속도가 빨라짐을 알 수 있다. 그리고 이러한 숙련 그룹의 결과는 차주현(2002)의 슬라이드 스텝 3.14 m/s, 크로스 오버 스텝 3.64 m/s와 유사하게 나타났다.

#### 2. 점프높이 분석

점프높이는 최대 점프 시 천추 높이에서 베이스 트

	숙련 그룹	미숙련 그룹	t-value
제자리	2.93±0.29	2.60±0.16	2.662*
슬라이드	3.07±0.30	2.62±0.15	3.626**
크로스오버	3.28±0.34	2.75±0.12	3.837**
F-value	2.172	2.458	

\*  $p<0.05$ , \*\*  $p<0.01$

표 5. 그룹별 블로킹 스텝 방법에 따른 점프높이 (m)

	숙련 그룹	미숙련 그룹	t-value
제자리	0.55±0.06	0.45±0.05	3.664**
슬라이드	0.57±0.04	0.46±0.05	4.301**
크로스오버	0.61±0.07	0.48±0.03	4.565**
F-value	2.362	.930	

\*\* p<.01

라이얼(base trial)을 위한 직립 서기 시 천추 높이의 수직 변위 차이로 정의하였으며, 그 결과는 <표 5>와 같다.

그룹 간 점프 높이는 제자리 점프 블로킹(p<.01), 슬라이드 스텝 블로킹(p<.01), 크로스 오버 스텝 블로킹(p<.01)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

그룹 내에서 블로킹 스텝 방법에 따른 점프높이는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 두 그룹 모두 제자리 점프, 슬라이드 스텝, 크로스 오버 스텝 블로킹 순으로 점프높이가 높게 나타남을 알 수 있다.

달리기(running), 뛰기(jumping), 던지기(throwing)와 같은 인체 운동은 단축성 수축(concentric contraction)에 앞서 신장성 수축(eccentric contraction)이 선행하는 근육작용을 포함하고 있다(Linthorne, 2001). 이 신장-단축 사이클(stretch-shortening cycle: SSC)운동은 근-건 복합체의 신장부하(stretch load)로 인해 근섬유의 수축이 일어나고 이어서 건의 신장으로 탄성에너지 저장이 증대된다. 이러한 탄성에너지 저장의 증대는 이어지는 단축 구간에서 힘과 파워를 증대시킬 수 있다(Griffiths, 1991; Bobbert, Huijing, & van Ingen Schenau, 1986).

점프에서 이지 시 최대 수직 속도는 이지 순간 약 0.02-0.03 초 전에 나타나며, 보다 빠른 하강 스피드는 상승구간의 출발 시에 보다 큰 힘을 낼 수 있다(Alexander, 1990; Linthorne, 2001).

숙련 그룹의 이러한 하강 스피드는 신장부하의 증가로 이어져 점프높이 결과에 영향을 미치고 있는 것을 알 수 있다.

수직 점프 시 상지 스윙은 이지 시 속도 약 10%, 점프높이 약 21% 정도 영향을 미치는 데(Harman, Rosenstein, Frykman, & Rosentein, 1990), 그룹 내에서 유의한 차이는 나타나지 않았으나 상지 사용이 다소 용이한 크로스 오버 스텝 블로킹에서 하강 스피드가

다소 빠르게 나타났다.

### 3. 관절각도 분석

#### 1) 엉덩 관절각도

엉덩 관절각도는 y축과 몸통 벡터가 이루는 각도로 정의하였으며, 그 결과는 <표 6>과 같다.

그룹 간 엉덩 관절각도는 제자리 점프 블로킹 시 E1, E2, E3, E4에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나, E5에서는 숙련 그룹 89.2±4.7°, 미숙련 그룹 82.7±6.2°(p<.05)로 유의한 차이가 나타났다.

슬라이드 스텝 블로킹 시 E1, E2, E4에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나, E3에서 숙련 그룹 84.1±4.8°, 미숙련 그룹 90.1±4.7°(p<.05), E5에서 숙련 그룹 88.1±3.3°, 미숙련 그룹 78.4±7.2°(p<.01)로 유의한 차이가 나타났다.

크로스 오버 스텝 블로킹 시 E3, E4, E5에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으나, E1에서 숙련 그룹 77.2±7.0°, 미숙련 그룹 58.5±6.8°(p<.001), E2에서 숙련 그룹 89.1±3.1°, 미숙련 그룹 80.5±4.1°(p<.01)로 유의한 차이가 나타났다.

제자리 점프와 슬라이드 스텝 블로킹 시 엉덩 관절

표 6. 그룹별 블로킹 스텝 방법에 따른 엉덩 관절각도 (°)

		E1	E2	E3	E4	E5
제자리	숙련	59.5±6.8	84.9±2.2	86.5±4.0	89.5±4.8	89.2±4.7
	미숙련	64.1±8.1	84.0±3.2	90.3±2.6	88.9±4.7	82.7±6.2
	t-value	-1.170	.613	-2.081	.225	2.221*
슬라이드	숙련	62.8±4.0	84.8±2.2	84.1±4.8	87.4±2.6	88.1±3.3
	미숙련	66.1±6.8	84.5±2.8	90.1±4.7	87.2±6.3	78.4±7.2
	t-value	-1.130	.227	-2.386*	.077	3.227**
크로스 오버	숙련	77.2±7.0	89.1±3.1	87.7±4.0	89.7±2.5	88.9±2.7
	미숙련	58.5±6.8	80.5±4.1	90.5±4.2	93.4±5.7	82.7±11.7
	t-value	5.081***	4.415**	-1.299	-1.565	1.360
그룹내 F-value	숙련	16.735***	6.621**	1.324	.944	.180
	Duncan	제<크>슬<크>슬<크>크	-	-	-	-
	미숙련	2.100	2.859	.025	2.269	.564
Duncan	-	-	-	-	-	

\* p<.05, \*\* p<.01, \*\*\* p<.001

제: 제자리, 슬: 슬라이드, 크: 크로스오버

각도는 E5에서 유의한 차이가 나타났고, 유의한 차이는 나타나지 않았으나 숙련 그룹의 경우 E2, E3, E4, E5에서 일관된 엉덩 관절각도를 유지하고 있는 것으로 나타났다. 반면에 미숙련 그룹은 E2에서 굴곡되었다가 오히려 E3에서 신전되고 E4에서 굴곡하는 것으로 나타났다.

숙련 그룹은 제자리 점프와 슬라이드 스텝 블로킹 시 E1에서는 미숙련 그룹보다 엉덩 관절각도가 다소 작게 나타났으나, 크로스 오버 스텝 블로킹 시 E1에서는 미숙련 그룹보다 엉덩 관절각도가 유의하게 크게 ( $p<.001$ ) 나타나 몸통이 더 신전되어 점프가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

점프 시 상지 사용은 하강 스윙 구간에서 운동 에너지 저장 효과가 크게 나타난다(Lees, Vanrenterghem, & DeClercq, 2006). 따라서 다소 상지 사용이 용이한 크로스 오버 스텝 블로킹 시 엉덩 관절각도가 크게 나타남에도 불구하고 점프 높이 결과는 높게 나타남을 알 수 있다.

숙련 그룹 내 E1( $p<.001$ )과 E2( $p<.01$ )에서 크로스 오버 스텝 블로킹이 통계적으로 유의하게 작게 나타났다.

## 2) 무릎 관절각도

무릎 관절각도는 y축과 오른 대퇴 벡터가 이루는 각도로 정의하였으며, 그 결과는 <표 7>과 같다.

그룹 간 무릎 관절각도는 제자리 점프 블로킹 시

표 7. 그룹별 블로킹 스텝 방법에 따른 무릎 관절각도 (°)

		E1	E2	E3	E4	E5
제자리	숙련	152.7±6.8	100.0±5.3	99.0±5.3	100.8±4.3	121.6±10.5
	미숙련	152.6±6.4	107.1±3.0	97.1±4.9	103.9±5.0	129.9±11.9
	t-value	.029	-3.091**	.709	-1.235	-1.383
슬라이드	숙련	140.7±8.7	97.4±2.1	100.6±6.4	100.6±2.8	120.0±8.2
	미숙련	140.3±4.2	101.9±4.2	95.9±5.8	104.5±7.0	132.2±12.0
	t-value	.102	-2.564*	1.432	-1.384	-2.212*
크로스 오버	숙련	115.4±13.4	93.8±5.1	97.1±4.7	102.1±5.0	120.2±8.8
	미숙련	140.4±3.8	101.4±3.5	97.0±8.8	104.5±3.6	128.1±10.5
	t-value	-4.742***	-3.273**	.044	-1.036	-1.525
그룹내	숙련	25.251***	3.426	.692	.272	.061
	Duncan	크슬<제	-	-	-	-
	F-value	미숙련	14.665***	5.503*	.067	.084
	Duncan	슬<크제	크슬<제	-	-	-

\*  $p<.05$ , \*\*  $p<.01$ , \*\*\*  $p<.001$

제: 제자리, 슬: 슬라이드, 크: 크로스오버

E1, E3, E4, E5에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E2에서 숙련 그룹 100.0±5.3°, 미숙련 그룹 107.1±3.0°( $p<.01$ )로 유의한 차이가 나타났다.

슬라이드 스텝 블로킹 시 E1, E3, E4에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E2에서 숙련 그룹 97.4±2.1°, 미숙련 그룹 101.9±4.2°( $p<.05$ ), E5에서 숙련 그룹 120.0±8.2°, 미숙련 그룹 132.2±12.0°( $p<.05$ )로 유의한 차이가 나타났다.

크로스 오버 스텝 블로킹 시 E3, E4, E5에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E1에서 숙련 그룹 115.4±13.4°, 미숙련 그룹 140.4±3.8°( $p<.001$ ), E2에서 숙련 그룹 93.8±5.1°, 미숙련 그룹 101.4±3.5°( $p<.01$ )로 유의한 차이가 나타났다.

제자리 점프, 슬라이드 스텝, 크로스 오버 스텝 블로킹 시 E2에서의 무릎 관절각도는 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 유의하게 작게 나타났다. E1에서는 두 그룹 간 모든 스텝 방법에서 차이가 없었으나 E2에서의 이러한 차이는 상승 구간에서 무릎 관절의 신전을 최대한 하는 큰 가동범위를 통해 점프가 이루어지고 있는 것을 알 수 있다. 이는 무릎 관절 가동범위 증가가 점프 높이에 유의하게 영향을 미친다고 보고한 Moran, & Wallace(2007)와 유사하게 나타났다.

슬라이드 스텝 블로킹 시 무릎 관절각도는 E5에서 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 유의하게 작게 나타났다. 제자리 점프와 크로스 오버 점프 또한 유의한 차이는 나타나지 않았으나 비슷한 경향을 보이고 있다.

점프 후 착지 시 무릎 굴곡각도의 감소는 경골 원위부의 전방 전단력, 무릎 신전 모멘트의 증가(Chappel, Yu, Kirkendall, & Garrett, 2002; Decker, Torry, Wyland, Sterett, & Steadman, 2003; Malinzak, Colby, Kirkendall, Yu, & Garrett, 2001)로 이어져 전방십자인대 상해에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 착지 전략의 반복된 과사용은 만성 스포츠 상해와 상관성이 있으며(Bisseling, & Hof, 2006; Collins, & Whittle, 1989; James, Bates, & Dufek, 2003), 충격을 줄이기 위해서는 근력 강화 및 다양한 전략이 필요할 것이다.

그룹 내에서 블로킹 스텝 방법에 따른 무릎 관절각도는 숙련 그룹의 E1( $p<.001$ ), 미숙련 그룹의 E1( $p<.001$ )과 E2( $p<.05$ )에서 통계적으로 유의한 차이가

나타났다.

숙련 그룹의 경우, E1에서의 무릎 관절각도는 크로스 오버 스텝< 슬라이드 스텝< 제자리 점프 블로킹 순으로 크게 나타났다. 이러한 결과는 위의 순서로 무릎 굴곡을 크게 하여 점프가 수행되고 있음을 알 수 있는데, 이는 신장부하가 작은 경우 관절의 가동범위를 크게 하여 수행하고 반대로 신장부하가 큰 경우 관절의 가동범위를 작게 하여 수행함으로써 보다 큰 점프 높이의 증대에 영향(Moran, & Wallace, 2007)을 미치고 있는 것을 알 수 있다.

미숙련 그룹의 경우, E1에서의 무릎 관절각도는 슬라이드 스텝, 크로스 오버 스텝< 제자리 점프 블로킹 순으로 나타났다.

### 3) 발목 관절각도

발목 관절각도는 y축과 오른 하퇴 벡터가 이루는 각도로 정의하였으며, 그 결과는 <표 8>과 같다.

그룹 간 발목 관절각도는 제자리 점프 블로킹 시 E2, E3, E4에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E1에서 숙련 그룹 44.1±3.8°, 미숙련 그룹 52.6±3.8°(p<.01), E5에서 숙련 그룹 48.3±6.5°, 미숙련 그룹 56.1±5.6°(p<.05)로 유의한 차이가 나타났다.

슬라이드 스텝 블로킹 시 E2, E4, E5에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E1에서 숙련

그룹 49.8±4.8°, 미숙련 그룹 56.0±3.2°(p<.05), E3에서 숙련 그룹 96.7±9.6°, 미숙련 그룹 87.5±1.9°(p<.05)로 유의한 차이가 나타났다.

크로스 오버 스텝 블로킹 시 E2, E3, E4, E5에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E1에서 숙련 그룹 69.9±10.4°, 미숙련 그룹 56.0±5.3°(p<.01)로 유의한 차이가 나타났다.

제자리 점프와 슬라이드 스텝 블로킹 시 E1에서의 발목 관절 각도는 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 유의하게 작게 나타났다. 이는 숙련 그룹이 무릎 관절각도에서와 유사하게 큰 가동 범위를 통해 점프를 수행하고 있는 것을 알 수 있다. 그러나 크로스 오버 점프 블로킹 시 E1에서는 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 유의하게 크게 나타났다. 이는 무릎 관절각도에서 언급된 관절의 가동범위와 신장부하의 크기에 따른 결과로 판단된다.

그룹 내에서 블로킹 방법에 따른 발목 관절각도는 숙련 그룹의 E1(p<.001)과 E2(p<.001)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이는 무릎 관절각도에서와 유사하게 숙련 그룹 E1에서의 발목 관절각도는 제자리 점프< 슬라이드 스텝< 크로스 오버 스텝 블로킹 순으로 크게 나타났다.

## 4. 관절 각속도 분석

### 1) 엉덩 관절 각속도

<표 9>에 나타난 바와 같이 그룹 간 엉덩 관절 각속도는 제자리 점프 블로킹 시 E1, E2, E3에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E4에서 숙련 그룹 9.2±13.2°/s, 미숙련 그룹 -16.4±12.2°/s (p<.01), E5에서 숙련 그룹 -0.3±15.3°/s, 미숙련 그룹 -30.4±15.1°/s(p<.01)로 유의한 차이가 나타났다.

슬라이드 스텝 블로킹 시 E1, E2, E3에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E4에서 숙련 그룹 13.0±16.9°/s, 미숙련 그룹 -25.3±13.0°/s (p<.001), E5에서 숙련 그룹 1.7±19.0°/s, 미숙련 그룹 -26.8±28.1°/s(p<.05)로 유의한 차이가 나타났다.

크로스 오버 스텝 블로킹 시 E4에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E1(p<.05),

표 8. 그룹별 블로킹 스텝 방법에 따른 발목 관절각도 (°)

		E1	E2	E3	E4	E5
제자리	숙련	44.1±3.8	73.7±3.0	94.7±6.9	77.8±4.0	48.3±6.0
	미숙련	52.6±3.8	75.8±2.9	88.9±4.2	80.0±5.0	56.1±5.6
	t-value	-4.179**	-1.337	1.909	-.904	-2.500*
슬라이드	숙련	49.8±4.8	74.6±3.2	96.7±9.6	80.0±3.9	51.2±5.4
	미숙련	56.0±3.2	78.4±4.1	87.5±1.9	79.3±4.7	54.7±4.1
	t-value	-2.875*	-1.923	2.458*	.293	-1.399
크로스 오버	숙련	69.9±10.4	81.9±3.4	94.0±6.0	76.7±5.2	49.4±5.6
	미숙련	56.0±5.3	79.5±4.5	92.9±6.6	74.7±4.7	53.3±6.9
	t-value	3.166**	1.160	.313	.787	-1.170
그룹내	숙련	26.792***	13.593***	.224	.983	.446
	Duncan	제슬<크	제슬<크	-	-	-
	F-value	1.562	1.607	2.547	2.559	.424
	Duncan	-	-	-	-	-

\* p<.05, \*\* p<.01, \*\*\* p<.001  
제: 제자리, 슬: 슬라이드, 크: 크로스오버

표 9. 그룹별 블로킹 스텝 방법에 따른 엉덩 관절 각속도 (°/s)

		E1	E2	E3	E4	E5
제자리	숙련	42.3±4.3	7.98±1.87	-13.0±1.01	9.2±1.32	-0.3±1.53
	미숙련	32.3±2.10	7.40±1.76	-6.7±1.26	-16.4±1.22	-30.4±1.51
	t-value	.548	.596	-1.084	3.777**	3.696**
슬라이드	숙련	71.6±3.20	7.92±1.27	-17.7±4.9	13.0±1.69	1.7±1.90
	미숙련	57.6±2.60	7.39±2.04	-7.5±1.35	-25.3±1.30	-26.8±2.81
	t-value	.901	.578	-1.877	4.756***	2.213*
크로스 오버	숙련	36.5±2.50	57.6±2.13	-15.8±7.3	21±11.9	-4.5±1.23
	미숙련	71.5±1.95	92.4±2.23	81±1.40	-14.4±2.89	-51.3±2.87
	t-value	-2.919*	-2.992*	-4.001**	1.392	3.972**
그룹내	Duncan	-	-	-	-	-
	F-value	5.534*	1.947	3.017	.617	2.005
	Duncan	재슬크	-	-	-	-

\* p<.05, \*\* p<.01, \*\*\* p<.001  
제: 제자리, 슬: 슬라이드, 크: 크로스오버

E2(p<.05), E3(p<.01), E5(p<.01)에서 유의한 차이가 나타났다.

두 그룹의 모든 블로킹 스텝 방법 중에서 E2의 엉덩 관절 각속도가 가장 빠르게 나타났으며, E1과 E2에서 제자리 점프와 슬라이드 스텝 블로킹은 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았으나 크로스 오버 스텝 블로킹은 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 유의하게 느리게 나타났다. 이러한 결과는 엉덩 관절각도에서 언급한 바와 같이 상지 사용과 관련된 운동 에너지 증가와 관련이 있다(Lees, Vanrenterghem, & DeClercq, 2006).

숙련 그룹은 또한 충격 흡수 전략보다는 네트 터치 반칙과 같은 기술적인 부분에 집중하여 수행하고 있는 것으로 생각된다. 그러나 미숙련 그룹의 E4와 E5를 보면 음(-)의 방향으로 각속도가 증가하고 있는 것을 알 수 있다.

그룹 내에서 블로킹 스텝 방법에 따른 엉덩 관절 각속도는 미숙련 그룹의 E1(p<.05)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

### 2) 무릎 관절 각속도

<표 10>에 나타난 바와 같이 그룹 간 무릎 관절 각속도는 제자리 점프 블로킹 시 E1, E2, E5에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E3에서 숙련 그룹 38.5±12.1°/s, 미숙련 그룹 16.4±16.5°/s

표 10. 그룹별 블로킹 스텝 방법에 따른 무릎 관절 각속도 (°/s)

		E1	E2	E3	E4	E5
제자리	숙련	38±6.9	-28.1±4.87	38.5±12.1	70.6±5.4	-1.4±8.1
	미숙련	-21±8.0	-28.7±3.90	16.4±1.65	128.2±25.9	-20±13.3
	t-value	1.469	.25	2.882*	-2.568*	.08
슬라이드	숙련	50±7.0	-26.42±3.17	34.2±1.13	79.0±4.8	-40±10.1
	미숙련	0.2±8.4	-24.82±1.90	20.0±2.00	132.5±39.4	-1.0±4.1
	t-value	1.162	-1.144	1.631	-2.461*	-.741
크로스 오버	숙련	0.2±4.5	-152.9±85.8	39.1±10.7	77.5±3.90	-49±5.1
	미숙련	-20±7.6	-253.3±29.3	37.7±1.65	113.8±6.9	-1.5±5.4
	t-value	.658	2.932*	.194	-1.284	-1.215
그룹내	Duncan	-	크슬크	-	-	-
	F-value	.190	3.404	2.880	.319	.020
	Duncan	-	-	-	-	-

\* p<.05, \*\* p<.01  
제: 제자리, 슬: 슬라이드, 크: 크로스오버

(p<.05), E4에서 숙련 그룹 70.6±5.4°/s, 미숙련 그룹 128.2±25.9°/s(p<.05)로 유의한 차이가 나타났다.

슬라이드 스텝 블로킹 시 E1, E2, E3, E5에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E4에서 숙련 그룹 79.0±4.8°/s, 미숙련 그룹 132.5±39.4°/s(p<.05)로 유의한 차이가 나타났다.

크로스 오버 스텝 블로킹 시 E1, E3, E4, E5에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E2에서 숙련 그룹 -152.9±85.8°/s, 미숙련 그룹 -253.3±29.3°/s(p<.05)로 유의한 차이가 나타났다.

그룹 내에서 블로킹 스텝 방법에 따른 무릎 관절 각속도는 숙련 그룹의 E2(p<.01)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

두 그룹의 모든 블로킹 스텝 방법 중에서 E2의 무릎 관절 각속도가 가장 빠르게 나타났으며, E2에서 제자리 점프와 슬라이드 스텝 블로킹은 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았으나 크로스 오버 스텝 블로킹은 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 유의하게 음(-)의 방향으로 빠르게 나타났다.

### 3) 발목 관절 각속도

<표 11>에 나타난 바와 같이 그룹 간 발목 관절 각속도는 제자리 점프 블로킹 시 E1, E2, E3, E4, E5에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.



표 11. 그룹별 블로킹 스텝 방법에 따른 발목 관절 각속도 (°/s)

		E1	E2	E3	E4	E5
제자리	숙련	-47.7±27.2	254.6±51.3	146.1±19.4	-221.1±34.5	137.4±25.1
	미숙련	-48.8±15.6	223.5±29.5	25.6±25.9	-180.1±32.5	38.6±26.7
	t-value	-3.25	1.389	-0.88	-1.235	-1.808
슬라이드	숙련	-83.4±25.1	232.9±29.9	154.1±15.0	-209.7±36.6	48.1±31.0
	미숙련	-48.2±23.8	181.5±47.8	161.1±33.1	-176.7±46.2	29.6±34.0
	t-value	-2.70*	2.41*	-0.41	-1.484	-1.425
크로스 오버	숙련	-27.0±16.2	95.6±73.0	144.1±17.3	-183.1±54.9	95.1±28.4
	미숙련	-37.9±11.8	173.8±22.6	190.1±22.6	-176.9±26.9	50.6±5.6
	t-value	1.439	-2.70*	-0.42	-2.63	-3.70*
숙련	10.508**	17.621***	.06	.719	.174	
그룹내	Duncan	크로스	슬라이드	-	-	-
F-value	미숙련	.582	4.10*	.224	.018	1.219
	Duncan	-	크로스	-	-	-

\* p<.05, \*\* p<.01, \*\*\* p<.001  
 제: 제자리, 슬: 슬라이드, 크: 크로스오버

슬라이드 스텝 블로킹 시 E3, E4, E5에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E1에서 숙련 그룹 -83.4±25.1°/s, 미숙련 그룹 -48.2±23.8°/s(p<.05), E2에서 숙련 그룹 232.9±29.9 °/s, 미숙련 그룹 181.5±47.8 °/s(p<.05)로 유의한 차이가 나타났다.

크로스 오버 스텝 블로킹 시 E1, E3, E4에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, E2에서 숙련 그룹 95.6±73.0°/s, 미숙련 그룹 173.8±22.6°/s (p<.05), E5에서 숙련 그룹 9.5±28.4°/s, 미숙련 그룹 50.6±5.6°/s(p<.01)로 나타났다.

두 그룹의 제자리 점프와 슬라이드 스텝 블로킹 중 에서 E2의 발목 관절 각속도가 가장 빠르게 나타났으나 크로스 오버 스텝 블로킹 중에서는 E4가 가장 빠르게 나타났다.

그룹 내에서 블로킹 스텝 방법에 따른 발목 관절각 속도는 숙련 그룹의 E1(p<.01)과 E2(p<.001), 미숙련 그룹의 E2(p<.05)에서 유의한 차이가 나타났다.

#### IV. 결론 및 제언

남자 대학 배구선수 7명과 체육 전공 남자 대학생 7 명을 대상으로 배구 블로킹 스텝 방법에 따른 운동학적 비교 분석을 3차원 영상분석법으로 분석한 결과, 다

음과 같은 결론을 도출 하였다.

1. 모든 스텝 방법에서 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 이지 시 최대 수직속도에서 빠르게 나타났고, 점프높이에서는 높게 나타났다.
2. 크로스 오버 스텝 블로킹 시 엉덩 관절, 무릎 관절, 발목 관절각도의 E1에서 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 작게 굴곡하는 것으로 나타났다.
3. 모든 스텝 방법에서 엉덩 관절, 무릎 관절, 발목 관절의 최대 각속도는 E2에서 나타났다.
4. 크로스 오버 스텝 블로킹 시 엉덩 관절, 무릎 관절, 발목 관절각속도의 E2에서 숙련 그룹이 미숙련 그룹보다 느린 것으로 나타났다.

결론적으로 상지의 사용이 가능한 크로스오버 스텝 블로킹이 점프높이를 통한 방어 능력 개선에는 다소 효율적인 방법인 것으로 판단된다.

블로킹은 현대 배구에서 중요한 요소이나 이에 관련된 운동학적·운동역학적 연구는 미약하다고 할 수 있다. 따라서 향후 보다 다양한 그룹과 많은 피험자를 통해 수행력 향상과 상해 예방에 기여할 수 있는 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

#### 참 고 문 헌

강상학(2004). 배구 스파이크의 운동학적 분석. **한국체육학회지**, 43(3), 769-777.  
 김영석(2003). 배구 오픈 스파이크 동작의 우수선수와 비우수선수의 운동역학적 비교 분석. 미간행 석사학위논문, 충북대학교 대학원.  
 나미원(1986). 배구 블로킹 동작 시 측면이동 스텝에 대한 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문, 이화여자대학교 대학원.  
 이기청(2000). 남자 배구경기의 A 속공 수행에 영향을 미치는 요인 분석. **한국체육학회지**, 39(2), 548-557.  
 이기청, 신인식, 최희남(2000). 남자 배구경기의 C 속공

- 수행에 영향을 미치는 요인 분석. **한국체육학회지**, 39(3), 635-643.
- 이영필(1991). 배구 센터 블로킹 시 센터의 움직임에 따른 스텝 유형별 시간차 및 높이의 비교 분석. 미간행 석사학위논문, 대구대학교 체육대학원.
- 조필환(2007). 배구 스파이크시 신체분절의 각도와 각속도에 대한 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 17(1), 191-199.
- 조주행, 주명덕(2006). 배구 레프트 스파이크와 라이트 스파이크 동작에 대한 운동역학적 변인 비교 분석. **한국운동역학회지**, 16(4), 125-134.
- 차주현(2002). *The biomechanical analysis of slide and crossover step movement for blocking in volleyball*. 미간행 박사학위논문, The Russian State Pedagogical University, graduate school of the Russian State Pedagogical University.
- 한국배구연맹(2007). <http://kovo.co.kr>
- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M.(1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. *Proceedings of the symposium on close-range photogrammetry*. (pp. 1-8). Falls Church, VA: American society of photogrammetry.
- Alexander, R. McN.(1990). Optimum take-off techniques for high and long jumps. *Biological Sciences*, 329, 3-10.
- Bisseling, R. W., & Hof, A. L.(2006). Handling of impact force in inverse dynamics. *Journal of Biomechanics*, 39, 2438-2444.
- Bobbert, M. F., Huijting, P. A., & van Ingen Schenau, G. J.(1986). A model of the human triceps surae muscle-tendon complex applied to jumping. *Journal of Biomechanics*, 19, 887-898.
- Briner, W. W., & Benjamin, H. J.(1999). Managing acute and overuse disorders. *The Physician and Sports Medicine* 27. 48-60.
- Briner, W. W., & Kacmar, L.(1997). Common injuries in volleyball: Mechanisms of injury, prevention, and rehabilitation. *Sports Medicine*, 24, 65-71.
- Chappel, J. D., Yu, B., Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E.(2002). A comparison of knee kinetics between male and female recreational athletes in stop-jump tasks. *American Journal of Sports Medicine*, 30, 261-267.
- Collins, J. J., & Whittle, M. W., (1989). Impulsive force during walking and their clinical implications. *Clinical Biomechanics*, 4, 179-187.
- Cox, R. H.(1978). Choice response time speed of the slide and crossover steps as used in volleyball. *Research Quarterly*, 49(4), 430-436.
- Cox, R. H.(1980). Response time of slide and cross-over steps as used by volleyball players. *Research Quarterly*, 51(4), 562-567.
- Cox, R. H, Noble, L., & Johnson, R. E.(1982). Effectiveness of the slide and cross-over step in volleyball blocking. *Research Quarterly*, 53(2), 101-107.
- Decker, M. J., Torry, M. R., Wyland, D. J., Sterett, W. I., & Steadman, J.(2003). Gender differences in lower extremity kinematic, kinetics, and energy absorption during landing. *Clinical Biomechanics*, 18, 662-669.
- Dufek, J. S., & Bates, B. T.(1990). The evaluation and prediction of impact forces during landings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(3), 370-377.
- FIVB(2007). <http://www.fivb.org>
- Goodwin-Gerberich, S. G., Luhmann, S., Finke, C., Priest, J., & Beard, B. (1987). Analysis of severe injuries associated with volleyball activities. *Phys Sportsmed*, 15 (8), 75-79.
- Griffiths, R. I.(1991). Shortening of muscle fibres during stretch of the active cat medial gastrocnemius muscle: The role of tendon compliance. *Journal of Physiology*, 436, 219-236.
- Harman, E. A., Rosenstein, M. T., Frykman, P. N., & Rosentain, R. M.(1990). The effects of arms and countermovement on vertical jumping.

- Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(6), 825-833.
- James, C. R., Bates, B. T., & Dufek, J. S.(2003). Classification and comparison of biomechanical response strategies for accommodating landing impact. *Journal of Applied Biomechanics*, 19, 106-118.
- Kwon, Y. H.(1993). *The effects of body segment parameter estimation on the experimental simulation of a complex airborne movement*. Doctoral Dissertation, Pennsylvania State University.
- Kwon, Y. H.(2002). *KWON3D motion analysis package version 3.1 User's Reference Manual*. Seoul; Visol corp.
- Lees, A., Vanrenterghem, J., & DeClercq, D.(2006). The energetics and benefit of an arm swing in submaximal and maximal vertical jump performance. *Journal of sports science*, 24, 51-57.
- Linthorne, N. P.(2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69(11), 1198-1204.
- Lobietti, R., Fantozzi, S., Stagni, R., & Memi, F.(2006). Kinematics analysis of landing from volleyball spike followed by block: A pilot study. *Gait and Posture*, 24S, S1-S57.
- Malinzak, R. A., Colby, S. M., Kirkendall, D. T., Yu, B., & Garrett, W. E.(2001). A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clinical Biomechanics*, 16, 438-445.
- Moran, K. A., & Wallace, E. C.(2007). Eccentric loading and range of knee joint motion effects on performance enhancement in vertical jumping. *Human Movement Science*, 26, 824-840.
- Read, M., & Cisar, C.(2006). The influence of varied rest interval lengths on depth jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 279-283.
- Tillman, M. D., Hass, C. J., Brunt, D., & Bennett, G. R.(2004). Jumping and landing techniques in elite women's volleyball. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 30-36.
- Wanderer, J.(1996). *A biomechanical analysis of there blocking footwork patterns in volleyball players*. San Jose state University, Master of Arts.
- Watkins, J., & Green, B. N.(1992). Volleyball injuries: a survey of injuries of Scottish national league male players. *British Journal of Sports Medicine*, 26, 135-137.
- Winter, D. A.(1990). *Biomechanics and motor control of human movement(2nd ed)*. Wiley Interscience Publication; John Wiley & Sons, Inc.

투 고 일 : 1월 31일

심 사 일 : 2월 4일

심사완료일 : 3월 7일