



한국운동역학회지, 2005, 제15권 1호, pp. 1-18  
Korean Journal of Sport Biomechanics  
2005, Vol. 15, No. 1, pp. 1-18

## 여자배구 경기에서 팀 공격 성공을 위한 선수들의 수행 특성 평가

이기청\* · 배성재(춘천교육대학교)

### ABSTRACT

#### Evaluation of performance characteristics in the success of team attack during women's volleyball competition

Lee, Ki-Chung\* · Bae, Sung-Jae(Chuncheon National University of Education)

K. C. LEE, S. J. BAE. Evaluation of performance characteristics in the success of team attack during women's volleyball competition. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 15, No. 1, pp. 1-18, 2005. The purpose of this study was to evaluate performance characteristics in the success of team attack during volleyball competition. For this, real game was analyzed using S-VHS video camera for three dimensional cinematography.

The contents of this research were receive to set time, set to spike time, setter moving distance, ball position during set and attacker's relative ball position during jump and spike, and open area at spike.

Among the various kinematical factors considered in this study, the ball height relative spiker and open area were found to be related to offensive performance. This finding implies that although their direct impact were not significant the other factors could have indirect impact on

이 논문은 2004년도 국민체육진흥공단 체육과학연구원의 체육학술진흥사업비에 의하여 연구되었음(KISS-04- A0404-4)

\* chung@cnue.ac.kr

offensive performance by increasing open area. Thus, receiver, setter, assistant attacker, and main attacker should practice for successful performance in each stage.

Lastly, it is necessary to develop kinematic variables to evaluate performance characteristics of players. Further study may consider the best defense position against the attack of the opponent player.

KEYWORDS: WOMEN'S VOLLEYBALL, PERFORMANCE, ATTACK SUCCESS, 3D CINEMATOGRAPHY

## I. 서 론

운동역학(Sport Biomechanics) 분야의 주요 연구 과제 중 하나는 동작 분석을 통한 경기력 향상에 있다. 경기력 향상을 위해서는 종목의 특성에 맞는 선수 개인의 동작 분석과 팀 전체의 움직임, 그리고 상대편의 움직임까지도 정확하게 분석하여 적절한 처방을 제시해줘야 한다. 그러나 최근까지의 연구들은 주로 개인의 동작을 분석하고 이를 기술해주는 정도에 그치고 있어 현장 적용성 측면에서 한 계로 지적되고 있다. 이러한 원인들로는 분석 장비와 분석 시간, 소요 경비 등의 여러 가지 문제도 포함되어 있다. 최근에 들면서 비디오카메라와 분석 장비의 보급으로 기술적인 측면이 해결되고 있으며, 분석 시간도 인체 모델링과 분석 구간을 효율적으로 구성한다면 별 어려움이 없으리라 생각된다.

배구 경기는 타 구기 종목에 비해 서브, 리시브, 패스, 스파이크, 블로킹 등의 전형적인 플레이가 구사되는 종목이다. 따라서 선수들의 움직임이나 공의 궤적 등에 대한 파악이 비교적 용이해 선수 전체의 움직임과 선수 개인의 경기 수행을 연구하기에 적절한 종목으로 생각된다. 또한 공격과 수비가 명확하게 구분되어 수행되는 경기이다. 따라서 경기에 이기기 위해서는 이 모두가 효율적으로 이루어져야 한다. 공격을 할 때에는 상대방 수비수들의 움직임을 정확히 파악하여 효과적인 공격이 되도록 노력해야 한다. 이를 위해서는 리시브에서 스파이크에 이르기까지 공격이 원활히 수행되어야 하며 같은 선수들끼리의 호흡이 중요하다. 이 때, 어느 한 과정이라도 원활히 수행되지 못할 경우에는 상대방에게 약점으로 작용하여 공격의 성공확률이 줄어들게 될 것이다. 이는 수준이 높은 팀들 간의 경기일수록 더욱 확실하게 나타날 것으로 생각된다. 즉, 각 단계별로 공격성공을 위한 최적의 수행이 있을 것으로 판단되며, 이는 공격을 성공했을 경우와 실패했을 경우에 나타나는 선수들의 수행을 비교해 봄으로써 알아볼 수 있을 것이다.

실제 경기를 대상으로 한 연구는 주로 남자경기를 대상으로 몇몇의 연구(이기청, 2000; 2001; 2002; 2003; 유석철, 김남성, 곽정구, 윤성원; 1987)가 진행되어왔다. 국외의 연구들(Arial, 1984; Cox, 1974; Eom & Schutz, 1992; Nishijima & Matsuura, 1988; Williams & Peter 1984) 역시 남자선수들을 대상으로 한 연구가 주로 진행되어왔다. 그러나 남자선수들과는 타점위치, 움직이는 속도, 스파이크한 공의 속

도 등에서 차이가 있는 여자선수들의 경기에 이를 적용시키기에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 여자선수들 간의 경기를 대상으로 공격을 성공시키기 위한 선수들의 수행 특성을 알아보고자 한다.

특히, 여자선수들의 경기는 남자선수들의 경기에 비해 힘보다는 조직적인 플레이가 더욱 중요하게 여겨지기 때문에 이러한 연구는 경기력 향상에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 여자국가대표팀의 경우 세계적으로 상위 수준에 있으면서도 중요한 순간에 고비를 넘기지 못하고 번번이 상위 입상에 실패하는 장면을 자주 보게 되는 데, 만약 이러한 연구가 우리가 상대해야 하는 다른 나라 국가대표팀에 대해서도 이루어진다면 경기에 많은 도움이 되리라고 확신한다. 또한 배구 종목이 프로화가 될 경우, 다른 종목과 마찬가지로 각 팀 마다 경기분석 팀의 운용이 필수적일 것이다. 이 경우 분석 시스템이 개발되어 있지 않다면 다른 나라에서 운영되고 있는 시스템을 고가로 들여와야 하는 것은 물론이고 전문 분석가도 초빙해야 할 것이다. 따라서 본 연구가 성공적으로 수행되고 추후에 현장 적용성을 높일 수 있도록 개발된다면 불필요한 외화 낭비를 줄이는 효과뿐만 아니라 오히려 외화 획득의 전망도 밝다고 할 수 있다. 나아가 이러한 분석 방법을 보다 효과적으로 운영할 수 있도록 교육을 시킨다면 경기분석 분야에서의 새로운 일자리 창출의 효과도 있을 것으로 전망된다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 연구 내용

본 연구의 목적은 여자배구 경기에서 주요 공격수단으로 사용되고 있는 A 속공과 오픈공격을 대상으로 공격수행시 팀의 공격성공요인을 알아보는 데 있다. 이를 위해서 실제경기를 대상으로 공격을 성공했을 경우와 실패했을 경우의 선수들의 수행을 비교하여 그 차이를 알아보고자 하였다. 연구 목적을 달성하기 위한 세부 연구 내용을 다음과 같다.

- 1) 리시브-세트 구간과 세트-스파이크 구간의 소요 시간을 분석하였다.
- 2) 세터가 세트를 하려고 위치한 지점으로부터 실제로 세트한 위치와의 거리 차이와 세트시 공을 접촉한 위치를 분석하였다.
- 3) 세터의 손에서 공이 떠나는 시간과 블로커가 블로킹하려 출발하는 시간과의 차이를 분석하였다.
- 4) 스파이크 하는 순간 공격수의 공 접촉위치를 하였다.
- 5) 공격수가 스파이크 하기 위해 점프할 때와 스파이크 할 때 공격수 이마를 기준으로 한 공과의 상대적 위치를 분석하였다.
- 6) 스파이크 하는 순간 넷와 블로킹에 의해 차단되는 면적을 제외한 공격가능면적을 분석하였다.

## 2. 연구 방법

### 1) 자료 수집

본 연구를 위하여 서울 학생체육관에서 열렸던 2004년도 슈퍼리그 경기를 대상으로 촬영하고 분석하였다. 3차원 영상 분석을 위하여 비디오카메라 2대와 녹화기, 그리고 모니터를 사용하였다. 경기 상황의 녹화를 위해서 S-VHS용 비디오테이프를 사용하였고, 녹화되고 있는 비디오테이프에 시각 정보를 나타내기 위해 시각 코드 발생기를 사용하였다.

경기의 촬영에 앞서서 통제점들의 3차원 좌표 설정을 위해서 기준척을 코트의 양쪽 끝 모서리에 4개, 그리고 이로부터 중앙선쪽으로 6m 떨어진 지점(어택 라인)의 사이드라인 선상에 4개씩, 모두 8개를 바닥에 수직으로 설치하였다. 2대의 비디오카메라는 경기장 전체를 촬영할 수 있도록 본부석을 중심으로 관중석 맨 위의 통로에 설치하였다. 각도측정기로 통제점의 수평각과 수직각을 측정하고 카메라를 작동시켜 기준척을 촬영한 후 이들을 제거하였다. 경기에 대한 촬영은 서브에서부터 공격이 완료되는 시점까지 경기 전체를 대상으로 하였으며, 체육관 내의 실험 장비 배치는 <그림 1>과 같다.

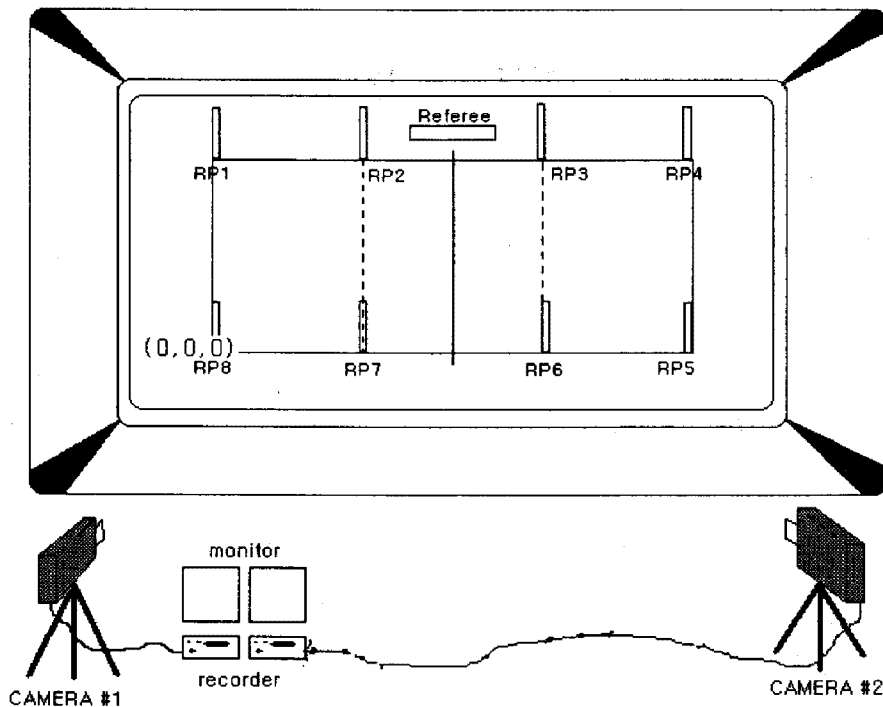


그림 1. 실험 장비 배치도

## 2) 자료 분석

촬영된 영상을 AVI 파일로 다시 저장한 후, 이를 이용해서 통제점과 인체관절점, 그리고 공을 좌표화하였다. 통제점은 한 장면을 5회 반복하여 좌표화한 후 평균값을 사용하였고, 선수와 공은 세트가 세트를 위해 처음 위치한 지점에서 벗어나기 5 프레임 전부터 공격수의 손에서 공이 떠난 후 10 프레임까지 좌표화하였다. 세터, 주공격수, 보조 공격수 2명, 블로킹에 참가하지 않은 수비수 4명은 각각 머리 한점만을 좌표화하였고, 블로커 2명은 양손 끝 두 점을 좌표화하였다. 그리고 공은 중심의 한 점만을 좌표화하였다. 따라서 한 장면의 총 좌표화 수는 13점이다.

3차원 좌표의 계산은 DLT 기법을 이용하였으며, 리시버의 팔에서 공이 떠나는 시점으로부터 5프레임 전을 기준시각으로 정해 동조시켰다. 각 변인들의 계산에는 비주얼 베이직(Visual Basic 6.0)과 마이크로 소프트 오피스의 엑셀 및 비주얼 베이직 편집기를 이용하였다. 공격수행에 영향을 미치는 요인들을 비교하기 위해서는 SPSS 통계패키지(Ver. 11.5)를 이용하여 독립 t-test를 실시하였다. 각 변인들의 구체적인 계산 방법은 다음과 같다.

### ① 구간 소요 시간

리시브와 세트시 구간별 소요 시간과 공격 수행 결과와의 관계를 알아보기 위해서 리시브와 세트, 그리고 스파이크 하는 순간의 시각을 기록하였다. 각 구간의 소요 시간은 (식 1), (식 2)과 같이 계산하였다. 또한 초당 30 프레임으로 촬영된 영상은 한 프레임이 두 필드로 구성되어 있으므로 영상이 1/60초 단위로 기록되기 때문에 이는 다시 (식 3)과 같이 1/10초 단위로 변환하였다.

$$\text{리시브구간소요시간}(RT) = (T_{set1}) - (T_{rec}) \quad (\text{식 1})$$

$$\text{세트구간소요시간}(ST) = (T_{spk}) - (T_{set2}) \quad (\text{식 2})$$

$$\text{실제소요시간} = \text{구간소요시간(초)} + \frac{\text{구간소요시간(필드)}}{60} \quad (\text{식 3})$$

여기서 리시브 구간의 소요 시간(RT)은 서브된 공이 리시버의 팔이나 손을 떠나는 시점( $T_{rec}$ )에서부터 세터의 손에 공이 접촉하는 시점( $T_{set1}$ )까지의 소요 시간이며, 세트 구간의 소요 시간(ST)은 세터의 손에서 공이 떠나는 시점( $T_{set2}$ )에서부터 공격수의 손에 공이 접촉하는 시점( $T_{spk}$ )까지의 소요 시간이다.

### ② 세터 이동 거리

리시브의 정확도를 평가하기 위해서 세터가 세트를 하기 위해 처음 위치한 지점으로부터 실제 세트한 위치까지의 세터가 움직인 직선거리를 분석하였다. 이 때 세터 위치는 세터의 머리를 기준으로 하였다. 이동 거리의 계산 방법은 (식 4)와 같다.

세터 이동 거리 = (세트를 위해 세터가 처음 위치한 지점) - (세트시 세터의 위치)

$$= \sqrt{(X_{ip} - X_{sp})^2 + (Y_{ip} - Y_{sp})^2} \quad (\text{식 4})$$

(식 4)에서  $X_{ip}$ ,  $Y_{ip}$ 는 세터가 세트를 위해 위치한 지점의 X, Y 위치이며,  $X_{sp}$ ,  $Y_{sp}$ 는 세트시 세터 머리의 X, Y 위치이다.

### ③ 세터와 공격수의 공 접촉 위치

세터와 공격수의 공 접촉 위치와 공격 수행 결과와의 관계를 알아보기 위해 세트와 스파이크시 공의 위치를 분석하였다. <그림 1>에 표시한 바와 같이 코트 왼쪽 앤드라인과 아래쪽 사이드라인이 만나는 지점을 원점으로 하였으며, 원점을 기준으로 좌우 방향, 즉 중심쪽을 X축의 (+) 방향으로 하였으며, 앞 뒤 방향인 사이드라인의 중앙선쪽을 Y축의 (+) 방향, 그리고 코트 바닥으로부터 위쪽을 Z축의 (+) 방향으로 하였다. Y축의 위치는 (식 5)와 같이 중앙선으로부터 떨어진 거리로 변환하였으며, 반대 방향에서의 공격은 (식 6)과 같이 변환하여 한쪽 코트에서 수행한 것으로 나타냈다.

$$Y = (900) - (Y_{ball}) \quad (\text{식 5})$$

$$X = (900) - (X_{ball}) \quad (\text{식 6})$$

### ④ 공격수를 기준으로 한 공의 상대적 위치

공격수에 대한 공의 위치와 공격 수행 결과와의 관계를 알아보기 위해 공격수가 공격을 위해 점프하는 시점과 공을 접촉하는 순간 공격수를 기준으로 한 공의 상대적 위치를 분석하였다. 점프시와 공격시 모두 공격수의 이마에 대한 공의 상대적 위치를 계산하였다. 이에 대한 계산 방법은 (식 7), (식 8)과 같다.

점프시 공의 상대적 위치 = (점프시 공 위치) - (점프시 공격수 위치)

$$= \sqrt{(X_{ball} - X_{jump})^2 + (Y_{ball} - Y_{jump})^2 + (Z_{ball} - Z_{jump})^2} \quad (\text{식 7})$$

공격시 공의 상대적 위치 = (공격시 공 위치) - (공격시 공격수 위치)

$$= \sqrt{(X_{ball} - X_{spk})^2 + (Y_{ball} - Y_{spk})^2 + (Z_{ball} - Z_{spk})^2} \quad (\text{식 8})$$

여기서  $X_{ball}$ ,  $Y_{ball}$ ,  $Z_{ball}$ 은 공의 X, Y, Z축의 위치이다.  $X_{jump}$ ,  $Y_{jump}$ ,  $Z_{jump}$ 은 점프시 공격수의 이마 위치이고,  $X_{spk}$ ,  $Y_{spk}$ ,  $Z_{spk}$ 는 스파이크시 공격수의 이마 위치이다.

⑤ 오픈면적

공격수가 공을 접촉하는 순간에 형성되는 오픈면적을 구하기 위해서는 공이 네트와 블로킹에 의해 방어되는 면적을 구해야 한다. 이를 위해서는 네트와 블로킹을 가장 효과적으로 피하면서 상대편 코트에 떨어지는 위치를 알아야 한다.

<그림 2>에서 보는 바와 같이 공이 네트에 차단되지 않으면서 최소 높이로 통과해 상대 코트에 낙하하는 Y축의 위치는 공의 높이(Z)와 네트로부터 떨어진 거리(Y)에 의해 결정된다. 공이 낙하하는 Y축의 위치는 (식 9)로 구할 수 있다.

$$Y = \frac{(Y_{ball} - 300) \times (Z - 224)}{(Z_{ball} - 224)} + 300 \quad (\text{식 9})$$

(식 9)에서  $Y_{ball}$ 과  $Z_{ball}$ 은 공격수의 공 접촉 순간 공의 네트로부터 떨어진 위치와 바닥으로부터의 높이를 의미한다. 이 때 공이 바닥에 떨어졌을 경우이므로 Z에 0을 대입하면 Y 값을 계산할 수 있다.

한편, 블로커의 손을 최소 높이로 통과해 상대 코트에 직선으로 떨어지는 위치(Y)는 (식 10)으로 구할 수 있으며, 좌우를 최소로 통과해 떨어지는 위치(X)는 (식 11)로 구할 수 있다.

$$Y = \frac{(Y_{bloker} - Y_{ball}) \times (Z_{ball})}{(Z_{ball} - Z_{bloker})} + Y_{ball} \quad (\text{식 10})$$

$$X = \frac{(X_{bloker} - X_{ball}) \times (Z_{ball})}{(Z_{ball} - Z_{bloker})} + X_{ball} \quad (\text{식 11})$$

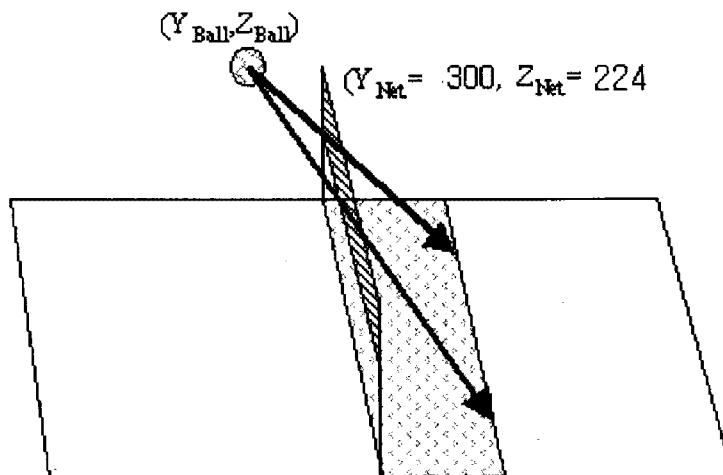


그림 2. 네트를 최소 높이로 통과해 코트에 낙하하는 Y축 위치

여기서  $X_{ball}$ ,  $Y_{ball}$ ,  $Z_{ball}$ 는 각각 볼의 X, Y, Z 좌표이고,  $X_{blocker}$ ,  $Y_{blocker}$ ,  $Z_{blocker}$ 는 블로커의 X, Y, Z 좌표이다. 이 때 블로커의 좌우 위치(X)는 블로킹의 폭을 나타내는 것으로 가장 오른쪽의 값과 왼쪽의 값을 이용하였다.

한편, 네트와 블로킹을 피해 상대방 코트에 공격할 수 있는 면적은 <그림 3>과 같이 나타낼 수 있다. 상황에 따라 여러 형태가 있겠지만 일반적으로 네트에 차단되지 않고 블로킹의 좌우로 열린 면적(A, C)과 블로킹 위쪽으로 열린 면적(B)으로 구분할 수 있다.

면적 A, B, C를 합한 전체 공격가능 면적은 네트에 의해 차단되는 면적과 블로킹에 의해 방어되는 면적을 계산하여 코트 한쪽면의 면적( $81m^2$ )에서 제외하면 된다. 네트에 의해 방어되는 면적은 네트를 최소 높이로 통과하여 낙하하는 Y축의 위치와 이를 연장해 생성된 사각형의 면적(D)으로 구할 수 있다. 블로킹에 의해 방어되는 면적(F)은 블로킹의 넓이에 의해 방어되는 가장 오른쪽과 왼쪽의 네트를 최소 높이로 통과하여 코트에 직선으로 떨어지는 지점(a, b)과 공이 오른쪽 블로킹의 오른쪽과 왼쪽 블로킹의 왼손을 최소 높이로 통과하여 코트에 직선으로 떨어지는 지점(L, H)을 연결해 형성된 사각형의 면적 중 코트와의 공통되는 면적을 계산하면 된다. 이 때 하나의 사각형과 다각형과의 공통되는 부분을 구하는 방법으로 컴퓨터 그래픽에서 클리핑을 위해 사용하는 Sutherland와 Hodgman의 다각형 클리핑 알고리즘(polygon-clipping algorithm)을 이용할 수 있다. 이 방법은 <그림 3>에 표시한 블로킹에 의해 방어되는 전체 면적(사각형)에서 코트를 벗어난 부분을 잘라내면(clipping) 새로운 다각형이 만들어지는데, 이 때 생성되는 좌표(P1, P2)를 넘겨주는 방식이다. 이와 같이 하면 새로운 다각형(F)이 형성되는데, 이 다각형의 면적(F)은 꼭지점의 좌표를 이용해 삼각형으로 분할한 후 각 삼각형들의 면적을 구해서 모두 더하면 구할 수 있다. 즉, 이 면적인 블로킹에 의해 차단되는 면적이 된다.

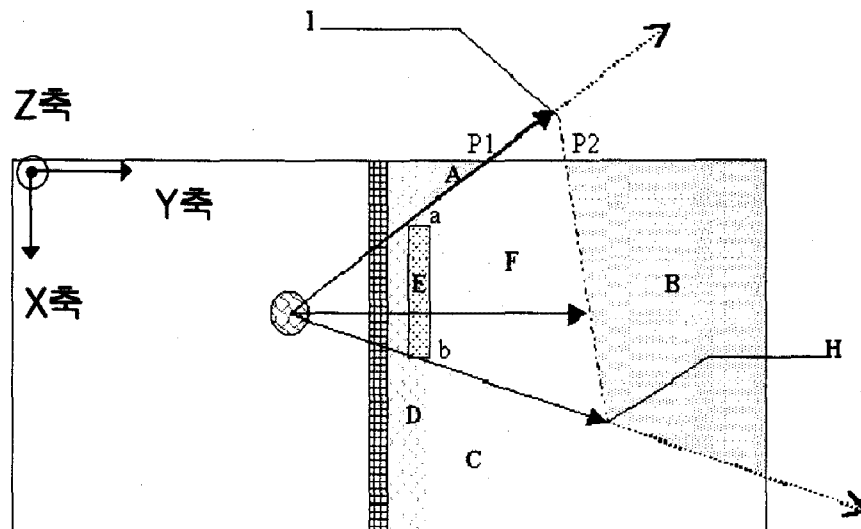


그림 3. 공격수의 공 접촉 순간 공격가능 면적



### Ⅲ. 결과 및 논의

여자배구경기에서 주요 공격 수단으로 사용되고 있는 A속공과 오픈공격시 공격의 성공과 실패시 각 선수들의 수행특성을 알아보기 위해서 A 속공과 오픈공격 모두 성공과 실패 각각 11회씩을 분석하였다. 이들을 대상으로 구간별 소요시간, 세터 이동거리, 세트시 공 접촉 높이, 블로커의 블로킹 출발시간, 공격수 타점, 점프와 스파이크시 공격수와 공과의 상대적 위치, 그리고 오픈면적 등을 분석한 결과는 다음과 같았다.

#### 1. 구간 소요시간

공격의 성공과 실패시 리시버의 팔에서 공이 떠나는 순간부터 세터의 손에 공이 접촉하는 순간까지의 세트구간 소요시간과 세터의 손에서 공이 떠나는 시점에서 공격수의 손에 공이 접촉할 때까지의 리시브구간 소요시간을 분석하였다. 이에 대한 분석결과는 <표 1>과 같다.

<표 1>에 나타난 바와 같이 A 속공시 리시브 구간의 소요시간은 성공과 실패시 모두 약 1.26초 정도 소요되었음을 알 수 있다. 또한 성공과 실패 간에 소요시간에 대한 차이를 알아본 결과에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $p>0.05$ ). 세트 구간은 성공시보다 실패시 소요시간이 짧게 나타났다음을 알 수 있다. 이에 대한 독립 t-test를 실시한 결과는 리시브 구간의 소요시간과 마찬가지로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ).

한편, 오픈공격시에 리시브 구간의 소요시간은 성공시 약 1.28초, 실패시에는 약 1.36초로 나타났다. 세트구간의 소요시간은 성공이 약 1.06초, 실패시에는 약 0.97초 나타났다. 즉, 성공시에는 리시브 구간의 소요시간이 실패했을 경우보다 짧았고, 반대로 세트구간의 소요시간은 다소 길게 나타났다음을 알 수 있다. 성공과 실패 간에 소요시간에 대한 차이를 알아보기 위해 독립 t-test를 실시해 본 결과 모두 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $p>0.05$ ).

이와 같은 결과로 볼 때, A속공과 오픈공격시 리시브 구간과 세트 구간의 소요 시간이 공격의 성공과 실패에 중요한 요인은 아닌 것으로 판단된다. 이러한 결과는 남자선수들을 대상으로 연구한 선

표 1. A 속공과 오픈공격시 리시브 및 세트 구간 소요시간

단위(sec)

	성공		실패	
	리시브-세트	세트-스파이크	리시브-세트	세트-스파이크
A 속공	1.26±0.16	0.59±0.14	1.26±0.18	0.55±0.19
오픈 공격	1.28±0.12	1.06±0.22	1.36±0.21	0.97±0.29

행연구의 결과(이기청, 2000)와도 일치하는 것으로 나타났다. 따라서 각 구간의 속도를 빠르게 하려고 노력할 필요는 없는 것으로 판단된다.

## 2. 리시브 정확도

정확한 서브리시브는 세터로 하여금 안정되고 다양한 공격을 구사할 수 있도록 하므로 공격의 성공 확률을 높일 수 있다(Shin 등, 1997). 이러한 의미에서 공격의 성공과 실패시 리시브된 공에 대해 세트를 위해서 세터가 이동한 거리와 세트시 공 접촉 위치를 분석하였다.

### 1) 세터 이동 거리

세트를 하기 위해 세터가 처음 위치한 지점에서 실제로 공을 세트한 지점까지 세터가 이동한 직선거리를 분석하였다. 이에 대한 분석 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2>에서 보는 바와 같이, A 속공시에는 성공시 약 75cm, 실패시에는 약 88cm 정도 이동하는 것으로 나타났고, 오픈공격시에 성공시 약 133cm, 실패시에는 약 144cm 정도 이동을 하면서 세트를 하는 것으로 나타났다. 따라서 두 공격유형 모두 성공했을 경우에 실패했을 경우보다 약 10cm 정도 덜 이동하고 있음을 알 수 있다. 또한 A 속공의 경우에 오픈공격보다 약 한 발정도(약 60cm) 덜 이동하는 것으로 나타났는데, 이는 A 속공을 수행하기 위해서는 오픈공격을 수행할 때보다 리시브가 보다 정확하게 이루어져야 한다는 것을 의미한다. 이들 요인에 대해서 성공과 실패 간의 차이를 알아보기 위해 독립 t-test를 실시해 본 결과에서는 모두 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $p>0.05$ ). 이는 Shin 등(1997)이 공격 성공을 위해서는 세터의 이동 거리가 짧을수록 성공의 확률이 높았다는 연구 결과와 차이가 있었다. 그러나 이기청(2000)의 연구와는 일치하는 결과를 보였다.

이러한 결과로 보아, 세트를 하기 위해 세터가 이동한 거리는 공격 성공에 중요한 요인은 아닌 것으로 판단된다. 이에 대해 이기청(2000)은 "A 속공과 오픈공격시 세터가 위치한 지점으로 정확히 리시브를 하여 블로킹이 준비되지 않은 상태에서 빠른 공격을 수행해 성공의 확률을 높이는 것이 중요하고, 오픈공격시에는 빠른 공격보다도 상대방의 블로킹을 속이는 것이 중요하기 때문인 것으로 판단된다. 즉, 세터가 한두 발 정도 이동하면서도 정확히 세트를 할 수 있다는 것으로 해석되며, 이동하면서 세트를 할 수 있는 지점으로 리시브하는 것이 블로킹을 현혹시키기 쉬우므로 팀에 따라

표 2. A 속공과 오픈공격시 세터 이동거리

단위(cm)

	성공	실패
A 속공	75±39	88±48
오픈 공격	133±63	144±127

차이는 있겠지만 리시브 목표 지점을 세터가 위치한 지점보다 네트에 평행한쪽으로 한두 발 정도 앞에 두기 때문인 것으로 생각된다.” 라고 분석하였다.

## 2) 세트시 공 접촉 높이

A 속공과 오픈공격의 세트시 세터의 공 접촉 높이를 분석하였다. 이에 대한 결과는 <표 5>와 같다.

결과에서 보는바와 같이, A 속공의 경우에 성공은 약 233cm, 실패는 약 244cm 정도의 높이에서 세터가 공을 접촉하는 것으로 나타났고, 오픈공격의 경우에는 성공과 실패시 모두 비슷한 높이에서 세트를 하는 것으로 나타났다. 이에 대한 독립 t-test 결과는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다 ( $P>0.05$ ). 그러나 공격 유형별로는 A 속공이 오픈공격보다 세트 높이가 높았음을 알 수 있다.

이와 같은 결과로 볼 때, A 속공과 오픈공격 모두 세터의 세트 높이가 공격의 결과에 영향을 미치지 않는다고 할 수 있다. 이는 남자경기를 대상으로 분석한 이기청(2000)의 연구와도 동일하게 나타났다. 그러나 <표 3>에서 보듯이 A 속공에서는 성공했을 경우의 높이는 네트높이(224)보다 약 10cm 정도 높은 지점에서 이루어지고 있음을 알 수 있다. 즉, 네트보다 너무 높은 지점에서 세트를 하게 되면 세터의 세트가 다소 불안하기 때문에 실패의 확률이 높은 것으로 생각된다. 그러나 오픈 공격의 경우에는 네트보다 낮은 높이에서 세트가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

이를 종합하면, A 속공은 보다 빠른 공격을 위해 가능한 한 높은 위치에서 세터가 점프한 상태에서 세트하기 때문으로 생각되며, 오픈공격시에는 사이드라인 근처까지 길게 밀어줘야 하므로 점프를 한 상태보다는 하지 않은 상태에서 세트를 하기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 오픈공격도 성공의 확률을 높이기 위해서는 A 속공과 마찬가지로 세터의 공 접촉 높이를 높여 빠른 공격을 수행할 수 있도록 하여야 할 것이다. 이를 위해서는 점프한 상태에서 공을 정확하고 멀리 보낼 수 있도록 세터의 능력을 향상시킴과 아울러, 이를 효율적으로 수행할 수 있는 장신 세터의 발굴이 필요한 것으로 판단된다.

표 3. A 속공과 오픈공격시 세터의 공 접촉 높이

단위(cm)

	성공	실패
A 속공	233±37	244±34
오픈 공격	214±29	213±59

### 3. 세터의 손에서 공이 떠나는 시점과 블로커가 블로킹하려고 출발하는 시간과의 차이

표 4. 세트 순간과 블로커가 블로킹을 위해 점프하는 순간간의 차이 단위(sec)

	성공	실패
A 속공	0.45±0.14	0.43±0.17
오픈 공격	0.91±0.22	0.83±0.29

공격하는 팀의 블로킹을 속이는 능력을 알아보기 위해서 세터의 손에서 공이 떠나는 시점과 블로커가 블로킹을 하려고 출발하는 시간과의 차이를 분석하였다. 이에 대한 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4>에서 보는 바와 같이, 세트하는 순간과 블로커가 블로킹을 위해 점프하는 시간과의 차이는 A 속공과 오픈공격에서 모두 시간이 길수록 성공의 확률이 높게 나타났음을 알 수 있다. 그러나 이에 대한 독립 t-test 결과는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $P>0.05$ ).

이와 같은 결과로 볼 때, 블로커가 세터의 세트 동작을 보고 블로킹을 시도하는 시점의 차이가 공격의 성공과 실패를 결정짓는 요인이라고는 할 수 없다. 따라서 블로킹을 하는 입장에서는 블로킹에 빨리 참여하느냐, 늦게 참여하느냐 하는 시간의 문제보다는 얼마나 적절한 타이밍에 맞춰서 블로킹에 참여하느냐 하는 것이 블로킹 성공의 관건이라고 판단된다.

### 4. 공격수의 공 접촉 위치

공격 유형별 공격수의 공 접촉 위치와 공격 수행 결과와의 관계를 알아보기 위해 스파이크시 선수들의 타점 위치를 분석하였다. 코트의 원점을 기준으로 하여 좌우위치, 네트로부터 떨어진 거리, 그리고 높이를 분석하였다. 이에 대한 분석 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5>와 같이 A 속공시 공격수의 공 접촉 위치는 성공시 코트 아래쪽 사이드라인으로부터 코트 안쪽으로 약 270cm 정도 들어온 지점과, 네트로부터 약 48cm 정도 떨어진 지점, 그리고 약 290cm

표 5. 스파이크 순간 공격수의 공 접촉 위치 단위(cm)

	성공			실패		
	X (코트좌우위치)	Y (네트와의 거리)	Z* (높이)	X (코트좌우위치)	Y (네트와의 거리)	Z* (높이)
A 속공	269±149	48±26	290±13	323±186	51±14	278±10
오픈 공격	820±52	90±33	287±9	638±236	78±30	287±14

높이인 것으로 나타났다. 실패시에는 각각 약 323cm, 51cm, 그리고 278cm로 나타났다. 이들 요인에 대한 비교분석 결과에서는 높이에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $P<0.05$ ). 오픈공격의 경우에는 성공시 코트 아래쪽 사이드라인으로부터 코트 안쪽으로 약 820cm 정도 들어온 지점과, 네트로부터 약 90cm 정도 떨어진 지점, 그리고 약 287cm 높이인 것으로 나타났다. 실패시에는 각각 약 638cm, 78cm, 그리고 287cm로 나타났다. 이들 요인에 대한 비교분석 결과에서는 코트좌우위치에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $P<0.05$ ).

이와 같은 결과로 볼 때, A 속공의 경우에 코트의 좌우위치나 네트와의 거리는 공격의 성공 실패를 결정하는 요인은 아니지만, 높이의 경우에는 공격의 결과에 영향을 미치는 요인이라고 할 수 있다. 즉, 다소 높은 지점인 약 270cm 정도 높이에서의 공격이 성공의 확률을 높일 수 있을 것으로 생각된다. 오픈공격에서는 코트내의 좌우위치가 공격의 성공과 실패에 중요한 요인이라고 할 수 있다. 이는 이기청(2000)의 연구결과와 다르게 나타났는데, 이기청의 연구에서는 코트의 좌우 위치보다는 높이 차이에서 유의한 차이가 있다고 보고하였다. 이러한 결과는 일반적으로 오픈공격을 위한 세트를 할 경우 대부분의 지도자들이 세터에게 안테나를 보고 길게 밀어야 한다고 강조하는 사항과 일치한다고 볼 수 있다. 즉, 상대방의 블로킹이 따라오지 못하도록 세트를 멀리 하는 것이 공격을 유리하게 이끌 수 있는 요인이라고 생각된다.

한편, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만, 오픈공격의 경우 성공시에는 실패시보다 네트로부터 약 10cm 정도 더 떨어진 지점에서 공격하는 것이 성공의 확률이 높은 것으로 나타났다. 이는 네트에서 너무 가까운 지점에서 공격을 하게 되면 그 만큼 상대방의 블로킹에 차단당할 확률이 높기 때문인 것으로 판단된다.

## 5. 공격수와 공의 상대적 위치

A 속공과 오픈공격시 공격수의 스파이크 동작에 따른 공의 위치가 공격 수행의 결과에 미치는 영향을 알아보기 위해서 공격수의 점프 순간과 스파이크 순간의 공과의 상대적 위치를 분석하였다. 즉, 점프시와 공격수의 손에 공이 접촉하는 순간에 공격수 이마를 기준으로 한 공의 상대적 위치를 분석하였다.

### 1) 점프시 공격수와 공과의 상대적 위치

공격 성공과 실패시 공격수 위치와 공과의 관계를 알아보기 위해서 점프시 공격수의 머리에 대한 공의 위치를 분석하였다. 이에 대한 결과는 <표 6>과 같다.

표 6. 공격수의 점프순간 공격수 이마에 대한 공의 위치

단위(cm)

	성공			실패		
	X (좌우거리)	Y (앞뒤거리)	Z* (높이차이)	X (좌우거리)	Y (앞뒤거리)	Z* (높이차이)
A 속공	86±61	43±21	109±27	84±67	39±20	98±47
오픈 공격	148±39	47±20	205±52	111±71	50±20	178±52

<표 6>에서 보는 바와 같이, 공격수 이마를 기준으로 할 경우에 공격의 성공시에는 오른쪽으로 약 86cm, 43cm 정도 전방에, 그리고 약 109cm 위에 공이 위치했을 때 점프하는 것으로 나타났다. 실패시에는 각각 약 84cm 오른쪽과 39cm 앞, 그리고 98cm 정도 위에 있을 때 점프하는 것으로 나타났다. 이에 대한 차이를 비교해 본 결과 세 가지 요인 모두 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $P>0.05$ ). 오픈공격의 경우에는 공격수 이마를 기준으로 할 경우에 공격의 성공시에는 오른쪽으로 약 148cm, 47cm 정도 전방에, 그리고 약 205cm 위에 공이 위치했을 때 점프하는 것으로 나타났다. 실패시에는 각각 약 111cm 오른쪽과 50cm 앞, 그리고 178cm 정도 위에 있을 때 점프하는 것으로 나타났다. 이에 대한 차이를 비교해 본 결과에서 세 가지 요인 모두 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $P>0.05$ ).

이와 같은 결과로 볼 때, 공격수가 점프하는 순간 공과의 상대적 위치는 공격의 결과에 영향을 미친다고 할 수 없다. 이러한 결과는 세터와 공격수 모두 고도로 훈련된 엘리트 선수들이기 때문에 거의 일정한 위치에서 공격을 수행할 수 있는 능력을 지녔기 때문인 것으로 판단된다. 성공했을 경우에 실패했을 경우에 비해 앞뒤거리는 비슷하게 나타났지만, 좌우거리와 높이 차이에서 보다 크게 나타났음을 알 수 있다. 이는 오픈공격의 경우 A 속공에 비해 보다 강한 공격을 해야 하기 때문에 힘을 발휘할 수 있는 공간을 확보하기 위한 노력의 결과라고 판단된다.

## 2) 스파이크시 공과의 상대적 위치

스파이크시 공격수를 기준으로 한 공의 위치를 알아보기 위해서 공격수의 이마에 대한 공의 상대적 위치를 분석하였다. 공격수의 이마를 기준으로 하여 공과의 좌우위치와 앞뒤거리, 그리고 높이 차이를 분석하였다. 이에 대한 분석결과는 <표 7>과 같다.

<표 7>과 같이 A 속공의 성공시 스파이크를 하는 순간 공격수의 이마로부터 약 19cm 오른쪽, 약 48cm 정도 앞과 58cm 정도 위에 공이 위치하는 것으로 나타났다. 실패시에는 약 19cm 오른쪽, 약 42cm 정도 앞과 53cm 정도 위에 공이 위치하는 것으로 나타났다. 이들에 대한 독립 t-test 결과 성공과 실패시 유의한 차이가 나타나지 않았다( $P>0.05$ ). 오픈공격시에는 성공시 스파이크를 하는 순간 공격수의 이마로부터 약 33cm 오른쪽, 약 16cm 정도 앞과 그리고 52cm 정도 위에 공이 위치하는 것으로 나타났다. 실패시에는 약 35cm 오른쪽, 약 24cm 정도 앞과 60cm 정도 위에 공이 위치하는 것으로 나타났다. 이들에 대한 독립 t-test 결과 성공과 실패시 유의한 차이가 나타나지 않았다( $P>0.05$ ).

표 7. 공격수의 스파이크순간 공격수 이마에 대한 공의 위치

단위(cm)

	성공			실패		
	X (좌우거리)	Y (앞뒤거리)	Z* (높이차이)	X (좌우거리)	Y (앞뒤거리)	Z* (높이차이)
A 속공	19±19	48±18	59±9	19±12	42±12	53±14
오픈 공격	33±27	16±14	52±15	35±18	24±17	60±15

이와 같은 결과로 볼 때, A 속공시 공격수를 기준으로 한 공의 접촉 위치는 공격 성공에 영향을 미친다고 할 수 없다. 즉 A 속공시 공격수를 기준으로 한 타점 위치는 대부분 일관되게 유지한다고 할 수 있다. 이는 남자선수들을 대상으로 한 연구의 결과와도 일치하는 것으로 나타났다. 따라서 A 속공시에는 오픈공격에 비해 비교적 약하면서 빠르게 공격을 해야 하기 때문에 공과 접촉하는 위치 보다는 접촉하는 시점이 공격 성공을 위해 더욱 중요한 요인으로 생각된다. 오픈공격시 공격수를 기준으로 한 공의 접촉 위치는 공격 성공에 영향을 미친다고 할 수 없다. 이는 남자선수들을 대상으로 연구한 선행연구와도 일치하게 나타났다.

한편, A 속공과 비교해 볼 때, 높이 차이는 유사하지만, 좌우거리에서는 크고 반대로 앞뒤거리에서는 짧은 지점에서 공을 접촉하고 있음을 알 수 있다. 이는 오픈공격의 경우 공격수가 코트 외곽에서 안쪽으로 들어오면서 공격하는 경향을 보이기 때문인 것으로 생각된다. 또한 A 속공의 경우에는 보다 빨리 공을 처리해야 하므로 공을 보다 앞에 두고 공격이 이루어지지만 오픈공격의 경우에는 최대한 자신의 몸 쪽에 가깝게 위치시킨 다음 공격을 수행하기 때문인 것으로 생각된다.

### 6. 오픈면적

오픈면적은 세터가 블로킹을 피해 세트해 주는 능력과 공격수의 공격 수행 능력, 그리고 보조공격수의 속임수 동작 등의 결과와 같이 공격하는 팀 선수들의 유기적인 수행의 결과라고 할 수 있다 (이기철, 1998). 따라서 이러한 측면에서 공격수의 공 접촉 순간 네트와 블로킹에 차단되지 않고 상대방 코트에 공격할 수 있는 오픈된 면적을 계산하였다. 이에 대한 분석 결과는 <표 8>과 같다.

표 8. 스파이크 순간에 형성된 오픈면적

단위(m<sup>2</sup>)

	성공	실패
A 속공*	60±7	31±15
오픈 공격*	46±6	25±7

<표 8>에서 보는 바와 같이, 오픈면적은 A 속공의 성공시 약  $60\text{m}^2$ , 실패시 약  $31\text{m}^2$ 로 나타났다. 오픈공격시에는 성공시 약  $46\text{m}^2$ , 실패시 약  $25\text{m}^2$ 로 나타났다. 오픈면적과 공격 수행 결과의 관계를 알아본 결과 공격가능 면적의 크기가 A 속공과 오픈공격 모두의 수행에 영향을 미치는 것으로 나타났다( $P < 0.001$ ).

이와 같은 결과로 볼 때, 공격 성공을 위해서는 A 속공과 오픈공격 모두 오픈면적이 중요한 요인임을 알 수 있다. 이는 남자선수들을 대상으로 한 연구의 결과(이기청, 1988, 2000, 2003)와도 일치하였다. 스파이크시 오픈면적이 넓을수록 성공의 확률이 높기 때문에 세터의 기량 향상과 기타 여러 선수들의 조직적인 플레이가 뒷받침되어야 할 것으로 생각된다.

한편, A 속공시 공격가능 면적이 비교적 넓은데도 불구하고 실패하는 것으로 나타난 것은 공을 빠르게 처리해야 하기 때문에 블로킹을 피할 시간적 여유가 없고, 또한 피할 수 있는 각도도 상대적으로 작아 블로킹이 한 명이라도 정확한 타이밍에 이루어진다면 성공할 확률이 적다는 의미로 해석된다. 따라서 중앙 블로커는 항상 상대방 속공 선수를 마크한 후, 다른 공격이 이루어졌을 경우 다음 블로킹에 신속히 참여할 수 있는 능력을 기르도록 해야 할 것이다. 이와는 반대로 오픈공격의 경우에는 블로킹이 한 명 정도가 참여하게 되면 공격을 거의 성공시킬 수 있는 능력을 지니고 있다고 할 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 국내 성인여자배구 경기를 대상으로 공격의 주요 수단으로 수행되고 있는 A 속공과 오픈공격을 대상으로 성공과 실패시의 차이를 알아보려고 하였다. 3차원 영상분석을 위해 2대의 비디오카메라를 사용하여 코트 전체를 촬영하였다. 촬영한 영상을 이용하여 DLT 기법으로 선수들과 공의 3차원 좌표를 계산한 후, 운동학적 변인들을 분석하였다.

연구결과, 공격수가 공격을 하기 위해서 점프하는 순간과 스파이크 하는 순간의 볼의 높이와 오픈면적이 공격수행에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 이 중에서 오픈면적은 단순히 세터나 공격수의 능력에 의해 결정되는 요인은 아니다. 따라서 오픈면적을 크게 하기 위해서는, 비록 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않은 변인들도 있지만, 리시버, 세터, 보조 공격수, 주 공격수 등이 성공시에 나타난 수행을 참고하여 효율적으로 연습하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

한편, A 속공시에는 블로킹이 한 명도 없는 상태에서 공격을 할 수 있도록 하고, 오픈공격시에는 2명 이상의 블로킹이 되지 않도록 하는 것이 성공을 위해 중요한 요인으로 생각된다. 즉 수비의 측면에서는 상대의 A 속공에 대비해 한명 정도의 블로커를 전담시켜야 하고, 속공이 아닌 오픈공격이 수행될 경우에는 빨리 오픈공격의 블로킹에 참여할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 훈련해야 할 것으로 생각된다.



## 참고문헌

- 엄한주 (1997). 배구 경기 기술 및 전략·전술에 관한 고찰 - 팀 수비 형태의 종류와 역할. *스포츠과학*, 61, 63-72.
- 유석철, 김남성,곽정구, 윤성원 (1987). '88 서울올림픽 대회를 대비한 우수국가 팀의 전력분석. 한국 스포츠과학연구소 연구보고서 II.
- 이기청 (1998). 배구경기의 팀 공격 수행능력과 개인 동작 특성과의 관계. 미간행 박사학위논문. 서울대학교 대학원.
- 이기청 (2000). 남자 배구 경기의 A 속공 수행에 영향을 미치는 요인 분석. *한국체육학회지*, 39(2), 548-557.
- 이기청, 신인식, 최희남 (2000). 남자 배구 경기의 C 속공 수행에 영향을 미치는 요인 분석. *한국체육학회지*, 39(3), 635-643.
- 이기청 (2001). 남자배구 선수들의 공격 수행 능력 평가. *한국운동역학회지*, 10(2), 35-46.
- 이기청, 이종경, 천영진 (2003). 배구경기에서 팀 공격 성공을 위한 선수들의 수행특성 평가. *한국운동역학회지*, 13(3), 241-252.
- 최희남, 윤성원 (1986b). High speed V.T.R을 이용한 세계 상위팀의 배구 스파이크 및 서비스 볼의 스피드 분석. *제 24 회 한국체육학회 하계학술발표회*. 75-80.
- Arial, G. B. (1984). Three-dimensional computerized formation analysis for team sports. *Abstract of Biomechanical Research United States Olympic Committee*, 117-119.
- Cox, R. H. (1974). Relationship between volleyball skill components and team performance of men's Northwest "AA" volleyball teams. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 45(4), 441-446.
- Eom, H. J., & Schutz, R. W. (1992a). Transition play in team performance of volleyball : A log-linear analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(3), 261-269.
- Eom, H. J., & Schutz, R. W. (1992b). Statistical analyses of volleyball team performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(1), 11-18.
- Kao, S. S., Sellens, R. W. & Stevenson, J. M. (1994). A Mathematical model for the trajectory of a spiked volleyball and its coaching application. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 95-109.
- Nishijima, T. & Matsuura, Y. (1988). Contribution of the player in reference to his position to the game performance in volleyball. *Paper presented at 1988 Seoul Olympic Scientific Congress*, Korea.

- Shin, I. S., Kwak, C. S., Lee, K. C., Kang, J. H., Lee, Y. S., Moon, Y. J., Hong, Y. H., Kim, K. H., & Chun, Y. J. (1997). Evaluation of the team offensive performance in volleyball using three-dimensional analysis. *서울대학교 사대논집*, 55, 135-146.
- William, W. C., & Peter, F. (1984). Video record of foreign competition U.S.A. men's volleyball. *Abstract of Biomechanical Research United States Olympic Committee*, 114-115.

투 고 일 : 2005. 02. 15

심 사 일 : 2005. 02. 23

심사완료일 : 2005. 02. 28