



한국운동역학회지, 2003, 제13권 3호, pp. 241-252
Korean Journal of Sport Biomechanics
2003, Vol. 13, No. 3, pp. 241-252

배구 경기에서 팀 공격 성공을 위한 선수들의 수행 특성 평가

이기창* · 이종경** · 천영진*** (춘천교육대학교* · 경기대학교** · 서울대학교***)

ABSTRACT

Evaluation of performance characteristics in the success of team attack during volleyball game

Lee, Ki-Chung* · Lee, Jong-Kyung** · Chun, Young-Jin***
(Chuncheon National University of Education*
Kyonggi University** · Seoul National University***)

K. C. LEE, J. K. LEE, Y. J. CHUN. Evaluation of Performance Characteristics in the success of Team attack during Volleyball game. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 13, No. 3, pp. 241-252, 2003. The purpose of this study was to evaluate performance characteristics in the success of team attack during volleyball game. Three dimensional analysis was performed with games of business teams. Analyzed variables were followed by the movement distance of a setter when A-quick was occurred, the position during the spike, the possibility area during the attack, the

이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2002-037-G00027)
2003년 10월 31일(금) 접수

* Corresponding author, 200-763, 강원도 춘천시 석사동 339번지 춘천교육대학교 체육과
연락처 : chung@cnue.ac.kr, Tel : 019-208-3759

** 교수, 443-760, 경기도 수원시 영통구 이의동 산 94-6 경기대학교 체육학부

*** 대학원생, 151-742, 서울시 관악구 신림동 산 56-1 서울대학교 체육교육과 운동역학실

right and left distance of the assistance attacker, the distance between attacker and blocker, and the distance between blockers each others.

1. It is recommended that the movement distance of the setter be decreased in order to make stable set condition.
2. In order to make one person blocking, the formation was to be consisted of the right and left formation which was associated with the progressive attack performance of the assistance attacker.
3. It is useful to widen attack area. Also it is necessary to improve the enhancement of passing the ball against the blocking of an opponent player.

Finally, 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.

KEYWORD : VOLLEYBALL, PERFORMANCE, A-QUICK, ATTACK AREA

I. 서 론

운동역학 분야의 주요 연구 과제 중 하나로서 영상분석을 통한 경기력 향상에 있다. 따라서 적절한 연구가 수행된다면 경기를 풀어가는 데 중요한 요인들에 대해서 과학적인 근거를 제시해 줄 수 있을 것으로 판단된다. 이를 위해서는 종목의 특성에 따라 선수 개인의 동작과 팀 전체의 움직임, 그리고 상대편의 움직임 등을 포함한 포괄적인 분석이 이루어져야 한다.

대부분의 구기 경기는 수비하는 상대방의 움직임에 따라 여러 가지 상황이 일어나게 되므로 그에 따른 최적의 수행을 경기에 적용하기에는 어려움이 따른다. 이러한 이유들로 인해서 최근까지의 연구들은 주로 개인의 동작을 분석하고, 이를 기술해주는 정도에 그치고 있어 현장 적용성이 떨어졌다. 배구 경기는 몇 가지 공격의 형태가 정형적으로 구사되므로 다른 경기에 비해 이들의 관계를 비교적 용이하게 알아볼 수 있을 것으로 판단된다.

지금까지의 선행연구들을 살펴보면, Cox(1974)는 배구 경기에서 서브, 서브 리시브, 세팅(setting), 스파이크, 스파이크 수비, 프리볼 패싱(free ball passing) 등과 같은 기술 요인들과 팀 수행과의 관계를 알아보았고, Nishijima와 Matsuura(1988)는 경기 수행 시 팀 내의 위치별 선수의 기여도를 연구하였다. Arial(1984)은 25가지의 방어 전술을 선별하여 연구하였고, William과 Peter(1984)는 1981~1984

년 동안 미국 국가 대표팀이 외국팀과 경기한 모든 내용을 비디오로 기록하여 상대팀을 평가하였으며, Kao, Sellens, 및 Sterexson(1994)은 최적 스파이크 지점에 대해 보고했다.

Eom과 Schuts(1992a)는 전이플레이를 1차와 2차로 구분해 이를 팀 순위와 경기 결과에 따라 두 집단으로 분류하여 분석하였고, 또한 남자 국제경기의 팀플레이 특성의 조사에서 게임의 승패를 가장 잘 예측할 수 있는 변인이 공격 과정과 역공 과정 시 블로킹과 스파이크라고 하였다(1992b). 유석철, 김남성, 곽정구, 및 윤성원(1987)은 수비 및 서브 리시브 형태, 공격·수비 전술, 서브 속도 및 낙하지점에 대해 분석하여 이에 대한 훈련 방법을 제시하였다.

Shin 등(1997)은 실제 경기를 대상으로 영상분석을 실시하여 선수들의 움직임과 공격 결과와의 관계를 규명하려는 시도를 하였다. 또한 국내 실업팀간의 두 경기를 영상분석하여 팀 공격에 대한 선수 개인의 기여도(이기청, 1998), A 속공(이기청, 2000)과 C 속공의 성공요인(최희남, 신인식, 이기청, 2000), 그리고 남자배구선수들의 공격수행 능력을 평가하는 연구(이기청, 2001)를 하였다. 이 연구들에서는 공격 수행의 성공을 위한 요인으로 각각 리시브 정확도와 공격가능면적만이 영향을 미친다고 하였다. 그러나 이 분야에 대한 연구는 아직까지도 시작 단계에 불과하였으므로 자료의 제한성과 실험 방법의 문제 등으로 인해 충분한 결론을 제시해주지 못하였다.

이에 본 연구는 배구 경기에서 팀 공격을 성공시키기 위하여 선수들의 수행 특성을 세분화하여 평가함으로써 성공적인 경기 수행을 위한 각 상황별 선수들의 수행 정도에 대해 정량적인 자료를 제공하는 데에 있다. 나아가 이러한 연구 방법은 배드민턴, 테니스, 축구, 하키 등 여러 구기 종목에도 적용이 가능하기 때문에 여러 경기 종목의 경기력 향상에 많은 도움이 되리라 생각한다.

II. 연구 방법

1. 연구 내용

본 연구의 목적은 배구 경기에서 팀 공격 성공을 위한 선수들의 수행 특성을 평가하는 데 있다. 이를 위하여, 리시버, 세터, 공격수, 보조공격수 2명, 블로커 2명 등의 역할을 평가할 수 있는 운동학적인 변인들을 다음과 같이 설정하여 그 결과를 산출하였다.

- 1) 리시버의 수행능력 평가 요인으로 리시브와 세트 시 세터의 이동 거리를 산출하였다.
- 2) 세터와 공격수의 수행능력 평가 요인으로 스파이크 시 공의 접촉 위치와 공격가능면적을 산출하였다.
- 3) 보조공격수의 수행능력 평가 요인으로 세트 시 보조공격수 간의 좌우 거리를 산출하였다.

- 4) 블로커의 수행능력 평가 요인으로 세트 시 공격수와 블로커와의 거리와 2명의 블로커 사이의 거리를 산출하였다.

2. 연구 방법

1) 자료 수집

본 연구를 위하여 촬영한 경기는 실업팀간의 경기 중 1경기를 대상으로 A 속공의 공격만으로 제한하여 분석하였다. A 속공은 가장 빠른 시간에 이루어지는 공격으로 어느 한 선수의 능력보다는 공격을 하는 모든 선수들이 유기적으로 움직여야만 성공할 수 있는 공격 형태이다. 3차원 영상 분석을 위하여 비디오카메라 4대와 녹화기, 그리고 모니터를 사용하였다. 경기 상황의 녹화를 위해서 S-VHS 용 비디오테이프를 사용하였고, 녹화되고 있는 비디오테이프에 시각 정보를 나타내기 위해 시각 코드 발생기를 사용하였다.

통계점들의 3차원 좌표 설정을 위해 길이 300cm인 기준척 8개를 코트의 양쪽 끝 모서리와 이로부터 중앙선쪽으로 6m 떨어진 지점(공격 라인)에 수직으로 설치한다. 카메라는 경기장 관중석 맨 위의 통로에 설치하여 2대는 경기장 전체를 촬영하고, 나머지 2대는 공격 라인 안쪽을 촬영하였다.

2) 자료 분석

비디오 분석기와 연결된 분석용 모니터를 이용해 촬영된 영상에서 통계점, 선수, 그리고 공을 좌표화하였다. 공격수, 세터, 보조 공격수 2명의 머리 좌표와 블로커 2명의 머리와 손끝, 공은 중심의 한 점만을 좌표화하였다. 3차원 좌표의 계산에는 DLT 기법을 이용하였다.

리시브의 정확도를 평가하기 위해서 세터가 세트를 하기 위해 처음 위치한 지점으로부터 실제 세트한 위치까지의 세터가 움직인 직선거리를 분석하였다. 세터와 공격수의 수행특성을 알아보기 위해서는 공격수의 공 접촉 위치와 공격가능면적을 분석하였고 블로커의 수행특성을 알아보기 위하여 공격수와 세트 시 실제 블로킹에 참가한 선수와의 거리, 2명의 블로커 사이의 거리를 산출하였으며, 보조공격수의 수행특성을 알아보기 위하여 보조공격수의 좌우 방향의 거리를 분석하였다. 두 좌표값 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) 사이의 거리는 (식 1)로 계산하였다.

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (\text{식 1})$$

공격수가 스파이크를 하는 순간에 형성되는 공격가능 면적은 <그림 1>과 같다. 여기서 공격가능 면적은 A, B, C의 면적을 합한 면적이다. 공이 네트에 차단되지 않으면서 최소 높이로 통과해 상대 코트에 낙하하는 Y축의 위치는 공의 높이(Z)와 네트로부터 떨어진 거리(Y)에 의해 결정된다. 공이 낙

하하는 Y축의 위치는 (식 2)로 계산하였다.

$$Y = \frac{(Y_{ball} - 300) \times (Z - 243)}{(Z_{ball} - 243)} + 300 \quad (\text{식 2})$$

한편, 블로커의 손을 최소 높이로 통과해 상대 코트에 직선으로 떨어지는 위치(Y)와 좌우를 최소로 통과해 떨어지는 위치(X)는 (식 3)과 (식 4)로 구하였다.

$$Y = \frac{(Y_{blocker} - Y_{ball}) \times (Z_{ball})}{(Z_{ball} - Z_{blocker})} + Y_{ball} \quad (\text{식 3})$$

$$X = \frac{(X_{blocker} - X_{ball}) \times (Z_{ball})}{(Z_{ball} - Z_{blocker})} + X_{ball} \quad (\text{식 4})$$

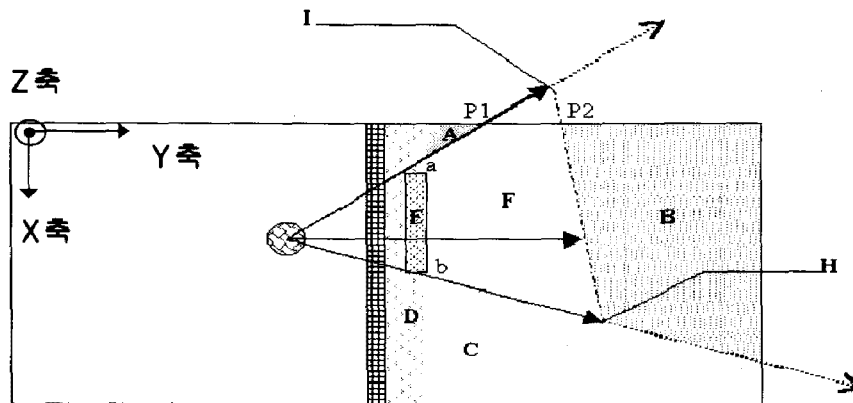


그림 1. 스파이크 시 블로킹으로 차단되는 면적(F)과 공격가능 면적 (A+B+C)

위의 결과를 토대로 성공과 실패 시 공격 수행 결과에 영향을 미치는 운동학적 요인을 비교하기 위해서 SPSS 통계 패키지(Ver. 11.5)를 이용해 독립 t-test를 실시하였다.

III. 결과 및 논의

1. 리시버의 수행능력 평가

리시버의 수행 능력을 평가하는 요인으로 리시브의 정확도를 판단하기 위하여 세트가 세트를 하

기 위한 처음 위치와 실제로 공을 세트한 지점까지 세터의 머리를 기준으로 이동한 직선 거리를 분석하였다. 그 결과 <표 1>과 같이 나타났다.

표 1. 리시브와 세트 시 세터의 이동 거리

	H팀		D팀	
	성공(n=9)	실패(n=9)	성공(n=8)	실패(n=5)
이동 거리(m)	0.87±0.59	0.63±0.36	0.71±0.46	1.14±1.20

<표 1>에서 보는 바와 같이 H팀이 성공하였을 때 0.87±0.59m, 실패하였을 때 0.63±0.36m, D팀이 성공하였을 때 0.71±0.46m, 실패하였을 때 1.14±1.20m 로 나타났다. 두 팀을 비교해보면, D팀이 성공하였을 때 세터의 평균 이동거리가 다소 짧은 것으로 나타났고, 반대로 Y팀의 경우는 성공하였을 때 평균 이동거리가 오히려 길게 나타났으나, 이에 대한 독립 t-test 결과 모두 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(p>.05).

이는 신인식 등(1997)이 공격 성공을 위해서는 세터의 이동 거리가 짧을수록 성공의 확률이 높았다는 연구와 차이가 있었다. 그러나, A 속공을 성공시키기 위해서는 세터가 위치한 지점으로 정확히 리시브를 하여 세터가 안정적으로 세트를 하는 것이 무엇보다 중요하다고 할 수 있겠다. 세터의 이동거리가 길면, 상대의 중앙블로커도 그에 따라 움직이기 때문에 블로킹을 따돌릴 수 있는 기회는 있을 수 있겠지만, 움직이면서 세트를 하게 되면 정확성이 떨어지는 단점이 있어 세터의 세트 능력이 월등히 뛰어나야만 할 것으로 사료된다.

<그림 2>와 <그림 3>은 코트 내에서의 위치를 서로 비교한 것이다. 점선의 화살표는 리시브 위치에서 세트 위치까지 공이 움직인 것을 나타내고, 실선의 화살표인 경우, 리시브할 때 세터의 위치에서 실제로 세트를 할 때까지 움직인 것을 나타낸다. <그림 2>와 <그림 3>에서 보는 바와 같이 D팀의 경우, 실선의 화살표가 H팀보다 다소 길게 그려진 것으로 보아 D팀 보다는 H팀의 리시브 정확도가 비교적 나은 것을 알 수 있다. 특히, D팀과 같이 코트의 사이드라인 주위에서 세트를 하게 되면, 2명의 블로커가 사이드 라인 주위에 모이게 되므로 보조 공격수의 역할이 무의미해지고 2명의 블로커가 블로킹에 참여할 수 있게 되어 공격 성공 확률이 떨어질 것이라 사료된다.

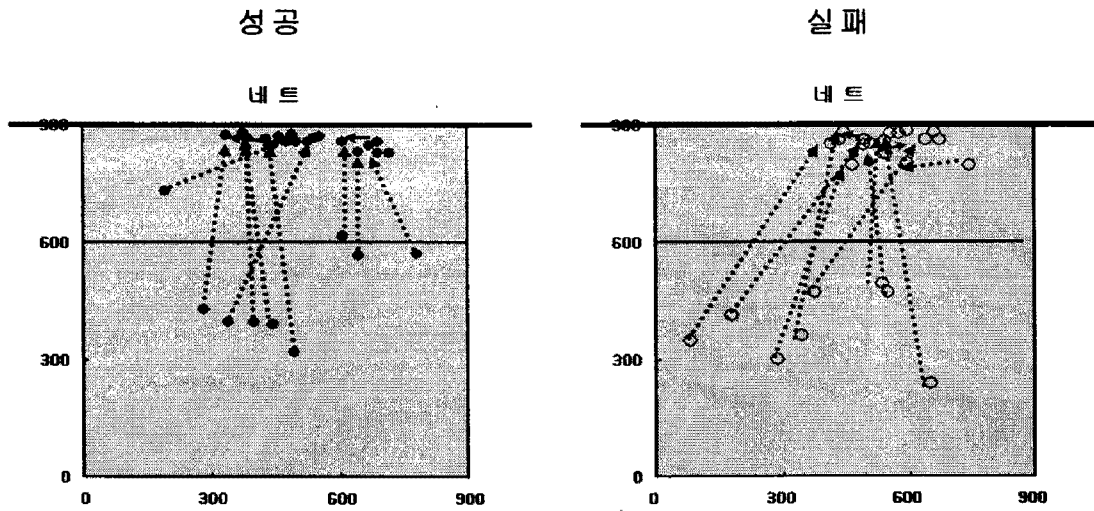


그림 2. H팀의 리시브와 세트 위치

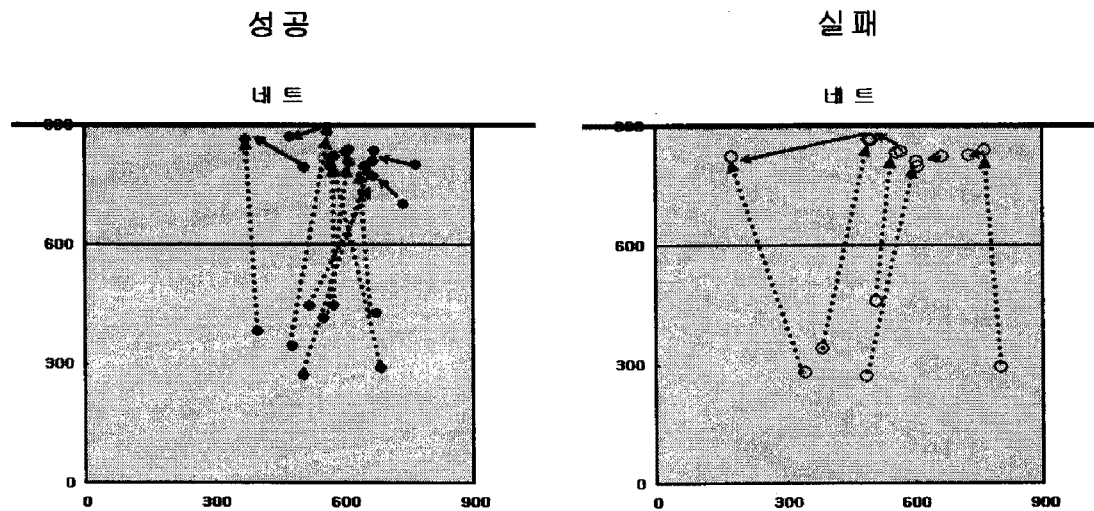


그림 3. D팀의 리시브와 세트의 위치

2. 세터와 공격수의 수행능력 평가

1) 스파이크 시 공의 접촉 위치

공격수의 공 접촉 위치와 공격 수행 결과와의 관계를 알아보기 위하여 스파이크 시 선수들의 타점 위치를 분석한 결과 <표 2>와 같이 나타났으며 코트 내의 위치 비교는 <그림 4>와 같다.

표 2. 스파이크 시 공의 접촉 위치

	H팀		D팀	
	성공(n=9)	실패(n=9)	성공(n=8)	실패(n=5)
네트중앙에서 좌우 거리 (cm)	99.0±37.7	77.8±51.8	176.1±170.9	236.2±145.4
네트와의 거리(cm)	43.8±19.4	32.1±21.0	69.2±17.3	59.4±17.3
높이(cm)	313.6±9.9	303.7±15.6	325.8±13.3	322.6±12.0

<표 2>에서 보는 바와 같이, D팀은 네트 중심을 기준으로 좌, 우로 멀리 떨어진 지점에서 공격을 한 것으로 나타났는데, 이는 리시브의 정확도가 다소 떨어진 결과라 사료된다. 반대로 H팀은 네트 중앙 부근에서 A 속공을 많이 한 것을 알 수 있다.

또한, D팀은 H팀보다 네트에서 멀리 떨어져 공격을 한 것으로 나타났는데, 네트에 너무 붙게 되면 블로커와의 거리가 가까워지므로 블로킹 당할 확률이 높아질 것이라 사료된다. 이기청(1998)의 연구에서는 약 50~60cm 정도 네트에서 떨어진 지점에서 공격한 결과와 다소 편차가 크게 나타났다. 타점의 평균 높이는 양팀 모두 성공했을 때 약간 높게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(p>.05).

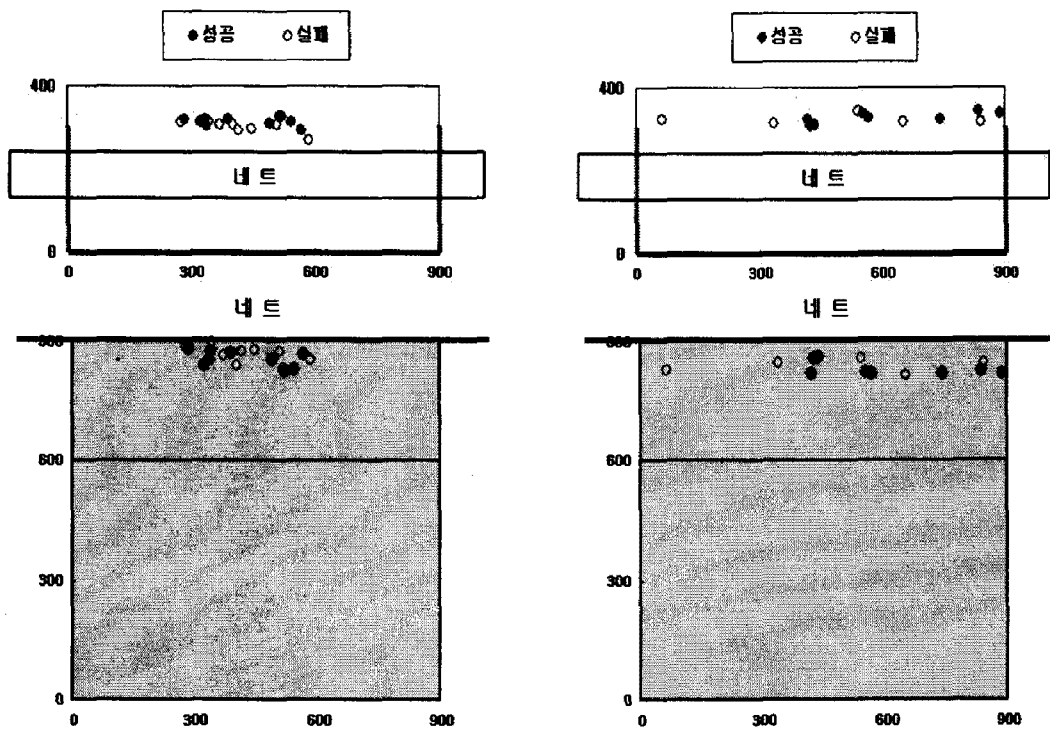


그림 4. H팀(좌)과 D팀(우)의 스파이크 위치 비교

<그림 4>는 양팀의 스파이크 위치를 코트 위에서 본 결과와 코트 정면에서 본 결과를 비교한 것이다. 그림에서도 알 수 있듯이 D팀은 좌우로 넓게 퍼져 있으며 네트와의 거리도 H팀 보다는 다소 떨어져 있다는 것을 알 수 있다. 또한 높이에서도 차이가 있어 H팀 보다는 D팀이 대체로 높은 위치에서 공격하였음을 알 수 있다.

2) 스파이크 시 공격가능면적

스파이크 시 공격가능면적을 분석한 결과 <표 3>과 같이 나타났다.

표 3. 스파이크 시 공격가능면적

	H팀		D팀	
	성공(n=9)	실패(n=9)	성공(n=8)	실패(n=5)
공격가능면적 (m ²)	60.1±12.9	57.7±25.4	60.9±3.9	61.7±6.9

<표 3>에서와 같이, H팀이 성공하였을 때 공격가능면적은 60.1±12.9m², 실패하였을 때 57.7±25.4m², D팀이 성공하였을 때 60.9±3.9m², 실패하였을 때 61.7±6.9m²로 나타났으며 성공과 실패 시의 통계적인 유의한 차이는 나타나지 않았다(p>.05).

이와 같은 결과는 공격가능면적이 공격의 성공과 실패에 영향을 미친다는 이기청(2000)의 연구와 상반된 결과를 나타내었으나 성공했을 때 결과치인 55.6±12.5m²와는 비슷한 결과를 나타내었다. 이는 A 속공 시 공격가능면적이 비슷할 경우, 1명의 블로커가 참여하더라도, 블로킹 타이밍이 정확했을 때나 상대의 수비수들이 A속공에 대비하여 전진수비를 했을 때는 실패할 확률이 높을 것이라 판단된다.

3. 보조 공격수의 수행능력 평가

상대의 블로킹을 현혹시킬 수 있다고 판단된 보조 공격수의 수행능력을 평가하는 요인으로 세트 시 두 명의 보조 공격수 사이의 좌우 방향의 거리를 산출한 결과 <표 4>와 같이 나타났다.

표 4. 보조 공격수의 좌우거리

	H팀		D팀	
	성공(n=9)	실패(n=9)	성공(n=8)	실패(n=5)
보조 공격수의 좌우거리 (cm)	995.5±199.6	815.3±316.6	603.7±219.4	746.8±49.3

<표 4>에서 보는 바와 같이, H팀이 성공하였을 때 좌우 거리는 $995.5 \pm 199.6\text{cm}$, 실패하였을 때, $815.3 \pm 316.6\text{cm}$ 로 나타났고, D팀이 성공하였을 때 좌우 거리는 $603.7 \pm 219.4\text{cm}$, 실패하였을 때 $746.8 \pm 49.3\text{cm}$ 로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($p > .05$).

위와 같은 결과로 볼 때, H팀의 성공 요인은 보조 공격수 간의 좌우 거리를 넓힘으로써, 상대의 블로커 사이의 거리를 멀게 하여, 중앙 블로커만이 블로킹을 할 수 있게 한 요인이 된다고 판단된다. 한편, D팀의 경우, A속공의 스파이크 위치가 좌우로 넓게 퍼져 있어 상대적으로 보조 공격수의 좌우 거리가 짧게 나타난 것이라 사료된다.

따라서 A속공을 할 경우, 세트 시 사이드 라인쪽으로 치우치지 않고 네트의 중앙 근처에서 하는 것이 유리하다고 판단되며, 상대의 블로커를 현혹시킬 수 있는 보조 공격수의 적극적인 공격 자세를 보여야 할 것으로 사료된다.

4. 블로커의 수행능력 평가

1) 세트 시 공격수와 블로커와의 거리

세트 시 공격수와 실제 블로킹에 참여한 선수와의 거리를 구한 결과 <표 5>와 같이 나타났다.

표 5. 세트 시 공격수와 블로커와의 거리

	H팀		D팀	
	성공(n=9)	실패(n=9)	성공(n=8)	실패(n=5)
공격수와 블로커 사이 거리 (cm)	185.5 ± 45.3	168.7 ± 36.4	186.4 ± 27.8	182.0 ± 23.7

<표 5>에서 보는 바와 같이 H팀이 세트 시 공격수와 블로커와의 거리가 성공하였을 때 $185.5 \pm 45.3\text{cm}$, 실패하였을 때 $168.7 \pm 36.4\text{cm}$ 로 성공하였을 때가 길게 나타난 것을 알 수 있고 D팀은 $186.4 \pm 27.8\text{cm}$, $182.0 \pm 23.7\text{cm}$ 로 큰 차이를 보이지 않았고 성공과 실패에서도 유의한 차이는 나타나지 않았다($p > .05$).

이와 같은 결과로 볼 때 세트 시 공격수와 블로커와의 거리는 성공과 실패에 영향을 미치지 않았다고 할 수 있다. 그러나, 두 선수 사이의 거리가 멀게 되면 블로킹을 피해서 공격할 수 있는 잇점이 있을 수 있다. 다른 한편으로는, A 속공 시 상대의 중앙 블로커가 항상 세트 주위에 서있기 때문에, 공격수와 블로킹하는 선수 사이의 거리가 먼 것도 유리하겠지만 그 보다는 상대의 블로킹 타이밍을 뺏을 수 있는 공격 즉, 상대가 블로킹에 참여하기 전에 공격이 마무리 될 수 있는 선수들의 움직임이 필요하다고 사료된다.

2) 세트 시 2명의 블로커 사이 거리

상대의 세터가 세트를 할 때 세트 주위 2명의 블로커 사이의 거리를 구한 결과 <표 6>과 같이 나타났다.

표 6. 세트 시 2명의 블로커 사이 거리

	H팀		D팀	
	성공(n=9)	실패(n=9)	성공(n=8)	실패(n=5)
블로커 사이 거리 (cm)	151.5±39.7	130.3±27.5	154.8±41.9	137.2±48.6

<표 6>에서 보는 바와 같이, D팀이 공격을 성공하였을 때 H팀의 블로커 사이 거리는 151.5±39.7cm, 실패하였을 때 130.3±27.5cm로 나타났고 H팀이 공격을 성공하였을 때 D팀의 블로커 사이 거리는 154.8±41.9cm, 실패하였을 때 137.2±48.6cm로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($p>.05$).

이와 같은 결과로 볼 때 A 속공 시 상대의 블로커 사이 거리가 넓은 것이 공격을 성공시키는 데 다소 유리하다는 것을 알 수 있어, A 속공을 하는 주공격수의 역할 뿐만 아니라, 보조공격수가 상대의 블로킹을 현혹시키는 역할이 무엇보다 중요하다고 사료된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구의 목적 배구 경기에서 팀 공격 성공을 위한 선수들의 수행 특성을 평가하는 데 있다. 이를 위하여 실업팀간의 경기를 대상으로 3차원 영상 분석을 통하여 A 속공 시 세터의 이동거리, 스파이크 시 공의 접촉위치, 공격가능면적, 보조공격수의 좌우거리, 공격수와 블로커와의 거리, 2명의 블로커 사이의 거리 등의 운동학적 변인들을 산출하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 세터의 이동거리를 짧게 함으로써, 안정적인 세트가 되도록 해야할 것이다.
2. 1인 블로킹을 만들기 위해 보조 공격수가 적극적인 공격 가담 형태를 취하는 형태인 좌우로 넓게 퍼져서 상대의 블로킹을 분산시켜야한다.
3. 가능한 한 공격가능면적을 넓혀야 하며, 이를 위해서는 상대의 블로킹을 피할 수 있는 세터의 볼배급 능력을 길러야 한다.

끝으로, 선수들의 수행 특성을 평가할 수 있는 다른 여러 가지 운동학적 변인들을 개발해야할 것이며, 상대의 공격에 대한 최상의 수비 위치에 관한 연구도 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

- 유석철, 김남성, 박정구, 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.
- _____ (2000). 남자 배구 경기의 A 속공 수행에 영향을 미치는 요인 분석. 한국체육학회지, 39(2), 548-557.
- _____ (2001). 남자배구 선수들의 공격 수행 능력 평가. 한국운동역학회지, 10(2), 35-46.
- 최희남, 신인식, 이기청 (2000). 남자 배구 경기의 C 속공 수행에 영향을 미치는 요인 분석. 한국체육학회지, 39(3), 635-643.
- 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.