



남자 프로배구 용병선수들의 스파이크 동작 분석

Analysis of Spike Motion in Male Professional Volleyball Foreigner Players

강상학*(한중대학교)

Kang Sang-Hack*(Hanzhong University)

국문요약

본 연구의 목적은 배구경기의 스파이크 동작에서 시간, 거리, 속도, 각도요인 등 제반 운동학적 변인들을 분석하여 스파이크의 과학적 훈련이나 지도에 유용한 정보를 제공하는데 있다. 대상자는 2008-2009 V-리그에 출전한 남자 용병선수 4명이다. 두 대의 고속비디오카메라를 사용했으며, 3차원 동작분석법으로 분석한 결과를 토대로 한 결론은 다음과 같다. 도약스텝의 소요시간은 .33초였으며, 안젤코 선수는 다른 선수들보다 발구름 시간을 조금 더 길게 했다. 현재 공격력에서 더 상위에 있는 안젤코와 앤더슨은 전체 스파이크 동작구간의 거리를 4m 이내로 비교적 짧게 했다. 신체중심이 최저에 이른 순간은 도약스텝에서 지지하고 있는 오른발을 왼발이 통과하는 시점이었으며, 신체중심의 최대 높이는 2.30m로 임팩트 직전에 나타났다. 신체중심의 수평속도는 도약스텝의 초반부에 4.19m/s로 가장 높았으며, 도약 직전 앞발의 지지기에 최저치에 도달하는 것으로 나타났다. 신체중심의 수직속도는 도약구간에 오른발의 접지 후 최저치에 이르렀으며, 앞발의 이지 후 최대 속도에 이르는 것으로 나타났다. 타점은 3.22m, 볼 속도는 최대 28.18m/s로 나타났다.

ABSTRACT

S. H. KANG, Analysis of Spike Motion in Male Professional Volleyball Foreigner Players. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 19, No. 2, pp. 359-367, 2009. This study was conducted to provide useful information for the scientific training of spikes and instruction, by analyzing all kinematical variants including time, distance, velocity, angle factors in spike movements of volleyball matches. The subjects were 4 foreigner players, who participated in the V-League of 2008-2009. The conclusion from this study is as follows. Time for a jumping step was .33s, and Angelko had a bit longer takeoff time than other players. In Angelko and Anderson who were leading in attack power, the whole distance of a spike motion was relatively short, less than 4m. The moment when the center of gravity reached the lowest point was when the right foot bearing weight in the jumping step was passing the left foot, and the highest point of gravity was 2.30m, which appeared just before the impact. The horizontal speed of the center of the gravity was highest as 4.19m/s at the beginning of a jumping step, and lowest at the stance phase of the fore foot just before takeoff. The vertical speed of the center of the gravity was lowest after the right foot touched the ground, and highest after the takeoff of the fore foot. Impact was 3.22m, and the highest ball speed was 28.18m/s.

KEYWORDS : PROFESSIONAL VOLLEYBALL, SPIKE MOTION, FOREIGNER PLAYER

*Corresponding Author : 강상학
강원도 동해시 지흥동 산119번지 한중대학교 예체능대학 체육학부
Tel : 016-9338-7021
E-mail : sanghack@unitel.co.kr

I. 서론

배구의 스파이크는 가장 중요한 기술 중의 하나이지만, 배구 선수들이 스파이크 기술을 마스터 하는 것도 가장 어려운 기술 중의 하나이다(Samson & Roy, 1976). 스파이크는 네트 근처로 토스한 볼을 공격수가 도움닫기와 점프를 통한 공중동작에서 팔을 스윙하여 볼을 상대 코트에 때려 넣는 것을 말한다. 스파이크는 득점을 하기 위한 최상의 기술이며, 강력한 스파이크는 배구 경기에 가장 중요한 기술의 하나로 화려하고 매력 있는 기술로서 관중들을 열광시키는 기술이다. 스파이크 동작은 도움닫기, 점프, 공중동작, 착지의 4구간으로 구성되어 있다. 이런 단계적인 기술습득으로 조화로운 스파이크를 구사할 수 있다.

배구경기에서 볼 속도에 대한 관심이 상당히 높은 편인데, 안젤코는 2008-2009 V리그 올스타전 '스파이크 서브 킹 대회'에서 최고 111km를 기록했다. 우리나라의 이형두 선수가 2005년 대회에서 최고 속도가 116km/h, 2004년 대회에서 이경수 선수가 114km/h를 기록한 이후 용병선수들에게 계속 밀려나고 있는 실정이다. 스파이크 서브가 좋은 선수들이 스파이크 공격도 잘하는 것을 기록상으로 볼 수 있다. 하지만 스파이크 서브와 달리 스파이크 공격에서는 볼의 초속이 상당히 중요한 요인으로 작용한다. 상대 블로크를 뚫고 지날 때의 볼 속도가 초속으로 볼 수 있는데, 이때의 속도가 상당히 중요한 요인으로 작용한다.

배구에 관한 선행 연구를 보면, 스파이크 공격에 관한 연구들(강상학, 2004; 금명숙, 1977; 마건일, 이환세, 1977; Davila, Espa, & Hermoso, 1994; Samson & Roy, 1976)이 진행되어 왔다. Oka 등(1976)에 의하면 스파이크 동작을 'elevation' 스타일과 'backswing' 스타일로 구분했는데, 대상자 대부분이 'elevation' 스타일을 사용했다고 기술했다. 스파이크 동작에서 지면반력에 관한 연구(이기선, 1985; 주명덕, 광창수, 1987)와 점프 동작에 관한 연구들(박홍균, 김승권, 1995; Wielki & Dangre, 1985)이 있다. 특히 Coutts(1982)의 연구에 의하면, 스파이크 공격을 위한 점프 스타일을 도약 직전에 양발이 동시에 점프를 하는 Hop 스타일과 도약 직전 앞발 쪽으로 가까이 끌어당겨서 점프하는 Step-close 스타일의

두 종류의 점프 스타일에 대한 역학적인 차이점에 대해 연구를 했다. 김철휘(1987)는 오픈 스파이크 동작, 정철수, 신인식, 광창수, 및 최규정(1990)은 배구 스파이크의 팔 동작에 대해 3차원적 분석을 했다. 그 외에 주니어 선수들(Wang, Juang, Lin, Wang & Jan, 2004)과 배구 선수들의 어깨 부상에 관한 연구(Wang, & Cochrane, 2001)가 있으며, Katsikadelli(1996)는 어택 서브를 비교 연구했고, Coleman, Benham와 Northcott(1993)은 임팩트 후 볼 속도와 운동학적 변인들과의 관계를 연구했다. 이와 같이 많은 선행연구들을 보면 실험 상황에서의 결과들이 대부분이며, 시합 상황에서는 심리적 요인이나 상대의 블로커들에 의해 많은 차이가 생기게 된다.

프로배구 리그에서 용병제를 도입한 이후 배구의 인기가 상승하고 있다. 2009년 현재 남자 용병들은 4개의 프로팀에서 한 명씩 보유하고 있다. 용병들의 강력한 서브와 스파이크 공격으로 일부 팀에서는 용병이 차지하는 비중이 너무 높은 상태이다. 따라서 팀에서 용병에 대한 의존도가 심해지면서 국내선수들의 기량이 떨어지는 결과를 가져올 수 있다는 우려의 목소리도 있다. 2008-2009 V-리그에서 정규리그의 항목별 선수 순위를 보면, 득점은 용병선수들이 모두 5위 안에 들어있으며, 공격성공률도 50%를 넘는 반면, 국내 선수들의 공격 득점이 낮은 것은 기량뿐만 아니라 용병에 밀려 공격 기회가 줄어들어 가는 것도 하나의 원인으로 볼 수 있다.

지금까지 스파이크 공격에 대한 많은 연구가 진행되어 왔지만, 최근에 팀을 좌지우지 하고 있는 용병선수들에 대한 역학적 연구나 시합 상황에서의 자료는 전무한 실정이다. 따라서 기량이 우수한 용병선수들의 스파이크 공격에 대한 철저한 역학적 연구가 선행되어야 할 필요성이 있다.

본 연구의 목적은 V-리그에서 뛰고 있는 모든 남자 용병선수 4명을 대상으로 실제 시합의 스파이크 동작을 분석해서 기량이 뛰어난 선수들의 스파이크 동작에 대한 자료를 축적하고, 스파이크의 과학적 훈련이나 지도에 유용한 정보를 제공하는데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

표 1. 신체적 특성과 공격성공률

대상자	연령(세)	신장(m)	체중(kg)	공격 성공률(%)	포지션
안젤코	26	200	100	52	R
칼 라	25	205	96	50	L
앤더슨	22	208	95	51	L
카 이	25	215	105	49	R
M	25	207	99	51	
SD	2	6	5	1	

2009년 현재 남자 프로배구팀 중 용병선수를 보유하고 있는 4팀에서 용병선수 1명씩 모두 4명을 연구의 대상으로 선정했으며, 대상자들은 모두 오른손잡이들이며 이들의 신체적 특성과 정규리그 공격성공률은 <표 1>과 같다.

2. 실험 장비 및 절차

용병선수들의 스파이크 동작을 촬영하기 위해서 2008-2009 V-리그 기간 동안 진행된 경기에서 실제 시합 장면을 촬영했다. 촬영 장비는 고속비디오카메라(HDR-FX7) 두 대를 사용했으며, 촬영속도는 초당 120프레임으로 했고, 통제점들은 시합이 끝난 후 <그림 1>과 같이 흰쪽에 놓고 먼저 촬영한 후 다른 쪽으로 통제점들을 옮겨서 촬영했다. 촬영된 스파이크 동작들 중 상대의 블로커가 두 명일 때 공격에 성공한 것을 하나만 선정해서 동작분석에 사용했다. 용병선수 4명 중 2명은 라이트, 2명은 레프트 공격수이기 때문에 그들이 선호하는 방향에서의 공격을 동작분석 자료로 사용했다.

동작 분석 구간을 <그림 1>과 같이 크게 도움닫기, 도약, 체공구간으로 나누었다. 이벤트와 동작구간은 다음과 같다.

1) 이벤트

- E1 : 임팩트 1.00초 전
- E2 : 도약구간에 오른발의 접지 순간
- E3 : 도약구간에 왼발의 이지 순간
- E4 : 임팩트 순간

E5 : 임팩트 .45초 후

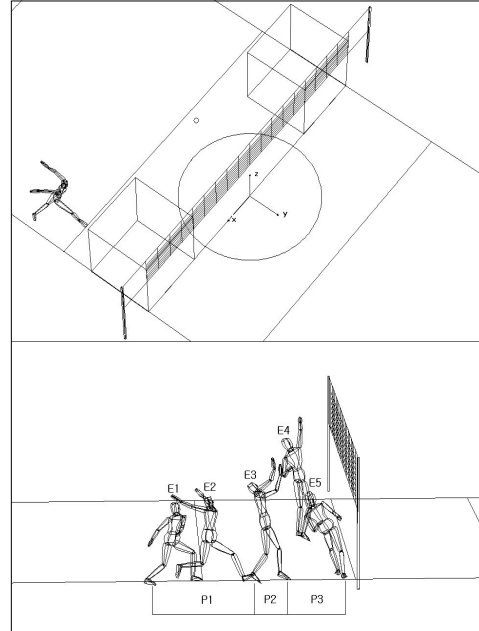


그림 1. 통제점들, 좌표계와 동작구간의 설정

2) 구간

- P1(도움닫기) : E1-E2
- P2(도약) : E2-E3
- P3(체공구간) : E3-E5

3. 자료 분석 방법

수치화 과정에서 보이지 않는 부분은 전 프레임과 다음 프레임의 동작을 비교하여 추정하였다. 포인트들의 수치화와 동기화는 디지털라이징 시스템을 사용했으며, 통제점들에 부착된 16개의 통제점들을 좌표화했다. 21개 포인트들의 좌표화시 발생할 수 있는 오차를 최대한 줄일 수 있도록 했으며, 설정된 좌표계는 3차원 절대값으로 정의했다. 본 연구에서는 좌표계를 <그림 1>과 같이 센터라인의 좌·우 방향을 X축, 전·후 방향을 Y축, 상·하 방향을 Z축으로 설정했다. 인체의 모델링은 20개의 분절점과 14개의 강체 분절로 분석하여 해부학적 경계점을 순서대로 각 프레임마다 수치화 하였다. 3차원 공간 좌표의 계산은 디지털라이징 좌표군과 실공간 좌표군으로부터 DLT방식으로 DLT 변환 계수를 산출한

후 노이즈에 의한 우연 오차를 제거하기 위해서 스무딩했으며, 차단주파수(cut off frequency)는 6.0Hz의 저역 통과필터(low-pass filter) 방법을 사용했다. 3차원 공간 좌표를 산출하는 프로그램과 제반 운동학적 변인들의 결과 처리는 Visual C++ 2008로 제작한 자료처리용 프로그램을 사용했다.

변인들 중 각도성분에 대한 정의는 다음과 같다.

- 공격각(상·하) - 임팩트 순간 볼의 위치와 0.3초 후 볼의 위치를 연결하는 벡터와 지면 사이의 각
- 공격방향(좌·우) - 임팩트 순간 볼의 위치와 0.3초 후 볼의 위치를 연결하는 xy평면 상에 투영된 벡터와 y축 사이의 각
- 상체의 기울기 - 어깨의 중앙점과 힙의 중앙점을 연결하는 벡터와 Z축이 이루는 각

III. 결과 및 논의

본 연구는 배구 경기의 스파이크 동작을 3구간으로 나누어 제반 운동학적 변인들을 분석했다. 분석한 변인들로는 도움닫기, 도약, 공중동작의 각 구간별 소요시간, 중심이동 거리와 속도, 네트 통과 전·후의 볼 속도, 각도 성분 등으로 그 결과는 다음과 같다.

1. 스텝별 소요시간과 보폭

도움닫기, 도약, 체공구간의 소요시간을 분석한 결과는 <표 2>와 같다. 도움닫기 구간은 도약구간 전의 1보로 소요시간은 평균 .24초였다. 이 도움닫기 구간에서는 양발이 동시에 공중에 떠있는 체공구간이 모든 선수들에서 나타났다. 자료 분석의 편의상 임팩트 1.00초 전부터 도약구간에 오른발의 접지 순간까지를 설정했기 때문에 도움닫기 구간은 선수들마다 차이가 있다. 하지만 전체 동작 수행 시간으로 볼 때 다른 구간의 수행 시간이 긴 안젤코의 경우엔 도움닫기 시간이 .19초로 상대적으로 짧게 나타났다. 반면, 카이는 .31초로 다른 선수들에 비해 길게 나타났다. 도약시간은 평균 .33초로 나타났다는데, 이는 점프높이에 상당히 큰 영향을 주는

표 2. 스텝별 소요시간 (unit: sec)

대상자	도움닫기	도약	체공		전체
			임팩트전	임팩트후	
안젤코	.19	.36	.46	.45	1.46
칼 라	.24	.30	.47	.45	1.46
앤더슨	.21	.35	.45	.45	1.46
카 이	.31	.30	.40	.45	1.46
M	.24	.33	.45	.45	1.46
SD	.05	.03	.03	0	0

표 3. 스텝별 보폭과 스텝거리의 비율 (unit: m)

대상자	도움닫기	도약	체공	전체	P1:P2:P3
칼 라	2.11	0.78	2.30	5.19	41:15:44
앤더슨	2.14	0.70	0.94	3.78	57:18:25
카 이	1.86	0.83	2.52	5.21	36:16:48
M	2.02	0.79	1.72	4.52	45:17:38
SD	0.13	0.06	0.81	0.79	

표 4. 신체중심의 높이 (unit: m)

대상자	최소	최대	임팩트
칼 라	1.15	2.36	2.31
앤더슨	1.10	2.30	2.28
카 이	1.23	2.31	2.28
M	1.15	2.30	2.26
SD	0.06	0.06	0.06

요인으로 작용한다. 안젤코와 앤더슨과 같이 도약시간이 긴 선수들은 다음 스텝인 체공구간이 짧아지게 된다. 반면 도약높이는 상대적으로 높게 나타났다. 상황에 따라 차이는 나타나겠지만, 안젤코 선수는 다른 선수들보다 도약시간을 조금 더 길게 해서 점프를 높게 하려는 것으로 판단된다.

점프 후부터 임팩트 전까지의 구간에 소요된 시간은 .45초, 키가 가장 큰 카이 선수가 .40초로 가장 짧게 나타났다. 도약에서 임팩트까지의 소요시간은 선수들이 볼의 위치에 따라 타이밍을 맞추어서 점프하기 때문에 신장에 따른 차이나 타점의 높이에 따라서 차이가 나게

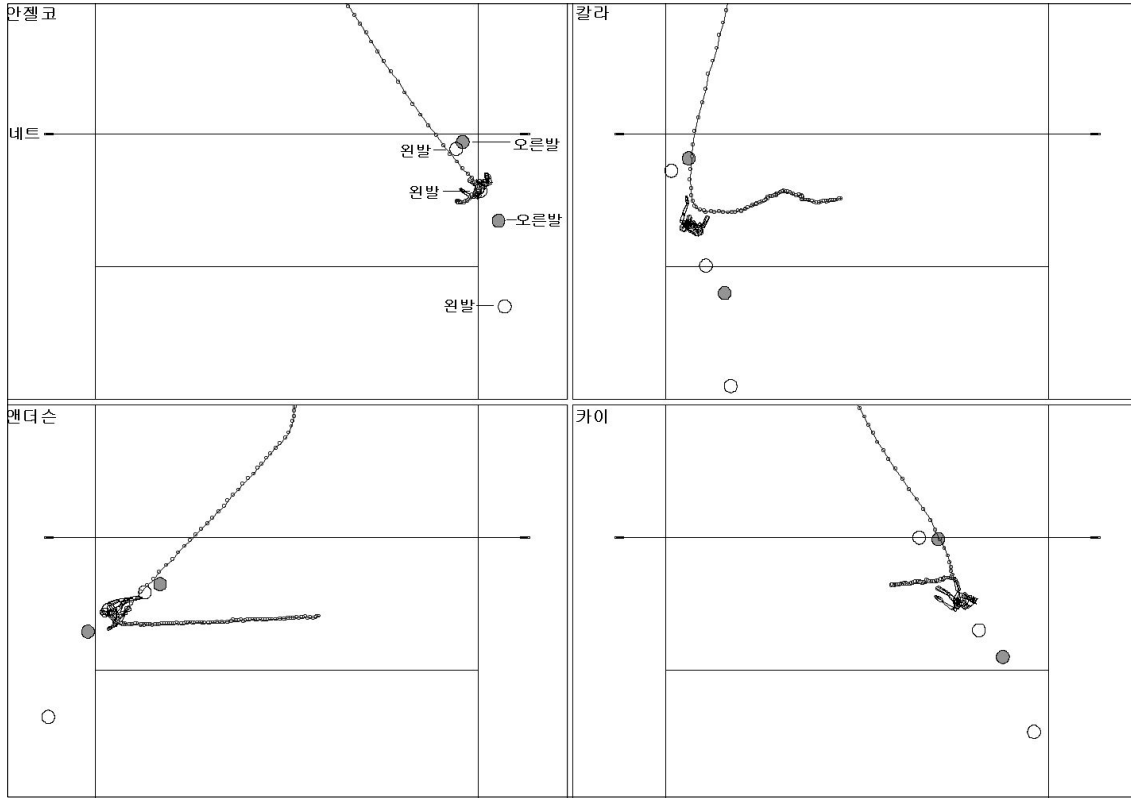


그림 2. 스텝 거리와 임팩트 위치

된다. 카이 선수는 다른 선수들에 비해 체공 동작에서 수평 이동 거리가 긴 것을 볼 수 있었다. 도움단계에서의 수평속도를 수직속도로 효율적으로 전환시키기 위해서는 임팩트전 시간이 다른 선수들처럼 조금 길어지게 하면 지금보다 도약구간에 앞발에 제동을 걸어 수직도약력을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

도움단계, 도약, 체공구간의 보폭을 분석한 결과는 <표 3>, <그림 2>와 같다. 도움단계 스텝의 보폭은 평균 2.02m였으며, 안젤코와 카이 선수는 도움단계 스텝을 짧게 하는 스타일로 나타났다. 반면, 점프를 위한 도약스텝의 보폭은 상대적으로 길게 했다. 체공구간의 보폭은 선수간 상당히 큰 차이를 보였는데, 안젤코와 앤더슨은 체공스텝이 상당히 짧고, 칼라와 카이 선수는 2m이상 상당히 긴 것으로 나타났다. 도움단계, 도약, 체공구간 전체의 거리는 평균 4.52m로 체공구간의 거리

가 긴 칼라와 앤더슨 선수가 길게 나타났다. 현재 기록상 공격력이 더 상위에 있는 안젤코와 앤더슨은 전체 스파이크 동작구간의 거리를 4m 이내로 비교적 짧게 하는 스타일로 나타났다. <그림 2>에서도 안젤코와 앤더슨은 도약에서 착지점까지의 거리가 짧게 보이는 반면, 칼라와 카이는 상당히 긴 것을 볼 수 있다.

도움단계, 도약, 체공거리의 비율은 45 : 17 : 38로 선수들 간 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 안젤코와 앤더슨은 도움단계의 비율이 높았으며, 칼라와 카이 선수는 체공거리의 비율이 높은 것을 볼 수 있었다.

2. 신체의 중심 이동

신체중심의 높이를 분석한 결과는 <표 4>와 같다. 임팩트 순간까지 신체중심의 최저치는 1.15m로 20%T을

표 5. 신체중심의 수평·수직속도 (unit: m/s)

대상자	수평			수직		
	최저	최대	임팩트	최저	최대	임팩트
안젤코	1.90	3.80	1.35	-1.15	3.85	-0.95
칼라	2.15	4.70	3.50	-0.75	4.05	-1.25
앤더슨	0.25	4.25	1.60	-1.10	4.00	-0.85
카이	1.70	4.00	3.10	-1.30	3.55	-1.05
M	1.50	4.19	2.39	-1.08	3.86	-1.03
SD	0.85	0.39	1.07	0.23	0.23	0.17

표 6. 타점과 볼 속도

대상자	타점(m)	볼 속도(m/s)	
		네트통과	최대
안젤코	3.18	29.24	30.03(후)
칼라	3.22	31.81	32.14(후)
앤더슨	3.25	17.45	20.91(전)
카이	3.24	25.26	29.62(후)
M	3.22	25.94	28.18
SD	0.03	6.27	4.97

조금 지나서 나타났다. 신체중심이 최저에 이른 순간은 대상자 모두 도약스텝에서 지지하고 있는 오른발을 왼발이 통과하는 시점에 나타났다. 체공구간에 신체중심의 최대치는 평균 2.30m로 나타났다. 이 값은 남자대학 선수를 대상으로 한 박홍균과 김승권(1995)의 결과(1.62m)보다 70cm 높게 나타났다. 칼라 선수는 2.36m로 다른 선수들보다 가장 점프력이 좋은 것으로 나타났다. 현재 개인기록의 특점과 공격에서 제일 좋은 안젤코 선수는 다른 용병선수들에 비해 최대 신체중심의 높이가 10cm 가량 낮은 것으로 나타났다. 그에 따른 임팩트 높이도 가장 낮았다. 체공구간에서 신체중심이 정점에 이른 순간 임팩트가 이루어지는 것이 아니라 약간 내려왔을 때 임팩트 이루어지는 것으로 나타났다.

신체중심의 속도 성분을 분석한 결과는 <표 5>와 같다. 신체중심의 수평속도는 도움닫기 스텝의 후반부에서 도약스텝의 초반부에 평균 4.19m/s로 가장 높게 나타났다. 칼라, 앤더슨, 그리고 카이 선수는 도약구간에 앞발의 이지 순간 수평속도가 최저치에 도달하는 것으로 나타났다. 반면, 안젤코 선수는 도약구간에 왼발이

접지하는 순간 수평속도가 최저치에 이르는 것으로 나타났다. 안젤코 선수는 도약구간의 오른발 접지시에 이미 제동을 걸어 수평속도를 다른 선수들보다 약간 빨리 줄이는 것으로 나타났다. 강력한 공격을 하기 위해서는 도움닫기 구간에서 수평 운동량을 생성해서 다음 구간에 수직 운동량으로 적절히 전환시켜야 한다(Coleman et al, 1993).

신체중심의 수직속도는 도약구간에 오른발의 접지 후 최저치(-1.08m/s)에 이르렀으며, 앞발의 이지 후 평균 3.86m/s로 최대 속도에 이르는 것으로 나타났다. 임팩트 순간 신체중심의 수직속도는 평균 -1.03m/s로 정점에 이른 후 내려오면서 타점이 형성되는 것을 볼 수 있었다. 신체중심의 수직속도는 발구름을 하는 동안 발을 통해 지면에 가해진 충격량에 비례하고, 선수의 질량에는 반비례하게 된다(이진택, 윤희중, 류재균, 2002). 도약 순간 지면에 가해지는 충격력의 크기를 증가시키기 위해서는 도움닫기 구간에 얻은 수평속도를 이용해야 하며, 도약시 수직속도는 이 수평속도를 얼마나 잘 이용하느냐에 따라 도약 높이에 결정적인 영향을 미치게 된다. 하지만 스파이크 서브와는 달리 임팩트 후에 신체가 앞으로 나가게 되면 네트에 닿게 되기 때문에 스파이크 공격에서는 적절한 수평속도가 필요한 것으로 판단된다. 또한 타점을 높이기 위해서는 수평속도를 최대한 효율적으로 수직속도로 변환시켜야 하기 때문이다. 따라서 임팩트 순간 수평속도가 빠른 칼라와 카이 선수보다 안젤코와 앤더슨 선수가 효율적으로 점프를 하는 것으로 판단된다.

3. 타점과 볼 속도

타점의 높이와 볼 속도를 분석한 결과는 <표 6>과 같다. 용병선수들의 타점은 평균 3.22m로 네트에서 거의 80cm 위에 나타났다. 타점이 가장 높은 선수는 앤더슨으로 3.25m였으나, 볼 속도는 아주 느린 것으로 나타났다. 물론 앤더슨의 공격은 상대 블로커를 피해 대각선 방향이다 보니 볼에 힘을 싣기가 어려운 자세인 듯 판단된다.

용병선수들의 볼 속도는 네트통과 순간 평균 25.94m/s로 나타났다. 최대 볼 속도는 평균 28.18m/s로

앤더슨을 제외한 선수들에게서 네트통과 후 나타났으며, 앤더슨은 네트통과 전에 나타났다. 유니버시아드 대회에 출전한 남자 대학선수들을 대상으로 한 Coleman et al, (1993)의 결과(27.0m/s)보다 약간 빠르지만, 앤더슨의 공격을 제외하면 상당히 빠른 것으로 판단된다. 현재 용병선수들 중 안젤코 선수의 공격력이 가장 좋은 것으로 나오는데 네트통과 볼 속도는 칼라 선수(31.81m/s)보다 조금 떨어지는 것으로 나타났다. 하지만 앤더슨이나 카이에 비해서는 월등히 높게 나타났다. 야구의 투구 동작이나 스파이크 서브의 볼 속도를 스피드 건으로 측정할 때 거의 초속을 재는 것을 볼 수 있다. 야구의 투구 동작에선 초속이 상당히 중요하다고 보면, 배구의 스파이크 공격에선 초속이 상당히 중요한 요인으로 판단된다. 왜냐하면 볼이 네트를 통과하는 순간 상대의 블로커에 걸리지 않으면 성공할 확률이 상당히 높기 때문이다. 2008-2009 V리그 올스타전 '스파이크 서브 킹 대회'에서 최고 111km/h를 기록한 안젤코 선수의 최대 볼 속도는 108km/h로 서브 기록과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

안젤코 선수가 칼라 선수에 비해 볼 속도가 약간 떨어지면서 공격성공률이 높은 것은 실험 결과에선 나타나지 않았지만, 블로킹의 위치와 관련해서 공격 방향이나 시합상황이기 때문에 시행횟수를 제한한 것이 한 원인으로 판단된다.

4. 관절의 각도와 공격각

관절의 각도 성분을 분석한 결과는 <표 7>과 같다. 도움닫기 스텝에서 선수들은 다리를 상당히 넓게 벌리는 것을 볼 수 있었다. 도움닫기 스텝의 보폭은 2m 정도였으며, 다리 사이각은 98도로 나타났다. 도움닫기 스텝에서 선수들은 양팔을 펴서 뒤로 힘차게 스윙함과 동시에 오른발이 앞으로 나가면서 양발이 동시에 공중에 떠있는 체공상태에 다리 사이각이 최대로 되는 것을 볼 수 있었다. 칼라 선수는 다리 사이각(93도)이 다른 선수들에 비해 좁은 편이었으며, 특히 무릎 관절을 많이 구부리는 것으로 나타났다.

체공구간에 상체의 최대 기울기는 평균 154도로 나타났다. 카이 선수는 최대 기울기가 161도인 반면, 안젤코 선수는 144도로 상체를 상당히 잘 이용하는 것을 볼

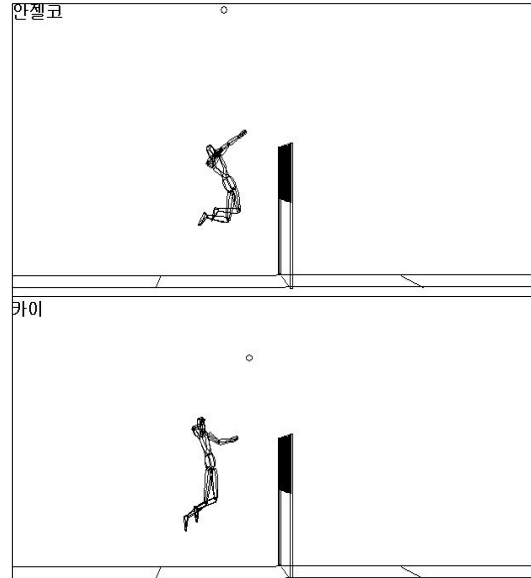


그림 3. 상체가 최대 기울어진 순간 안젤코와 카이 선수의 스파이크 자세

표 7. 도약시 관절각과 공격각 (unit: deg)

대상자	도움닫기 에최대 다리 사이각	체공구간에 상체의최대 기울기	도약구간의 원발접지시 무릎굴곡각	도약구간에 서최대우측 무릎굴곡각	공격각	
					상하	좌우
안젤코	100	144	147	95	14	-35
칼라	93	157	142	104	15	11
앤더슨	98	154	132	96	20	43
카이	100	161	136	103	21	-30
M	98	154	139	100	18	-3
SD	3	7	7	7	4	37

수 있었다(그림 3).

도약구간의 원발 접지에서 이 때까지 왼쪽 무릎은 계속 신전상태에 있었다. 원발 무릎각은 평균 139도를 유지했으며, 앤더슨 선수는 다른 선수들에 비해 가장 많이 구부리는 것으로 나타났다. 점프를 높게 하기 위해서 도약구간에 오른쪽 무릎을 구부리게 되는데, 최대 무릎각은 평균 100도로 나타났으며, 안젤코 선수가 가장 많이 구부리는 것으로 나타났다.

공격각은 평균 18도였으며, 신장에 비례해서 키가 큰 카이 선수가 가장 공격각이 큰 것으로 나타났다. 공격 방향은 레프트 공격수들 중 앤더슨은 좌우 공격각이 상당히 크게 대각선 방향으로 나타났다.

위의 자료들을 종합해 보면, 선행연구에서의 국내 프

로선수들에 비해 신장, 타점의 높이, 최대 볼 속도 등의 요인들이 상당히 높게 나타났다. 용병들 중에 안젤코 선수는 2009년 현재 득점과 공격 부문에서 가장 앞서는 것으로 나타났지만, 다른 용병들에 비해 신장, 공격각, 타점의 높이는 가장 낮게 나타났다. 반면, 최대 볼 속도는 칼라 선수보다 조금 낮았지만, 다른 선수들에 비해 상당히 높게 나타났다. 본 실험에서 나타난 운동학적 자료들만으로는 안젤코 선수 공격성공률이 높은 원인을 정확히 지적하기는 어렵지만, 다른 많은 것들이 있을 수 있다. 상대 블로커들의 위치를 파악해서 공격하는 능력이나 리그 기간 내내 좋은 체력을 유지했던 것들이 공격성공률을 높인 것으로 판단된다.

IV. 결론

본 연구는 2009년 현재 프로팀에서 뛰고 있는 용병 선수 전체 4명을 대상으로 V-리그 기간 동안 실제 시합 장면의 스파이크 동작을 분석해서 과학적인 훈련이나 지도에 유용한 정보를 제공하고자 실시했다. 본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 안젤코와 앤더슨은 전체 스파이크 동작구간의 거리를 4m 이내로 비교적 짧게 했다.
2. 안젤코와 앤더슨은 도움닫기의 비율이 높았고, 칼라와 카이는 체공구간의 비율이 높게 나타났다.
3. 신체중심이 최저에 이른 순간은 도약스텝에서 지지하고 있는 오른발을 왼발이 통과하는 시점이었으며, 신체중심의 최대 높이는 2.30m였다.
4. 신체중심의 수평속도는 도약스텝의 초반부에 최대였으며, 도약구간 앞발 지지기에 최저치에 도달했다.
5. 타점은 3.22m, 볼 속도는 네트통과 순간 25.94m/s, 최대 28.18m/s로 나타났다.

본 연구에서는 시합 상황이어서 선수들 간의 자료 비교에서 약간의 무리가 따르는 요인들이 있을 수 있었다. 볼 속도나 타점의 높이도 공격성공률에 중요한 요인이지만, 본 실험에서 분석하지 못한 요인으로 블로커

들의 손의 위치에 대한 스파이크 공격의 방향도 또 다른 요인으로 생각된다.

참고문헌

- 강상학(2004). 배구 스파이크의 운동학적 분석. *한국체육학회지*, 43(3), 769-777.
- 금명숙(1997). 여자 배구 스파이크시 목적타의 거리가 신체 분절의 운동학적 요인에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문. 한국체육대학교 대학원.
- 김철휘(1987). 배구 경기의 오픈 스파이크 동작에 대한 생체역학적 분석. 미간행 석사학위논문. 인천대학교 대학원.
- 마건일, 이환세(1977). 배구 Straight spike의 동작분석. *국민체육진흥공단 체육과학연구원 스포츠과학연구소 논집*, 14(1), 7-18.
- 박홍균, 김승권(1995). 배구 스파이크의 도움닫기와 발구름 동작이 도약높이에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 34(3), 339-353.
- 이기선(1985). 배구 스파이크시 반력에 관한 연구. 미간행 석사학위논문. 서울대학교 대학원.
- 이진택, 윤희중, 류재균(2002). 남자 높이뛰기 마지막 3보와 발구름 동작의 운동학적 분석. *한국체육학회지*, 41(4), 591-599.
- 정철수, 신인식, 광창수, 최규정(1990). 배구 스파이크의 팔동작에 대한 3차원적 분석. *체육과학논총*, 1(1), 113-155.
- 주명덕, 광창수(1987). 배구 스파이크 점프에 대한 운동역학적 연구. *서울대학교 체육연구소 논집*, 8(1), 53-60.
- Chung, C. S.(1988). *Three-dimensional analysis of the shoulder and elbow joints during the volleyball spike*. Unpublished doctoral dissertation. Indiana University.
- Coleman, S. G. S., Benham, A. H., & Northcott, S. R. (1993). A three-dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike. *Journal of*

- Sports Science*, 11, 295-302.
- Coutts K. D.(1982). Kinetic differences of two volleyball jumping techniques. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(1), 57-59.
- Davila, M. G., Espa, A. U., & Hermoso, V. S.(1994). Biomechanical analysis of the hit in the volleyball spike. *Journal of Human Studies*, 1994(26), 35-49.
- Katsikadelli, A.(1996). A comparative study of the attack serve in high-level volleyball tournaments. *Journal of Human Movement Studies*, 30, 259-267.
- Oka, H., Okamoto, T., & Kumamoto, M.(1976). Electromyographic and cinematographic study of the volleyball spike. *Biomechanics V-B*, 326-331.
- Samson, J., & Roy, B.(1976). Biomechanical analysis of the volleyball spike. *Biomechanics V-B*, 332-336.
- 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), 35-141.
- Wielki, C. & Dangre, M.(1985). Analysis of jump during the spike of volleyball. *Biomechanics IX-B*, 438-442.

투 고 일 : 04월 28일

심 사 일 : 05월 12일

심사완료일 : 06월 19일