



## 테니스 양손 백핸드 스트로크 스윙자세의 운동학적 분석

### A Kinematic Analysis of Two Hand Backhand Stroke Swings in Tennis

강상학\* (한중대학교) · 손원일(강원대학교)

Kang, Sang-Hack\* (Hanzhong University) · Son, Won-Il(Kangwon University)

---

#### ABSTRACT

S. H. KANG, and W. I. SON, A Kinematic Analysis of Two Hand Backhand Stroke Swings in Tennis. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 17, No. 1, pp. 41-52, 2007. The present study analyzed the two hand backhand stroke motion of six female high school tennis players who won the championship at the National Athletic Meeting in 2006, and drew conclusions as follows. The open angle of the racket at the moment of impact was 90 degree without significant difference among the players, making a wide contact between the ball and the racket. The racket angle was 43 degree at take back and 91 at impact, showing a style of holding the racket rather upright in general. In back swing from the top to the impact, the shoulders and the hips turned by 97 degree and 40 degree, respectively. At the moment of impact, the height of the impact was 54%H, and the position of the impact was 10%H ahead of and 37%H left from the central axis of the body. The right hand made a continental grip and the left hand made a Western or semi Western grip. Through the entire swing motion, the grip angle of the left hand was smaller than that of the right hand, and those who maintained a large grip angle of the right hand at the moment of take back put the racket head slightly farther from the body. In the swing of the racket head from the lowest point to the impact, the vertical length of movement was 11%H and the horizontal length of movement was 60%H, quite long.

KEYWORDS: TENNIS, TWO HAND BACKHAND STROKE

---

## I. 서론

테니스 경기 기술 중에서 백핸드 스트로크는 선수들의 선호도에 따라 한손과 양손을 혼용하여 기술을 수행하고 있다(소재무와 서진희, 2005). 한손 백핸드 스트

로크가 테니스의 초창기인 1870년대부터 사용되어 온 데 비하여 양손 백핸드 스트로크는 1930년대에 와서야 비로소 알려지게 되었다. 서구의 경우 1970년부터 보그, 코너즈, 에버트, 오스틴 등의 선수가 양손 백핸드 스트로크를 사용하여 세계적으로 각광을 받았다(유국중, 서국웅, 윤양진, 이훈식, 정미라, 서국은, 2000). 한

---

\* sanghack@unitel.co.kr

손 백핸드 스트로크에 사용되는 인체 분절들의 수는 양손 백핸드에서 동원되는 분절보다 많이 사용되는데, 이로 인해 한손 백핸드 스트로크는 양손 백핸드보다 더욱 복잡한 과정을 거치게 되므로 정확성에서 벗어나기가 쉽다(Groppel, 1992). 여자 선수들이 주로 양손 백핸드를 많이 사용하였으나, 요즘 테니스 백핸드 스트로크의 세계적인 추세는 남녀 모두 양손 백핸드가 주도하고 있으며, 오른손과 왼손의 이점을 최대한 살리는 양손 백핸드의 장점은 안정감과 파워에 있다고 할 수 있다.

양손 백핸드에서 볼을 두텁게 임팩트하기 위해서는 무엇보다도 테이크백이 중요하다. 예전에는 백스윙을 할 때 라켓을 몸에 감는 듯한 스타일이 유행하였으나, 지금은 라켓을 직선으로 그리고 앞으로 피니시 하기 위해서 몸에서 라켓을 떨어뜨려 테이크백을 하는 유형이 주류를 이루고 있다. 한편, 양손 백핸드 스트로크는 왼손 주도형과 오른손 주도형이 있지만 세계적인 흐름은 이미 왼손 주도형이 지배하고 있다. 왼손 주도형은 왼손으로 치는 포핸드라고 볼 수 있으며, 오른손을 덧 붙여서 스윙을 하게 되면 한손을 사용할 때보다 훨씬 강력한 스트로크를 구사할 수 있게 된다.

테니스 스트로크에 관한 국내의 선행 연구로는 한손 백핸드 스트로크의 동작 분석에 관한 연구(서정진, 1986; 김재필, 1992), 한손과 양손 백핸드 스트로크의 비교 분석에 관한 연구(이정명, 1992; 김찬경, 1992; 이훈식, 1993; 유국종 외 5명, 2000; 소재무와 서진희, 2005; 최지영과 신제민, 2005), 양손 백핸드 스트로크의 탑스핀 드라이브 동작에 관한 연구들(김현수, 2003; 김성섭, 2000)이 진행되어 오고 있다. 국외의 연구는 테니스 스트로크에 관한 연구(Hatze, 1976; Hensley, 1979; Grabiner, Groppel, & Campbell, 1983; Van Gheluwe, 1983; Elliott, Marsh, & Overheu, 1989; Knudson & Roberts, 1990; Woo & Champman, 1992; Sprigings, Marshall, Elliott & Jennings, 1994; Elliott, Takahashi & Noffal, 1997)는 활발히 진행되었지만, 양손 백핸드에 관한 연구는 상당히 미진한 상태이다(Groppel, 1978).

지금까지의 많은 연구들은 거의 라켓을 헤드끝과 그립끝을 연결하는 하나의 스틱으로 해서 라켓의 운동을

기술해 오고 있다. 하지만 테니스에서는 라켓면의 각도 성분들이 스트로크나 발리 등에서 상당히 중요한 요인으로 작용하기 때문에 라켓의 3차원적 각운동학에 관한 연구가 필요하다고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 2006년 전국체전에서 우수한 여자 테니스 선수들을 대상으로 양손 백핸드 스트로크에서 라켓의 스윙 각도, 스윙 궤도, 스윙자세 등의 분석을 통해 테니스 양손 백핸드 스트로크의 각운동 특성을 파악하는 데 그 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상은 2006년 전국체육대회에서 우수한 고교 여자 테니스 선수 6명으로 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

### 2. 실험방법

테니스 양손 백핸드 스트로크 동작의 촬영과 자료 분석을 위해 두 대의 고속비디오카메라(HDR-FX7), 통제틀, 컴퓨터, 동작분석용 소프트웨어 등을 사용했다. 카메라는 백핸드 스트로크 동작이 잘 보이도록 <그림 1>과 같이 설치했다. 피험자는 동작 촬영 전에 충분히 워밍업이 되어 있었으며, 볼은 테니스 지도자가 네트의 3m 후방에서 직접 라켓으로 쳐주었다. 베이스라인과 싱글 사이드라인이 교차하는 코너에 반지름 1m의 서클 속에 들어간 동작을 자료 분석에 사용했다. 피험자는 양 사이드라인의 중앙, 베이스라인 1m 후방에서 준비 자세를 취한 후 지도자가 라켓으로 쳐주는 볼을 크로스 방향의 코너에 위치한 서클 속으로 타구하도록 했다. 카메라의 촬영속도는 120frames/s, 노출시간은

표 1. 피험자의 신체적 특성

	키(cm)	몸무게(kg)	나이(yr)
M	164	55	16.8
SD	4.8	3.9	0.7

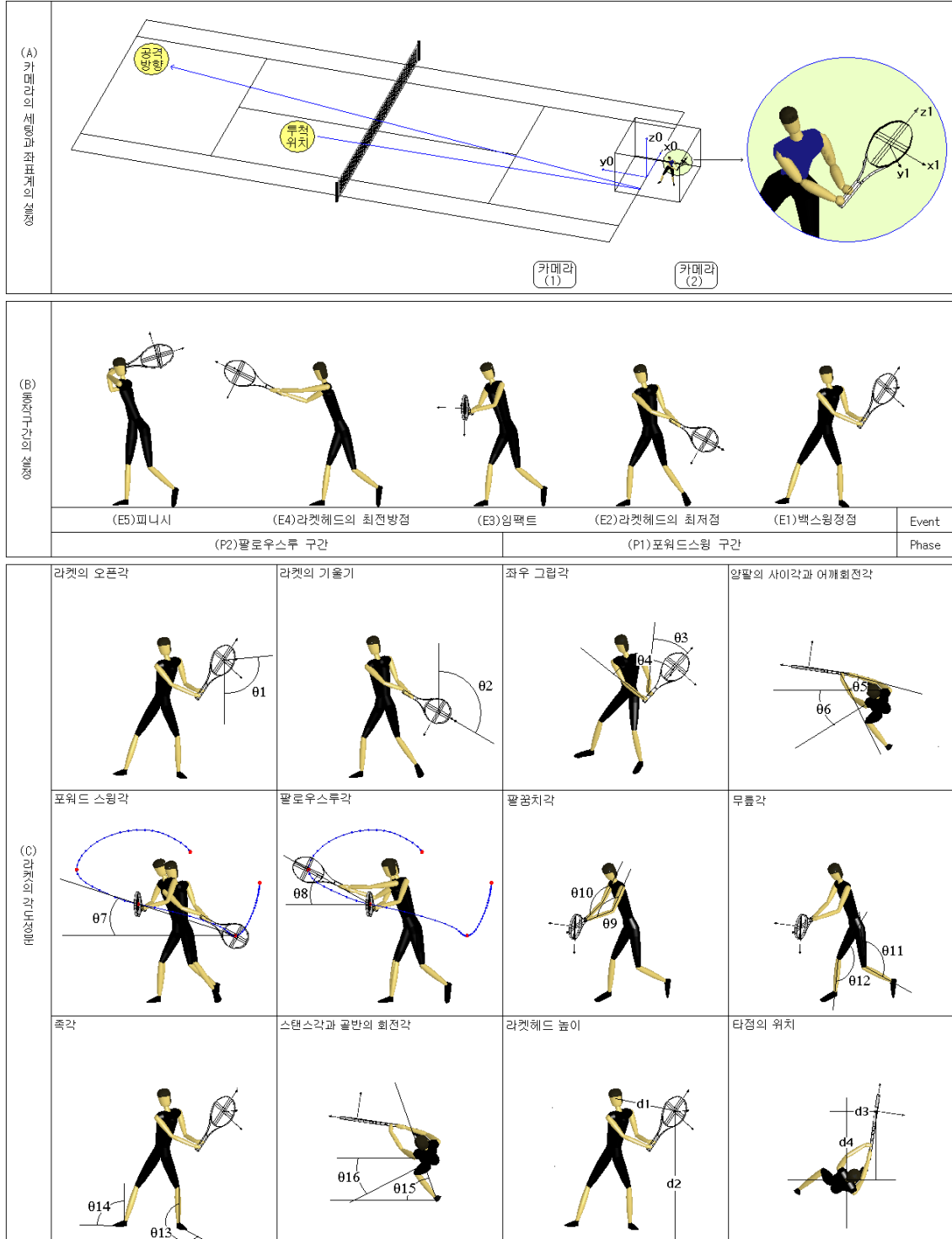


그림 1. 카메라의 세팅, 좌표계의 설정과 운동학적 변인의 기술

1/500초로 설정했다. 기준척은 가로, 세로 3m, 높이 2m의 통제틀로 베이스라인 중앙에 양손 백핸드 동작을 포함할 수 있도록 위치시킨 후 촬영했다.

두 대의 카메라에서 획득한 동조된 2차원 좌표들은 DLT방식으로 3차원 좌표를 계산했다. 계산된 3차원 공간 좌표에 내포된 노이즈를 제거하기 위해 노이즈에 의한 오차의 스무딩은 2차 Butterworth형 저역필터를 사용했으며, 차단주파수는 10Hz로 하였다. 라켓의 방향각을 기술하기 위해서 라켓헤드의 좌우에 탁구공 크기의 회고 둥근 스티로폼을 부착했다. 좌표화할 스킨마크는 두정점, 턱, 좌우 어깨관절, 좌우 팔꿈치관절, 좌우 손목관절, 좌우 손끝, 좌우 힌관절, 좌우 무릎관절, 좌우 발목관절, 좌우 발뒤꿈치, 좌우 발끝, 라켓헤드의 양끝, 볼로 모두 23개이다.

본 연구에서 설정한 지면에 고정된 전역좌표계의 원점은 베이스라인의 중앙,  $x_0$  축은 베이스라인과 평행이며 왼쪽에서 오른쪽,  $y_0$  축은 센터라인과 평행이며 뒤에서 앞,  $z_0$  축은 이들 두 축의 수직벡터이며 위쪽을 향한다. 라켓의 방향각을 기술하기 위한 지역좌표계의  $x_1$ 은 라켓헤드의 좌우방향,  $z_1$ 은 라켓의 장축,  $y_1$ 은  $x_1$ 과  $z_1$ 의 수직 벡터이다.

동작구간은 포워드스윙 구간(E1-E3)과 팔로우스루 구간(E3-E5)이다. 주요 순간은 테이크 백(E1)과 라켓헤드의 최저점(E2), 임팩트(E3), 라켓헤드의 최전방점(E4), 피니시(E5, 임팩트 0.25초 후)로 설정했다.

본 실험에서 자료산출과 그래픽 처리를 위해 사용된 소프트웨어는 모두 Visual C++로 제작했다.

### 3. 자료분석내용

- 1) 라켓의 오픈각 : 수평면에 대한 라켓면의 열린각으로  $\vec{x}_1$ 과  $(-\vec{z}_0)$ 가 이루는 각( $\theta_1$ )
- 2) 라켓장축의 기울기 : 라켓 중심선의 기울어진 정도를 나타내며,  $\vec{z}_1$ 과  $\vec{z}_0$ 가 이루는 각( $\theta_2$ )
- 3) 그립각 : 왼쪽 전완의 장축과 라켓의 장축이 이루는 각( $\theta_3$ ), 오른쪽 전완의 장축과 라켓의 장축이 이루는 각( $\theta_4$ )

- 4) 양팔의 사이각 : 왼쪽 전완과 오른쪽 전완의 장축이 이루는 각( $\theta_5$ )
- 5) 어깨의 수평회전각 : xy평면상에 투영된 양어깨를 연결하는 벡터와  $\vec{x}_0$ 가 이루는 각( $\theta_6$ )
- 6) 포워드 구간의 라켓스윙각 : 라켓헤드가 최저점에 이른 순간(E2) 헤드 중앙점과 임팩트 순간(E3) 헤드 중앙점을 잇는 벡터와 지면 사이의 각( $\theta_7$ )
- 7) 팔로우스루 구간의 라켓스윙각 : 임팩트 순간(E3)의 헤드 중앙점과 라켓헤드가 최전방에 위치한 순간(E4) 헤드 중앙점을 잇는 벡터가 지면과 이루는 각( $\theta_8$ )
- 8) 왼쪽 팔꿈치 관절각( $\theta_9$ )
- 9) 오른쪽 팔꿈치 관절각( $\theta_{10}$ )
- 10) 라켓헤드와 머리 중앙점 사이의 거리(d1 : %Height : 이하 %H로 기술함)
- 11) 무릎각(좌  $\theta_{11}$ , 우  $\theta_{12}$ )
- 12) 족각 : 발의 장축과  $\vec{x}_0$ 가 이루는 각(좌  $\theta_{13}$ , 우  $\theta_{14}$ )
- 13) 스탠스 각 : 왼발 끝과 오른발 끝을 잇는 벡터와  $\vec{x}_0$ 가 이루는 각( $\theta_{15}$ )
- 14) 엉덩이 회전각 : xy평면상에 투영된 양힙을 연결하는 벡터와  $\vec{x}_0$ 가 이루는 각( $\theta_{16}$ )
- 15) 라켓헤드 높이 : 지면에서 라켓헤드 중앙점까지의 거리(d2 : %H)
- 16) 타점의 전후거리(%H) : 임팩트 순간 xy평면상에 투영된 신체중심에서 라켓헤드 중앙점까지의 전후거리(d3)
- 17) 타점의 좌우거리(%H) : 임팩트 순간 xy평면상에 투영된 신체중심에서 라켓헤드 중앙점까지의 좌우거리(d4)

## III. 결 과

양손 백핸드 스트로크의 스윙자세를 분석하기 위해서 백스윙 정점(E1)과 라켓헤드의 최저점(E2), 임팩트(E3) 순간의 운동학적 변인들을 산출한 결과는 다음과 같다.

## 1. 라켓의 각도성분

라켓의 각도성분을 산출한 결과는 <표 2>에 기술했다. 라켓의 오픈각이 90도보다 작으면 타구하려는 라켓면이 지면을 향하며, 90도보다 크면 타구하려는 라켓면이 상방을 향한다. 백스윙 정점에서 라켓의 오픈각은 평균  $104\pm 16$ 도로 라켓면이 약간 공중을 향한 자세를 취했다.

라켓의 기울기가 0도이면 라켓헤드는 상방, 그립은 지면을 향하며, 90도이면 라켓이 지면과 수평을 이루게 된다. 실험 결과, 테이크백 순간 라켓의 기울기는 평균  $43\pm 14$ 도로 모든 선수들이 라켓을 많이 세우는 것을 볼 수 있었다.

테이크백 자세에서 왼손의 그립각은 평균  $95\pm 13$ 도로 오른손의 그립각( $124\pm 18$ 도)보다 30도 가량 작게 나타났다. 왼쪽 손목을 많이 젖혀서 그립을 쥐면 왼손의 그립각이 작게 된다. S2와 S6는 왼손의 그립각이 다른 선수들에 비해 작게 나타났지만, S1은 라켓을 약간 세워서 왼쪽 손목을 젖히며, S6는 라켓을 높힌 상태에서 손목을 젖히는 것을 볼 수 있었다.

라켓헤드가 최저점에 이른 순간(E2) 라켓의 오픈각은 평균  $72\pm 13$ 도로 라켓면을 지면 쪽으로 가장 많이 눕히는 것을 볼 수 있었다(<표 2>). S4는 라켓을 가장 많이 눕혔으나, S3는 라켓을 수직으로 세운 상태에서 조금 숙인  $81$ 도로 임팩트까지의 스윙 구간에서 8도의

변화가 있었다. 본 실험에 참여한 모든 선수들의 공통된 특징은 E2에서 E4까지의 스윙 동안 라켓면을 거의 세우는 스타일로 볼과 라켓이 두텁게 접촉하는 것을 볼 수 있었다.

다운스윙에서 라켓헤드가 최저점에 이른 순간 라켓의 기울기는 평균  $106\pm 6$ 도였으며, 이때 라켓헤드 끝이 지면에 가장 가까이 위치했다. 라켓의 기울기가 가장 큰 S1은 라켓헤드를 백스윙 탑에 있을 때보다 상당히 많이 떨어뜨린 후 다음 동작을 수행하였으며, S6는 헤드가 최저점에 이른 순간에도 라켓의 장축이 지면과 거의 수직 상태를 이루는 것을 볼 수 있었다.

동작의 전 구간에서 왼손의 그립각은 오른손의 그립각보다 상당히 작은 것으로 나타났다. E2 순간에 왼손과 오른손의 그립각 차이는 48도였는데, 왼손의 그립각은 100도로 손목을 많이 젖혀서 구부린 상태였고, 반면에 오른쪽 손목을 많이 펴서 그립각을 148도로 유지했다. <그림 2>에서 보는 바와 같이 오른손 그립각의 변화 곡선을 보면 라켓헤드가 최저점에 이르기 직전에 가장 높게 나타나는 것을 볼 수 있었다.

임팩트 순간(E3) 라켓의 오픈각은 평균  $90\pm 2$ 도로 선수들 간에 차이는 거의 나지 않았다. 임팩트 순간 라켓의 오픈각은 피험자들 모두 지면과 라켓을 거의 수직 상태를 유지하는 것을 볼 수 있었다. <그림 2>와 같이 라켓 오픈각의 변화 그래프를 보면 전체적으로 유사한 형태를 보이는 것을 알 수 있었다.

임팩트 순간 라켓의 기울기는  $91\pm 6$ 도로 라켓의 장축이 거의 지면과 평행 상태를 유지하는 것으로 나타났다. E2에서 E3까지 라켓 기울기의 평균 변화치는 15도였으며, S1은 29도로 가장 높게 나타났다.

임팩트 순간 왼손의 그립각은  $116\pm 8$ 도, 오른손의 그립각은  $160\pm 10$ 도로 양쪽 모두 그립각이  $E1 < E2 < E3$ 의 순으로 점차 손목을 펴주는 것으로 나타났다.

양팔의 사이각은 평균  $48\pm 10$ 도로 <그림 2>에서 보는 바와 같이 각도의 변화 곡선이 0도와 90도의 중간 정도인 45도 전후로 전체 동작 구간에서 크게 변하지 않는 것을 볼 수 있었다.

임팩트 순간까지 라켓의 포워드 스윙각은 평균  $28\pm 15$ 도인 반면 임팩트 직후의 팔로우스루각은  $52\pm 4$ 도로 임팩트 직후 라켓을 급격히 들어 올리는 것을 알

표 2. 라켓의 각도성분 (단위 : 도)

변인	이벤트	M	SD
라켓의 오픈각	E1	104	16
	E2	72	13
	E3	90	2
라켓의 기울기	E1	43	14
	E2	106	6
	E3	91	6
왼손의 그립각	E1	95	13
	E2	100	13
	E3	116	8
오른손 그립각	E1	124	18
	E2	148	7
	E3	160	10
포워드스윙각		28	15
팔로우스루각		52	4

수 있었다. S1은 다른 선수들과는 약간의 차이를 보였는데, 임팩트 전의 스윙각과 임팩트 후의 스윙각 차이가 아주 작게 나타났다. <그림 3>에서 보는 바와 같이 S1은 44도 이상의 스윙각으로 임팩트 후 라켓을 급격하게 들어 올리지 않고 전방으로 쪽 밀어주는 것을 볼 수 있었다. 반면, S6는 임팩트 전후의 스윙각 차이가 53도로 나타났다. 임팩트 직전의 포워드 스윙각은 5도로 지면과 거의 수평 스윙을 하다가 임팩트 직후에는 다른 선수들보다 라켓을 급격히 들어 올리는 것을 볼 수 있었다.

## 2 신체 관절의 각도성분

백스윙 정점에서 양팔의 사이각은 평균  $58 \pm 6$ 도였으며, 양팔꿈치 사이의 거리가 가장 작은 선수는 S1으로 다른 선수들에 비해 오른팔을 쪽 펴서 그림을 쥐게 되어 팔꿈치 사이의 거리가 가까운 것으로 나타났다(<표 3>).

테이크백 순간 어깨의 수평회전각은 평균  $121 \pm 15$ 도였다. 이 회전각도는 후방에서 선수를 보았을 때, 가슴 부분이 많이 보이는 정도이다. S4는 상체를 가장 많이 회전시킨 반면, S2는 다른 선수들에 비해 상체회전이 적은 것을 볼 수 있었다. 이와 같이 테이크백 자세에서 어깨를 120도 정도 회전시키고 동시에 양발의 위치도 전후로 위치시키는 것을 볼 수 있다. 선수들마다 약간의 차이는 있지만, 테이크백 자세에서 모든 선수들이 오른발은 11시 방향에서 1시 방향 사이에 위치시키는 것으로 나타났다.

테이크백 자세에서 왼쪽 팔꿈치 관절각은  $86 \pm 19$ 도로 거의 직각에 가까이 구부린 상태였으며, 오른쪽 팔꿈치 관절각은 평균  $128 \pm 14$ 도로 약간 편 상태를 유지했다.

라켓헤드가 최저점에 이른 순간 양팔의 사이각은 평균  $54 \pm 16$ 도로 선수들 간에 차이가 약간 크게 나타났는데, S2는 82도로 양팔꿈치 사이의 거리가 멀리 위치했으며, S3와 S4는 39도로 양팔꿈치 사이를 많이 좁히는 것으로 나타났다. 이들과 같이 양팔의 사이각이 작은 선수들은 상대적으로 양팔꿈치를 많이 펴는 것을 볼 수 있었다.

라켓헤드가 최저점에 이른 순간 어깨의 수평 회전각은 평균  $82 \pm 28$ 도로 선수들 간에 차이가 크게 나타났다.

S1은 어깨의 회전각이 121도로 전방에서 보았을 때 등이 많이 보일 정도였으며, S6는 41도로 어깨를 거의 회전시키지 않는 스타일로 나타났다.

좌우 팔꿈치 관절각은 크게 차이가 나타나지 않았지만, 선수들 간에는 큰 차이가 나타났다.

임팩트 순간 어깨의 수평회전각은 평균  $24 \pm 7$ 도로 백스윙 정점(121도)에서 임팩트 순간까지 평균 97도가 회전한 것으로 나타났다.

임팩트 순간 좌우 팔꿈치 관절각은 큰 차이 없이 오른쪽 팔꿈치를 평균 6도 더 구부렸으나, S1과 S3는 다른 피험자들과는 달리 왼쪽 팔꿈치를 조금씩 더 구부리는 것으로 나타났다.

테이크백 자세에서 발의 방향을 보면, 우족각이 좌족각보다 36도 높았고, 클로즈더 스탠스와 오픈 스탠스를 취하는 선수는 각각 3명이었고, S2는 스탠스를 가장 많이 오픈시킨 것으로 나타났다.

테이크백 자세에서 힙회전각은 평균  $84 \pm 7$ 도로 약간

표 3. 신체 관절의 각도성분 (단위 : 도)

변인	이벤트	M	SD
양팔의 사이각	E1	58	6
	E2	54	16
	E3	48	10
어깨의 회전각	E1	121	15
	E2	82	28
	E3	24	7
왼쪽 팔꿈치각	E1	86	19
	E2	134	18
	E3	131	10
오른쪽 팔꿈치각	E1	128	14
	E2	139	15
	E3	125	18
좌족각	E1	10	7
	E3	55	26
우족각	E1	46	20
	E3	50	14
스탠스각	E1	-5	17
	E3	-1	18
힙회전각	E1	84	7
	E3	48	9
왼쪽 무릎각	E1	144	9
	E3	129	10
오른쪽 무릎각	E1	147	12
	E3	143	9

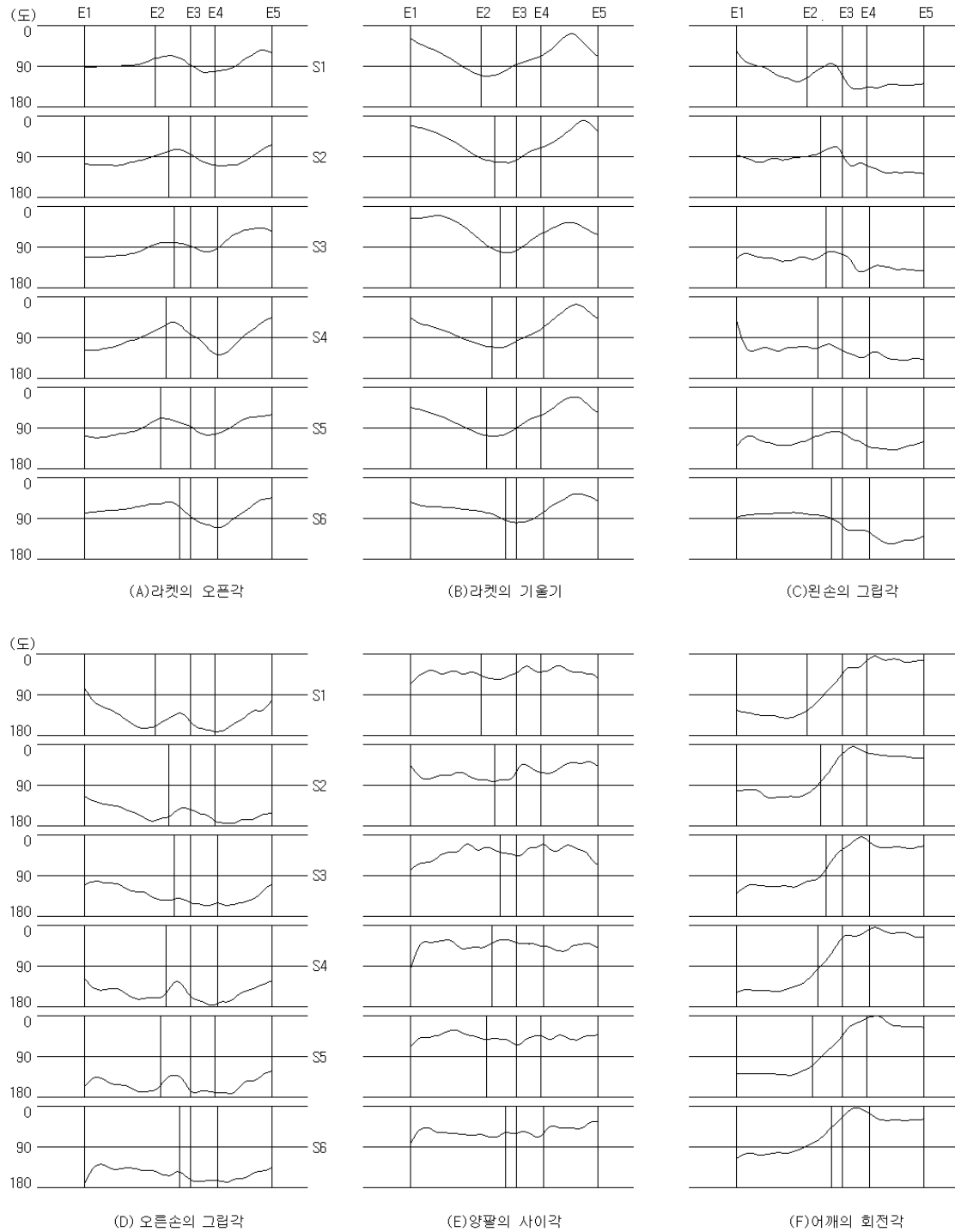


그림 2. 시간의 경과에 따른 스윙각의 변화 곡선

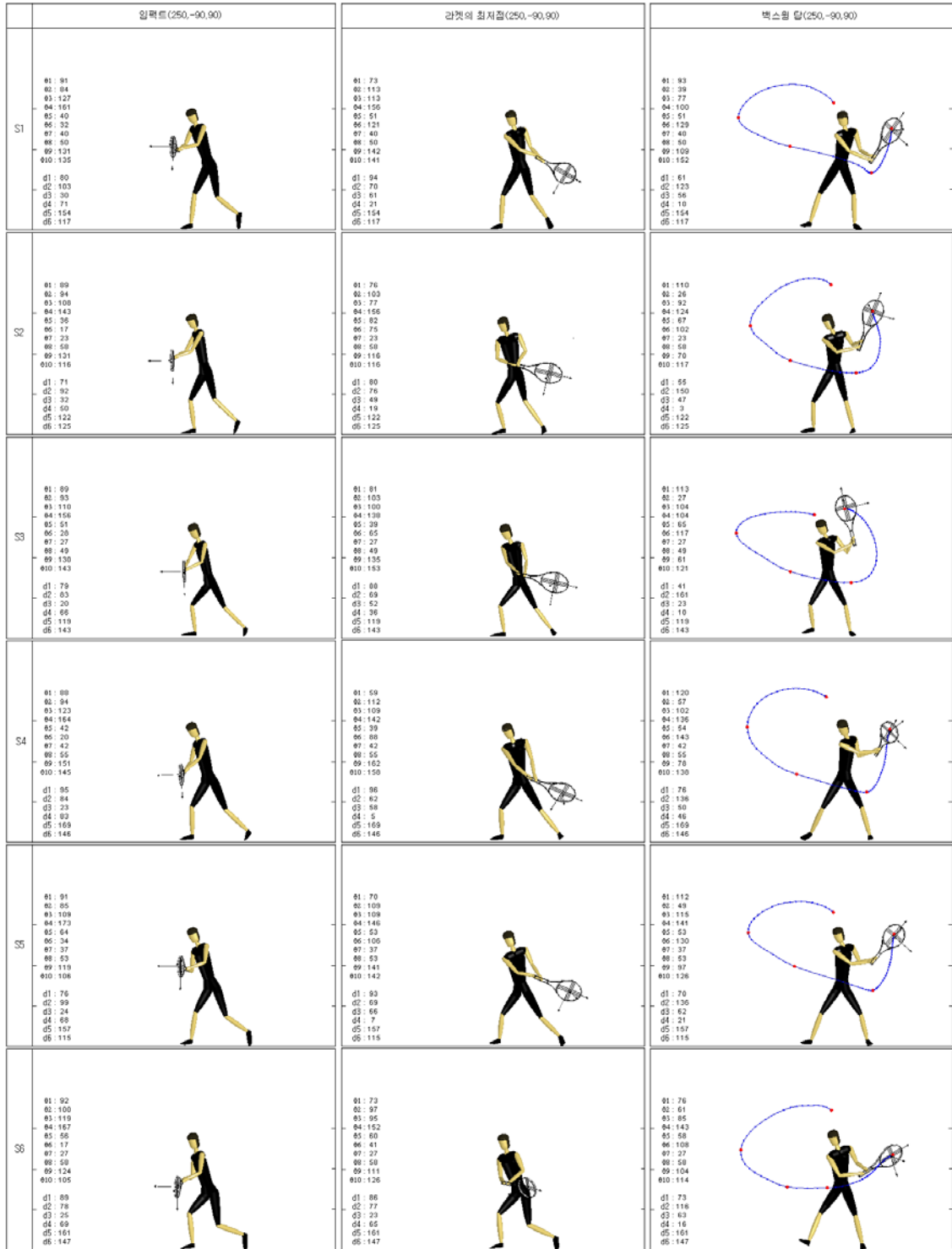


그림 3. 양손 백핸드 스트로크의 스윙자세



힙을 오픈시킨 상태였으며, 40도 회전시킨 후 임팩트가 이루어진 것으로 나타났다. S1은 테이크백에서 임팩트까지의 힙회전각이 53도로 가장 높게 나타났다.

테이크백 자세에서 양 무릎각은 큰 차이를 보이지 않았지만, 임팩트에서 축이 되는 오른쪽 다리의 무릎각은 조금 굽혔으며, 체중이 많이 실리지 않은 왼쪽 무릎은 약간 많이 구부리는 것으로 나타났다.

### 3. 거리성분과 스윙자세

테이크백 자세에서 S6를 제외한 전 선수들이 라켓헤드를 어깨 높이 이상으로 들어 올렸다(<표 4>).

<그림 3>에서 보는 바와 같이 S1은 테이크백 자세에서 라켓헤드 높이는 74%H를 유지하다가 포워드 스윙동안 최저점은 43%H까지 내려간 후 임팩트는 63%H에서 이루어졌다. 이 경우 S1의 포워드 스윙각은 44도로 6명의 선수들 중 가장 높게 나타났다. 반면, S6는 포워드 스윙각이 5도로 라켓의 스윙궤적이 수평상태를 유지하는 것을 볼 수 있었다.

라켓이 최저점에 이른 순간 헤드 높이는 평균 43%H로, 11%H 더 높은 지점(54%H)에서 임팩트가 이루어지는 것으로 나타났다.

임팩트 순간 머리에서 라켓헤드까지의 거리는 평균 48%H였으며, S4는 좌우 팔꿈치(좌 151도, 우 145도)를 쭉 펴서 볼이 몸에서 가장 멀리 떨어진 상태에서 임팩트가 이루어졌다.

포워드 스윙 구간의 최저점에서 임팩트까지 라켓헤드의 수평 이동거리(d1)는 60%H, 임팩트에서 파니시까지는 80%H였다. 임팩트 순간 라켓 헤드의 높이는 평균 54%H로 헤드 높이가 낮은 선수는 허리 정도이며, 타점의 높이가 가장 높은 선수는 S1으로 63%H였다.

타점의 위치는 신체의 중심축에서 전방으로 10%H, 좌측으로 37%H였다. S2는 타점을 앞, S3는 다른 피험자들보다 좌측에 두는 것으로 나타났다.

백스윙 정점에서의 스윙자세를 보면, S1과 S6의 스탠스는 닫혀있는 반면 S2는 약간 열려있다. S4는 다른 선수들보다 라켓면을 많이 오픈 시켜서 라켓을 뒤로 가장 많이 빼는 것을 볼 수 있었다. 라켓헤드의 최저점은 중심이 전방으로 많이 상당히 많이 이동한 상태에

표 4. 각 이벤트별 거리성분 (단위 : %H)

변인	구간/이벤트	M	SD
헤드 이동거리	E2->E3	60	20
	E3->E5	80	8
라켓헤드 높이	E1	84	12
	E2	43	4
	E3	54	4
타점의 전후거리	E3	10	3
타점의 좌우거리	E3	37	4

서 일어났다. S1은 약간 특이한 스타일로 체중이 전방으로 약간 이동하면서 백스윙 정점에서보다 라켓헤드를 몸 뒤쪽으로 빼면서 떨어뜨리는 것을 볼 수 있었다. S6는 다른 선수들과는 달리 라켓헤드를 완전히 떨어뜨린 후 아래에서 위로 스윙하는 스타일이 아니라 거의 수평스윙을 하는 스타일로 최저점은 상당히 앞부분에서 나타났다.

S2와 S3는 백스윙 정점에서 라켓의 최전방점(E4)까지의 거리가 대체로 짧은 편이며, S1은 스윙거리가 길게 나타났다.

## IV. 논 의

양손 백핸드 스트로크의 스윙자세를 분석하기 위해 백스윙 정점(E1)과 라켓헤드의 최저점(E2), 임팩트 순간(E3)의 운동학적 변인들을 분석했다.

본 실험에 참여한 피험자들은 오른손은 컨티넨탈 그립으로 얇게 지지해주고, 주요 파워가 나오는 왼손은 웨스턴이나 세미 웨스턴 그립을 쥐는 것을 볼 수 있었다. 이 그립은 오른손으로 멀리 빠지는 볼, 슬라이스, 어프로치 샷, 발리를 하기에 적절한 그립으로 전체적인 플레이에 아주 유리한 면이 있는 것으로 사료된다.

테이크백 자세에서 라켓의 오픈각은 양손의 그립과 상관성이 있는 것으로 판단된다. 가령 오른손의 그립을 컨티넨탈로 쥐 때 보다 백핸드 이스턴 그립을 쥐 때 라켓면은 지면으로 많이 숙여지게 된다. 또한 왼손 그립을 백핸드 이스턴 그립을 쥐 때 보다 백핸드 세미웨스턴이나 백핸드 웨스턴 그립을 쥐 때 라켓면은 자연스럽게 지면을 향하게 된다. 또 다른 요인으로는 테이

크백 순간에 그림의 유형에 따라 라켓의 오픈각에 차이가 있을 수 있다. Groppe(1992)에 의하면 양손 백핸드에서 그림을 양손 모두 이스턴 포핸드 그림(오른손은 컨티넨탈로 바꾸어 칠 수 있음)이 사용될 수 있다고 했지만, 본 실험 대상자들은 왼손은 세미웨스턴이나 웨스턴으로 많이 틀어잡는 것을 볼 수 있었다. 본 실험에 참여한 선수들은 모두 한 팀에 소속되어 있어서 그런지 모두 테이크백 순간에 라켓의 오픈각은 상당히 높게 나타났다. 하지만 S1과 S6는 약간 다르게 나타났는데, 라켓헤드의 최저점에 이른 순간 라켓면을 지면 쪽으로 가장 많이 눕히는 것으로 나타났다. 선수들이 스핀 샷을 구사하기 위해서는 라켓헤드의 각도, 라켓스윙 각도, 라켓헤드 속도의 3가지 변수들이 작용하는 것으로 기술(Brody, 1987)했는데, 본 실험에서 이 요소들 중 하나인 임팩트 순간 라켓면의 각도는 90도로 거의 수직 상태를 유지했다. Brody(1987)에 의하면, 볼 속도와 라켓헤드 속도가 60ft/s일 때 라켓면의 오픈각이 90도이면서 30도 각도로 스윙했을 때 볼은 8도의 높이로 날아가는 것으로 기술했는데, 이 값은 본 실험에서의 라켓 오픈각 90도, 포워드 스윙각은 28도와 거의 일치하는 것으로 나타났다.

거의 모든 선수들이 테이크백 자세에서 라켓헤드를 세운 자세를 선호했다. 이와 같이 테이크백 자세에서 라켓헤드를 세우게 되면 볼에 탑스핀을 가하기 위해서는 라켓헤드를 볼보다 훨씬 아래로 떨어뜨린 후 다시 위로 스윙을 해야 한다. 피험자들의 대부분은 임팩트 순간 라켓의 장축이 거의 지면과 평행 상태를 유지했으며, 라켓을 떨어뜨린 자세로 백스윙을 하는 스타일에 비해 볼 스핀보다는 볼 속도에 치중하는 스타일로 볼 수 있다.

임팩트 순간 어깨의 수평회전각은 평균 24도였는데, 포핸드 스트로크를 연구한 Elliott et al. (1989)의 연구(0.12rad 다중분절)보다 어깨회전각이 약간 더 큰 값으로, 백핸드에서 상체의 오픈각이 좀 더 큰 것을 알 수 있었다. 양손 백핸드 스트로크의 전 구간에서 왼손의 그림각은 오른손의 그림각보다 상당히 작았으며, 테이크백 순간 오른손 그림각을 크게 유지하는 선수들은 대체로 라켓헤드를 몸에서 약간 멀리 두었다.

미리 볼이 백핸드 쪽으로 올 것을 알고 있었지만,

볼이 오는 타이밍에 맞추어서 백스윙을 하기보다는 미리 어깨를 120도 정도 회전시켜서 테이크백 자세를 취한 후 타이밍에 맞추어서 스윙을 하는 것을 볼 수 있었다. 양손 백핸드 스트로크는 한손 백핸드 스트로크와는 달리 팔꿈치 관절과 어깨 관절에서의 회전운동이 거의 제한된다. Groppe(1992)에 의하면 백핸드 스트로크에서 사용되는 분절은 한손일 때는 5개(힙, 몸통, 팔, 전완, 손)이고, 양손일 때는 2개(힙, 몸통과 팔)로 몸통과 팔이 하나의 시스템으로 작용한다는 것이다. 따라서 양손 백핸드 스트로크는 한손을 사용할 때보다 어깨회전이 특히 중요한 역할을 하는 것으로 판단된다.

테이크백 순간에 뒷발은 지면에 고정되어 있지만, 앞발은 지면에 미리 자리를 잡고 닿아 있는 것이 아니라, 지면과 스키드 약간 전방으로 이동하고 있는 것을 볼 수 있었다. 임팩트 순간 타점의 위치에 따라 앞발의 위치를 잡도록 테이크백 순간에는 지면에서 조금 띄웠으며, 약간 후에 임팩트가 이루어지는 것으로 나타났다. 백스윙 정점(121도)에서 임팩트 순간까지 어깨회전각은 97도로 고교 남자 선수를 대상으로 연구한 최지영과 신제민(2005)의 결과(108도)보다 조금 낮게 나타났다. 임팩트 순간 타점의 위치는 Groppe(1992)에 의하면, 포핸드와 마찬가지로 앞발의 위에 두는 것이 바람직하다고 기술했는데, 실험 결과에서는 앞발 끝이나 그보다 조금 더 앞에서 임팩트가 이루어지는 것을 볼 수 있었다.

양손 백핸드 스트로크는 크게 양쪽 팔꿈치를 펴서 스윙하는 스타일과 팔꿈치를 구부려서 스윙하는 스타일로 구분할 수 있다. Elliott et al. (1989)이 연구한 포핸드 스트로크에서의 팔꿈치 관절각(다중분절 139도, 단일분절 140도)과 비교했을 때, 본 실험 대상자들은 양쪽 팔꿈치 관절(좌 131도, 우 125도)을 약간씩 더 구부려서 사용하는 것을 알 수 있었다.

라켓 헤드가 최저점에서 임팩트까지의 수직 거리는 19cm로 그렇게 큰 차이가 나지 않는 반면, <그림 3>에서 나타난 바와 같이 거의 모든 선수들에게서 수평 거리는 상당히 길게 나타났다. 이와 같이 최저점에서 임팩트까지 라켓헤드가 이동한 수평 거리와 수직 거리를 보면, 전체적으로 탑스핀보다는 볼 속도에 치중하는 것으로 판단된다.

## V. 결 론

고교 여자 테니스 선수들을 대상으로 양손 백핸드 스트로크 동작을 분석한 결과를 토대로 한 결론은 다음과 같다.

1. 임팩트 순간에 라켓의 오픈각은 90도로 선수들 간에 큰 차이 없이 볼과 라켓이 두텁게 접촉하는 것을 볼 수 있었으며, 라켓의 기울기는 테이크백 시 43도, 임팩트 시 91도로 전체적으로 라켓을 많이 세우는 스타일로 나타났다.

2. 백스윙 정점에서 임팩트까지 어깨와 힙은 각각 97도, 40도 회전한 것으로 나타났다.

3. 테이크백 자세에서 우측각이 좌측각보다 36도 컸으며, 스탠스는 오픈과 클로즈더가 각각 3명씩으로 나타났다.

4. 임팩트 순간 타점의 높이는 54%H, 타점의 위치는 신체의 중심축에서 전방으로 10%H, 좌측으로 37%H였다.

5. 오른손은 컨티넨탈 그립으로 얇게 지지해주고, 주요 파워가 나오는 왼손은 웨스턴이나 세미 웨스턴 그립을 쥐는 것으로 나타났다.

6. 전 구간에서 왼손의 그립각은 오른손의 그립각보다 상당히 작았으며, 테이크백 순간 오른손 그립각을 크게 유지하는 선수들은 라켓헤드를 몸에서 약간 멀리 두었다.

7. 라켓 헤드가 최저점에서 임팩트까지의 수직 이동 거리는 11%H인 반면, 수평 이동 거리 60%H로 상당히 길게 나타났다.

## 참 고 문 헌

김성섭(2000). 테니스 양손 백핸드 드라이브 동작의 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문. 용인대학교 대학원.

김재필(1992). 테니스 백핸드 톱스핀 스트로크에 대한 운동역학적 분석. 미간행 석사학위논문. 전남대학교 대학원.

김찬경(1992). 테니스의 백핸드 스트로크시 한손과 양손의 정확도 비교 연구. 미간행 석사학위논문. 인하대학교 대학원.

서재하, 김현수(2003). 테니스 백핸드 투핸드 톱스핀 드라이브 스트로크의 운동학적 분석. 한국체육교육학회지, 7(4), 255-263.

서정건(1986). 테니스 백핸드 드라이브 스트로크에 관한 연구. 미간행 석사학위논문. 경북대학교 교육대학원.

소재무, 서진희(2005). 테니스 백핸드 스트로크의 공격성에 관한 운동학적 분석. 한국체육학회지, 44(6), 643-655.

유국중, 서국웅, 윤양진, 이훈식, 정미라, 서국은(2000). 여자 테니스 선수의 양손 백핸드 스트로크 동작시 상지의 근전도 분석. 한국운동역학회지, 9(2), 195-210.

이정명(1992). 여자 테니스 선수들의 one-handed backhand drive와 two-handed backhand drive의 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문. 명지대학교 대학원.

이훈식(1993). 테니스 백핸드 스트로크의 운동역학적 동작분석. 미간행 석사학위논문. 부산대학교 교육대학원.

최지영, 신제민(2005). 테니스 한손 백핸드 스트로크와 양손 백핸드 스트로크 동작의 3차원 운동학적 비교 분석. 한국운동역학회지, 15(4), 85-95.

Brody, H. (1987). *Tennis science for tennis players*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

Elliott, B., Marsh, T., & Overheu, P. (1989). A Biomechanical comparison of the multisegment and single unit topspin forehand drives in tennis. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5, 350-364.

Elliott, B., Marshall, R., & Noffal, G. (1996). The Role of the upper limb segment rotations in the development of racket-head speed in the squash forehand. *Journal of Sports Science*, 14, 159-165.

Elliott, B., Takahashi, K., & Noffal, G. (1997). The influence of grip position on upper limb

- contributions to racket head velocity in a tennis forehand. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 173-196.
- Grabiner, M., Groppe, J., & Campbell, K. (1983). Resultant ball velocity as a function of grip firmness during off-center impacts in tennis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15(6), 542-544.
- Groppe, J. L. (1978). Teaching one- and two-handed backhand drives: Biomechanical considerations. *Journal of Physical Education and Recreation*, 54(5), 23-26.
- Groppe, J. L. (1983). *A kinematic analysis of the tennis one-handed backhand and two-handed drives of highly-skilled female competitors*. Florida state university.
- Groppe, J. L. (1992). *High tech tennis*. Illinois : Leisure Press.
- Hatze, H. (1976). Forces and duration of impact, and grip tightness during the tennis stroke. *Medicine and Science in Sports*, 8, 88-95.
- Hensley, L. D. (1979). *Analysis of striking errors committed in championship tennis competition*. In J. Groppe(Ed.), *Proceedings of a National Symposium on the Racket Sports*(pp. 225-226). University of Illinois at Urbana-Champaign, Division of Conferences and Institutes.
- Hensley, L. D., & Norton, C. (1980). *Success in tennis*.
- Knudson, D. (1990). Intrasubject variability of upper extremity angular kinematics in the tennis forehand drive. *International Journal of Sports Biomechanics*, 4, 415-421.
- Springs, E., Marshall, R., Elliott, B., & Jennings, L. (1994). A Three-dimensional kinematic method for determining the effectiveness of arm segment rotations in producing racquet-head speed. *Journal of Biomechanics*, 27(3), 245-254.
- Woo, H. & Chapman, A. E. (1992). A 3d kinematic analysis of the squash forehand stroke. *Journal of Biomechanics*. 25(7), 720.
- Van Gheluwe, B. (1983). *A three-dimensional analysis of the tennis forehand*. Unpublished manuscript, Vrije University, Belgium.

투 고 일 : 1월 31일

심 사 일 : 2월 6일

심사완료일 : 3월 17일