

## 남·여 테니스 선수의 양손 백핸드 스트로크 동작의 운동학적 비교 분석

나두리<sup>1</sup> · 강영택<sup>1</sup> · 박태진<sup>1</sup> · 서국은<sup>1</sup> · 김용재<sup>2</sup> · 이경순<sup>3</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 스포츠과학부 · <sup>2</sup>부경대학교 해양스포츠학과 · <sup>3</sup>동주대학 물리치료학과

### Racket Head and COM of Velocity of Kinematic Analysis of Two-Handed Backhand Stroke Between Male and Female Tennis Player

Doo-Ri Na<sup>1</sup> · Young-Taek Kang<sup>1</sup> · Tae-Jin Park<sup>1</sup> · Kook-Eun Seo<sup>1</sup> · Yong-Jae Kim<sup>2</sup> · Kyung-Soon Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Division of Sport Science, Pusan National University, Busan, Korea

<sup>2</sup>Department of Marine Sports, College of Natural Science, Pukyong National University, Busan, Korea

<sup>3</sup>Department of Physical Therapy, Dongju College University, Busan, Korea

Received 31 January 2011; Received in revised form 19 April 2011; Accepted 15 June 2011

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the difference between male and female tennis players' two-handed backhand stroke and to provide basic data which helps precise and efficient instruction for the sake of precise postures, enhanced performances and skills. 5 male and 5 female university players were recruited as subjects, and the mean difference between the kinematic variables such as the time from backswing to impact and total swing time, racket head velocity, change of the center of body gravity in two-handed backhand stroke through three-dimensional motion analysis. The test data was analyzed by t-test, and the alpha level of  $\alpha=0.05$  was set for all tests of significance. The findings of the study were as follows; First, there was no difference in the time from backswing to impact and total time of <male and female players. Second, there was no difference in racket head velocity at impact of male and female players. Third, there was no difference in center of body gravity of male and female players.

*Keywords* : Tennis, Two-hand Backhand Stroke, Racket Head, Center of Mass, Velocity

## I. 서론

테니스는 볼이라는 물체에 힘을 가해 볼을 추진하고 순간적인 힘을 작용하여 임팩트를 발생시키는 운동이며, 신체, 라켓 그리고 볼 세 가지 요인들의 원활한 조화 속에서 기술적인 측면이 극대화 될 수 있는 경기종목 중 하나이다(Park, Kim, Kim,

2005). 테니스 경기에서 승패를 결정짓는 가장 중요한 변인은 빠른 스피드를 이용한 리턴 기술, 파워 그리고 상대선수가 공격하기 어려운 지역으로 정확하게 볼을 스트로크 하는 능력(So, Seo, 2005)과 다양한 서비스가 경기에 영향을 미치는 변수이다(Kim, Park, Sin, 2007).

이 중 그라운드 스트로크는 전체 게임의 약 80%를 차지할 만큼 중요한 요인으로 작용하며, 국내 남자 테니스 단식 경기 시 선수들이 승리하기 위해 서비스보다 스트로크가 더 중요한 것으로 나타났다(Lee, Lee, Lee, 2004). 경기 내용 중 득점의 기술 요인 분석결과를 보면 그라운드 스트로크(55.5%), 리시브(9.2%), 발리(8.9%), 어프로치 샷(7.2%), 패싱 샷(8.6%)등의 순으

Corresponding Author : Young-Taek Kang  
Division of Sports Science, Pusan National University,  
Jangjeon-dong, Geumjeong-gu, Busan, Korea  
Tel : +82-51-510-7446 / Fax : +82-51-510-3746  
E-mail : mrkkey@naver.com

로, 실점은 그라운드 스트로크(58.7%), 리시브(15.6%), 서브(8.5%), 발리(5.5%), 어프로치 샷(4.6%)으로 나타났다. 이와 같이 선수들의 그라운드 스트로크는 테니스의 기초를 이루고, 경기에 대한 의존도가 크며, 전체 타구 방법의 기준이 되는 타법으로 득점과 실점에서 50% 이상 높은 비중을 차지하고 있는 기술 요인임을 알 수 있다(Kwon, 2006). 테니스 경기에서 그라운드 스트로크는 상대방이 서브 한 볼을 리턴하고 공격을 하기 위한 주된 기술이며 그라운드 스트로크가 불안정하게 되면 다른 기술로의 연결도 매우 어렵게 된다(Kang, 2000). 테니스 스트로크의 성공여부는 라켓이 볼에 도달하기 전까지 백스윙 조건이 얼마나 빨리 이루어지느냐, 임팩트가 스위트 스팟(sweet spot)에 얼마나 정확하게 도달하느냐, 팔로스로우 및 피니시 동작이 얼마나 자연스럽게 연결되느냐에 달려있다(Kim, 2005).

그라운드 스트로크 기술에는 포핸드 스트로크와 백핸드 스트로크가 있으며, 그 중 백핸드 스트로크는 선수들의 선호도에 따라 한손과 양손을 혼용하여 동작기술을 수행하고 있다(So, Seo, 2005). 한손 백핸드 스트로크는 양손 백핸드 스트로크에 비해 동원되는 인체 분절들의 수가 많고 더욱 복잡한 과정을 거치게 되므로 정확성에서 벗어나기 쉽다(Groppel, 1992).

양손 백핸드 스트로크를 사용하는 선수와 한손 백핸드 스트로크를 사용하는 선수를 대상으로 운동역학적 비교 분석을 살펴보면 양손 백핸드 스트로크 가속도는  $1.425 \text{ m/s}^2$ 와  $1.668 \text{ m/s}^2$ 로 한손 백핸드 스트로크의  $1.325 \text{ m/s}^2$ 와  $1.412 \text{ m/s}^2$ 보다 높게 나타났고, 양손 백핸드 스트로크 파워는 1.920 W와 2.633 W로 한손 백핸드 스트로크의 1.650 W와 1.180 W보다 양손 백핸드 스트로크가 높게 나타났다(Lee, 1993). 비중 있는 세계대회에서 많은 성인 남자선수들이 양손 백핸드 스트로크를 구사하여 우수한 결과를 보여주고 있으며 양손 백핸드 스트로크는 한손 백핸드 스트로크를 보완하는 기술의 측면보다 독립된 또 하나의 스트로크로 인정받고 있다(Sin, 2004).

양손 백핸드 스트로크는 최근까지 한손 백핸드 스트로크보다 약하다는 편견을 가지고 있는 사람들이 많으며, 양손 백핸드 스트로크는 어린 선수들이 라켓을 조절할 근력이 약하여 왼손이 보조역할을 하는 것이라고 생각 하였다(Lee, 1992).

이러한 이유로 현재의 지도자들이 과거에 한손 백핸드 스트로크를 많이 사용하였고, 양손 백핸드 스트로크를 지도하는 지도자가 직접 양손 백핸드스트로크를 구사하는 경우는 거의 드물기 때문에 지도자마다 기술전수를 하는데 있어 차이가 있다(Kim, 2000).

테니스 백핸드 스트로크에 관한 선행 연구로 양손 백핸드 스트로크의 탑스핀 드라이브 동작에 관한 연구(Kim, 2000; Seo, Kim, 2003), 한손과 양손 백핸드 스트로크의 비교 분석에 관한 연구(Kim, 1992; Nam, 2007; Yoo, Seo, Yoon, Lee, Jung, Seo,

2000; Lee, 1992; Lee, 1993; Choi, Sin, 2005)들이 진행되었다. 국외의 테니스 스트로크에 관한 연구(Knudson, 1990; Springings, Marshall, Elliott & Jennings, 1994; Elliott, Takahashi & Noffal, 1997)는 활발히 진행되어 오고 있지만 테니스 양손 백핸드는 경기 내용이나 기술상의 어려움으로 인해 이론적인 지도 방안, 과학적 접근방법 등 아직 많은 연구 과제를 안고 있다.

아직까지 현 테니스 지도자들은 경험에 의한 기술지도를 수행하고 있어, 이로 인한 젊은 연령층의 테니스 운동을 역학적 측면에서 관찰해 보면 잘못된 자세에서 비롯되는 주관절 손상이 발생하는 것을 알 수 있다(Gellman, 1992; Kamien, 1990). 따라서 남녀선수나 지도자에게 정확한 동작을 효율적으로 습득하게 하고 효과적으로 지도할 수 있는 과학적인 기초자료의 제공이 필요하다.

일반적으로 테니스 동작분석에 있어 운동학적 변인에 관한 분석은 주로 같은 성별끼리 분석 해오고 있으나, 남자와 여자는 비교되지 않고 있다. 그러므로 테니스의 동작은 기능적 패턴과 자세를 형성함에 있어 확실한 이론적 근거를 제시 받아야 하고 각 동작의 형태나 신체적 특성과 구조에 따라 적용되어지는 요인에 관한 과학적 연구를 하여야 한다. 그러나 한편으로, 기술적인 측면에서 성별에 따라 다른 방법으로 기술을 전수하는 것이 아니라 선수의 특성과 형태에 따라 양손 백핸드를 지도하므로 라켓의 스피드 외에는 차이가 없을 것이라 예상되기도 한다. 또한 모든 타격운동기술에서 스윙의 시작점이 되며, 1차적인 움직임인 신체의 중심이동은 매우 필요한 요소이나 종목에 따라 중심이동의 형태가 다르므로 테니스 스윙 시 중심이동에 대한 성별에 따른 연구는 반드시 요구된다. 그러므로 기술적인 측면에서 성별에 따른 차이가 있는지 아님 없는지를 파악하는 것이 매우 중요하다.

따라서 본 연구는 남·여 선수의 양손 백핸드 스트로크 동작 시 운동학적 요소를 비교하여 기술적인 부분을 분석하고, 경기력 향상을 위해 정확하고 효율적인 지도를 위한 기초자료의 제공과 현대 테니스의 주류인 양손 백핸드 스트로크의 기술적인 차이가 성별에 따라 있는지 알고자 하는 것이 이 연구의 목적이며, 이것을 알기 위한 가장 기초적인 운동학적 요소인 스윙의 시간변인과 속도를 구하여 분석하는 것이다. 구체적인 요인은 아래와 같다.

- 1) 양손 백핸드 스트로크 동작 시 남·여 테니스 선수간의 시간변인으로 백스윙에서 임팩트까지의 소요시간과 전체 스윙 소요시간의 차이가 있는지 알고자한다.
- 2) 양손 백핸드 스트로크 동작 시 남·여 테니스 선수간의 속도변인으로 라켓헤드 속도, 신체중심 이동속도의 차이가 있는지 알고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 대한 테니스 협회에 등록된 선수로서 오른손을 쓰며, 양손 백핸드 스트로크를 사용하는 대학교 남자 선수 5(age 19.67±1.97 yrs, height 179.33±1.97 cm, weight 69.50±6.35 kg, career 9.17±2.48 yrs)명, 대학교 여자 선수 5(age 18.50±1.38 yrs, height 165.20±1.92 cm, weight 59.17±6.49 kg, career 7.50±1.38 yrs)명으로 선정 하였다.

### 2. 실험 장비

실험에 사용된 동작분석 및 기자재 장비는 <Table 1>과 같다.

Table 1. The list of experimental equipment

equipment	model	manufacturer
motion capture camera	Proreflex MCU240	Qualisys
motion capture program	Qualisys track manager	Qualisys
body marker	reflection marker	Qualisys
computer	X-note r400	LG

### 3. 실험 절차

실내 테니스장에서 피험자가 양손 백핸드 스트로크 동작을 안전하고 안전하게 수행 할 수 있는 공간을 확보하였다. 실험 전 NLT 방법을 이용한 좌표 프레임(orientation frame)을 분석구간의 시작점에 위치시킨 후 캘리브레이션 윈드 바(calibration wand-bar)를 이용하여 분석 범위를 표시하여 공간좌표를 얻었다. 각 카메라의 기준좌표계를 설정 한 다음 영상자료 수집을 위해 <Figure 1>과 같이 전면 2대, 후면 2대, 좌·우면 2대, 총 6대의 적외선 카메라(proreflex motion capture unit-240)를 설치하였다.

피험자의 신체 해부학적 상태를 고려한 자료를 추출하기 위해 인체 관절점을 좌표한 후 42개의 마커를 부착하고 실험 전 스탠딩 캘리브레이션(standing calibration)을 실시하였다.

양손 백핸드 스트로크 동작이 이루어지는 반대편 코트의 서비스 라인과 센터 마크 지점에서 동일 인물이 10개의 공을 연속적으로 던져 주었으며, 피험자들에게 강하고 정확한 동작을 실시하도록 하였다.

타구방향의 정확도를 측정하기 위해 피험자가 리턴 한 볼이 반대편 코트에 떨어지는 지점에 따라 <Figure 1>과 같이 P1 지점으로 정하고 크로스(cross)코스로 10회 실시하였다. 피험자들 모두 두 스퀘어 스탠스(square stance)로 제한하였으며, 공격적인 샷을

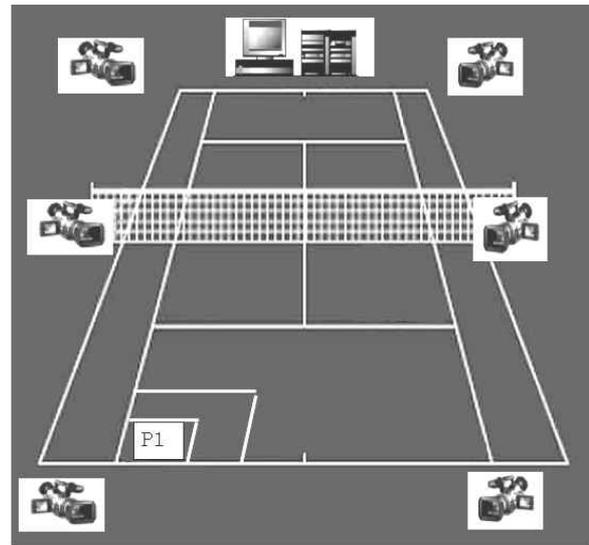


Figure 1. Disposition of experiment equipment

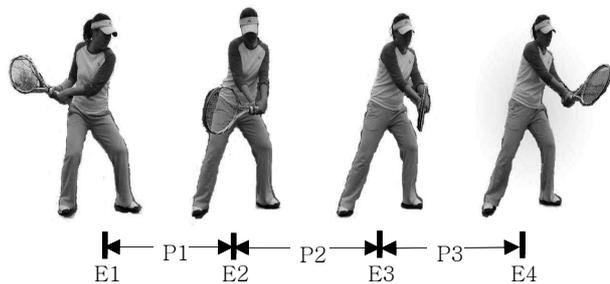


Figure 2. Definitions of the event and phases

유도하기 위해 P1 지점 안에 가로 1 m, 세로 1 m의 포인트 박스를 지정 하였으며, P2, P3에 떨어진 볼은 일반적인 타구라 보고 인정하지 않았다. 네트 중앙 높이 0.914 m를 기준으로 네트 위 1 m 높이에 라인을 설치하여 1 m 이하로 볼을 통과하게 하였다. 10회 측정 중 타구 한 볼이 네트 위 1 m 이하의 공간을 통과하여, P1 지점의 1 m<sup>2</sup> 면적을 가진 범위 내에 들어간 볼 중 가장 공격적인 위치에 떨어진 볼을 선정하여 그 동작을 찾아 본 연구의 자료로 사용하였다.

각 피험자에게 연구 취지를 설명하고 실험 참가 동의를 받았으며, 신체적 특성을 조사하고, 실험오차를 최소화 하기 위해 충분히 설명을 한 후, 피험자 각자가 자신의 양손 백핸드 스트로크 동작을 원활히 하기 위해 30분간 충분한 워밍업 시간을 부여하였다. 영상분석 시 <Figure 3>과 같이 정확한 측정을 위해 검은색 타이즈를 착용 시키고 피험자의 인체 관절점에 대한 좌표화를 위해 42개의 반사마커를 부착하였다. 또한 <Figure 4>와 같이 정확한 라켓의 움직임을 분석하고자 6개의 반사마커를 라켓에 부착 하였다. 이벤트 설정은 백스윙(E1), 임팩트 직전(E2), 임팩트(E3), 임팩트 직후(E4)로 <Figure 2>와 같이 하였다.

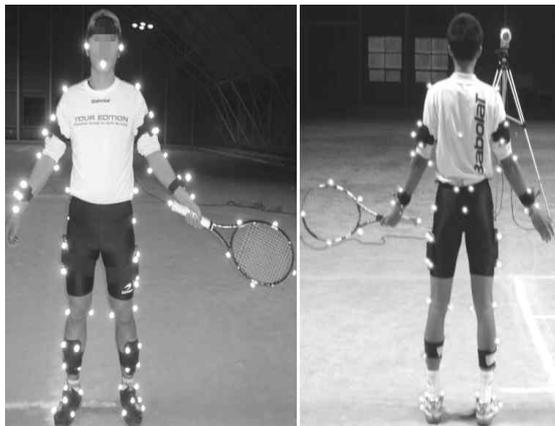


Figure 3. Reflection marker



Figure 4. Racket reflection marker

Table 2. Locations of the joint reflection marker

No.	primary point	No.	primary point	No.	primary point
1	right head	21	left PSIS	41	left midfoot
2	left head	22	sacrum	42	left heel
3	chin	23	right thigh 1	43	racket 1
4	right upper arm 1	24	right thigh 2	44	racket 2
5	right upper arm 2	25	right thigh 3	45	racket 3
6	right upper arm 3	26	right thigh 4	46	racket 4
7	right fore arm 1	27	right shank 1	47	racket 5
8	right fore arm 2	28	right shank 2	48	racket 6
9	right fore arm 3	29	right shank 3		
10	left upper arm 1	30	right shank 4		
11	left upper arm 2	31	right midfoot		
12	left upper arm 3	32	right heel		
13	left fore arm 1	33	left thigh 1		
14	left fore arm 2	34	left thigh 2		
15	left fore arm 3	35	left thigh 3		
16	trunk 1	36	left thigh 4		
17	trunk 2	37	left shank 1		
18	trunk 3	38	left shank 2		
19	trunk 4	39	left shank 3		
20	right PSIS	40	left shank 4		

#### 4. 자료 분석

본 연구에서 영상 자료처리는 Qualisys 사의 proreflex MCU-240 적외선 카메라를 통해 촬영 하였으며, 위치좌표에 대한 원자료(raw data)를 QTM(qualisys track manager)프로그램을 이용하여 산출, 분석 하였다. 공간 좌표화의 기준은 Qualisys 사의 L자 프레임(orientation frame)이고 캘리브레이션 윈드바로 동작 범위를 포함할 수 있는 NLT(nonlinear transformation)방법을 이용하여 공간 좌표를 구성 하였다. 인체 관절점에 대한 좌표화를 위해 피험자에게 <Table 2>와 같이 반사마커를 부착하였으며, 3차원 좌표 데이터는 Qualisys 사의 QTM(qualisys track manager)프로그램을 이용하여 자료를 산출 하였다.

#### 5. 통계처리

통계처리는 SPSS 14.0을 이용하여, 남·여 테니스 선수의 양손 백핸드 스트로크 동작 시 전체 스윙 소요시간, 백스윙에서 임팩트까지의 소요시간, 임팩트 시 라켓헤드 속도, 신체중심 이동속도 등 운동학적 변인의 평균차이를 검증하기 위하여 t-test 를 실시하였으며 통계적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

### III. 결 과

#### 1. 스윙소요시간

남·여 양손 백핸드 스트로크 동작 시 백스윙에서 임팩트까지의 소요시간과 전체 스윙 소요시간은 <Table 3>와 같다.

Table 3. The time from backswing to impact and total time (unit: s)

Group	Event	E1-E3	Total
	Male		0.24±0.04
Female		0.34±0.15	0.42±0.18
t-value		-1.571	-1.627

백스윙에서 임팩트까지의 소요시간과 전체 스윙 소요시간의 남·여 비교 시 전 국면에서 통계적으로 유사한 것으로 나타났다. 테니스에 있어서 스윙동작은 준비자세, 백스윙, 포워드 스윙, 팔로드로우로 구분한다. 그 중 가장 중요한 포워드 스윙은 백스윙 끝에서 임팩트까지의 동작을 말한다(Roeter, & Groppe, 2001).

#### 2. 속도변인

##### 1) 임팩트 시 라켓헤드 속도

남·여 양손 백핸드 스트로크 동작의 임팩트 시 라켓헤드 속도는 <Table 4>와 같다.

Table 4. Racket head velocity impact

Group	Event	E3		
		x	y	z
Male		-7.92±2.50	27.73±3.04	6.33±2.39
Female		-6.58±0.54	25.27±2.20	7.05±0.98
t-value		-1.071	1.311	-.570

임팩트 시 라켓헤드 속도는 남·여 비교 시 전 국면에서 통계적으로 유사한 것으로 나타났다.

성분에 따른 속도를 해석하면 x방향은 좌·우 방향으로 볼의 방향에 영향을 미치며, '·' 값은 밖에서 안으로 끌어당기고 있는 것을 나타낸다. y방향은 전·후 방향으로 볼의 속도와 관계가 있으며, z방향은 상·하 방향으로 볼의 스핀 형성과 관계가 있다.

## 2) 신체중심이동속도

남·여 양손 백핸드 스트로크 동작 시 신체중심 이동속도는 <Table 5>과 같다.

신체중심 이동속도는 남·여 비교 시 전 국면에서 통계적으로 유사한 것으로 나타났다.

신체중심은 가장 큰 분절에 속하며, 중심의 이동 속도는 다른 분절의 속도에 영향을 미치는 주요한 요소이다.

Table 5. Center of gravity velocity

Group	Event	E3			
		E1	E2	E3	E4
Male		1.10±0.16	0.51±0.12	0.48±0.14	0.46±0.16
Female		0.95±0.15	0.59±0.26	0.45±0.13	0.39±0.12
t-value		1.431	-.521	.326	.562

# IV. 논 의

## 1. 스윙 소요시간 비교

포워드 스윙은 정확성과 공격적인 타구를 결정짓는 중요한 과정이며, 임팩트 시 스윙속도와 각도, 라켓 면이 볼의 강·약 조절과 스핀을 결정하는데 직접적인 영향을 준다(Kang, 2006). 포워드 동작 시 짧은 소요시간은 라켓속도를 증가시키며, 증가된 라켓속도는 볼의 속도에 영향을 준다.

남·여 선수의 양손 백핸드 스트로크 동작 시 통계적인 차이는 없지만 남자선수가 시간상 약 0.1 s 빨라 여자선수보다 타구한 볼에 더 큰 영향을 미친 것으로 예상된다. 공간이 제한된 테

니스 경기에서 볼을 빠르게 치기 위해 0.1 s의 시간을 줄이고, 1 m/s의 속도를 더 할 수 있다면 상대선수는 볼 처리가 매우 어려워진다. 즉, 볼의 속도와 스핀에 영향을 미치는 결정적인 요소는 라켓이 움직일 때 소요된 시간과 속도가 관여한다. 라켓이 스윙을 할 때 시간이 짧고, 속도가 빠를수록 누구나 받기 어려운 볼이 되는 것이며, 이는 볼이 스위트스팟에 맞는 걸 기준으로 한다면 조금의 시간차와 속도차는 경기력에 상당한 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

양손 백핸드 스트로크 동작 시 백스윙에서 임팩트까지 즉, 포워드 스윙의 소요시간을 살펴보면 Kim, Jo, Sung, Kim(2001)은 0.39 s, 0.42 s, 전체 스윙 소요시간은 1.32 s, 1.40 s로 보고 하였고 Choi, Sin(2005)은 백스윙에서 임팩트 까지 0.36 s, 전체 스윙 소요시간은 0.53 s로 So, Seo(2005)와 Jin(2002)은 백스윙에서 임팩트까지 0.19 s, 전체 스윙 소요시간은 1.83 s로 보고 하였다.

본 연구와는 다른 결과를 나타내고 있으며, 이는 피험자들 간의 차이가 있는 것으로 예상되며, 전체 스윙 소요시간의 경우 본 실험과는 다른 이벤트 설정으로 차이가 나타나는 것으로 판단된다.

## 2. 속도변인

### 1) 임팩트 시 라켓헤드 속도

테니스는 거리제한을 두는 경기로서 약간의 속도차가 인과아웃을 결정하는 요인 중 하나이다. 지정된 위치에 공을 떨어뜨리기 위한 남·여 선수의 임팩트 시 라켓헤드 속도의 차이는 유사하게 나타났다. Bahamonde, & Knudson(2003)는 포워드 스트로크 동작에서 스쿼어 스탠스 임팩트 시 라켓헤드 속도를 22.3 m/s로 보고 하였다. 본 연구의 임팩트 시 라켓헤드 속도가 빠르게 나타난 것은 동일한 스탠스 동작을 취하였으나 양손 백핸드 스트로크 동작이 포워드 스트로크 동작 보다 스윙 반경이 짧아 라켓헤드 속도가 남·여 모두 빠르게 나타났다. 남·여 선수의 성분방향에서 x, y방향은 남자가, z방향은 여자가 다소 빠른 것으로 판단된다. 본 연구에서 주목해야 할 성분은 높이(z: 위·아래)와 볼이 떨어지는 지점(x: 좌·우)의 범위가 정해져 있어 전후방향인 y성분의 라켓헤드 속도가 주요인이 된다. y성분의 라켓헤드 속도를 km/h로 계산을 하면 남자는 약 99.8 km/h, 여자는 90.9 km/h가 된다. 남자 테니스 프로 선수의 그라운드 스트로크의 볼 속도는 평균 약 150 km/h로 보고 있다. 이 실험에서 볼의 속도는 측정하지 못했지만, 남자 고등학교 선수의 볼 속도를 스피드 건으로 측정했을 때 약 130 km/h로 측정되었다. 그러므로 남자 대학생인 경우 예를 들어 라켓헤드속도가 99.8 km/h에 볼 속도가 135 km/h로 예를 한다면, 여자 대학생인 경우 라켓헤드속도가 90.9 km/h라면 볼 속도는 같은 수치를 뺀 때 약 10 km/h의 차이가 날 것이다. 테니스는 거리가 제한된 경기로 남녀의 볼 속도가 약 10 km/h의 차이가 난다면 경기에 있어서 상당한 이득을 얻을 수 있을 것이다. 비록

통계적인 차이는 없었지만 힘에 있어서 라켓헤드속도의 수치 차이는 남자가 더 빠른 속도를 구사하는 것으로 판단된다.

그러나 z방향에서 여자 선수들이 빠르게 나타난 것은 볼의 높이를 이용하여 목표지점에 도달하게끔 스핀을 위주로 한 스윙을 한 것이며, 남자 선수들은 네트에 가깝게 볼을 밀어 보낼 수 있는 힘이 있어 스핀보다 강타를 위주로 한 스윙을 한 특성이 나타난 것으로 판단된다. 따라서 남자는 안정성보다는 힘을, 여자는 힘보다 안정성을 위주로 한 볼을 구사하는 것을 알 수 있다.

성분별 라켓헤드 속도를 살펴보면 Jim(2002)은 양손 백핸드 스트로크 동작의 임팩트 시 라켓헤드 속도를 x방향 15.97 m/s, y방향 1.49 m/s, z방향 7.25 m/s 로 보고 하였고 최지영, 신제민(2005)은 x방향 -12.39 m/s, y방향 -7.39 m/s, z방향 4.87 m/s 로 보고 하여 본 연구의 결과와는 많은 차이를 보이고 있다.

이들의 연구에서 라켓헤드 속도에 관한 정의와 축의 설정과정에 있어 방향의 차이 등으로 인해 계산과정의 차이가 존재하여 상대적인 비교가 어려웠다. Groppe(1992)은 엘리트 선수들은 어떠한 상황에서 최고의 결과를 생성하기 위해 파워와 컨트롤의 최적의 콤비네이션 사용법을 알고 있다고 보고 하였다. 이와 같이 남·여 선수 모두 신체의 정확한 컨트롤을 바탕으로 정교한 스윙 동작을 발휘하여 임팩트 시 원하는 지점에 볼을 위치시킬 수 있는 라켓헤드 속도를 만들어 줌으로써 적당한 힘의 배분으로 스윙 동작이 원활하게 이루어져 일정한 지점에 볼을 떨어뜨릴 수 있는 성공 확률을 높게 해주는 것으로 판단된다. 즉 기술적인 면은 성별에서 차이가 나는 것이 아니라 개인적인 특성과 능력으로 봐야 할 것이다.

## 2) 신체중심 이동속도

남·여 선수의 양손 백핸드 스트로크 동작 시 네트 높이의 제한과 포인트 박스 지점에 정확히 떨어뜨리기 위해서는 적절한 신체 각도와 안정된 스윙 그리고 신체중심의 속도, 분절중심의 속도가 서로 조화를 이루어야 한다. 테니스는 리듬과 타이밍이 중요한 경기로서 리드미컬하게 동작이 이루어 질 때 원하는 코스로 안전하게 볼을 보낼 수 있다. 그라운드 스트로크는 빠른 움직임을 요구하며 신체중심을 잘 유지해야한다. 신체중심 이동속도는 이러한 관점에서 볼 때 매우 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다(Lee, 1992).

신체중심은 가장 먼저 움직이는 전체질량의 중심으로 운동반경은 작으나 중심의 위치변화가 각 분절의 위치를 변화시키며 최종적으로 라켓의 위치에 영향을 미친다. 즉, 위치의 변화는 속도를 일으키게 되므로 가장 근본적인 신체중심의 속도변화는 다른 분절의 가속도를 형성하게 도움을 준다. 그러므로 양손 백핸드 스트로크 동작에 있어 신체중심의 이동속도를 파악하는 것은 중요한 의미를 갖고 있다. 이는 근원적인 움직임이 불안정할 때 기술에서 에러를 유발시키는 근본적인 것으로 신체중심의 이동속도가 빠르거나 느리게 움직이면 각 사지의 순

차적인 움직임을 방해하여 볼을 치는 타이밍을 놓치게 만들어 자신의 의지에서 벗어나는 볼을 유도하게 된다. 따라서 신체중심의 적절한 이동속도는 정확한 기술을 이끌어내는 것으로 성별의 차이가 아닌 기술적인 신체 움직임을 제어하는 역할을 하는 것은 개인의 숙련도가 좌우하는 것이다.

## V. 결론

본 연구는 남·여 테니스 선수의 양손 백핸드 스트로크 동작의 운동학적 변인들을 비교·분석하여 그 차이를 규명하고 기술 및 경기력 향상과 효율적으로 지도할 수 있는 기초자료를 제공하며, 기술적인 측면의 차이점이 있는지 알기위해 운동학적 변인을 검증하여 얻어진 결론은 다음과 같다.

1. 남·여 선수 간의 백스윙에서 임팩트까지의 소요시간과 전체 스윙 소요시간은 유사한 것으로 나타났다.
2. 남·여 선수 간의 임팩트 시 라켓헤드 속도는 유사한 것으로 나타났다.
3. 남·여 선수 간의 신체중심 이동속도는 유사한 것으로 나타났다.

전체적인 요소들을 요약하면 남녀 테니스 양손 백핸드 스트로크에서 성별에 따른 요인은 유사한 것으로 나타났다. 이는 테니스의 기술적인 면은 성별과 상관이 없다는 것을 제시하는 것이다. 테니스 지도 시 남녀에 따라 트레이닝이나 심리적인 부분은 차이가 있을 것이나 기술을 익히고 적용하는데 있어서는 성별의 차이보다 개인별 신체구조와 기술습득의 차이 그리고 숙련도로 봐야 된다. 남녀가 아닌 선수로서 그 기술을 숙지하고 발휘하는 것은 많은 연습과 경험을 통하여 기술의 완숙도가 결정된다고 볼 때 테니스 기술은 성별을 구분하지 않고 적절한 운동역학적 방법만 제시된다면 누구든지 강력한 양손 백핸드 스트로크를 지닐 수 있다는 것이다. 따라서 지도자는 선수들에게 기술적인 측면을 교육할 때 성별에 따른 차이는 없다는 것을 인지시킬 수 있어, 긍정적인 효과를 이끌어 낼 수 있을 것이라 본다.

## 참고문헌

- Bahamonde, R., & Knudson, D.(2003). Kinetics of the upper extremity in the open and square stance tennis forehand. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(1), 221-229.
- Choi, J. Y., & Sin, J. M(2005). 3-D Kinematic comparison of

- One Hand Backhand Stroke and Two Hand Backhand Stroke in Tennis. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 15(4), 85-95.
- 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.
- Gellman, H.(1992). Tennis Elbow(Lateral Epicondylitis). *The Orthopaedics Clinics of North America*, 23, 75-82.
- Groppe, J., L.(1992). High tech tennis. Illinois : Leisure Press.
- Jin, S. G.(2002). *A Kinematic Analysis for the Attacking of Tennis Backhand Stroke*. Inedited Master's Thesis. Department of Physical education Graduate School Kokkuk University.
- Kamien, M.(1990). A Rational Management of Tennis Elbow. *Sports Medicine*, 9, 173-191.
- Kang, Y., T(2000). *Kinematics Analyses of Pushing Shot and Hitting Shot in Tennis*. Inedited Master's Thesis. Department of physical Education, Graduate School Pusan National University.
- Kang, Y., T(2006). *Analysis of Kinematics and Kinetics on Forehand Stroke by Tennis Stance and Swing Pattern*. Inedited Doctorate Thesis. Department of Physical Education, Graduate School Pusan National University.
- Kim, C., K(1992). *Accuracy Comparison Analysis of One Hand Backhand Stroke and Two Hand Backhand Stroke in Tennis*. Inedited Master's Thesis. Department of Physical Education Graduate School Inha University.
- Kim, E., H, Jo, H., G, Sung, Y., H, & Kim, S. S(2001). A Kinematic Analysis of Two-handed Backhand Drive in Tennis. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 11(1), 173-194.
- Kim, H., J, Park, J., H, & Sin, B., C(2007). Analysis of Game on match stats in Female Grand Slam tennis. *Korea Sports Research*, 18(2), 321-332.
- Kim, S., S(2000). *A Kinematic Analysis of Two-handed Backhand Drive in Tennis*. Inedited Master's Thesis. Department of Physical Education Graduate School of Yong-In University.
- Kim, Y., S(2005). The Comparative Analysis of the Required Time of Practice of Actual Swing during Tennis Stroke. *Korea Sports Research*, 16(2), 355-364.
- Knudson, D.(1990). Intra Subject Variability of Upper Extremity Angular Kinematic in The Tennis Forehand Drive. *International Journal of Sports Biomechanics*, 4, 415-421.
- Kwon, Y., G(2006). *Analysis of Tennis Game in Korean Woman Player*. The subject of investigation : Professional Athletes. Inedited Master's Thesis. Major in Physical Education Department of Graduate School of Education Kyonggi University.
- Lee, G., B, Lee, Y., S, & Lee, G.(2004). The Notational Analysis of the Domestic Man's Single Tennis Game. *The Korean Journal of Physical Education*, 43(3), 903-911.
- Lee, H. S(1993). *Kinetic Analysis of Backhand Stroke in Tennis*. Inedited Master's Thesis. Department of Physical Education Graduate School Pusan University.
- Lee, J. M.(1992). *Kinematics Analysis of One-Handed Backhand Drive & Two-Handed Backhand Drive of Female Tennis Player*. Inedited Master's Thesis. Department of Physical Education Graduate School MyongJi University.
- Na, D., R(2010). *Kinematical Analysis of Two-Hand Backhand Stroke Between Male and Female Tennis Player*. Inedited Master's Thesis. Dept. of physical Education, Graduate School Pusan National University.
- Nam, S., G(2007). *Kinematical Comparison Analysis of the Back-hand Stroke with One-hand & Two-hand on the Tennis*. Inedited Master's Thesis. Department of Physical Education Graduate School Hanyang University.
- Park, Y. K., Kim, Y. S., & Kim, E., J.(2005). A Change in Electromyogram Upon the Movement of Muscles for Forehand Stroke in Tennis. *Korea Sports Research*, 16(4), 586-602.
- Roetert, P., & Groppe, J.(2001). *World Class Tennis Technique*. Human Kinetics Publishers, Inc.
- Sin, J. M.(2004). 3-D Kinematic comparison of Two Hand Backhand Stroke in Tennis. *Korea Sports Research*, 15(6), 887-890.
- 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.
- Seo, J. H., Kim, H. S.(2003). Kinematic Analysis of Backhand Two-handed Top-spin Drive Stroke. *Journal of Korean Society for the Study of Physica Education*, 7(4), 255-263.
- So, J. M., & Seo, J. H.(2005). Kinematic Analysis Attacking of Tennis Backhand Stroke. *The Korean Journal of Physical Education*, 44(6), 643-655.
- Yu, K. J., Seo, K. W., Yoon, Y. J., Lee, H. S., Jung, M. L., & Seo, K. E.(2000). EMG Analysis Upper limbs of Two Hand Backhand Stroke in Female Tennis. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 9(2), 195-210.