한국운동역학회지, 2009, 제19권 3호, pp. 449-455
Korean Journal of Sport Biomechanics
2009, Vol. 19, No. 3, pp. 449-455

테니스 포핸드 스트로크 스탠스 유형의 지면반력 분석

Analysis of Ground Reaction Force by Stance Type during Tennis Forehand Stroke

강영택 · 서국은*(부산대학교)
Kang, Yong-Teak · Seo, Kook-Eun*(Pusan National University)

국문요약

이 연구는 경력 7년 이상 6개월 동안 부상이 없는 오른손잡이 세미웨스턴 그립을 사용하는 남자 고등학교 테니스 선수 8명을 대상으로 수평·수직스윙 유형과 스퀘어·세미오픈·오픈 스탠스 유형에 따른 테니스 포핸드 스트로크의 하지에 대한 분석방법으로 포워드 스윙에서 임팩트까지 하지의 지면반력 양상을 밝히고자 지면반력 데이터와 운동학적 데이터를 이용한 역동역학적 프로그램을 이용한 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 전후 지면반력은 스퀘어·세미오픈 스탠스에서 스윙유형에 관계없이 임팩트로 갈수록 왼다리에서 감소되었으며, 오픈 스탠스는 체중이 발끝으로 이동하여 지면반력이 증가한 것으로 나타났으며, 수직지면반력은 스퀘어·세미오픈 스탠스에서 스윙유형에 관계없이 임팩트로 갈수록 왼다리에서 증가되었으며, 오픈 스탠스는 체중이 수직 이동되어 지면반력이 감소되는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

Y. T. KANG, and K. E. SEO, Analysis of Ground Reaction Force by Stane Type during Tennis Forehand Stroke. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 19, No. 3, pp. 449-455, 2009. The purpose of this study was to analyze the kinetics variables of GRF by dtance type during forehand stroke. Eight high school tennis players, who have never been injured for last six months, in Busan were chosen for the study. They performed horizontal swing and vertical swing that it was done each five consecutive trial in the condition of square, semi-open and open stance. It was filmed by 6 video camera and used with 3-dimensional motion analyzer system and GRF system. The following kinetic variables were analyzed in relation to left leg and right leg GRF. The conclusion were as follow: 1. In square and semi-open stances, the horizontal ground reaction force was decreased at impact in left leg regardless of swing type, whereas open stance was increased at impact to the tiptoe in both legs. 2. In square and semi-open stances, the vertical ground reaction force was increased at impact in left leg regardless of swing types, whereas open stance was decreased at impact to vertical direction in both legs.

KEYWORDS : GROUND REACTION FORCE, LEFT LEG, RIGHT LEG, SQUARE, SEMI-OPEN, OPEN STANCE.

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.
*Corresponding Author : 서국은
부산광역시 금정구 장전동 산 30 부산대학교 스포츠과학부
Tel : 051-510-7446 / Fax : 051-510-3746
E-mail : seo5090@pusan.ac.kr

Ⅰ. 서 론

1. 연구 필요성

전통적인 테니스와 현대적인 테니스는 여러 측면에서 차이가 있다. 그 중 가장 차이가 나는 것은 포핸드 스트로크(forehand stroke) 중 취하는 선수들의 스탠스이다. 전통적인 포핸드 스트로크는 양발을 네트에 수직으로 놓기 때문에 스퀘어 스탠스라고 하며, 반대로 현대적인 포핸드는 양발이 네트에 평행하기 때문에 오픈 스탠스라고 한다(서국웅, 강영택, 이경순, 서국은, 김정태, 2007; Roetert & Groppel, 2001). 스퀘어 스탠스(square stance)는 오른손잡이의 경우 오른발을 중심으로 왼발을 볼 쪽으로 내디디면서 스윙을 하는 스탠스로 직선운동과 체중이동을 쉽게 이루어주는 스탠스이다. 오픈 스탠스(open stance)는 포핸드를 칠 때 더 빨리 반응하고 더 빠른 회전운동을 할 수 있다(Schonborn, 1999). 세미 오픈 스탠스(semi-open stance)는 볼을 맞추는 지점으로 다리를 더 가까이 가져가는 스탠스로 체중을 앞쪽으로 이동시킬 수 있으며 회전운동 또한 오픈 스탠스만큼 할 수 있는 스탠스이며, 현대 테니스 선수들이 베이스 라인에서 사용하는 전형적인 스탠스이다.

코치 및 선수들이 선호하며 회전운동이 주가 되는 오픈 스탠스는 신체중심이 베이스라인 중앙 쪽으로 향하며, 스퀘어 스탠스는 네트 방향으로 이동한다. 또한 오픈 스탠스는 과도한 몸의 회전을 이용하며, 스퀘어 스탠스는 무리없이 몸을 틀 수 있는 스탠스이다. 볼을 치기 직전의 마지막 형태는 스탠스가 어떤 것이냐에 따라 달라지며, 여기에는 발의 형태와 발란스가 매우 큰 작용을 하고 있으며, 선수들에게는 평형성(balance)과 안정성(stability) 두 개의 균형이 필요하게 된다(손원일, 2008; Roetert, Brewer & Teltscher, 2004).

그립(grip)의 형태와 스윙유형에 따라 스탠스의 선택도 달라졌으며, 세미 웨스턴 및 웨스턴 그립으로 포핸드 스트로크를 치는 선수들을 보면 스퀘어 스탠스 보다 몸통 회전을 이용하여 스윙을 하는 오픈 스탠스를 취하는 경우가 많다.

그러나 Knudson과 Blackwell(2000)은 오픈 스탠스와 스퀘어 스탠스 포핸드 스트로크 수행 시 몸통근육의 활동을 보았을 때, 전통적인 스퀘어 스탠스보다 오픈 스탠스의 몸통 근 활동이 더 낫다는 증거는 발견하지 못하였으나(Bahamonde, 2003), 근전도분석을 통한 근활동전위차를 확인하였고, 운동량에서 스퀘어 스탠스는 직선운동량에 유리하며, 오픈 스탠스는 각운동량을 효율적으로 사용할 수 있다고 보고하였다(이훈식 등, 2000; 유국종 등 2000; Bahamonde, 2001).

분명 빠른 테니스를 치는 현대에 있어서 오픈 스탠스가 주를 이루고 있지만 절대적인 것은 아니며 세 가지 스탠스가 조화를 이루고 있다. 그러므로 이 연구는 세미 웨스턴 그립을 쥔 그룹이 수평스윙과 수직스윙 시 스퀘어, 세미 오픈, 오픈 스탠스 형태에 따른 지면반력을 분석하여 Y성분(전후), Z성분(수직)의 왼 다리와 오른 다리의 변화를 파악하고, 각 스윙과 스탠스 유형의 유사성과 특이성을 규명하는데 그 목적이 있다.

2. 연구 제한점

1) 통제된 실험상황과 고정된 장비 위에서 수평 · 수직스윙을 스퀘어 · 세미 오픈 · 오픈 스탠스에서 실행하였다.
2) 이 연구에서 전후방향인 Y성분과 수직방향인 Z성분을 분석하였으며, 좌우방향인 X성분은 직선타구의 분석이므로 제외하였다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상과 실험도구

경력 7년 이상 오른손잡이 세미 웨스턴 그립을 사용하는, B광역시 D 남자고등학교에 재학 중인 테니스 선수 8명을 대상으로 하였으며, 이들의 신체적 특성(M±SD)은 연령(17.8±0.7years), 체중(67.1±8.4kg), 신장(178.1±4.9cm), 경력(7.4±0.5years)으로 나타났다.

이 연구에서 지면반력을 분석을 위해 사용된 실험도구는 <표 1>과 같다.

표 1. 지면반력분석 장비

실험장비	모델명	제조회사
digital video camera	VX2100	Sony Co.
force platform	4060A 9285	Bertek Co. Kistler Co.
GRF analysis program	Kwon GRF 2.0	Visol Co.
A/D converter	DT-3200	Visol Co.
photoelectric sensor	BX5M MDT	Autonics Co.

2. 실험절차 및 자료분석

실험상황을 용이하게 하기 위하여 시간은 일몰 이후로 하였으며, 체육관 바닥과 벽의 반사를 피하기 위해 검은 천으로 가렸으며 지면에 2대의 지면반력기(Bertek Model 4060A, USA; Kistler Model 9285, Switzerland)를 설치하고 실험공간을 만들었다. 외부의 빛은 스며들지 못하게 한 다음 이벤트 국면과 구간을 찾기 위해 2대의 비디오카메라를 설치하였다. 피험자가 테니스 스윙을 완전하게 수행 할 수 있는 공간을 확보한 다음 스윙 시 테니스볼을 막을 수 있게 전방 5m 지점에 안전망을 설치하였다. 피험자가 테니스 라켓을 들고 적응을 위해 반복 연습 후 스윙을 행하게 하였다. 볼은 로프에 부착하였으며 지면반력기 위에서 스탠스 형태를 취하고 볼의 위치를 조정하였다. 그리고 실험상황을 충분히 숙지시키기 위하여 10회 이상의 연습을 시켰으며, 고집음 마이크를 이용하여 임팩트 시 생기는 타격음을 잡아 LED에 신호가 들어오도록 설치하고 테스트를 한 후 피험자가 익숙해 졌다고 판단된 다음 이 실험을 실시하였다. 피험자가 실험위치에 들어간 후 위치를 제 조정하여 연속적으로 실험을 진행하였다. 각 피험자는 스탠스 유형 별로 자세를 취한 후 수평스윙과 수직스윙을 행하였으며, 이러한 동일한 과정을 5회 반복하여 가장 적합한 동작 1회를 선택하였다. 스윙 방향은 포워드 스윙 시작 지점으로부터 수평스윙은 라켓헤드가 허리선을 기준으로 수평성분 방향으로 스윙을 하고, 왼 어깨 위에서 끝났으며, 수직스윙은 라켓헤드가 오른 무릎 밑을 통과하여 허리, 왼 어깨 위 수직성분 방향으로 스윙을 하였다. 각 스탠스 타입별 좌 우 양발의 상대적 위치는 오른발을 기준으로 스퀘어 스탠스는 왼발과 오른발을 수직방향으로 정하였고, 세미오픈 스탠스는 대각선 방향으로 정하였으며, 오픈 스탠스는 양발의 위치를 나란히 서게 하였다. 지면반력 데이터는 Kwon GRF Program을 이용하였으며, 표집률은 1,080Hz, 표집시간은 10초로 하였다. 하지에 대한 해석방법은 지면반력 데이터와 운동학적 데이터를 이용한 역동역학적 해석방법을 이용하는 Kwon3D 3.0 프로그램을 이용하였다.

이벤트(Event)구분은 백스윙이 끝나고 포워드 스윙이 시작되는 지점을 E1, 포워드 스윙 중간지점(E1~E4의 시간비율 50%) E2, 임팩트 직전(임팩트에서 1/60초 전) E3, 임팩트 E4로 정의하고, 스탠스와 포핸드 스트로크 스윙동작 중 포워드스윙에서 임팩트까지 국면 4개를 중심으로 지면반력을 분석하였다. 통계처리는 SPSS 12.0을 이용하여 스윙타입과 스탠스 유형에 따른 각 변인에 대한 평균차이 검정을 위하여 스윙타입은 *t*-test로, 스탠스 유형간에는 *one-way ANOVA*를 이용하여 비교하였으며, 사후검정은 Duncan을 사용하였다. 모든 값의 통계적 유의 수준은 α=.05로 설정하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 전후 지면반력(Fy)

스탠스 유형에 따른 스윙유형 지면반력은 <표 2>, <그림 1>과 같으며, 체중을 표준화하였다. Berg(1989), King, Judge와 Wolfson(1994)은 기능적으로 균형은 몇 가지 다른 행동으로 구분되어 지는데, 이동하거나 돌거나 팔을 뻗는 것과 같이 무게중심을 조정하는 것, 그리고 발을 헛디디거나 미끄러지는 것과 같은 불안정한 힘에 대하여 기저면 위에 무게 중심을 유지하거나 회복하려는 반응으로 나눠진다고 보고하였다. 스퀘어·세미 오픈 스탠스 수평·수직스윙의 왼 다리 모든 국면을 보면, 지면반력이 증가하다가 감소하는 경향을 보였다. 왼 다리는 오른 다리에서 체중이동을 하며 Y성분으로 임팩트 시 체중이동을 줄여 안정성과 무게중심 조절에 기여하는 것으로 해석된다. 스퀘어와 세미 오픈 스탠스 양

스윙에서 지면반력의 차이가 없는 것은 유사한 체중이동을 하는 것이라 판단된다. 오픈 스탠스 왼 다리 E3와 E4에서 수평·수직스윙 시 왼 다리의 지면반력이 크게 나타났다. 수평스윙은 임팩트 직전가 임팩트 시 왼 다리에 체중이 있는 것으로 사료되며, 수직스윙은 양쪽다리에 체중이 있는 것으로 해석된다. Johnson과 Nelson(1986)은 평형성이 신체의 위치를 유지시키기 위한 능력이며, 성공적인 운동실행을 위해서 필수적인 요소라고 하였다. 수평스윙 모든 스탠스는 E1, E2에서 왼 다리의 지면반력이 차이가 나타났다. 스퀘어와 세미 오픈 스탠스는 E3과 E4에서 왼 다리의 지면반력이 작아지는 경향이 있어 임팩트 직전과 임팩트 시 체중의 진행을 줄이면서 스윙을 하는 것으로 판단된다. 이러한 행동은 하지의 안정성과 평형성을 높여 타격 시 스윙의 안정감을 유지하기 위한 것으로 운동실행을 위해서 왼 다리의 지면반력이 임팩트 직전과 임팩트 시 커진 경향을 보여 체중이 수직이동 하면서 발끝부분에 전달된 것으로 판단된다. 수평스윙 모든 스탠스는 E1, E3, E4에서 오른다리의 지면반력이 차이가 나타났다.

스퀘어와 세미 오픈 스탠스는 E1에서 지면반력이 크게 나타나 Y성분으로 밀고 있다는 것을 알 수 있다. 그 이후에 임팩트로 진행될수록 스퀘어 스탠스는 지면반력이 작아지는 경향을 보여, 오른 다리에서 왼 다리로 체중이 전달된 것으로 해석된다. 세미 오픈 스탠스는 스퀘어와 체중이동은 유사하나 임팩트 시 오른발의 지면반력이 스퀘어 스탠스보다 큰 경향을 보여, 체중이 오른 다리에 머물고 있는 것으로 해석된다. 오픈 스탠스는 오른 다리에 체중이 있으며, 임팩트로 가면서 체중이 미세하게 작아지는 것으로 판단된다. 수직스윙 왼 다리의 지면반력은 모든 스탠스 전 국면에서 차이가 나타났다. 오른 다리의 지면반력도 E2를 제외하고 차이가 나타났다. 스퀘어와 세미 오픈 스탠스는 수평스윙과 유사한 경향을 보이는 것으로 사료된다. 오픈 스탠스는 왼 다리에서 지면반력이 일정하게 유지되는 경향이 보이며, 오른 다리는 임팩트로 갈수록 지면반력이 두 스탠스보다 크게 나타났다. 수평스윙에서는 오른 다리에 체중을 남겨둔 상태에서 스윙을 하는 것으로 해석되며, 자세의 유지를 위해 발끝으로 체중이 옮겨지는 것으로 판단된다.

표 2. 스윙형태와 스탠스 타입에 따른 Y성분 지면반력(BW)

		E	스퀘어 (n=8)	세미 오픈 (n=8)	오픈 (n=8)	F	*Duncan*
수평	왼 다리	E1	-0.089 ±0.048	-0.119 ±0.063	-0.031 ±0.026	*6.724***	*o<s<so*
		E2	-0.153 ±0.059	-0.167 ±0.066	-0.043 ±0.042	*11.471****	*o<s<so*
		E3	-0.108 ±0.038	-0.089 ±0.017	-0.109 ±0.043	*.821*	
		E4	-0.098 ±0.035	-0.073 ±0.020	-0.106 ±0.045	*1.893*	
	오른 다리	E1	0.100 ±0.053	0.155 ±0.086	0.049 ±0.066	*4.550.**	*o<s<so*
		E2	0.044 ±0.050	0.051 ±0.039	0.014 ±0.051	*1.380*	
		E3	0.001 ±0.012	-0.031 ±0.032	0.033 ±0.069	*4.262**	*s<so<o*
		E4	-0.003 ±0.013	-0.036 ±0.035	0.029 ±0.067	*4.458.**	*s<so<o*
수직	왼 다리	E1	-0.089 ±0.030	-0.139 ±0.040	-0.043 ±0.027	*16.733****	*o<s<so*
		E2	-0.156 ±0.065	-0.175 ±0.077	-0.050 ±0.034	*9.506***	*o<s<so*
		E3	-0.116 ±0.034	-0.096 ±0.031	-0.062 ±0.034	*5.300**	*o<so<s*
		E4	-0.107 ±0.029	-0.080 ±0.030	-0.062 ±0.027	*4.909**	*o<so<s*
	오른 다리	E1	0.108 ±0.053	0.120 ±0.078	0.036 ±0.050	*4.299**	*o<s<so*
		E2	0.043 ±0.054	0.043 ±0.030	0.020 ±0.074	*.461*	
		E3	-0.014 ±0.020	-0.028 ±0.029	0.072 ±0.072	*11.010****	*s<so<o*
		E4	-0.016 ±0.020	-0.035 ±0.029	0.076 ±0.066	*15.039****	*s<so<o*
t-value	왼 다리	E1	*-.014*	*-.779*	*-.896*		
		E2	*-.083*	*-.203*	*-.351*		
		E3	*-.419*	*-.535*	*2.383**		
		E4	*-.549*	*-.559*	*2.333**		
	오른 다리	E1	*.330*	*-.836*	*-.425*		
		E2	*-.030*	*-.457*	*.180*		
		E3	*-1.828*	*.200*	*1.087*		
		E4	*-1.60*	*.081*	*1.388*		

*$p<.05$, **$p<.01$, ***$p<.001$
E1 : 포워드 스윙 시작 지점
E2 : 포워드 스윙 50% 지점
E3 : 임팩트 직전 1/60s 지점
E4 : 임팩트 지점

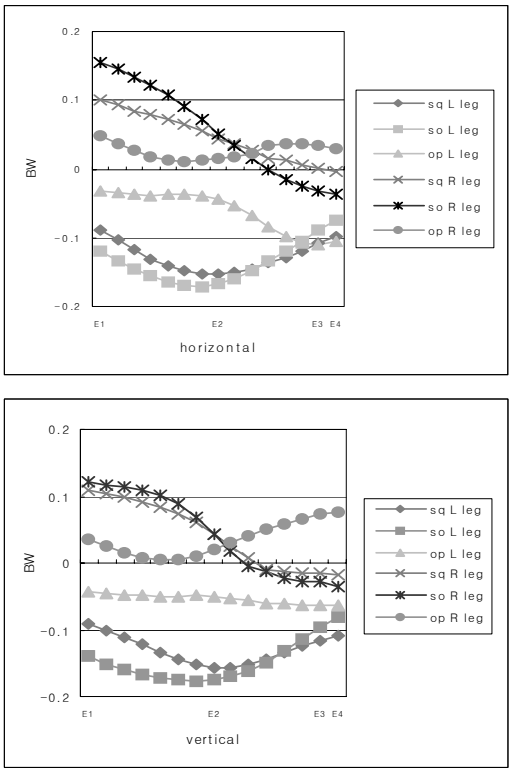


그림 1. 수평(윗 그림) 수직(아래 그림)스윙을 하는 동안 각 스탠스에 있어서 Y성분(전·후)에 대한 왼 다리와 오른 다리의 지면반력

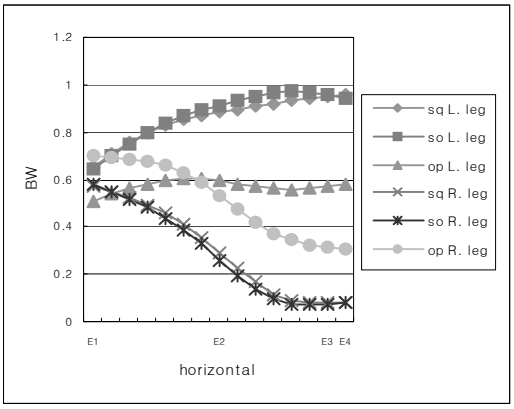
2. 수직 지면반력(Fz)

스탠스 유형에 따른 스윙유형 지면반력은 <표 3>, <그림 2>와 같으며, 체중을 표준화 하였다. 체중이동과 신체중심(COM)의 변화는 테니스 서브 스탠스 유형에 따른 서비스 동작 시 빠르고 정확한 서비스를 구사하는데 매우 중요한 부분을 기여한다(김성섭, 김의환, 2008). 스퀘어와 세미 오픈 스탠스는 임팩트로 진행될수록 왼 다리의 지면반력이 커지며, 오른 다리의 지면반력은 작아지는 경향을 보여준다. 스퀘어와 세미 오픈 스탠스의 수평·수직스윙은 체중이 오른 다리에서 왼 다리로 이동되어야 임팩트를 할 수 있다. 만일 체중의 이동이 적절치 못하면 임팩트 시 스윙궤도가 수정되어 불안정한 임팩트가 이루어져 체중의 이동은 매우 중요하다. 테니스는 비거리를 크게 하기 위한 스윙이 아니며, 한정된 거리 내에서 볼의 힘과 안정성을 동시에 추구된다.

표 3. 스윙형태와 스탠스 타입에 따른Z성분 지면반력(BW)

		E	스퀘어 (n=8)	세미 오픈 (n=8)	오픈 (n=8)	F	*Duncan*
수평	왼다리	E1	0.653 ±0.204	0.640 ±0.213	0.507 ±0.172	*1.330*	
		E2	0.886 ±0.217	0.913 ±0.186	0.594 ±0.260	*4.983**	*o<s<so*
		E3	0.953 ±0.041	0.957 ±0.196	0.571 ±0.219	*13.289****	*o<s,so*
		E4	0.954 ±0.048	0.938 ±0.209	0.578 ±0.223	*11.285****	*o<so<s*
	오른다리	E1	0.575 ±0.155	0.579 ±0.165	0.697 ±0.165	*1.441*	
		E2	0.291 ±0.205	0.258 ±0.146	0.534 ±0.229	*4.695**	*so<s<o*
		E3	0.076 ±0.061	0.073 ±0.073	0.313 ±0.262	*5.846**	*so,s<o*
		E4	0.081 ±0.064	0.080 ±0.076	0.306 ±0.249	*5.653**	*so<s<o*
수직	왼다리	E1	0.626 ±0.163	0.722 ±0.181	0.482 ±0.176	*3.865**	*o<s<so*
		E2	0.925 ±0.266	0.950 ±0.143	0.442 ±0.180	*15.817****	*o<s<so*
		E3	0.932 ±0.220	0.870 ±0.175	0.370 ±0.141	*22.920****	*o<so<s*
		E4	0.913 ±0.199	0.841 ±0.166	0.370 ±0.136	*24.320****	*o<so<s*
	오른다리	E1	0.622 ±0.139	0.541 ±0.183	0.745 ±0.133	*3.555**	*so<s<o*
		E2	0.335 ±0.177	0.276 ±0.116	0.702 ±0.220	*13.625****	*so<s<o*
		E3	0.098 ±0.148	0.112 ±0.124	0.504 ±0.232	*13.970****	*s<so<o*
		E4	0.106 ±0.145	0.125 ±0.123	0.500 ±0.209	*14.783****	*s<so<o*
t-value	왼다리	E1	*-.287*	*.827*	*-.286*		
		E2	*.324*	*.437*	*-1.354*		
		E3	*-.260*	*-.947*	*-2.181**		
		E4	*-.576*	*-1.026*	*-2.250**		
	오른다리	E1	*.630*	*-.435*	*.646*		
		E2	*.461*	*.277*	*1.489*		
		E3	*-377*	*.761*	*1.543*		
		E4	*.436*	*.883*	*1.677*		

p<.05,*p<.001*
E1 : 포워드 스윙 시작 지점
E2 : 포워드 스윙 50% 지점
E3 : 임팩트 직전 1/60s 지점
E4 : 임팩트 지점



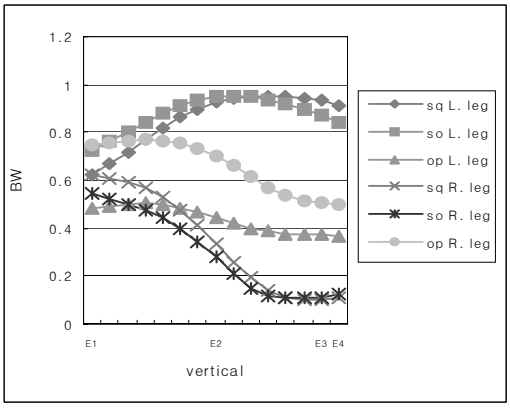


그림 2. 수평(윗 그림) 수직(아래 그림)스윙을 하는 동안 각 스탠스에 있어서 Z성분(전·후)에 대한 왼 다리와 오른 다리의 지면반력

그러므로 체중의 이동은 스윙에 따라 달라져야 한다(강상학, 손원일, 2007; 김성섭 등, 2008; 손원일, 2008). 자세의 안정성에서 무게중심이 기저면내에 존재할 때 큰 안정성을 얻을 수 있으며, King et al.(1994)은 하지의 움직임은 없이 상체에서 몸을 비틀고, 구부리고, 팔을 뻗는 동작과 같은 활동은 무게중심이 발의 안정성 내에 존재하지 못하고, 한계 밖으로 벗어났을 때 적절한 운동반응으로 스텝을 밟거나 그렇지 못할 때는 낙상을 초래한다고 하였다. 이 연구에서 전후로 취하는 스퀘어 스탠스와 세미 오픈 스탠스는 오른 다리의 지면반력이 감소하여 적절한 운동반응으로 무게중심을 안정성 내에 존재시키는 것으로 해석된다. 오픈 스탠스는 스퀘어와 세미 오픈 스탠스보다 양 다리 사이에 무게 중심을 두고 있어 적절한 반응을 하는 것으로 보여 안정성이 뛰어난 것으로 해석된다. 오픈 스탠스는 회전운동으로 체중의 전후 이동은 거의 없으며, 체중의 수직이동으로 지면반력이 감소되는 것으로 해석된다. 스퀘어와 세미 오픈 스탠스는 전후 체중이동을 하고 오픈 스탠스는 빠른 준비자세, 무게 중심의 조정, 자세의 빠른 회복 등 균형과 밀접한 관계를 가진다. Berg(1989), King et al.(1994)은 자세유지, 무게중심의 조정 · 유지 · 회복반응은 균형과 관련된 다른 행동이라고 하였다. Riley, Mann과 Hodge(1990)은 무게중심의 위치를 잡기 위하여 신체분절을 조절한다고 하였는데, 스탠스의 형태가 안정된 자세를 유지하고자 하는 하나의 목적을 포함하고 있으므로 무게중심의 위치를 조정하기 위해 각분절의 속도와 각도, 체중의 이동을 조정하는 것으로 해석된다. 이 연구에서는 수직스윙이 수평스윙보다 오른 다리에 체중을 더 두고 있는 경향을 보여 적절한 것으로 판단된다.

Ⅳ. 결 론

경력 7년 이상 오른손잡이 세미 웨스턴 그립을 사용하는 남자 고등학교 테니스 선수 8명을 대상으로 스윙유형과 스탠스 유형에 따른 테니스 포핸드 스트로크의 지면반력을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전후 지면반력은 스퀘어·세미 오픈 스탠스에서 스윙유형에 관계없이 임팩트로 갈수록 왼 다리에서 감소되었으며, 오픈 스탠스는 체중이 발끝으로 이동하여 지면반력이 증가한 것으로 나타났다.
2. 수직 지면반력은 스퀘어·세미 오픈 스탠스에서 스윙유형에 관계없이 임팩트로 갈수록 왼 다리에서 증가되었으며, 오픈 스탠스는 체중이 수직 이동되어 지면반력이 감소되는 것으로 나타났다.

Ⅴ. 제 언

이 연구는 테니스 포핸드 스트로크 스탠스 유형의 지면반력을 Y성분과 Z성분으로 분석하였다. Y와 Z 두

성분의 지면반력을 보면 스퀘어·세미 오픈·오픈 스탠스에서 스윙유형에 관계없이 임팩트에서 두 다리의 지면반력은 체중의 수평이동 시 수직이동도 같은 시점에 시작되어 볼에 충분한 체중전달이 되는 것으로 판단된다. 볼의 방향을 Y성분방향과 일치시켜 X성분인 좌우방향은 이 연구에서 제외하였으나, 차후 연구에서 볼의 방향을 좌우로 선택하여 X성분의 지면반력도 포함한 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

강상학, 손원일(2007). 테니스 양손 백핸드 스트로크 스윙자세의 운동학적 분석. **한국운동역학회지,** 17(1), 41-52.

강영택, 서국웅, 손승, 이중숙(2007). 테니스 포핸드 스크로크의 상지관절각도 분석. **한국운동역학회지,** 17(3), 115-124.

김성섭, 김의환(2008). 테니스 서브 스탠스 유형에 따른 서비스 동작의 운동학적 분석. **한국운동역학회지,** 18(1), 147-158.

서국웅, 강영택, 이경순, 서국은, 김정태(2007). 스탠스 유형에 따른 테니스 포핸드 스트로크의 라켓헤드 속도분석. **한국운동역학회지,** 17(1), 53-60.

손원일(2008). 볼의 높이에 따른 테니스 발리 스윙자세 분석. **한국체육학회지,** 47(2), 445-453.

이훈식, 서국웅, 윤양진, 정미라, 김용재, 서국은, 이중숙(2000). 테니스 라켓 스트링 장력의 차이에 따른 근전도 분석. **한국운동역학회지,** 9(2), 229-224.

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

Bahamonde, R.(2001). *Biomechanics of the forehand stroke.* ITF coaching & sport science review. 9(24).

Bahamonde, R.(2003). *Trunk biomechanics in tennis. The* Magazine of body movement and medicine. 14-16.

Berg, K.(1989). Balance and its measure in elderly : a review. *Physiotherapy Canada,* 41, 240-246.

Johnson, B., & Nelson, J. K.(1986). *Practical Measurements for Evaluation in Physical Educatio.* Forth edition, Macmillan Publishing Co., 1(2), 236-239.

King, M. B., Judge, J. O., & Wolfson, L.(1994). Functional Base of Support decreases with age. *Journal of Gerontol Medicine Science,* 49, 258-263.

Knudson, D. V., & Blackwell, J.(2000). Trunk muscle activation in open stance and square stance tennis forehands. *International Journal of Sports Medicine,* 21(5), 321-324.

Kwon, Y. H.(2002). Kwon3D Motion Analysis Package Version 3.0.

Roetert, P., & Groppel, J.(2001). *World Calss Tennis Technique.* Human Kinetics Publishers, Inc. 99-109

Roetert, P., Brewer, L., & Teltscher, E.(2004). *USA Tennis High Performance Competition Training Centers.* CTC MANUAL. United States Tennis Association. 34-38.

Riley, P. O., Mann, R. W., & Hodge, A.(1990). Technical note: modelling of the biomechanics of posture and balance. *Journal of Biomechanics,* 23, 503-506.

Schonborn, R.(1999). *Advanced Techniques for Competitive Tennis.* Achene, Germany: Meyer and Meyer.

Yeadon-Kwon.(1993). Kwon3D Motion Analysis Package. Visol Tec. Co., 3, 18-19.

투 고 일 : 04월 30일
심 사 일 : 05월 12일
심사완료일 : 08월 31일