



## 탁구 포핸드 드라이브와 스매시의 각운동학 분석

### Angular Kinematic Analysis of Forehand Drive and Smash in Table Tennis

손원일\* (강원대학교)

Son, Won-Il\* (Kangwon National University)

#### 국문요약

전국 규모의 경기에서 우승한 선수들을 포함한 남자대학 선수 8명을 대상으로 했다. 피험자의 4명은 펜홀더 그립, 4명은 셰이크핸드 그립의 라켓을 사용하며 모두 오른손을 사용했다. 탁구의 포핸드 드라이브와 스매시의 라켓 스윙동작과 관련된 각도성분, 스윙궤도, 스윙자세 등의 3차원 각운동 특성을 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 라켓각( $p<0.05$ )과 라켓의 스윙각( $p<0.01$ )에서 두 동작 간 유의한 차이를 보였다. 스매시는 백스윙 자세에서 이미 라켓을 세워 라켓각을 크게 유지했으며, 라켓의 스윙각을 작게 해서 볼 스피드에 비중을 두는 것을 알 수 있었다. 또한 백스윙 자세에서 라켓헤드의 높이도 두 동작 간 큰 차이가 나타났다. 임팩트 순간 phg에서 두 동작 간 라켓 장축의 열림각의 차이가 크게 나타난 것을 보면, 볼에 순회전의 스핀을 넣기 위해서 약간 뒤에서 임팩트가 이루어진 것을 알 수 있었다. 백스윙 자세에서 상체의 기울기는 드라이브 동작에서 phg보다 shg에서 상체를 조금 더 구부리는 것은 중립 자세에서 라켓 그립의 구조적 차이로 인한 것으로 판단된다.

#### ABSTRACT

**W. I. SON, Angular Kinematic Analysis of Forehand Drive and Smash in Table Tennis. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 1, pp. 11-19, 2008.** This study was conducted with 8 male table tennis players who won national competitions. Of the subjects, 4 used a racket of penholder grip and 4 used one of shake hand grip, and all of them were right handers. We analyzed three-dimensional angular characteristics such as angular component, swing trajectory and swing posture related to the racket swing motions of forehand drive and smash in table tennis, and drew conclusions as follows. Racket angle( $p<0.05$ ) and racket swing angle( $p<0.01$ ) were significantly different between the two motions. In smash, the back swing posture maintained the racket angle large by holding the racket upright and made the racket swing angle small for high ball speed. In addition, the height of the racket head in back swing posture was also significantly different between the two motions. In phg on impact, the open angle of the long axis of the racket was significantly different between the two motions. This shows that impact was applied a bit behind for giving top spin to the ball. In the back swing of drive, the gradient of the upper body was slightly larger in shg than in phg probably because of the structural difference of the racket grip in the neutral posture.

KEYWORDS : TABLE TENNIS, DRIVE, SMASH, SHAKE-HAND GRIP, PENHOLDER GRIP

## I. 서론

탁구의 드라이브는 전진회전을 걸어서 공격하는 기술이다. 탁구 경기에서 선수들이 드라이브를 선호하는 이유는 두 가지를 들 수 있다. 마그누스 효과로 볼에 전진회전의 스핀이 걸린 드라이브는 급격한 포물선을 그리면서 들어가는 안정성이다. 둘째, 볼을 치는 높이가 네트보다 낮을 경우에도 볼에 회전이 없거나 적은 스매시와 달리 드라이브는 안전하게 공격을 할 수 있기 때문에 공을 치는 높이를 바꿀 수 있다(강상학과 손원일, 2006). 스매시는 좁은 의미에서는 약간 높이 떠올라서 날아오는 찬스볼을 강하게 때려 넣는 기술, 넓은 의미에서는 포핸드 룱의 응용 기술로서 회전을 걸지 않고 강타하는 기술의 총칭을 의미한다. 스매시는 회전운동과 직진운동을 합친 것이다. 어떤 타법도 마찬가지이나 좋은 스매시가 되려면 이 합쳐진 최대의 힘을 발휘함으로써 좋은 결과를 얻게 된다.

스매시와 드라이브를 구분 짓는 요인으로는 스윙방향, 스윙속도, 라켓면의 각도, 공의 뒤를 강하게 때리는 지 아니면 공을 잡아채서 전진회전을 거는가에 달려있다. 특히 드라이브 동작의 핵심 포인트는 임팩트 순간 공을 굽듯이 라켓으로 잡아채는 감각으로 볼 수 있다(버터플라이, 2006).

탁구의 동작분석에 관한 연구를 살펴보면, 김종덕과 김미영(1998)이 탁구의 그립 유형별 포핸드 스트로크와 백핸드 스트로크의 운동학적 분석에서 라켓속도와 스윙시간은 셰이크 핸드보다 펜홀더 그립이 더 빠르다고 기술했다. 박영구(1992)는 탁구의 스매싱 시 라켓의 운동 각도에 따른 요인 분석을 했다. 이진범(1995)은 남녀 1명씩 2명을 대상으로 X-ray film 영상을 통하여 중립자세에서의 phg, shg, gun 그립의 구조적 특성의 분석과 임팩트 순간 타구동작의 운동학적 변인의 특성을 연구했다. 정태웅과 손명성(1998)은 탁구 국가대표 선수와 대학 선수들의 드라이브와 스매시 동작을 비교·분석 했으며, 이외에 탁구 드라이브에 관한 연구들(김춘수, 1998; 김육성과 김정태, 2001; 박기혁, 2002)이 다수 있다.

이상의 선행 연구 동향을 볼 때, 우리나라 탁구가

세계적 수준에 이르고 있지만, 특히 탁구 경기의 중요한 기술 중 하나인 드라이브와 스매시의 비교 분석에 관해 역학적인 측면에서의 연구 결과물이 부족하다. 따라서 본 연구의 목적은 남자 대학 선수들을 대상으로 탁구 포핸드의 드라이브와 스매시의 라켓 스윙동작과 관련된 각도성분, 스윙궤적, 스윙자세 등의 3차원 각운동학에 관한 변인들을 정량적으로 규명하는 데 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 피험자는 전국 규모의 경기에서 우승한 선수들을 포함한 남자대학 선수 8명을 대상으로 했다. 피험자의 평균 신장은  $177\pm 3.1\text{cm}$ , 평균 체중은  $67\pm 7.2\text{kg}$ 으로 4명은 펜홀더 그립, 4명은 셰이크핸드 그립의 라켓을 사용하며 모두 오른손을 사용했다.

### 2. 실험방법

영상분석과 자료산출을 위해 비디오카메라 두 대(jvc gr-hd1kr), 통제틀, 컴퓨터, 동작분석용 소프트웨어 등을 사용했다. 비디오카메라는 탁구대의 측면에 라켓핸드의 동작이 잘 보이는 곳에 설치했다. 피험자는 촬영 전에 준비운동을 충분히 했으며, 볼 투척은 탁구로봇을 사용했다. 피험자의 위치는 탁구대의 끝에서 1m 후방이며, 포핸드 드라이브를 3회씩 실시한 후, 스매시를 3회씩 실시했다. 4명의 펜홀더 그립(penholder grip, phg) 선수들의 촬영에 이어 4명의 셰이크핸드 그립(shake-hand grip, shg) 선수들의 동작을 촬영했다. 카메라는 라켓핸드의 동작이 잘 보이는 곳에 설치했다. 카메라의 촬영속도는 60frames/s, 노출시간은 1/500s로 설정했다. 기준척은 가로, 세로, 높이 2m의 통제틀로 탁구대의 엔드라인에 맞추어서 설치했다.

두 대의 카메라에서 획득한 동조된 2차원 좌표들은 DLT방식으로 3차원 좌표를 계산했다. 계산된 3차원 공간 좌표에 내포된 노이즈를 제거하기 위해 노이즈에

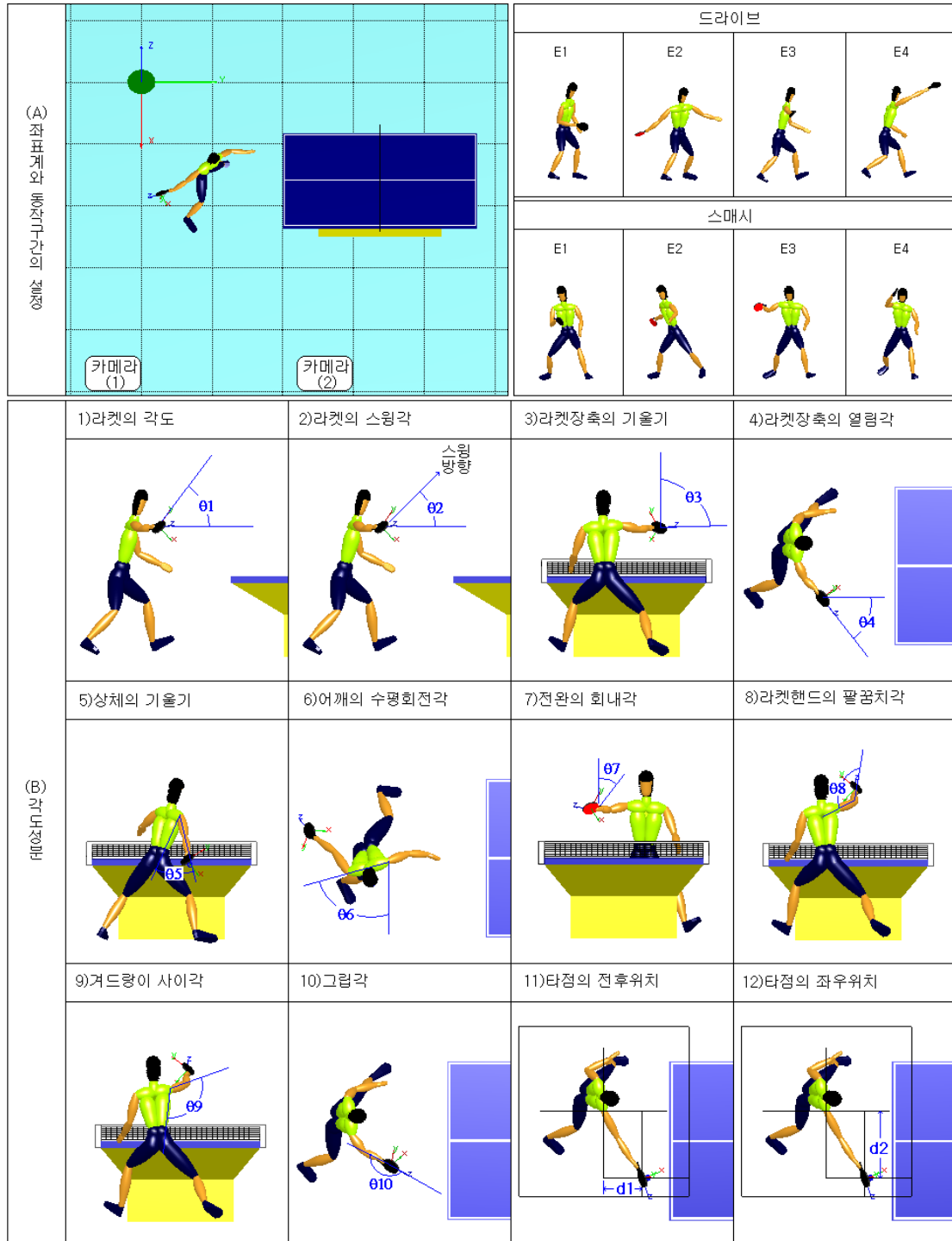


그림 1. 라켓의 각도성분, 좌표계와 카메라의 세팅

의한 오차의 스무딩은 2차 butterworth형 저역필터를 사용했으며, 차단주파수는 10Hz로 하였다. 전완의 회내/회외 각변위를 계량화하기 위해서 상하에 탁구공 크기의 회고 둥근 스티로폼을 붙인 스틱(20cm)을 손목에 부착했으며, 라켓헤드의 좌우에도 스티로폼을 부착했다. 좌표화할 스킨마크는 인체의 관절점 20개, 스틱의 양끝, 라켓헤드의 양끝, 볼로 모두 25개이다.

본 연구에서 설정한 지면에 고정된 전역좌표계( $R_0$ )의 원점은 <그림 1A>와 같이 탁구대 엔드라인 중앙의 수직하방의 지면으로,  $x_0$  축은 엔드라인과 평행이며 왼쪽에서 오른쪽,  $y_0$  축은 엔드라인과 수직이며 뒤에서 앞,  $z_0$  축은 이들 두 축의 수직벡터이며 위쪽을 향한다.

동작구간은 <그림 1B>와 같이 백스윙 구간(e1-e2)과 포워드 스윙 구간(e2-e3), 팔로우스루 구간(e3-e4)이며, 주요 순간은 준비자세(e1) 백스윙 정점(e2)과 임팩트(e3), 피니시(e4)로 설정했다.

### 3. 자료 분석 내용

- 01 : 수평면에 대한 라켓면의 경사각( $\vec{x}_1$ 과  $\vec{z}_0$ 가 이루는 각)
- 02 : 라켓의 스윙각(임팩트 직전 헤드중심과 임팩트 직후 헤드중심을 잇는 벡터와 수평면 사이의 각)
- 03 : 라켓장축의 기울기( $\vec{z}_1$ 과  $\vec{z}_0$ 가 이루는 각)
- 04 : 라켓장축의 열림각(xy평면상에 투영된 라켓장축의 벡터와  $\vec{y}_0$ 가 이루는 각)
- 05 : 상체의 기울기(어깨의 중앙점과 힙 중앙점을 연결하는 벡터와  $\vec{z}_0$ 가 이루는 각)
- 06 : 어깨 수평회전각(xy평면상에 투영된 양어깨를 연결하는 벡터와  $\vec{x}_0$ 가 이루는 각)
- 07 : 전완의 회내각(전완과 상완의 수직벡터와 요척연결선이 이루는 각)
- 08 : 라켓헤드의 팔꿈치 관절각
- 09 : 겨드랑이 사이각(라켓헤드의 어깨관절과 고관절을 연결하는 벡터와 상완의 장축이 이루는 각)
- 010 : 전완의 장축과 라켓의 장축이 이루는 그림각
- d1 : 타점의 전후거리(라켓헤드의 어깨 중앙점에서

서 라켓헤드의 중앙점까지의 전후거리)

- d2 : 타점의 좌우거리(라켓헤드의 어깨 중앙점에서 라켓헤드의 중앙점까지의 좌우거리)

### 4. 통계처리

자료처리는 집단 간 평균 차이를 검정하기 위해 독립표본 t검정을 실시하였고, 통계적 차이의 유의수준은 .05로 하였다.

## III. 연구결과

### 1. 라켓의 각도 성분

포핸드 스트로크의 드라이브와 스매시 동작에서 라켓의 각도 성분을 분석한 결과는 <표 1>, 시간에 따른 각도 성분의 변화곡선은 <그림 2>와 같이 나타났다.

라켓각(01)은 백스윙 정점에서 피니시까지의 스윙 구간에서는 90도 이하로 타구면이 지면을 향하는 것을 볼 수 있었다. 라켓각은 백스윙 정점에서 shg에서 드라이브와 스매시 간에 유의한 차이가 나타났다( $p<.05$ ). 백스윙 자세에서 드라이브 동작의 라켓각은 29도로 스매시 동작보다 18도 많이 높은 자세를 취했으나, 임팩트와 피니시에 각각 4도와 1도로 차이가 줄어들었다.

임팩트 순간, 라켓의 스윙각(02)은 두 그림 모두 드라이브와 스매시 동작 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p<.01$ ). phg의 경우 드라이브( $25\pm 3$ 도)와 스매시( $12\pm 2$ 도)의 각도 차이는 상당히 크게 나타났으며, shg는 각각 12도로 나타났다.

라켓각(03)은 피니시 순간 phg에서 드라이브와 스매시 간 유의한 차이가 나타났다. 백스윙 순간, phg은 두 동작 간 기울기 차이가 아주 작게 나타났다. 반면 shg은 두 동작 간 기울기 차이가 17도로 상당히 크게 났다.

라켓 장축의 열림각(04)은 탁구대의 전후 방향에 대한 라켓장축의 방향을 나타내며, 0도이면 라켓 끝이 전방을 향하고, 180도이면 후방을 향한다. 백스윙 자세에서 라켓장축의 열림각은 140도 내외였으며, 임팩트 순간

표 1. 그림 유형별 드라이브와 스매시 동작의 각도 성분 (단위 : 도)

이벤트	그립	동작	θ1	θ2	θ3	θ4	θ5	θ6	θ7	θ8	θ9	θ10
백스윙 정점	phg	drv	39±12	-	125±8	136±10	21±1	65±5	146±28	141±25	46±1	151±11
		sms	53±5	-	123±7	143±6	18±3	69±4	130±13	132±5	50±2	152±10
		t	-2.0	-	.3	-1.2	1.9	-0.8	.9	.7	-2.4	-0.2
	shg	drv	29±9	-	112±16	140±20	25±4	76±8	116±21	128±11	42±4	164±11
		sms	47±9	-	95±7	143±26	19±2	71±7	103±27	123±4	44±2	162±9
		t	-2.8*	-	1.8	-1	2.4	.9	.7	.8	-0.6	.2
임팩트	phg	drv	57±6	25±3	98±3	76±18	14±1	6±6	152±23	138±29	70±15	157±11
		sms	65±1	12±2	89±11	56±14	18±3	11±3	132±13	112±19	64±10	159±15
		t	-2.2	5.7**	1.4	1.6	-2.1	-1.3	.7	1.4	.7	-0.1
	shg	drv	60±11	24±2	61±18	67±22	13±4	17±9	117±19	110±9	62±4	158±19
		sms	64±3	12±2	64±13	66±17	15±2	14±9	112±24	109±24	58±13	163±5
		t	-0.7	6.9**	-0.2	.1	-0.7	.4	.3	.0	.5	-0.4
피니시	phg	drv	35±7	-	62±3	53±15	16±4	32±10	140±13	126±22	123±20	172±5
		sms	39±14	-	72±6	47±11	21±2	34±14	136±8	122±17	112±8	167±5
		t	-0.4	-	-2.6*	.5	-1.8	-0.2	.4	.2	.9	1.3
	shg	drv	35±5	-	57±2	57±10	14±3	20±12	121±11	114±9	118±13	169±7
		sms	34±8	-	63±5	50±11	19±1	21±17	122±17	115±6	103±14	171±4
		t	.1	-	.9	-2.6	-1.1*	1.4	-0.1	-0.2	1.5	-0.4

Values are mean±SD

\*p<.05, \*\*p<.01

간에 phg은 두 동작의 각도 차이가 20도로 크게 나타났다. 반면 shg은 드라이브와 스매시 간에 각도 차이는 거의 없었다.

phg의 백스윙 자세에서 상체의 기울기(θ5)는 드라이브(21±1도)가 스매시(18±3도)보다 약간 더 높게 나타났으나, 임팩트 순간에는 스매시 동작에서 상체를 조금 더 구부렸던 것으로 나타났다. shg도 phg과 비슷한 패턴이지만, 백스윙 자세에서는 상체를 조금 더 구부렸으며, 임팩트 순간에는 상체를 조금 더 세운 것으로 나타났다.

어깨의 수평회전각(θ6)은 탁구대의 엔드라인에 대한 어깨선의 회전각을 나타낸다. 백스윙 정점에서 어깨의 수평회전각은 phg보다 shg에서 높게 나타났다. phg의 선수들은 드라이브보다 스매시에서 어깨를 4도 많이 회전시켰으며, shg의 선수들은 오히려 드라이브에서 5도 많이 회전시킨 것으로 나타났다. 임팩트 순간에도 테이크백 시와 유사하게 shg에서 어깨회전각이 약간 높았으며, phg의 선수들은 스매시 동작에서 어깨회전각이 높았으며, shg에서는 드라이브 동작에서 3도 높게 나타났다.

테이크백 순간, phg에서 라켓팔의 회내각(θ7)은 스매시보다 드라이브 동작에서 15도 높았으며, shg도 13도 높게 나타났다. 라켓팔의 회내각은 백스윙 정점에서

임팩트 순간까지 크게 변하지 않았으나, shg의 스매시 동작이 9도로 각변위가 크게 나타났으며, shg의 드라이브 동작은 회내 각변위가 거의 없었다.

라켓핸드의 팔꿈치 관절각(θ8)은 백스윙 정점에서는 phg보다 shg에서 팔꿈치를 10도 이상 더 구부리는 것으로 나타났다. phg과 shg 모두 드라이브보다 스매시 동작에서 팔꿈치를 각각 9도와 5도 더 많이 구부리는 것으로 나타났다. 임팩트 순간에는 그림 유형에 따른 팔꿈치 관절각의 차이가 두드러지게 났으며, 특히 phg의 드라이브 동작에서 팔꿈치를 가장 많이 펴는 것을 볼 수 있었다.

라켓핸드의 겨드랑이 사이각(θ9)은 백스윙 자세에서는 40도 이상 유지했으며, 그림 유형에 따라서는 phg의 선수들이 5도 정도 높게 유지했다. phg과 shg 모두 드라이브보다 스매시 동작에서 겨드랑이 사이각을 약간 높게 유지하는 것으로 나타났다. 임팩트 순간에도 테이크백 순간과 비슷한 유형으로 phg의 선수들이 겨드랑이 사이각이 높았으며, phg과 shg 모두 드라이브보다 스매시 동작에서 겨드랑이 사이각을 높게 유지하는 것으로 나타났다.

전완과 라켓의 장축이 이루는 그림각(θ10)은 백스윙 자세에서는 phg보다 shg에서 10도 정도 높게 유지하는

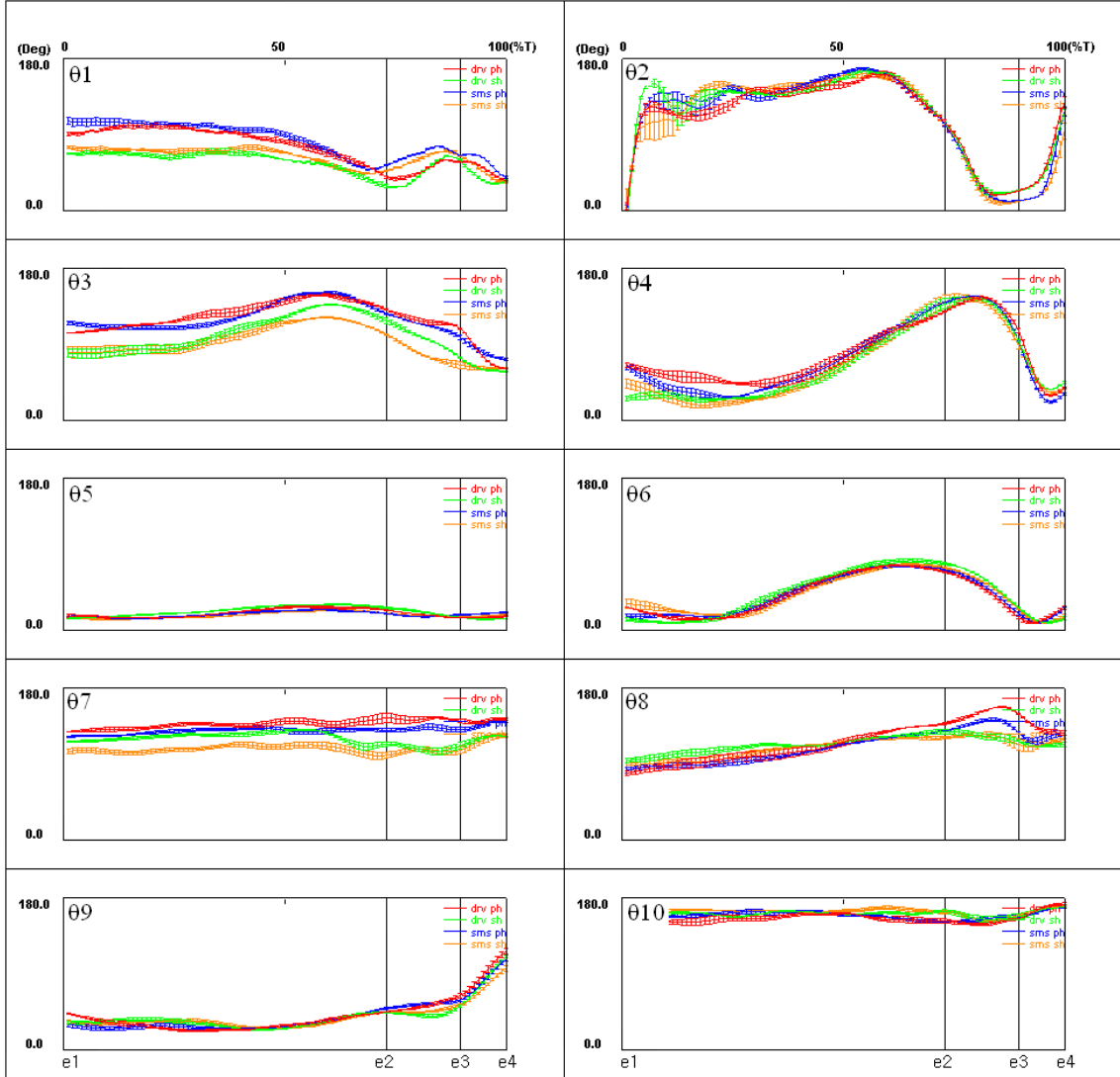


그림 2. 시간에 따른 각도성분의 평균과 표준편차

것으로 나타났다. phg의 선수들은 드라이브와 스매시 동작에서 그림각은 151도와 152도로 거의 비슷하게 나타났으며, shg의 선수들도 164도와 162도로 동작 간 큰 차이를 보이지 않았다.

## 2. 타점의 위치

임팩트 순간 타점의 위치는 <표 2>와 같이 나타났다. 타점의 전후 위치는 phg보다 shg에서 3cm 이상 더 앞에

표 2. 백스윙 정점과 임팩트 순간 타점의 위치

그룹	동작	타점의 위치	
		전후거리	좌우거리
phg	drv	17±12	41±15
	sms	19±5	38±16
	t	-.1	.2
shg	drv	22±15	40±12
	sms	22±16	39±20
	t	-.0	.1

Values are mean±SD  
\* p<.05



두는 것으로 나타났다. shg은 드라이브와 스매시 동작의 차이가 없이 타점의 전후 위치가 22cm였다. phg은 드라이브보다 스매시 동작에서 타점의 전후 위치가 2cm 전방에 위치한 반면, 타점의 좌우 위치는 드라이브가 3cm 더 먼 것으로 나타났다. 따라서 타점의 위치는 그립 유형별로 보면 shg이 약간 앞이고, 동작별로 보면 shg은 차이가 거의 없으며, phg은 드라이브는 약간 측면, 스매시는 약간 전방에서 임팩트가 이루어지는 것으로 나타났다.

### 3. 라켓의 스윙궤적

시점에 따른 라켓의 스윙궤적을 분석한 결과는 <그림 3>과 같이 나타났다. 위에서 내려다 본 라켓의 스윙궤도를 보면, 드라이브와 스매시 동작 간에 큰 차이는 포워드 스윙구간에서 상당히 큰 차이를 보였다. 드라이브 동작은 임팩트 후부터 피니시까지의 스윙궤도가 탁구대의 앤드라인 안으로 거의 들어가지 않고 루프를 그리는 반면, 스매시 동작은 탁구대 안으로 스윙궤도가 형성되는 것을 볼 수 있었다.

공통적으로 나타나는 큰 차이는 보이지 않았으나, 일부의 선수들은 백스윙 구간의 스윙궤적보다 포워드 스윙 궤적이 더 안쪽으로 형성되는 것을 볼 수 있었다. 드라이브와 스매시의 두 동작 간에 따른 차이는 백스윙 정점에서 피니시까지의 스윙궤도에서 볼 수 있는데, 스매시는 피니시의 높이가 약간 낮은 편이며, 드라이브는 백스윙을 낮게 하고 피니시는 높은 지점에서 끝나는 것을 볼 수 있다.

전방에서 본 라켓의 스윙궤도는 백스윙 구간까지 큰 차이를 보이지 않았으나 백스윙 정점에서 피니시까지의 곡선에서 큰 차이가 나타났다. 드라이브는 스윙이 대각선 상방이며, 스매시는 드라이브보다 전체적으로 수평방향으로 곡선이 기울어진 것으로 나타났다.

## Ⅲ. 논의

탁구 포핸드의 드라이브와 스매시의 라켓 스윙동작과 관련된 각도성분, 타점의 위치와 라켓의 스윙궤도

등의 3차원 각운동학에 관한 변인들을 분석했다.

임팩트 순간 라켓각을 보면, 스매시가 드라이브보다 8도 높게 세웠는데, 이렇게 라켓을 더 세우게 되면 공과 라켓이 접촉하는 순간 두텁게 임팩트가 이루어지면 공에는 진행 방향으로 강한 힘이 전달되어 스핀보다 스피드가 높아지는 것을 알 수 있었다. 라켓각은 펜홀더 그립에서 두 동작 간 유의한 차이가 백스윙 정점에서 나타났다. 따라서 스매시를 하기 위해서 선수들은 이미 백스윙 자세에서 라켓을 많이 세운 상태에서 피니시까지 라켓각을 유지시키는 것을 볼 수 있었다.

라켓의 스윙각은 볼의 스핀과 밀접한 관련이 있다. 스윙각이 크고 수직방향의 스윙속도가 빠르면 볼에 많은 전진회전이 걸리게 된다. 따라서 결과에 나타난 바와 같이 드라이브와 스매시 동작 간에 두드러진 차이 중의 하나로 볼 수 있다. 라켓의 스윙각이 크게 나타나는 원인은 테이크백의 높이로 볼 수 있다. 스매시 동작은 테이크 백의 높이가 드라이브에 비해 상당히 높게 나타났다. phg과 shg 모두 드라이브 동작에서 라켓의 스윙각이 높게 나타나는 것은 일반적인 형태로 볼 수 있지만, 어느 각도만큼 더 상방으로 스윙을 해야 하는지는 볼 스피드에 중점을 줄 지, 볼 스핀에 치중할 지는 선수 자신에 달려있다. 본 실험에서는 드라이브와 스매시 간에 12도의 차이나 났지만, 이 차이가 줄어들면 들수록 스피드에 치중하는 드라이브가 될 것이며, 차이가 커지면 볼 회전에 치중하게 되어 안정성을 강조하게 된다.

라켓장축의 기울기를 보면, 백스윙 자세에서 특이한 현상은 phg은 드라이브와 스매시 모두 라켓장축이 지면 쪽으로 많이 기울어졌지만, 두 동작 간 각도 차이는 나지 않았다. 반면, shg은 phg보다 라켓을 많이 세웠으며, 스매시 동작은 백스윙 자세에서 라켓장축의 기울기가 95도로 거의 수평면과 평행 상태를 유지했다. 백스윙에서 임팩트까지 라켓 장축 기울기의 변화치는 phg보다 shg에서 두 동작 간 차이가 크게 나타났다. 따라서 shg의 선수들은 볼에 전진회전을 많이 넣기 위해서 라켓헤드를 지면으로 기울였다가 손목을 축으로 라켓을 위로 채 올리는 것으로 판단된다.

임팩트 순간 라켓 장축의 열림각을 보면, shg은 드라이브와 스매시 간 거의 같은 각도를 유지했지만, phg은 두 동작 간 열림각의 차이가 20도로 나타난 것



을 보면 볼에 순회전의 스핀을 넣기 위해서 약간 뒤에서 임팩트가 이루어진 것으로 판단된다.

백스윙 자세에서 상체의 기울기를 보면, 드라이브 동작에서 phg보다 shg에서 상체를 조금 더 구부리는 것은 중립 자세에서 phg은 전완의 장축에 대한 라켓면의 중심이 아래에 위치하며, shg은 전완의 장축에 대한 라켓면의 중심이 위에 위치하고 있는 구조적 차이로 인한 것으로 판단된다.

어깨의 수평회전각은 탁구대의 엔드라인에 대한 어깨선의 회전각을 나타내는데, 그립 유형에 따른 어깨 수평회전각의 차이는 중립자세의 그립각의 차에 의한 것으로 판단된다.

백스윙 정점에서 드라이브와 스매시 간 라켓헤드의 높이는 상당히 큰 차이를 보였다. 드라이브는 탁구대의 높이나 그 이하에서 백스윙 정점이 형성되었지만, 스매시는 백스윙 정점이 네트 높이나 그 이상으로 두 동작 간 두드러진 차이가 나타났는데, 이와 같이 테이크 백의 높이가 볼의 회전이나 속도에 상당히 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 탁구의 포핸드 드라이브와 스매시의 라켓 스윙동작과 관련된 각도성분, 스윙궤도, 스윙자세 등의 3차원 각운동 특성을 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

라켓각과 라켓의 스윙각에서 동작 간 유의한 차이를 보였는데, 이는 볼에 스핀과 스피드의 비중에 따라 스매시와 드라이브를 결정짓는 키포인트로 판단된다. 스매시는 백스윙 자세에서 이미 라켓을 세워 라켓각을 크게 유지했으며, 라켓의 스윙각을 작게 해서 볼 스피드에 비중을 두는 것을 알 수 있었다. 또한 백스윙 자세에서 라켓헤드의 높이도 두 동작 간 큰 차이가 나타났는데, 볼의 회전이나 속도에 상당히 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다. 임팩트 순간 phg에서 두 동작 간 라켓 장축의 열림각의 차이가 크게 나타난 것을 보면, 볼에 순회전의 스핀을 넣기 위해서 약간 뒤에서 임팩

트가 이루어진 것을 알 수 있었다. 백스윙 자세에서 상체의 기울기는 드라이브 동작에서 phg보다 shg에서 상체를 조금 더 구부리는 것은 중립 자세에서 라켓 그립의 구조적 차이로 인한 것으로 판단된다.

본 연구에서는 던져주는 볼을 공격하는 상황에 한정시켜서 실험을 했지만, 앞으로의 연구에서는 실제 경기에서의 다양한 구질에 대한 연구가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- 강상학, 손원일(2006). 탁구의 그립 유형별 드라이브 동작 분석. **체육과학연구**, 17(3), 67-78.
- 김옥성, 김정태(2001). 탁구 드라이브 동작의 운동학적 특성 분석. **한국운동역학회지**, 15(1), 155-172.
- 김종덕, 김미영(1998). 탁구의 그립 유형별 Forehand Stroke와 Backhand Stroke의 운동학적 분석. **한국체육과학회지**, 7(1), 413-424.
- 김춘수(1998). **탁구선수의 드라이브 스윙에 대한 분석**. 미간행 석사학위논문. 건국대학교 대학원.
- 박기혁(2002). **탁구 세이크핸드 그립 포핸드 드라이브의 운동학적 특성 분석**. 미간행 석사학위논문. 용인대학교 대학원.
- 박영구(1992). **탁구의 스매시시 라켓의 운동각도에 따른 요인 분석**. 미간행 석사학위논문. 건국대학교 대학원.
- 버터플라이(2006). **기초기술강좌**. <http://www.butterflykorea.net>.
- 이건범(1995). 탁구 라켓 그립 유형의 운동학적 특성. **한국체육학회지**, 34(2), 380-401.
- 정태웅, 손명성(1998). 탁구 드라이브와 스매시 동작의 운동학적 분석. **한국체육학회지**, 37(3), 367-380.

투 고 일 : 1월 25일  
 심 사 일 : 2월 4일  
 심사완료일 : 3월 19일