배드민턴 스매시와 드롭 동작 시 선수의 기량 차이에 따른 상지 동작의 운동학적 비교 분석

조아라¹ · 류시현¹ · 윤석훈²

¹한국체육대학교 대학원 체육학과, ²한국체육대학교 생활체육대학 사회체육학과

The Kinematic Analysis of Upper Extremities for Badminton Smash and Drop Motions depends on the Player's Level

A-Ra Jo¹ · Si-Hyun Yoo¹ · Suk-Hoon Yoon²

¹Department of Physical Education, Graduate School of Korea National Sport University, Seoul, Korea

²Department of Community Sport, College of Lifetime Sport of Korea National Sport University, Seoul, Korea

Received 18 August 2013; Received in revised form 2 September 2013; Accepted 13 September 2013

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate badminton smash and drop motion depends on player's level. To perform this study, ten male badminton players were participated: five skilled players (SG, age: 21.6 ± 1.1 yrs, height: 181.4 ± 6.8 cm, body mass: 72.4 ± 5.7 kg, career: 11.2 ± 1.1 yrs) and five less-skilled players (LSG, age: 21.2 ± 1.1 yrs, height: 180.2 ± 5.6 cm, body mass: 73.6 ± 6.7 kg, career: 10.6 ± 0.9 yrs). Three-dimensional motion analysis with 7 infrared cameras was performed with a sampling frequency as 200 Hz. Player's swing motion was divided into four events: starting motion (E1), backswing (E2), impact (E3), following (E4). For all upper joints, LSG showed greater angle differences between drop and smash motions than that of SG at E3 ($p < .05$). For all upper joints, greater angular velocities were found in SG than that of LSG. For both groups, significantly smaller angular velocities were found in drop motion than that of smash motion ($p < .05$). The greater sequential angular velocities (proximal to distal) were found in SG than LSG during smash motion. Based on our findings, performing the same motion between drop and smash would be related to enhance performance at badminton competition. It is expected that these results will be useful in developing a training program for enhancing performance of badminton athletes.

Keywords: Badminton, Kinematic Analysis, Drop, Smash

I. 서 론

배드민턴은 셔틀콕의 속도가 매우 빠르고 다양하게 나타나는 스포츠로써, 남녀노소 누구나 장소를 불문하고 널

리 즐길 수 있는 생활체육 종목 중에 하나이다. 배드민턴 경기는 셔틀콕의 속도와 방향이 변화무쌍하기 때문에 인체의 비틀림(twisting), 방향전환(turning), 도약(jumping) 등과 같은 격렬한 몸놀림과 민첩성, 순발력, 심폐지구력, 근지구력 등 다양한 체력이 필요하며, 복잡한 상황에 대한 빠르고 정확한 판단능력이 절대적으로 요구된다(Lee, 1989). 이렇듯 라켓을 이용한 역동적인 스윙동작이 주로 나타나는 배드민턴은 다른 스포츠에 비해 상지관절의 가동 범위를 크게 활용하는 특징이 나타난다. 이때, 스윙동작은 상·하지 관절 간에 조화로운 협응이 요구되며, 근위분절에서 원위분절로 이어지는 순차적인 움직임이 중요하다

본 논문은 2012년 한국체육대학교 자체학술연구과제의 지원을 받아 수행되었음.

본 논문은 조아라 (2011) 의 석사학위 중 일부를 발췌하였음

Corresponding Author : Suk-Hoon, Yoon

Department of Community Sport, College of Lifetime Sport of Korea National Sport University, 138-763, 1239, Yangjae, Songpa-gu, Seoul, Korea

Tel : +82-2-410-6850 / Fax : +82-2-410-6927

E-mail : sxy134@knsu.ac.kr

(Lees, Cabello, & Torres, 2009; Putnam, 1991, 1993). 또한, 상·하지의 적절한 움직임과 강한 스윙동작이 빠르고 정확한 셔틀콕의 움직임을 결정하게 된다(Oh, 2003; Waddell & Gowitzke, 2000).

그동안 서비스 포인트제를 시행해오던 배드민턴 경기규칙이 2006년 랠리 포인트제로 변경됨에 따라(Badminton Korea Association [BKA], 2011) 경기운영이 보다 빠르고 공격적으로 변모하게 되었고, 선수들의 공격 기술 사용빈도가 점차 증가하면서 지도자들도 강한 훈련방법을 적용하고 있다(Jo, 2011).

배드민턴 경기에서 사용되는 대표적 공격 기술은 네트에 최대한 가깝게 떨어지도록 짧게 타구하는 드롭(drop)과 상대방 코트에 가장 빠르고 강하게 타구하는 스매시(smash)가 있다. 이 두 가지 기술은 시작부터 임팩트 순간까지 매우 흡사한 형태로 움직이지만 샷의 성질이 완전히 다르기 때문에 수비하기에 어려움이 많다. 따라서 드롭과 스매시 기술에 대한 수비 위치가 다르기 때문에 임팩트 순간까지 스윙동작을 똑같이 수행할 수 있는 능력이 경기력에 중요한 요인으로 작용하며, 상대방에게 공격 기술을 노출시키지 않는 것이 득점에 유리하다는 것을 의미한다(Jo, 2011; Oh, 2003). 따라서 배드민턴 경기에서 드롭과 스매시는 득점을 위한 매우 중요한 기술이다.

그동안 배드민턴 경기의 공격 기술에 대한 연구들을 살펴보면, 스매시 기술에 대한 연구(An, 1990; Ahn, 2003; Choi, 1999; Han, 1998; Kim, 2003; So, Han, & Seo, 2003; Tang, Abe, Katoh, Ae, 1995; Teu, Kim, John, & Konstantin, 2005; Tsai & Chang, 1998)와 드롭 기술에 대한 연구(Kim, 2002; Oh, Choi, & Jung, 2005; Park, 2009; Sakurai, Ikegami, & Yabe, 1987; Sin, 2009) 등이 다각적인 방법으로 이루어지고 있으며, 다른 동작 연구에 비해 현저히 많이 비중을 차지하는 것을 보아 그만큼 배드민턴 경기에서 드롭과 스매시가 중요하다는 것을 입증해 주고 있다. 그러나 위의 선행연구들은 동호인을 대상으로 진행되었거나 독립적인 단일 동작 연구에만 머물렀다는 한계점이 나타났다. 또한, 공격적인 경기 흐름을 보이고 있는 배드민턴 경기에서 득점력이 가장 높은 드롭과 스매시 기술 간 비교·연구는 매우 미흡하다. 따라서 배드민턴 선수들의 경기력 향상을 위하여 드롭과 스매시 기술 간의 비교·연구는 반드시 이루어져야 할 과제이다.

배드민턴 스윙동작에서 샷의 속도와 움직임을 결정하는 요인은 상지관절의 움직임 범위와 근위분절에서 원위분절로 이어지는 순차적인 움직임, 속도 증가, 상지분절의 회전반경 등이다(Lees et al., 2009; Waddell & Gowitzke, 2000).

이에 본 연구는 배드민턴 우수·비 우수선수로 구분하여 드롭과 스매시 기술 간의 상지관절각과 각변위, 각속도, 각속도의 패턴 등 운동학적 요인을 비교하고 집단 간 장·

단점을 분석하여 선수 및 지도자들에게 경기력 향상을 위한 방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 전국대회 입상경력이 있는 배드민턴 남자 우수선수 5명(나이 평균: 21.6 ± 1.1 yrs, 신장 평균: 181.4 ± 6.8 cm, 체중 평균: 72.4 ± 5.7 kg, 선수경력: 11.2 ± 1.1 yrs)과 입상경력이 없는 배드민턴 남자 비 우수선수 5명(나이 평균: 21.2 ± 1.1 yrs, 신장 평균: 180.2 ± 5.6 cm, 체중 평균: 73.6 ± 6.7 kg, 선수경력: 10.6 ± 0.9 yrs)으로 선정하였다.

2. 실험 절차

본 연구는 배드민턴 드롭과 스매시 기술을 분석하기 위하여 K대학교 배드민턴장에서 <Figure 1>과 같이 적외선 카메라(Proreflex MCU 240, Qualisys, Sweden) 7대를 설치하였으며, 이때 촬영 속도는 200 Hz로 설정하였다. 또한 정확한 자료 획득을 위하여 모든 대상자는 상의를 탈의한 후 타이즈를 착용하였으며, 상지관절의 중심점에 각각 지름 2 cm인 반사마커 총 12개를 부착하였다. 그리고 모든 대상자는 충분한 연습을 실시한 후 드롭과 스매시 기술을 각각 5번씩 촬영하여 그 평균값으로 분석하였다.

3. 자료 분석

배드민턴 드롭과 스매시 기술 분석을 위하여 Qualisys Track Manager software (Qualisys, Sweden)와 Matlab R2008b software (The Mathworks, U.S.A)를 사용하였다. 각각의 적외선 카메라에 들어온 2차원 평면상의 데이터는 NLT (non linear transformation) 기법을 통해 3차원 좌표값으로 변환되었다. 이때 생긴 노이즈에 의한 오차는 Butter-

Figure 1. Camera and marker set

Figure 2. Definition of joint angle

worth 4th low-pass filter를 이용하여 smoothing하였으며, 차단주파수는 10 Hz로 설정하였다. 인체측정학 모델을 기준으로 대상자의 상지 각 관절에 부착한 반사마커의 좌표값(Winter, Patla, Prince, Ishac, & Gielo-Perczak, 1998; Ryu, Yoo, Park, & Yoon, 2012; Yoo & Ryu, 2012)은 벡터의 내적으로 상지관절각과 각속도가 계산되었으며(Hamill & Ryu, 2003), 이때 관절각의 정의는 <Figure 2>와 같다.

위와 같은 운동학적 변인들을 산출하여 두 집단 간 드롭과 스매시 기술의 차이를 검증하기 위하여 반복측정 이원 변량분석(repeated measures two way ANOVA)을 실시하였으며, 이때 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

4. 분석 구간

본 연구에서 드롭과 스매시 기술의 효율적인 분석을 위하여 <Figure 3>과 같이 준비구간(P1), 스윙구간(P2), 정리구간(P3)으로 구분하여 살펴보았다.

Figure 3. Event (E1: starting motion, E2: backswing, E3: impact, E4: following) and phase(P1: E1-E2, P2: E2-E3, P3: P3-E4)

III. 결 과

1. 소요시간

두 집단 간 드롭과 스매시 기술의 구간별 소요시간은 <Table 1>과 같이 나타났다. 우수선수가 비 우수선수에 비해 모든 구간에서 소요시간이 크게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

2. 상지관절각

우선, 두 집단 간 드롭과 스매시 기술의 몸통관절각은 <Table 2>와 같으며, 드롭 기술에서는 두 집단 간에 통계적인 차이가 없었으나 스매시 기술에서는 동작이 끝나는 순간(E4) 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

Table 1. Time between skilled and less skilled players during drop and smash motions

Time (sec)	P1		<i>t</i> (<i>p</i>)	P2		<i>t</i> (<i>p</i>)	P3		<i>t</i> (<i>p</i>)
	Drop	Smash		Drop	Smash		Drop	Smash	
Skilled player	0.87±0.22	0.87±0.20	-.120 (<i>p</i> =.910)	1.13±0.22	1.07±0.19	.914 (<i>p</i> =.412)	1.29±0.23	1.16±0.18	1.936 (<i>p</i> =.125)
Less skilled player	0.70±0.13	0.73±0.14	-1.039 (<i>p</i> =.357)	0.96±0.07	0.96±0.11	.272 (<i>p</i> =.799)	1.11±0.07	1.05±0.11	1.739 (<i>p</i> =.157)
<i>t</i> (<i>p</i>)	1.447 (<i>p</i> =.186)	1.564 (<i>p</i> =.157)	.064 (<i>p</i> =.807)	1.728 (<i>p</i> =.122)	1.345 (<i>p</i> =.215)	.524 (<i>p</i> =.490)	1.132 (<i>p</i> =.290)	1.169 (<i>p</i> =.276)	1.126 (<i>p</i> =.327)

Table 2. Trunk angle between skilled and less skilled players during drop and smash motions

Trunk angle (deg)	E1			E2			E3			E4		
	Drop	Smash	<i>t</i> (<i>p</i>)	Drop	Smash	<i>t</i> (<i>p</i>)	Drop	Smash	<i>t</i> (<i>p</i>)	Drop	Smash	<i>t</i> (<i>p</i>)
Skilled player	172.40 ±4.53	171.74 ±4.90	2.081 (<i>p</i> =.106)	154.92 ±5.03	158.28 ±3.58	-3.899 (<i>p</i> =.018)	158.26 ±6.17	156.16 ±5.34	1.242 (<i>p</i> =.282)	168.38 ±5.69	158.26 ±2.11	4.044 (<i>p</i> =.016)
Less skilled player	170.14 ±4.78	171.34 ±5.10	-2.638 (<i>p</i> =.058)	153.74±8 .11	158.06±5 .11	-2.468 (<i>p</i> =.069)	160.18 ±7.51	156.84 ±1.67	.874 (<i>p</i> =.431)	169.48 ±5.37	160.94 ±1.34	3.111 (<i>p</i> =.036)
<i>t</i> (<i>p</i>)	.767 (<i>p</i> =.465)	.126 (<i>p</i> =.902)	11.247 (<i>p</i> =.010)	.276 (<i>p</i> =.789)	.079 (<i>p</i> =.939)	.242 (<i>p</i> =.636)	-.442 (<i>p</i> =.670)	-.272 (<i>p</i> =.793)	.088 (<i>p</i> =.774)	-.314 (<i>p</i> =.761)	-2.395 (<i>p</i> =.044)	.181 (<i>p</i> =.682)

Table 3. Shoulder angle between skilled and less skilled players during drop and smash motions

Shoulder angle (deg)	E1		<i>t</i> (<i>p</i>)	E2		<i>t</i> (<i>p</i>)	E3		<i>t</i> (<i>p</i>)	E4		<i>t</i> (<i>p</i>)
	Drop	Smash		Drop	Smash		Drop	Smash		Drop	Smash	
Skilled player	43.82 ±5.05	45.94 ±4.78	-1.511 (<i>p</i> =.205)	60.98 ±9.79	71.70 ±10.86	-11.945 (<i>p</i> =.001)	89.02 ±17.72	100.54 ±11.14	-1.902 (<i>p</i> =.130)	74.56 ±22.71	96.80 ±7.24	-3.092 (<i>p</i> =.037)
Less skilled player	37.20 ±8.04	39.40 ±9.45	-1.701 (<i>p</i> =.164)	63.30 ±13.62	69.74 ±14.77	-2.347 (<i>p</i> =.079)	84.36 ±11.32	104.76 ±7.49	-6.074 (<i>p</i> =.004)	70.06 ±9.04	87.70 ±9.24	-2.244 (<i>p</i> =.088)
<i>t</i> (<i>p</i>)	1.559 (<i>p</i> =.158)	1.381 (<i>p</i> =.205)	.002 (<i>p</i> =.968)	-.309 (<i>p</i> =.765)	.239 (<i>p</i> =.817)	2.197 (<i>p</i> =.177)	.496 (<i>p</i> =.634)	-.703 (<i>p</i> =.502)	1.644 (<i>p</i> =.236)	.412 (<i>p</i> =.691)	1.733 (<i>p</i> =.121)	.186 (<i>p</i> =.677)

Table 4. Elbow angle between skilled player and less skilled players during drop and smash motions

Elbow angle (deg)	E1		<i>t</i> (<i>p</i>)	E2		<i>t</i> (<i>p</i>)	E3		<i>t</i> (<i>p</i>)	E4		<i>t</i> (<i>p</i>)
	Drop	Smash		Drop	Smash		Drop	Smash		Drop	Smash	
Skilled player	70.42 ±14.04	69.54 ±14.63	.381 (<i>p</i> =.723)	46.28 ±10.50	45.58 ±7.56	.398 (<i>p</i> =.711)	130.32 ±9.13	133.56 ±2.07	-.809 (<i>p</i> =.464)	112.38 ±13.33	145.76 ±5.76	-7.023 (<i>p</i> =.002)
Less skilled player	166.02 ±231.10	67.06 ±11.18	.996 (<i>p</i> =.376)	52.54 ±10.38	47.00 ±9.88	1.878 (<i>p</i> =.134)	123.02 ±10.62	131.40 ±10.53	-1.217 (<i>p</i> =.291)	115.74 ±5.03	138.68 ±8.23	-7.383 (<i>p</i> =.002)
<i>t</i> (<i>p</i>)	-.923 (<i>p</i> =.383)	.301 (<i>p</i> =.771)	.974 (<i>p</i> =.353)	-.948 (<i>p</i> =.371)	-.255 (<i>p</i> =.805)	1.986 (<i>p</i> =.196)	1.166 (<i>p</i> =.277)	.450 (<i>p</i> =.665)	.416 (<i>p</i> =.537)	-.527 (<i>p</i> =.612)	1.576 (<i>p</i> =.154)	3.380 (<i>p</i> =.103)

Table 5. Wrist angle between skilled and less skilled players during drop and smash motions

Wrist angle (deg)	E1		<i>t</i> (<i>p</i>)	E2		<i>t</i> (<i>p</i>)	E3		<i>t</i> (<i>p</i>)	E4		<i>t</i> (<i>p</i>)
	Drop	Smash		Drop	Smash		Drop	Smash		Drop	Smash	
Skilled player	157.76 ±12.00	158.04 ±12.11	-.270 (<i>p</i> =.801)	136.98 ±7.73	142.34 ±7.84	-1.612 (<i>p</i> =.182)	134.22 ±6.51	136.38 ±3.19	-.549 (<i>p</i> =.612)	132.98 ±9.40	162.06 ±7.84	-4.133 (<i>p</i> =.014)
Less skilled player	157.76 ±7.43	157.94 ±7.12	-.229 (<i>p</i> =.830)	152.74 ±4.10	152.08 ±9.87	.170 (<i>p</i> =.873)	144.02 ±9.65	133.94 ±12.40	2.994 (<i>p</i> =.040)	144.66 ±5.89	162.56 ±6.44	-6.316 (<i>p</i> =.003)
<i>t</i> (<i>p</i>)	.000 (<i>p</i> =1.000)	.016 (<i>p</i> =.988)	.006 (<i>p</i> =.941)	-4.026 (<i>p</i> =.004)	-1.728 (<i>p</i> =.122)	1.387 (<i>p</i> =.273)	-1.883 (<i>p</i> =.096)	.426 (<i>p</i> =.681)	5.591 (<i>p</i> =.046)	-2.355 (<i>p</i> =.046)	-.110 (<i>p</i> =.915)	2.172 (<i>p</i> =.179)

다($p<.05$). 또한, 두 기술 간의 차이를 보면, 우수선수의 경우, 백 스윙순간(E2)과 동작이 끝나는 순간(E4) 드롭 기술과 스매시 기술 간에 통계적으로 유의한 차를 보였다($p<.05$). 비 우수선수의 경우, 동작이 끝나는 순간(E4) 두 기술 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 그리고 집단과 기술 간 상호작용에서는 동작이 시작하는 순간(E1) 통계적인 차이를 보였다($p<.05$).

두 번째로, 두 집단 간 드롭과 스매시 기술의 어깨관절 각은 <Table 3>과 같으며, 두 집단 간에는 통계적인 차이가 없었다. 그러나 드롭과 스매시 기술 간의 차이를 살펴 보면, 우수선수의 경우, 백 스윙순간(E2)과 동작이 끝나는 순간(E4)에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 또한, 비 우수선수의 경우에는 임팩트순간(E3)에 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 그러나 집단과 기술 간의 상

호작용에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

세 번째로, 두 집단 간 드롭과 스매시 기술의 팔굽관절 각을 살펴보면(Table 4), 두 집단 간에는 통계적으로 차이가 나타나지 않았다. 하지만 드롭과 스매시 기술 간의 차이에서 동작이 끝나는 순간(E4) 두 집단 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였으며($p<.05$), 상호작용에서는 통계적인 차이를 볼 수 없었다.

마지막으로 두 집단 간 드롭과 스매시 기술의 손목관절 각은 <Table 5>와 같으며, 다양한 차이를 나타냈다. 스매시 기술에서는 두 집단 간에 통계적인 차이가 없었으나, 드롭 기술에서 백 스윙순간(E2)과 동작이 끝나는 순간(E4) 우수·비 우수선수의 손목관절각이 통계적으로 유의한 차를 보였다($p<.05$). 또한 드롭과 스매시 기술 간의 차이에서는 우수 선수의 경우, 동작이 끝나는 순간(E4)에서만 통계적인 차이

Figure 4. Differences in angular velocity of trunk extension between two groups during drop and smash at P2 (*means $p < .05$ between two groups, †means $p < .05$ between drop and smash, and ‡means $p < .05$ between interaction)

Figure 5. Differences in angular velocity of Shoulder extension between two groups during drop and smash at P2

가 나타났으나($p < .05$), 비 우수선수의 경우, 임팩트순간(E3)과 동작이 끝나는 순간(E4)에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 그리고 집단과 기술의 상호작용에서는 임팩트순간(E3)에 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$).

3. 상지관절 최대 각속도

스윙구간(P2)에서 살펴본 두 집단 간 드롭과 스매시 기술의 상지관절 최대 각속도는 <Figure 4-7>과 같다.

우선, 몸통관절 최대 각속도는 드롭과 스매시 기술 수행 시 우수선수가 비 우수선수에 비해 크게 나타났으나, 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 드롭과 스

Figure 6. Differences in angular velocity of elbow extension between two groups during drop and smash at P2

Figure 7. Differences in angular velocity of wrist extension between two groups during drop and smash at P2

매시 기술 간에도 통계적인 차이는 살펴볼 수 없었다.

두 번째로, 어깨관절 최대 각속도는 두 집단 모두 드롭과 스매시 기술 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

세 번째로, 팔꿈관절 최대 각속도는 우수·비 우수선수 모두 드롭과 스매시 기술 간에 통계적인 차이를 보였으며($p < .05$), 특히 스매시 기술은 두 집단 간에도 통계적인 차이가 나타났다($p < .05$).

마지막으로, 손목관절 최대 각속도는 두 집단 모두 드롭과 스매시 기술 간에 통계적인 차가 나타났으며($p < .05$), 스매시 기술은 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 또한, 집단과 기술 간의 상호작용에서도 통계적인 차이를 살펴볼 수 있었다($p < .05$).

Figure 8. Max angular velocity of trunk, shoulder, elbow and wrist at P2

IV. 논 의

본 연구는 우수·비 우수선수 간 드롭과 스매시 기술의 운동학적 요인을 살펴보고자 하였다.

우선, 모든 구간에서 우수선수가 비 우수선수에 비해 시간을 길게 소요하는 것은 효율적인 타구를 위해 관절의 가동범위를 크게 하면서 스윙을 크게 한 결과라 판단된다(Kim 2003; Park, 2009; Ryew & Kim, 2003).

두 번째로, 몸통관절각에서 스매시 기술 수행 시 동작이 끝나는 순간(E4) 우수선수가 비 우수선수에 비해 작게 나타났다으며, 드롭과 스매시 기술 간의 차이에서는 두 집단 모두 스매시가 드롭에 비해 작게 나타났다. 이것은 스매시 기술이 드롭에 비해 강력한 공격기술이기 때문에 나타난 현상이라 판단된다.

세 번째로, 어깨관절각에서 두 집단 모두 드롭이 스매시에 비해 작게 나타난 것은 드롭이 스매시에 비해 앞쪽, 낮은 위치에서 임팩트가 이루어지기 때문이다(Ahn, 2003; Oh et al., 2005). 특히, 비 우수선수의 경우 임팩트순간(E3) 드롭과 스매시 기술 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타남으로써, 우수선수에 비해 공격 기술을 상대에게 빠르게 인지시켜 방어를 준비할 수 있는 시간적 여유를 주는 것으로 판단된다. 또한 스윙구간(P2)의 어깨관절 최대 각속도를 살펴보면, 두 집단 모두 드롭이 스매시에 비해 작게 나타난 것은 최대한 빠른 타구를 하는 스매시 기술과 비교적 느린 타구를 하는 드롭 기술의 특성으로 인한 결과라 판단된다(Sin, 2009)

네 번째로, 팔굽관절각에서는 두 집단 간에 큰 차이가 없었으나 드롭이 스매시에 비해 동작이 끝나는 순간(E4) 작게 나타났다. 이것은 드롭과 스매시 기술이 매우 흡사한 스윙동작을 실기하기 때문에 동작이 시작하는 순간(E1)부터 임팩트순간(E3)까지 차이가 나타나지 않았으나(Park, 2009; Sin, 2009), 임팩트 이후, 드롭 기술이 스매시 기술

에 비해 팔굽관절을 크게 굴곡시키는 것은 최대한 네트 가까이에서 셔틀콕을 떨어뜨리기 위한 드롭 기술의 보상 작용이라 판단된다. 또한 스윙구간(P2)의 팔굽관절 최대 각속도를 살펴보면, 어깨관절 최대각속도와 같이 드롭이 스매시에 비해 느린 타구를 실시하기 때문에 작게 나타난 것으로 판단된다(Sin, 2009).

다섯 번째로, 손목관절각에서는 드롭 기술의 백스윙순간(E2)과 동작이 끝나는 순간(E4)에 우수선수가 비 우수선수에 비해 작은 각도를 나타냄으로써 큰 범위에서 손목관절이 움직이는 것으로 판단되며, 손목관절의 가동범위를 크게 하여 라켓의 가속도를 증가시키고 드롭 기술을 용이하게 수행하는 것으로 사료된다(Lees et al., 2009). 또한, 임팩트순간(E3) 드롭과 스매시 기술 간에 나타난 손목관절각의 차이는 어깨관절각과 같이 공격 기술을 상대에게 쉽게 노출시키는 역할을 할 것이라 판단된다. 그리고 스윙구간(P2)의 손목관절 최대 각속도를 살펴보면, 어깨관절, 팔굽관절 각속도와 마찬가지로 드롭이 스매시에 비해 작게 나타났다(Sin, 2009), 특히 스매시 기술에서 우수선수가 비 우수선수에 비해 손목관절 각속도가 크게 나타남으로써, 손목관절의 움직임이 셔틀콕의 속도를 결정짓는 중요한 요소라 판단된다.

마지막으로 스윙구간(P2)의 각 관절의 최대 각속도를 살펴보면(Figure 8), 드롭 기술에서는 두 집단 간에 큰 차이를 보이지 않지만, 스매시 기술에서는 우수선수가 비 우수선수에 비해 어깨관절부터 손목관절까지 근위에서 원위로 갈수록 최대 각속도가 점차 증가하는 양상을 보임으로써, 분절과 관절로 연결되어 있는 인체의 사슬운동의 전형적인 현상을 보이고 있으며, 관절 간의 적절한 상호작용과 에너지 전이가 이루어지는 것으로 판단된다(Kim, 2003; Lees et al., 2009; Putnam, 1991, 1993; Ryew & Kim, 2003).

이상 살펴본 것과 같이 배드민턴 우수·비 우수선수 간에 나타난 차이는 임팩트순간(E3) 비 우수선수가 우수선수

에 비해 드롭과 스매시 기술 간 상지관절각에서 차이가 나타났으며, 스윙구간(P2) 스매시 기술 수행 시 우수선수가 비 우수선수에 비해 신체중심에서 떨어지는 원위로 갈수록 관절 각속도가 증가시키는 것으로 판단된다. 따라서 임팩트순간(E3)까지 드롭과 스매시 기술의 스윙동작을 최대한 유사하게 수행하는 것이 바람직하며, 특히 스매시 기술 수행 시 관절 각속도를 원위로 점차 증가시키는 것이 셔틀콕의 속도를 결정하는 중요한 요소라 판단된다.

V. 결 론

본 연구는 배드민턴 우수·비 우수선수 간 드롭과 스매시 기술의 운동학적 요인을 살펴보았다. 이를 위해 드롭과 스매시 기술을 4개의 구간과 3개의 구간으로 구분하여 소요시간, 상지관절각과 각속도를 산출하였으며, 결론은 다음과 같다.

첫째, 비 우수선수는 우수선수에 비해 임팩트순간(E3) 드롭과 스매시 기술 간에 상지관절각의 차이가 나타났다.

둘째, 우수선수는 비 우수선수에 비해 상지관절 각속도가 크게 나타났으며, 드롭 기술은 스매시 기술에 비해 상지관절 각속도가 작게 나타났다.

셋째, 스매시 기술에서는 우수선수가 비 우수선수에 비해 근위에서 원위관절로 갈수록 최대 각속도가 점차 증가한다.

따라서 배드민턴 선수들은 공격 기술 중 드롭과 스매시 기술의 스윙동작을 최대한 비슷하게 수행하는 것을 권장한다. 또한 임팩트 순간까지 비슷한 스윙을 하면서도 드롭은 최대한 가깝게 떨어뜨리고, 스매시는 관절의 각속도를 원위로 점차 증가시켜 셔틀콕의 속도를 극대화하는 것이 경기력에 결정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

향후 본 연구와 관련하여 배드민턴 선수들의 다양한 기술에 대한 연구와 운동역학적 분석이 다각적인 측면에서 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- Ahn, S. M. (2003). *Kinematical comparative analysis of smashing motion in badminton between the skilled and the unskilled*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Sunchon National University.
- An, S. W. (1990). *The kinematic analysis of badminton smash motion*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Chonnam National University.
- Badminton Korea Association (BKA). (2011). *Laws of Badminton*.
- Choi, S. J. (1999). *Kinematics analysis of the skilled and unskilled groups at the badminton smash motion*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Kyungsung University.
- Hamill, J., & Ryu, J. S. (2003). *Experiment in Sport Biomechanics*: Daehanmedia.
- Han, S. M. (1998). *Kinematic analysis on smash motion of badminton*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of KonKuk University.
- Kim, I. S. (2003). *Kinematic analysis for the efficient teaching of the smash motions of badminton*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Jeju University.
- Kim, H. (2002). *A kinematic analysis on clear & drop motion of badminton*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Kookmin University.
- Jo, A. R. (2011). *The kinematic analysis of upper extremities during smash and drop motions in badminton game*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Korea National Sport University.
- Lee, J. W. (1989). *Research on the injury factors of badminton players*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Inha University.
- Lees, A., Cabello, D., & Torres, G. (2009). *Science and racket sports*. Š: Taylor & Francis.
- Oh, S. K. (2003). *Badminton learning and method*: Busan University of foreign studies press.
- Oh, C. H., Choi, S. N., & Jeong, I. S. (2005). Kinematic analysis of the badminton drop-shot motion. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 15(1), 221-235.
- Park, J. H. (2009). *Kinematical comparative analysis of drop shot motion in badminton*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Dankook University.
- Putnam, C. A. (1991). A segment interaction analysis of proximal-to-distal sequential segment motion patterns. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(1), 130-144.
- Putnam, C. A. (1993). Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: descriptions and explanations. *Journal of Biomechanics*, 26(1), 125-135.
- Ryew, C. C., & Kim, I. S. (2003). Kinematic analysis of badminton smashing between the skilled and the unskilled. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 13(2), 139-160.
- Ryu, J. S., Yoo, S. H., Park, S. K., & Yoon, S. H. (2012). Comparisons between skilled and less-skilled players' balance in hakdariseogi. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 22(1), 055-063.
- Sakurai, S., Ikegami, Y., & Yabe, K. (1987). A three-dimensional cinematographic analysis of badminton stroke. *5th International Symposium on Biomechanics in Sports*, 357-365.
- Sin, G. S. (2009). *A biomechanical analysis of female badminton player's smash and drop motion*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Mokpo University.
- So, J. M., Han, S. M., & Seo, J. H. (2003). Comparison of the kinematic variables in the badminton smash motion. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 13(2), 065-074.
- Tang, H. P., Abe, K., Katoh, K., & Ae, M. (1995). *Science and racket sports*. ×: Taylor & Francis.
- Teu, K. K., Kim, W., John, T., & Konstantin, F. F. (2005). Using dual Euler angles for the analysis of arm movement during the badminton smash. *Sports Engineering*, 8(3), 171-178.
- Tsai, C. L., & Chang, S. S. (1998). Biomechanical analysis of differences in the badminton smash and jump smash between taiwan elite and collegiate players. *16th International Symposium on Biomechanics in Sports*, 259-262.

- Waddell, D. B., & Gowitzke, B. A. (2000). Biomechanical principles applied to badminton power strokes. *18th International Symposium on Biomechanics in Sports*, 257-274.
- Winter, D. A., Patla, A. E., Prince, F., Ishac, M., & Gielo-Periczak, K. (1998). Stiffness control of balance in quiet standing. *Journal of Neurophysiology* 80(3), 1211-1221.
- Yoo, S. H., & Ryu, J. S. (2012). Comparison between the balance of skilled and less-skilled players during successful and failed front kick and turning side kick motions. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 22(3), 285-293.