

배드민턴 스트로크 이후 대응 동작에 관한 연구

송주호, 김기현, 박종철
한국스포츠개발원

Research on the movement following a badminton stroke

Joo-Ho Song, Kee-Hyun Kim, Jong-Chul Park

Department of Sports Science, Korea Institute of Sports Science

요약 본 연구는 배드민턴 전위와 후위에서 스트로크 이후 제2동작의 움직임에 대한 피드백을 제공함으로써 훈련의 효율성을 제고시키고자 하였다. 본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다. 스매시의 경우 타점을 높일 수 있도록 Impact 타임을 조절해야한다. S1의 스매시는 스텝 스매시로 가장 빠른 라켓헤드의 속도를 보여 임팩트 시 강하고 효율적인 힘의 전달을 하고 있는 것으로 나타났으며, 스트로크 구사 시 Impact 시 라켓속도와 Max속도가 유사해 Impact 타임이 가장 좋은 것으로 나타났다. 1step 시 S5를 제외한 모든 선수들 착지 시 전방에 있는 오른발로 1step을 하는 것으로 홉 스텝을 이용한 첫 스텝이 이루어진 것으로 나타났다. 스트로크 시 최적의 스윙을 만들기 위해서는 팔꿈치 관절이나 손목관절의 협응 동작에 필요한 최적의 조건을 만들어 주는 것이 중요하다. 라켓의 회전반경은 크고 셔틀콕의 선속도도 빠르게 해야 한다. 스텝은 양 발의 조직적인 움직임으로 좌우 밸런스가 중요하다. 실제 경기에 있어서 step은 대부분이 2-4보 정도의 스텝으로 이루어져야하며, 상황에 따라 적절한 step 구사와 민첩성, 순발력 강화 훈련 프로그램 등이 요구된다.

주제어 : 배드민턴, 스트로크, 리시브, 라켓속도, 스텝

Abstract This research aimed to enhance the effects of training through the use of infrared cameras located at anterior and posterior positions. The results were as follows. In the case of the smash, the impact time needed to be adjusted to raise their impact point. The smash of S1, on the other hand, was a step smash, which showed the fastest racquet head speed and the greatest transmission of power upon impact. As the max racquet speed upon impact and during speed was similar, S1 showed the best impact time. All athletes except S6 were shown to use their right foot as their 1 step that was located in front upon landing, using a hop step as their first step. For the best swing upon stroke, it is important to make the best conditions possible for the use of elbow joints and wrist joints. The rotating radius of the racquet should be big and the shuttlecock should be fast. Balance is important in footwork, or the coordinated movement of the feet. Without a correct step it is difficult to execute an efficient stroke. In an actual game, steps need to be executed in 2 to 4 steps, and programs focusing on steps according to situation, agility and reaction need to be executed.

Key Words : Badminton, Movement, Stroke

Received 5 July 2014, Revised 28 August 2014

Accepted 20 September 2014

Corresponding Author: Kee-Hyun Kim(Korea Institute of Sport Science)

Email: kkh7811@hanmail.net

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

배드민턴은 무릎을 구부리거나 측면으로 빠르게 이동하고 점프 등 매우 빠른 움직임들로 구성되는데, 특히 서비스(service)뿐만 아니라 스트로크(stroke)인 스매시(smash), 클리어(clear), 드롭(drop) 등의 다양한 기술로 구성된다. 다양한 동작을 요구하는 배드민턴 기술 동작의 특성 등을 고려해 볼 때 잘못된 동작 반복과 스트로크 이후 동작에 대한 문제 노출 시 경기력의 저하뿐만 아니라 부상의 가능성이 높아지게 된다.

최근 경기에서는 스트로크 이후 제 2동작에 대한 중요성을 강조하고 있는데 스트로크 이후 상대 리시브에 따른 제 2동작에 따라 득실점의 영향이 크기 때문이다. 경기에서 스트로크 이후 대응 동작에 대한 연결이 잘못된 움직임으로 나타날 때 보다 빠른 피드백이 이루어지지 않는다면 차질 잘못된 동작을 습관화시킬 수 있기 때문에 발견 즉시 즉각적인 수정과 변화를 필요로 한다.

배드민턴 기술부분의 선행연구를 살펴보면 스트로크의 국면별 분석 결과 남자 선수들은 전완에서 라켓을 릴리즈 하는 것으로 보고되고 있으며[7], 셔틀의 스피드에 대한 정량적 분석과 서브에 관한 최근 연구에서는 라켓과 전완 사이의 작은 각도를 이루는 포핸드와 백핸드 드라이브와 스트로크에서 회내(pronation) 및 회외(supination) 동작의 역할에 대한 연구 등을 보고하였다[5][17]. 국내의 연구의 경우 기술동작에 있어 드라이브, 스매시, 푸시를 중심으로 분석한 연구[14]와 스매시 동작시 변화, 소요시간, 라켓과 팔 분절의 이동 궤적을 2차원 영상으로 분석한 연구 등이 있다[2][10]. 그러나 이들 연구에서 다루는 모든 운동이 단일 평면상으로 이루어지는 것으로 가정하였기 때문에 많은 오차를 내포하고 있는 것으로 사료되며, 3차원 영상분석으로는 배드민턴 서브 동작에 관한 운동학적 연구[12]와 배드민턴 경기 중 선수 움직임의 역학적 분석을 통한 수행능력을 평가하였다[4]. 배드민턴 스매시 동작의 운동학적 변인에 관한 상관성 연구로는 배드민턴 스매시 동작에 대한 운동학적 분석에 관한 연구[9]와 배드민턴 드롭샷 동작의 운동학적 분석에 관한 연구[11] 등이 진행되었다.

이와 같이 많은 선행 연구들은 스트로크에 관한 특정 기술동작 분석에 국한되었으며, 특히 실제 경기 현장에서 이루어지는 전위 또는 후위에서의 스트로크 기술 분

석뿐만 아니라 스트로크 이후의 대응 동작에 대한 현장 연구는 전무한 실정이다. 따라서 다양한 스트로크 동작을 통해 스트로크 이후의 대응 동작에 관한 연구가 현장에서 정확하고 효율적이며, 보다 빠른 피드백 제공하는 것이 필요하다.

본 연구는 적외선 고속카메라(12대) 시스템을 활용하여 주요 대상자별 경기 시 전위 또는 후위에서의 스트로크 이후 제 2동작의 움직임에 대한 자세를 분석을 통해 피드백을 제공함으로써 훈련의 효율성을 제고시키고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

본 연구의 대상자는 2013년 상비군 남자선수 2명, 여자선수 3명으로 하였다. 모든 대상자는 단식 선수로 6개월 동안 특별한 부상이나 질병이 없는 선수를 대상으로 하였으며 선수들의 구체적인 신체정보는 다음 <Table 1>과 같다.

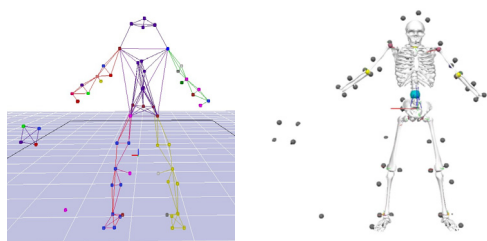
<Table 1> General characteristics of the subjects

Sub	Sex	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Career (yr)
S1	m	18	177	66	10
S2	m	16	172	60	7
S3	f	18	166	58	9
S4	f	18	174	62	9
S5	f	18	168	59	9

2.2 실험 절차 및 내용

영상분석을 위해 Raptor (motionanalysis, USA) 적외선 카메라 12대를 이용하였으며, 3차원 공간 설정을 위한 전역좌표계는 L자형 프레임을 사용하였다. 배드민턴 코트 중앙에 배치한 후 T자형 wand를 사용하여 캘리브레이션 작업을 2분 동안 수행하였다. 실험의 목적과 내용을 충분히 이해할 수 있도록 설명한 후 20분 정도 준비운동과 스트레칭을 실시한 후 본 실험을 진행하였다.

본 실험에 앞서 5초 동안의 static 촬영 후 배드민턴 동작에 방해가 되는 팔꿈치 관절, 손목 관절, 무릎 관절, 발목 관절의 내측 마커 8개를 제거한 하였다(Fig. 1). 대



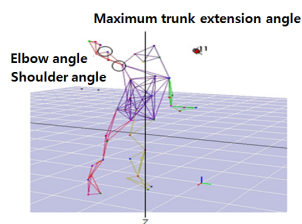
[Fig. 1] Marker set

상자들은 실제 경기 1세트를 진행하였으며, 서비스부터 점수 득실이 있을 시까지 연속적으로 촬영하여 저장하였다. 이때 선수들의 동작을 정성적으로 평가하기 위하여 1대의 고속카메라(Basler CCD camera, JPN)를 동조하여 함께 녹화하였다.

3. 자료처리

적외선 카메라는 렌 선을 통하여 동조되었으며 분석용 컴퓨터에 실시간으로 저장하였다. 저장한 원 자료는 Cortex 3.0(Motion analysis Inc., USA) 프로그램을 사용하여 labeling 작업 후 c3d 포맷으로 변환하였다. 자료 분석에는 Visual3D standard ver. 4.91.0을 이용하였으며 분석 가능한 모든 마커에는 Butterworth 4th order low-pass filter 10 Hz를 적용하였다. 인체분석모델은 골반의 경우 Coda pelvis를 사용하였고 몸통(trunk), 머리(head), 대퇴(thigh), 하퇴(shank), 발(foot), 상완(upperarm), 전완(forearm) 12개의 분절은 Visual3D에서 제공하는 모델을 사용하였다. 산출된 3차원 위치 좌표는 스플라인 보간법(cubic spline interpolation)을 이용하여 보정한 후 자료 분석에 사용되었다.

분석을 위한 이벤트 설정은 back swing 시 상체최대 신전 시점(E1), 신체중심의 최대 높이(E3), Impact 시



[Fig. 3] Define of angle

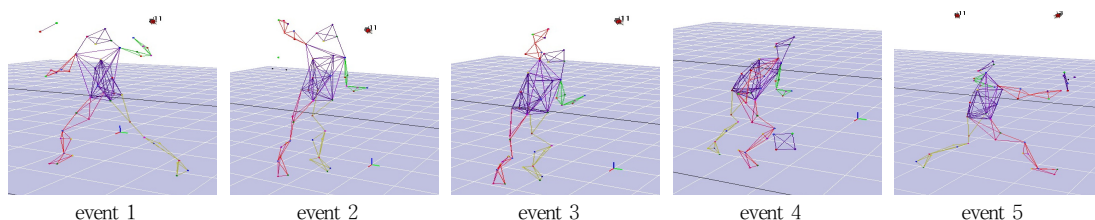
분하였다(Fig. 2). 동작 선정은 배드민턴 국가대표 감독과 코치 3명의 자문위원과 상의하여 선정하였으며, 신체중심의 높이, 스텝길이, 라켓속도, 최대 셔틀속도, 착지 후 제 2동작까지의 신체중심 평균 이동속도, 관절각도는 상체최대신전각, 팔꿈치관절각, 어깨관절각도를 분석하였다. 각도 정의는 <Fig. 3>과 같이 몸통이 전후면 상에서 수직축과의 기울어진 각도를 상체 최대 신전각, 어깨 관절각은 전후면 상에서 몸통과 기울어진 정도를 파악하였다. 무릎 관절각은 두 국면으로 나누어 분석하였는데, 지면에서 Impact를 위한 도약하는 국면에선 최대로 굴곡 되는 순간과 지면에 착지하는 구간에서의 최대로 굴곡 되는 무릎 관절각을 구하였다.

4. 결과

4.1 스매시(smash)

4.1.1 신체중심의 높이, 스텝 길이 및 시간 변위

각 대상자별 스매시 동작 시 신체중심의 높이, 스텝 길이 및 시간 변위에 대한 분석 결과는 <Table 2>와 같다. 모든 대상자들은 신체중심이 가장 높은 정점에서 임팩트가 이루어지지 않는 것으로 나타났다. 특히 여자 S5와 S3의 경우 신장 대비 peak 높이도 낮았지만 임팩트는 신장 대비 49.6%에 불과했다. 즉 타점이 낮은 것으로 나타났



[Fig. 2] Define of event

<Table 2> Center of mass height, step length and time displacement in smash

Variable \ Sub		S1	S2	S3	S4	S5
Center of Mass Height (% height)	Peak(m)	1.37(77.2%)	1.09(63.3%)	0.96(57.2%)	1.01(58.1%)	0.96(57.2%)
	Impact	1.35(76.2%)	1.09(63.2%)	0.83(49.6%)	0.98(56.4%)	0.83(49.6%)
	Difference of Height(m)	0.02	0.002	0.13	0.03	0.13
	Difference of Time(sec)	0.08	0.02	0.47	0.07	0.47
Smash - Second motion Step Length (m(sec)/right or left)	Landing	R(front)	L(rear)	L(rear)	Both(rear)	L(rear)
	1step	0.38(0.41)/R	0.37(0.31)/R	0.13(0.19)/R	1.09(0.28)/R	1.27(0.56)/L
	2step	2.08(0.68)/L	2.30(0.84)/L	0.68(0.57)/L	1.53(0.28)/L	1.47(0.52)/R
	3step	2.87(0.69)/R	2.11(0.64)/R	0.74(0.37)/R	1.54(0.56)/R	1.39(0.43)/L
	4step	×	×	2.32(0.51)/L	2.16(0.49)/L	1.91(0.52)/R
	5step	×	×	2.92(0.78)/R	2.57(0.64)/R	×
Average(total)	1.77(1.78)	1.59(1.80)	1.36(2.42)	1.78(2.24)	1.51(2.03)	

다. 반면 남자 S1의 경우 peak 높이는 가장 높았으나 타점은 정점에서 내려오면서 임팩트가 이루어진 것으로 나타났다. 피험자 중 비교적 S2가 peak 높이와 임팩트 지점이 가장 근접한 것으로 나타났다. 착지발은 S1은 오른발 먼저, S4는 양발이 동시에 착지한 것으로 나타났고, S2, S3, S5는 왼발이 먼저 착지한 것으로 나타났다. 스텝의 경우 상대 리시브에 따라 다양하게 나타났고, 남자가 여자보다 다소 적은 스텝을 나타냈다. Step 거리는 셔틀콕이 한 선수의 라켓에 접촉된 때부터 제 2동작(리시브까지)까지를 말한다. 이는 몸 전체를 조절하는 기능과 밀접한 관계가 있고 양면성을 나타내는 요소로 step이 많고 길다는 것은 공격하는 선수의 입장에서는 상대의 빈 공간을 효과적으로 공략했다는 것을 나타낸다. 또한 수비 선수의 입장에서는 미약하나마 효율적인 움직임을 나타내기도 한다. 1step 시 S5를 제외 모든 선수들 착지 시 전방에 있는 오른발로 1step을 하는 것으로 홉 스텝을 이용한 첫 스텝이 이루어진 것으로 나타났다. 특히, S4의 경우 가장 큰 홉 스텝을 이용한 스텝이 이루어진 것으로 나타났다. 따라서 똑같은 리시브 상황인데도 불구하고 S5는 S3과 S4보다 잔발 없이 착지발인 왼발(후방) 먼저 움직이며 가장 효과적인 4step과 소요시간으로 제 2동작인 리시브에 대비한 것으로 나타났다.

4.1.2 주요 관절 각도

대상자별 스매시 동작 시 주요 관절 변인으로 상체 최대 신전각(MTEA), 견관절 각도(SA), 팔꿈치관절 각도(EA)에 대한 분석 결과는 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Changes in the angle (unit: deg.)

Variable \ Sub		S1	S2	S3	S4	S5
MTEA	B. S	21.8	34.8	21.4	19.7	21.4
SA	B. S	-34.3	-39.3	-26.1	-40.3	-15.1
	Imp	116.1	123.0	159.5	150.5	133.4
EA	Max.Flexion	62.6	56.0	26.0	35.3	25.3
	Imp	148.8	154.9	136.5	143.7	143.7

<Table 3>에 의하면, 백스윙(B.S) 시 S2가 가장 큰 상체 신전각(34.8도)을 이루며 스매시 한 것으로 나타난 반면, S4는 가장 작은 상체 신전각(19.7도)을 나타내었다. 견관절의 경우 백스윙 시 S5는 가장 작은 견관절 각도(-15.1도)를 나타내었고, 임팩트 시에는 S1이 가장 작은 견관절(116.1도)을 이루며 스윙을 한 것으로 나타났다. 반면, S3이 임팩트 시 견관절 각도가 가장 큰 각도(159.5도)를 유지하면서 스윙한 것으로 나타났다. 팔꿈치 각도의 경우 여자가 남자에 비해 팔꿈치 최대굴곡이 작은 것으로 나타났다. 특히, S3의 경우 Impact 시 가장 작은 팔꿈치각도(26도)와 가장 큰 견관절 각도(159.5도)를 나타내었다. 이러한 현상은 하프스매시로 대각선 방향으로 방향을 틀면서 스매시한 것으로 견관절 각도는 크고 반면 팔꿈치 관절은 작은 것으로 나타났다.

4.1.2 속도 변인

각 대상자별 스매시 동작 시 라켓 속도, 셔틀콕 Max 속도, 착지 후 제 2동작 시 신체중심 최대 순간 속도 등을 분석한 결과는 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Changes in the velocity

Variable	Sub	S1	S2	S3	S4	S5
Racket Velocity (m/s)	Imp	37.0	35.9	30.5	31.5	30.5
	Max	37.9	37.1	31.7	33.7	31.7
	Difference of Time(sec)	-0.004	-0.008	-0.032	-0.012	+0.012
Shuttlecock Max. Velocity(m/s)		74.8	56.8	42.4	53.1	68.5
CM Max. Velocity in 2nd Motion(m/s)		3.2	2.9	3.9	3.8	4.0

Impact 시 라켓속도의 경우 남자가 비교적 여자들에 비해 빠른 것으로 나타났다. 특히 S1이 가장 빠른(37.0 m/s) 라켓 속도와 Max 속도의 시간차가 -0.004초로 라켓 최대 속도 시와 Impact 시가 유사하게 나타나 대상자 중 가장 효과적이며 가장 강력한 스매시(74.8 m/s)를 구사한 것으로 나타났다. 대상자별 Max 속도가 나타난 시점은 S5가 Impact 후에 최대 속도가 나타난 반면, 나머지 대상자들이 Impact 전에 최대 속도가 나타나는 특징을 보였다. S3의 경우 다른 선수들의 최대 셔틀콕 속도는 가장 작은 42.4 m/s로 나타난 것은 강력한 스매시보다는 대각선 하프스매시를 시도한 결과로 사료된다. 착지 후 제 2동작 시 신체중심 최대 순간 속도는 S5가 4.0 m/s로 가장 빠르게 나타났다. 이는 상대 리시브에 대해 예측하지 못하고 있다가 순간 빠른 이동하며 리시브를 한 것으로 사료된다. 성인 국가대표 선수가 스매시 시 기록할 수 있는 최대속도는 약 300 km/h라고 보고하였으나[1] 본 연구에서는 다소 미치지 못한 최대속도를 나타내었다.

4.2 드리븐 클리어(clear)

4.2.1 신체중심의 높이, 스텝 길이 및 시간 변위

각 대상자별 드리븐 클리어 동작 시 신체중심의 높이, 스텝 길이 및 시간 변위에 대한 분석 결과는 <Table 5>와 같다.

신장 대비 신체중심의 높이는 남자가 다소 높게 나타났고, 여자들은 유사하게 나타났다. 클리어의 특성상 타점 위치가 뒤쪽에서 이루어지기 때문에 착지받은 후방에서 이루어진 것으로 나타났다. S2는 점프 하며 드리븐 클리어를 실시하여 신체중심이 높게 나타났다. 착지받은 여자 S4를 제외하고는 모두 오른발이 먼저 착지한 것으로 나타났다. S4의 경우는 백스텝 이후 점프하며 드리븐 클리어를 구사하기 때문인 것으로 사료된다. 스텝의 경우 리시브 전까지 S1과, S4가 7step으로 가장 많은 step을 통해 리시브를 행한 것으로 나타났다. 이는 드리븐 클리어를 행한 후 홈 포지션으로 이동 중 상대 리시버의 드리븐 클리어에 의해 백 코트로 이동하며 back step의 동작을 취한 것으로 나타났다. 1step 시 S3은 코트 안쪽으로 사이드 스텝을 이용한 리시브 준비에 임하였고, 한편 S5를 제외한 S1, S2와 S4는 홈 스텝을 이용한 이동이 이루어진 것으로 나타났다. 따라서 S5가 비교적 효과적인 드리븐 클리어를 실시한 것으로 사료된다. 즉 안정된 포지션을 미리 확보하여 자신이 원하는 곳으로 셔틀콕을 보내고 조절한 것으로 나타났다.

<Table 5> Center of mass Height, step length and time displacement in clear

Variable	Sub	S1	S2	S3	S4	S5
Center of Mass Height (% height)	Peak(m)	1.12(63.3%)	1.27(73.7%)	0.85(51.1%)	0.99(51.1%)	0.88(52.7%)
	Impact	1.04(58.6%)	1.22(70.9%)	0.76(45.8%)	0.76(45.8%)	0.83(49.5%)
	Difference of Height(m)	0.08	0.05	0.09	0.09	0.05
	Difference of Time(sec)	0.13	0.10	0.12	0.12	0.10
Clear - Second motion Step Length (m(sec)/right or left)	Landing	R(rear)	L(rear)	R(rear)	L(rear)	R(rear)
	1step	0.36(0.35)/L	0.49(0.28)/R	0.55(0.56)/R	0.27(0.26)/R	0.99(0.73)/R
	2step	2.07(0.82)/R	2.42(0.82)/L	0.90(0.57)/L	2.03(0.82)/L	1.15(0.80)/L
	3step	1.60(0.80)/L	2.26(0.96)/R	1.28(0.74)/R	1.99(0.82)/R	1.08(0.76)/R
	4step	0.01(0.56)/BR	0.24(0.63)/L	0.97(0.56)/L	1.22(0.60)/L	0.66(0.50)/L
	5step	1.00(0.46)/BL	1.74(0.49)/BR	1.01(0.52)/BL	0.33(0.45)/R	0.44(0.37)/BL
	6step	1.45(0.52)/BR	×	1.46(0.93)/BR	0.65(0.36)/BL	0.26(0.50)/R
	7step	0.62(0.43)/BL	×	×	0.24(0.58)/BR	×
Average(total)		1.02(3.94)	1.43(3.18)	1.03(3.89)	0.96(3.90)	0.76(3.66)

<Table 6> Changes in the angle (unit: deg.)

Variable \ Sub		S1	S2	S3	S4	S5
MTEA	B. S	25.9	13.9	26.8	26.1	27.2
SA	B. S	-40.7	-46.3	-33.6	-43.8	-36.1
	Imp	102.8	111.2	122.7	144.1	109.4
EA	Max.Flexion	46.3	53.6	53.0	36.9	46.0
	Imp	163.1	140.5	151.7	144.6	143.4

4.2.2 각도 변인

각 대상자별 드리븐 클리어 동작 시 주요 관절 변인으로 상체 최대 신전각(MTEA), 견관절 각도(SA), 팔꿈치관절 각도(EA)에 대한 분석 결과는 <Table 6>과 같다.

드리븐 클리어 백스윙 시 S5가 가장 큰 상체 신전각(27.2도)을 이루며 클리어를 한 것으로 나타났고, S2가 가장 낮은 상체 신전각(13.9도)을 나타내었다. 견관절의 경우 백스윙 시 S3은 가장 작은 견관절 각도(-33.6도)를 나타내었다. 임팩트 시에는 스매시와 마찬가지로 S1이 가장 작은 견관절(102.8도)과 최대 팔꿈치 각도를 이루며 스윙을 한 것으로 나타났다. 이러한 동작은 클리어 하기 전 제 2동작이 늦어 백코트를 하면서 Impact 타이밍이 다소 늦은 드리븐 클리어를 시도한 결과로 사료된다. 반면, S4가 임팩트 시 견관절 각도가 다소 큰 각도를 유지하면서 스윙한 것으로 나타났다.

4.2.3 속도 변인

각 대상자별 드리븐 클리어 동작 시 라켓 속도, 셔틀콕 속도, 평균 이동 속도 등을 분석한 결과는 <Table 7>과 같다.

드리븐 클리어 시 Impact 타임은 S1과 S5이 가장 좋은 것으로 나타났으며, S2의 경우 비교적 빠른 드리븐 클리어를 시도한 것으로 나타났다. 착지 후 제 2동작 시 신체중심 평균 이동 속도의 경우 상대의 다양한 리시브에 의해 피험자별 신체중심의 평균 이동 속도 또한 다양하게 나타났다. 셔틀콕 Max와 착지 후 제 2동작 시 신체중심 최대 순간 속도 등은 비교적 남녀 피험자별 유사하게 나타났다.

<Table 7> Changes in the velocity

Variable \ Sub		S1	S2	S3	S4	S5
Racket Velocity (m/s)	Imp	29.2	29.5	24.8	24.2	26.3
	Max	29.2	31.7	26.0	26.7	26.6
	Difference of Time(sec)	+0.004	+0.016	-0.016	-0.020	-0.008
Shuttlecock Max.Velocity(m/s)		38.2	42.2	35.2	34.8	36.6
CM Max. Velocity in 2nd Motion(m/s)		2.8	2.9	2.4	2.5	2.8

4.3 드롭(drop)

4.3.1 신체중심의 높이, 스텝 길이 및 시간 변위

각 대상자별 드롭 동작 시 신체중심의 높이, 스텝 길이 및 시간 변위에 대한 분석 결과는 <Table 8>과 같다. 피험자 S4의 경우 실제 경기 시 드롭 동작이 나오지 않아 제외하였다.

신체중심의 높이의 경우 신장 대비 S2는 포어핸드 커트에 가까운 드롭을 구사하므로 낮은 임팩트(42.9%)가 이루어진 것으로 나타났다. 또한 드롭 이후 홈 코트로 이동이 늦어 제 2동작인 리시브 타이밍도 늦어 실점한 것으로 나타났으며, 스텝의 경우 남녀 모든 선수들이 상대 리시브에 의해 제 2동작에 따른 step이 다양하게 나타났다. 하지만 앞서 제시한 드리븐 클리어 동작 시와 마찬가지로 S3, S5의 경우 상대 리시브를 미리 예측하지 못하고 있다가 불필요한 잔발(각 0.29, 0.31 m)을 이용한 step을 실시한 것으로 나타나 상대 공격의 빌미를 제공한 것으로 나타났다. 또한 S2의 경우 좌측 네트 바로 앞 드롭 실시한 후 상대 리시브 동작을 예측하지 못하고 있다가 상대가 좌측 네트 앞에 헤어핀을 구사하는 바람에 제 2동작의 마지막 4step의 길이가 2.66 m로 이동하며 같이 헤어핀을 시도했으나 네트에 걸리면서 실점을 한 것으로 나타났다.

4.3.2 각도 변인

각 대상자별 드롭 동작 시 주요 관절 변인으로 상체 최대 신전각(MTEA), 견관절 각도(SA), 팔꿈치관절 각도(EA)에 대한 분석 결과는 <Table 9>와 같다.

드롭 동작 백스윙 시 S3이 가장 큰 상체 신전각(32.5도)을 이루며 드롭을 시도한 것으로 나타났고, 앞서 제시한 클리어에서와 마찬가지로 S2가 가장 낮은 상체 신전각(20.2도)을 나타내었다. 견관절의 각도는 드롭샷 동작에서 얼마나 높은 타점에서 임팩트가 이루어지느냐를 따지는 중요한 변인으로 팔꿈치관절과 몸통으로 이루어지는 각을 의미하는 것으로 백스윙 시 S2는 가장 작은 견관절 각도(-44.8도)를 나타내었고, 임팩트 시에는 S2가 가장 작은 견관절(94.0도)을 이루며 스윙을 한 것으로 나타났다. 반면, S1의 경우 임팩트 시 견관절 각도(121.0도)와 팔꿈치 각도(151.3도)가 다른 선수들에 비해 크게 스윙한 것으로 나타났다. 이는 라켓의 회전반경은 크고 셔틀콕의 선속도도 빠르게 한 것으로 사료된다.

<Table 8> Center of mass Height, step length and time displacement in drop

Variable	Sub	S1	S2	S3	S5
Center of Mass Height (% height)	Peak(m)	1.21(68.5%)	0.94(54.6%)	0.95(57.2%)	0.93(55.2%)
	Impact	1.17(65.8%)	0.74(42.9%)	0.90(54.5%)	0.92(54.6%)
	Difference of Height(m)	0.04	0.20	0.05	0.01
	Difference of Time(sec)	0.10	0.30	0.08	0.05
Clear - Second motion Step Length (m(sec)/right or left)	Landing	R(rear)	R(rear)	L(rear)	L(rear)
	1step	0.64(0.42)/R	1.73(0.65)/R	0.29(0.25)/R	0.31(0.38)/R
	2step	0.85(0.36)/L	0.06(1.10)/BR	1.46(0.79)L	1.23(0.86)/L
	3step	0.91(0.38)/R	1.43(0.26)/L	1.51(0.57)R	0.99(0.47)/R
	4step	0.56(0.39)/L	2.66(0.61)/R	1.34(0.45)L	1.32(0.37)/L
	5step	0.81(0.44)/BL	×	0.95(0.36)R	0.12(0.48)/R
	6step	0.83(0.85)/BR	×	0.94(0.46)L	0.38(0.36)/BL
	7step	×	×	1.13(0.45)R	0.19(0.60)/R
Average(total)	0.77(2.86)	1.46(2.62)	1.09(3.32)	0.65(3.52)	

*step B: simultaneous landing, step BR: back step right, step BL: back step left

<Table 9> Changes in the angle (unit: deg.)

Variable	Sub	S1	S2	S3	S5
MTEA	B. S	31.5	20.2	26.8	28.7
SA	B. S	-31.0	-44.8	-33.6	-27.4
	Imp	121.0	94.0	122.7	101.8
EA	MaxFlexion	56.5	45.6	26.9	34.7
	Imp	151.3	122.0	126.8	137.2

4.3.3 속도 변인

각 대상자별 드롭 동작 시 라켓 속도, 셔틀콕 속도, 착지 후 제 2동작 시 신체중심 최대 순간 속도 등을 분석한 결과는 <Table 10>과 같다.

<Table 10> Changes in the velocity

Variable	Sub	S1	S2	S3	S5
Racket Velocity (m/s)	Imp	22.5	18.6	18.0	16.8
	Max	22.5	21.3	21.2	19.6
	Difference of Time(sec)	0.000	-0.052	-0.028	-0.064
Shuttlecock Max.Velocity(m/s)		32.4	20.5	23.3	22.9
CM Max. Velocity in 2nd Motion(m/s)		3.0	4.0	4.2	2.8

S2(18.6 m/s)와 S5(16.8 m/s), S3(18.0 m/s)의 경우 드롭 시 Impact 시 라켓 속도를 의도적으로 줄이며 상대를 속이는 페이크 동작을 취한 것으로 나타났다. 착지 후 제 2동작 시 신체중심 최대 순간 속도가 S2와 S3의 경우 각각 4.0 m/s, 4.2 m/s로 나타난 것은 상대 리시브를 예측하지 못하고 마지막 스텝 시 빠르게 이동하며 리시브를 받으려 하였으나 이미 늦어 실점한 것으로 나타났다.

5. 스트로크와 제 2동작에 대한 평가

스매시는 수평면에서의 신체중심은 앞으로 움직이고, 수직운동은 위, 아래 패턴을 따른다고 했다. 또한 가장 효과적인 스매시는 신체중심이 최고점에 오르고 난 뒤 신체중심이 밑으로 내려가려고 할 때 이루어지는 것이고, 라켓의 최대속도는 라켓이 최고지점에 이르러 밑으로 떨어지기 시작한 직후에 일어나며, 최대속도에 다른 라켓은 최고지점 바로 아래에서 셔틀콕을 때리게 된다고 보고하였다[3]. 따라서 본 연구에서는 S1, S2가 비교적 유사한 타이밍에서 스매시를 행한 것으로 판단된다. 그러나 S3과 S5의 경우 타점이 신장대비 49.6%로 타점이 낮은 것으로 나타나 스매시 타점을 높일 수 있도록 Impact 타이밍을 조절해야한다.

스매시를 할 때 셔틀콕의 속도는 테니스 경기의 가장 빠른 속도보다 훨씬 더 빠른 속도인 300 km/h가 되기도 하지만[1], 상황에 따라 0(zero)에 가까운 속도도 낼 수 있기 때문에, 손과 눈의 협응력이 요구되고 빠른 반응시간이 필요하다.

S1의 스매시는 피험자 중 빠른 라켓헤드의 속도를 보여 임팩트 시 강하고 효율적인 힘의 전달을 하고 있는 것으로 나타났다. 또한 3가지 유형의 스트로크 구사 시 Impact 시 라켓속도와 Max 속도가 유사해 Impact 타임이 가장 좋은 것으로 나타났다. 따라서 근위분절에서 원위분절로의 자연스럽고 빠른 동작과 함께 라켓헤드의 속도가 증가될 때 효과적이고 빠른 스트로크 동작의 수행

이 이루어질 것이며, 더 나아가 경기력 향상을 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

점프스매시나 스텝 스매시를 함에 있어 백스윙 순간 왼 어깨가 네트와 거의 직각을 이루고 임팩트로 오면서 가슴이 열리고 오른 어깨가 네트를 향하며, 또한 임팩트 시 손목, 팔이 완전히 쪽 펴지지 않는 이유는 스타트에서 몸을 회전시켜 백스윙에서 임팩트 전후를 거쳐 팔로우 드로우까지 오면서 셔틀콕을 머리 위 전방에서 잡기 위해 손을 회내(pronation)시키면서 스냅을 주기 때문에 완전히 신전되지 않는다고 한 보고와 본 연구[9]의 결과와는 일치되는 것으로 나타났다.

스트로크에 따른 스텝의 경우 상대 리시브에 따라 다양하게 나타났고, 남자 선수가 여자 선수 보다 다소 적은 스텝을 나타냈다.

1step 시 S5를 제외 모든 선수들 착지 시 전방에 있는 오른발로 1step을 하는 것으로 홉 스텝(잔발)을 이용한 첫 스텝이 이루어진 것으로 나타났다. 특히, S4의 경우 가장 큰 홉 스텝을 이용한 스텝이 이루어진 것으로 나타났다. 똑같은 리시브 상황인데도 불구하고 S5는 S3과 S4 보다 잔발 없이 착지발인 왼발(후방) 먼저 움직이며 가장 효과적인 4step과 소요시간으로 제2동작인 리시브에 대비 한 것으로 나타났다. 따라서 스트로크 이후 제 2동작을 취하기 위한 1step의 경우 후방 지지발이 먼저 움직이는 것이 효과적이다. 이는 착지 시 신체중심이 뒤에 있기 때문에 후방 지지발이 먼저 1step을 디디는 것이 보다 효율적이다.

드리븐 클리어의 경우 상대가 전진해 있을 때 공을 빠르고 낮게 상대방의 백코트로 보내서 상대방의 수비 시간을 줄이기 위해 사용한다. 특히 상대의 불완전한 스윙을 유발시키고자 할 때 사용하는 것이 효과적이다.

상대선수를 많이 움직이게도 하고 조금 움직이게도 하는 것은 경기를 주도해 나가는 데에 있어서 매우 중요한 요인이라 할 수 있다. 따라서 남녀 선수들의 스트로크 간 제 2동작까지의 step를 비교한 결과 랠리가 진행되는 동안 양 선수의 움직임이 유사한 패턴이나 모든 타구에서 득점한 경우에 실점한 경우보다 움직임 양이 적은 것을 볼 수 있다. 이는 득점하기 위해서는 상대 선수를 많이 움직이게 하는 것이 효과적이라 할 수 있다. 또한 시간이 지날수록 움직임 양이 많은 선수의 체력이 고갈되기 때문에 승리할 확률은 더 높아질 것으로 판단된다.

배드민턴 경기는 타구가 빠르게 진행되는 경기이기 때문에 어느 한쪽으로 치우쳐 있게 되면 반대쪽을 방어하지 못하게 된다. 따라서 선수들은 스트로크를 한 다음에 다시 원래의 자리인 홉 포지션으로 복귀하여야 한다. 홉 포지션으로의 복귀 정도는 경기를 주도해 나가는 데 있어서 중요한 요인이 된다.

스트로크 이후 제 2동작에서 S3, S5의 경우 상대 리시브를 미리 예측하지 못하고 있다가 불필요한 잔발을 이용한 step을 실시한 것으로 나타나 상대 공격의 발미를 제공한 것으로 나타났다. 또한 S2의 경우 좌측 네트 바로 앞 드롭 실시한 후 상대 리시버 동작을 예측하지 못하고 있다가 상대가 좌측 네트 앞에 헤어핀을 구사하는 바람에 제 2동작의 마지막 4step의 길이가 무려 2.66 m로 이동하며 같이 헤어핀을 시도했으나 네트에 걸리면서 실점을 한 것으로 나타났다. 따라서 선수가 기술을 수행하고 제 2동작에 의한 다음 기술을 사용하기 위해서는 보다 유리한 위치를 먼저 선점해야하고 이로 인해 다음 기술 연결을 효과적으로 할 수 있다.

스트로크 중 드롭은 상대를 많이 움직이게 한 다음 클리어 리턴(clear return)을 받아 스매시로 공격하는 전법으로 신체 중심의 변화는 적고, 상肢관절의 원활한 협응 동작에 의한 빠른 스윙 동작이 아닌 전환과 라켓만을 위주로 스윙을 하는 특징이 있다.

1국면에서 선수집단이 팔꿈치관절의 각도가 작은 이유는 강한 스윙을 위한 신체 협응력이 어깨, 팔꿈치, 손목, 라켓 순의 스윙 방향, 즉 근위에서 원위로 힘의 전달을 효율적으로 보여주고 있기 때문이며, 이와 같은 결과는 근위 분절로부터 원위 분절로의 힘 전달되는 분절 순서이론을 뒷받침하고 있다. 우수선수집단이 비우수집단에 비해 라켓헤드의 속도가 빠른 것으로 보고되고 있는데, 그 이유를 전체적인 라켓 스윙의 빠르기 때문이라고 하였다[2]. 이와 같은 결과로 비추어 볼 때 근위에서 원위로 자연스럽고 빠른 동작이 이루어지고 이는 라켓헤드의 속도가 증가시킬 때 효과적이고 빠른 드롭샷 동작의 수행이 이루어지고 경기력 향상을 증진시킬 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 스트로크 시 최적의 스윙을 만들기 위해서는 팔꿈치 관절이나 손목관절의 협응 동작에 필요한 최적의 조건을 만들어 주는 것이 중요하다. 라켓의 회전반경은 크고 셔틀콕의 선속도도 빠르게 해야 할 것으로 판단된다.

본 연구결과 남녀 모두 불필요한 step에 의한 제 2동작을 행하는 것으로 나타났다. step(풋워크)은 양 발의 조직적인 움직임으로 좌우 밸런스가 중요하다. 아무리 강력한 스트로크를 구사할 수 있는 능력이 있다 하더라도 올바른 step이 뒷받침되지 않으면 보다 효율적인 스트로크를 구사할 수 없다. 셔틀콕의 낙하하는 지점으로 얼마나 신속하게 움직여 스트로크를 하고, 다시 홈 포지션으로 되돌아올 수 있느냐 하는 것이다. 실제 경기에 있어서 풋워크는 대부분이 2-4보 정도의 스텝으로 이루어져야 하므로, 상황에 따라 적절한 step 구사와 민첩성, 순발력 등이 요구된다.

6. 결론

본 연구는 적외선 고속카메라(12대) 시스템을 활용하여 주요 대상자별 경기 시 전위 또는 후위에서의 스트로크 동작 이후 제 2동작(리시브)의 움직임에 대한 자세를 분석한 후 피드백을 제공함으로써 훈련의 효율성을 제고시키고자 하였다. 본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 스매시의 경우 S3과 S5의 경우 타점이 신장대비 49.6%로 낮은 것으로 나타나 스매시 타점을 높일 수 있도록 Impact 타임을 조절해야한다. 반면, S1의 스매시는 스텝 스매시로 가장 빠른 라켓헤드의 속도를 보여 임팩트 시 강하고 효율적인 힘의 전달을 하고 있는 것으로 나타났다으며, 스트로크 구사 시 Impact 시 라켓속도와 Max 속도가 유사해 Impact 타임이 가장 좋은 것으로 나타났다.

둘째, 스트로크에 따른 스텝의 경우 상대 리시브에 따라 다양하게 나타났고, 남자가 여자들 보다 다소 적은 스텝을 나타내었다. 1step 시 S5를 제외한 모든 대상자들 착지 시 전방에 있는 오른발로 1step을 하는 것으로 홈 스텝(잔발)을 이용한 첫 스텝이 이루어진 것으로 나타났다.

셋째, 스트로크 시 최적의 스윙을 만들기 위해서는 팔꿈치 관절이나 손목관절의 협응 동작에 필요한 최적의 조건을 만들어 주는 것이 중요하다. 라켓의 회전반경은 크고 셔틀콕의 선속도도 빠르게 해야 한다.

넷째, 남녀 모두 불필요한 step에 의한 제 2동작을 행

하는 것으로 나타났다. step(풋워크)은 양 발의 조직적인 움직임으로 좌우 밸런스가 중요하다. 올바른 step이 뒷받침되지 않으면 보다 효율적인 스트로크를 구사할 수 없다. 실제 경기에 있어서 step은 대부분이 2-4보 정도의 스텝으로 이루어져야하며, 상황에 따라 적절한 step 구사와 민첩성, 순발력 강화 훈련 프로그램 등이 요구된다.

본 연구를 통해 스트로크 유형별 제2동작의 특징과 개인별 문제점을 확인할 수 있었다. 하지만 대상자의 제한으로 인해 일반화 시키는 것은 어려운 것으로 판단되며 이후 추후 연구를 통해 이를 보완하여야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] Adrian, M. J., & Cooper, J. M. (1995). *Biomechanics of Human Movement*(second ed), Dubuque: Wm. C. Brown Communications Inc, 373.
- [2] Ahn Sang Woo(1990). Kinematic analysis of badminton smash motion. master's thesis, Chonnam National University Graduate School.
- [3] Cooper, J. M., Adrian, M. & Glassow, R. B. (1982). *Kinesiology*, Missouri: The C. V. Mosby Company, 276-279.
- [4] Chun Young Jin(1997). Performance evaluation through the biomechanical analysis of the motion of the player in the badminton tournament. master's thesis, Seoul National University Graduate School.
- [5] Elliott. B., Marshall, R & Noffal. G. (1995). Contributions of upper limb segment rotations and the power serve in tennis. *Journal of Applied Biomechanics*, 11, 433-442.
- [6] Elliott. B., Marshall. R & Noffal. G. (1996). The role of upper limb segment rotations in the development of racket-head speed in the spush forehand. *Journal of Applied Biomechanics*, 14(2), 159-165.
- [7] Gowitzke. B. A. & Waddell. D. B. (1977). The contributions of Biomechanics in Solving Problems in Badminton Stroke Production. In: *Selected Papers Presented at the international Coaching Conference*. Malmo. 10.
- [8] Gowitzke. B. A. & Waddell. D. B. (1978). *Technique*

- of Badminton Stroke Production. In: Science in Racket Sports-international Congress of Sports Sciences. Ed. J. Terauds. Edmonton. 17-41.
- [9] Han Sang Min(1998). Kinematic analysis of badminton smash motion. master's thesis, Konkuk University Graduate School.
- [10] Hwang Kyeong Sook(1981). Motion analysis of badminton smash. master's thesis, wha Womans University Graduate School.
- [11] Jung Ik Soo(2005). Kinematic analysis of badminton dropshot motion. master's thesis, Chungnam National University Graduate School.
- [12] Lee Sang Kyung(1992). Kinematic analysis of badminton serve motion. master's thesis, Chungnam National University Graduate School.
- [13] Lyu Jae Cheong, Kim Ig Sang(2003). Kinematic analysis of badminton smashing between the skilled and unskilled. Korean Journal of Biomechanics, Vol. 13, No 2, 139-160.
- [14] Park Soon Bok(1985). Analysis of Technical Motions in Badminton : with priority to Drive, Smash and Push. master's thesis, Ewha Womans University Graduate School..
- [15] Sakurai. S., Ikegami. Y. & Yabe. K. (1978). A Three-Dimensional Cinematographic Analysis of Badminton Strokes. In: Biomechanics in Sports V: Proceedings of the Fifth International Symposium of Biomechanics in Sports. Ed. L. Tsarouchas. Athens. Greece. 357-363.
- [16] So Jae Moo, Han Sang Min, Seo Jin Hee(2003). Comparison of the Kinematic Variables in the Badminton Smash Motion. Korean Journal of Biomechanics, Vol. 13, No 2, 65-74.
- [17] Tang. H. P., Abe. K., Katoh. K., & Ae. M. (1995). Three-Dimensional Cinematographic Analysis of Badminton Forehand Smash Movements of the Forearm and Hand. In: Science and Racket Sports. Ed. T. Reilly. M. Hughes, A. Lees. E. & F. N. Spoon. London. 113-118.

송 주 호(Song, Joo-Ho)



- 2002년 2월 : 국민대학교 체육학과 (이학박사)
- 2006년 5월 ~ 현재 : 한국스포츠개발원 스포츠과학실 책임연구원
- 관심분야 : 운동기술 및 경기분석
- E-Mail : jhsong707@sports.re.kr

김 기 현(Kim, Kee-Hyun)



- 2007년 2월 : 한국체육대학교 체육학과 (체육학석사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 건국대학교 스포츠과학과 박사과정
- 관심분야 : 트레이닝, 분석
- E-Mail : kkh7811@hanmail.net

박 중 철(Park, Jong-Chul)



- 2009년 2월 : 상명대학교 체육학과 (체육학박사)
- 2014년 8월 ~ 현재 : 한국스포츠개발원 연구원
- 관심분야 : 경기분석, 운동역학
- E-Mail : mori@kspo.re.kr