

배드민턴 포핸드 헤어핀 동작 시 숙련 정도에 따른 손가락 압력 및 운동학적 변인 비교 분석

이행섭¹ · 채원식² · 정재후¹

¹경북대학교 대학원 체육학과 · ²경북대학교 사범대학 체육교육과

A Comparative Analysis of the Finger Pressure and Kinematic Variables in the Forehand Hairpin Net Shot According to Proficiency

Haeng-Seob Lee¹ · Woen-Sik Chae² · Jea-Hu Jung¹

¹Department of Physical Education, Graduate School of Kyungpook National University, Daegu, Korea

²Department of Physical Education, College of Education, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Received 31 October 2012; Received in revised form 18 December 2012; Accepted 28 December 2012

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare and analyze the finger pressure and kinematic variables in the forehand hairpin net shot between skilled elite players and less skilled recreational players. Eight elite players(age: 18.1±0.8 yrs, height: 176.8±1.5 cm, weight: 640.9±48.6 N) with minimum of 6 years of experience and eight recreational players(age: 27.9±1.6 yrs, height: 177.1±6.1 cm, weight: 820.5±62.8 N) with less than one year experience were recruited in this study. For each trial being analyzed, four critical instants were identified from the video recordings: Right heel contact1 (E1), Right toe-off (E2), Right heel contact2 (E3), and Shuttlecock Impact (E4). Each hairpin net shot was broken into consecutive phases: E1~E2 (Right Landing Phase: RLP), E2~E3 (Sliding Step Phase: SSP), and E3~E4 (Impact Phase: IP). Temporal parameters, shuttlecock speed, linear and angular kinematics of body segments, and finger pressures were computed for this study. The results showed that The finger pressure of the ring finger and the middle finger for the skilled group during an impact had significantly greater than those of unskilled group. It is possible that all fingers were not used in the same manner when the racket was gripped in forehand hairpin. The result also suggested that the ring finger and the middle finger pushed the racket from top to bottom while having the mid-phalanx and proximal phalanx of index finger as an axis.

Keywords : Badminton, Hairpin Net Shot, Finger Pressure

I. 서 론

배드민턴은 세계에서 가장 오래되고 인기 있는 스포츠 중 하나이다. 오늘날 160개국 이상이 세계배드민턴연맹(BWF)에 가입되어 있다. 현재 세계배드민턴연맹(BWF) 추정에 의하면 배드

민턴은 전 세계적으로 2억 명 이상의 사람들이 게임을 하고 천 명 이상의 선수가 전 세계 다양한 경연 대회와 토너먼트에 참여하고 있다(Personnic, Alam, Gendre, Chowdhury & Subic, 2011).

배드민턴 경기에 사용되는 셔틀콕은 다른 구기 스포츠에 사용되는 공과 달리 둥글지 않아 속도의 변화가 심하며 방향의 전환이 매우 빨리 이루어진다. 따라서 인체의 비틀림(twisting), 방향전환(turning), 도약(jumping) 등과 같은 격렬한 몸놀림과 민첩성, 순발력, 지구력 등의 전문 체력이 요구되며, 복잡하고 다양한 상황에 즉시 적응할 수 있는 판단력과 심리 역동적인 사고능력도 요구된다(Lee, 1992; Lee, 1989).

88 서울올림픽기념 2012 국제학술대회에서 발표된 논문임

Corresponding Author : Woen-Sik Chae

Department of Physical Education, College of Education, Kyungpook National University, 1370 Sangyeok-dong, Buk-gu, Daegu, Korea

Tel : +82-53-950-5932 / Fax : +82-53-955-4235

E-mail : wschae@knu.ac.kr

본 논문은 2012학년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음

배드민턴 스트로크 기술에는 클리어(clear), 스매시(smash), 드롭샷(drop shot), 푸시(push), 드라이브(drive), 헤어핀(hairpin) 등 다양하다. 배드민턴 스트로크 기술은 고도의 신체적 균형과 전신의 조화를 요구하고, 셔틀을 의도하는 곳으로 보내기 위해서는 각 분절의 적절한 힘의 분배 및 손목의 스냅을 이용하는 기교가 필요하다. 따라서 배드민턴 스트로크 기술을 완벽하게 구사하기 위해서는 무엇보다 손목의 활용 능력이 매우 중요하다.

배드민턴의 다양한 스트로크 기술과 관련된 선행연구를 살펴보면 Oh, Chio & Jeong(2005)은 효율적인 드롭샷 동작을 수행하기 위해서는 라켓헤드 속도를 높여 스윙을 빨리하는 것이 중요하다고 보고하였다. Wei, Oh, Jiong, Park & Lee(2009)는 효율적인 드라이브 동작을 수행하기 위해서는 상지분절의 순서이론에 따른 스윙이 이루어져야 한다고 보고하였다.

Yoon(2010)은 백하이클리어 동작을 효율적으로 하기 위해서는 어깨와 힙의 회전을 억제하고 스윙 시 손목의 스냅을 이용하여 임팩트 시점에서 라켓의 최대 속도가 발생되어야 한다고 보고하였다.

배드민턴 스트로크 기술 중 손목의 스냅을 주로 이용하는 헤어핀은 네트 가장자리에 떨어지는 셔틀콕을 네트 위로 살짝 넘겨 상대 선수를 최대한 네트 가까이 다가오게 만드는 기술이다.

헤어핀 기술은 상대로 하여 로브나 헤어핀으로밖에 반격할 수 없으므로 공격과 수비가 유리하게 전개되어 경기의 주도권을 잡을 수 있는 중요한 기술 중 하나로 볼 수 있다(Kim et al., 2011). 네트 플레이에서 헤어핀은 라켓 면으로 셔틀콕을 친다기 보다는 라켓 면의 반발력을 이용하여 살짝 엮는 것과 같은 느낌으로 네트를 넘기는 기술이기 때문에 매우 섬세하고 주의가 필요한 동작이라 할 수 있다.

헤어핀은 셔틀콕을 타격하는 라켓의 방향에 따라서 그립 파지법을 달리한다.

The Badminton Bible(2012)에 따르면 배드민턴 헤어핀 동작에서 그립 파지법은 포핸드 헤어핀의 경우 베이직 그립(basic grip), 백핸드 헤어핀의 경우 텀버 그립(thumb grip)으로 크게 2가지로 나눌 수 있다고 하였다.

배드민턴 헤어핀 기술에 관련된 선행연구를 살펴보면 Kim et al.(2011)은 헤어핀 동작을 운동학적으로 분석한 연구에서 왼발 착지와 오른발 착지에서 유사한 라켓의 전후 기울기 각이 나타남에 따라 임팩트 스트로크를 위해 준비된 자세에서 임팩트가 이루어지는 특성을 보였다고 보고하였다. Rossi, Foissace, Baly, Vigouroux & Grelot(2010)은 네 가지 기본 배드민턴 스트로크 동작에서 배드민턴 라켓 손잡이의 평균 압력의 크기는 스매시, 백핸드 스트로크, 포핸드 스트로크, 네트 롤 순으로 나타났다고 보고하였다. 또한 백핸드 네트 샷의 경우 숙련자와 비숙련자의 비교 연구에서 라켓의 가속도를 높이기 위해 숙련자는 손의 압력이 스트로크 초기 단계에서 증가한다고 보고하였다(Jaitner &

Weinz, 2010).

최근까지의 선행연구들을 살펴보면 다수의 배드민턴 스트로크에 관련된 연구에 비하여 포핸드 헤어핀 동작 시 운동학적 분석 연구는 미비한 실정이다. 특히 손가락 압력측정기를 사용하여 배드민턴 포핸드 헤어핀 동작의 미세한 손가락 움직임을 역학적 힘으로 분석한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 배드민턴 포핸드 헤어핀 동작 시 손가락 압력 및 운동학적 변인을 비교 분석하여 헤어핀 동작의 원리와 현상을 이해하는 데 있다.

또한 본 연구의 결과를 통하여 배드민턴에 갓 입문한 초보자들의 정확한 동작 지도와 경기력 향상을 위한 기초자료를 제공하자는 데 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구에 참여한 연구대상자는 전국대회 3위 이상의 성적을 가지고 있는 M시 M고등학교 배드민턴 선수 8명(연령 18.1±0.8 yrs, 신장 176.8±1.5 cm, 체중 640.9±48.6 N)을 숙련자 집단으로, D시 K대학교 대학원 배드민턴 경력 6개월에서 1년 미만의 배드민턴 동호인 남자 8명(연령 27.9±1.6 yrs, 신장 177.1±6.1 cm, 체중 820.5±62.8 N)을 미숙련자 집단으로 선정하였다.

2. 실험 장비

임팩트 시 셔틀콕의 운동학적 변인 분석을 위해 2대의 고감도 카메라(300 Hz, Motion Master100, Visol Inc., Korea)를 피험자로부터 우측면 45° 지점에 각각 설치하였고 신체 분절의 3차원 영상분석을 위해 4대의 디지털 캠코더(60 Hz, HDV1080i, Sony., Japan)를 피험자의 정면과 후면에 각각 2대씩 설치하였다. 3차원 좌표 계산을 위한 기준점(control point)과 동조용 발광다이오드가 촬영 범위 내에 들어오도록 초점을 맞추었으며, 셔터속도는 1/725 sec로 설정하였다.

또한, 국면 및 구간 설정을 위해 AMTI(OR6-5) 지만반력기 2대를 사용하였다.

손가락에서 발현되는 압력을 측정하기 위해 피험자의 손가락과 손바닥에 압력 측정기(40 Hz, Wireless Finger TPS system, Pressure Profile Systems, Inc., USA)를 부착하였다(Figure 1). 본 실험에 앞서 피험자는 압력측정센서(tactile sensor)를 손가락 및 손바닥에 착용하고 로드셀(electronic reference sensor)을 눌러 압력 센서의 캘리브레이션을 시행하였다. 전체 실험장비의 배치는 <Figure 2>와 같다.



Figure 1. Finger TPS system

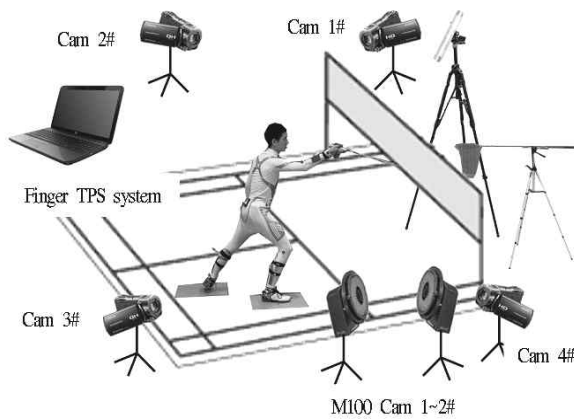


Figure 2. Experimental equipments

3. 실험 절차

헤어핀 동작을 분석하기 위해 모든 피험자들은 요넥스 8000 (yonex Inc., Japan) 라켓을 사용하였다. 실험에 앞서 피로를 유발 시킬 수 있는 강도 높은 신체활동을 금지하고 실험 10분 전 가벼운 준비운동을 충분히 시켰다. 자료 수집 시 동작분석 및 손가락 압력 측정의 동조를 위해 압력 센서가 부착된 엄지손가락에 동조 스위치를 누르고 동작에 들어갔다.

실험 대상자는 전방 20° 대각선 방향을 향하여 슬라이딩 스텝으로 포핸드 헤어핀 동작을 실시하였다.

타구 방향의 정확도와 피험자에 대한 가변율을 통제하기 위해 날아오는 셔틀콕의 방향은 2.5 m 높이에서 60° 기울어진 투명한 관을 통과하여 1.5 m 미끄러져 내려온 뒤 자유낙하 하도록 하였다. 헤어핀 동작으로 되받아친 셔틀콕의 방향은 코트 맞은편 0.5 m 내에 위치한 지름 0.3 m의 원형 그물망 안에 들어가도록 하였다.

모든 피험자는 실험실 환경에서 동작이 익숙해지도록 최소 10회 이상 연습한 후 본 실험을 수행하였으며, 보다 정확한 분석을 위해 국가 대표 경험이 있고 현 고등학교 배드민턴 코치로 있는 전문가의 소견을 반영하여 가장 클린 샷에 가까운 동작 1 회만을 분석에 사용하였다.

4. 자료 분석

1) 주요 국면 및 구간 설정

본 연구의 분석을 위해 RHC1(Right Heel Contact1), RTO (Right Toe take-Off), RHC2(Right Heel Contact2), SI(Shuttlecock Impact)의 4개 주요 국면과 RHC1~RTO(RLP: Right Landing Phase), RTO~RHC2(SSP: Sliding Step Phase), RHC2~SI (IP: Impact Phase)의 3개 구간을 설정하였다(Figure 3).

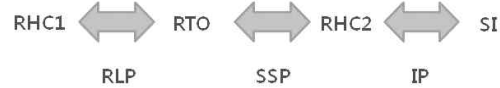


Figure 3. Event & Phases

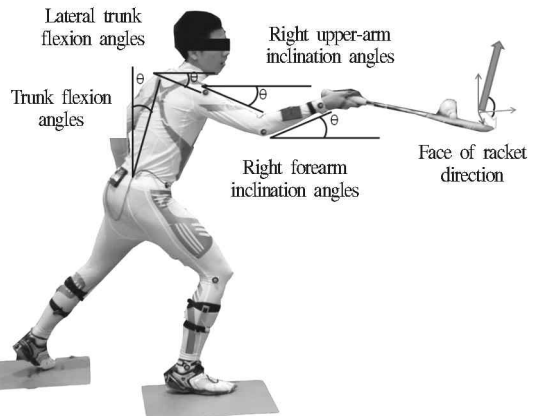


Figure 4. Angle of segment

2) 운동학적 분석

영상분석 시 <Figure 5>와 같이 정확한 측정을 위해 타이즈를 착용시키고 피험자의 인체 관절점에 대한 좌표화를 위해 31개의 랜드마크를 부착하였고 정확한 라켓과 셔틀콕의 움직임 분석을 위해 5개의 랜드마크를 라켓과 셔틀콕에 부착하였다.

배드민턴 헤어핀 동작의 3차원 좌표 및 운동학적 데이터 산출은 Kwon 3D 3.1(Visol In, Korea) 프로그램을 사용하였으며, 각 마커에서 얻어진 2차원 좌표값은 Direct Linear Transformation (Andel-Aziz & Karara, 1971) 방식을 사용하여 3차원 공간 좌표를 산출하였다. 또한 영상 좌표화 과정에서 발생하는 노이즈를 최소화하기 위해 Butterworth의 2차 저역 통과 필터(low-pass

digital filter)를 사용하였고 이때 차단 주파수는 6 Hz로 설정하였다. 신체분절의 기울기각과 라켓 면의 방향각은 다음의 공식에 따라 산출하였다(Figure 6).



Figure 5. Reflection marker

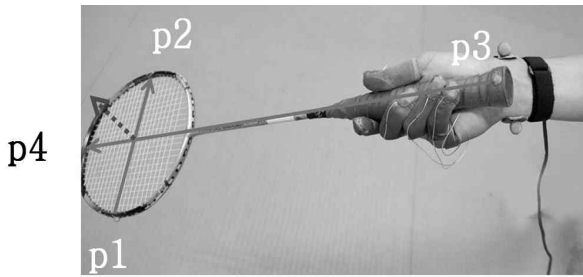


Figure 6. Direction of vector

인체 질량 중심의 위치 값은 아래의 공식에 의해 계산하였다.

$$C = \frac{\sum(C_i \cdot m_i)}{M}$$

C는 인체 질량 중심의 위치, m_i 는 분절의 질량, M은 인체 질량이다.

전역좌표계에서의 선속도는 변위 데이터를 이용해 아래에 제시되어진 유한 차이법을 이용하여 계산하였다(Wood, 1982).

$$V_i = \frac{P_{i+1} - P_{i-1}}{2\Delta t}$$

V_i 는 특정 지점의 속도, P_i 는 특정 지점의 위치를 나타낸다.

분절의 기울기각은 아래의 공식에 의해 계산하였다.

상체 전경각은 z-x면과 Trunk축과의 각
 상체 측경각은 y-z면과 Trunk축과의 각
 상완 기울기 각은 x-y면과 상완축과의 각
 전완 기울기 각은 x-y면과 전완축과의 각

$$\theta_{Inc} = \tan^{-1} \frac{(z_{i+1} - z_i)}{\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}}$$

θ_{Inc} : 각 분절과 전역좌표계상의 수평면이 이루는 기울기각

$x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1}$: 특정분절의 원위점의 위치좌표

x_i, y_i, z_i : 특정분절의 근위점의 위치좌표

라켓면의 방향각은 아래의 공식에 의해 계산하였다.

라켓 면의 방향 벡터 설정(\vec{c})

p1에서 p2로의 축벡터 : \vec{a}

p3에서 p4로의 축벡터 : \vec{b}

$$\vec{a} \times \vec{b} = \vec{c}$$

라켓의 전후 방향각은 전역좌표계 x-y면과 라켓의 방향벡터 \vec{c} 와의 각도

라켓의 좌우 방향각은 전역좌표계 y-z면과 라켓의 방향벡터 \vec{c} 와의 각도

$$\theta_{Dir} = \cos^{-1} \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| |\vec{b}|}$$

θ_{Dir} : 라켓 면의 방향 벡터와 전역좌표계상의 x-y면 또는 y-z면이 이루는 방향각

\vec{a} : 라켓면의 방향 벡터

\vec{b} : 전역좌표계상의 x축과 y축의 합성 벡터 또는 y축과 z축의 합성 벡터

3) 손가락 압력 분석

손가락 압력 측정 분석은 Chameleon program(ver. 2011)을 이용하여 구간별 평균 압력치를 계산하였다(Figure 7).

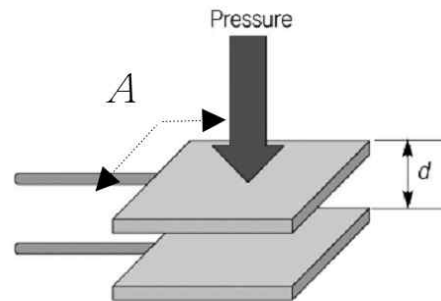


Figure 7. Finger TPS sensor

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

- ϵ_0 : Permittivity of Free Space
- ϵ_r : Relative Dielectric Constant
- C : Capacitance
- d : Distance between plates
- A : Area of Plates

5. 통계 처리

배드민턴 헤어핀 동작 시 시점 및 구간에 대한 운동학적 및 운동역학적 변인에 대한 차이가 있는지를 밝히기 위해 통계 프

로그그램 SPSS 18.0을 이용하여 유의 수준 $p < .05$ 에서 독립 t-test 분석을 실시하였다.

III. 결 과

1. 구간별 소요시간

포핸드 헤어핀 동작 시 구간별 소요시간에 대한 차이를 분석한 결과 <Table 1>과 같이 나타났다.

Table 1. Phase time (unit: sec)

Phase	Skilled players	Less-Skilled players	t value	p value
RLP	0.36(0.08)	0.23(0.07)	3.580	.003*
SSP	0.36(0.10)	0.24(0.04)	3.063	.008*
IP	0.06(0.04)	0.17(0.11)	-2.442	.028*

Note. * Significant at $p < .05$

구간별 소요시간은 RLP 구간과 SSP 구간에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났고, IP 구간에서는 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 작은 것으로 나타났다($p < .05$).

2. 구간별 신체중심의 수직 위치 및 이동 속도

국면별 신체중심의 수직 위치에 대한 차이를 분석한 결과 <Table 2>와 같이 나타났으며, 구간별 신체중심의 이동 속도를 분석한 결과 <Table 3>과 같이 나타났다.

Table 2. Vertical position of CG (unit: m)

Phase	Skilled players	Less-Skilled players	t value	p value
RHC1	0.89(0.05)	0.89(0.04)	-0.111	0.913
RTO	0.98(0.03)	1.00(0.06)	-0.611	0.551
RHC2	0.95(0.03)	0.91(0.06)	1.541	0.146
SI	0.91(0.04)	0.86(0.05)	2.216	0.044*

Note. * Significant at $p < .05$

Table 3. Velocity of CG (unit: m/sec)

Phase	Skilled players	Less-Skilled players	t value	p value
RLP	1.67(0.30)	1.65(0.15)	0.137	.983
SSP	1.93(0.21)	1.70(1.15)	2.454	.028*
IP	2.10(0.28)	1.70(0.42)	2.231	.043*

Note. * Significant at $p < .05$

신체중심의 수직 위치는 숙련자와 비숙련자 간에 RHC1, RTO 및 RHC2 국면에서 통계적으로 유의한 차이는 없었으며($p < .05$), SI 국면에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났고($p < .05$). 신체중심의 이동 속도는 숙련자와 비숙련자 간에 RLP 구간에서 통계적으로 유의한 차이는 없었으며($p < .05$), SSP 와 IP 구간에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났고($p < .05$).

3. 임팩트 시 셔틀콕의 수직 위치 및 속도

SI 국면에서 셔틀콕의 수직 위치에 대한 차이를 분석한 결과 <Table 4>와 같이 나타났으며, 셔틀콕의 속도에 대한 차이를 분석한 결과 <Table 5>와 같이 나타났다.

Table 4. Vertical Position of shuttlecock at impact (unit: m)

Event	Skilled players	Less-Skilled players	t value	p value
SI	1.50(0.16)	1.04(0.08)	7.275	.000*

Note. * Significant at $p < .05$

Table 5. Velocity of shuttlecock (unit: m/sec)

Event	Skilled players	Less-Skilled players	t value	p value
SI	1.21(0.44)	2.14(1.49)	-1.684	.114

Note. * Significant at $p < .05$

셔틀콕의 수직 위치는 SI 국면에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났으며($p < .05$), 셔틀콕의 속도는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p < .05$).

4. 분절 및 라켓 헤드의 각도

SI 국면에서 신체 분절 및 라켓 방향에 대한 각도 차이를 분석한 결과 <Table 6>과 같이 나타났다. 몸통 전경각은 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 작게 나타났고($p < .05$), 몸통 측경각 또한 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 작은 것으로 나타났다($p < .05$). 지면에 대한 상완의 기울기 각은 숙련자와 비숙련자 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었고($p < .05$), 전완의 기울기 각은 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났고($p < .05$). 라켓 헤드의 전후 방향각은 숙련자와 비숙련자 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었고($p < .05$), 라켓헤드의 좌우 방향각은 SI 국면에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났고($p < .05$).

5. 압력

임팩트 구간에서 손가락 압력에 대한 차이를 분석한 결과 <Table 7>과 같이 나타났다.

Table 6. Angles of segment and racket

		(unit: deg)			
Event	Variables	Skilled players	Less-Skilled players	t value	p value
SI	Trunk flexion angles	2.44(5.27)	21.35(9.46)	-4.939	0.000*
	Lateral trunk flexion angles	-3.19(1.76)	9.60(8.83)	-4.019	0.001*
	Right upper-arm inclination angles	7.17(8.76)	11.86(8.57)	-1.082	0.298
	Right forearm inclination angles	20.81(6.87)	9.93(6.63)	3.226	0.006*
	The antero-posterior direction angles of the racket face	-47.69(11.39)	-56.34(6.64)	-1.858	0.084
	The medio-lateral direction angles of the racket face	-7.98(3.51)	-3.02(2.04)	3.451	0.004*

Note. * Significant at $p < .05$

Table 7. Average finger pressure

		(unit: N/cm ²)			
Phase	Finger	Skilled players	Less-Skilled players	t value	p value
IP	Thumb	0.10(0.06)	0.12(0.07)	-0.518	0.613
	Index	1.93(2.05)	2.22(2.76)	-0.240	0.810
	Middle	3.74(2.9)	0.43(0.27)	3.227	0.006*
	Ring	4.87(2.02)	2.75(1.17)	2.582	0.022*
	Little	5.46(6.41)	1.51(1.43)	1.699	0.111
	Palm	4.82(1.58)	2.59(1.23)	3.151	0.007*

Note. * Significant at $p < .05$

엄지, 검지 및 소지에서 숙련자와 비숙련자 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으며($p < .05$), 중지, 약지 및 손바닥에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났다($p < .05$).

IV. 논 의

본 연구는 배드민턴 숙련자와 비숙련자를 대상으로 포핸드 헤어핀 동작 시 손가락 압력 및 운동학적 변인을 비교 분석하여 배드민턴에 갓 입문한 초보자들의 정확한 동작개선과 기술 향상을 위한 기초자료를 제공하는 데 있다.

실험결과 구간별 소요시간은 RLP 구간과 SSP 구간에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났고, IP 구간에서는 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 작은 것으로 나타났다. Woo와 Chun (1997)은 동작시간이 길다는 것은 수비나 공격을 준비할 시간이 길어지는 것으로 스매시와 같이 셔틀콕이 빠르게 올 때는 동작시간이 짧아지게 된다고 보고하였다. 헤어핀의 경우 숙련자는 RLP 구간과 SSP 구간은 보폭을 크게 하여 시간을 길게 가져가서 전체적인 동작시간은 길지만 IP 구간에서는 오른발 뒤꿈치가 닿는 동시에 임팩트를 하는 경향을 볼 수 있었다. 이는 임팩트 순간의 셔

틀콕과 마지막 디딤발 사이의 시간을 최대한 줄임으로써 안정된 풋워크를 유지하고 임팩트 동작을 수행한 것으로 판단된다.

신체중심의 수직 위치는 숙련자와 비숙련자 간에 RHCI, RTO 및 RHC2 국면에서 유의한 차이는 없었으며, SI 국면에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났다. 가장 효율적인 헤어핀은 셔틀콕이 네트와 가까운 거리에서 네트 위를 넘어가는 순간 코트 바닥을 향하여 수직으로 내려오게 하는 방법이기 때문에 (Kim et al., 2011) 임팩트 시 숙련자는 중심을 최대한 끌어올려 높은 런지 자세에서 샷을 구사하기 위한 것이라 판단된다.

신체중심의 이동 속도는 RLP 구간에서 통계적으로 유의한 차이는 없었고, SSP 와 IP 구간에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났다. 헤어핀 동작 구사 시에는 매우 세밀한 동작 발현이 요구되어진다. 타점의 높낮이, 타구의 속도, 네트와의 거리, 자세 등을 순간적으로 판단해서 처야 하므로 순발력이 중요하다(Kim, 2011). 따라서 숙련자는 IP 구간에서 임팩트 타점을 높이기 위해 무게 중심을 빠르게 이동시키는 것으로 판단된다. 임팩트 시 셔틀콕의 수직 위치는 SI 국면에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났다. 숙련자는 셔틀콕을 네트 상단 가까운 위치에서 스트로크를 실시하여 셔틀콕의 체공시간을 줄임으로써 샷의 오류를 최소화하고 상대방에 대한 신속한 대응을 위한 전략을 취하여 경기를 유리하게 전개하기 위한 것이라 판단된다.

몸통 전경각은 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 작게 나타났으며, 몸통 측경각 또한 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 작은 것으로 나타났다. 상체를 앞으로 숙이고 골반의 위치가 높으면 자세 중심이 흐트러져 정확한 스트로크를 할 수 없다 (Park, 2004). 따라서 숙련자는 상체를 수직에 가깝게 세워 체간의 균형을 유지하여 임팩트를 시도하려는 것으로 판단된다. 또한, 비숙련자는 상체가 앞 또는 오른쪽으로 기울어져서 안정되지 못한 자세에서 임팩트를 수행한 것을 알 수 있었다.

지면에 대한 상완의 기울기 각은 유의한 차이는 없었으나,

숙련자가 비숙련자보다 작게 나타났으며, 전완의 기울기 각은 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났다. 이는 숙련자의 경우 전완의 기울기 각이 크다는 것은 셔틀과의 거리를 조절하고 임팩트 지점을 높은 위치로 만들과 동시에 다양한 샷으로 반격하기 위한 준비 동작으로 보여진다.

라켓헤드 전후 방향각은 유의한 차이는 없었으나, 숙련자가 비숙련자보다 작게 나타났다. 라켓헤드 전후 방향각이 커지면 스핀 헤어핀과 같이 상대방이 수비하기 어려운 스트로크를 구사할 수 있다. 하지만 본 실험에서는 헤어핀 넷 샷 형태의 헤어핀을 구사하도록 하였기 때문에 두 집단 모두 라켓헤드 전후 방향각이 크다고 판단된다. 또한 숙련자의 경우 표준편차가 매우 높게 나타난 것으로 봤을 때, 개인의 헤어핀 구사 형태에 있어서 개인차가 크다는 것을 알 수 있었다.

라켓헤드의 좌우 방향각은 SI 국면에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났다. 숙련자의 경우 전후축에 대한 손목의 외전 동작을 통해서 타구 방향의 정확도를 높이기 위한 것으로 판단된다.

엄지, 검지 및 소지 말단부위의 손가락 압력은 IP 구간에서 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았고, 중지, 약지 및 손바닥에서 숙련자가 비숙련자보다 유의하게 크게 나타났다(Table 7). Hall(1997)은 어떠한 물체를 파지할 경우 연필처럼 두께가 얇은 물체의 압력은 엄지와 검지에서 유의하게 증가된다고 하였다. 하지만 본 연구의 포핸드 헤어핀 그립 파지는 연필보다 두꺼운 라켓 그립을 파지하는 형태이기 때문에 각 손가락의 말단 부위에서 미세하게 다른 압력의 형태가 발생되어 진 것으로 판단된다. Amis(1987)는 물체를 안정적으로 파지하기 위해서는 적어도 두 개 이상의 손가락 분절이 동시에 작용해야만 가능하다고 보고하였고, Rossi et al.(2010)은 배드민턴의 미세한 압력은 손의 정밀함이 크기 때문이라고 하였다. 따라서 숙련자는 검지(index finger)의 기절골과 중절골을 축으로 하여 중지 또는 약지의 말절골이 라켓을 위에서 아래로 눌러 압력이 다소 증가하는 결과가 나타난 것으로 사료되며 비숙련자는 약지보다는 상대적으로 검지의 파지에 중점을 두는 것으로 판단된다. 손바닥 압력 부분에서는 숙련자의 경우 그립을 센서 중앙에 가깝게 위치시켜 파지한 것으로 보여지며, 이에 반해 비숙련자의 경우 라켓의 그립을 기절골에 가깝게 위치시켜 파지하기 때문에 압력 측정치가 오히려 줄어든 경향이 나타난 것으로 판단된다. 전체적으로 보았을 때 비숙련자가 압력이 낮게 나타난 것을 볼 수 있다. Finger TPS system은 손가락 말단 부위에만 센서가 부착되어 있기 때문에 중절골이나 기절골에서는 압력을 감지할 수가 없다. 이는 장비의 한계점이라 할 수 있으며, 보다 의미 있고 정확한 데이터를 얻기 위해서는 이러한 제한점을 해결할 수 있는 기술적 방안을 마련해야 할 것이라 판단된다.

V. 결 론

본 연구는 배드민턴 헤어핀 동작 시 숙련자와 비숙련자의 손가락 압력 및 운동학적 변인을 비교 분석하는 데 있다. 본 연구를 수행한 결과 구간별 소요시간은 오른발 이지 구간(RLP)과 슬라이딩 스텝 구간(SSP)에서 숙련자가 비숙련자보다 크게 나타났고, 임팩트 구간(IP)에서는 숙련자가 비숙련자보다 작은 것으로 나타났다. 신체중심의 이동 속도는 슬라이딩 스텝 구간(SSP)와 임팩트 구간(IP)에서 숙련자가 비숙련자보다 크게 나타났으며, 신체중심의 수직 위치는 셔틀콕 임팩트 국면(SI)에서 숙련자가 비숙련자보다 크게 나타났다. 라켓헤드의 좌우 방향각은 셔틀콕 임팩트 국면(SI)에서 숙련자가 비숙련자보다 크게 나타났으며, 몸통 전경각과 측경각은 숙련자가 비숙련자보다 모두 작은 것으로 나타났다. 중지 및 약지의 말단부위와 손바닥 압력은 임팩트 구간(IP)에서 숙련자가 비숙련자보다 모두 크게 나타났다.

따라서 본 연구를 통해 숙련자와 비숙련자가 운동학적으로 어떤 차이가 있는지에 대한 이해를 돕고, 손가락 압력 발생의 기전을 밝혀, 비숙련자의 정확한 동작개선과 기술향상을 기할 수 있는 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

차후 배드민턴 헤어핀 동작 시 보다 의미 있는 결과를 도출하기 위해 근전도, 지면반력 및 전완과 하퇴에서의 근회전력 등과 같은 운동학적 및 운동역학적 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- Abdel-Aziz, Y., & Karara, H. M.(1971). *Direct linear transformation from comparator coordinates in object-space coordinates in close range photogrammetry*. Proceedings of the ASP Symposium of Close-Range Photogrammetry. Urbana: University of Illinois.
- Amis, A. A.(1987). Variation of finger forces in maximal isometric grasp tests on a range of cylinder diameters. *Journal of Biomedical Engineering Research*, 9(4), 313-320.
- Hall, C.(1997). External pressure at the hand during object handling and work with tools. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 20(3), 191-206.
- Jaitner, T., & Weinz, S.(2010). Pressure measurement on Badminton racket. *International Sports Engineering Association*, 2(2), 3457.
- Kim, T. S., Ryu, J. S., Lee, M. S., Yoon, S. H., Park, S. K., & Lee,

- D. S.(2011). *Kinematical characteristics of badminton hairpin motion*. Proceedings 2011 International Conference of Korean Society of Sport Biomechanics. Daegu: Keimyung University.
- Kim, Y. M.(2011). *The biomechanical analysis of push motion during short service receive in doubles game between skilled and less skilled badminton players*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School Korea National Sport University.
- Lee, J. W.(1989). *Study on cause of injury of badminton player*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Inha University.
- Lee, S. K.(1992). *Kinematic study on serve motion in badminton*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Korea National University of Education.
- Oh, C. H., Chio, S. N., & Jeong, I. S.(2005). Kinematic analysis of the badminton drop-shot motion. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 15(1). 221-235.
- Personic, J. L., Alam, F., Gendre, L. L., Chowdhury, H., & Subic, A.(2011). Flight trajectory simulation of badminton shuttlecocks. *Asia-Pacific Congress on Sports Technology*, 13, 344-349.
- Park, J. B.(2004). *Badminton of Joo Bong Park*. Seoul: Samhomedia, Inc.
- Putnam, C. A.(1983). *Interaction between segments during a kicking motion*. In Matsui H.K.K. (Eds.), *Biomechanics VIII-B*, 688-694. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Rossi, J., Foissace, M., Baly, L., Vigouroux, L., & Grelot, L.(2010). Characterization of grip force during badminton strokes. *International Sports Engineering Association*, 2(2), 3455.
- The Badminton Bible(2012). *Which badminton grip for net shots?* Retrieved from <http://www.badmintonbible.com/articles/grips-guide/which-grip/net-shot.php>.
- Wei, L. L., Oh, C. H., Jiong, I. S., Park, C. H., & Lee, J. T.(2009). Kinematic analysis of the badminton drive motion. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 19(1). 77-85.
- Woo, S. Y., & Chun, Y. J.(1997). Kinematic analysis of the badminton game. *Journal of the Institute of Sport Science*, 18(2), 127-140.
- Wood, G.(1982). *Data smoothing and differentiation procedures in biomechanics*. In R. L. Terjung (Eds.), *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 10, 308-362, Lexington, MA: D.C. Health and Company.
- Yoon, T. H.(2010). *Kinematic analysis of back high clear motion upon the level of skills for the club member*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Soonchunhyang University.