

# 배드민턴화의 굴곡성(Flexibility) 차이가 점프 스매싱 후 언더클리어 동작시 하지에 미치는 영향

이재훈<sup>1</sup> · 손지훈<sup>2</sup> · 류재진<sup>2</sup> · 이기광<sup>3</sup> · 유연주<sup>3</sup> · 이정호<sup>2</sup>

<sup>1</sup>나사렛대학교 재활스포츠연구소 · <sup>2</sup>국민대학교 대학원 체육대학 · <sup>3</sup>국민대학교 체육대학 체육학부

## The Effect of Badminton Shoe Forefoot Flexibility during the Under Clear Quick Lunge from a Jump Smashing

Jae-Hoon Yi<sup>1</sup> · Jee-Hoon Sohn<sup>2</sup> · Jae-Jin Ryue<sup>2</sup> · Ki-Kwang Lee<sup>3</sup> · Yeon-Joo Yu<sup>3</sup> · Jung-Ho Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Activity Laboratory, Korea Nazarene University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Department of Physical Education, Graduate School, Kookmin University, Seoul, Korea

<sup>3</sup>Department of Physical Education, College of Physical Education, Kookmin University, Seoul, Korea

Received 23 November 2011; Received in revised form 13 February 2012; Accepted 14 March 2012

### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect that difference in forefoot of shoe flexibility during the quick lunge from a jump smashing on the lower limbs and the plantar pressure distribution. For this 10 elite badminton players with over 10 years experience and right handed participated. Two kinds of badminton shoes were selected and tested mechanical testing for the forefoot flexibility. Motion analysis, ground reaction forces and plantar pressure distribution were recorded. It was required to conduct lunge movement after jumping smashing as possible as high. Photo sensor was located in 3 meter away from standing position and its height was 40 cm. Subjects were conducted to return original position after touching the sensor as under clear movement as possible as fast. Forefoot stiffness had an effect on shoe peak bending degree and peak bending angular velocity in propulsion phase. Forefoot flexibility had an effect on ankle plantar flexion and knee flexion moment. It appears that joint power on lower limb and peak plantar pressure were not influenced by the flexibility of shoes.

**Keywords** : Badminton, Flexibility, Jump Smashing, Shoes, Stiffness

## I. 서 론

스포츠 신발의 역할은 스포츠 수행력을 증가시킬 뿐 아니라 부상을 방지하는 역할을 한다. 신발 생체역학(footwear biomechanics)은 스포츠 신발의 효과와 신발 설계의 이해를 돕기 위해 빠른

발전을 하고 있는 연구 분야이다(Fong et al., 2007). 많은 연구자들이 스포츠 신발의 기능에 대해 생체역학적 평가를 활발히 연구하고 있다. 여러 전문 스포츠화 중 러닝화의 충격, 착화, 부상과 관련한 연구들이 가장 넓게 연구되어 왔다(Bonacci, Andrew, Blanch & Bill, 2009; Chu et al., 2010; Dixon, 2008; Kong, Cardelaria & Smith, 2009; Hagen et al., 2010; Morley et al., 2010; Zadpoor & Nikooyan, 2009).

골프화, 축구화 같은 경우는 지면과의 트랙션, 부상과 관련 있는 클리트 설계와 관련된 연구들이 이루어져 왔다(Garrick & Requa, 1996; Heidt et al., 1996; Queen et al., 2008; Villwock et

Corresponding Author : Jung-Ho Lee  
Department of Physical Education, College of physical Education,  
Kookmin University, 77 Jeonung-ro, Seoul, Korea  
Tel : +82-2-910-5253 / Fax : +82-2-910-5253  
E-mail : leejh77@gmail.com

al., 2009). 또한 스포츠를 위한 전문 스포츠화 이외에도 일반 신발에 있어 걷기시 아웃솔 설계 변경을 통한 보행 패턴의 변화를 가져오는 연구들이 약 30년 전부터 진행되어 왔다(Peterson et al., 1985; Xu et al., 1999; Schie et al., 2000; DiLiberto & Baumhauer, 2007). 위와 같이 신발은 스포츠 신발 뿐 아니라 다양한 신발 목적에 맞게 개발 및 평가되어 왔다.

다양한 스포츠 신발 중 배드민턴화의 연구를 살펴보면, Park & Park(2009a)은 한국형 배드민턴화 개발을 위하여 배드민턴화를 개발하는 국내 제품과 가장 인기 있는 제품을 생체역학적 성능평가를 통하여 제품의 특징을 비교 평가하였다. 또한 Park & Park(2009b)은 배드민턴화가 배드민턴 런지시 충격흡수와 동작제어에 미치는 영향에 대한 연구를 실시하였다. Yong et al(2009)는 배드민턴 풋워크(footwork)시 지면을 차고 나가는 순간 중족지골관절(metatarsophalangeal joint)에서 배드민턴 신발의 효과에 대하여 연구하였다. 위 연구에 있어 맨발과 비교시 배드민턴 신발 착용은 지면에 대하여 차는(pedal) 효과가 증진됨에 따라 중족지골관절의 배측굴곡(dorsiflexion)에 더 많은 이득이 있다고 하였으며, 배드민턴화는 이러한 기능을 고려하여 설계할 필요가 있다고 보고하였다. 이러한 연구 외에도 스포츠 수행력 향상에 있어 중족지골관절의 중요성에 대한 몇 가지 연구들이 진행되어 왔었다(Stefanyshyn & Nigg, 1997; Oleson et al., 2005).

배드민턴은 매우 강한 신체능력을 필요로 하는 스포츠 종목으로 강한 근력, 민첩성, 파워, 지구력 뿐 아니라 런지(lunge), 점핑(jumping), 스텝핑(steping), 스매싱(smashing), 헤어핀(hair pin) 같은 고급 기술을 필요로 한다(Fahlstrom et al., 2002; Cronin et al., 2003; Tsai & Pan, 2007). Choi & Jung(2010)의 배드민턴 경기 분석 결과 드롭 행동 요인은 가장 높은 빈도를 보였으며, 스매시 역시 세 번째로 높은 빈도를 보이는 것으로 조사되었다. Lee(2005)의 코리아오픈 남자 단식 배드민턴 경기내용 분석 결과를 살펴보면, 세계 정상급 선수들의 경우 언더 클리어(under clear)와 스매싱(smashing)이 첫 번째, 두 번째로 높은 빈도를 보이는 것으로 조사되었다. 이러한 경기 분석결과를 바탕으로 할 때, 배드민턴에 있어 스매싱과 헤어핀을 받기 위한 언더 클리어 기술은 득점 및 빈도가 높은 기술이다. 이러한 기술을 수행하는데 있어 배드민턴화 전족부위의 굴곡성(flexibility)은 동작시 하지관절에 영향을 미칠 수 있다. 러닝화의 경우에 있어 신발의 굴곡성이 하지관절, 에너지 효율 등에 미치는 영향에 대한 연구들이 진행되어 왔다(Roy & Stefanyshyn, 2006; Divert et al., 2005; Oleson et al., 2005). 그러나 배드민턴화의 굴곡성(flexibility)이 스포츠 수행력과 밀접한 관련이 있는 반면, 하지에 미치는 연구는 매우 부족하다. 이에 본 연구는 배드민턴화의 굴곡성(flexibility) 차이가 실제 경기시 중요한 기술 동작 중 하나인 스매싱 동작 후 언더 클리어 동작시 착지하는 발에서의 운동역학적 차이가 있는지 조사하고자 하는데 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상

본 연구에서는 성인 엘리트 배드민턴 선수 10명을 선정하였으며, 피험자의 평균 연령은  $21.3 \pm 0.32$  years, 신장  $1.76 \pm 0.45$  m, 체중  $70.10 \pm 3.57$  kg, 경력  $10.2 \pm 1.75$  years 이다. 모집된 선수들은 오른손으로 라켓을 사용하는 선수들로 제한하였다. 또한 본 연구를 위해 선정된 배드민턴화는 엘리트 선수들이 가장 선호하는 신발 중 하나인 Yonex SHD 101 LTD(330g)와 Li-Ning Badmintonpro(310g) 두 제품을 선정하였으며 아래 <Figure 1>과 같다.



Figure 1. Testing shoe(left : L type, right : Y type)

### 2. 실험 장비

본 실험의 3차원 동작분석을 위해 10대의 적외선 카메라(Vicon MX-T10, T40, UK)를 설치하였으며, 운동역학적 변인 산출을 위하여 지면반력기(AMTI, MSA-6, USA), 족저압력 분석기(Novel, Pedar X, Germany)를 활용하였다. 또한 배드민턴화의 굴곡성(flexibility)을 확인하기 위하여 굴곡 시험기(Flex tester)(Exeter Research, Inc, USA) 장비를 활용하였으며, 아래 <Figure 2>에서 볼 수 있다. 굴곡 시험기는 신발의 휨 굴곡성(Torsional Flexibility)과 전족 굴곡성(Forefoot Flexibility)을 측정하는 장비로써 정적, 동적 상태에서 측정할 수 있다. 동작분석장비는 300Hz, 지면반력기는 2400Hz, 족저압력기는 100Hz로 설정하였다. 라켓 인식을 위해 포토센서(Sangwoo Sci., Korea)를 사용하였다. 또한 실제 코트 지면과 같은 조건을 부여하기 위하여 실제 시험에서 사용되고 있는 매트(Yonex, Japan)를 바닥에 부착하였다.

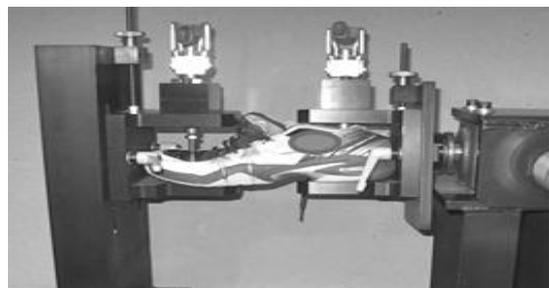


Figure 2. Flexor tester

### 3. 실험 절차

운동역학적 평가에 앞서 두 종류의 배드민턴화 굴곡성 (flexibility) 차이를 조사하기 위하여 Exeter Research(미국)에 의뢰하여 제품의 기계적 테스트 결과를 요청 및 수집하였다. 다음으로 두 제품에 대한 운동역학적 평가를 위하여 모든 피험자에게 짚고 달라붙는 팬츠를 입게 하였으며, 피험자의 신체 계측 정보를 측정, 수집하였다. 하지의 움직임을 측정하기 위하여 하지에 반사마커를 아래 <Figure 3>과 같이 부착하였다. 피험자는 충분히 사전 동작을 실시하여 실제 실험시 실제 동작과 가장 유사한 동작을 할 수 있도록 하였다. 실험 동작은 최대한 높게 점프 스매싱 후 바로 정면으로 런지 동작을 하도록 하였으며 실험 동작은 <Figure 4>와 같다. 런지 동작은 최대한 점프 스매싱 한 후 3 m 전방으로 빠르게 런지를 한다. 포토 센서는 40 cm 높이에 포토센서를 설치하여 언더 클리어 동작으로 최대한 빨리 터치하게 하였으며, 터치시 알람음이 울리도록 하여 5회에 걸쳐 실시하였다. 동작분석이 끝난 후 족저압력 분석을 위하여 신발 인솔을 제거한 후 족저압력 측정 인솔을 삽입한 후 동일한 동작에 대하여 동일하게 실시하여 족저압력을 측정하였다.

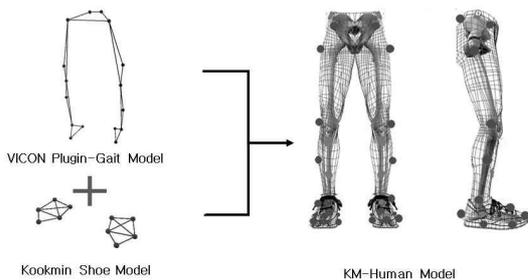


Figure 3. Marker set

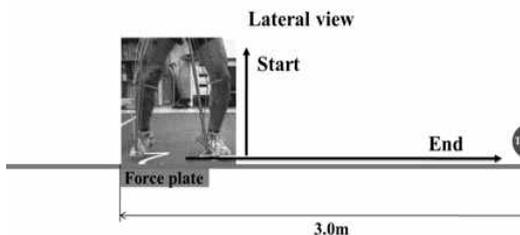


Figure 4. Test movement

### 4. 자료 분석

점프 스매싱 후 런지 동작에 있어 운동역학적, 운동형상학적 자료를 도출하기 위하여 기존의 바이콘(Vicon)사에서 제공하는 하지 플러그인(low limb plug-in Gait) 모델에 신발의 구부러짐 (bending)과 뒤틀림(torsion)을 조사하기 위하여 신발에 추가적인

마커 총 10개를 부착하였다. 부착 부위는 LCA(Lateral Calcaneus: Below line from lateral Malleolus), MCA(Medial Calcaneus: Below line from medial Malleolus), MD1(1st Metatarsal Distal), MD5(5th Metatarsal Distal), SHT(Toe of shoe) 위치이며, SHT 부착 위치를 제외한 4가지 위치 점은 신발을 지면에 내려 놓았을 때 수평면에 위치하도록 하였다. 분석 구간은 점프 스매싱 후 착지시 오른발이 지면에 닿아 떨어지는 시점으로 하였으며, 전후 지면반력값이 0N을 기준으로 바뀌는 시점을 기준으로 하여, 착지 구간(Landing phase), 추진 구간(Propulsion phase)으로 구별하였다. 각 구간에 있어 변인들은 Vicon 전용 Nexus 소프트웨어를 활용하여 산출하였다. 족저압력은 아래 <Figure 5>와 같이 영역을 구별하였으며, Pedar-X 전용 소프트웨어를 활용하여 영역별 최대 압력을 산출하였다.

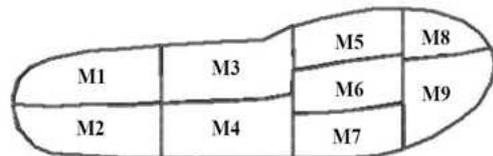


Figure 5. Mask area definition

### 5. 통계 처리

PASW 18 통계 소프트웨어를 사용하여 두 가지 배드민턴화의 평균을 비교하기 위하여 종속 t검정을 실시하였으며, 이때 유의성 수준은  $p < .05$ 에서 검증하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 굴곡성 테스트(Flexibility test)

배드민턴 신발의 상대적인 휨 굴곡성(torsional flexibility)은 내전, 외전 방향으로 45도 토션하였을 때 최대 토크를 측정한 결과는 아래 <Table 1>과 같다. 아래 제시된 수치는 일반 러닝화와 비교하였을 때 매우 유사한 굴곡성(flexibility) 수치이다.

Table 1. Torsional flexibility (unit: Nm)

	peak moment eversion	Peak moment inversion
Y type	-5.74	6.50
L type	-5.93	6.66

배드민턴 신발의 상대적인 전축 굴곡성(forefoot flexibility)은 배드민턴화의 전축 부위가 50도 구부러지는 상태에서 최대 모

Table 2. Forefoot flexibility

	Peak moment(Nm)	stiffness(Nm/deg)	E Return(%)
Y type	3.991	0.120	26.411
L type	6.411	0.186	19.545

멘트, 스티프니스(stiffness), 에너지 복원율을 측정한 결과는 아래 <Table 2>와 같다. L사의 배드민턴화 모델이 다소 스티프(stiff) 한 것으로 나타났다.

### 2. 신발의 움직임

점프 스매싱 후 최대 런지를 하는 동작에 있어 착지시 착지 구간과 추진 구간에 있어 2번의 굴곡이 발생한다. 이때 최대 굴곡 각도와 전 구간에서 최대 가동 범위를 비교한 결과는 <Table 3> 이다. 추진 구간과 최대 가동 범위에 있어 유의한 차이를 보이는 것으로 조사되었다.

Table 3. Shoe bending angle (unit: degree)

	Landing phase	Propulsion phase	Range of motion
Y type	-40.30±9.44	-41.83±16.14	19.31±6.79
L type	-43.47±7.80	-45.87±15.67	22.53±8.04
t	-2.243	-2.709	3.441
p	.52	.024	.007

점프 스매싱 후 최대 런지를 하는 동작에 있어 신발의 휨 정도를 구간별 비교한 결과는 <Table 4> 이다. 굴곡에서와 같이 추진 구간, 가동범위에 있어 유의한 차이를 보이는 것으로 조사되었다.

Table 4. Shoe torsion angle (unit: degree)

	Landing phase	Propulsive phase	Range of motion
Y type	2.26±3.57	4.80±3.90	8.87±3.97
L type	4.0±2.13	6.85±3.30	11.17±3.51
t	1.688	-2.307	2.506
p	.126	.046	.034

배드민턴화 전족의 굴곡성에 있어 각속도를 비교한 결과 추진구간에 있어서 L사 배드민턴화의 경우 구부러짐 각속도가 약 16% 높게 나타나는 것으로 조사되었으며, 통계적으로도 유의한 차이를 보이는 것으로 조사되었으며, 산출 값은 <Table 5> 이다.

Table 5. Bending angular velocity (unit: degree/s)

	Landing phase	Propulsive phase
Y type	330.58±65.81	-258.69±132.40
L type	358.68±67.07	-301.25±146.14
t	1.811	-2.753
p	.103	.022

### 3. 생체역학적 결과

하지관절의 무릎과 발목 관절에 있어서 점프 스매싱 후 최대 런지 동작에 있어 착지시 착지 하는 하지 관절의 움직임에 조사한 결과 무릎관절의 최대 굴곡과 최대 내전에 있어서 두 배드민턴화 사이에 있어서는 차이가 없는 것으로 조사되었으며, 발목의 최대 족저굴곡에 있어서 L사 배드민턴화 착용시 낮은 것으로 조사되었으며, 통계적으로도 유의한 차이를 보이는 것으로 조사되었으며, 산출값은 <Table 6>이다.

Table 6. Peak angle (unit: degree)

	knee angle		ankle angle	
	peak flexion	peak adduction	peak plantar flexion	peak eversion
Y type	56.58 ±10.60	11.22 ±5.60	-22.12 ±6.11	0.32 ±1.95
L type	56.99 ±8.37	10.54 ±5.52	-20.11 ±5.28	0.08 ±2.01
t	0.205	-2.099	2.977	-0.693
p	.842	.065	.016	.506

하지관절의 무릎과 발목 관절에 있어서 점프 스매싱 후 최대 런지 동작에 있어 착지시 착지 하는 하지 관절의 모멘트를 조사한 결과 무릎관절의 최대 굴곡 모멘트에 있어서 L사 배드민턴화가 높은 것으로 조사되었으며, 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 조사되었다. 하지만 발목 관절의 모멘트에 있어서는 차이가 나타나지 않는 것으로 조사되었으며, 산출된 값은 <Table 7> 이다.

Table 7. Peak moment (unit: Nm/kg)

	knee moment		ankle moment	
	peak flexion	peak adduction	peak plantar flexion	peak eversion
Y type	2.63±0.35	-0.66±0.20	4.14±0.62	0.78±0.15
L type	2.95±0.43	-0.66±0.30	4.28±0.49	0.79±0.24
t	2.833	-1.00	1.019	0.246
p	.020	.923	.506	.811

하지 관절의 파워를 비교한 결과 배드민턴화 사이에 있어 엉덩이, 무릎, 발목 관절에 있어 통계적으로 차이가 없는 것으로 조사되었으며, 산출된 값은 <Table 8> 이다.

Table 8. Joint power (unit: W/kg)

	Hip joint	Knee joint	Ankle joint
Y type	4.87±2.63	11.25±2.50	24.56±6.27
L type	4.82±2.97	12.11±2.47	24.35±4.81
t	-.221	1.155	-.217
p	.830	.278	.833

점프 스매싱 동작에 있어 지면반력을 조사한 결과 최대전후 지면 반력과 최대 수직지면 반력, 추진 부하율을 산출한 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 조사되었으며, 산출된 값은 <Table 9> 이다.

Table 9. Ground reaction force (unit: BW; BW/s)

	anterior peak force	Peak vertical force	propulsive loading rate
Y type	1.38±0.28	3.29±0.49	52.51±26.52
L type	1.44±0.24	3.23±0.45	53.23±21.03
t	.940	-.856	.119
p	.372	.414	.908

#### 4. 족저압력

런지를 하는 동작에 있어 추진 발의 족저압력을 조사한 결과 부위별 최대압력에 있어서 통계적으로 차이가 없는 것으로 조사되었으며, 산출된 값은 <Table 10> 이다.

Table 10. Peak pressure (unit: kPa, mean±SD)

	M5	M6	M7	M8	M9
Y type	547.91 ±106.12	409.58 ±142.93	333.75 ±117.58	365.41 ±130.83	150.83 ±47.39
L type	580.83 ±74.41	409.58 ±154.49	296.25 ±78.46	420.41 ±139.09	153.75 ±37.11
t	-1.228	.000	1.492	-1.966	-.174
p	.274	1.00	.196	.107	.869

## IV. 논 의

본 연구는 엘리트 남성 배드민턴 선수 10명을 대상으로 점

프 스매싱 후 언더클리어 런지 동작에 있어 착지시 배드민턴화 전족 굴곡성에 따라 하지 관절 및 족저압에 있어 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

본 연구 결과 엘리트 선수들이 선호하는 L사 배드민턴화의 경우 새로 출시된 Y사 배드민턴화와 굴곡성 비교시 최대 휨 모멘트(Bending Peak moment)에 있어서는 차이가 없는 것으로 조사되었으며, 최대 전족 굴곡 모멘트에 있어서는 60% 정도 높은 것으로 조사되었다. 이는 Y사의 배드민턴화 전족의 구부러짐이 L사 배드민턴화에 비교하여 부드럽다는 것을 의미하며, 이는 딱딱한 정도(stiffness)에서도 확인 할 수 있다. 또한 에너지 복원율에 있어서도 Y사가 30% 정도 높은 것으로 나타났다. 즉 기계적 테스트(mechanical test) 결과 Y사 제품이 전족 굴곡성에 있어서 좋은 결과를 나타냈다. Oleson(2005)의 연구에 있어 맨발과 신발의 전족 구부러짐에 대한 딱딱한 정도(stiffness)를 비교한 연구에 있어서도 신발 종류에 따라 전족에 구부러짐 정도가 다르게 나타나는 것으로 나타났지만 본 연구에서 사용한 기계적 테스트와 다른 장비 및 프로토콜을 사용하여 딱딱한 정도 수치를 단순 비교하기가 어렵다. 국내에 있어 신발에 대한 다양한 연구들이 진행되고 있지만 단순한 신발 모델에 따른 연구들이 주를 이루고 있다. 단순한 신발에 무게, 모델, 디자인에 따른 비교 연구 역시 중요한 데이터를 제공할 수 있지만, 신발에 대한 보다 구체적인 기계적 테스트 결과를 제시하는 것이 더욱 바람직 할 것이라고 사료된다.

Y사 배드민턴화와 L사 배드민턴화의 굴곡성 차이가 신발 전족의 구부러짐에 미치는 영향을 조사한 결과 L사 배드민턴화의 경우 전족의 구부러짐의 가동 범위가 크고, 추진 구간시 높은 굴곡 각도를 보이는 것으로 조사되었다. L사 배드민턴화가 상대적으로 딱딱하기 때문에 반작용력이 더 크게 작용하여 가동범위에 있어 차이가 있었을 것으로 사료되며, 착지 구간은 수동적인 동작이지만 추진 구간은 능동적인 동작이기 때문에 구간에 있어 차이가 있었을 것으로 사료된다. Krell과 stefanyshyn(2006)의 연구에서 100m 단거리에 있어 신발 아웃솔의 딱딱함이 중족지골관절의 신전과 스포츠 수행력에 영향을 미친다고 보고한 결과와 유사하다고 사료된다. 전족 구부러짐 각속도에 있어 Yong et al.(2009)의 연구 결과를 살펴보면 중족지골관절의 최대 각속도는 배드민턴화의 경우 446.6 degree/s, 맨발의 경우 147.08 degree/s 산출하였다. 본 연구 결과에 있어 가장 높은 각속도는 L사 배드민턴화의 경우 358.68 degree/s로 조사되었다. 약 100 degree/s 정도의 차이를 보이는 것으로 조사되었지만 Yong et al.(2009)의 연구 데이터에 있어 표준편차가 매우 큰 것을 확인할 수 있었다. 또한 Yong et al.(2009)의 연구에서는 Oleson et al.(2005)에서 사용한 발 마커 모델을 사용하였기에 본 연구 모델과는 다소 상이한 마커 세팅 때문에 생기는 차이라고 사료된다. 구부러짐 각도와 마찬가지로 각속도에 있어서도 추진 구간시 유의한 차이를 보였다.

하지 관절에 있어 전족 굴곡성 차이가 미치는 영향은 발목의 최대 족저굴곡 각도와 무릎의 굴곡 모멘트에 있어서 유의한 차이를 보이는 것으로 조사되었다. Stefanyshyn과 Nigg(1998)은 도움 달리기를 통한 수직 점프에 있어 중족지골관절은 에너지를 흡수하는 관절로 큰 기여를 하는 반면, 발이 지면에 떨어져 점프하는 시점에 있어 에너지 공급이 매우 적다고 보고하였으며, 발목은 점프를 하는데 있어 가장 큰 에너지를 발생하고 흡수하는 관절이라고 보고하였다. 본 연구의 동작과 유사한 동작으로써 본 연구에서 있어서도 발목관절의 모멘트와 파워에 있어 세 관절 중 가장 큰 것으로 조사되었다. 하지만 배드민턴화의 발목 관절의 에너지 생산과 관련하여서는 차이가 없는 것으로 조사되었다.

발바닥과 신발사이에서 발생하는 압력의 차이를 조사한 결과 전족에 있어 영역별 압력의 차이가 나타나지 않는 것으로 조사되었다. 아래 <Figure 6>은 피험자의 최대 족저압력을 이차원적으로 표시한 그림이다. 두 배드민턴화의 있어 가장 큰 차이는 엄지발가락(hallux)에 있어 L사 배드민턴화가 높은 경향을 보이는 것으로 조사되었다. 지면반력에 있어서는 두 배드민턴화에 있어 차이가 없었지만 <Figure 6>에서 볼 수 있듯이 최대 압력이 발생하는 발바닥 영역에 대하여 확인할 수 있었다. 이렇듯 엄지발가락에서의 압력 차이가 신발의 구부러짐과 구부러짐 각속도에 있어 영향을 미치는 요인일 수 있을 것으로 사료된다. 이러한 신발의 굴곡성 정도에 따른 족저압력의 형태 양상은 인솔의 다양한 디자인을 통해서 다른 양상을 보일 수 있게 제작될 필요가 있다. 또한 이러한 족저압력의 변화 양상을 바탕으로 인솔 뿐 아니라 아웃솔 패턴을 설계하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.



Figure 6. Plantar pressure(Left : Y type, right : L type)

## V. 결 론

본 연구의 목적은 배드민턴화의 전족 굴곡성 차이가 점프 스매싱 점프 후 언더클리어 런지 동작시 착지하는 주동발에 있어 하지 관절 및 족저압력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 본 연구를 통하여 배드민턴화의 전족 굴곡성이 스티프(stiff)한 배

드민턴화의 경우 스매싱 점프 후 런지 동작 중 착지하는 발에 있어 추진하는 구간의 신발의 구부러지는 각도와 구부러지는 각속도에 영향을 주는 것으로 나타났다. 하지관절에 있어서는 발목의 족저굴곡과 무릎 굴곡 모멘트만이 유의한 차이를 보였고 엉덩이, 무릎, 발목 관절 파워에는 영향을 주지 않는 것으로 조사되었다. 마지막으로 전족 굴곡성 정도가 족저압력에 있어 영역별 최대압력에는 차이가 없는 것으로 조사되었다. 이러한 연구 결과들은 배드민턴화의 설계 및 선택에 있어 엘리트 선수들 뿐 아니라 아마추어, 동호회 선수들에게 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- Bonacci, J., Andrew, C., Blanch, P., & Bill, V.(2009). Neuromuscular adaptations to training, injury and passive interventions: implications for running economy. *Sports Medicine*, 39(11), 903-921.
- Choi, H. J., & Jung, Y. S.(2010). Performance Analysis of Mixed Double Badminton Based on Won, Lost and Rally Situation. *Korean Journal for Measurement and Evaluation in Physical Education and Sports Science*, 12(3), 103-113.
- Chu, V. W., Fong, D. T., Chan, Y., Patick, S. Y., Fung, K., & Chan, K.(2010). Differentiation of ankle sprain motion and common sporting motion by ankle inversion velocity. *Journal of Biomechanics*, 43(10), 2035-2038.
- Cronin, J., McNair, P. T., & Marshall, R. N.(2003). Lunge performance and its determinants. *Journal of Sports Science*, 21(1), 49-57.
- DiLiberto, F. E., & Baumhauer, J. F.(2007). Alterations in plantar pressure with different walking boot designs. *Foot and Ankle International*, 28(1), 55-60.
- Divert, C., Baur, H., Mornieux, G., Mayer, F., & Belli, A. (2005). Stiffness adaptations in shod running. *Journal of Applied Biomechanics*, 21(4), 311-321.
- Dixon, S. J.(2008). Use of pressure insoles to compare in-shoe loading for modern running shoes. *Ergonomics*, 51(10), 1503-1514.
- Fahlstrom, M., Lorentzon, R., & Alfredson, H.(2002). Painful conditions in the Achilles tendon region: a common problem in middle-aged competitive badminton players. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 10(1), 57-60.
- Fong, D. T., Hong, Y., & Li, J. X.(2007). Cushioning and lateral stability functions of cloth sport shoes. *Sports Biomechanics*, 6(3), 407-417.

- Garrick, J. G., & Requa, R. K.(1996). Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 24(5), 705-706.
- Hagen, M., Homme, A. K., Umiauf, T., & Henning, E. M. (2010). Effects of different shoe-lacing patterns on dorsal pressure distribution during running and perceived comfort. *Research Sports Medicine*, 18(3), 176-187.
- Heidt, R. S., Dormer, S. G., Cawley, P. w., Scranton, P. E., Losse, G., & Howard, M.(1996). Differences in friction and torsional resistance in athletic shoe-turf surface interfaces. *American Journal of Sports Medicine*, 24(6), 834-842.
- Kong, P. W., Candelaria, N. G., & Smith, D.(2009). Running in new and worn shoes: a comparison of three types of cushioning footwear. *British Journal of Sports Medicine*, 43(10), 745-749.
- Krell, J. B., & Stefanyshyn, D. J.(2006). The relationship between extension of the metatarsophalangeal joint and sprint time for 100 m Olympic athletes. *Journal of Sports Science*, 24(2), 175-180.
- Lee, J. H. (2005). Content Analysis of Man Singles Badminton Match during 2004' Korea Open Games. *Korea Sport Research*, 16(3), 397-408.
- Morley, J. B., Decker L. M., Dierks, T., Blanke, D., French, J. A. and Stergiou, N. (2010). Effects of varying amounts of pronation on the mediolateral ground reaction forces during barefoot versus shod running. *Journal of Applied Biomechanics*, 26(2), 205-214.
- Oleson, M., Adler, D., & Goldsmith, P.(2005). A comparison of forefoot stiffness in running and running shoe bending stiffness. *Journal of Biomechanics*, 38(9), 1886-1894.
- Park, S. B., & Park, S. K.(2009a). Biomechanical Testing and Evaluation for Korean Badminton Shoes Project(I). *Korean Journal of Sports Biomechanics*, 19(1), 149-158,
- Park, S. B., & Park, S. K.(2009b). Shock absorption and motion control of badminton shoes during lunge and landing from jump. *The Korean Journal of Physical Education*, 48(5), 445-452.
- Peterson, M. J., Perry, J., & Montgomery, J.(1985). Walking patterns of healthy subjects wearing rocker shoes. *Physical Therapy*, 65(10), 1483-1489.
- Queen, R. M., Chamock, B. L., Garrett, W. E., Hardaker, W. M., Sims, E. L., & Moorman, C. T.(2008). A comparison of cleat types during two football- specific tasks on FieldTurf. *British Journal of Sports Medicine*, 42(4), 278-284.
- Roy, J. P., & Stefanyshyn, D. J.(2006). Shoe midsole longitudinal bending stiffness and running economy, joint energy, and EMG. *Medical Science Sports Exercise*, 38(3), 562-569.
- Tsai, C. L., & Pan, K. M.(2007). The Surface emg activity of the lower extremities in badminton footwork. *Journal of Biomechanics*, 40(2), s757-s757.
- Schie, V. C., Vlbrecht, J. S., Becker, M. B., & Cavanagh, P. R. (2000). Design criteria for rigid rocker shoes. *Foot and Ankle International*, 21(10), 833-844.
- Stefanyshyn, D. J., & Nigg, B. M.(1997). Mechanical energy contribution of the metatarso-Phalangeal joint to running and sprinting. *Journal of Biomechanics*, 30(11), 1081-1085.
- Stefanyshyn, D. J., & Nigg, B. M.(1998). Contribution of the lower extremity joints to mechanical energy in running vertical jumps and running long jumps. *Journal of Sports Science*, 16, 177-186.
- Villwock, M. R., Meyer, E. G., Powell, J. W., Fouty, A. J., & Haut, R. C.(2009). Football playing surface and shoe design affect rotational traction. *American Journal of Sports Medicine*, 37(3), 518-525.
- Xu, H., Akai, M., Kakurai, S., Yokota, K., & Kaneko, H. (1999). Effect of shoe modifications on center of pressure and in-shoe plantar pressures. *American Journal Physical Medicine Rehabilitation*, 78(6), 516-524.
- Yong, W, Yu, L., & Wei, J. F.(2009). The effect of badminton footwear on the metatarsophalangeal joint during push-off in critical badminton footwork. *Footwear Science*, 1(1), s14-s16.
- Zadpoor, A. A., & Nikooyan, A. A.(2009). Modeling muscle activity to study the effects of footwear on the impact forces and vibrations of the human body during running. *Journal of Biomechanics*, 43(2), 186-193.