

# 배드민턴화의 미끄럼방지 아웃솔 부착 유무에 따른 생체역학적 요인 패턴비교

이재훈\* · 장영관\*\* · 하종규\*\*\* · 기재석\*\*\*\*

\*성결대학교 · \*\*강원대학교 산업경영공학과

\*\*\*한국 스포츠 클리닉 & 공학 연구소 · \*\*\*\*인천대학교 산학협력단

## Comparison of Biomechanical Factors on Badminton shoes between Anti-slip outsole and Non anti-slip outsole

Jae-Hoon Yi\* · Young-Kwan Jang\*\* · Chong-Ku Hah\*\*\* · Jae Sug Ki\*\*\*\*

\*Division of Liberal Arts and Teaching, Sungkyul University

\*\*Dept. of Industrial & Management Engineering, Kangwon National University

\*\*\*Korea Institute of Sports Clinic & Engineering

\*\*\*\*Incheon University-Industry Cooperation Foundation

### Abstract

The purpose of this study was to compare biomechanical factors on badminton shoes between anti-slip outsole and non anti-slip outsole. Six subjects participated in this experiment. For three-dimensional analysis, eight cameras (Oqus 3series, Qualisys) were used to acquire raw data, and then the parameters were calculated and analyzed with Visual-3D. In conclusion, the patterns of spent time during side step, and maximum velocities of CoGs were consistent without joint angles of lower extremities in spite of small differences. Those of GRFs, and moment of lower extremities were absolutely consistent. This trend of biomechanical factors was that Y shoe (ante-treatment) was much greater and PS shoe (treatment) was greater than Y shoe (treatment). (That was, Y shoe (ante-treatment) > PS shoe (treatment) > Y shoe (treatment)). The findings of this study showed that anti-slip outsole was effective and brought increasing performance and decreasing injuries. It is suggested that further study of these phenomena will help understand many aspects of human locomotion, including work, performance, fatigue and possible injuries.

**Keywords :** Anti-Slip Outsole, Biomechanical Factor, GRF, Moment

### 1. 서론

2012년 현재 국내 배드민턴 인구는 약 32만 명으로 연간 개최되는 동호인 배드민턴 대회만 해도 약 600여 개 이상이다[1]. 그리고 배드민턴 참여인구(동호인과 선

수)는 걷기, 등산, 보디빌딩, 축구, 자전거, 수영 다음으로 7위를 차지하고 있으며, 코트 스포츠로써는 부동의 1위 자리를 고수하고 있다[2].

이렇듯 인기가 많은 배드민턴 경기는 참여하는 인구가 많은 만큼 운동으로 인한 상해에 자주 노출되게 된다.

† Corresponding Author : Young-Kwan Jang, Dept. of Industrial & Management Engineering, Kangwon National University, Samcheok Campus, Gyo-dong, Samcheok-si, Gangwon-do, Korea. M · P : 010-3470-6585, E-mail : ykjang@kangwon.ac.kr

Received October 20, 2013; Revision Received December 20, 2013; Accepted December 20, 2013.

그리고 상해 부위는 58%가 하지이며, 특히, 발목 인대 부위가 가장 많으며, 상해 형태는 74%가 반복사용으로 인한 관절부위의 상해이다[4,5]. 이러한 상해들은 선수의 오류동작에 기인하지만 착용한 신발의 특성에 좌우되기도 한다. 신발 특성 중 신발 뒷굽의 차이(지렛대 모양의 쿠션을 가진 보행화와 U자 모양의 밀창을 가진 보행화)는 보행자의 보행특성 변화(관절의 가동범위와 궤적, 관절모멘트와 지면반발력)에 영향을 미치며[3], 오일저항 아웃솔은 오일 비저항 아웃솔보다 적당한 미끄럼 저항을 가지므로 전문 작업화의 아웃솔은 반드시 오일저항(oil-resistant)을 가져야 한다[6]. 그리고 달리는 동안 아웃솔의 재질특성이 근육 활성화와 에너지 양상에 영향을 미치며, 아웃솔의 두께가 증가할수록 발목 외측인대 상해위험이 증가한다[7,8]. 또한, 소방화(4종)와 안전화(1종)의 아웃솔 상태(마모된 상태, 마모되지 않은 상태)에 따른 미끄럼 저항(slip resistance)을 평가하면서 아웃솔의 중요성을 지적하였다[9].

한편 한국형 배드민턴화의 착화감과 기능 향상을 위하여 생체역학적 성능평가(신발 안에서 발의 움직임, 지면반력과 압력분포 및 아웃솔의 마찰력)를 하였으며 [10], 배드민턴의 런지와 착지 동작 시 지면반력과 동작범위를 통하여 배드민턴화의 충격흡수와 동작제어를 평가하였다[11].

이와 같이 신발로 인한 STFs(slip, trip, fall)는 주로 신발 아웃솔과 뒷굽의 구조와 재질, 그리고 트래드 디자인이 주요인이며 배드민턴 경기 중 상해 원인은 실내외 경기장의 이물질로 인한 오염(선수의 땀이나 비, 이슬 등)과 신발 아웃솔의 마모로 인한 마찰계수 변화에 의한 미끄러짐(slip)이 주된 요인이다. 또한, 점프 후 불완전한 착지와 급격한 방향전환과 과도한 하지의 움직임으로 인한 헛디딤(trip)과 낙상(fall)때문이다.

미끄럼방지 아웃솔은 바닥면과 신발 접촉면의 수막 현상 제거로 미끄럼 방지하고, 중력분산으로 안정적인 자세 유지와 피로감을 감소시키므로 경기력 향상과 상해 예방에 도움이 된다.

그러므로 이 연구에서는 배드민턴 동작의 빈도가 높은 사이드 스텝동작 시 배드민턴화의 미끄럼 방지 아웃솔(J step, korea)의 부착 유무와 지면 상태에 따른 운동학 변인(국면 수행시간, 신체중심의 속도, 하지의 관절각)과 운동역학적 변인(지면반력, 모멘트)을 규명하여 패턴을 비교하고자 한다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 대상자의 특성

이 실험의 연구 대상자는 최근 6개월 간 하지에 정형 외과적 병력이 없고, 현재 서울 소재 K대학교에서 국가대표급 배드민턴선수로 활동하고 있는 여자선수 6명(height: 165.4±2.88, weight: 62.02±5.50, year: 20.80±0.84)을 선정하였다.

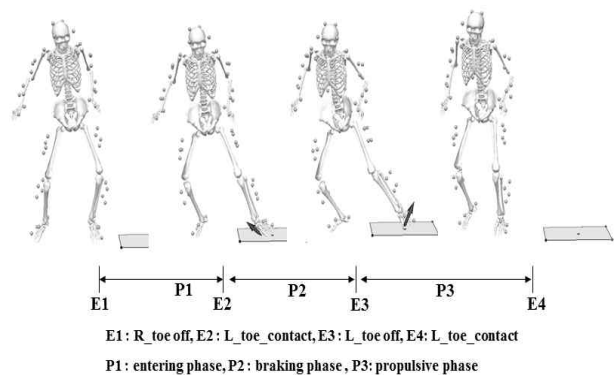
### 2.2 분석 국면 및 이벤트

분석 동작인 사이드 스텝은 3국면 4이벤트로 다음과 같이 설정하였다.

국면 1: 오른발 toe off 순간 - 왼발 toe contact 순간

국면 2: 왼발 toe contact 순간 - 왼발 toe off 순간

국면 3: 왼발 toe off 순간 - 왼발 toe contact 순간



[Figure 1] Phases and events

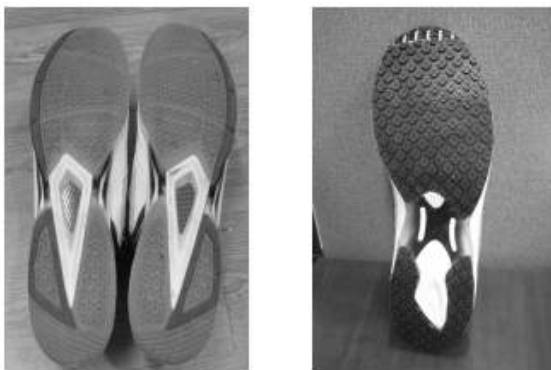
### 2.3 실험 장비 및 규약

사이드 스텝 시 대상자들의 동작을 촬영하기 위해 Qualisys(Sweden)사의 Oqus 3series 적외선 카메라 8대를 사용하였으며, 이때 샘플링율은 100Hz로 설정하였다. 그리고 지지 순간충격력을 측정하기 위하여 Kistler사(Switzerland)의 지면반력기(Type 9286AA)를 샘플링율 1000 Hz/sec로 설정하여 사이드스텝 동작 시 선수들이 방향전환을 하는 위치에 설치하였고 영상장비와 상호 동조하여 자료를 획득하였다.

실험에 앞서 대상자들에게 실험의 목적과 중요성 및 실험절차에 대한 내용을 주시시킨 후 자연스러운 보행 동작을 유도하기 위하여 충분한 연습 후 실험을 실시하였다. 측정에 앞서 대상자 신체의 해부학적 정렬 상태를 측정하기 위해 스탠딩 캘리브레이션(standing calibration)을 실시하고 사이드 스텝 시 방향전환은 지

면반력기 위에서 실시할 수 있도록 요구하였으며, 이를 위해 대상자별 시작 위치를 조절하여 실시하였다.

그리고 미끄럼을 유발할 수 있는 젖어있는 바닥상태에서 운동화에 따른 생체역학적 변인의 차이를 비교하기 위하여 모든 대상자들은 평소 연습 및 경기 때 착용하고 있는 Y사의 배드민턴 운동화를 신고 처치 전 실시하고, 미끄럼을 유발할 수 있도록 처치 후에(바닥에 동일한 물을 도포한 상태) Y사(Y운동화)와 J사(PS 운동화)의 미끄럼방지 아웃솔이 부착된 동일 운동화를 신은 상태[Figure 2]에서 각 대상자의 부자연스러운 동작(미끄럼에 의해 넘어진 경우)이라고 판단되는 시도(trial)를 제외하고 대상자 별 각각 5개씩의 동작을 측정하였다.

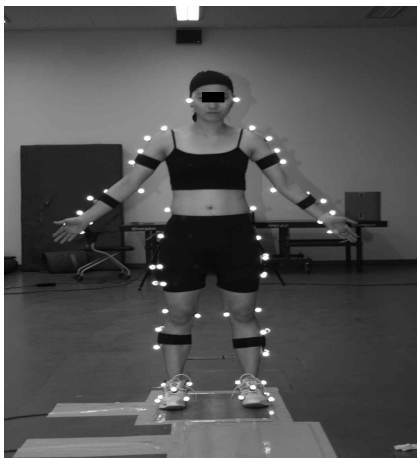


[Figure 2] Y-Shoes(left), PS-Shoes with outsole of J company(right)

## 2.4 인체의 좌표화 및 연구 변인 정의

### 2.4.1 인체의 좌표화

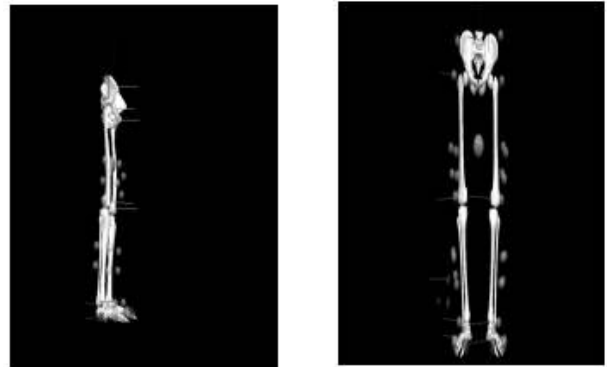
인체는 NLT(Nonlinear transformation)방식으로 3차원 좌표화 하였고 Visual 3D(C-motion Inc., USA)의 마커 시스템에 준하여 [Figure 3]와 같이 부착하였다.



[Figure 3] Marker System

### 2.1.2 하지 관절각 정의

하지 관절각은 [Figure 4]와 같이 발목 관절각은 스탠딩 자세인 90°가 0°이며 방향은 저축굴곡, 외번과 회외는 (+), 배축굴곡, 내번과 회내는 (-)이며 무릎 관절각과 엉덩 관절각은 스탠딩 자세인 180°가 0°이며 신전, 외전과 회외는 (+), 굴곡, 내전과 회내는 (-)로 정의하였다.



[Figure 4] Standing posture of lower extremity(left: sagittal plane, right: frontal plane (2012년 From Hah, 2012, with permission)

## 2.5 자료 및 통계처리

8대의 카메라에서 들어온 2차원 평면상의 데이터는 NLT(Nonlinear transformation)방식으로 3차원 좌표화하고 Qualisys사의 Qualisys Track Manager 프로그램을 이용하여 위치좌표를 획득한 후, Visual3D software(C-motion Inc., USA)를 이용하여 인체를 모델링하여 도출한 5회의 변인을 평균치로 산출하였다. 그리고 각 대상자 간 표준화를 위해 대상자 별 국면의 프레임수를 국면의 소요시간으로 나눠 백분율로 나타냈다. 국내의 국가대표급 선수의 수적인 한계점으로 추론 통계적인 일반화는 수행하지 않고 연구문제 변인의 기술통계와 그래프를 이용하여 패턴 비교하였다.

## 3. 결과 및 고찰

신발의 미끄럼방지 아웃솔 부착 유무와 처치 전후의 운동학 및 운동역학적 변인의 결과와 고찰은 다음과 같다.

3.1 운동학적 변인

3.1.1 사이드 스텝 수행시간

전체 소요시간은 처치 전(Y운동화)보다 처치 후(Y와 PS 운동화)가 크게 나타났으며 처치 후에는 PS 운동화가 Y운동화 보다 0.1초 작게 나타났다 그리고 Y운동화의 처치 전/후에는 처치 후가 0.14초 더 크게 나타났다<Table 1>. 이는 처치 후에 미끄럼으로 인하여 동작 수행시간이 길어지고 있음을 나타내며 PS 운동화가 미끄럼방지에 효과가 있음을 반영한 것이다. 특히 처치 후 미끄럼이 유발되는 지면을 밟고 있는 2국면의 수행시간이 0.08초로 가장 큰 차이가 나는 것으로 나타났다.

<Table 1> Spent time of phases  
(Mean±SD, sec.)

국면	처치 전	처치 후	
	nor_Y	Y_water	PS_water
1국면	0.15 ±0.04	0.16 ±0.03	0.17 ±0.03
2국면	0.28 ±0.04	0.39 ±0.04	0.31 ±0.03
3국면	0.19 ±0.04	0.22 ±0.04	0.19 ±0.03
전체	0.63± 0.05	0.77 ±0.10	0.67 ±0.08

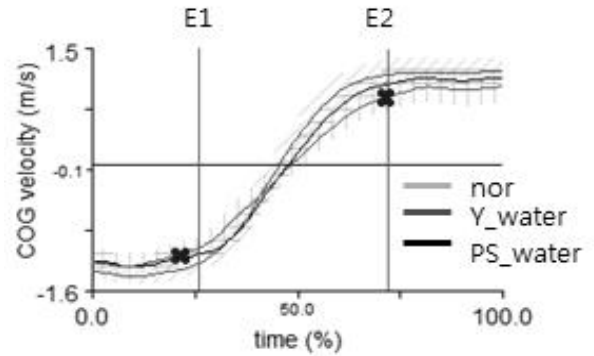
3.1.2 신체중심(CoG)의 좌우 속도

신체중심의 좌우 속도는 처치 후의 Y와 PS 운동화가 처치 전보다 늦으며 처치 후의 두 이벤트 1, 2에서 두운동화의 차이가 거의 없으나 지면에서 이탈 하는 순간인 이벤트 3와 동작이 완료되는 순간인 이벤트4에서는 PS운동화가 Y운동화에 비하여 신체 중심의 속도가 빠르게 이동하는 것으로 나타났다(표2). 이는 PS운동화가 Y운동화 보다 미끄러짐에 민감하지 않고 빠른 동작제어가 가능함을 시사한다.

<Table 2> Changing velocities of left and right CoGs  
(Mean±SD, m/s)

이벤트	처치 전	처치 후	
	nor_Y	Y_water	PS_water
이벤트1	-1.38 ±0.08	-1.25 ±0.14	-1.26 ±0.05
이벤트2	-1.32 ±0.10	-1.17 ±0.13	-1.16 ±0.05
이벤트3	1.14 ±0.18	0.88 ±0.20	1.06 ±0.19
이벤트4	1.15 ±0.23	0.98 ±0.19	1.13 ±0.18

국면1(E1-E2) 구간 그래프의 기울기는 Y운동화(처치 전) > PS운동화(처치 후) > Y운동화(처치 후)의 순으로 나타났으며 이는 평균 가속도의 크기를 나타내며 처치 후 상황에서 미끄럼방지 아웃솔 부착 PS운동화의 평균가속도가 크게 나타났다[Figure 5].



[Figure 5] Patterns on velocities of left and right CoGs

3.1.3 신체중심(CoG)의 수직 속도

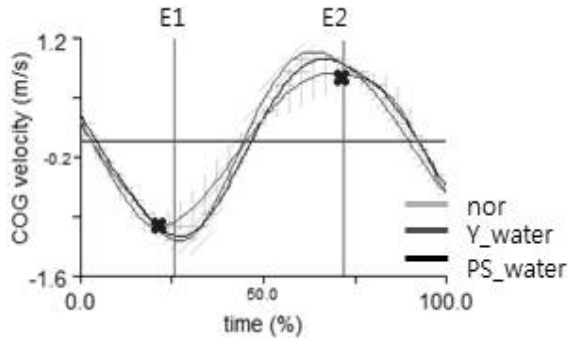
신체중심의 수직 속도는 이벤트1에서 PS운동화가 가장 빠른 것으로 나타났으나 이벤트2부터는 처치 전에서의 수직속도가 가장 빠른 것으로 나타났다. 처치 후의 속도는 패턴은 이벤트4를 제외하고 모든 이벤트에서 PS운동화의 수직속도가 빠른 것으로 나타났다.

<Table 3> Changing velocities of vertical CoGs  
(Mean±SD, m/s)

이벤트	처치 전	처치 후	
	nor_Y	Y_water	PS_water
이벤트1	0.21 ±0.12	0.25 ±0.14	0.30 ±0.11
이벤트2	-1.12 ±0.20	-0.98 ±0.12	-1.09 ±0.11
이벤트3	0.93 ±0.15	0.76 ±0.15	0.89 ±0.09
이벤트4	-0.62 ±0.10	-0.61 ±0.07	-0.52 ±0.09

지면을 지지하기 전, 신체중심의 수직속도는 Y운동화와 PS운동화 모두 거의 유사한 하방 속도를 보이는 것으로 나타났으나 2국면에서부터 Y운동화와 PS운동화의 속도가 다르게 나타나고, 3국면에서는 다시 유사한 형태를 보이는 것으로 나타났다. 특히, 신체의 속도를 제어하고 추진을 얻는 2국면에서 속도변화의 차이가 있는 것으로 나타났다[Figure 6]. 국면1의 평균가속

도는 처치 후 Y운동화가 가장 작게 나타나 좌우 방향과 동일한 결과치를 보였다. 이는 수직 방향의 속도 변화를 미끄럼방지 아웃솔이 없는 Y운동화의 단위시간당 속도 변화율이 가장 작아 동작제어에 어려움이 있다고 사료된다.



[Figure 6] Patterns on velocities of vertical CoGs

### 3.1.4 발목 관절각변위(시상면)

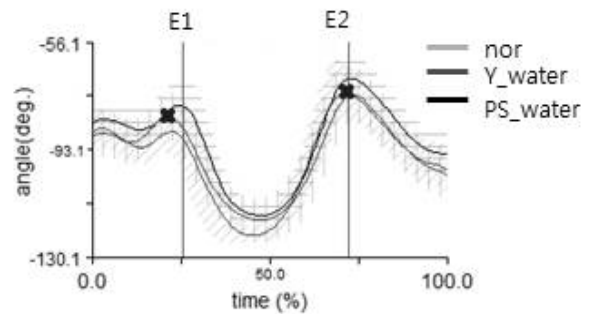
처치 전, 후의 이벤트에 따른 발목 관절각(배측)은 운동화별 큰 차이가 없는 것으로 나타났으나, 전체적으로 Y운동화를 착용했을 때가 PS운동화 착용 시 보다 발목이 다소 신전되어 있는 형태로 나타났다<Table 4>. 그리고 이는 미끄럼방지 아웃솔이 발목 관절의 신전에 다소 영향을 미치는 것으로 생각되나 편차가 상대적으로 크게 나타나 차이가 작은 것으로 판단된다<Table 4>.

<Table 4> Ankle joint angles (deg.)

이벤트	처치 전		처치 후	
	nor_Y	Y_water	PS_water	
이벤트1	-86.72	-87.84	-84.26	
	±6.49	±7.66	±6.28	
이벤트2	-84.94	-80.94	-76.96	
	±9.11	±7.34	±9.56	
이벤트3	-74.05	-73.20	-69.35	
	±8.61	±10.28	±9.12	
이벤트4	-100.47±8.97	-101.83	-95.66	
		±9.64	±8.53	

처치 전, 후 운동화에 따른 패턴 변화는 전체 동작을 하는 동안 전반적으로 PS 운동화 착용 시가 발목의 신전을 작게 하여 동작을 수행하는 것으로 나타났다 [Figure 7]. 이는 처치 후의 미끄러운 상황에 대한 심

리적인 영향이 일수도 있다고 생각된다.



[Figure 7] Patterns of ankle joint angles

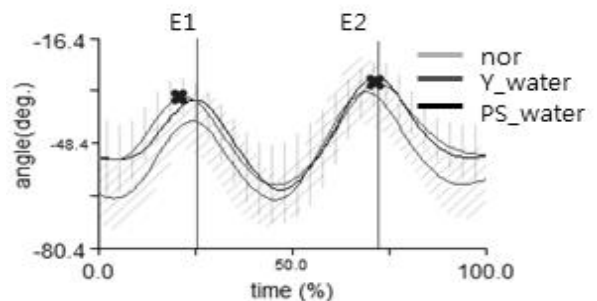
### 3.1.5 무릎 관절각변위

무릎 관절각의 경우 전반적으로 처치 후에서 2가지 신발 모두 처치 전에 비하여 무릎관절의 굴곡이 작게 나타났으나 각 신발에 따른 차이는 거의 없는 것으로 나타났다<Table 5>.

<Table 5> Knee joint angles (deg.)

이벤트	처치 전		처치 후	
	nor_Y	Y_water	PS_water	
이벤트1	-64.01	-52.76	-52.43	
	±9.70	±12.38	±12.37	
이벤트2	-41.11	-33.93	-34.70	
	±9.67	±5.77	±7.35	
이벤트3	-33.14	-30.02	-29.69	
	±10.35	±6.68	±7.92	
이벤트4	-59.50	-52.13	-52.14	
	±9.24	±8.27	±8.26	

무릎 관절각의 변화패턴은 3가지 모두 유사한 형태를 보이고 있으나 처치 전에 비하여 처치 후가 무릎관절을 더욱 굴곡 시킨 상태로 동작을 수행하는 것을 알 수 있으며, 신발에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다 [Figure 8].



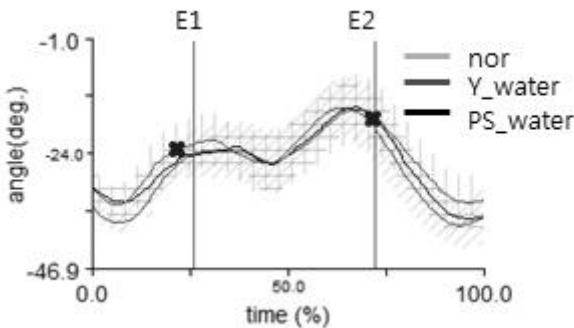
[Figure 8] Patterns of knee joint angles

3.1.6 엉덩 관절각변위

처치 후에서 엉덩 관절각은 Y운동화를 신었을 때 보다 PS운동화를 신었을 때가 엉덩 관절이 다소 굴곡된 형태로 나타났으나 그 차이가 크지 않았으며, Y운동화는 이벤트1과 이벤트2에서 처치 후가 처치 전에 비하여 엉덩 관절이 작게 굴곡 되고 신체가 신전되는 이벤트3, 4에서는 더 큰 굴곡이 나타났다<Table 6>, [Figure 9].

<Table6> Hip joint angles (deg.)

이벤트	처치 전		처치 후	
	nor_Y	Y_water	PS_water	
이벤트1	-33.45	-31.00	-32.54	
	±1.24	±1.13	±2.67	
이벤트2	-23.79	-23.42	-24.57	
	±4.64	±2.79	±3.14	
이벤트3	-15.94	-18.07	-18.49	
	±4.48	±6.43	±2.20	
이벤트4	-34.96	-35.01	-37.00	
	±4.14	±3.08	±2.09	



[Figure 9] Patterns of hip joint angles

3.2 운동역학적 변인

3.1.1 최대지면반력

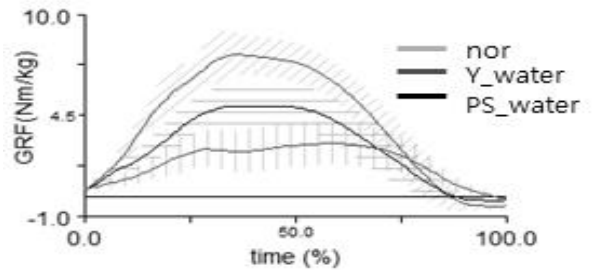
2국면에서 좌/우 지면반력의 최대값은 Y운동화(처치 전) > PS 운동화(처치 후) > Y운동화(처치 후) 순으로 나타났으며, 특히 처치 후 Y운동화의 경우 처치 전 비하여 최대값이 매우 작은 것으로 나타났다. 그리고 수직 지면반력의 경우 좌/우 지면반력과 같은 형태로 나타났으나 좌/우 반력에 비하여 처치 전과 PS 운동화의 차이가 작은 것으로 나타났다<Table 7>. 이는 미끄럼방지 아웃솔이 부착된 경우에 지면을 큰 힘으로 지지하면서 동작이 수행되고 있음을 나타내는 것이다.

<Table 7> Maximum GRFs

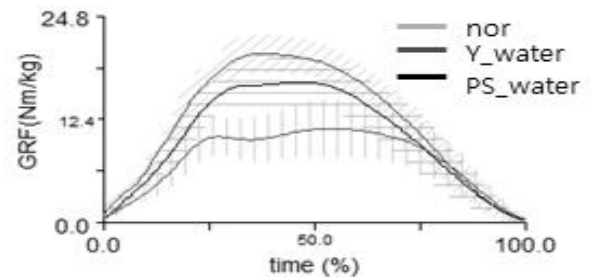
지면반력	(N/kg)		
	처치 전	처치 후	
	nor_Y	Y_water	PS_water
좌우	8.25	3.70	5.70
	±0.80	±0.59	±0.68
수직	21.21	12.71	18.21
	±1.65	±2.16	±1.83

지면반력의 패턴 변화는 좌/우, 수직 모두 처치 전 > PS 운동화(처치 후) > Y운동화(처치 후)순으로 나타났으며, 좌/우 및 수직 모두 Y운동화에 비하여 최대 지면반력값이 약 2배(body mass) 이상 차이가 나는 것으로 나타났다[Figure 10, 11].

그리고 좌우 및 수직 지면반력의 낮은 중형패턴은 지면반력을 효과적으로 사용하지 못하고 있음을 나타낸다.



[Figure 10] Patterns of left and right GRFs



[Figure 11] Patterns of vertical GRFs

3.1.2 하지관절의 최대 순모멘트

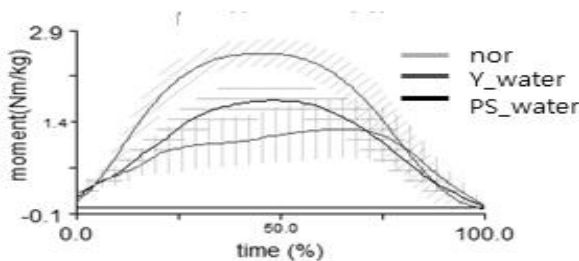
하지관절의 최대모멘트는 발목과 무릎의 경우는 사이드 스텝 동작의 특성상 굴곡모멘트는 거의 나타나지 않으며 신전모멘트만 발생하는 것으로 나타났으며, Y운동화(처치 전) > PS 운동화(처치 후) > Y운동화(처치 후)순으로 나타났다. 그리고 엉덩 관절모멘트의 경우 내전모멘트는 발생하지 않으며 외전모멘트만 발생하는 것으로 나타났으며, 외전모멘트는 발목과 무릎의 신전모멘트와 달리 PS 운동화(처치 후) > Y운동화(처치 전) > Y운동화(처치 후)순으로 나타났다<Table 8>.

<Table 8> Maximum moments of lower extremities (Nm/kg)

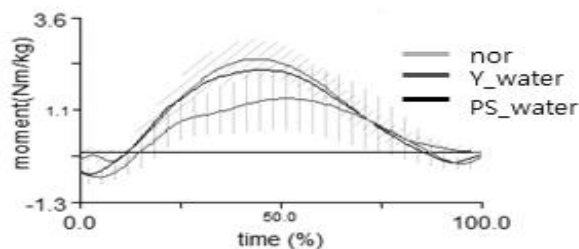
관절	처치 전		처치 후	
	nor_Y	Y_water	PS_water	
발목	2.57	1.42	1.84	
	±0.19	±0.33	±0.23	
무릎	2.52	1.62	2.31	
	±0.45	±0.71	±0.66	
엉덩이	-3.16	-2.84	-3.36	
	±0.47	±0.52	±0.28	

발목과 무릎의 굴/신 모멘트 변화 패턴은 Y운동화(처치 전)의 신전모멘트가 가장 크게 발생하며, PS운동화(처치 후) > Y운동화(처치 후) 순으로 나타났다. 그리고 발목 모멘트는 지면을 지지하는 순간부터 급격히 신전모멘트가 발생하는 반면, Y운동화(처치 후)와 PS운동화(처치 후)의 경우 신전모멘트가 서서히 생성되는 행태로 나타났고 무릎 모멘트는 유사한 패턴을 보였다 [Figure 12, 13]. 이는 미끄러운 정도가 클수록 발목과 무릎의 회전효과를 일으키는 신전근의 근력이 작게 발휘되고 있음을 나타낸다.

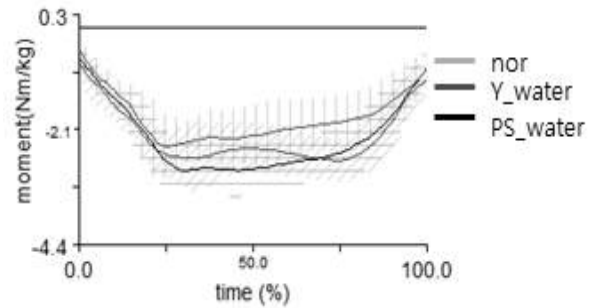
그런데 엉덩이 관절의 내/외전 모멘트의 경우 발목과 무릎의 굴/신 모멘트와 달리 국면의 전중반부에서 PS운동화(처치 후)의 외전모멘트가 가장 크게 나타났으나 국면의 50% 이후에는 Y운동화(처치 전)과 유사하게 나타났고 Y운동화(처치 후)의 경우 전반적으로 외전모멘트가 작은 것으로 나타났다[Figure 14]. 이 결과 역시 미끄러짐이 작은 경우에(처치 전 Y운동화, 처치 후 PS운동화) 관절의 더 큰 회전효과를 나타내고 있음을 알 수 있다.



[Figure 12] Patterns on flexion/extension moments of ankle joints



[Figure 13] Patterns on flexion/extension moments of knee joints



[Figure 14] Patterns on abduction/adduction moments of hip joints

#### 4. 결론

배드민턴화의 미끄럼방지 아웃솔 부착 유무와 접촉 면상에 따른 생체역학적 요인을 비교한 결과 패턴 동작 수행 소요시간과 신체중심 속도는 일관성 있는 경향을 보였으나 차이는 작게 나타나고, 하지 관절각은 차이는 있었으나 일관성 있는 경향을 나타내지는 않았다. 그러나 최대 지면반력과 하지 관절 최대모멘트에서 분명한 차이와 경향을 보였으며 이러한 경향은 Y운동화(처치 전) > PS운동화(처치 후) > Y운동화(처치 후) 순으로 나타났다. 이러한 현상은 아웃솔의 재질과 구조가 걷기 동작에 영향을 미치며 특히물을 도포한 상황에서 미끄럼 방지 아웃솔이 부착된 신발의 착지가 강하게 일어나며 하지 관절의 회전효과도 크게 일어나 안정된 걸음걸이를 보였다. 또한 인체가 운동화와 접촉면의 마찰계수의 감소로 인한 상변화(환경변화)에 적응하기 위해서 협응하는 자율조직화(self organization) 과정도 내포되고 있다고 사료된다. 결론적으로 미끄럼 방지 아웃솔은 배드민턴 사이드 스텝 시 긍정적인 효과를 나타냈으며 경기력 향상과 상해예방에 도움이 된다고 할 수 있다.

#### 5. References

- [1] 통계자료, 국민 생활체육 전국배드민턴 연합회, 2012.
- [2] 체육백서, 문화체육관광부, 2010.
- [3] 최진승, 강동원, 문경률. 신발 밑창 형태의 변화가 보행 시 하지에 미치는 영향, 대한인간공학회, 2009 춘계 학술대회: 377-380
- [4] Jorgensen, U.(1999), "Badminton injuries." Sports Medicine, 10(1):59-64.
- [5] Fahlström, M, Lorentzon, R. and Alfredson, H.(2002), "Painful conditions in the Achilles

tendon region: a common problem in middle-age competitive badminton players.” Knee Surgery, Sports Traumatology and Arthroscopy, 10:57-60.

[6] Carita A., Mikko, H., Erkki, R. and Tarmo, M.(2005), “Slip resistance of oil resistant and non-oil resistant footwear outsoles in winter conditions.” Safety Science, 43:373 - 389.

[7] Nigg, B.M., Stefanyshyn, D., Cole,G.,, Stergiou, P. and Miller, J.(2003), “The effect of material characteristics of shoe soles on muscle activation and energy aspects during running.” Journal of Biomechanics, 36:569 - 575.

[8] Ramanathan, A.K., Parish, E.J., Arnold, G.P., Drew, T.S., Wang, W. and Abboud, R. J.(2011), “The influence of shoe sole’s varying thickness

on lower limb muscle activity.”

[9] Foot and Ankle Surgery, 17:218 - 223.

[10] Kim, J-S.(2012), “2012 International symposium on safety science and technology, a comparison of slip resistance between the grinded outsoles and new ones of fire fighter’s shoes.” Procedia Engineering, 45:868-874.

[11] Park,, S-B, Park, S-K.(2009), “Biomechanical testing and evaluation for korean badminton shoes project(I).” Korean Journal Sport Biomechanics, 19(1):149-157.

[12] Park, S-B, Park, S-K.(2009), “Shock absorption and motion control of badminton shoes lunge and landing from jump.” The Korean Journal of Physical Education, 48(5):149-157.

### 저 자 소 개

#### 하 중 규



한양대학교에서 산업공학과를 졸업하고, 동 대학원에서 석사학위를 취득하였으며 한국체육대학교에서 박사학위(운동역학)를 취득하였다. 서울여자대학교 연구교수와 아주대학교 공학연구소 책임연구원을 거쳐 현재 한국스포츠클리닉 & 공학 연구소 대표로

재직 중이다. 주요 관심분야는 스포츠공학, 스포츠클리닉, 인간공학, 생체역학 등이다.  
주소: 서울시 송파구 오금동 상아아파트 8동 1210호

#### 장 영 관



한양대학교에서 산업공학과를 졸업하고, 동 대학원에서 석사 및 박사학위를 취득하였으며 현재 강원대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 물류정보시스템, MIS, ERP, SCM, 인간공학 등이다.

주소: 강원도 삼척시 중앙로 346 강원대학교 산업경영공학과

#### 기 재 석



한양대학교 산업공학과에서 공학사, 공학석사, 공학박사 학위를 취득하고 현재 인천대학교 산학협력단 산학전담교수로 재직 중임. 관심분야는 Modeling & Simulation으로 특히 가상현실을 이용하여 산업에서 필요로 하는 훈련 및 교육용 장비 개발에 있음.

주소: 인천시 남구 도화동 인천대학교 공학관 409호

#### 이 재 훈



한국체육대학교에서 체육학과 졸업하고, 동 대학원에서 석사 및 박사학위를 취득하였다. 현재 나사렛대학교 재활스포츠 연구소 연구교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 운동역학, 동작분석, 경기력 향상 등이다.

주소: 충청남도 천안시 쌍용동 456번지 나사렛대학교 재활복지융합연구원