

한국형 봅슬레이화 개발을 위한 구간 시간과 족저압력 분석

박종진¹ · 김경훈² · 박승범²

¹경성대학교 예술종합대학 스포츠건강학부 · ²부산경제진흥원 신발산업진흥센터 성능평가지원팀

The Analysis of Foot Pressure and Lap Time for the Development of Korean Bobsleigh Shoes

Jong-Jin Park¹ · Kyung-Hun Kim² · Seung-Bum Park²

¹Division of Sport & Health Science, College of Arts, University of Kyungsoo, Busan, Korea

²Footwear Biomechanics Team, Footwear Industrial Promotion Center, Busan Economic Promotion Agency, Busan, Korea

Received 30 October 2015; Received in revised form 14 December 2015; Accepted 25 December 2015

ABSTRACT

Objective : A study and development of Korean Bobsleigh athletes's shoe which considers their physical condition has yet to be completed. So this study examines the effects of running shoes used by athletes based on plantar pressure and sprint time in order to provide raw data for the development of bobsleigh shoes suitable for Koreans.

Method : The study selected seven bobsleigh athletes as subjects and selected three pairs of spiked running shoes from three companies, which will be referred to as Company N (Type A), Company A (Type B), and Company M (Type C). To analyze sprint time and plantar pressure for each shoe, the subject of the study were instructed to wear the selected shoes and to drag a sled at maximum sprint for 15 meters for 15 meters for in each condition that would be in real bobsleigh competitions.

Results : The average sprint intervals for each athlete in each pair of shoes revealed Type C produce the fastest sprint in the order of Type C < Type A < Type B. Shoe Type C also had the largest contact area in order of Type C > Type B > Type A ($p < .01$). None of the three shoe types seem to yield a distinct advantage in terms of maximum average pressure or maximum pressure.

Conclusion : In the future, functional analysis should be carried out by comparing the material properties, hardness, and toe spring of shoes based on the Type C shoe from Company M in order to develop bobsleigh shoes suitable for Koreans.

Keywords : Bobsleigh, Pedar-X System, Foot pressure, Lap time, shoes

1. 서 론

봅슬레이는 루지, 스킨레톤과 흡사한 경기로서 1/1000초 차이에 의해 승패가 나뉘는 가장 빠른 동계 스포츠 중의 하나이다(Dabnichki, 2015), 썰매 조종수(pilot), 썰매운전 기술, 경기장의 얼음 상태, 활주 시 발생하는 진동, 썰매의 설계 및

구조 등 다양한 변수가 경기 결과에 영향을 미칠 수 있는 경기이다(Zaeh & Gebhard, 2006). 봅슬레이는 경기는 3구간으로 구분되어 있는데, 출발과 달리기 구간, 주행 구간 그리고 종료 구간이다(Dabnichki & Avital, 2006). 그중 출발과 달리기 구간은 출발선에서 준비 자세를 갖춘 후 출발 신호가 울리면 60초 이내에 썰매를 밀며 출발하여 전방을 향해 달리는 구간이며, 국가별 트랙 스타트 구간 조건에 따라 최대 55 m를 썰매를 밀며 전속력으로 달려야 한다. 보통 60초 동안의 경기 시간 중 출발과 달리기 구간은 6초 이내에 끝나지만, 이 구간 역시 경기 성적에 중요한 영향을 미치게 된다(Lee, 2013; Sabbioni, Melzi, Cheli & Braghin, 2016). 넓은 측면에

Corresponding Author : Seung-Bum Park
Footwear Biomechanics Team, Footwear Industrial Promotion Center,
Busan Economic Promotion Agency, 14-55, 382-ro Noksan industrial
complex, Kangseo-Gu, Busan, Korea
Tel : +82-51-979-1800 / Fax : +82-51-979-1729
E-mail : sbpark@shoenet.org
본 논문은 문화체육관광부의 스포츠 산업기술 개발사업에 의해 국민체육진흥
공간의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었음(과제번호 : 2014-스포츠5)

서 본다면 0.01초의 출발 시간 단축은 대략 총 기록의 0.03초의 기록 단축으로 이어지며, 이는 전체 성적에 있어서 대단히 중요한 영향을 미치게 된다(Dabnichki & Avital, 2006; Smith, Kivi, Camus, Pickels & Sands, 2007; Wacker, Erdman, Nickel & Johnson, 2007).

봅슬레이의 출발과 달리기 구간은 상지의 기능은 다르지만 단거리 육상의 달리기 동작과 유사하며, 이러한 봅슬레이의 종목 특성상 봅슬레이를 선택하는 선수들도 폭발적인 파워가 요구되는 역도, 투척, 럭비 등의 선수출신들이 많은 실정이다(Lee, 2013). Goldmann, Sanno, Willwacher, Heinrich와 Brüggemann(1992), Shin과 Park(2003)에 의하면 100 m 달리기와 같은 단거리 달리기 역시 스타트가 경기의 승패를 좌우하는 중요한 구간이며, 특히 100분의 1초 단위로 순위가 결정되는 경기에서는 빠르고 힘찬 스타트가 필수적이라고 보고하였다. 육상 단거리 종목에 있어서 빠른 스타트를 통한 기록 단축의 중요성 때문에 트레이닝 방법 및 특정 근육의 파워와 기록과의 상관성에 관련된 많은 선행 연구들이 있으며(Wilson & Murphy, 1996; Choi & Lee, 2000; Hennessy & Kilty, 2001; Lee, Oh, Hur, Hong & Park, 2010; Yang, 2014), 출발동작에 따른 운동역학적 메커니즘을 규명하여 이에 따른 효과적이고, 효율적인 달리기 자세 및 스타팅 블록의 이용방법에 관한 연구들이 있다(Chelly & Denis, 2001; Shin, Park, Park, Kim, Kwon, Choi & Lim, 2004; Peharec & Bacic, 2007; Peharec & Bacic, 2007).

봅슬레이와 직접적으로 관련된 선행연구들을 살펴보면 봅슬레이는 썰매를 사용하는 종목이기 때문에 봅슬레이 썰매의 조종, 디자인, 공기역학적 변인과 봅슬레이 기록에 영향을 미칠 수 있는 환경 변인 등에 관한 연구들(Briiggemann, Morloc & Zatsiorsky, 1997; Dabnichki, Motallebim & Avital, 2004; Dabnichki & Avital, 2006; Lewis 2006; Brahhin, Cheli, Donzelli, Melzi & Sabbioni, 2011)이 주로 연구되어져 왔다. 봅슬레이 썰매와 관련되지 않은 이외의 연구들로는 봅슬레이 경기력 향상을 위한 조종수의 트레이닝 시뮬레이션에 관한 연구, 전기 뇌파 자극요법을 적용하여 출발구간에서의 순발력 향상에 기여하기 위한 연구, 썰매를 끄는 선수들의 체격 조건에 관한 연구, 봅슬레이 동작패턴을 위한 봅슬레이 선수들의 체력요인 관한 연구와 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 봅슬레이 선수들의 전 유각기에서의 상호작용에 관한 연구, 스타트 동작 시 가해지는 힘에 대한 측정모듈을 개발하기 위한 연구들이(Leonardi, Komor & Dal Monte 1985; Roche, Turnock & Wright, 2008; Kim, Kim, Moom & Kwon, 2013)

이루어졌다. 그러나 봅슬레이 경기는 출발 지점부터 종료 지점까지 바닥이 미끄러운 얼음 바닥위에서 경기를 치러야 하는 특수한 환경적 제약이 있다. Perkins(1978)의 보고에 의하면 보행 중 미끄러질 때 두 가지 다른 방향의 미끄럼 저항이 발생한다고 보고 하였다. 먼저 초기 접지기 시 발의 뒤꿈치에 의하여 발 뒷부분에서 앞쪽방향으로의 미끄럼 현상이 발생하며, 전 유각기 시에는 발 앞꿈치에 의해 뒤쪽 방향으로 미끄럼 현상이 발생한다고 하였다. Park(2013)은 미끄러움은 미끄러질 때의 각 조건들이 구현되어져야만 발생하며, 이러한 조건들은 접촉시간, 수직하중의 증가율, 발의 각도, 신발에 가해지는 힘의 위치, 수직하중 및 미끄럼 속도, 마찰 저항 등 다양한 변인들이 포함된다. 이에 봅슬레이 선수들은 미끄러운 바닥에 대한 신발의 저항을 발생시키기 위하여 바닥에 핀이 255개나 박혀있는 스프린트형의 스파이크화를 신고 경기에 임하고 있으며, 출발과 달리기 구간에서 빠른 스피드를 내기 위해 주로 전족 착지형태의 운동을 수행하고 있다. 신발 전족부의 적절한 각도 변화 역시 앞으로의 전진을 용이하게 하여 궁극적으로 선수들의 경기력을 향상시킨다(Hunter, Marshall, & McNair, 2005; Goldmann, Sanno, Willwacher, Heinrich & Brüggemann, 2011).

봅슬레이 선수가 신는 봅슬레이 전용신발은 출발과 달리기 구간 시에 선수가 390 kg에 달하는 고 중량의 봅슬레이 썰매를 두 손으로 잡고 밀면서 발이 얼음으로 된 봅슬레이 경기장 지면위에서 미끄러지지 않고 폭발적인 파워를 발휘해야 하는 조건에 부합해야 한다. 그러나 봅슬레이 경기력 향상을 위한 출발과 달리기 구간의 중요성에도 불구하고 다른 장비들에 비하여 국내 선수에 맞는 봅슬레이 신발이 개발되지 않고 있는 실정이며, 봅슬레이 전용 신발을 생산하는 기업이 전무한 탓에 선수들은 전용신발이 아닌 단거리 육상용 스파이크화를 신고 스타트 훈련을 하고 있는 실정이다. 한국 봅슬레이 선수들의 경기력 향상을 위해서는 활동 목적과 특성에 맞는 신발 선택이 이루어져야 하며, 봅슬레이 전용 신발 개발 시에는 그에 적합한 측정과 검증 및 평가를 거친 후 적용되어야 한다. 그러나 아직까지 국내에서는 한국 선수들의 신체 조건과 봅슬레이에 적합한 신발 개발 및 연구에 대해서는 아직 미비한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 선수들이 실제 봅슬레이 스타트 동작 연습 시 사용하는 단거리 육상화를 기반으로 출발과 달리기 구간 기록과 족저압력에 미치는 영향을 구명함으로써 한국인들에게 적합한 봅슬레이 전용 신발을 개발하는 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구에 참여한 대상자는 본 연구의 취지와 방법에 대한 설명을 들은 뒤 자발적으로 참여한 강원도 봅슬레이·스켈레톤 경기연맹 및 S 고등학교에 소속된 봅슬레이 선수 7명으로 구성되었다. 연구대상자들은 현 봅슬레이 선수(강원도청, 서울 B·S연맹, 국군체육부대 소속) 및 매년 관련 경기 참가 등 동계 올림픽 참가경력을 보유한 피험자들이었으며, 요추 및 하지의 근 골격계 질환 징후 그리고 상해 경험이 없고, 발의 형태학적 변형이 없는 신체 건강한 선수들이었다. 대상자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Subject information (N: 7)

Items	M±SD)
Age(yrs)	22.71±4.61
Weight(kg)	86.57±13.62
Height(cm)	179.14±5.08
Foot length(mm)	268.57±6.27

2. 실험방법

강원도 평창 알펜시아 봅슬레이 스타트 트랙 경기장에서 일반 연습 시와 동일한 조건에서 실험을 실시하였다. 대상자들에게 측정용 앞서 족저압력 측정 장비를 착용한 상태에서

충분한 몸 풀기를 실시하게 한 후 적응기를 제공하기 위하여 충분한 사전 반복 숙달 시간을 제공하였다.

본 측정 시에는 대상자들이 신발의 종류를 알 수 없도록 신발의 외피를 최대한 보이지 않도록 처리 하였으며, 각 신발별로 랜덤(random)하게 배치하였다. 대상자는 봅슬레이 스타트 트랙 경기장에서 실제 경기 시 규정화 되어 있는 스타트 동작과 동일한 조건으로 출발과 동시에 15 m 지점까지 최대 전력 질주로 썰매를 끌도록 하였다. 측정 장비에 따른 데이터의 동조를 위해 실험 시 디지털 왕복 달리기 측정과 족저압력 측정을 동시에 실시하여 데이터를 수집하였다.

총 실험은 각각의 신발별로 동일하게 총 3회 반복하여 수행하였으며 스타트 동작에 대한 누적된 피로를 제거하기 위해 각 실험 간에 최소 5분 이상의 충분한 휴식을 취하도록 하였다(Figure 1). 현재 봅슬레이 스타트 동작 연습 시 국내 선수에 최적화된 신발이 개발되지 못하고 있어, 선수들은 봅슬레이 전용 신발이 아닌 단거리 육상 스파이크화를 신고 스타트 훈련을 실시하고 있다. 그러므로 본 연구에 사용된 신발은 실제 봅슬레이 선수들이 스타트 훈련 시 사용하는 단거리 육상용 스파이크화로 실시하였으며, 스파이크 핀(Pin)의 위치 및 전족부 각도(toe angle)가 다른 Type A(N사), Type B(A사), Type C(M사)의 신발 총 3종을 선정하였다. 스파이크 핀의 길이에 따른 변인을 제거하기 위하여 8 mm 동일한 핀을 장착 후 실험을 실시하였다(Figure 2).



Figure 1. Experimental environment and scene

2) 측정 도구

(1) 족저압력 측정

족저압력은 Pedar-X system(Germany, Novel)의 프로그램을 활용하여 처리하였다. 데이터 수집 시 샘플링 프리퀀시를 100 Hz로 하여 출발지점에서 출발하여 봅슬레이 썰매를 끌며 15 m 지점까지의 전력질주 시 양발에서의 평균값 데이터를 수집하였다. 족저압력 데이터값은 발전체의 접촉면적(contact Area), 최대평균압력(maximum mean pressure), 최대압력(peak pressure)을 산출하였으며, 연구대상자는 각각의 단거리 육상용 스파이크화별로 3회 반복 측정하여 그 평균값을 채택하였다(Figure 3).

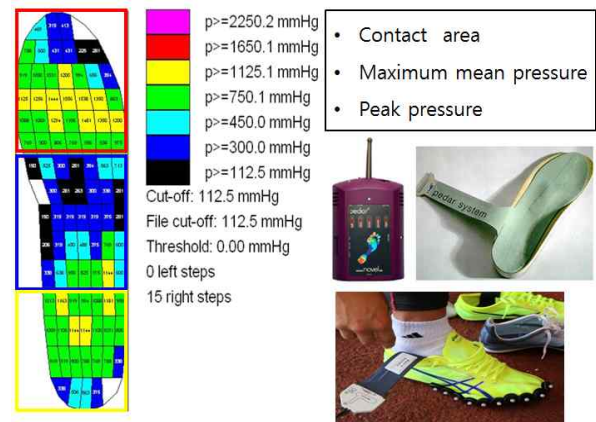


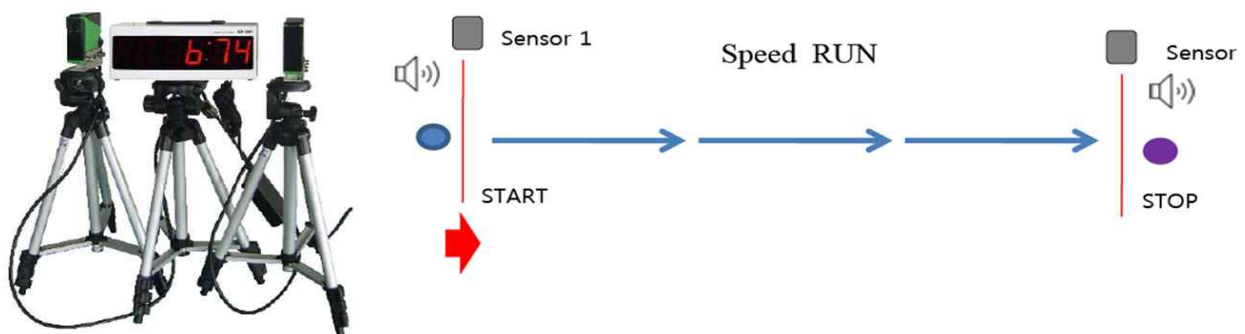
Figure 3. The division of plantar region



Figure 2. Spike shoes model

(2) 구간속도 측정

구간속도 측정은 디지털 왕복 달리기 측정기(SR-500SP, Korea, Seedtech)를 이용하여 측정하였고, 빔 센서를 통한 물체 인식 감지방법을 사용하여 대상자들이 자발적으로 출발지점에서 출발하도록 하였다. 연구대상자들은 출발지점에서 출발하여 봅슬레이 썰매를 끌며 15 m 지점까지 전력질주 하였으며, 본 연구에서는 출발지점에서 15 m 지점까지의 구간소요시간을 측정하였다. 연구대상자들은 각각의 단거리 육상용 스파이크화별로 3회 반복 측정하였으며 그 평균값을 채택하였다(Figure 4).



Technical Specifications SR – 500SP



Figure 4. Digital run time measuring equipment

4. 자료처리

측정된 자료는 PASW for windows(Ver. 19)를 이용하여 각각의 단거리 육상용 스파이크화별로 접촉면적, 평균족저압력, 최대족저압력, 구간속도를 비교하기 위해 일원변량분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였고, 사후검증으로 Turkey를 사용하였으며, 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

1. 구간속도

각각의 단거리 육상용 스파이크화별로 출발지점에서 출발하여 썰매를 끌며 15 m 지점까지의 전력질주 구간 소요 시간을 측정한 결과 Type A는 3.55 ± 0.17 sec, Type B는 3.62 ± 0.19 sec, Type C는 3.52 ± 0.16 sec로 통계학적으로 유의미한 차이는 보이지 않았다(Table 2, Figure 5).

Table 2. Result of lap time of each shoes (unit : sec)

Shoe Type			p
A	B	C	
3.55 ± 0.17	3.62 ± 0.19	3.52 ± 0.16	0.18
Mean±SD			

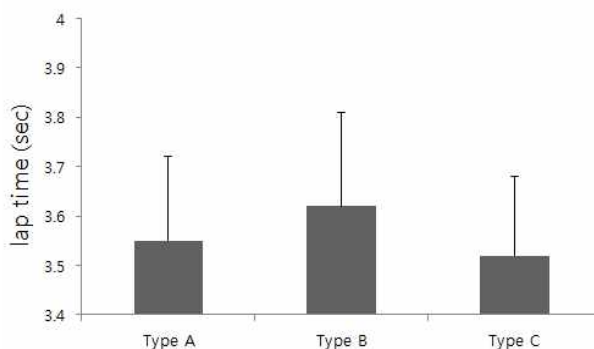


Figure 5. Lap time from start line to 15 meters

2. 족저압력

1) 접촉면적

Pedar-X system 프로그램을 활용하여 각각의 단거리 육상용 스파이크화별로 출발지점에서 출발하여 썰매를 끌며 15 m 지점까지의 전력질주 시의 족저압력 중 접촉면적을 분석한 결과 <Table 3>과 같은 결과를 얻었다. 왼쪽 발의 경우

Table 3. Result of contact area of each shoes (unit: cm²)

	Shoe Type			p
	A	B	C	
Left	112.64 ± 13.02	120.34 ± 7.63	127.15 ± 13.15	0.01**
Right	104.48 ± 13.93	110.64 ± 10.83	119.24 ± 13.09	0.01**

Mean±SD, ** $p<0.01$

Table 4. Result of maximum mean pressure of each shoes (unit: kPa)

	Shoe Type			p
	A	B	C	
Left	152.84 ± 17.03	157.00 ± 15.80	146.57 ± 27.25	0.26
Right	168.81 ± 15.37	170.32 ± 13.83	165.22 ± 13.40	0.51

Mean±SD

Table 5. Result of peak pressure of each shoes (unit: kPa)

	Shoe Type			p
	A	B	C	
Left	608.99 ± 57.29	616.07 ± 38.10	593.43 ± 99.19	0.56
Right	596.71 ± 62.95	610.74 ± 40.37	603.82 ± 45.68	0.45

Mean±SD

Type A는 112.64 ± 13.02 cm², Type B는 120.34 ± 7.63 cm², Type C는 127.15 ± 13.15 cm²로 통계학적으로 유의미한 차이가 있었다($p<0.01$). Turkey를 이용한 사후검정 결과 Type A < Type C 사이에 통계학적으로 유의미한 차이가 있었다.

오른쪽 발의 경우에도 Type A는 104.48 ± 13.93 cm², Type B는 110.64 ± 10.83 cm², Type C는 119.24 ± 13.09 cm²로 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다($p<0.01$). Turkey를 이용한 사후검정 결과 Type A < Type C 사이에 통계학적으로 유의미한 차이를 보임으로써 왼쪽과 오른쪽에서 유사한 결과가 나타났다 (Figure 6).

2) 최대평균압력

Pedar-X system 프로그램을 활용하여 각각의 단거리 육상용 스파이크화별로 출발지점에서 출발하여 썰매를 끌며 15 m 지점까지의 전력질주 시의 족저압력 중 최대평균압력을

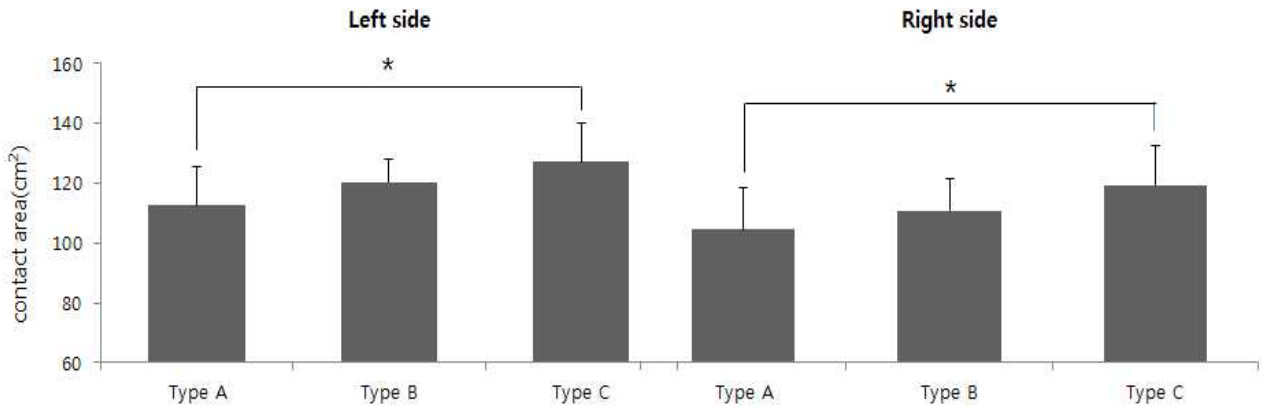


Figure 6. Contact area from start line to 15 meters

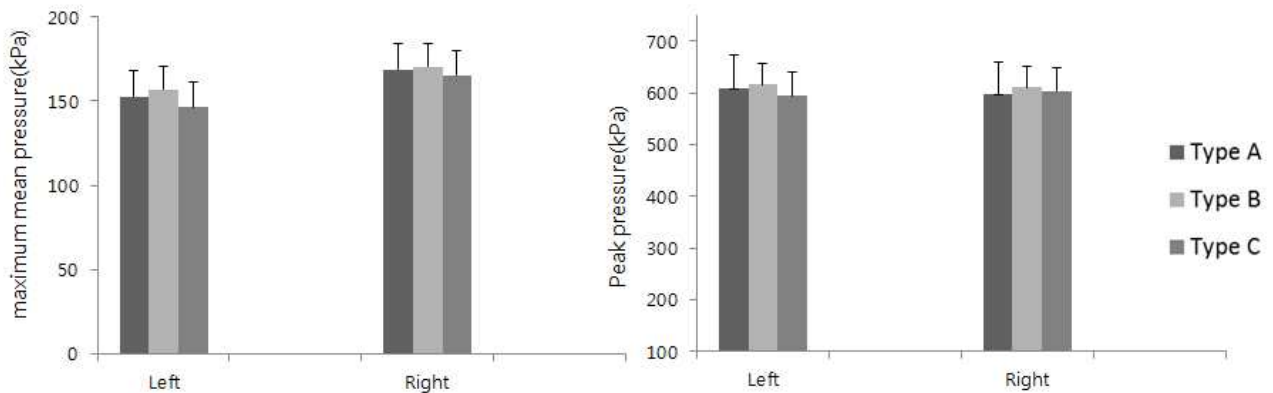


Figure 7. Maximum mean pressure and peak pressure from start line to 15 meters

측정 분석한 <Table 4>과 같은 결과를 얻었다.

왼쪽 발의 경우 Type A는 152.84±17.03 kPa, Type B는 157.00±15.80 kPa, Type C는 146.57±27.25 kPa으로 통계학적으로 유의미한 차이는 없었다. 오른쪽 발의 경우도 Type A는 168.81±15.37 kPa, Type B는 170.32±13.83 kPa, Type C는 165.22±13.40 kPa으로 왼쪽과 마찬가지로 통계학적으로 유의미한 차이는 없었다(Figure 7).

3) 최대압력

Pedar-X system 프로그램을 활용하여 각각의 단거리 육상용 스파이크화별로 출발지점에서 출발하여 썰매를 끌며 15 m 지점까지의 전력질주 시의 족저압력 중 최대압력을 분석한 <Table 5>와 같은 결과를 얻었다.

왼쪽 발의 경우 Type A는 608.99±57.29 kPa, Type B는 616.07±38.10 kPa, Type C는 593.43±99.19 kPa로 통계학적으로 유의미한 차이는 없었다. 오른쪽 발의 경우에도 Type A는 596.71±62.95 kPa, Type B는 610.74±40.37 kPa, Type C는

603.82±45.68 kPa로 왼쪽과 마찬가지로 통계학적으로 유의미한 차이는 없었다(Figure 7).

IV. 논 의

본 연구에서는 한국인에게 적합한 뽀슬레이 전용 신발을 개발을 위한 기초 자료를 제공하고자 선수들이 현재 사용하는 단거리 육상용 스파이크화를 착용하고, 실제 연습 시와 동일한 환경에서 스타트 구간에서의 각 신발별 족저압력과 스타트 구간 기록에 미치는 영향에 대하여 알아보았다.

걷는다는 것은 신체가 한 장소에서 다른 장소로 이동하는 것을 의미하며, 걷기 위해서는 신경계와 근골격계 등이 종합적으로 사용되는 복잡한 과정으로, 한 지점이 입각기의 안정 상태를 유지하는 동안 다른 지점이 몸을 앞으로 나아가게 하는 연속적이고 반복적인 동작이다(Bae, 2005; Jung, 2009; Perry & Burnfield, 2010; Formento, Acevedo, Ghousayni &

Ewins, 2014). 정상적인 보행 패턴은 외부 환경이나 조건이 변화함에 따라 의식적이든 무의식적이든 지면에 반응하여 나타나게 되어있으며 그런 변화를 나타나게 하는 요인들에는 불안정한 지면, 장애물, 계단, 미끄러움 등 다양하게 존재하며, 그에 따른 다양한 연구들이 있어 왔다(Park, An & Lee, 2006; Kim, Hwangbo, Lee & Lee, 2010; Soma, Nakae, Abiko, Shimamura, Uematsu, & Kawama, 2011; Kim, Lee, Han & Ha, 2013; Igawa & Katsuhira, 2014). 인간의 걷기와 미끄러움에 관한 많은 선행연구들 중(Grady, Pavol, Owings & Grabiner, 2000; Blentley & Haslam, 2001; Moyer, Chambers, Redfern & Cham, 2006; Fong, Mao & Li, 2008; Parijat & Lockhart, 2008), Perkins(1978)과 Worobets 과 Stefanyshyn(2012)는 보행주기 중 미끄러움 발생 시점에 있어서 초기 접지기 시 발의 뒤꿈치 부분에서 발생하며, 전 유각기 시 앞꿈치 부분에서 미끄러움이 발생한다고 하였다. Park(2013)은 미끄러움에 대한 조건들을 제시 하였는데 여기에는 신발에 가해지는 힘의 위치, 수직하중 및 미끄러움 속도, 마찰 저항 등이 포함된다고 하였다. 특히 마찰력은 물체와 물체의 접촉면 사이에서 물체의 운동을 방해하는 힘을 말하며, 물체의 이동하는 힘과 반대로 작용하는 현상으로 정의 될수 있다. 또한 운동 마찰력은 속력과는 거의 무관하고, 바닥면이 물체를 떠받치는 힘인 수직하중에 비례한다(Kim, Lee & Lee, 2010). Lee(2013)는 미끄러움은 신발과 바닥 사이에 마찰력이 낮을 때 발생하며, 미끄러운 지면에서는 신발바닥(shoe sole)과 바닥표면(floor surface)의 압착(squeezing)이 중요하다고 보고하였다. 1200~1300 m의 봅슬레이 경기 트랙은 전체 구간이 인공 얼음으로 덮여져 있으며, 이중 봅슬레이 선수들은 출발과 달리기 구간 약 30 m를 무거운 봅슬레이 썰매를 끌며 전력질주를 해야 한다. 봅슬레이 경기력 향상을 위해서는 그만큼 바닥과 신발의 미끄러움을 방지하고 순발력을 향상시켜 경기의 효율을 높일 수 있도록 해야 한다. 이런 출발과 달리기 구간에서의 미끄러움을 방지하고 순발력을 향상시키기 위하여 한국 봅슬레이 선수들은 육상용 스파이크화 착용하고 경기에 임하고 있다. Shin(1997)의 연구에 의하면 단위 면적당 가해진 압력은 힘이 작용된 면적전체에 가해진 힘의 비율이며, 같은 힘이 보다 넓은 면적에 가해진다면 단위 면적당 압력은 더 낮아질 것이라고 보고하였다. 본 연구에서는 각각의 육상용 스파이크화별로 족저압력의 접촉면적을 분석 한 결과 왼쪽, 오른쪽 신발 모두 Type C의 신발에서 가장 넓은 접촉면적 가지는 것으로 나타났으며, 특히 Type A와 C에서 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다($p < .01$). 또한 통계학적으로 유의미한 차이는 보이지 않았지만, 출발지점에서 출발하여 썰매를 끌며 15 m 지점까지의 전력질주 구간 소요 시간을 측

정한 결과 Type C 신발이 Type A, Type B에 비하여 구간 기록이 단축되는 경향을 나타냈다. 본 연구에서는 스파이크 핀(Pin)의 위치와 전족부 각도(toe angle)가 다른 3족의 단거리 스파이크화를 선택했다. 이러한 변인들이 영향을 미칠 수도 있었지만, Type C 신발이 Type A, Type B에 비하여 발바닥 전체 접촉면적을 넓힘으로써 신발 바닥(shoe sole)과 바닥표면(floor surface)의 압착(squeezing)을 높인 결과로 출발과 달리기 구간에서의 시간 단축이 나타났다고 생각되어 진다.

족저압력은 발에서부터 시작된 지면에 대한 압력이며, 족저압력은 발의 특정 부분에 가해지는 압력의 분포와 충격량이다(Lee & Bae, 2009; Park, Kim & Kim, 2009). 그러므로 사람이 걸어서 이동할 때에는 발이 지면에 닿는 때 순간마다 체중의 1~1.2배의 반복적인 충격이 발생하며, 주행 시에는 2~3배의 충격이 반복적인 충격이 발생한다(Nigg, 1986). 족저압력은 질병, 신체 질량지수의 변화 또는 무게중심의 변화 등 다양한 요인들에 의해 변화될 수 있다(Birrel, Hooper & Haslam, 2007; Han, Koo, Jung, Kim & Lee, 2011; Jung, Lee, Hwangbo, Han, Kim & Lee, 2011). 신발의 형태에 따라서는 신발이 족저압력에 미칠 수 있는 요인들에는 신발의 크기, 신발의 굽 높이, 신발의 용도와 형태 따른 깔창(inside)과 아웃솔의 형태 및 재질 등 다양한 요인들이 있다(Ji, Kim, Hong, Lee, Lee & Park, 2004; Kim, Kim & Chae 2007; Kim, 2008). 또한 선행연구에서는 보행이나 달리기 시 발에 가해진 압력의 증가는 충격량의 증가와 관련이 있으며, 이는 발의 피로와 관련이 있을 것이라고 하였다. Kim(2008)의 연구에 의하면 신발의 크기를 달리한 보행과 달리기 시 나타나는 족저압력, 하지 근 피로도를 규명하는 연구에서 큰 신발을 착용하였을 시 족저압력이 증가하며, 이에 따라 하지의 근 피로도가 증가한다고 보고하였다. 또한 보행 시 키 높이 깔창의 높이와 재질의 차이에 의한 족저압력에 관한 연구에서도 3 cm, 5 cm의 깔창 높이가 가장 낮은 족저압력을 보였으며, 이에 따라 깔창을 사용하면 발의 피로를 줄이기 위해서는 3 cm, 5 cm의 키 높이 깔창을 권장하였다(Lee, Kim, Jung, Han & Park, 2011). 운동선수들에게 신발이란 선수들의 평상시 훈련이나 경기 중에 발생하는 발 피로도와 연관이 있으며, 이는 훈련의 질과 양 그리고 경기력에 영향을 미칠 수 있다. 본 연구에서는 각각의 육상용 스파이크화별로 족저압력의 최대압력평균을 분석 한 결과, 양발 모두 Type C가 Type A와 B에 비하여 최대평균압력이 낮은 경향을 보였으나, 통계학적으로 유의미한 차이가 없었다. 또한 최대족저압력에서도 각각의 신발별로 통계학적으로 유의미한 차이를 보이지 않았으며, 왼쪽과 오른쪽에서 서로 다른 경향을 나타냈다. 이러한 결과를 보이는 이유는 세계적인 신발

개발 및 생산 기업인 Type A의 N사, Type B의 A사, Type C의 M사가 최적의 단거리 육상용 스파이크화를 개발하기 위한 연구에서 비롯된 결과로 3족의 신발에서 큰 차이를 보이지 않은 것으로 판단된다.

이상의 결과로 정리해 보면 현재 M사의 Type C 신발을 신고 스타트 동작을 하였을 때 가장 넓은 접촉 면적을 나타냈으며, 가장 빠른 스타트 기록이 측정되었다. 추후 한국인에게 적합한 봅슬레이화 개발을 위해서는 M사의 Type C를 기반으로 한 신발의 물성치, 경도, toe 스프링, 핀 배열 등의 비교분석을 통해 더욱 면밀한 기능성에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구는 한국인에게 적합한 봅슬레이 전용 신발을 개발하는 기초 자료를 제시하고자 한국 봅슬레이 선수들이 경기 중에 사용하는 단거리 육상용 스파이크화 3족을 선별하여 스타트 구간에서의 구간속도와 족저압력의 접촉면적, 최대평균 압력, 최대 압력을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. M사의 Type C 신발을 신고 스타트 동작을 하였을 때 가장 넓은 접촉면적을 가지며 가장 빠른 스타트 기록이 측정되었다.
2. 최대평균압력, 최대압력에서는 Type A의 N사, Type B의 A사, Type C의 M사 신발에서 큰 차이를 보이지 않았다.

추후 연구에서는 한국인에게 적합한 봅슬레이화 개발을 위하여 M사의 Type C를 기반으로 한 신발의 물성치, 경도, toe 스프링, 핀 배열 등의 비교분석을 통해 더욱 면밀한 기능성 분석 및 비교가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- Bae, S. S. (2005). Gait training strategy by CPG in PNF with Brain Injury patients. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*, 13-24.
- Birrel, S. A., Hooper, R. G., & Haslam, R. A. (2007). The effect of military load carriage on ground reaction force. *Gait & Posture*, 26, 611-614.
- Brady, R. A., Pavol, J., Owings, T. M., & Grabiner, M. D. (2000). Foot displacement but not velocity predicts the outcome of a slip induced in young subjects while walking. *Journal of biomechanics*, 33(7), 809-808.
- Brahhin, F., Cheli, F., Donzelli, M., Melzi, S., & Sabbioni, E. (2011). Multi-body model of a bobsleigh: Comparison with experimental data. *Multibody System Dynamics*, 25(2), 185-201.
- Blentley, T. A., & Haslam, R. A. (2001). Identification of risk factors and counter measures for slip, and fall accidents during the delivery of mail. *Applied Ergonomics*, 3(2), 127-134.
- Brüggemann, G. P., Morloc, M., & Zatsiorsky, V. M. (1997). Analysis of the bobsled and men's~ uge events at the XVII olympic winter games in lillehammer. *Applied Biomechanics*, 13, 78-108.
- Chelly, S. M., & Denis. C. (2001). Leg power and hopping stiffness; relationship with sprint running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 326-333.
- Choi, J. Y., & Lee, S. G. (2000). Effects of power and strength properties of lower limb on sprint abilities. *The Korean Journal of Sports Science*, 9(1), 585-593.
- Čupriks, L., Rudzītis, A., Čuprika, A., & Žilinskis, L. (2015). The affect of the cranial elektrotherapy on the dynamic parameters of movements. *Proceedings of the International Scientific Conference*, 3, 498-508.
- Dabnichki P., Motallebim, F., & Avital, E. (2004). Advanced bobsleigh design. Part 2: Aerodynamic modifications to a two-man bobsleigh. *Journal of Materials Design and Applications*, 218, 139-144.
- Dabnichki P., & Avital E. (2006). Influence of the position of crew members on aerodynamics performance of two-man bobsleigh. *Journal of Biomechanics*, 39, 2733-2742.
- Dabnichki P. (2015). Bobsleigh performance characteristics for winning design. *Procedia Engineering*, 112, 436-442.
- Fong, D. T. P., Mao, D. W., & Li, J. X. (2008). Greater toe grip and gentler heel strike are the strategies to adapt to slippery surface. *Journal of biomechanics*, 41(4), 838-844.
- Formento, F. C., Acevedo, R., Ghousayni, S., & Ewins, D. (2014). Gait event detection during stair walking using a rate gyroscope. *Sensors*, 14, 5470-5485.
- Goldmann, J. P., Sanno, M., Willwacher, S., Heinrich, K., & Brüggemann, G. P. (2011). Effects of increased toe flexor muscle strength to foot and ankle function in walking, running and jumping. *Footwear Science*, 3, 59-60.
- Guissard, N. C., Duchateau, J. T., & Hainaut, K. N. (1992). EMG and mechanical changes during sprint starts at different front block obliquities. *Journal of Sports Science Medicine*, 17(1), 17-26.
- Han, J. T., Koo, H. M., Jung, J. M., Kim, E. J., & Lee, J. H. (2011). Differences in plantar foot pressure and COP between flat

- and normal feet during walking. *Journal of Physical Therapy Science*, 23(4), 683-685.
- Hennessy, L., & Kilty, J. (2001). Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 326-331.
- Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J. (2005). Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. *Journal of Applied Biomechanics*, 21, 31-43.
- Jung, H. S. (2009). *A Study of Muscle Activities and Gait Analysis Between Young Adults and Elderly People According to Gait Speed in Level Walking*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Daegu University.
- Jung, J. M., Lee, S. Y., Hwangbo, G., Han, J. T., Kim, C. Y., & Lee, E. H. (2011). Plantar foot pressure distribution of middle-aged obese women while walking over obstacles of different heights. *Journal of Physical Therapy Science*, 23(5), 725-728.
- Kelly, A., & Hubbard, M. (2000). Design and construction of a bobsled driver training simulator. *Sports Engineering*, 3(1), 13-24.
- Kim, E. J., Hwangbo, G., Lee, S. Y. & Lee, M. H. (2010). The effects of gait component and muscular activity on unstable surface balance training in stroke patients. *Journal of Rehabilitation Research*, 14(4), 329-346
- Kim, M. T., Lee, S. S., & Lee, C. K. (2010). Estimation of drag factors between roadway surface and human body. *Intelligent Transportation Systems*, 9(6), 54-62.
- Kim, S. R., Kim, U. R., Moom, D. A., & Kwon, T. K. (2013). Basal physical fitness evaluation to develop motion algorithm of bobsleigh simulator for improving performance. *The Korean Society of Mechanical Engineers*, 3878-3880.
- Kim, T. H. (2008). Effect of shoe size on foot pressure, ground reaction force, and fatigue during walking and running. *Korean Research Society of Physical Therapy*, 15(1), 1-11.
- Kim, Y. J., Ji, J. G., Kim, J. T., Hong, J. H., Lee, J. S., Lee, H. S., & Park, S. B. (2004). A comparison study for mask plantar pressure measures to the difference of shoes in 20 female. *Journal of Sport Biomechanics*, 14(3), 83-98.
- Kim, Y. J., & Chae, W. S. (2007). The plantar pressure comparison between curved rear balance shoes and normal shoes. *Journal of Sport Biomechanics*, 17(3), 173-180.
- Kim, Y. M., Lee, S. Y., Han, J. T. & Ha, K. J. (2013). Kinematic analysis of head and trunk of elderly subjects during climbing of stairs and a ramp. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(4), 441-444.
- Lee, A. Y. (2013). *Relationship between Muscle Power and Starting Speed in Bobsleigh Athletes*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Korea National Sport University.
- Lee, E. Y. (2013). *Biomechanical Evaluations of Non-slip Elderly Shoes*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Kookmin University.
- Lee, J. S., Kim, D. H., Jung, B. W., Han, D. W., & Park, M. D. (2011). Effects of the height and the quality of the material of popular heel-up insole on the mean plantar foot pressure during walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 21(4), 479-486.
- Lee, S. Y., & Bae, S. S. (2009). The studies on the foot stability and kinesiology by direction of carry a load during gait. *The Korean Society of Physical Therapy*, 21(2), 97-101.
- Lee, S., Kim, T., Lee, S., Kil, S., & Hong, S. (2015). Development of force measurement system of bobsled for practice of push-off phase. *Journal of Sports Engineering and Technology*, 192-198.
- Lee, W. B., Oh, S. I., Hur, S., Hong, K. Y., & Park, K. M. (2010). Effect of complex training on anaerobic capacity and isokinetic strength in women sprinter. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 42, 927-935.
- Leonardi, L. M., Komor, A., & Dal Monte, A. (1985). An interactive computer simulation of bobsled push-off phase with a multimember crew. *Biomechanics X*, 761-766.
- Lewis, O. (2006). *Aerodynamics Analysis of a 2-Man Bobsleigh*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Delft University of Technology.
- Moyer, B. E., Chambers, A. J., Redfern, M. S., & Cham, R. (2006). Gait parameters as predictors of slip severity in younger and older adults. *Ergonomics*, 49(4), 329-343.
- Nigg, B. M. (1986). *Biomechanics of Running Shoes*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Osis, S. T., Worobets, J. T., & Stefanyshyn, D. J. (2012). Early heelstrike kinetics are indicative of slip potential during walking over a contaminated surface. *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 54(1), 5-13.
- Park, S. J., Kim, M. H., & Kim J. S. (2009). Changes of relative impulse of foot on carrying 5 types of schoolbag during level walking. *The Korean Society of Physical Therapy*, 21(3), 61-68.
- Parijat, P., & Lockhart, T. E. (2008). Effects of quadriceps fatigue on the biomechanics of gait and slip propensity. *Gait & Posture*, 28(4), 568-573.
- Park, J. S. (2013). *The Effect of Biomechanical Parameters on the Measurement of Slip Resistance of a Walking Floor*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Kyunghee University.
- Park, K. R., An, S. Y., & Lee, K. K. (2006). Effects of 12-week wearing of the unstable shoes on the standing posture and gait mechanics. *Journal of Sport Biomechanics*, 16(3), 165-172.
- Peharec, S., & Bacic, P. (2007). The sprint: biomechanical analysis of

- kinematic, dynamic and electromyography parameters. *New Studies in Athletics*, 22, 322-338.
- Perkins, P. J. (1978). Measurement of slip between shoe and ground during walking, In : Anderson C, Senne J, editors. *Walkway Surfaces : Measurement of Slip Resistance*, *American Society for Testing and Materials*, 71-87.
- Perry, J. & Burnfield, J. M. (2010). *Gait Analysis : Normal and Pathological Function, Second Edition*. New Jersey, SLACK.
- Roche, J., Turnock, S., & Wright, S. (2008). An Analysis of the Interaction Between Slider Physique and Descent Time for the Bob Skeleton. *The Engineering of Sport*, 2, 101-109.
- Sabbioni, E., Melzi, S., Cheli, F., & Braghin, F. (2016). Bobsleigh and skeleton. In *The Engineering Approach to Winter Sports*, 183-276.
- Shin, S. W. (1997). *Classification of Foot Types and Analysis for Pressure Distribution According to the Height of Heel during Walking*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Keimyung University.
- Shin, S. H., & Park, K. J. (2003). Electromyography analysis of muscles activation of lower limb for crouching start technique. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 13(2), 115-122.
- Shin, S. H., Park S. G., Park, K. J., Kim, T. W., Kwon, M. S., Choi, S. H., & Lim Y. T. (2004). Kinetic analysis of athletes in crouching start movement. *The Korean Journal of Physical Education*, 43(5), 387-395.
- Soma, M., Nakae, H., Abiko, T., Shimamura, R., Uematsu, H., & Kawama, K. (2011). Influence of a dual task while stepping over an obstacle in the fall-experienced elderly people. *Journal of Physical Therapy Science*, 23(3), 369-372.
- Igawa, T., & Katsuhira, J. (2014). Biomechanical analysis of stair descent in patients with knee osteoarthritis. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(5), 629-631.
- Wacker, M., Erdman, A., Nickel, T., & Johnson, M. G. (2007). Design, build, and test of a bobsled simulator for olympic athletes. *Journal of Medical Devices*, 1(1), 96-102.
- Wilson, G. J., & Murphy, A. J. (1996). The use of isometric tests of muscular function in athletic assessment. *Sports Medicine*, 22(1), 19-37.
- Yang, S. W. (2014). The Effect of core training on isokinetic muscle power of knee joint and lumbar joint in short-distance athlete. *International Journal of Coaching Science*, 16(2), 81-87.
- Zach, M. F., & Gebhard, P. (2006). Manufacturing of bobsled runners. In *The Engineering of Sport*, 6, 119-122.