

1 한국형 봅슬레이화 개발을 위한 스타트 기록에 따른 스프린트 스파이크의 전족부 굽힘 각도 변화 분석

3 Abstract

5 Objective: The aim of this study was to analyze the effects of the toe-spring angle bobsleigh shoe that
6 can effectively start speed lap time. So, this study is trying to develop Korea type bobsled shoes which is
7 suitable in winter environment and domestic players on the basis of sports science based on the
8 optimized biomechanical performance evaluation.

9 Method: Seven Korean bobsleigh athletes participated in this study. Three pairs of sprint spikes from
10 three companies (Type A, Type B, Type C. In order to analyze sprint lap time and bending angle of
11 forefoot for each shoe, the subjects of the study were instructed to drag a sled at maximum sprint from
12 start line to 15 meters; bending angle of fore foot and bending angle of forefoot is collected by high
13 speed camera and measurement of speed lap time equipment.

14 Results: Type B of lap time were 3.52 ± 0.17 sec, Type A was 3.55 ± 0.19 sec, Type C was 3.56 ± 0.18 sec.
15 Bending angle of forefoot were Angle 1: $6.88 \pm 5.55^\circ$, Angle 2: $9.23 \pm 6.38^\circ$, Angle 3: $15.56 \pm 5.39^\circ$,
16 Angle 4: $9.54 \pm 3.85^\circ$, Angle 5: $9.22 \pm 5.08^\circ$, Angle 6: $7.66 \pm 6.44^\circ$, Angle 7: $4.30 \pm 6.24^\circ$ ($p < .001$).
17 Bending angle of forefoot were Type A $16.47 \pm 6.01^\circ$, Type B $14.30 \pm 4.96^\circ$ and Type C $15.90 \pm 5.17^\circ$ in
18 angle 3.

19 Conclusion: To developing a prototype for Korean bobsled shoe, it is considered outsole and midsole's
20 hardness is better than soft type and hard type for reduce start lap time.

21
22 *Keywords:* Bobsleigh, Toe spring angle, High speed camera, Lap time, Shoes

25 Introduction

27 1998년 나가노 동계올림픽에서 봅슬레이 종목 우승은 프랑스가 차지하였다. 이 당시 각 국가들의 기록을 살펴보면
28 1위 프랑스 53.63 sec, 2위 독일 53.70 sec, 3위 영국 53.71 sec, 4위 미국 53.73 sec 로 총 6 km 의 봅슬레이
29 구간기록이 단 0.1초의 기록 차이 안에서 순위가 결정 되었다. 최근 열린 2014년 소치 동계올림픽 봅슬레이
30 경기결과 역시 4차 시기까지의 기록이 합산된 방식으로 순위가 결정되었지만 1위 러시아 3:40.60 sec, 2위
31 라트비아 3:40.69 sec, 3위 미국 3:40.99 sec, 4위 러시아 3:41.02 sec 로 4차 시기의 합산기록이 단 0.1초의 기록
32 안에서 메달의 색깔이 구분 되었다. 이를 통해 봅슬레이 경기는 극한의 속도와 좁은 얼음트랙에서 경쟁을 통한 시간
33 단축에 의해 승리가 판가름 나는 가장 빠른 동계 스포츠 중의 하나임을 알 수 있다(Dabnichk, 2015). 보통 60초
34 동안의 봅슬레이 경기 시간 중 속도 경쟁과 시간 단축을 위해서 봅슬레이 썰매는 평균 135 km 속도로 얼음 트랙을
35 질주 해야만 한다(Denny, 2011). 이는 선수들의 자세, 무게, 조종력, 썰매의 공기역학적 변수 등과 관련이 있으며,
36 이에 따라 이를 개선하여 기록을 단축 시키기 위한 노력들이 있어왔다(Chowdhury, Loganathan, Alam & Moria,
37 2015; Ubbens, Dwight, Sciacchitano & Timmer, 2016).

38 봅슬레이 기록 향상을 위한 최근 연구에서 봅슬레이 전체 구간 중 스타트 구간에서의 0.01초 시간단축이 약
39 0.03초의 전체 기록 단축으로 이어질 수 있다는 것에 근거하여 스타트 구간의 중요성이 부각되고 있다(Dabnichki
40 & Avital, 2006; Park, Kim & Park, 2015, Sabbioni, Melzi, Cheli & Braghin, 2016). 봅슬레이 경기에서 스타트
41 구간은 선수가 미끄러운 지면에서 협동하여 390 kg의 썰매를 끌며 약 30 m 구간에 걸쳐 전력 질주하는 구간이다.
42 즉 스타트 구간에서는 선수가 가진 폭발적인 추진력이 신발과 지면 사이에서 발생해야 기록시간 단축 및 경기력

43 향상으로 이어지는 결과를 이끌어 낼 수 있다. 스포츠의 기록 향상은 장비의 기술적 진보와 연관되어 왔는데
44 봅슬레이 역시 주행 시의 썰매, 헬멧, 장갑 외에 스타트 시의 필수 장비라 할 수 있는 신발은 선수가 가진 폭발적인
45 힘을 지면으로 발산 시킬 수 있는 중요한 장비이며 신발의 선택에 따라서 선수들의 경기력 및 기록 향상에 다양한
46 변수로 작용될 수 있다. 일반적으로 스포츠화의 선택과 개발에 있어서 전족부의 굽힘 각도(foreside bending
47 angle)는 운동 종목의 특성에 맞게끔 역학적 변인들을 고려하여 개발되어왔다. 신발에서 전족부 굽힘 각도는
48 운동선수의 런닝(running)동작이나 점프(jumping) 동작 시 말기 입각기(terminal stance)와 전-유각기(pre-
49 swing)에서 전진하는 힘의 가속력, 지면반발력(ground reaction force)과 연관 되어져 궁극적으로
50 운동수행능력(performance)과 밀접한 관계를 가지게 된다(Goldmann, Sanno, Willwacher, Heinrich &
51 Brüggemann, 2011). 전족부의 굽힘은 해부학적으로 발허리발가락관절(metatarsophalangeal joint)에서
52 나타나며, 그 움직임은 발의 내재근(foot intrinsic muscle)과 종아리 근육(calf muscles)들에 의해
53 조절되며(Goldmann, Sanno, Willwacher, Heinrich & Brüggemann, 2013), 신발에서의 전족부 굽힘 각도는
54 신발 제작 시 기본이 되는 라스트 설계(last design) 변화 및 아웃솔(outsole), 미드솔(midsole)의 두께와 경도,
55 갑피의 패턴 등에 따라 조절된다. 달리기 속도가 커지면 커질수록 전족부의 굴곡 각도가 증가해야 하지만 과도한
56 각도 증가는 인한 족저근막(plantar fasciitis)손상과 피로의 증가로 이어질 수 있으며, 과도한 제한은 지면반발력의
57 이용 효율 저하는 물론 관절 가동범위(range of motion)의 제한을 초래하여 운동수행능력을 발휘하는데 장애가 될
58 수 있다. 또한 아웃솔과 미드솔의 두께는 신발의 안락함과 무게에 영향을 미칠 수 있으며, 이에 따라서 육상의 각
59 종목에 따라서 신발의 아웃솔과 미드솔의 두께와 경도를 달리하고 있다(Kwak, Mok & Kown, 2005; Kim, Cho,
60 Lee & Park, 2009).

61 봅슬레이 스타트 시 경기력 및 기록 향상을 위한 적합한 신발은 스타트 동작 특성상 지면을 박차고 나가는 힘을
62 극대화 할 수 있도록 신발의 무게는 줄이고 지면의 반발력을 고려하여, 바닥은 딱딱하면서도 탄성이 높은 구조로 된
63 형태의 기능성 봅슬레이 신발이 필요하다. 현재 국내 봅슬레이 선수가 착용하는 신발은 아직까지 국내에서
64 봅슬레이 신발의 개발과 연구가 전무한 탓에 2012년 해외 신발 브랜드인 A사와 후원계약을 체결하여 실제 경기
65 참가 시 착용하고 있지만, 연습 시에는 봅슬레이 전용신발이 아닌 스프린트 스파이크(sprint spike)를 신고 훈련을
66 실시 하고 있는 실정이다. 또한 국외의 기존의 봅슬레이 신발을 개발하고 생산하는 기업에서는 봅슬레이 신발의
67 내적 구조를 기밀사항으로 취급하고 있기 때문에 한국선수에게 적합한 봅슬레이 신발을 개발하기 위해서는 이러한
68 신발의 아웃솔과 미드솔의 경도, 두께, 바닥의 구조 등을 최적화를 고려한 연구가 필요한 실정이다. 그러므로 본
69 연구에서는 한국형 봅슬레이화 개발을 위하여 국내선수들이 봅슬레이 스타트 동작 훈련 시 사용하는 스프린트
70 스파이크를 대상으로 스타트 시의 구간기록과 전족부 각도의 관계를 규명함으로써 한국 선수들에게 적합한
71 봅슬레이 전용 신발을 개발하는 기초자료를 제공하고자 한다.

72

73 Method

74

75 1. 연구대상자

76

77 본 연구에 참여한 연구대상자는 요추 및 하지의 근골격계 질환이나 징후가 없으며 발의 형태학적 변형이 없는
78 강원도 봅슬레이 스켈레톤 연맹 소속의 7명의 선수들을 대상으로 실시하였다. 대상자들은 매년 관련 경기에
79 참가하거나 올림픽에 참가한 경험이 있는 우수한 선수들로 구성되었으며, 실험 전 연구의 취지와 방법을 설명한 뒤
80 자발적으로 참여의사를 밝힌 선수들을 대상으로 실시하였다. 대상자의 일반적 특징은 <Table 1>과 같다.

81

82

83

Table 1. Subject information

(N=7)

Item	Mean±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

84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95

2. 측정장비

2-1. 실험 신발

현재 봅슬레이 스타트 훈련 시 국내 선수들에게 최적화된 신발 개발이 이루어지지 못하고 있어, 선수들은 봅슬레이 전용 신발이 아닌 스프린트 스파이크를 신고 훈련에 임하고 있는 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 선수들이 평소 신고 훈련하는 스프린트 스파이크 신발 중 전족부 각도(toe spring)와 아웃솔의 경도가 다른 Type A(N 사), Type B(M 사), Type C(M 사) 총3족의 스프린트 스파이크를 채택하여 실험을 실시하였다. 스파이크 핀(spike cleat)에 따른 변인을 제거하기 위하여 실험용 스프린트 스파이크 3족 모두 동일한 8 mm, 2단 평행타입 구조 스파이크 핀을 장착 후 실험을 실시하였다(Figure 1).



Type A

Type B

Type C

96
97

Figure 1. Sprint spike

98 2-2. 초고속 카메라

99

100 2-2-1. 초고속카메라 영상촬영 방법

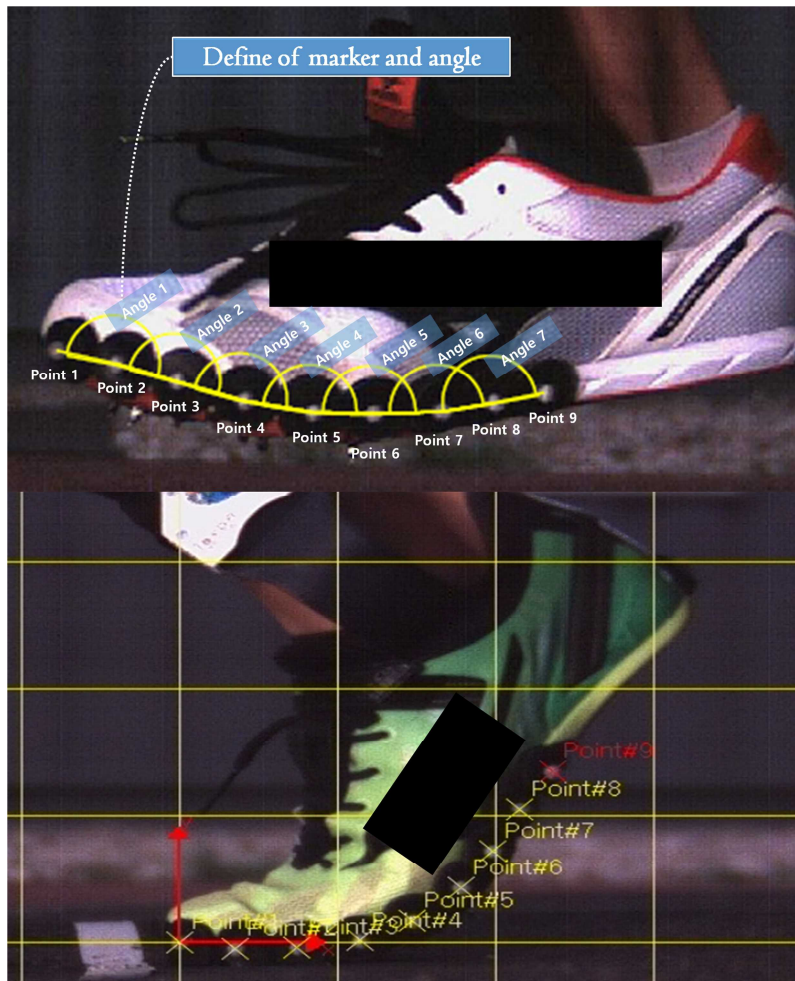
101 봅슬레이 스타트 동작 시 대상자의 전족부 부위의 굽혀지는 각도를 측정하기 위하여 초고속 카메라(S-pri, AOS,
102 Switzerland)를 이용하여 초당 1000 프레임(frame)으로 영상촬영하였다. 초고속 카메라는 봅슬레이 전용 스타트
103 트랙경기장에서 선수들이 전력 질주 시, 질주에 방해되지 않도록 스타트 라인으로부터 약 5 m 지점에서 트랙
104 외측에 설치하여 초점(focus)을 조절하였다. 또한 선수들 간에 보폭이 서로 다름에 따라 충분한 연습을 통하여
105 초고속 카메라의 위치를 전·후20 cm 이내에서 선수들의 보폭에 맞도록 이동하여 전력 질주 시 측정 신발이
106 카메라의 화각(angle of view) 내에 들어와 시상면(sagittal plane)에서의 각도가 정확히 촬영 가능하도록
107 조절하였다(Figure 3).

108

109 2-2-2. 초고속카메라 측정 변인 정의

110 실험 신발에는 전족부(fore foot)와 중족부(mid foot) 아랫솔 측면 부위에 반사마커 9개(point 1 ~ point 9)
111 부착하였으며, 부착한 반사마커 9개 중 반사마커(point) 3개를 연결한 선에서 발생한 내각을 하나의 각(angle)으로
112 정의하였다. 예를 들어 Point 1 에서 Point 2, Point 2 에서 Point 3에서 발생한 내각이 Angle 1이 되며, Point 3
113 에서 Point 4, Point 4 에서 Point 5에서 발생한 내각이 Angle 3이 된다. 총 7개의 내각(Angle 1 ~ Angle 7)을
114 분석 하였다(Figure 2).

115



116

117

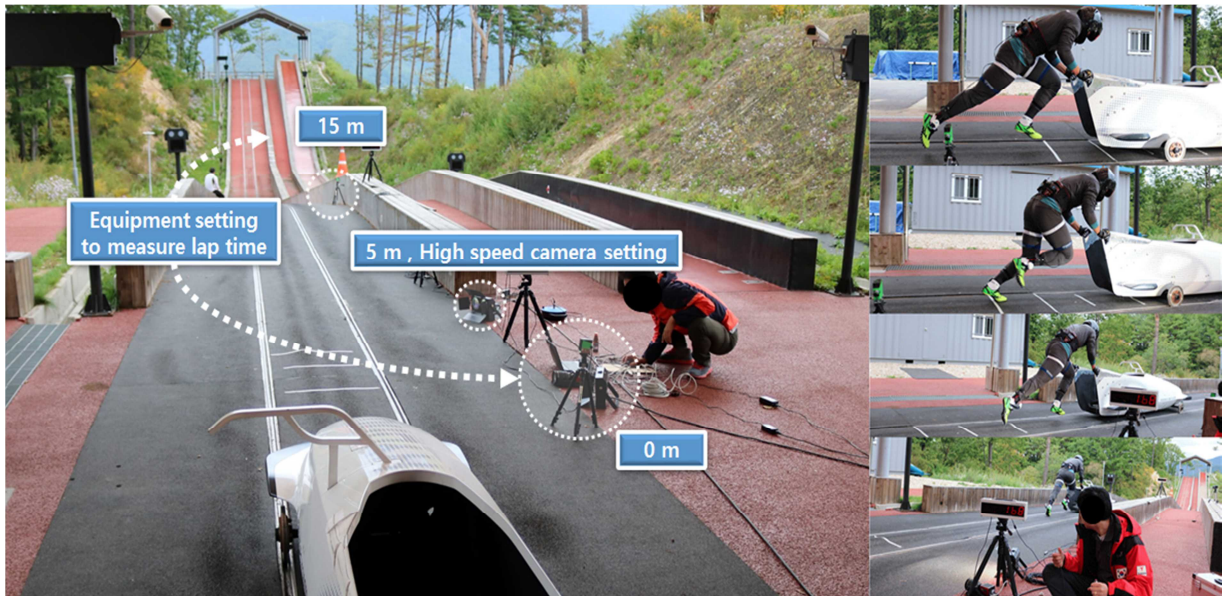
Figure 2. Define of marker and angle for analyze toe spring angle

118 2-3. 구간소요시간 측정기
 119 구간소요시간 기록 측정은 디지털 왕복 달리기 측정기(SR-500SP, Seed Tech, Korea)를 이용하여 측정하였다,
 120 디지털 왕복 달리기 측정기는 빔 센서를 이용하여 물체 인식 감지를 통해 구간 간 이동시간을 측정 가능하다. 이에
 121 따라서 출발 방식을 자유출발 모드를 셋팅하여 선수들이 스타트 라인에서 출발하여 15 m 지점까지 봅슬레이
 122 썰매를 끌며 전력 질주하여 도달하는데 걸리는 소요시간을 측정하여 분석하였다(Figure 3).

123
 124 3. 실험 절차

125
 126 본 연구는 강원도 평창에 위치한 A 리조트의 봅슬레이 스타트 트랙 경기장에서 실시하였으며, 실험에 참여한
 127 선수들의 컨디션을 고려하여 평소 훈련 시간을 활용하여 실험을 진행하였다. 대상자들은 측정에 앞서 봅슬레이
 128 스타트 트랙 경기장에 설치된 측정 장비들에 대한 적응기를 제공하기 위하여 충분한 사전 반복 속도시간을
 129 가지도록 하였다. 본 실험 측정 시 대상자들은 실험 신발들에 대한 종류를 알 수 없도록 신발의 외피 부분을 최대한
 130 보이지 않도록 처리하였으며, 각 신발의 착용은 무선(random) 배치하였다. 대상자들은 본 실험이 올림픽
 131 규정에서의 스타트 구간과 동일하도록 하기 위하여 봅슬레이 스타트 트랙 경기장 출발선에서 2인용 봅슬레이
 132 썰매를 제동수 자리에서 봅슬레이 썰매를 잡고 플라잉 스타트(flying start)자세로 대기하다가 연구자의 출발
 133 사인(sign)이 있는 후 30초 이내에 썰매를 밀어내며 전력질주 하도록 하였다. 약 100 m 구간의 스타트 트랙 구간
 134 중 대상자가 스타트 라인에서 스타트 후 약 5 m 지점에서 초고속 카메라를 설치하여 전족부 굴곡 각도를
 135 측정하였으며, 또한 출발 후 15 m 지점까지의 구간 기록으로 소요시간을 측정을 측정하였다. 각각의 신발별로 총
 136 3회 반복 측정하여 평균값을 채택하도록 하였다. 실험에 의한 누적된 피로를 제거하기 위하여 각 실험 간 최소
 137 10분 이상의 충분한 휴식을 대상자에게 제공하였으며, 측정 장비에 따른 데이터의 동조를 위해 실험 시 디지털
 138 왕복 달리기 측정기와 초고속 카메라를 동시에 측정하여 데이터를 수집하였다(Figure 3).

139



140

141 Figure 3. Bobsled start track and experimental scene

142

143 4. 자료처리

144

145 본 연구의 통계처리는 PASW for window(Ver. 19)를 이용하여 실시하였으며, 모든 자료처리는
 146 반복측정분산분석(one-way repeated ANOVA)을 실시하여 비교 분석 하였다. 스타트 구간의 기록은 Type A,
 147 Type B, Type C 각 신발 별로 비교 분석하였으며, 전족부 각도변화는 먼저 실험신발들의 Angle 1에서부터 Angle

148 7까지의 전족부 굽힘 각도 값의 전체 평균값 비교 분석 후, 최고 굽힘각도를 보이는 영역에서 각 실험 신발 Type
 149 별로 비교 분석 하였다. 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

150

151 **Results**

152

153 1. 봅슬레이 스타트 구간 소요시간

154

155 각각의 실험 신발별로 봅슬레이 스타트 구간 중 0m에서 15 m 지점까지의 전력질주 소요시간을 분석한 결과 Type
 156 A는 3.55 ± 0.19 sec, Type B 3.52 ± 0.17 sec, Type C 3.56 ± 0.18 sec로 나타났으며, 통계학적으로 유의미한
 157 차이는 보이지 않았다(Table 2).

158

159 Table 2. Results of lap time each shoes

(Unit :

160

Section	Shoe types			F	p
	Type A	Type B	Type C		
Lap time	3.55 ± 0.19	3.52 ± 0.17	3.56 ± 0.18	3.195	0.064

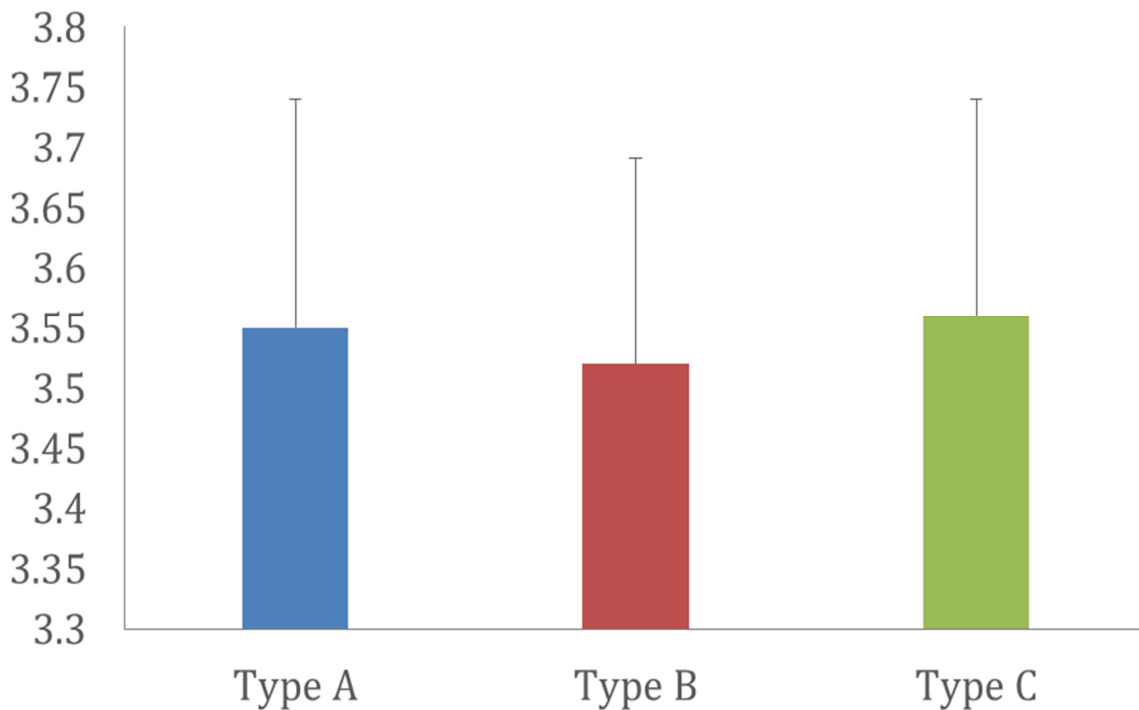
161 Mean±SD

162

163

164

165



166

167

Figure 4. Comparison of lap time from start line to 15 meters in each shoes

168 2. 전족부 각도

169

170 2-1. Angle 1에서부터 Angle 7까지의 전족부 굽힘 각도

171 봅슬레이 스타트 시 Angle 1에서부터 Angle 7까지의 전족부 굽힘각도를 분석한 결과 Angle 1 $6.88 \pm 5.55^\circ$,
 172 Angle 2 $9.23 \pm 6.38^\circ$, Angle 3 $15.56 \pm 5.39^\circ$, Angle 4 $9.54 \pm 3.85^\circ$, Angle 5 $9.22 \pm 5.08^\circ$, Angle 6 7.66 ± 6.44
 173 $^\circ$, Angle 7 $4.30 \pm 6.24^\circ$ 로 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다($p < .001$). <Figure 5>와 같이 대응별 비교 결과
 174 {Angle 1 < Angle 2, Angle 1 < Angle 4, Angle 1 < Angle 5, Angle 1 > Angle 7}, {Angle 2 > Angle 7}, {Angle
 175 3 > Angle 1, Angle 3 > Angle 2, Angle 3 > Angle 4, Angle 3 > Angle 5, Angle 3 > Angle 6, Angle 3 > Angle
 176 7}, {Angle 4 > Angle 7}, {Angle 5 > Angle 6, Angle 5 > Angle 7}, {Angle 6 > Angle 7}사이에서 유의미한
 177 차이를 보였다(Table 3).

178

Table 3. Results of bending angle of forefoot in Angle 1 to Angle 7 (Unit :
 °)

Angle 1	Angle 2	Angle 3	Angle 4	Angle 5	Angle 6	Angle 7	F	p
6.88 $\pm 5.55^a$	9.23 $\pm 6.38^b$	15.56 $\pm 5.39^c$	9.54 $\pm 3.85^d$	9.22 $\pm 5.08^e$	7.66 $\pm 6.44^f$	4.30 ± 6.24	25.966	.000***

Mean \pm SD, significant at *** $p < .001$

^a: Significant between Angle 1 and Angle 2, 4, 5, 7

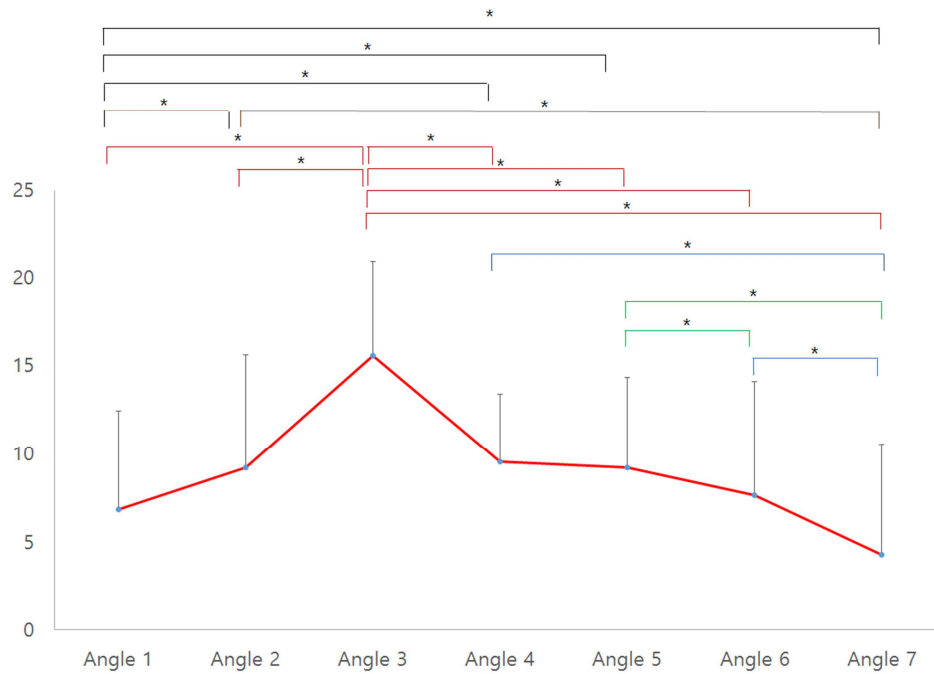
^b: Significant between Angle 2 and Angle 7

^c: Significant between Angle 3 and Angle 1, 2, 4, 5, 6, 7

^d: Significant between Angle 4 and Angle 7

^e: Significant between Angle 5 and Angle 6, 7

^f: Significant between Angle 6 and Angle 7



179

180

Figure 5. Comparison of bending angle of forefoot in the spike shoes

181 2-2. Angle 3내에서의 신발 별 굽힘각도 변화 비교

182 봅슬레이 스타트 시 Angle 3 내에서의 신발별 굽힘각도를 분석한 결과 Type A는 $16.47 \pm 6.01^\circ$, Type B
 183 $14.30 \pm 4.96^\circ$, Type C $15.90 \pm 5.17^\circ$ 로 나타났으며, 통계학적으로 유의미한 차이는 보이지 않았다(Table 4).

184

Table 4. Results of each shoes bending angle of Angle 3 (Unit : $^\circ$)

	Shoe types			F	p
	Type A	Type B	Type C		
Angle 3	16.47 ± 6.01	14.30 ± 4.96	15.90 ± 5.17	1.122	0.347

Mean \pm SD

185

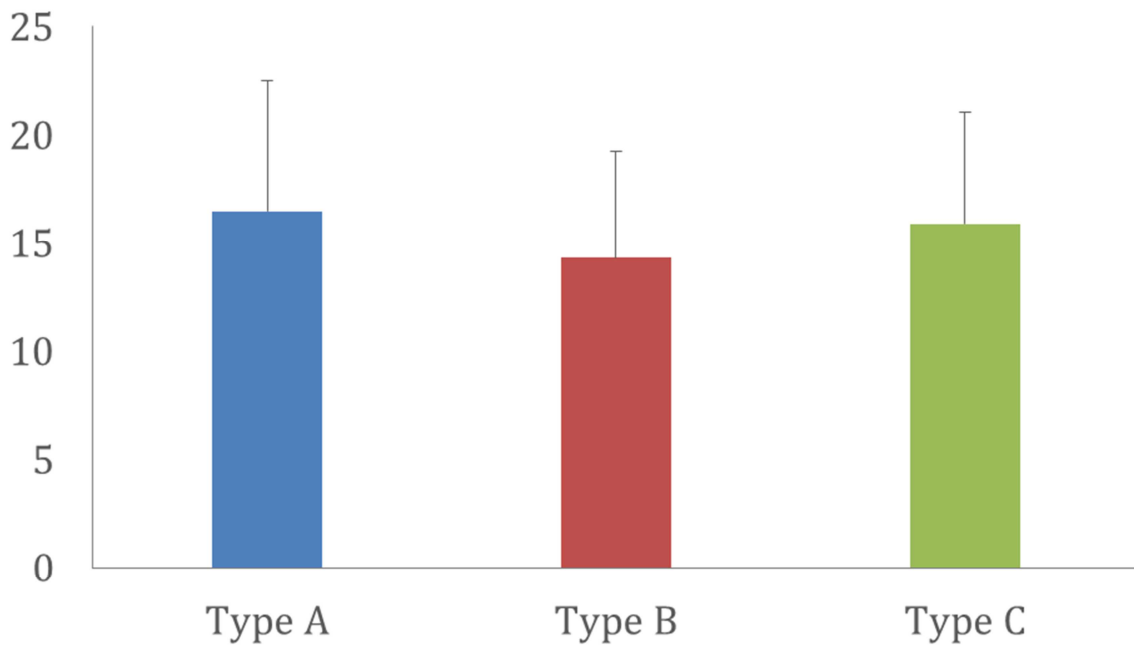


Figure 6. Comparison of results of bending angle in angle 3

186
187
188
189
190
191

Discussion

192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213

0.01초 차이로 승부가 결정하는 봅슬레이는 경기는 최근에 들어 경기를 시작하는 봅슬레이 스타트에 대한 기록 단축이 중요시 되고 있다. 짧은 거리의 봅슬레이 트랙을 폭발적인 힘으로 전력질주 해야한다는 것에서 봅슬레이는 단거리 육상의 동작과 유사하지만(Park, Kim & Park, 2015), 봅슬레이 경기에서는 선수들이 썰매를 미는 스타트 구간이 단거리 육상 경기보다 짧은 거리 내에서 최고 속력을 이끌어내야 한다. 또한 썰매를 미는 동안에 체간(upper extremity)이 봅슬레이 썰매를 잡고 밀기 위하여 신체중심(center of mass)이 더욱 전방으로 향한다는 것은 육상과 다른 점이라 할 수 있다.

일반적인 보행에서의 추진력(propulsive force)은 입각기 시 발바닥 전체가 지면에 접촉되어있는 상태에서 몸을 앞으로 이동시키기 위해 전족부만이 지면에 접촉되고 후족부가 지면으로부터 들려지면서 추진력을 부가시키게 되는데, 100 m, 200 m 와 같은 단거리 종목의 육상 선수들은 전족부 착지 형태(forefoot strike)의 보행 패턴(gait pattern)을 이용하여 추진력을 얻게 된다. 이같은 전족부 보행 패턴은 지면에서의 접촉 시간(contact time)을 감소시키며 보속(stride rate)은 증가시키는 것으로 알려져 있다(De Wit, De Clercq & Aerts , 2000; Squadrone & Gallozzi, 2009; Bonacci et al., 2013). 봅슬레이 선수 역시 스타트 시 짧은 거리 내에서 최고 속력을 끌어올리기 위하여 전족부 보행패턴으로 봅슬레이 썰매를 끌게 되며, 이러한 달리기 주법(running style)의 수행능력을 높이고자 단거리 육상선수가 아닌 봅슬레이 선수임에도 불구하고 수직점프, 30 m 스프린트 테스트(30 m sprint testing) 등과 같은 단거리 육상 선수에게 스타트 시의 운동기능향상을 위해 적용되는 훈련 프로그램이 봅슬레이 선수에게도 적용되어지고 있다(Sanno, Goldmann, Braunstein, Heinrich & Brüggemann, 2013).

본 연구에서 전족부와 중족부의 아웃솔 측면 부위에 반사마커 9개를 부착하여 총 7개의 각을 분석한 결과 전족부에 해당하는 Angle 3 이 다른 Angle 1, Angle 2, Angle 4, Angle 5, Angle 6, Angle 7에 비하여 더 굽혀지는 형태를 보였다. Angle 3에서의 각 신발별 전족부 굽힘각도를 분석한 결과 통계학으로 유의미한 차이는 보이지 않았으나 Type B가 Type A, C에 비하여 가장 낮은 굴곡 값을 보였으며, 스타트 기록에서도 Type B가 Type A, C에 비하여 기록이 단축되는 경향을 보였다. 신발에서의 솔(sole)은 지면으로부터 발생하여 신체내부로 전해지는 충격의 흡수는 물론 보행과 런닝 시 추진력을 결정하는 중요한 요소 중 하나이다. 이러한 이유로 다양한 형태와 경도를

214 가진 솔(sole)이 개발 되어 왔는데, 특히 신발의 주기능 중 하나인 추진력을 향상 시키기 위한 방법으로 신발
 215 솔(sole) 경도, 솔의 두께 등의 최적화가 있다. 달리기 시의 신발 아웃솔(outsole) 및 미드솔(midsole)의 경도와
 216 관련된 선행연구를 살펴보면, 전족부 영역에서의 높은 경도의 솔은 조깅이나 걷기, 점핑 시
 217 비복근(gastrocnemius), 가지미근(soleus)의 효율을 높임으로써 낮은 근활성(muscle activation)에도 불구하고
 218 주행 시 추진력을 증가시킬 수 있다고 보고 되고 있으며(Stefanyshyn & Nigg, 1998, 2000; Chen, Hsieh, Shih &
 219 Shiang, 2012; Lin et al., 2013;), Willwacher, König, Potthast & Brüggemann(2013, 2014)도 런닝(running)
 220 시의 말기 입각기와 전-유각기에서 신발의 아웃솔과 미드솔을 이용하여 발허리관절(Metatarsophalangeal Joint)
 221 부위의 움직임에 제한하는 것은 런닝 시의 추진력 얻기 위한 에너지 반환에 효과적이라고 보고하였다.
 222 본 연구에서 사용된 Type B는 단거리 육상을 목적으로 개발된 스프린트 스파이크 제품으로 솔(sole)의 구조물과
 223 물성이 중장거리용으로 개발된 Type C보다 경도가 높은 딱딱한(hard) 형태의 물성을 가진 제품이었다. Type A도
 224 Type B와 같은 단거리 육상을 목적으로 개발된 스프린트 스파이크였으나, Angle 3에서 Type B보다 전족부의 굴곡
 225 값이 더 컸으며, 스타트 기록 역시 Type B 보다 느린 경향을 보였다. 이는 전족부로 지면 착지 시부터 이지국면(toe
 226 off)동안 신발의 앞부분의 굽혀지는 각도에 있어서 Type B가 폼슬레이 기록 단축을 위한 적절한 굴곡 모멘트를
 227 제공함으로써 추진력에 이득을 준 결과로 여겨지며, Type B 형태의 물성 및 구조를 사용하여 한국형 폼슬레이화를
 228 개발하는것이 폼슬레이 스타트 동작의 기능을 향상시키는데 긍정적으로 작용할 것으로 생각된다. 추후 연구에서는
 229 Type B 신발을 기반으로 실제 아이스 트랙에 적합한 시제품을 개발하여 그 기능성에 대한 면밀한 연구가
 230 이루어져야 할 것으로 보인다.

231

232 **Conclusion**

233 본 연구에서는 한국형 폼슬레이화 개발을 위한 기초자료를 제공하기 위하여 선수들이 스타트 훈련 시 사용하는
 234 일반 육상화를 기반으로 스타트 시의 구간 기록과 전족부 각도를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

235 1. Type B의 신발의 Angle 3에서 가장 낮은 굴곡값을 보였으며, 기록 단축에도 긍정적인 작용을 하는 것으로
 236 나타났다.

237 2. 한국형 폼슬레이화를 시제품을 개발하는데 있어서 미드솔과 아웃솔 부위에 사용할 구조물 및 물성의 경우
 238 부드러운(soft) 형태 보다는 딱딱한(hard)의 물성 및 구조를 사용하는 것이 스타트 동작 시 기록을 단축 시키는데
 239 가장 이상적일 것으로 판단된다.

240 추후 연구에서는 Type B를 기반으로 실제 아이스 트랙에 적합한 시제품을 개발하여 그 기능성에 대한 면밀한
 241 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

242

243

244

245

246 **Reference**

247

248 Bonacci, J., Saunders, P. U., Hicks, A., Rantalainen, T., Vicenzino, B. G. T., & Spratford, W. (2013). Running
 249 in a minimalist and lightweight shoe is not the same as running barefoot: a biomechanical study.
 250 *British Journal of Sports Medicine*, bjsports-2012.

251 Chen, C. H., Hsieh, C. F., Shih, Y., & Shiang, T. Y. (2012). Effect of shoe sole flexibility on shank muscles and
 252 lower limb joints in different speeds. In *proceedings of the XXXII FIMS world congress of sports
 253 medicine: 27-30 September 2012, Rome, Italy*.

254 Chowdhury, H., Loganathan, B., Alam, F., & Moria, H. (2015). Aerodynamic Body Position of the Brakeman
 255 of a 2-man Bobsleigh. *Procedia Engineering*, 112, 424-429.

256 Dabnichki P., & Avital E. (2006). Influence of the position of crew members on aerodynamics performance
 257 of two-man bobsleigh. *Journal of Biomechanics*, 39, 2733-2742.

258 Dabnichki, P. (2015). Bobsleigh performance characteristics for winning design. *Procedia Engineering*, 112,
259 436-442.

260 Denny, M. (2011). *Gliding for gold: the physics of Winter sports*. JHU Press.

261 De Wit, B., De Clercq, D., & Aerts, P. (2000). Biomechanical analysis of the stance phase during barefoot
262 and shod running. *Journal of Biomechanics*, 33(3), 269-278.

263 Goldmann, J. P., Sanno, M., Willwacher, S., Heinrich, K., & Brüggemann, P. (2011). Effects of increased toe
264 flexor muscle strength to foot and ankle function in walking, running and jumping. *Footwear
265 Science*, 3(sup1), S59-S60.

266 Goldmann, J. P., Sanno, M., Willwacher, S., Heinrich, K., & Brüggemann, G. P. (2013). The potential of toe
267 flexor muscles to enhance performance. *Journal of Sports Sciences*, 31(4), 424-433.

268 Kim, S. H., Cho, J. R., Lee, S. B., Park, S. B. (2009). Evaluation of landing impact characteristics of sport shoes
269 in running by finite element analysis. *Korea Journal of Sport Biomechanics*. 19(2), 217-225.

270 Kwak, C., Mok, S., & Kwon, O. (2005). The influence of midsole hardness and sole thickness of sport shoes
271 on ball flex angle with the increment of running velocity. *Korea Journal of Sport Biomechanics*.
272 15(4), 153-168.

273 Lin, S. C., Chen, C. P., Tang, S. F., Wong, A. M., Hsieh, J. H., & Chen, W. P. (2013). Changes in windlass
274 effect in response to different shoe and insole designs during walking. *Gait & Posture*, 37(2), 235-
275 241.

276 Park, J. J., Kim, K. H., Park, S. B. (2015). The analysis of foot pressure and lap time to the development of
277 Korean bobsleigh shoes. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 25(4), 465-474.

278 Sabbioni, E., Melzi, S., Cheli, F., & Braghin, F. (2016). *Bobsleigh and Skeleton*. In *The Engineering Approach
279 to Winter Sports*. Springer New York.

280 Sanno, M., Goldmann, J. P., Braunstein, B., Heinrich, K., & Brüggemann, G. P. (2013, September). Joint
281 Specific mechanical power during vertical jumps of elite bobsleigh athletes. In *ISBS-Conference
282 Proceedings Archive* (Vol. 1, No. 1).

283 Stefanyshyn, D. J., & Nigg, B. M. (1998). Contribution of the lower extremity joints to mechanical energy in
284 running vertical jumps and running long jumps. *Journal of Sports Sciences*, 16(2), 177-186..

285 Stefanyshyn, D. J., & Nigg, B. M. (2000). Influence of midsole bending stiffness on joint energy and jump
286 height performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 471-476.

287 Squadrone, R., & Gallozzi, C. (2009). Biomechanical and physiological comparison of barefoot and two shod
288 conditions in experienced barefoot runners. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49(1),
289 6.

290 Ubbens, H. H., Dwight, R. P., Sciacchitano, A., & Timmer, N. (2016). Some results on bobsleigh
291 aerodynamics. *Procedia Engineering*, 147, 92-97.

292 Willwacher, S., König, M., Potthast, W., & Brüggemann, G. P. (2013). Does specific footwear facilitate
293 energy storage and return at the metatarsophalangeal joint in running. *Journal of Applied
294 Biomechanics*, 29(5), 583-592.

295 Willwacher, S., König, M., Braunstein, B., Goldmann, J. P., & Brüggemann, G. P. (2014). The gearing
296 function of running shoe longitudinal bending stiffness. *Gait & Posture*, 40(3), 386-390.