

1 Comparisons of Skiing Time and Vertical Ground Reaction Force between Short Turn and Basic Parallel  
2 Turn during Alpine Skiing

3 Jin-Hae Kim<sup>1</sup>, Joo-Nyeon Kim<sup>2</sup>

4

5 <sup>1</sup> Department of Physical Education, Korea National Sport University, Seoul, South Korea

6 <sup>2</sup> Motion Enovation Centre, Korea National Sport University, Seoul, South Korea

7

8

9 **Corresponding author**

10 Joo-Nyeon, Kim M.S.

11 Motion Innovation Centre

12 Korea National Sport University

13 1239, Yangjae, Songpa-gu, Seoul, 05541, Korea

14 Tel: +82-2-410-6927, Fax: +82-2-410-6927, Email: jnkim@knsu.ac.kr

15

16

17 **Acknowledgments**

18 This study has been supported by Korea National Sport University in 2016.

19

20

21 **Abstract**

22

23 **Objective:** The aim of this study was to investigate skiing time and vertical ground reaction force (vertical  
24 GRF) between basic parallel turn and short turn.

25 **Method:** Eleven alpine ski instructors (age: 28.73±4.29 yrs, height: 172.36±6.30 cm, body mass:  
26 71.45±9.16 kg, career: 11.09±2.70 yrs) participated in this study. Each skier was asked to perform basic  
27 parallel turn and short turn on a 16° groomed slope. Foot pressure measurement system was used to  
28 measure skiing time and vertical GRF under the three plantar regions (forefoot, midfoot, rearfoot).

29 **Results:** Skiing time was significant decreased in the all three phases during short turn ( $p < .05$ ). At the  
30 initiation phase, vertical GRF was greater decreased on midfoot and rearfoot during short turn ( $p < .05$ ).  
31 At the steering phase 1, vertical GRF was greater increased on forefoot and decreased on midfoot  
32 during short turn ( $p < .05$ ). At the steering phase 2, vertical GRF was greater increased on forefoot and  
33 rearfoot during short turn ( $p < .05$ ).

34 **Conclusion:** Our finding proved that skiing time and vertical GRF were changed during the short turn.  
35 Consequently, we suggest that recreational skiers should decrease the skiing time of steering phase  
36 relative to initiation phase and increase the vertical ground reaction force on forefoot and rearfoot at the  
37 steering phase.

38

39 *Keywords:* Alpine ski, Short turn, Basic parallel turn, Vertical GRF

40

41

## 42 Introduction

43

44 알파인 스키는 눈으로 덮혀있는 산을 미끄러져 내려오는 스포츠로, 지형적 특성에 따라 제한된 활주속도와 회전  
45 반경으로 활주해야 한다(Gilgien, Crivelli, Spörri, Kröll & Müller, 2015). 따라서 지금까지 알파인 스키에서는  
46 활주속도와 회전반경을 조절하기 위한 회전기술이 지속적으로 발전되어 왔으며, 스키어의 수준에 따라 다양한  
47 난이도의 회전기술을 습득하게 된다. 일반적으로 알파인 스키에 처음 입문하는 사람의 경우, 기초 제동기술인 스  
48 노우 플로우(snow plow)를 배우게 된다(Kim, 2004, 2006a, b; Hyun, 2000). 스노우 플로우는 양쪽 스키 플레  
49 이트를 에이(A)자로 유지하여 미끄러짐(skidding)을 이용해 설면과 스키 플레이트 사이의 저항을 증가시켜 감속  
50 을 유도한다. 이때 더 큰 제동력을 얻기 위해 A모양을 이루는 각도(snowplow angle)와 에징각도(edging angle)  
51 가 크게하는 훈련을 한다(Kim, J. N., Kim, J. H., Ryu, Yoon & Park, 2016). 기초적인 속도제어가 가능하게 되면  
52 스노우 플로우 자세를 유지한 상태에서 신체중심과 지면반력의 변화를 이용해 턴을 만드는 훈련을 실시하여 방향  
53 제어를 할 수 있도록 한다(Koo, Lee, Kweon, Hyun & Eun, 2014). 이 두 기초동작을 습득한 후, 스키 플레이트  
54 를 11자로 나란히 정렬하여 활주하기 위한 연습으로 슈템 턴(stem turn)을 배우게 된다. 슈템 턴은 스키 플레  
55 이트를 스노우 플로우 동작과 11자로 나란히 정렬하는 동작을 반복적으로 수행하는 기술로, 회전(steering)이 다  
56 이뤄진 후 11자를 만드는 것을 다운슈템 턴(down-stem turn), 11자를 만든 후에 회전을 수행하는 것을 업슈템  
57 턴(up-stem turn)이라고 한다(Müller et al., 1998). 스템 턴은 올바른 체중이동 연습을 통해 스키 플레이트를  
58 11자로 원활하게 정렬하기 위한 연습방법이며, 최종적으로 베이직 패러렐 턴(basic parallel turn)을 수행하는 것  
59 을 목적으로 실시하게 된다. 베이직 패러렐 턴은 카빙 턴(carved turn)과는 달리 스키 플레이트의 방향과 활주방  
60 향이 달라 어택각도(attack angle)가 발생하고, 이로 인해 스키 플레이트가 옆면으로 미끄러지면서 나타나는 마  
61 찰력으로 인해 감속 및 회전을 일으키기 때문에 스키딩 턴(skidded turn)으로 분류된다(Hirano, 2006; Mössner  
62 et al., 2014). Müller 등(1998)과 Kim, Jeon 등(2014)은 베이직 패러렐 턴 수행 시, 양쪽 턴 사이의 전환구간에  
63 서 언웨이팅(un-weighting)을 수행하기 위해 무릎관절 및 엉덩관절을 신전시키고, 최대경사선을 지난 이후, 외  
64 향자세(counter rotation position)와 신체중심 기울기(inward lean angle)를 증가시켜 스키 플레이트가 과도하  
65 게 미끄러지지 않도록 에징각도를 증가시켜야 한다고 보고하였다(Yoon et al., 2017). 또한 Hintermeister,  
66 O'Connor, Lange, Dillman과 Steadman (1997), Kim, Yoo 등(2014)은 베이직 패러렐 턴 수행 시, 바깥발 위  
67 주의 스킹을 강조하였으며, 스킹구간에 따라 전족부에서 후족부까지의 순차적인 수직지면반력 패턴을 강조하였  
68 다.

69 일반적으로 생활체육 스키어의 경우, 중급 스키어에서 상급 스키어로 거듭나기 위해 스키딩을 최소화하여 빠른  
70 속도로 활주하는 카빙 턴과 짧은 회전반경으로 활주하는 숏 턴(short turn)을 구사 할 수 있어야 한다. 따라서 베  
71 이직 패러렐 턴 훈련을 통해 스키 플레이트를 11자로 활주하는 방법과 체중이동에 관한 요령을 습득한 중급 스키  
72 어는 상급 스키어로 나아가기 위해 카빙 턴과 숏 턴 중 선택적으로 다음 단계로의 훈련방향을 결정해야 한다. 카  
73 빙 턴의 경우, 사이드 컷(side-cut)을 이용한 카빙 스키(carving ski)의 개발 이래로 다양한 분야에서 운동역학적  
74 분석이 이뤄져 왔기 때문에 정량화된 데이터 베이스를 바탕으로 한 생활체육 스키어들의 훈련 가이드라인이 제공  
75 되고 있다. 하지만 숏 턴의 경우 많은 중급 스키어들이 습득을 위한 훈련이 수행되고 있음에도 불구하고, 정량적  
76 연구가 이뤄지지 않아 경험적 지식에 의존하고 있는 실정이다.

77 알파인 스키는 설면과 스키사이의 반력에 의해 회전이 일어나며, 반력의 성분과 크기에 따라 활주속도 및 회전반  
78 경이 결정된다(Mössner, Nachbauer, Innerhofer, & Schretter, 2003; Mössner et al., 2014). 선행연구에 따르  
79 면, 알파인 스킹 시 나타나는 지면반력은 6000 N 이상으로 보고되고 있으며(Babiel, Hartmann, Spitzenpfel  
80 & Mester, 1997), 이러한 지면반력에 관한 조사는 알파인 스키의 기술향상을 위해 다양하게 이뤄지고 있다.  
81 Supej, Hébert-Losier와 Holmberg (2015), Supej와 Holmberg (2010)는 슬로프의 경사에 의한 가속이  
82 나 제한된 회전반경에서의 스킹을 위해 요구되는 지면반력에 대한 조사를 통해 에너지 소실을 최소화 시킬  
83 수 있는 전략을 제시하였으며, Klous, Müller와 Schwameder (2012), Yoneyama, Kagawa, Okamoto와  
84 Sawada (2000)는 카빙 턴과 스키딩 턴 수행 시 발생하는 지면반력을 조사하여 성공적인 기술수행을 위한  
85 지표를 제시하였다. 뿐만 아니라, 지면반력은 회전기술의 성공적인 턴 수행을 판단할 수 있는 예측변수로 사

86 용될 수도 있다(Supej, Kipp & Holmberg, 2011).  
87 Vaverka, Vodickova와 Elfmark (2012)는 알파인 스키에서 회전기술 수행 시, 각 스키구간별 지면반력의  
88 발현 패턴에 대하여 강조하였다. 알파인 스키는 반복적인 회전을 수행하는 스포츠로 각 스키구간에 따라 나타나  
89 는 역할이 있다. 진입구간(initiation phase)은 이전 턴에서 다음 턴으로 전환되는 직선구간으로 언웨이팅(un-  
90 weighting)과 에지체인지(edge change)가 일어난다. 또한 회전구간1(steering phase 1)은 회전의 시작부터 최  
91 대경사선(fall-line)까지의 구간으로 스키가 계곡쪽 방향으로 회전하며, 회전구간2(steering phase 2)는 최대경사  
92 선에서 직선구간 전까지의 구간으로 스키가 산쪽 방향으로 회전한다(Müller et al., 1998). 알파인 스키의 모든  
93 회전기술에는 이 세 구간이 반드시 존재하게 되고, 각 구간에서 나타나는 지면반력이 발현되는 크기와 시간에 따  
94 라 각 회전기술의 성공적인 수행이 결정된다. 그렇기 때문에 중급스키어가 베이직 패러렐 턴을 익힌 후, 슛 턴을  
95 수행하기 위해서는 두 기술 간의 지면반력 패턴의 차이를 정량화 하는 것이 매우 중요하다. 따라서 본 연구의 목  
96 적은 베이직 패러렐 턴과 슛 턴 수행 시 나타나는 스키구간별 소요시간 및 전족·중족·후족에서 발생하는 수직지면  
97 반력의 차이를 분석하는 것이다.  
98

99 **Methods**

100

101 1. Participants

102

103 본 연구의 대상자는 슛 턴과 베이직 패러렐 턴을 충분히 수행할 수 있는 대한스키지도자연맹(Korean Ski Instruct  
104 or Association [KSIA]) 소속 정지도자 자격증(level 3)을 보유한 스키강사 경력 7년 이상의 남성 스키어 11명을  
105 피험자로 선정하였다(Table 1). 모든 피험자들에게 실험에 참여하기 전 실험절차에 대한 설명을 충분히 한 후, 동  
106 의서를 통해 참가에 동의한 스키어에 한해 실험을 진행하였다.

107

Table 1. Summary information for the participants

KSIA level-3 instructors (n=11)	
Age (yrs)	28.73±4.29
Body mass (kg)	71.45±9.16
Height (cm)	172.36±6.30
Career (yrs)	11.09±2.70

108

109 2. Measurements

110

111 베이직 패러렐 턴과 슛 턴 수행 시 스키구간 별 소요시간 및 수직지면반력을 측정하기 위해 용량형 압력센서  
112 (capacitive pressure sensors) 99개로 구성된 2 mm 두께의 인솔형 족저압력 측정 시스템(Pedar-X, Novel,  
113 Germany)을 사용하였다. 이때 샘플링율(sampling rates)은 100 Hz로 설정하였다. 스키부츠는 스키어 본인 소  
114 유의 부츠를 사용하였으며, 기존 장착된 인솔의 기능적인 부분과 압력센서의 두께에 영향을 제거하기 위해 기존  
115 에 삽입되어있던 인솔을 제거한 후에 압력센서를 장착하였다. 이때 데이터 기록장치(data logger)와 배터리 일체  
116 (battery pack)로 구성된 세트(총 1 kg)는 스키어의 허리에 착용하였으며, 수신기와 노트북은 백팩을 이용해 팔  
117 로워(follower)에게 착용 후 스키어의 동작에 영향을 미치지 않는 한도의 근거리를 유지하도록 요구하였다. 이때  
118 스키구간을 설정하기 위해 비디오 카메라와 동조하였다. 스키 플레이트의 구조 및 재질에 관한 영향을 최소화하  
119 기 위해 피험자 모두 동일한 회전스키(165 cm )를 실험에 사용하였다(Rossignol Worldcup SL, Rossignol,  
120 France).

121 실험 전 모든 스키어들은 충분한 준비운동을 실시 한 후, 베이직 페러렐 턴과 슛 턴 연습을 충분히 실시한 후, 실험  
122 을 실시하였다. 이때 스키장 평균기온은 -6°C 였으며, 실험은 중급 스키어가 베이직 페러렐 턴과 슛 턴 입문 시, 주  
123 연습코스로 사용되는 평균경사 16°의 정설된 중상급슬로프(폭 70 m, 길이 800 m)에서 진행하였다.

124

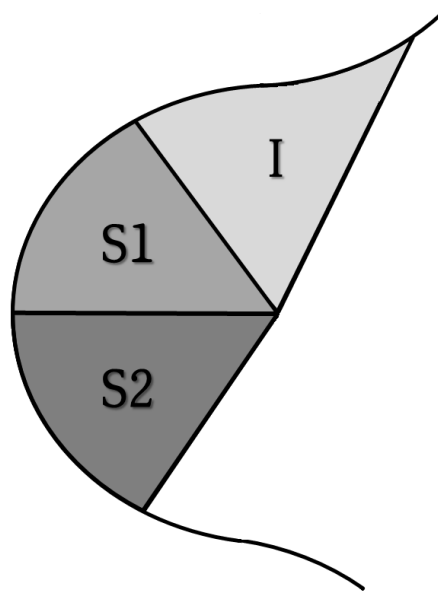
125 3. Data processing

126

127 각 스키어는 베이직 패러렐 턴과 슛 턴을 각각 8턴 이상 수행하였으며, 처음 3턴을 제외한 연속된 오른쪽 5턴을  
128 선정하여 분석에 사용하였다. 각 턴은 다음 턴으로 전환되면서 발생하는 직선구간인 진입구간(initiation phase)  
129 과 회전의 시작부터 최대경사선(fall line)까지의 회전구간(steering phase 1), 최대경사선에서 다음 턴 직선구간  
130 시작점까지의 회전구간(steering phase 2)으로 나누어 분석하였다(Figure 1; Müller et al., 1998).

131 수집된 오른쪽의 수직지면반력 자료는 전족(fore foot), 중족(mid foot), 후족(rear foot)으로 나누어 각 스키구  
132 간에서 나타난 소요시간과 수직지면반력(vertical ground reaction force)의 평균(mean)과 표준편차(standard  
133 deviation)를 계산하였다. 이때 수직지면반력은 99개의 압력센서의 합으로 산출하였으며, 각 스키어의 신체질량  
134 (body mass)로 나누어 표준화(normalization)한 후 평균과 표준편차를 산출하였다(Nakazato, Scheiber &

135 Müller, 2013; Spörri, Kröll, Haid, Fasel & Müller, 2015).  
136



137  
138 Figure 1. Skiing phases (I: initiation phase, S1: steering phase 1, S2: steering  
139 phase 2; Kim, Yoo, et al., 2014)  
140

141  
142  
143  
144  
145  
146  
147

#### 4. Statistical analysis

베이직 패러렐 턴과 숏 턴 수행 시, 전족·중족·후족에서 나타나는 소요시간 및 수직지면반력의 차이를 분석하기 위해 대응표본 t-test (paired t-test)를 실시하여 통계적인 차이를 분석하였고, 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

148 **Results**

149

150 1. 소요시간(skiing time)

151

152 Initiation phase에서의 소요시간은 슷 턴 수행 시  $0.26\pm 0.05$ 초, 베이직 패러렐 턴 수행 시  $0.50\pm 0.16$ 초로, 슷 턴  
153 수행 시 베이직 패러렐 턴에 비해 유의하게 감소한 것으로 나타났다( $p < .05$ , Table 2).

154 Steering phase 1에서의 소요시간은 슷 턴 수행 시  $0.19\pm 0.08$ 초, 베이직 패러렐 턴 수행 시  $1.14\pm 0.40$ 초로, 슷 턴  
155 수행 시 베이직 패러렐 턴에 비해 유의하게 감소한 것으로 나타났다( $p < .05$ , Table 2).

156 Steering phase 2에서의 소요시간은 슷 턴 수행 시  $0.19\pm 0.05$ 초, 베이직 패러렐 턴 수행 시  $1.58\pm 0.24$ 초로, 슷 턴  
157 수행 시 베이직 패러렐 턴에 비해 유의하게 감소한 것으로 나타났다( $p < .05$ , Table 2).

158

159 2. 수직지면반력(vertical ground reaction force)

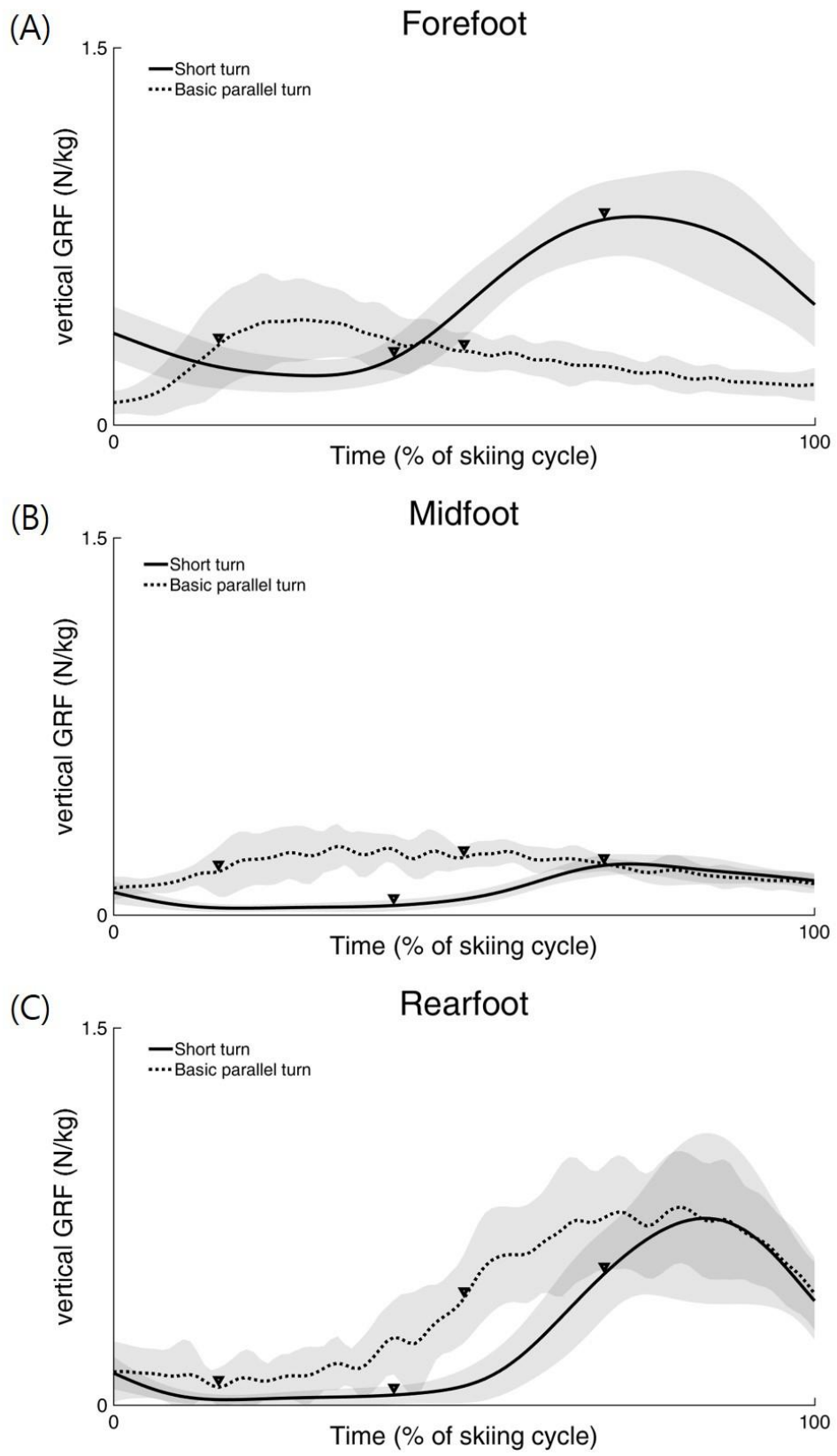
160

161 Initiation phase에서의 수직지면반력은 슷 턴 수행 시 전족에서  $0.24\pm 0.06$  N/kg, 중족에서  $0.04\pm 0.02$  N/kg,  
162 후족에서  $0.04\pm 0.03$  N/kg, 베이직 패러렐 턴 수행 시 전족에서  $0.17\pm 0.07$  N/kg, 중족에서  $0.12\pm 0.02$  N/kg,  
163 후족에서  $0.11\pm 0.10$  N/kg으로, 슷 턴 수행 시 중족과 후족에서 유의하게 감소하는 것으로 나타났다( $p < .05$ , Table  
164 3).

165 Steering phase 1에서의 수직지면반력은 슷 턴 수행 시 전족에서  $0.58\pm 0.11$  N/kg, 중족에서  $0.10\pm 0.03$  N/kg,  
166 후족에서  $0.18\pm 0.09$  N/kg, 베이직 패러렐 턴 수행 시 전족에서  $0.40\pm 0.08$  N/kg, 중족에서  $0.23\pm 0.02$  N/kg,  
167 후족에서  $0.18\pm 0.07$  N/kg으로, 슷 턴 수행 시 전족에서 유의하게 증가하고, 중족에서 유의하게 감소하는 것으로  
168 나타났다( $p < .05$ , Table 3).

169 Steering phase 2에서의 수직지면반력은 슷 턴 수행 시 전족에서  $0.55\pm 0.10$  N/kg, 중족에서  $0.18\pm 0.03$  N/kg,  
170 후족에서  $0.84\pm 0.08$  N/kg, 베이직 패러렐 턴 수행 시 전족에서  $0.22\pm 0.04$  N/kg, 중족에서  $0.19\pm 0.03$  N/kg,  
171 후족에서  $0.71\pm 0.08$  N/kg으로, 슷 턴 수행 시 전족과 후족에서 유의하게 증가하는 것으로 나타났다( $p < .05$ , Table  
172 3).

173



175 Figure 2. Mean±standard deviation of the vertical GRF on forefoot (A), midfoot (B), rearfoot (C)  
 176 of outer ski during short turn (solid line) and basic parallel turn (dot line). The ▼ symbol indicates  
 177 an events between skiing phases.  
 178

Table 2. Mean (standard deviations) of the skiing time and paired t-test results between turn-types (unit: sec)

Turn phase	Basic parallel turn	Short turn	t-value	p-value
Initiation phase	0.50±0.16	0.26±0.05	4.243	.002*
Steering phase 1	1.14±0.40	0.19±0.08	11.058	.000*
Steering phase 2	1.58±0.24	0.19±0.05	18.512	.000*

Note. The \* symbol indicates a significant difference between basic parallel turn and short turn at  $p < .05$ .

179

Table 3. Mean (standard deviations) of the vertical GRF and paired t-test results between turn-types (unit: N/kg)

Turn phase	Plantar regions	Basic parallel turn	Short turn	t-value	p-value
Initiation phase	Forefoot	0.17±0.07	0.24±0.06	-2.040	.069
	Midfoot	0.12±0.02	0.04±0.02	8.669	.000*
	Rearfoot	0.11±0.10	0.04±0.03	2.401	.037*
Steering phase 1	Forefoot	0.40±0.08	0.58±0.11	-3.448	.006*
	Midfoot	0.23±0.02	0.10±0.03	9.974	.000*
	Rearfoot	0.18±0.07	0.18±0.09	-.028	.978
Steering phase 2	Forefoot	0.22±0.04	0.55±0.10	-9.901	.000*
	Midfoot	0.19±0.03	0.18±0.03	.467	.651
	Rearfoot	0.71±0.08	0.84±0.08	-4.761	.001*

Note. The \* symbol indicates a significant difference between basic parallel turn and short turn at  $p < .05$ .

180

181



## 182 Discussion

183

184 알파인 스키에 참여하는 생활체육 스키어들은 기초동작을 거쳐 베이직 패러렐 턴을 통해 스키 플레이트를  
185 11 자로 나란히 정렬하여 활주하는 방법을 터득하게 된다. 이 과정에서 각 관절 및 분절의 움직임을 통해  
186 신체중심 기울기와 체중이동, 에징각도 등을 조절하는 법을 익히게 되며, 이후 상급 스키어로 거듭나기 위해 빠른  
187 속도로 활주할 수 있는 카빙 턴이나, 짧은 반경으로 회전할 수 있는 숏 턴을 선택적으로 익히게 된다(Kim, Jeon,  
188 et al., 2014; Kim, Yoo, et al., 2014). 알파인 스키는 일반적으로 턴의 방향을 기준으로 안쪽스키보다 비교적  
189 바깥스키의 쓰임이 큰 비중을 차지할 뿐만 아니라(Hintermeister et al., 1997; Kröll, Wakeling, Seifert &  
190 Müller, 2010; Stricker, Scheibera, Lindenhofera & Müllera, 2010; Vaverka et al., 2012), 턴의 종류와 턴의  
191 구간에 따라 전족·중족·후족에서 발생하는 수직지면반력 패턴이 다양하게 나타난다(Kim, Yoo, et al., 2014;  
192 Nakazato et al., 2013). 숏 턴은 스키어가 구사할 수 있는 종류의 턴 중에서 회전반경이 가장 짧은 턴이기  
193 때문에, 다른 턴에 비해 짧은 순간에 이뤄져야 하며, 비교적 큰 구심력이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 베이직  
194 패러렐 턴과 숏 턴에서 나타나는 소요시간과 수직지면반력을 분석하였다.

195 생활체육스키어가 숏 턴을 처음 접하는데 있어 가장 먼저 연습하는 것은 짧은 리듬의 턴을 시도하는 것이다. 본  
196 연구결과에 따르면 숏 턴 수행 시 소요시간이 베이직 패러렐 턴에 비해 Initiation phase 에서는 48.00%,  
197 Steering phase 1 에서는 83.33%, Steering phase 2 에서는 87.97% 감소하여, 전구간에서 유의하게 짧은  
198 소요시간을 나타냈다. 턴 종류에 따라 구간별 소요시간 비율을 살펴보면, 베이직 패러렐 턴의 경우, Initiation  
199 phase 에서 15.53%, Steering phase 1 에서 35.40%, Steering phase 2 에서 49.07%로 비교적 회전구간에  
200 소요되는 시간이 길게 나타나는 반면, 숏 턴의 경우 Initiation phase 에서 40.63%, Steering phase 1 에서  
201 29.69%, Steering phase 2 에서 29.69%로 비교적 전환구간에 소요되는 시간이 길게 나타났다. 따라서 중급  
202 스키어가 숏 턴을 연습하는데 있어, 전반적인 구간별 소요시간을 짧게 줄이는 것뿐만 아니라, 비교적 회전구간의  
203 비율이 낮고 전환구간의 비율이 높은 리듬의 턴을 구사하는데 중점을 두어 지면반력이 발생하도록 동작을  
204 수행해야 한다.

205 알파인 스키는 일반적으로 회전구간에서 힘의 작용점(center of pressure [COP])이 전족부에서 후족부로  
206 순차적으로 이동하고, 전환구간에서 다시 전족부로 이동하는 것으로 보고되어 지고 있다(Kim, Yoo, et al., 2014;  
207 Nakazato et al., 2013). Initiation phase 는 이전 턴이 끝나고 다음 턴의 시작으로 준비하는 구간으로, 설면과  
208 맞닿는 면이 스키 플레이트의 산쪽 에지(uphill edge)에서 계곡쪽 에지(downhill edge)로 전환되는 구간을  
209 의미한다. 이 구간은 회전이 일어나지 않는 직선구간으로 정의되며, 스키 플레이트가 설면과 수평이 되고 양발에  
210 동일한 지면반력이 가해지며, 턴 후반부에 후족으로 집중되었던 지면반력이 다시 전족으로 이동되는 뉴트럴  
211 포지션(neutral position)과 회전 시 발생하는 지면반력에 의해 구부러졌던 스키 플레이트의 캠버(camber)가  
212 복원되면서 발생하는 탄성에 의한 언웨이팅(un-weighting)이 나타나는 구간이다(Kim, Yoo, et al., 2014; Le  
213 master, 2010; Müller et al., 1998). 본 연구결과에서는 숏 턴 수행 시, 중족과 후족에서 유의하게 작은  
214 수직지면반력이 나타났다. 일반적으로 회전반경이 작을수록 더 큰 스키 플레이트의 구부러짐(bending)이  
215 요구되어지기 때문에, Initiation phase 에서 언웨이팅 수행 시 탄성에 의해 발생하는 리바운드(rebound)가 크게  
216 나타난다(Federolf, Roos, Lüthi & Dual, 2010; Yoneyama, Scott, Kagawa & Osada, 2008). 따라서 숏 턴  
217 수행 시 중족과 후족의 적은 수직지면반력의 발현은 베이직 패러렐 턴에 비해 더 큰 리바운드가 발생하기  
218 때문이라 생각된다.

219 베이직 패러렐 턴과 숏 턴같이 스키딩(skidding)을 이용해 마찰력을 구심력으로 갖는 턴에서 Steering phase  
220 1 은 어택각도(attack angle)와 에징각도(edging angle)를 이용해 회전이 이뤄지기 시작하는 구간이다(Hirano,  
221 2006; Mössner et al., 2014; Müller et al., 1998). 이때 상급 스키어의 경우 중급 스키어에 비해 비교적  
222 전족부의 쓰임을 크게 하여, 스키 플레이트의 팁(tip)과 설면 사이의 반력을 증가시켜 더욱 급격한 회전을  
223 유도한다(Kim, Yoo, et al., 2014). 본 연구결과에서는 숏 턴 수행 시 발생하는 수직지면반력이 전족에서  
224 유의하게 증가한 반면, 중족에서

225 유의하게 적게 나타났다. 이는 슛 턴의 경우, 베이직 패러렐 턴에 비해 83.33% 적은 소요시간 안에  
226 최대경사선(fall-line)까지 스키 플레이트를 돌려내야 하기 때문에, 수직지면반력이 중족으로 분산되는 것을  
227 최소화 하여 전족의 수직지면반력을 증가시켜 스키 플레이트의 팁과 설면 사이에 더 큰 반력이 발생하는 것을  
228 유도하기 위한 것으로 생각된다.

229 Steering phase 2 는 에징각도를 증가시켜 스키 플레이트에서 과도한 스키딩이 발생하지 않도록 하여 회전을  
230 마무리하는 구간을 의미한다. Müller 등 (1998)의 연구에 따르면 상급 스키어의 경우 외향자세(counter  
231 rotation position)을 이용해 에징각도를 증가시켜 스키딩을 최소화시키고 직선구간으로 진입하는 반면, 중급  
232 스키어의 경우 과도하게 회전이 일어난다고 보고하였다. 외향자세는 신체중심 기울기와 힙 앵글레이션(hip  
233 angulation)을 증가시켜 에징각도의 증가를 유도하게 되고, 이렇게 증가된 에징각도는 설면과 스키 플레이트  
234 사이에 발생하는 반력을 증가시킨다(Mössner et al., 2014; Yoon et al., 2017). 이 반력은 에지가 설면의  
235 수직으로 파고드는 침투력(penetration force)과 수평으로 작용하는 전단력(shear force)로 분류되며, 특히  
236 에징각도가 커질수록 침투력이 증가하여 침투깊이(penetration depth)에 직접적인 영향을 미치게  
237 된다(Federolf, Roos, et al., 2014). 스키 플레이트의 스키딩은 이 침투깊이에 의해 결정되며, 침투깊이가  
238 깊을수록 스키딩이 줄어들게 된다. 본 연구결과에서 슛 턴 수행 시, 베이직 패러렐 턴에 비해 전족과 후족에서  
239 수직지면반력이 유의하게 증가되는 것으로 나타났다. 이는 슛 턴의 경우, 베이직 패러렐 턴에 비해 87.97% 적은  
240 소요시간 안에 스키딩을 최소화하여 턴을 마무리해야 하기 때문에, 외향자세 같이 전족과 후족에  
241 수직지면반력을 증가시킬 수 있는 동작을 통해 스키 플레이트의 침투깊이가 증가하는 것을 유도하기 위한 것으로  
242 생각된다.

243 본 연구는 베이직 패러렐 턴과 슛 턴 간의 소요시간 및 수직지면반력의 차이를 조사하기 위해 족저압력  
244 측정시스템을 사용하여 구간별 소요시간 및 전족·중족·후족의 수직지면반력을 분석하였다. 알파인 스키의  
245 부츠에 사용된 인솔형 족저압력 측정 시스템의 경우, 하퇴 지지부분에서 소실되는 힘이 발생하기 때문에  
246 수직지면반력이 과소추정되는 경향이 있다(Stricker et al., 2010). 따라서 추후 현장실험에서 하퇴에서 소실되는  
247 부분을 보완하거나, 스키 플레이트에 장착할 수 있는 지면반력기를 이용해 운동학적 분석과 함께 실시한다면,  
248 생활체육 스키어의 기술향상 및 교수법 개발에 필요한 정량적 가이드라인을 마련하는데 큰 도움이 될 것이다.

249  
250

251 Conclusion

252  
253 이 연구에서는 알파인 스키의 베이직 패러렐 턴과 슛 턴 수행 시 나타나는 소요시간과 수직지면반력에 관하여  
254 비교분석 하였다. 이를 위해 대한스키지도자연맹 소속 스키강사 11명이 실험에 참여하였으며, 16°의 정설된  
255 경사에서 인솔형 족저압력 측정 시스템을 이용하여 분석을 실시하였다. 슛 턴 수행 시, 베이직 패러렐 턴에 비해  
256 소요시간이 유의하게 짧게 나타났으며, initiation phase에서 중족과 후족의 수직지면반력이 유의하게 적게  
257 나타났으며, steering phase 1에서 전족의 수직지면반력이 유의하게 크게, 중족의 수직지면반력이 유의하게 적게  
258 나타났다. 또한 steering phase 2에서 전족과 후족의 수직지면반력이 유의하게 크게 나타났다. 이 연구결과에 따라  
259 슛 턴은 전환구간에 비해 회전구간의 소요시간을 짧게 가져가고, 짧은 소요시간 안에 턴이 충분히 이뤄질 수 있도록  
260 전족과 후족의 수직지면반력을 높일 수 있는 동작으로 활주하는 것을 제안한다. 향후 과소추정된 지면반력을  
261 보완하고 운동학적 분석을 함께 실시하여 생활체육 스키어의 기술향상을 위한 경험적 지식의 정량화가 이뤄져야 할  
262 것이다.  
263

264 Reference

265

266 Babel, S., Hartmann, U., Spitzenpfeil, P., & Mester, J. (1997). Ground-reaction forces in alpine  
267 skiing, cross-country skiing and ski jumping. In: Müller, E.; Schwameder, H.; Kornexl, E.;  
268 Raschner, C. (eds). Science and skiing. London, 200-207.

269 Federolf, P., Roos, M., Lüthi, A., & Dual, J. (2010). Finite element simulation of the ski-snow interaction  
270 of an alpine ski in a carved turn. *Sports Engineering*, 12(3), 123-133.

271 Gilgien, M., Crivelli, P., Spörri, J., Kröll, J., & Müller, E. (2015). Characterization of course and  
272 terrain and their effect on skier speed in World Cup alpine ski racing. *PLoS One*, 10(3),  
273 e0118119.

274 Hintermeister, R. A., O'Connor, D. D., Lange, G. W., Dillman, C. J., & Steadman, J. R. (1997).  
275 Muscle activity in wedge, parallel, and giant slalom skiing. *Medicine and Science in Sports  
276 and Exercise*, 29(4), 548-553.

277 Hirano, Y. (2006). Quickest descent line during alpine ski racing. *Sports Engineering*, 9(4), 221-  
278 228.

279 Hyun, M. S. (2000). The kinematic analysis of Pflug Bogen in Skiing. *The Korean Journal of  
280 Physical Education*, 39(4), 736-744.

281 Kim, J. N., Kim, J. H., Ryu, J., Yoon, S., & Park, S. K. (2016). Comparison of three-dimensional  
282 kinematic changes of the lower extremity between the two different braking distances of  
283 snowplow in alpine skiing. *Korean Journal of Sports Biomechanics*, 26(4), 361-367.

284 Kim, J. N., Jeon, H. M., Yoo, S. H., Ha, S. H., Kim, J. H., Ryu, J. S., Park, S. K., & Yoon, S. H. (2014).  
285 Comparisons of Center of Mass and Lower Extremity Kinematic Patterns between Carved  
286 and Basic Parallel Turn during Alpine Skiing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 24(3),  
287 201-207.

288 Kim, J. N., Yoo, S. H., Ha, S. H., Kim, J. H., Ryu, J. S., Park, S. K., & Yoon, S. H. (2014).  
289 Comparisons of foot pressure patterns between experienced skiers and intermediate  
290 skiers during alpine skiing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 24(1), 19-26.

291 Kim, K. Y. (2004). A study on pflug. *Korean Journal of Sports Science*, 13(2), 531-540.

292 Kim, K. Y. (2006a). A study on braking pflug. *Korean Journal of Sports Science*, 15(2), 325-332.

293 Kim, K. Y. (2006b). A study on gliding pflug. *Korean Journal of Sports Science*, 15(4), 515-524.

294 Klous, M., Muller, E., & Schwameder, H. (2012). Three-dimensional knee joint loading in alpine  
295 skiing: a comparison between a carved and a skidded turn. *Journal of Applied  
296 Biomechanics*, 28(6), 655-664.

297 Koo, D. H., Lee, M. H., Kweon, H. S., Hyun, B. R., & Eun, S. D. (2014). Comparisons of  
298 Pflugbogen's Biomechanical Characteristics to Develop Interactive Ski Simulator. *Korean  
299 Journal of Sport Biomechanics*, 24(3), 189-199.

300 Kröll, J., Wakeling, J. M., Seifert, J. G., & Müller, E. (2010). Quadriceps Muscle Function during  
301 Recreational Alpine Skiing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(8), 1545-  
302 1556.

303 LeMaster, R. (2010). Ultimate skiing. Champaign, IL: Human Kinetics.

304 Mössner, M., Heinrich, D., Schindelwig, K., Kaps, P., Schretter, H. & Nachbauer, W. (2014).  
305 Modeling the ski-snow contact in skiing turns using a hypoplastic vs an elastic force-  
306 penetration relation. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(3), 577-  
307 585.

308 Mössner, M., Nachbauer, W., Innerhofer, N., & Schretter, H. (2003). Mechanical properties of  
309 snow on ski slopes. In *Abstract book of the 15th international congress on ski trauma and*  
310 *skiing safety*, St. Moritz Switzerland. Retrived from [http://sport1.uibk.ac.at/mm/publ/163-](http://sport1.uibk.ac.at/mm/publ/163-Moessner--2004--Mechanical_Properties_of_Snow_on_Ski_Slopes.pdf)  
311 [-Moessner--2004--Mechanical\\_Properties\\_of\\_Snow\\_on\\_Ski\\_Slopes.pdf](http://sport1.uibk.ac.at/mm/publ/163-Moessner--2004--Mechanical_Properties_of_Snow_on_Ski_Slopes.pdf).

312 Müller, E., Bartlett, R., Raschner, C., Schwameder, H., Benko-Bernwick, U., & Lindinger, S. (1998).  
313 Comparisons of the ski turn techniques of experienced and intermediate skiers. *Journal of*  
314 *Sports Sciences*, 16(6), 545-559.

315 Nakazato, K., Scheiber, P., & Müller, E. (2013). Comparison between the force application point  
316 determined by portable force plate system and the center of pressure determined by  
317 pressure insole system during alpine skiing. *Sports Engineering*, 16(4), 297-307.

318 Spörri, J., Kröll, J., Haid, C., Fasel, B., & Müller, E. (2015). Potential mechanisms leading to overuse  
319 injuries of the back in alpine ski racing: a descriptive biomechanical study. *The American*  
320 *Journal of Sports Medicine*, 43(8), 2042-2048.

321 Stricker, G., Scheibera, P., Lindenhofera, E., & Müllera, E. (2010). Determination of forces in  
322 alpine skiing and snowboarding: Validation of a mobile data acquisition system. *European*  
323 *Journal of Sport Science*, 10(1), 31-41.

324 Supej, M., Hébert-Losier, K., & Holmberg, H. C. (2015). Impact of the steepness of the slope on  
325 the biomechanics of world cup slalom skiers. *International Journal of Sports Physiology*  
326 *and Performance*, 10(3), 361-368.

327 Supej, M., & Holmberg, H. C. (2010). How gate setup and turn radii influence energy dissipation  
328 in slalom ski racing. *Journal of Applied Biomechanics*, 26(4), 454-464.

329 Supej, M., Kipp, R., & Holmberg, H. C. (2011). Mechanical parameters as predictors of  
330 performance in alpine World Cup slalom racing. *Scandinavian Journal of Medicine &*  
331 *Science in Sports*, 21(6).

332 Vaverka, F., Vodickova, S., & Elfmark, M. (2012). Kinetic analysis of ski turns based on measured  
333 ground reaction forces. *Journal of Applied Biomechanics*, 28(1), 41-47.

334 Yoneyama, T., Kagawa, H., Okamoto, A., & Sawada, M. (2000). Joint motion and reacting forces  
335 in the carving ski turn compared with the conventional ski turn. *Sports Engineering*, 3(3),  
336 161-176.

337 Yoneyama, T., Scott, N., Kagawa, H., & Osada, K. (2008). Ski deflection measurement during  
338 skiing and estimation of ski direction and edge angle. *Sports Engineering*, 11(1), 3-13.

339 Yoon, S., Kim, J. H., Park, J. H., Ryu, J., Park, S. K., & Kim, J. N. (2017). Effects of counter-rotation  
340 position on knee/hip angulation, center of mass inclination, and edging angle in  
341 simulated alpine skiing. *Korean Journal of Sports Biomechanics*, 27(2), 91-97.