Korean Journal of Sport Biomechanics
Vol. 24, No. 1, 2014, 19-26

ISSN 1226-2226(Print), ISSN 2093-9752(Online)
http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2014.24.1.019
http://www.kssb.or.kr

알파인 스킹 시 상급 스키어와 중급 스키어 간의 족저압력 패턴 비교

김주년[1] · 류시현[1] · 하성희[1] · 김진해[3] · 류지선[2] · 박상균[3] · 윤석훈[4]

[1]한국체육대학교 대학원 체육학과, [2]한국체육대학교 생활체육대학 운동건강관리학과
[3]한국체육대학교 스포츠과학대학 체육학과, [4]한국체육대학교 생활체육대학 사회체육학과

Comparisons of Foot Pressure Patterns between Experienced Skiers and Intermediate Skiers during Alpine Skiing

Joo-Nyeon Kim[1] · Si-Hyun Yoo[1] · Sung-He Ha[1] · Jin-Hae Kim[3] · Ji-Seon Ryu[2] · Sang-Kyoon Park[3] · Suk-Hoon Yoon[4]

[1]Department of Physical Education, Graduate School of Korea National Sport University, Seoul, Korea
[2]Department of Health and Exercise Science, College of Lifetime Sport of Korea National Sport University, Seoul, Korea
[3]Department of Physical Education, College of Sport Science of Korea National Sport University, Seoul, Korea
[4]Department of Community Sport, College of Lifetime Sport of Korea National Sport University, Seoul, Korea
Received 26 February 2014; Received in revised form 12 March 2014; Accepted 24 March 2014

ABSTRACT

This study investigated foot pressure patterns between experienced skiers and intermediate skiers during alpine skiing. Five experienced skiers and five intermediate skiers participated in this study. Foot pressure measurement system was used to measure vertical ground reaction force (vGRF) and contact area under the six plantar regions. Each participant was asked to perform basic parallel turns and carved turns on a 18° groomed slope. Each right turn was divided into the initiation phase, the steering phase 1 and 2. For the initiation phase of the basic parallel turns, significantly greater contact area was found on the LRF and RRF of the intermediate skiers (p<.05) and significantly greater vGRF was found on the LRF of the intermediate skiers (p<.05). Also significantly greater vGRF and contact area were found on the LRF and RRF of the intermediate skiers at the steering phase 1 (p<.05) and on the LRF of the intermediate skiers at the steering phase 2 (p<.05). For the carved turns, significantly greater vGRF and contact area were found on the LRF and RRF of the intermediate skiers at all three phase (p<.05). On the other hand, significantly greater vGRF was found on the RFF of the experienced skiers at the steering phase 1 (p<.05). Also significantly greater vGRF and contact area were found on the RMF of the experienced skiers at the steering phase 2 (p<.05). In order to increase performance, we suggest that the intermediate skiers should be unweighted at the initiation phase and shift the body weight to the forefoot of the outer foot at the steering phase 1. Also, the outer ski should be loaded more than the both skis at the steering phase 1 and 2.

Keywords : Alpine Ski, Inter Ski, Foot Pressure, Basic Parallel Turn, Carving Turn

위 논문은 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었습니다.
Corresponding Author: Suk-Hoon, Yoon
Department of Community Sport, College of Lifetime Sport of Korea National Sport University, 138-763, 1239, Yangjae, Songpa-gu, Seoul, Korea
Tel : +82-2-410-6850 / Fax : +82-2-410-6927
E-mail : sxy134@knsu.ac.kr

I. 서 론

알파인 스키는 동계올림픽 정식종목으로 기문을 통과하면서 설면을 활주하여 기록을 다투는 레이싱 스키(racing ski)와 일반 스키어를 위한 새로운 스키 기술과 교수법을 개발하는 인터스키(inter ski)로 나뉜다. 레이싱 스키는 1936년 제 4회 가르미슈파르텐키르헨 동계올림픽에서 정

식종목으로 채택되어 2018년 제23회 평창 동계올림픽까지 이어져 세계적인 인기 스포츠로 자리매김 하고 있다. 레이싱 스키의 인기와 더불어 일반 스키어의 참여를 통한 인터스키의 인기도 나날이 커지고 있으며, 특히 국내의 경우 연간 스키장 이용객이 660만명을 넘어서고 있고, 17개의 스키 리조트가 운영될 정도로 일반 스키어의 참여가 높으며, 그 인기는 제 23회 동계올림픽의 개최지가 평창으로 선정되는 것을 계기로 더욱 더해지고 있다(The Ministry of Culture, Sports and Tourism [MCST], 2008). 이렇게 생활 스포츠로써 일반인의 참여도 증가는 스키 기술이나 교수법에 관한 인터스키의 발전을 가져왔다.

인터스키는 1951년 오스트리아에서 체육단체로써 결성되어 현재 37개의 회원국과 약 25만명의 회원이 참여 중이다(Interski, 2014). 인터스키는 4년마다 각 국을 대표하는 데몬스트레이터(demonstrator) 1000여명이 참가하여 새로운 스키 기술과 교수법을 발표하는 인터스키대회(interski congress)를 개최하고 있으며, 이 대회는 월드컵스키대회, 동계올림픽과 함께 3대 동계스포츠 경기로 발전하였다(Interski-2015, 2014). 국내에서는 1982년을 시작으로 2014년까지 30회의 스키기술선수권대회를 개최하여 새로운 스키 기술을 겨뤄왔으며, 2007년에는 평창에서 제18회 인터스키대회를 개최함으로써 한국 스키가 세계적인 수준에 달았음을 증명하였다(Korea Ski Instructors Association [KSIA], 2014). 또한 대한스키지도자연맹과 한국스키장경영협회에서 알파인 스키 지도자 양성을 위한 자격증 제도를 시행함으로써 한국 스키의 지속적인 발전에 기여하고 있다(Korea Ski Resort Business Association, 2014). 하지만 인터스키의 지속적인 발전에도 불구하고 엘리트 선수가 아닌 일반 스키어의 기술 향상을 위한 정량화된 연구 결과가 부족하여 대부분 경험적 지식에 의존하고 있는 실정이다.

알파인 스키에 관한 연구는 야외, 낮은 온도, 경사, 설면 등의 환경적으로 어려움이 많이 따르기 때문에 최근 알파인 스키 관련 연구들은 원활한 연구를 진행하기 위한 새로운 실험 도구에 대한 신뢰도 검증이나 방법론적인 접근이 활발히 이뤄지고 있다. 비교적 좁은 capture volume을 갖고 있는 적외선 카메라나 DLT (direct linear transformation) 방식의 한계를 개선하기 위해, PTZ (pan, tilt, zoom) 카메라나 관성 센서(inertial sensor), 위성측위시스템(Global Navigation Satellite System [GNSS]) 등에 대한 신뢰도 검증을 통해 운동학적(kinematic) 분석에 대한 연구영역을 확장시키고 있다(Gilgien, Spörri, Chardonnens, Kröll, & Müller, 2013; Müller & Schwameder, 2003; Klous, Müller, & Schwameder, 2010; Supej, 2010; Supej & Holmberg, 2011; Krüger & Edelmann-Nusser, 2010). 또한 스키와 설면 간에 발생하는 접촉압력(contact pressure)을 계산하고, 족저압력측정기와 스키에 장착된 동력계(dynamometer)에서 나타나는 결과치의 비교를 통해 운동역학적(kinetic) 분석에 대한 연구영역을 확장시키고 있다(Heinrich, Mössner, Kaps, & Nachbauer, 2010; Stricker, Scheiber, Lindenhofer, & Müller, 2010). 하지만 연구영역의 확장에도 불구하고 스키어의 기술 향상을 위한 연구는 부족한 실정이다.

알파인 스키 중에서도 레이싱 스키의 경우 0.01초를 다투는 동계올림픽 종목이기 때문에 기록을 단축시키기 위한 다양한 역학적인 접근이 이루어져 왔다. 스키의 활주 속도에 영향을 미치는 대표적인 요인으로는 스키어의 활주 자세로 결정되는 공기저항과 스키 플레이트의 에징(edging)으로 턴 호를 조절하면서 발생되는 설면 마찰(ski-snow friction)이라고 알려져 있다. 하지만 공기저항과 같이 상 · 하 또는 전·후로 활주하는 자세로 인한 영향보다는 에징으로 인한 설면 마찰이 활주 속도에 더 큰 영향을 미친다고 보고되어 졌다(Federolf et al., 2008; Supej et al., 2013). 강한 에징은 짧은 턴 호와 높은 지면반력을 만들어 내기 때문에 소모되는 에너지가 매우 크다. 따라서 기문을 통과할 수 있는 한도 내에서는 최소한의 에징을 사용하여 에너지의 소모를 최소화해야 엘리트 선수의 최대 경기력을 이끌어 낼 수 있다(Supej, 2008; Supej & Holmberg, 2010; Supej, Kipp, & Holmberg, 2011). 또한 Hintermeister, O'Connor, Dillman 등 (1995)은 하지와 몸통의 12개 근육을 분석하여 높은 수준의 경기력을 이끌어내기 위해서는 근육 간의 협력 수축(co-contraction)의 필요성을 강조하였다. 하지만 위와 같은 연구들은 레이싱 스키의 대회전(giant slalom)과 회전(slalom) 종목으로 분석을 진행하여 기록 향상에 미치는 요소를 분석하였기 때문에 스키어의 스키 기술 향상에 영향을 미칠 수 있는 결과는 제시하지 못하였다.

베이직 패러렐 턴(basic parallel turn)이나 플루크 보겐(pflug bogen, wedge turn)과 같은 인터스키 기술에 관한 연구는 초·중급 스키어의 기술 향상이나 기초 기술에 대한 정량화된 지식을 위해 반드시 필요하다. Kröll, Wakeling, Seifert와 Müller (2010), Hintermeister, O'Connor, Lange, Dillman과 Steadman (1997)은 근전도(electromyography [EMG])를 이용해 다양한 인터스키 기술을 분석하여 대퇴직근(rectus femoris)과 같은 대근육의 쓰임에 대해 보고하였다. 또한 Müller 등 (1998)은 베이직 패러렐, 슈템턴(stem turn) 등의 기초 기술의 운동학적 분석을 통해 체중이동의 중요성에 대하여 강조하였다. 하지만 근육의 쓰임이나 운동학적인 분석만으로는 체중이동을 통해 스키 플레이트에 가해지는 힘에 대한 해석이 어렵기 때문에 스키어의 기술 향상을 위해서는 턴의 구간별 스키 플레이트와 인체 사이에 발생하는 힘의 변화에 대한 연구가 필요하다.

알파인 스키는 신체중심의 위치와 스키의 접촉압력에 의해 회전이 일어나게 된다(Heinrich et al., 2010). 하지만 신체중심이 같은 곳에 위치하더라고 스키어의 미세한 동작으로 인해 바깥 스키(outer ski) 또는 안쪽 스키(inner ski), 스키 플레이트의 앞부분(tip) 또는 뒷부분(tail) 등 접촉압력의 발생위치가 변화되며, 이는 활주의 여러 요소에 영향을 미치게 된다(Klous, Müller, & Schwameder, 2012). 따라서 본 연구의 목적은 인터스키 기술향상을 위해, 베이직 패러렐 턴과 카빙 턴(carving turn) 수행 시 우수 스키어와 비우수 스키어의 턴 구간별 족저압력의 패턴을 정량화하여 비교 분석하는 데 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구의 연구대상자는 대한스키지도자연맹에서 발급하는 지도자 자격증을 소유하고 있는 10명의 스키어를 선정하였다. 그 중 준지도자 자격증(level 2)을 소지하고 있는 5인(남자 3명, 여자 2명)을 중급 스키어로 선정하고, 정지도자 자격증(level 3)을 소지하고 있는 5인(남자 4명, 여자 1명)을 상급 스키어로 선정하였다(Table 1).

2. 실험 절차

알파인 스킹 시 족저압력을 측정하기 위해 99개의 용량형 압력 센서(capacitive pressure sensors)로 이뤄진 2 mm 두께의 인솔형 족저압력 측정 시스템(Pedar-X, Novel, Germany)을 각 스키어 소유의 부츠에 장착하여 사용하였다(sampling rates: 100 Hz). 이 때 기존 인솔의 모양과 압력 센서의 두께에 영향을 제거하기 위해 기존에 삽입되어있던 인솔을 제거한 후에 압력 센서를 장착하였다. 또한 턴의 구간을 설정하기 위해 비디오 카메라와 동조하였다. 실험에 사용된 스키는 피험자 모두 165 cm의 동일한 회전 스키를 사용하였다(13/14 demo alpha slantnose tpx, Rossignol, France).

실험 전 각 스키어들은 충분한 준비운동과 연습을 실시하였으며, 실험은 약 18º경사의 정설된 중상급슬로프(폭 70 m, 길이 800 m)에서 진행하였다. 각 스키어는 베이직 패러렐 턴과 카빙 턴을 수행하였다.

Table 1. Summary information for the two groups

	Experienced skiers (5 level-3 instructors)	Intermediate skiers (5 level-2 instructors)
Age (yrs)	29.4 (1.82)	27.4 (1.52)
Body mass (kg)	64.4 (11.24)	63.8 (13.03)
Height (cm)	171.2 (7.26)	171.2 (8.87)

note: mean (standard deviation)

3. 자료 처리

각 스키어가 수행한 연속적으로 이루어진 두 가지 종목의 턴에서 처음 두 턴과 마지막 두 턴을 제외한 나머지 턴 중, 오른쪽 다섯 턴을 선정하였다. 각 턴은 왼쪽 턴에서 오른쪽 턴으로 전환되는 직선구간(initiation phase)과 회전의 시작부터 최대경사선(fall line)까지의 회전구간(steering phase 1), 최대경사선에서 다음 턴 직선구간 시작점까지의 회전구간(steering phase 2)으로 나누어 분석하였다(Müller et al., 1998; Figure 1).

상·중급 스키어 간의 체중이동 변화에 대한 차이를 보기 위해, 수집된 족저압력 자료를 왼발의 전족(left fore foot [LFF]), 중족(left mid foot [LMF]), 후족(left rear foot [LRF])과 오른발의 전족(right fore foot [RFF]), 중족(right mid foot [RMF]), 후족(right rear foot [RRF])으로 나누어 각 구간별 수직지면반력(vertical ground reaction force [vGRF])과 접촉면적(contact area)의 평균과 표준편차를 계산하였다.

4. 통계 처리

베이직 패러렐 턴과 카빙 턴 수행 시, LFF, LMF, LRF, RFF, RMF, RRF에서 나타나는 상·중급 스키어의 족저압력 패턴을 분석하기 위해 수직지면반력과 접촉면적의 평균값(mean value)을 계산하였고, 이 때 수직지면반력은 각 스키어의 신체질량(body mass)으로 나누어 일반화

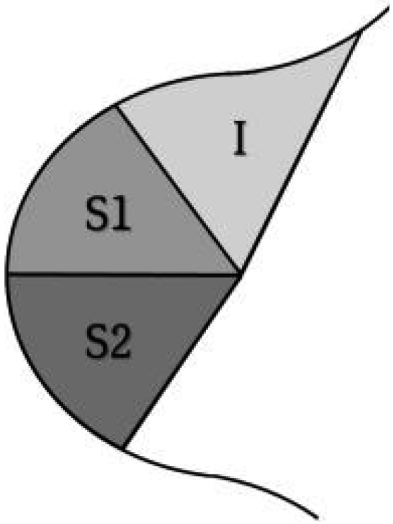

Figure 1. Ski turn phases (I: initiation phase, S1: steering phase 1, S2: steering phase 2)

(normalization)하였다. 각 변인은 독립표본 t-test를 실시하여 통계적인 차이를 분석하였고, 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

III. 결 과

본 연구는 대표적인 기초기술인 베이직 패러렐 턴과 대표적인 상급기술인 카빙 턴의 수행을 통해 상급 스키어와 중급 스키어의 턴 구간별 수직지면반력과 접촉면적의 평균값을 비교하였다(Table 2-5).

1. 베이직 패러렐 턴

Initiation phase에서는 LRF에서 중급 스키어 집단의 수직지면반력이 유의하게 크게 나타났고(p<.05), LRF와 RRF에서 중급 스키어 집단의 접촉면적이 유의하게 크게 나타났다(p<.05).

Steering phase 1에서는 LRF와 RRF에서 중급 스키어 집단의 수직지면반력과 접촉면적이 유의하게 크게 나타났다(p<.05).

Steering phase 2에서는 LRF에서 중급 스키어 집단의 수직지면반력과 접촉면적이 유의하게 크게 나타났다(p<.05).

2. 카빙 턴

Initiation phase에서는 LRF와 RRF에서 중급 스키어 집단의 수직지면반력과 접촉면적이 유의하게 크게 나타났다(p<.05).

Steering phase 1에서는 RFF에서 상급 스키어 집단의 수직지면반력이 유의하게 크게 나타난(p<.05) 반면, LRF와 RRF에서는 중급 스키어 집단의 수직지면반력과 접촉면적이 유의하게 크게 나타났다(p<.05).

Steering phase 2에서는 LRF와 RRF에서 중급 스키어 집단의 수직지면반력과 접촉면적이 유의하게 크게 나타났다(p<.05). 반면에 LMF와 RMF에서는 상급 스키어 집단의 수직지면반력과 접촉면적이 유의하게 크게 나타났다(p<.05).

IV. 논 의

인터 스키는 수십 년간 일반 스키어의 기술 향상을 위해 업스템 턴(upstem turn), 다운스템 턴(downstem turn), 베이직 패러렐 턴 등의 기초 기술을 이용한 교수법을 개발해왔고, 이는 알파인 스키를 생활체육으로 발전시키는데 가장 큰 역할을 해오고 있다(Müller et al., 1998). 또한 사이드 컷(side-cut)을 이용한 카빙스키의 개발로 인해 카빙 턴이 보편화되면서 카빙 턴에 대한 교수법 개발과 다양한 연구가 이루어 졌다(Greenwald, Senner, & Swanson, 2001). 중력, 공기저항, 지면반력 등의 외력(external force)에 의존하는 알파인 스키의 경우 신체가 갖고 있는 질량이 양 발을 통해 스키 플레이트에 어떻게 전달되는지가 중요하다(Klous et al., 2012; Vaverka, Vodickova, & Elfmark, 2012; Stricker et al., 2010). 하지만 이에 관한 정량화된 자료가 부족하여 경험적 지식에 의존하고 있기 때문에, 본 연구에서는 상·중급 스키어가 베이직 패러렐 턴과 카빙 턴 수행 시 나타나는 족저압력 패턴을 정량화하여 비교하고자 하였다.

1. 베이직 패러렐 턴

Initiation phase는 스키 플레이트에 가해지던 부하를 줄이는 un-weighting 기능으로 에지 체인지(edge change)를 수행하는 구간이다(Müller et al., 1998). 이 연구에서는 왼발의 후족에서 중급 스키어의 수직지면반력이 유의하게 크게 나타났고, 양발의 후족에서 중급 스키어의 접촉면적이 유의하게 크게 나타났다. 이 결과는 un-weighting 기능을 수행하기 위해 신체중심을 높이는 initiation phase에서 상급 스키어에 비해 중급 스키어의 무릎 각도가 유의하게 적게 변한다고 보고한 Müller 등 (1998)의 연구 결과와 함께, 중급 스키어는 상대적으로 성공적인 un-weighting 기능을 수행하지 못한 것으로 생각된다.

베이직 패러렐 턴의 steering phase 1은 스키의 방향과 활주방향이 달라져 스키딩(skidding)을 통해 제동을 시작하는 구간이다(Müller et al., 1998). 이 때 initiation phase에서 성공적인 un-weighting 기능을 수행한 상급 스키어의 경우 전족의 수직지면반력과 접촉면적이 비교적 더 큰 경향을 나타냈지만, un-weighting 기능을 수행하지 못하고 후족에 체중이 남아있던 중급 스키어의 경우 steering phase 1에서 역시 후족의 수직지면반력과 접촉면적이 유의하게 크게 나타났다. 알파인 스키는 스키어의 움직임에 따라 접촉면적과 접촉압력이 결정되기 때문에(Heinrich et al., 2010), 지속적으로 후족에 체중이 실려있는 중급 스키어의 경우 상급 스키어와 같이 전족의 사용을 늘려 활주할 수 있도록 움직임을 수정해야 한다고 판단된다.

베이직 패러렐 턴의 steering phase 2는 속도를 조절하고 과도한 미끄러짐을 방지하는 것을 수행하는데 주된 목적이 있는 구간이다(Müller et al., 1998). 이 구간에서 중급 스키어는 initiation phase와 steering phase 1에서와 같이 왼쪽 후족에서 유의하게 큰 수직지면반력과 접촉면적이 나타났으며, 이는 상급 스키어에 비해 안쪽 스키에 더 많은 체중이 실려있음을 나타낸다. Kröll 등 (2010)은 중급 스키어를 대상으로 안쪽 다리(inner leg)와 바깥 다리

Table 2. Mean (standard deviations) of the vertical ground reaction force and independent t-test results during basic parallel turn (unit: N/kg)

Turn phases	Plantar regions	Experienced skiers		Intermediate skiers		t	*p*	Plantar regions	Experienced skiers		Intermediate skiers		t	*p*
		M	(SD)	M	(SD)				M	(SD)	M	(SD)		
Initiation phase	LFF	0.14	(0.08)	0.13	(0.07)	.173	.867	RFF	0.19	(0.07)	0.12	(0.08)	1.499	.172
	LMF	0.09	(0.08)	0.04	(0.03)	1.300	.230	RMF	0.05	(0.02)	0.04	(0.05)	.320	.757
	LRF	0.24	(0.09)	0.54	(0.18)	-3.283	.011*	RRF	0.03	(0.03)	0.12	(0.08)	-2.251	.054
Steering phase 1	LFF	0.11	(0.08)	0.05	(0.04)	1.547	.160	RFF	0.37	(0.09)	0.20	(0.15)	2.180	.061
	LMF	0.03	(0.02)	0.01	(0.01)	1.300	.230	RMF	0.15	(0.10)	0.06	(0.07)	1.660	.136
	LRF	0.02	(0.02)	0.25	(0.16)	-3.129	.014*	RRF	0.09	(0.03)	0.30	(0.17)	-2.745	.025*
Steering phase 2	LFF	0.05	(0.03)	0.02	(0.03)	1.434	.189	RFF	0.12	(0.05)	0.10	(0.10)	.584	.576
	LMF	0.01	(0.00)	0.02	(0.01)	-.849	.421	RMF	0.15	(0.08)	0.07	(0.06)	1.735	.121
	LRF	0.05	(0.05)	0.21	(0.12)	-2.791	.024*	RRF	0.55	(0.08)	0.72	(0.19)	-1.837	.104

note: the * symbol indicates a significant difference between experienced and intermediate skiers at $p<.05$.

Table 3. Mean (standard deviations) of the contact area and independent t-test results during basic parallel turn (unit: cm)

Turn phases	Plantar regions	Experienced skiers		Intermediate skiers		t	*p*	Plantar regions	Experienced skiers		Intermediate skiers		t	*p*
		M	(SD)	M	(SD)				M	(SD)	M	(SD)		
Initiation phase	LFF	14.55	(8.44)	10.76	(5.27)	.852	.423	RFF	0.19	(7.58)	12.37	(8.48)	1.198	.265
	LMF	10.32	(7.63)	4.65	(3.48)	1.513	.184	RMF	5.55	(2.24)	4.21	(5.56)	.503	.628
	LRF	20.29	(6.01)	31.88	(4.75)	-3.383	.010*	RRF	3.42	(3.50)	12.04	(5.96)	-2.789	.024*
Steering phase 1	LFF	14.31	(10.76)	5.03	(4.31)	1.788	.112	RFF	30.58	(8.67)	18.99	(12.12)	1.738	.120
	LMF	3.88	(2.32)	1.65	(1.52)	1.793	.111	RMF	16.55	(9.23)	6.52	(7.37)	1.899	.094
	LRF	2.72	(2.58)	20.23	(11.63)	-3.288	.011*	RRF	8.52	(2.05)	21.80	(5.16)	-5.346	.001*
Steering phase 2	LFF	6.40	(4.04)	2.25	(2.28)	2.002	.080	RFF	12.19	(5.60)	9.21	(6.25)	.793	.451
	LMF	1.55	(0.64)	1.80	(1.79)	-.296	.775	RMF	15.64	(8.21)	6.67	(6.14)	1.957	.089
	LRF	6.04	(5.46)	19.56	(11.86)	-2.315	.049*	RRF	31.09	(1.34)	34.47	(3.35)	-2.095	.069

note: the * symbol indicates a significant difference between experienced and intermediate skiers at $p<.05$.

Table 4. Mean (standard deviations) of the vertical ground reaction force and independent t-test results during carving turn (unit: N/kg)

Turn phases	Plantar regions	Experienced skiers		Intermediate skiers		t	p	Plantar regions	Experienced skiers		Intermediate skiers		t	p
		M	(SD)	M	(SD)				M	(SD)	M	(SD)		
Initiation phase	LFF	0.16	(0.13)	0.14	(0.10)	.238	.818	RFF	0.19	(0.07)	0.12	(0.11)	1.008	.350
	LMF	0.05	(0.01)	0.04	(0.02)	.162	.875	RMF	0.01	(0.01)	0.07	(0.08)	-1.748	.119
	LRF	0.04	(0.03)	0.53	(0.12)	-9.444	.000*	RRF	0.02	(0.02)	0.30	(0.11)	-5.731	.000*
Steering phase 1	LFF	0.16	(0.14)	0.10	(0.10)	.860	.415	RFF	0.52	(0.13)	0.28	(0.11)	3.247	.012*
	LMF	0.05	(0.03)	0.11	(0.10)	-1.399	.199	RMF	0.08	(0.06)	0.03	(0.03)	1.478	.178
	LRF	0.05	(0.06)	0.68	(0.20)	-6.699	.000*	RRF	0.02	(0.01)	0.34	(0.22)	-3.313	.011*
Steering phase 2	LFF	0.13	(0.11)	0.04	(0.03)	1.734	.121	RFF	0.45	(0.09)	0.33	(0.12)	1.848	.102
	LMF	0.05	(0.04)	0.09	(0.09)	-.045	.423	RMF	0.30	(0.16)	0.11	(0.09)	2.383	.044*
	LRF	0.14	(0.10)	0.65	(0.21)	-4.849	.001*	RRF	0.49	(0.10)	0.91	(0.26)	-3.388	.010*

note: the * symbol indicates a significant difference between experienced and intermediate skiers at $p<.05$.

Table 5. Mean (standard deviations) of the contact area and independent t-test results during carving turn (unit: cm)

Turn phases	Plantar regions	Experienced skiers		Intermediate skiers		t	*p*	Plantar regions	Experienced skiers		Intermediate skiers		t	*p*
		M	(SD)	M	(SD)				M	(SD)	M	(SD)		
Initiation phase	LFF	17.01	(13.86)	14.58	(9.03)	.328	.751	RFF	0.19	(9.14)	11.20	(7.39)	1.444	.187
	LMF	6.47	(0.93)	4.79	(2.12)	1.625	.143	RMF	1.79	(1.31)	5.91	(5.36)	-1.668	.134
	LRF	4.50	(2.73)	29.82	(2.87)	-14.324	.000*	RRF	2.13	(2.36)	20.07	(4.22)	-8.290	.000*
Steering phase 1	LFF	17.32	(14.79)	9.84	(8.34)	.985	.353	RFF	34.56	(12.39)	24.88	(7.00)	1.521	.167
	LMF	5.97	(3.64)	9.67	(7.99)	-.942	.374	RMF	8.81	(5.57)	4.08	(4.05)	1.537	.163
	LRF	5.17	(5.28)	35.58	(1.04)	-12.623	.000*	RRF	2.48	(1.05)	20.16	(5.38)	-7.220	.000*
Steering phase 2	LFF	13.99	(11.64)	4.00	(2.89)	1.861	.100	RFF	31.27	(8.86)	28.48	(5.51)	.598	.566
	LMF	6.20	(4.38)	7.22	(6.79)	-.283	.784	RMF	26.88	(11.86)	10.56	(8.41)	2.510	.036*
	LRF	13.24	(7.82)	35.01	(3.23)	-5.755	.000*	RRF	27.95	(2.73)	36.74	(2.17)	-5.634	.000*

note: the * symbol indicates a significant difference between experienced and intermediate skiers at $p<.05$.

(outer leg)의 근활성도를 비교하였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다고 보고하였고, Stricker 등 (2010)과 Vaverka 등 (2012)은 상급 스키어를 대상으로 분석하여 안쪽 스키에 비해 바깥 스키의 수직지면반력이 현저하게 높은 결과를 보고하였다. 이는 본 연구에서 나타난 결과와 같이, 스키 플레이트에 외력을 전달함에 있어 양쪽 스키보다는 바깥 스키에 집중해야 하며, 중급 스키어의 기술 향상을 위해 족저압력 패턴을 변화시켜야 함을 나타냈다.

2. 카빙 턴

카빙 턴은 스키 플레이트의 밀림(lateral skidding)을 최소화하여 사이드 컷과 리버스 캠버(reverse camber)에 의해 형성되는 턴 호를 따라 스킹하는 상급 스키 기술이다(Heinrich et al., 2010). 스키 플레이트의 밀림이 적기 때문에 설면 저항이 매우 낮아 빠른 속도로 활주가 가능하기 때문에 신체나 스키 플레이트를 다루기가 매우 어렵다.

Initiation phase에서는 양발의 후족에서 중급 스키어의 수직지면반력과 접촉면적이 유의하게 큰 것으로 나타났고, 이는 중급 스키어가 상급기술인 카빙 턴을 이용한 활주 시신체의 움직임이 원활히 이뤄지지 않아 un-weighting 기능이 충분히 발휘되지 않음을 나타내고 있다. 이를 개선하기 위해서는 신체중심이 양발의 중심에 위치하도록 하여 체중이 후족부에 집중되는 것을 방지하고, 대퇴의 활성을 최소화하여 인위적인 동작없이 원심성에 의한 에지체인지가 이뤄지도록 해야 한다(Hintermeister et al., 1997; Kröll et al., 2010).

Steering phase 1에서 이뤄지는 카빙 턴은 스키 플레이트의 밀림이 생기지 않도록 하기 위해 에지를 설면 깊숙이 들어가도록 하여 설면과 에지 간의 접촉면적과 접촉압력을 증가시켜야 한다(Heinrich et al., 2010). 이때 사이드 컷에 의해 스키 플레이트 앞부분의 에지가 가장 먼저 설면에 들어간 후 그 자리를 따라 중간부분과 뒷부분이 활주하게 되어 최종적인 카빙 턴의 형태를 이루게 되는 것이다. 이 연구에서는 중급 스키어의 양발 후족에서 유의하게 큰 수직지면반력과 접촉면적이 나타난 반면, 상급 스키어 바깥 발의 전족에서 수직지면반력이 유의하게 크게 나타났다. 이는 상급 스키어의 경우 바깥 발의 전족에 정확한 체중이동을 통해 이상적인 카빙 턴을 이뤄냈지만, 중급 스키어의 경우 체중을 전방으로 이동시키지 못하고 계속 후방에 남아있어 스키 플레이트의 앞 쪽에 힘을 전달하지 못하며, 양 발에 힘이 분산되어 있기 때문에 이상적인 카빙 턴을 이뤄내지 못하는 원인으로 작용한다고 생각된다.

Steering phase 2에서는 중급 스키어의 양발 후족에서 유의하게 큰 수직지면반력과 접촉면적이 나타난 반면, 상급 스키어 바깥 발의 중족에서 수직지면반력과 접촉면적이 유의하게 크게 나타났다. 이는 빠른 속도의 카빙 턴 수행 시 신체 중심이 지나치게 뒤쪽으로 치우치는 것에 대한 상급 스키어의 대응 동작으로 판단되며, 중급 스키어의 경우 카빙 턴의 빠른 속도를 견디지 못하고 신체 중심이 지나치게 뒤쪽으로 치우쳐 위와 같은 결과를 낳은 것으로 생각된다.

본 연구는 상급 스키어와 중급 스키어의 족저압력 패턴을 정량화하기 위해 족저압력 측정 시스템을 사용하였고, Stricker 등 (2010)의 보고와 같이 스키 부츠의 하퇴 지지부분에서 소실되는 힘 때문에 수직지면반력이 과소추정되어 나타났다. 따라서 향후 이와 관련된 연구를 수행하기 위해서는 하퇴 지지부분에서 발생하는 압력을 측정하여 과소추정되는 부분을 보완하거나, 스키에 장착할 수 있는 지면반력기를 이용한 3차원 분석의 필요성이 요구된다.

V. 결 론

이 연구에서는 알파인 스키의 베이직 패러렐 턴과 카빙 턴 수행 시 상급 스키어와 중급 스키어 간의 족저압력 패턴을 정량화하여 비교 분석하였다. 이를 위해 자격증을 소유한 상급 스키어 5명과 중급 스키어 5명을 대상으로 실시하였으며, 왼발과 오른발을 각각 전·중·후로 구분하여 턴 구간별로 족저압력을 분석하였다.

베이직 패러렐 턴의 전 구간동안 중급 스키어의 LRF에서 수직지면반력과 접촉면적이 유의하게 크게 나타났고, initiation phase동안 RRF의 접촉면적, steering phase 1동안 RRF의 수직지면반력과 접촉면적이 유의하게 크게 나타났다. 또한 카빙 턴의 전 구간동안 중급 스키어의 LRF와 RRF에서 유의하게 큰 수직지면반력과 접촉면적이 나타난 반면, initiation phase동안 상급 스키어의 RFF에서 유의하게 큰 수직지면반력과 steering phase 2동안 RMF에서 유의하게 큰 수직지면반력과 접촉면적이 나타났다.

이 연구의 결과에 따라, 중급 스키어의 기술 향상을 위해서는 후족에 위치한 체중을 전방으로 이동시키고 안쪽 발에 남아있는 체중을 모두 바깥 발에 집중할 수 있도록 움직임을 수정해야 한다.

향후 본 연구와 관련하여 베이직 패러렐 턴과 카빙 턴 외에 다른 종목의 기술 향상을 목적으로 하는 다양한 연구를 통해 경험적 지식에 대한 정량화가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

Federolf, P., Scheiber, P., Rauscher, E., Schwameder, H., Lüthi, A., Rhyner, H. U., & Müller, E. (2008). Impact of skier actions on the gliding times in alpine skiing. *Scandinavian Journal*

of Medicine & Science in Sports, 18(6), 790-797.

Gilgien, M., Spörri, J., Chardonnens, J., Kröll, J., & Müller, E. (2013). Determination of external forces in alpine skiing using a differential global navigation satellite system. *Sensors*, 13(8), 9821-9835.

Greenwald, R., Senner, V., & Swanson, S. (2001). Biomechanics of carving skis. *Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 49(1), 00-00.

Heinrich, D., Mössner, M., Kaps, P., & Nachbauer, W. (2010). Calculation of the contact pressure between ski and snow during a carved turn in Alpine skiing. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(3), 485-492.

Hintermeister, R. A., O'Connor, D. D., Dillman, C. J., Suplizio, C. L., Lange, G. W., & Steadman, J. R. (1995). Muscle activity in slalom and giant slalom skiing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(3), 315-322.

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

Interski. (2014). Interski members. Retrieved from http://www.interski.org/

Interski 2015. (2014). Interski Congress 2015. Retrieved from http://www.interski-2015.org/

Klous, M., Müller, E., & Schwameder, H. (2010). Collecting kinematic data on a ski/snowboard track with panning, tilting, and zooming cameras: is there sufficient accuracy for a biomechanical analysis? *Journal of Sports Sciences*, 28(12), 1345-1353.

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

Korea Ski Instructors Association. (2014). The history of Korea Ski Instructors Association. Retrieved from http://www.ksia.co.kr/

Korea Ski Resort Business Association. (2014). Ski instructor Introduction. Retrieved from http://www.skiresort.or.kr/

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

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

Müller, E., & Schwameder, H. (2003). Biomechanical aspects of new techniques in alpine skiing and ski-jumping. *Journal of Sports Sciences*, 21(9), 679-692.

Krüger A, Edelmann-Nusser J. (2010). Application of a full body inertial measurement system in alpine skiing: a comparison with an optical video based system. *Journal of Applied Biomechanics*, 26(4), 516-521.

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

Supej, M. (2008). Differential specific mechanical energy as a quality parameter in racing alpine skiing. *Journal of Applied Biomechanics*, 24(2), 121-129.

Supej, M. (2010). 3D measurements of alpine skiing with an inertial sensor motion capture suit and GNSS RTK system. *Journal of Sports Sciences*, 28(7), 759-769.

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

Supej, M., & Holmberg, H. C. (2011). A new time measurement method using a high-end global navigation satellite system to analyze alpine skiing. Research Quarterly for Exercise and Sport, 82(3), 400-411.

Supej, M., Kipp, R., & Holmberg, H. C. (2011). Mechanical parameters as predictors of performance in alpine World Cup slalom racing. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(6), 72-81.

Supej, M., Saetran, L., Oggiano, L., Ettema, G., Šarabon, N., Nemec, B., & Holmberg, H. C. (2013). Aerodynamic drag is not the major determinant of performance during giant slalom skiing at the elite level. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(1), e38-47.

The Ministry of Culture, Sports and Tourism. (2008). Survey on National Leisure Activity. Retrieved from http://stat.mcst.go.kr/

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