

알파인 스키 시 카빙 턴과 베이직 패러렐 턴 간의 신체중심 및 하지관절의 운동학적 패턴 비교

김주년¹ · 전현민¹ · 류시현¹ · 하성희¹ · 김진해³ · 류지선² · 박상균³ · 윤석훈⁴

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

Comparisons of Center of Mass and Lower Extremity Kinematic Patterns between Carved and Basic Parallel Turn during Alpine Skiing

Joo-Nyeon Kim¹ · Hyun-Min Jeon¹ · Si-Hyun Yoo¹ · Sung-He Ha¹ · Jin-Hae Kim³ · Ji-Seon Ryu² ·
Sang-Kyoon Park³ · Suk-Hoon Yoon⁴

¹Department of Physical Education, Graduate School of Korea National Sport University, Seoul, Korea

²Department of Health and Exercise Science, College of Lifetime Sport of Korea National Sport University, Seoul, Korea

³Department of Physical Education, College of Sport Science of Korea National Sport University, Seoul, Korea

⁴Department of Community Sport, College of Lifetime Sport of Korea National Sport University, Seoul, Korea

Received 21 August 2014; Received in revised form 15 September 2014; Accepted 26 September 2014

ABSTRACT

This study investigated the center of mass and lower extremity kinematic patterns between carved and basic parallel turn during alpine skiing. Six experienced skiers (age: 20.67±4.72 yrs, body mass: 72.67±7.15 kg, height: 171.00±5.51 cm) participated in this study. Each skier were asked to perform carved and basic parallel turn on a 22.95° groomed slope. Each turn was divided into the initiation phase, steering phase 1 and 2. The results of this study show that the carved turn spent significantly less running time than basic parallel turn at all three phases ($p<.05$). Also vertical displacement of the center of mass was significantly greater in carved turn at all three phases, whereas inward leaning angle of the center of mass was significantly greater in carved turn at the steering phase 1 and 2 ($p<.05$). Bilateral knee and hip joint angle were significantly greater in basic parallel turn at the initiation phase and the steering phase 2 ($p<.05$). On the other hand, left knee and hip joint angle were significantly greater in basic parallel turn at the steering phase 1 ($p<.05$). In order to perform successful carved turn, we suggest that skiers should coordinate bilateral knee and hip joint angles to adjust the center of mass, depending on three ski turn phases.

Keywords : Alpine Ski, Basic Parallel Turn, Carved Turn

I. 서 론

알파인 스키는 험준한 알프스 산악지방의 이동수단으로 시작되어, 현재 정해진 기문을 빠른 시간에 통과하는 기록 경기인 레이싱 스키(racing ski)와 생활체육 스키어를 위한 스키 기술 및 교수법을 개발하는 인터스키(inter ski)로 발전되었다. 약 80여 년간 동계올림픽 정식 종목으로 이어지고 있는 레이싱 스키의 경우, 1/100초를 다투는 기록 경기의 특성 때문에 공기저항, 스키 플레이트와 설면 간의 마

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

찰(ski-snow friction), 턴의 반경(turn radius), 스키 플레이트의 특성, 활주형태에 따라 변화되는 운동에너지 등 기록 단축에 영향을 미치는 변인에 대한 다양한 운동역학적 연구가 이뤄지고 있다(Federolf et al., 2008; Hintermeister et al., 1995; Hintermeister, O'Connor, Lange, Dillman, & Steadman, 1997; Supej, 2008; Supej et al., 2013; Supej & Holmberg, 2010; Supej, Kipp, & Holmberg, 2011). 하지만 레이싱 스키와는 달리 초·중급자 스키어 또는 상급 생활체육 스키어의 기술향상을 위한 운동역학적 연구가 비교적 활발하게 이루어지지 않아 경험적 지식에 크게 의존하고 있는 실정이다.

알파인 스키에서 턴의 종류는 회전을 일으키는 방법에 따라 크게 카빙 턴(carved turn)과 스키딩 턴(skidded turn)으로 나뉜다. 스키딩 턴은 스키의 방향과 활주방향이 같은 선상에 놓여있지 않기 때문에 스키 옆면과 설면 사이의 마찰면적이 넓어지게 된다(Klous, Müller, & Schwameder, 2012). 따라서 스키딩 턴은 느린 활주속도를 유지하기 위한 기술로서 사용되어지며, 기초 제동기술인 프로그 화렌(pflug fahren or snow plow)부터 시작하여 스키 플레이트를 에이(A)자로 유지하여 턴을 만드는 프로그 보겐(pflug bogen or wedge turn), 원활한 체중이동을 위한 업스템 턴(upstem turn)과 다운스템 턴(downstem turn)에 이어, 스키 플레이트를 십일(11)자로 유지하여 턴을 수행하는 베이직 패러렐 턴(basic parallel turn)까지 다양한 방식의 회전 및 제동 기법으로 활용되고 있다(Hintermeister et al., 1997; Maxwell & Hull, 1989; Müller et al., 1998; Park et al., 2013).

카빙 턴은 스키딩 턴과는 다르게 스키의 방향과 활주방향이 같은 선상에 놓여있어 스키와 설면 간의 마찰이 적기 때문에 빠른 속도로 활주를 하고자 할 때 사용되는 상급기술로 분류된다(Klous et al., 2012). 속도가 빠른 만큼 레이싱 스키나 상급 스키어에게서 주로 사용되며 초·중급 스키어가 상급 스키어로 거듭나기 위해 익혀야할 필수적인 기술이다. 카빙 턴은 스키 플레이트가 구부러지는 정도가 턴의 반경을 결정하기 때문에 큰 에지 각도(edge angle)가 필수적으로 요구되며, 이는 스키어의 움직임에 의해 결정된다(Federolf et al., 2008; Federolf, Lüthi, Roos, & Dual, 2010; Yoneyama, Kagawa, Unemoto, Lizuka, & Scott, 2009). 따라서 카빙 턴은 알파인 스키 선수나 최상급 스키어의 기술로 여겨져 왔으나, 넓은 팁(tip)과 테일(tail), 좁은 몸통(waist)의 사이드 컷(side-cut)을 갖는 카빙스키가 개발되면서 작은 에지 각도로도 작은 반경의 카빙 턴을 구사할 수 있게 되었고, 생활체육 스키어도 꾸준한 훈련을 거치면 습득할 수 있는 기술로 발전하였다(Greenwald, Senner, & Swanson, 2001).

생활체육 스키어가 카빙 턴을 습득하기 이전에는 스키딩 턴 계열의 저속활주를 통해 스키 플레이트에 전·후, 좌·우에 체중을 이동시키는 연습을 하게 된다. 알파인 스키 시에는 안쪽 스키(inner ski)보다는 바깥 스키(outer ski)를 이용하여 활주를 해야 하지만 중급 스키어의 경우 안쪽 스키에 많이 의존하여 활주하는 반면, 상급 스키어의 경우 바깥 스키를 충분히 활용하여 활주한다(Kim et al., 2014; Kröll, Wakeling, Seifert, & Müller, 2010; Stricker, Scheibera, Lindenhofera, & Müllera, 2010; Vaverka, Vodickova, & Elfmark, 2012). 또한 스키 구간에 따라 발바닥의 전·중·후에 체중을 분배하는 것이 중요한데, 중급 스키어의 경우 발 뒷꿈치에 대부분의 체중이 분포되어 있어 스키 플레이트 조작이 원활하지 못한 반면, 상급 스키어의 경우 베이직 패러렐 턴뿐만 아니라 난이도가 높은 카빙 턴 수행 시에도 적절한 체중 분포를 나타내며 활주한다(Kim et al., 2014). 하지만 이러한 연구결과들은 턴의 종류와 관계없이 모든 턴 기술에 적용되어지기 때문에 베이직 패러렐 턴이나 카빙 턴과 같은 특정 기술 고유의 운동역학적 패턴을 나타내기에는 어려움이 있다.

초·중급 생활체육 스키어는 프로그 보겐과 업·다운 스템 턴을 통해 제동과 신체중심(center of mass [COM])의 이동을 익힌 후, 베이직 패러렐 턴을 통해 스키 플레이트를 십일자로 유지한 상태로 스키하는 연습을 한다. 베이직 패러렐 턴의 충분한 연습을 통해 스키 플레이트의 조작 능력이 좋아지게 되면, 다음 단계인 카빙 턴의 습득을 통해 상급 스키어가 되기 위한 연습을 실시하게 된다. 하지만 베이직 패러렐 턴과 카빙 턴은 스키 플레이트를 십일자로 유지한 상태에서 활주하는 것은 같지만 턴의 메커니즘이 다른 기술이기 때문에 새로운 방식의 턴을 익히는데 큰 어려움에 직면하게 된다(Klous et al., 2012). 생활체육 스키어의 기술 향상을 위한 선행연구를 살펴보면, Müller 등(1998)은 업·다운 스템턴, 베이직 패러렐 턴 등의 스키딩 기술의 운동학적 분석을 통해 신체중심 이동의 중요성에 대하여 강조하였고, Kröll 등(2010)과 Hintermeister 등(1997)은 근전도(electromyography [EMG])를 이용하여 프로그 보겐, 베이직 패러렐 턴, 카빙 턴, 레이싱 스키의 대회전(giant slalom) 종목 수행 시 하지의 근활성도 조사를 통해 생활체육 스키어의 기술 향상에 기여하고자 하였다. 하지만 경험적 지식에 의존하고 있는 생활체육 스키어에게 베이직 패러렐 턴에서 카빙 턴으로 발전시키는데 필요한 신체중심 및 하지 관절의 쓰임에 대한 차이는 나타내지 못하였다. 따라서 본 연구의 목적은 생활체육 스키어의 기술향상을 위해 베이직 패러렐 턴과 카빙 턴 수행 시 활주 구간별 신체중심 및 하지관절의 운동학적 패턴을 정량화하여 비교 분석하는 데 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구의 연구대상자는 각 기술 수행 시, 이상적인 움직임을 수행 할 수 있는 국가대표 알파인 스키 선수 5명 (남자 4명, 여자 1명)과 대한스키지도자연맹에서 발급하는 정지도자 자격증(level 3)을 소유하고 있는 1명(남자 1명)의 스키어를 선정하였다(Table 1).

2. 실험 절차

각 스키어는 충분한 준비운동과 연습을 수행한 후, 평균 경사 22.95°인 슬로프에서 카빙 턴과 베이직 패러렐 턴을 각 3회씩 실시하였다. 이때 턴의 반경을 통일하고 최대한 자연스러운 활주를 유도하기 위해 세로 15 m, 가로 4 m의 위치마다 11개의 장애물을 설치하여 11번의 턴을 수행하도록 하였으며, 8번째 장애물에서 수행하는 턴(오른쪽 턴)을 분석구간으로 설정하였다(Figure 1).

턴 방식에 따른 활주구간별 신체중심 및 하지관절의 운동학적 분석을 위해 비디오 카메라(HXR-MC 2000, Sony, Japan) 4대로 촬영하였으며, 슬로프 밖의 지면에 삼각대를 설치하여 고정하였다. 이때 촬영속도는 60 Hz, 셔터 스피

Table 1. Summary information for the two groups

	Experienced skiers (n=6)
Age (yrs)	20.67 (4.72)
Body mass (kg)	72.67 (7.15)
Height (cm)	171.00 (5.51)

note: mean (standard deviation)

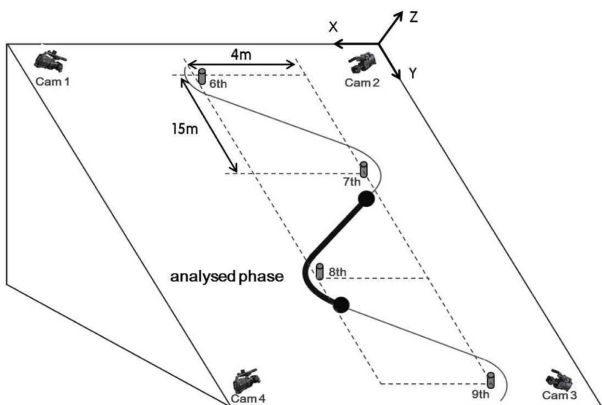


Figure 1. Schema of the experimental setup and analysed phase at the 8th turn

드는 1/500 sec으로 설정하였다. 또한 좌표설정을 위해 턴 수행 전 6×16×2 m 크기의 통제점 틀을 설치하여 촬영하였다.

3. 자료 처리

영상자료 분석을 위해 Kwon 3D 3.1 (Visol, Korea)와 Malab R2009b (The Mathwork, USA)를 사용하였다. 촬영된 통제점 틀은 DLT (direct linear transformation) 방식을 통해 공간좌표를 설정하였고, 신체중심과 하지 관절 각도를 계산하는데 필요한 16개의 인체관절점 및 인체분절점(left/right acromion, lateral epicondyle, ulna styloid process, greater trochanter, femoral condyles, malleolus, 1st phalanges and heel)을 좌표화하였다. 분석자료는 Betterworth 2th low-pass filter를 이용하여 노이즈를 제거하였으며, 이때 차단주파수는 12 Hz로 설정하였다.

각 스키어가 수행한 두 가지 방식의 턴은 기능적인 면에서 세 국면으로 나누어 분석하였다. 왼쪽 턴에서 오른쪽 턴으로 전환되는 구간으로 스키어의 신체중심이 직선으로 움직이는 구간(initiation phase [I])과 회전의 시작부터 최대경사선(fall line)까지의 첫 번째 회전구간(steering phase 1 [S1]), 최대경사선에서 다음 왼쪽 턴의 직선구간 시작점까지의 두 번째 회전구간(steering phase 2 [S2])으로 나누어 분석하였다(Kim et al., 2014; Müller et al., 1998; Figure 2).

분석변인은 소요시간, 신체중심의 수직변위 및 기울기, 좌·우 발목, 무릎, 엉덩관절각에 대한 구간별 평균값(mean value)을 계산하였다. 이때 신체중심의 기울기는 기저면의 중심에서 신체중심까지 이은 선과 수직축 사이의 각도로 정의하였다.

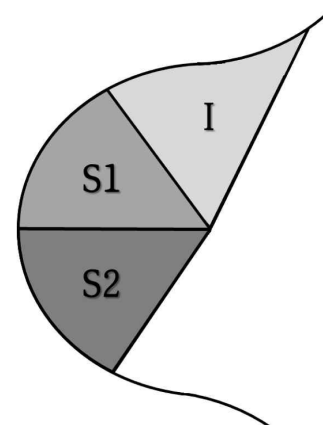


Figure 2. Ski turn phases (I: initiation phase, S1: steering phase 1, S2: steering phase 2; Kim et al., 2014)

Table 2. Running time of carved and basic parallel turn (unit: sec)

Phase	Carved turn	Parallel turn	t-value	p-value
I	0.27±0.03	0.44±0.05	-14.467	.001*
S1	0.34±0.05	0.45±0.13	-2.302	.070*
S2	0.32±0.03	0.66±0.12	-7.855	.001*

note: the * symbol indicates a significant difference between pre-training and post-training at $p<.05$.

Table 3. Vertical displacement of the center of mass in carved and basic parallel turn (unit: cm)

Phase	Carved turn	Parallel turn	t-value	p-value
I	64.96±3.12	78.08±3.36	-6.191	.002*
S1	48.66±2.58	68.46±6.03	-6.229	.002*
S2	43.44±1.57	64.93±5.50	-10.031	.001*

note: the * symbol indicates a significant difference between pre-training and post-training at $p<.05$.

Table 4. Inward leaning angle of the center of mass in carved and basic parallel turn (unit: deg)

Phase	Carved turn	Parallel turn	t-value	p-value
I	24.47±3.49	22.42±5.62	.652	.543
S1	46.58±4.06	33.83±5.40	4.368	.007*
S2	48.11±2.08	37.85±3.40	5.968	.002*

note: the * symbol indicates a significant difference between pre-training and post-training at $p<.05$.

4. 통계 처리

각 변인은 베이직 패러렐 턴과 카빙 턴 간의 유의한 차이를 검증하기 위해 대응표본 t-test를 실시하여 분석하였고, 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

본 연구는 알파인 스키의 대표적인 중급기술인 베이직 패러렐 턴과 대표적인 상급기술인 카빙 턴 수행 시, 턴 구간별 신체중심 및 하지관절의 운동학적 패턴을 비교 분석하였다.

1. 구간별 소요시간

카빙 턴과 베이직 패러렐 턴을 수행하는 동안 소요된 시간은 모든 구간에서 카빙 턴이 유의하게 적게 나타났다 (Table 2, $p<.05$).

Table 5. Lower extremities angle in carved and parallel turn at initiation phase (unit: deg)

	Carved turn	Parallel turn	t-value	p-value
Inner hip	74.95±9.50	118.93±9.57	-12.335	.001*
Inner knee	101.17±3.46	124.46±6.17	-7.708	.001*
Inner ankle	102.59±8.20	107.86±13.11	-1.238	.271
Outer hip	71.28±9.01	109.48±9.59	-7.449	.001*
Outer knee	94.48±8.49	116.84±6.83	-6.597	.001*
Outer ankle	102.39±8.59	106.02±11.13	-1.918	.113

note: the * symbol indicates a significant difference between pre-training and post-training at $p<.05$.

Table 6. Lower extremities angle in carved and parallel turn at steering phase 1 (unit: deg)

	Carved turn	Parallel turn	t-value	p-value
Inner hip	65.43±8.71	100.40±10.87	-6.075	.002*
Inner knee	80.94±13.78	111.34±6.88	-5.371	.003*
Inner ankle	96.65±3.80	100.06±11.81	-.664	.536
Outer hip	121.10±9.25	123.26±11.68	-.412	.698
Outer knee	134.61±18.09	134.55±10.55	.014	.989
Outer ankle	93.24±7.77	102.53±12.38	-1.315	.246

note: the * symbol indicates a significant difference between pre-training and post-training at $p<.05$.

Table 7. Lower extremities angle in carved and parallel turn at steering phase 2 (unit: deg)

	Carved turn	Parallel turn	t-value	p-value
Inner hip	57.44±12.53	99.11±10.83	-6.870	.001*
Inner knee	85.35±10.02	113.56±4.61	-8.153	.001*
Inner ankle	102.99±11.59	109.99±12.08	-1.661	.158
Outer hip	89.58±9.49	113.38±13.61	-4.990	.004*
Outer knee	116.29±5.47	128.84±7.52	-3.032	.029*
Outer ankle	103.30±4.64	111.94±7.71	-2.423	.060

note: the * symbol indicates a significant difference between pre-training and post-training at $p<.05$.

2. 구간별 신체중심의 수직변위 및 기울기

신체중심의 수직변위는 카빙 턴 수행 시 모든 구간에서 유의하게 작게 나타났다 (Table 3, $p<.05$). 반면, 신체중심의 기울기는 카빙 턴 수행 시 steering phase 1과 2에서 유의하게 크게 나타났다 (Table 4, $p<.05$).

3. 구간별 하지관절각

Initiation phase에서는 베이직 패러렐 턴 수행 시, 양쪽 무릎과 엉덩관절각이 유의하게 크게 나타났다(Table 5, $p < .05$). 반면, steering phase 1에서는 베이직 패러렐 턴 수행 시, 안쪽(왼쪽) 무릎과 엉덩관절각이 유의하게 크게 나타났다(Table 6, $p < .05$), steering phase 2에서는 베이직 패러렐 턴 수행 시, 양쪽 무릎과 엉덩관절각이 유의하게 크게 나타났다(Table 7, $p < .05$).

IV. 논 의

알파인 스키는 사이드 컷을 이용한 카빙스키의 개발로 인해 좀 더 빠르고 역동적인 카빙 턴이 보편화되면서, 기존 스키딩 기술에서 벗어나 상급 스키어로 거듭나기 위해 반드시 습득해야 하는 기술이 되었다(Greenwald et al., 2001). 카빙 턴은 큰 에지 각도를 필요로 하고, 이는 스키어의 움직임에 의해 결정되기 때문에 카빙 턴을 수행하기 위한 스키어의 자세에 관한 운동학적 분석이 필요하다(Federolf et al., 2008, 2010; Yoneyama et al., 2009). 많은 생활체육 스키어가 베이직 패러렐 턴을 습득한 후에 카빙 턴을 습득하기 위해 노력하지만, 이에 관한 정량화된 자료가 부족하여 경험적 지식에 의한 교수법에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 베이직 패러렐 턴과 카빙 턴 수행 시 나타나는 신체중심과 하지관절의 운동학적 패턴을 정량화하여 비교하고자 하였다.

구간별 소요시간은 카빙 턴 수행 시, 모든 구간에서 적게 나타났고, 이는 기존 선행연구의 보고와 같이 같은 크기의 턴 호로 활주함에도 불구하고 베이직 패러렐 턴에 비해 카빙 턴이 더욱 빠른 활주를 가능하게 하는 기술임을 나타냈다(Klous et al., 2012).

Initiation phase는 일반적으로 에지 체인지(edge change) 구간이라고 불리우는 턴과 턴 사이의 전환구간으로 정의되며, 스키 플레이트에 전달되는 부하가 줄어드는 un-weighting과 양쪽 스키 플레이트가 설면과 수평이 되고, 한쪽 스키 플레이트에 부하가 치우치지 않는 뉴트럴 포지션(neutral position)을 포함하는 구간이다(Federolf et al., 2008; Müller et al., 1998; Müller & Schwameder, 2003). 이 구간에서는 카빙 턴 수행 시, 양쪽 무릎과 엉덩관절각이 유의하게 작게 나타났고, 신체중심의 수직변위가 유의하게 작은 반면, 신체중심의 기울기는 유의한 차이를 보이지 않았다. 스키어가 베이직 패러렐 턴에 비해 카빙 턴 수행 시, 무릎과 엉덩관절을 사용하여 신체중심의 수직변위를 낮추는 것은 사이드 컷과 하중에 의해 휘어진 스키 플레이트가 initiation phase에서 un-weighting되어 본래 모양의 캠버(camber)로 돌아오면서 발생하는 탄성과 약

1.5-2배의 활주속도에 대하여 자세와 균형을 유지하기 위한 보상작용으로 생각된다(Heinrich, Mössner, Kaps, & Nachbauer, 2010).

Steering phase 1은 직선구간인 initiation phase를 지나, 회전이 시작되는 지점부터 최대경사선(fall line)까지의 턴으로 정의된다(Müller et al., 1998). 이 구간에서는 카빙 턴 수행 시, 신체중심의 수직변위가 유의하게 작게 나타난 동시에, 신체중심의 기울기 역시 크게 나타났다. 또한 무릎과 엉덩관절각은 이전 구간과는 다르게, 카빙 턴 수행 시, 안쪽 다리(inner leg)에서는 작게 나타났지만, 바깥 다리(outer leg)에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 카빙 턴의 경우 사이드 컷과 리버스 캠버(reverse camber)에 의해 턴 호의 크기가 결정되고, 이때 사이드 컷은 스키 플레이트의 모양에 의해 결정되는 반면, 리버스 캠버는 카빙 턴 수행 시, 스키 플레이트의 에징(edging)에 의해 결정된다(Heinrich et al., 2010). 또한 일반적으로 알파인 스키의 모든 턴의 수행 시 발생하는 부하는 바깥 다리로 견디게 된다. Kim 등 (2014), Stricker 등 (2010)과 Vaverka 등 (2012)의 연구에서 스키 플레이트에 알파인 스키 시 발생하는 수직지면반력을 조사한 결과, 턴 수행 시 바깥 스키의 수직지면반력이 안쪽 스키보다 현저하게 크게 나타났음을 보고하였다. 따라서 steering phase 1에서의 카빙 턴의 에징은 신체중심의 기울기에 의존하여 만들어내는 것으로 생각되며, 이때 발생하는 하중을 바깥 스키에 전달하는데 안쪽 스키가 방해되지 않도록 안쪽 무릎과 엉덩관절을 굴곡시키는 반면, 베이직 패러렐 턴은 신체중심의 기울기가 적어 안쪽 다리 편 상태를 유지하는 것으로 판단된다.

Steering phase 2는 최대경사선부터 다음 턴의 직선구간인 initiation phase가 시작되기 직전까지의 회전구간으로 정의된다(Müller et al., 1998). 이 구간에서는 steering phase 1과 같이 카빙 턴 수행 시, 신체중심의 수직변위가 유의하게 작게 나타난 동시에, 신체중심의 기울기 역시 크게 나타났다. 반면, 카빙 턴 수행 시, 양쪽 무릎과 엉덩관절각이 유의하게 작게 나타나면서 steering phase 1과는 다른 패턴을 보였다. 최대경사선 이후의 steering phase 2의 주요 기능은 베이직 패러렐 턴의 경우 활주속도를 제어하고 스키 플레이트가 과도하게 미끄러지는 것(lateral skidding)을 방지하는데 있는 반면, 카빙 턴에서는 무릎 신전근을 이용한 편심성 수축(eccentric contraction)을 통해 구심력에 의해 발생하는 부하를 버티는데 있다(Müller et al., 1998, 2011; Scheiber, Seifert, & Müller, 2012). 따라서 베이직 패러렐 턴은 최대경사선 이후 신체중심의 수직변위나 기울기의 조정보다는 체중을 스키 플레이트의 뒷부분(tail)에 이동시키는데 집중하기 때문에 하지 관절의 움직임은 비교적 적게 일어나게 된다(Kim et al., 2014). 반

면에 카빙 턴은 신체중심의 수직변위와 기울기를 지속적으로 유지하여 카빙 턴을 수행하기 위한 충분한 에징을 지속되게 하며, 다음 턴 initiation phase로의 연결과 구심력에 의한 부하를 견디기 위해 바깥 다리의 편심성 수축을 통해 무릎과 엉덩관절각을 줄이는 것으로 판단된다.

본 연구는 생활체육 스키어에게 베이직 패러렐 턴과 카빙 턴에 관한 정량적 자료를 제공하기 위해 신체중심과 하지관절에 대한 운동학적 분석을 실시하여 위와 같은 결과를 산출하였으나, 관절의 복합적인 움직임만을 설명하는데 그쳤다. 따라서 향후 적외선 카메라나 inertial measurement unit (IMU)을 이용한 3차원 운동학적 분석을 통해 관절을 자유도를 모두 고려한 분석의 필요성이 요구된다.

V. 결 론

이 연구에서는 알파인 스키의 베이직 패러렐 턴과 카빙 턴 수행 시 신체중심과 하지관절의 운동학적 패턴을 정량화하여 비교 분석하였다. 이를 위해 최상급 스키어 6명을 대상으로 실시하였으며, 각 턴을 세 구간으로 나누어 소요 시간, 신체중심의 높이와 기울기, 하지관절각을 분석하였다.

Initiation phase에서는 카빙 턴 수행 시, 신체중심의 수직변위가 유의하게 작고, 양쪽 무릎과 엉덩관절각이 유의하게 작게 나타났다. 또한 steering phase 1에서는 카빙 턴 수행 시, 신체중심의 수직변위는 유의하게 작고, 기울기는 유의하게 크며, 안쪽 무릎과 엉덩관절각은 작게 나타났다. Steering phase 2에서는 카빙 턴 수행 시, 신체중심의 수직변위는 유의하게 작고, 기울기는 유의하게 크며, 양쪽 무릎과 엉덩관절각은 작게 나타났다.

이 연구의 결과에 따라, 성공적인 카빙 턴 수행을 위해서는, initiation phase에서는 무릎과 엉덩관절각을 작게 하여 신체중심을 낮추고, steering phase 1에서는 안쪽 무릎과 엉덩관절각을 작게함과 동시에 신체중심의 기울기를 크게 해야 하며, steering phase 2에서는 바깥 무릎과 엉덩관절각을 안쪽과 같이 작게하여 신체중심의 기울기를 크게 유지해야 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.

Federolf, P., Lüthi, A., Roos, M., & Dual, J. (2010). Parameter study

using a finite element simulation of a carving alpine ski to investigate the turn radius and its dependence on edging angle, load, and snow properties. *Sports Engineering*, 12(3), 135-141.

- Greenwald, R., Senner, V., & Swanson, S. (2001). Biomechanics of carving skis. *Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 49(1), 00-00. Retrieved from http://www.sgsn.ch/fileadmin/user_upload/Zeitschrift/49-2001-1/11-2001-1_Greenwald.pdf.
- 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.
- Kim, J. N., Yoo, S. H., Ha, S. H., Kim, J. H., Ryu, J. S., Park, S. K., & Yoon, S. H. (2014). Comparisons of foot pressure patterns between experienced skiers and intermediate skiers during alpine skiing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 24(1), 19-26.
- 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.
- 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.
- Maxwell, S. M., & Hull, M. L. (1989). Measurement of strength and loading variables on the knee during alpine skiing. *Journal of Biomechanics*, 22, 609-624.
- 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., Gimpl, M., Kirchner, S., Kröll, J., Jahnel, R., Niebauer, J., Niederseer, D., & Scheiber, P. (2011). Salzburg Skiing for the Elderly Study: influence of alpine skiing on aerobic capacity, strength, power, and balance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(Suppl. 1), 9-22.
- Müller, E., & Schwameder, H. (2003). Biomechanical aspects of new techniques in alpine skiing and ski-jumping. *Journal of Sports Sciences*, 21(9), 679-692.
- Park, S. K., Yoon, S. H., Ryu, J. S., Kim, J. H., Kim, J. N., Yoo, S. H., Jeon, H. M., Ha, S. H., Cho, H. J., Park, H. R., Park, S. H., Lim, G. Y., Park, H. W., Kim, Y. D., Choi, C. H., & Stefanyshyn, D. (2013, August). Lower extremity kinematics of ski motion on hills. Paper presented at the Thirty-first International Conference on Biomechanics in Sports, Taipei, TW. Retrieved from <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/viewFile/5582/5076>.
- Scheiber, P., Seifert, J. G., & Müller, E. (2012). Relationships between biomechanics and physiology in older, recreational

- alpine skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(1), 49-57.
- 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., & 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., 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), e72-81.
- 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.
- 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.
- Yoneyama, T., Kagawa, H., Unemoto, M., Lizuka, T., & Scott, N. W. (2009). A ski robot system for qualitative modelling of the carved turn. *Sports Engineering*, 11(3), 131-141.