



인터스키 부정지 솟턴 동작의 운동학적 분석

Kinematic Analysis on the Mogul Short Turn Motion in Interski

주현식 · 박종훈 · 이계산 · 김원경(관동대학교) · 박종철*(상명대학교) · 백진호(강원대학교)
Joo, Hyun-Sik · Park, Jong-Hoon · Lee, Gye-San · Kim, Won-Kyoung(Kwandong Univ.)
· Park, Jong-chul(Sangmyung Univ.) · Back, Jin-Ho(Kangwon Univ.)

국문요약

본 연구는 인터스키 부정지 솟턴 동작에서 우수 집단과 비우수 집단 간 운동학적 변인의 차이를 3차원 영상 분석을 통해 보다 효과적인 부정지 솟턴 동작을 모색하고자 하였다. 연구 대상은 2007년 전국스키기술선수권대회 부정지 솟턴 경기에 참가한 선수 10명을 대상으로 DLT 방법을 이용한 3차원 영상분석을 통해 운동학적 변인을 분석하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 총 소요시간 및 국면별 소요시간은 우수 집단이 비우수 집단보다 짧게 나타났다. 신체중심은 우수 집단이 비우수 집단보다 작은 좌우이동 폭과 큰 상하이동 폭을 나타내며, 직진성을 강화하는 활주를 하였으며, 그로 인하여 좌우속도를 제어하면서 빠른 전후속도를 나타냈다. 상하속도는 드롭 인 구간에서는 느리게 하면서 범프 업 구간에서 속도를 증가시킨 것으로 나타났다. 고관절각과 슬관절각은 우수 집단이 비우수 집단보다 전체 이벤트에서 모두 작게 나타났으며, 동체 전경각, 신체 기울기각은 우수 집단이 비우수 집단보다 모두 크게 나타났다. 하퇴 전경각은 우수 집단이 비우수 집단보다 모글 중앙에서 크게 나타났으며, 동체 비틀기각은 우수 집단이 비우수 집단보다 드롭 인 구간에서 오른쪽 턴 방향으로, 범프 업 구간에서 왼쪽 턴 방향으로 크게 나타났다.

ABSTRACT

H. S. JOO, J. H. PARK, G. S. LEE, W. K. KIM, J. C. PARK, and J. H. BACK. Kinematic Analysis on the Mogul Short Turn Motion in Interski, Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 4, pp. 67-76, 2008. The purpose of this study was to analyze differences in kinematic variables for mogul short turn motion between superior and inferior group, so that it can explore more effective mogul short turn motions. To meet the goals, this study selected total 10 ski players who would participate in mogul short turn event of the National Technical Ski Championship 2007, so that it could analyze kinematic variables by way of 3D motion analysis using DLT method. As a result, this study came to the following conclusions; For total and phase-specific duration, it was found that superior group took shorter time than inferior group. Superior group's Center of Mass stands for more high value in up-down movement skill than inferior group. However right-left movement scale was less than them. In this reason, superior group was made a straight descent at the same time made a fast front-rear velocity. In the part of up-down movement velocity show that move slowly in the drop-in phase while increased in the bump-up phase. It is show that superior group was less tinny than inferior group include joint angle and knee joint angle. However leaning angle of trunk and the body inclination angle were more high figured than inferior group. Leaning angle of lower limbs also showed high figure at the center mogul. Lastly, In the part of body torsion angle show that superior group was high figure direction of right turn in the drop-in phase while in bump-up phase, made a high figure direction of left turn.

KEYWORDS : KINEMATIC, MOGUL, CENTER OF MASS, DROP-IN, BUMP-UP

* jcpark@sports.re.kr

I. 서론

인터스키의 부정지(不淨地) 슷턴은 길이 235 m, 폭 20 m에 울퉁불퉁한 슬로프를 인위적으로 만들어 놓고 슬로프에서 점프와 턴(회전) 같은 기술 연기와 스피드를 종합적으로 평가하는 스키 종목이다. 경기의 체점 기준은 턴의 진행부에서 엡징의 질, 호를 그리는 운동, 턴 전환 시의 자세 교체, 스피드 컨트롤, 스키와 신체 중심의 이동 등에 두었으며, 5명이 체점한 점수 중 최고점수와 최저점수를 제외한 나머지 3개의 점수를 합산하여 등위를 가린다.

인터스키는 운동의 질적 요소인 밸런스, 리듬, 타이밍과 운동 요령의 적응도인 스피드의 컨트롤, 회전호의 컨트롤, 그리고 턴 운동 요소인 포지셔닝(자세), 엡징 등 종합적인 기술을 사용해야 한다. 따라서 빠른 스피드 속에서 정확한 자세를 보여줘야 하는 인터스키는 신체중심의 위치 변화, 스피드 컨트롤, 횡단면과 이루는 각도, 엡징 등의 변화를 통하여 보다 안정적으로 연출하는 것이 중요하다.

스키기술의 동작분석에 관한 선행연구를 살펴보면 Ikegami, Miura, Kitamura, Matsui와 Sodeyama(1979)는 스키 턴 동안 신체위치의 분석에서 발목 관절과 신체 무게의 각도범위는 슬로프와 수직선상에 있을 때 25~30°를 보이며 전경자세와 후경자세를 갖출 때 나타나는 토크는 미숙련자보다는 숙련자가 큰 것으로 나타났다. Sodeyama, Miura, Ikegami, Kitamura와 Matsui(1979)는 숙련된 스키어의 경우 스키 턴 동작 시 신체무게중심의 곡률반경이 작은 반면 미숙련자는 곡률반경이 비교적 크다고 보고하였으며, 민영택(1986)은 스키 턴 동작의 역학적 분석에서 스키 턴 초기에는 신체중심의 전환을 위하여 신체의 무게중심점을 높게 유지하여야 하며 폴 라인 정점에서 신체의 무게중심 높이를 최고도로 유지하고 이후 스키에 체중을 실어 주기 위하여 신체 무게 중심의 높이가 낮아져야 한다고 보고하였다. 현무성(1999)은 스키 패러렐 턴 동작 분석에서 엡-다운 동작 시 숙련자가 미숙련자보다 신체 무게 중심 높이의 차가 더 크게 나타났다고 보고하였으며, 이계산과 현무성(2003)은 스키 카빙 롱 턴 동작의 운동학적 분석에서 엡-다운 동작 시 신체 무게 중심의 높이 차이는 턴 동작 시 빠른 스피드와 동작의 기

술적 완성도를 가름하는 척도로서 신체중심의 높이 차이가 많을수록 보다 빠르고 유연한 턴 동작으로 기술적 완성도가 높은 기능을 구사하는 것이라고 보고하였다.

이상에서 살펴본 선행연구를 종합해 보면, 스키 턴 운동 시에 어깨·힙·무릎 앵글레이션의 각도에서는 숙련자가 미숙련자에 비하여 더 적은 것으로 나타났고, 신체무게중심의 높이의 차가 더 큰 것으로 보고되어 있으나, 최근 스키 장비가 빠르게 변하고 있으며, 체점 기준 또한 스피드와 포지션을 중요시하고 있다. 따라서 빠른 하강속도를 유지하면서도 정확한 자세를 보여주기 위한 동작의 규명이 절실히 요구된다. 본 연구는 부정지 슷턴 동작의 주요 국면에서의 동작에 대한 과학적인 정보와 자료를 제공하여 기술의 완성도를 높이기 위한 기초 자료를 제공하고 효과적인 부정지 슷턴 동작을 모색하는데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 분석범위의 동작만을 별도로 기술 선수권대회 공인 심판 5명에 의해 100점 만점을 기준으로 채점하게 하였으며, 평균 90점 이상을 우수 집단 5명으로 평균 90점 이하를 획득한 선수들을 비우수 집단 5명으로 구분하였다. 이들 집단의 특성은 <표 1>과 같다.

2. 실험 절차

부정지 슷턴 동작을 촬영하기 위한 실험 장비를 <그림 3>과 같이 2007년 제23회 휘닉스파크배 전국스키기술선수권대회가 열린 휘닉스파크 모글 슬로프에

표 1. 연구 대상 집단의 특성

대상자	신장(cm)	체중(kg)	연령(vr.)	경력(vr.)
우수 집단	M 177.8 SD 2.28	73.6 8.02	28.4 4.83	9.6 5.68
비우수 집단	M 173.4 SD 5.03	69.4 7.09	29.8 3.42	12.5 4.93

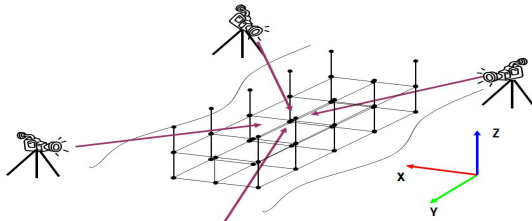


그림 1. 실험장비 배치도

설치하였다. 캠코더 DSR-PD170 4대는 슬로프 측면에 상·하로 각각 20 m 떨어진 지점에 삼각대로 고정시켜 설치하였으며, 캠코더의 필드 안에 턴 동작과 통제점 틀이 들어올 수 있도록 캠코더의 렌즈를 조절하여 실제경기를 촬영하였다. 이때 촬영 속도는 30 frames/sec 이고 셔터 스피드는 1/350 초로 하였다. 본 실험의 촬영에 앞서 모글 슬로프 중앙에 공간좌표 산출을 위한 통제점 틀은 2 m×4 m×2 m로 설치한 다음 약 1분간 촬영하였다. 정확한 분석을 위하여 지정된 모글을 통과하는 동작만을 대상으로 선정하였다.

3. 자료 처리

본 연구의 자료처리는 Kwon3D Motion Analysis Package Version 3.1 Program(Kwon, 1994)을 사용하였다. 자료처리 과정은 통제점 틀에 의한 96개의 통제 점을 이용하여 실공간 좌표가 계산된 후 인체의 3차원 좌표가 얻어졌다. 이때 축 정의는 좌·우 방향을 X축, 운동진행 방향인 전·후 방향을 Y축, 그리고 상·하 방향을 Z축으로 정의하였다. 인체의 모델은 총 25개의 관절 점에 의한 16개의 신체분절로 연결된 강체 시스템으로 정의하고, 각 분절의 무게중심과 전체 무게중심의 위치를 계산하기 위한 인체 분절 모수치(body segment parameters)는 Chandler, Clauser, Mc Conville, Reynolds와 Young(1975)의 자료를 이용하였다. 각각의 캠코더로부터 얻은 2차원 좌표는 3차 스피라스인 함수에 의한 보간법을 이용하여 동조하였으며, 각 프레임간 동조시간 간격은 .0167 초로하여 동조된 2차원 좌표값을 구하였다. 3차원 좌표 계산은 Abdel-Aziz와 Karara(1971)가 개발한 DLT(direct linear transformation)방식을 사용하였다. 또

한 디지털이징 등과 같은 여러 가지 원인에 의해 발생하는 노이즈에 의한 오차 제거는 Butterworth 2차 저역 통과 필터(low-pass filter)를 이용하여 스무딩(smoothing)하였으며, 이때 차단 주파수는 10 Hz로 설정하였다.

4. 주요 이벤트와 국면, 각도 정의

부정지 슛턴 동작에서 설정된 이벤트와 국면은 다음과 같으며, <그림 2>와 같이 4개의 이벤트와 3개의 국면으로 나누어 분석하였고, 각도의 정의는 <그림 3>과 같다.

1) 이벤트(Event)

- E1 : 스키 테일이 구덩이에 들어가는 시점
- E2 : 스키 탑이 구덩이의 최저점에 이르는 시점
- E3 : 스키 탑이 모글의 정점에 이르는 시점.
- E4 : 스키 테일이 모글 정점에 올라서는 시점

2) 국면(Phase)

- P1 : E1 시점에서 E2 시점까지
- P2 : E2 시점에서 E3 시점까지
- P3 : E3 시점에서 E4 시점까지

3) 각도의 정의

- 고관절각(θ_1) : 대퇴와 동체가 이루는 상대각도
- 슬관절각(θ_2) : 대퇴와 하퇴가 이루는 상대각도
- 동체전경각(θ_3) : 동체와 Y축과 이루는 절대각도
- 하퇴전경각(θ_4) : 무릎과 발목을 잇는 선이 Y축 이루는 절대각도
- 신체기울기각(θ_5) : 왼쪽 발목과 신체중심을 잇는 선이 X축과 이루는 절대각도

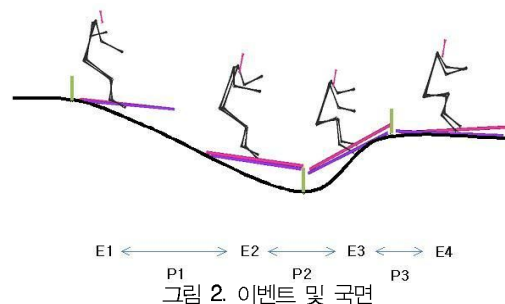


그림 2. 이벤트 및 국면

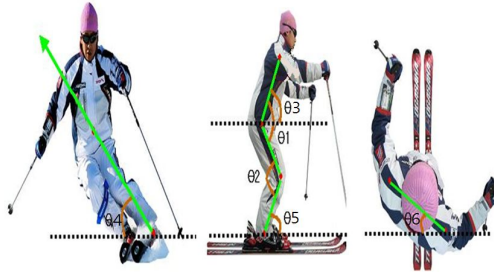


그림 3. 각도의 정의

동체비틀기각(θ6) : 왼쪽과 오른쪽 어깨를 잇는 선이 X축과 이루는 절대각도

5. 통계처리

통계처리는 우수 집단과 비우수 집단 간 운동학적 변인의 차이를 알아보기 위하여 평균 및 표준편차를 산출하고, 각 집단 간 비교는 spss 15.0 프로그램을 이용하여 t-test 방법을 이용하였다.

III. 결과 및 논의

본 연구는 인터스키 부정지 슛턴 동작에서 우수 집단과 비우수 집단 간 운동학적 변인의 차이를 3차원 영상분석을 통해 비교하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 소요시간

부정지 슛턴 동작에서 우수 집단과 비우수 집단의 국면별 소요시간을 나타낸 것은 <표 2>와 같다.

총 소요시간은 우수 집단이 평균 0.54 sec, 비우수 집단이 0.61 sec로 나타나 우수 집단이 0.07 sec 정도

표 2. 국면별 소요시간 (sec)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
P1	0.11(0.063)	0.12(0.04)	-1.76	.865
P2	0.15(0.01)	0.18(0.07)	-1.136	.289
P3	0.28(0.02)	0.31(0.02)	-2.262	.054
TOTAL	0.54(0.07)	0.61(0.05)	-1.818	.107

짧게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 또한 드롭 인 국면(P1)에서는 우수 집단이 평균 0.11sec, 비우수 집단이 평균 0.12sec로 나타났고, 스키 탑이 최저점에 이르는 시점부터 스키 탑이 모글의 정점에 이르는 시점인 범프 업 1국면(P2)에서 우수 집단이 평균 0.15sec, 비우수 집단이 평균 0.18sec로 나타났으며, 스키 탑이 모글 정점에 이르는 시점부터 스키 테일이 모글 정점에 올라서는 시점인 범프 업 2국면(P3)에서는 우수 집단이 평균 0.28sec, 비우수 집단이 평균 0.31sec로 나타났다. 이처럼 전체 국면에 걸쳐 우수 집단은 비우수 집단보다 짧은 시간을 소비한 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 우수 집단의 선수들은 빠른 스피드를 통한 역동적인 활주가 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

2. 신체중심의 위치변화

1) 신체중심의 좌우위치

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 좌우위치를 나타낸 것은 <표 3>과 같다.

본 연구에서 실공간 좌표계의 기준점은 통제점 틀의 맨 앞 왼쪽 하단 모서리에 두었으며, 우수 집단과 비우수 집단 모두 드롭 인 시점인 E1부터 신체중심이 왼쪽으로 밀리다가 범프를 오르면서 다시 오른쪽 턴을 이루고 있다.

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 좌우위치를 살펴보면, 드롭 인 시점인 E1에서 우수 집단과 비우수 집단 모두 0cm로서 좌우측 이동의 기준점이 되었다. 스키 탑이 구덩이의 최저점에 이르는 시점인 E2에서는 우수 집단은 평균 -13cm로서 비우수 집단의 평균 -15cm보다 작게 나타났고, 스키 탑 부분이 정점에 올라서는 시점인 E3에서는 우수 집단이 평균 -21cm로서 비우수 집단의 -18cm보다 크게 나타났으며, 스키 테일이 모글 정점에 완전히 올라서는 시점인 E4에서는

표 3. 이벤트별 신체중심의 좌우위치(cm)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	0	0		
E2	-13(6)	-15(2)	.702	.503
E3	-21(6)	-18(6)	-.720	.492
E4	-9(12)	5(20)	-1.354	.213

우수 집단이 평균 -9cm로서 드롭 인 시점에서보다 좌측에 위치한 반면 비우수 집단은 5cm로서 드롭 인 시점에서보다 우측에 위치한 것으로 나타났다. 또한 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

우수 집단은 직진성을 강화하는 활주동작을 수행한 반면 비우수 집단은 좌우 폭이 큰 호를 그리며 부정지 솟던 동작을 수행하는 특징을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 Sodeyama 등(1979)이 숙련된 스키어의 경우 스키 턴 동작 시 신체 무게 중심의 곡률반경이 작은 반면 미숙련자는 곡률반경이 비교적 크다는 보고한 결과와 일치하는 것이다.

2) 신체중심의 전후위치

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 전후위치를 나타낸 것은 <표 4>와 같다.

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 전후위치를 살펴보면, E1에서 우수 집단은 평균 119cm로서 비우수 집단은 평균 122cm보다 후방에 위치하였으며, E2에서는 우수 집단이 평균 181cm로서 비우수 집단의 평균 177cm보다 크게 나타났다. E3에서는 우수 집단과 비우수 집단이 각각 평균 264cm와 평균 263cm로 큰 차이를 보이지 않았으며, E4에서는 우수 집단이 평균 423cm로서 비우수 집단의 평균 416cm보다 크게 나타났다. 그러나 모든 이벤트에서 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났지만, 모글에 완전히 올라서는 시점인 E4에서는 우수 집단이 비우수 집단보다 크게 나타났는데, 이는 모글을 타고 넘는 과정에서 신체를 앞으로 숙이고 고관절과 슬관절각을 좁혀주어 밴딩 동작을 강화시킴으로써 신체가 뒤로 처지지 않으면서 빠른 전후속도를 유발시킨 결과로 해석된다.

3) 신체중심의 상하위치

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 상

표 4. 이벤트별 신체중심의 전후위치 (cm)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	119(23)	122(17)	-.192	.853
E2	181(9)	177(18)	.425	.682
E3	264(10)	263(12)	.229	.824
E4	423(13)	416(14)	.851	.420

표 5. 이벤트별 신체중심의 상하위치 (cm)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	67(9)	64(8)	.605	.562
E2	59(6)	54(6)	1.524	.166
E3	51(2)	47(3)	2.082	.071
E4	62(5)	61(3)	.335	.746

하위치를 나타낸 것은 <표 5>와 같다.

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 상하위치를 살펴보면, E1에서 우수 집단은 평균 67cm로서 비우수 집단의 평균 64cm보다 크게 나타났으며, E2에서는 우수 집단이 평균 59cm로서 비우수 집단의 평균 54cm보다 크게 나타났다. E3에서는 우수 집단은 평균 51cm로서 비우수 집단의 평균 47cm보다 크게 나타났으며, E4에서는 우수 집단과 비우수 집단이 각각 평균 62cm와 평균 61cm로 거의 유사하게 나타났다. 이는 오른쪽 턴을 하면서 드롭 인 동작을 구사할 때나 범프 업 동작을 구사할 때 E3에 비하여 신체가 곧게 세워졌기 때문으로 이해되며, 이와 같은 형태의 신체 자세는 전체 동작의 상하 움직임 폭을 최소화 시키는 결과를 제공한 것으로 생각된다. 그러나 모든 이벤트에서 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

3. 신체중심의 속도변화

1) 신체중심의 좌우속도

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 좌우속도를 나타낸 것은 <표 6>과 같다.

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 좌우속도를 살펴보면, E1에서 우수 집단은 평균 -149cm/sec로서 비우수 집단의 평균 -162cm/sec보다 느리게 나타났으며, E2에서는 우수 집단이 평균 -116cm/sec로서 비우수 집단의 평균 -108cm/sec보다 빠르게 나타났다. E3에

표 6. 이벤트별 신체중심의 좌우속도 (cm/sec)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	-149(48)	-162(48)	.425	.682
E2	-116(27)	-108(33)	-.397	.702
E3	2(42)	47(73)	-1.175	.274
E4	35(34)	72(46)	-1.421	.193

표 7. 이벤트별 신체중심의 전후속도 (cm/sec)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	545(63)	448(53)	2.651	.029*
E2	573(44)	481(39)	3.511	.008**
E3	566(55)	481(38)	2.817	.023*
E4	593(56)	510(41)	2.643	.030*

* p<.05, ** p<.01

서는 우수 집단이 평균 2cm/sec로서 비우수 집단의 평균 47cm/sec로 느리게 나타났으며, E4에서는 우수 집단이 평균 35cm/sec로서 비우수 집단의 평균 72cm/sec보다 느리게 나타났다. 이와 같이 비우수 집단은 좌측 방향으로 빠르게 진행된 속도로 인해 신체중심이 왼쪽으로 흐르면서 큰 호를 그리게 되었고, 이때 왼쪽 흐름을 제어하면서 오른쪽 턴 동작을 수행하기 위해 드롭 인 시점부터 신체를 오른쪽 방향으로 많이 기울였던 것으로 생각된다. 그러나 모든 이벤트에서 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

2) 신체중심의 전후속도

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 전후속도를 나타낸 것은 <표 7>과 같다.

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 전후속도를 살펴보면, E1에서 우수 집단은 평균 545cm/sec로서 비우수 집단의 평균 448cm/sec보다 빠르게 나타났으며, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). E2에서 우수 집단은 평균 573cm/sec로서 비우수 집단의 평균 481cm/sec보다 빠르게 나타났으며, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다($p<.01$). E3에서 우수 집단은 평균 566cm/sec로서 비우수 집단의 평균 481cm/sec보다 빠르게 나타났으며, 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈다($p<.05$). E4에서 우수 집단은 평균 593cm/sec로서 비우수 집단의 510cm/sec보다 빠르게 나타났으며, 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다($p<.05$).

이와 같은 결과로 보아 우수 집단은 직진성이 강화된 활주가 이루어지고 있으며, 반면 비우수 집단은 드롭 인 국면부터 왼쪽 방향으로 벗어나는 신체의 이동을 억제하기 위해 신체를 오른쪽으로 기울여주면서 강한 엣지를 사용하기 때문에 상대적으로 전후 방향의 스피드가 떨어지는 것으로 생각된다. 스피드 증가시키기 위

표 8. 이벤트별 신체중심의 상하속도 (cm/sec)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	-42(29)	-79(33)	1.911	.092
E2	-87(20)	-95(14)	.699	.504
E3	-6(34)	21(62)	-.868	.411
E4	15(17)	7(38)	.405	.696

해서는 전체국면에서 좌우 이동 폭을 줄이는 것이 효율적이며, 직진성이 강화된 활주는 드롭 인 시점에서의 이상적인 탑 드롭 동작에 의해서 가능하게 될 것이다.

3) 신체중심의 상하속도

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 상하속도를 나타낸 것은 <표 8>과 같다.

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체중심의 상하속도를 살펴보면, E1에서 우수 집단은 평균 -42cm/sec로서 비우수 집단의 평균 -79cm/sec보다 하방으로 느리게 나타났으며, E2에서는 우수 집단이 평균 -87cm/sec로서 비우수 집단의 평균 -95cm/sec보다 하방으로 느리게 나타났다. E3에서 우수 집단은 평균 -6cm/sec로서 하방속도를 유지한 반면 비우수 집단은 평균 21cm/sec로서 상방속도를 나타냈다. E4에서 우수 집단은 평균 15cm/sec로서 비우수 집단의 7cm/sec보다 빠르게 나타났다. 이러한 결과는 드롭 인 시 언웨이팅 동작으로 인한 비행이 이루어짐으로써 하강속도가 지연되었기 때문으로 생각된다. 아무리 강한 탑 드롭 동작을 수행하더라도 너무 빠른 전후속도가 이루어지면 신체가 뒤 늦게 따라오면서 어느 정도의 비행이 이루어지기 때문에 모글과 모글사이에서 스키 탑이 들리면서 리바운드 타이밍이 늦춰지게 된 결과에서 비롯된 것으로 생각된다. 그러나 모든 이벤트에서 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 없었던 것으로 나타났다.

4. 각도변화

1) 고관절각도

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 고관절의 각도변화를 나타낸 것은 <표 9>와 같다.

표 9. 이벤트별 고관절각도 (degree)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	92(15)	105(11)	-1.623	.143
E2	107(9)	110(9)	-.594	.569
E3	93(6)	97(7)	-1.056	.322
E4	64(7)	74(9)	-1.747	.119

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 고관절의 각도 변화를 살펴보면, E1에서 우수 집단은 평균 92도로서 비우수 집단의 평균 105도보다 작게 나타났으며, E2에서 우수 집단은 107도로서 비우수 집단의 평균 110도보다 작게 나타났다. E3에서 우수 집단은 평균 93도로서 비우수 집단의 평균 97도보다 작게 나타났으며, E4에서 우수 집단은 평균 64도로서 비우수 집단의 평균 74도보다 작게 나타났다. 그러나 모든 시점에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았다.

2) 슬관절각도

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 슬관절의 각도 변화를 나타낸 것은 <표 10>과 같다.

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 슬관절의 각도 변화를 살펴보면, E1에서 우수 집단은 평균 87도로서 비우수 집단의 96도보다 작게 나타났으며, E2에서 우수 집단은 평균 107도로서 비우수 집단의 114도보다 작게 나타났다. E3에서 우수 집단은 평균 128도로서 비우수 집단의 평균 135도보다 작게 나타났으며, E4에서 우수 집단은 평균 82도로서 비우수 집단의 평균 90도보다 작게 나타났다. 그러나 모든 시점에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았다.

고관절각과 슬관절각의 결과를 살펴보면 우수 집단은 드롭 인 동작과 범프 업 동작 모두에서 비우수 집단보다 고관절과 슬관절각을 작게 유지하는 것으로 나타났는데 이는 스키가 모글과 모글 사이의 구덩이에 완전히 들어

표 10. 이벤트별 슬관절각도 (degree)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	87(11)	96(8)	-1.438	.188
E2	107(11)	114(11)	-1.015	.340
E3	128(7)	135(8)	-1.347	.215
E4	82(14)	90(8)	-1.168	.276

표 11. 이벤트별 동체 전경각도 (degree)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	104(9)	99(13)	.694	.507
E2	104(6)	103(10)	.277	.789
E3	115(1)	114(8)	.202	.845
E4	122(7)	120(7)	.266	.797

가는 시점에서 스키가 휘어짐에 따라 발생하는 리바운드 의 반력을 최소화 하는 완충 작용을 수행한다는 것으로 볼 수 있는 반면, 비우수 집단은 스키 테일이 모글과 모글 사이의 구덩이에 들어가는 시점인 드롭 인 동작의 시작 순간 동체가 뒤쪽으로 약간 처져있는 상태에서 고관절과 슬관절각이 큰 것으로 나타났는데, 이럴 경우 신체의 균형이 깨지는 자세로 이어질 수 있는 불안정을 제공하기 때문에 평가에 나쁜 영향을 줄 것으로 생각된다.

3) 동체 전경각도

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 동체 전경각의 각도변화를 나타낸 것은 <표 11>과 같다.

동체 전경각의 기준점은 경사면과 수평을 이룰 때에 두었으며, 각도 값은 활주 시 동체의 후면에서부터 동작이 진행되는 전면으로 회전함에 따라 점차 증가하게 된다.

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 동체 전경각의 각도변화를 살펴보면, E1에서 우수 집단은 평균 104도로서 비우수 집단의 평균 99도보다 크게 나타났으며, E2에서 우수 집단은 평균 104도로서 비우수 집단의 103도보다 조금 크게 나타났다. E3에서 우수 집단과 비우수 집단은 각각 평균 115도와 114도로서 서로 유사하게 나타났으며, E4에서 우수 집단은 평균 122도로서 비우수 집단의 120도보다 조금 크게 나타났다. E1에서 우수 집단의 경우 동체의 전경각이 크게 나타났는데 이는 신체를 앞으로 많이 숙였다는 의미로 이미 드롭 인 이전의 준비과정에 서부터 바람직한 언웨이팅 동작이 수행되어 전반적으로 수평운동 중심의 빠른 스피드를 유지케 하는 부정지 슛턴 동작이 이루어진 것으로 생각된다. 그러나 모든 시점에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

5) 하퇴 전경각도

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 하퇴 전경각의 각도변화를 나타낸 것은 <표 12>와 같다.

표 12. 이벤트별 하퇴 전경각도 (degree)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	108(3)	108(11)	.025	.981
E2	104(10)	99(12)	.731	.486
E3	79(6)	77(5)	.834	.428
E4	104(9)	104(6)	-.039	.970

하퇴 전경각의 기준점은 경사면과 수평을 이룰 때에 두었으며, 각도 값은 활주 시 하퇴의 후면에서부터 동작이 진행되는 전면으로 회전함에 따라 점차 증가하게 된다.

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 하퇴 전경각의 각도변화를 살펴보면, E1에서 우수 집단과 비우수 집단 모두 평균 108도를 나타냈으며, E2에서 우수 집단은 평균 104도로서 비우수 집단의 평균 99도보다 크게 나타났다. E3에서 우수 집단과 비우수 집단은 각각 평균 79도와 77도로서 서로 유사하게 나타났으며, E4에서는 두 집단 모두 104도로 동일한 각을 유지하는 것으로 나타났다. 이는 드롭 인 이전의 모글 정점 부근에서 탑 드롭 동작이 빠르고 크게 이루어짐에 따라 스키가 회전하게 되는데, 이때 부츠에 의해 발목관절이 어느 정도 고정되어 스키가 회전함에 따라 하퇴분절 또한 같이 회전하게 되는 현상 때문으로 이해된다. 그러나 모든 시점에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

6) 신체 기울기각도

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체 기울기의 각도변화를 나타낸 것은 <표 13>과 같다.

신체 기울기각의 기준점은 경사면의 X축과 평행을 이룰 때에 두었으며, 각도 값은 활주 시 오른쪽 턴을 한 후 직립자세에 가깝게 회전함에 따라 점차 증가하게 된다.

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 신체 기울기각의 각도변화를 살펴보면, E1에서 우수 집단이 평균 69도로서 비우수 집단의 평균 57도보다 크게 나타났으며,

표 13. 이벤트별 신체 기울기각도 (degree)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	69(12)	57(12)	1.511	.169
E2	64(9)	55(13)	1.208	.261
E3	67(3)	66(3)	.593	.570
E4	98(4)	96(4)	.884	.403

E2에서 우수 집단이 평균 64도로서 비우수 집단의 평균 55도보다 크게 나타났다. 이러한 현상은 오른쪽 방향의 턴에 따라 호를 그리는 원운동이 이루어질 때 원심력에 의해 신체가 왼쪽 방향으로의 이탈하는 것을 방지하기 위해서 회전의 내측으로 스키 엣지각을 세우면서 신체를 기울이는 것으로 이해된다. 이러한 동작의 형태는 pivot 중심의 회전운동을 이루는 결과로서 원심력이 크게 제어되어 직진성을 약화시키는 활주를 제공하는 것으로 생각된다. E3에서는 우수 집단과 비우수 집단이 각각 평균 67도와 66도로 유사하게 나타났으며, E4 또한 우수 집단과 비우수 집단이 각각 평균 98도와 96도로서 서로 유사하게 나타났다. 모든 시점에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

7) 동체 비틀기각도

우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 동체 비틀기각의 각도변화를 나타낸 것은 <표 14>와 같다.

동체 비틀기각의 기준점은 경사면의 X축과 어깨선이 평행을 이룰 때에 두었으며, 각도 값은 오른쪽 턴을 함에 따라 점차 증가하게 된다. 우수 집단과 비우수 집단의 이벤트별 동체 비틀기각의 각도변화를 살펴보면, E1에서 우수 집단이 평균 11도로서 비우수 집단의 평균 4도보다 크게 나타났으며, E2에서 우수 집단은 평균 8도로서 비우수 집단의 평균 2도보다 크게 나타났다. E3에서 우수 집단은 평균 5도로서 비우수 집단의 평균 1도보다 크게 나타났다. E4에서 우수 집단은 평균 -11도로 반대방향(왼쪽)으로 동체의 비틀기가 이루어진 반면 비우수 집단은 평균 1도를 나타냈다. 이와 같은 결과는 우수 집단의 경우 드롭 인 하면서 턴 호를 따라 신체가 흐르고 있을지라도 동체는 드롭 인 이전부터 부정지 솟던 진행방향으로 비틀기를 하면서 선행 동작을 이루는 것으로 나타났다. 이는 빠른 pivot 동작을 용이하게 하여 턴 호를 크게 그림으로써 활주 속도

표 14. 이벤트별 동체 비틀기각도 (degree)

	우수(n=5)	비우수(n=5)	t-value	p
E1	11(18)	4(3)	.845	.423
E2	8(17)	2(3)	.757	.471
E3	5(17)	1(4)	.484	.642
E4	-11(21)	1(14)	-1.015	.340

를 빠르게 유지할 뿐만 아니라 부정지 슛턴의 원심력과 활주 스피드에 의해 발생하는 신체의 이탈을 어느 정도 방지하여 신체의 안정성을 높이는데 기여하는 것으로 생각된다. 그러나 모든 시점에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 인터스키 부정지 슛턴 동작에서 우수 집단과 비우수 집단 간 운동학적 변인의 차이와 드롭 인 국면과 범프 업 국면 간 운동학적 변인의 상관관계를 분석하여 보다 효과적인 부정지 슛턴 동작을 모색하고자 하는데 목적이 있다. 이를 위해 2007년 제23회 휘닉스 스피드스키 전국스키기술선수권대회 부정지 슛턴 경기에 참가한 선수 10명을 대상으로 DLT 방법을 이용한 3차원적 영상분석에 의하여 운동학적 변인을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 총 소요 시간은 우수 집단이 비우수 집단보다 짧게 나타났으며, 국면별 소요시간은 우수 집단이 비우수 집단보다 전 국면에 걸쳐 짧게 나타났다. 둘째, 신체중심의 좌우위치는 우수 집단이 비우수 집단보다 E2에서 작고 E3에서 크게 나타났고, 신체중심의 전후위치는 우수 집단이 비우수 집단보다 E2, E3, E4에서 크게 나타났으며, 신체중심의 상하위치는 우수 집단이 비우수 집단보다 전체 이벤트에서 모두 크게 나타났다. 셋째, 신체중심의 좌우속도는 우수 집단이 비우수 집단보다 E2에서 빠르고 E1, E3, E4에서 느리게 나타났다. 신체중심의 전후속도는 우수 집단이 비우수 집단보다 전체 이벤트에서 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이며 빠르게 나타났다. 신체중심의 상하속도는 우수 집단이 비우수 집단보다 E1과 E2에서 느리게 하강한 반면 E4에서 빠르게 상승한 것으로 나타났다. 넷째, 고관절각과 슬관절각은 우수 집단이 비우수 집단보다 전체 이벤트에서 모두 작게 나타났으며, 동체 전경각, 신체 기울기각은 우수 집단이 비우수 집단보다 전체 이벤트에서 모두 크게 나타났다. 또한 하퇴 전경각은 우수 집단이 비우수 집단보다 E2, E3에서 크게 나타났으며, 동체 비틀기각은 우수

집단이 비우수 집단보다 E1, E2, E3에서 오른쪽 턴 방향으로, E4에서 왼쪽 턴 방향으로 크게 나타났다. 그러나 신체중심 전후속도를 제외한 모든 변인에서 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

본 연구의 결과를 바탕으로 정량화된 부정지 슛턴 동작의 분석 자료는 현장에서 국면별 동작에 대한 과학적인 정보와 자료를 선수들에게 제공함으로써 동작에 대한 이해를 높이는데 활용할 수 있을 것으로 사료되며 향후 인터스키의 롱턴, 미들턴, 슛턴 등과 같은 전체 종목으로 연구 대상을 확대시켜 분석하여 정량적인 자료를 제시할 필요가 있다. 또한 힘이 작용하는 방향과 크기를 정량화하는 운동역학적인 측면에서의 분석이 요구된다.

참고문헌

- 김향래(2005). 적응훈련에 의한 스키 초보자 강습 프로그램 개발. 명지대학교 대학원 미간행 석사학위논문.
- 남창현(2005). 스키시물레이터 업-다운 동작의 운동학적 분석. 한양대학교 대학원 미간행 석사학위논문.
- 대한스키지도자연맹(2007). [on-line]. available : <http://ksia.co.kr>
- 문명일(2003). 스키 페러렐 턴 동작과 카빙 턴 동작의 운동학적 비교 분석. 수원대학교 교육대학원 미간행 석사학위논문.
- 민영택(1986). SKI 경기 시 TURN 동작에 대한 역학적 분석. 국민대학교 대학원 미간행 석사학위논문.
- 이계산, 김원경, 박종훈, 주현식(2007). 모글스키 기술의 운동학적 특성 분석. *코칭능력개발지*, 9권, 2호, 237-247.
- 이계산, 현무성(2003). 스키 카빙 롱 턴 동작의 운동학적 분석. *체육과학연구*, 제14권, 제1호.
- 현무성(1999). 스키 턴 동작의 운동학적 분석. *서울대학교 체육연구소논문집*, 20(1), 169-177.
- 현무성, 조규권(1999). 스키 턴 동작 시 신체 무게 중심

- 의 궤적에 관한 운동학적 연구. **강릉대학교 체육연구소 논문집**, 9권, 1호, 1-12.
- 현무성(2000). 스키의 플루그 보겐 운동학적 분석. **한국체육학회지**, 39권, 4호, 736-744.
- 현무성, 조규권(2000). 스키 플루그 보겐 동작 시 신체 무게중심의 궤적에 관한 운동학적 연구. **강릉대학교 체육연구소 논문집**, 10권, 1호, 1-14.
- 현무성(2003). 스키 카빙 슛턴 동작의 운동학적 분석. **한국체육학회지**, 42권 6호, 995-1003.
- Abdel-Aziz, Y.L., & Kararah, M. (1971). *Direct linear transformation from comparator coordinates object space coordinates in close-range photograph metry*. Proceeding of ASP/UI Symposium on Close Range photogrammetry. Falls Church, VA:American Society otogrammetry, 1-18.
- Chandler, R. F., Clauser, C. E., McConville, J. T., Reynolds, H. M., & Young, J. W.(1975). *Investigation of inertial properties of the human body*. Dayton, OH: Aerospace Medical Research Lab., Wright-Patterson Air Force Base.
- Ikegami, Y., Miura, M., Kiamura, K., Matsui, H., & Sodeyama, H. (1979). Analysis of the body position of skiers during tums, in science in skiing, skating and hockey, Terauds, J. and Gross, H. J., Eds., Academy publishers, *Del Mar, Calif.*, 33.
- Izuka, K., Miyashita, M.(1979). Biomechanical analysis of skiing over a mogul. In J. Teraud & H. Gross(Eds.), *Science in Skiing, Skating and Hockey*(49-54). Del Mar: Academic Publishers.
- Kwon, Y. H.(1994). *Kwon3D Motion Analysis Package version 3.019*. User's Reference Manual. An-yang, Korea : V-tekcorporation.
- Plagenhoef, S. C., Evans, F. G., & Abdelnour, T. (1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 54(2), 169-178.
- Sodeyama, H, Miura, M., Ikegami, Y., Kiamura, K., & Matsui, H.(1979). Study of displacement of a skier's center of gravity during a ski tum. *BIOMECHANICS V-B*, 271-276.

투 고 일 : 10월 30일
 심 사 일 : 11월 6일
 심사완료일 : 12월 2일