



스키 시뮬레이터 업-다운 동작의 운동학적 분석

Kinematical Analysis of Up-Down Motion in Ski Simulator

남창현 · 우병훈*(한양대학교)

Nam, Chang-Hyun · Woo, Byung-Hoon* (HanYang University)

ABSTRACT

C. H. NAM, and B. H. WOO, Kinematical Analysis of Up-Down Motion in Ski Simulator. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 3, pp. 41-49, 2007. This study was to investigate the kinematical analysis using ski simulator. Twelve people(six skilled, six unskilled) participated in the experiment.

Each phase of motion time was slight differences between the skilled group and the unskilled group but not significant difference in statistics. In displacement of vertical on COG(Center of Gravity), left and right down motion showed significant difference between group. In velocity of horizontal on COG, both left and right down motion showed significant difference between group, and up motion of between down motion showed significant difference. In displacement of angle on ankle, knee, hip joint almost showed significant difference between group. Almost in body position was lower skilled group than unskilled group.

KEYWORDS : SKI SIMULATOR, KINEMATICS, UP-DOWN, COORDINATE

I. 서론

일반적으로 스키에 있어서 업-다운(up-down)은 활주하는 동안 인체의 중심을 위, 아래로 움직이는 동작을 말하는 것이다. 스키 기술에 있어서 업-다운은 스키에 가해지는 압력이며 즉, 업은 언웨이팅(무게감소 동작)인 스키가 눈을 누르는 힘이 감소되거나 누르는 힘이 0의 상태로 되는 것을 말하며, 다운은 설면상의 스키에 가해진 힘이 증가되는 압력현상이며 하중으로(강찬금, 김진해, 김용진, 1999), 다운 초기에는 언웨이팅,

후기에는 웨이팅이 된다.

스키의 업은 부츠의 각도를 이용하여 슬로프 경사와 수직방향으로 일어나는 것으로 무게중심점을 앞으로 옮겨 놓는 것이고, 다운은 부츠의 각도를 이용하여 체중으로 부하를 주는 힘으로, 업 할 때 스키의 지속적인 압력을 설면에 주는 것이다(이재학, 1999). 또한, 체중이 스키에 실리게 되면 다음 회전을 위해서 체중이동을 반드시 해야 되며 이것은 스키 활주에서 기본동작이 된다(강찬금 등, 1999).

또한, 스키는 높은 위치에서 낮은 위치로 미끄러져

* woowoo@hanyang.ac.kr

내리는 이동운동이며, 중력장에 있어 낙하운동으로 간주할 수 있다. 스키어는 경사면에 서는 것에 의해 위치 에너지를 운동에너지로 변환하는 일로 추진력을 얻는다. 그러므로 추진력으로서 움직이는 힘은 중력이며, 체중, 경사도가 영향을 준다(김진호, 이면영, 김근영, 1993).

스키 턴 동작은 엽-다운을 함으로서 힘의 소모가 많지 않고 하중의 중심을 쉽게 움직일 수 있어야 하며(윤호상, 이동욱, 1999), 또한 모든 스키어에게 안전하게 활주하는 것이 가장 중요한 것으로, 신체의 평형성과 안정성을 유지하며(김상홍, 임중호, 1994), 각 분절의 협응력이 효율적으로 이루어져야 한다. 이런 평형성(balance)은 신체의 위치를 유지시키기 위한 능력이며 운동능력(motor ability)의 향상을 위해 필요한 요소로써, 민첩성, 순발력, 협응성 등과 더불어 성공적인 운동 실행을 위해서 필수적인 요소이다(Johnson & Nelson, 1986).

또한, 회전을 일으키는 힘은 복합적 기울기(inclination)를 이용한 구심력으로, 스키어가 중심을 회전 내측 안쪽 중심에 배치시키는 동작이며 몸을 기울여 에지 각을 세울 때 발생하게 된다. 원심력은 중심에서 달아나려는 힘이며 원심력에 적응하기 위해 몸의 기울임과 에지(edge)를 이용하여 구심력을 적절하게 사용하는 것이 회전력을 만들어 내는 동적인 균형이 된다(Nashner, 1990; 대한스키 협회, 2002). 또한, 몸의 평형상태에 있어서 지지면을 넓게 하여 안정감을 얻게 함과 동시에 방향에 구애됨이 없이 빠른 체중이동을 할 수 있도록 도와준다(Molden, 1980; 박기자, 1999).

신체 협응의 안정성(stability)은 비평형상태에서 일어나는 필수적인 현상이다(Prigogine, 1976; Nicols & Prigogine, 1977; Haken, 1977, 1983) 외부로부터 어떤 물리적 방해 작용이 가해질지라도 자신의 동작형태를 유지시키는 저항력을 갖는 것을 말하는 것으로, Scholz와 Kelso(1989)의 연구에서는 이러한 안정성이 운동 협응 패턴의 변화에 영향을 주는 매우 중요한 역할을 한다고 보고하였다. 이처럼 스키 수행 시 자세에 따른 평형성, 균형성, 안정성과 협응 구조는 스키의 턴을 하는데 중요한 요소로서 작용한다.

일반적으로 스키 턴의 엽-다운은 상-하의 움직임을

말하지만 카빙 턴에서의 엽-다운은 상체가 고정된 상태에서 하체는 횡으로 움직이면서 스키와 스키부추 사이에 누르는 압력에 의한 엽-다운이 이루어지는 것을 의미한다. 그러므로 다운을 취할 때 부츠 앞 부위를 너무 강하게 밀착시켜서는 안 되며 무리한 전경 자세는 스키 동작에 불필요하다. 스키는 상체, 하체, 무릎, 발목, 발바닥으로 이어지는 하중은 발바닥 전면을 누르게 되어 스키 판 전면을 눌러 안정된 활주를 할 수 있다(윤호상, 이동욱, 1999).

이에 따른 스키에 대한 선행연구를 살펴보면 다음과 같다. Sodeyama, Miura, Ikegami, Kitamura와 Matsui(1979)은 숙련된 스키어의 경우 스키 턴 동작 시 신체 무게 중심의 곡률반경이 작은 반면 미숙련자는 곡률반경이 비교적 크다고 보고하였다. 또한, 관절의 가동범위가 크고 신체 무게 중심의 이동이 잘 이루어지면 스키 조작성이 용이하며 안정적인 턴 동작을 할 수 있다.

현무성(2003)은 스키 카빙턴 동작에서 롱턴과 숏턴의 비교분석하는데 있어서 턴 동작에 나타나는 신체 부위별 각도의 변화와 신체 무게중심의 변위 등과 같은 운동학적 변인은 동작분석의 준거로서 중요한 의미를 지닌다고 하였다. 즉 엽-다운 동작은 발목 기울기 각도의 차이가 크게 나타나 숙련된 스키어의 카빙턴 동작에서 엽 동작과 다운 동작에서 발목의 각이 가장 중요한 요인이며 신체무게 중심은 양발 전체에 두어야 한다고 하였다. Miura(1979) 등은 숙련된 스키어의 신체 분절의 각도는 힙(hip) 관절의 각도는 $158^{\circ} \sim 170^{\circ}$, 무릎(knee)관절의 각도는 $140^{\circ} \sim 142^{\circ}$, 발목 관절의 각도는 165° (수평 상태에서 전방으로 굽혀진 각도)정도가 된다고 설명하였다.

민영택(1985)은 스키 턴 동작에서 국면별 신체 무게 중심의 위치를 역학적으로 분석하여 스키 턴 초기에는 신체무게 중심의 전환을 위하여 신체 무게중심의 높게 유지하여야 하며 폴라인 정점에서 신체무게중심점을 높이를 최고도로 유지하고 이후 스키 플레이트에 체중을 실어 주기 위하여 신체무게중심의 높이가 낮아져야 한다고 설명하였다.

한편, 김선진(1998)은 스키 시뮬레이터를 타고 스키 동작을 학습함에 따라 나타나는 각 신체 분절각 간의

관계를 규명하고, 운동기술 학습에 중요한 정보를 제공하는 협응구조의 형성과정을 밝히고자 하였다. 그리고 Gabriele, Charles 와 Chad(1998) 스키 시뮬레이터를 이용하여 폴의 유·무에 따른 좌·우 발의 압력을 비교하였다. 이 처럼 스키 시뮬레이터를 이용한 움직임에 대한 운동학습과 운동수행에 대한 연구는 진행되고 있으나 스키 시뮬레이터를 이용한 3차원 영상분석으로 운동학적 분석에 관한 연구는 전무한 상태이다. 따라서, 본 연구에서는 제한된 환경과 공간에서 스키 시뮬레이터를 이용하여 카빙 턴을 위한 업-다운의 훈련 장비를 만들어 스키어들에게 기술 향상과 반복 훈련을 통하여 피드백을 제공하고 정확한 자세를 유지하는데 기초자료를 제공하고자 한다.

이에 본 연구의 목적은 스키 시뮬레이터를 이용하여 숙련자 집단과 미숙련자 집단간의 운동학적 요인들을 비교 분석하고, 이를 바탕으로 반복훈련을 통한 관절의 가동범위를 효율적으로 활용하는데 도움을 주고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 피험자는 H대학교 스키 자격증을 소유자 숙련자 6명, 스키 자격증이 없는 미숙련자 6명을 선정하였고, 피험자들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 실험장비

본 연구에 사용된 장비는 3차원 영상분석장비와 자료분석장비를 사용하였으며, 영상분석장비에는 JC-labs S-VHS, Panasonic HSC 250×2 등의 비디오카메라 2대를 사용하였고, 자료분석장비에는 APAS 분석시스템과 펜티엄-133s 컴퓨터를 이용하여 3차원 좌표와 모든 변

표 1. 신체적 특성

집단	나이(세)	신장(cm)	체중(Kg)
숙련자	28.0±2.6	175.6±4.5	72.6±8.0
미숙련자	27.3±4.0	174.5±3.6	70.6±8.0

인들을 계산하였다.

실제 스키를 탈 때와 같은 운동 형태가 될 수 있도록 본 연구자가 제작하였으며 그 구조는 롤러와 탄력 밴드를 이용하여 좌·우 자유롭게 움직일 수 있도록 제작하였으며, 활처럼 흰 두개의 평행한 금속 궤도 (210×40cm)위에 각각의 발판은 스프링을 사용하여 자유롭게 움직일 수 있도록 하였다<그림 1>, <그림 2>..

금속궤도는 경사를 조절할 수 있도록 제작하였으며 발판에 바인딩의 탈·부착이 가능하며 본 연구에서는 피험자가 부츠를 신고 탈 수 있도록 발판에 바인딩을 부착시켰다.

3. 측정방법

숙련자 집단과 미숙련자 집단에게 실험에 대한 내용을 숙지시키고 충분히 준비 운동을 하게 한 후, 1시간

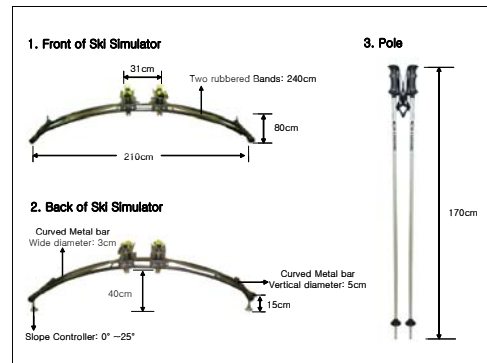


그림 1. 스키 시뮬레이터 장비

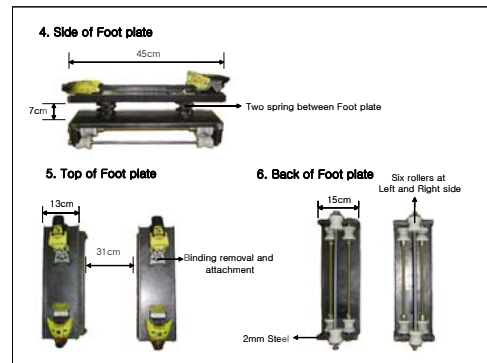


그림 2. 스키 시뮬레이터 발판 장비

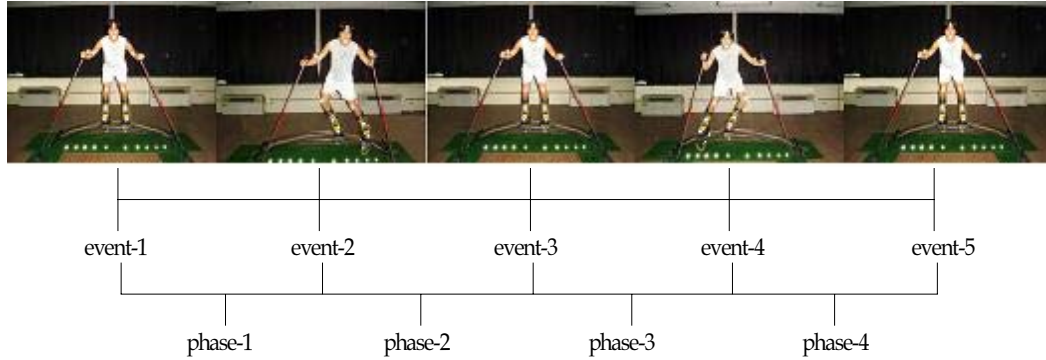


그림 3. 국면 및 이벤트 설정

정도 스키 시뮬레이터에 대한 충분한 적응을 하도록 하였다. 업-다운을 10시 실시하여 그 중 가장 가동범위가 넓은 것을 선택하여 분석하였다.

스키 시뮬레이터는 14°의 경사에서 좌·우 이동시 업-다운에 대한 동작을 실시하였다.

측정시, 스키 시뮬레이터를 이용한 동작에 지장을 받지 않을 정도의 공간을 확보한 후 고속카메라 2대를 설치하였다. 피험자의 진행방향을 중심으로 X축은 좌·우, Y축은 상·하, Z축은 전·후 방향으로 설정하였다. 실험시 카메라 속도는 60frame/sec.로 하였으며, 노출시간은 1/500sec.로 설정하였다.

모든 측정세팅이 끝난 후 신체의 각 관절 중심점에 볼 마크를 부착하고, 피험자의 발 크기를 측정하여 바인딩을 조절한 후 스키 시뮬레이터를 이용하여 업-다운을 수행하였다.

4. 국면 및 이벤트 설정

<그림 3>과 같이 4개의 국면과 5개의 이벤트로 구분하였다.

- event-1: 정중앙에 위치한 업(up)동작
- event-2: 좌측으로 움직이는 다운(down)동작의 최대 정점
- event-3: 정중앙에 위치한 업(up)동작
- event-4: 우측으로 움직이는 다운(down)동작의 최대 정점
- event-5: 정중앙에 위치한 업(up)동작

각 이벤트와 이벤트 사이를 국면으로 지정하였다.

5. 자료처리 및 통계처리

모든 자료처리는 동작분석 프로그램인 APAS(Ariel Performance Analysis System)를 이용하였다.

또한 통계처리는 업-다운시 숙련도에 따른 차이를 보기 위해 각 국면별, 이벤트별로 평균차이를 보기 위해 t-test를 이용하였고, 모든 통계처리는 SPSS 12.0으로 분석하였으며, 유의수준은 5%로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 각 국면별 소요시간

업-다운 동작시 소요된 시간을 총 소요시간으로 나누어 백분율을 구하였다.

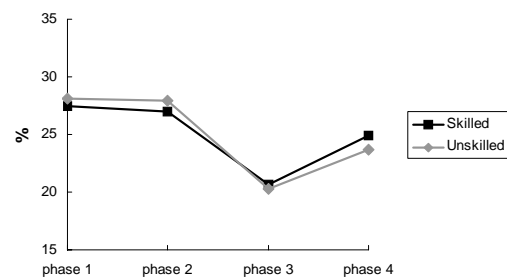


그림 4. 국면별 소요시간

<그림 4>에 나타난 바와 같이 모든 국면에서 통계적인 차이를 보이지 않았다.

2. 신체중심의 상·하 변위

Y축 방향으로 지면에서 신체중심사이 위치가 변화하는 것을 의미하고, 자료의 표준화를 위해 각 피험자의 신장으로 나누어 정규화하였다.

업(up)동작인 event 1, 3, 5에서는 숙련자 집단이 다소 낮게 나타났지만, 통계적 차이는 보이지 않았다. 하지만, 좌·우로 이동하는 다운(down)동작인 event 2와 4에서는 P<.001 유의수준에서 숙련자 집단이 미숙련자 집단보다 낮은 것으로 나타났다.

3. 신체중심의 좌·우 속도

신체중심의 절대 속도를 의미하며, <그림 6>과 같다. 업(up)동작인 event 1, 3, 5에서는 숙련자 집단이 높게 나타났지만, event 3에서만 P<.01 유의수준에서 차

이를 보였고, event 1, 5에서는 통계적 차이는 보이지 않았다. 다운(down)동작인 event 2와 4에서는 P<.001 유의수준에서 미숙련자 집단이 숙련자 집단보다 높게 나타났다.

4. 좌·우 발목관절 각변위

발목관절의 각변위는 하퇴와 발등이 이루는 각의 변화를 의미하는 것으로 <그림 7>, <그림 8>과 같다.

왼쪽 발목관절에서 event 1, 2에서는 미숙련자 집단이 숙련자 집단보다 높게 나타났으며 P<.001 유의수준에서 통계적 현저한 차이를 보이고 있으며, event 3, 4에서는 P<.01 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. event 5는 미숙련자 집단의 왼쪽 발목관절 각변위가 크게 나타나 통계적 유의수준 P<.001에서 차이를 보였다.

오른쪽 발목관절에서 event 1은 미숙련자 집단이 숙련자 집단 보다 높게 나타났으며 P<.05 유의수준에서 통계적 유의한 차이를 보이고 있으며, event 2에서는

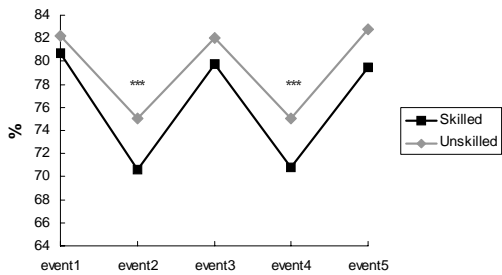


그림 5. 신체중심의 상·하 변위

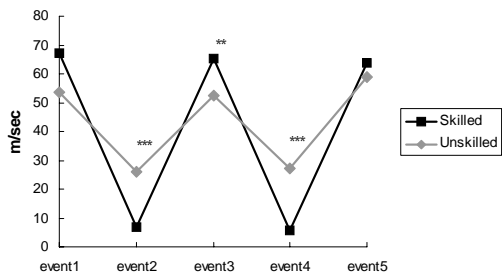


그림 6. 신체중심의 좌·우 속도

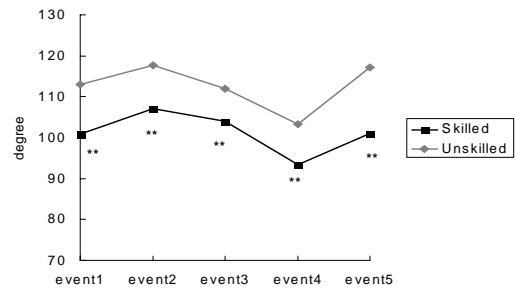


그림 7. 왼쪽 발목관절 각변위

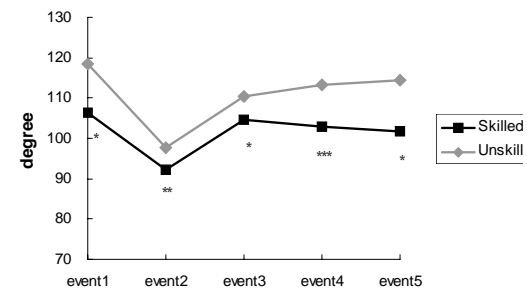


그림 8. 오른쪽 발목관절 각변위

미숙련자 집단이 크게 나타나 $P<.01$ 유의수준에서 통계적으로 매우 유의한 차이를 보였다. event 3에서는 나타났으며 $P<.05$ 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 event 4에서는 $P<.001$ 유의수준에서 통계적으로 현저하게 유의한 차이를 보였다. event 5는 미숙련자 집단의 오른쪽 발목관절 각변위가 크게 나타나 통계적 유의수준 $P<.05$ 에서 차이를 보였다.

왼쪽으로 다운(down)동작시에는 오른쪽 발목관절, 오른쪽으로 다운(down)동작시에는 왼쪽 발목관절이 크게 배측굴곡하였다. 좌·우 발목관절 각변위는 모든 이벤트에서 숙련자 집단이 미숙련자 집단에 비해 작게 나타났다.

5. 좌·우 무릎관절 각변위

무릎관절의 각변위는 대퇴와 하퇴가 이루는 각의 변화를 의미하는 것으로 <그림 9>, <그림 10>과 같다.

왼쪽 무릎관절에서 event 1은 미숙련자 집단이 왼쪽 무릎관절 각변위 숙련자 집단보다 크게 나타났으며

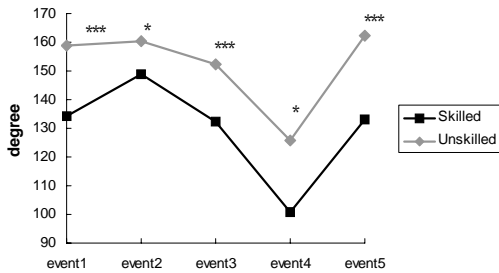


그림 9. 왼쪽 무릎관절 각변위

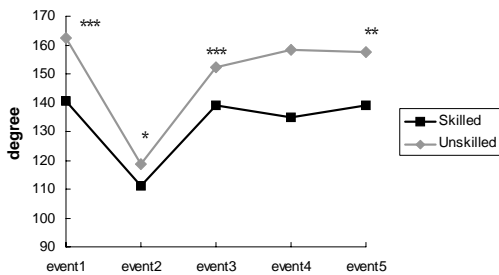


그림 10. 오른쪽 무릎관절 각변위

$P<.001$ 통계적으로 현저한 유의한 차이를 보이고 있으며. event 2에서는 $P<.05$ 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. event 3에서는 나타났으며 $P<.001$ 미숙련자 집단이 왼쪽 무릎관절 각변위에서 숙련자 집단보다 유의 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 event 4에서는 $P<.05$ 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. event 5는 미숙련자 집단의 왼쪽 무릎관절 각변위가 크게 나타나 통계적 유의수준 $P<.001$ 에서 현저하게 차이를 보였다.

오른쪽 무릎관절에서 event 1은 미숙련자 집단이 오른쪽 무릎관절 각변위 숙련자 집단보다 크게 나타났으며 $p<.001$ 유의한 수준에서 통계적 유의한 차이를 보이고 있으며. event 2에서는 $P<.05$ 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. event 3에서는 $P<.001$ 미숙련자 집단이 오른쪽 무릎관절 각변위가 숙련자 집단보다 유의 수준에서 통계적으로 현저하게 유의한 차이를 보였다. 또한 event 4에서는 숙련자 집단과 미숙련자 집단 사이에 차이를 보이지만 통계적으로 유의한 차이가 없다.

왼쪽으로 다운(down)동작시에는 오른쪽 무릎관절, 오른쪽으로 다운(down)동작시에는 왼쪽 무릎관절이 크게 굴곡하였다. 좌·우 무릎관절 각변위는 모든 이벤트에서 숙련자 집단이 미숙련자 집단에 비해 굴곡되었다.

6. 좌·우 고관절 각변위

고관절의 각변위는 대퇴와 몸통이 이루는 각의 변화를 의미하는 것으로 <그림 11>, <그림 12>와 같다.

왼쪽 고관절에서 event 1은 미숙련자 집단이 왼쪽 고관절 각변위에 차이를 보이지만 통계적으로는 유의한 차이가 없었다. event 2, 3에서는 $P<.05$ 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 또한 event 4에서는 숙련자 집단이 미숙련자 집단보다 크게 나타났으며 숙련자 집단과 미숙련자 집단 사이에 차이를 보이지만 통계적으로 유의한 차이가 없었다. event 5는 미숙련자 집단의 왼쪽 고관절 각변위가 크게 나타나 통계적 유의수준 $P<.01$ 에서 매우 유의한 차이를 보였다.

오른쪽 고관절에서 event 1은 차이를 보이지만 통계적으로는 유의한 차이가 없었다. event 2, 3에서는 숙

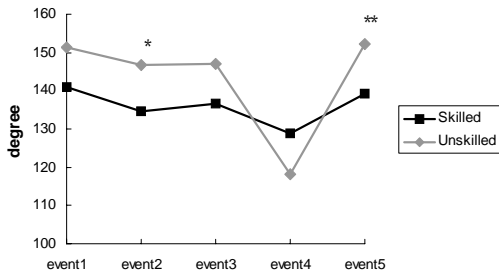


그림 11. 왼쪽 고관절 각변위

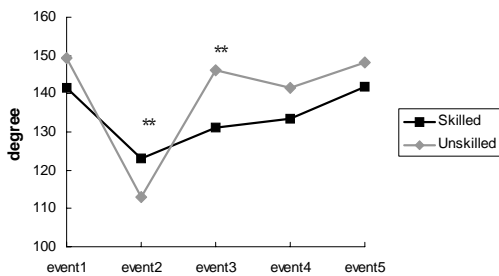


그림 12. 오른쪽 고관절 각변위

련자 집단이 미숙련자 집단보다 높게 나타났으며 $P<0.01$ 유의수준에서 통계적으로 매우 유의한 차이를 보였다. event 4, 5에서는 미숙련자 집단이 숙련자 집단보다 크게 나타났지만 통계적으로는 유의한 차이를 보이지 않고 있다.

왼쪽으로 다운(down)동작시에는 오른쪽 고관절, 오른쪽으로 다운(down)동작시에는 왼쪽 고관절이 크게 굴곡하였고, 미숙련자 집단이 숙련자 집단에 비해 큰 굴곡을 보였다.

IV. 논의

각 국면별 소요시간의 결과 모든 국면에서 숙련자 집단과 미숙련자 집단 간에 차이는 거의 없었다. 김선진(1998)은 스키 시뮬레이터를 이용한 운동학습에서 연습시행이 증가함에 따라 신체 분절각의 운동범위가 증가한다고 하였다. 하지만 본 연구는 일정기간 훈련에 따른 운동 기술의 학습이 아니라, 스키 시뮬레이터를

통한 숙련자 집단과 미숙련자 집단 간의 비교 분석이므로 숙달 후 가동 범위가 가장 큰 업-다운 동작을 선택하여 측정되었기 때문에 소요시간은 비슷하게 나타나는 것으로 사료된다.

Sodeyama et al.(1979)은 숙련된 스키어가 스키 턴 시 신체 무게 중심이 낮은 반면 미숙련자는 신체 무게 중심이 높아 턴할 때 회전 반경이 비교적 크다고 하였다. 또한, 민영택(1986)도 폴라인 정점에서는 신체중심이 높아야하며 이후에는 스키 플레이트에 체중을 실어주기 위하여 신체 중심의 높이가 낮아야 한다고 하였다. 현무성(2003)은 스키 카빙 롱 턴 동작의 업 동작과 다운 동작 시 신체무게중심의 높이는 업 동작에서 $77.43\pm 0.41\text{cm}$, 다운 동작에서 $62.6\pm 3.27\text{cm}$ 로 나타났으며 업-다운동작 시 신체무게중심의 차이는 $17.02\pm 0.41\text{cm}$ 로 나타났다고 보고하였다. 하지만, 카빙 턴 동작은 일반 스키 턴 동작은 달리 업-다운 동작시 상체가 고정된 상태에서 하체가 횡으로 움직이면서 스키와 스키부추 사이에 누르는 압력에 의한 업-다운이 이루어지므로 본 연구와는 다소 거리가 있는 것으로 보여진다.

본 연구에서는 스키 시뮬레이터를 이용한 신체중심의 상·하 변위는 신체의 무게 중심으로 숙련자 집단이 미숙련자 집단 보다 신체무게 중심이 낮게 나타났으며 업 동작 보다 다운 동작에서 유의한 차이를 보이고 있다. 이것은 숙련자 집단이 카빙 턴 동작시 안정성을 높이기 위한 방법으로 신체중심을 낮추는 동작으로 사료되어진다.

신체 중심의 좌·우 속도가 다운동작인 event 2, 4에서 통계적으로 $P<0.001$ 현저한 유의 차이를 보이는 것은 숙련도에 따라 숙련자가 다운동작시 급격히 속도를 줄일 수 있는 능력이 있다는 것을 알 수 있었다. 이는 다운동작에서 속도를 줄임으로써 다음 턴을 용이하게 하기 위한 방법이기도 할 것으로 사료된다.

김현경, 이현섭, 및 김형수(2002)은 클랩 스케이트 이용 시 하지의 운동학적 분석에서 우수선수수는 비우수 선수에 비해 gliding 단계에서 무릎 관절각과 발목 관절각에서 낮게 나타났다. 김근영(1996)은 스키에 있어서 전방 가속도에 대응한 자세의 연구에서 스키부추 착용에 있어서 무릎관절을 깊게 굴곡 시킨 자세일수록 안

정된 자세가 된다고 하였다. 또한, 현무성(1999)은 스키의 턴 동작 시 숙련자 집단이 미숙련자 집단 보다 전반적으로 전경자세를 확실히 취하여 신체 무게 중심의 위치를 앞으로 놓이게 하여 이상적인 턴을 수행한다고 하였다. 본 연구에서는 좌·우 발목관절 각변위가 스키 탈 때에 전경 자세를 의미하는 것이며, 왼쪽 발목관절 변위에서는 event 3, 4에서 업-다운동작에서 전경 자세가 이루어지며 오른쪽 발목관절에서는 event 1, 2에서 또한, 스키를 탈 때와 같은 전경자세가 이루어 졌다고 사료되어진다.

본 연구에서도 숙련자 집단이 미숙련자 집단보다 발목관절, 무릎관절 각이 작은 것으로 나타났다. 위의 결론을 종합해 볼 때 이는 전반적으로 숙련자 집단에서 안정성을 위한 방법으로 신체 무게 중심을 낮게 형성하고 있는 것을 알 수 있다. 이를 위하여, 발목, 무릎, 고관절 등이 미숙련자 집단에 비해 더 낮게 형성된 것으로 사료된다. 전체적으로 안정성이 확보된 낮은 신체 중심으로 상체를 고정하여 하체를 횡으로 움직일 수 있는 자세를 유지하는 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 스키 시뮬레이터를 통한 숙련도에 따른 운동학적 차이 분석을 실시하였다. 이에 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 각 국면별 소요시간

각 국면별 소요시간은 숙련도에 따른 차이가 나타나지 않았다.

2. 신체중심 변위 및 속도

신체중심의 상·하 변위는 다운동작에서 숙련자 집단이 미숙련자 집단보다 낮게 나타났다.

신체중심의 좌·우 속도는 다운동작에서 숙련자 집단이 느린 속도를 보였고, 다운동작과 다음 다운동작 사

이에 있는 업동작시 숙련자 집단이 미숙련자 집단보다 더 빠른 속도를 보였다.

3. 각 변위

좌, 우 발목 각변위에서는 전반적으로 숙련자 집단이 미숙련자 집단에 비해 큰 굴곡을 보였다.

좌, 우 무릎관절 각변위에서도 숙련자 집단이 미숙련자 집단에 비해 큰 굴곡을 보였다.

좌, 우 고관절 각변위는 전반적으로 숙련자 집단이 미숙련자 집단에 비해 큰 굴곡을 보였지만, 좌, 우 다운동작 시 미숙련자 집단이 더 큰 굴곡을 보였다.

참고 문헌

- 강찬금, 김진해, 김용진 (1999). *스키교본*. 서울: 태근 문화사.
- 김근영 (1996). 스키에 있어서 전방 가속도에 대응한 자세의 연구(I). *한국체육과학회지*. 5(2), 247-258.
- 김상홍, 임종호 (1994). *스키의 과학적 지도와 실제*. 서울: 대경.
- 김선진 (1998). 스키동작의 학습이 신체분절의 협응 구조에 미치는 영향. *한국체육학회지*. 37(1), 133-144.
- 김진호, 이면영, 김근영 (1993). *스키지도교본*. 서울: 보경문화사.
- 김현경, 이현섭, 김형수 (2002). 클럽스케이트 이용 시 하지의 운동학적 분석. *한국사회체육학회지*. 18, 1085-1095.
- 대한스키협회 (2002). *알파인 스키지도서*, 서울: 도서출판 흥경.
- 민영택 (1985). *SKI 경기 시 TURN 동작에 대한 역학적 분석*. 석사학위논문. 국민대학교 대학원.
- 박기자 (1999). *아라베스크 토-배런스 동작의 운동역학적 특성분석*. 박사학위논문. 성균관대학교 대학원.
- 윤호상, 이동욱 (1999). *자세를 바꾸면 스키가 즐겁다*. 서울: 흥경.

- 이재학 (1999). **슛턴과 익스퍼트 카빙으로 정복한다**. 서울: 김영사.
- 현무성 (2000). 스키 플루그 보겐의 운동학적 분석. **한국체육학회지**. 39(4), 736-744.
- 현무성 (2003). 스키 카빙 슛턴 동작의 운동학적 분석. **한국체육학회지**. 42(6), 995-1003.
- Gabriele, W., Charles, H. S., & Chad, A. W. (1998). Physical-Guidance Benefits in Learning a Complex Motor Skill. *Journal of Motor Behavior*. 30(4), 367-380.
- Haken, H. (1977). *Synergetics: an introduction Nonequilibrium phase transition self-organization in physics, chemistry, and biology*. Heidelberg: Springer.
- Haken, H. (1983). *Advanced synergetics: instability hierarchies of self-organizing systems and devices*. Springer, Berlin. Heidelberg, New York.
- Johnson, B. L., & Nelson, J. K. (1986). *Practical Measurements for Evaluation in Physical Education*. Forth edition, Macmillan Publishing Co.: 1-2, 236-239.
- Miura, M. (1997). *International symposium on Science of skiing*, (Zao yamagata prefecture in Japan): 59-69.
- Nashner, L. M. (1990). Sensory, neuromuscular, and biomechanical contributions to human balance. *Proceeding of the APTA Forum*. 5-12.
- Nicolis, G., & Prigogine, I. (1977). *Self-organization in non-equilibrium systems*. New York: Wiley.
- Moldon, P. L. (1980). *Your Book of Ballet*. London: faber.
- Prigogine, I. (1976). *Order through fluctuation, self-organization and social system*. In E. Jantsch & C. H. Waddington(Eds), *Evolution and consciousness: Human system in transition*: 93-133, Reading, MA; Addison Wesley.
- Scholz, J. P., & Kelso, J. A. S. (1989). A quantitative approach to understanding the formation and change of coordinated movement patterns. *Journal of Motor Behavior*, 21, 122-144.
- Sodeyama, H., Miura, M., Ikegami, Y., Kitamura, K., & Matsui, H. (1979). Study of displacement of a skier's center of gravity during a ski turn. *BIOMECHANICS V-B*, 271-276.

투 고 일 : 7월 25일

심 사 일 : 8월 6일

심사완료일 : 9월 20일