KJSB
Korean Journal of Sport Biomechanics 2022; 32(2): 43-48
http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2022.32.2.43
http://e-kjsb.org eISSN 2093-9752

ORIGINAL

Analysis of EMG Patterns during Ski Jumping using Training Simulator
- Case Study for Ski Jumping Youth National Athletes -

훈련 시뮬레이터를 이용한 스키점프 도약 시 발생되는 EMG 패턴 분석
- 스키점프 유소년 국가대표 사례 연구 -

Heungsoo Kim[1], Sukhoon Yoon[2]

[1]Director, Ski Jumping20 Sports Club, PyeongChang, South Korea
[2]Department of Community Sport, Korea National Sport University, Seoul, South Korea

Received : 31 May 2022
Revised : 16 June 2022
Accepted : 20 June 2022

Corresponding Author
Sukhoon Yoon
Department of Community Sport,
Korea National Sport University,
1239 Yangjae, Songpa-gu, Seoul,
05541, South Korea
Email : sxy134@knsu.ac.kr

Objective: The purpose of this study was to verify the effectiveness among simulating ski jumping trainings by comparing with actual ski jump.

Method: Three healthy youth national athletes were recruited for this study (age: 13.70 ± 0.9 yrs, height: 169.30 ± 0.9 cm, jumping caree: 5.3 ± 0.9 yrs). Participants were asked to performed ski jumping with 3 simulating and one actual situation. A 3-dimensional motion analysis with 5 channels of EMG was performed in this study. Muscle activations of Rectus Femoris [RF], Tibialis Anterior [TA], Thoracis [TH], Gluteus maximus [GM], and Gastronemius [GL] were achieved with sampling rate of 2,000 Hz during each jump.

Results: In the case of S1 in the actual jumping motion, the deviation of the muscle activity peak did not appear each trial, and the jump timing was consistent. For S2, the timing of the muscles peak activation which can maintain the posture of the upper body and ankles appeared at the beginning. In the case of S3, the part maintaining the ankle posture at the beginning appeared, but it could be expected that it would progress in the vertical direction due to the activation of GL at the time of jumping.

Conclusion: The muscle activation peak before the take-off point showed a different pattern for each athlete, and individual differences were large. In addition, it was attempted to confirm the actual jump with simulation jump, and it was found that not only the difference in patterns but also the fluctuations in the timing of each muscle activation peak were large.

Keywords: Ski jump simulator, Ground training, Muscle activations

INTRODUCTION

스키점프는 1924년 프랑스 1회 동계올림픽 때부터 정식 종목으로 채택되어 현재에 이르는 역사가 긴 종목으로, 특히 유럽을 위주로 발달되어 있다. 스키점프는 조주(In-run), 도약(Take-off), 비행(Flight), 착지(Landing)의 4가지 동작으로 구분한다. 조주구간은 길이 80~100 m, 경사 약 35°로 되어있으며 80~100 km/h의 속도를 통해 도약 후 비행에 필요한 추진력을 만들어낸다. 이 때문에 경기력에 많은 영향을 주므로 선수들은 이 구간에서 각자의 체형에 맞는 자세를 통해 최대의 스피드를 만들어야 한다. 도약구간에서는 조주를 통해 생기는 스피드를 사용하여 몸을 진행방향으로 이동시키고 스키를 몸쪽으로 당김으로써 항력을 이용한 비행자세를 만들게 된다. 조주부터 착지까지의 모든 순간에서 정확한 타이밍, 근력, 민첩성 등이 필요하기 때문에 스키점프에서는 활강 훈련을 포함한 다양한 훈련 프로그램을 사용하여 선수들의 경기력을 향상시키도록 하고 있다.

우리나라의 경우 1996년 무주 동계유니버시아드 경기개최를 계기로 스키점프가 도입되었으며 2003년 동계아시안 게임과 유니버시아드 경기 그리고 2009년 유니버시아드 경기에서 금메달을 획득하며 스키점프의 전성기를 이루었으나 이후 성공적인 세대교체와 경기력 향상을 위한 선수들의 과학적인 데이터 구축 및 훈련시스템 개발의 실패로 인하여 지속적인 경기력 하락을 경험하고 있다.

스키점프 경기력의 가장 중요한 역할을 하는 활강 훈련의 경우 4계절이 존재하는 우리나라에서는 겨울을 제외하고는 실제 훈련 불가능한 한계를 가지고 있으며, 스키점프가 국민들의 사랑과 집중을 받고 있었던 시기에는 국가의 전폭적인 지원을 통하여 이러한 한계를 해외 전지 훈련으로 극복하였으나 현재 이러한 지원은 충분하지 못한 실정

Copyright © 2022 Korean Journal of Sport Biomechanics
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

이다. 따라서 현재 겨울이 아닌 계절에는 플라스틱으로 만들어진 조주로에 물을 뿌려 마찰을 줄인 다음 활강연습을 하고 있는데 실제 활강 환경이 아닌 상황에서 연습을 하고 있기 때문에 연습의 효율성증대에는 실질적인 제한이 있다. 또한 실제 활강 훈련을 실시하는 겨울의 경우에도 차량을 이용하여 고지대까지 이동하여야 하고 이 과정에서 다른 선수들의 활강을 기다려야 하는 등 1회 활강 후 다음 활강 시까지 거쳐야 하는 단계들이 많기 때문에, 5~6회의 활강 후에는 피로도 상승과 집중도 하락이 급격하게 나타나게 되어 훈련 횟수를 일정 수준 이상으로 늘리는 데에 어려움이 있다.

따라서 현재에는 이러한 조건들을 고려하여 실제의 활강 훈련을 대신할 수 있는 지상에서의 시뮬레이션 훈련이 자주 실시되고 있다. 이러한 시뮬레이션 훈련 중 가장 많이 쓰이는 지상 훈련들은 지면에서 발이 고정되어 있는 자세로 선수들이 조주자세를 취하며 도약을 실시하거나 이러한 훈련을 롤러 위에서 실시하는 훈련이다. 이러한 지상에서의 시뮬레이션은 도약에 관한 연습이 주가 되어 왔으며 이마저도 선수가 가상의 이미지로 점프하고 코치가 잡아주는 매우 비효율적이며 실제와 부합되지 않는 훈련이었다. 또한 이 훈련은 많은 실전 경험이 있는 선수들에게는 비용대비 효과를 기대할 수 있지만, 그렇지 않은 유소년들에게는 점프 훈련 외에 다른 의미를 부여하기 어려운 훈련일 뿐만 아니라 실제 스키를 착용하지 않고 하는 훈련이기 때문에 현실성이 매우 떨어지는 훈련이다.

최근 이러한 지상 훈련을 좀 더 현실적으로 접근하기 위하여 대한스키점프 협회에서는 활강트레이닝 기구를 제작하였다. 이 기구는 실제 스키점프대 도약부분과 같은 조건인 경사 11°의 슬라이드에 실제 스키가 들어갈 수 있는 트랙을 만들어 선수들이 모든 스키장비를 장착하고 슬라이딩을 통해 스키를 밟고 도약하는 것이 가능하게 만들었다(Figure 1).

현재까지 스키점프에 대한 연구는 대부분 해외에서 이루어졌으며 실제 경기장에서 스키점프 활강 시에 운동역학적 변인에 대한 연구가 다양하게 실시되어왔다. 특히 조주구간과 도약구간에 대한 연구가 오랜 기간에 걸쳐 이루어졌는데, 조주구간에서의 수평 속도를 증가시키기 위한 동작에 대한 연구(Kuss, 2008; Janurová et al., 2013; Schwameder, 2008), 도약구간의 동작을 분석한 연구(Baumann, 1979; Watanabe, 1983; Vaverka, 2010; Vodicar & Jost, 2010)가 있다. 또한 스키점프에 설치된 지면반력 측정 장비 및 족저압력 측정기를 활용한 운동역학적 연구도 1980년대부터 이루어졌는데(Virmavirta & Komi, 1989, 1991, 1993), 세계 정상급 선수일수록 지면반력 수치가 높으며, 도약순간의 발 뒷꿈치 압력이 높아지며, 주로 무릎관절 및 둔부 주변의 근육이 활성되었다고 보고되었다(Virmavirta & Komi, 1989; Virmavirta & Komi, 2001a, 2001b).

위와 같은 운동역학적 변인 외에 근육 활성에 관한 연구들도 이루어져 있다. 스키점프는 10초 이내에 빠르게 이루어지는 경기로서 선수가 느끼는 순간적인 느낌에 의존하는 경우가 많았는데, EMG 활성의 패턴을 알아보는 것이 중추신경계가 어떻게 동작을 제어하는지 파악하는데 있어서 중요하다는 점이 연구된 바 있다(Guidetti, Rivellini & Figura, 1996). 이와 관련된 여러 연구들에서는 근육활성 패턴을 파악하기 위해서 주로 'EMG 활성 개시점'을 사용하였는데(Mann & Hagy, 1980; Mann, Moran & Dougherty, 1986; Schwab, Moynes, Jobe & Perry, 1983), 이와는 반대로 EMG 신호를 개·폐시점으로 정의하면 주변근육의 잡음 신호로 인한 간섭으로 인하여 'noisy baseline' 문제가 발생하기 때문에 'EMG Peak'를 이용하는 것이 동작의 신경제어를 연구하는데 적합하다(Guidetti et al., 1996)는 연구가 있다. 또한 활성 피크 시점의 시간을 설명하는 연구도 이루어진 바 있다(Guidetti et al., 1996).

이렇게 해외의 경우 스키점프 경기력의 향상을 위하여 실제 활강 슬라이드에서 많은 연구가 진행되고 있지만 우리나라는 경기인프라와 지역적 환경의 특성 때문에 수행된 연구가 전무한 실정이다. 또한 20년 전 확산되었던 스키점프의 관심도 경기력 하락과 더불어 대중들의 관심에서 멀어져 가고 있으며 이러한 결과로 유소년 스키점프 선수의 수는 매우 제한적인 상황이다. 따라서 경기력 하락과 대중의 무관심을 개선하기 위해서는 스키점프의 미래를 책임질 유소년 스키점프 선수들에 대한 스포츠 과학적인 접근을 통해 재도약의 기반을 마련하는 것이 시급한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 2024 평창 유스올림픽에 참여하는 대한민국 유스 국가대표 3명을 대상으로 실제 스키점프 조주로에서 스키점프를 수행할 때 나타나는 주요근육들의 시간에 따른 최대근력 발현 추이를 확인하는데 있으며, 또한 최근에 제작된 실제와 비슷한 환경의 슬라이딩 시뮬레이터를 통한 스포츠 과학적 결과도 확보하여 슬라이딩 시뮬레이터를 성능을 개선하고 추후 훈련의 효율성을 높이고자 하는데 그 목적이 있다.

METHOD

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 최근 6개월 내 근골격계 상해나 수술 경험이 없으며, 4년 이상의 스키점프 경력과 60 m 활강이 가능한 2021여름시즌 스키점프 회장배 대회에서 각 학년별 1위의 선수들로 선정하였으며 연구대상자의 특성은 (Table 1)과 같다. 실험 전, 각 연구대상자로부터 개인정보 및 실험참여 동의서를 취득하였다(IRB 승인번호: KNSU 20211208-164).

Table 1. Characteristic of participants

Subject	Height (cm)	Weight (kg)	Age (yrs)	Career (yrs)
S1	170	55	14	6
S2	170	53	14	4
S3	168	60	13	6
Mean (SD)	169.3 (0.9)	56.0 (2.9)	13.7 (0.5)	5.3 (0.9)

2. 실험절차

본 연구의 목적인 실제 활강 훈련과 지상 훈련에서의 근전도 패턴을 확인하기 위하여 근전도 데이터 수집을 위하여 수중근전도(WAVE EMG Infinity Waterproof, COMETA System, Italy)를 사용하였으며, 근전도 신호의 Sample rate는 2,000 Hz로 설정하였다. 활강시작 시점과 도약, 착지 시 이벤트를 확인하기 위하여 고속카메라(NEX-FS700, Sony, Japan, SR: 100 Hz) 1대를 도약지점 측면에 설치하였다.

본 연구의 대상자는 실제 점프(Actual Jump) 2회와 슬라이딩 시뮬레이터 점프(sliding simulator jump) 5회를 각각 수행하였다. 본 연구의 실제 활강동작은 60 m의 활주로를 통하여 진행하였으며, 실제 속도 및 도약동작은 Normal Hill과 Large Hill과 동일할 것이라는 전문가의 의견을 반영하여 진행하였다. 또한 시뮬레이터 점프는 협회에서 제작한 실제 스키점프대 도약부분과 같은 조건인 경사 11°에서 실제 스키가 들어갈 수 있는 트랙에 스키를 밟고 지면과 고정돼 있지 않는 상황에서의 도약이 가능한 슬라이딩 시뮬레이터에서 실시되었다(Figure 1).

Figure 1. Sliding ski jump simulator

모든 연구대상자들은 부상 위험을 대비하여 30분 이상의 워밍업을 수행한 뒤 실험에 참여하였다. 실제 점프동작은 성공한 수행 2회를 선택하여 분석하였는데, 동작의 성공여부는 국가대표 코치 2명이 현장에서 결정하였다.

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 스키점프의 활강-도약 시점에서 주로 사용되는 넙다리곧은근(Rectus Femoris [RF]), 앞정강근(Tibialis Anterior [TA]), 등가시근(Thoracis [TH]), 큰볼기근(Gluteus Maximus [GM]), 장딴지근(Gastronemius [GL])에 전극을 부착하였다(Figure 2).

3. 자료처리

활강시작과 도약, 착지 시점을 설정하기 위해 근전도와 초고속카메라를 동조하여 도약 전 1초(2,000 Hz) 동안의 근활성 피크점을 확인할 구간을 지정하였다(Ertan, Kentel, Tümer & Korkusuz, 2003). 데이터의 노이즈 제거를 위하여 근전도 신호의 필터링은 band-pass 필터를 사용하였으며 이때 차단주파수는 10~400 Hz으로 설정하였다.

근전도 데이터 수집은 실제 훈련 2회, 각 지상 훈련은 5회 평균값을 사용하여 근 수축 피크 시점을 분석하였다.

RESULTS

본 연구는 스키점프 엘리트 선수들을 대상으로 훈련방법에 따라 변화되는 근활성 패턴을 확인하고자 하였다. 연구의 목적을 원활히 수행하기 위하여 유소년 엘리트 선수 3명을 대상으로 실제 점프와 슬라이딩 시뮬레이터 점프 시 근활성도 피크를 확인하였다(Table 2).

본 연구 수행결과, S1의 실제 점프는 장딴지근, 등가시근, 큰볼기근, 넙다리곧은근, 앞정강근 순으로 나타났으며, 슬라이딩 시뮬레이터 점프는 앞정강근, 등가시근, 장딴지근, 넙다리곧은근, 큰볼기근 순으로 나타났다. S2의 경우 실제 점프는 넙다리곧은근으로 시작하여 등가시근, 앞정강근, 큰볼기근, 장딴지근순으로 나타났으며 시뮬레이터 점프는 앞정강근, 넙다리곧은근, 등가시근, 큰볼기근, 장딴지근 순으로 나타났다. 또한 S3의 경우는 다른 선수들과 다르게 실제 점프와 슬라이딩 시뮬레이터 점프 모두 앞정강근으로 시작하는 점프를 시행하였다. 실제 점프는 앞정강근으로 시작하여 등가시근, 넙다리곧은근, 장딴지근, 큰볼기근으로 진행하였으며, 시뮬레이터 점프는 앞정강근, 장딴지근, 넙다리곧은근, 등가시근, 큰볼기근 순서로 나타났다.

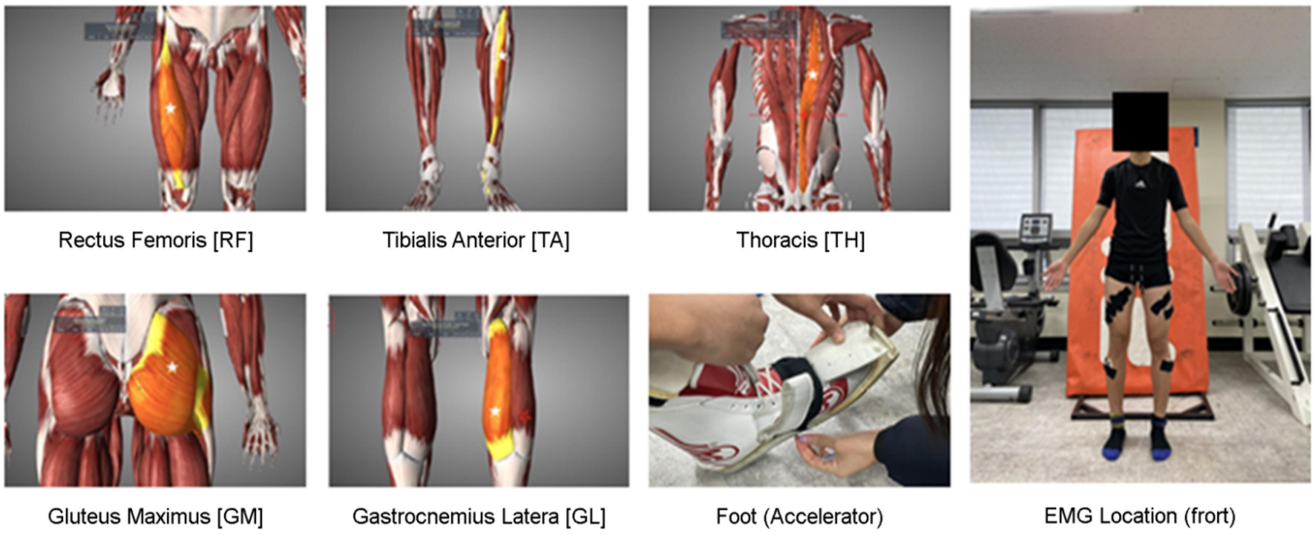

Figure 2. Surface EMG attachment position

Table 2. Peak muscle activation timing during jumps unit: millisecond

		R.GLUT.MAX	R.LAT.GASTRO	R.RECTUS	R.THORACIC	R.TIB.ANT
S1	Actual jump	-443±3 (3)	-599±15 (1)	-380±43 (4)	-476±52 (2)	-261±36 (5)
	Sliding simulator	-106±28 (5)	-401±15 (3)	-150±123 (4)	-430±416 (2)	-940±120 (1)
S2	Actual jump	-562±87 (4)	-484±132 (5)	-781±86 (1)	-731±165 (2)	-613±66 (3)
	Sliding simulator	-151±46 (4)	-96±30 (5)	-223±130 (2)	-205±42 (3)	-283±281 (1)
S3	Actual jump	-473±34 (5)	-585±123 (4)	-649±36 (3)	-650±19 (2)	-905±38 (1)
	Sliding simulator	-76.5±23 (5)	-394±373 (2)	-287±51 (3)	-144±21 (4)	-538±350 (1)

Take-off time is defined 0 s, parenthesis indicate order of peak appearance

DISCUSSION

본 연구에서는 스키점프 선수들의 실제 점프동작과 지상 훈련동작의 특성을 살펴보고 비교하여 그 차이를 근육활성 패턴을 통해 확인하고자 하였다. Kollias, Hatzitaki, Papaiakovou와 Giatsis (2001)에 따르면 점프를 높게 하기 위해서는 회전력, 도약 직전의 높은 관절 파워, 근위부터 원위로 이어지는 근활성과 관절의 신전 타이밍, 도약 시점에서의 중심의 높이 등이 필요하다고 보고되고 있다. 이러한 결과는 동작 수행 시 근력 이외에도 기술 수준과 동작의 형태 등이 점프 수행에 영향을 미칠 수 있다는 것을 의미하며 본 연구에서 수행된 스키점프는 일반점프와는 다르게 환경에 의한 영향과 활강구간의 빠른 속도가 더해지기 때문에 수행자의 기술적 요인이 영향을 미친다고 할 수 있다. 특히 본 연구에서 수행된 스키점프의 경우 강한 공기저항을 극복하기 위하여 몸통이나 하지의 효율적인 사용을 가능하게 해주는 선수들의 신체적 요인도 중요하다(Lees, Vanrenterghem & De Clercq, 2004). 따라서 경기력을 향상시키기 위해서는 앞서 언급된 여러 요소들을 긍정적으로 잘 유지하고 부정적으로 작용하는 요소들은 잘 제어하는 것이 중요하다고 생각된다.

본 연구를 수행한 결과 대상 선수들의 실제 점프(Actual jump)를 통해 얻어진 도약 시 사용되는 근사용의 패턴은 다음과 같았다. S1 선수는 장딴지근 - 등가시근 - 큰볼기근 - 넙다리곧은근 - 앞정강근 순대로 근육이 사용되는 패턴을 보였는데 S1은 최초 발목을 펴는 힘을 사용하는 장딴지근부터 반응을 시작으로 도약이 시작하여 등가시근, 큰볼기근, 넙다리곧은근근육을 사용함으로써 도약에 필요한 각 관절의 신전을 만든 후에 마지막에 앞정강근근육을 사용하여 발목을 몸쪽으로 당기는 것을 볼 수 있었다. 그 과정 중 매회 사용된 최대 근육의 발현 편차가 그리 크지 않고 비슷한 범위에서 머물러 있는 것을 볼 수 있었는데 이러한 결과는 S1이 도약 시의 타이밍 맞추는 능력이 다른 선수들에 비하여 우수하기 때문이라고 생각되어진다. 그러나 S1은 가장 먼저 발목각을 펴는 근육인 장딴지근을 사용하고 있었다. 이러한 점은 S1의 훈련 시 개선해야 할 사항이라고 생각된다. 즉, 스키점프 도약 전 발목각을 지키는데 사용되는 앞정강근이 먼저 사용되면서 도약 시까지 힘이 유지된다면 유지된 무릎 각을 통해 도약자세부터 공중자세까지 이어지는 과정이 더 빠르고 부드럽게 이어질 것으로 생각된다.

S2는 넙다리곧은근 - 등가시근 - 앞정강근 - 큰볼기근 - 장딴지근 순으로 근육이 활성과 되었는데 최초 넙다리곧은근과 등가시근과 함께 반응한 것은 도약을 위해 고관절이 신전하면서 상체가 함께 일어서는 것을 의미하는데 S2가 보여준 스키점프에서는 좋은 자세는 아니다. 또한 S2는 발목각 유지를 위해 사용된 앞정강근의 피크가 나타난 후 큰볼기근과 장딴지근이 따라서 활성화되면서 앞정강근을 사용한 근육, 즉 발목각을 지키는 좋은 기술이 순간 무너지는 문제점을 시사하였다. 따라서 S2의 경우는 지켜야 Inrun 구간에서 지켜진 상체 각, 발목각을 지키면서 도약해야 하는 부분이 무너지게 되는 문제점을 해결해야 할 것으로 생각되어진다.

마지막으로 S3는 앞정강근 - 넙다리곧은근 - 등가시근 - 장딴지근 - 큰볼기근 순으로 사용하며 점프를 수행하였다. S3이 도약구간 중 가장 먼저 반응한 시킨 앞정강근은 도약시 발목각을 지키기 위해 수행되어야 할, 발목을 당기고 - 도약하고 - 도약 후 공중자세를 만들고 - 공중자세유지까지 기본적으로 활성화가 되어야 하는 가장 중요한 근육으로서 S3의 매우 긍정적인 특징이었다고 생각되어진다. 그러나 S3는 앞정강근 이후 넙다리곧은근, 등가시근을 거의 동시에 발현함으로서 Inrun 구간에 서 이어져온 상체 각을 무너뜨렸으며, 그와 함께 장딴지근과 큰볼기근이 활성화된 것은 최종 도약 시 유지하고 있던 모든 관절의 각이 무너질 수밖에 없는 결과를 유발할 수 밖에 없다고 생각된다. 따라서 S3의 이런 동작으로는 진행방향으로 몸을 전진시킬 수 없고 전체적으로 몸이 위쪽으로 펴지면서 공기의 저항을 많이 받는 식의 점프로 이어지는 내용으로 볼 수 있다.

본 연구에서는 자체 제작한 슬라이딩 기구에서 점프를 실시하였다. 자체 제작한 슬라이딩 기구는 스키점프대 도약부의 환경을 최대로 비슷하게 만든 환경(경사 11°)을 통하여 이전의 지상 훈련보다는 매우 실제상황과 흡사한 훈련을 가능하게 하는 장점을 가지고 있다. 그러나 이 기구는 최근에 제작되어 선수들조차 훈련에 충분히 적용하지 못했다는 단점이 있었으며 7 m로 구성되어 있는 활강구간에서 스키의 활강 속도를 증가시키기 위한 추후의 노력이 필요한 기구이다.

본 연구에서 모든 선수들은 이 기구에서 스키점프 장비를 착용하고 활강과 도약을 실시하였으며 이때 발생되는 근육의 최대 발현 시점을 취득하였다. S1 선수의 도약 시 평균 근 사용 순서 앞정강근 - 등가시근 - 장딴지근 - 넙다리곧은근 - 큰볼기근 순으로, S1는 Actual jump에 비하여 근활성도의 편차가 가장 크게 나왔다는 특징을 확인할 수 있었다. 또한 S1의 경우 시뮬레이터 점프에서 앞정강근과 장딴지근의 활성화 순서가 일관적으로 비슷한 시기에 나타났다. 이러한 현상은 도

약을 위해 발목을 쓰려는 것을 줄이기 위해 앞정강근으로 고정을 하려고 노력하고 있다는 결과로 해석할 수 있다. 즉, 이러한 결과는 지금까지의 다른 지상점프 시뮬레이션 훈련과 달리 자체 제작된 슬라이딩 시뮬레이터가 실제 점프하는 환경을 최대한 흡사하게 만들어 줌으로써 선수가 지상에서 기술 훈련함에 있어 한계가 있던 부분들을 해결할 수 있을 것이라고 생각되어진다. 따라서 슬라이딩 시뮬레이터에서 많은 횟수의 점프 훈련을 하게 되면 본인이 가지고 있는 버릇 혹은 도약 시 사용되는 힘을 바닦에 전달할 수 있는 능력을 향상시킬 수 있을 것으로 생각되어진다.

S2 선수는 앞정강근 - 넙다리곧은근 - 등가시근 - 큰볼기근 - 장딴지근 순의 결과를 보였다. S2는 시뮬레이터 점프에서 앞정강근의 발현시간에 대한 큰 편차를 나타내었는데(-283±281, Table 1), 이는 S2 선수가 새로운 트렉에서의 적응이 완벽히 되지 않았기 때문이라고 생각되어진다. 그래서 앞정강근의 편차가 컸고 도약 시 타이밍을 맞추는데 어려움이 있었을 것으로 생각되어진다. S2의 경우 그 외 동작들은 실제 점프 때의 패턴과 거의 흡사하면서 슬라이딩 시뮬레이터를 이용한 충분한 점프 훈련이 수행된다면 좋은 훈련 효과를 기대해볼 만하다고 생각되어진다.

S3 선수의 경우 슬라이딩 시뮬레이터를 이용한 점프 수행 시 앞정강근과 장딴지근에서 편차가 크다는 것을 확인할 수 있었다. S3는 실제 점프에서 가장 좋은 결과를 보이고 있는 선수로 시뮬레이터에서 나온 이러한 결과를 긍정적인 방향으로 해석을 해보자면, 코치의 지도에 따라 자신의 동작을 변화시키려고 의도적으로 집중하여 시도해보려고 했던 부분들이 어떤 부분은 빠른 스피드 때문에, 어떤 점프는 실제 점프와 느낌이 전혀 다름으로 인하여 발목관절을 펴는 점프에서 멈췄다면 이 점프는 본인이 점프 동작에서의 중요한 부분을 어떻게 수행하는 해야 하는지를 정확하게 인식하고 의식한 점프의 결과라고 생각한다. 여기에서 나타난 큰 편차는 본인이 수행해야 하는 부분을 언제 어떻게 사용하는지에 대한 정확한 인식 평가가 없음으로 발생한 편차로 슬라이딩 시뮬레이터 점프를 꾸준히 훈련하고 몸에 익히면 편차가 줄어들고 본인이 의도하는 점프동작에 중요한 부분의 각도를 유지하면서 도약하는 단계적으로 수정되는 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단한다.

CONCLUSION

본 연구에서는 2024년 유스올림픽에 참가할 3명의 우리나라 유소년 국가대표 스키점프 점프 선수들의 실제 조주로의 점프와 시뮬레이터 점프 시 근전도 비교 분석을 통해 선수들의 특징적 패턴 유무를 확인하고자 수행되었다. 본 연구결과 선수간의 비교는 다양한 신체조건, 경력, 수준, 성별, 개인 기술 등의 차이로 한계가 있음을 확인할 수 있었고, 개인의 상황에 따른 각 점프를 비교 분석을 통해 각 이미지트레이닝의 특징을 확인할 수 있었다. 그 중 선수들마다 비슷한 패턴을 찾는 것이 쉽지 않았다. 물론 국내 선수 수 자체가 부족한 환경적 문제도 있었지만 그 안에서도 비슷한 패턴을 찾지 못했다는 것은 실제 현장에서 지도하는 방식의 문제로도 파악할 수 있을 것으로 판단된다. 예를 들면 지도자가 지도를 하는 부분을 선수가 정확하게 인식을 못한다거나, 혹은 점프대에서 실제 점프를 했을 때 심리적 부담으로 동작을 구현하지 못한 부분들의 나쁜 버릇으로 자리 잡고 그 자세가 개인마다의 기술로 굳어지면서 실제 경기력에 도움이 될 만한 자세로의 발전이 되지 않는 상황임을 확인할 수 있었다.

그럼에도 불구하고 이번 연구는 스포츠과학의 첫 스키점프 사례로서 선수들이 실제로 도약하면서 사용하는 근활성도를 분석 확인시켜 줌으로써 기술 개발 및 반복 훈련의 효과적인 방법을 찾는데 좋은 자료로의 활용이 될 것으로 생각한다.

REFERENCES

Baumann, W. (1979). The biomechanical study of ski-jumping. *In Proceedings of the International Symposium of Science in Skiing*. Yamagata Prefecture, 70-95.

Ertan, H., Kentel, B., Tümer, S. T. & Korkusuz, F. (2003). Activation patterns in forearm muscles during archery shooting. *Human Movement Science*, *22*(1), 37-45.

Guidetti, L., Rivellini, G. & Figura, F. (1996). EMG patterns during running: Intra-and inter-individual variability. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *6*(1), 37-48.

Janurová, E., Janura, M., Cabell, L., Svoboda, Z., Vařeka, I. & Elfmark, M. (2013). Kinematic chains in ski jumping in-run posture. *Journal of Human Kinetics*, *39*, 67.

Kollias, I., Hatzitaki, V., Papaiakovou, G. & Giatsis, G. (2001). Using principal components analysis to identify individual differences in vertical jump performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *72*(1), 63-67.

Kuss, O. (2008). On the association of inrun velocity and jumping width in ski jumping. Institute of Medical Epidemiology, Biostatistics, and Informatics, University of Halle-Wittenberg, 6097.

Mann, R. A. & Hagy, J. (1980). Biomechanics of walking, running, and sprinting. *The American Journal of Sports Medicine*, *8*(5), 345-350.

Lees, A., Vanrenterghem, J. & De Clercq, D. (2004). Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *Journal of Biomechanics*, *37*(12), 1929-1940.

Mann, R. A., Moran, G. T. & Dougherty, S. E. (1986). Comparative electromyography of the lower extremity in jogging, running, and sprinting. *The American Journal of Sports Medicine*, *14*(6), 501-510.

Schwab, G. H., Moynes, D. R., Jobe, F. W. & Perry, J. (1983). Lower extremity electromyographic analysis of running gait. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, *176*, 166-170.

Schwameder, H. (2008). Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006. *Sports Biomechanics*, *7*(1), 114-136.

Virmavirta, M. & Komi, P. V. (1989). The takeoff forces in ski jumping. *Journal of Applied Biomechanics*, *5*(2), 248-257.

Virmavirta, M. & Komi, P. V. (1991). Electromyographic analysis of muscle activation during ski jumping performance. *Journal of Applied Biomechanics*, *7*(2), 175-182.

Virmavirta, M. & Komi, R. V. (1993). Measurement of take-off forces in ski jumping: Part II. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *3*(4), 237-243.

Virmavirta, M. & Komi, P. V. (1994). Takeoff analysis of a champion ski jumper. *Journal of Biomechanics*, *27*(6), 695.

Virmavirta, M. & Komi, P. V. (2001). Plantar pressure and EMG activity of simulated and actual ski jumping take-off. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *11*(5), 310-314.

Virmavirta, M. & Komi, P. V. (2001). Ski jumping boots limit effective take-off in ski jumping. *Journal of Sports Sciences*, *19*(12), 961-968.

Vodicar, J. & Jost, B. (2010). The factor structure of chosen kinematic characteristics of take-off in ski jumping. *Journal of Human Kinetics*, *23*, 37-45.

Watanabe, K. (1983). Aerodynamic investigation of arm position during the flight phase in ski jumping. *Biomechanics VIII-B*, 856-860.