

# 엘리트 펜싱선수의 드롭수직점프 시 전방십자인대 손상위험요인 평가를 위한 착지오류점수 분석

신경대학교 스포츠레저학과<sup>1</sup>, 동국대학교 스포츠문화학과<sup>2</sup>, 한국스포츠정책과학원 스포츠과학실<sup>3</sup>, 중앙대학교 체육교육학과<sup>4</sup>

조지훈<sup>1</sup> · 정진욱<sup>2</sup> · 이기혁<sup>3</sup> · 임비오<sup>4</sup>

## Analysis of Landing Error Scoring System during Drop Vertical Jump on Anterior Cruciate Ligament Injury Risk Factors in Elite Fencers

Ji Hoon Cho<sup>1</sup>, Jinwook Chung<sup>2</sup>, Ki Hyuk Lee<sup>3</sup>, Bee-Oh Lim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Sports and Leisure Studies, Shingyeong University, Hwaseong, <sup>2</sup>Department of Sports Culture, Dongguk University, Seoul, <sup>3</sup>Department of Sport Science, Korea Institute of Sports Science, Seoul,

<sup>4</sup>Department of Physical Education, Chung-Ang University, Seoul, Korea

**Purpose:** The aim of this study was to identify the differences of gender and detail items by using landing error scores during drop vertical jumping that can be used in the field for elite fencers and to use them as basic data for prevention of injury.

**Methods:** The subjects were 42 elite fencers. Independent sample t-test was used to compare the landing error scoring system (LESS) score between the groups. In order to compensate for errors that may occur in multiple comparisons, they are corrected through the Bonferroni collection. The significant differences between the groups were evaluated using Cohen effect difference, and one-way analysis of variance was performed for differences in epee, fleuret, and sabre.

**Results:** The comparison of landing error scores between male and female fencer groups showed that the knee valgus angle at initial contact, lateral trunk flexion angle at initial contact, stance width-narrow, foot position-toe out, symmetric initial foot contact, in the total score of LESS items, female fencer group was higher and statistically significant difference was found.

**Conclusion:** In the case of fencing players, there is no significant difference in the LESS scores according to the items. However, when comparing gender, female fencers have higher LESS scores than male fencers; female fencers should be more careful in preventing injuries.

**Keywords:** Anterior cruciate ligament, Fencer, Injury risk factors, Landing error scoring system

Received: February 22, 2018 Revised: July 20, 2018 Accepted: August 3, 2018

Correspondence: Bee-Oh Lim

Department of Physical Education, Chung-Ang University, 84 Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul 06974, Korea

Tel: +82-2-820-5121, Fax: +82-2-872-2867, E-mail: bolim@cau.ac.kr

Copyright ©2018 The Korean Society of Sports Medicine

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서론

펜싱경기는 서양의 검술이 스포츠로 발전한 스포츠로서 105-110 cm의 길이와 500-700 g의 철펜로 특수 제작된 검을 이용하여 상대방에게 공격당하지 않으면서 상대방을 공격하는 ‘공격에 대한 수비에 중점을 둔 스포츠’로<sup>1</sup>, 순간적인 반응과 순발력, 민첩성 등이 요구되는 경기이다<sup>2</sup>. 펜싱경기는 공격의 유효면과 사용되는 검 또는 공격 방법 등의 경기 규칙에 따라 크게 플뢰레(fleuret), 사브르(sabre), 에페(epee) 3가지 종목으로 구분된다<sup>1</sup>. Fleuret는 공격의 유효면이 몸통에만 제한된 경기로 공격과 방어가 엄격히 구분되어 있고 공격 행동은 오직 검 끝(pointe)으로 찌르기만 가능한 경기이다. Sabre는 제일 과격하고 속도가 빠른 것이 특징인 경기로 공격의 유효면이 상반신 전체이며, 105 cm의 상대적으로 짧은 검으로 찌르기 및 검의 날과 등으로 베기가 가능한 종목이다. Epee는 공격의 유효면이 전신이며, fleuret와 마찬가지로 찌르기만 가능한 경기로 공격과 방어의 구분 없이 상대방을 신속하게 찔러 득점을 해야 하는 경기이다<sup>2</sup>.

펜싱은 종목 특성상 칼을 사용하여 상대방을 공격하며, 한쪽 팔과 한쪽 다리를 주로 사용하는 편측 운동이므로 크고 작은 스포츠 손상들이 자주 발생한다<sup>3</sup>. 미국펜싱협회가 2001년부터 2006년까지 78,223명의 남, 여 펜싱선수들의 손상부위를 조사한 연구에 따르면, 하지 손상이 전체 손상의 60%를 차지하며, 무릎(19.6%), 넙다리뼈(15.2%), 발목(13%) 순으로 손상 빈도가 높았다고 보고하였다<sup>3</sup>. 또한 펜싱 선수들의 무릎 통증 중 전방 통증을 가장 많이 호소한다고 하였다<sup>4</sup>.

엘리트 펜싱선수의 경우 고강도의 신체 활동을 하며, 매일 훈련과 시합을 하는 동안 약 200회 이상의 순간적으로 거리를 좁히는 공격의 기본자세인 팡트(faute), 뛰어 찌르는 동작인 플레쉬(fleche) 및 이동 동작의 하나인 앞발이 앞으로 나가고 뒷발이 뒤따라 나가는 마르세(marche)와 같은 동작을 반복하여 수행한다. 이런 기술들은 뒤꿈치부터 착지하며 특히 sabre 종목의 경우 다른 두 종목보다 점프의 빈도가 높아 무릎에 큰 충격이 가해지고, 반복되는 고강도의 착지 동작은 무릎의 전방십자인대 손상 발생률을 증가시킨다<sup>5</sup>. 전방십자인대 손상은 여자 선수들이 남자 선수들보다 부상 발생 비율이 2-10배 정도 더 높은데<sup>6</sup>, 그 이유는 여자 선수들이 남자 선수들보다 착지할 때 무릎을 펴는 신전회전력(extension moment)과 바깥으로 벌리는 외반회전력(valgus moment)이 더 크고<sup>7</sup>, 무릎과 엉덩관절을 덜 굽히고, 넙다리는 더 모으고 안쪽으로 내회전시키며, 종아리(하퇴)는 더 벌리고 바깥쪽으로 외회전시키기

때문이다<sup>8</sup>.

설문지와 비디오 분석을 통한 전방십자인대 손상 원인을 분석한 결과, 비접촉성 손상은 72%이며, 접촉성 손상은 28%로 비접촉성 손상이 접촉성 손상보다 월등히 높게 나타났다<sup>9</sup>. 손상 원인으로는 방향 전환하기 전의 급격한 감속, 방향 조절 실패, 점프 후 잘못된 착지 등이라고 보고하고 있다<sup>10</sup>. 따라서 급격한 방향전환과 감속, 점프 후 착지 등이 빈번히 발생하는 펜싱 종목에서는 무릎의 전방십자인대 손상 발생 확률이 높다<sup>3</sup>.

전방십자인대 손상위험요인을 알아보기 위한 장비로는 3차원 동작 분석 시스템이 표준(gold standard)으로 받아들여지고 있지만, 스포츠 현장에서 모든 선수에게 이를 적용하는 것은 시간 및 경비가 많이 소요되고 분석절차가 매우 복잡하기 때문에 착지오류점수시스템(landing error scoring system [LESS])이 그 대안으로 활용되고 있다<sup>11</sup>. 착지오류점수는 드롭수직점프 검사와 관련된 착지 동작의 역학적 평가를 통해 비접촉성 전방십자인대 손상의 위험성을 식별하기 위해 개발된 신뢰할 수 있는 임상적인 검사 도구이다<sup>11</sup>. 착지오류점수는 관상면과 시상면에서 비디오 분석을 통하여, 드롭수직점프의 착지 시 지면과의 초기 접촉할 때 몸통, 엉덩이, 무릎 및 발의 각도와 위치, 최대 무릎 굴곡, 관절운동 범위를 평가하는 것으로 19점 척도에 기반을 두고 있으며, 우수환(excellent) 착지(4점 이하), 좋은(good) 착지(4점 이상 5점 이하), 보통(moderate) 착지(5점 이상 6점 이하), 잘못된(poor) 착지(6점 이상)로 정의하여, 6점 이상의 LESS 점수는 잘못된 착지 기술을 나타내고, 반면에 4점 이하의 낮은 착지오류점수는 좋은 착지 기술을 나타낸다<sup>12</sup>.

Harmer<sup>3</sup>는 5년간의 전향적연구(prospective study)를 통해 펜싱 선수들은 연령에 따른 손상의 차이는 없다고 하였으며, 성별에서는 여성이 남성보다 35%의 손상 위험이 더 높다고 하였으며, 종목에서는 sabre가 epee나 fleuret보다 62% 정도 위험이 높다고 보고하였다. 이처럼 펜싱 종목의 손상 예방 및 특성 파악을 위해 선수들의 연령별, 성별, 종목별 손상의 위험을 알아보는 것은 손상 발생률을 파악하는데 매우 중요하다. Harmer<sup>3</sup>의 연구는 경험이 많은 선수 트레이너가 펜싱 경기 상황에서 부상을 입은 선수들을 대상으로 더 이상 경기에 참여할 수 없는 부상(time-loss injuries)을 보고한 결과이다. 따라서, Harmer<sup>3</sup>의 연구는 미국 펜싱협회에서 주관한 공식적인 경기상황에서의 자료이기 때문에 연습경기 상황에서의 부상이나 다른 나라의 부상을 대표하지 못하는 연구의 한계점을 가지고 있다.

펜싱경기 상황에서의 부상률을 규명하는 것도 중요하지만,

부상 위험군에 속해있는 선수들의 손상원인을 규명하는 연구가 필요한 실정이다. 더욱이 펜싱경기에서 가장 자주 손상을 입는 부위 중 하나인 무릎 손상의 원인을 규명하고 부상을 예측할 수 있는 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 남녀 엘리트 펜싱 선수들을 대상으로 현장에서 활용할 수 있는 드롭수직점프 시 착지오류점수를 통해 성별 및 세부종목별에 따른 비교 분석에 따른 차이를 규명하여 펜싱선수들의 무릎 손상의 예방을 위한 자료로 활용하는 데 목적을 두었다.

## 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 여자 펜싱선수 21명, 남자 펜싱선수 21명, 총 42명으로 경력 10년 이상된 엘리트 국가대표 선수들을 연구 대상으로 하였다. 모든 대상자는 실험 전 6개월 이내에 하지 관련 수술 및 부상 이력이 없는 대상자를 선정하였으며, 본 과제(30 cm 높이의 박스 위에서 본인 신장의 50% 거리가 떨어진 지점에 양발 착지 후 수직 점프 동작)을 수행하는 데 아무런 지장이 없는 대상으로 선정하였다. 실험 전 모든 대상자에게 본 연구의 목적, 방법 및 실험에 따르는 위험성에 대하여 충분히 설명하고, 실험 참가에 대한 동의를 얻었으며, 연구 대상자의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

### 2. 실험 절차

실험실에 도착한 연구대상자들은 연구윤리위원회(Institutional Review Board, No. CAUIRB 10-013) 실험참가 동의서를 작성한 후 신체적 특성 평가를 위한 신체 구성을 측정하였으며, 이후 착지오류점수 측정을 위한 준비운동을 수행하였다. 실험실에

는 카메라 2대를 설치하였으며, 여자(21명), 남자(21명)의 대상자들은 착지오류점수를 평가하기 위하여 30 cm 높이의 박스 위에서 본인 신장의 50% 거리가 떨어진 지점에 양발 착지 후 수직 점프 동작을 3번씩 무작위로 수행하도록 하였다(Fig. 1)<sup>11</sup>. 양발 착지 후 수직 점프 과제는 30 cm 높이의 박스 위에서 뛰어내린 후, 곧바로 자신이 뛸 수 있는 최고 높이로 수직점프를 수행하는 것으로 착지 후 3초간 균형을 유지하는 성공적인 동작만을 기록하였다.

### 3. 착지오류점수 측정

착지오류점수는 착지하여 즉각적으로 도약하는 순간에 발생하는 자세의 오류를 항목별로 점수화하는 방법이며, 본 연구에서는 Padua 등<sup>11</sup>에 의해 시행된 방법을 사용하였다. 실험

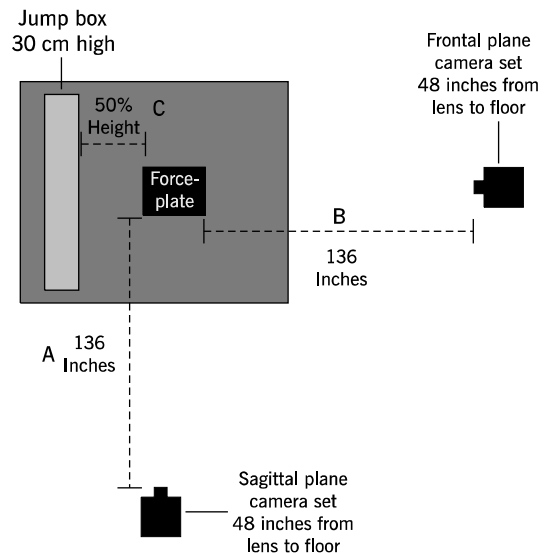


Fig. 1. Composition of landing error scoring system.

Table 1. Physical characteristics of subjects

| Group   | Number | Age (yr)   | Height (cm) | Weight (kg) | Body fat (%) |
|---------|--------|------------|-------------|-------------|--------------|
| Male    |        |            |             |             |              |
| Sabre   | 7      | 26.14±5.58 | 183.11±6.01 | 78.47±8.50  | 14.75±2.09   |
| Fleuret | 7      | 26.71±3.77 | 176.12±6.37 | 67.94±8.92  | 11.90±2.13   |
| Epee    | 7      | 27.28±5.05 | 181.95±6.00 | 80.34±7.88  | 15.08±1.88   |
| Total   | 21     | 26.71±4.63 | 180.40±6.60 | 75.58±9.77  | 13.91±2.42   |
| Female  |        |            |             |             |              |
| Sabre   | 7      | 25.57±2.14 | 166.50±2.49 | 57.54±3.47  | 20.92±1.79   |
| Fleuret | 7      | 28.28±4.34 | 160.48±3.34 | 52.44±4.76  | 19.02±2.04   |
| Epee    | 7      | 27.14±3.57 | 169.14±5.84 | 63.57±3.63  | 21.61±2.54   |
| Total   | 21     | 27.00±3.49 | 165.37±5.40 | 57.85±6.00  | 20.52±2.32   |

Values are presented as mean±standard deviation.

**Table 2.** Evaluation standard of landing error scoring system

| Sagittal view   | Frontal view  |
|---|---|
| Hip-flexion angle at contact: hips are flexed (yes, 0; no, 1)   | Lateral (side) trunk flexion at contact: trunk is flexed (yes, 1; no, 0)                                  |
| Trunk-flexion angle at contact: trunk in front of hips (yes, 0; no, 1)                                      | Knee-valgus angle at contact: knees over midfoot (yes, 1; no, 0)  |
| Knee-flexion angle at contact: greater than 30° (yes, 0; no, 1)   | Knee-valgus displacement: knees inside of large toe (yes, 1; no, 0)                                       |
| Ankle plantar-flexion angle at contact: toe to heel (yes, 0; no, 1)   | Foot position at contact: toes pointing out >30° (yes, 1; no, 0)  |
| Hip flexion at maximum knee-flexion angle: greater than at contact (yes, 0; no, 1)                          | Foot position at contact: toes pointing out <30° (yes, 1; no, 0)  |
| Trunk flexion at maximum knee flexion: trunk in front of hips (yes, 0; no, 1)                               | Stance width at contact: <shoulder width (yes, 1; no, 0)  |
| Knee-flexion displacement: >30° (yes, 0; no, 1)   | Stance width at contact: >shoulder width (yes, 1; no, 0)  |
| Sagittal-plane joint displacement (large motion [soft], 0; average motion, 1; small motion [loud/stiff], 2) | Initial foot contact: symmetric (yes, 0; no, 1)<br>Overall impression (Excellent, 0; average, 1; poor, 2) |

도구는 정면과 측면을 기록하는 두 대의 카메라(VM-HMX20C, Samsung, Seoul, Korea; Jababeka, Bekasi, Indonesia)와 30 cm 높이의 도약대로 이루어져 있으며, 착지 위치에서 3.5 m의 거리를 두고 대상자의 오른쪽 무릎관절 방향의 측면과 정면 1.2 m의 높이에 비디오키메라를 각각 설치하였다. 대상자를 30 cm 높이의 도약대에 서게 한 후, 본인 신장의 50% 지점을 향해 뛰어내려 바닥에 닿는 즉시 가능한 한 높이 다시 뛰어오르도록 하였다. 세 번의 연습 후 실제 측정을 하고 비디오키메라에 그 영상을 기록하였다. 이후 두 대의 카메라에 기록된 영상 중, 발이 바닥에 닿기 시작하는 착지 초기와 다시 공중으로 뛰어오르기 전 무릎관절의 최대 굴곡 시점에서 잘못된 착지동작(오류)을 찾아내어 점수를 기록하였다. 측면 영상에서는 총 8가지 항목에서 최고 9점의 오류 점수가 확인되었으며, 정면의 영상에서는 총 8가지 항목에서 최고 8점의 오류점수가 확인되었다. 마지막으로 정면과 측면의 영상을 종합적으로 판단하여 0-2점을 부가하였으며 최고 점수는 19점이었다. 측정된 착지오류점수는 우수한 착지(4점 이하), 좋은 착지(4점 이상 5점 이하), 보통 착지(5점 이상 6점 이하), 잘못된 착지(6점 이상)로 정의되고 있으며<sup>11</sup>, 착지오류점수의 평가 기준은 Table 2와 같으며, 구체적인 장비의 구성 및 실제 측정 후 분석 장면은 Fig. 1과 같다. Table 3에 정의된 각도의 계산은 동영상 분석 프로그램인 Kinovea ver. 0.8.15 (<http://www.kinovea.org>)를 사용하였다. 무릎 굴곡 각도는 시상 면에서 촬영된 영상에서

**Table 3.** Comparison between male and female groups

|         | Classification                                 | Male (n=21) | Female (n=21) | t      | p-value |
|---------|--|-------------|---------------|--------|---------|
| LESS 1  | Knee flexion angle at initial contact          | 0.00±0.00   | 0.00±0.00     | —      | —       |
| LESS 2  | Hip flexion angle at initial contact           | 0.09±0.30   | 0.09±0.30     | 0.000  | 1.000   |
| LESS 3  | Trunk flexion angle at initial contact         | 0.00±0.00   | 0.09±0.30     | -1.451 | 0.155   |
| LESS 4  | Toe to heel or heel to toe landing             | 0.09±0.30   | 0.09±0.30     | 0.000  | 1.000   |
| LESS 5  | Knee valgus angle at initial contact           | 0.04±0.21   | 0.38±0.49     | -2.811 | 0.008*  |
| LESS 6  | Lateral trunk flexion angle at initial contact | 0.61±0.49   | 0.95±0.21     | -2.811 | 0.008*  |
| LESS 7  | Stance width: wide                             | 0.19±0.40   | 0.47±0.51     | -2.011 | 0.51    |
| LESS 8  | Stance width: narrow                           | 0.33±0.48   | 0.85±0.35     | -3.990 | 0.000*  |
| LESS 9  | Foot position: toe In                          | 0.04±0.21   | 0.09±0.30     | -0.587 | 0.560   |
| LESS 10 | Foot position: toe Out                         | 0.19±0.40   | 0.80±0.40     | -4.987 | 0.000*  |
| LESS 11 | Symmetric initial foot contact                 | 0.47±0.51   | 0.95±0.30     | 2.941  | 0.005*  |
| LESS 12 | Knee flexion displacement                      | 0.00±0.00   | 0.00±0.00     | —      | —       |
| LESS 13 | Hip flexion at max knee flexion                | 0.00±0.00   | 0.14±0.35     | -1.826 | 0.075   |
| LESS 14 | Trunk flexion at max knee flexion              | 0.04±0.21   | 0.09±0.30     | -0.587 | 0.560   |
| LESS 15 | Knee valgus displacement                       | 0.33±0.48   | 0.90±0.30     | -4.602 | 0.000*  |
| LESS 16 | Joint displacement                             | 0.00±0.00   | 0.00±0.00     | —      | —       |
| LESS 17 | Overall impression                             | 0.00±0.00   | 0.00±0.00     | —      | —       |

Values are presented as mean±standard deviation.

LESS: landing error scoring system.

\*p<0.05.

엉덩관절 중심에서 무릎관절 중심으로 연결 한 선과 무릎관절 중심에서 발목관절 중심으로 연결한 선의 절대각으로 산출하였다. 엉덩굴곡 각도는 시상면에서 촬영된 영상에서 엉덩관절 중심에서 어깨관절 중심으로 연결한 선과 엉덩관절 중심에서 무릎관절 중심으로 연결한 선의 절대각으로 산출하였다. 몸통 굴곡 각도는 시상면에서 촬영된 영상에서 엉덩관절 중심에서 어깨관절 중심으로 연결한 선과 수직선 및 엉덩관절 중심에서 무릎관절 중심으로 연결한 선의 절대각으로 산출하였다. 외반 각도는 관상면에서 촬영된 영상에서 무릎뼈 중심에서 아래로 선을 그어 발의 중족과의 위치로 점수를 산출하였다. 외측 몸통 굴곡 각도는 관상면에서 몸통의 중심선과 수직선과의 절대각으로 산출하였다.

#### 4. 통계 처리

본 연구에서 측정된 모든 자료는 IBM SPSS ver. 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 통계 프로그램을 이용하였다. 모든 변인에 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)를 산출하였고, 여자 펜싱선수와 남자 펜싱선수의 집단 간 착지오류점수의 차이를 알아보기 위하여 독립표본 t-검정을 실시하였으며, 다중 비교에서 생길 수 있는 오류를 보정하기 위해서 Bonferroni 교정을 통해 보정하였다. 그룹 간의 유의한 차이는 Cohen의 효과 차이를 사용하여 평가하였다. 또한, epee, fleuret, sabre 등의 세부종목별 차이를 일원배치분산분석(one-way analysis of variance)을 실시하였다. 모든 결과의 통계적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

## 결 과

#### 1. 성차에 따른 착지오류점수 변인

남자 펜싱선수와 여자 펜싱선수 집단 간의 착지오류점수를 비교한 결과는 Table 3과 같다. 착지 초기 무릎관절의 바깥굽음(knee valgus angle at initial contact,  $p=0.008$ ), 착지 초기 몸통의 가쪽굽힘(lateral trunk flexion angle at initial contact,  $p=0.008$ ),

스탠스 폭-좁음(stance width-narrow,  $p=0.000$ ), 발의 위치-발앞꿈치 외전(foot position-toe out,  $p=0.000$ ), 초기 착지의 대칭(symmetric initial foot contact,  $p=0.005$ ), 무릎관절 바깥굽음 변위(knee valgus displacement,  $p=0.000$ ) 항목에서 여자 펜싱선수 집단이 남자 펜싱선수 집단과 비교하여 더 높은 것으로 나타났다( $p<0.005$ ). 그러나, LESS 1, 12, 16, 17 항목은 남녀 펜싱선수 모두 0점으로 나타나 통계적 계산이 되지 않았다.

#### 2. 성차에 따른 착지오류점수 종합점수

남녀 펜싱선수의 집단 간 착지오류점수 종합점수는 Table 4와 같다. 여자 엘리트 펜싱선수가 남자 엘리트 펜싱선수보다 더 높게 나타났다( $p<0.005$ ).

#### 3. 남자 펜싱선수의 종목별에 따른 착지오류점수 변인

남자 펜싱선수의 종목별 착지오류점수를 비교한 결과는 Table 5와 같다. 연구결과, 종목별에 따른 통계적인 차이가 없는 것으로 나타났으며, LESS 1, 3, 12, 13, 16, 17 항목은 남자 펜싱선수 모두 0점으로 나타나 통계적 계산이 되지 않았다.

#### 4. 남자 펜싱선수의 종목별에 따른 착지오류점수 종합점수

남자 엘리트 펜싱선수의 종목별 착지오류점수 종합점수는 Table 6과 같다. Sabre ( $2.57\pm0.97$ ), Fleuret ( $2.14\pm1.77$ ), Epee ( $2.85\pm1.57$ ) 모두 4점 이하의 우수한 착지기술을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 종목별에 대한 통계적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

#### 5. 여자 펜싱선수의 종목별에 따른 착지오류점수 변인

여자 펜싱선수의 종목별 착지오류점수를 비교한 결과는 Table 7과 같다. 연구 결과, 종목별에 따른 통계적인 차이가 없는 것으로 나타났으며, LESS 1, 12, 16, 17 항목은 여자 펜싱선수 모두 0점으로 나타나 통계적 계산이 되지 않았다.

**Table 4.** Comparison between in sabre, fleuret, and epee by gender group

| Classification      | Group  | Mean $\pm$ SD   | t      | p-value |
|---------------------|--------|-----------------|--------|---------|
| Total score of LESS | Male   | 2.47 $\pm$ 1.40 | -6.760 | 0.000*  |
|                     | Female | 5.09 $\pm$ 1.09 |        |         |

SD: standard deviation, LESS: landing error scoring system.

\* $p<0.05$ .

**Table 5.** Comparison between in sabre, fleuret, and epee by male group

| Classification | Group   | Mean±SD   | F     | Significance |
|----------------|---------|-----------|-------|--------------|
| LESS 1         | Sabre   | 0.00±0.00 | -     | -            |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 2         | Sabre   | 0.00±0.00 | 2.400 | 0.119        |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.28±4.48 |       |              |
| LESS 3         | Sabre   | 0.00±0.00 | -     | -            |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 4         | Sabre   | 0.00±0.00 | 2.400 | 0.119        |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.28±0.48 |       |              |
| LESS 5         | Sabre   | 0.00±0.00 | 1.000 | 0.387        |
|                | Fleuret | 0.14±0.37 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 6         | Sabre   | 0.85±0.37 | 1.400 | 0.272        |
|                | Fleuret | 0.42±0.53 |       |              |
|                | Epee    | 0.57±0.53 |       |              |
| LESS 7         | Sabre   | 0.28±0.48 | 0.273 | 0.764        |
|                | Fleuret | 0.14±0.37 |       |              |
|                | Epee    | 0.14±0.37 |       |              |
| LESS 8         | Sabre   | 0.28±0.48 | 0.188 | 0.831        |
|                | Fleuret | 0.42±0.53 |       |              |
|                | Epee    | 0.28±0.48 |       |              |
| LESS 9         | Sabre   | 0.00±0.00 | 1.000 | 0.387        |
|                | Fleuret | 0.14±0.37 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 10        | Sabre   | 0.28±0.48 | 0.231 | 0.796        |
|                | Fleuret | 0.28±0.48 |       |              |
|                | Epee    | 0.14±0.37 |       |              |
| LESS 11        | Sabre   | 0.42±0.53 | 1.313 | 0.294        |
|                | Fleuret | 0.28±0.48 |       |              |
|                | Epee    | 0.71±0.48 |       |              |
| LESS 12        | Sabre   | 0.00±0.00 | -     | -            |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 13        | Sabre   | 0.00±0.00 | -     | -            |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 14        | Sabre   | 0.00±0.00 | 1.000 | 0.387        |
|                | Fleuret | 0.14±0.37 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 15        | Sabre   | 0.42±0.53 | 0.800 | 0.465        |
|                | Fleuret | 0.14±0.37 |       |              |
|                | Epee    | 0.42±0.53 |       |              |
| LESS 16        | Sabre   | 0.00±0.00 | -     | -            |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 17        | Sabre   | 0.00±0.00 | -     | -            |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |

SD: standard deviation, LESS: landing error scoring system.

Table 6. Comparison between in sabre, fleuret and epee by male group

| Classification      | Group   | Mean±SD   | F     | Significance |
|---------------------|---------|-----------|-------|--------------|
| Total score of LESS | Sabre   | 2.57±0.97 | 0.413 | 0.668        |
|                     | Fleuret | 2.14±1.77 |       |              |
|                     | Epee    | 2.85±1.57 |       |              |

SD: standard deviation, LESS: landing error scoring system.

## 6. 여자 펜싱선수의 종목별에 따른 착지오류점수 종합점수

여자 엘리트 펜싱선수의 종목별 착지오류점수 종합점수는 Table 8과 같다. Sabre (4.57±1.13)의 경우 좋은 착지(4점 이상 5점 이하) 기술을 가지고 있는 것으로 확인되었으며, Fleuret (5.85±0.69), Epee (5.42±1.81)의 경우에는 보통 착지(5점 이상 6점 이하) 기술을 가지고 있는 것으로 나타났다. 그러나 3종목 간의 통계적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

## 고 찰

본 연구는 펜싱 종목의 손상과 관련하여 동작의 수치화를 통해서 스포츠 손상의 위험요인을 예측하는 현장 중심의 연구로서, 남자 펜싱선수와 여자 펜싱선수를 대상으로 드롭수직점프 시 전방십자인대 위험요인 평가를 위하여 착지오류점수시스템을 이용하여 집단 간 및 종목별로 비교 분석하였다. 드롭 랜딩 동작은 전방십자인대 부상과 밀접한 관련이 있으며<sup>13</sup>, 이러한 유형의 착지는 전방십자인대 부상 위험 요인을 밝히는 데 사용되는 중요한 연구모델이다<sup>14,15</sup>.

본 연구 결과, 남자 펜싱선수와 여자 펜싱선수 집단 간의 착지 초기 무릎관절의 바깥굽음(LESS 5), 착지초기 몸통의 가쪽굽힘(LESS 6), 스텝스 폭-좁음(LESS 8), 발의 위치-발앞꿈치 외전(LESS 10), 초기 착지의 대칭(LESS 11), 무릎관절 바깥굽음 변위(LESS 15)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며( $p<0.05$ ), 착지오류점수 종합점수를 비교한 결과에서도 여자 펜싱선수 집단이 남자 펜싱선수 집단보다 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다( $p<0.005$ ).

본 연구에서 분석한 바깥굽음은 초기 착지 시 무릎관절의 바깥굽음의 위치를 평가하는 것으로, 분석방법은 대상자의 발이 지면에 초기 접촉한 시점에서 무릎뼈의 중심에서 발아래 쪽으로 수직 방향 선을 그어서 그 선이 중족부(midfoot)를 통과하면 no (0점), 선이 중족부 안쪽으로 통과하면 yes (1점)로 분석한다. 본 연구 결과를 살펴보면, 여자 펜싱선수 집단이

남자 펜싱선수 집단보다 초기 착지 시 무릎관절의 바깥굽음이 크게 나타났는데, 이는 여자 펜싱선수가 남자 펜싱선수보다 무릎관절 바깥굽음 스트레스가 높다는 것을 의미한다<sup>8</sup>. 보다 구체적으로 살펴보면, 남자 펜싱선수 21명 중 1명(4.76%)이 무릎관절 바깥굽음이 큰 것으로 나타났으나, 여자 펜싱선수의 경우 21명 중 8명(33.33%)이 무릎관절 바깥굽음이 큰 것으로 나타났다. 착지오류점수는 전방십자인대 손상에 대한 임상적인 평가도구로서의 신뢰도와 타당도가 높다고 보고한 Padua 등<sup>11</sup>의 선행연구에서는 무릎관절 바깥굽음의 증가는 전방십자인대 위험성의 증가와 연관성이 있다고 보고하였는데, 본 연구에서도 여자 펜싱선수 집단(33.33%)이 남자 펜싱선수 집단(4.76%)보다 무릎관절 바깥굽음 항목이 증가한 것으로 나타나 전방십자인대 손상의 위험성이 높다고 할 수 있다.

착지초기 몸통의 가쪽굽힘은 초기 착지 시 몸통의 위치를 평가하는 것으로, 분석 방법은 초기 발이 지면에 접촉하는 시점에서 몸통의 중앙선이 신체의 왼쪽 또는 오른쪽으로 구부러지면 yes (1점), 몸통이 몸의 왼쪽이나 오른쪽으로 구부러지지 않으면 no (0점)로 분석한다. 본 연구결과를 살펴보면, 여자 펜싱선수 집단이 남자 펜싱선수 집단보다 초기 착지 시 몸통의 가쪽굽힘이 크게 나타났으며, 이는 착지 시 몸통의 대칭이 안 되는 것으로 여자 펜싱선수가 남자 펜싱선수보다 몸통이 가쪽굽힘된 쪽의 관절 스트레스가 높다는 것을 의미한다. 이러한 몸통 관절에 증가한 스트레스는 무릎의 전방십자인대에 가해지는 스트레스에도 영향을 미치게 된다<sup>8</sup>. 보다 구체적으로 살펴보면, 남자 펜싱선수 21명 중 13명(61.90%)이 초기 착지 시 몸통의 가쪽굽힘이 큰 것으로 나타났으나, 여자 펜싱선수의 경우 21명 중 20명(95.23%)이 초기 착지 시 몸통의 가쪽굽힘이 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 착지 초기 몸통의 가쪽굽힘의 항목에서 전방십자인대 부상위험이 낮은 여자 발레무용수의 경우 13명 중 2명(15.38%), 전방십자인대 부상위험이 높은 여자 축구선수의 경우 13명 중 6명(46.15%)으로 나타났다는 Cho 등<sup>16</sup>의 선행연구와 유사하게 나타났다. 남, 여 펜싱선수들이 여자 발레무용수와 여자 축구선수들보다 초기 착지 시 몸통의 가쪽굽힘의 비율이 높게 나타난 이유는

**Table 7.** Comparison between in sabre, fleuret and epee by female group

| Classification | Group   | Mean±SD   | F     | Significance |
|----------------|---------|-----------|-------|--------------|
| LESS 1         | Sabre   | 0.00±0.00 | –     | –            |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 2         | Sabre   | 0.00±0.00 | 2.400 | 0.119        |
|                | Fleuret | 0.48±0.18 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 3         | Sabre   | 0.00±0.00 | 2.400 | 0.119        |
|                | Fleuret | 0.48±0.18 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 4         | Sabre   | 0.14±0.37 | 0.500 | 0.615        |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.14±0.37 |       |              |
| LESS 5         | Sabre   | 0.48±0.18 | 0.750 | 0.487        |
|                | Fleuret | 0.53±0.20 |       |              |
|                | Epee    | 0.49±0.10 |       |              |
| LESS 6         | Sabre   | 0.00±0.00 | 1.000 | 0.387        |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.37±0.14 |       |              |
| LESS 7         | Sabre   | 0.48±0.18 | 1.313 | 0.294        |
|                | Fleuret | 0.48±0.18 |       |              |
|                | Epee    | 0.53±0.20 |       |              |
| LESS 8         | Sabre   | 0.48±0.18 | 1.125 | 0.346        |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.37±0.14 |       |              |
| LESS 9         | Sabre   | 0.53±0.20 | 2.571 | 0.104        |
|                | Fleuret | 0.37±0.14 |       |              |
|                | Epee    | 0.48±0.18 |       |              |
| LESS 10        | Sabre   | 0.37±0.14 | 0.273 | 0.764        |
|                | Fleuret | 0.48±0.18 |       |              |
|                | Epee    | 0.37±0.14 |       |              |
| LESS 11        | Sabre   | 0.00±0.00 | 0.500 | 0.615        |
|                | Fleuret | 0.37±0.14 |       |              |
|                | Epee    | 0.37±0.14 |       |              |
| LESS 12        | Sabre   | 0.00±0.00 | –     | –            |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 13        | Sabre   | 0.00±0.00 | 1.125 | 0.346        |
|                | Fleuret | 0.37±0.14 |       |              |
|                | Epee    | 0.48±0.18 |       |              |
| LESS 14        | Sabre   | 0.00±0.00 | 0.500 | 0.615        |
|                | Fleuret | 0.37±0.14 |       |              |
|                | Epee    | 0.37±0.14 |       |              |
| LESS 15        | Sabre   | 0.37±0.14 | 0.231 | 0.796        |
|                | Fleuret | 0.48±0.18 |       |              |
|                | Epee    | 0.48±0.18 |       |              |
| LESS 16        | Sabre   | 0.00±0.00 | –     | –            |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |
| LESS 17        | Sabre   | 0.00±0.00 | –     | –            |
|                | Fleuret | 0.00±0.00 |       |              |
|                | Epee    | 0.00±0.00 |       |              |

SD: standard deviation, LESS: landing error scoring system.



Table 8. Comparison between in sabre, fleuret and epee by female group

| Classification      | Group   | Mean±SD   | F     | Significance |
|---------------------|---------|-----------|-------|--------------|
| Total score of LESS | Sabre   | 4.57±1.13 | 1.783 | 0.197        |
|                     | Fleuret | 5.85±0.69 |       |              |
|                     | Epee    | 5.42±1.81 |       |              |

SD: standard deviation, LESS: landing error scoring system.

축구와 발레에 비해 펜싱의 경우 한쪽 팔에 칼을 들고 기술을 구사하는 점, 착지를 많이 하는 한쪽 다리의 근육을 많이 쓰며, 착지 시 충격이 많은 종목의 특성이 반영된 것으로 생각된다. 특히 여자 선수들의 경우, 남자 선수들보다 근육 운동을 많이 하지 않는 것이 편측 운동으로 인한 문제를 더 많이 일으킨 것으로 판단된다.

스탠스 폭 좁음은 착지 시 발의 위치에서의 오류를 평가하는 것이며, 분석 방법은 지면에 발이 완전히 접촉되었을 때 어깨의 끝 아래로 직선을 그어서 그 선이 발 밖에 있고 어깨 폭보다 작으면 yes (1점), 크면 no (0점)로 분석한다. 본 연구결과를 살펴보면, 여자 펜싱선수 집단이 남자 펜싱선수 집단보다 착지 시 발의 폭이 어깨 폭보다 작게 나타났으며, 이는 여자 펜싱선수가 남자 펜싱선수보다 착지 시 발의 위치에서의 오류가 많다고 할 수 있다. 구체적으로 살펴보면, 남자 펜싱선수 21명 중 7명(33.33%)에서 착지 시 발의 위치에서의 오류가 확인되었으나, 여자 펜싱선수의 경우 21명 중 18명(85.71%)에서 착지 시 발의 위치에서의 오류가 확인되었다. 이러한 결과는 여자 펜싱선수가 남자 펜싱 선수에 비해 상대적으로 전방십자인대 손상의 위험성이 높다고 할 수 있으며, Padua 등<sup>11</sup>의 선행 연구결과에서는 약 11.9%에서 착지 시 발의 위치에서의 오류가 나타났다고 하여 본 연구와는 상반된 결과를 제시하고 있으나, Cho 등<sup>16</sup>의 선행 연구에서는 여자 축구선수에서 약 77%가 착지 시 발의 위치에서의 오류를 나타냈다고 하여 본 연구와 유사한 결과를 제시하고 있다.

발의 위치-발 앞꿈치 외전의 경우에는 초기 착지 때와 무릎이 최대로 굽힘 되었을 사이에 발이 가쪽으로 30° 이상이면 yes (1점), 30° 이하이면 no (0점)로 분석할 수 있다. 본 연구 결과를 살펴보면, 여자 펜싱선수 집단이 남자 펜싱선수 집단보다 발의 위치-발 앞꿈치 외전이 큰 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 여자 펜싱선수 집단이 남자 펜싱선수 집단보다 초기 착지 때와 무릎이 최대 굽힘 되었을 사이에 발 앞꿈치 외전 각도가 크다고 할 수 있으며, 이는 여자 펜싱선수가 착지 시 발의 위치에서의 오류가 많다고 할 수 있다. 보다 구체적으로 살펴보면, 남자 펜싱선수 집단의 경우 21명 중 4명(33.33%)

이 착지오류가 확인된 반면, 여자 펜싱선수 집단의 경우 21명 중 17명(80.95%)이 30° 이상으로 나타나 착지의 오류를 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 여자 펜싱선수가 남자 펜싱 선수에 비해 상대적으로 하지 손상의 위험성이 높다고 할 수 있으며, Padua 등<sup>11</sup>의 선행 연구에서는 약 13%의 착지오류를 제시하고 있으며, Cho 등<sup>16</sup>의 선행 연구에서는 여자 축구선수에서 약 61%의 착지오류가 확인되었다고 하였다. 여자 선수들에게서 발의 위치의 오류가 더 크게 나타난 것은 기본적으로 골반이 넓고, Q각이 크게 나타나는 여자 선수들의 해부학적 구조가 원인이 될 수 있다<sup>8</sup>. 선행연구에 따른 차이는 존재하지만, 이러한 착지오류는 선수의 하지 손상에 대한 생체역학적 위험 요인이라 할 수 있으며, 전방십자인대 및 하지의 외반모멘트의 위험성 감소를 위한 근신경 생체역학적 예방 운동의 필요성을 시사하고 있다<sup>17</sup>.

초기 접촉 시의 발의 대칭의 경우에는 한 발이 다른 발보다 빨리 착지하거나 한 발은 발뒤꿈치부터 발가락 순으로 착지하고 다른 발은 발가락부터 발뒤꿈치 순으로 착지하면 no (1점), 착지가 대칭이면 yes (0점)로 분석한다. 본 연구결과를 살펴보면, 여자 펜싱선수 집단이 남자 펜싱선수 집단보다 초기접촉 시의 발의 대칭이 안 되는 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 여자 펜싱선수가 착지 시 발의 위치에서의 오류가 많다고 할 수 있다. 보다 구체적으로 살펴보면, 남자 펜싱선수 집단의 경우 21명 중 10명(47.61%)이 초기 착지 시 비대칭으로 오류가 확인된 반면, 여자 펜싱선수 집단의 경우 21명 중 20명(95.23%)이 초기 착지 시 비대칭으로 오류를 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 여자 펜싱선수가 남자 펜싱 선수보다 상대적으로 하지 손상의 위험성이 높다고 할 수 있다. Padua 등<sup>11</sup>의 선행 연구결과에서는 약 7%의 초기 착지 시 비대칭을 제시하고 있으며, Cho 등<sup>16</sup>의 선행 연구에서는 여자 축구선수에서 약 46%의 초기 착지 시 비대칭을 제시하고 있다. 본 연구결과에서 나타난 높은 비율의 착지오류는 하지 손상에 대한 생체역학적 위험요인이 높다고 할 수 있으며, 전방십자인대 손상의 위험성 감소를 위한 근신경 생체역학적 예방 운동의 필요성을 시사하고 있다<sup>17</sup>.

무릎관절 바깥굽음 변위는 측정 다리의 최대 무릎 바깥굽음의 시점에서 무릎뼈 중심에서 발 쪽으로 직선을 그어, 그 선이 엄지발가락을 통과하거나 안쪽에 있으면 yes (1점), 선이 엄지발가락의 바깥쪽에 있으면 no (0점)로 분석한다. 본 연구 결과를 살펴보면, 여자 펜싱선수 집단이 남자 펜싱선수 집단보다 바깥굽음 변위가 큰 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 여자 펜싱선수가 착지 시 무릎관절에서의 오류가 많다고 할 수 있다. 보다 구체적으로 살펴보면, 남자 펜싱선수 집단의 경우 21명 중 7명(33.33%)이 착지 시 무릎관절 바깥굽음 변위가 큰 것으로 확인된 반면, 여자 펜싱선수 집단의 경우 21명 중 19명(90.47%)이 착지 시 무릎관절 바깥굽음 변위가 큰 것을 확인할 수 있었다. 이러한 무릎관절 바깥굽음 변위가 클 경우 해부학적으로 넙다리뼈는 안쪽돌림, 정강뼈는 가쪽돌림되어 전방십자인대와 내측 측부인대에 많은 스트레스를 줄 수 있기 때문에, 전방십자인대 손상의 위험성이 증가한다<sup>8</sup>. 본 연구에서는 여자 펜싱선수가 남자 펜싱 선수에 비해 상대적으로 전방십자인대 손상의 위험성이 높다고 할 수 있으며, 이와 관련하여, Padua 등<sup>11</sup>의 선행 연구결과에서는 약 7%를 제시하고 있는 반면, Cho 등<sup>16</sup>의 선행 연구에서는 여자 무용수 및 축구선수 모두에서 오류가 확인되었다고 보고하였다.

착지오류점수 종합점수는 전두면과 시상면에서 촬영된 영상 분석을 통하여, 드롭수직점프 수행 시 지면과의 초기 접촉할 때 몸통 위치, 최대 굽힘, 관절의 유동성과 관절운동범위를 평가하는 것이다. Smith 등<sup>12</sup>은 높은 LESS 점수는 잘못된 착지 기술을 의미하고, 낮은 LESS 점수는 좋은 착지 기술을 의미한다고 하였으며, Padua 등<sup>11</sup>은 우수한 착지(4점 이하), 좋은 착지(4점 이상 5점 이하), 보통 착지(5점 이상 6점 이하), 잘못된 착지(6점 이상)로 정의하였다. 본 연구의 착지오류점수의 종합점수 결과를 살펴보면, 여자 펜싱선수 집단의 경우 5.09점, 남자 펜싱선수 집단의 경우 2.47점으로 나타나 남자 펜싱선수 집단이 여자 펜싱선수 집단보다 우수한 착지 기술을 가지고 있는 것으로 나타났다. 한편, Smith 등<sup>12</sup>의 연구결과에 의하면 전방십자인대가 손상된 여자 운동선수(lacrosse, soccer, basketball, football, field hockey, gymnastics) 19명을 대상으로 LESS 종합점수를 분석한 결과, 5.49 (1.85)로 나타나 보통의 착지 기술을 가지고 있다고 보고하여, 본 연구의 여자 펜싱선수 집단은 전방십자인대가 손상된 여자 운동선수들과 유사한 착지오류점수를 가지고 있는 것으로 나타났다. Padua 등<sup>11</sup>의 연구결과에 의하면 전방십자인대 손상 예방을 위하여 측정한 전체 착지오류점수 평균이 4.92 (1.67)점으로 좋은 착지기술을 수준을 가지고 있다고 보고하였다. 이렇듯 여러 연구자들에게서

다양한 연구결과를 보고하고 있으며<sup>11,12</sup>, 이러한 이유는 편측 종목인지, 착지 동작의 특성이 무엇인지 등 운동 종목의 특성에 따라 차이가 있을 것으로 판단된다. 특히 펜싱의 경우 여자 선수들은 남자 선수들에 비해 경기력과 근력에서도 큰 차이를 보이는 것이 무릎의 안정성에도 영향을 미칠 것으로 판단된다<sup>2</sup>. 또한, 여자 선수들은 남자 선수들과 비교하여 해부학, 호르몬, 근신경 생체역학적 특성의 차이로 인해 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다<sup>8</sup>. 여자 선수들은 남자 선수들에 비해 점프 후 착지할 때 무릎 신전모멘트와 외반모멘트가 더 크며<sup>7</sup>, 착지할 때 무릎이 덜 굽힘 되고, 엉덩이와 무릎의 안쪽 돌림이 더 크다는 것이 전방십자인대의 장력 증가와 연관이 있다<sup>17</sup>. 또한, 생체역학적 관점에서 여자들이 남자들에 비해 근신경 적응 능력이 낮아 전방십자인대 손상 비율이 높게 나타난다<sup>8</sup>. 그 외 여자선수들은 에스트로겐 호르몬, 넙다리와 종아리가 이루는 Q각의 신체구조의 요인에서 남자선수들과 달라 전방십자인대 손상 비율이 높다고 하였다<sup>8,17</sup>. 향후 생체역학적 요인을 고려한 손상 예방 프로그램 개발이 필요할 것으로 생각된다.

남자 및 여자 펜싱선수의 종목별 차이를 분석한 결과 남자 펜싱선수의 경우 착지 초기 엉덩관절 굽힘, 발가락에서 발꿈치 또는 발꿈치에서 발가락으로 착지, 착지 초기 무릎관절의 바깥굽음, 착지 초기 몸통의 가쪽굽힘, 스텐스 폭-넓음/스텝 폭-좁음, 발의 위치-발앞꿈치 내전, 발의 위치-발앞꿈치 외전, 초기 착지의 대칭, 무릎관절 최대 굽힘 시 몸통 굽힘, 무릎관절 바깥굽음 변위 등에서 착지오류가 확인되었으나, 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 종목별 착지오류점수 종합점수에서도 Sabre, Fleuret, Epee 모두 우수한 착지기술을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 종목별에 대한 통계적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 여자 펜싱선수의 종목별 착지오류점수를 분석한 결과, 착지 초기 엉덩관절 굽힘, 초기 착지 시 몸통 굽힘, 발가락에서 발꿈치 또는 발꿈치에서 발가락으로 착지, 착지 초기 무릎관절의 바깥굽음, 착지 초기 몸통의 가쪽굽힘, 스텐스 폭-좁음, 발의 위치-발앞꿈치 내전, 발의 위치-발앞꿈치 외전, 초기 착지의 대칭, 무릎관절 최대 굽힘 시 엉덩관절 굽힘, 무릎관절 최대 굽힘 시 몸통 굽힘, 무릎관절 바깥굽음 변위 등에서 착지오류가 확인되었으나, 종목별에 따른 통계적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 종목별 착지오류점수 종합점수에 있어서도 Sabre의 경우 좋은 착지 기술을 가지고 있는 것으로 확인되었으며, fleuret, epee의 경우에는 보통 착지기술을 가지고 있는 것으로 나타났으나, 종목별에 대한 통계적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

이러한 결과를 종합해볼 때, 펜싱 선수들의 경우 종목에 따른 LESS 점수에는 큰 차이가 없다고 할 수 있다. 그러나 성별을 비교할 때, 여자 펜싱 선수의 경우 남자 펜싱 선수보다 LESS 점수가 더 높게 나타났다. 이는 여자 선수들의 착지 메커니즘이 좋지 않기 때문으로 확인되었다. 즉, 여자 펜싱 선수는 남자 펜싱 선수보다 드롭수직점프 시 전방십자인대 손상 위험요인 평가를 위한 착지오류가 많은 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 여자 펜싱 선수의 경우 남자 펜싱 선수보다 비접촉성 전방십자인대 손상의 발생률을 증가시키는 것과 관련이 있을 것으로 생각되며, 착지오류점수가 높은 선수에게서 무릎과 엉덩이 굽힘 움직임이 감소하고, 무릎 외반과 엉덩이 안쪽 돌림 움직임이 증가하기 때문에 무릎관절 부하가 높은 것을 확인 할 수 있었다. 이에 따라, 향후 전방십자인대 손상 및 하지 손상 예방을 위한 관절 가동화 및 안정화를 위한 근신경 조절 트레이닝 프로그램을 적용할 필요가 있을 것으로 생각된다. 또한, 좀 더 많은 선수들에 대한 손상 히스토리와 하지의 근력을 분석한다면 여자 펜싱 선수들에 대한 손상 관련 착지 오류 및 근력 관계 등도 밝힐 수 있을 것으로 판단되므로 이에 대한 후속 연구도 필요할 것으로 제언한다.

## Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## References

- Roi GS, Bianchedi D. The science of fencing: implications for performance and injury prevention. *Sports Med* 2008; 38:465-81.
- Chung JW, Kim TW, Woo SS, Lee O. Examination of physique and fitness in elite national fencing athletes. *Kinesiology* 2016;18:19-31.
- Harmer PA. Incidence and characteristics of time-loss injuries in competitive fencing: a prospective, 5-year study of national competitions. *Clin J Sport Med* 2008;18:137-42.
- Murgu AI, Buschbacher R. Fencing. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2006;17:725-36.
- Choi IA, Lim BO. Difference in lower extremity landing biomechanics between male and female ballet dancers during the box drop landing. *Korean J Sport Biomech* 2009;19: 647-53.
- Ford KR, Shapiro R, Myer GD, Van Den Bogert AJ, Hewett TE. Longitudinal sex differences during landing in knee abduction in young athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42: 1923-31.
- Chappell JD, Yu B, Kirkendall DT, Garrett WE. A comparison of knee kinetics between male and female recreational athletes in stop-jump tasks. *Am J Sports Med* 2002;30:261-7.
- Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes. Part 1: mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med* 2006;34:299-311.
- Arendt YD, Kerschbaumer F. Injury and overuse pattern in professional ballet dancers. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2003; 141:349-56.
- Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:141-50.
- Padua DA, Marshall SW, Boling MC, et al. The landing error scoring system (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The JUMP-ACL study. *Am J Sports Med* 2009;37:1996-2002.
- Smith HC, Johnson RJ, Shultz SJ, et al. A prospective evaluation of the landing error scoring system (LESS) as a screening tool for anterior cruciate ligament injury risk. *Am J Sports Med* 2012;40:521-6.
- Shimokochi Y, Shultz SJ. Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train* 2008;43:396-408.
- Noyes FR, Barber-Westin SD, Fleckenstein C, Walsh C, West J. The drop-jump screening test: difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes. *Am J Sports Med* 2005;33:197-207.
- Lee GS, Lim BO. Effects of landing tasks on the anterior cruciate ligament injury risk factors in female basketball players. *Korean J Sport Biomech* 2014;24:385-90.
- Cho JH, An KO, Cho EO, Lim BO. Analysis of landing error scoring system during drop vertical jump on anterior cruciate ligament injury risk factors in female ballet dancers and female soccer players. *Korean J Sports Med* 2015; 33:88-95.
- Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations. Update 2010. *N Am J Sports Phys Ther* 2010;5:234-51.