



■ 고유민, 정미숙, 박지원<sup>1</sup>

■ 대구가톨릭대학교 대학원 물리치료학과, <sup>1</sup>대구가톨릭대학교 의료과학대학 물리치료학과

The Relationship between Strength Balance and Joint Position Sense Related to Ankle Joint in Healthy Women

Yu-Min Ko, PT, MS; Mi-Suk Jung, PT; Ji-Won Park, PT, PhD<sup>1</sup>

Department of Physical Therapy, General Graduate School, Catholic University of Daegu; <sup>1</sup>Department of Physical Therapy, College of Medical Science, Catholic University of Daegu

**Purpose:** The purpose of this study was to determine whether there is a relationship between strength balance and joint position sense related to the ankle joint in healthy women.

**Methods:** Twenty-six healthy women were recruited. Isokinetic strength and joint position sense (JPS) were measured using a Biodex System 4 pro Dynamometer and a Biodex Advantage Software Package. Prior to measuring the JPS and isokinetic strength, the dominant foot was determined according to the Waterloo Footedness Questionnaire. After the JPS test, isokinetic strength was evaluated in velocity 60°/s, including practice trial (90°/s). Using the measured isokinetic strength, a Strength Balance Index (SBI) was calculated.

**Results:** Relative to the SBI, the degree of imbalance was varied; but there were imbalances. For each starting position, JPS error showed no significant differences ( $p>0.05$ ). The relationship between SBI and JPS was found during the inversion to eversion process, eversion to inversion, and dorsi flexion to plantar flexion.

**Conclusion:** There are moderate to mild relationships between JPS and SBI during ankle movement. It is suggested that to prevent ankle injuries, strength balance should be considered along with the other potential factors including anatomical alignment, proprioception, and soft tissues problems.

**Keywords:** Strength balance, Joint position sense, Isokinetic strength, Ankle joint

논문접수일: 2011년 1월 24일

수정접수일: 2011년 4월 8일

게재승인일: 2011년 4월 12일

교신저자: 박지원, mylovept@hanmail.net

## 1. 서론

발목관절은 보행 동안 충격을 흡수하고 신체의 전진을 제공해주는 1차적인 기능뿐만 아니라 균형 유지를 위하여 발목 전략(ankle strategy)이 발생하는 곳으로 중요성이 강조되는 관절 중 하나이다. 발목관절은 결합조직들과 근육들의 상호 작용을 통해 보행 시 일어나는 충격에 대한 흡수기능뿐만 아니라 전진을 위해 유연성과 견고함을 가져야 한다. 거퇴관절의 전체 접촉면적은 350 mm<sup>2</sup>로써, 슬관절과 고관절의 접촉 면적이 1,120 mm<sup>2</sup>

및 1,100 mm<sup>2</sup>인 경우와 비교하였을 때 상대적으로 적다. 이러한 불안정한 구조를 여러 개의 인대들이 보강하고 있다.<sup>1</sup>

발목관절은 연부조직들의 보강에도 불구하고 근골격계 손상이 가장 흔히 발생하는 관절이다. 미국 기준으로 연간 1백만 명 이상이 급성발목손상으로 병원을 찾는다.<sup>2</sup> 발목 손상의 주요 원인으로 골격의 해부학적 정렬, 체중, 관절위치감각 저하, 균형능력 저하, 근력 저하, 인대손상으로 인해 생기는 기능적 발목 불안정성, 총비골신경의 문제 등이 보고되었다.<sup>3,4</sup> 발목관절의 신경 및 근-건 조직의 손상 후 나타나는 근력 저하 및 고유

수용성 감각의 저하는 반복적인 손상의 원인이 된다. 발목 손상 환자의 33~40%에서 재발이 되고, 운동선수에서는 80%까지 재발되어 만성적인 발목 불안정성의 원인이 된다고 하였다.<sup>2,5-7</sup>

고유수용성감각은 감각운동체계에서 의식적/무의식적 과정을 통하여 기계적 수용기가 관절의 위치와 움직임을 감지하는 것으로 정의된다. 이것은 사지의 움직임을 감지하는 운동감각(Kinesthesia)과 정적인 사지의 위치를 감지하는 관절위치감각(Joint Position Sense)으로 분류된다. 상해 예방, 만성적인 손상의 병인학, 관절의 퇴행성 질환과 관련하여 통증보다 더욱 큰 역할을 한다. 그러나 병변이나 질환으로 인한 관절주위 구조물의 이상으로 움직임에 따라 적절하게 반응하여 입력되는 고유수용성 감각 기능이 저하되면 자세의 조절과 보호반사능력, 관절의 운동능력, 자세동요에 대처하는 균형능력이 저하될 가능성이 높아진다.<sup>8-13</sup>

등속성 근력측정은 발목관절의 운동기능을 평가할 때 많이 사용되는 장비이다. 이 측정방법은 정상적인 관절뿐만 아니라 기능적 불안정성을 가진 관절에서도 신뢰도가 높은 측정방법이다.<sup>14,15</sup> 핸드볼 선수들을 대상으로 한 연구에서 손상을 입은 발목과 그렇지 않은 발목을 비교했을 때, 손상을 입은 발목에서 외변/내변근의 근력비율 감소가 있었고, 정상성인의 발목상태를 4개의 군으로 나누어 근력과 고유수용성 감각을 측정한 연구에서는 만성적 불안정성을 가진 군에서 외변근의 근력감소와 고유수용성 감소가 있었다.<sup>5,16</sup> 여성 하키 선수들을 대상으로 발목 관절 손상을 받은 군과 받지 않은 군을 비교하였을 때, 발목관절 손상을 받은 군에서 배측굴곡근의 근력저하가 유의하게 나타났다.<sup>17</sup>

앞서 살펴본 바와 같이 발목관절은 그 중요성이 높은 만큼 손상도 빈번히 발생하고, 그와 수반되는 통증, 부종 등으로 인해 보행 또는 일상생활에 문제들이 나타난다. 발목 관절은 일단 손상이 발생하게 되면 높은 재발률로 인하여 손상이전에 예방의 중요성이 큰 관절이다. 기존의 연구들은 대부분 발목 관절의 손상이나 질환을 가진 환자나 운동선수들을 대상으로 손상 후에 나타나는 근력과 고유수용성감각의 변화에 대하여 보고하였다. 근력과 고유수용성감각은 발목관절의 안정성을 유지하기 위한 필수 요소이며 일상생활에서도 쉽게 손상이 발생함에도 불구하고 정상 성인의 건강한 발목 관절을 대상으로 근력과 고유수용성감각의 상관관계를 평가한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 정상 성인 여성을 대상으로 발목 관절에서의 근력군형과 관절위치감각의 상관관계를 알아보고 발목관절 손상 예방 프로그램의 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 실험은 20대 여성(n=26)으로 선천적인 발 기형이 없는 자, 정기적으로 체육활동에 참여하지 않는 자, 지난 6개월간 발목 관련 신경학적, 정형외과적 질환이 없는 자를 대상으로 하였다. 실험에 참가 전 모든 대상자는 키와 몸무게를 측정하고, 발목관련 병력을 기록할 수 있는 설문지와 우세발을 결정 할 수 있는 Waterloo Footedness Questionnaire를 작성하였다.<sup>18</sup> 대상자 모두는 실험의 내용을 이해하고 동의하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 실험과정

피실험자들은 자신들이 작성한 Waterloo Footedness Questionnaire를 바탕으로 우세 측 발을 결정 한 뒤, 고유수용성감각 검사 후 5분의 휴식 시간을 두고 근력검사를 실시하였다. 각 검사 내에서의 순서(저측/배측굴곡, 내/외변)은 무작위로 진행되었다.

#### 2) 검사자세

##### (1) 저측굴곡/배측굴곡

의자를 완전히 뒤로 눕힌 상태에서, 측정하고자 하는 다리의 종아리를 40 cm 높이의 받침대에 올리고 스트랩으로 고정시켰다. 모든 피실험자는 같은 운동화를 착용하고 동력계(dynamometer)의 축과 관절 축을 맞추어 배열하였다. 측정하지 않는 반대쪽 다리는 무릎이 90°굴곡 되도록 하고 허벅지 부분을 스트랩으로 고정하고 발은 받침대에 올릴 수 있도록 하였다(Figure 1).

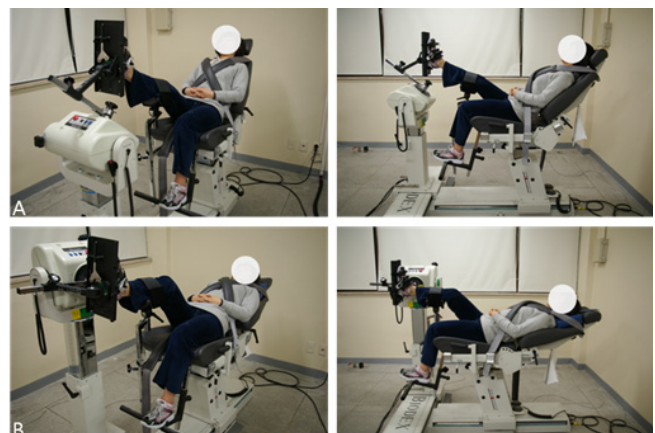


Figure 1. A: Test position for inversion and eversion. B: Test position for plantar flexion and dorsi flexion.

(2) 내번/외번

의자를 30° 뒤로 비스듬히 눕히고 발목은 10° 저축굴곡 상태에서, 슬괵근과 경골회전근들의 작용을 최소화하기 위해 측정하고자 하는 다리의 무릎을 신전시켰다. 동력계와 의자는 발의 중심선과 슬괵골의 중심선에 맞추어 정렬하였다. 측정 중 고관절과 무릎관절의 움직임을 최소화하기 위해 골반과 슬괵골 위 부분을 스트랩으로 고정하였다. 반대쪽 다리는 발 받침대에 올려 두도록 하였다(Figure 1).

3) 측정도구

(1) 고유수용성감각

Biodex System 4 Pro Dynamometer와 Biodex Advantage Software Package (Biodex Medical Systems Inc, 미국)를 이용하여 관절위치감각을 측정하였다. 관절위치감각 측정 시, 완벽한 시각정보 차단을 위하여 안대를 착용하였다. 대상자의 두 눈을 가린 상태에서 검사자가 먼저 측정할 각도 최대 능동 관절 가동 범위를 측정 하였다. 최대 능동 관절 가동 범위에서 5°를 뺀 각도를 지정각도로 정하고, 10초간 유지하여 피실험자가 기억하도록 하였다. 그 후 초기 자세로 돌아가 지정각도라고 생각하는 위치에서 정지버튼을 누르도록 하였다. 저축굴곡에서 배축굴곡, 배축굴곡에서 저축굴곡, 내번에서 외번, 외번에서 내번방향으로 각각 2회 반복 하였고 그 순서는 무작위로 진행하였다. 이때 측정 한 지정각도와 실제재현 각도간의 차이(재현각도 오차)를 점수화 하였다. 재현각도 오차는 방향성을 가지지 않고 지정각도와 실제 재현 각도간의 실제차이를 보여주는 절대오차(absolute error)값의 2회 측정값의 평균값을 이용하였다.

(2) 등속성 근력

Biodex System 4 Pro Dynamometer와 Biodex Advantage Software Package (Biodex Medical Systems Inc, 미국)를 이용하여 등속성 근력을 측정하였다. 각속도 90°/sec에서 최대하 부하로 5회 반복하여 연습을 할 수 있도록 하였고, 각속도 60°/sec에서 최대부하로 5회 반복하여 측정하였다. 연습과 실제 측정 사이에 2분간의 휴식시간을 주어 이전의 연습시간이 측정값에 영향을 미치지 않도록 하였다. 지속적으로 구두명령(verbal cue)을 주어 최대 능력을 발휘 할 수 있도록 하였다. 반복 측정값 중 최대값을 이용하여 최대토크/체중(peak torque/body weight), 근력균형지수(Strength Balance Index)를 구하였다. 근력 균형지수는 아래의 공식으로 계산되었다.

$$\text{근력균형지수(Strength Balance Index)} = \frac{\text{배축굴곡근 근력} - \text{저축굴곡근 근력}}{\text{배축굴곡근 근력} + \text{저축굴곡근 근력}}$$

$$\text{근력균형지수(Strength Balance Index)} = \frac{\text{내번근 근력} - \text{외번근 근력}}{\text{내번근 근력} + \text{외번근 근력}}$$

3. 자료분석

본 연구에서 수집된 자료는 윈도우용 SPSS 17.0을 이용하여 통계처리 하였다. 근육군(배축굴곡근군, 저축굴곡근군, 내번근군, 외번근군)간의 최대토크/체중 값과 시작자세에 따른 관절위치감각의 절대오차 값의 차이를 알아보기 위하여 각각 Independent t-test를, 근력균형지수와 관절위치감각의 상관관계를 알아보기 위하여 상관분석을 실시하였다. 통계적 유의성 검정을 위하여 유의수준 α=0.05로 설정하였다.

III. 결과

1. 일반적 특성

본 연구의 대상자는 20대 성인여성 26명으로, 평균 나이 22.0±1.4세, 체중 53.0±4.9, 키 160.5±0.05, BMI 지수 20.6±2.0이었다. 전체 대상자 중 24명이 오른발, 2명이 왼발 우세를 보였다.

2. 최대 근력 및 근력 균형 지수

모든 대상자들에서 내번근의 근력 평균은 46.51±18.55로 외번근의 근력 평균인 33.90±11.09 보다 약간 높게 나타났다(p<0.01). 따라서 내번 및 외번근의 근력 균형 지수는 평균 0.15±0.18을 보여 내번근 쪽으로 균형 지수가 약간 높게 나타났다. 저축굴곡근의 근력 평균은 107.98±31.83으로 배축굴곡근의 근력 평균인 29.89±5.17 보다 전체적으로 매우 높게 나타났다(p<0.01), 저축 및 배축굴곡근의 근력 균형 지수는 평균 0.55±0.11을 보여 저축굴곡근이 강한 불균형을 보였다(Table 1).

Table 1. Peak torque/body weight and strength balance index

	Invertor	Evertor	t	P
PT/BW(%)*	46.51±18.55	33.90±11.09	3.404	0.002
SBI †	0.15±0.18			
	Plantar flexor	Dorsi flexor	t	P
PT/BW(%)	107.98±31.83	29.89±5.17	13.305	0.00
SBI	0.55±0.11			

\*PT/BW: Peak Torque/Body Weight  
†SBI: Strength Balance Index

3. 관절위치감각의 비교

내번 및 외번의 관절위치감각 검사에서는 시작자세를 최대 외번 상태를 취하게 하고 내번으로 움직였을 경우 위치감각에 대한 평균 오차는 3.45±2.27를 보였고, 최대 내번 자세에서 시작하여 외번으로 움직이게 하였을 경우 평균 오차는 3.21±2.59를

보여 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 저축 및 배측굴곡의 관절위치감각 검사에서는 시작자세를 최대 저축굴곡 상태를 취하게 하고 배측굴곡으로 출발하였을 경우 위치감각에 대한 평균 오차는  $3.52\pm 2.71$ 를 보였고, 최대 배측굴곡 자세에서 출발하여 저축굴곡으로 움직이게 하였을 경우 평균 오차는  $4.54\pm 3.12$ 을 보여 최대 배측굴곡 자세에서 출발한 경우 더 높은 오차를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다 ( $p>0.05$ )(Table 2).

**Table 2.** Joint position sense errors

	Eversion → Inversion	Inversion → Eversion	t	P
AE (°) ‡	3.45±2.27	3.21±2.59	0.582	0.566

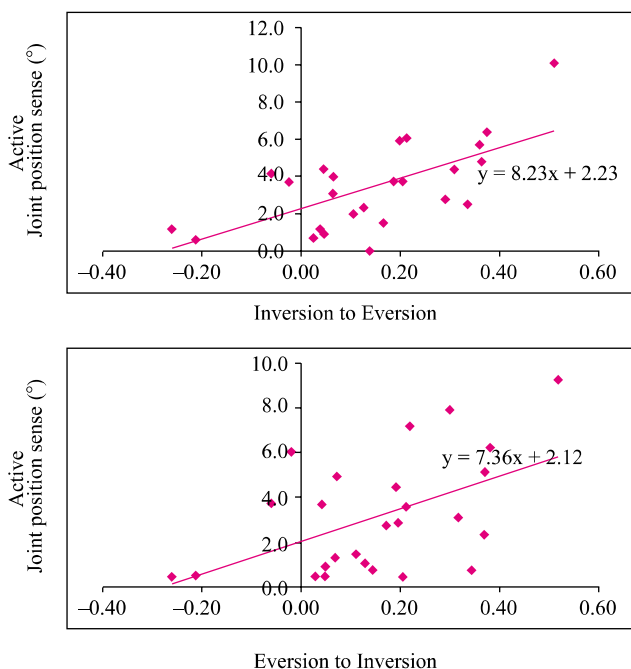
  

	Plantar Flexion → Dorsi Flexion	Dorsi Flexion → Plantar Flexion	t	P
AE(°)	3.52±2.71	4.54±3.12	-1.270	0.216

‡AE: Absolute Error

#### 4. 내번 및 외번근의 근력 균형 지수와 관절위치감각의 상관관계

내번 및 외번근의 근력 균형 지수와 관절위치감각의 상관관계에서는 최대 외번 자세에서 시작하였을 경우 관절위치감각 오차 값과 근력 균형 지수에 중 정도의 상관관계가 있는 것으로 나타났다( $r=0.651, p<0.05$ ). 또한 시작자세를 최대 내번 자세로 하였을 경우에도 관절위치감각 오차 값과 근력 균형 지수에

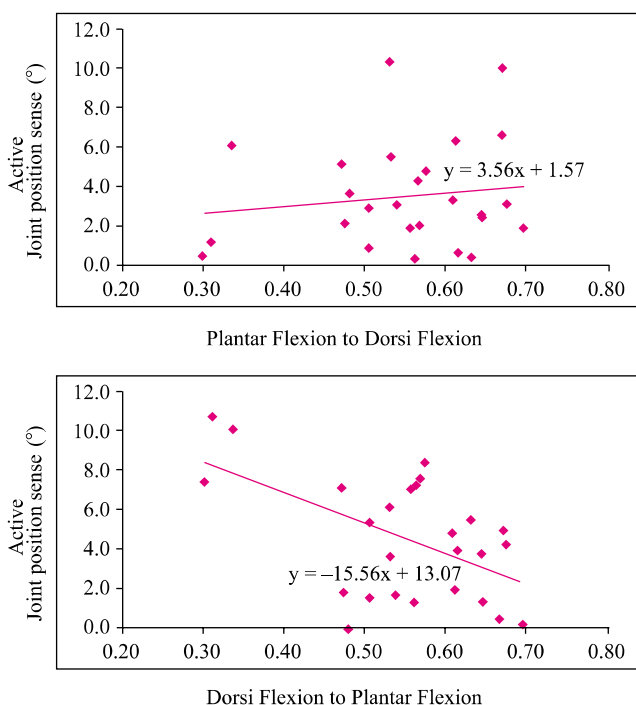


**Figure 2.** Correlation between SBI and JPS for inversion and eversion.

는 약한 상관관계가 있는 것으로 나타났다( $r=0.509, p<0.05$ )(Figure 2).

#### 5. 저축 및 배측굴곡근의 근력 균형 지수와 관절위치감각의 상관관계

저축 및 배측굴곡근의 근력 균형 지수와 관절위치감각의 상관관계에서 최대 저축굴곡 자세에서 시작하였을 경우 관절위치감각 오차 값과 근력 균형 지수에는 상관관계가 없는 것으로 나타났다( $r=0.141, p>0.05$ ). 하지만 시작자세를 최대 배측굴곡으로 하였을 경우 관절위치감각 오차 값과 근력 균형 지수에는 중 정도의 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다( $r=-0.533, p<0.05$ )(Figure 3).



**Figure 3.** Correlation between SBI and JPS for plantar flexion and dorsi flexion.

#### IV. 고찰

발목관절과 관련한 연구들에서 발목관절의 손상은 일단 손상이 발생하게 되면, 최소 30% 최대 80%까지 재발한다고 제시되어 왔다.<sup>6</sup> 이에 많은 연구자들이 발목관절 손상으로 인한 불안정성 환자의 재활과 관련하여 효율적인 중재방법과 재활훈련 프로그램을 개발하고자 하였다. Carrie 등<sup>19</sup>은 기능적 불안정성을 가진 환자들을 대상으로 근력 훈련이 관절위치 감각에 미치는 영향을 연구한 결과, 훈련 후 근력의 증가와 관절 위치감각의 향상을



보고하였고, Blackburn 등<sup>20</sup>은 고유수용성감각 훈련과 근력 훈련의 효과를 비교하였다. 두 집단 모두 동적 균형 향상을 보였으나 방법 간의 유의한 차이를 찾을 수 없었고, 고유수용성감각 및 근력 훈련은 관절안정성과 균형유지에 효과적인 훈련이라고 결론 내렸다. 이와 비슷하게 Tine 등<sup>5</sup>도 발목관절의 만성적 불안정성의 원인으로 고유수용성감각 저하와 외변근의 근력 저하와의 혼합작용으로 보고 재활 훈련 프로그램 동안 고유수용성감각 훈련과 근력 훈련 모두 강조해야 한다고 했다. Pontaga<sup>16</sup>는 반복적인 발목 염좌의 결과로 내변 자세를 시작자세로 잡을 경우 외변근/내변근 근력 비율이 감소함을 관찰하고 초기 외변 자세에서의 외변근 강화훈련의 필요성을 역설 하였다.

그러나 발목관절 손상은 높은 재발률로 인하여 손상 후 치료나 재활과정보다는 손상 이전의 예방이 더욱더 강조되어야 할 부분이다. Payne<sup>21</sup> 등은 농구 선수들을 대상으로 근력, 유연성, 고유수용성감각 능력이 발목관절 손상을 예측요인이 될 수 있는지 알아보기 위하여 배측굴곡 가동범위, 고유수용성감각, 등속성 최대근력을 측정하였다. 그 결과 고유수용성감각 저하는 발목관절 손상 예측 요인이 될 수 있다고 주장하였다. Willem 등<sup>24</sup>의 연구에서는 발목 관절의 운동과 연관된 요소들과 발목관절 손상과의 상관관계를 조사하여 손상 예측 인자를 구하고자 하였는데, 가능한 내재적 위험요소를 인체측정학적 특징, 기능적 운동수행능력, 발목관절 관절위치감각 및 등속성 근력, 하지 정렬 특징, 급작스런 내변 동요 시 근육반응시간 및 자세 조절로 정하였다. 그 결과 균형, 배측굴곡 근력, 조화(coordination), 근육반응, 배측굴곡 가동범위 등이 발목관절 손상 예측요인이 될 수 있다고 하였다. Verhagen 등<sup>22</sup>은 균형보드(balance board)를 이용한 고유수용성감각 훈련을 배구 선수들의 훈련 과정에 적용 하였다. 고유수용성감각 훈련군에서 발목 염좌의 발생이 유의하게 낮았으나, 염좌 위험도의 감소는 과거 발목관절 손상력을 가진 대상자들에서만 나타났다. Hadzic 등<sup>23</sup>도 프로배구 선수들을 대상으로 연구를 진행한 결과 저측굴곡근의 근력이 증가될수록, 배측굴곡의 관절가동범위가 감소될수록 발목손상의 위험도는 증가한다고 보고하였다.

Tine 등<sup>5</sup>과 Pontaga 등<sup>16</sup>은 발목관절 손상을 가진 대상자에서 외변근의 근력 감소를 관찰하였지만 발목관절 손상력이 없는 자들을 대상으로 한 본 연구에서 내변-외변근 사이의 근력 균형에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 저측-배측굴곡근의 근력균형지수는 강한 불균형을 보였다. 이는 배측굴곡근의 약세 또는 저측굴곡근의 강세로 해석 가능하다. 어느 쪽으로 해석을 하더라도 Willem 등<sup>23</sup>과 Hadzic 등<sup>24</sup>의 연구결과에 비추어 보았을 때, 강한 불균형지수는 발목관절 손상 위험요소이므로 손상의 예방을 위해서 저측굴곡근의 근력에 대한 배측굴곡근의 근력훈련을 통하여 균형지수의 불균형 정도를 낮출 필요가 있

다. 발목관절 상해 예방을 위해서는 근력뿐 아니라 근력균형도 중요한 고려사항이 될 수 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서 내변-외변 및 저측-배측굴곡 동작시 관절위치감각의 비교는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 실험 참가 대상자들이 발목손상력이 없었기 때문일 것이다. 많은 연구자들이 발목손상력이 있는 경우에 관절위치감각의 저하를 보고하였다.<sup>5,25,26</sup> Tsiganos 등<sup>27</sup>의 연구에 따르면 만성적인 발목관절 불안정성은 해당관절 관절위치감각 뿐 아니라 무릎관절의 관절위치감각저하도 동반하는 것으로 나타났다.

본 연구에서 근력균형지수와 관절위치감각과의 관계가 외변에서 내변, 내변에서 외변, 배측굴곡에서저측굴곡으로 진행 시에 나타났다. 저측굴곡에서 배측굴곡으로 진행 시에 상관관계가 나타나지 않은 것은 검사방법상의 문제로 생각된다. 내변-외변 자세와 달리 저측굴곡 및 배측굴곡의 관절각도 재현시의 측정자세가 중력의 영향을 받는 자세로, 저측굴곡 진행 시 저측굴곡근이 아니라 배측굴곡근의 원심성 수축이 작용하기 때문으로 여겨진다. Carrie 등<sup>19</sup>은 발목관절 근육의 근력강화 훈련을 통하여 관절위치감각의 향상을 보였다. 향상의 원인을 근방추의 민감도 변화와 감마모터뉴런의 활성화도 변화를 제시하였다. Mohamadi와 Roozdar<sup>28</sup>는 축구선수들을 대상으로 외변근의 근피로 유발 조건 또는 45분간의 운동경기 참여 조건으로 피로유발 전 후의 내변-외변 자세에서 관절위치감각을 측정하였다. 그 결과 피로유발 후 관절위치 감각 저하를 관찰할 수 있었다. 근력 또한 근수행능력의 요소이므로 피로로 인한 전반적 근수행능력 감소와 관절위치감각 저하와의 관계는 근력불균형지수와 관절위치감각간의 관계를 뒷받침해줄 수 있다.

## V. 결론

본 연구는 건강한 성인여성을 대상으로 발목관절에서의 등속성 근력을 측정하여 근력균형지수를 산출하고 그 값과 관절위치감각과의 상관관계를 알아보려고 하였다. 내변-외변근의 근력지수는 내변근 쪽으로 균형지수가 약간 높게 나타났고, 저측굴곡-배측굴곡의 근력지수는 저측굴곡의 강한 불균형이 나타났다. 내변-외변, 저측굴곡-배측굴곡 각 시작 자세별 관절위치감각의 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났으며 근력균형지수와 관절위치감각의 관계는 시작자세가 최대 배측굴곡인 경우를 제외하고, 약에서 중 정도의 상관관계가 나타났다.

본 실험의 대상자가 20대 성인 여성에 국한되고 대상자의 수가 많지 않은 점, 저측-배측굴곡 자세에서의 관절위치감각 측정 과정에 중력의 영향을 고려하지 못한 점 등은 제한점이라 생각한다. 하지만 연구의 결과를 종합해 볼 때 발목관절 상해 예

방을 위해서는 근력뿐 아니라 근력균형도 중요한 고려사항이 될 수 있으며, 좀 더 많은 대상자로 표준화된 근력균형지수를 산출할 필요가 있음을 알 수 있었다. 이것을 바탕으로 발목관절 손상 예방을 위하여 일반인 및 운동선수 대상 발목관절손상 예방 훈련프로그램에 적용할 경우 손상예방에 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 판단된다. 또한 근력균형과 관절위치감각과의 상관관계가 나타났으므로 예방과 재활프로그램 에서 발목관절의 근력균형 및 관절위치감각 모두에 대한 고려가 있어야 할 것이다.

### Author Contributions

Research design: Ko YM, Park JW

Acquisition of data: Ko YM, Jung MS

Analysis and interpretation of data: Ko YM, Park JW

Drafting of the manuscript: Ko YM

Administrative, technical, and material support: Jung MS

Research supervision: Park JW

### 참고문헌

1. Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system. Wisconsin, Mosby, 2002:519-29.
2. Wolfe MW, Uhl TL, Mattacola CG et al. Management of ankle sprains. *Am Fam Physician*. 2001;63(1):93-104.
3. Bae Y. Difference of muscle strength, proprioception and muscle activity of ankle joint by positioning youth soccer players. Korea National Sport University. Dissertation of Master's Degree. 2010
4. Lee S. Effects of ankle injury on muscle strength and proprioceptive function of lower extremities in male modern pentathlon. Korea National Sport University. Dissertation of Master's Degree. 2006.
5. Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J et al. Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. *J Athl Train*. 2002;37(4):487-93.
6. van Rijn RM, van Os AG, Bernsen RM et al. What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *Am J Med*. 2008;121(4):324-31 e6.
7. Kim MH, Lee JH, Lee CK. The Change in Postural Balance Index by Kinesio Taping and Muscle Strength Exercises on Ankle Joint. *J Kor Soc Phys Ther*. 2009;21(3):69-74.
8. Bae YS, Um KM, Kim NS, The Effect of Proprioceptive Exercise of Ankle Joint on Postural Alignment in Woman Elderly Person. 2009;21(3):53-60.

9. Jung JH, Yu JH. The Effects of Hippotherapy over 8 Weeks on Trunk Proprioception, Stability and Posture in Cerebral Palsy Patients. 2010;22(5):63-70.
10. Park JW. Correlation between joint position sense and severity of pain and range of motion in patients with shoulder dysfunction. *Journal of Korea Sport Research*. 2007;18(6):443-50.
11. Lee JP, Lee KT. Clinical article : Effects of ballet participation on foot joint angles, isokinetic strength and proprioception in females. *The Korean Journal of Sports Medicine*. 2008;26(2):146-53.
12. Callaghan MJ, Selfe J, McHenry A et al. Effects of patellar taping on knee joint proprioception in patients with patellofemoral pain syndrome. *Manual Therapy*. 2008;13(3):192-9.
13. Wingert JR, Burton H, Sinclair RJ et al. Joint-position sense and kinesthesia in cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90(3):447-53.
14. Andersen H. Reliability of isokinetic measurements of ankle dorsal and plantar flexors in normal subjects and in patients with peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77(3):265-8.
15. Lin WH, Liu YF, Hsieh CC et al. Ankle eversion to inversion strength ratio and static balance control in the dominant and non-dominant limbs of young adults. *J Sci Med Sport*. 2009;12(1):42-9.
16. Pontaga I. Ankle joint evertor-invertor muscle torque ratio decrease due to recurrent lateral ligament sprains. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2004;19(7):760-2.
17. Naicker M, McLean M, Esterhuizen TM et al. Poor peak dorsiflexor torque associated with incidence of ankle injury in elite field female hockey players. *J Sci Med Sport*. 2007;10(6):363-71.
18. Kang Y, Harris LJ. Handedness and footedness in Korean college students. *Brain Cogn*. 2000;43(1-3):268-74.
19. Carrie L, Docherty JHM, Brent L, Arnold. Effects of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankles. *Journal of Athletic Training*. 1998;33(4):5.
20. Blackburn T, Guskiewicz KM, Petschauer MA et al. Balance and joint stability: The relative contributions of proprioception and muscular strength. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2000;9(4):315-28.
21. Payne KA, Berg K, Latin RW. Ankle injuries and ankle

- strength, flexibility, and proprioception in college basketball players. *J Athl Train.* 1997;32(3):221-5.
22. Verhagen E, Twisk J, Bouter L et al. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: A prospective controlled trial. *American Journal of Sports Medicine.* 2004;32(6):1385-93.
  23. Hadzic V, Sattler T, Topole E et al. Risk factors for ankle sprain in volleyball players: A preliminary analysis. *Isokinetics & Exercise Science.* 2009;17(3):155-60.
  24. Willems TM, Witvrouw E, Delbaere K et al. Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in male subjects: A prospective study. *American Journal of Sports Medicine.* 2005;33(3):415-23.
  25. Boyle J, Negus V. Joint position sense in the recurrently sprained ankle. *Aust J Physiother.* 1998;44(3):159-63.
  26. Nakasa T, Fukuhara K, Adachi N et al. The deficit of joint position sense in the chronic unstable ankle as measured by inversion angle replication error. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008;128(5):445-9.
  27. Tsiganos G, Kalamvoki E, Smirniotis J. Effect of the chronically unstable ankle on knee joint position sense. *Isokinetics and Exercise Science.* 2008;16(2):75-9.
  28. Mohammadi F, Roozdar A. Effects of fatigue due to contraction of evertor muscles on the ankle joint position sense in male soccer players. *Am J Sports Med.* 38(4):824-8.