

## 노인과 젊은 성인의 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형 상관성 대한 이해

서해용, 한지혜, 김민주, 김아연, 송이슬, 김수진  
전주대학교 의과대학 물리치료학과

### Understanding the Correlation Between Dorsiflexion Range of Motion and Dynamic Balance in Elderly and Young Adults

Hae-yong Seo, Ji-hye Han, Min-ju Kim, Ah-yeon Kim,  
Yi-seul Song, Su-jin Kim, PhD, PT

Dept. of Physical Therapy, College of Medical Science, Jeon-ju University

#### Abstract

**Background:** Deficits of both ankle dorsiflexion range of motion (DFROM) and dynamic balance are shown in persons with chronic ankle instability and the elderly, with the risk of falls.

**Objects:** This study aims to investigate the relationship between DFROM and dynamic balance in elderly subjects and young adults.

**Methods:** Fifty-nine subjects were divided into three groups: ankle stability young group (SY), ankle instability young group (IY) and ankle stability older group (SO). We recruited three old subjects with ankle instability, but excluded them during a pilot testing due to the safety issue. DFROM was measured by weight bearing lunge test (WBLT) and dynamic balance was measured via star excursion balance test (SEBT) in anteromedial, medial, and posteromedial directions. The group differences in WBLT and SEBT and each group's correlation between WBLT and SEBT were detected using the R statistical software package.

**Results:** The dorsiflexion range of motion was significantly different between the SY, IY, and SO groups. The SO group showed the highest DFROM and IY group showed the lowest DFROM (SY:  $45.88 \pm 0.66^\circ$ , IY:  $39.53 \pm 1.63^\circ$ , SO:  $47.94 \pm 0.50^\circ$ ;  $p < .001$ ). However, the SO group showed the lowest dynamic balance score for all SEBT directions (SY:  $87.24 \pm 2.05$  cm, IY:  $83.20 \pm 1.30$  cm, SO:  $77.23 \pm 2.07$  cm;  $p < .05$ ) and there was no relationship between the dorsiflexion range of motion and dynamic balance in any group.

**Conclusion:** Our findings suggest that ankle DFROM is not a crucial factor for dynamic stability regardless of aging and ankle instability. Other factors such as muscle strength or movement coordination should be considered for training dynamic balance. Therefore, we need to establish the rehabilitation process by measuring and treating ROM, balance, and muscle strength when treating young adults with and without ankle instability as well as elderly people.

**Key words:** Ankle instability; Dynamic balance; Elderly; Young.

#### I. 서론

만성 발목 불안정성(chronic ankle instability)은 발목 손상의 주요 원인으로 뼈의 비정상적인 해부학적 정렬,

균형 능력 저하, 과도한 체중 부하, 근력 저하, 관절 위치감각 저하, 인대 손상으로 인해 발생된다고 보고되고 있다(Ko 등, 2011). 만성 발목 불안정성은 발목발등굽힘(ankle dorsiflexion) 관절가동범위(range of motion)와

동적 균형(dynamic balance)을 감소시켜, 발목 손상을 재발시킨다(Basnett 등, 2013). Hoch 등(2012)에 의하면, 발목의 만성 불안정성이 있는 젊은 성인이 발목이 정상인 젊은 성인들보다 통계학적으로 유의하게 발목발등굽힘 관절가동범위 감소 및 동적 균형 감소를 보였다고 하였다. 다른 연구에서는 발목발등굽힘 관절가동범위의 제한이 장딴지근(gastrocnemius)의 짧아짐으로 인해 걷기, 뛰기, 계단 오르기 등과 같은 기능적인 동작들을 제대로 수행할 수 없게 되어, 결과적으로 발목 손상을 야기한다고 하였다(Kim 등, 1998; Hoch 등, 2015).

발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형 및 자세 조절 능력은 깊은 상관관계가 있다고 알려져 있다. 발목발등굽힘 관절가동범위가 감소될수록, 동적 균형 및 자세 조절 능력이 함께 감소되며(Hoch 등, 2011), 이러한 현상은 만성 발목 불안정성이 있는 사람들에게 발목 불안정성이 없는 사람들보다 두드러지게 나타난다(Basnett 등, 2013). 균형을 유지하기 위해서는 다양한 감각, 운동 능력, 통합 능력이 서로 협력을 해야 하는데(Menz 등, 2005), 만성 발목 불안정을 가진 환자일 경우, 발목뼈의 구조적 문제뿐만 아니라 관절낭, 감각, 인대, 건과 같은 다양한 구조물에도 손상이 일어나게 된다. 그 결과로 협응 능력과 자세 조절 능력이 감소하게 되어 균형 능력이 떨어지게 된다(Olmsted 등, 2002).

균형 능력의 감소는 낙상을 초래할 수 있으며(Hoch 등, 2012), 특히 노인의 경우 낙상은 골절과 같은 치명적인 부상으로 이어질 수 있어 사전에 예방할 필요가 있다. 현재까지 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형에 대한 연구들이 운동선수나 젊은 성인을 대상으로 대부분 시행되었으나(Basnett 등, 2013), 노인에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 젊은 성인들을 대상으로 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형 능력 평가는 weight-bearing lunge test (WBLT)와 star excursion balance test (SEBT) 등으로 주로 하고 있다(Basnett 등, 2013; Hoch 등, 2011; Hoch 등, 2012). 발목이 불안정한 젊은 성인들의 WBLT와 SEBT 점수는 발목이 정상인 젊은 성인들보다 현저하게 낮게 나왔으며, WBLT 점수가 감소할수록 SEBT 점수도 감소하는 음의 상관관계를 보였다. 노인들에게 있어서 Berg 균형 척도(Berg balance scale) 검사나 기능적 팔 뻗기(functional reach test) 검사, 한 다리로 서 있기 검사(one leg standing) 등을 이용한 균형에 관한 연구는 있으나, SEBT를 이용한 균형 측정 연구는 활발히 진행되지 않고 있다. 특히, 총 8개의 방향으로

다리를 뻗어 균형을 측정하는 SEBT는 각각의 방향(예를 들면 앞쪽, 뒤쪽, 가쪽, 등)에서 균형 점수가 다른데, 노인들에게 있어 SEBT 방향에 따른 균형능력에 차이에 대한 연구는 없는 실정이다. 또한, 노인 그룹과 젊은 성인 그룹 간의 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형을 비교하는 선행연구 자료도 불충분한 상황이다(Menz 등, 2005; Smith 등, 2000; Bogle Thorbahn 등, 1996).

따라서 본 연구에서 발목이 안정된 젊은 성인, 발목이 불안정한 젊은 성인, 발목이 안정한 노인 세 그룹 간에서 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형에 대해 알아보았다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상자

J시에 거주하는 성인을 대상으로 실험을 진행하였으며, 20대의 젊은 성인 33명, 65세 이상의 발목이 안정된 노인 26명을 선정하였다. 대상자들은 각각 정상 발목 젊은 성인(stability young, 14명), 불안정한 발목 젊은 성인(instability young, 19명), 정상 발목 노인(stability old, 26명) 총 3개의 그룹으로 본 실험을 실시하였다. 대상자 선정 기준은 1) 발목발등굽힘 관절가동범위 측정 및 SEBT를 수행 가능한 사람, 2) 발목에 외과적 수술 경험이 없는 사람 및 발목에 심한 통증이 없는 사람, 3) 과거 신경학적인 문제가 없는 사람, 4) 균형에 영향을 미치는 약물 복용 하지 않은 사람이었다. 만성 발목 불안정성은 '기능적 발목 불안정성 분류 설문지(identification of functional ankle instability; IdFAI)'를 통하여 선별하였다. 발목이 불안정한 노인은 실험 대상에서 제외되었는데, SEBT 예비 실험 시, 3명의 발목 불안정 노인들이 중심을 잘 잡지 못하였기 때문이다. 낙상의 위험이 초래되어 대상자의 안정을 최대한 고려하고자, 발목 불안정 노인은 본 실험에서 제외되었다. 실험에 참가한 대상자들에게 연구에 대한 목적과 방법에 대해 설명하였으며, 대상자들의 동의를 구한 뒤 실험을 진행하였다(Table 1).

### 2. 실험기기 및 도구

#### (1) 설문지(questionnaire)

기능적 발목 불안정성의 분류(IdFAI) 설문지를 통하여 만성 발목 불안정성을 가진 사람을 분류하였다(37점

**Table 1.** General information of subject

(N=59)

General information	Stability Young (n <sub>1</sub> =14)	Instability Young (n <sub>2</sub> =19)	Stability Old (n <sub>3</sub> =26)
Age (year)	22.9±2.0 <sup>a</sup>	22.3±1.4	74.0±4.8
Height (cm)	170.0±8.1	167.9±8.5	164.4±8.2
Weight (kg)	69.7±14.0	61.7±12.4	62.1±9.2
Leg length (cm)	89.0±4.4	83.8±12.3	84.2±5.0
Tibia length (cm)	41.7±1.8	39.8±3.6	40.1±3.4

<sup>a</sup>mean±standard deviation.

만점 중 11점 이상)(Gribble 등, 2014). Donahue 등 (2013)에 의해 개발된 이 설문지는 발목에 기능적 불안정성이 있는 사람들을 최소한의 기준으로 나눌 수 있도록 개발된 설문지이며, 임상이나 연구에서 발목 안정 상태를 간단하고 효과적으로 결정할 수 있도록 만들어진 도구이다. 젊은 대상자들을 대상으로 한 연구에서 전반적으로 훌륭한 검사-재검사신뢰도가 입증되었다(ICC=.959)(Donahue 등, 2013; Gurav 등, 2014).

(2) 스마트폰 앱 각도기(smartphone application goniometer)

스마트폰 앱 각도기(Clinometer, LG, Seoul, Korea)를 이용하여 발목발등굽힘 관절가동범위를 측정하였다. 스마트폰 앱 각도기는 관절가동범위를 쉽고 편리하게 측정할 수 있으며 척추, 무릎, 발목에서 관절가동범위 측정 신뢰도가 입증되었다(ICC>.75)(Charlton 등, 2015).

(3) Star excursion balance test (SEBT)

SEBT를 이용하여 한발 서기 후 떠 있는 다리를 움직이는 동안 지지하고 있는 다리의 동적 자세 조절 능력을 측정하였다. 185×3.8 cm 길이의 스포츠 테이프를 4개 만들어서 먼저 2개를 서로 수직 방향이 되도록 바닥에 붙이고 각각의 45° 방향으로 나머지 2개를 붙였다. 테이프 중앙에 지지하는 다리를 기준으로 앞(anterior; A), 내측 앞(anteromedial; AM), 내측(medial; M), 내측 뒤(posteromedial; PM), 뒤(posterior; P), 외측 뒤(posterolateral; PL), 외측(lateral; L), 외측 앞(anterolateral; AL)의 8개의 방향을 만들었다(Won, 2012). Gribble 등(2013)에 의해 보고된 SEBT 검사-재검사신뢰도는 훌륭하였다(ICC=.923).

**3. 실험 방법**

실험 대상자들은 총 1회 실험실을 방문하였으며 대상자는 실험에 제한되지 않는 편안한 복장을 착용 후,

발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형 측정을 위해서 다리, 비우세다리에 각각 3회 반복하였다. 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형 측정은 제비뽑기를 통해 무작위로 측정하였고 우세측, 비우세측 다리도 무작위로 측정하였다. 대상자들은 각각의 실험에 대한 자세와 방법을 배운 후 실험 전 1분 동안의 연습을 통해 실험 과정에 적응하였다.

(1) 발목발등굽힘 관절가동범위(dorsiflexion range of motion)

발목발등굽힘 관절가동범위를 측정하기 위해 벽에 체중을 지지한 런지 자세(lunge posture)를 하여 스마트폰 앱 각도기를 이용하였다(Figure 1). 측정하는 다리를 벽에서 10 cm 떨어진 곳에 위치 한 후, 발꿈치를 바닥에 붙여 똑바로 서게 하였고, 측정하지 않는 다리는 한 걸음 보폭만큼 뒤쪽에 위치시켰다. 런지 시, 무릎을 두 번째 발가락과 평행하게 구부리게 하였고, 이 때 균형을 잡기 위해 각 손의 손가락을 벽에 짚으며 하였다. 대상자들의 발꿈치가 바닥에서 떨어지지 않게 하였고 무릎이 벽에 닿지 않을 시 발을 1 cm 씩 점진적으로 앞으로 이동시켜 닿을 때까지 계속 런지 하여 측정하였다. 통증 없이 무릎이 벽에 닿을 때, 스마트폰 앱 각도기를 정강



**Figure 1.** Dorsiflexion range of motion.

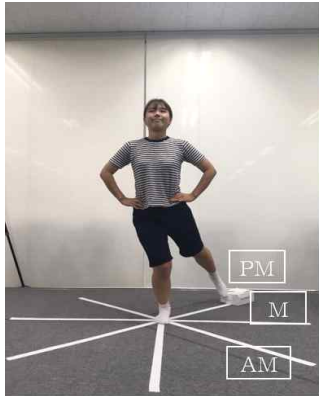


Figure 2. Star excursion balance test.

이에 대어 각도를 측정하였다. 이때, 1 cm 앞으로 이동할 때마다 측정 각도에서 3.6°씩 차감하였다(Konor 등, 2012). 같은 방법으로 총 3번 측정하였고 평균값을 측정값으로 사용하였다(Table 2). 근 피로를 최소화하기 위하여 측정 중간마다 1분간 휴식시간을 가지게 하였다.

(2) 동적 균형(dynamic balance)(Figure 2)

동적 균형을 측정하기 위해 실험 시 자주 사용되는 SEBT를 통해 실험을 하였다. 선행 연구에 따라 유의한 차이가 나는 AM, M, PM 방향에서 측정하였다(Hertel 등2006). 측정 자세는 측정하는 발을 테이프 중앙에 두고 한 발로 서게 한 뒤 양손은 골반에 각각 두게 하였다. 측정하지 않는 다리로 바닥에 위치한 작고 가벼운 상자를 각 방향으로 최대한 멀리 뻗어 밀게 하였다. 대상자가 서 있었던 중심에서 상자까지의 거리를 줄자로 측정하여 SEBT 점수를 매겼다. 균형이 무너져 자세가 흔들리거나 뻗는 다리에 체중이 실리면 다시 시도하였다. SEBT 방향은 제비뽑기를 통해 무작위로 결정하였다. 각 방향에서 총 2번 측정하였고 평균값을 사용하였다. 근 피로를 최소화하기 위하여 측정 중간마다 1분간 휴식시간을 가지게 하였다.

4. 분석방법

본 실험 자료의 통계처리를 위하여 통계 프로그램 R 소프트웨어(R statistical software, R Core Team, Vienna, Austria) 를 사용하였으며, 통계학적 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 하였다. 정상 발목 젊은 성인, 불안정한 발목 젊은 성인, 정상 발목 노인 그룹의 발목발등굽힘 관절가동범위를 비교하기 위해 혼합-효과 선형 회귀 모형(mixed-effect linear regression)을 사용하였다. SEBT 각 방향에서, 그룹을 고정 요인(fixed factor)으로 대상자 개개인을 무작위 요인(random factor)으로 지정하여 통계처리 하였다. 그룹 간의 차이가 있을 시에 사후 검정으로 투키(Tukey post-hoc analysis)를 실시하였다. 다음으로는 그룹과 방향에 따른 동적 균형을 비교하였는데, 위와 같이 혼합-효과 선형 회귀 모형을 사용하여 그룹과 SEBT의 방향을 고정 요인으로 대상자 개개인을 무작위 요인으로 지정하였다. 마지막으로, 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형의 상관성을 알아보기 위해 상관분석을 사용하였다. 각 그룹별로 SEBT의 각 방향과 발목발등굽힘 관절가동범위의 상관관계를 분석하였으며, 자료의 분포에 따라 피어슨(Pearson) 또는 스피어맨(Spearman) 방법을 선택하였다.

III. 결과

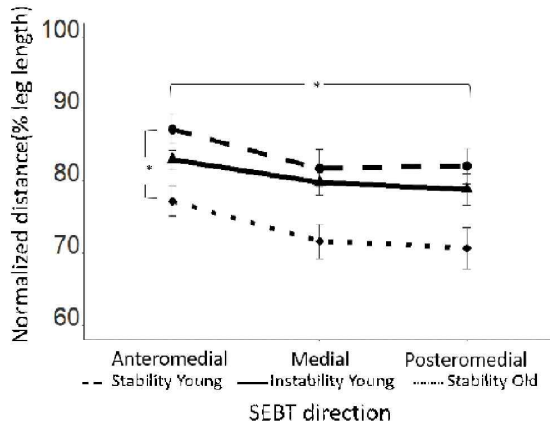
정상 발목 젊은 성인, 불안정한 발목 젊은 성인, 정상 발목 노인 세 그룹 간의 발목발등굽힘 관절가동범위에 유의한 차이가 있었다. 정상 발목 노인 그룹은 다른 두 그룹에 비해 발목발등굽힘 관절가동범위가 통계학적으로 유의하게 높았으며( $p<.001$ , mixed effect linear regression with random intercept, Tukey post-hoc test), 정상 발목 젊은 성인 그룹은 불안정 발목 젊은 성인 그룹보다 발목발등굽힘 관절가동범위가 높게 나왔

Table 2. Results of DFROM and SEBT

(N=59)

Variables	Stability young (n <sub>1</sub> =14)	Instability young (n <sub>2</sub> =19)	Stability old (n <sub>3</sub> =26)
DFROM <sup>a</sup> (°)	45.88±.66 <sup>b</sup>	39.53±1.63*	47.94±.50*
AM <sup>c</sup> (cm)	87.24±2.05	83.20±1.30	77.23±2.07*
M <sup>d</sup> (cm)	81.77±2.67 <sup>§</sup>	79.84±1.72 <sup>§</sup>	71.65±3.61* <sup>§</sup>
PM <sup>e</sup> (cm)	82.09±1.72 <sup>§</sup>	78.88±2.24 <sup>§</sup>	70.72±2.90* <sup>§</sup>

<sup>a</sup>dorsiflexion range of motion, <sup>b</sup>mean±standard error, <sup>c</sup>anteromedial, <sup>d</sup>medial, <sup>e</sup>posteromedial, \*significant difference between SY and IY or SO groups ( $p<.05$ ), † significant difference between IY and SO groups ( $p<.05$ ), §significant difference between AM and M or PM within same group ( $p<.05$ ).



**Figure 3.** Effects of SEBT direction and group on balance.

다( $p < .05$ )(Table 2). 또한 동적 균형에 있어서 정상 발목 젊은 성인 그룹은 불안정 발목 젊은 성인 그룹과 정상 발목 노인 그룹보다 SEBT 모든 방향에서 높은 점수를 보였다( $p < .05$ )(Table 2). 동적 균형 방향에 있어서, 세 그룹 모두 AM이 가장 유의하게 높게 나왔으며, M 방향이 PM 방향보다 높게 나왔다( $p < .05$ , mixed-effect linear regression with random intercept, Tukey post-hoc test)(Figure 3).

발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형의 상관관계에서는 정상 발목 젊은 성인, 불안정 발목 젊은 성인, 정상 발목 노인 그룹 모두 상관관계가 없다고 나왔다(Table 3).

#### IV. 고찰

본 연구는 노인과 젊은이의 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형을 비교하였다. 또한 동적 균형 측정 시 사용된 SEBT에서 각 방향에서의 차이점을 살펴본 후, 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형의 상관성을 알아보았다. 발목발등굽힘 관절가동범위는 정상 발목 노인 그룹이 가장 높고 정상 발목 젊은 성인 그룹이 불안정 발목 젊은 성인 그룹보다 높게 나왔다. 동적 균형은 정

상 발목 젊은 성인 그룹이 가장 높고 불안정 발목 젊은 성인 그룹이 정상 발목 노인 그룹보다 높게 나왔다. 동적 균형 방향에 있어서, 세 군 모두 AM 방향이 가장 유의하게 높게 나왔으며, M 방향이 PM 방향보다 높게 나왔다. 또한 모든 그룹의 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형의 상관관계가 나타나지 않았다.

나이가 들어감에 따라 유연성과 관절가동범위가 감소하여 외부 자극에 따른 노인들의 균형의 능력이 떨어지게 된다고 보고되고 있다(Chiacchiero 등, 2010; Michael 등, 2010). Holland 등(2002)의 연구에 따르면, 젊은이들과 비교하였을 때 노인의 발목발등굽힘 관절가동범위가 6° 줄어든다고 하였다. 또한 Nitz 등(2004)의 연구에 따르면, 40대에서 80대까지 나이가 10세 증가할수록 발목발등굽힘 관절가동범위가 약 1°씩 감소하는 결과를 보이고 있다. 그러나 본 연구에서는, 세 그룹 중 정상 발목 노인 그룹이 가장 높은 발목발등굽힘 관절가동범위를 보였다. 이 결과는 본 연구에서 체중을 지지한 채로 발목발등굽힘 관절가동범위를 측정하였기 때문으로 사료된다. 실제로 Norris 등(2016)은 체중을 지지하지 않은 상태에서 발목발등굽힘 관절가동 범위를 측정하였을 경우 노인이 젊은이보다 낮은 관절가동 범위를 보였으나, 체중을 지지하고 측정한 경우, 젊은이와 노인의 관절가동범위가 28.1°와 28.8°로 통계학적 차이가 없다고 밝혔다. 본 실험에서는 Norris 등(2016)과 다르게 측정하는 다리의 무릎을 굽힐 수 있어 발목발등굽힘 관절가동 범위가 더 많이 나온 것으로 보이며, 또한 본 연구에 참가한 노인들이 신체활동을 활발히 하는 참가자들이었기 때문에 높은 발목발등굽힘 관절가동범위가 나왔을 것으로 사료된다.

발목발등굽힘과는 다르게 동적 균형은 세 그룹 중 노인 그룹이 가장 낮은 결과를 보였다. 이 결과는 Y-balance를 이용하여 균형을 측정하였을 때 노인 여성 그룹이 중년 여성 그룹보다 균형 능력이 유의하게 감소하는 결과를 보인 선행 연구와 비슷한 결과이다(Lee 등, 2015). 본 연구의 노인 그룹이 발목불안정성이 없음에도 불구하고 동적 균형이 발목불안정성이 있는 젊은이들보다 통계적으로 유의하게 낮게 나온 것으로

**Table 3.** Correlation of between DFROM and SEBT

(N=59)

Variables		Stability young (n <sub>1</sub> =14)	Instability young (n <sub>2</sub> =19)	Stability old (n <sub>3</sub> =26)
DFROM <sup>a</sup>	AM <sup>b</sup>	-.154	-.427	-.354
	M <sup>c</sup>	.178	-.084	-.050
	PM <sup>d</sup>	-.301	-.120	-.218

<sup>a</sup>dorsiflexion range of motion, <sup>b</sup>anteromedial, <sup>c</sup>medial, <sup>d</sup>posteromedial.

보아, 동적 균형은 발목불안정성의 유무보다 나이의 영향을 더 많이 받는 것으로 보여 진다. 또한, 만성 발목 불안정성이 있는 젊은이들은 정상 발목인 젊은이들보다 동적 균형이 떨어진다고 보고되었는데(Hoch 등, 2012), 본 연구 역시 만성 발목 불안정성이 있는 젊은이들에게서 동적 균형이 저하됨을 확인하였다. 만성 발목 불안정성은 발목의 기능적인 움직임에 요구하는 작업을 수행 할 때, 신체 지지면(base of support)안에서 균형을 유지시키는 능력을 저하시킴을 다시 한 번 확인하였다.

Bouillon 등(2011)은 젊은 성인 그룹과 노인 그룹에게 SEBT를 이용하여 균형을 측정하였을 때 그룹 모두 내측(M) 방향에서 가장 높은 점수를 받았으며, 내측 뒤(PM), 내측 앞(AM) 순으로 점수를 받았다고 하였다. 그러나 Gribble 등(2013), Hoch 등(2012)에 의하면 대상자들 모두 SEBT의 앞측(ANT), 내측 뒤(PM), 외측 뒤(PL) 세 방향 중 PM 방향에서 가장 높은 점수를 받았으며, PL, ANT 순으로 점수를 받았다. 한 가지 흥미로운 사실은 본 연구에서는 SEBT의 세 방향 중에서 모든 대상자들이 AM 방향에서 가장 높은 점수를, M과 PM 방향에서 AM 방향 보다 낮은 점수를 받았다. 이는 시각적 제한(limited vision)과 운동학적 패턴(biomechanical pattern)으로 인해 나타난 것으로 생각된다. 균형에 영향을 미치는 요소 중 시각은 큰 비중을 차지하는데, SEBT의 세 방향 중 M과 PM 방향은 옆과 뒤쪽으로 다리를 뻗기 때문에 시각에 AM 방향과 달리 제한이 생기게 된다(Bouillon 등, 2011). 또한 SEBT의 AM 방향 수행 시, 지지하고 있는 다리에 무릎 굽힘 움직임이 다른 방향에 비해 더 많이 일어나게 된다. 대상자들은 균형을 유지하기 위해 몸통을 앞뒤로 움직이며 더 큰 무릎 굽힘을 만들어내기 때문에, 뻗고 있는 다리가 더 앞으로 나아가게 된다(Lee 등, 2015). 이러한 무릎과 상체의 운동학적 패턴으로 및 시각적 피드백으로 인해 SEBT의 AM 방향에서 다른 방향보다 높은 점수를 받은 것으로 사료되지만, 이와 관련하여 추후에 보다 자세한 연구가 필요할 것으로 보여진다.

발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형의 상관관계에 있어서, 본 연구에서는 모든 그룹에서 발목발등굽힘 관절가동범위 SEBT의 세 방향 모두 상관관계가 없다는 결과를 얻었다. Basnett 등(2013)에 의하면 만성 발목 불안정성 젊은 성인들은 발목발등굽힘 관절가동범위 줄어들수록 SEBT의 앞측과 외측 뒤의 점수도 줄어드는 상관관계를 보인다고 하였다. 하지만 발목발등굽힘

관절가동범위는 SEBT의 내측 뒤 점수와 상관계수가 없었다. 본 연구에서는 선행 연구(앞측, 내측 뒤, 외측 뒤)와 다르게 SEBT 8개 방향 중에 내측 앞, 내측, 내측 뒤를 선택하였으며(Hertel 등, 2006), 발목발등굽힘 관절가동범위와 SEBT의 세 방향에서 상관관계를 찾을 수 없었다. 이는 SEBT의 방향에 따라 균형능력이 달라짐과 동시에 균형에 영향을 미치는 요소들이 관절가동범위뿐만 아니라 다른 요소들(근력, 자세, 변형, 기능, 심리적 상태들)이 작용했기 때문이라고 생각된다 (Menz 등, 2006; Spink 등, 2011).

본 연구에서 새롭게 찾은 사실은 정상 발목을 가진 노인의 경우, 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형의 상관관계가 없다는 것이다. 본 실험에 참여한 노인의 경우, 발목발등굽힘 관절가동범위는 세 그룹 중에서 가장 높았으나 동적 균형은 세 그룹 중에서 가장 낮았다. 이러한 뚜렷한 관절가동범위와 동적 균형의 비상관성은 노화로 인한 관절가동범위의 제한이 동적 균형을 감소시켜 낙상을 유발할 수 있다는 기본 개념에 의문을 제기할 수 있다. 발목의 관절가동범위에 제한이 있는 노인 및 낙상 경험이 있는 노인을 대상으로 본 연구를 진행해 확실한 인과관계를 밝혀볼 필요가 있을 것으로 보인다. 또한 본 연구의 결과를 바탕으로 노인의 경우 동적 균형에 대한 측정 및 평가, 치료 방안의 설립 및 재활 과정 시 발목발등굽힘 관절가동범위뿐만 아니라 균형에 미치는 다른 요인들을 고려할 필요가 있다고 제안한다.

본 연구의 제한점은 안정한 발목 젊은 성인 그룹, 불안정한 발목 젊은 성인 그룹, 정상 발목 노인 그룹을 대상으로 실험을 진행하였으며 불안정한 발목 노인 그룹은 3명의 대상자를 파일릿 실험에서 측정하였으나, 낙상 등과 같은 안정상의 이유로 본 연구에 포함하지 못하였다. 추후 연구에서 충분한 안전 장치가 제공되는 환경에서 불안정한 발목 노인 그룹의 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한, 발목발등굽힘 관절가동범위뿐만 아니라 균형에 미치는 발과 발목의 근력, 자세, 변형, 기능, 심리적인 다른 요소들과 동적 균형의 상관관계를 알아보는 연구가 필요할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 노인과 젊은이의 발목발등굽힘 관절가동

범위와 동적 균형을 비교하였다. 발목발등굽힘 관절가동범위는 정상 발목 노인그룹이 가장 높고, 정상 발목 젊은 성인 그룹이 불안정 발목 젊은 성인 그룹보다 높게 나왔으며, 동적 균형은 정상 발목 젊은 성인 그룹이 불안정 발목 젊은 성인 그룹과 정상 발목 노인 그룹보다 높게 나왔다. 동적 균형 방향에 있어서, 세 군 모두 AM이 가장 유의하게 높게 나왔으며, M 방향이 PM 방향보다 높게 나왔다. 또한, 발목발등굽힘 관절가동범위와 동적 균형의 상관관계에서는 정상 발목 젊은 성인, 불안정 발목 젊은 성인, 정상 발목 노인 그룹 모두 상관관계가 없었으므로 동적 균형에 대한 측정 및 평가, 치료 방안의 설립 및 재활 과정 시 발목발등굽힘 관절가동범위뿐만 아니라 균형에 미치는 다른 요인들을 고려할 필요가 있다고 보고하였다.

## References

- Basnett CR, Hanish MJ, Wheeler TJ, et al. Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8(2):121-128.
- Bogle Thorbahn LD, Newton RA. Use of the Berg balance test to predict falls in elderly persons. *Phys Ther.* 1996;76(6):576-583.
- Bouillon LE, Baker JL. Dynamic balance differences as measured by the star excursion balance test between adult-aged and middle-aged woman. *Sports Health.* 2011;3(5):466-469.
- Charlton PC, Mentiplay BF, Pua YH, et al. Reliability and concurrent validity of a smartphone, bubble inclinometer and motion analysis system for measurement of hip joint range of motion. *J Sci Med Sport* 2015;18(3):262-267. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.04.008>
- Donahue M, Simon J, Docherty CL. Reliability and validity of a new questionnaire created to establish the presence of functional ankle instability: The IdFAI. *Athl Train Sports Health Care.* 2013;5(1):38-43.
- Gribble PA, Delahunt E, Bleakley CM, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: A position statement of the International Ankle Consortium. *J Athl Train.* 2014;49(1):121-127. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.1.14>
- Gribble PA, Kelly SE, Refshauge KM, et al. Interrater reliability of the star excursion balance test. *J Athl Train.* 2013;48(5):621-626. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.3.03>
- Gurav RS, Ganu SS, Panhale VP. Reliability of the identification of functional ankle instability (IdFAI) scale across different age groups in adults. *N Am J Med Sci.* 2014;6(10):516-518. <https://doi.org/10.4103/1947-2714.143283>
- Hertel J, Braham RA, Hale SA, et al. Simplifying the star excursion balance test: Analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(3):131-137.
- Hoch MC, Farwell KE, Gaven SL, et al. Weight bearing dorsiflexion range of motion and landing biomechanics individuals with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2015;50(8):833-839. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.5.07>
- Hoch MC, McKeon PO. Normative range of weight-bearing lunge test performance asymmetry in healthy adults. *Man Ther.* 2011;16(5):516-519. <https://doi.org/10.1016/j.math.2011.02.012>
- Hoch MC, Station GS, Mckeon PO, et al. Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. *J Sci Med Sport.* 2011;14(1):90-92. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.08.001>
- Hoch MC, Station GS, Medina Mckeon JM, et al. Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. *J Sci Med Sport.* 2012;15(6):574-579. <https://doi.org/110.1016/j.jsams.2012.02.009>
- Holland GJ, Tanaka K, Shigematsu R, et al. Flexibility and physical functions of older adults: A review. *J Aging Phys Act.* 2002;10(2):169-206.
- Ko YM, Jung MS, Park JW. The relationship between strength balance and joint position sense related to ankle joint healthy women. *J Kor Soc*



- Phys Ther. 2011;23(2):23-29.
- Konor MM, Morton S, Eckerson JM, et al. Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7(3):279-287.
- Lee DK, Kang MH, Lee TS, et al. Relationships among the Y balance test, Berg balance scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Braz J Phys Ther.* 2015;19(3):227-234.
- Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle risk factors for falls in older people: A prospective study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(8):866-870.
- Menz HB, Morris ME, Lord SR, et al. Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60(12):1546-1552.
- Michael C, Bethany D, Udani S, et al. The relationship between range of movement, flexibility, and balance in the elderly. *Top Geriatr Rehabil.* 2010;26(2):148-155. <https://doi.org/10.1097/TGR.0b013e3181e854bc>
- Nitz JC, Low-Choy N. The relationships between ankle dorsiflexion range, falls and activity level in women aged 40 to 80 years. *NZ J Physiother.* 2004;32(3):121-125.
- Norris E, Hubbuch E, Ford A, et al. The relationship of weight-bearing and non-weight bearing ankle dorsiflexion to balance and gait performance in young and older adults. *Phys Ther Rehabil.* 2016;3(6):1-8.
- Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, et al. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2002;37(4):501-506.
- Spink MJ, Fotoohabadi MR, Wee E, et al. Foot and ankle strength, range of motion, posture, and deformity are associated with balance and functional ability in older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011;92(1):68-75. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.09.024>
- Won JI, Effects of using a mobile phone on postural control. *Phys Ther Kor.* 2012;19(3):61-71.
- 
- This article was received February 19, 2018, was reviewed February 19, 2018, and was accepted March 27, 2018.