

정강종아리 관절의 활주 방향이 발목관절의 능동적 발등굽힘 각에 미치는 영향

고은경 · 원종혁¹ · 정도영[†]

마산대학교 물리치료학과, ¹중부대학교 물리치료학과

Effect of Direction of Gliding in Tibiofibular Joint on Angle of Active Ankle Dorsiflexion

Eun-Kyung Koh, PhD, Jong-Hyuck Weon, PhD¹, Do-Young Jung, PhD[†]

Department of Physical Therapy, Masan University, ¹Department of Physical Therapy, Joongbu University

Received: October 12, 2014 / Revised: October 31, 2014 / Accepted: November 3, 2014

© 2014 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study was to investigate the effect of direction of gliding in the tibiofibular (TF) joint on angle of active ankle dorsiflexion (AADF).

METHODS: Fifteen subjects with no medical history of lower extremities were recruited in this study. The digital dynamometer was used to maintain the same gliding force in each condition. The angle of AADF was measured by using the electronic goniometer. Subjects were instructed to perform the AADF in three trials during the each gliding in the TF joint by the examiner. The conditions were no gliding and four directions of gliding in the proximal (anterior-superior: A-S vs posterior-inferior: P-I) and distal (posterior-superior: P-S vs. anterior-inferior: A-I) TF joint. A repeated measured ANOVA was used to compare angle of the AADF in each TF joint. The paired-sample t tests with Bonferroni correction were used in order to Post hoc pair-wise comparisons. The

significant level was set at 0.016 (0.05/3).

RESULTS: In distal TF joint, the angle of AADF in the A-I direction of gliding was significantly lower than those in no gliding and P-S direction of gliding ($p < 0.01$). In proximal TF joint, the angle of AADF was significantly lower than those in no gliding and A-S direction of gliding ($p < 0.01$). Although there was no significant differences, angle of AADF were largest in the P-S direction of gliding among four conditions.

CONCLUSION: These findings suggest that gliding technique of TF joint would be required to improve the angle of AADF in subjects with limitation of ankle dorsiflexion.

Key Words: Ankle dorsiflexion, Gliding, Mobilization, Tibiofibular joint

I. 서론

발목 움직임의 제한(limitation of ankle motion)은 발목 골절, 염좌, 인대손상과 같은 정형외과적인 흔한 질환으로 야기될 수 있다. 이러한 발목 손상은 손상 정도에 따라 발목 움직임 부동(immobilization)을 위해 몇 주 동안 보조기 또는 판 고정(plate fixation)이 요구된다(Denegar 등, 2002; Drewes 등 2009; Lin 등 2009). 집중적

[†]Corresponding Author : ptsports@joongbu.ac.kr

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 non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

인 치료를 받고도 발목 염좌 이후 환자의 20~40%에서 발목 움직임 제한 또는 지속적인 통증이 계속된다(Hertel, 2000). 특히, 발목 발등굽힘의 제한은 일상생활에서 심각한 문제가 된다. 예를 들어, 정상 보행은 최소한 10°의 발등굽힘이 요구되며 계단 내려오기와 쪼그려 앉기와 같은 동작에서는 발등굽힘 각도가 더 요구되므로 발등굽힘 제한 시 일상 생활에 문제가 된다(Collins 등, 2004).

발목 움직임을 향상시키기 위해 필요한 물리치료 방법으로 크게 관절가동범위 운동(range of motion exercise)과 관절 가동술(joint mobilization) 그리고 스트레칭(stretching) 등이 있다(Green 등, 2001; Whitman 등, 2005). 관절가동범위 운동은 능동적 또는 수동적으로 반복적인 가동범위 움직임으로 수행되며, 스트레칭은 근육, 인대 그리고 관절낭과 같은 치밀 결합조직의 유연성을 증가시키기 위해 사용된다. 관절 가동술은 관절의 부수적인 움직임(accessory motion)을 향상시키는 데 사용되며 관절의 기능부전(dysfunction)과 통증 감소를 향상시키는데 매우 효과적이다(Seiger와 Draper, 2006).

발등굽힘을 위한 관절 가동술은 특히 발목 관절(talocrural joint), 목말밑 관절(subtalar joint) 그리고 먼쪽 정강종아리 관절(distal tibiofibular joint)에 주로 시행된다. 현재까지 임상에서 먼쪽 정강종아리관절에 대한 관절가동기법이 발목의 만성 통증을 감소시키고 발목 관절가동범위 향상을 위해 사용하고 있다(Beazell 등, 2012; Fujii 등, 2010; Yeo와 Wright, 2011).

Mulligan (1995)은 종아리 뼈의 위치결함(positional fault) 즉, 발등굽힘 동안 가쪽 복사가 전방으로 밀리는 것은 발목 염좌 또는 발목손상 후 만성적인 발목 불안정성으로 발생한다고 언급하였다. 또한 여러 연구자들은 의해서 손상된 발목에서 위치 결함이 있음을 증명하였다(Berkowitz와 Kim, 2004; Eren 등, 2003; Hubbard와 Hertel, 2008; Kavanagh, 1999). 그러므로 이전 연구자들은 관절 기능부전을 가진 환자를 위해 먼쪽 정강종아리 관절에서의 뒤쪽위 방향으로의 관절 가동술은 종아리 뼈의 정상적인 움직임 그리고 향상된 발등굽힘 각도를 기대할 수 있다고 주장하였다.

정강종아리 관절(tibiofibular joint)은 정강뼈(tibia)와 종아리뼈(fibular)와 연결되어 있는 관절이며 몸쪽과 먼쪽의 두 개의 관절을 이룬다. 몸쪽 정강종아리 관절은 관절면 사이에서 활주(gliding)가 일어나는 평면 윤활관절(synovial joint)로 분류되며 발목에 가해지는 외상성 내번 힘(traumatic inversion force)에 의해 영향을 받는다(Loudon와 Bell, 1996). 먼쪽 정강종아리 관절은 볼록한 종아리뼈 관절면과 오목한 정강뼈 관절면 사이의 관절이며 발목관절 움직임 시 먼쪽 정강종아리 관절에 직접적인 영향을 끼친다. 발등굽힘 시 종아리뼈는 위쪽으로 활주가 일어나고 바깥쪽 회전 즉, 뒤쪽 방향으로의 활주가 일어나야 한다. 이러한 움직임은 뒤쪽 면보다 앞쪽 면이 넓은 목말뼈(talus)에 적응하기 위해 일어난다(Loudon와 Bell, 1996). 발등 굽힘에 따라 먼쪽 정강종아리 관절은 실질적으로 1~4 mm 정도가 벌어진다(Loudon와 Bell, 1996). 반대로, 발바닥 굽힘 시 부수적인 움직임은 종아리뼈가 아래쪽 그리고 안쪽 회전 즉, 앞쪽 방향으로 활주가 일어난다. Fujii 등(2010)은 발등굽힘 각도와 가쪽 복사뼈 움직임의 관계를 알아보기 위해 7개의 신선한 사체의 다리(fresh-frozen cadaver legs)를 대상으로 가쪽 복사뼈에 뒤쪽위 방향의 30 N의 힘으로 1000번의 주기적인 하중을 주어 하중 전과 후에 최대 발등굽힘 각도를 측정 한 결과 14.3°에서 16.74°로 2.38° 증가하였다고 보고하였다. 따라서 먼쪽 정강종아리 관절의 관절 가동술은 발등굽힘 각도를 증가시키는데 효과적일 것이라고 주장하였다. 비록 이전의 많은 연구들에서 먼쪽 정강종아리 관절의 관절 가동술이 발등굽힘 각도를 증가시키는데 효과적이라고 언급하고 있지만, 아직까지 몸쪽 정강종아리 관절의 가동술이 발등굽힘 각도에 미치는 영향에 관한 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 정상인을 대상으로 몸쪽과 먼쪽 정강종아리 관절의 다양한 활주 방향이 능동적인 발목 관절의 가동범위에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 따라서 본 연구의 자료는 골절과 발목 염좌와 같은 발목 관절의 제한이 있는 대상자에게 발등굽힘의 향상을 위한 관절 가동술의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자에게 실험 전 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명을 하였고 자발적으로 실험에 참여하여 동의를 얻도록 하였다. 발목관절의 발등굽힘 각도가 정상이고 장딴지 근육의 신경학적인 병력이 없고 보행에 문제가 없는 성인 총 15명을 대상으로 하였다. 발목관절의 발등굽힘 각도는 엎드린 자세에서 목발 밑 관절을 중립 자세로 유지한 상태에서 일반 관절 측각기를 이용하였다. 발목 관절의 능동적인 발등굽힘 각이 20° 이하이고 하지의 골절 혹은 발목 염좌가 있으면 대상자에서 제외시켰다. 대상자의 일반적인 특성으로 평균 키 165cm 몸무게 62kg, 나이 22살이었다.

2. 실험방법

1) 측정도구

본 연구에서 발목 관절의 능동적인 발등굽힘 각을 측정하기 위해 무선 Telemetry DTS(Noraxon Scottsdale, AZ, USA)를 이용하여 측정하였다. 발등굽힘 각의 표본 추출률(sampling rate)은 60 Hz로 하였다. 발목관절의 발등굽힘 각을 분석하기 위해 MyoResearch Master Edition 1.07 XP 소프트웨어를 사용하였다. 정강뼈 활주를 하는 동안 활주하는 힘을 일정하게 주기 위해 디지털 근력기(Isoforce GT-310, OG Ginken co. LTD, Japan)를 활용하였다.

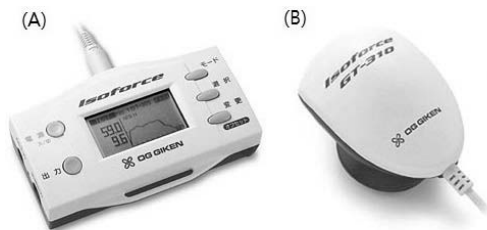


Fig. 1. Digital dynamometer to monitor gliding force (A: Controller B: Force sensor)

2) 실험절차

대상자는 바닥에 앉은 자세(semi-sitting position)에서 무릎관절이 45° 굽힘 하도록 하였다. 발목관절의 발등굽힘을 측정하기 위해 디지털 관절각도계의 몸쪽 팔(proximal arm)은 종아리뼈 머리(fibular head)와 가쪽 복사뼈(lateral malleolus)을 잇는 가상선에 일치시켰으며 먼쪽 팔(distal arm)은 다섯 번째 발가락의 발허리 뼈(fifth metatarsal bone)의 외측 면에 부착하였다. 대상자에게 발등굽힘을 3번 정도 연습하는 동안에 발등굽힘 각도가 일정하게 측정되는지 확인한 후 본 실험을 실시하였다. 실험자는 정강뼈 활주 시 힘을 일정하게 전달하기 위해 디지털 근력기를 이용하여 5명을 대상으로 충분히 예비연습을 하였다. 활주 힘은 지속적 병진활주 기법(sustained translatory gliding)인 Kaltenborn 방법으로 관절주위조직이나 관절낭이 신장되는 강도의 활주 기법인 등급 III로 적용되었다. 또한 움직임을 동반한 유도술(mobilization with movement)과 같이 대상자가 능동적인 발목관절을 발등굽힘하는 동시에 정강종아리 관절의 활주를 실시하였다.

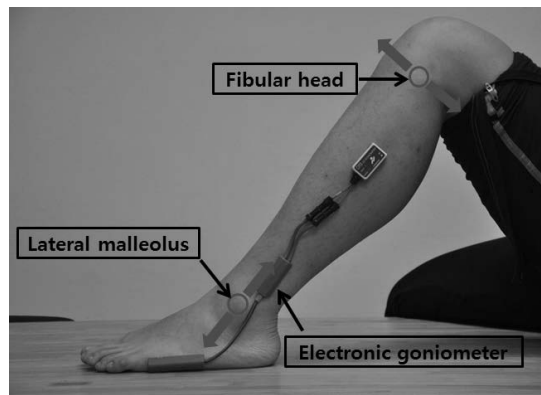


Fig. 2. Electronic goniometer and direction of gliding

실험 순서는 각각의 대상자에게 우선 능동적인 발목 관절의 발등굽힘 각을 3회 반복 측정 한 후 몸쪽 혹은 먼쪽 정강종아리 관절의 활주방향을 무작위로 선택하여 다음과 같은 활주 방향으로 실시하였다. 몸쪽 정강종아리 관절의 종아리뼈 활주 방향은 (1) 뒤-위 방향 (2) 앞-아래 방향 그리고 먼쪽 정강종아리 관절의 종아

Table 1. Angle of dorsiflexion in ankle joint during the gliding of Distal TF joint (Unit: degree)

| Direction of Gliding | Non gliding | Posterior superior | Anterior inferior | F | P |
|----------------------|-------------|--------------------|-------------------|-------|------|
| Mean±SD | 64.06±3.99 | 65.68±6.08 | 45.38±8.53 | 39.29 | 0.00 |

Table 2. Angle of dorsiflexion in ankle joint during gliding of Proximal TF joint (Unit: degree)

| Direction of Gliding | Non gliding | Anterior superior | Posterior inferior | F | P |
|----------------------|-------------|-------------------|--------------------|-------|------|
| Mean±SD | 64.06±3.99 | 64.55±4.38 | 44.11±12.82 | 19.05 | 0.00 |

리뼈 활주방향은 (3) 앞-위 방향 (4) 뒤-아래 방향으로 하였다. 몸쪽 정강종아리 관절의 활주 시 한 손으로 오목(popliteal fossa)를 감싸 정강뼈를 고정하고 디지털 압력계의 센서를 종아리 뼈 머리에 고정하여 뒤-위 방향과 앞-아래 방향으로 각각 활주 하였다. 활주 시 종아리 신경(peroneal nerve)이 압박되지 않도록 주의하여 실시하였다. 먼쪽 정강종아리 관절의 활주는 한 손의 엄지두덩(thenar eminence)으로 안쪽 복사뼈를 감싸 고정하고 디지털 압력계의 센서로 가쪽 복사아뼈를 고정하여 앞-위 방향 그리고 뒤-아래 방향으로 각각 활주하였다. 각각의 대상자에게 4가지 조건을 3회씩 반복 측정하였으며 몸쪽 혹은 먼쪽 정강종아리 관절의 활주 시 매 조건 마다 1분씩 휴식하였다.

3) 자료 분석 및 통계방법

몸쪽과 먼쪽 정강종아리 관절에서 활주 방향에 따라 능동적인 발등굽힘 각도를 3번씩 측정하여 평균값을 대표 값으로 하여 통계 분석하였다. 각각의 정강종아리 관절의 발등굽힘 각도를 비교하기 위해 반복 측정된 일요인 분산분석(one-way repeated ANOVA)를 사용하

였다. 이때 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다. 이 검증을 통해 통계학적으로 유의한 차이가 발견되었을 때 본혜로니 t-검정교정(paired-sample t tests with Bonferroni correction)을 이용한 사후검증을 실시하였으며 유의수준은 본혜로니 수정하여 $\alpha = 0.016 (0.05/3)$ 로 하였다. 통계 프로그램은 SPSS version 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다.

III. 연구 결과

Table 1과 2에 먼쪽과 몸쪽 정강종아리 관절의 활주 방향에 따른 능동적인 발등굽힘 각도를 각각 제시하였다. 먼쪽과 몸쪽 정강종아리 관절의 활주 방향에 따른 능동적인 발등굽힘 각도는 각각 통계학적으로 유의한 차이가 있었으며($p < 0.05$) (Table 1), 사후분석 결과, 먼쪽 정강종아리 관절에서의 앞쪽-아래 방향의 활주조건이 활주가 없는 조건과 뒤쪽-위 방향의 활주 조건보다 유의하게 능동적인 발등굽힘 각이 작았으며($p < 0.01$) (Figure 3), 몸쪽 정강종아리 관절에서의 뒤쪽-아래 방향

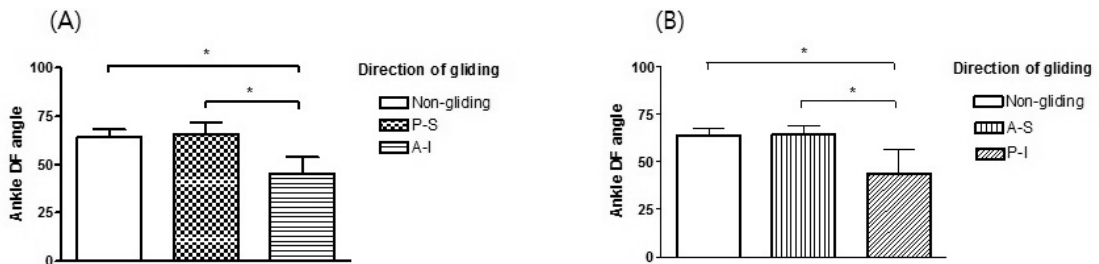


Fig. 3. Result of post hoc of ankle DF angle in gliding of proximal (A) and distal (B) TF joint *Statistically significant at the level of $p < 0.016$, A-S: anterior-superior, P-I: posterior-inferior, P-S: posterior-superior, A-I: anterior-inferior

의 활주조건이 활주가 없는 조건과 앞쪽-위 방향의 활주 조건보다 유의하게 능동적인 발등굽힘 각이 작았다 ($p<0.01$) (Figure 4). 비록 유의한 차이는 없었지만 먼쪽 정강아리 관절에서는 뒤쪽-위 방향의 활주가 그리고 몸쪽 정강종아리 관절에서는 앞쪽-위 방향의 활주가 각 관절에서 발등굽힘이 가장 컸다.

IV. 고 찰

본 연구는 발등굽힘 운동 시 먼쪽과 몸쪽 정강종아리 관절에서 각각의 활주 방향에 따른 발등굽힘 각도를 비교하였다. 연구 결과, 먼쪽 정강종아리 관절에서 발등굽힘 운동 시 종아리뼈의 정상적인 활주 움직임의 반대 방향인 앞쪽-아래 방향으로 활주 시에 활주가 없는 조건과 뒤쪽-위 방향의 활주 조건 보다 유의하게 발등굽힘 각이 제한되었다. 이는 발목관절의 발등굽힘 시 먼쪽 정강종아리 관절에서의 바깥 복사뼈는 뒤쪽-위 방향으로 부수적인 움직임이 일어나기 때문에(Loudon와 Bell, 1996) 반대 방향인 앞쪽-아래 방향으로 활주가 발등굽힘 각을 제한시켰다. 또한 이전 연구자들이 발목 염좌와 같은 외상 시 종아리뼈가 정강뼈에서 앞쪽으로의 위치이상으로 인해 발목관절의 발등굽힘 제한이 야기된다고 보고하였는데 본 연구를 통해 이를 확인할 수 있었다.

몇몇 문헌에서 발등굽힘 운동 시 뒤쪽 면보다 앞쪽 면이 넓은 목말뼈의 적응하기 위해 관절형상학적(arthrokinematic)인 움직임으로 종아리뼈는 뒤쪽 그리고 위로 활주가 일어난다고 언급하였다(Loudon와 Bell, 1996; Nokin와 White, 1983). 따라서 이전 연구에서 발목관절의 제한이 있는 환자에게 먼쪽 정강종아리 관절을 뒤쪽-위 방향으로 활주를 하면 발목관절의 가동범위를 향상시킬 수 있다고 하였다(Fujii 등, 2010; Loudon와 Bell, 1996). 본 연구에서는 먼쪽 정강종아리 관절의 뒤쪽-위 방향의 활주가 활주가 없는 조건보다 통계학적으로 유의한 차이는 없었지만 능동적인 발등굽힘 각도는 1.62° 로 증가하였다. Fujii 등(2010)은 사체 다리를 이용하여 가쪽 복사뼈에 뒤쪽-위 방향으로의 주기적인 하중

을 주기 전과 후에 최대 발등굽힘 각도는 2.38° 로 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 발등굽힘 각도에 대한 이전 연구 비교 시 차이가 나는 것은 몇 가지 이유로 설명할 수 있다. 첫 번째로는 이전 연구에서는 1,000번의 주기적인 하중을 주어 활주를 적용했던 것이었고 본 연구에서는 활주를 주기적으로 하지 않고 3번의 시도를 하여 발등굽힘 각을 측정했다는 것이다. 두 번째로는 이전연구는 사체 다리이고 본 연구에서는 정상인을 대상으로 했다는 점이다. 세 번째로는 이전 연구는 활주만 했을 뿐이지만, 본 연구에서는 발목관절의 발등굽힘과 동시에 활주를 했기 때문에 발등굽힘 각도의 향상 정도가 차이가 났을 것으로 사료된다.

본 연구는 선행연구와 달리 몸쪽 정강종아리 관절의 활주를 통해 발목관절의 가동범위를 확인하였다. 몸쪽 정강종아리 관절의 활주 방향을 앞쪽-위 방향과 뒤쪽-아래 방향으로 결정한 이유는 반좌위 자세에서 발목관절의 발등굽힘 시 먼쪽 정강종아리 관절이 뒤쪽-위 방향으로 움직이게 되면 몸쪽 정강종아리 관절이 앞쪽-위 방향으로 움직일 것이라고 사료되었기 때문이다. 본 연구 결과, 몸쪽 정강종아리 관절의 뒤쪽-아래 방향의 활주가 활주가 없는 조건과 앞쪽-위 방향의 활주보다 유의하게 능동적인 발등굽힘 각도를 제한시켰다. Loudon과 Bell (1996)은 몸쪽 정강종아리 관절은 관절면 사이에서 활주가 있어나는 평면 윤회관절로 분류되며 발목에 가해지는 외상성 내번 힘에 의해 영향을 받는다고 보고하였다. 따라서, 발목관절의 제한이 있는 발목 염좌 환자의 경우 몸쪽 정강종아리 관절의 활주가 발목관절 각에 영향을 미칠 것이라고 사료된다. 본 연구에서는 몸쪽 정강종아리 관절의 활주가 정상인에게서 발목관절 각에 영향을 미쳤지만, 향후 연구에서는 발목관절의 제한이 있는 환자에게 몸쪽 정강종아리 관절의 활주가 통증과 발목관절의 가동범위에 미치는 영향을 알아볼 필요가 있다. 선행 연구에서 발등굽힘 각을 증진시키기 위한 가동기법으로 벨트를 이용하여 정강종아리 앞쪽으로 활주하는 Mulligan의 움직임을 동반한 유동술(MWM)과 Maitland의 목말뼈(talus) 앞-뒤 방향의 진동 가동기법이 있다. 본 연구와 다른 연구와의 가동기법의 차이점으로는 벨트를 이용하지 않고

바깥 복사뼈를 뒤쪽-위방향으로 손쉽게 할 수 있다. 또한 입상에서 환자로 하여금 목말뼈를 가동하면 불편함과 통증을 자주 호소하기 때문에 본 연구에서와 같이 복사뼈를 이용한 활주기법을 추천한다. 그리고 먼쪽 정강종아리 관절의 활주가 어려운 경우 몸쪽 정강종아리 관절의 활주 또한 추천한다. 향후 연구에서는 발목관절의 제한이 있는 환자를 대상으로 먼쪽 정강종아리 관절의 뒤쪽-위 방향의 활주와 함께 몸쪽 정강종아리 관절의 앞쪽-위 방향의 활주를 적용 시 그 효과를 알아보아야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 목적은 몸쪽과 먼쪽 정강종아리 관절의 다양한 활주 방향이 능동적인 발목관절의 가동범위에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 연구결과, 먼쪽 정강종아리 관절에서의 앞쪽-아래 방향과 몸쪽 정강종아리 관절에서의 뒤쪽-아래 방향의 활주조건이 유의하게 능동적인 발등굽힘 각을 제한 시켰다. 비록 유의한 차이는 없었지만 먼쪽 정강아리 관절에서는 뒤쪽-위 방향의 활주가 그리고 몸쪽 정강종아리 관절에서는 앞쪽-위 방향의 활주가 각 관절에서 발등굽힘이 가장 컸다. 따라서 발등굽힘 각도에 제한이 있는 발목관절의 손상 그리고 장기간 고정인 환자에게 장기간의 효과를 알아보기 위해 몸쪽과 먼쪽 정강종아리 관절의 활주 시 발등굽힘 각의 차이를 알아볼 필요가 있을 것이다.

References

Beazell JR, Grindstaff TL, Sauer LD et al. Effects of a proximal or distal tibiofibular joint manipulation on ankle range of motion and functional outcomes in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(2):125-34.

Berkowitz MJ, Kim DH. Fibular position in relation to lateral ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2004;25(5):318-21.

Collins N, Teys P, Vicenzino B. The initial effects of a Mulligan's mobilization with movement technique on dorsiflexion and pain in subacute ankle sprains. *Man Ther.* 2004;9(2):77-82.

Denegar CR, Hertel J, Fonseca J. The effect of lateral ankle sprain on dorsiflexion range of motion, posterior talar glide, and joint laxity. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002;32(4):166-73.

Drewes LK, McKeon PO, Kerrigan DC et al. Dorsiflexion deficit during jogging with chronic ankle instability. *J Sci Med Sport.* 2009;12(6):685-7.

Eren OT, Kucukkaya M, Kabukcuoglu Y et al. The role of a posteriorly positioned fibula in ankle sprain. *Am J Sports Med.* 2003;31(6):995-8.

Fujii M, Suzuki D, Uchiyama E et al. Does distal tibiofibular joint mobilization decrease limitation of ankle dorsiflexion? *Man Ther.* 2010;15(1):117-21.

Green T, Refshauge K, Crosbie J et al. A randomized controlled trial of a passive accessory joint mobilization on acute ankle inversion sprains. *Phys Ther.* 2001;81(4):984-94.

Hertel J. Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Med.* 2000;29(5):361-71.

Hubbard TJ, Hertel J. Anterior positional fault of the fibula after sub-acute lateral ankle sprains. *Man Ther.* 2008;13(1):63-7.

Hubbard TJ, Hertel J. Mechanical contributions to chronic lateral ankle instability. *Sports Med.* 2006;36(3):263-77.

Kavanagh J. Is there a positional fault at the inferior tibiofibular joint in patients with acute or chronic ankle sprains compared to normals? *Man Ther.* 1999;4(1):19-24.

Lin CW, Moseley AM, Herbert RD et al. Pain and dorsiflexion range of motion predict short- and medium-term activity limitation in people receiving physiotherapy intervention after ankle fracture: an observational study. *Aust J Physiother.* 2009;55(1):31-7.

Loudon JKBell SL. The foot and ankle: an overview of

- arthrokinematics and selected joint techniques. *J Athl Train.* 1996;31(2):173-8.
- Mulligan BR. *Manual Therapy 'NAGS', 'SNAGS', 'MWMS' etc.* Wellington, Plane view Services Ltd, 1995.
- Norkin CC, White J. *Measurement of joint Motion: A Guide to Goniometry*, Philadelphia, PA: FA Davis; 1983:352-8.
- Seiger CD, raper DO. Use of pulsed shortwave diathermy and joint mobilization to increase ankle range of motion in the presence of surgical implanted metal: A case series. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006; 36(9):669-77.
- Whitman JM, Childs JD, Walker V. The use of manipulation in a patient with an ankle sprain injury not responding to conventional management: a case report. *Man Ther.* 2005;10(3):224-31.
- Yeo HK, Wright A. Hypoalgesic effect of a passive accessory mobilisation technique in patients with lateral ankle pain. *Man Ther.* 2011;16(4):373-7.