J Korean Soc Phys Med, 2018; 13(2): 69-74
https://doi.org/10.13066/kspm.2018.13.2.69
Online ISSN:2287-7215
Print ISSN:1975-311X

Research Article

Open Access

과도하게 엎침된 발을 가진 뇌졸중 환자에게 적용된 수정 발바닥활 지지 테이핑의 효과

김현욱 · 류영욱[1†]
천주성삼병원 재활의학과 재활치료센터, [1]대구가톨릭대학교 물리치료학과

Effects of Modified Low-Dye Taping on Stroke Patients with an Excessive Pronated Foot

Hyun-Wook Kim, MS, PT · Young-Uk Ryu, PhD, PT[1†]
SungSam Hospital, Department of Rehabilitation Medicine, Rehabilitation Center
[1]Dept. of Physical Therapy, Daegu Catholic University

Received: March 21, 2018 / Revised: March 26, 2018 / Accepted: April 10, 2018
ⓒ 2018 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: Stroke patients may develop an over-pronated foot, resulting in a lower medial longitudinal arch. This can lead to a structural change of the foot due to deformation of the musculoskeletal system. The purpose of this study was to examine the effects of modified low-dye taping on stroke patients with an excessively pronated foot. The effect of the taping on the foot after light daily activity was also examined.

METHODS: The subjects consisted of 21 stroke patients with an excessively pronated foot, as measured by the navicular drop test. First, their navicular heights were measured at a relaxed standing position (measure 1) and while standing in the subtalar neutral position (measure 2). Modified low-dye taping was applied to each subject's affected foot and the navicular height was then measured for the standing posture (measure 3). Finally, each subject walked around for 10 minutes and the navicular height was measured again (measure 4).

RESULTS: Statistical analyses showed that the navicular height value at the relaxed standing position (measure 1) was significantly lower than for the other 3 measurements. That is, the modified low-dye taping was effective in maintaining a subtalar neutral position, even after a 10-minute walk, for stroke patients with an excessively pronated foot.

CONCLUSION: The results suggest that modified low-dye taping applied to stroke patients with an excessively pronated foot could be an effective way to place the subtalar joint in a neutral position, and that its effect can be sustained for light daily activities.

Key Words: Navicular height, Pronated foot, Stroke, Taping

†Corresponding Author : Young Uk Ryu
ryuyounguk@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-1601-4477
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.

Ⅰ. 서 론

발은 안쪽 세로발바닥활(medial longitudinal arch)과

가로발바닥활(transverse arch)을 갖고 있다. 특히 안쪽 세로발바닥활은 체중부하에 대한 일차적인 지지 구조물로, 걷기나 뛰기와 같이 신체가 역동적인 활동을 수행할 시에 충격을 흡수하는 중요한 역할을 한다(Tome 등, 2006). 안쪽 세로발바닥활이 비정상적으로 낮아지거나 무너져 내린 상태를 편평발이라고 한다.

안쪽 세로발바닥활의 과도한 하강과 목말밑 관절(subtalar joint)의 과도한 엎침는 유의한 상관관계가 있다(Buldt 등, 2013). 목말밑 관절의 엎침은 목말뼈(talus)의 벌림과 발바닥 굽힘, 발꿈치뼈의 가쪽번짐이 함께 나타난 상태이다. 과도하게 엎침된 발은 인대 및 발바닥 근막의 과신장과 약화를 초래하며, 이는 체중을 수용하고 분산시킬 수 있는 능력을 저하시킨다(Chang 등, 2014). 목말밑 관절은 중립 위치나 중립에 가까운 위치를 가졌을 때 운동역학적으로 효율적이고, 따라서 부상의 위험이 감소한다(Edo 등, 2015; Maharaj 등, 2017).

과도하게 엎침된 발에 대한 치료는 외과적 고정, 신발, 보조기, 테이핑 등이 적용될 수 있다. 이 중 테이핑에 대한 임상 적용과 연구가 활발히 이루어 지고 있다(Aguilar 등, 2016; Ator 등, 1991; Franettovich 등, 2012). Ator 등(1991)은 “double-X” 테이핑과 세로발바닥활 지지 테이핑의 10분 간의 조깅 전과 후의 세로발바닥활을 지지하는 능력을 연구하였다. 두 테이핑 모두 초기에는 발배뼈(navicular bone)의 높이를 변경시켰으나 10분간의 보행 후 그 효과가 사라졌다. Low-dye 테이핑 요법은 발의 세로발바닥활 높이 증가, 발배뼈의 높이 조절 등을 목적으로 적용되는 기법이다(Franettovich 등, 2012). Schulthies와 Draper (1995)는 일반적인 세로발바닥활 지지 테이핑 기술에서 파생된 수정된 테이핑 기법을 제안하였는데, 이 수정안은 과도한 엎침을 교정하는 low-dye 테이핑의 기능을 강화한 것으로 나타났다.

이처럼 안쪽 세로발바닥활의 지지를 위한 다양한 테이핑 방법의 연구가 수행되어 왔고 과도한 엎침의 단기 교정 도구로 종종 적용되어왔다(Aguilar 등, 2016; Ator 등, 1991; Franettovich 등, 2012; Schulthies와 Draper, 1995). 하지만, 편마비 환자에 적용하고 근거를 보여준 연구는 여전히 부족하다(Rojhani-Shirazi 등, 2015). 뇌졸중 후 편마비 환자의 경우에도 마비측 발에서 과도하게 엎침된 발로 인해 안쪽 세로발바닥활이 낮아지고 그로 인한 근골격계의 변형으로 인해, 발의 구조적 변화를 가져오게 된다(Scott 등, 2007). 따라서 본 연구는 뇌졸중 후 편마비 환자 중 과도하게 엎침된 발을 가진 환자들에게 수정된 세로발바닥활 테이핑을 적용하여 보고, 안쪽 세로발바닥활의 높이에 어떤 영향을 미치는지 알아보았다. 또한 테이핑이 가벼운 일상생활활동(10분간의 보행)에 잘 적응할 수 있는지 알아보았다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 뇌졸중으로 진단받은 성인 편마비 환자를 대상으로 경직도(modified Ashworth scale, MAS)(Charalambous, 2014)가 “0”, “1”, “1+” 해당자와 발배뼈 하수검사(navicular drop test)(Picciano 등, 1993)를 통해 목말밑 관절 엎침을 가진 자를 1차 대상자로 선별하였다. 이들을 대상으로 첫째, 지팡이 없이 적어도 10m 이상을 보행할 수 있는 자; 둘째, 한국형 정신상태 약식 검사(K-MMSE)(Kim 등, 2010) 점수가 24점 이상인 자; 셋째, 지난 6개월 내에 발이나 발목 손상 등의 병변을 가지지 않은 자; 마지막으로, 전정기관 또는 내이질환, 심한 시력 장애, 심한 말초성 감각 장애, 병력 상 하지의 절단, 심한 관절질환, 정형외과적인 수술을 받은 과거력, 알츠하이머 등의 보행에 영향을 미치는 질환이 있는 환자 및 외상성 뇌손상 환자는 대상에서 제외를 하였다. 이를 통해 총 21명(13명의 남성과 8명의 여성)의 대상자가 선별되었으며, 모두 자발적으로 연구에 동의하고 연구동의서를 작성하였다. 연구는 대구가톨릭대학교 생명윤리위원회 승인(CUIRB-2016-0035)을 받았다.

2. 실험 절차

실험의 과정은 Table 1과 같다. 대상자들에게 테이핑을 적용하기 전, 먼저 편안히 선 자세에서 발배뼈 높이를 측정하였다(측정 1). 발배뼈 높이 측정을 위해 측정하는 발의 무릎과 두 번째 발가락이 일직선이 되도록 위치시켰다. 대상자는 앉은 자세에서 목말밑 관절 중립

Table 1. Summary of Experimental Procedures and Their Contents

Procedure	Content
Measure 1	Navicular height (relaxed standing)
Measure 2	Navicular height (STNR standing)
Intervention	Modified low-dye taping
Measure 3	Navicular height (taped pre-walk)
Activity	10 min. of walking
Measure 4	Navicular height (taped post-walk)

위치(subtalar neutral position, STNP)를 하고, 측정자는 대상자의 한 발 안쪽면의 발배뼈 결절을 촉지하고 가장 돌출된 부위에 점을 표시하였다(Fig. 1A). 이어 대상자가 편안히 선 상태에서 발배뼈 높이(navicular height)를 측정하였다. 지면에서의 높이를 재기 위해 디지털 캘리퍼(Digital vernier calipers, Kotech®, South Korea)를 사용하였다. 캘리퍼는 모든 면에서 바닥면에 수직 방향을 유지하도록 하였다. 측정치는 기록원에 의해 기록되었고, 측정자는 연구가 종료되기까지 데이터에 접근할 수 없게 하였다.

선 자세에서의 측정을 마친 뒤, 목말밑 관절 중립 위치에서의 발배뼈 높이를 측정하였다(측정 2). 목말뼈 머리는 엄지손가락과 집게손가락으로 안쪽복사와 가쪽복사의 아래 앞쪽에 위치한 sinus tarsi에서 촉지하였다. 촉지하는 동안, 대상자에게 발목을 안쪽과 가쪽으로 움직이도록 지시하였다. 이때, 목말뼈 머리의 안쪽면이나 가쪽면이 돌출되지 않을 때 목말밑 관절 중립 위치로 결정하였다. 이렇게 결정된 목말밑 관절 중립 위치를 환자에게 유지하도록 지시하였다. 한 손의 엄지와 집게손가락으로 계속 촉지하면서 측정자는 다른 손으로 캘리퍼로 측정한 목말밑 관절 중립 위치에서의 발배뼈의 높이를 기록원에게 말하였다.

선 자세와 목말밑 관절 중립 위치에서의 발배뼈 높이 측정을 마친 후, 대상자에게 Schulthies와 Draper (1995)에 의한 수정된 low-dye 테이핑 적용하였다. 테이핑은 Mueller-M 테이프(Mueller®, USA)를 이용하였다. 초기 기초부로, 발허리뼈 머리를 가로질러 1인치 비탄력 테이프를 2-3회 적용하였다. 테이핑의 과정은 다음과 같

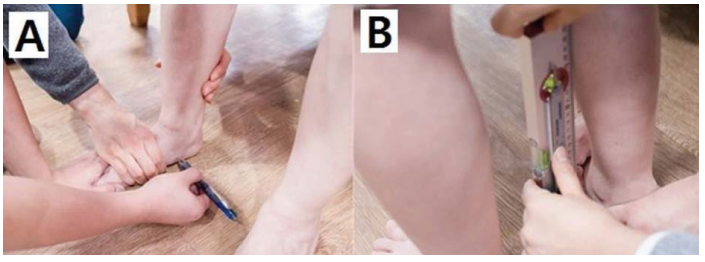

Fig. 1. Measurement of navicular height using a digital vernier caliper (A. navicular marking, B. navicular height measurement)

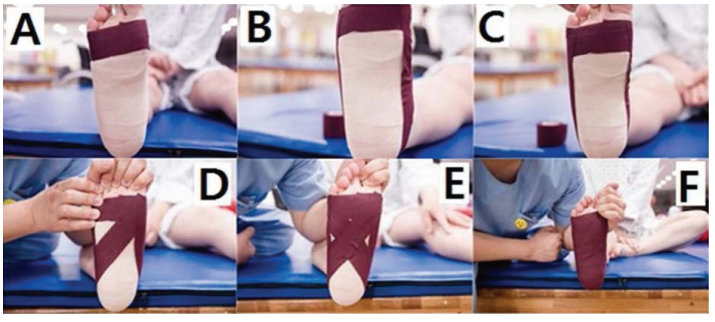

Fig. 2. Procedure of modified low-Dye taping applied in this study (read texts for A-F)

다(Fig. 2). 1번 발허리뼈 머리를 기점으로 발꿈치뼈을 감싸고 돌아 5번 발허리뼈 머리에 부착하여(Fig. 2A) 뒤꿈치를 고정하고(Fig. 2B), 대상자가 능동적으로 혹은 수동적으로 1번 발허리발가락관절을 폄하고 발을 가쪽번짐하게 하여 윈들래스 기전(windlass mechanism)을 만들었다(Fig. 2C). 발 앞쪽은 가쪽번짐되고, 1번 발허리뼈 머리는 발바닥 굽힘되었다. 발꿈치뼈 가쪽번짐을 방지하기 위해 테이핑을 팽팽히 당기며 1번 발허리뼈 머리에서 시작하여 발바닥을 가로질러 발꿈치뼈를 돌아 1번 발허리뼈 머리의 안쪽면에 부착하고 다시, 5번 발허리뼈 머리에서 시작하여 발바닥을 가로질러 발꿈치뼈를 돌아 5번 발허리뼈 머리의 가쪽면에 부착하는 과정을 발의 크기와 사용 환경에 따라 더 반복하였다(Fig. 2D, 2E). 발허리뼈 머리에서 발꿈치뼈에 이르기까지 수평으로 테이핑을 적용하고(Fig. 2F), 발바닥 면의 테이프를 확실히 고정하기 위해 테이프 스트립을 발등 부위에 추가 적용하여 마무리하였다.

테이핑 적용 후, 대상자를 편안히 서있게 하는 동안, 발배뼈 높이를 측정하였다(측정 3). 마지막으로 모든 대상자는 치료실 주변에서 자신의 편안한 속도로 정확히 10분간 보행하였다. 10분간의 보행 후, 테이핑을 적용한 상태로 편안하게 서서 발배뼈 높이가 측정되었다(측정 4).

3. 통계분석

통계적 유의성 검정을 위하여 일원 반복 분산분석(one-way repeated ANOVA)을 사용하였다. 종속변수는 4번의 발배뼈 높이 측정(측정 1, 2, 3, 4)이었다. 통계적 유의성이 발견되었을 경우, 사후 비교 분석은 Bonferroni 다중 비교 테스트를 사용하여 수행하였다. 통계적 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

연구 대상자는 27세에서 80세 사이의 13명의 남성과 8명의 여성으로 구성되었다. 연령은 55.38±14.96(평균±표준편차)세, 신장은 164.66±9.02 cm, 체중은 61.71±10.27 kg으로 나타났다. 뇌졸중으로 인한 손상 부위는 좌측 손상이 13명, 우측 손상이 8명이었으며, 뇌졸중 후 12.95±17.39 개월이 경과된 상태였다. 마비측 발목 관절에서 측정된 MAS는 0(경직 없음)이 12명(57.14%), 1이 6명(28.57%), 1+는 3명(14.28%)으로 나타났다. 발배뼈 하수검사의 결과는 마비측에서 7.28±1.24 cm를 나타냈다.

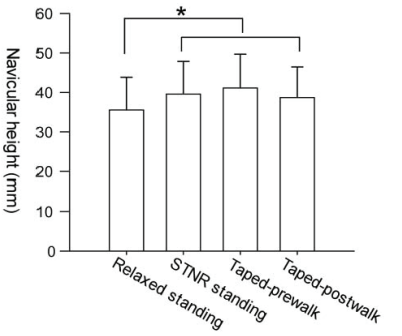

Fig. 3. Navicular height in each measurement. Asterisk (*) indicates statistical significance in post-hoc tests

2. 발배뼈 높이 비교

각 측정별 발배뼈 높이는 Fig. 3에 나타나있다. 발배뼈 높이는 편안히 선 자세인 측정 1에서 35.56±8.26 mm로 나타났다. 목말밑 관절 중립 위치에서 측정한 측정 2에서는 39.58±8.29 mm로 나타났으며, 테이핑을 적용한 후(측정 3)에는 41.12±8.56 mm로 나타났다. 10분 간의 보행 이후(측정 4)에는 38.68±7.78 mm로 나타났다. 이에 대한 일원 반복 분산분석(one-way repeated ANOVA)의 결과 통계적으로 유의한 차이(F=34.05, p<.001)가 나타났다. 사후 분석은 테이핑 적용 전 편안히 선 상태에서의 발배뼈 높이가 다른 조건의 측정들에 비해 유의하게 낮음을 보여주었다(Fig. 3).

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 독립적 보행이 가능하지만 과도하게 엎침된 발을 가진 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 수정된 세로 발바닥활 테이핑이 목말밑 관절을 중립 위치에 배열시키는지, 또한 10분간의 일상적인 가벼운 운동 후에도

목말밑 관절 중립 위치가 유지되는지를 알아보았다. 연구 결과, 테이핑을 하지 않은 상태에서 편안히 선 자세의 발배뼈 높이가 다른 측정 조건들(목말밑 중립 위치, 테이핑, 테이핑 10분 걷기 후)에 비해 유의하게 낮았다는 것을 보여주었다. 이러한 결과는 목말밑 중립 위치에서 발배뼈의 높이가 유의하게 높아졌으며, 이렇게 상승된 발배뼈 높이는 테이핑을 통해 유지가 되었다는 것을 의미한다. 또한 테이핑을 통해 유지된 발배뼈 높이가 10분간의 보행 활동에도 유지가 되었음을 의미한다. 따라서 수정된 세로발바닥활 테이핑이 뇌졸중 환자의 엎침된 발의 교정에 도움이 되고 가벼운 일상활동에도 충분히 지지해줄 수 있음을 보여준 것이다. 다음에서 연구결과에 대해 좀 더 자세한 논의를 하고자 한다.

본 연구의 수정된 세로발바닥활 테이핑 적용으로 발배뼈 높이가 약 5.6 mm 상승하였으며, 10분간의 보행 이후에 약 2.4 mm 하강하였다. 테이핑 이후의 발배뼈 높이의 상승은 안쪽 세로발바닥활이 낮아짐으로 인해 생긴 비정상적 뼈들의 배열이 정상적인 배열에 가까워졌음을 의미한다. 10분간의 보행 후, 발배뼈 높이의 하강은 아마 테이프 내구성의 문제 및 피부의 땀이나 움직임으로 인한 접착력의 저하 때문인 것으로 생각된다. 테이핑 적용 시의 발배뼈 높이는 목말밑 중립 위치의 높이보다 약 1.5 mm 높게 나타났는데, 이는 통계적으로는 유의하지 않지만, 수정된 세로발바닥활 테이핑이 엎침을 과다 교정하여 목말밑 관절 중립 위치보다 조금 더 높게 발배뼈를 배열시켰음을 나타낸다. 이러한 교정은 테이핑의 지지력 손실이 일부 발생하였음에도 불구하고, 10분간 보행 후의 발배뼈의 높이가 목말밑 관절 중립 위치의 발배뼈의 높이와 통계적으로 유의한 차이가 발생하지 않게 여전히 발배뼈의 위치를 교정범위 안에 유지시킬 수 있는 원인이 된 것으로 보인다.

본 연구에서 발견된 이러한 발배뼈 높이에 대한 테이핑과 보행으로 인한 변화는 일반인들을 대상으로 한 기존의 연구결과들과 비슷하다(Del Rossi 등, 2004; Holmes 등, 2002; Lange 등, 2004). Del Rossi 등(2004)은 세로발바닥활 지지 테이핑을 적용한 직후 3.5 mm 상승, 30분 동안 뛰고 난 후에는 약 1 mm 하강함을 보여주었다. Holmes 등(2002)은 엎침된 발을 가진 대상자에게 테이핑을 적용한 상태의 운동 전 발배뼈 높이의 측정치는 1.6 mm 올라가 있지만, 10분 동안 보행한 후에는 1.2 mm 하강함을 보여주었다(Lange 등, 2004). 반 엎침 테이핑 적용 후 즉각적인 효과에 대한 다른 연구에서는 발배뼈의 높이가 8～16% 정도 상승한다고 보고되고 있다(Vicenzino 등, 1997).

본 연구에서 사용된 수정된 세로발바닥활 테이핑은 목말밑 관절을 중립 위치에 배치시키는 효과적인 방법으로 뇌졸중으로 인한 엎침된 발에도 효과적임을 보여주었다. 나아가 10분간의 보행에도 그 효과가 유지됨을 보여주었다. 이는 수정된 세로발바닥활 테이핑은 보조기를 제작하는 동안의 한시적 보조수단으로 임상에서 유용하게 적용 가능할 것으로 생각된다. 또한 적용하는데 드는 시간과 비용 측면에서도 환자나 치료사에게 유익할 것으로 생각된다. 물론 테이핑의 내구성 및 접착력 문제 등으로 인하여 장기적으로 테이핑의 효과가 지속될 수 없음이 예상되나, 반복적인 적용을 한다면 가벼운 일상생활 동작에서는 편마비 환자들에게 충분한 도움을 제공할 수 있다고 생각된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 목말밑 관절을 중립 위치에 배치시키는 효과적인 방법인 수정된 세로발바닥활 테이핑이 뇌졸중으로 인해 과도하게 엎침된 발에도 효과적임을 보여주었다. 또한 가벼운 일상활동에도 충분히 그 효과가 지속될 수 있음을 보여주었다. 임상에서 뇌졸중으로 인한 과도하게 엎침된 발에 보조적 교정 수단 혹은 보조기 제작 전의 한시적 수단으로 유용하게 사용 가능할 것이다. 향후의 연구에서는 보다 효과적인 지지력을 가지는 테이핑 방법에 착안하여 적용하거나, 중재에 앞서 테이핑 적용의 숙련도를 보완하고, 인장강도의 손실이 최소화된 재질의 테이핑을 적용하는 등 어떻게 하면 목말밑 관절의 위치 고정, 안쪽 세로발바닥활의 지지에 대한 장기적인 효과를 기대할 수 있을 것인가에 대한 연구가 필요할 것이다.

References

Aguilar MB, Abian-Vicen J, Halstead J, et al. Effectiveness of neuromuscular taping on pronated foot posture and walking plantar pressures in amateur runners. J Sci Med Sport. 2016;19(4):348-53.

Ator R, Gunn K, McPoil TG, et al. The effect of adhesive strapping on medial longitudinal arch support before and after exercise. J Orthop Sports Phys Ther. 1991;14(1):18-23.

Buldt AK, Murley GS, Butterworth P, et al. The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: A systematic review. Gait & posture. 2013;38(3):363-72.

Chang R, Rodrigues PA, Van Emmerik RE, et al. Multi-segment foot kinematics and ground reaction forces during gait of individuals with plantar fasciitis. J Biomech. 2014;47(11):2571-7.

Charalambous CP. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. In: Classic Papers in Orthopaedics. London. Springer. 2014.

Del Rossi G, Fiolkowski P, Horodyski MB, et al. For how long do temporary techniques maintain the height of the medical longitudinal arch? Phys Ther Sport. 2004;5(2):84-9.

Edo M, Yamamoto S, Ishida Y. Kinematic chain between pronation/supination of calcaneus and rotation of shank: efficiency of the kinematics by plantar-dorsiflexed ankle joint position. Physiotherapy. 2015; 101:e341.

Franettovich MM, Murley GS, David BS, et al. A comparison of augmented low-dye taping and ankle bracing on lower limb muscle activity during walking in adults with flat-arched foot posture. J Sci Med Sport. 2012;15(1):8-13.

Holmes CF, Wilcox D, Fletcher JP. Effect of a modified, low-dye medial longitudinal arch taping procedure on the subtalar joint neutral position before and after light exercise. J Orthop Sports Phys Ther. 2002;32(2): 194-201.

Kim TH, Jhoo JH, Park JH, et al. Korean version of mini mental status examination for dementia screening and its' short form. Psychiatry investigation. 2010;7(2): 102-8.

Lange B, Chipchase L, Evans A. The effect of low-dye taping on plantar pressures, during gait, in subjects with navicular drop exceeding 10mm. J Orthop Sports Phys Ther. 2004;34(4):201-9.

Maharaj JN, Cresswell AG, Lichtwark GA. Subtalar joint pronation and energy absorption requirements during walking are related to tibialis posterior tendinous tissue strain. Scientific Reports. 2017;7(1):17958.

Picciano AM, Rowlands MS, Worrell T. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. J Orthop Sport Phys Ther. 1993;18(4):553-8.

Rojhani-Shirazi Z, Amirian S, Meftahi N. Effects of ankle kinesio taping on postural control in stroke patients. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2015;24(11):2565-71.

Schulthies SS, Draper DO. A modified low-dye taping technique to support the medial longitudinal arch and reduce excessive pronation. J Athl Train. 1995;30(3):266-8.

Scott G, Menz HB, Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function. Gait Posture. 2007; 26(1):68-75.

Tome J, Nawoczenski DA, Flemister A, et al. Comparison of foot kinematics between subjects with posterior tibialis tendon dysfunction and healthy controls. J Orthop Sports Phys Ther. 2006;36(9):635-44.

Vicenzino B, Feilding J, Howard R, et al. An investigation of the anti-pronation effect of two taping methods after application and exercise. Gait Posture. 1997; 5(1):1-5.