



대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2025. 06. Vol. 32, No.2 pp. 31-37

긴발가락굽힘근 테이핑과 함께 엄지발가락 벌림 운동 시 엄지벌림근의 활성화도

최보람

신라대학교 보건복지대학 물리치료학과

Activation of the abductor hallucis muscle during hallux abduction exercise by taping applied to the flexor digitorum longus muscle

Bo-ram Choi, Ph.D., P.T.

¹Dept. of Physical Therapy, College of health and welfare, Silla University

Abstract

Background: The use of flexor digitorum longus muscle, such as toe towel curl exercise, can induce the activity of the abductor hallucis muscle. Consequently, determining whether the activity of the abductor hallucis muscle can be increased by taping in the flexor digitorum longus muscle is important. The purpose of this study was to compare abductor hallucis muscle activity during the hallux abduction exercise with and without taping the flexor digitorum longus muscle.

Design: Cross-sectional study

Methods: Our recruited subjects were 34 female college students with normal or mild hallux valgus and an abduction of less than 20° in the first metatarsophalangeal joint of the right foot. For the hallux abduction exercise, while in a sitting position, the subjects attached the heels and soles of their feet to the ground. The 2~5th toes were then attached to the floor, and only the hallux was abducted. Taping in the flexor digitorum longus muscle was attached from bottom of the 2~5th metatarsal bone to calf along the sole of the feet. We used surface

electromyography to measure the activity of the abductor hallucis muscle during the hallux abduction exercise performed with and without taping of the flexor digitorum longus muscle.

Results: Abductor hallucis muscle activity during the hallux abduction exercise was significantly greater with than without taping in the flexor digitorum longus muscle.

Conclusion: Taping in the flexor digitorum longus muscle can induce abductor hallucis muscle activity and can be easily promoted at any time and anywhere through the hallux abduction exercise. Taping in the flexor digitorum longus muscle should be applied during the hallux abduction exercise to prevent or treat hallux valgus.

Key words: abductor hallucis muscle, flexor digitorum longus muscle, hallux abduction exercise, hallux valgus, taping, women

교신저자

최보람

46958 부산광역시 사상구 백양대로 700번길 140(괘법동) 신라대학교
의생명관 315호

T: 051-999-5438, E: boram@silla.ac.kr

1. 서론

엄지발가락 가쪽횡증(hallux valgus)은 첫 번째 발허리뼈(metatarsal bone)로부터 첫 번째 발가락뼈(phalange bone)이 신체중심선을 기준으로 가쪽으로 휜 질환이다(Vanore 등, 2003). 이 질환은 주로 여성에게 호발하며, 첫 번째 발허리발가락관절의 심한 통증으로 인해 보행 시 엄지발가락에 체중을 지지할 수 없고, 이러한 지속적인 보행으로 인해 나머지 발가락에 체중이 지지되면서 무릎관절과 엉덩관절의 변형과 통증을 초래한다(Easley와 Trnka, 2007; Kim, 2011). 게다가 변형된 첫 번째 발허리발가락관절로 인해 엄지발가락을 움직이는 엄지모음근(abductor hallucis muscle)과 엄지벌림근(abductor hallucis muscle)의 활성도가 정상적인 첫 번째 발허리발가락관절의 정렬일 때와 다르게 나타난다(Heylings, 1990; Incel 등, 2003). 관절의 구조의 변화는 근육의 비정상적인 긴장은 근력 약화를 초래하며, 엄지벌림근의 약화로 인해 상대적으로 엄지모음근의 과도한 활성도를 보이는 불균형을 초래한다(Bayar 등, 2011; Song 등, 2015).

엄지발가락 가쪽횡증 대상자에게 엄지벌림근에 테이핑(taping)을 적용하는 방법은 수술 전 통증 감소 효과와 엄지발가락 가쪽횡증 개선에 도움이 된다(Gur 등, 2017; Karabicak 등, 2015). 게다가 엄지발가락 벌림 운동과 유의한 차이 없이, 엄지벌림근의 테이핑도 통증과 엄지발가락 가쪽횡증을 개선시킨다(Karabicak 등, 2015; 정범철와 유경태, 2022). 엄지발가락 가쪽횡증 교정기와 엄지벌림근 테이핑을 이용하여 엄지발가락 가쪽횡증을 개선하기 위한 연구에서도 두 방법 모두 엄지발가락쪽의 압력 분포를 증가시켜 엄지발가락 가쪽횡증을 개선한다(김호성 등, 2015). 테이핑은 부착 근육의 활성을 보조적으로 도울 수 있는 도구이기 때문에 동작을 유도하는데 효과적일 수 있다. 하지만 이전 연구의 엄지벌림근의 테이핑은 엄지벌림근에 직접 테이핑을 부착해서 엄지발가락 가쪽횡증은 개선했지만, 실질적인 엄지벌림근의 근활성도를 유도했는지는 불분명하다.

그동안 엄지발가락 가쪽횡증으로 인해 약화된 엄지벌림근을 강화시키기 위해 엄지발가락 벌림 운동(hallux abduction exercise)을 실시했다(Kim, 등, 2013; Song 등, 2015). 평소 엄지발가락의 벌림 동작을 하는 경우가 극히 드물기 때문에 새끼발가락을 굽힘 또는 벌림해서 지면에 대한 저항력을 이용하여 엄지벌림근의 선택적인 활성을 촉진시킨다. 게다가 엄지벌림근은 발뒤꿈치 결절의 안쪽면에서 발바닥을 향해 주행하여 첫 번째 발허리뼈의 안쪽면 바닥에 부착하기 때문에 엄지발가락의 벌림보다 굽힘에 더 유리한 힘선을 가지고 있다(Neumann, 2024). 그렇다면 모든 발가락을 굽힘 상태로 힘을 주고 지면에 저항하여 엄지발가락을 벌린다면 좀 더 강하게 엄지벌림근을 활성화시킬 수 있을 것이다. 긴발가락굽힘근(flexor digitorum longus muscle)은 정강뼈 몸통의 뒷면에 부착하여 발꿈치뼈 안쪽을 지나 발바닥을 따라 주행하여 엄지를 제외한 4개의 발가락의 먼쪽발가락뼈 바닥에 부착한다(Robb 등, 2024). 발가락 수건 당기기 운동과 같은 긴발가락굽힘근을 사용하는 동작으로 엄지벌림근의 활성을 유도했으며(Faldini 등, 2016), 긴발가락굽힘근이 엄지를 제외한 나머지 4개의 발가락을 지면에 저항하는 안정성을 줄 수 있으므로 엄지발가락 벌림 시 엄지벌림근의 활성도 증가에 도움을 줄 수 있을 것이다. 긴발가락굽힘근의 활성 유도는 기존의 엄지발가락 벌림 운동 연구에서 사용된 새끼발가락의 저항력보다 더 큰 저항력을 생성할 수 있기 때문에 엄지벌림근의 활성화에 도움을 줄 수 있다. 그러므로 엄지발가락 벌림 운동 시 엄지를 제외한 나머지 4개의 발가락 굽힘에 작용하는 긴발가락굽힘근의 테이핑 부착이 엄지벌림근의 활성도를 증가시킬 수 있는지 알아볼 필요가 있다.

본 연구의 목적은 엄지발가락 벌림 운동만 실시했을 때와 긴발가락굽힘근에 테이핑을 부착하고 엄지발가락 벌림 운동을 실시했을 때 엄지벌림근의 활성도를 비교하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

대학 게시판에 공고하여 자발적으로 실험에 참여하고자 하는 20대 여자 대학생을 모집했다. 대상자의 선정기준은 오른발의 첫 번째 발허리발가락관절 모음 각도가 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 미만으로 엄지발가락 가쪽횡증의 정상 범위에 있으며, 엄지발가락 가쪽횡증으로 인한 통증이나 병원에 내원한 경험이 없고, 엄지발가락의 수술적 경험이나 엄지발가락 벌림 운동을 경험한 적이 없고 테이핑에 대한 민감성 피부 반응이 없는 대상자이다(Table 1). 대상자는 실험에 참여하기 전에 연구의 목적과 절차에 대해 충분히 숙지하고, 연구 동의서에 자발적으로 서명했다.

Table 1. General characteristics of subjects

	age(yrs)	height(cm)	weight(kg)	angle of first metatarsophalange joint($^{\circ}$)
women($n=34$)	23.2 ± 4.5	159.5 ± 5.0	53.0 ± 3.3	13.7 ± 4.2

2. 연구 중재

가. 엄지발가락가쪽횡(Hallux valgus) 각도 측정

대상자는 앉은 자세에서 발뒤꿈치위 발바닥을 지면에 붙인다. 관절각도계를 이용하여, 고정팔은 첫 번째 발허리뼈의 중심선에 놓고, 움직이는 첫 번째 몸쪽발가락뼈의 중심선에 놓아서 두 선의 연장선으로 생성되는 각도를 측정했다(Kang 등, 2016).

나. 엄지발가락 벌림 운동(Hallux abduction exercise)

대상자는 앉은 자세에서 발뒤꿈치와 발바닥을 지면에 붙인다(Figure 1-A). 2~5번째 발가락은 굽힘과 함께 바닥에 지지하고 엄지발가락은 굽힘과 함께 바닥을 누르며 벌림 동작을 한다. 10초 동안 지면에 저항하며 엄지벌림근의 등척성 활성을 유도한다(Song 등, 2015). 대상자는 엄지발가락 벌림 동작이 익숙해지기 위한 연습을 충분히 한 후, 측정에 참여했다.

다. 긴발가락굽힘근 테이핑(Taping in flexor digitorum longus muscle)

대상자는 엎드려 누운 자세에서 무릎을 90도 굽힌다(Figure 1-B). 처치자는 테이핑의 한 쪽 끝부분을 2~4번째 발허리뼈(metatarsal bone)의 바깥쪽에 부착한다. 이어서 대상자에게 발의 세로활을 유지할 수 있게 발바닥 굽힘을 지지하며, 발바닥을 따라 엄지벌림근의 근전도 부착위치를 피하여 발뒤꿈치 안쪽을 지나 종아리 몸쪽 2/3 지점까지 테이핑을 붙인다. 엄지벌림근에 적용하는 테이핑 방법과 긴발가락펴근(extensor digitorum longus)에 적용하는 테이핑 방법을 참고했다(Cho와 Park, 2022; Kong 등, 2024).



Figure 1. A. Hallux abduction exercise, B. Taping in flexor digitorum longus muscle

3. 연구 절차

표면 근전도(Surface electromyography, 4D-SES, RELIVE, KOR)를 이용해서 엄지 벌림근의 활성도를 측정했다. 표본 추출율(sampling rate)는 1,000Hz로 지정했으며, 20~450Hz의 대역 필터(band-pass filter)와 60Hz의 노치 필터(notch filter)를 적용했다. 두 전극 사이가 2cm로 고정된 일회용 전극을 사용하여 발배뼈 거친면(navicular tuberosity) 뒤쪽 2cm 지점의 근육 주행 방향에 따라 나란히 부착했다(Incel 등, 2003). 대상자의 엄지발가락 주변 피부를 사포로 각질을 제거한 후 알코올 솜으로 닦았다. 엄지발가락 벌림 운동 시 긴발가락굽힘근에 테이핑을 했을 때와 하지 않았을 때 엄지벌림근의 활성도를 측정했다. 순서는 랜덤으로 지정했으며, 학습효과가 남지 않도록 두 조건 간에 30분의 간격을 두었다. 각 조건에 따른 엄지벌림근의 활성도는 5초간 다섯 번씩 측정하여 최대값과 최소값은 제외했다. 최대 등척성 수의적 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)을 측정하기 위해, 대상자는 앉은 자세에서 발바닥을 바닥에 붙인 상태로 엄지발가락을 벌렸으며, 측정자는 엄지발가락의 모음 방향으로 힘을 주어 대상자의 엄지발가락 벌림에 저항했다(Heo 등, 2011). MVIC는 7초씩 세 번 측정했으며, 앞뒤 1초씩을 제외한 5초간의 MVIC를 평균 내어 엄지벌림근 활성도의 정규화(normalization)에 사용했다.

4. 분석 방법

자료분석을 위해 통계분석 프로그램인 SPSS 27.0 for Windows를 사용했다. 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilk 검정을 사용했으며, 한 그룹의 긴발가락굽힘근 테이핑 유무에 따른 엄지벌림근의 활성도를 비교하기 위해 짝비교 검정(paired t-test)을 실시했다. 유의수준은 .05로 지정했다.

III. 연구결과

엄지발가락 벌림 운동만 했을 때보다 긴발가락굽힘근의 테이핑과 함께 엄지발가락 벌림 운동을 했을 때, 엄지벌림근의 활성화도가 유의하게 증가했다(Table 2).

Table 2. Muscle activation of abductor hallucis during hallux abduction exercise with and without taping in flexor digitorum longus muscle

	without taping	with taping	t	p
abductor hallucis(%MVIC)	29.7±4.4	37.2±6.4	1.452	.001

IV. 고찰

본 연구는 긴발가락굽힘근의 테이핑이 엄지발가락 벌림 시 엄지벌림근의 활성화도에 얼마나 영향을 줄 수 있는지 알아보았다. 본 연구의 결과, 긴발가락굽힘근의 테이핑과 함께 엄지발가락 벌림 운동을 실시 했을 때 엄지벌림근의 활성화도를 더 유도할 수 있었다. 엄지벌림근을 활성화 시키기 위한 다양한 운동을 비교한 연구에서, 첫 번째 발허리발가락관절의 굽힘과 첫 번째 발허리뼈의 모음과 숏풋(short foot) 운동보다 직접 첫 번째 발가락뼈에 저항을 주는 주며 엄지발가락을 벌림하는 것이 64.4±11.1%의 가장 높은 엄지벌림근의 근활성도를 나타냈다(Heo 등, 2011). 본 연구에서는 테이핑과 함께 엄지발가락 벌림을 유도한 것이 많은 근활성도를 유도하지 못했지만, 테이핑을 하지 않았을 때보다 수치가 증가했으며, 첫 번째 발허리발가락관절에 직접적인 저항없이 지면을 이용해서 쉽게 활용할 수 있는 운동으로 제안한다.

이전 연구에서 엄지발가락 벌림 운동은 엄지발가락 가쪽횡증 환자를 대상 첫 번째 발허리발가락관절의 모음 각도를 감소시키기 위해 실시했다. Song 등(2015)은 양발의 발뒤꿈치를 붙인 상태에서 양쪽 엄지발가락에 서로 반대방향으로 세라밴드를 걸고 엄지발가락 벌림을 실시했고, Kang 등(2016)은 한쪽발의 발뒤꿈치와 발바닥을 지면에 붙인 채 모든 발가락을 펴고 새끼발가락부터 바닥에 닿으면서 새끼발가락쪽으로 나머지 네 발가락은 밀고, 마지막으로 엄지발가락을 바닥에 닿으면서 엄지발가락쪽으로 벌림을 실시했다. 두 운동 모두 첫 번째 발허리발가락의 모음 각도 증가와 엄지벌림근의 단면적을 증가시켰으나, 엄지발가락 벌림 운동을 하기 위한 도구들이 필요하며, Kim 등(2015)에 사용된 발가락 벌림 운동 방법은 새끼발가락을 독립적으로 움직이기 위한 상당한 연습이 필요하므로 일상생활에서 쉽게 적용하기는 힘들다. 이전 연구에서는 선택적인 엄지벌림근의 활성을 위해 시각적 피드백과 함께 실시하는 엄지발가락 벌림 운동은 엄지벌림근의 단면적을 증가시켰으며, 엄지발가락 가쪽횡증도 개선했다(Kang 등, 2016). 하지만 항상 초음파(ultrasound) 장비와 함께 운동을 실시해야 하기 때문에 실생활에서 적용하기에는 어렵다. 본 연구의 엄지발가락 벌림 운동은 엄지발가락 벌림에 대한 저항을 엄지를 제외한 나머지 발가락 굽힘으로 바닥에 적용하여 실시하기 때문에 일상에서 쉽게 적용할 수 있다.

엄지벌림근은 엄지발가락의 벌림보다 굽힘에 더 유리한 힘을 가지고 있다(Neumann, 2024). 그러므로 발가락 굽힘과 함께 벌림을 유도할 수 있도록 지면에 발가락을 붙여서 굽힘과 함께 벌림을 유도하는 것이 효율적일 수 있다. 엄지벌림근의 활성을 유도하기 위한 발가락 수건 당기기 운동은 발허리발가락관절을 굽힘하여 세로활을 증가시켜 발의 외재근과 함께 엄지벌림근을 활성화하고(Faldini 등, 2016), 숏풋 운동은 발가락 굽힘없이 세로활을 증가시켜, 발의 내재근을 활성화하고, 엄지벌림근의 반사적 반응을 유도할 수 있다(Liebenson, 2005). 이처럼 주변 근육 활성을 통해

엄지벌림근을 활성화 할 수 있다면, 근육의 긴장도를 억제 또는 촉진하여 주동근의 활성을 위해 협력근과 길항근의 균형을 유지해주는 테이핑도 엄지발가락 주변 근육을 활성화 할 수 있다(이민선, 2007; 주성범와 이원재, 2006). 본 연구의 엄지벌림근 활성화 증가는 긴발가락굽힘근에 부착한 테이핑이 긴발가락굽힘근의 활성화를 촉진하여 엄지를 제외한 나머지 4개의 발가락의 굽힘에 작용했으며 이로 인해 엄지벌림근의 반사적인 수축을 유도한 것으로 보인다. 이전의 엄지발가락 가쪽힘증 환자를 대상으로 한 테이핑 연구는 첫 번째 발허리발가락관절을 벌림으로 고정하여 엄지발가락 가쪽힘증 각도 교정을 위해 적용해왔다(유태근 등, 2020). 앞으로 테이핑의 활용 범위를 넓혀서 엄지발가락 가쪽힘증 교정뿐만 아니라 엄지벌림근의 활성을 유도할 수 있는 보조도구로 사용하는 것을 제안한다.

본 연구의 제한점은 20대 여자대학생을 대상으로 알아봤기 때문에, 첫 번째 발허리발가락관절을 오랫동안 사용하지 않은 중,장년층이나 남성의 엄지벌림근의 활성도를 일반화할 수 없다. 다음 연구에서는 발의 길이, 발바닥의 면적, 발허리뼈와 몸쪽발가락뼈의 비율 등 대상자의 일반적인 특성도 고려할 필요가 있다. 게다가 엄지발가락 가쪽힘증 환자를 대상이 아닌 정상인을 대상으로 엄지벌림근 활성도를 알아봤기 때문에 실제 엄지발가락 가쪽힘증 환자의 엄지벌림근의 활성을 유도할 수 있을지 알아봐야 한다. 앞으로 장기적인 테이핑의 효과와 함께 첫 번째 발허리발가락 관절의 벌림 각도까지 변화하는지 알아볼 필요가 있다.

V. 결 론

긴발가락굽힘근의 테이핑을 통해 엄지벌림근의 활성을 유도하고, 엄지발가락 벌림 운동을 통해 언제 어디서든 손쉽게 엄지벌림근의 활성을 촉진할 수 있다. 앞으로 이 운동을 통해 엄지발가락 가쪽힘증을 예방 또는 치료에 적용될 것을 제안한다.

참고문헌

- 김호성, 김명철, 이민수. 중재방법에 따른 엄지발가락 가쪽힘증 환자의 발바닥 압력분포에 미치는 영향. 대한통합의학회지. 2015;3(2):63-72.
- 유태근, 조현석, 이만균. 일회성 교정운동과 테이핑 처치가 여성 중등도 무지외반증 환자의 보행 패턴, 족저압, 평형성 및 통증에 미치는 영향. 체육과학연구. 2020;31(2):153-168.
- 이민선. 키네시오 테이핑이 근력향상과 혈중 피로 및 근 손상 지표물질에 미치는 영향[박사학위논문]. 연세대학교; 2007.
- 정범철, 유경태. 보수볼을 이용한 발목 강화 운동이 엄지발가락 가쪽힘증을 가진 20 대 성인의 엄지발가락 가쪽힘증 각도와 통증에 미치는 영향. 대한물리의학회지. 2022;17(3):69-77.
- 주성범, 이원재. 자연과학편: 키네시오테이핑과 운동치료 프로그램의 복합적용이 요추 추간판 탈출증 수술환자의 요부 신전근력과 통증정도에 미치는 영향. 한국체육학회지. 2006;45(3):537-546.
- Bayar B, Erel S, Şimşek İE, et al. The effects of taping and foot exercises on patients with hallux valgus: A preliminary study. Turk J Medl Sci. 2011;41(3):403-409.
- Cho K, Park S. Effects of extensor digitorum longus and tibialis anterior taping on balance and gait

- performance in patients post stroke. *Healthcare*, 2022;10(9):1692.
- Easley ME, Trnka H. Current concepts review: Hallux valgus part II: Operative treatment. *Foot Ankle Int.* 2007;28(6):748–758.
- Faldini C, Nanni M, Traina F, et al. Surgical treatment of hallux valgus associated with flexible flatfoot during growing age. *Int Orthop.* 2016;40:737–743.
- Gur G, Ozkal O, Dilek B, et al. Effects of corrective taping on balance and gait in patients with hallux valgus. *Foot Ankle Int.* 2017;38(5):532–540.
- Heo H, Koo Y, Yoo W. Comparison of selective activation of the abductor hallucis during various exercises. *J Phys Ther Sci.* 2011;23(6):915–918.
- Heylings D. Hallux valgus and abductor hallucis personal thoughts on their connection. *Chiropodist.* 1900:162–164.
- Incel NA, Genc H, Erdem HR, et al. Muscle imbalance in hallux valgus: An electromyographic study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003;82(5):345–349.
- Kang S, Choung S, Shim J. The effects of ultrasound imaging visual feedback during toe-spread-out exercise in subjects with hallux valgus. *Phys Ther Kor.* 2016;23(3):21–28.
- Karabicak GO, Bek N, Tiftikci U. Short-term effects of kinesiotaping on pain and joint alignment in conservative treatment of hallux valgus. *J Manipulative Physiol Ther.* 2015;38(8):564–571.
- Kim K. The effects of exercise on physical and rear foot deformities in gifted youth athletes. *J Korean Edu Assoc Girls and Woman.* 2011;2:181–193.
- Kim M, Kwon O, Kim S, et al. Comparison of muscle activities of abductor hallucis and adductor hallucis between the short foot and toe-spread-out exercises in subjects with mild hallux valgus. *J Back Musculoskelet rehabil.* 2013;26(2):163–168.
- Kim M, Yi C, Weon J, et al. Effect of toe-spread-out exercise on hallux valgus angle and cross-sectional area of abductor hallucis muscle in subjects with hallux valgus. *J phys ther sci.* 2015;27(4):1019–1022.
- Kong I, Eom J, Chae S, et al. Changes in muscle activity and contraction rate in patients with hallux valgus using mulligan taping. *PNF Mov.* 2024;22(2):243–255.
- Liebenson C. Sensory-motor training—an update. *J Bodyw Mov Ther.* 2005;9(2):142–147.
- Neumann DA. Neumann’s kinesiology of the musculoskeletal system: Neumann’s kinesiology of the musculoskeletal system—E-book. *Elsevier Health Sciences*;2024.p.636–38
- Robb KA, Sutherland K, Perry SD. Normative extensor hallucis brevis muscle activity during locomotion following the development of a novel ultrasound-guided fine-wire electromyography protocol. *J Appl Biomech.* 2024;40(6):477–483.
- Song J, Kim Y, Kim J, et al. Effect of application methods of stretching exercise on angular variation and muscle activation changes in the hallux valgus. *J Korean Soc Integr Med.* 2015;3(4):29–35.
- Vanore JV, Christensen JC, Kravitz SR, et al. Diagnosis and treatment of first metatarsophalangeal joint disorders. section 2: Hallux rigidus. *J Foot Ankle Surg.* 2003;42(3):124–136.