

편평발에서 Low-dye 테이핑이 한발 서기 동안 근활성도 변화에 미치는 영향

박민철[†]

부산가톨릭대학교 물리치료학과

The Effect of Low-dye Taping on Muscle Activity during Single-leg Standing in People with Flatfoot

Min-Chull Park, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

Received: August 6, 2013 / Revised: September 23, 2013 / Accepted: September 30, 2013

© 2013 Journal of the Korean Society of Physical Medicine

| Abstract |

PURPOSE: This study was performed to investigate the effect of Low-dye Taping on muscle activity during single-leg standing in subjects with flexible flatfoot.

METHODS: Thirteen able-body volunteers who had flexible flatfoot were recruited for this study. Subjects were measured navicular drop test to evaluate pronation of foot and muscle activity during single-leg standing before and after taping. The muscle activity was recorded using surface EMG from the tibialis anterior and the peroneus longus during single-leg standing on stable and unstable surface.

RESULTS: The results show that the navicular drop height and the tibialis anterior muscle activity were significantly decreased after Low-dye taping.

CONCLUSION: The results suggest that Low-dye taping could be useful in managing overuse of the tibialis anterior by reducing their level of activation during single-leg standing.

Key Words: Low-dye taping, Tibialis anterior, Flexible flatfoot, Single-leg standing

I. 서론

발의 뼈, 인대, 근육은 몸무게를 지탱하고 걷는데 적합하게 배열되어 있고, 7개의 발목뼈로 구성되어 있으며 서로 관절하여 체중을 받쳐주고 다양한 지지면 위에서 신체의 안정성을 유지하기 위해 일정한 형태의 굽이를 형성하고 있는데 이를 발바닥 활(plantar arch)이라 한다. 인간은 안쪽, 중간, 가쪽 췌기뼈와 입방뼈 그리고 발허리뼈 바닥으로 구성된 1개의 가로 발바닥활과 발뒤꿈치뼈, 목말뼈, 발배뼈, 췌기뼈 및 안쪽 3개의 발허리뼈를 잇는 안쪽 세로 발바닥활, 그리고 발꿈치뼈, 입방뼈 및 가쪽 2개의 발허리뼈를 잇는 가쪽 세로 발바닥활 등 3개의 발바닥 활이 있다(Houglum과 Bertoti, 2012).

두발로 서 있을 때 체중은 목말발배관절(talonavicular joint) 영역을 통과해 지나가는데 이로 인해 목말뼈를 아래로 누르고 안쪽 세로활을 편평하게 만드는 경향이 있다. 편평발(pes planus or flat foot)은 안쪽 세로활이 만성적으로 내려가거나 비정상적으로 낮아진 것을 의미하는데 발바닥근막, 스프링인대, 뒤정강근힘줄의 과신장 등에 의해 초래될 수 있다(Houglum과 Bertoti, 2012; Neumann, 2010).

[†]Corresponding Author : mcpark@cup.ac.kr

임상에서는 다양한 방법으로 편평발의 유무를 확인하고 있다. 이중 가장 흔히 사용하는 방법이 발배뼈 하강검사(NDT, navicular drop test)이다. 발배뼈 하강검사는 체중부하 상태에서 바닥부터 발배뼈의 높이를 측정 후 다시 이완된 자세로 체중을 부하하지 않은 상태에서 발배뼈 높이를 측정하여 발의 옆침 정도를 검사하기 위한 것으로 10mm 이상 차이를 나타내면 비정상적으로 간주한다(Magee, 2010).

편평발은 인대 그리고 발바닥근막의 과신장과 약화를 초래하여 체중을 수용하고 분산시킬 수 있는 능력이 결여되기 때문에 외재근들에 의한 과도한 보상작용이 발생하며 이로 인한 과사용 증후군과 발의 불균형 등이 초래될 수 있다(Neumann, 2010). 인간의 발과 발목은 자세 조절이나 균형 유지에 있어 일차적인 기능을 수행한다(Shumway-Cook과 Woollacott, 2001). 그러므로 발과 발목의 비정상적인 정렬을 초래하는 편평발은 발의 고유수용성 감각의 입력변화와 하지의 정렬변화 그리고 근활성의 변화를 초래하게 되어 보행 및 척추 질환에도 영향을 미치게 된다.

이에 수술적 교정, 근력 강화, 스트레칭, 보조기, 도수 교정, 테이핑 요법 등 편평발을 해결하고자 하는 다양한 임상적 중재가 제공되어 왔다. 이중 Low-dye 테이핑 요법은 발의 세로할 높이 증가, 발배뼈의 높이 조절 등을 목적으로 적용되는 기법이다(Franettovich 등, 2012; Hertling과 Kessler, 2006; Kim, 2012; Lee, 2005). Low-dye 테이핑은 1940년대에 R. Dye 박사에 의해 처음 소개되었으며 최근 들어 국내에서도 보행 중에 발생하는 운동형상학적 변화와 족저압력 변화 그리고 균형능력 변화 등에 관한 연구들이 발표되고 있지만(Kim, 2012; Lee, 2005), 하지의 근활성도의 변화에 대한 연구는 부족한 실정이다.

특히 한발 서기는 보행 중에 한쪽으로 체중이 가장 많이 부하되는 한 시점이며 임상에서 고유수용성 감각 및 균형 능력을 평가하는 가장 흔한 방법이다. 그러므로 한발 서기 동작을 유지하는 것은 균형과 보행에 있어 가장 기초가 되는 자세라 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 발배뼈 하강 검사를 통해 유연성 편평발이 있는 것으로 판명된 대상자를 통하여 Low-dye 테이핑 적용 전과

후의 하지 근활성도를 측정하여 편평발의 교정을 위한 기초자료를 마련하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구에 대한 취지와 진행 방법 그리고 의의에 대해 설명하고 이에 자발적으로 참여를 동의한 20~30대 성인 남녀 39명 중 최근 6개월간 발목과 발에 통증을 경험하지 않았으며 한발 서기에 문제가 없고 발배뼈 하강검사를 통해 유연성 편평발이 있는 것으로 판명된 13명을 대상으로 하였다.

2. 측정자세 및 절차

1) 한발 서기

대상자들은 양팔을 편 상태로 90도 굽힘, 0도 벌림한 상태에서 맨발로 한발 서기를 실시하였다. 동전 던지기를 이용하여 무작위로 안정 지면과 불안정 지면에서 각각 한발 서기를 5초간 실시하였으며 이후에 Low-dye 테이핑을 실시한 후 전과 동일한 순서로 한발 서기를 실시하였다. 안정 지면에서의 한발 서기는 일반 바닥재 위에서 실시하였으며 불안정 지면 위에서의 한발 서기는 AIREX Balance Pad Elite (TOGU, Swiss) 위에서 실시하였다.

2) Low-dye 테이핑

Low-dye 테이핑은 Battlewin 테이핑 테이프(NICHIBAN, Japan)를 이용하였으며 Yoho 등(2012)의 연구를 바탕으로 하여 대상자들에게 적용하였다. 대상자의 발목을 중립자세로 위치시킨 후 longitudinal anchor strip을 다섯 번째 발허리뼈에서 시작하여 첫 번째 발허리뼈의 머리까지 발의 외측면을 따라 잡아 당겨 부착하였다. 이후에 transverse arch support strip을 발바닥면을 따라 바깥쪽에서 안쪽으로 잡아 당겨 부착하였으며 발꿈치뼈의 앞쪽에서 발허리뼈의 머리부분까지 중첩하여 부착하였다. 마지막으로 transverse arch support strip을 보강해

주기 위하여 longitudinal anchor strip을 추가로 적용하였다(Yoho 등, 2012)

3. 근활성도 측정

한발 서기 동안 앞정강근, 긴종아리근의 근활성도 측정은 표면 근전도 MP150 (BIOPAC System Inc., USA)을 이용하였다. 각각 한발 서기를 실시하는 동안 수집된 아날로그 신호는 Acqknowledge 3.7.3(BIOPAC System Inc. Santa Babara, USA) 소프트웨어를 통해 실효평균값(RMS, root mean squre)을 구한 후 5초 중 가운데 3초의 값을 각각의 근육에 대한 최대 수의적 등척성 근수축에 대한 비율(%MVIC)을 이용하여 분석하였다.

4. 자료처리 및 분석

수집된 자료는 SPSS Win 21 통계 프로그램을 이용하여 통계 처리하였다. 대상자의 일반적 특성은 백분율과 빈도분석을 이용하였으며 테이핑 전과 후의 발배뼈 위치와 안정 지면과 불안정 지면에서 테이핑 전과 후의 근활성도의 차이는 Wilcoxon 부호순위 검정을 실시하였다. 통계적 유의수준 $\alpha = .05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 남자 5명, 여자 8명이었고, 평균 나이는 21.53±1.89세, 평균 키는 167.76±6.72 cm, 몸무게는 61.00±12.20 kg이었다.

2. Low-dye 테이핑 전후의 발배뼈 하강 검사 결과

발배뼈 하강 검사 결과 Low-dye 테이핑 전 1.07±0.03cm에서 테이핑 적용 후 0.43±0.02cm으로 유의한 감소가 있었다(Table 1).

Table 1. Comparison of NDT before and after taping

	before taping	after taping	z	p
NDT (cm)	1.07±0.03	0.43±0.02	-3.192	.001*

Mean ± SE, *: p<.05, NDT: navicular drop test

3. 안정 지면에서 Low-dye 테이핑 전후의 근활성도 차이

안정 지면에서 한발 서기 수행 시 Low-dye 테이핑 적용 전과 후의 근활성도를 측정한 결과 앞정강근과 긴종아리근 모두 근활성도가 감소하는 경향을 나타내었으나 앞정강근에서만 유의한 감소를 나타내었다(Table 2).

Table 2. Comparison of muscle activities during one-leg standing on the stable ground (%MVIC)

	before taping	after taping	z	p
TA	25.33±3.55	15.00±1.71	-2.621	.009*
PL	40.19±7.54	40.13±6.09	-.175	.861

TA: tibialis anterior, PL: peroneus longus, Mean ± SE, *: p<.05

4. 불안정한 지지면에서 Low-dye 테이핑 전후의 근활성도 차이

불안정한 지지면에서 한발 서기 수행 시 Low-dye 테이핑 적용 전과 후의 근활성도를 측정한 결과 앞정강근과 긴종아리근 모두 근활성도가 감소하는 경향을 나타내었으나 앞정강근에서만 유의한 감소를 나타내었다(Table 3).

Table 3. Comparison of muscle activities during one-leg standing on the unstable ground (%MVIC)

	before taping	after taping	z	p
TA	35.89±4.94	22.60±2.69	-2.970	.003*
PL	47.95±10.20	41.49±7.20	-1.013	.311

TA: tibialis anterior, PL: peroneus longus, Mean ± SE, *: p<.05

IV. 고찰

Low-dye 테이핑은 R. Dye 박사에 의해 발의 과도한 옆침을 제어할 수 있는 방법으로 제시된 중재방법이다. van Lunen 등(2011)은 Low-dye 테이핑의 적용이 족저근막염 환자의 통증 감소에 영향을 줄 수 있다고 하였으

며, Franettovich 등(2012)은 후경골근의 근활성을 감소시킬 수 있다고 하였다. 또한 Cheung 등(2011)은 메타분석을 통해 다양한 종류의 테이핑 요법이 발의 정렬 회복에 주는 영향을 줄 수 있지만 개인의 활동형태와 환자의 특징에 따라 조금씩 다른 양상을 보일 수 있다고 하였다. 또한 O'Sullivan 등(2008)은 Low-dye 테이핑 적용이 보행 중 하지 지지가 동안 족저압력과 옆침 정도에 변화를 초래한다고 하였다. 국내에서 역시 최근에 와서 Low-dye 테이핑을 적용하여 보행 중 나타나는 운동형상학적 변화와 족저압력 분포(Kim, 2012), 그리고 발배뼈의 정렬과 균형(Lee, 2005)에 대한 연구들이 보고되고 있지만 널리 일반화되어 있지는 않다. 더욱이 균형과 보행에 있어 가장 기초가 되는 동작인 한발서기에 대한 연구는 특히 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 Low-dye 테이핑이 발배뼈 하강 정도에 미치는 영향과 더불어 한발 서기 동안 안정 지면과 불안정 지면에서 편평발을 가진 대상자들의 근활성도를 측정하고 Low-dye 테이핑 적용 후의 변화 정도를 확인하고자 수행되었다.

Lange 등(2004) 10mm 이상의 발배뼈 하강을 가진 대상자들에게 Low-dye 테이핑 적용 결과 옆침 발생의 정도가 감소되었다고 하였다. Kim 등(2011) 또한 6주간의 활지지 테이핑(arch support taping)이 발배뼈 하강 높이를 감소시켰다고 하였으며 테이핑의 적용 방향이 가쪽에서 안쪽으로 잡아 당겨 옆침에서 뒤침 방향으로 적용하여 안쪽 세로 활을 받쳐주기 때문이라 하였다. 본 연구 결과에서도 Low-dye 테이핑 적용 전 발배뼈 하강 검사의 측정값이 1.07 ± 0.03 cm에서 테이핑 적용 후 0.43 ± 0.02 cm으로 0.64 cm 유의하게 감소되었다. 이러한 결과는 선행연구에서와 같이 비탄력 테이프를 이용한 low-dye 테이핑이 체중 부하 시 발의 안쪽 세로활을 지지하여 과도한 옆침을 방지하는데 영향을 주었다고 여겨진다.

편평발이 있는 사람은 발바닥 근막, 스피링인대 등 결합조직이 과신장되거나 약화되어 장력의 결여가 발생하기 때문에 이를 보상하기 위하여 내재근들과 외재근에서의 능동적인 활동이 작용하게 된다(Neumann, 2010). 또한 Murley 등(2009)도 걷기 동안 접촉 단계에서

편평발 그룹의 앞정강근의 근활성도가 증가하고 긴 종아리근의 근활성도는 감소한다고 하였으며 이러한 근활성도의 차이는 안쪽 세로 활의 과부하를 줄이기 위한 신경근의 보상작용이라 하였다. 반면에, Franettovich 등(2008)은 반 옆침 테이핑이 발바닥 활의 높이를 증가시키고 앞정강근과 뒤정강근의 활성도를 감소시킨다고 하였으며 이것은 테이핑이 발목과 발의 주요 근육에 주어지는 부하를 경감시키는 역할을 하는 근거가 될 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 한발 서기 시 Low-dye 테이핑 적용 전과 적용 후에 앞정강근의 근활성도가 안정 지면에서는 10.33 %MVIC, 불안정 지면에서는 13.29 %MVIC 감소하였다. 앞정강근은 정강뼈 몸통과 가쪽 관절 용기에서 안쪽 췌기뼈와 첫 번째 발허리뼈 바닥에 부착되어 있고(Houglum과 Bertoti, 2012; Neumann, 2010), 운동학적으로 돌림축의 바로 안쪽을 통과하기 때문에 목말밑 관절(subtalar joint)의 안쪽들림(inversion)을 일으키고 안쪽 세로활에 대한 지지를 제공하며, 목말발배관절(talonavicular joint)의 안쪽들림과 모음에도 작용하는 근육이다(Neumann, 2010). 따라서 한발 서기를 하는 동안 Low-dye 테이핑 적용 후 앞정강근의 근활성도 감소는 발배뼈 하강으로 인해 감소된 안쪽 세로활이 테이핑 적용으로 인해 상승되고 지지됨으로써 앞정강근의 목말밑 관절 안쪽들림과 안쪽 세로활 지지를 위한 과도한 작용이 감소시켰기 때문이라 여겨진다.

Bandholm 등(2008)은 MTSS(medial tibial stress syndrome or shin splint)를 가진 대상자에서 발배뼈의 하강 정도와 안쪽 세로활의 변형이 증가되어 있다고 하였다. 또한 Sahrman(2011)은 옆침 증후군(pronation syndrome)은 개인의 체중지지 활동 동안에 발과 발목에서 발생하는 과도한 옆침에 의해 발생하며 발바닥 근막과 앞정강근/힘줄 등에 증상의 근원이 있다고 하였다. 이러한 증상은 옆침운동에 저항하기 위한 근육의 노력으로부터 전달되는 과도한 장력에 의해 충격을 받는 조직들과 과도한 관절 위치의 결과로 인하여 압박을 받는 조직들의 손상에 의해 발생할 수 있다고 하였다. 특히 앞정강근에 발생하는 통증은 흔히 정강이 통증(shin splint)라 부르며 근육이 발바닥쪽 굽힘을 조절하기 위해 신장성으로 작용할 때 나타난다고 하였다. 비

록 본 연구가 발목과 발에 통증을 호소하지 않으면서 유연성 편평발을 가진 성인 남녀를 대상으로 시행되어 족으므로 발배뼈의 하강 위치나 Low-dye 테이핑의 적용 유무가 MTSS나 옆침 증후군에 어떠한 영향을 주는지를 규명할 수는 없었다. 그러나 본 연구의 결과에서 나타난 것처럼 Low-dye 테이핑이 체중부하 시 과도하게 변화되는 발배뼈의 위치를 지지하고 앞정강근의 근활성도를 감소시키는 데 효과가 있다면 향후 발배뼈의 위치 또는 안쪽 세로활의 과도한 변형으로 인해 발생하는 MTSS 또는 옆침 증후군을 예방하거나 치료하는 데에도 효과적인 중재 방법이 될 수 있음을 간접적으로 시사한다고 볼 수 있을 것이다.

두 발을 딛고 직립 보행을 하는 인간에 있어 발은 자세와 균형 조절에 가장 중요한 신체 부위의 한 영역이다. 인간의 뼈대와 근육은 서로 밀접한 운동 연쇄를 이루고 있기 때문에 한분절의 불균형은 인접한 다른 분절에 영향을 미치게 된다(Houglum과 Bertoti, 2012). 특히 발과 발목과 같이 체중부하를 직접적으로 받는 중요한 관절에 있어서 그 영향은 더욱 크다고 할 수 있다. 따라서 본 연구를 통해 편평발을 가진 대상자의 한발 서기 동작 동안 테이핑 적용에 따른 근활성도의 차이를 비교하는 것은 향후 편평발로 인해 나타날 수 있는 과도한 근육의 작용과 인접 관절의 변형을 방지하고 편평발을 교정하기 위한 치료적 중재의 근거를 마련할 수 있는 기초 자료가 될 수 있을 것이다. 향후 많은 대상자 수와 다양한 연령층 그리고 장기간의 관찰은 물론 무릎, 엉덩관절 등 인접관절과의 관련성이 포함된 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구의 결과를 통해 Low-dye 테이핑의 적용은 안쪽 세로활을 지지하고 앞정강근의 과도한 사용을 감소시키는 효율적인 방법이 될 수 있음을 알 수 있었다.

Acknowledgment

본 논문은 2012년도 부산가톨릭대학교 교내학술 연구비 지원에 의하여 수행된 것임.

References

- Bandholm T, Boysen L, Hugaard S, et al. Foot medial longitudinal-arch deformation during quiet standing and gait in subjects with medial tibial stress syndrome. *J Foot Ankle Surg.* 2008;47(2):89-95.
- Cheung RT, Chung RC, Ng GY. Efficacies of different external controls for excessive foot pronation: a meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2011;45(9):743-51.
- Franettovich M, Chapman A, Vicenzino B. Tape that increases medial longitudinal arch height also reduces leg muscle activity: a preliminary study. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(4):593-600.
- 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.
- Hertling D, Kessler RM. Management of common musculoskeletal disorders. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2006.
- Houglum PA, Bertoti DB. Brunnstrom's Clinical kinesiology. 6th ed. F.A. Davis. 2012.
- Kim MS. Changes of inversion angle of ankle joint and foot pressure on individuals with flexible platypodia by low-dye taping. Catholic University of Pusan. 2012.
- Kim TH, Koh EK, Jung DY. The effect of arch support taping on plantar pressure and navicular drop height in subjects with excessive pronated foot during 6 weeks. *J Korean phys med.* 2011;6(4):489-96.
- Lange B, Chipchase L, Evans A. The effect of Low-Dye taping on plantar pressures, during gait, in subjects with

- navicular drop exceeding 10 mm. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004 Apr;34(4):201-9.
- Lee JH. The effect of low-dye taping technique on navicular bone height of foot and balance. *Journal of Korean Society of Sports Physical Therapy.* 2005;1(1):39-47.
- Magee DJ. *Orthopedic physical assessment.* 5th ed. Elsevier Korea LLC. 2010.
- Murley GS, Menz HB, Landorf KB. Foot posture influences the electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *J Foot Ankle Res.* 2009;26(2):35.
- Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system,* 2nd ed. Elsevier Korea LLC. 2011.
- O'Sullivan K, Kennedy N, O'Neill E, et al. The effect of low-dye taping on rearfoot motion and plantar pressure during the stance phase of gait. *BMC Musculoskeletal Disord.* 2008;18(9):111.
- Sahrmann S. *Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines.* Elsevier Korea LLC. 2011.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control.* 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2001
- Van Lunen B, Coetes N, Andrus T, et al. Immediate effects of a heel-pain orthosis and an augmented low-dye taping on plantar pressures and pain in subjects with plantar fasciitis. *Clin J Sport Med.* 2011;21(6):474-9.
- Yoho R, Rivera JJ, Renschler R, et al. A biomechanical analysis of the effects of low-dye taping on arch deformation during gait. *Foot (Edinb).* 2012;22(4):283-6.