

신장운동의 적용방식이 무지외반증의 각도와 근활성도 변화에 미치는 영향

송지영¹ · 김윤희 · 김주리 · 안은혜 · 유지호 · 김성용 · 정찬주 · 양희송 · 유영대 · 배세현^{2*}
¹청암대학교 물리치료과, ^{2*}동신대학교 물리치료학과

Effect of Application Methods of Stretching Exercise on Angular Variation and Muscle Activation Changes in the Hallux Valgus

Song Jiyeong, PT¹ · Kim Younhee, PT · Kim Juri, PT · An Eunhye, PT · You Jiho, PT · Kim Sungyong, PT · Jeong Chanjoo, PT, Ph.D · Yang Hoesong, PT, Ph.D · Yoo Youngdae, PT, Ph.D · Bae Seahyun, PT, Ph.D^{2*}

¹Dept. of Physical Therapy, Cheongam College

^{2*}Dept. of Physical Therapy, Dongshin University

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to effect of application methods of stretching exercise on angular variation and muscle activation changes in the hallux valgus.

Method : This study was performed on twenty subjects. Twenty subjects were divided into two groups; Agonist Contraction(AC)(n=10), Hold-relax with Agonist Contraction(HR-AC)(n=10). Both of the group performed the exercise 5 times a week for 6 weeks. The data was analyzed by the paired t-test for comparing before and after changes of factors in each group and the independent t-test for comparing the between groups.

Result : In the within group comparisons, HR-AC group abductor hallucis muscle activity showed significant difference between before and after the intervention($p<0.01$). And all the two groups, there were significant decreased in hallux valgus angle($p<0.01$). In the comparison of the two groups, there were significant difference among the two groups in abductor hallucis muscle activity($p<0.01$).

Conclusion : The findings of this study, we found that the HR-AC technique were more effective than AC technique in increase in abductor hallucis muscle activity.

Key Words : agonist-contraction, deformity, hallux valgus, hold-relax

✉교신저자 :

배세현 qbseadp@naver.com, 061-330-3632

I. 서 론

무지외반증(Hallux valgus)은 유병률이 높은 질환이다. 이는 제1발허리뼈에 대하여 엄지발가락의 가쪽힘과 제1발허리발가락관절의 진행성 아탈구를 포함한다(Bock 등, 2004). 무지외반증은 제1발허리발가락관절에서 몸쪽 엄지발가락이 가쪽으로 과잉 변형되고, 제1발허리뼈는 안쪽으로 기울어져 제2발허리뼈와 떨어져 있으며, 제1발허리뼈 머리부의 내측비대와 다른 발가락들에서도 변형이 나타나는 복합적인 질환으로 무지외반증은 증상이 나타나지 않는 경우도 있지만 때로는 엄지발가락에 심한 통증을 동반하여 환자에게 상당한 고통을 주기도 한다(Easley & Trnka, 2007).

무지외반증은 당장 생명을 위협하는 질환이 아니어서 무지외반각이 커 무지외반증이 심하더라도 증상 없이 지내는 경우가 많기 때문에 특별한 치료를 하지 않고 방치하는 대표적인 발 질환중 하나이다. 엄지발가락의 굽힘근이 별립근으로 작용하여 엄지발가락의 안쪽 돌림을 유도하거나 종자뼈의 가쪽 아탈구를 조장시킬 수 있다. 이로 인해 제2, 제3, 제4발허리뼈가 아래쪽으로 이동되고 제1과 제5발허리뼈는 위쪽으로 이동되어 가로아치가 사라지게 되고 발가락신경이 압박되어 몰튼신경증 등을 유발하거나 발허리뼈머리밑 피부에 굳은살을 발생시킬 수 있으므로 무지외반증은 적절한 시기에 예방과 치료가 필요하다(Bock 등, 2004; Easley & Trnka, 2007)

무지외반증의 발생요인은 외적요인, 내적요인, 신체적 요인으로 나뉘는데 외적요인은 굽이 높고 좁은신발, 장기간의 체중부하 등이 있으며, 내적요인으로는 유전적 요인, 성별이 있고 신체적요인에는 인대 이완성, 나이, 원발성 발허리뼈 내반, 발허리뼈 모양, 평편족, 기능적 엄지발가락 강직증, 아킬레스건 단축 등이 있다(Perera 등, 2001). 신체적요인중 유년기환자의 70%정도에서 경미한 인대이완성이 관찰된다(Kato & Watanabe, 1981). Humbert 등(1979)에 의하면 원발성 발허리뼈 내반이 있는 경우 엄지별립근이 아래로 아탈구 되어 기능을 상실하게 되며 이로 인해 발생할 수 있다고 주장하였다. 또한 제1발허리뼈의 길이가 긴 경우 제1발허리발

가락관절이 휘어지게 되어 발생하게 된다(대한정형외과 학회, 2002). 안쪽 종자뼈 및 안쪽 측부인대는 안쪽의 중요한 지지 구조물인데 이들의 기능소실은 무지외반증 초기에 관찰되는 소견이다(Heden & Sorto, 1981).

제1발허리뼈는 안쪽으로 향하게 되고 종자뼈는 가쪽으로 아탈구되게 되며 몸쪽발가락뼈는 외반위치에 놓이게 되는데 몸쪽발가락뼈 바닥부가 종자뼈, 심부황인대 및 엄지발가락모음근과 유착되어 단축되게 된다. 종자뼈가 아탈구 되면서 발허리뼈머리의 연골이 손상되며 엄지발가락이 회내전을 일으키면서 엄지발가락편근 및 굽힘건은 활시위 효과에 의해 외반변형을 더욱 가중시키고 변형에 저항하는 기능을 소실하게 된다(Wilson, 1980).

무지외반증의 치료에는 대부분 수술요법과 보조기 착용이 처방되고 있으며, 일부에서는 신발이나 안창조절, 운동을 통해 무지외반증을 교정하려는 시도가 있다. 발허리뼈절골술은 무지외반증으로 인해 나타나는 발변형이나 통증치료에 효과적인 것으로 알려져 있다(Hewitt 등, 1953).

그러나 회복기간이 길고, 또 비용이 비싸며, 관절염과 같은 관절질환이 있는 경우에는 적용하지 못하는 문제점이 있고 재발률이 높은 것으로 보고되고 있다(Geissele & Stanton, 1990). 이와 같이 다양한 보존적 방법들이 있으나 무지외반증에 있어 엄지 발가락 모음근의 신장운동이 변형된 각도에 영향을 주는지에 대한 선행연구는 거의 없다.

Janda(1994)에 의하면 근육의 불균형과 긴장이 지속 되면 근력이 점차 약화되는 방향으로 진행되고 점차 심화된다고 하였다.

이에 본 연구는 신장운동방법 중 유지이완(Hold-relax)과 주동근 수축(Agonist-contraction)방법을 수정해 단축된 엄지발가락 모음근에 적용하여 발변형 각도와 엄지별립근의 근 활성화도 변화를 관찰하여 무지외반증에 어떤 신장운동이 효과적인 방법인지 알아보 고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구기간 및 연구대상자

본 연구의 대상자는 2014년 5월~2014년 6월까지 주 5회씩 6주간 전남 순천 C대학의 학생을 대상으로 실시하였다. 구체적인 연구대상자 선정 기준은 다음과 같다.

- 1) 무지외반증의 통증이 3개월 이상 발생된 자
- 2) 무지외반각이 중등도 단계인 20~40° 인 자
- 3) 신경외과적 질환이나 심한 근골격계 장애가 없는 자
- 4) 무지외반증으로 수술을 받은 적이 없는 자
- 5) 엄지발가락 신장운동을 받아본 경험이 없는 자
- 6) 무지외반증외 다른 족부질환과 하지질환이 없는 자
- 7) 본 연구에 자발적으로 동의한 자

X-ray상 중등도의 무지외반증으로 진단받은 자(Kim, 2013), 20명을 무작위로 실험군 10명과 대조군 10명으로 나누어 실시하였으며, 일반적 특징은 표 1과 같다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=20)

군	성별 (여/남)	나이	신장 (Cm)	체중 (Kg)
AC	6/4	21.4±1.5	165±3.8	52.8±6.1
HR-AC	7/3	20.5±0.5	163.4±3.2	56.8±4.4

평균±표준편차



그림 1. AC 운동방법

2. 운동방법

본 연구의 운동 방법으로 정적 신장 기법, 동적 신장 기법을 이용하였다. 모든 운동은 치료사와 연구대상자가 1대 1로 실시하였고, 준비운동, 본 운동, 마무리운동 순으로 주 5회, 6주간 총 30회 실시되었다. 각 군의 구체적인 운동방법은 다음과 같다.

1) 준비운동 및 마무리 운동

본 운동 시 대상작용으로 발목에 무리가 가지 않게 하기위해 발목운동을 각각 10회씩 3세트 실시 후, 발목 힘이 아닌 엄지발가락근(abductor hallucis muscle)의 움직임 익힐 수 있도록 교육을 시킨다.

2) AC 운동법

연구대상자를 앉히고 양쪽 발꿈치를 붙이고 2개의 세라밴드를 양쪽 엄지발가락에 걸고 대상자에게 엄지발가락 벌림을 지시한다. 이때 엄지발가락 벌림에 저항을 가해 엄지발가락근의 수축을 유발한다. 운동은 30초 유지, 15초간 휴식 총 20세트를 15분간 실시한다(그림 1).

3) HR-AC 운동법

연구대상자를 앉히고 양쪽 발꿈치를 붙이고 1개의 세라밴드를 양쪽 엄지발가락에 걸어 일정한 저항을 준다. 대상자는 저항에 대항하여 엄지모음근(adductor hallucis muscle)을 수축시켜 등척성수축이 유지되도록 한 후 엄지모음근을 연장시키기 위해 능동적으로 벌림을 하게 한다. 운동은 등척성 수축은 25초 유지, 능동적 벌림은 5초, 휴식은 15초간 총 20세트를 15분간 실시한다(그림 2).

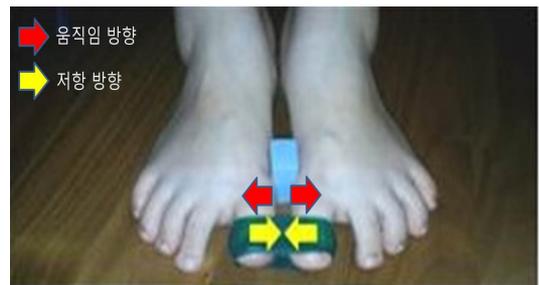


그림 2. HR-AC 운동방법

3. 측정방법

1) 근전도 검사(electromyography,EMG)

연구자는 실험 전·후의 엄지벌림근 변화를 비교하기 위해 EMG를 이용하여 측정하였다. 측정하려는 발의 엄지벌림근육에 EMG 패드를 붙이고, 엄지벌림근에 저항을 주어 근수축을 유지하게 한다. 측정시간은 총 14 초로 그 중 시작과 끝 각각 2초씩은 제외한다(그림 3). 모든 측정은 총 3번 측정하여 평균값을 사용하였다.



그림 3. EMG 패드 부착

2) 방사선 촬영(X-ray)

연구자는 실험 전·후의 발 변형 각도변화를 비교하기 위해 X-ray를 이용하여 측정하였다. 무지외반각도는 제 1중족지골과 근위지골의 정중을 중으로 잇는 선 사이의 각도를 말하며, 정상범위는 15°이하이다(그림 4).



그림 4. X-ray상 무지외반각

4. 분석방법

본 연구의 자료 분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences) 18.0 ver를 이용해 산출된 자료를 군내의 운동 전·후 차이를 알아보기 위해 대응표본검정 (paired t-test)을 적용하였고, 군 간의 차이를 알아보기 위해 독립표본검정(independent t-test)를 적용하였다. 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 엄지벌림근육의 근 활성화도 변화

AC, HR-AC군의 엄지벌림근의 활성화도의 변화를 측정 한 결과 AC군은 평균값이 0.03 μ V에서 0.04 μ V로, HR-AC군은 평균값이 0.02 μ V에서 0.05 μ V로 두 군 모두 근 활성화도가 증가 하였으나, HR-AC군에서 통계적으로 유의한 증가를 나타내었다($p<0.05$).

운동 전, 후 엄지벌림근의 군간 근활성도 변화량 비교 결과 HR-AC군은 0.03 μ V으로 AC군의 0.01 μ V보다 더 증가 하였으며 통계학적으로 두 군 간에 유의한 차이를 나타내었다($p<0.05$)(표 2).

2. 운동 전·후 무지외반각의 X-Ray 변화

운동 후 무지외반각의 비교 결과 AC군은 평균값이 25.8°에서 19.5°로, HR-AC군은 평균값이 29.2°에서 21.1°로 두 군 모두 무지외반각이 감소하였으며 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다($p<0.05$).

운동 전, 후 군간 각도 변화량 비교 결과 HR-AC군은 -8.10°로 AC군의 -6.30° 보다 더 큰 감소를 보였으나 통계학적으로 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p>0.05$)(표 3).

표 2. 엄지벌림근 활성화도 변화

(Unit: μ V)

Group	AC	HR-AC	t ²⁾
Pre	0.03±0.01	0.02±0.01	
Post	0.04±0.01	0.05±0.03	
t ¹⁾	-2.04	-4.48**	
Change Value	0.01±0.01	0.03±0.02	-3.22**

평균±표준편차 **p<0.01

t¹⁾: paired test t value

t²⁾: independent test t value

표 3. 무지외반의 X-Ray 각도 변화

(Unit: °)

Group	AC	HR-AC	t ²⁾
Pre	25.8±5.51	29.2±4.42	
Post	19.50±3.17	21.10±4.18	
t ¹⁾	3.52**	7.50***	
Change Value	-6.30±5.66	-8.10±3.41	-0.86

평균±표준편차 **p<0.01, ***p<0.001

t¹⁾: paired test t value

t²⁾: independent test t value

IV. 고 찰

무지외반증(Hallux Valgus)은 발의 변형에서 가장 높은 빈도를 차지하고 있으며, 여러 가지 병적인 상태, 즉 류마티스관절염 및 퇴행성 관절염에서도 높은 빈도로 발병되고 있다. 뼈 마디의 병적인 상태 이외에 지속적으로 엄지발가락에 압력을 가하는 뾰족한 구두를 오래 신은 발에서도 많이 발병되는 발의 변형이다(김태경, 1996). 또 근육학적 원인은 엄지 벌림근이 스프링처럼 작용하여 발바닥 방향으로 이동되어 기능이 약화되거나 반대로 엄지 모음근이 과다하게 움직일 때 발생된다고 하였다(Hofmann, 1925). 엄지 모음근과 엄지 벌림근에서 주동근과 길항근의 불균형도 무지 외반증의 원인이 된다고 하였다(Heylings, 1990).

그러므로 무지외반증에서 나타나는 근 불균형은 엄지 모음근의 지속적인 당김으로 인해 근 단축을 유발하고 길항되는 엄지 벌림 근육은 약화가 나타날 것이다. 또한, 단축된 근육의 반복적 사용은 중력에 의해 최대

긴장된 자세를 유지하기 때문에 근육 불균형이 더욱 악화된다고 하였다(Valli, 2004). 이러한 근육의 수축은 구조뿐만 아니라 수축 근육의 결합조직과 그 주변 조직까지 함께 단축시킴으로써 관절가동범위를 감소시키고 근육저항을 증가시킨다고 했다(Kisner & Colby, 2012).

그러므로 본 연구에서는 단축된 엄지 모음근을 신장하여 근육 불균형을 완화시켜 엄지벌림근의 근 활성화도와 무지외반각의 변화를 알아보고자 하였다. Olivo와 Magee(2006)는 HR-AC와 AC 신장 기법이 척추 앞뿔내 운동신경원 웅덩이(motor pool)의 억제력을 증가시켜 정적 스트레칭보다 관절운동범위를 더 증가시킨다고 하여, 본 연구에서도 엄지 모음근에 AC기법을 적용하는 군, HR-AC 기법을 적용하는 군으로 분리하여 무지외반증에 미치는 효과를 알아보았다.

엄지 벌림근의 근활성도의 연구 결과 두군 모두 증가하였지만, HR-AC군에서만 통계적으로 유의하였으며 군간 차이도 나타내었다. 무지외반의 각도는 두군 모두 통계적으로 유의하게 감소하는 결과를 나타내었으나 군간 차이는 발생하지 않았다.

이러한 결과가 나타난 것은 AC군의 엄지 벌림근의 구심성 수축(concentric contraction)은 수축 근육의 α -운동신경원을 활성화시키고 길항근인 엄지 모음근을 억제시키는 상호억제(reciprocal inhibition)로 설명이 가능하다(Kisner & Colby, 2012). AC군의 상호억제로 인하여 엄지 모음근의 신장이 일어나 무지외반각도도 감소한 것으로 생각된다.

HR-AC군은 엄지 모음근 등척성 수축이 골지건기관(Golgi tendon organ)의 Ib 구심성 신경섬유를 자극하여 건의 긴장성이 척수 전각으로 전달되어 엄지 모음근의 α -운동신경원을 억제하고 엄지 벌림근의 α -운동신경원을 활성화시키는 자가억제(Autogenic inhibition)를 일으키고(Chaitow, 2006), AC군과 마찬가지로 상호억제도 같이 나타내어 HR-AC군이 AC군 보다 근활성도를 더 증가 시킨 것으로 생각된다. 또한, 엄지 모음근의 근 이완으로 근력이 감소되어(Magnusson 등, 1998), 엄지 벌림근의 근활성도가 증가를 나타내어 엄지 모음근과 엄지 벌림근의 주동근과 길항근 작용의 불균형이 감소되어 무지외반각의 감소를 보인 것으로 생각된다. 즉, HR-AC군은 상호억제와 자가억제를 병행함으로써 수축 근육을 보다 효율적으로 신장시킬 수 있다는 것이다.

이러한 결과는 뒤넙다리근육에 AC기법을 적용한 연구(Marek 등, 2005), 뒤넙다리근육의 유연성 증가를 위해 정적, HR-AC 기법을 비교한 연구(Funk 등, 2003), HR-AC 기법이 뒤넙다리근의 유연성을 향상하는데 있어서 AC기법을 적용하는 것 보다 더 효과적이라는 결과를 나타낸 선행연구(Olivo와 Magee, 2006)와 일치함을 보여준다.

본 연구의 결과로 엄지모음근에 대한 AC기법과 HR-AC기법의 적용은 무지외반각을 감소시키는데 영향을 미친다고 생각된다. 그 중 무지외반증의 엄지 벌림의 근활성도 증가와 무지외반각의 감소를 효과적으로 시킬 수 있는 방법은 억제반사회로(reflex circuit)기전을 통한 HR-AC기법이라는 것을 제시하였다. 그러나 이러한 결과는 중등도의 무지외반증을 가지고 있는 대상자이기 때문에 일반화 하기는 어렵다. 그러므로 다양한 등급의 대상자에게 적용하는 연구가 필요하다.

본 연구의 제한점으로는 대상자 선정 시 무지외반증 환자를 선정하는데 어려움이 있었으며, 운동시간이 6주

로 다른 연구에 비해 짧았으며, 대상자의 통제에 어려움이 있었다.

V. 결론

본 연구는 주동근 수축(AC) 기법과 유지 이완 주동근 수축(HR-AC)기법이 무지외반을 가지는 대상자의 엄지벌림근의 근 활성도와 무지외반각의 각도변화에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

본 연구로 엄지모음근에 적용한 AC기법과 HR-AC기법 두 가지 모두 엄지벌림근의 근 활성도와 무지외반각의 각도 변화에 긍정적 영향을 미치는 것을 알 수 있었으며, 그 중 HR-AC기법이 AC기법보다 근활성도 변화에 더 효과적임을 알 수 있었다.

따라서 무지외반증 환자에게 HR-AC기법을 적용하여 근불균형을 감소시키고 무지외반각을 정상화 시키는 치료법으로 제시할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

김태경(1996). 일부 농촌지역 성인의 발 유형과 변형에 관한 연구. 한양대학교, 석사학위 논문.

대한정형외과학회(2002). 정형외과학. 서울, 최신의학사, pp. 546.

Bock P, Kristen KH, Kröner A, et al(2004). Hallux valgus and cartilage degeneration in the first metatarsophalangeal joint. J Bone Joint Surg Br, 86(5), 669-673.

Chaitow L(2006). Muscle energy techniques. Elsevier Health Sciences.

Easley ME, Trnka HJ(2007). Current concepts review: hallux valgus part 1: pathomechanics, clinical assessment, and nonoperative management. Foot Ankle Int, 28(5), 654-659.

Funk DC, Swank AM, Mikla BM, et al(2003). Impact of prior exercise on hamstring flexibility: a comparison of

- proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching. *J Strength Cond Res*, 17(3), 489-492.
- Geissele AE, Stanton RP(1990). Surgical treatment of adolescent hallux valgus. *J Pediatr Orthop*, 10(5), 642-648.
- Heden RI, Sorto LA Jr(1981). The buckle point and the metatarsal protrusion's relationship to hallux valgus. *J Am Podiatry Assoc*, 71(4), 200-208.
- Hewitt D, Stewart AM, Webb JW(1953). The prevalence of foot defects among wartime recruits. *Br Med J*, 2(4839), 745-749.
- Heylings DJA(1990). Hallux valgus and abductor hallucis personal thoughts on their connection. *Chiropodist*, 162-164.
- Hofmann G(1925). Der hallux valgus und die ubrigen Zehenverkrummungen. *Ergeb Chir Orthop*, 18, 308-376.
- Humbert JL, Bourbonniere C, Laurin CA(1979). Metatarsophalangeal fusion for hallux valgus. indications and effect on the firstmetatarsal ray. *Can Med Assoc J*, 120(8), 937.
- Kim JH(2013). Prevention and treatment of hallux valgus. *Korean Med Assoc*, 56(11), 1017-1022.
- Kato T, Watanabe S(1981). The etology of hallux valgus in Japan. *Clin Orthop Relat Res*, 157, 78-81.
- Kisner C, Colby LA(2012). Therapeutic exercise: foundations and techniques. 6th ed, Philadelphia, FA Davis.
- Magnusson SP, Aagaard P, Simonsen EB, et al(1998). A biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle. *Int J Sports Med*, 19(5), 310-316.
- Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, et al(2005). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train*, 40(2), 94-103.
- Olivo SA, Magee DJ(2006). Electromyographic assessment of the activity of the masticatory using the agonist contract-antagonist relax technique (AC) and contract-relax technique (CR). *Man Ther*, 11(2), 136-145.
- Janda V(1994). Muscles and motor control in cervicogenic disorders: assessment and management. *Physical therapy of the cervical and thoracic spine*. New York, Churchill Livingstone, pp. 195-216.
- Perera AM, Mason L, Stephens MM, et al(2001). The pathogenesis of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am*, 93(17), 1650-1661.
- Valli J(2004). Chiropractic management of a 46-year-old type 1 diabetic patient with upper crossed syndrome and adhesive capsulitis. *J Chiropr Med*, 3(4), 138-144.
- Wilson DW(1980). Treatment of hallux valgus and bunions. *Br J Hosp Med*, 24(6), 548-549.