

만성 발바닥 근막염 환자에 대한 물리치료적 접근법: 특이적 뻘침운동과 고부하 강화 운동의 효과 비교

추연기¹ · 배원식^{2*}

¹ 구포성심병원 재활치료팀 팀장, ^{2*} 경남정보대학교 물리치료과 교수

Physiotherapy Approach to Patients with Chronic Plantar Fasciitis : Comparison of the Effects of Specific Stretching Exercise and High-Load Strengthening Exercise

Yeon-Ki Choo, PT, Ph.D¹ · Won-Sik Bae, PT, Ph.D^{2*}

¹Dept. of Rehabilitation Therapy, Guposungshim Hospital, Manager

^{2*}Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor

Abstract

Purpose : This study was to investigate the effectiveness of ESWT and plantar fascia-specific stretching exercise vs ESWT and high-load strengthening exercise in patients with chronic plantar fasciitis.

Methods : The subjects were randomized to extracorporeal shock wave therapy (ESWT, for 3 weeks) and daily plantar-specific stretching (Group I : Stretch group) or ESWT and high-load progressive strength (Group II : Strength group) performed every second day. The main outcome measures were ultrasound, visual analogue scale (VAS), and Korean Foot Function Index (KFFI). The ultrasound (plantar fascia thickness), pain intensity I, II (the most painful of the day?, the pain when you first step in the morning?) and KFFI (functional performance) were compared between the groups.

Results : No significant difference was observed between the groups in the plantar fascia thickness but pain intensity I, II was significantly lower in Group 2 than in Group 1 at only 12weeks and functional performance was also significantly increased in Group 2 compared to Group 1 at only 12 weeks.

Conclusion : The high-load strengthening exercise consisting of the progressive exercise protocol, resulted in superior after 12 weeks compared with plantar-specific stretching. High-load strength exercise may aid in a quicker reduction in pain and improvements in functional performance.

Key Words : chronic plantar fasciitis, extracorporeal shock wave therapy, high-load strengthening exercise, plantar-specific stretching exercise

*교신저자 : 배원식, f452000@naver.com

논문접수일 : 2021년 1월 22일 | 수정일 : 2021년 2월 9일 | 게재승인일 : 2021년 2월 19일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

발바닥 근막염(plantar fasciitis)은 널리 알려진 근육뼈대계 문제이며, 발뒤꿈치 통증의 주요원인으로 알려져 있다(Baravarian 2009; Buchbinder 2004; Schwartz & Su, 2014). 일반적으로 발바닥 안쪽세로활(longitudinal arch)과 뒤꿈치뼈의 안쪽면에서 날카로운 통증발생을 특징으로 하며 아침 또는 장시간 비체중부하를 유지하다 처음 몇 걸음을 내딛을 때 악화되지만 보행이 진행됨에 따라 발바닥 근막의 뻘침(stretching)과 대사산물이 분산되며 감소한다. 발바닥 근막염의 병인학은 다소 불명확하지만 결과적으로 발바닥 근막 두께의 변화 즉, 두꺼워짐이 주로 나타나는데 이는 발바닥 근막에 반복적이고 과도한 뻘침 부하가 염증성 변화를 초래하고 이로 인한 콜라겐 섬유의 파괴, 섬유아세포 및 혈관의 비정상적인 증식과 같은 근육힘줄 접합부의 퇴행적 변화에 의한 것으로 보고되고 있다(Jarde 등, 2003; Lemont 등, 2003). 또한 발목 및 발가락관절의 발등굽힘 가동범위 및 근력 저하, 체질량 지수 27 kg/m² 초과, 과도한 달리기, 장시간 서 있거나 걸어야 하는 직업, 발가락 안쪽(intrinsic) 및 종아리(calf) 근육 긴장, 다리길이 차이(leg length discrepancy) 등이 증상을 악화시키는 위험요인으로 작용한다(Goff & Crawford, 2011).

발바닥 근막염에 대한 치료방법에서 수술적 요법은 보존적 요법이 실패한 경우 고려될 수 있지만, 보존적 요법 등을 통해 자가관리를 하는 환자의 약 80 % 정도에서 1년 이내 증상의 호전됨이 보고되고 있어 임상적으로 보존적 요법을 우선적 권고하여 진행하는 경우가 일반적이다(Buchbinder, 2004). 좀 더 효과적인 보존적 요법을 찾기 위한 많은 연구에서 발바닥 근막염은 활동량이 많은 운동선수 뿐만 아니라 어린이, 심지어 활동이 거의 없는 대상자에게도 발생하는 것으로 볼 때 해부학적, 생체역학적, 환경적으로 여러 가지 요인이 작용될 수 있다고 하였는데(Baravarian, 2009), 발생 요인들이 너무 다양하다 보니 이를 해결하기 위한 보존적 요법 역시 명확한 관리기준이 확립되지 못한 상태에서 여러 가지 방법을

통해 시행되고 있다. 가장 대표적인 방법은 항염증제(anti-inflammatory agents) 처치와 물리치료이며 그중 널리 사용되는 물리치료적 접근법으로는 체외충격파 치료(extracorporeal shock wave therapy; ESWT) 또는 발바닥 근막에 대한 뻘침운동, 고부하(high-load)의 강화운동과 같은 치료적 운동 중재 방법 등이 있다(Buchbinder 2004; Goff & Crawford, 2011). 체외충격파 치료는 골절 이후 뼈의 자연유합 회복에 효과가 입증되어 본격적으로 사용되었으며 세포 재생 및 재형성을 증가시키고 통증 완화, 근력 증가, 근긴장도 감소에 효과적인 치료방법으로 알려져 발바닥 근막염을 포함한 석회성 힘줄염, 가쪽위관절염 등과 같은 주요 근육뼈대계 질환 치료에 이용되고 있다(Rompe 등, 2015). 또한 American college of Foot and Ankle Surgeons(ACFAS, 2001)에서 발표한 Clinical Practice Guideline(CPG)에 따르면 유병 기간이 6개월 이상이고, 다른 보존적 치료에 호전이 없는 만성 발바닥 근막염 환자에게 수술 혹은 체외충격파 치료를 권고하였다(McPoil 등, 2008). 이렇듯 체외충격파는 다수의 선행연구를 통해 그 효과가 검증되어 임상적으로 널리 사용되고 있지만 적용 시 많은 통증을 유발하며 그 효과가 환자의 장애 및 활동 제한 등을 직접적으로 해소하여 장기적으로 기능적 회복을 도모하기에는 다소 아쉬운 점이 있다.

체외충격파 치료의 한계점을 보완해 줄 수 있는 치료적 운동 중재의 방법으로 발바닥에 특이적(specific)으로 실시하는 뻘침운동은 통상적으로 실시하는 아킬레스 힘줄 뻘침운동과 비교하여 통증 감소와 기능회복에 있어 효과적이라 하였으며 2년까지도 긍정적인 영향이 지속될 수 있다고 하였다(Digiovanni 등, 2003; Digiovanni 등, 2006; McPoil 등, 2008). 발바닥 힘줄 전체에 높은 긴장 부하를 유발하는 12주간의 고부하 강화운동은 발바닥 근막염 뿐만 아니라 유사한 병인학적 문제점을 가지는 아킬레스 힘줄과 무릎 힘줄 병증(tendinopathy) 회복에 좋은 결과를 가져다주며 때로는 뻘침운동보다 더욱 우수한 효과가 있다고 하였다(Malliaras 등, 2013). 그러나 2가지 방법의 치료적 운동 중재들은 몇몇의 연구를 통해 그 효과가 일부 입증되어 임상에서 다수의 환자들에게 교육되고 있지만 각각의 선행연구들마다 세부적인 적용방법과 대상자의 특성이 다소 상이하며 후속 연구의 결과

역시 지속적이고 일관되지 못하므로 새로운 효과검증의 연구가 필요하다. 또한 발바닥 근막염이 빈번하게 발생하고 있음에도 불구하고 체외충격파 치료와 함께 기능수행력 향상을 위해 우선적으로 포함시켜야 할 치료적 운동중재의 명확한 방법 및 관리기준을 제시할 수 있는 연구 역시 국내 물리치료 분야에서는 크게 부족한 실정이다. 그러므로 발바닥 근막염 환자에게 가장 효과적인 치료적 운동 중재의 방법 제시를 위해 발바닥 근막 두께, 통증 정도, 기능수행 정도의 실질적인 변화 상태를 나타낼 수 있는 측정도구를 사용하여 효과성을 비교 검증하고 이를 바탕으로 중재방법들 중 우선순위를 결정할 필요성이 요구되고 있다.

본 연구는 만성 발바닥 근막염 환자에게 체외충격파 치료와 함께 시행된 특이적 뺨침운동 또는 고부하 강화운동의 2가지 치료적 운동 중 더욱 효과적인 중재방법이 무엇인지 알기 위해 대상자를 각각의 그룹으로 나누어 비교 분석하였다.

2. 연구의 목적

만성 발바닥 근막염으로 진단받은 환자를 대상으로 체외충격파 치료(3주)와 더불어 특이적 뺨침운동 또는 고부하 강화운동을 각각 12주간 시행했을 때 발바닥 근막 두께, 통증 정도, 기능수행 정도의 변화 효과를 비교하여 우선순위를 규명 및 더욱 효과적인 치료적 운동 중재방법을 제시하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상자 및 절차

본 연구는 2018년 1월 이후 부산시 소재의 종합병원 정형외과 전문의들로부터 문진, 자기공명영상, 초음파 검사를 통해 만성 발바닥 근막염으로 진단을 받고 물리치료가 필요한 환자 40명을 대상으로 하였다. 연구에 필요한 대상자 수는 유의 수준(α) .05, 검정력(power) 0.95, 효과크기 .25로 가정한 상태로 2개 그룹에서 4회의 반복

측정 시 필요한 대상자 수를 G power 3.1.9.2(Heine Heinrich University, Düsseldorf, German)를 통해 계산한 결과 최소 36명 이상의 대상자가 필요한 것으로 나타나 중도 탈락자 등을 고려하여 모집 가능한 40명을 최종 선정하였다. McMillan 등(2009)의 연구에 따른 대상자의 세 부적인 선정기준은 1) 연령은 만 18~65세 사이, 2) 최소 6개월 이상 발뒤꿈치 통증 호소, 3) 안쪽 뒤꿈치뼈 결절 또는 몸쪽 발바닥 근막 촉진 시 통증 호소, 4) 발바닥 근막 두께가 4.0 mm 또는 그 이상인 자이며 제외기준은 1) 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절과 발과 관련된 수술 경험, 2) 발바닥 변형 또는 골절 경험, 3) 임신, 4) 최근 6개월 이내 항염증제를 투여한 치료 이력이 있는 자이다. 모든 대상자는 실험 중재에 앞서 참여 동의서를 자발적으로 작성하였으며, 중재기간 동안 다른 약물이나 치료를 받지 않을 것을 약속하였다.

실험에 참여할 대상자 총 40명을 무작위로 그룹 당 20명씩 배정 하였으며, 각 그룹의 중재방법에 따라 2개의 군으로 나누었다. 중재 적용 전 검사로 발바닥 근막 두께, 통증 정도, 기능수행 정도를 측정하였으며 3주간의 체외충격파 치료와 함께 총 12주간의 치료적 운동 중재 적용 시 효과 검증을 위한 중재 전, 3주, 8주, 12주 후의 검사 역시 같은 측정방법을 통해 실시하였다.

2. 중재방법

1) 체외충격파 치료

체외충격파 치료는 충격파 장비(Duolith SD1, Storz Medical, Swiss)을 이용하여 전자기적 자극이 집중화(focused) 방식으로 손상이 있는 부위에 적용되는 방법으로 실시되었다. 국소 마취제를 적용하지 않은 상태에서 어플리케이터(applicator)를 수직 방향으로 15 mm 깊이에 0.25 mJ/mm^2 (초당 4 번의 충격)로 2000번의 치료 충격이 세션 당 투여되었으며, 중재는 3주 동안 주 1회씩 같은 간격으로 총 3번에 걸쳐 반복적으로 실시되었다. 어플리케이터는 대상자의 느낌에 대한 피드백을 통해 가장 통증이 심한 지점에 집중적으로 실시되었으며 필요에 따라 적용부위가 조정되었다(Gollwtizer 등, 2015).

2) 특이적 뻘침운동군(Stretch group)

Digiovanni 등(2003)의 연구와 같은 방법을 실시되는 특이적 뻘침운동은 대상자가 앉은자세에서 통증이 있는 쪽 다리를 반대편 다리 위로 교차시킨 다음 통증이 있는 쪽 손을 사용하여 모든 발가락의 바닥부(발허리발가락 관절의 먼쪽)을 감싸쥐고 발바닥의 아치 부위에 충분한 뻘침이 느껴질 때까지 정강이 쪽으로 당기도록 지시하였다. 그리고 발바닥 근막의 긴장을 충분히 유지하기 위해 뻘침운동을 하는 동안 반대쪽 손가락을 이용하여 근막을 촉진하도록 교육하였다(Fig 1). 또한 대상자들은 12주 동안 하루에 3번, 10초 동안 10번의 뻘침운동을 수행하였으며 양쪽 발 모두에 통증을 호소하는 대상자는 양발에 특이적 뻘침을 각각 실시하였다(Digiovanni 등, 2003).



Fig 1. Plantar specific-stretching exercise

3) 고부하 강화운동군(Strength group)

고부하의 강화운동은 보행 시 발바닥의 안쪽 아치를 높여주어 발을 견고하고 안정감이 있게 도와주는 감아올리기 기전(windlass mechanism)을 더욱 활성화하기 위해 발가락 아래 수건을 넣고 한쪽 발뒤꿈치를 들어 올리는 동작으로 구성된다. 대상자는 주변 조직의 피로감을 최소화하기 위해 12주 동안 격일로 운동을 수행하였으며 발뒤꿈치를 3초에 걸쳐 동심성 수축(상승), 최고 정점에서 2초 동안 등척성 수축(유지), 3초에 걸쳐 편심성 수축(하강)이 일어나도록 교육하였다(Fig 2). 본 연구에서는 Rathleff 등(2015) 연구에서의 운동방법을 응용하여 처음에는 (1) 1세트 당 12 RM(repetition maximum)을 기준으로 3세트를 실시하였으며 가능하다면 (2) 2주 후에는 발목에 모래주머니를 사용하여 부하를 늘리고 반복 횟수는 10 RM으로 줄였으나 세트 수를 4세트로 늘렸다. 그리고 (3) 4주 후에는 더욱 부하를 늘려서 8 RM, 5세트를 실시하도록 교육하였다. 양쪽 발 모두에 통증을 호소하는 대상자는 양쪽 발뒤꿈치를 함께 들어 올리는 고부하 강화운동을 수행하였다(Rathleff 등, 2015).



Fig 2. High-load strengthening exercise

3. 측정도구 및 방법

1) 발바닥 근막 두께

발바닥 근막 두께는 초음파 장비(5 to 12 MHz linear probe, IU 22, Philips Medical System, Bothell, WA)를 이용하여 동일한 영상의학과 전문의에 의해 측정되었다. 대상자는 엎드려 누운 자세에서 무릎관절을 펴고 발을 검사대의 가장자리에 걸쳐 놓은 자세를 유지하였다. 그리고 목말종아리관절 및 발가락을 발등굽힘 시킨 상태에서 도자(probe)를 뒤꿈치뼈의 발바닥 면 위에 위치시켜 긴축(long axis)을 따라 가운데 발허리뼈 쪽으로 이동하며 발바닥 근막을 확인하여 두께를 측정하였다. 3번의 검사 후 얻어진 캡처 이미지를 초음파 상의 캘리퍼 기능을 이용하여 최단거리를 측정한 다음 평균값(mm)을 구하였다. Skovdal Rathleff 등(2011)의 연구에 따르면 초음파 장비를 사용한 발바닥 근막의 두께를 측정하는 방법에 대한 신뢰도의 결과 매우 우수한 도구로 보고되었다(Skovdal Rathleff 등, 2011).

2) 통증 정도

통증 정도를 측정하고자 시각적 상사 척도(visual analogue scale; VAS)를 사용하였다. Digiovanni 등(2006)의 연구를 따라 눈금이 없는 수평형태의 VAS를 이용하여 발바닥 근막염 환자들이 주로 호소하는 통증의 양상인 (1) 하루 중 가장 심할 때의 통증의 정도는?, (2) 아침에 첫발을 디딜 때의 통증의 정도는? 이란 2가지 질문에 대한 중재 전과 후의 변화를 측정하였다.

3) 기능수행 정도

(1) 한국어판 발 기능 지수

발 기능 지수(foot function index, FFI)는 최초 류마티스관절염 환자의 발과 관련된 병리학적 문제, 통증 정도 및 기능장애 정도를 평가하기 위해 고안된 자가 기입 설문지 형식의 측정도구이다. 또한 통증(9 항목), 장애(9 항목), 활동 제한(5 항목)의 정도를 나타내는 3가지 세부 척도로 나뉘며 총 23개의 항목으로 구성되는데 각 항목에 대한 응답은 0부터 10점까지의 점수가 매겨지며 총 점수가 높을수록 더욱 심한 통증을 포함한 기능저하를

나타낸다(Budiman-Mak 등, 1991). 평가는 비교적 쉽고 10분 이내에 완료할 수 있다는 장점이 있어 임상에서 널리 사용되고 있으며 발바닥 근막염, 발목 불안정성 환자의 평가에서도 높은 신뢰도와 타당도가 입증되었다(Bal 등, 2006; Grondal 등, 2006; SooHoo 등, 2006)

본 연구에서 사용된 한국어판 발 기능 지수(Korean Foot Function Index; KFFI) 또한 원본과 마찬가지로 3개의 세부척도, 총 23개의 응답 항목으로 구성되었으며 In 등(2017)의 연구를 통해 급간 내 상관관계수(ICC)가 통증정도 0.90, 장애정도 0.94, 활동제한정도 0.91로 매우 우수한 신뢰도 뿐만아니라 타당도를 보이는 것으로 보고되었다(In 등, 2017, Lee 등, 2019). 본 연구에서는 KFFI를 사용하여 중재 전과 후의 기능수행 정도를 나타내는 총 점수의 변화를 측정하였다.

4. 분석방법

중재 전 그룹 간(뺨침군, 강화군)의 대상자 특성 및 측정 변수에 대한 동질성을 분석하기 위해 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 그리고 중재 전, 3주, 8주, 12주 후가 되는 시점에 그룹 간 발바닥 근막 두께, 통증 정도, 기능수행 정도의 변화를 확인하기 위해서 혼합모형 반복측정 분산분석(Mixed-model repeated measures ANOVA)을 실시하였으며, 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다. 상호작용이 나타날 시, 그룹 간의 차이를 구체적으로 알아보기 위하여 사후검정으로 중재 적용 전과 후의 변화량(%)을 구하여 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 또한 사후검정은 I종 오류를 줄이기 위해 본페로니 교정(Bonferroni correction)을 시행하였으며 유의수준 $\alpha = .01$ 로 하였다. 통계처리는 SPSS for windows(ver. 22.0)을 사용하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 특성

연구대상자의 특성은 다음과 같으며 실험 전 대상자

특성의 사전 동질성을 분석한 결과 모든 측정값에서 그룹 간 유의한 차이는 없었다(Table 1).

Table 1. Baseline demographic and pre treatment of subjects for each group (Unit)

Variables	Mean±SD		p
	Stretch (n=20)	Strength (n=20)	
Age (years)	52.25±8.65	51.90±9.40	.913
Gender (male/female)	5/15	7/13	.520
Height (cm)	161.30±10.28	162.55±10.30	.656
Weight (kg)	65.75±8.16	66.50±8.90	.917
BMI (kg/m ²)	27.11±5.10	26.69±4.12	.531
Pain duration (months)	9.45±6.09	10.65±5.80	.633
Dominant foot (right/left)	17/3	14/6	.442
Affected side (right/left)	15/5	12/8	.520
Thickness of the plantar fascia (mm)	6.64±3.74	6.60±2.46	.787
VAS I pre-test (score)	7.56±0.66	7.68±0.80	.581
VAS II pre-test (score)	6.23±0.56	6.42±0.50	.375
KFFI total score pre-test (score)	55.80±12.70	58.80±11.66	.113

Stretch=extracorporeal shock wave therapy+specific stretching exercise group; Strength=extracorporeal shock wave therapy+high-load strengthening exercise group; VAS=visual analogue scale; KFFI=korean foot functional index

2. 발바닥 근막 두께 변화

뽀침군과 강화군 간의 3 주, 8 주, 12 주 후 통증 정도

의 차이에 대한 분석 결과 측정시점 간 주효과는 유의한 차이를 보였으나(p<.05), 집단과 측정시점 간의 상호작용에서는 유의한 차이가 없었다(p>.05)(Table 2).

Table 2. Results of changes in the thickness of the plantar fascia (Unit : mm)

Variables	Pre-test	3weeks	8weeks	12weeks	Source	p
Stretch	6.64±1.37 ^a	6.31±1.38	6.23±1.32	5.98±1.40	Time	.000
Strength	6.60±1.25	6.28±1.26	6.14±1.32	5.85±1.23	Group* Time	.584

^aMean±SD

Stretch=extracorporeal shock wave therapy+specific stretching exercise group; Strength=extracorporeal shock wave therapy+high-load strengthening exercise group

3. 통증 정도 변화

1) 통증 정도 I : 하루 중 가장 심할 때의 통증의 정도는?

뽀침군과 강화군 간의 3 주, 8 주, 12 주 후 통증 정도 I 의 차이에 대한 분석 결과 측정시점 간 주효과와 집단과 측정시점 간의 상호작용 모두에서 유의한 차이를 보

였으며($p<.05$), 두 군간 비교를 위한 사후검정에서 중재 적용 12 주 후에서만 강화군이 뺨침군에 비해 유의한 감

소를 보였다($p<.01$)(Table 3).

Table 3. Results of changes in the pain intensity I

(Unit : score)

Variables	Pre-test	3weeks	8weeks	12weeks	Source	<i>p</i>
Stretch	7.56±0.66 ^a	6.20±0.62	5.95±0.59	5.02±0.53	Time	.000
Strength	7.68±0.80	5.83±0.64	5.54±0.64	2.69±0.27	Group* Time	.000
<i>p</i>		.104	.089	.001		

^aMean±SD

Stretch=extracorporeal shock wave therapy+specific stretching exercise group; Strength=extracorporeal shock wave therapy+high-load strengthening exercise group

2) 통증 정도 II: 아침에 첫발을 디딜 때의 통증의 정도는?

뺨침군과 강화군 간의 3 주, 8 주, 12 주 후 통증 정도 II의 차이에 대한 분석 결과 측정시점 간 주효과와 집단

과 측정시점 간의 상호작용 모두에서 유의한 차이를 보였으며($p<.05$), 두 군간 비교를 위한 사후검정에서 중재 적용 12 주 후에서만 강화군이 뺨침군에 비해 유의한 감소를 보였다($p<.01$)(Table 4).

Table 4. Results of changes in the pain intensity II

(Unit : score)

Variables	Pre-test	3weeks	8weeks	12weeks	Source	<i>p</i>
Stretch	6.23±0.56 ^a	4.82±0.58	4.64±0.64	4.04±0.67	Time	.000
Strength	6.42±0.50	4.69±0.54	4.35±0.49	2.22±0.65	Group* Time	.000
<i>p</i>		.517	.334	.001		

^aMean±SD

Stretch=extracorporeal shock wave therapy+specific stretching exercise group; Strength=extracorporeal shock wave therapy+high-load strengthening exercise group

Table 5. Results of changes in the functional performance (KFFI total score)

(Unit : score)

Variables	Pre-test	3weeks	8weeks	12weeks	Source	<i>p</i>
Stretch	81.23±11.56 ^a	57.82±10.58	54.64±10.64	49.56±10.67	Time	.000
Strength	85.42±10.50	54.69±9.54	50.35±9.49	26.22±9.65	Group* Time	.000
<i>p</i>		.751	.484	.001		

^aMean±SD

Stretch=extracorporeal shock wave therapy+specific stretching exercise group; Strength=extracorporeal shock wave therapy+high-load strengthening exercise group

4. 기능수행 정도 변화

뺨침군과 강화군 간의 3주, 8주, 12주 후 기능수행 정도(KFFI)의 차이에 대한 분석 결과 측정시점 간 주효과와 집단과 측정시점 간의 상호작용 모두에서 유의한 차이를 보였으며($p<.05$), 두 군간 비교를 위한 사후검정에서 중재 적용 12주 후에서만 강화군이 뺨침군에 비해 유의한 향상을 보였다($p<.01$)(Table 5).

IV. 고찰

본 연구는 만성 발바닥 근막염을 가진 환자에게 12주 간에 걸쳐 한 군에는 체외충격파 치료(3주)와 특이적 뺨침운동을 함께 실시하고 다른 군에는 역시 체외충격파 치료와 고부하 강화운동을 실시한 후 손상 측 발바닥 근막의 두께, 통증 정도, 기능수행 정도에 미치는 변화 효과를 시간의 흐름에 따라 3주, 8주, 12주로 나눠 비교하고자 하였다.

과거 발바닥 근막염의 진단은 문진과 촉진 그리고 몇몇의 이학적 검사에만 의존해왔으나 최근에는 유용성이 널리 알려진 초음파 검사를 임상에서 자주 사용하는데 이는 손상에 대한 객관적인 지표를 제시할 수 있고 검사시 통증이 없으며 양쪽을 비교하기 쉽다는 장점이 있다. 만성 발바닥 근막염을 진단할 수 있는 초음파 검사의 양성 소견은 4 mm 이상으로 두꺼워진 근막의 두께 및 주위와 비교하여 현저하게 어두워진 음영(hypoechoogenicity)을 보일 때라 하였다(McMillan 등, 2009). 본 연구의 대상자들 역시 발바닥 근막의 평균 두께가 약 6.6 mm인 것을 볼 때 선행연구에 따른 진단기준 즉, 정상인과 비교하여 발바닥 근막의 두께가 두꺼워진 것을 확인할 수 있었다. 또한 Ball 등(2013)과 Tasi 등(2006)의 연구를 통해 보고된 만성 발바닥 근막염 환자들의 두께 정도와도 유사한 것을 고려할 때 초음파 검사를 통한 근막의 증가된 두께 변화의 결과는 만성 발바닥 근막염 환자들을 규정하는 중요한 지표라고 생각된다. 본 연구의 결과 뺨침군과 강화군 모두에서 12주간 중재를 적용하는 동안 발바닥 근막의 두께가 유의하게 감소되어지는 것으로 나타났지만 두 군간의 비교에서는 모든 기간에서 유의한 차이를 보

이지 않았다. 이는 체외충격파 치료 후 발바닥 근막의 두께 감소를 보고한 Kim 등(2009)의 연구와 특이적 뺨침운동과 고부하 강화운동을 각각 실시하였을 때 역시 근막의 두께 감소를 보인 McMillan 등(2009)의 연구에서처럼 체외충격파 치료와 함께 실시된 특이적 뺨침운동 또는 고부하 강화운동 모두가 근막의 두께 감소에 긍정적인 영향을 미친다고 판단된다. 하지만 두 군간에는 유의한 차이가 나타나지 않은 것은 두 군 모두에서 발바닥 근막의 두께가 감소하긴 했지만, 중재 적용 12주 후에도 뺨침군은 5.98 mm, 강화군 5.85mm로 정상기준인 2.2~4.0 mm에 비해 여전히 두꺼워져 있는 것을 관찰할 수 있었다. 이것은 본 연구에서 적용한 3가지의 물리치료적 접근법으로는 단기간 내에 근막 두께를 정상 수준으로 현저히 변화시키기는 어려우며, 두께의 부분적 감소로 인해 통증과 기능장애와 같은 증상은 비록 감소하겠지만 근막 내에 문제를 여전히 일부 가지고 있기 때문에 재발에 대한 잠재성이 존재한다고 사료된다. 아울러 이를 보완하기 위한 또 다른 방법의 물리치료적 접근법의 적용 또는 중재 후 더욱 장기간의 관찰을 통해 근막의 두께 변화를 살펴보는 후속연구 역시 필요할 것이다.

Davis 등(1994)에 의하면 대다수의 발바닥 근막염 환자가 통증 등의 증상을 호전시키기위해 필요한 기간이 약 10개월 정도라고 하며 이중 약 10 %는 해결방법을 찾지 못하고 만성통증으로 악화되기도 한다고 하였다. 본 연구에서는 Digiovanni 등(2006), Gollwitzer 등(2015), Rathleff 등(2015)의 연구를 참고하여 가장 일반적으로 호소하는 통증 유형이라 할 수 있는 “하루 중 가장 심할 때의 통증의 정도는?”과 “아침에 첫발을 디딜 때의 통증의 정도는?”의 2가지 질문에 대한 결과를 VAS를 통해 도출하였다. 본 연구의 결과 뺨침군과 강화군 모두에서 12주간 중재를 적용하는 동안 두 가지 유형의 통증 정도에 유의한 감소가 나타났으며 두 군간의 비교에서 3주, 8주 후에는 유의한 차이를 보이지 않았지만 12주 후에서 강화군이 뺨침군에 비해 유의한 통증 감소가 나타났다. 이는 본 연구와 유사한 통증 정도 유형으로 평가한 Gollwitzer 등(2015), Kim 등(2009)의 효과 검증 연구에서 실험군인 체외충격파 치료군이 대조군인 플라시보군과 비교하여 유의한 통증 감소가 나타났으며, Digiovanni 등(2003), Digiovanni 등(2006), McMillan 등(2009)의 연구에

서도 특이한 뺨침운동 및 고부하 강화운동을 적용 시 시간에 흐름에 따라 중재 전과 비교하여 30~50% 이상의 유의한 통증 감소 효과가 나타났다는 점에서 본 연구의 결과를 뒷받침한다. 하지만 우리는 본 연구의 핵심적인 주제인 두 군간의 비교에서 유독 12주 후에서만 강화군이 뺨침군에 비해 유의한 통증 감소가 나타났다는 점을 주목할 필요가 있는데 그 이유는 통증을 포함한 주요 증상을 완화시킬 수 있는 구조적 변화인 콜라겐 섬유 합성과 합성이 일어나는 기간에서 찾을 수가 있다. 앞서 소개한 것처럼 고부하 강화운동은 발바닥 근막 전체와 아킬레스 힘줄에 조절된 고부하의 인장력(tensile force)을 유발하고 감아올리기 기전을 통해 발바닥 근막염과 같은 퇴행성 변화와 관련된 증상 개선에 도움을 줄 수 있다(Rathleff 등, 2015). 또한 발바닥 근막은 콜라겐 I형 섬유로 구성되는데 이런 유형의 콜라겐 섬유는 짧은 기간 보다는 일정한 기간 이상 동안 고부하의 인장력을 적용받을 때 훨씬 증가된 합성반응을 보이는 것으로 알려져 있다(Langberg 등, 2007; Stecco 등, 2013). 즉, 만성 발바닥 근막염을 치료하기 위해서는 발뒤꿈치뼈에서부터 먼쪽발허리발가락관절까지 이어지는 발바닥 근막의 콜라겐 섬유의 퇴행적 변화를 멈추고 합성시키는 것이 필수적인 요소인데 고부하의 강화운동이 이런 회복을 가져다줄 수 있지만 Rathleff 등(2015)의 결과와 마찬가지로 눈에 띄는 변화를 보이기 위해서는 적용기간이 최소 12주 이상은 필요한 것으로 본 연구의 결과를 통해 판단할 수 있다.

발목관절 또는 발과 관련된 손상 후 기능적 상태를 객관적으로 나타내기 위해 다수의 연구 등에서 FFI가 유용하게 사용되어지고 있는데, 본 연구에서는 삶의 질에 많은 영향을 미치는 기능수행(장애, 활동제한) 정도 등을 평가하기 위해 원본과 같은 측정방식을 채택한 한국어판 발 기능 지수(KFFI)를 사용하였다. FFI는 중재 전·후에서 총 점수에 최소 7점 이상의 변화가 있어야만 임상적으로 의미를 가진다고 하였는데 본 연구의 결과 뺨침군과 강화군 모두에서 12주간 중재를 적용하는 동안 기능향상을 의미하는 총 점수의 유의한 감소가 나타났으며 두 군간의 비교에서 3주, 8주 후에는 유의한 차이를 보이지 않았지만 12주 후에서 강화군이 뺨침군에 비해 유의한 기능수행 정도의 향상이 나타났다. 본 연구처

럼 KFFI를 사용한 Lee(2018)와 KFFI와 높은 상관관계를 보이는 Roles and Maudsley score를 사용한 Gollwitzer 등(2015)의 연구에서도 체외충격과 치료 이후 기능수행 정도의 유의한 향상을 보였으며 본 연구와 동일한 중재방법인 체외충격과 치료와 함께 특이적 뺨침운동을 적용한 Rompe 등(2015)과 고부하 강화운동을 적용한 Rathleff와 Thorborg(2015)의 연구에서도 중재 전과 비교하여 50% 이상의 향상 효과가 나타났다. 그리고 통증 정도에 대한 결과와 마찬가지로 12주 후에서만 강화군이 뺨침군과 비교하여 유의한 기능수행 정도의 향상 효과를 보인 점은 FFI를 사용하여 특이적 뺨침운동군과 고부하 강화운동군의 기능수행 정도를 비교한 Rathleff 등(2015) 연구에서도 유사한 결과가 도출되었는데 이는 고부하 강화운동이 콜라겐 섬유의 합성을 증진시킨 것과 더불어 발등 쪽 굽힘에 대한 근력과 관절운동범위의 증가 결과가 최소 12주 후부터 유의하게 나타나고 이는 통증 감소 뿐만 아니라 직접적으로 장애와 활동제한의 부분적인 개선으로 이어져 기능수행 정도 향상에 긍정적 영향을 미치는 것으로 사료된다. 또한 몇몇의 선행연구에서도 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있는데 많은 발바닥 근막염 환자들에게 발등 쪽 굽힘의 근력과 관절운동범위의 감소가 나타난다고 하였고 이는 기능장애로 이어질 수 있으며 이를 회복하기 위해서는 일정 기간 이상의 적절한 강화운동 프로토콜을 통해서 가능하다고 하였다(Kibler 등, 1991; Riddle 등, 2003; Patel & Digiovanni, 2011).

연구의 제한점으로 중도 탈락자 등의 임상적 사정에 의해 전체 대상자가 예상보다 많은 숫자에 미치지 못하였으며 효과검증에 대한 사후조사의 기간이 좀 더 장기간 이루어지지 못했다는 점에서 본 연구의 결과를 대부분의 발바닥 근막염 환자에게 일반화시키기에는 다소 어려움이 있을 것이라 사료된다. 앞으로 본 연구에서 나타난 부족한 부분을 보완한 후속연구를 통해 더욱 효과적인 치료적 운동의 중재방법을 규명하기 위한 노력이 계속하여 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구의 결과를 요약하면 체외충격파 치료와 함께 실시된 고부하의 강화운동으로 구성된 점진적 훈련 프로그램은 특이적 뺨침운동과 비교하여 12주 이후가 되는 시점에서 우수한 결과를 얻었으며 이는 통증 감소와 기능수행능력 향상으로 이어져 일상생활로의 원활한 복귀에 더욱 효과적인 치료적 운동 중재방법이라 임상적으로 추천할 수 있다.

참고문헌

Bal A, Aydog E, Aydog ST, et al(2006). Foot deformities in rheumatoid arthritis and relevance of foot function index. *Clin Rheumatol*, 25(5), 671-675. <https://doi.org/10.1007/s10067-005-0115-z>.

Ball EM, McKeeman HM, Patterson C, et al(2013). Steroid injection for inferior heel pain: a randomised controlled trial. *Ann Rheum Dis*, 72(6), 996-1002. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2012-201508>.

Baravarian B(2009). Platelet rich plasma: Can it have an impact for tendinosis and plantar fasciosis?. *Podiatry Today*, 17, 66-68.

Buchbinder R(2004). Plantar fasciitis. *N Engl J Med*, 350(21), 2159-2166. <https://doi.org/10.1056/NEJMcp032745>.

Budiman-Mak E, Conrad KJ, Roach KE(1991). The Foot Function Index: a measure of foot pain and disability. *J Clin Epidemiol*, 44(6), 561-570. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(91\)90220-4](https://doi.org/10.1016/0895-4356(91)90220-4).

Davis PF, Severud E, Baxter DE(1994). Painful heel syndrome: results of nonoperative treatment. *Foot Ankle Int*, 15(10), 531-535. <https://doi.org/10.1177/107110079401501002>.

Digiovanni BF, Nawoczenski DA, Lintal ME, et al(2003). Tissue-specific plantar fascia-stretching exercise enhances outcomes in patients with chronic heel pain: a

prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am*, 85(7), 1270-1277. <https://doi.org/10.2106/00004623-200307000-00013>.

Digiovanni BF, Nawoczenski DA, Malay DP, et al(2006). Plantar fascia-specific stretching exercise improves outcomes in patients with chronic plantar fasciitis: a prospective clinical trial with two-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 88(8), 1775-1781. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.01281>.

Goff JD, Crawford R(2011). Diagnosis and treatment of plantar fasciitis. *Am Fam Physician*, 84(6), 676-682.

Gollwitzer H, Saxena A, DiDomenico LA, et al(2015). Clinically relevant effectiveness of focused extracorporeal shock wave therapy in the treatment of chronic plantar fasciitis: a randomized, controlled multicenter study. *J Bone Joint Surg Am*, 97(9), 701-708. <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.01331>.

Grondal L, Brostrom E, Wretenberg P, et al(2006). Arthrodesis versus Mayo resection: the management of the first metatarsophalangeal joint in reconstruction of the rheumatoid forefoot. *J Bone Joint Surg Br*, 88(7), 914-919. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.88B7.17472>.

In TS, Jung JH, Kim K, et al(2017). The reliability and validity of the Korean version of the Foot Function Index for patients with foot complaints. *J Phys Ther Sci*, 29(1), 53-56. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.53>.

Jarde O, Diebold P, Havet E, et al(2003). Degenerative lesions of the plantar fascia: surgical treatment by fasciectomy and excision of the heel spur. A report on 38 cases. *Acta Orthop Belg*, 69(3), 267-274.

Kibler WB, Goldberg C, Chandler TJ(1991). Functional biomechanical deficits in running athletes with plantar fasciitis. *Am J Sports Med*, 19(1), 66-71. <https://doi.org/10.1177/036354659101900111>.

Kim SB, Lee KW, Lee JH, et al(2009). The effect of extracorporeal shock wave therapy in plantar fasciitis. *J Korean Acad Rehabil Med*, 33(3), 333-338.

Langberg H, Ellingsgaard H, Madsen T, et al(2007). Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous

- type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. *Scand J Med Sci Sports*, 17(1), 61-66. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00522.x>.
- Lee DY, Kim YM, Lee JH, et al(2019). Validation of electronic Foot Function Index in patients with foot and ankle disease: a randomized, prospective multicenter study. *J Korean Foot Ankle Soc*, 23(1), 24-30. <https://doi.org/10.14193/jkfas.2019.23.1.24>.
- Lee SM(2018). Effects of extracorporeal shock wave therapy on foot function and gait in patients with chronic plantar fasciitis. Graduate school of Daegu University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Lemont H, Ammirati KM, Usen N(2003). Plantar fasciitis: a degenerative process (fasciosis) without inflammation. *J Am Podiatr Med Assoc*, 93(3), 234-237. <https://doi.org/10.7547/87507315-93-3-234>.
- Malliaras P, Barton CJ, Reeves ND, et al(2013). Achilles and patellar tendinopathy loading programmes. *Sports Med*, 43(4), 267-286. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0019-z>.
- McMillan AM, Landorf KB, Barrett JT, et al(2009). Diagnostic imaging for chronic plantar heel pain: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*, 13(2), Printed Online. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-2-32>.
- McPoil TG, Martin RL, Cornwall MW, et al(2008). Heel pain—plantar fasciitis: clinical practice guidelines linked to the international classification of function, disability, and health from the orthopaedic section of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther*, 38(4), A1-A18. <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.0302>.
- Patel A, DiGiovanni B(2011). Association between plantar fasciitis and isolated contracture of the gastrocnemius. *Foot Ankle Int*, 32(1), 5-8. <https://doi.org/10.3113/FAI.2011.0005>.
- Rathleff M, Thorborg K(2015). 'Load me up, Scotty': mechanotherapy for plantar fasciopathy (formerly known as plantar fasciitis). *Br J Sports Med*, 49(10), 638-639. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094562>.
- Rathleff MS, Molgaard CM, Fredberg U, et al(2015). High-load strength training improves outcome in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled trial with 12-month follow-up. *Scand J Med Sci Sports*, 25(3), e292-e300. <https://doi.org/10.1111/sms.12313>.
- Riddle DL, Pulisic M, Pidcoe P, et al(2003). Risk factors for plantar fasciitis: a matched case-control study. *J Bone Joint Surg Am*, 85(5), 872-877. <https://doi.org/10.2106/00004623-200305000-00015>.
- Rompe JD, Furia J, Cacchio A, et al(2015). Radial shock wave treatment alone is less efficient than radial shock wave treatment combined with tissue-specific plantar fascia-stretching in patients with chronic plantar heel pain. *Int J Surg*, 24(Pt B), 135-142. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2015.04.082>.
- Schwartz EN, Su J(2014). Plantar fasciitis: a concise review. *Perm J*, 18(1), e105-107. <https://doi.org/10.7812/TPP/13-113>.
- Skovdal Rathleff M, Molgaard C, Lykkegaard Olesen J(2011). Intra-and interobserver reliability of quantitative ultrasound measurement of the plantar fascia. *J Clin Ultrasound*, 39(3), 128-134. <https://doi.org/10.1002/jcu.20787>.
- SooHoo NF, Samimi DB, Vyas RM, et al(2006). Evaluation of the validity of the Foot Function Index in measuring outcomes in patients with foot and ankle disorders. *Foot Ankle Int*, 27(1), 38-42. <https://doi.org/10.1177/107110070602700107>.
- Stecco C, Corradin M, Macchi V, et al(2013). Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. *J Anat*, 223(6), 665-676. <https://doi.org/10.1111/joa.12111>.
- Tsai WC, Hsu CC, Chen CP, et al(2006). Plantar fasciitis treated with local steroid injection: comparison between sonographic and palpation guidance. *J Clin Ultrasound*, 34(1), 12-16. <https://doi.org/10.1002/jcu.20177>.