

# Low-dye 테이핑과 발 내재근육 강화 운동을 적용한 편평발을 가진 20대 성인의 하지 근육활성도 비교 연구

유경태

남서울대학교 물리치료학과 교수

## A comparative study of lower extremity muscle activity in adults in their 20s with flat foot that applied low-dye taping and foot intrinsic muscle strengthening exercise

Kyung-Tae Yoo

Professor, Department of Physical Therapy, Namseoul University, Korea

**요약** 본 연구의 목적은 편평발을 가진 자를 대상으로 Low-dye 테이핑과 발 내재근육 강화 운동이 한 발 서기 동안 앞정강근, 장딴지근, 긴종아리근의 근육활성도에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 대상자는 편평발을 가진 20대 성인 16명이며, Low-dye 테이핑(LTG; n=8) 및 발 내재근육 강화 운동(FSG; n=8) 그룹으로 나누었다. 각 그룹은 해당되는 증재를 주 2회 6주간 실시하였다. 앞정강근, 긴종아리근 및 안쪽 장딴지근의 근육 활성도를 측정하였다. 증재 전·후 근육활성도의 변화를 비교하기 위하여 반복된 이원 배치 분산분석을 실시하였다. 근육활성도 측정 결과, LTG에서는 모든 근육에서 실험 전·후 사이에 유의하게 감소하였다( $p < .05$ ). FSG에서는 실험 전·후 사이에 앞정강근에서만 유의하게 감소하였다( $p < .05$ ). 따라서, Low-dye 테이핑과 발 내재근육 강화 운동은 편평발 환자에게 효율적인 하지 근육 활동에 도움이 될 것이다.

**키워드** : 근육활성도, Low-dye, 테이핑, 편평발, 근력강화

**Abstract** The purpose of this study was to investigate effect of low-dye taping and foot intrinsic muscle strengthening exercise on the muscle activity of the tibialis anterior, calf muscles, and long calf muscles during one-foot standing in subjects with flat feet. The subjects were 16 adults in their 20s with flat feet, and they were divided into low-dye taping (LTG; n=8) and foot intrinsic muscle strengthening exercise (FSG; n=8) groups. Each group underwent the appropriate intervention twice a week for 6 weeks. The muscle activity of the tibialis anterior, long calf muscle, and medial calf muscle was measured. Repeated two-way ANOVA was performed to compare changes in muscle activity before and after the intervention. As a result of muscle activity measurement, LTG significantly decreased between before and after the experiment in all muscles ( $p < .05$ ). In FSG, only the tibialis anterior significantly decreased between before and after the experiment ( $p < .05$ ). Therefore, low-dye taping and foot intrinsic muscle strengthening exercises will be helpful for efficient the lower extremity muscle activity of flat foot.

**Key Words** : Flat foot, Low-dye, Muscle activity, Muscle strengthening, Taping

### 1. 서론

인간의 하지는 체중의 지지와 보행에 중요한 역할을 담당하고 있다. 인간의 발은 약 26개의 뼈와 근육, 건, 인대 등으로 구성되며, 이 구조물 중에서 한 부위에 문제가

가 발생할 경우 발의 변형이 생기게 되고 보행 형태에 영향을 미치게 된다. 발의 뼈들을 고정해주는 인대의 장애는 발의 여러 가지 변형을 유발하는데 그 대표적인 것이 편평발이다[1]. 편평발이란 뒤쪽 발의 가쪽변짐과 함께 발 안쪽으로 체중이 이동하여 안쪽 세로활이 정상 높

\*Corresponding Author : Kyung-Tae Yoo(taeyoo88@nsu.ac.kr)

Received August 29, 2021

Accepted October 20, 2021

Revised September 27, 2021

Published October 31, 2021

이보다 낮아지거나 완전히 소실되는 변형으로써[2], 체중 증가와 보행 시간의 감소로 인해 발의 근육이나 인대가 약해지고 이로 인해 발의 아치(활, arch)를 지지하고 있는 구조가 약해지는 편평발이 증가하고 있다[3].

편평발의 유형은 유연성 유형과 강직성 유형으로 분류되는데, 유연성 유형은 체중부하가 주어지지 않을 경우 안쪽 세로활이 형성되어 보이지만 체중부하 시 발의 안쪽 세로활이 하강하는 상태이며, 강직성 편평발은 체중부하와 관계없이 안쪽 세로활이 하강한 상태이다[4]. 특히 유연성 편평발은 발뼈의 기형, 뒤정강근의 기능부전, 아킬레스 힘줄의 짧아짐, 발 근육의 위축 그리고 인대의 느슨함과 같이 다양한 원인에 의해 유발된다[5]. 이러한 변형은 목발뼈의 발바닥 쪽 굽힘과 모음, 발꿈치뼈가 바깥으로 기울어지며, 체중부하 시 발의 과도한 옆침을 초래하는 원인이 된다[6]. 이와 같은 안쪽 세로활의 이상은 무게중심 유지 능력, 체중 이동 능력의 비정상적인 기능 및 몸 감각의 문제 등으로 인하여 생체역학적인 변화를 발생시키고, 균형의 문제를 일으킨다[7, 8].

편평발의 치료는 보존적 치료와 수술적 치료로 나뉘며, 보존적 치료에는 특수한 신발, 보조기, 테이핑, 발 근육 강화 운동 등이 있다[9]. 테이핑 치료 중 Low-dye 테이핑은 발배뼈의 높이 조절과 발의 세로활 높이 증가 등을 목적으로 적용되는 기법으로 1940년대에 R. Dye 박사에 의해 처음 소개되었으며, 안쪽 세로활을 높게 유지하는데 효과적이라고 하였고[10], Franettovich 등[11]은 후경골근의 근활성을 감소시킬 수 있다고 하였으며, Cheung 등[12]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. 발 내재근육 강화를 위한 운동 중재로는 단축발 운동(Short foot exercise), 발로 물건 집기, 발가락 감기 그리고 한 발로 균형 잡기가 사용되며[13], 이 중 발가락 감기 운동과 단축발 운동이 권고되고 있다[14]. 단축발 운동을 통해 발 내재근육을 강화하여 발바닥의 아치를 만들어 발을 안정화시키며[15], 발가락 감기 운동은 발 내재근육의 근력을 유의하게 상승시키고 후족 각도를 유의하게 감소시킨다[16].

발 근육은 크게 외재근육과 내재근육으로 나눌 수 있는데, 특히 발 내재근육은 안쪽 세로활을 지지하여 서 있는 자세와 보행 중 균형 보조의 역할 뿐만 아니라 발의 굽음을 유지하는 스프링 역할을 하며, 한 발 서기 자세에서 발을 안정화하는 역할을 한다[17-19]. 한 발 서

기는 보행 중에 인체의 체중이 한쪽으로 많이 부하되는 한 시점이며 임상에서 균형 능력과 고유수용성 감각을 평가하는 가장 흔한 방법으로 균형과 보행에 있어 가장 기초가 되는 자세이다[20].

유연성 편평발에 대한 보존적 치료 중재로는 테이핑, 특수 신발, 보조기, 운동 등이 적용되고 있다[21]. 선행연구에서는 편평발을 대상으로 테이핑 적용 후 하지의 근육활성도, 균형, 족저압력 등 단일적인 연구가 대부분이며[20, 22]. 안쪽 세로활에 중요한 역할을 하는 Low-dye 테이핑 또는 단축발 운동을 포함한 내재근육 강화 운동에 대한 비교 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 유연성 편평발을 가진 자를 대상으로 Low-dye 테이핑과 발 내재근육 강화 운동이 한 발 서기 동안 앞정강근, 장딴지근, 긴종아리근의 근육활성도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려 하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

본 연구의 대상자는 N 대학교에 재학 중인 20대 초반 성인 남녀 중 foot-print 검사를 통해 유연성 편평발이 있는 것으로 확인된 16명(오른발 우세 14명, 왼발 우세 2명)을 대상으로 실시하였다.

우세발 선정을 위하여 볼을 찰 때 어느 발로 차는지에 대한 항목의 설문이 사용되었다[23]. 또한 편평발 확인을 위한 발의 각도를 알아보기 위해 foot-print 검사를 이용하였으며 측정 방법은 Fig. 1과 같다[24]. 대상자들은 수채화 물감을 맨발에 문헌 후 바로 용지 위에 양쪽 발을 10cm 정도 벌린 후 체중을 균일하게 실은 자세를 유지하면서 3초 동안 찍었다.

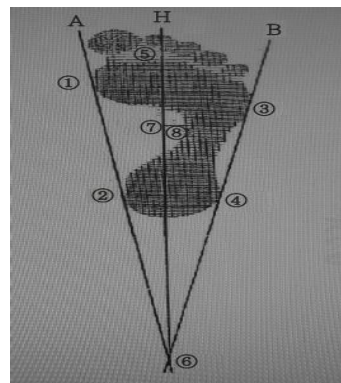


Fig. 1. Method of Foot-print

- ① 첫 번째 발허리뼈 머리의 왼쪽 바깥점
- ② 발꿈치뼈의 왼쪽 바깥점
- ③ 다섯 번째 발허리뼈 머리의 오른쪽 바깥점
- ④ 발꿈치뼈의 오른쪽 바깥점
- ⑤ 두 번째 발가락의 평행의 중심
- ⑥ A와 B의 교차

A: ①과 ②을 연결하는 직선  
 B: ③과 ④을 연결하는 직선  
 H: ⑤과 ⑥을 연결하는 직선

- ⑦ 발의 안쪽 세로활
- ⑧ 발의 가로활

발의 활이 HA의 부분에 위치하면 정상발이며, HB의 부분에 위치하면 편평발이다. 발의 활 모양이 없다면, 그것은 꺾치들린오목발(요족, equinovarus)이라고 할 수 있다. 제외 기준은 테이프 알레르기, 정형외과적 질환, 최근 6개월간 발목과 발에 통증이 있는 자이다. 대상자들은 한 발 서기에 문제가 없는 자로 실험에 참여하기 전, 실험에 대한 충분한 설명을 듣고 이를 숙지하였으며, 자발적으로 동의서에 서명한 자를 대상으로 선정하였다. 이후 편평발을 가진 성인 16명을 Low-dye 테이핑을 적용한 그룹(Low-dye taping group; LTG) 8명과 발내재근육 강화운동(Foot intrinsic muscle strengthening group; FSG)을 실시한 그룹 8명으로 무작위로 나누어 주 2회 총 6주 동안 실시하였다.

2.2 측정 도구

본 연구에서는 편평발을 확인하기 위해 foot-print 검사를 시행하였으며, Low-dye 테이핑 적용을 위해 비탄력 테이핑 (Nichiban Bartlett Win Taping Tape C Type, Japan)을 이용하였다. 체성분 분석기 (Inbody 720, BioSpace, Korea)를 이용하여 대상자의 일반적 특성을 파악하였고, 하지 근육활성도 측정을 위해 무선 전극 EMG 시스템 (Free EMG system, BTS, Italy)을 이용하였다. 연구에 사용된 측정 도구는 Table 1에 제시하였다.

2.3 Low-dye 테이핑 적용 방법

Low-dye 테이핑 적용을 위해 교정에 효과적인 비탄력 테이핑을 이용하였다[25]. 대상자에게 침대에 다리를 펴서 앉게 하고 침대 끝으로 발이 나오게 한 후 세로활 고정띠는 발의 외각을 따라 5번째 발허리뼈에서 시작해 1번째 발허리뼈까지 발꿈치부위를 돌려 감았다. 가로활 받침띠는 안쪽세로활을 만들기 위해 발바닥면을 따라 바깥쪽에서 안쪽으로 당기며 부착하고, 발허리뼈의 앞에서 발꿈치뼈의 머리까지 여러 띠를 2/3가량 겹치게 하여 부착하였다. 마지막으로 가로활 받침띠가 떨어지지 않게 세로활 고정띠를 한번 더 감았다[26]. 테이핑 적용 방법은 Fig. 2와 같다.



Fig. 2. Method of Low-dye Taping

2.4 발 내재근육 강화 운동

발 내재근육 강화 운동 프로그램은 Table 2와 Fig. 3에 제시하였다. 준비운동(5분), 본 운동(20분), 마무리 운동(5분)으로 구성되었으며, 총 30분 실시하였다. 준비운동과 마무리 운동의 경우, 앞장근, 가자미근, 발가락 근육에 스트레칭을 실시하였으며, 본 운동은 단축발 운동과 발가락 감기 운동을 우세측에 실시하였다.

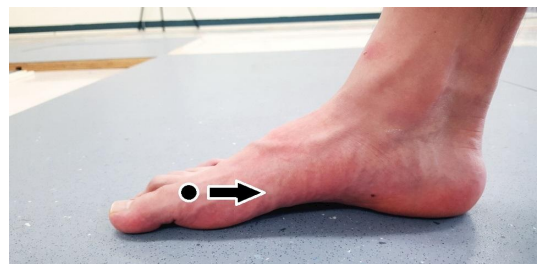


Fig. 3. Short foot exercise

Table 1. Measurement apparatus

Field of measurement	Name	Manufacturer	Country
Taping	Bartlett Win Taping Tape C Type	Nichiban	Japan
Body composition analyzer	InBody 720	Bio Space	Korea
Wireless EMG System	Free EMG system	BTS	Italy

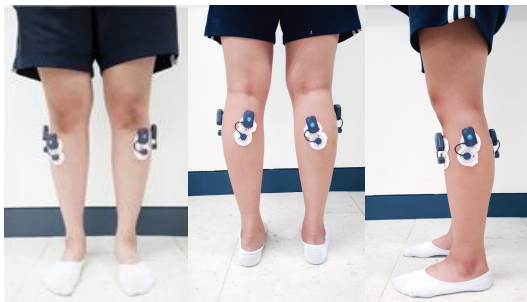
**Table 2. Intervention method for LTG and FSG**

Intervention	Contents		Details
Warm-up (5 min) & Cool-down (5 min)	Tibialis anterior stretching		Stand with your both hands on the table. Flex the knee of the leg being stretched and flex the sole of the foot to stretch the tibialis anterior muscle by lifting the weight.
	Soleus stretching		Sit with your ankles straight and your knees bent. Tilt your trunk backwards to carry your weight and stretch your hands by supporting the floor.
	Toe stretching using a towel		Stand with your both hands on the table. Flex the other of the stretched leg. Lower the heel of the leg to stretched.
Main intervention (20 min)	LTG (10 min)	1-3 weeks Interphalangeal joint exercise	Flexion and Extension the toes while wrapping the towel by wrapping and extending the interphalangeal joint.
		4-6 weeks Interphalangeal joint exercise added time	
	FSG (10 min)	1-3 weeks Sitting position (30 dorsiflexion)	Pull the proximal joint of the body toward the heel and hold for 10 seconds. (To prevent bending on the distal toe)
		4-6 weeks Standing position (30 dorsiflexion)	

FSG: Foot intrinsic muscle strengthening group; LTG: Low-dye taping group

**2.5 근육활성도 측정**

우세측의 앞정강근, 장판지근, 긴종아리근의 근육활성도를 측정하기 위해 표면 근전도 검사를 실시하였다. 실험에 영향을 미칠 수 있는 기술적인 오류를 최소화하기 위하여 최대 정적수축 상태에서 전극 부착을 실시하였고, 피부 저항을 줄이기 위해 알콜솜으로 소독하였다[27]. 표면 전극 부착 부위는 Fig. 4에 제시하였다.



**Fig. 4. Surface electrode attachment method of Tibialis anterior, Gastrocnemius, Peroneus longus**

앞정강근의 경우, 무릎뼈 말단과 바깥쪽 복사뼈, 정강뼈의 바깥쪽 사이 먼 쪽 1/4~1/3지점에 부착하였으며, 안쪽 장판지근의 경우, 안쪽 무릎관절부터 발꿈치뼈 결절까지 거리 중 위쪽 1/4지점에 부착하였다. 긴종아리근의 경우, 종아리뼈의 바깥쪽 측면을 따라 바깥쪽 종아리뼈 머리로부터 먼 쪽 5~7cm 지점에 부착하였다[28].

대상자들의 근육활성도는 양팔을 편 상태에서 90° 굽

힘, 0° 벌림을 한 상태에서 맨발로 한발 서기 동안 측정되었으며[20], 제곱 평균 제곱근(Root mean square, RMS)값으로 각각의 근육별 측정된 근전도 신호를 처리하였다. 한 발 서기 자세를 5초 동안 실시하여 중간 3초(처음 1초와 마지막 1초를 제외)의 RMS를 결과에 이용하였으며, 총 3회 실시하여 평균을 산출하였다. RMS를 정규화하기 위해 최대 등척성 수축(Maximal voluntary isometric contraction)을 측정하여 0-100%의 범위를 갖는 %MVIC를 자료 분석에 이용하였다.

**2.6 자료 처리 방법**

본 연구의 자료 분석은 SPSS version 21.0 for windows 통계프로그램을 이용하였다. 정규성 입증을 위하여 Kolmogorov-Smirnov test를 실시하였으며, 동질성 검증을 위해 Levene F-test를 실시하였다. Low-dye 테이핑과 발 내재근육 강화 운동에 따른 중재 전-후 근육활성도의 변화를 비교하기 위하여 반복된 이원 배치 분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였으며, 시기에서 유의한 차이가 나타날 경우 Paired T-test를 이용하였다. 본 연구의 통계학적 유의수준은  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

**3. 연구 결과**

**3.1 일반적 특성**

본 연구에 참여한 대상자들의 일반적 특성은 Table 3과 같고, 두 그룹 간의 동질성 검정에서 유의한 차이가 없었다.

**Table 3. General Characteristics (n=16)**

Group	LTG (n=8)	FSG (n=8)	p
Age (years)	21.63 ± 1.68	20.63 ± 0.74	.147
Height (cm)	168.11 ± 9.71	168.83 ± 9.26	.883
Weight (kg)	71.33 ± 16.32	77.13 ± 20.80	.546
Male/Female	4/4	5/3	.500

Express as Mean ± Standard deviation; FSG: Foot intrinsic muscle strengthening group; LTG: Low-dye taping group; \*: p < .05

**Table 4. Comparison of changes in muscle activity according to taping and exercise(%MVIC)**

	Group	Pre		Post		F	p
		Mean	SD	Mean	SD		
Tibialis anterior	LTG	31.85	22.90	15.71	10.35†	G: 0.011	.918
	FSG	31.67	19.66	17.49	13.33†	T: 15.050 G×T: 0.062	.002* .806
Gastrocnemius	LTG	63.20	11.45	35.84	14.08†	G: 2.791	.117
	FSG	42.09	14.57	33.78	20.45	T: 26.785 G×T: 7.639	.000* .015*
Peroneus longus	LTG	75.52	17.65	38.80	18.39†	G: 0.071	.793
	FSG	62.36	19.02	58.34	46.13	T: 7.725 G×T: 4.978	.015* .043*

Express as Mean ± Standard deviation; \*: p < .05; †: Significant difference between Pre and Post; G: Group; T: Time.; FSG: Foot intrinsic muscle strengthening group; LTG: Low-dye taping group

**3.2 Low-dye 테이핑과 발 내재근육 강화 운동에 따른 근육활성도의 변화 비교 결과**

Low-dye 테이핑과 발 내재근육 강화 운동에 따른 근육활성도의 변화 비교 결과는 Table 4와 같다.

집단과 시기의 상호작용은 장딴지근과 긴종아리근에서 유의한 차이가 나타났으며(p<.05), 집단의 주 효과는 모든 변인에서 유의한 차이가 없었고, 시기의 주 효과는 모든 변인에서 유의한 차이가 나타났(p<.05).

실험 전·후의 변화는 LTG에서는 모든 근육에서 유의하게 감소하였으며(p<.05), FSG에서는 앞정강근에서만 유의하게 감소하였다(p<.05).

**4. 고찰**

편평발은 정렬된 발보다 중립적으로 엄지발가락 아래 면적에 무게가 더 부하되고[29], 편평발의 발바닥 압력은 정상인보다 발꿈치뼈 중심과 3번째 발허리뼈의 중심을 연결한 직선의 안쪽 기둥에 분포한다[30]. 편평발은 발의 안쪽과 앞쪽 기둥을 포함한 발바닥 안쪽에 압력이 치우쳐지기 때문에 효과적인 중재 방법은 발의 활과 발바닥의 압력 분포가 발의 앞쪽과 안쪽 기둥으로 치우쳐지지 않도록 해야 한다[9].

이에 본 연구에서는 Low-dye 테이핑과 발 내재근육 강화 운동이 한 발 서기 동안 앞정강근, 장딴지근, 긴종아리근 근육활성도의 변화에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

그 결과, LTG의 경우 앞정강근, 장딴지근, 긴종아리근에서 유의하게 감소하였으며(p<.05), FSG의 경우 앞정강근에서만 유의하게 감소하였다(p<.05). 집단의 주 효과는 모든 변인에서 유의하지 않았지만, 시기의 주 효과는 모든 변인에서 유의하게 나타났고(p<.05), 집단과 시기의 상호작용 효과는 긴종아리근, 장딴지근에서만 유의하게 나타났(p<.05).

본 연구에서 LTG와 FSG 모두 한발 서기를 하는 동안 앞정강근의 근육활성도가 감소 되었는데, Low-dye 테이핑이 안쪽 세로활의 높이를 증가시키고 뒤정강근과 앞정강근의 근육활성도를 감소시킴으로써 발목과 발 근육에 주어지는 부하량이 감소 되는 역할을 한다고 보고한 선행연구와 유사하였고[31], 편평발에 Low-dye 테이핑을 적용하여 한발 서기 동안 근육활성도를 연구한 결과, 불안정 지면과 안정 지면에서 앞정강근과 긴종아리근의 근육활성도가 감소하였으나 앞정강근에서만 유의하게 감소하였다고 보고한 선행연구와 일치하였다[20]. 앞정강근은 위쪽 정강뼈 가쪽면에서 시작(origin)하여 안쪽 뼈기뼈 안쪽면과 바닥면, 첫 번째 발허리뼈 바닥에 닿는 곳을 형성하고, 운동학적으로 돌림축의 바로 안쪽을 통과함으로써 목발밑 관절의 안쪽 들림과 안쪽 세로활에 대한 지지, 목발발배관절의 모음과 안쪽 들림에도 작용하는 근육이다[17]. 이러한 선행연구를 비추어 볼 때, 본 연구의 결과는 Low-dye 테이핑 적용 후 발배뼈의 상승으로 안쪽 세로활이 지지가 되었고 이에 따른 앞정강근의 작용

이 줄어들어 목발밑 관절 안쪽돌림이 감소하였기 때문이라고 사료된다.

본 연구에서 장딴지근과 긴종아리근의 근육활성도는 LTG에서만 유의하게 감소하였고, FSG에서는 감소하였으나 유의하지는 않았다. 이는 Franettovich 등[11]의 연구에서 Low-dye 테이핑 적용이 뒤정강근 작용의 감소에 영향을 미쳤다는 연구 결과와 유사한데, 선행연구[32, 33]에서 안쪽세로활의 교정을 통한 간단한 발의 생역학적 변화를 통하여 관절의 움직임이나 지지면의 변화가 유도되어 이로 인한 균형 수행 전략에 영향을 미치게 된다는 기전으로 본 연구 결과를 해석할 수 있다고 생각한다. 또한 Lee[9]의 연구에서 발 내재근육 및 외재근육 강화 운동을 한 군이 발 내재근육의 강화 운동군보다 정적 지지 및 뒤정강근 강화로 인한 발 안쪽 부분의 동적 지지로 인하여 감각 수용기의 활동과 신경근의 기능이 더욱 활성화되었고, 체중이 부하 시에는 뒷발의 정렬을 지지하여 발 앞부분과 안쪽 기둥에 치우친 발바닥의 압력을 감소시켰다고 보고한 연구 결과를 토대로 보았을 때, 본 연구에서 실시한 Low-dye 테이핑이 안쪽세로활 높이의 증가에 긍정적인 영향을 미치고, 발목과 발의 작용하는 근육에 주어지는 부하를 감소시킴과 더불어 균형을 개선시켜 각 근육들의 지나친 활성화를 방지하였기 때문에 근육활성도가 감소하였다고 판단되며, 발 내재근육의 근력 강화 운동뿐만 아니라 외재근육도 함께 근력 강화 운동을 한다면 근육활성도에서도 유의한 차이를 나타낼 것으로 기대한다.

본 연구의 제한점은 대상자를 젊은 성인으로만 구성하였고, 대상자 수가 16명으로 한정적이었고, 6주라는 기간이 각 중재의 유의한 변화가 나타나기에는 짧았다고 판단된다. 추후 연구에서는 다양한 연령층, 많은 대상자 수 그리고 장기간의 관찰은 물론 엉덩관절, 무릎 등 인접한 관절들과의 관련성이 포함된 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## 5. 결론

본 연구는 20대 초반 성인들을 대상으로 Low-dye 테이핑과 발 내재근육 강화 운동이 한발 서기 동안 앞정강근, 장딴지근, 긴종아리근의 근육활성도 변화를 파악하였다. 그 결과 중재 전후 LTG의 경우 앞정강근, 장딴지근, 긴종아리근에서 유의하게 감소하였으며, FSG의 경우 앞정강근에서 유의하게 감소하였다. 이러한 결과는

Low-dye 테이핑과 발 내재근육 강화 운동 적용이 앞정강근의 과도한 사용을 감소시키고 발의 안쪽 세로활의 높이를 증가시켜 균형 향상과 하지 근육활성도 감소에 긍정적인 영향을 미치며, 편평발을 효율적으로 개선 또는 치료하는 것에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

## ACKNOWLEDGMENTS

Funding for this paper was provided by Namseoul University year 2021.

## REFERENCES

- [1] S. H. Hong & D. H. Ahn. (2005). Effect of modification of shoes in patient with flatfoot. *Journal of Korean society of health sciences*, 2(2), 57-68.
- [2] D. J. Magee. (2008). *Orthopedic physical assessment (5th ed)*. Philadelphia. W.B. Saunders.
- [3] D. H Van Boerum & B. J. Sangeorzan. (2003). Biomechanics and pathophysiology of flat foot. *Foot Ankle Clin*, 8(3), 419-430.  
DOI : 10.1016/s1083-7515(03)00084-6
- [4] D. R. Kuhn, N. J. Shibley, W. M. Austin & T. R. Yochum. (1999). Radiographic evaluation of weight-bearing orthotics and their effect on flexible pes planus. *J Manipulative Physiol Ther J MANIP PHYSIOL THER*, 22(4), 221-226.  
DOI : 10.1016/s0161-4754(99)70048-5
- [5] G. S. Murley, H. B. Menz & K. B. Landorf. (2009). Foot posture influences the electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *J Foot Ankle Res*, 2, 35. DOI : 10.1186/1757-1146-2-35
- [6] S. Pandey, C. P. Pal, D. Kumar & P. Singh. (2013). Flatfoot in Indian population. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 21(1), 32-36.  
DOI : 10.1177/230949901302100110
- [7] I. H. Hyoung, K.C. Lee & H. S. Kim. (2009). The Effect of Muscle Activities and Dynamic Balance Ability with Mobilization and Active Exercise on Pronation Foot. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 37(2), 1023-1032.
- [8] H. J. Hillstrom, J. Song, A. P. Kraszewski, J. F. Hafer, R. Mootanah, A. B. Dufour, B. S. Chow & J. T. Deland, 3rd. (2013). Foot type biomechanics part 1: structure and function of the asymptomatic foot. *Gait & posture*, 37(3), 445-451.  
DOI : 10.1016/j.gaitpost.2012.09.007

- [9] D. B. Lee. (2016). *Effects of foot intrinsic muscle and tibialis posterior strengthening exercise on foot posture and dynamic balance in adults flexible pes planus*. Master's degree, Daejeon University.
- [10] J. H. Lee. (2005). The Effect of Low-dye Taping Technique on Navicular Bone Height of Foot and Balance. *Korean Society of Sports Physical Therapy*. 1(1), 39-47.
- [11] M. M. Franettovich, G. S. Murley, B. S. David & A. R. Bird. (2012). 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*. 15(1), 8-13. DOI : 10.1016/j.jsams.2011.05.009. Epub 2011 Aug 30. PMID: 21880545.
- [12] R. T. Cheung, R. C. Chung & G. Y. Ng. (2011). Efficacies of different external controls for excessive foot pronation: a meta-analysis. *Br J Sports Med*. 45(9), 743-51. DOI : 10.1136/bjism.2010.079780. Epub 2011 Apr 18. Erratum in: *Br J Sports Med*. 2012 Apr;46(5):373. PMID: 21504966.
- [13] W. E. Prentice. (2009). *Rehabilitation Technique in Sports Medicine. 4th ed.* New York, McGraw Hill Higher Education.
- [14] E. Freiburger, H. B. Menz, K. Abu-Omar & A. Rutten. (2007). Preventing falls in physically active community-dwelling older people: a comparison of two intervention techniques. *Gerontology*. 53(5), 298-305. DOI : 10.1159/000103256
- [15] Y. M. Koo. (2011). *Electromyographic analysis of abductor hallucis During short foot exercise and toe spread exercise*. Master's degree, Inje University.
- [16] L. D. Sauer, J. Beazell & J. Hertel. (2011). Considering the Intrinsic Foot Musculature in Evaluation and Rehabilitation for Lower Extremity Injuries: A Case Review. *Athletic Training & Sports Health Care*, 3, 43-47. DOI : 10.3928/19425864-20100730-02
- [17] D. A. Neumann. (2011). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundation for Rehabilitation. 2nd ed.* St. Louis, Mosby. 628-638.
- [18] K. L. Moore, A. F. Dalley & A. M. Agur. (1985). *Clinically Oriented Anatomy*. Williams & Wilkins, Baltimore, MD.
- [19] G. T. Janet & G. S. David. (1992). *Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual for the Lower Extremities*. Williams & Wilkins: Baltimore, MD.
- [20] M. C. Park. (2013). The Effect of Low-dye Taping on Muscle Activity during Single-leg Standing in People with Flatfoot. *J Korean Soc Phys Med*. 8(4), 533-538. DOI : 10.13066/kspm.2013.8.4.533
- [21] S. K. Lynn, R. A. Padilla & K. K. Tsang. (2012). Differences in static- and dynamic-balance task performance after 4 weeks of intrinsic-foot-muscle training: the short-foot exercise versus the towel-curl exercise. *J Sport Rehabil*, 21(4), 327-333. DOI : 10.1123/jsr.21.4.327
- [22] Y. J. Choi & H. K. Seo. (2018). The effect of short foot exercise and low-dye taping on foot alignment, plantar foot pressure and static balance in adults with flat foot. *Journal of Korean Society for Rhythmic Exercises*, 11(2), 71-80. DOI : 10.34270/jksre.2018.11.2.71
- [23] S. T. Son. (2012). *Effects of mirror feedback on balance training*. Master's degree, Catholic University of Daegu.
- [24] K. T. Yoo. (2011). Comparative Analysis of Maximum Vertical Reaction Force and Lower Limbs on Drop Landing between Normal and Flat Foot Group. *J Int Acad Phys Ther Res*, 2(1), 222-228. DOI : 10.5854/JIAPTR.2011.2.1.222
- [25] M. S. Kim. (2012). *Changes of inversion angle of ankle joint and foot pressure on individuals with flexible flatfoot by low-dye taping*. Master's degree, Catholic University of Pusan. Pusan.
- [26] H. S. Ha, J. H. Hwang, Y. B. Kim, Y. M. Ha & J. M. Hwang. (2012). Immediate Clinical and Biomechanical Effects of Low-dye Taping in Patients with Plantar Heel Pain. *The Korean Journal of Sports Medicine*, 30(1), 9. DOI : 10.5763/kjism.2012.30.1.9
- [27] Y. H. Byun, H. H. Lee & S. H. Han. (2007). Surface EMG analysis of quadriceps muscle during isokinetic exercise in patients with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Coaching Development*, 9(1), 157-164.
- [28] G. S. Murley & A. R. Bird. (2006). The effect of three levels of foot orthotic wedging on the surface electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 21(10), 1074-1080. DOI : 10.1016/j.clinbiomech.2006.06.007
- [29] W. R. Ledoux & H. J. Hillstrom. (2002). The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet. *Gait & posture*, 15(1), 1-9. DOI : 10.1016/s0966-6362(01)00165-5
- [30] S. K. Sun et al. (2006). A Comparison of Physical Fitness in People with Normal Foot and Pes Planus. *Korea Sport Research*. 17(6), 687-694.
- [31] M. Franettovich, A. Chapman, P. Blanch & B. Vicenzino. (2008). A physiological and psychological basis for anti-pronation taping from a critical review



of the literature. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(8), 617-631.

DOI : 10.2165/00007256-200838080-00001

- [32] K. P. Cote, M. E. Brunet, B. M. Gansneder & S. J. Shultz. (2005). Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability. *J Athl Train*, 40(1), 41-46.  
PMID: 15902323; PMCID: PMC1088344.
- [33] J Hertel, M. R. Gay & C. R. Denegar. (2002). Differences in Postural Control During Single-Leg Stance Among Healthy Individuals With Different Foot Types. *J Athl Train*, 37(2), 129-132.  
PMID: 12937424; PMCID: PMC164334.

유 경 태(Kyung-Tae Yoo)

[정회원]



- 1995년 2월 : 대구대학교 물리치료학과 졸업
- 2008년 8월 : 경희대학교 체육대학원 박사졸업
- 2009년 9월~현재 : 남서울대학교 물리치료학과 교수

· 관심분야 : 스포츠의학, 기초물리치료학

· E-Mail : taeyoo88@nsu.ac.kr