ISSN 2733-6441 / eISSN 2733-645X http://dx.doi.org/10.26862/jkpts.2022.03.29.1.73

대한물리치료과학회지
Journal of Korean Physical Therapy Science
2022. 03. Vol. 29, No.1, pp. 73-86

다이나믹 테이핑과 키네시오 테이핑 적용에 따른 발바닥 굽힘근의 지구력과 피로도에 미치는 효과 비교

송준영[1] · 박삼호[1] · 이명모[2]

[1]대전대학교 대학원 물리치료학과 · [2]대전대학교 물리치료학과

Comparison of the effects of dynamic taping and kinesio taping on endurance and fatigue of plantar flexor

Jun Young Song[1], MS, P.T. · Sam Ho Park[1], Ph.D., P.T. · Myung Mo Lee[2], Ph.D., P.T.

[1]Dept. of Physical therapy, Graduate school, Daejeon University
[2]Dept. of Physical therapy, Daejeon University

Abstract

Background: The purpose of this study is to investigate the effect of plantar flexor on muscle fatigue and endurance when two different sport tapes are applied.

Design: Cross-sectional design.

Methods: Fifty-one healthy adults were randomly assigned to dynamic taping group (*n*=17), kinesio taping group (*n*=17), and control group (*n*=17). The dynamic taping group used the dynamic tape. The kinesio tape group used the kinesio tape, and the control group doesn't used tape. Every group performed heel rise test and sEMG for every during pre-test and post-test. To evaluate plantar flexor endurance, the number of times was measured during the heel rise test.

Results: The number of heel rises increased significantly in the post-test in dynamic taping group compared to the pre-test, and In comparison between groups, the number of heel rises significantly increased in dynamic taping group compared to kinesio taping group and control group. PEF value was significantly increased in the post-test compared to the pre-test in dynamic taping group, and there was a significant difference between the three groups according to the taping application.

Conclusion: The results of this study confirmed that dynamic taping was effective in musclular fatigue and endurance on plantar flexor in healthy adults. Based on these results, it is suggested that the application of dynamic tape can be suggested as one of the intervention methods for muscle endurance and muscle fatigue.

Key words: Dynamic tape, Endurance, Muscular fatigue, Sport tape.

교신저자

이명모 교수
대전광역시 동구 대학로 62 응용과학관 2506호
T: 042-280-4295 **E**: mmlee@dju.ac.kr

© 2022 by the Korean Physical Therapy Science Received 2021-11-14 / Revised 2021-12-09 / Accepted 2021-12-23

Ⅰ. 서 론

인체의 근육 중 하지의 근육은 지구력, 유연성, 민첩성 및 순발력과 균형능력 등 다양한 신체의 움직임 기능과 연관이 있다(Reid 등, 2008; 정동조 등, 2017). 그 중에서도 발바닥 굽힘근(plantar flexor)은 선자세 유지(upright stance)를 할 수 있는 자세의 안정성과 보행 등 인체의 필수적인 활동과 밀접한 연관이 있다(McGowan 등, 2008; Neptune 등, 2001; Ong 등, 2019). 발바닥 굽힘근의 근력 및 지구력을 평가하기 위한 방법으로 발뒤꿈치 들기 검사(heel rise test; HRT)는 임상적으로 유용한 도구이다(Hebert 등, 2009). HRT는 한 발로 선 자세에서 반복적으로 구심성-원심성 발바닥 굽힘 동작을 수행한 횟수로 정량화할 수 있으며(Lunsford와 Perry, 1995), 근피로도와 같은 여러 근골격계 상태를 나타내는 지표로 사용될 수 있다(Kasahara 등, 2007; Pires 등, 2020; Silbernagel 등, 2006).

근피로도는 근육 섬유가 반복적으로 활성화할 때의 최대 힘의 감소로 정의할 수 있다(Enoka, 2012). 또한, 에너지 생산적인 측면에서의 근육의 능력 감소뿐만 아니라, 움직임 운동조절, 근육의 반응시간 및 고유수용능력에도 영향을 미칠 수 있다(Fatahi 등, 2016; Hart 등, 2006; 김동훈 등, 2020). 발바닥 굽힘근의 피로도가 증가하면 자세 안정성 감소와 더불어 자세 안정성과 같은 기능을 발휘하기 위해 필요한 근육의 고유수용기와 관련한 능력이 감소하였다고 보고한 바 있다(Yoav Gimmon 등 2011). 이러한 근피로도를 예방하고 감소시키기 위한 다양한 치료적인 접근방법들이 있지만(Namuun 등, 2012; Wang, 2017), 치료사의 접촉이 필요한 도수치료이나 운동치료와 같은 중재를 꺼려하는 환자의 경우, 스포츠테이프(Athletic tape)를 적용하는 것을 중재의 한 방법으로 고려할 수 있다(González-Iglesias 등, 2009). 테이핑 요법은 인체 표면에 테이프와 같은 물체를 부착하여 근육 및 인대 등의 구조에 작용하여 통증 등의 증상을 완화하는 비약물적 요법으로(이상호 등, 1999), 여러 증상에 대하여 재활 또는 부상 방지를 위해 다양한 테이핑 요법들이 고안되었다(이용식 등, 2011).

현재 스포츠테이프는 여러 종류가 있지만, 크게 비탄성테이프(rigid tape)와 탄성테이프(elastic tape)로 나눌 수 있으며, 이 중 탄성테이프는 신경생리학적인 인체의 반응을 이용하는 용도로 주로 이용되며, 대표적으로 키네시오 테이프 등이 해당한다(McNeill과 Pedersen, 2016). 현재 널리 알려진 스포츠 테이프는 키네시오 테이프로, 70년대 Kase Kenzo에 의해 개발된 이후, 수 십년 간 인기 있는 테이프 중재방법으로 꾸준히 이용되어왔다(Kase 등, 2013; Selva 등, 2019). 키네시오 테이프는 탄성이 있는 치료용 테이프로, 손상된 근육과 관절을 지지하고 피부를 들어올려 혈액과 림프순환을 개선하여 통증을 감소시키는 원리에 입각하여 사용되고 있다(Williams 등, 2012). 최근 개발되고 있는 다양한 소재와 형태의 테이프 중, 호주의 물리치료사인 Ryan Kendirck이 개발한 다이나믹 테이프는 본래 길이의 200%이상 늘어나 신축성이 뛰어나고 수직 및 수평방향으로 늘어나는 소재적 특성이 있다. 이를 이용하여 기존 키네시오 테이프의 원리와 달리 강한 신장성과 탄성을 이용한 충격 흡수 또는 근육의 작용을 보조를 주목적으로 사용하는 스포츠 테이프이다(McNeill과 Pedersen, 2016).

두 테이프의 주 목적의 경우, 키네시오 테이프의 경우 신경생리학적인 원리에 인한 통증감소이며, 다이나믹의 경우 강한 탄성력을 이용한 근육보조와 충격흡수에 초점이 맞추어져 있다. 기존 연구에서는 다이나믹 테이프와 키네시오 테이프는 신체에 적용하는 방법이 서로 다른 것으로 알려져 있다(Kuni 등, 2016). 선행연구의 경우 개발의 목적과 다른 용도로 많이 이용되고 있으며, 이러한 목적으로 이용한 테이핑 요법의 경우 각기 서로 상반된 결과를 제시하는 등 다양한 의견이 제시된 바 있다(Chang 등, 2015; Csapo와 Alegre, 2015; Esposito 등, 2021; Mao 등, 2021; Yeung와 Yeung, 2016). 또한 다이나믹 테이프와 키네시오 테이프를 각각 목적에 맞는 방법으로 다르게 적용하였을 때, 동일한 결과가 나오지 않는 연구들이 보고되었으며, 스포츠테이핑을 적용할 때 같은 테이프를 다른 방법으로 적용하였을 경우 근기능에 대한 지표에 유의한 차이가 나타나지 않았다는 연구가 보고된 바 있다

(Alahmari 등, 2020; Álvarez-Álvarez 등, 2014; Cai 등, 2016 Lim과 Park, 2020; Silva 등, 2021).

이러한 결과가 나오는 원인에 대하여 테이프 적용방법에 기인한 것인지, 테이프 소재에 따른 특성에 기인한 것인지에 대해 명확히 밝혀진 바가 없다. 따라서 본 연구에서 서로 다른 소재의 스포츠 테이프를 같은 부위에 같은 방법으로 적용하였을 때, 키네시오 테이프와 다이나믹 테이프 간에 표면근전도 상 근피로도 지표에서 서로 다른 결과를 도출해낼 수 있는지 알아보고자 하였다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 D대학교에 재학 중인 건강한 성인을 대상으로 하였으며, 모집 공고문을 통해 총 160명의 연구 대상자를 모집하였다. 대상자의 선정조건은 첫째, 6개월 이내에 하지의 근골격계 질환이 없는 자이며, 둘째, 한 발로 서있는 상태에서 뒤꿈치 들기 동작을 반복적으로 수행 가능한 자(Hebert 등, 2017)로 하였다. 제외조건으로는 첫째, 최근 6개월 이내에 정형외과적 진단을 받은 자, 둘째, 허리, 골반 등의 통증과 같은 증상으로 인해 실험 진행이 어려운 자, 셋째, 과거 발목 부위에 외과적인 수술 경험이 있는 자, 넷째, 스포츠테이프 접착에 대한 알러지 등 이상 반응이 나타나는 자로 하였다. 모든 연구 대상자는 연구 진행 전 연구의 목적과 절차에 대해 설명을 들은 뒤 참여 동의를 구한 경우에만 실험에 참여할 수 있도록 진행하였다. 본 연구는 대전대학교 기관생명윤리위원회의 승인(1040647-202104-HR-014-02)을 받은 후 진행하였다.

2. 연구설계 및 절차

본 연구는 단면조사연구(cross sectional study)로써, 대상자 수는 Cohen의 표본추출 공식에 따른 표본수 계산 프로그램인 G*power(G power ver. 3.1.9.2, University of Kiel, Kiel, Germany)를 이용하여 산출하였다. Alahmari 등(2020)에서 주 효과에 대한 효과크기(f)=.47, 유의수준(α)=.05, 검정력(1-β)=.80으로 계산한 결과, 총 45명의 대상자를 산출하였으며, 탈락률 15%를 감안하여 총 51명으로 하였다. 모집된 대상자 160명 중 선정조건을 충족시킨 51명을 대상으로 다이나믹 테이핑을 적용한 다이나믹 테이핑군(n=17), 키네시오 테이핑을 적용한 키네시오 테이핑군(n=17), 그리고 대조군(n=17)으로 무작위 배정도구(Research randomizer, http://www.randomizer.org/)에 따라 배정된 난수표를 이용하여 배정하였다.

세 군 모두 warming-up을 위하여 5분간 평소와 같은 보행속도로 5분간 걷도록 하였다. 평가를 위해 대상자들은 HRT를 실시하였으며, 대상자가 수행할 수 있을 때까지 발뒤꿈치 들기 동작을 반복하도록 지시하였다. HRT 동안 표면근전도 장비를 사용하여 근지구력 및 근피로도를 사전, 사후 측정하였다. 중재는 약 30분/회, 주 1회, 총 2주간 시행하였으며, 학습효과를 방지하기 위하여 1주간의 탈적응(washout) 기간을 두었다(Figure 1).

3. 중재방법

본 연구에서 다이나믹 테이핑군의 경우 다이나믹 테이프(Dynamic Tape, Port Vila, Vanuatu)를 사용하였다. 다이나믹 테이프는 물리치료사인 Ryan Kendrick에 의해 고안되었으며, 기존의 면소재의 테이프와 다르게 나일론과 라이크라 소재의 다이나믹 테이프는 본래 길이의 200% 이상 늘어나는 강한 탄성력을 지녔으며, 세로방향뿐만 아니라 가로방향으로도 늘어나는 특징이 있다. 강한 탄성력을 이용하여 근육의 동작을 보조하거나 충격을 흡수하는 등의 신체의 기계적인 작용을 보조하는 것이 주목적이다. 본 연구에서 키네시오 테이핑군의 경우 키네시오

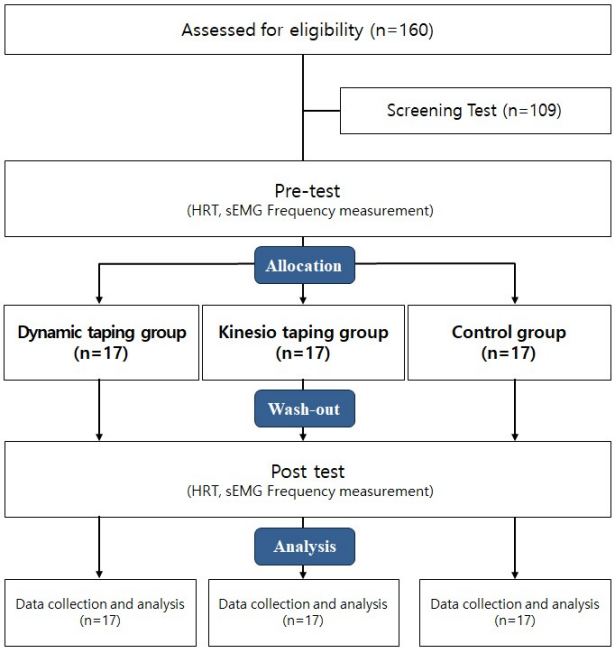

Figure 1. Flow chart of research

테이프(Dynamic Tape, Port Vila, Vanuatu)를 사용하였다. 키네시오 테이프는 Kase Kenzo에 의해 개발되었으며, 주요 기전으로는 염증감소와 혈액 및 림프 순환을 개선시키고, 피부 구심성 자극을 발생시켜 말초신경을 자극해 운동피질의 흥분을 촉진하여 운동신경원의 역치를 낮추고 근섬유동원을 촉진할 수 있다고 하였다(Lim, 2016)(Figure 2). 대조군의 경우 사전검사 및 사후검사 모두 스포츠테이프를 적용하지 않은 상태로 평가를 진행하였다.

Figure 2. Sports tape (left: dynamic tape, right: kinesio tape)

본 연구에 사용된 테이프 부착방법은 McNeill과 Pedersen(2016)의 테이프 부착방법 원리에 기초하여 직접기법(direct technique)를 이용하였다. 다이나믹 테이핑군과 키네시오 테이핑군 모두 같은 방법을 적용하여 부착하였다. 대상자에게 적용하는 다이나믹 테이프 및 키네시오 테이프 중재는 일관성을 유지하도록 공인 다이나믹 테이핑 교육과정을 이수(level 1)한 물리치료사 1인이 전담하여 시행하였다. 테이핑의 특성을 활용하기 위해 적용하고자 하는 근육이 단축된 상태에서 테이프가 관절과 근섬유 활주방향과 나란히 오도록 부착하였다. 테이핑 적용 전에 테이프 부착에 대한 피부 이상 반응을 확인하기 위하여 다이나믹 테이프 또는 키네시오 테이프를 위팔 안측의 피부에 20분간 부착한 뒤에 이상 반응이 나타나지 않는 것을 확인한 뒤에 실험에 참여하도록 하였다.

본 연구에서 사용되는 테이핑 스트랩은 총 3개를 이용하였다. 첫 번째 스트랩은 대상자를 테이블에 엎드려 누운 상태에서 7.5cm 너비의 테이프를 발바닥쪽으로 굽힌 상태를 유지한 상태로 발바닥의 안쪽 발머리뼈에서 시작해 발뒤꿈치뼈(calcaneus)와 아킬레스건을 지나 종아리부의 2/3지점까지 부착했다. 두 번째 스트랩은 5cm 너비의 테이프를 외측 중족부(mid-foot)에서 시작해 아킬레스건을 지나 안쪽 종아리부 2/3지점까지 부착했다. 세 번째 스트랩은 5cm 너비의 테이프를 내측 중족부에서 시작해 아킬레스건을 지나 바깥쪽 종아리부 2/3지점까지 부착했다(Figure 3).

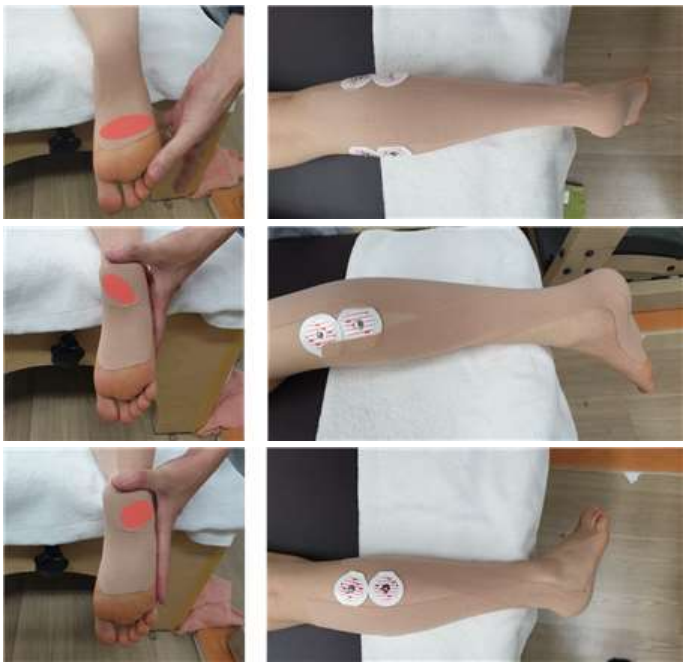

Figure 3. Tape attachment method
(Left: Tape attachment starting point, right: Applied appearance)

테이프 스트랩 부착 시 테이프의 시작 및 끝의 기준점(anchor point)이 되는 5cm 길이는 장력이 가하지 않은 상태로 적용하였으며, 중간부분은 테이프가 약 15% 늘어나도록 장력을 적용하여 적용하였다. 이를 위하여 테이핑 스트랩의 길이를 대상자의 테이핑 양 기준점의 거리를 측정한 뒤에, 중재 시 장력이 적용되는 것을 감안하여 테이프의 중간 부분 길이의 15%이 감소한 길이와 양 기준점 길이를 합산하여 테이프 스트랩의 길이를 설정하였다.

4. 평가도구

1) 발뒤꿈치 들기 검사(Heel rise test; HRT)

본 연구에 이용한 HRT는 Hebert-Losier 등(2017)의 연구에 기초하여 수행하였다. 평가 시 자세는 대상자의 발목관절이 10° 정도 발등굽힘 되도록 경사대에 세우고, 무릎과 몸통이 굽혀지지 않도록 곧게 유지한 상태로 수행할 수 있도록 지시하였다. 대상자는 한 발로 선 자세를 유지한 상태에서 분당 60hz의 메트로놈 박자에 따라 초당 약 60°의 각속도를 유지하면서 검사를 진행할 수 있도록 유도하였으며, 2초를 1주기로 하여 진행하였다. 대상자에게 검사 도중에는 앞쪽에 위치한 어깨 높이의 벽에 손끝으로만 지지할 수 있다고 검사 전 구두로 안내했으며, 검사는 대상자가 다음 3가지 상태를 유지할 수 있을 때까지 발뒤꿈치 들기 동작을 반복하여 진행했다. 첫째, 발뒤

꿈치 들기 동작 사이클을 유지하며, 둘째, 무릎과 몸통 자세를 유지한 상태로 설정된 속도(pace)를 유지하며, 셋째, 대상자 앞쪽에 있는 벽을 손가락 끝으로 지지한 상태를 유지할 수 있도록 지시하였다(Figure 4).

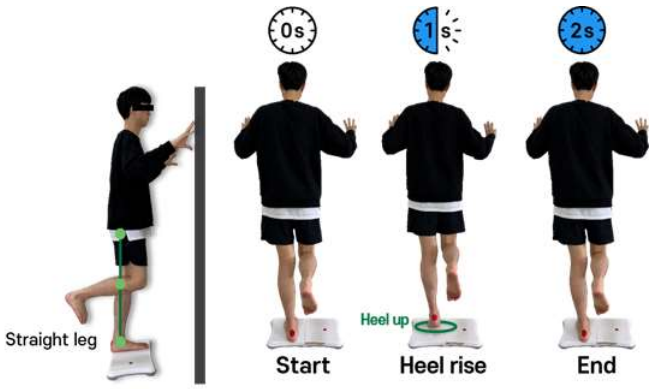

Figure 4. HRT posture and Cycle

대상자에게는 검사 종료 전 발뒤꿈치 들기 동작에 대해 동작을 유지하지 못할 때 다시 유지할 수 있도록 1회만 구두로 지시하였다. 근지구력을 비교하기 위하여 HRT동안 발뒤꿈치 들기 횟수를 비교하였다(Hebert 등, 2017).

2) 근피로도 측정

HRT 중 근피로도의 변화를 관찰하기 위하여 표면 근전도 장비(Myosystem 1400A, Noraxon Inc., U.S.A.)를 이용하였다. 대상자의 피부저항을 감소시키기 위하여 표면전극을 부착하기 전 알코올로 부착부위를 닦아낸 다음 건조시킨 뒤에 전극을 부착하였다. 장딴지근의 안쪽갈래의 전극은 오금선 아래 장딴지 내측으로 손가락 5개 너비만큼 떨어진 지점의 근복에 부착하였으며, 장딴지근의 가쪽갈래의 전극은 오금선 아래 장딴지 외측으로 손가락 5개 너비만큼 떨어진 지점의 근복에 부착하였다. 접지 전극(ground electrode)은 내측 복숭아뼈 바로 위에 부착하였다(Vieira 등, 2017).

수집된 원시 근전도(raw EMG) 신호는 근전도 신호 분석 프로그램(Myoresearch XP Master Edition, Noraxon Inc., U.S.A.)를 이용하여 분석하였다. 수집된 원시 근전도 신호에 대하여 20-500 Hz 대역통과 필터링(bandpass filtering) 후 정류(full wave) 처리 한 뒤에 실효값(root mean square) 처리하였다. 각각의 발뒤꿈치 들기 동작에 대한 중앙주파수(median frequency) 값을 구하기 위하여 fast fourier transform 방법을 이용하였다. 근피로도의 변화를 분석하기 위하여 다음과 같은 변인을 이용하였다(Figure 5).

4. 자료처리

본 연구를 통해 수집된 자료 분석은 SPSS ver. 25.0(IBM, Chicago, IL, USA)을 사용하여 통계처리 하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 통하여 평균과 표준편차로 나타내었고, 모든 변수의 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilk 검정을 사용하였다. 사전검사 대비 사후검사에서의 발뒤꿈치 들기 검사 횟수와 slope, EF, PEF 변수 차이를 비교하기 위해 대응 t 검정을 이용하였으며, 각 집단 간 발뒤꿈치 들기 검사 횟수와 slope, EF, PEF 변수의 차이값을 비교하기 위하여 One-way ANOVA(analysis of varianc e)를 이용하였다. 집단 간 유의한 차이가 있을 경우 사후검정을 위해 Bonferroni 검정을 이용하였다. 유의수준(a)은 0.05로 설정하였다.

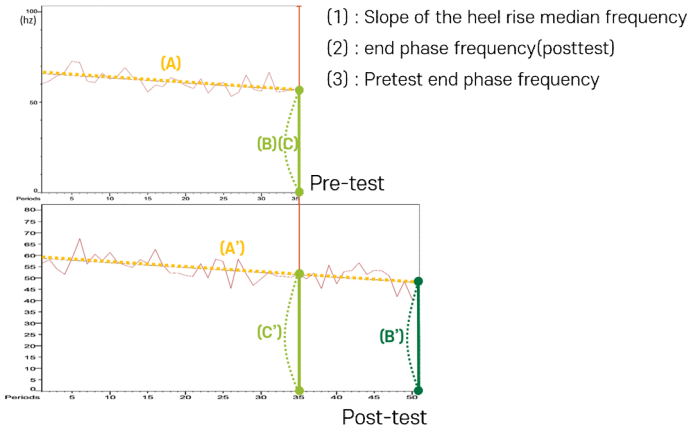

Figure 5. HRT posture and Cycle

1) 사전·사후검사의 중앙 주파수 값에 대하여 단순회귀분석을 통해 산출한 일차방정식의 기울기 값(slope)비교 (A)
2) 사전·사후검사의 heel rise test 종료 시점으로부터 3회의 주파수 평균(end phase frequency; EF) 비교 (B)
3) 사전·사후검사의 사전검사 시의 Heel rise test 종료 시점 대비 이전 3회의 주파수 평균(pretest end phase frequency; PEF)비교 (C)

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구 대상자의 일반적 특성에 대해 정규성 검정 및 동질성 검정 결과 조건을 만족하였으며, 일반적인 특성은 <Table 1>에 제시하였다.

Table 1. General characteristics of participants

Variables	Dynamic taping group (*n*=17)	Kinesio taping group (*n*=17)	Control group (*n*=17)	F(*p*)
Sex (M/F)	7/10	7/10	8/9	.311(.735)
Age (*year*)	23.32±1.93[a]	22.19±2.03	22.98±2.74	.238(.832)
Height (*cm*)	167.05±6.86	164.50±9.75	171.53±10.04	2.630(.076)
Weight (*kg*)	61.03±9.27	64.74±13.47	65.36±13.41	.552(.581)
Foot size (*mm*)	251.11±16.85	247.86±19.68	257.50±17.03	2.024(.149)

[a]Mean±Standard deviation.

2. HRT 시 발뒤꿈치 들기 횟수 비교

Heel rise test 동안 발뒤꿈치 들기 횟수에 대한 비교는 Table 2와 같다. 다이나믹 테이핑군에서 발뒤꿈치 들기 횟수가 통계적으로 유의하게 증가하였다(p<.05). 군 간 사전·사후검사 간 차이 값에 대하여 검사하였을 때 유의한 차이가 나타났다(p＜.05). 사후검정 결과 다이나믹 테이핑군이 키네시오 테이핑군과 대조군에 비해 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p＜.05)<Table 2>.

Table 2. Comparison of the number of heel rises values between times and groups

Variables	Dynamic taping group (*n*=17)	Kinesio taping group (*n*=17)	Control group (*n*=17)	F(*p*)	post-hoc analysis
Pre	38.25±11.84[a]	32.50±5.41	36.33±6.65	1.442(.251)	
Post	48.91±17.92	34.08±6.68	36.08±5.97		A|B,A|C
difference	10.66±8.56	1.58±3.60	.25±4.33	11.708(.000)*	
t(*p*)	4.315(.001)*	1.522(.156)	.200(.845)		

[a]Mean±Standard deviation, *p<.05.

3. HRT 시 slope 변수에 대한 비교

Heel rise test 동안 Slope 변수에 대한 비교는 Table 3과 같다. 사전·사후 평가 간 Slope 변수에 대해서는 세 군 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다(p>.05). 세 군 간 사전·사후검사 차이 값에 대하여 분석하였을 때 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(p > .05)<Table 3>.

Table 3. Comparison of slope values between times and groups

Variables		Dynamic taping group (*n*=17)	Kinesio taping group (*n*=17)	Control group (*n*=17)	F(*p*)	post-hoc analysis
LatGCM	Pre	-.40±.48[a]	-.20±.41	-.41±.44	.811(.453)	
	Post	-.28±.25	-.31±.23	-.20±.21		A,B,C
	difference	.12±.52	-.10±.47	.20±.53	1.244(.185)	
	t(*p*)	.811(.435)	-.781(.451)	1.347(.205)		
MedGCM	Pre	-.27±.33	-.19±.31	-.52±.62	1.774(.301)	
	Post	-.27±.16	-.28±.13	-.34±.29		A,B,C
	difference	.00±.26	-.09±.30	.18±.44	1.942(.160)	
	t(*p*)	.011(.992)	-1.764(.320)	1.419(.184)		

[a]Mean±Standard deviation, LatGCM=Gastrocnemius lateral part; MedGCM=Gastrocnemius medial part.

4. HRT 시 end phase frequency(EF)변수에 대한 비교

Heel rise test 동안 EF 변수에 대한 비교는 Table 4와 같다. 사전·사후 평가간 EF 변수에 대해서는 세 군 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다(p>.05). 세 군 간 사전·사후검사 차이값에 대하여 분석하였을 때 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(p > .05)<Table 4>.

Table 4. Comparison of EF values between times and groups

Variables		Dynamic taping group (*n*=17)	Kinesio taping group (*n*=17)	Control group (*n*=17)	F(*p*)	post-hoc analysis
LatGCM	Pre	57.82±8.14	54.73±6.84	60.41±8.20	1.612(.215)	A,B,C
	Post	62.31±12.21	53.75±6.83	64.78±15.77		
	Difference	4.49±11.26	-.98±7.80	4.37±15.87	.801(.457)	
	t(*p*)	1.383(.194)	-.436(.672)	.955(.360)		
MedGCM	Pre	55.05±5.75	53.62±7.22	59.62±10.07	1.890(.167)	A,B,C
	Post	56.99±6.94	52.48±5.28	59.74±13.12		
	Difference	1.03±4.99	-1.14±5.61	.12±14.37	.327(.723)	
	t(*p*)	1.343(.206)	-.704(.496)	.029(.977)		

[a]Mean±Standard deviation, LatGCM=Gastrocnemius lateral part; MedGCM=Gastrocnemius medial part.

5. HRT 시 pretest end phase period frequency(PEF) 변수에 대한 비교

Heel rise test 동안 PEF 변수에 대한 비교는 Table 5와 같다. 다이나믹테이핑군에서 PEF는 사전검사 대비 사후 대비 값이 유의하게 증가하였다($p<.05$). 군 간 사전·사후검사 간 차이값에 대하여 검사하였을 때 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 사후검정을 실시하였을 때, 장딴지근 외측갈래에서는 다이나믹테이핑군과 키네시오테이핑군 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 장딴지근 내측갈래에서는 다이나믹테이핑군과 대조군간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$)<Table 5>.

Table 5. Comparison of PEF values between groups

Variables		Dynamic taping group (*n*=17)	Kinesio taping group (*n*=17)	Control group (*n*=17)	F(*p*)	post-hoc analysis
LatGCM	Pre-EMG	57.52±8.47[a]	56.24±7.25	64.31±5.87	2.068	A|B,A|C
	Post-EMG	64.88±11.84	53.84±3.65	64.07±9.27		
	Difference	7.36±9.15	-2.40±4.39	-.23±5.17	4.181(.030)*	
	t(*p*)	2.668(.024)*	-1.339(.238)	-.112(.915)		
MedGCM	Pre-EMG	55.17±6.01	53.97±8.61	63.24±13.46	1.984	A|C,B
	Post-EMG	60.87±8.06	56.14±5.29	58.74±7.79		
	Difference	5.70±5.56	2.16±3.66	-4.50±7.33	6.258(.008)*	
	t(*p*)	3.398(.007)*	1.446(.208)	-1.503(.193)		

[a]Mean±Standard deviation, *$p<.05$, LatGCM=Gastrocnemius lateral part; MedGCM=Gastrocnemius medial part; Pre-EMG=Mean of the pre-test value that last 3 times median frequency; Post-EMG=Mean of the EMG value after substituting the last pre 3 count times.

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 테이핑 요법에 따라 발바닥 굽힘근의 근피로도 및 지구력에 미치는 효과를 알아보고자 실시하였다.

그 결과, HRT 수행횟수는 다이나믹 테이핑군에서 사전검사에 비해 사후검사에서 유의하게 증가하였으며, 군 간 비교에서 다이나믹 테이핑군이 키네시오 테이핑군과 대조군에 비해 유의하게 증가하였다. 중앙주파수의 기울기는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만, PEF 변수에 대하여 다이나믹 테이핑군에서 사전검사에 비해 사후검사에서 주파수가 유의하게 증가하였으며, 군 간 비교에서도 유의한 차이가 나타났다.

본 연구에서 설정한 HRT는 발바닥 굽힘근의 근지구력 및 근피로도를 평가할 수 있다는 Hebert-Losier 등(2017)의 연구결과를 바탕으로 근피로도를 측정하기 위하여 사용하였다. HRT에 대한 결과를 판단하기 위한 요인으로 단순 시행 횟수에서부터 발목 움직임 각도, 근전도 신호 등 객관화할 수 있는 다양한 측정도구 및 지표 등이 여러 연구를 통해 제시되었다(Pires 등, 2020)

테이핑 재질에 따라 근피로도에 미치는 영향을 알아보기 위한 분석은 주로 주파수 정보를 이용하는데, 일반적으로 이용되는 변수는 평균 주파수와 중앙 주파수가 이용된다(Thongpanja 등, 2013). 근육에 피로도가 누적되면 표면 전극에서 저주파수 대역의 진폭은 증가하고 고주파수 대역은 상대적으로 감소하는 주파수 스펙트럼의 변화를 확인할 수 있다. 주파수 대역의 이동은 생리학적으로 전도 속도의 변화, 근육 내 pH 변화, 근원섬유 유형에 따른 동원과 동기화 변동으로 인해 나타난다(Allison과 Fujiwara, 2002). 여러 선행연구에서도 Heel rise test에 시행 횟수에 따라 근전도 상 주파수가 감소한다고 보고하였으며(Österberg 등, 1998; Kasahara 등, 2007; Ferracuti 등, 2021), 본 연구에서도 Heel rise test에 따른 중앙주파수의 값에 대해 선형회귀분석 결과, 기울기가 전부 음수로 나타났으며 이는 횟수가 증가할수록 표면근전도 상 주파수가 감소하는 것을 확인할 수 있다.

본 연구에서는 다이나믹 테이핑군과 키네시오 테이핑군의 테이핑 적용 시 적용 방법을 동일하게 적용하였다. 기존 선행연구의 경우 일반적으로 다이나믹 테이핑과 키네시오 테이핑을 적용할 때 서로 다른 방법을 적용하였다고 보고하였다(Alahmari 등, 2020; Lim과 Park, 2020). 그러나, 요통환자에게 키네시오 테이핑을 적용하면서 장력을 가한 경우와 그렇지 않은 군 간 허리근육의 근피로도에 따른 중위주파수에 유의한 차이가 나타나지 않았다는 Macedo 등(2021)의 연구를 포함하여, 여러 연구에서 테이핑 적용 시 서로 다른 방법으로 적용하였을 때 근기능에 대한 지표에 유의한 차이가 나타나지 않았다는 보고가 있다(Álvarez-Álvarez 등, 2014; Cai 등, 2015; Silva 등, 2021). 이에 서로 다른 방향과 장력을 적용했을 때 영향을 미치지 못한 것에 대해 소재적인 차이가 있는 두 테이프를 같은 방법으로 적용하였을 때 차이를 비교하여, 테이핑 요법에 대한 차이가 소재적인 특성에서 기인하는지 혹은 영향을 미치는 다른 요소가 있는 지 본 연구에서 확인하고자 하였다.

Mcneil과 Pedersen(2016)은 다이나믹 테이프의 경우 신경생리학적 목적으로 키네시오 테이프와 다르게 운동보조, 부하 감소 등 생체역학적(biomechanical)효과를 위해 사용한다고 언급하였다. 이에 대하여 20대 건강한 성인에게 상지 부하감소를 위한 다이나믹 테이핑 적용 시 근 활성도의 유의한 영향을 미쳤다고 보고한 Huang과 Kim(2020)의 연구와 건강한 20대 대상자에게 손목 폄근에 다이나믹 테이핑을 적용한 결과 손목관절 등척성 수축과 손목 폄에 대한 등장성 수축에 대하여 노쪽손목폄근의 근 활성도가 유의하게 감소하였다는 Huang과 Kim(2021)의 연구에서 다이나믹 테이프의 생체역학적인 효과를 입증하였다. Alahmari 등(2020)의 연구에서 비특이성 요통이 있는 대상자에게 다이나믹 테이핑을 적용하였을 때, 키네시오 테이핑과 테이핑을 적용하지 않은 군에 비해 근지구력 검사에서 유의한 향상을 보였음을 보고하였으며, 본 연구에서 테이핑 적용에 따른 기울기 값은 군 간에 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 사전검사 시의 Heel rise 종료 시점 대비 주파수 값의 차이는 군 간에 유의한 차이가 나타난 것을 보았을 때, 일치하는 경향을 나타난 것으로 사료된다. 이에 대한 설명으로 다이나믹 테이프의 주요 효과로는 탄성반발력을 이용한 근육 작용을 보조하는 역할에 초점이 맞추어져 근피로도 감소에 직접적인 영향을 미친 결과로 사료되며, 키네시오 테이프의 경우, 신경생리학적인 역할로 통증 감소에 초점이 맞추어져 있어 근피로도 감소에 직접적인 영향이 미치지 않은 것으로 사료된다. 다만, 기울기 값에 대하

여 군 간에 유의한 차이가 나타나지 않은 것은 근피로도 차이가 대상자의 Heel rise test 간 발뒤꿈치 들기 횟수가 증가한 만큼 대비 주파수 값에 유의한 영향을 미치지 못한 것으로 사료된다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 중재 이후 테이프의 지속적인 효과를 비교, 분석하지 못하였으며, 테이프 착용을 지속하였을 시에 따른 추가적인 효과를 관찰하지 못하였다. 둘째, 테이핑 중재 적용 시 부착 방법에 따른 효과를 비교, 분석하지 못하였다. 셋째, 연구 대상자들의 특성이 20대 건강한 성인으로 제한되어 있어 모든 연령대로 일반화하기 어렵다. 넷째, 측정부위가 한 곳으로 제한되어 있다는 점이다. 마지막으로 다이나믹 테이핑 적용에 따른 표면근전도 상 근지구력 및 근피로도를 확인할 수 있는 선행연구가 전무하여 기존 연구에 따른 효과를 비교분석하는데 어려움이 있었다. 선행연구에서 다이나믹 테이핑 중재에 따른 근수행력을 보기 위한 요소로 근활성도, 통증, 기능장애 수준 및 ROM 등이 있지만, 표면근전도를 활용한 근지구력 및 근피로도를 비교한 연구는 확인할 수 없었다. 기존 연구의 경우, 근지구력을 평가하기 위하여 표면근전도 장비가 아닌 Biering-Sorensen test 동작 수행 시간으로 평가하였다. 향후 연구에서는 앞서 언급한 한계점을 개선해야 할 것으로 사료된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 테이핑 요법이 발바닥 굽힘근의 근지구력과 근피로도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시하였다. 그 결과 다이나믹 테이프를 적용한 군에서 Heel rise test에서 발뒤꿈치 들기 횟수가 유의하게 증가하였으며, 사전검사 끝 지점에서의 주파수 값의 차이가 유의하게 증가하였다. 이러한 결과로 보아 서로 다른 테이핑을 적용하였을 때, 다이나믹 테이핑을 적용하는 것이 근지구력 및 근피로도 향상에 유의한 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다. 이러한 결과를 토대로 다이나믹 테이프 적용이 근지구력 및 근피로도 감소를 위한 중재방법 중 하나로 제시할 수 있음을 제안한다.

참고문헌

김동훈, 김경훈. 넙다리네갈래근 근 피로 유발 후 키네시오 테이핑 적용이 근력과 균형에 미치는 즉각적 효과. 대한물리치료과학회지 2020;27(1):43-50.

이상호, 정석희, 이종수, 등. 테이핑이 편마비로 인한 어깨 통증에 미치는 영향. 대한한의학회지 1999;20(3):115-26.

이용식, 이정호, 이종훈. 정상인의 전완 키네지오 테이핑 적용이 최대 악력과 근육 활성도에 미치는 영향. 한국체육과학회지 2011;20(3):1713-21.

정동조, 김근조, 이규리. 트레드밀 운동 시 신발밑창에 따라 일부 하지근육의 활성도에 의한 근피로도 비교. 대한물리치료과학회지 2017;24(2):27-35.

황천종, 김선엽. 상지 부하감소 다이나믹 테이핑 기법이 정상인의 어깨 올림 시 어깨뼈 주위근의 근활성도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지 2020;27(2):93-101.

황천종, 김선엽. 아래팔 다이나믹 테이핑 적용에 의한 손목 등척성과 등장성 수축 시 짧은 노쪽손목폄근 근활성도의 변화. 한국전문물리치료학회지 2021;28(2):93-100.

Alahmari KA, Rengaramanujam K, Reddy RS, et al. The immediate and short-term effects of dynamic taping on pain, endurance, disability, mobility and kinesiophobia in individuals with chronic non-specific low back pain: A

randomized controlled trial. PLoS One 2020;15:1–17.

Allison GT, Fujiwara T. The relationship between EMG median frequency and low frequency band amplitude changes at different levels of muscle capacity. Clin Biomech 2002;17(6):464–9.

Álvarez-Álvarez S, José FGMS, Rodríguez-Fernández AL, et al. Effects of Kinesio® Tape in low back muscle fatigue: Randomized, controlled, doubled-blinded clinical trial on healthy subjects. J Back Musculoskelet Rehabil 2014;27(2):203–12.

Cai C, Au IPH, An W, et al. Facilitatory and inhibitory effects of Kinesio tape: Fact or fad? J Sci Med Sport 2016;19(2):109–12.

Csapo R, Alegre LM. Effects of Kinesio® taping on skeletal muscle strength-A meta-analysis of current evidence. J Sci Med Sport 2015;18(4):450–6.

Enoka RM. Muscle fatigue from motor units to clinical symptoms. J Biomech 2012;45(3):427–33.

Esposito F, Barni L, Manzi F, et al. Does ankle Kinesio Taping® application improve static and dynamic balance in healthy trained semi-professional soccer male players? A single blinded randomized placebo controlled crossover study. Sci Sport [Internet]. 2021;36(5):e167–74.

Fatahi M, Ghasemi GA, Mongashti Joni Y, et al. The Effect of Lower Extremity Muscle Fatigue on Dynamic Postural Control Analyzed by Electromyography. Phys Treat Specif Phys Ther 2016;6(1):37–50.

Ferracuti F, Fioretti S, Frontoni E, et al. Functional evaluation of triceps surae during heel rise test: from EMG frequency analysis to machine learning approach. Med Biol Eng Comput 2021;59(1):41–56.

Gimmon Y, Riemer R, Oddsson L, et al. The effect of plantar flexor muscle fatigue on postural control. J Electromyogr Kinesiol 2011;21(6):922–8.

González-Iglesias J, Fernández-De-Las-Peñas C, Cleland J, et al. Short-term effects of cervical kinesio taping on pain and cervical range of motion in patients with acute whiplash injury: A randomized clinical trial. J Orthop Sports Phys Ther. 2009;39(7):515–21.

Hart JM, Fritz JM, Kerrigan DC, et al. Reduced quadriceps activation after lumbar paraspinal fatiguing exercise. J Athl Train 2006;41(1):79–86.

Hébert-Losier K, Wessman C, Alricsson M, et al. Updated reliability and normative values for the standing heel-rise test in healthy adults. Physiother (United Kingdom) 2017;103(4):446–52.

Hébert-Losier K, Newsham-West RJ, Schneiders AG, et al. Raising the standards of the calf-raise test: A systematic review. J Sci Med Sport 2009;12(6):594–602.

Kasahara S, Ebata J, Takahashi M. Analysis of the repeated one-leg heel-rise test of ankle plantar flexors in manual muscle testing. J Phys Ther Sci 2007;19(4):251–6.

Kase K, Wallis J, Kase T. Clinical Therapeutic Applications of the Kinesio Taping Method. 3rd ed. Kinesio Taping Assoc 2013;198.

Kuni B, Mussler J, Kalkum E, et al. Effect of kinesiotaping, non-elastic taping and bracing on segmental foot kinematics during drop landing in healthy subjects and subjects with chronic ankle instability. Physiother(United Kingdom) 2016;102(3):287-93.

Lim O, Park S. Comparison of the Effects of Barefoot, Kinesio Tape, and Dynamic Tape on Static and Dynamic Balance in Subjects With Asymptomatic Flexible. Phys Ther Korea 2020;27(1):78–86.

Lim HW. Does Kinesio Taping Improve Vertical Jumping Performance? J Korean Phys Ther 2016;28(5):269-73.

Lunsford BR, Perry J. The standing heel-rise test for ankle plantar flexion: Criterion for normal. Phys Ther 1995;75(8):694-8.

Macedo LB, Richards J, Borges DT, et al The influence of Kinesio Taping on muscle fatigue in individuals with low back pain: A randomised controlled trial. J Back Musculoskelet Rehabil 2021;34(4):613-21.

Mao HY, Hu MT, Yen YY, et al. Kinesio taping relieves pain and improves isokinetic not isometric muscle strength in patients with knee osteoarthritis—a systematic review and meta-analysis. Int J Environ Res Public Health 2021;18(19).

McGowan CP, Neptune RR, Kram R. Independent effects of weight and mass on plantar flexor activity during walking: Implications for their contributions to body support and forward propulsion. J Appl Physiol 2008;105(2):486-94.

McNeill W, Pedersen C. Dynamic tape. Is it all about controlling load? J Bodyw Mov Ther 2016;20(1):179-88.

Namuun G, Endo Y, Abe Y, et al. The effect of muscle fatigue using short term transcutaneous electrical nerve stimulation. J Phys Ther Sci 2012;24(5):373-7.

Neptune RR, Kautz SA, Zajac FE. Contributions of the individual ankle plantar flexors to support, forward progression and swing initiation during walking. J Biomech 2001;34(11):1387-98.

Ong CF, Geijtenbeek T, Hicks JL, et al. Predicting gait adaptations due to ankle plantarflexor muscle weakness and contracture using physics-based musculoskeletal simulations. PLoS Comput Biol 2019;15(10):e1006993.

Österberg U, Svantesson U, Takahashi H, et al. Torque, work and EMG development in a heel-rise test. Clin Biomech 1998;13(4-5):344-50.

Pires IM, Ponciano V, Garcia NM, et al. Analysis of the results of heel-rise test with sensors: A systematic review. Electron 2020;9(7):1-12.

Reid KF, Naumova EN, Carabello RJ, et al. Lower extremity muscle mass predicts functional performance in mobility-limited elders. J. Nutr. Health Aging 2008;12(7):493-8.

Selva F, Pardo A, Aguado X, et al. A study of reproducibility of kinesiology tape applications: Review, reliability and validity. BMC Musculoskelet Disord 2019;20(1):1-12.

Silbernagel KG, Gustavsson A, Thomeé R, et al. Evaluation of lower leg function in patients with Achilles tendinopathy. Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc 2006;14(11):1207-17.

Silva RO, Carlos FR, Morales MC, et al. Effect of two Dynamic TapeTM applications on the electromyographic activity of the gluteus medius and functional performance in women: A randomized, controlled, clinical trial. J Bodyw Mov Ther 2021;25:212-7.

Thongpanja S, Phinyomark A, Phukpattaranont P, et al. Mean and median frequency of EMG signal to determine muscle force based on time dependent power spectrum. Elektron ir Elektrotechnika 2013;19(3):51-6.

Vieira TM, Botter A, Muceli S, et al. Specificity of surface EMG recordings for gastrocnemius during upright standing. Sci Rep 2017;7(1):1-11.

Chang WD, Chen FC, Lee CL. Effects of Kinesio Taping versus McConnell Taping for Patellofemoral Pain Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. Evidence-based Complement Altern Med 2015;2015(Vl):1-11.

Wang JS. Therapeutic effects of massage and electrotherapy on muscle tone, stiffness and muscle contraction following gastrocnemius muscle fatigue. J Phys Ther Sci 2017;29(1):144-7.

Williams S, Whatman C, Hume PA, et al. Kinesio taping in treatment and prevention of sports injuries: A meta-analysis of the evidence for its effectiveness. Sport Med 2012;42(2):153–64.

Yeung SS, Yeung EW. Acute effects of kinesio taping on knee extensor peak torque and stretch reflex in healthy adults. Med (United States) 2016;95(4):1–7.