아래팔 다이내믹 테이핑 적용에 의한 손목 등척성과 등장성 수축 시 짧은 노쪽손목뽀근 근활성도의 변화

황천중¹, 김선엽²¹대전대학교 대학원 물리치료학과, ²대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

Effect of Forearm Dynamic Taping on Muscle Activity of Extensor Carpi Radialis Brevis During Wrist Isometric and Isotonic Contraction

Tian-zong Huang¹, PT, MPH, Suhn-yeop Kim², PT, PhD¹Department of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University, ²Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University, Daejeon, Korea

Article Info

Received March 29, 2021

Revised April 20, 2021

Accepted April 20, 2021

Corresponding Author

Suhn-yeop Kim

E-mail: kimsy@dju.kr

<https://orcid.org/0000-0002-0558-7125>

Key Words

Dynamic taping

Electromyography

Extensor carpi radialis brevis

Isometric

Isotonic

Background: Lateral epicondylitis (LE) is the most common chronic musculoskeletal conditions of the upper extremity with pain and wrist extension disability. The tendon which is most affected is the extensor carpi radialis brevis (ECRB). Previous study evaluated the effect of taping technique on patient with LE, but no study investigated the changes of electromyography (EMG) on ECRB when using dynamic taping (DT) technique.

Objects: The aim of this study was to investigate the effect of DT technique using dynamic tape on muscle activity of ECRB during wrist isometric extension, isotonic extension and flexion.

Methods: Twenty-one healthy subjects volunteered to participate in this study. Subjects were instructed to perform wrist isometric extension, isotonic extension and flexion without and with DT on origin area of ECRB. Wrist isometric extension was performed at 75%, 50% and 25% (%maximal voluntary contraction force), respectively, based on maximum contraction force. Isotonic extension and flexion test used dumbbell. EMG data was collected from ECRB.

Results: EMG of ECRB were statistically significant decrease in wrist isotonic extension after DT ($p < 0.05$). Significant increase in wrist isometric extension during 25% and 50% force task ($p < 0.05$).

Conclusion: This study applied DT technique to suppress the wrist extensor muscles in 21 healthy adults in their twenties. Change in muscle activity was compared in the ECRB muscle during wrist isometric extension, isotonic extension and flexion task. Based on the results of this study, the DT technique applied to the wrist and forearm area can reduce the load on the wrist extensors when the wrist performs various movements during daily life movements or repetitive tasks, and by using these effects, excessive stress is applied to tennis elbow patients.

INTRODUCTION

팔꿈관절 가쪽위관절염(lateral epicondylitis)은 팔꿈관절 부위에 심각한 통증 또는 손목 펌 기능장애를 가진 만성 근골격계 질환이며, 일명 테니스 엘보(tennis elbow)라고 불리고 있다[1,2]. 가쪽위관절염은 산업체 근로자에서 발생 빈도가 높기 때문에 공중보건의 문제이며, 근로자 집단 중에 10.5%는 외측 팔꿈치 부위에 통증을 경험

하고 있으며 2.4%는 가쪽위관절염기염 진단을 받았다[3]. 이 질환은 성별과 상관없이 40-54세에서 많이 발생한다[4]. 위험 요소에는 팔과 손목의 반복적이거나 강한 움직임 또는 팔을 45도 이상 모은 상태에서 강한 쥐기 동작을 하는 것이 포함된다[5,6]. 이것은 국소적인 조직의 만성 변성을 야기하며 최종적으로 힘줄병증(tendinopathy)을 유발할 수 있다. 이러한 움직임으로 인해 가장 많이 영향을 받는 조직은 짧은 노쪽손목뽀근(extensor carpi radialis brevis)이다[7].

가쪽위관절염기염환자의 치료적 목표는 통증을 줄이고 기능을 향상시키는 것이며 이를 위해 다양한 치료 전략을 사용한다[8]. 그러나 현재까지 최적의 관리나 치료법을 아직 찾지 못하고 있다[9]. Coombes 등[9]은 가쪽위관절염기염의 심각 정도에 따라 치료 권장 사항을 단계별로 나누고 매우 상세한 임상 지침서를 제시하였다. 이 지침서에는 조연과 교육, 운동, 수동적 치료, 보조기 또는 테이핑 기법 등이 포함되어 있다. 그러나 각 치료법의 효과와 임상적 치료법을 적절하게 선택하는 것에 대한 연구는 여전히 부족하다. 치료적 테이핑(therapeutic taping) 기법은 가쪽위관절염기염으로 인한 통증의 감소 및 기능 수준을 향상시킬 수 있기에 임상에서 흔히 권장되고 있다[10,11].

임상에서 치료적 목적에 따라 적용하는 테이프의 종류는 다양하다. 비탄력(non-elastic) 테이프는 관절의 움직임을 제한하고, 근육의 작용을 억제시키는 등의 기계적 효과를 목적으로 사용한다. 탄력(elastic) 테이프의 종류 중 하나인 키네시오(Kinesio) 테이프는 순환계 및 신경계에 영향을 주는 신경생리학적(neurophysiologic) 효과를 얻기 위해 주로 사용하며, 비교적 최근에 개발된 다이내믹(dynamic) 테이프는 생체역학적(biomechanical) 효과를 통해 인체 조직에 가해지는 기계적 부하의 감소와 움직임을 보조하는 작용으로 사용한다[12]. 다이내믹 테이프는 근골격계 문제를 치료하기 위한 보조 방법으로 최근 임상에서 그 사용 빈도가 증가하고 있는 비교적 새로운 치료 기법이다. 2009년 호주의 근골격계 물리치료사인 Ryan Kendrick은 탄성 나일론과 라이크라(lycra) 혼합 소재로 구성된 다이내믹 테이프를 개발하였다. 이 테이프의 특성은 4방향으로 늘어날 수 있고, 강한 탄성 저항력과 반동력을 가지고 있을 뿐만 아니라 높은 수준의 신장력(200% 이상)을 가지고 있다. 다이내믹 테이프의 주요 작용 원리는 편심성 동작의 감속(deceleration of eccentric work), 부하 흡수 및 운동 보조인 기계적 효과이며, 또 다른 작용 원리는 신경 생리학적 효과이다[12].

다이내믹 테이프는 다른 종류의 테이프에 비해 비교적 최근에 개발된 새로운 타입에 탄력성 테이프이며, 테이프의 신축성은 키네시오 테이프(140%)보다 더 큰 신축성(200%)을 가지고, 강한 저항력과 반동력을 이용하는 적용 원리로 키네시오 테이프의 적용 기전과는 차별성이 있다[12]. 키네시오 테이프의 기전은 피부 접촉시킨 테이프를 통해 생성된 감각 입력의 변화를 이용하여 통증과 고유수용감각 또는 림프계에 변화를 준다는 것이다. 반면에 다이내믹 테이프는 강한 신장성과 반동력을 이용하여 번지 점프용 밧줄의 원리와 유사하게 늘어나는 테이프가 충격의 흡수 또는 부하를 감소시키는 원리를 이용한다[12]. Park와 Kim [13]은 어깨 수술을 한 환자에게 적용한 다이내믹 테이핑 기법의 효과를 연구하였다. 이 연구의 결과는 테이핑을 적용한 실험군의 통증 수준과 어깨 관절의 관절가동범위 그리고 기능장애 수준이 테이핑을 적용하지 않은 군에 비해 유의한 개선을 보였다. 그리고 Huang과 Kim [14]의 연구에서 건강한 대상자에게 어깨의 별림근 위에 적용한 다이내믹 테이핑이 팔의 등척성 별림 동작 시 어깨 주위 근육들의 근활성도 수준을 알아보았다. 테이핑을 적용한 후에 어깨의 등척성 별림 운동 시 중간어깨세모근의 근활성도 수준은 테이핑 적용 전에 비해 유의

하게 감소하는 결과를 보였다. Robinson 등[15]은 큰돌기 통증 증후군(greater trochanteric pain syndrome)의 진단을 받은 여성 환자에게 다이내믹 테이핑 기법을 적용한 후 보행 특성에 기계적 영향을 미치며, 힘줄에 부하를 줄이고 엉덩관절의 동적 모음 동작을 개선시킨다는 것을 증명하였다.

가쪽위관절염기염환자와 관련된 선행 연구들은 주로 짧은 노쪽손목 펴근의 과사용을 방지 또는 억제시키는 증재방법에 대해 초점을 맞춰왔다[16-18]. 그러나 다이내믹 테이핑을 손목을 움직임에 관련하는 근육들에 적용하고 손목 주위근의 근작용에 미치는 영향을 연구한 사례들은 찾기 어려웠다. 따라서 본 연구의 목적은 건강한 20대 대상자들에게 손목 펴근 부위에 다이내믹 테이핑을 적용하고 그 전후에 손목의 등척성 펴기와 손목의 등장성 굽힘과 펴기 운동 시에 짧은 노쪽손목펴근의 근활성도 수준에 차이가 있는지를 알아보고자 한다. 연구의 구체적인 가설은 '손목 펴근에 다이내믹 테이핑을 적용한 후에 수행하는 손목 운동 과제 시 짧은 노쪽손목펴근의 근활성도 수준은 감소할 것이다'로 정하였다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상자

이 연구에 목적에 따라 필요한 연구대상자 수를 계산하기 위해 Cohen의 표본 산출 공식에 따른 표본 수 계산 프로그램인 G*Power 3.1.9.2 프로그램(University of Kiel, Kiel, Germany)을 이용하여 산출하였다. 본 연구에서는 다이내믹 테이핑이 손목의 등장성 펴기 동작 시 손목 펴근의 근활성도 수준의 변화를 분석하기 위해 반복측정 분산분석을 이용하고, 10명의 대상자에게 실시한 예비실험을 통해 수집된 데이터를 이용한 결과를 통해 효과크기 0.77을 산출하였고, 유의 수준 0.05와 검정력 0.95로 설정한 후 표본 크기를 산출한 결과, 최소 표본 크기는 19명이다. 연구대상자의 탈락률을 20%로 고려하여 최소 25명을 모집하였다. 연구 과정 중에 4명의 대상자가 연구 참여가 불가능하다는 개인적인 사정으로 실험을 수행하지 못해 탈락하였다. 최종 실험 과정을 완전히 마친 대상자 수는 총 21명이었다.

연구의 책임자는 연구를 참여한 모든 대상자에게 실험의 시작 전에 이 연구의 목적과 절차에 대하여 구두로 설명한 후, 모든 연구대상자가 충분한 이해하여 자발적인 동의를 구하고 실험에 참여하였다. 연구대상자의 선정 조건은 다음과 같다. 첫째, 현재 팔과 어깨 부위에 통증이 없는 자, 둘째, 손목의 등척성 펴기 동작을 통증이나 불편함 없이 수행할 수 있는 자, 셋째, 다이내믹 테이핑 적용한 후 피부 알러지 등의 이상 반응이 없는 자, 넷째, 연구의 목적을 이해하고 스스로 참여에 동의한 자. 연구대상자의 제외 조건은 다음과 같다. 첫째, 최근 3개월 이내에 정형외과적, 신경학적, 심호흡계 또는 심리적 질환의 의학적 진단을 받은 자, 둘째, 현재 팔꿈관절에 통증이 있거나 손목이나 팔꿈관절 부위에 수술의 경험이 있는 자.

2. 연구 절차

모든 연구대상자는 사전에 작성한 조사지를 이용해 일반적 특성과 선정 조건, 제외 조건 등의 포함된 정보를 수집하였다. 연구대상자로 선정된 대상자에게 연구에서 수행하는 동작들에 대해 설명한 후 관련된 손목 운동 과제의 연습을 최소 3회 실시하여 운동 과제의 방법을 정확하게 이해하는 것을 확인한 후 본 실험을 시작하였다. 그 다음 근활성도 측정에 필요한 짧은 노쪽손목뽐근에 표면 근전도 전극을 부착하였다. 측정하는 근활성도 값을 표준화하기 위해 손목 뽐근의 최대 수의적 등척성 수축(maximum voluntary isometric contraction; MVIC)을 하게 하고, 그 때에 최대 근력을 기준값(100% MVIC)으로 정한 후 이 값을 기준으로 75%, 50%, 25%에 해당하는 각 근력 수준을 계산하였다. 본 연구에서는 손목 관절에 등척성 뽐과 등장성 뽐 그리고 굽힘 과제를 실시하였다. 대상자가 수행하게 될 손목의 등척성 뽐 근력의 근력 수준별 과제 수행 순서와 손목 등장성 뽐과 굽힘 과제의 순서를 정하기 위해 실험 시작 전에 미리 무작위 배정 도구(Research randomizer; <http://www.randomizer.org/>)를 이용하여 수행 순서를 결정하였다. 결정된 순서에 따라 대상자가 동작을 실행하는 동안 짧은 노쪽손목뽐근에 근활성도를 각각 측정하였다. 그런 다음 다이내믹 테이핑 기법을 적용하고 이전에 측정한 방법과 같은 방법으로 각각 시행하였고 이때 짧은 노쪽손목뽐근의 근활성도를 측정하였다. 모든 실험은 대상자의 우세손측 팔에서 실시하였다. 이 연구는 설계 단계에서 대전대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받은 후에 연구를 진행되었다(IRB No. 1040647-202103-HR-001-03). 본 연구의 절차는 Figure 1과 같다.

3. 중재 및 측정 방법

1) 다이내믹 테이핑 방법

본 연구에서 실시한 다이내믹 테이핑 기법은 다이내믹 테이프 개발자가 소개한 직접 기법(direct techniques)을 사용하였다. 테이핑을 실시한 연구자는 개발자가 강의하는 국제 다이내믹 테이핑 연수과정(certified dynamic taping course) 레벨(level) 1 과정을 이수한 물리치료사 1인이 전담하여 실시하였다. 본 실험 전에 대상자의 피부 알러지 반응 발생 여부를 확인하기 위해 테이핑 적용 전에 먼저 다이내믹 테이프(Dynamic Tape, Port Vila, Vanuatu)를 위팔의 안쪽부 피부

에 부착하였고, 20분 후 피부 이상 반응이 없음을 확인한 후 본 실험에 참여하도록 하였다. 적용하는 테이프의 길이는 대상자의 손목 부위부터 팔꿈치까지의 길이를 재어 준비하였다. 대상자는 팔을 책상 위에 올리고 아래팔을 얹치시킨 후 손목은 완전히 펴도록 하였다. 이 자세 유지한 상태에서 다이내믹 테이프를 손등 부위에서 시작하여 부착하였다(Figure 2). 먼저 손등 부위에 앵커(anchor) 테이프를 부착하였고, 테이프의 시작 부분과 테이핑이 끝나는 팔꿈치 부위에 테이프의 5 cm 정도 되는 테이프 부분에는 장력이 0%가 되도록 하였고, 짧은 노쪽손목뽐근의 근힘줄 연결부 지점을 지나는 테이프는 10% 정도의 장력을 적용하였다. 테이프를 부착한 다음에 전체 테이프 위를 손으로 비벼 부착력을 향상시켰다.

Figure 1. CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) diagram demonstrating study flow. EMG, electromyography; MVIC, maximum voluntary isometric contraction; ECRB, extensor carpi radialis brevis.

Figure 2. (A) The position for measuring the maximum strength of the wrist extensor muscles. (B) Dynamic taping and electric code placement for extensor carpi radialis brevis. (C) Method for measuring muscle activity of extensor carpi radialis brevis by muscle strength level after applying dynamic taping.

2) 손목 등척성 펌 근력 측정 방법

본 연구에서 손목의 등척성 펌 동작은 테니스 엘보의 임상 검사 방법 중 하나인 Cozen 검사법과 동일한 자세에서 진행하였다. 대상자는 앉아서 어깨를 굽히고 팔을 편하게 책상 위에 올려놓았다. 대상자는 주먹을 쥐고 아래팔을 앞치킨 후 손목을 약간 편 상태를 취하도록 하였다. 검사자는 대상자의 손등에서 전자식 근력측정계(MicroFET2; Hoggan Health Industries, Draper, UT, USA)를 댄 다음, 검사자는 대상자의 손목이 굽히는 동작이 되도록 하고, 그와 동시에 대상자는 검사자가 가해 주는 굽히는 힘에 대항하여 펴는 힘을 주어 원래의 자세로 유지하도록 최대 힘을 발휘할 것을 지시하였다. 실험 절차에 따라 먼저 측정된 손목 펌근의 최대 근력(100% MVIC)을 기준으로 계산한 75%, 50%와 25%의 근력 수준으로 힘을 주는 각 과제를 수행하였다(Figure 2). 대상자는 검사자의 힘을 저항하여 자세 유지할 때 대상 작용을 피하게 하기 위해 대상자의 비측정측 손으로 측정하는 쪽의 팔꿈치 부위를 잡아 고정하도록 하였다. 각 근력 수준별 측정은 사전에 정한 무작위 순서로 수행하였다. 모든 측정은 다이나믹 타이핑을 적용 전과 후에 같은 방법으로 각 3회 반복 측정하였으며, 그 평균값을 계산하여 분석에 사용하였다. 측정 시에 발생할 수 있는 근육의 피로 발생을 최대한 피하기 위해 각 측정 간에 최소 1분 이상, 대상자에 상태에 따라 충분한 휴식을 취하도록 하였다.

3) 손목 등장성 펌과 굽힘 측정 방법

손목 등장성 펌과 굽힘 운동 시 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도를 측정하기 위한 측정 자세는 등척성 펌 측정 자세 시와 동일하게 진행하였다. 등장성 운동 시 부하를 주기 위해 대상자의 성별 차이를 감안하여 남자는 5 lb, 여자는 3 lb의 아령(Vinyl dumbbell; SPRI Products Inc, Libertyville, IL, USA)을 사용하였다. 손목의 펌 과제를 진행할 때 대상자는 아령을 들고 손목의 최대 굽힘 위치에서 손목을 최대로 펴는 끝 위치까지 일정한 속도로 손목을 펴도록 하였고, 전체 동작을 하는 시간은 5초로 정하였다. 손목 굽힘 과제는 이와 반대로 완전히 손목을 편 상태에서 시작하여 5초 동안 완전히 굽히는 위치까지 일정한 속도로 수행하였다. 모든 과제를 동일한 속도로 수행하게 하기 위해 메트로놈을 사용하였다. 근활성도 수집 시 시작점(onset)과 끝점(offset)을 메트로놈의 첫 번째와 다섯 번째 박자 소리를 맞추어서 진행하였다. 본 실험을 시작하기 전에 대상자는 충분한 연습을 실시한 후 본 실험을 진행하였다.

4) 근활성도 측정 방법과 근전도 전극 부착 부위

다이나믹 타이핑의 적용 전후에 손목 펌근의 근활성도 자료를 수집하기 위해 표면 근전도 장비(QEMG-4; Laxtha, Daejeon, Korea)를 사용하였고, 수집된 신호의 분석은 근전도 신호 분석 시스템인 Tel-eScan (CD-TS-2.2; Laxtha) 프로그램을 이용하였다. 표면 근전도 전극은 일회용 염화은(Ag/AgCl) 전극(246H; Seedtech, Bucheon, Korea)을 이용하였고, 표면전극을 부착하기 전에 측정 근육에 피부 저항

항을 감소시키기 위해 모든 대상자에 전극 부착 위치 위의 털을 제거하고, 알코올로 피부를 청결히 한 후 전극을 부착하였다. 전극의 부착 위치는 우세손 측에 부착하였다(Figure 2).

짧은 노쪽손목펌근의 전극 부착 부위는 가쪽위관절용기에서 약 5 cm 떨어진 아래팔의 배측부에 위팔노근의 바로 옆에서 부착하였다[19]. 접지(ground) 전극은 자뼈 붓돌기 부위에 부착하였다. 모든 측정은 3회 반복 수행하였고 각 자세에서 5초간 유지하였다. 근활성도 분석 시 노치 필터(notch filter)는 60 Hz로, 대역 통과 필터(band pass filter) 20–500 Hz로 설정하였다. 수집된 원 데이터의 앞뒤 1초를 제외한 중간 3초의 자료를 이용하여 제곱평균제곱근(root mean square)으로 환산하였고 3회 측정된 자료의 평균값을 분석에 사용하였다.

5) 손목 펌근의 수의적 최대 수축력 측정

근전도로 측정된 짧은 노쪽손목펌근의 근전도 값을 표준화하기 위하여 근력 검사 자세에서 근육에 최대 수의적 수축을 기준(100% MVIC)으로 3가지(75%, 50%, 25%)의 수축 정도에 따른 수의적 기준 수축 백분율(%MVIC)을 측정하였다. 손목 펌 동작 수행 시 최대 수축을 3회 측정된 평균값을 100% MVIC로 사용하였다. 그리고 이 기준값을 이용하여 계산한 75%, 50%와 25%의 각 근력을 발휘하는 등척성 수축 과제를 진행하였다.

4. 분석 방법

본 연구에서 모든 자료는 윈도우용 SPSS version 20.0 프로그램(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 통계 처리하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 분석하였고, 측정된 모든 변수의 평균과 표준편차를 제시하였다. 측정된 변수들의 정규성 검정을 위하여 샤피로-윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 시행하였고 정규성을 확인하였다.

손목 펌근의 근활성도 수준이 손목 펌근 근력 수준 간에 그리고 타이핑 적용 전후 간에 차이가 있는지를 알아보기 위해 개체간 요인이 있는 반복측정 분산분석(repeated analysis of variance)을 실시하였고, 사후분석을 위해 본페로니 분석을 이용하였다. 손목의 등장성 운동 시 다이나믹 타이핑 적용 전후 간에 근활성도의 차이를 비교하기 위해 대응표본 t-검정을 시행하였다. 모든 통계 분석 시 유의수준 α 는 0.05로 정하였다.

RESULTS

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자는 총 21명(남자 12명, 여자 9명)이었고, 대상자의 평균 연령과 평균신장, 평균체중 그리고 체질량지수와 같은 일반적인 특성은 Table 1에 제시하였다.

2. 손목의 등척성 펌근 근력 수준별 다이내믹 테이핑 적용 전 후에 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도 비교

다이내믹 테이핑 적용 전후에 손목의 등척성 펌근 근력 발휘 수준에 따른 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도를 비교하였다(Table 2). 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도는 테이핑 적용과 손목 펌근의 근력 발휘 수준과는 상호작용이 나타나지 않았다($F = 0.702$, $p > 0.05$). 다이내믹 테이핑 적용 후 손목 펌근의 MVIC에 25% MVIC과 50% MVIC 수준으로 운동 시에 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도 수준은 테이핑 적용 전에 비해 14.38%와 8.46% 각각 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 그러나 75% MVIC 근력 수준에는 다이내믹 테이핑 적용한 후 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도는 유의한 변화가 없었다.

3. 손목 등장성 펌과 굽힘 운동 시 다이내믹 테이핑 적용 전 후에 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도 비교

손목의 등장성 펌과 굽힘 운동 과제 수행 시 다이내믹 테이핑 적용 전후에 짧은 노쪽손목펌근에 근활성도의 차이를 비교하였다(Table 3). 손목의 등장성 펌 동작 수행 시 다이내믹 테이핑 적용 후에 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도는 테이핑 적용하기 전에 비해 10.45% 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 등장성 손목 펌 과제의 결과는 중간크기의 효과 크기를 보였다(Cohen's $d = 0.71$). 등장성 손목 굽힘 동작 시 다이내믹 테이핑 적용한 후에 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도는 테이핑 적용

하기 전에 비해 4.13% 감소하였으나 유의성은 없었다.

DISCUSSION

손목은 일상생활 동작이나 다양한 운동 중에 많이 사용되는 부위이며, 이에 따라 손목 신전근의 과부하나 반복적 사용으로 인한 근육 손상이 많이 발생된다. 이 연구는 손목에 등척성, 등장성 운동 시 짧은 노쪽손목펌근의 근 작용에 다이내믹 테이핑이 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위해 실시되었다. 연구의 가설은 다이내믹 테이핑을 적용한 후 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도가 손목 등척성과 등장성 수축을 수행 시 모두 근활성도가 감소할 것이라고 설정하였다. 연구결과는 가설과 일부 일치하여 다이내믹 테이핑을 적용한 후 손목 등장성 펌 운동 시 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도는 유의하게 감소하였다. 그 외에 손목 등장성 굽힘 운동과 75% MVIC 근력 수준에 등척성 수축을 수행 시 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도가 유의하지 않았지만 감소한 경향이 보였다. 가설과 반대로 50% MVIC과 25% MVIC의 근력 수준에 등척성 수축 시 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도가 유의하게 증가하였다. 이러한 결과를 통해 탄력성이 있는 다이내믹 테이핑을 적용이 테이프를 부착한 근육에 등척성 수축 근력을 더 강하게 발휘한 것은, 피부에 부착한 탄력 테이프가 테이핑한 근육(이 연구의 경우 손목 펌)의 근 수축을 촉진한 결과라 할 수 있다. Choi [20]의 연구에서 가쪽 위관절용기염이 있는 중년여성을 대상으로 탄력테이프와 비탄력테이프의 효과를 비교하였다. 연구의 결과는 본 연구와 유사하게 테이프를 적용한 후 최대 악력을 수행 시 노쪽 손목펌근의 근활성도가 유의하게 증가하였다. 또한 일정한 부하를 받으며 시행한 손목 등장성 펌 운동 시 다이내믹 테이프의 탄성복원력으로 인해 짧은 노쪽손목펌근의 근활성도는 유의하게 감소하였다. 그러나 손목 굽힘으로 인한 손목 펌근의 편심성 수축 시는 손목 펌근의 근활성도가 감소하는 경향을 보였으나 통계학적으로는 차이가 없었다. 이는 늘어난 탄력 테이프의 탄성 복원력이 부착된

Table 1. General characteristics of subjects (N = 21)

Variables (unit)	Value
Age (y)	21.7 ± 2.8
Height (cm)	168.8 ± 9.8
Weight (kg)	66.1 ± 16.7
Body mass index (kg/m ²)	22.9 ± 4.1
Sex (male/female)	12/9

Values are presented as number only or mean ± standard deviation.

Table 2. Comparison of muscle activity during wrist isometric extension in different force level with and without diamond taping (N = 21)

EMG activity	Wrist isometric extension		t	p	Cohen's d
	Without taping	With taping			
75% MVIC	86.11 ± 31.17	85.59 ± 27.80	0.137	0.892	0.03
50% MVIC	59.58 ± 21.88	64.62 ± 24.06	-2.421	0.025*	-0.52
25% MVIC	28.30 ± 12.11	32.37 ± 16.89	-2.282	0.034*	-0.49
F	33.034*	27.658*			

Values are presented as mean ± standard deviation. EMG, electromyography; %MVIC, %maximum voluntary isometric contraction. * $p < 0.05$.

Table 3. Comparison of muscle activity during wrist isotonic extension and flexion with and without diamond taping (N = 21)

EMG activity (%MVIC)	Wrist isotonic movement		t	p	Cohen's d
	Without taping	With taping			
Extension	57.61 ± 17.65	51.59 ± 18.57	3.251	0.004*	0.71
Flexion	33.39 ± 13.72	32.01 ± 13.36	0.853	0.404	0.19

Values are presented as mean ± standard deviation. EMG, electromyography; %MVIC, %maximum voluntary isometric contraction. * $p < 0.05$.

근육의 수축 방향과 일치하는 경우 근 작용을 보조하는 것으로 판단된다.

현재 임상 의 임상가들은 다이나믹 테이핑과 같은 생체역학적 테이프 보다는 키네시오 테이프를 더 일반적으로 사용하는 편이다. 이것은 생체역학적 테이프가 2010년 이후에 개발되었고, 반면에 키네시오 테이프는 지난 30년 전에 개발되어 꾸준히 사용되었기 때문이다[21]. 그럼에도 불구하고 임상가 중에 거의 22%가 가쪽위관절염 치료에 위해 생체역학적 테이프를 사용한다고 보고하였다. 생체역학적 테이프가 수축 조직의 부하를 제거하는 것으로 알려져 있고[12], 조직 부하가 가쪽위관절염의 병리-생리학과 밀접한 관련이 있다[22]. 이를 감안하여 생체역학적 테이프는 조직 부하를 변화시킬 수 있어 손목 펴금 힘줄의 부하 및 가쪽위관절염의 통증과 기능을 향상시키는 데 적합할 수 있다.

비탄력 테이프와 키네시오 테이프를 사용하는 테이핑 기법의 단기간 효과에 대해 이루어진 한 체계적 고찰 연구가 있었다. 그 연구에서 비탄력 테이프가 통증 수준과 악력 강도가 즉각적으로 개선할 수 있음이 증명되었다[23]. Vicenzino 등[11]은 만성 가쪽위관절염부(lateral epicondyle) 통증 환자를 대상으로 비탄력 테이프를 이용한 다이아몬드(diamond) 테이핑 기법의 효과를 연구하였다. 테이핑 적용 후 실험군에 악력 수준은 유의하게 증가하였으며, 압통 역치는 통계학적으로 유의하지는 않았지만 약 19% 증가를 보였다. 이와 유사하게 Huang과 Kim [24]의 연구에서 건강한 성인을 대상으로 다이아몬드 테이핑 기법을 적용하고 대상자의 최대 악력 수준을 기준으로 4단계로 구분한 근력 수준별로 파악력을 발휘하는 과제 수행 시 짧은 노쪽손목뾰근의 근활성도는 테이핑 적용하기 전과 비교해 유의하게 감소하였다. 이와 유사한 선행 연구에서는 비탄력 테이프를 적용한 후 최대 파악력 수준이 유의하게 증가하였고, 손목의 펴금 근력 수준도 유의하게 증가한 결과를 보였다[25,26].

본 연구에 사용한 다이나믹 테이프는 탄력 테이프의 한 종류이다. 그러나 다이나믹 테이프는 임상에서 가장 많이 사용되고 있는 키네시오 테이프와 다르다. 키네시오 테이프가 가지고 있는 140%~180%까지의 신축성을 비교하면 다이나믹 테이프는 200% 이상의 신축성을 가지고 있으며, 강한 신장력과 반동력을 가지고 있다. 그리고 적용 방법에는 키네시오 테이핑 기법의 부착 방법은 기시점과 끝 지점 간에 거리를 길게 한 상태에서 부착한다. 반면에 다이나믹 테이핑의 부착 방법은 기시점과 끝 지점 사이에 거리를 가깝게 만든 상태(shortened)에서 적용하는데 이는 부하 흡수(load absorption)를 최대화하기 위한 것이며, 테이프를 약간 신장시킨 상태로 적용한다. 다이나믹 테이프를 부착할 때 테이프의 고유한 반동 효과로 인해 사전-신장(pre-stretch)을 시킴으로 실제로 근육-힘줄 단위가 늘어나기 시작할 때 바로 힘의 흡수와 지지를 제공할 수 있다[12]. 이러한 효과를 통해 비탄력 테이프를 사용한 테이핑 기법과 같아서 근육 활동을 억제할 수 있다. Huang과 Kim [14]은 다이나믹 테이프를 사용하여 부하 감소 기법 통해 어깨 벌림 운동 시 중어깨세모근의 근활성도를 감소시켰다. 이와 유사하게 Robin-

son 등[15]은 다이나믹 테이핑 기법을 적용한 후 큰돌기 동통 증후군 환자의 보행 기능에 기계적 영향을 미치는 것으로 보였으며 힘줄 부하를 줄이고 엉덩관절의 동적 모음을 지지를 제공하는 것이 증명하였다. 현재까지 다이나믹 테이핑 기법이 근육 작용에 미치는 영향에 대한 연구들이 아직 부족하다. 본 연구는 손목 부위에 적용한 다이나믹 테이핑 기법의 효과를 알아보는 주제로 아직 진행된 연구가 매우 적은 분야라는 데 학술적 의미가 있다고 생각한다. 이 연구에서 사용한 기법은 선행연구[14,15]들을 기반으로 실시하였다.

많은 선행 연구에서 이미 비탄력 테이프가 가쪽위관절염 환자에 대한 통증 감소와 근력 증가에 영향을 미친다는 것을 증명하였다. 가쪽위관절염 환자에게 비탄력 테이프가 이용한 다이아몬드 테이핑을 적용한 후 즉각적으로 휴식 시 통증 강도가 유의하게 감소하였고, 동시에 손목 펴금 근력과 악력이 유의하게 증가하였다[25,26]. Yang 등 [27]의 연구에서는 다이아몬드 테이핑을 적용한 후 가쪽위관절염 통증 환자에 통증과 악력, 기능수행 능력에 유의한 개선을 볼 수 있었다. 비탄력 테이프를 부착한 후 긍정적 변화를 야기하는 기전을 규명하기 위해 Huang과 Kim [24]은 다이아몬드 테이핑 기법을 적용 전후에 근력별 악력 과제 수행 시 짧은 노쪽손목뾰근의 근활성도 변화 양상을 연구하였다. 결과는 모든 근력 수준에서 다이아몬드 테이핑을 적용한 후 짧은 노쪽손목뾰근의 근활성도가 유의하게 감소하였다. 이러한 결론과 유사하게 본 연구에서도 다이나믹 테이핑을 적용한 후 손목 등장성 폼 운동 시 짧은 노쪽손목뾰근의 근활성도가 유의한 감소를 보였다. 그리고 손목 등장성 굽힘 운동 시에 유의하지 않지만 근활성도가 감소되는 경향을 보였다. 이는 일상생활 또는 반복 작업 시 손목 과사용으로 인해 근피로를 방지할 수 있다고 생각한다.

실험 과정에서 근피로에 영향을 최소화하기 위해 충분한 휴식 시간을 주었고 과제의 순서도 실험 시작 전에 무작위로 배정하였다. 그러나 대상자들은 테이핑을 적용한 후에 다시 MVIC 측정 시의 100% 근력을 발휘하는 것이 어렵다고 호소하였다. 따라서 본 연구에서 손목 최대 등장성 폼 동작은 근력별 계산을 위해서만 측정하였다.

본 연구는 몇 개의 제한점이 있다. 첫째, 손목의 등장성 폼과 굽힘 운동 과제를 실험 시 아령의 무게를 근력 수준에 따라 선정하지 않았고, 예비 실험을 통해 대상자들이 운동을 반복 수행할 수 있는 편안한 아령의 무게로 정하였다. 둘째, 본 연구에서 건강한 성인을 대상으로 진행하였고 통증 또는 기능 평가 없이 단순한 근육의 생리학적 변화를 보였다. 따라서 테니스 엘보 등과 같은 통증과 기능장애를 가진 임상 환자들에게서도 유사한 결과가 나타날지에 대해서는 추후의 연구가 더 필요하다. 따라서 향후 연구들은 실제 임상 환자를 대상으로 한 추가적인 임상 연구가 필요하다고 판단된다.

CONCLUSIONS

본 연구는 20대의 건강한 성인 21명을 대상으로 짧은 노쪽손목뾰근을 억제하기 위한 다이나믹 테이핑 기법을 적용하고 최대 근력을 기준

으로 75%, 50%, 25%의 수준별로 등척성 손목 펌 동작 수행 시, 그리고 등장성 손목 펌과 굽힘 운동 수행 시 짧은 노쪽손목뽀근에 근활성도의 변화를 비교하였다. 그 결과, 다이내믹 테이핑을 적용한 후 손목의 25% MVIC와 50% MVIC 수준으로 등척성 펌 운동 시 짧은 노쪽손목뽀근의 근활성도가 14.38%와 8.46% 각각 유의하게 증가하였다. 그리고 손목의 등장성 펌 운동 시 짧은 노쪽손목뽀근의 근활성도는 10.45% 유의하게 감소하였다. 이러한 연구 결과를 기초로 하여 손목 부위에 적용한 다이내믹 테이핑 기법은 손목이 일상생활 동작 또는 반복적 작업 시 다양한 움직임을 수행 시 손목 뽀근의 부하를 감소할 수 있을 것으로 생각한다.

CONFLICTS OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: SK. Data curation: TH. Formal analysis: TH, SK. Methodology: TH, SK. Project administration: SK. Resources: TH, SK. Software: TH. Supervision: SK. Validation: TH, SK. Visualization: TH. Writing - original draft: TH. Writing - review & editing: TH, SK.

ORCID

Tian-zong Huang, <https://orcid.org/0000-0002-5159-1205>

REFERENCES

1. Bisset LM, Vicenzino B. Physiotherapy management of lateral epicondylalgia. *J Physiother* 2015;61(4):174-81.
2. Lee DR, Kim JS. Reliability and validity of the Korean version of Patient-Rated Tennis Elbow Evaluation. *J Korean Soc Phys Med* 2014;9(1):25-33.
3. Herquelot E, Bodin J, Roquelaure Y, Ha C, Leclerc A, Goldberg M, et al. Work-related risk factors for lateral epicondylitis and other cause of elbow pain in the working population. *Am J Ind Med* 2013;56(4):400-9.
4. Titchener AG, Tambe AA, Fakis A, Smith CJP, Clark DI, Hubbard RB. Study of lateral epicondylitis (tennis elbow) using the health improvement network database. *Shoulder Elb* 2012;4(3):209-13.
5. Fan ZJ, Silverstein BA, Bao S, Bonauto DK, Howard NL, Smith CK. The association between combination of hand force and forearm posture and incidence of lateral epicondylitis in a working population. *Hum Factors* 2014;56(1):151-65.
6. Haahr JP, Andersen JH. Physical and psychosocial risk factors for lateral epicondylitis: a population based case-referent study. *Occup Environ Med* 2003;60(5):322-9.
7. Sayampanathan AA, Basha M, Mitra AK. Risk factors of lateral epicondylitis: a meta-analysis. *Surgeon* 2020;18(2):122-8.
8. Pienimäki T. Conservative treatment and rehabilitation of tennis elbow: a review article. *Crit Rev Phys Rehabil Med* 2000;12(3):213-28.
9. Coombes BK, Bisset L, Vicenzino B. Management of lateral elbow tendinopathy: one size does not fit all. *J Orthop Sports Phys Ther* 2015;45(11):938-49.
10. Vicenzino B. Lateral epicondylalgia: a musculoskeletal physiotherapy perspective. *Man Ther* 2003;8(2):66-79.
11. Vicenzino B, Brooksbank J, Minto J, Offord S, Paungmali A. Initial effects of elbow taping on pain-free grip strength and pressure pain threshold. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33(7):400-7.
12. McNeill W, Pedersen C. Dynamic tape. Is it all about controlling load? *J Bodyw Mov Ther* 2016;20(1):179-88.
13. Park SJ, Kim SY. The effect of scapular dynamic taping on pain, disability, upper body posture and range of motion in the postoperative shoulder. *J Korean Soc Phys Med* 2018;13(4):149-62.
14. Huang T, Kim S. The effectiveness of upper limb offload dynamic taping technique on scapular muscles activation during elevation in healthy subjects. *Phys Ther Korea* 2020;27(2):93-101.
15. Robinson NA, Spratford W, Welvaert M, Gaida J, Fearon AM. Does Dynamic Tape change the walking biomechanics of women with greater trochanteric pain syndrome? A blinded randomised controlled crossover trial. *Gait Posture* 2019;70:275-83.
16. Kurppa K, Waris P, Rokkanen P. Tennis elbow. Lateral elbow pain syndrome. *Scand J Work Environ Health* 1979;5 suppl 3:15-8.
17. Bauer JA, Murray RD. Electromyographic patterns of individuals suffering from lateral tennis elbow. *J Electromyogr Kinesiol* 1999;9(4):245-52.
18. Choung SD, Park KN, Kim SH, Kwon OY. Comparison of muscle activity of wrist extensors and kinematics of wrist joint during wrist extension in automobile assembly line workers with

- and without lateral epicondylitis. *Work* 2016;55(1):241-7.
19. **Chourasia AO, Buhr KA, Rabago DP, Kijowski R, Irwin CB, Sesto ME.** Effect of lateral epicondylitis on grip force development. *J Hand Ther* 2012;25(1):27-36; quiz 37.
20. **Choi JH.** Effect of taping method using elastic tape and non-elastic tape on pain, grip strength, and muscle activity in middle-aged female patients with lateral epicondylitis. *J Korean Soc Phys Med* 2020;15(2):75-81.
21. **Hill CE, Stanton R, Heales LJ, Kean CO.** Therapeutic tape use for lateral elbow tendinopathy: a survey of Australian health-care practitioners. *Musculoskelet Sci Pract* 2020;48:102160.
22. **Cook JL, Purdam CR.** Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med* 2009;43(6):409-16.
23. **George CE, Heales LJ, Stanton R, Wintour SA, Kean CO.** Sticking to the facts: a systematic review of the effects of therapeutic tape in lateral epicondylalgia. *Phys Ther Sport* 2019;40:117-27.
24. **Huang T, Kim S.** Effect of diamond taping applied to the elbow joint on wrist extensor muscle activity in healthy subjects. *Phys Ther Korea* 2020;27(2):118-25.
25. **Shamsoddini A, Hollisaz MT.** Effects of taping on pain, grip strength and wrist extension force in patients with tennis elbow. *Trauma Mon* 2013;18(2):71-4.
26. **Shamsoddini A, Hollisaz MT, Hafezi R.** Initial effect of taping technique on wrist extension and grip strength and pain of Individuals with lateral epicondylitis. *Iran Rehabil J* 2010;8(11):24-8.
27. **Yang S, Park H, Sin Y.** The effects of MWM taping and diamond taping on the pain, grip strength and functional activity in patients with lateral epicondylitis. *J Korean Orthop Man Phys Ther* 2013;19(2):47-54.