팔꿈관절 가쪽 부위에 적용한 다이아몬드 테이핑이 정상인의 공동편근 힘줄의 두께와 악력, 손목 펴력에 미치는 영향

박소현¹, 김선엽^{1,2}

¹대전대학교 대학원 물리치료학과, ²대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

Effects of Diamond Taping Applied Around the Lateral Elbow on Common Extensor Tendon Thickness, Grip Strength and Wrist Extension Force in Healthy Subjects

So-hyun Park¹, PT, BHSc, Suhn-yeop Kim^{1,2}, PT, PhD

¹Department of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University, ²Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University, Daejeon, Korea

Article Info

Received June 4, 2020

Revised July 1, 2020

Accepted July 16, 2020

Corresponding Author

Suhyun Kim

E-mail: kimsy@dju.kr

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

Key Words

Common extensor tendon

Diamond taping

Grip

Non-elastic

Ultrasonography

Wrist extension force

Background: The characteristics of lateral epicondylitis (LE) are muscle strength weakness and increased common extensor tendon (CET) thickness. Ultrasonography has recently been used to evaluate tendinopathy. Diamond taping (DT) is commonly used to manage patients with LE. However, no previous studies have investigated the effects of DT on CET thickness.

Objects: The aim of this study was to investigate the effects of DT applied around the lateral elbow on CET thickness, grip strength, and wrist extension force in healthy subjects.

Methods: The subjects were 26 adults (13 male) in their twenties. First, the CET thickness was measured at rest. The CET thickness was measured by using ultrasonography at two points. The subjects were then instructed to perform maximal grip activities or maximal wrist extension activities before and after DT around the lateral elbow. The DT technique was applied using non-elastic tape. While the subjects performed maximal grip activities, the investigator measured the maximum grip strength (MGS) and CET thickness. Likewise, while the subjects performed maximal wrist extension activities, the investigator measured the maximum wrist extension force (MWEF) and CET thickness.

Results: The MGS showed a statistically significant improvement after DT taping application in men ($p < 0.05$). The MWEF showed a statistically significant improvement after DT application in male ($p < 0.01$) and female ($p < 0.05$). When performing the activities, the CET thickness increased compared to that at rest. However, CET thickness didn't show a statistically significant improvement before and after DT.

Conclusion: This study shows that DT applied around the lateral elbow is effective in improving MGS and MWEF. However, it does not affect CET thickness.

INTRODUCTION

일명 테니스 엘보(tennis elbow)라고 불리는 가쪽위관절염(lateral epicondylitis)은 공동편근 힘줄(common extensor tendon, CET)의 이는 곳(origin)과 관련된 만성 힘줄병증이다[1]. 주원인은 위관절염기에 부착하는 근육들의 과사용과 갑작스러운 신장이며 이는 힘줄

(tendon) 조직의 미세손상, 섬유화, 비후 등을 유발하고 정상적인 힘줄로 회복하는 것을 방해한다[2-4]. 이러한 미세손상은 주로 손목과 아래팔이 강한 저항성 펴 또는 뒤침과 관련된 반복적인 동작을 수행할 때 발생하는 경우가 많다[5]. 따라서 팔꿈관절의 굽힘과 손목관절의 펴, 뒤침, 물건 쥐기 동작을 수행할 때 근력과 근 지구력이 감소하고 위관절염기 부위에서 통증이 발현된다[6].

테니스 엘보에 대한 진단 방법에는 Mill 검사, Maudsley 검사와 같은 신체적 검사가 있고, 치료의 진전이 느리다면 Spurling 검사나 Tinel 검사와 같은 감별진단법을 이용할 수 있으며, 신경인성 통증의 양상이 나타날 경우 근전도 검사가 필요하다[7]. 힘줄의 손상 정도와 힘줄 윤활막염의 존재 등을 확인 할 수 있는 초음파 검사는 비침습적이고 적은 비용, 방사선 노출 위험 없음 등과 같은 장점을 가지고 있기 때문에 최근 임상에서 힘줄 질환의 진단 시에 자기공명영상보다 더 많이 사용되고 있다[4].

인체 내에서 힘줄의 역할은 근육이 수축할 때 수축력을 뼈에 전달하여 관절 운동이 일어나도록 하는 것이다. 근육을 반복적으로 사용하면 힘줄에 반복적인 부하가 가해지고 그로 인해 힘줄을 이루는 주요소인 콜라겐 섬유들의 배열과 크기가 변형되어 힘줄 내 세포들의 수분 함량이 증가하고 두꺼워지면서 약해진다[8]. Krogh 등[9]은 팔꿈관절 가쪽에 현재 통증이 없고 손목의 펴 동작을 수행할 때 상지에 통증이 없는 정상인을 대상으로 초음파 진단기를 이용하여 공동뿔근 힘줄의 두께를 측정하였다. 그 결과 공동뿔근 힘줄의 두께는 비우세측보다 우세측이, 여성보다 남성이 더 두꺼웠다. 또한, 몸무게와 혈류량, 우세측 팔과 상관성이 있었으며 나이와는 상관성이 없었다. Kim 등[4]은 위관절 용기염으로 진단받은 환자들을 대상으로 초음파를 이용하여 짧은노쪽 손목뿔근(extensor carpi radialis brevis)의 두께를 측정하였다. 환측과 건측의 짧은노쪽손목뿔근에 두께는 각각 4.9 mm, 3.2 mm로 환측이 더 비후되어 있었다. 또한, 짧은노쪽손목뿔근 이는 곳의 이상적인 두께를 3.95 mm로 정하였고 이 수준보다 두꺼운 경우를 가쪽위관절 용기염으로 진단했을 때 높은 민감도와 특이도, 정확도가 있다고 보고하였다. Clarke 등[10]은 팔꿈관절 가쪽에 힘줄병증(tendinopathy)을 진단받은 환자를 대상으로 어떤 초음파 소견이 질병의 중등도 및 예후와 관련이 있는지에 대해 연구하였다. 그 결과 가쪽결인대(lateral collateral ligament)의 파열과 힘줄 내 손상이 8 mm 내외인 환자는 치료적 결과가 좋지 않아, 힘줄의 두께는 치료적 결과와 상관성이 없었지만, 진단과 치료에는 중요한 지표임을 보고하였다.

가쪽위관절용기염 환자에게 적용할 수 있는 물리치료 방법에는 치료적 테이핑, 운동치료, 침술, 관절가동술, 체외충격파, 심부 횡마찰마사지, 초음파 치료, 열 치료, 휴식 등이 있다[11-15]. Nirschl과 Ashman[8]은 주사, 초음파, 열 치료와 같은 기존의 치료들은 힘줄 내 콜라겐의 질을 개선시키거나 조직 회복 촉진을 위한 혈관 분포에 도움을 주지 않기 때문에 새로운 치료 방법이 필요하다고 보고하였다. 또한, Gündüz 등[16]은 온습포, 초음파 치료, 심부 횡마찰마사지, 스테로이드 주사 치료를 6개월간 지속하였을 때 통증, 악력, 파지력(pinch strength), 공동뿔근 힘줄의 두께에 미치는 영향을 연구하였다. 그 결과, 통증 수준 감소에는 유의한 효과가 있었지만, 악력과 파악력의 향상, 공동뿔근 힘줄의 두께 변화에는 유의한 효과가 없다고 보고하였다. 한편 테이핑은 근육 활동의 억제[17]와 촉진[18], 근육에 가해지는 긴장 감소[19], 통증 감소와 근력 향상[11] 등에 효과적인 것으로 알려져 있지만, 힘줄의 두께에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이다. 여러 테이핑 방법

중에 비탄력(non-elastic) 테이프를 이용한 다이아몬드(diamond) 테이핑 기법은 근긴장도가 높은 근육에 적용하였을 때 근육의 활성도를 억제하고, 통증을 유발하는 조직들의 기계적 부하를 줄임으로써 통증을 감소시킨다[20]. Shamsoddini와 Hollisaz [21]는 테니스 엘보 환자들에게 다이아몬드 테이핑을 적용했을 때 통증 수준과 악력, 손목 펴력에 즉각적인 효과가 있다고 보고하였으며, 그 이유는 공동힘줄뿔근이 수축할 때 공동뿔근 힘줄의 이는 곳에서 발생하는 기계적 스트레스를 감소시켜 팔꿈관절 가쪽에서 발생하는 통증이 감소했기 때문일 것이라고 하였다. Vicenzino 등[22]은 위관절용기 부위에 만성 통증이 있는 환자들을 대상으로 다이아몬드 테이핑 적용군과 플라시보 테이핑 적용군, 테이핑 미적용군으로 나누어 적용 전후에 악력과 압력 통증 역치(pressure pain threshold)에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 다이아몬드 테이핑을 적용했을 때 가장 효과적이었고 그 효과는 30분 동안 유지되었다. 따라서 다이아몬드 테이핑이 운동이나 기능적 재활 시에 아래팔 근육에 가해지는 부하를 관리하기에 유용한 중재 방법임을 제안하였다.

현재 팔꿈관절에 테이핑 기법을 적용하였을 때 악력과 통증 수준, 기능수행 수준, 손목 펴력에 미치는 영향에 대한 연구는 소개되었지만, 직접적으로 손목의 공동뿔근 힘줄 두께에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 상태이다. 따라서 본 연구의 목적은 테니스 엘보를 진단받은 병력이 없는 건강한 성인을 대상으로 팔꿈관절 가쪽 부위에 비탄력 테이프를 이용하여 다이아몬드 테이핑을 적용하였을 때 공동뿔근 힘줄의 두께와 악력, 손목 펴력 수준에 미치는 영향을 알아보고자 한다. 연구의 가설은 다음과 같다. 첫째, 팔꿈관절 가쪽 부위에 다이아몬드 테이핑을 적용하기 전과 비교하여 적용 후에 최대 악력 발휘 시 공동뿔근 힘줄의 두께는 감소하고 악력의 크기는 유의한 증가가 있을 것이다. 둘째, 팔꿈관절 가쪽 부위에 다이아몬드 테이핑을 적용하기 전과 비교하여 적용 후에 최대 손목 펴력 발휘 시 공동뿔근 힘줄의 두께는 감소하고 펴력의 크기는 유의한 증가가 있을 것이다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상자

연구를 위해 필요한 대상자 수는 Cohen의 표본추출 공식에 따른 표본수 계산 프로그램인 G*Power 3.1.9.2 프로그램을 이용하여 산출하였다. 본 연구에서 분석하고자 하는 다이아몬드 테이핑 중재 전후 효과에 대한 검정력을 유지하기 위해 반복측정 분산분석을 이용하였다. 이때 효과 크기는 0.6, 유의 수준은 0.05, 검정력은 0.8로 설정한 후 표본의 크기를 산출한 결과, 연구대상자의 최소 표본 크기는 24명이었지만 실제 연구대상자의 탈락률을 20%로 감안하여 29명을 모집하였다. 대상자 모집은 대전시에 위치한 대전대학교에 재학 중인 대학생들을 대상으로 실시하였으며 모든 연구대상자에게 본 연구의 목적과 절차에 대하여 구두로 설명하였고 실험에 자발적으로 참여한 자만 실험에 참가하였다.

연구대상자의 선정 조건은 다음과 같다. (1) 우세측 상지의 손가락과 손목에 관절가동범위 제한이 없는 자, (2) 우세측 손의 쥐기와 손목 펴기 불편감이나 통증이 없는 자, (3) 연구의 목적을 이해하고 스스로 참여한 자이다. 제외 조건은 다음과 같다. (1) 우세측 상지에 최근 6개월 이내에 정형외과적, 신경학적 질환을 진단받은 자, (2) 현재 팔꿈관절 가쪽에 통증이 있는 자, (3) 비알러지 테이프 적용 시 피부에 알러지 반응이 있는 자이다.

2. 연구 절차

본 연구의 목적을 이해하고 스스로 참여한 대상자는 총 29명이었다. 모든 측정은 우세측 팔에서 실시하였고, 실험에 앞서 대상자에게 최대 악력 및 최대 손목 펴기의 발휘 방법을 설명하였으며, 3회 이상의 연습을 통해 대상자가 실험 동작을 충분히 숙지함을 확인한 후 본 실험을 진행하였다. 실험 동작을 연습하는 과정에서 3명이 최대 손목 펴기를 발휘할 때 팔꿈치 가쪽 또는 손목에 통증을 호소하였기 때문에 참여를 중단하여 최종 26명이 실험에 참여하였다.

다이아몬드 테이핑을 적용하기 전 초음파 진단기를 이용하여 안정 시(rest)에 공동평균 힘줄의 두께를 측정하였다. 이후 대상자는 최대 악력을 발휘하고 동시에 평가자는 최대 악력의 크기와 공동평균 힘줄의 두께를 측정하였다. 그 다음, 대상자는 최대 손목 펴기를 발휘하고 동시에 평가자는 최대 손목 펴기의 크기와 공동평균 힘줄의 두께를 측정하였다. 다이아몬드 테이핑을 적용한 후에도 대상자는 최대 악력을 발휘하고 동시에 평가자는 최대 악력의 크기와 공동평균 힘줄의 두께를

측정하였다. 그런 다음, 대상자는 최대 손목 펴기를 발휘하고 동시에 평가자는 최대 손목 펴기의 크기와 공동평균 힘줄의 두께를 측정하였다. 모든 측정은 3회 반복 실시하였으며, 근 피로를 방지하기 위하여 측정 시점 사이에 최소 1분의 휴식을 제공하였다.

본 연구는 대전대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받은 후 진행되었다(approval No. 1040647-202004-HR-004-03). 연구절차는 다음과 같다(Figure 1).

3. 중재 및 평가 방법

1) 다이아몬드 테이핑

본 연구에서는 비알러지 테이프(Endura-Fix; Endura, Shanghai, China)와 비탄력 테이프(Endura-Sport; Endura)를 사용하였다. 대상자는 의자에 기대어 앉은 후 우세측 상지의 어깨와 팔꿈관절은 각각 10° 벌리고, 90° 굽혀 손바닥이 책상을 향하게 두었다. 그 후 공동평균 힘줄의 이는 곳을 초음파 진단기를 이용하여 확인하였고 그 주위에 다이아몬드 모양으로 비알러지 테이프를 부착하였으며 비알러지 테이프 위에 비탄력 테이프를 적용하였다. 오른쪽 엄지손가락은 테이프를 고정하고 검지손가락을 이용해 피부와 연부조직을 테이핑 방향과 수직으로 모았으며 동시에 왼손은 테이프의 장력을 조절하여 일직선으로 부착하였다(Figure 2). 남은 세 방향도 동일한 방법으로 테이프를 부착하였고 고정을 위하여 테이프 끝을 중첩하였다. 마지막으로 테이핑을 올바르게 적용하였는지 확인하기 위하여 오렌지 껍질 현상(orange peel effect)을 확인하였다[20,22]. 테이핑의 적용은 임상 2년 경력을 가진

Figure 1. Study design. CET, common extensor tendon; MGS, maximum grip strength; MWEF, maximum wrist extension force.

Figure 2. Diamond taping.

연구자 1인이 전담하여 시행하였고, 테이핑 적용 기법을 충분히 숙지한 후 적용하였다.

2) 최대 악력(maximum grip strength, MGS) 측정

최대 악력을 측정하기 위하여 악력계(Baseline Digital Smedley Spring Hand Dynamometer; Sammons Preston, Bolingbrook, IL, USA)를 사용하였다. 대상자는 의자에 기대어 앉은 후 우세측 상지의 어깨와 팔꿈관절은 각각 10° 벌리고 90° 굽혀 손바닥이 책상을 향하게 둔 상태에서 최대 악력을 발휘하였다. 팔꿈치를 움직이는 보상작용을 방지하기 위하여 비우세측 팔을 우세측 아래팔 위에 올려 두게 하였다. 측정은 5초간 3회 반복 측정하였으며, 각 측정 간에 최소 1분의 휴식을 제공하였다. 3회 시행에 대한 평균값을 기록하였고, 대상자의 특성에 따라 표준화를 위하여 악력의 크기를 체중으로 나눈 후 100을 곱하여 분석하였다[23].

3) 최대 손목 펴힘력(maximum wrist extension force, MWEF) 측정

최대 손목 펴힘력 측정을 위하여 근력측정계(MicroFET2; Hoggan Health Industries, Salt Lake, UT, USA)를 사용하였다. 측정계는 우세측 손등 위에 위치시키고 등척성 수축에 대한 최대 펴힘 힘을 측정하였다. 대상자는 의자에 기대어 앉은 후 우세측 상지의 어깨와 팔꿈관절은 각각 10° 벌리고 90° 굽혀 손바닥이 책상을 향하게 둔 상태에서 최대 손목 펴힘력을 발휘하였다. 측정하는 팔을 위로 들거나 팔꿈치를 움직이는 보상작용을 방지하기 위하여 비우세측 팔을 우세측 아래팔 위에 올려 두게 하였다. 측정은 5초간 3회 측정하였으며 측정 간에 최소 1분의 휴식을 제공하였다. 3회 시행에 대한 평균값을 기록하였으며 대상자의 특성에 따라 표준화를 위하여 손목 펴힘력의 크기를 체중으로 나눈 후 100을 곱하여 분석하였다.

Figure 3. Common extensor tendon (CET) thickness measurement. (A) Photograph of arm and longitudinal probe position, (B) longitudinal sonogram illustrating 2 different point for measuring CET thickness.

4) 공동폐근 힘줄의 두께 측정

공동폐근 힘줄의 두께를 측정하기 위하여 초음파 영상 측정 장비(DP-6600 Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System; Mindray Medical International Limited, Redmond, WA, USA)-B모드, 10 MHz를 사용하였으며, 영상 처리 프로그램인 ImageJ 프로그램(NIH ImageJ 1.8.0 for window; National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA)을 이용하여 분석하였다. 탐촉자의 표식자는 위관절용기 방향으로 위치시켜 세로면(longitudinal) 영상을 측정하였고, 공동폐근 힘줄의 두께는 두 지점에서 측정하였다(Figure 3). 첫 번째 '1 cm 지점(1 cm point)'은 위관절용기의 위 부분(공동폐근 힘줄의 이는 곳)부터 수평으로 1 cm 이동 후 위팔뼈까지 수직거리를 측정하며, 두 번째 '플래토 지점(plateau point)'은 위팔뼈 작은머리의 평평한 측면부터 CET까지의 수직거리를 측정하였다[9]. 초음파 측정을 하는 부위의 위치를 일정하게 하기 위해 테이핑을 적용하기 전에 수성매직을 이용하여 측정할 위치를 피부에 표식을 해 두었다. 측정시점은 최대 악력과 최대 손목 펴힘 발휘 후 3초 뒤 측정하며 그 평균값을 분석에 이용하였다. 초음파 진단 영상의 촬영은 연구자 1인(물리치료사)이 전담하여 시행하였고, 초음파 진단 촬영과 관련된 전문 서적과 영상을 기초로 충분한 연습과정을 거친 후 측정에 참여하였다.

4. 분석 방법

수집된 모든 자료의 통계처리를 위해 측정된 자료를 부호화한 후 윈도우용 SPSS version 18.0 통계 프로그램(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술 통계를 이용하여 분석하였고, 측정된 모든 변수의 평균과 표준편차를 산출하였다. 남녀의 신체적 차이를 고려하여 측정변수들의 테이핑 적용 전후에 차이를 남녀 간에 비교 분석하였다. 다이아몬드 테이핑 적용 전후에 최대 악

력과 최대 손목 펌력 차이를 비교하기 위해 2×2 반복측정 분산분석(repeated analysis of variance)을 이용하였고, 테이핑 적용 전후에 최대 악력 및 최대 손목 펌력 발휘 시 CET의 두께를 측정하기 위해 2×3 반복측정 분산분석을 실시하였다. 유의한 차이가 있을 경우 사후 검정으로 본페로니(Bonferroni) 검정을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 로 정하였다.

RESULTS

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자는 남성 13명, 여성 13명이었으며, 일반적 특성은 Table 1에 제시하였다.

2. 다이아몬드 테이핑 적용 전후에 최대 악력과 최대 손목 펌력 비교

성별에 따라 다이아몬드 테이핑 적용 전후에 최대 악력과 최대 손목 펌력을 비교하였다(Table 2). 남성의 경우 테이핑 적용 전후에 발휘할 수 있는 최대 악력의 수준이 본인의 체중의 48.8%에서 50.2%로 유의하게 향상하였고($p < 0.05$), 최대 손목 펌력은 29.2%에서 30.3%로 유의하게 증가하였다($p < 0.01$). 여성의 경우 최대 손목 펌력의 수준만 25.9%에서 27.6%로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 그러나 MGS와 MWEF 모두 성별과 측정시점 간에 유의한 상호작용은 없었다.

Table 1. General characteristics of subjects

Variables	Male (n = 13)	Female (n = 13)
Age (y)	22.85 ± 3.26	21.08 ± 1.04
Height (cm)	177.46 ± 6.60	161.31 ± 5.92
Weight (kg)	73.62 ± 11.07	56.69 ± 5.42
BMI (kg/m ²)	23.30 ± 2.78	21.78 ± 1.59

Values are presented as mean ± standard deviation. BMI, body mass index.

Table 2. Comparison of MGS and MWEF in pre and post Diamond taping (N = 26)

Variables		Pre-taping	Post-taping	Diff	t	F
MGS	Male	48.83 ± 9.76	50.15 ± 9.86	-1.31 ± 1.80	-2.643*	0.913
	Female	43.88 ± 6.84	44.41 ± 7.88	-0.53 ± 2.36	-0.805	
MWEF	Male	29.20 ± 5.65	30.25 ± 5.34	1.05 ± 1.19	-3.193**	0.757
	Female	25.91 ± 4.58	27.62 ± 3.41	-1.71 ± 2.46	-2.513*	

Values are presented as mean (%weight) ± standard deviation. MGS, maximum grip strength; MWEF, maximum wrist extension force. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Table 3. Comparison of CET thickness during exerting MGS in pre and post Diamond taping

Measurement point		Rest	Pre-taping	Post-taping	F	F (G × T)
1 cm	Male	4.46 ± 0.78	5.39 ± 0.66 ^a	5.50 ± 0.78 ^a	19.800*	0.346
	Female	4.08 ± 0.51	4.85 ± 0.61 ^a	5.04 ± 0.54 ^a	20.162*	
Plateau	Male	4.47 ± 0.83	5.59 ± 0.75 ^a	5.60 ± 0.92 ^a	13.312*	0.858
	Female	4.03 ± 0.51	4.80 ± 0.66 ^a	4.92 ± 0.79 ^a	46.644*	

Values are presented as mean (mm) ± standard deviation. CET, common extensor tendon; MGS, maximum grip strength. ^aThere is a significant difference from rest, $p < 0.01$. * $p < 0.01$.

3. 다이아몬드 테이핑 적용 전후에 최대 악력 발휘 시 공동평균 힘줄의 두께 비교

성별에 따라 다이아몬드 테이핑 적용 전후에 최대 악력 발휘 시 CET의 두께를 비교하였다(Table 3). 남성과 여성 모두 1 cm 지점과 플레토 지점에서 측정한 CET 두께는 안정 시와 테이핑 적용 전, 테이핑 적용 후 간에 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 사후분석 결과, 안정 시와 테이핑 적용 전, 안정 시와 테이핑 적용 후에 CET의 두께는 각각 유의하게 증가하였다($p < 0.01$). 그러나 테이핑 적용 전과 후 간에 CET의 두께는 유의한 차이가 없었다. 또한, 1 cm 지점에서의 플레토 지점에서의 CET 두께 변화는 모두 성별과 측정시점 간에 유의한 상호작용을 보이지 않았다.

4. 다이아몬드 테이핑 적용 전후에 최대 손목 펌력 발휘 시 공동평균 힘줄의 두께 비교

성별에 따라 다이아몬드 테이핑 적용 전후에 최대 악력 발휘 시 CET의 두께를 비교하였다(Table 4). 남성과 여성 모두 1 cm 지점과 플레토 지점에서 측정한 CET 두께는 안정 시와 테이핑 적용 전, 테이핑 적용 후 간에 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 사후분석 결과, 안정 시와 테이핑 적용 전 그리고 안정 시와 테이핑 적용 후에 CET의 두께는 각각 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 그러나 테이핑 적용 전과 후 간에 CET의 두께는 유의한 차이가 없었다. 1 cm 지점에서의 플레토 지점에서의 CET 두께 변화는 모두 성별과 측정시점 간에 유의한 상호작용이 없었다.

DISCUSSION

근육의 반복적 사용으로 인해 힘줄에 반복적인 부하가 가해지면 힘줄을 구성하는 콜라겐 섬유들의 배열과 크기가 변형되어 힘줄 내 세포들의 수분 함량이 증가하고 두꺼워지는 기전을 근거로 하여 손목의 공

Table 4. Comparison of CET thickness during exerting MWEF in pre and post Diamond taping

Measurement point		Rest	Pre-taping	Post-taping	F	F (G × T)
1 cm	Male	4.46 ± 0.78	5.21 ± 0.49 ^a	5.13 ± 0.81 ^a	14.667*	0.180
	Female	4.08 ± 0.51	4.69 ± 0.60 ^a	4.71 ± 0.74 ^a	7.785*	
Plateau	Male	4.47 ± 0.83	5.33 ± 0.66 ^a	5.07 ± 0.82 ^a	9.700*	0.387
	Female	4.03 ± 0.51	4.72 ± 0.74 ^a	4.69 ± 0.81 ^a	8.421	

Values are presented as mean (mm) ± standard deviation. CET, common extensor tendon; MWEF, maximum wrist extension force. ^aThere is a significant difference from rest, $p < 0.05$. * $p < 0.01$.

동평근 힘줄의 비후가 나타나는 가쪽위관절염기염 환자들에게 다이아몬드 테이핑을 적용하였을 때 근력, 근 활성도에 미치는 영향을 보고한 연구가 있다[24]. 또한, 정상인을 대상으로 적용한 다이아몬드 테이핑이 파악력 수준별에 따른 손목 평근의 근활성도에 미치는 영향과 같이 근육의 기능적 변화에 미치는 영향을 보고한 연구는 있지만[25], 정상인의 힘줄의 두께나, 길이와 같이 힘줄의 구조적 변화에 미치는 영향을 규명한 연구는 없었다. 따라서 본 연구에서는 정상인의 팔꿈관절 가쪽 부위에 비탄력 테이프를 이용하여 다이아몬드 테이핑 기법을 적용하였을 때 공동평근 힘줄의 두께와 악력, 손목 펌력에 미치는 영향을 알아 보았다.

본 연구에서는 CET의 두께를 1 cm 지점과 플레토 지점에서 측정하였는데, 이 방법은 Krogh 등[26]의 연구에서 가쪽위관절염기염을 진단하는 방법으로 높은 신뢰도를 보였다. Ustuner 등[27]은 정상인을 대상으로 CET의 두께를 세 지점(위팔뼈작은머리, 위팔노관절의 중간, 노뼈머리)에서 측정하였다. 그 결과 비우세측보다 우세측이 더 두껍게 나타났다으며 키, 체질량지수(body mass index, BMI)와 양의 상관관계가 있다고 보고하였다($p < 0.05$). 위 연구의 위팔뼈작은머리 지점과 본 연구의 플레토 지점의 측정 위치는 동일하였기에 CET의 두께를 비교해 본 결과, 위의 연구에서는 4.60 ± 0.65 mm, 본 연구에서는 4.25 ± 0.67 mm로 본 연구의 대상자들의 CET 두께가 더 얇았다. 그 이유는 위 연구와 본 연구에 참여한 대상자들의 특성(나이, BMI)이 다르고 CET 두께는 나이, BMI와 양의 상관성을 보이기 때문이라고 생각된다. 위 연구에 참여한 대상자들의 나이와 BMI는 각각 39.9 ± 13.7 years, 26.6 ± 5.1 kg/m²이었고, 본 연구에 참여한 대상자들의 나이와 BMI는 각각 22.0 ± 2.6 years, 22.5 ± 2.2 kg/m²였다. 본 연구에 참여한 대상자들의 평균나이가 더 어렸고 BMI도 낮았기 때문에 CET 두께도 얇을 것으로 사료된다.

Krogh 등[9]은 본 연구와 동일한 대상자, 동일한 방법으로 CET의 두께를 측정하였고, 성별에 따라 분석하였다. 그 결과, 몸무게, 혈류량, 우세측 팔과는 상관성이 있었으나 나이와는 상관성이 없다고 보고하였다. 또한, 여성의 우세측 CET보다 남성의 우세측 CET가 더 두껍게 나타났다으며, 이는 본 연구의 결과와 일치하였다. 그러나 측정된 CET의 두께에는 차이가 있었다. 위 연구에서 1 cm 지점과 플레토 지점에서 측정된 CET 두께는 각각 남성은 4.50 ± 0.76 mm, 5.05 ± 0.86 mm, 여성은 4.32 ± 0.60 mm, 4.70 ± 0.64 mm였으나, 본 연구에서 측정된 CET의 두께는 각각 남성은 4.46 ± 0.78 mm, 4.47 ± 0.83 mm,

여성은 4.08 ± 0.51 mm, 4.03 ± 0.51 mm였다. 두 연구에서 측정된 CET의 두께를 비교해 보았을 때 남성과 여성 모두 본 연구대상들의 CET 두께가 더 얇았으며 특히 여성의 CET 두께에서 더 큰 차이가 나타났다. 그 이유는 위 연구와 본 연구에 참여한 대상자들의 특성(몸무게)이 다르고 CET 두께는 몸무게와 양의 상관성을 보이기 때문이라고 생각된다. 위 연구에 참여한 대상자의 몸무게는 남자 85.4 ± 13.6 kg, 여성 71.4 ± 18.8 kg였고, 본 연구에 참여한 대상자의 몸무게는 남자 73.62 ± 11.07 kg, 여성 56.69 ± 5.42 kg였다. 남녀 모두 본 연구에 참가한 대상자의 평균 몸무게가 낮기 때문에 CET의 두께도 얇았을 것이며, 대상자들 간에 평균 몸무게 차이는 남자 12 kg, 여성 15 kg 이므로 여성의 CET 두께 간에 더 큰 차이가 나타났을 것이라 생각된다. 본 연구에서는 다이아몬드 테이핑 적용 여부에 따라 최대 악력 및 최대 손목 펌력을 발휘할 때 공동평근 힘줄 두께의 변화를 알아보았다. 안정 시에 CET 두께, 테이핑 적용 전에 최대 악력 및 최대 손목 펌력을 발휘할 때의 CET 두께, 테이핑 적용 후에 최대 악력 및 최대 손목 펌력을 발휘할 때의 CET 두께를 측정하고 성별에 따라 비교 분석하였다. 그 결과, 남녀 모두 안정 상태보다 최대 악력 및 최대 손목 펌력을 발휘할 때 CET의 두께는 증가하였으나($p < 0.05$), 테이핑을 적용하기 전과 적용 후 간에 CET 두께는 유의한 차이가 없었다. 이는 본 연구에서 세운 가설과 차이가 있는 결과로 나타났고, 다이아몬드 테이핑이 공동평근 힘줄의 두께에는 영향을 미치지 않는다는 것을 의미한다.

Hurd 등[23]은 신체적 특성과 악력 간에 상관관계를 고려하여 악력을 체중으로 표준화할 것을 권장하였다. 그러나 테이핑과 관련된 선행 연구에서 악력과 손목 펌력을 표준화하고 성별에 따라 분석한 연구는 거의 없었다. 따라서 본 연구에서는 악력과 손목 펌력을 체중으로 나누어 표준화하여 분석하였다. 그 결과 남성의 경우 테이핑 적용 전후에 발휘할 수 있는 최대 악력의 수준이 본인의 체중의 48.8%에서 50.2%로 유의하게 향상하였고($p < 0.05$), 최대 손목 펌력은 29.2%에서 30.3%로 유의하게 증가하였다($p < 0.01$). 한편 여성의 경우 최대 손목 펌력의 수준만 25.9%에서 27.6%로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). Shamsoddini와 Hollisaz [21]의 연구에서는 테니스 엘보를 진단받은 환자의 환측과 건측에 다이아몬드 테이핑을 적용하였다. 그 결과 환측과 건측 모두 악력과 손목 펌력의 수준이 향상하였으며, 각각 건측보다 환측에서 더 유의한 수준의 향상을 보였다($p < 0.05$). Vincenzino 등 [22]은 만성 가쪽위관절염기염 만성 통증이 있는 환자를 대상으로 다이아몬드 테이핑이 악력과 통증에 미치는 즉각적인 효과를 알아보았다.

그 결과 다이아몬드 테이핑이 24%의 근력을 향상시켰다고 보고하였지만 본 연구에서는 정상인을 대상으로 하였기에 선행연구에 비해 향상 정도가 미미한 것으로 생각된다. 비탄력 테이프는 억제하고자 하는 근육의 알파 운동 신경원(alpha motor neurons)을 억제시켜 근육의 과도한 활동성을 방지하는 기전을 가지고 있다[28]. 또한, 신경근 조절 능력과 고유수용감각 수준의 향상, 관절의 정렬 개선에 효과적이다 [17,29-31]. 따라서 가족위관절염 환자 또는 정상인에게 비탄력 테이프를 적용하였을 때 최대 악력 및 최대 펌력 수준이 향상되었을 것이라 사료된다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 20대 정상 성인을 대상으로 하였다. 따라서 본 연구의 결과를 모든 연령대와 가족위관절염 환자에게 일반화하기 어렵다. 둘째, 악력과 손목 펌력의 변화만 알아볼았기 때문에 일상생활에서의 다른 기능적인 동작에 대한 효과를 알 수 없다. 셋째, 손목 공동염 근 힘줄의 두께만 측정하였기 때문에 힘줄의 길이나 혈류량에 미치는 영향을 알 수 없다. 향후 연구에는 이러한 제한점들을 보완하여 가족위관절염 환자의 기능적인 동작 수준 향상과 힘줄의 특징 변화에 다이아몬드 테이핑이 미치는 영향을 알아보는 연구가 이루어지길 기대한다.

CONCLUSIONS

본 연구는 건강한 20대 성인 26명을 대상으로 팔꿈관절 가쪽 부위에 다이아몬드 테이핑을 적용하였으며 남녀 간에 최대 악력 수준과 최대 손목 펌력 수준 그리고 최대 악력 및 최대 손목 펌력 발휘 시 공동염 근 힘줄 두께 변화에 미치는 영향을 비교하였다. 연구결과 남성의 경우 테이핑 적용 후 최대 악력과 최대 손목 펌력의 수준이 유의하게 증가하였고, 여성은 최대 손목 펌력 수준만이 유의하게 증가하였다. 남녀 모두 테이핑 전후에 공동염 근 힘줄의 두께는 유의한 차이가 없었다.

팔꿈관절 가쪽 부위에 적용한 다이아몬드 테이핑이 악력 수준과 손목 펌력 수준에 영향을 미치므로 테니스 엘보 환자에게 적용할 수 있는 적절한 중재 방법으로 판단되고 정상인들의 손목 펌 근 손상의 예방적 차원의 중재로써 적용될 수 있을 것이라 사료된다.

CONFLICTS OF INTEREST

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

ORCID

So-hyun Park, <https://orcid.org/0000-0002-9242-1843>

AUTHOR CONTRIBUTIONS

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

REFERENCES

1. Chard MD, Hazleman BL. Tennis elbow--a reappraisal. Br J Rheumatol 1989;28(3):186-90.
2. Kamien M. A rational management of tennis elbow. Sports Med 1990;9(3):173-91.
3. Kraushaar BS, Nirschl RP. Tendinosis of the elbow (tennis elbow). Clinical features and findings of histological, immunohistochemical, and electron microscopy studies. J Bone Joint Surg Am 1999;81(2):259-78.
4. Kim BS, Min GD, Cha JG, Lee JS. Ultrasonographic measurement of thickness of extensor carpi radialis brevis tendons for lateral epicondylitis. J Korean Orthop Assoc 2009;44(5):542-7.
5. Kim E, Ma S, Gong W. The effects of taping, AMCT, combination treatment on the pain and grip strength in patient with lateral epicondylitis. J Korean Soc Phys Med 2008;3(2):103-12.
6. Park JW. Elbow orthopaedic physical therapy. Journal of Korean Academy of Physical Therapist 1992;13(2):115-24.
7. Chung SG. Epicondylitis. J Korean Shoulder Elb Soc 2005;8(2):81-7.
8. Nirschl RP, Ashman ES. Elbow tendinopathy: tennis elbow. Clin Sports Med 2003;22(4):813-36.
9. Krogh TP, Fredberg U, Ammitzbøl C, Ellingsen T. Ultrasonographic Characteristics of the common extensor tendon of the elbow in asymptomatic individuals: thickness, color Doppler activity, and bony spurs. Orthop J Sports Med 2017;5(5):1-10.
10. Clarke AW, Ahmad M, Curtis M, Connell DA. Lateral elbow tendinopathy: correlation of ultrasound findings with pain and functional disability. Am J Sports Med 2010;38(6):1209-14.
11. Yang SH, Park HS, Sin YI. The effects of MWM taping and diamond taping on the pain, grip strength and functional activity in patients with lateral epicondylitis. J Korean Acad Orthop Man Phys Ther 2013;19(2):47-54.

12. **Krosiak M, Pirapakaran K, Murrell GAC.** Counterforce bracing of lateral epicondylitis: a prospective, randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28(2):288-95.
13. **Peterson M, Butler S, Eriksson M, Svärdsudd K.** A randomized controlled trial of eccentric vs. concentric graded exercise in chronic tennis elbow (lateral elbow tendinopathy). *Clin Rehabil* 2014;28(9):862-72.
14. **Ural FG, Öztürk GT, Bölük H, Akkuş S.** Ultrasonographic evaluation of acupuncture effect on common extensor tendon thickness in patients with lateral epicondylitis: a randomized controlled study. *J Altern Complement Med* 2017;23(10):819-22.
15. **Hoogvliet P, Randsdorp MS, Dingemanse R, Koes BW, Huisstede BM.** Does effectiveness of exercise therapy and mobilisation techniques offer guidance for the treatment of lateral and medial epicondylitis? A systematic review. *Br J Sports Med* 2013;47(17):1112-9.
16. **Gündüz R, Malas FÜ, Borman P, Kocaoğlu S, Özçakar L.** Physical therapy, corticosteroid injection, and extracorporeal shock wave treatment in lateral epicondylitis. Clinical and ultrasonographical comparison. *Clin Rheumatol* 2012;31(5):807-12.
17. **Alexander CM, McMullan M, Harrison PJ.** What is the effect of taping along or across a muscle on motoneurone excitability? A study using triceps surae. *Man Ther* 2008;13(1):57-62.
18. **Macgregor K, Gerlach S, Mellor R, Hodges PW.** Cutaneous stimulation from patella tape causes a differential increase in vasti muscle activity in people with patellofemoral pain. *J Orthop Res* 2005;23(2):351-8.
19. **Hug F, Ouellette A, Vicenzino B, Hodges PW, Tucker K.** Deload-ing tape reduces muscle stress at rest and during contraction. *Med Sci Sports Exerc* 2014;46(12):2317-25.
20. **McConnell J.** A novel approach to pain relief pre-therapeutic exercise. *J Sci Med Sport* 2000;3(3):325-34.
21. **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.
22. **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.
23. **Hurd WJ, Morrey BF, Kaufman KR.** The effects of anthropometric scaling parameters on normalized muscle strength in uninjured baseball pitchers. *J Sport Rehabil* 2011;20(3):311-20.
24. **Park JH, Kim K.** Initial effects of the non-elastic taping technique on grip strength and EMG in female with lateral epicondylalgia. *J Korean Soc Phys Med* 2012;7(4):525-33.
25. **Huang TZ, 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.
26. **Krogh TP, Fredberg U, Christensen R, Stengaard-Pedersen K, Ellingsen T.** Ultrasonographic assessment of tendon thickness, Doppler activity and bony spurs of the elbow in patients with lateral epicondylitis and healthy subjects: a reliability and agreement study. *Ultraschall Med* 2013;34(5):468-74.
27. **Ustuner E, Toprak U, Baskan B, Oztuna D.** Sonographic examination of the common extensor tendon of the forearm at three different locations in the normal asymptomatic population. *Surg Radiol Anat* 2013;35(7):547-52.
28. **Tobin S, Robinson G.** The effect of McConnell's vastus lateralis inhibition taping technique on vastus lateralis and vastus medialis obliquus activity. *Physiotherapy* 2000;86(4):173-83.
29. **Lee WH, Kwon OY, Yi CH, Jeon HS, Ha SM.** Effects of taping on wrist extensor force and joint position reproduction sense of subjects with and without lateral epicondylitis. *J Phys Ther Sci* 2011;23(4):629-34.
30. **Kang MH, Choi SH, Oh JS.** Postural taping applied to the low back influences kinematics and EMG activity during patient transfer in physical therapists with chronic low back pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2013;23(4):787-93.
31. **Alexander CM, Stynes S, Thomas A, Lewis J, Harrison PJ.** Does tape facilitate or inhibit the lower fibres of trapezius? *Man Ther* 2003;8(1):37-41.