

Original Article

Open Access

고유수용성감각 촉진을 위한 나선형 테이핑 방법이 근육 경도 변화에 미치는 즉각적인 효과

양재만[†]

갑을녹산병원 물리치료실

Immediate Effect of the Proprioceptive Spiral Taping Method on Changes in Muscle Stiffness

Jae-Man Yang, P.T., M.S.[†]

Department of Physical Therapy, KabulNoksan Hospital

Received: August 26, 2022 / Revised: September 27, 2022 / Accepted: October 13, 2022

© 2022 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: The purpose of this study was to compare the immediate effect on the change in muscle stiffness in the common extensor muscle (CEM) when using the spiral taping method to promote proprioception.

Methods: There were 18 participants in this study. CEM stiffness was measured using a MyotonePRO device with the subject in a sitting position and according to the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) arm pattern. Elastic tape was used as the material for the three taping methods employed in the study: kinesiotaping (KT), right spiral taping (RST), and left spiral taping (LST). The taping methods were applied to the wrist extensor muscle with elongation position. Additionally, when performing PNF arm patterns, spiral taping in diagonal and spiral directions was used to promote CEM proprioceptors. The change in CEM stiffness was compared with the initial data values.

Results: The results of this study were obtained by comparing and measuring changes in CEM stiffness using three different tapings. It was found that the stiffness change of the CEM was significant compared to the initial value, and the increase in stiffness of the CEM after RST application was also significant.

Conclusion: The results of this study show that by affecting the strength and activation of the extensor muscle, taping performed through the RST method had the most positive effect on the change in CEM stiffness.

Key Words: Kinesiotaping, Spiral taping, Muscle stiffness

[†]Corresponding Author : Jae-Man Yang (yjm398@naver.com)

I. 서론

근육 수축 시 힘줄(tendon)의 역할은 근 수축력을 뼈에 전달하여 관절 운동이 일어날 수 있도록 하는 것이며, 팔꿈관절에서 손목 공동 펴근들의 과도하고 반복적인 사용은 연부조직(soft tissue)들이 뻣뻣해지는 경도(stiffness) 증가 현상을 일으키고 이는 힘줄을 이루고 있는 주 성분인 콜라겐의 크기와 조직의 배열에 변형이 이루어져 일어나는 현상이다(Kohia et al., 2008; Nagrale et al., 2009; Nirschl & Ashman, 2003). 팔꿈관절에서 많이 발생하는 대표적인 병적증상으로 우리가 흔히 테니스 엘보(tennis elbow)라고 부르는 가쪽위관절염기염(lateral epicondylitis)은 손목 펴근들의 지나친 사용과 과부하로 인해 힘줄의 미세한 파열이 발생하여 손목 공동 펴근(common extensor muscle, CEM)의 부착 부위에 생긴 염증성 질환이다(Bisset & Vicenzino, 2015; Peters & Baker, 2001; Stasinopoulos & Johnson, 2007).

팔꿈관절 질환들에 대한 통증과 경도와의 관계를 연구한 여러 선행연구들중 Kim 등(2009)은 가쪽위관절염기염 환자들을 대상으로 초음파를 이용한 손목 펴근들의 두께를 측정 한 결과 통증 부위 두께가 정상 부위보다 더 두꺼워져 있었으며, 이상적인 두께인 3.95mm 보다 두꺼운 경우를 가쪽위관절염기염으로 진단할 수 있다고 하였다. 현재까지 많은 연구들에서 팔꿈관절 연부조직의 두께와 경도를 조절하여 통증을 개선하기 위해 많은 치료방법들이 제시되고 있다. Blanchette와 Normand (2011)은 가쪽위관절염기염 환자들에게 ASTM (augmented soft tissue mobilization)의 치료방법을 적용한 결과 팔꿈관절에서 통증 감소와 악력 증가의 효과가 있었다고 하였으며, Ajimsha 등(2012)은 환자들에게 MFR (myofascial release)을 적용한 결과 기능적 장애 정도 및 통증 수준이 감소되었다고 하였다. 또한 Kim 등(2008)의 연구에서는 마사지와 테이핑 치료 결과 악력과 통증 변화가 유의하게 개선되었으며, Yang 등(2013)은 테이핑 치료를 한 결과 통증 및 악력의 변화가 유의하게 개선되었다고 하였다.

또한 통증과 경도 변화에 대한 연구로는 Park 등(2017)의 연구결과에서는 통증이 없는 건강한 대상자들과 다르게 두통을 가진 대상자들에게서 뒤통수밑근과 위 등세모근의 경도가 증가되어 있다고 보고하였으며, Zito 등(2005)은 경추성 두통 환자들은 뒤통수밑근, 위 등세모근, 복갈비근, 어깨올림근에서 경도가 증가되어 있었고 목 주변 근육들의 문제로 인해 두통이 발생한다고 보고 하였다.

그러나 환경의 변화에 따라 근육의 특성이 변화하게 되면 경도 또한 그에 상응하게 변화하게 되지만, 통증 및 병적 증상에 의한 근육의 경도 변화와는 다르게 지속적인 순발력 또는 저항적 운동 등의 대표적인 외부 환경 변화에 따른 자극은 근력과 함께 경도가 증가하며, 자극이 중단되면 운동 전의 수준으로 근력과 경도가 감소하게 된다(Foure et al., 2011; Kubo et al., 2006; Reeves et al., 2003).

고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)은 관절, 힘줄, 근육 안의 고유수용기관을 자극하여 기능 향상을 위한 치료방법으로 뇌졸중 환자와 같은 중추신경계 질환 또는 근육, 관절 등의 근·골격계 질환 환자들의 치료에 널리 사용되고 있는 치료방법 중 한가지이다(Klein et al., 2002; Kofotolis & Kellis, 2006). PNF 치료법 중 임상에서 많이 사용되는 패턴(pattern)의 연장된 자세(elongated position)는 관절이나 근육 안의 고유수용기관을 자극하고 촉진시키는 원리를 이용하여 근육의 운동성을 증가시키는 방법이다(Kim et al., 2016). 이러한 연장된 자세에서 통증 부위에 테이핑을 적용하는 전통적인 방법의 키네시오테이핑(kinesiotaping, KT) 방법이 현재 임상에서 테이핑 치료방법으로 통증 환자 치료에 널리 적용되고 있다. 그러나 정상적인 일상생활에서 기능적인 동작을 수행하기 위한 움직임은 대각선 또는 나선형의 움직임과 비슷하며, 근력과 가동범위 증가, 기능적 수행의 증진을 위해서는 대각선 방향의 근육 수축에 의한 고유수용성신경근들의 촉진이 필요하다(Alder et al., 2008; Bosch et al., 2011). 지금까지 PNF와 함께 테이핑 치료를 적용한 선행 연구로는 Kim 등(2016)의

연구에서 PNF 율동적 안정(rhythmic stabilization, RS) 기법을 적용한 후 손목에 테이핑 치료한 결과 손목 통증을 감소하고 악력을 증진시킨다고 보고하였으며, Song 등(2016)은 PNF 등장성 수축의 결합(combination of isotonic, CI) 기법과 테이핑 치료를 함께 적용한 결과 통증 감소와 악력 증가가 유의하였다고 보고하였다.

현재까지의 테이핑 치료와 관련된 많은 연구결과들은 테이핑 적용 후 통증과 악력에 미치는 영향에 대한 연구는 많았으나, 경도 변화를 보고한 연구는 전무한 상태이다. 또한 PNF와 테이핑 치료를 결합한 치료적 중재를 통해 환자들에게서 통증의 감소와 악력의 증가에 대한 선행 연구들은 많이 있었으나, 그들의 연구들에서 적용된 테이핑 방법이 근력과 가동범위 증가, 기능적 수행의 증진을 일으킬 수 있고 PNF 원리를 이용한 대각선 또는 나선형의 움직임은 강조할 수 있는 방법이 아니었음을 알게 되었다.

따라서 본 연구의 목적은 PNF 원리를 정확히 이용하여 고유수용성신경근들을 촉진시킬 수 있는 대각선 및 나선형 패턴 방식의 테이핑 방법이 CEM의 경도에 어떠한 변화가 있는지 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 참여 대상자는 건강인 성인 남, 녀를 대상으로 본 연구 실시하였으며, 실험 참여 전에 모든 대상자들에게 사전 동의를 얻었다. 연구 대상자 수는 G*Power 3.1(G*Power, universität of düsseldorf, Germany)를 이용하여 Repeated one-way ANOVA, 유의수준 0.05, 검정역 0.8, 효과 크기 0.8, 그룹 수 4로 설정하였으며, 대상자들의 탈락률 10%를 고려하여 총 19명을 모집하였다. 실험 참여자 중 연구결과에 영향을 줄 수 있는 손과 팔 부위에 정형외과 또는 신경외과적인 문제가 있는 자, 손과 팔 기능장애 및 시각 또는 청각에 문제가

있는 자는 연구 대상에서 제외하였으며, 모집인원 중 총 1명(carpal tunnel syndrome) 스크리닝 과정에서 제외되어 최종 18명이 본 실험에 참여하였다.

2. 측정방법 및 도구

1) CEM 경도 측정

연구 대상자들의 CEM 수축 시 경도 변화를 측정하기 위한 장비는 MyotonePRO (Myotone, Myotone AS, Estonia)을 사용하였다. MyotonePRO는 근육 수축 시 경도 및 긴장도(muscle tone)를 측정할 수 있는 장비로 많이 이용되고 있다(Song et al., 2020). 이전 연구에서 이 장비의 평가자 내 신뢰도 상관계수는 0.94~0.99이다(Agyapong-Badu et al., 2013). CEM의 경도 측정은 팔꿈관절의 가쪽위관절염기에서 수평으로 1cm 정도의 안쪽 지점에서 측정하였다(Park & Kim, 2020).

2) 테이핑 방법

CEM의 수축 시 경도 측정을 위하여 평소 본인이 공을 던지거나 필기를 할 때 주로 사용하는 팔을 대상자의 우세(dominant) 팔로 선정하였으며, 테이핑의 적용은 탄력테이프의 일종인 비비 테이프(BB TAPE, WETAPE Inc, Korea)를 사용하였다. 대상자들에게 적용된 총 3가지 테이핑 방법들 중 고유수용성감각을 촉진시킬 수 있는 오른쪽 회선 테이핑(right spiral taping, RST)과 왼쪽 회선 테이핑(left spiral taping, LST)의 2가지 방법들은 PNF 팔 패턴(flexion-abduction-external rotation)을 수행 시 고유수용성감각을 최대한 촉진시킬 수 있는 대각선 및 나선형 방향으로 적용하여 근육의 구조와 진행방향을 바꿀 수 있도록 적용하였다. 그리고 마지막 테이핑 방법은 손목 편근의 근육이 연장된 상태에서 적용하는 전통적인 KT 방법으로 각각 적용하였다(Fig. 1).

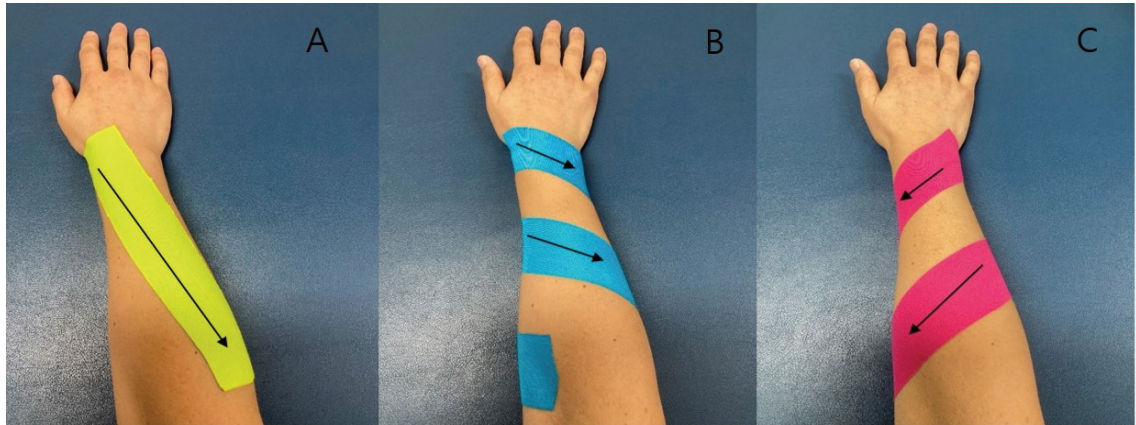


Fig. 1. Taping method. Kinesiotaping (A), Right spiral taping (B), Left spiral taping (C).

3. 실험 절차

본 연구는 고유수용성감각을 촉진 시킬 수 있는 2가지 나선형 테이핑(spiral taping, ST)과 KT방법이 손목 펴근의 수축 운동 동안 CEM의 경도 변화에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 단일 눈가림 cross-over 연구로 진행하였다. 연구 대상자 한 명당 총 세가지 테이핑 방법을 무작위 순서로 적용하기 위하여 순서 번호가 적혀 있는 메모를 봉투 안에 넣어놓고 대상자에게 무작위로 선택하게 하여 테이핑 방법을 순차적으로 적용하였으며, 테이핑 전 초기 경도 값과 각각의 테이핑 후의

경도 값에 어떠한 변화가 있는지를 측정하였다(Fig. 2).

테이핑의 적용은 손목 펴근의 고유수용성감각을 촉진 시킬 수 있는 대각선 및 나선형 패턴 방법을 충분히 숙지하고 임상에서 환자들을 대상으로 테이핑 적용 관련 치료법을 5년이상 시행한 경력이 있는 공동 연구자 1명이 전담하였다. 각 패턴 수행의 시작 전 3번의 사전 연습 후 결과 측정을 진행하였으며, 총 3회 반복 측정 후 평균 값을 사용하였다. 각 측정 후 근육의 피로 방지를 위해 1분간 휴식을 취하게 하였다.

4. 자료 분석

본 연구결과의 자료 분석은 SPSS 21.0 for Windows 프로그램을 사용하여 통계 분석하였으며, 대상자들의 일반적인 특성은 기술 통계로 시행 하였으며, 자료 값들에 대한 Kolmogorov-Smirnov 정규성 분포 검정결과 정규 분포 하지 않았다($p < 0.05$). 실험 전과 각각의 테이핑 적용 후 CEM의 경도 변화 결과는 repeated one-way ANOVA 통계 방법으로 분석하였으며, bonferroni 검사법으로 사후 검정하였다. 통계학적 유의 수준은 0.05로 하였다. 또한 경도 변화 측정할 때마다 측정값 변화가 신뢰할 수준인지를 측정하는 절대적 신뢰도 측정 값인 최소 감지 변화(minimal detectable change, MDC) 값의 비교를 통해 경도 변화 측정 오차가 신뢰할 수준의 측정 값인지를 확인해 보았으며, MDC는 경도 변화

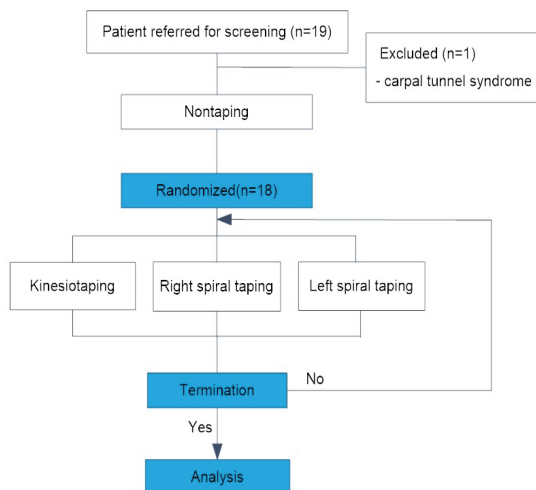


Fig. 2. Study flow diagram.

측정 때 측정된 최고 측정값에서 20%미만으로 측정 값이 변할 경우 오차의 크기가 작고 신뢰할 수준으로 간주하였다(Lu et al., 2008; Muckelt et al., 2022).

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자들은 오른쪽 팔이 모두 우세 팔이었고 남성은 9명, 여성은 9명으로 총 18명이었다. 대상자들의 일반적 특성은 다음과 같다 (Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (n=18)

Characteristics	Mean±SD
Age (years)	34.17±8.71
Height (cm)	168.39±7.33
Weight (kg)	65.67±11.07
Dominant	Right hand

2. CEM의 경도 변화

CEM의 경도 변화는 RST 방법을 적용한 후의 결과 값은 초기 값과 비교하여 유의하게 증가하였다($p < 0.05$) (Fig 3). 그러나 KT 및 LST 방법을 적용한 경우는 경도 증가 값이 유의하지 않았으며, 각 테이핑 방법 간의 차이 또한 유의하지 않았다($p > 0.05$)(Fig. 3).

또한 RST와 nontaping과의 MDC 변화 비교 값은 RST 최고 측정값(560N/m)의 20%미만(112N/m)의 차이로 경도 변화(91.89N/m)가 있었으므로 측정값의 오차 범위가 신뢰할 수준이다(Table 2).

IV. 고찰

본 연구의 실험 결과 RST 방법을 적용하였을 때만 CEM의 경도가 유의하게 증가하였다. 그 외 KT 방법과 LST 방법으로 적용한 경우는 CEM의 경도가 유의하게 증가하지 않았다.

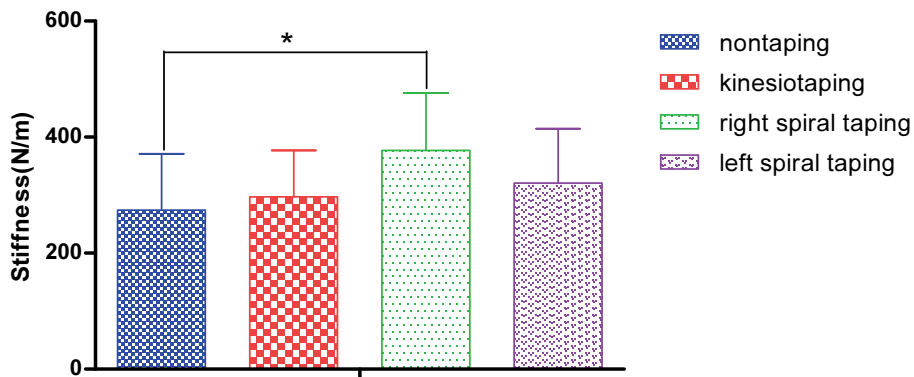


Fig. 3. Comparison of the stiffness for difference taping method.

Table 2. Changes in CEM stiffness

	nontaping	KT	RST	LST	η^2 p	F	p
	range(min ~ max)						
Stiffness(N/m)	299.33±91.44 (210 ~ 448)	316.56±79.69 (210 ~ 457)	391.22±94.38 (306 ~ 560)	337.17±86.53 (205 ~ 476)	0.33	3.68	0.01*

The values are Mean±SD, * : Significant difference ($p < 0.05$). CEM: Common extensor muscle, KT: Kinesiotaping, RST: Right spiral taping, LST: Left spiral taping.

테이핑 적용이 근력 강화 및 증가에 대한 연구결과들 중 Kim 등(2012)이 보고한 연구 결과에서는 테이핑을 적용한 집단에서 테이핑을 적용하지 않은 집단에 비해 악력이 유의하게 증가하였다고 보고하였으며, Park과 Kim (2012)이 보고한 팔꿈관절 가쪽위관절염을 진단받은 환자들을 대상으로 테이핑을 적용한 연구결과에서도 테이핑을 적용한 대상자들에게서 근력 및 근 활성화 증가가 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 또한 Kim 등(2008)이 보고한 연구결과에서도 테이핑을 적용한 팔꿈관절 가쪽위관절염 진단을 받은 환자들에게서 악력 변화에 유의한 차이가 있었다. 또한 Huang과 Kim (2020)이 보고한 연구결과에서는 테이핑을 적용하였을 때 손목 펴근의 근 활성화도가 증가하였으며, 손목 펴근에 적용된 테이핑의 효과가 근육의 기능적 변화에 영향을 미쳤다고 하였다. 또한 이들은 손목에 적용한 테이핑의 영향이 대상자의 주관적이고 심리적인 요인이 아니라 테이핑을 적용한 근육 부위에 생체역학적인 변화의 요인에 의한 결과라고 하였다.

근력과 경도의 상관관계를 연구 보고한 선행연구들 중 Han 등(2014)이 보고한 족저굴곡근의 근력과 아킬레스건의 경도와의 상관관계를 분석한 연구결과에서는 근력 수준 증가에 따라 힘줄의 경도 증가의 관계는 높은 상관관계를 가진다고 보고하였으며, Arampatzis 등(2007)이 보고한 연구결과에서도 족저굴곡근의 근력 수준이 증가할수록 아킬레스건의 경도 수준이 증가한다고 보고하였다. 또한 Fletcher 등(2010)의 고도로 훈련된 장거리 달리기 운동선수들에게서 힘줄의 경도 변화를 연구한 결과에서도 높은 수준의 경도를 가진 힘줄이 강한 근 수축에 관여하여 관절에 더 강한 힘을 전달한다고 보고하였다.

이러한 연구결과들은 본 연구에서 적용한 손목 펴근에 PNF의 원리를 기초로 적용한 대각선 및 나선형 패턴 방식의 RST 방법이 피부 및 근육의 생체역학적인 변화를 일으켜 손목 펴근의 근력 증가에 영향을 미쳤으며, CEM의 경도의 증가 변화에 긍정적인 효과를 일으켰다는 본 연구결과를 설명할 수 있다. 그러나 오른쪽 팔에서 왼쪽 방향의 LST의 방법은 오른쪽 손목 펴근

수축 방향의 반대방향으로 적용한 결과로서 근육의 고유수용성감각을 정방향으로 자극하지 못하여 생체 변화가 유의하게 일어나지 못한 결과로 CEM의 경도 증가 변화가 유의하지 않았다고 생각된다.

지금까지 많은 테이핑 관련 연구결과들에서 그 적용 방법에 따라 근력 및 기능 수행에 변화를 이루어내는 기전을 연구한 결과는 없었다. 현재까지 임상에서 많이 사용되어지고 있는 전통적인 방법인 KT 방법은 단순히 근육을 늘려서 스트레칭 되어진 상태에서 근육 방향에 맞게 붙이는 간단한 방법으로 환자들에게 쉽게 적용되어지고 있다. 그러나 이러한 방법들은 때로는 많은 연구 결과들에서 지지 받지 못하고 있다. Yang과 Lee (2017)의 연구결과에서는 전통적인 KT 방법의 주름 지어진 테이핑 방법이 기존에 주장된 통증 완화에 효과가 있다고 알려진 혈액 순환의 증가에 변화가 없다고 보고하였으며, Chang 등(2010)의 연구결과에서는 팔의 펴근에 적용한 KT 방법이 악력 증가 변화에 유의하지 않았다고 보고하였다. 또한 Karahan 등(2017)의 연구결과에서도 팔의 위팔세갈래근(triceps)에 적용한 KT 방법은 근력 변화에 유의하지 않았다고 보고하였으며, Kalron 등(2013)이 보고한 테이핑 관련된 논문에 대한 리뷰(review) 연구 결과에서는 KT 방법의 적용이 근력 강화와 근육의 ROM(range of motion)에 유의한 변화가 있지 않았다고 보고하였다. 이러한 연구 결과들은 본 연구결과에서 나타난 전통적인 테이핑 방법이 손목 펴근과 CEM의 경도 증가에 유의한 영향을 미치지 못하였다는 본 연구결과를 설명할 수 있다.

그러나 테이핑 치료법에 관하여 또 다른 연구결과들에서는 테이핑이 근육과 관절 구조에 생체역학적인 구조적 변화를 일으킨다고 보고한 연구결과들이 있다. Lee 등(2011)의 연구결과에서는 골반 기울기를 강조할 수 있는 테이핑 방법이 골반의 전방 경사(anterior tilt)를 일으킬 수 있도록 생체역학적인 변화를 일으킨다고 보고하였으며, Wu 등(2017)의 뇌졸중 환자들의 골반 전방 경사를 구조적으로 줄일 수 있는 테이핑 방법이 환자들의 보행 기능 향상에 효과가 있다고 보고하였다. 따라서 이러한 연구결과들을 바탕으로 PNF

원리를 이용한 고유수용성감각을 자극 및 촉진할 수 있는 나선형 방식의 RST 방법이 손목 편근의 생체역학적인 변화를 일으켜서 경도 증가 변화에 긍정적인 효과를 가져왔다는 본 연구결과를 설명할 수 있다. 이러한 효과는 테이핑을 적용한 근육 부위에 알파 운동 신경원(alpha motor neuron)을 촉진하고 근육의 활동성을 증가시키는 고유수용성감각들을 촉진시킨 결과라고 생각되어진다.

그러나 본 연구에는 몇가지 제한점이 있다. 첫째, 팔꿈관절에 문제를 가지지 않은 정상인을 대상으로 한 연구이기 때문에 팔꿈관절에 문제를 가진 환자를 포함한 모든 사람들에게 일반화될 수 없다. 둘째, 모든 대상자들의 CEM 경도 측정이 우세측(오른쪽) 한쪽에서만 시행되었다. 셋째, CEM의 근력 및 활성도를 측정하지 않았으며 경도 한가지만을 측정하였다. 넷째, 실험 대상자를 남,여 모두 한가지 집단을 통한 연구결과로 한정되어 대상자수가 작았다. 따라서 향후 팔꿈관절에 정형외과적 및 신경외과적인 문제를 가진 환자들을 대상으로 본 연구의 제한점을 보완한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

IV. 결론

본 연구의 결과를 바탕으로 지금까지 임상에서 많이 사용되어지는 전통적인 KT 방법이 아닌 근육의 수축과 고유수용성감각을 자극할 수 있는 PNF의 원리에 기초한 대각선 및 나선형 방향의 테이핑 방법을 환자들의 치료 시 근육 강화 방법으로 적용되기를 제시하고자 한다.

References

Agyapong-Badu S, Aird L, Bailey L, et al. Interrater reliability of muscle tone, stiffness and elasticity measurements of rectus femoris and biceps brachii in healthy young

and older males. *Working Papers in the Health Sciences*. 2013;1(4):1-11.

Ajimsha MS, Chithra S, Thulasyammal RP. Effectiveness of myofascial release in the management of lateral epicondylitis in computer professionals. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2012;93(4):604-609.

Alder S, Beckers D, Buck M. PNF in practice: an illustrated guide, 3rd ed. Heidelberg. Springer. 2008.

Arampatzis A, Peper A, Bierbaum S, et al. Plasticity of human Achilles tendon mechanical and morphological properties in response to cyclic strain. *Journal of biomechanics*. 2010;43(16):3073-3079.

Bisset LM, Vicenzino B. Physiotherapy management of lateral epicondylalgia. *Journal of Physiotherapy*. 2015;61(4):174-181.

Blanchette MA, Normand MC. Augmented soft tissue mobilization vs natural history in the treatment of lateral epicondylitis: a pilot study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2011;34(2):123-130.

Bosch PR, Snyder AR, Scherr TM, et al. Differences in shoulder muscle activation patterns during proprioceptive neuromuscular facilitation using manual and elastic band resistance. *Athletic Training and Sports Health Care*. 2011;3(2):69-75.

Chang HY, Chou KY, Lin JJ, et al. Immediate effect of forearm kinesio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes. *Physical Therapy in Sport*. 2010;11(4):122-127.

Fletcher JR, Esau SP, MacIntosh BR. Changes in tendon stiffness and running economy in highly trained distance runners. *European journal of applied physiology*. 2010;110(5):1037-1046.

Foure A, Nordez A, McNair P, et al. Effects of plyometric training on both active and passive parts of the plantarflexors series elastic component stiffness of

- muscle-tendon complex. *European Journal of Applied Physiology*. 2011;111(3):539-548.
- Han SW, Lee DY, Lee HD. Relationship between muscle strength and tendon stiffness of the ankle plantarflexors and its functional consequence. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2014;24(1):35-42.
- Huang TZ, Kim S. Effect of diamond taping applied to the elbow joint on wrist extensor muscle activity in healthy subjects. *Physical Therapy Korea*. 2020;27(2):118-125.
- Kalron A, Bar-Sela S. A systematic review of the effectiveness of kinesio taping-fact or fashion? *European Journal Physical and Rehabilitation Medicine*. 2013;49(5):699-709.
- Karahan AY, Yildirim P, Kucuksarac S, et al. Effect of kinesio taping on elbow muscle strength in healthy individuals: a randomized trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2017;30(2):317-323.
- Kim BS, Min GD, Cha JG, et al. Ultrasonographic measurement of thickness of extensor carpi radialis brevis tendons for lateral epicondylitis. *Journal of the Korean Orthopaedic Association*. 2009;44(5):542-547.
- Kim CH, Kim BR, Kang MG. Effect of rhythmic stabilization technique, before proprioceptive neuromuscular facilitation wrist taping, on grip strength and pain in wrist pain patients. *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2016;14(2):105-112.
- Kim CH, Kim SJ, Oh KO, et al. The effects of scapular exercise and kinesio taping of upper trapezius muscle on grip strength. *Korea Academy of Orthopedic Manual Physical Therapy*. 2012;18(2):1-7.
- Kim EY, Ma SY, Gong WT. The effects of taping, AMCT, combination treatment on the pain and grip strength in patient with lateral epicondylitis. *The Korean Society of Physical Medicine*. 2008;3(2):103-112.
- Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, et al. PNF training and physical function in assisted living older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2002;10(4):476-488.
- Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain. *Physical Therapy*. 2006;86(7):1001-1012.
- Kohia M, Brackle J, Byrd K, et al. Effectiveness of physical therapy treatments on lateral epicondylitis. *Journal of Sports Rehabilitation*. 2008;17(2):119-136.
- Kubo K, Ohgo K, Takeishi R, et al. Effects of isometric training at different knee angles on the muscle-tendon complex in vivo. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2006;16(3):159-167.
- Lee JH, Yoo WG, Gak HB. The immediate effect of anterior pelvic tilt taping on pelvic inclination. *Journal of Physical Therapy science*. 2011;23(2):201-203.
- Lu WS, Wang CH, Lin JH, et al. The minimal detectable change of the simplified stroke rehabilitation assessment of movement measure. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2008;40(8):615-619.
- Muckelt PE, Warner MB, Cheliotis-James T, et al. Protocol and reference values for minimal detectable change of MyotonPRO and ultrasound imaging measurements of muscle and subcutaneous tissue. *Scientific Reports*. 2022;12(1):1-11.
- Nagrle AV, Herd CR, Ganvir S, et al. Cyriax physiotherapy versus phonophoresis with supervised exercise in subjects with lateral epicondylalgia: a randomized clinical trial. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*. 2009;17(3):171-178.
- Nirschl RP, Ashman ES. Elbow tendinopathy: tennis elbow. *Clinics in Sports Medicine*. 2003;22(4):813-836.
- Park SK, Yang DJ, Kim JH, et al. Analysis of mechanical properties of cervical muscles in patients with cervicogenic headache. *Journal of Physical Therapy*

- Science*. 2017;29(2):332-335.
- Park JH, Kim K. Initial effects of the non-elastic taping technique on grip strength and EMG in female with lateral epicondylalgia. *The Korean Society of Physical Medicine*. 2012;7(4):525-533.
- Peters T, Baker CL Jr. Lateral epicondylitis. *Clinics in Sports Medicine*. 2001;20(3):549-563.
- Reeves ND, Maganaris CN, Narici MV. Effect of strength training on human patella tendon mechanical properties of older individuals. *The Journal of Physiology*. 2003;548(3):971-981.
- Song C, Yu YF, Ding WL, et al. Quantification of the masseter muscle stiffness of stroke patients using the myotonPRO apparatus: intra-and inter-rater reliability and its correlation with masticatory performance. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*. 2020;27:e928109-e928109.
- Song MS, Kim BR, Kang MG. The effect of CI technique in PNF and sport taping on pain and grip strength in patients with lateral epicondylitis. *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2016;14(1):33-39.
- Stasinopoulos D, Johnson MI. It may be time to modify the cyriax treatment of lateral epicondylitis. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2007;11(1):64-67
- Wu YT, Choe YW, Peng C, et al. The immediate effects of posterior pelvic tilt with taping on pelvic inclination, gait function and balance in chronic stroke patients. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2017;12(3):11-21.
- Yang JM and Lee JH. Is kinesio taping to generate skin convolutions effective for increasing local blood circulation. *Medical Science Monitor*. 2018;24:288-293.
- 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. *Korea Academy of Orthopedic Manual Physical Therapy*. 2013;19(2):47-54.
- Zito GG, Jull G, Story I. Clinical tests of musculoskeletal dysfunction in the diagnosis of cervicogenic headache. *Manual therapy*. 2006;11(2):118-129.