

# 대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science  
2025. 09. Vol. 32, No.3 pp. 55-64

## 기계적 견인 치료를 병행한 신경활주운동이 손목굴증후군 환자의 감각, 악력 및 기능에 미치는 영향: 무작위 대조군 연구

인태성

김천대학교 물리치료학과

## Effect of Combined Mechanical Traction and Neural Gliding on Sensation, Grip Strength and Function in Carpal Tunnel Syndrome Patients: Randomized Controlled Trial

Tae Sung In, Ph.D., P.T.

*Dept. of physical therapy, Gimcheon University*

### Abstract

**Background:** This study aimed to investigate the effects of mechanical traction therapy combined with neural gliding exercise (MTT+NGE) on sensory, sustained grip and pinch strength, and hand function in patients with carpal tunnel syndrome (CTS)

**Design:** Randomized controlled trial study.

**Methods:** Twenty-one participants diagnosed with CTS were randomly assigned to two groups: the MTT+NGE group ( $n = 10$ ) and the NGE group ( $n = 11$ ). Both groups performed neural gliding exercises three times per week for six weeks, consisting of three sets of 10 repetitions per session. In addition, the MTT+NGE group received 10 minutes of mechanical wrist traction per session. The NGE group received sham traction using the same equipment with the power turned off to provide no mechanical stimulation. Sensation was assessed using the Semmes-Weinstein monofilament test, while sustained grip strength and pinch strength were measured with a digital hand dynamometer and a pinch meter, respectively. Hand function was evaluated using the Boston Functional Capacity Scale (BFCS) before and after the intervention

**Results:** The MTT+NGE group showed significantly

greater improvements in sensory thresholds, sustained grip and pinch strength, and hand function compared to the NGE group ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Combining mechanical traction therapy with neural gliding exercise may be more effective than neural gliding alone in improving sensation, sustained hand strength and function in patients with carpal tunnel syndrome. This combined approach could be a useful conservative treatment option for enhancing hand function in this population.

**Key words:** Carpal tunnel syndrome, Sensation, Strength, Traction.

### 교신저자

인태성

39528 경북 김천시 대학로 214

T: 054-420-4424, E: in8386@naver.com

## I. 서론

손목굴 증후군(Carpal Tunnel Syndrome, CTS)은 손목의 손목굴(carpal tunnel)을 통과하는 정중신경이 압박되어 발생하는 가장 흔한 말초신경병증 중 하나로 알려져 있다(Urits 등, 2019). 손목굴 내 공간을 감소시키거나 내부 조직의 부종을 유발하는 다양한 원인들은 정중신경의 압박을 초래하며(Molinari & Elfar, 2013), 특히 손목의 반복적인 굽힘과 폼 운동을 수반하는 직업적 활동은 CTS의 발병률을 증가시키는 위험 요인이다(Biernawska 등, 2005). CTS는 양측성으로 발병하는 경우가 많고, 중년 여성에서 유병률이 가장 높다(Ibrahim 등, 2012).

임상적으로는 정중신경 분포 영역에서의 감각 저하, 저림, 무감각, 통증과 함께 손의 근력 약화, 기능 저하 등이 나타난다(Hesami 등, 2018). 감각은 물체의 형태와 질감, 위치 인지를 비롯해 운동 조절과 협응력, 미세한 손 움직임 제어에 매우 중요한 역할을 한다. 잘못된 자세나 습관으로 인해 통증 뿐만 아니라 고유수용성 감각을 저하시키고 자세조절까지 영향을 미칠 수 있다(이남기 & 이정우, 2024). 이에 따라 감각 손상이 존재할 경우 정밀한 작업 수행 능력이 저하되고, 일상생활에서의 손 기능 장애로 이어질 수 있다(Levine 등, 1993; Li 등, 2015).

손목굴 증후군의 치료는 정중신경에 가해지는 압력을 완화하는 것을 목표로 하며, 수술적 방법 외에도 다양한 비수술적 중재가 사용되고 있다(Abdolrazaghi 등, 2023). 대표적인 보존적 치료 중 하나인 신경 활주운동은 정중신경 및 굴곡건의 활주성을 향상시켜 신경 내 유착을 방지하고 감각과 통증 감소에 긍정적인 효과를 보이는 것으로 알려져 있다(Du 등, 2022; Werner & Andary, 2002). 이 운동은 수근관 내 압력을 감소시키며, 조직의 부종 완화와 정중신경의 정맥 귀환을 촉진해 기능 개선에도 기여한다(Martins & Siqueira, 2017; Kim, 2015).

최근에는 비수술적 중재 중 하나로 기계적 견인치료(mechanical traction therapy)가 손목 관절에 일정한 견인력을 적용하여 수근관 내 공간을 확보함으로써 정중신경의 압박을 완화하고, 수술 회피율을 높이는 치료법으로 주목받고 있다(Brunarski 등, 2004). Meems 등(2021)은 기계적 견인치료를 6주간 적용한 CTS 환자군에서 수술 필요성이 유의하게 낮아지고, 증상 중증도 및 기능이 향상되었다고 보고하였다. 또한, 정경심 등(2024)은 기계적 견인 치료가 손목굴 증후군 환자의 통증, 증상 중증도 및 기능 상태에 유효한 개선 효과를 나타냈다고 보고 하였다. 그러나 기계적 견인치료는 아직 임상적으로 충분한 근거가 확보되지 않았고, 치료 효과에 대한 심리적 기대효과(placebo effect) 가능성도 완전히 배제할 수 없다(Lewis 등, 2016).

이와 함께 CTS 환자의 기능 평가에서 지속적 악력(grip strength) 및 파지력(pinch strength)은 실생활의 손 사용 능력을 반영하는 핵심 지표로 간주된다(Roldão & Pascoal, 2024). 기존의 최대 근력 평가만으로는 힘을 지속적으로 발휘해야 하는 일상적 작업의 기능 수준을 파악하기 어려우며, 특히 감각과의 상호작용을 분석하기 위해서는 지속적 근력 유지 능력에 대한 정량적 분석이 필요하다(Simão 등, 2025).

하지만 현재까지 기계적 견인치료와 신경 활주운동을 병행했을 때 CTS 환자의 감각과 지속적 손 근력에 미치는 영향을 평가한 연구는 매우 제한적이며, 두 중재의 상호작용 효과에 대한 과학적 근거도 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 기계적 견인치료와 신경 활주운동을 병행한 중재가 CTS 환자의 감각 및 지속적 악력과 파지력에 미치는 영향을 분석함으로써, 기능 회복에 효과적인 비수술적 접근 방안을 제시하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 정형외과 전문의로부터 CTS로 진단받은 환자 21명을 대상으로 진행되었다. 참가자는 무작위로 두 그룹으로 배정되었으며, MTT+NGE 군은 10명, NGE 군은 11명으로 구성되었다. 모든 대상자는 본 연구의 목적과 절차에 대한 설명을 듣고 자발적으로 동의한 후 참여하였다.

### 2. 연구절차

샘플사이즈를 계산하기 위해 G\*power3.1.9.2 프로그램을 사용하였고, 분석 결과 군 당 최소 10명이 제시되었다( $\alpha$  오류: 0.05, 파워: 0.8, 효과크기: 0.9)(Faul et al, 2009). 본 연구에서는 탈락율 10%를 포함하여 총 22명을 대상자로 선정하였다. 선정 편견을 줄이기 위해 숫자1과 숫자2가 적힌 종이를 밀봉된 봉투안에 넣어 대상자들에게 선택하게 하였고, 무작위로 MTT+NGE 군 11명과 NGE 군 11명으로 나누었다. 실험 도중 훈련을 충실히 이행하지 않아 MTT+NGE 군에서 1명의 탈락자가 발생하였으며, 총 21명이 사후 평가에 참여하였다. 훈련 전과 후에 감각, 지속적 악력과 파지력 및 기능을 검사하였다. 중재에 참여하지 않은 연구자에 의해 평가가 수행되었으며, 피험자와 평가자에게는 본 연구의 목적 및 내용에 대한 정보를 제공하지 않았다.

### 3. 중재방법

본 연구에 참여한 두 집단은 모두 6주 동안 주 3회씩 힘줄 및 신경 활주 운동 프로그램을 수행하였다. 각 세션은 힘줄 활주 운동과 신경 활주 운동으로 구성되었으며, 운동은 각 동작별 10회, 총 3세트를 반복하도록 하였다.

굽힘근 힘줄 활주 운동은 손가락을 완전히 편 자세, 갈고리 모양(hook fist), 완전 주먹(full fist), 평평하게 편 손(flat fist), 그리고 일자 주먹(straight fist) 등 5가지 손 자세를 5초간 유지하는 방식으로 진행되었다. 각 자세는 굽힘근 힘줄의 활주성을 촉진하기 위해 설계되었으며, 반복 시행을 통해 힘줄 유착을 방지하고 조직의 유연성을 향상시키는 데 목적이 있다. 정중신경 활주 운동은 아래팔을 뒤침시킨 상태에서 손목을 신전하고, 엄지손가락을 가쪽벌린 상태에서 수행되었다. 반대쪽 손을 사용하여 바깥 방향으로 부드럽게 신장시키는 스트레칭 동작을 포함하여, 정중신경의 활주와 신경 긴장 감소를 유도하였다(Abdolrazaghi 등, 2023).

MTT+NGE 군은 기계적 견인치료를 병행하였다. 견인치료는 견인기기(Wrist Traction Device, IT Co., Gimcheon, Korea)를 활용하여 손목 관절에 10분간 반복적인 견인 자극을 적용하는 방식으로 이루어졌다. 참가자는 높낮이 조절이 가능한 의자에 앉은 상태에서 팔을 장치의 받침대 위에 올리고, 두 개의 벨크로 스트랩으로 아래팔의 몸쪽과 먼쪽을 고정하였다. 손목 아래에도 추가 스트랩을 부착하고, 손가락은 손잡이를 쥐도록 지시하였다. 견인력은 성별에 따라 조정되었으며, 남성은 7kg, 여성은 5kg으로 시작하여 통증이나 불편감이 없을 경우 매주 남성 2kg, 여성 1kg씩 점진적으로 증가시켰다(Meems 등, 2021). 견인은 60 mm/s의 속도로 당긴 후 5초간 유지, 이후 이완 및 10초 휴식 후 반복되는 방식으로, 1세션당 총 50회 시행하였다. 기존 연구에서는 견인력만으로 조절하였지만 본 연구에서는 견인 거리를 조절하여 더욱 세밀하게 손목에 가해지는 견인력을 조절하고자 하였다. 견인 거리의 기준은 건강한 성인 30명을 대상으로 사전 조사를 실시한 결과, 불편감 없이 견인감을 느낄 수 있는 최소 거리가 평균적으로 15mm로 나타났으며, 이를 초기 견인 거리로 설정하였다. 이후 치료 세션마다 1mm씩 점진적으로 증가시키는 방식으로 견인 강도를 조절하였다. 이는 환자의 주관적 불편감을 최소화하면서

도 일관된 치료 자극을 제공하기 위한 임상적 판단에 근거한 조치이다. NGE 군은 MTT+NGE 군과 동일한 기기를 사용하여 전원이 꺼진 상태로 기계적 자극 없이 위약 처치를 실시하였다.

#### 4. 측정방법

##### 1) 감각

감각은 Semmes-Weinstein 모노필라멘트 검사를 사용하여 정량적으로 측정하였다. 이 검사는 다양한 두께의 필라멘트를 피부에 접촉시켜 대상자가 자극을 감지할 수 있는 최소한의 역치(sensory threshold)를 확인하는 방식이다. 측정은 대상자의 정중신경 지배 부위 중 엄지의 손끝 부위를 중심으로 시행되었으며, 3회 자극을 시행하였고, 2회 이상 반응이 있을 경우 해당 필라멘트 굵기를 감각역치로 기록하였다. 본 연구에서는 2.83(녹색) 필라멘트를 시작점으로 설정하였으며, 대상자가 감지하지 못할 경우 다음 단계 굵기(3.22, 3.61, 3.84, 4.31, 4.56, 6.65)로 순차적으로 증가시키며 평가하였다. 검사-재검사 신뢰도(test-retest reliability)는 ICC = 0.80로 높은 신뢰도를 가지고 있는 것으로 보고되었다(Wolny 등, 2022).

##### 2) 지속적 악력 및 파지력

지속적 악력 및 파지력 측정은 전자식 다이내모미터(E-Link Hand Grip Dynamometer, Biometrics Ltd, UK)와 전자식 파지력 측정기(E-Link Pinch Meter)를 사용하여 측정하였다. 참가자는 등받이가 있는 의자에 앉아 팔꿈치를 90도 굽힌 상태에서 손목을 중립자세로 유지하도록 하였으며, 15초 동안 최대한의 악력(grip strength)과 파지력(pinch strength)을 지속하도록 지시받았다. 각 측정 장비는 다양한 시간 구간에 대한 근력 데이터를 자동 기록하며, 본 연구에서는 지속 시간의 마지막 60% 동안의 평균 근력(average over last 60%)을 분석하였다. E-Link 시스템은 악력과 파지력 모두에서 측정자간 신뢰도가 우수한 것으로 보고되었다(Leszczak 등, 2024).

##### 3) 기능

보스턴 손목굴증후군 척도(Boston Carpal Tunnel Questionnaire, BCTQ) 중 하나인 기능적 수행능력 척도(Boston Functional Capacity Scale, BFCS)는 총 8개의 항목으로 구성된 자가 보고형 설문도구이다. 각 항목은 증상의 정도에 따라 1점(무증상)에서 5점(매우 심한 증상)까지 평가되며, 최종 점수는 전체 항목 점수의 평균으로 산출된다. 이 척도는 검사-재검사 간 신뢰도(interclass correlation coefficient, ICC) 값이 0.93으로 보고되어 높은 신뢰도를 지닌 도구로 인정받고 있다(Park 등, 2013).

#### 5. 분석방법

본 연구의 모든 통계는 SPSS(v. 20)를 이용하였고, 변수들의 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilk 검정을 시행하였다. 집단 내 변화를 비교하기 위하여 짝 비교 검정(Paired t-test)을 실시하였고, 집단 간 차이는 독립표본 t검정(Independent t-test)을 통해 분석하였다. 모든 자료의 통계학적 유의수준은 0.05이하로 하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 21명 전원이 사후검사를 완료하였다. 일반적인 특성은 <Table 1>과 같으며, 집단 간의 baseline에는 유의한 차이가 없었다.

Table 1. General characteristics (N=21)

	MTT+NGE group (n=10)	NGE group (n=11)	p
Gender (Male/Female)	4/6	4/7	.867 <sup>b</sup>
Age	44.4±15.1	42.1±11.2	.196 <sup>c</sup>
Weight (kg)	59.6±15.1	60.9±10.6	.244
Height(cm)	162.4±13.4	161.1±10.8	.752
Symptom duration (month)	16.9±9.5	18.0±10.4	.330

a. Values are expressed as mean±standard deviation., b. Chi-square test, c. Independent t-test. MTT, Mechanical traction therapy. NGE, Neural gliding exercise.

#### 2. 두 군에서 중재 전과 후의 감각에 미치는 차이

감각은 두군 모두 훈련 전·후 유의한 변화가 있었으며 ( $p<.05$ ), MTT+NGE 군의 감각이 NGE 군에 비해 유의하게 감소하였다( $p<.05$ ). <Table 2>.

Table 2. Comparison of sensory thresholds (g) before and after intervention in CTS patients (Lower values indicate improvement) (N=21)

	MTT+NGE group (n=10)	NGE group (n=11)	p	
Sensory threshold(g)	pre	3.9±1.0	3.8±0.8	.289
	post	3.4±0.7*	3.5±1.1*	
	change	0.5±0.9	0.3±0.9	.033

Values are expressed as mean ± standard deviation (SD). MTT, Mechanical traction therapy. NGE, Neural gliding exercise. \*Significant differences between pre and post test ( $p<0.05$ ).

#### 3. 두 군에서 중재 전과 후의 지속적 악력 및 파지력에 미치는 차이

지속적 악력 및 파지력은 두군 모두 훈련 전·후 유의한 변화가 있었으며 ( $p<.05$ ), MTT+NGE 군의 지속적 악력 및 파지력이 NGE 군에 비해 유의하게 감소하였다( $p<.05$ ). <Table 3>.

Table 3. Comparison of strength(kgf) before and after intervention in CTS patients (Higher values indicate improvement) (N=21)

	Group	MTT+NGE group (n=10)	NGE group (n=11)	p
Grip strength(kgf)	Pre	7.7±4.5	7.0±3.5	.289
	Post	12.4±3.9*	9.4±2.7*	
	Change	4.7±1.0	2.4±0.8	.031
Pinch strength(kgf)	Pre	1.6±0.7	1.5±1.0	.404
	Post	2.4±1.1*	1.8±1.0*	
	Change	0.8±0.7	-0.3±0.9	.010

Values are expressed as mean ± standard deviation (SD). BFCS, Boston Functional Capacity Scale. MTT, Mechanical traction therapy. NGE, Neural gliding exercise. \*Significant differences between pre and post test ( $p<0.05$ ).

#### 4. 두 군에서 증재 전과 후의 기능에 미치는 차이

기능에서 두 군 모두 훈련 전·후 유의한 변화가 있었으며 ( $p<.05$ ), MTT+NGE 군이 NGE 군보다 기능이 더 유의하게 개선되었다( $p<.05$ ) <Table 4>.

Table 4. Comparison of strength(score) before and after intervention in CTS patients (Lower values indicate improvement) (N=21)

		MTT+NGE group (n=10)	NGE group (n=11)	p
BFCS(score)	Pre	3.2±0.3	3.0±0.7	.327
	Post	2.4±0.5*	2.5±1.2*	
	Change	-0.8±0.4	-0.5±0.9	.036

Values are expressed as mean ± standard deviation (SD). MTT, Mechanical traction therapy. NGE, Neural gliding exercise. \*Significant differences between pre and post test ( $p<0.05$ ).

## IV. 고 찰

본 연구는 힘줄 및 신경 활주 운동을 병행한 기계적 견인치료(MTT+NGE)가 손목굴 증후군(Carpal Tunnel Syndrome, CTS) 환자의 감각 역치에 미치는 효과에 대해 알아보고자 하였으며, 훈련 후 MTT+NGE 군은 NGE 군에 비해 감각역치가 유의하게 개선되었다. 과도한 활동과 미세 손상의 반복은 근막과 정중신경의 점도 증가 등의 변형을 일으키며, 신경 전도의 차단과 같은 구심성 신호에 변화를 유발하게 된다(Stecco 등, 2013; Abe 등, 2005; Pratelli 등, 2015). Premoselli 등(2006)은 경도에서 중증도의 CTS 환자들의 경우 감각 신경 전도속도가 운동신경전도 속도에 비해 더 큰 지연을 나타낸다고 하였으며, 수기 치료 후 감각 신경 전도에서 더 큰 개선을 나타낸다고 보고하였다(Premoselli 등, 2006; Wolny 등, 2017). 정중신경은 종적, 횡적 활주 범위가 제한되어 있어, 신경 가동술을 통해 정상적인 움직임의 회복시킬 수 있다(Hough 등, 2007). 힘줄 및 신경 활주

운동은 힘줄과 정중 신경 주위의 유착 및 힘줄 집의 부종을 감소시킬 뿐 아니라 신경과 힘줄의 가동성 개선을 통해 손목굴의 증가된 압력을 감소시키며(Martins & Siqueira, 2017), 이러한 효과는 다른 치료와 병행하였을 때 더 효과적이라고 하였다(Pinar 등, 2005). 또한, 견인 자극은 손목굴 내 공간을 확장시키고 음압을 형성하여 부종을 경감시키며, 이는 감각역치 회복의 주요 생리학적 기전으로 작용한다(Brunarski 등, 2004). 본 연구에서 MTT+NGE 군의 감각역치가 유의하게 개선된 것은 견인치료를 병행한 힘줄 및 신경활주 운동이 신경 혈류 공급 및 전도 기능 개선에 기여한 것으로 해석된다.

본 연구에서는 훈련 후 지속적 악력 및 파지력에 미치는 영향을 확인하기 위해 15초동안 악력 및 파지력을 유지하게 한 후 마지막 60%동안의 악력 및 파지력을 측정하였으며, 그 결과 지속적 악력 및 파지력 모두 MTT+NGE 그룹에서 유의한 증가가 나타났다. 짧은 엄지별립근은 정밀한 집기 동작에서 중요한 역할을 담당하고 있으며, CTS 환자의 경우 정중신경 압박에 따른 짧은 엄지별립근의 위축 및 피로로 인해 악력이 저하되는 경향이 있다(MacDermid & Wessel, 2004). 본 연구에서 기계적 견인과 신경활주운동의 병행 중재는 정중신경의 전도 기능을 개선하고, 운동 단위의 효율적인 모집을 촉진함으로써 근력 회복에 기여한 것으로 보인다. Shem 등(2025)은 가로손목인대에 자가신장을 적용하고 난 후 최대악력과 파지력의 유의한 향상을 보고하였으며, 이는 손목굴의 단면적 증가로 손목굴 내 압력을 감소시킴에 따라 CTS의 증상이 개선된 것이라고 보고하였다. 지속적 악력은 손 기능의 장시간 안정적 사용을 반영하는 지표로, 단일 시점의 최대근력보다 실제 기능 회복을 더 민감하게 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 지속적 악력 및 파지력이 통계적으로 유의하게 증가하였으며, 이는 근 피로 저항성 향상 및 근 협응성 회복을 통해 기능적 손 사용 능력이 개선되었음을 시사한다(Simão 등, 2025). 많은 일상 활동이 일정시간동안 지속적인 힘을 요구하기 때문에 본 연구의 결과는 CTS환자들의 기능개선을 위해서는 지속적인 악력 개선을 위한 표적 중재가 필요함을 시사하며, 다양한 잡기 형태와 물체 지름의 변화를 통해 그 효과를 높일 수 있을 것이다.

CTS로 인한 근력의 감소는 손동작 협응력 저하, 집기 동작의 어려움, 물건을 잡지 못하는 등의 운동 변화를 일으킨다(Sternbach, 1999). 엄지와 검지를 이용한 정밀 pinch와 같은 숙련된 손작업은 이 두 손가락 간의 섬세한 감각 운동 협응을 필요로 한다(Lu 등, 2017). 수근관증후군(CTS)으로 진단된 환자들은 일상생활 동작에서의 기민성(dexterity) 저하를 자주 보이는데, 이는 감각 운동 장애로 인해 근육 간의 협응된 활성화 패턴이 방해받기 때문이다(Lu 등, 2017). 또한 감각 운동 장애는 지속적인 집기 과제 수행시 손가락 힘의 불안정성과 부정확성을 초래한다(De La Llave-Rincón 등, 2011; Li 등, 2015). 본 연구에서는 환자의 기능 개선을 평가하기 위해 자가보고 설문형태로 가장 많이 사용되는 보스턴 손목굴 증후군 척도를 사용하였다. 이러한 평가 방식은 높은 신뢰도를 보이며, 임상적 변화 감지에도 민감한 특성을 지닌다(Jarvik 등, 2009). 본 연구에서 훈련 후 보스턴 손목굴 증후군 설문지(BCTQ)의 기능 상태(BFCS) 척도에서 두 그룹 모두 임상적으로 유의한 기준인 0.5점 이상의 개선을 보였다. 손목굴 증후군 환자를 대상으로 힘줄 및 신경 활주 운동의 효과를 확인한 연구에서는 손목굴 증후군의 통증, 감각이상, 무감각 등의 증상이 개선됨에 따라 기능이 개선되었다고 보고하였다(Abdolrazaghi 등, 2023). Meems 등(2021)의 연구에서는 기계적 견인치료를 장기적으로 적용한 결과, 대조군에 비해 환자의 증상 심각도가 유의하게 감소하였다고 보고한 바 있다. 이와 같은 결과는 본 연구의 단기적 효과를 뒷받침하는 자료로 해석될 수 있다. 본 연구에서 MTT+NGE 그룹이 NGE 그룹보다 기능이 유의하게 개선된 것은 견인치료로 인한 통증 및 감각 이상 경감에 따른 손의 미세운동 조절력 향상에 기인하며, 이것이 실생활 활동 수행 능력 개선으로 이어졌을 것이라고 판단된다.

본 연구는 기계적 견인 치료와 신경 활주 운동을 병행한 중재가 감각 역치, 악력, 기능 개선에 있어 단독 중재보다 더 우수한 효과를 보였음을 확인하였다. 그러나 본 연구는 대상자 수가 적어 통계적 검정력에 한계가 있으

며, 이로 인해 연구 결과를 일반화하는 데 제한이 있을 수 있다. 또한, 추적 관찰이 이루어지지 않아 장기적인 치료 효과를 평가할 수 없었고, 개별적인 초기 견인력 설정 없이 성별에 따라 일괄적으로 초기 견인력을 적용하였다는 점도 제한점으로 작용한다.

따라서 향후 연구에서는 보다 충분한 표본 크기를 확보하여 통계적 신뢰도를 높이고, 손목 통증의 정도나 체중 등 개별 특성을 고려한 다양한 견인 강도 및 적용 시간에 따른 반응을 정밀하게 분석함으로써 보다 효과적이고 개인화된 중재 프로토콜을 개발할 필요가 있다. 아울러, 장기적인 치료 효과를 확인하기 위한 추적 조사를 포함시켜 중재의 지속성과 안정성을 검증하는 것도 중요할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 손목굴 증후군(Carpal Tunnel Syndrome) 환자를 대상으로 힘줄 및 신경 활주 운동과 기계적 견인 치료를 병행한 중재가 감각 역치, 악력 및 기능에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과, 두 중재의 병행은 손목굴 증후군 환자의 감각, 지속적 악력, 기능 상태를 유의하게 개선시키는 효과가 있음을 확인하였다. 특히, 기계적 견인 치료는 주 3회, 6주간, 견인 거리를 기준으로 점진적으로 강도를 증가시키는 방식으로 적용되었으며, 이는 중등도 손목굴 증후군 환자에게 효과적인 비수술적 중재 전략이 될 수 있음을 시사한다. 따라서 본 연구 결과는 임상에서 신경 활주 운동과 기계적 견인 치료를 병행한 접근이 유용하게 활용될 수 있음을 제안한다.

다만, 본 연구는 대상자 수가 적어 연구 결과를 일반화하는 데 제한이 있으며, 이러한 점은 해석에 있어 신중한 접근이 요구된다. 따라서 향후 연구에서는 보다 충분한 표본 크기 확보와 함께, 다양한 견인 강도 및 적용 시간, 개별 특성에 따른 중재 반응 분석이 필요하다. 아울러, 장기적 추적 관찰을 통해 치료 효과의 지속성과 안정성을 검증하는 연구가 수행되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 논문은 2023년(gc23029) 김천대학교의 지원을 받아 수행된 연구임.

## 참고문헌

- 이남기, 이정우. 만성 목-어깨 통증이 있는 여성 성인에서 시청각 매체를 활용한 탄력밴드 저항운동이 통증, 고유수용성 감각과 운동기능에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지. 2024;31(1):33-45.
- 정경심, 전금상, 성상근, 노봉천, 인태성. 손목굴 증후군 환자를 위한 기계적 견인치료의 효과. 대한물리치료과학회지. 2024;31(3):100-108.
- Abdolrazaghi HA, Khansari M, Mirshahi M, et al. Effectiveness of Tendon and Nerve Gliding Exercises in the Treatment of Patients With Mild Idiopathic Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Controlled Trial. Hand(NY). 2023;18(2):222-229.
- Abe Y, Doi K, Kawai S. An experimental model of peripheral nerve adhesion in rabbits. J Plast Surg Br. 2005;58(4): 533-540.

- Biernawska J, Niemczyk A, & Pierzchała K. Contribution of occupational and non-occupational factors in the patho genesis of carpal tunnel syndrome. *Medycyna pracy*. 2005;56(2):131-137.
- Brunarski DJ, Kleinberg BA, Wilkins KR. Intermittent axial wrist traction as a conservative treatment for carpal tunnel syndrome: a case series. *J Can Chiropr Assoc*. 2004;48(3):211-216.
- De La Llave-Rincón AI, Fernández-De-Las-Peñas C, Pérez-De-Heredia-Torres M, et al. Bilateral deficits in fine motor control and pinch grip force are not associated with electrodiagnostic findings in women with carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil*. 2011;90(6):443-451.
- Du J, Yuan Q, Wang XY, et al. Manual Therapy and Related Interventions for Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Integr Complement Med*. 2022;28(12):919-926.
- Faul F, Erdfelder E, Buchner A, et al. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 2009;41(4):1149-1160.
- Hesami O, Haghghatzadeh M, Lima BS, et al. The effectiveness of gabapentin and exercises in the treatment of carpal tunnel syndrome: A randomized clinical trial. *J Exerc Rehabil*. 2018;14(6):1067-1073.
- Hough AD, Moore AP, Jones MP. Reduced longitudinal excursion of the median nerve in carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 20007;88(5):569-76
- Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, et al. Carpal tunnel syndrome: a review of the recent literature. *Open Orthop J*. 2012;6:69-76.
- Jarvik JG, Comstoc BA, et al. Surgery versus non-surgical therapy for carpal tunnel syndrome: a randomized parallel-group trial. *Lancet*. 2009;374(9695):1074-1081.
- Kim SD. Efficacy of tendon and nerve gliding exercises for carpal tunnel syndrome: a systematic review of randomized controlled trials. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(8):2645-2648.
- Leszczak J, Pniak B, Druźbicki M, et al. The reliability of a Biometrics device as a tool for assessing hand grip and pinch strength, in a Polish cohort-A prospective observational study. *PLoS One*. 2024;19(5):e0303648.
- Levine DW, Simmons BP, Koris MJ, et al. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Jt Surg*. 1993;75(11):1585-1592.
- Lewis KJ, Ross L, Coppieters MW, et al. Education, night splinting and exercise versus usual care on recovery and conversion to surgery for people awaiting carpal tunnel surgery: a protocol for a randomized controlled trial. *BMJ Open*. 2016;6(9):e012053.
- Li K, Evans PJ, Seitz WH, et al. Carpal tunnel syndrome impairs sustained precision pinch performance. *Clin Neurophysiol*. 2015;126(1):194-201.
- Lu SC, Xiu K, Li K, et al. Effects of carpal tunnel syndrome on force coordination and muscle coherence during precision pinch. *J Med Biol Eng*. 2017;37(3):328-335.
- Martins RS, Siqueira MG. Conservative therapeutic management of carpal tunnel syndrome. *Arq Neuropsiquiatr*. 2017;75(11):819-824.
- MacDermid JC, Wessel J. Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *J Hand Ther*.
-

2004;17(2):309-319.

- Meems M, Boekhorst MGBM, Pop VJM. Long-Term Follow-Up Results of Mechanical Wrist Traction as Non-Invasive Treatment for Carpal Tunnel Syndrome. *Front neurol.* 2021;12:668549.
- Molinari WJ, Elfar JC. The double crush syndrome. *J Hand Surg.* 2013;38(4):799-801.
- Park DJ, Kang JH, Lee JW, et al. Cross-cultural adaptation of the Korean version of the Boston carpal tunnel questionnaire: its clinical evaluation in patients with carpal tunnel syndrome following local corticosteroid injection. *J Korean Med Sci.* 2013;28(7):1095-1099.
- Pinar L, Enhos A, Ada S, et al. Can we use nerve gliding exercises in women with carpal tunnel syndrome? *Adv Ther.* 2005;22(5):467-475.
- Pratelli E, Pintucci M, Cultrera P, et al. Conservative treatment of carpal tunnel syndrome: comparison between laser therapy and Fascial Manipulation®. *J Bodyw Mov Ther.* 2015;19(1):113-118.
- Premoselli S, Sioli P, Grossi A, et al. Neutral wrist splinting in carpal tunnel syndrome: a 3- and 6-months clinical and neurophysiologic follow-up evaluation of night-only splint therapy. *Eura Medicophys.* 2006;42(2):121-126.
- Roldão E, Pascoal AG. Sustained grasp strength characteristics what changes with skeletal muscle injuries. *Eur J Clin Med.* 2024;5(2):14-20.
- Shem K, Wong J, Dirlikov B. Effective self-stretching of carpal ligament for the treatment of carpal tunnel syndrome: A double-blinded randomized controlled study. *J Hand Ther.* 2020;33(3):272-280.
- Simão AS, Paranhos DB, Gasparini ALP, et al. Increased electromyographic activity of the abductor pollicis brevis and hand strength deficits in women with carpal tunnel syndrome: A cross-sectional study. *J Hand Ther.* 2025 Jun 17:S0894-1130(25)00080-8.
- Stecco A, Gesi M, Stecco C, et al. Fascial components of the myofascial pain syndrome. *Curr Pain Headache Rep.* 2013;17(8):352.
- Sternbach G. The carpal tunnel syndrome. *J Emerg Med.* 1999;17(3):519-523.
- Urits I, Gress K, Charipova K, et al. Recent advances in the understanding and management of carpal tunnel syndrome: a comprehensive review. *Curr Pain Headache Rep.* 2019;23(10):70.
- Werner RA, Andary M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clin Neurophysiol.* 2002;113(9):1373-1381.
- Wolny T, Fernández-de-Las Peñas C, Granek A, Linek P. Reliability of Ulnar Nerve Sensation Tests in Patients with Cubital Tunnel Syndrome and Healthy Subjects. *Diagnostics (Basel).* 2022;12(10):2347.
- Wolny T, Saulicz E, Linek P, et al, Myśliwiec A Efficacy of Manual Therapy Including Neurodynamic Techniques for the Treatment of Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2017;40(4):263-272.
-