

대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2024. 09. Vol. 31, No 3, pp. 100-108

손목굴 증후군 환자를 위한 기계적 견인 치료의 효과

정경심¹ · 전금상² · 성상근² · 노봉천³ · 인태성¹

¹김천대학교 물리치료학과 · ²구미전자정보기술원 · ³(주)아이티

The Effectiveness of Mechanical Traction Therapy for Patients with Carpal Tunnel Syndrome

Kyoung Sim Jung¹, Ph.D., P.T. · Geum Sang Jeon², Ph.D. · Sang Kun Sung², MSc. · Bong Chun Noh³, BS. ·
Tae Sung In¹, Ph.D., P.T.

¹Dept. of physical therapy, Gimcheon University

²ICT Convergence Research Division Gumi Electronics & Information Technology Research
Institute(GERI)

³Innovation Technology Co., Ltd

Abstract

Background: This study was conducted to investigate the effects of mechanical traction therapy on pain, symptom severity, and functional status in patients with carpal tunnel syndrome.

Design: Randomized controlled trial study.

Methods: The 24 participants in this study were randomly assigned to either the Mechanical traction therapy (MTT) group ($n=12$) or the placebo group ($n=12$). Both groups performed tendon and neural gliding exercise. Both groups underwent mechanical traction therapy with their forearms placed on a traction device. However, in the placebo group, the device was turned off, and a placebo treatment was administered without any mechanical stimulation. All the participants underwent 18 sessions of intervention (10 minutes, 3 days per week for 6 weeks). Both groups were assessed for pain using the numerical pain rating scale and for symptom severity and functional status using the Boston Carpal Tunnel Syndrome Questionnaire (BCTQ), which includes two additional scales: the Boston Symptom Severity Scale (BSSS) and the Boston Functional Status Scale (BFSS).

Results: The muscle activation, pain, symptom severity, and functional status in the MTT group were significantly improved compared to the placebo group ($p<0.05$).

Conclusion: The results of this study indicate that traction therapy combined with tendon and neural gliding exercise. are a beneficial method for improving pain, symptom severity, and functional status in patients with carpal tunnel syndrome.

Key words: Carpal tunnel syndrome, Function, Pain, Traction.

교신저자

인태성

(39528) 경상북도 김천시 대학로, 214 진리관 3층 물리치료학과 사무실

T: 054-420-4068, E: in8386@naver.com

I. 서론

손목굴 증후군(Carpal tunnel syndrome, CTS)은 손목의 손목굴에서 정중 신경이 압박되고 긴장되어 발생하는 가장 흔한 신경병증이다(Urits 등, 2019). 연구에 따르면 손목굴 증후군은 다양한 원인에 의해 발생하며, 손목굴의 크기를 감소시키거나 내부 구조의 부종을 유발하는 모든 상태는 정중 신경의 압박을 초래할 수 있다(Molinari와 Elfar, 2013). 또한 손의 반복적인 굽힘과 펴기 필요한 활동을 수행하는 경우 손목굴 증후군의 발생률은 최대 10% 까지 증가한다(Biernawska 등, 2005). 손목굴 증후군은 일반적으로 양측성으로 나타나며, 40-60세 여성에서 발병률이 가장 높다(Ibrahim 등, 2012). 손목굴 증후군의 가장 흔한 증상은 정중 신경 분포 영역에서의 통증과 감각 이상(바늘로 찌르는 느낌)이며, 때로는 무감각과 근력 약화가 발생할 수 있다(Hesami et al, 2018).

손목굴 증후군의 치료는 정중신경에 가해지는 압력을 제거하는 것을 기반으로 한다(Abdolrazaghi, 2023). 또한 손목굴 증후군의 치료를 위해 다양한 수술적 및 비수술적 절차가 사용되지만, 치료 옵션의 효과에 대한 증거는 제한적이다(Lee et al, 2015). 비수술적 치료의 장점은 수술적 치료와 비교했을 때 통증이 있는 흉터, 수술 후 합병증, 재활 지연과 같은 부작용이 없다는 것이다(Lewis et al, 2016). 여러 비수술적 치료법이 특발성 손목굴 증후군의 증상을 완화하는 데 사용되며, 그 중 부목 착용은 환자 치료에 널리 사용되는 방법으로, 부목은 손목을 중립 위치나 굽히지 않는 자세로 유지하여 정중신경에 가해지는 압력을 최소화한다(Schmid et al, 2012). 운동 요법은 손목굴 증후군의 증상을 조절하는 가장 새로운 방법 중 하나이다. 손목굴 증후군 환자에서 신경 활주 감소가 관찰되었으며, 운동은 신경 활주의 유연성 및 증진을 위한 조건을 제공한다(Du et al, 2022; Werner과 Andary, 2002). 손가락을 튕기는 동작은 손이 고정된 상태에서도 정중 신경과 손목을 따라가는 굽힘근 힘줄이 적절한 움직임 유지를 유지하게 하여 유착을 방지한다(Martins와 Siqueira, 2017). 손목과 손가락의 굽힘 및 펴기 운동은 실제로 손목굴 연결부를 스트레칭하여 신경과 가로 손목 인대 사이의 연결 부위가 넓어지며, 힘줄염으로 인한 부종이 감소하고 신경절의 정맥 귀환이 개선되어 수근관 내 압력이 줄어든다(Pinar et al, 2005; Kim, 2015). 비수술적 치료가 손목굴 증후군 환자에게 미치는 효과에 대해 많은 연구가 진행되었지만, 그 결과는 논란의 여지가 있으며 이 분야에 대한 추가 연구가 필요하다(sault et al, 2020). 최근의 체계적 검토에 따르면, 힘줄 및 신경 활주 운동이 기존의 치료와 결합될 때 손목굴 증후군 환자에게 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다(Kim, 2015). 손목굴 증후군의 비수술적 치료법 중 하나가 기계적 견인 치료이다. 손목의 기계적 견인 치료는 중력을 이용해 다양한 위치와 각도에서 손목 관절에 반복적인 견인을 적용하는 방법이다(Brunarski et al, 2004). 기계적 견인 치료가 손목굴 증후군 환자에 미치는 효과를 알아본 연구에서는 기계적 견인 치료를 받은 환자가 일반적 보존치료를 받은 환자에 비해 손목굴 감압 수술을 받을 위험이 50%미만으로 감소했다고 보고하였으며, 손목굴 감압 수술을 받지 않은 대상자들에서는 증상의 중증도와 기능 상태가 유의하게 개선되었다고 하였다(Meems et al, 2017).

그러나, 기계적 견인 치료가 손목굴 증후군 환자에 미치는 효과에 대해서는 많이 연구되지 않아 근거가 부족한 실정이며, 부목 등의 치료와 비교하여 심리적 기대효과(placebo effect)를 배제할수 없다. 또한 힘줄 및 신경 활주 운동과의 병행 효과에 대해서 연구되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 힘줄 및 신경 가동술을 병행한 기계적 견인 치료가 손목굴 증후군 환자의 통증, 증상의 중증도와 기능 상태에 미치는 효과에 대해서 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에는 경상북도 김천시에 거주하는 손목굴 증후군 환자 24명이 참여하였으며, 김천시 소재 보건소를 포함하여 대형병원 및 정형외과 의원 등 10여 곳에 피험자 모집 포스터를 부착하였고, 손목굴 증후군으로 진단받고 참여 의사를 표시한 대상자 중 시각적 사상 척도가 5점 이상인 자를 포함하였다. 손목굴 증후군 수술을 받은 적이 있거나, 흉곽 출구 증후군, 경추 신경근병증, 말초 신경염, 손이나 손목의 외상, 손 근육 위축이 있는 사람들은 연구에서 제외되었다. 대상자들은 모두 연구에 참여하기 전, 연구에 대한 충분한 설명을 들었으며 연구 참여에 동의하여 자발적으로 동의서에 서명하였다.

2. 연구절차

G*power3.1.9.2 프로그램을 통해 샘플사이즈를 계산하였고, 그 결과 군 당 10명이 나왔다(α 오류: 0.05, 파워: 0.8, 효과크기: 0.9)(Faul et al, 2009). 따라서 본 연구에서는 탈락자를 감안하여 24명을 대상으로 선정하였다. 선정 편견을 최소화하기 위하여 봉투에 1 또는 2 가 적힌 숫자를 넣어 대상자들에게 선택하게 함으로써 무작위로 기계적 견인 치료군(MTT group) 12명과 위약 치료군(placebo group) 12명으로 나누었다. 실험 도중 탈락자는 발생하지 않았으며, 총 24명이 사후 평가에 참여하였다. 훈련 전과 후에 통증과 증상 중증도, 기능 상태를 검사하였다.

3. 중재방법

두 군 모두 주 3회 6주 동안 힘줄 및 신경 활주 운동과 기계적 견인 치료를 실시하였다. 힘줄과 신경의 활주운동으로 구성된 운동프로그램은 각 10회씩 3세트를 실시 하였다. 굵힘근 힘줄 활주 운동은 5가지 자세에서 5초간 유지하게 하였다: 1) 펼친 손, 2) 갈고리 그림, 3) 완전 주먹 쥐기, 4) 선반 모양의 손, 5) 일자 주먹 쥐기. 정중신경의 활주 운동은 아래팔의 뒤침과 손목의 펴 자세에서 엄지손가락을 벌립하도록 지시하였다. 뒤이어 반대쪽 손을 사용하여 바깥쪽 방향으로 스트레칭 하도록 교육하였다(Abdolrazaghi 등, 2023). 또한 견인 치료군은 추가적으로 10분간 견인치료 시스템(Wrist Traction Device, IT Co., Gimcheon, Korea)를 사용하여 기계적 견인 치료를 실시하였다. 환자는 높이 조절이 가능한 의자에 앉아서 팔을 장치의 팔 받침대 위에 올리고 두 개의 벨크로 스트랩으로 아래팔 먼쪽과 몸쪽을 각각 고정하였다. 또 다른 벨크로 스트랩은 손목관절 아래에 고정하고, 손가락은 손잡이를 잡게 하였다. 초기 세션에는 남성의 경우 7 kg, 여성의 경우 5 kg의 견인력으로 시작하였으며, 통증이나 불편함을 호소하지 않는 범위에서 매주 남성의 경우 2 kg, 여성의 경우 1 kg씩 증가시켰다(Meems, et al, 2021). 견인 속도는 60 mm/s의 속도로 당긴 상태에서 5초 유지 후 이완하였으며, 10초의 휴식 후 두 번째 견인을 시작하였다. 견인은 한 세션당 50회 반복하였으며, 견인 거리는 15 mm에서 시작하여 매주 1 mm씩 증가시켰다. 위약 치료군은 견인 치료군과 동일한 절차대로 아래팔을 기기 위에 위치시키고 스트랩으로 고정하였으며, 기기의 전원이 꺼진 상태에서 기계적 자극없이 위약 치료를 실시하였다.

4. 측정방법

1) 통증

정량형 통증 순위 척도(Numeric Pain Rating Scale, NPRS)는 임상 및 실험 환경에서 주관적인 통증 강도를 측정하기 위해 정량화시킨 것으로 환자에게 지난 24시간의 통증 강도 묻고 반영하여 VAS와 유사하게 통증의 심각도를 설명하며 0점(통증이 전혀 없다)에서 10점(전혀 할 수 없을 만큼 통증이 있다)까지 11점 척도로 구성되어 있다. 류머티스 관절염 환자를 대상으로 한 연구에서 신뢰도는 0.95~0.96으로 유사한 통증척도인 VAS 보다 더 높은 신뢰도를 나타내었다(Ferraz et al., 1990)

2) 증상 중증도

보스톤 손목굴증후군 척도 중 보스톤 증상 중증도 척도(Boston Symptom Severity Scale, BSSS)는 11문항으로 구성되어 있는 자가 설문척도이다. 각 문항은 무증상인 경우 1점, 심한 경우 5점이 부여되며, 점수는 총점을 문항수로 나눈 평균으로 계산한다. 점수가 높을수록 증상이 심한 것을 의미한다. 높은 검사-재검사 신뢰도(ICC=0.93)가 입증되었다(Park et al, 2013).

3) 기능 상태

보스톤 손목굴증후군 척도 중 보스톤 기능적 수행능력 척도(Boston Functional Capacity Scale, BFCS)는 8문항으로 구성되어 있는 자가 설문척도이다. 각 문항은 증상이 없는 경우부터 시작하여 증상이 심할수록 1점에서 5점까지 부여되며, 점수는 총점을 문항수로 나눈 평균으로 계산한다. 검사-재검사 신뢰도가 ICC=0.93 매우 높은 것으로 보고되고 있다(Park et al, 2013).

5. 분석방법

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

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 24명 전원이 사후검사를 완료하였다. 일반적인 특성은 <Table 1>과 같으며, 일반적 특성 및 사전점수에 있어 집단간 유의한 차이가 없었다.

Table 1. General characteristics (N=24)

	MTT group (n=12)	placebo group (n=12)	p
Gender (Male/Female)	5/7	4/8	.673 ^b
Age	42.1±11.4	40.4±12.6	.298 ^c
Weight (kg)	58.1±14.2	60.4±15.5	.185
Height (cm)	160.4±12.2	161.7±9.5	.352
Symptom duration (month)	18.7±11.4	19.0±8.8	.420

^amean±standard deviation(SD). ^bChi-square test, ^cIndependent t-test. MTT, Mechanical traction therapy.

2. 두 군에서 중재 전과 후의 통증에 미치는 차이

두 가지 중재 방법은 모두 통증에 유의한 영향을 미쳤으며($p<.05$), 기계적 견인 치료군의 통증이 위약 치료군에 비해 유의하게 감소하였다($p<.05$)<Table 2>.

Table 2. Comparison of pain between two groups before and after intervention (N=24)

		MTT group (n=12)	placebo group (n=12)	p
NPRS(score)	pre	78.5±44.3 ^a	90.1±51.4	.185
	post	124.4±50.1 [*]	115.6±70.1 [*]	
	change	46.1±40.1	25.5±48.9	.021

^amean±SD. NPRS, Numeric Pain Rating Scale. MTT, Mechanical traction therapy. ^{*}Significant differences between pre and post test ($p<.05$).

3. 두 군에서 중재 전과 후의 증상 중증도와 기능 상태에 미치는 차이

두 가지 중재 방법은 모두 증상 중증도와 기능 상태에 유의한 영향을 미쳤으며($p<.05$), 기계적 견인 치료군이 위약 치료군보다 증상 중증도와 기능 상태가 더 유의하게 개선되었다($p<.05$) <Table 3>.

Table 3. Comparison of severity of symptoms and functional status between two groups before and after intervention (N=24)

	Group	MTT group (n=12)	placebo group (n=12)	p
BSSS(score)	Pre	2.7±0.8 ^a	2.5±0.9	.211
	Post	1.5±0.9*	2.1±0.9*	
	Change	-1.2±0.8	-0.4±0.8	.044
BFCS(score)	Pre	2.5±0.7	2.4±0.7	.415
	Post	1.7±0.8*	2.0±7.6*	
	Change	-0.8±0.7	-0.4±5.4	.021

^amean±SD. BSSS, Boston Symptom Severity Scale, BFCS, Boston Functional Capacity Scale. MTT, Mechanical traction therapy. *Significant differences between pre and post test ($p<0.05$).

IV. 논 의

본 연구에서는 힘줄 및 신경 활주 운동을 병행한 기계적 견인치료가 손목굴 증후군 환자의 손목 통증, 증상의 중증도와 기능 상태에 미치는 효과에 대해 알아보고자 하였다. 그 결과, 6주의 중재 후 통증, 증상의 중증도와 기능 상태가 유의하게 개선되었으며, 기계적 견인치료가 위약 치료에 비해 유의한 개선 효과가 있음을 확인하였다. 두 군 모두 통증이 중재 전·후 유의하게 개선되었으며, 기계적 견인 치료군은 위약 치료군에 비해 유의한 개선 효과를 나타내었다. 반복적인 미세 외상과 과도한 활동이 아래 팔의 여러 부위에서 근막과 정중 신경의 바깥 신경층의 점도를 증가시켜 근막 활주에 손상을 일으키게 되며(Stecco et al, 2013), 이러한 변형은 내부에 신장성 손상을 일으켜 신경 전도의 차단 등 구심성 신호를 변화시킬 수 있다(Abe et al, 2005; Pratelli et al, 2015). 손목굴 증후군 환자를 대상으로 힘줄 및 신경 활주 운동의 효과를 확인한 연구에서는 부목만 적용한 대조군에 비해 통증 및 기능이 유의하게 개선되었다고 보고하였다(Akalin et al, 2002). 또한 Martins와 Siqueira(2017)는 힘줄 및 신경 활주 운동이 힘줄과 정중 신경 주위의 유착 및 힘줄 집의 부종을 감소시킬 뿐 아니라 신경과 힘줄의 가동성 개선을 통해 손목굴의 증가된 압력을 감소시킨다고 주장하였다. 몇몇 연구자들은 힘줄 및 신경 활주 운동을 다른 치료와 병행하였을 때 통증과 기능개선이 더 효과적이라고 보고 하였다(Pinar et al, 2005). 본 연구에서는 힘줄 및 신경 활주운동과 견인 치료의 병행 효과를 확인하였으며, 그 결과 견인 치료군이 위약 치료군에 비해 유의한 통증 개선 효과를 나타내었다. 기계적 견인 치료는 혈액의 미세순환을 개선하고 윤활조직의 부종을 감소 시킴으로써 결과적으로 손목굴 내의 압력을 감소시킨다고 알려져 있다(Brunarski et al, 2004). 기계적 견인 치료의 장기 효과를 추적한 연구에서는, 손목 감압술을 받지 않은 환자들 내에서 증상 심각도가 대조군에 비해 유의한 감소 효과를 나타내었다고 보고하였다(Meems, et al, 2021). 본 연구에서도 선행 연구들과 마찬가지로 기계적 견인치료 후 통증이 위약 치료군에 비해 유의하게 개선되었으며, 이는 견인으로 인한 손목굴 공간의 확장 및 음압 효과를 통한 부종 완화 등의 기전에 기인하여 손목굴 내의 압력을 감소시켰기 때문이라고 생각된다.

손목굴 증후군의 증상에 관한 중재의 효과는 전기진단 검사를 포함하는 객관적 측정으로도 평가가 가능하다. 그러나, 환자가 주관적으로 느끼는 증상 개선과 전기 진단 검사는 중간 정도의 상관관계만 보이는 것으로 보고되었으며, 따라서 중재 후 임상적 변화를 평가하기에 민감성이 떨어진다고 볼 수 있다(Schrijver et al, 2005). 손목굴 증후군과 관련하여 중재의 효과를 확인하기 위해 환자가 작성하는 자가보고형 설문지를 가장 많이 사용하고 있으며, 대표적으로 보스톤 손목굴 증후군 척도가 있다. 이러한 평가도구들은 높은 신뢰성과 임상적 변화에 대한 민감성을 가진다(Jarvik et al, 2009). 따라서 본 연구에서는 환자의 기능개선 평가 중 하나로 보스톤 손목굴 증후군 척도를 활용하여 증상의 중증도와 기능상태를 측정하였으며, 견인 치료군이 위약 치료군에 비해 유의한 개선 효과를 나타내었다. 또한 견인 치료군만 BSSS와 BFCS 모두 보스톤 손목굴 증후군 척도의 임상적 유의수준으로 알려진 0.5점을 초과한 점수변화를 나타내었다. 힘줄 및 신경 활주운동의 효과를 확인한 연구에서는 중재를 통해 손목굴 증후군의 증상 중증도가 감소된 시점부터 악력이 개선되었으며, 이를 통해 손목굴 증후군의 증상 개선이 악력 증가라는 기능개선의 결과로 이어졌다고 결론지었다(Abdolrazaghi, et al, 2023). 보스톤 손목굴 증후군 척도 중 증상 중증도 척도는 통증, 감각 이상, 무감각, 약점, 야행성 증상 등에 관한 질문을 포함하고 있으며 이러한 증상을 일으키는 주된 원인은 정중 신경의 압박이다. 따라서 본 연구에서 견인 치료군의 증상 중증도와 기능상태가 위약 치료군에 비해 유의하게 개선된 이유는 견인 치료를 통해 정중 신경의 압박이 완화됨에 따라 통증 등의 주요 증상이 개선되었고, 이것이 손 힘이나 손 근육의 조절이 필요한 글쓰기, 단추 채우기, 유리병 열기 등의 다양한 기능 활동의 개선으로 이어진 것이라고 생각된다.

본 연구에서는 손목굴 증후군 환자를 대상으로 기계적 견인치료가 통증, 증상 중증도 및 기능 상태에 유의한 개선 효과가 있음을 확인하였다. 그러나 대상자 수가 적었기에 이 연구의 결과를 일반화하는데 제한이 있을 것으로 보이며, 추적 관찰이 이루어지지 못해 장기적인 효과를 파악하지 못했다. 따라서 후속 연구에서는 장기 추적 연구를 통해 중재의 효과가 얼마나 지속되는지 확인할 필요가 있으며, 견인의 적용시간 및 휴식 시간의 비율, 견인 강도 등을 포함하여 다양한 견인 프로토콜의 효과를 비교함으로써 통증 및 기능 상태 개선을 위한 최적의 프로토콜을 개발하는 것이 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 기계적 견인 치료가 손목굴 증후군 환자의 통증, 증상 중증도 및 기능 상태에 미치는 영향을 알아보았다. 본 연구 결과 힘줄 및 신경 활주 운동을 병행한 기계적 견인 치료가 손목굴 증후군 환자의 통증, 증상 중증도 및 기능 상태에 유의한 개선 효과를 나타냈다. 따라서 힘줄 및 신경 활주 운동을 병행한 기계적 견인 치료는 임상에서 손목굴 증후군 환자의 통증, 증상 중증도 및 기능 상태의 효과적인 중재방법으로 활용될 수 있을 것이다.

감사의 글

이 연구는 2022년 중소벤처기업부의 재원으로 중소기업 창업성장기술개발사업(S30224006)의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

- Abdolrazaghi HA, Khansari M, Mirshahi M, Ahmadi Pishkuhi M. 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.
- Akalin E, El O, Peker O, et al. Treatment of carpal tunnel syndrome with nerve and tendon gliding exercises. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002;81(2):108-113.
- Biernawska J, Niemczyk A, & Pierzchała K. Contribution of occupational and non-occupational factors in the pathogenesis 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.
- 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, Lang AG. Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 2009;41(4):1149-1160.
- Ferraz MB, Quaresma M, Aquino L, Atra E, Tugwell p, Goldsmith C. Reliability of pain scales in the assessment of literate and illiterate patients with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol*. 1990;17(8):1022-1024.
- Hesami O, Haghighatzadeh 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.
- Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, Smitham P. 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 randomised 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.
- Lee HS, Park SB, Lee SH, et al. The effect of cervical radiculopathy on the outcome of carpal tunnel release in a patient with carpal tunnel syndrome. *Nerve*. 2015;1:11-14.

- 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 randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2016;6(9):e012053.
- Martins RS, Siqueira MG. Conservative therapeutic management of carpal tunnel syndrome. *Arq Neuropsiquiatr*. 2017;75(11):819-824.
- Meems M, Spek V, Kop WJ, et al. Mechanical wrist traction as a non-invasive treatment for carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Trials*. 2017;18(1):464.
- 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, Lee KE, Wen L, 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, Baldini E, Stecco A, Petrocelli A, Pasquetti P. Conservative treatment of carpal tunnel syndrome: comparison between laser therapy and Fascial Manipulation®. *J Bodyw Mov Ther*. 2015;19(1):113-118.
- Sault JD, Jayaseelan DJ, Mischke JJ, Post AA. The Utilization of Joint Mobilization As Part of a Comprehensive Program to Manage Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review. *J Manipulative Physiol Ther*. 2020;43(4):356-370.
- Schmid AB, Elliott JM, Strudwick MW, et al. Effect of splinting and exercise on intraneural edema of the median nerve in carpal tunnel syndrome—an MRI study to reveal therapeutic mechanisms. *J Orthop Res*. 2012;30(8):1343-1350.
- Schrijver HM, Gerritsen AA, Strijers RL, et al. Correlating nerve conduction studies and clinical outcome measures on carpal tunnel syndrome: lessons from a randomized controlled trial. *J Clin Neurophysiol*. 2005;22(3):216-221.
- Stecco A, Gesi M, Stecco C, Stern R. Fascial components of the myofascial pain syndrome. *Curr Pain Headache Rep*. 2013;17(8):352.
- 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.
-