



Karpal Tünel Sendromu Tedavisinde Fizik Tedavi Modalitelerinin Yeri: Derleme

The Role of Physical Therapy Modalities in the Treatment of the Carpal Tunnel Syndrome: A Review of the Literature

Sevgi İkbali Afşar, Banu Sarıfakıoğlu*, Şeniz Akçay Yalbuzağ**

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

*Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Tekirdağ, Türkiye

**İzmir Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği, İzmir, Türkiye

Özet

Karpal tünel sendromu (KTS), median sinirin el bileğinde karpal tünelde kompresyonu sonucu en sık görülen tuzak nöropatidir. KTS'ye neden olan birçok hastalık olmasına rağmen genellikle idiopattiktir. KTS'nin tedavisinde konservatif yöntemler arasında; istirahat splintleri, steroid olmayan anti-inflamatuvar ilaçlar, lokal steroid enjeksiyonu ve fizik tedavi yer alır. Fizik tedavi modaliteleri içinde literatürde en fazla ön plana çıkan terapötik ultrason ve düşük doz lazer tedavisidir. KTS, en iyi tanımlanmış ve üzerinde en çok araştırma yapılan tuzak nöropati olmasına rağmen, tedavide kullanılan bu yöntemlerin etkinlikleri ve birbirlerine üstünlükleri tartışmalıdır. Bu derlemede, KTS tedavisinde uygulanan konservatif tedavi seçenekleri arasından fizik tedavi modaliteleri ve bunların etkinlikleri incelenerek, etkin tedavi yöntemlerinin ortaya konması amaçlanmıştır. (Türk Osteoporoz Dergisi 2014;20: 125-31)

Anahtar kelimeler: Karpal tünel sendromu, konservatif tedavi, fizik tedavi modaliteleri, tedavi sonuçları

Summary

Carpal tunnel syndrome (CTS) is the most common entrapment neuropathy caused by the compression of the median nerve at the wrist in the carpal canal. Although many diseases cause CTS, the etiology is usually idiopathic. There are various conservative treatment options including wrist splinting, nonsteroidal antiinflammatory drugs, local steroid injection and physical therapy modalities. The most prominent physical therapy modalities in the literature are therapeutic ultrasound and low-level laser therapy. Although CTS is the most well-defined and studied entrapment neuropathy, the effectiveness of the treatment modalities and superiority to each other is still controversial.

In this review, the use of physical therapy modalities as the conservative treatment options of CTS are thoroughly examined and the most effective treatment methods are intended to reveal. (Turkish Journal of Osteoporosis 2014;20: 125-31)

Key words: Carpal tunnel syndrome, conservative treatment, physical therapy modalities, treatment results

Giriş

Karpal tünel sendromu (KTS), median sinirin karpal tünelde kompresyonu sonucu gelişen semptomlar topluluğu olup, en sık görülen tuzak nöropatidir. Ellerde uyuşma, karıncalanma, ağrı, kuvvetsizlik ve beceriksizlik gibi semptomlarla seyreder. Başlangıçta tek belirti nokturnal ağrı ve parestezi olabılırken, ileri dönemde tenar kaslarda atrofi ve güçsüzlük tabloya eklenebilir. Kadınlarda erkeklere oranla 3 kat daha sıktır. İnsidansı ve prevalansı yapılan çalışmalarda değişkenlik göstermekle birlikte, birçok çalışmada insidansının %0,125 ile 1 arasında olduğu bildirilmiştir (1). Prevalansı ise kadınlarda %3-%3,4, erkeklerde %0,6-%2,7 arasındadır (2,3).

Literatürde KTS etyolojisi ile ilgili olarak endokrin sistem hastalıkları, karpal tüneldeki infiltratif lezyonlar, tümoral oluşumlar, travmatik olaylar, baş dokusu ve romatizmal hastalıklar, amiloidoz, hemodializ ve gebelik gibi sekonder nedenler yer almaktadır. KTS yapan birçok hastalık olsa da vakaların yaklaşık yarısında neden idiopattiktir (4). İdiyopatik olgularda patofizyolojide transvers karpal ligamanın tenosinoviti suçlanmış, ancak yapılan patolojik incelemelerde çok az inflamasyon bulgusu izlenmiştir (5). Baş dokusunun tekrarlayıcı strese maruz kalması sonucu oluşan ödem, vasküler skleroz ve fibrozisin median sinir üzerinde mekanik baskıya neden olduğu düşünülmektedir (5,6). Median sinirin kompresyonu, iskemi ve

fokal demyelinizasyon ile sonuçlanmaktadır. Şiddetli olgularda ise aksonal kayıp olur ve "wallerien dejenerasyon" gelişir (5). KTS tedavisinde birçok konservatif ve cerrahi yöntem kullanılmaktadır. Cerrahi tedavi etkin bir yöntem olmakla birlikte, komplikasyon gelişebilmesi, rekürrens olabilmesi ve başarısızlıkla sonuçlanabilmesi nedeni ile, tedavide öncelikle invaziv olmayan yöntemler tercih edilmektedir. Konservatif tedavi yöntemleri arasında; istirahat splintleri, iş ve aktivite modifikasyonu, steroid olmayan anti-inflamatuvar ilaçlar, diüretikler, lokal ve sistemik steroid kullanımı, piridoksin kullanımı, fizik tedavi modaliteleri, tendon ve sinir kaydırma egzersizleri, yoga teknikleri ile önkola germe uygulanması ve manuel terapi sayılabilir (7). Özellikle gece şikayetleri yoğun olan hastalarda nötral pozisyonda el bilek splintlerinin, diğer konservatif tedavi uygulamalarına ek olarak gece kullanımı önerilmektedir. Bileğin nötral pozisyonda splintlenmesinde amaç, karpal tünel hacminin artırılması ve median sinir üzerindeki basıncın azaltılmasıdır (1). Splintin semptomların başlangıcından itibaren 3 ay içinde kullanılmasının ve nötral açıda olmasının semptomları gidermede daha etkili olduğu gösterilmiştir (8). Tendon ve sinir kaydırma egzersizlerini içeren mobilizasyon egzersizlerinin ise aksonal transportu arttırdığı ve sinir iletimlerinde düzelleme sağladığı düşünülmektedir (1). Literatürde mobilizasyon egzersizlerinin etkinliği ve güvenli olup olmadığı ile ilgili yeterli çalışma bulunmamakla birlikte, mevcut çalışmalarda istirahat splinti ve diğer konservatif tedavi yöntemleri ile birlikte uygulanması önerilmektedir (1,9,10). Ancak hastalara mobilizasyon egzersizleri uygulandığında, etkinliği ile ilgili verilerin yetersiz olduğu konusunda hastaların bilgilendirilmesi önerilmiştir (9).

Fizik tedavi modaliteleri içinde literatürde en fazla ön plana çıkanlar, düşük doz lazer tedavisi (DDLTL) ve terapötik ultrason (US) tedavisidir. Bu yöntemlerde patofizyolojide rol oynayan mikrovasküler dolaşım bozukluğunun düzeltilerek, iskemiye bağlı oluşan epinöral ve endonöral ödemin azaltılması ve sinovyal inflamasyon ile tünel çevresi ödemin giderilerek sinir üzerindeki kompresyonun azaltılması amaçlanmaktadır (7). Ancak çok araştırılan bir konu olmasına rağmen bu tedavi yöntemlerinin etkinlikleri tartışmalıdır. KTS'de kullanılan konservatif tedavi yöntemlerinin değerlendirildiği sistematik bir incelemede; lokal ve sistemik steroidler etkili (1. derece kanıt), vitamin B6 etkisiz, splintler etkili (2. derece kanıt), steroid olmayan anti-inflamatuvar ilaçlar, diüretikler, yoga, lazer ve US etkili, egzersiz tedavisi ve botulinum toksin B enjeksiyonu etkisiz (3. derece kanıt) bulunmuştur (11).

Bu derlemede, KTS tedavisinde uygulanan konservatif tedavi seçenekleri arasından fizik tedavi modaliteleri ve bunların etkinlikleri incelenerek, etkin tedavi yöntemlerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

Karpal Tünel Sendromu Tedavisinde Uygulanan Fizik Tedavi Modaliteleri

Literatürde, KTS'de uygulanan konservatif tedavi yöntemlerinden DDLTL, terapötik US, fonoforez ve TENS özellikle uygulama alanı bulmuştur. Bu tedavi yöntemlerini içeren çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar Tablo 1'de özet olarak sunulmuştur.

Düşük Doz Lazer Tedavisi

DDLTL'nin primer etkilerinin, fototermal etkilerden ziyade fotobiyolojik etkileri olduğu düşünülmektedir (12). Deneysel çalışmalarda anti-inflamatuvar ve analjezik etkileri gösterilmiş ve bu etkilerin periferik sinirlerde nosiseptif aktivasyonun selektif inhibisyonuna bağlı olabileceği ileri sürülmüştür. Aynı zamanda kollojen sentezini hızlandırdığı, anjiogenezi aktive ettiği ve mikrosirkülasyonu arttırdığı düşünülmektedir (12,13). Yapılan çalışmalar DDLTL'nin sinir dokusunda da biyofiziksel etkiye sahip olduğunu ve bu tedavi ile sinir iyileşmesinin kolaylaştırılabileceğini desteklemektedir (15-17).

DDLTL'nin terapötik etkisi doz bağımlıdır ve yapılan çalışmalarda anti-inflamatuvar etki için optimal doz 0,7-19 J olarak önerilmiştir (18). Minimal etkili doz ve optimal dalga boyu ise bilinmemektedir (19).

Literatürde KTS tedavisinde DDLTL'nin etkilerinin değerlendirildiği plasebo kontrollü çalışmalar mevcuttur. Ancak bu çalışmalarda farklı dozlarda ve dalga boyunda lazer uygulanmış ve çelişkili sonuçlar elde edilmiştir. Irvine ve ark. KTS'si olan küçük bir hasta grubunda, karpal tünel bölgesine tek noktada lazer uygulayarak, tedavinin sonunda hem tedavi hem de kontrol grubunda klinik ve elektrofizyolojik parametrelerde gelişme olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgulara dayanarak otörler DDLTL'nin KTS'de semptomları azaltmada plasebo tedaviden daha etkili olmadığı sonucuna varmışlardır (20). Shooshtari ve ark.'nın yaptığı plasebo kontrollü çalışmada ise semptomlarda, sinir iletim çalışmalarında ve el kavrama gücünde lazer grubunda belirgin düzelleme izlenirken, plasebo grubunda semptomlar dışında belirgin farklılık izlenmemiştir (21). Chang ve ark. diğer çalışmalardan farklı olarak lazeri transvers karpal ligaman üzerine uygulamışlar ve 2. haftadaki takipte tedavi grubunda Vizüel Analog Skala (VAS) skorlarında azalma, fonksiyonel gelişme, el kavrama ve parmak sıkma gücünde artış saptamışlardır. Elektrofizyolojik parametrelerde ise gruplar arasında farklılık izlenmemiştir (22). Evcik ve ark. plasebo kontrollü çalışmalarında, lazer tedavisine ek olarak iki gruba da geceleri istirahat splinti vermişler, 3. ayda yapılan değerlendirmede ağrı ve fonksiyon açısından iki grup arasında farklılık bulmazken, el kavrama gücü, parmak sıkma gücü ve elektrofizyolojik parametrelerde sadece lazer grubunda iyileşme saptamışlardır (23). Yağcı ve ark. ise, DDLTL ile splinti karşılaştırdıkları çalışmalarında, kontrol grubuna geceleri ve gündüz mümkün olduğu kadar istirahat splinti kullanmalarını önermişlerdir. Takipte 1. ve 3. aylarda; VAS, parmak sıkma gücü ve fonksiyonel kapasitede iki grupta belirgin iyileşme olurken, el kavrama gücünde iyileşme sadece DDLTL grubunda izlenmiştir. Splint grubunda ise el kavrama gücünde azalma saptanmıştır (24). Her iki çalışmada otörler kontrol grubunda görülen semptomatik iyileşmeyi splint kullanımına başlamışlar, Yağcı ve ark.'nın çalışmasında splint grubunda görülen el kavrama gücünde azalma nedeninin, devamlı splint kullanımı olduğunu ileri sürmüşlerdir (23,24). Taşçıoğlu ve ark.'nın yaptığı plasebo kontrollü çalışmada, iki farklı dozda lazer tedavisi uygulanmıştır. Tedavi sonrası VAS, Boston Semptom Şiddet Skalası (BSŞS) ve Boston Fonksiyonel Kapasite Skalası (BFKS) skorları, el kavrama

Tablo 1. Karpal Tünel sendromunda fizik tedavi modalitelerinin etkinliğini araştıran çalışmalar

Birinci yazar ve çalışma dizaynı	Çalışmaya katılan hasta grubu	Tedavi	Sonuç ölçümleri	Sonuçlar
Chang ²² Plasebo kontrollü çalışma	Hafif ve orta düzeyde KTS'si olan 36 hasta	1. grup; DDLT (830 nm, 9,7 J/cm ²) 2. grup; plasebo DDLT 10 seans tedavi	VAS, el kavrama gücü, parmak sıkma gücü, elektrofizyolojik ölçümler	Tedavi sonrası ve 2. haftada; VAS skorlarında azalma, fonksiyonel gelişme, el ve parmak gücünde artış mevcut, elektrofizyolojik parametrelerde fark yok
Yağcı ²⁴ Kontrollü çalışma	Hafif ve orta düzeyde idiopatik KTS'si olan 45 hasta (semptom süresi 3 aydan kısa)	1. grup; Ga-Al-As lazer (830 nm, 8,1 J/seans) + splint 2. grup; splint 10 seans tedavi Splint tedavi süresince gece ve gündüz verilmiş	BSŞS, BFKS, el kavrama gücü, elektrofizyolojik ölçümler, tedavi cevap kriteri	3. ayda; lazer grubunda klinik ve elektrofizyolojik parametrelerde düzelleme, splint grubunda ise BSŞS skorlarında düzelleme, el kavrama gücünde azalma
Evcik ²³ Plasebo kontrollü çalışma	İdiopatik KTS'si olan 81 hasta (141 el)	1. grup; Ga-Al-As lazer (830 nm, 14 J/seans) 2. grup; plasebo lazer 10 seans tedavi Splint tedavi süresince gece verilmiş	Tinel, Phalen, Buda ve Flick testleri, el kavrama gücü, parmak sıkma gücü, VAS, BSŞS, BFKS, elektrofizyolojik ölçümler	4. ve 12. haftalarda; lazer grubunda klinik ve elektrofizyolojik parametrelerde düzelleme, kontrol grubunda ise BSŞS skoru ve duyu iletim hızında düzelleme
Irvine ²⁰ Plasebo kontrollü, çift kör çalışma	İdiopatik KTS'si olan 15 hasta	1. grup; DDLT (860 nm, 6 J/cm ²) 2. grup; plasebo DDLT 15 seans tedavi	BSŞS, BFKS, Pegboard beceri testi, elektrofizyolojik ölçümler	Tedavi sonrası ve 4. haftada; iki grupta da semptomatik ve fonksiyonel düzelleme, gruplar arasında fark yok
Taşcıoğlu ²⁵ Plasebo kontrollü, çift kör çalışma	İdiopatik KTS'si olan 60 hasta (Semptom süresi 6 aydan kısa)	Ga-Al-As lazer (830 nm) 1. grup 1,2J/nokta, toplam 90 J 2. grup 0,6J/nokta, toplam 45 J 3. grup plasebo lazer 15 seans tedavi	VAS, BSŞS, BFKS, el kavrama gücü, elektrofizyolojik ölçümler ve ultrasonografi ile değerlendirme	Tedavi sonrasında; tüm gruplarda VAS, BSŞS ve BFKS skorları ve el kavrama gücünde gelişme, aktif lazer gruplarında ek olarak median sinir duyu iletim hızında artış
Fusakul ²⁷ Plasebo kontrollü, çift kör çalışma	Hafif ve orta düzeyde KTS'si olan 66 hasta	1. grup; Ga-Al-As lazer (810 nm, 18 J/seans) 2. grup; plasebo lazer 15 seans tedavi Tüm hastalar 12 hafta gece splint kullanmış	VAS, BSŞS, BFKS, el kavrama gücü, parmak sıkma gücü, elektrofizyolojik ölçümler	5 ve 12. haftalarda; lazer grubunda tüm klinik parametrelerde gelişme ve 12. haftada distal motor latansta düzelleme
Öztaş ³⁶ Plasebo kontrollü çalışma	KTS'si olan 16 kadın hasta (30 el)	1. grup; sürekli US (1.5 W/cm ²) 2. grup; sürekli US (0.8 W/cm ²) 3. grup; plasebo US 10 seans tedavi	Ağrı, uyuşma, gece uyandırma sıklığı, elektrofizyolojik ölçümler	Tedavi sonrası; tüm gruplarda semptomlarda iyileşme, aktif US gruplarında istatistiksel olarak anlamlı olmayan motor ileti hızında azalma ve distal latansta artış
Ebenbichler ³⁸ Plasebo kontrollü çalışma	Hafif ve orta düzeyde KTS'si olan 45 hasta	1. grup; kesikli US (1/4 pulsasyon modu, 1,0 W/cm ²) 2. grup; plasebo US	VAS, elektrofizyolojik ölçümler	6. ayda; tedavi grubundaki hastaların %68'inde semptomlarda tam iyileşme ve distal latans ve duyu iletim hızında anlamlı düzelleme
Bakhtiarı ³³ Kontrollü çalışma	Hafif ve orta düzeyde KTS'si olan 50 hasta (90 el)	1. grup; kesikli US (1/4 pulsasyon modu, 1,0 W/cm ²) 2. grup; DDLT (830 nm, 9 J) 15 seans tedavi	VAS, el kavrama gücü, parmak sıkma gücü, elektrofizyolojik ölçümler	Fonksiyonel ve elektrofizyolojik açıdan US, DDLT'ye göre tüm parametrelerde daha etkili

Tablo 1'in devamı. Karpal Tünel sendromunda fizik tedavi modalitelerinin etkinliğini araştıran çalışmalar

Birinci yazar ve çalışma dizaynı	Çalışmaya katılan hasta grubu	Tedavi	Sonuç ölçümleri	Sonuçlar
Tıkız ³⁹ Plasebo kontrollü çalışma	KTS'si olan 52 hasta (101 el)	1. grup; kesikli US (1/4 pulsasyon modu, 1.0 W/cm ²) 2. grup; plasebo US 3. grup; Ga-Al-As (830 nm, 30 mW, her noktaya 1,5 J/cm) 4. grup; plasebo lazer	Ağrı, uyuşukluk, el kavrama gücü, BSŞS, BFKS	Aktif US ve DDLT gruplarında plaseboya göre klinik düzelme, kesikli US'un klinik parametreler üzerinde kısa ve orta vadedeki etkinliği DDLT'den daha üstün
Gürcay ⁴⁵ Kontrollü çalışma	Hafif ve orta düzeyde KTS'si olan 52 kadın hasta (52 el)	1. grup; betametazon fonoforezi, splint 2. grup; betametazon iyontoforezi, splint 3. grup; splint	BSŞS, BFKS, el kavrama gücü, Pegboard beceri testi	3. ayda; BSŞS skorlarında her 3 grupta da düzelme; kavrama gücü ve Pegboard testinde belirgin değişiklik yok. Fonoforez ile kontrol karşılaştırıldığında BSŞS fonoforez grubunda daha etkili
Aygül ⁴⁴ Kontrollü çalışma	KTS'si olan 31 hasta (56 el)	1. grup; lokal 1ml. deksametazon enjeksiyonu 2. grup; %0,1 deksametazon iyontoforezi 3. grup; %0,1 deksametazon fonoforezi	Elektrofizyolojik ölçümler	2 ve 4. ayda; üç grupta da sinir iletim hızlarında düzelme saptanırken, iyontoforez ve fonoforez gruplarında bu düzelenin 4. ayda kaybolduğu gözlenmiş
Rükşen ¹⁰ Kontrollü çalışma	Hafif ve orta düzeyde idiopatik KTS'si olan 32 hasta (40 el)	1. grup; lokal betametazon enjeksiyonu, splint, egzersiz 2. grup; betametazon fonoforezi, splint, egzersiz	Ağrı için VAS, uyuşma için Liken skalası, BSŞS, BFKS, el kavrama gücü, lateral ve parmak ucu kavrama gücü, Pegboard beceri testi	3. ayda; ağrı, uyuşma, el kavrama ve parmak gücü, beceri testi, BSŞS ve BFKS skorlarında her iki grupta anlamlı düzelme
Naeser ¹² Plasebo kontrollü çift kör çalışma	Hafif ve orta düzeyde KTS'si olan 11 hasta	1. grup: TENS+el ve parmaklarda akupunktur noktalarına helyum neon lazer; dirsek, omuz, sırt ve servikal paraspinal bölgelerinde derin akupunktur noktalarına ise infrared GaAs diod lazer 2. grup:TENS+plasebo lazer	McGill ağrı anketi, median sinir duyu ve motor distal latans, Phalen ve Tinel bulguları	Tedavi grubunda klinik ve elektrofizyolojik parametrelerde düzelme
Casale ⁴⁶ Kontrollü çalışma	KTS'si olan 20 hasta	1. grup; 100 Hz TENS 2. grup; kombine 830-1064 nm lazer (18W [1064nm] + 7W [830nm]) 15 seans tedavi	VAS, median sinir distal motor latansı ve duyu sinir iletim hızı	Tedavi sonrası; lazer grubunda ağrı ve elektrofizyolojik parametrelerde düzelme, TENS grubunda ise sadece ağrı skorlarında düzelme

KTS: Karpal tünel sendromu, VAS: Visüel analog skala, BSŞS: Boston semptom şiddet skalası, BFKS: Boston foksijonel kapasite skalası, HAQ: Sağlık değerlendirme anketi (Health Assessment Questionnaire)

gücü, sinir iletim çalışmaları ve ultrason ile ölçülen median sinir kesit alanı değerlerinde tüm gruplarda iyileşme olduğu ve gruplar arasında farklılığın izlenmediği belirtilerek, lazer tedavisinin plasebodan daha etkili olmadığı vurgulanmıştır (25). Çok yakın zamanda yapılan plasebo kontrollü çift kör iki çalışmada ise hafif ve orta düzeyde KTS'si olan hastalarda DDLT'nin etkin bir tedavi yöntemi olduğu ileri sürülmüştür (26,27). Lazovic ve ark. DDLT'nin plaseboya üstünlük gösterdiğini ve kısa dönemde etkili olduğunu belirtirken (26), Fusakul ve ark. ise 12. haftadaki takipte özellikle kavrama gücünde olmak üzere klinik ve elektrofizyolojik parametrelerde DDLT grubunda belirgin

düzelme olduğunu ve DDLT'nin hafif ve orta düzeydeki KTS'de konservatif tedaviye alternatif olabileceğini belirtmişlerdir (27).

Literatürde lazerin KTS'si olan hastalarda elektrofizyolojik parametreler üzerinde olumlu etkileri olduğunu gösteren çalışmaların (23-25,27) yanı sıra, olumlu etkilerin izlenmediği çalışmalar da (19,22) mevcuttur. Elektrofizyolojik düzelme olarak; tedaviden sonra yapılan değerlendirmelerde median sinir duyu iletim hızında artış görülmekle birlikte (25), sinir iletim çalışmalarının 3. ayda yapıldığı çalışmalarda distal motor ve duyu latansında da azalma saptanmıştır (23,27). Duyu liflerinin kompresyon etkisine motor liflere göre daha hassas olması

nedeni ile motor liflerden önce etkilenmekte, benzer olarak iyileşme de daha önce izlenmektedir (25).

Terapötik Ultrason Tedavisi

Kas-iskelet sistemi hastalıklarının tedavisinde sıklıkla kullanılan bir fizik tedavi ajanı olan terapötik US, termal ve mekanik etkileri olan akustik yüksek frekanslı vibrasyon üretir.

Oluşan ses dalgaları dokulardan geçerken doku dirençlerine göre ısı oluşturur. Öne sürülen etki mekanizmalarından biri, ısı artışı ile damarlarda vazodilatasyon oluşması, buna bağlı olarak metabolik aktivite ve doku oksijenizasyonda artış olmasıdır. Metabolik aktivite artışı ile metabolik atıklar uzaklaştırılmaktadır. Ayrıca hücre membran permeabilitesinde ve konnektif dokuların elastikiyetinde de artış meydana geldiği belirtilmiştir (28-30). US'un diğer bir önemli etkisi ise, doku iyileşmesini uyarması ve anti-inflamatuvar etkisidir. Bu etkileri birçok deneysel ve klinik araştırmada gösterilmiştir (31,32). US'un inflamasyonun normal iyileşme sürecini hızlandırma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir (32,33). Terapötik US kesikli uygulandığında ise ısıtıcı etkisi ortadan kalkmakta ve mikroakım etkisi ile hücrelerin membran yapısı ve geçirgenliği değişebilmektedir. İn vitro çalışmalarda akustik mikroakım ve dengeli kavitasyonun, fibroblastların onarımını, kollojen sentezini ve doku rejenerasyonunu arttırdığı görülmüştür (31). Mikroakım etkisi ile hücre zarının sodyum iyonlarına geçirgenliğinin değişmesinin sinirlerde elektriksel aktivite değişikliği oluşturabileceği ve bu şekilde ağrıyı azaltabileceği belirtilmiştir (34).

US'un periferik sinirler üzerine olan etkilerinin mekanizması ise tam olarak açıklanamamıştır. Yapılan çalışmalarda US uygulaması sırasında periferik sinirlerin selektif olarak ısındığı (29) ve küçük çaplı C tipi sinir liflerinin US'a daha hassas olduğu görülmüş (35) ve bu selektif absorpsiyonun ağrı transmisyonunda azalmayı açıklamak açısından anlamlı olabileceği ileri sürülmüştür (30,36). US'un sinir iletimleri üzerindeki etkisinin de doz bağımlı olduğu, termal ve termal olmayan etkilere bağlı olarak değişebileceği belirtilmiştir (29). Düşük doz US tedavisi ile lokal kan akımının arttığı, bunun sinir rejenerasyonu ve sinir iletimlerinde düzelmeye sağladığı bildirilmiştir. Yüksek doz US'un ise yüksek ısı veya mekanik hasar nedeniyle rejenerasyonu inhibe ettiği ve sonuç olarak sinir iletimlerinde bozulma olduğu düşünülmektedir (35). Literatürde KTS'de sürekli veya kesikli US tedavisinin etkinliğini değerlendiren sınırlı sayıda plasebo kontrollü çalışma bulunmaktadır. Piravej ve ark. KTS'si olan hastalara düşük intensiteli sürekli US tedavisi uyguladıkları çalışmalarında, kontrol grubuna plasebo US ile birlikte diklofenak 75 mg/gün vermişler ve tedavi sonunda her iki grupta da klinik olarak düzelmeye olduğunu belirtmişlerdir. Aktif US grubunda klinik parametrelerdeki düzelmeye ek olarak median sinir duyu aksiyon potansiyeli amplitüdünde de artış olmuş, ancak diğer elektrofizyolojik parametrelerde farklılık gözlenmemiştir (37). Öztaş ve ark. sürekli US tedavisini iki farklı dozda (1,5 W/cm² ve 0,8 W/cm²) uygulamışlar, tedavinin sonunda plasebo grubu da dahil olmak üzere tüm gruplarda semptomlarda iyileşme saptamışlardır.

Elektrofizyolojik açıdan ise aktif US gruplarında istatistiksel olarak anlamlı olmayan motor iletim hızı azalması ve distal motor latensta artış izlenmiştir. Sonuç olarak yazarlar KTS'de US tedavisinin plaseboya üstünlük göstermediğini belirterek, plasebo grubunda izlenen semptomatik iyileşmeyi ise lokal masaj etkisine bağlamışlardır (36). Ebenbich ve ark. yaptıkları plasebo kontrollü çalışmalarında kesikli US tedavisi uygulayarak, aktif US grubundaki hastaların %68'inde semptomlarda tam iyileşme ve elektrofizyolojik açıdan distal latans ve duyu iletim hızında anlamlı düzelmeye olduğunu ve bu düzelmelerin 6 ay sürdüğünü belirtmişlerdir (38).

Bakhtary ve ark. kesikli US ile DDLT'yi karşılaştırmışlar ve hem fonksiyonel hem de elektrofizyolojik açıdan US'un DDLT'ye göre tüm parametrelerde daha etkili olduğunu belirtmişlerdir (33). Tıkız ve ark. ise aynı dozdaki kesikli US ile DDLT'yi plasebo kontrollü çalışmada karşılaştırmış; US tedavisi uygulanan grupta tedaviden sonra ağrı ve fonksiyonel kapasite gibi klinik parametrelerde düzelmeye görünürken, elektrofizyolojik parametrelerde anlamlı farklılık izlenmemişlerdir. US ile DDLT karşılaştırıldığında ise US'un klinik parametreler üzerinde kısa ve orta vadedeki etkinliğinin DDLT'ye göre daha fazla olduğunu ileri sürmüşlerdir (39).

Fonoforez

Fonoforez; kortikosteroid, salisilat ve lokal anestetik gibi farmakolojik ajanların transdermal olarak uygulandığı spesifik bir US uygulama yöntemidir. Fonoforez, genellikle kronik ağrılı inflamatuvar durumlarda kullanılır (40,41). Farmakolojik ajanların transdermal olarak penetrasyonu, US'un hem termal hem de mekanik etkilerine bağlıdır. Akustik basınç dalgasıyla birlikte hücre geçirgenliğinde artma ve lokal vazodilatasyon olması topikal olarak uygulanan ajanın difüzyonunun artmasıyla sonuçlanır (42).

Steroid fonoforeziyle ilgili ilk çalışmalar 1954'te yapılmıştır ve bu çalışmalarda poliartrit tedavisinde el parmak eklemlerinde hidrokortizonun fonoforez tedavisi ile avasküler membranlardan geçişi gösterilmiştir (43). KTS tedavisinde ise sınırlı sayıda kontrollü çalışma mevcuttur. Aygül ve ark. bir gruba lokal deksametazon enjeksiyonu, bir gruba deksametazon iontoforezi, diğer bir gruba da deksametazon fonoforezi uyguladıkları çalışmada, her üç grupta da sinir iletim hızlarında önemli derecede düzelmeye saptarken, iontoforez ve fonoforez gruplarında saptanan düzelmelerin 4. aydaki kontrolde kaybolduğunu ve steroid enjeksiyonunun iontoforez ve fonoforez tedavisinden daha etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir (44). Rüksen ve ark. ise bir gruba lokal betametazon enjeksiyonu, diğer gruba betametazon fonoforezi uygulayarak, ek olarak her iki gruba da üç ay süre ile istirahat splinti ve egzersizi birlikte vermişler, 3. aydaki takipte; ağrı, uyuşma, el kavrama ve parmak sıkma gücü, parmak becerisi, BSSS ve BFKS skorlarında her iki grupta anlamlı düzelmeye saptamışlardır (10). Gürçay ve ark. da, betametazon fonoforezi ile iontoforezini karşılaştırdıkları

çalışmada, tüm gruplara tedaviye ek olarak splint vermiş, BŞSS skorlarında 3. ayda tüm hastalarda düzelme saptarken, fonoforez ile kontrol grupları karşılaştırıldığında semptomatik iyileşme açısından fonoforez tedavisinin daha üstün olduğunu belirtmişlerdir (45). Bu iki çalışmanın sonucunda otörler; hem semptomatik iyileşme sağlaması, hem de invaziv olmaması nedeniyle hafif ve orta düzeyde KTS tedavisinde istirahat splintine ek olarak fonoforez tedavisini önermişlerdir.

Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)

TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) akut ve kronik ağrı tedavisinde uzun süredir kullanılan etkin bir fizik tedavi yöntemidir. Etki mekanizmasını açıklamak amacıyla bazı görüşler öne sürülmüştür. Bunlar; Melzack ve Wall'un kapı kontrol teorisi, endojen opiatların açığa çıkması, sempatik blokaj ve tekrarlayan stimülasyonlarla eksitabilitenin değişmesidir. Literatürde KTS'nin tedavisinde TENS'in etkinliğinin değerlendirildiği az sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda genellikle TENS'in DDLT ile birlikte kullanıldığı görülmektedir (12,46). Naeser ve ark. hafif ve orta düzeyde KTS'si olan hastalara TENS'i, DDLT ile birlikte uygulayarak, tedavi grubunda klinik ve elektrofizyolojik düzelme saptadıklarını, plasebo grubunda ise değişiklik izlenmediğini bildirmişlerdir (12). Casale ve ark. ise TENS tedavisini, yüksek enerjili lazer ile karşılaştırmış, lazer grubunda ağrı ve elektrofizyolojik parametrelerde düzelme izlenirken, TENS grubunda ise sadece ağrı skorlarında düzelme olduğunu saptamışlardır (46).

Sonuç

Sonuç olarak fizik tedavi uygulamaları, hafif ve orta düzeyde olan KTS'nin tedavisinde semptomların azaltılmasında etkili olabilen, invaziv olmayan tedavi yöntemleridir. Özellikle beraberinde geceleri istirahat splintinin kullanılması ile tedavide daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak yapılan çalışmalarda fizik tedavi yöntemlerinin gerek optimal tedavi dozları, gerekse uzun dönem sonuçları hala tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Aynı şekilde hangi ajanın bir diğerine üstün olduğu da net olarak ortaya konamamıştır. Fizik tedavi modalitelerinin etkinliğinin, optimal tedavi dozu ve süresinin belirlenebileceği, geniş hasta sayısı içeren, uzun takip süreli, iyi dizayn edilmiş çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

1. Carlson H, Colbert A, Frydl J, Arnall E, Elliot M, Carlson N. Current options for nonsurgical management of carpal tunnel syndrome. *Int J Clin Rheumatol*. 2010;5:129-42.
2. Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, Ornstein E, Ranstam J, Rosén I. Prevalance of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA*. 1999;282:153-8.
3. Mondelli M, Giannini F, Giacchi M. Carpal tunnel syndrome incidence in a general population. *Neurology*. 2002;58:289-94.
4. Stevens JC, Beard CM, O'Fallon WM, Kurland LT. Conditions associated with carpal tunnel syndrome. *Mayo Clin Proc*. 1992;67:541-8.

5. Kaymak B, Özçakar L. Karpal tünel sendromu: Derleme. *Hacettepe Tıp Dergisi*. 2007;38:141-6.
6. Werner RA, Andary M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clin Neurophysiol*. 2002;113:1373-81.
7. Hayes EP, Carney K, Wolf J. Carpal tunnel syndrome. In: Mackin EJ, Callahan AD, Skirven TM, Schneider LH, Osterman AL, editors. *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. St Louis, Mosby; 2002. p. 643-57.
8. Yağcı İ, Uçan H, Yılmaz L, Yağmurlu F, Keskin D, Bodur H. Karpal tünel sendromu tedavisinde splint, splint ile lokal steroid enjeksiyonu ve cerrahinin karşılaştırılması. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg*. 2006;52:55-60.
9. Page MJ, O'Connor D, Pitt V, Massy-Westropp N. Exercise and mobilisation interventions for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;6:CD009899. doi: 10.1002/14651858.CD009899.
10. Rükşen S, Öz B, Ölmez N, Memiş A. Karpal tünel sendromunda kortikosteroid fonoforezi ve lokal kortikosteroid enjeksiyonu tedavilerinin klinik etkinliğinin karşılaştırılması. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg*. 2011;57:119-23.
11. Piazzini DB, Aprile I, Ferrara PE, Bertolini C, Tonali P, Maggi L, et al. A systematic review of conservative treatment of carpal tunnel syndrome. *Clin Rehabil*. 2007;21:299-314.
12. Naeser MA, Hahn KA, Lieberman BE, Branco KF. Carpal tunnel syndrome pain treated with low-level laser and microamperes transcutaneous electric nerve stimulation: A controlled study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83:978-88.
13. Dincer U, Cakar E, Kiralp MZ, Kilac H, Dursun H. The effectiveness of conservative treatments of carpal tunnel syndrome: splinting, ultrasound, and low-level laser therapies. *Photomed Laser Surg*. 2002;27:119-25.
14. Dakowicz A, Kuryliszyn-Moskal A, Kosztyła-Hojna B, Moskal D, Latosiewicz R. Comparison of the long-term effectiveness of physiotherapy programs with low-level laser therapy and pulsed magnetic field in patients with carpal tunnel syndrome. *Adv Med Sci*. 2011;56:270-4.
15. Bae CS, Lim SC, Kim KY, Song CH, Pak S, Kim SG, et al. Effect of Ga-as laser on the regeneration of injured sciatic nerves in the rat. *In Vivo*. 2004;18:489-95.
16. Vinck E, Coorevits P, Cagnie B, De Muynck M, Vanderstraeten G, Cambier D. Evidence of changes in sural nerve conduction mediated by light emitting diode irradiation. *Lasers Med Sci*. 2005;20:35-40.
17. Rochkind S, Drory V, Alon M, Nissan M, Ouaknine GE. Laser phototherapy (780 nm) a new modality in treatment of long-term incomplete peripheral nerve injury: A randomized double-blind placebo-controlled study. *Photomed Laser Surg*. 2007;25:436-42.
18. Lopes-Martins RA, Penna SC, Joensen J, Vereid Iversen V, Magnus Bjordal J. Low level laser therapy [LLLT] in inflammatory and rheumatic diseases: A review of therapeutic mechanisms. *Curr Rheumatol Rev*. 2007;3:147-54.
19. Beckerman H, de Bie RA, Bouter LM, De Cuyper HJ, Oostendorp RA. The efficacy of laser therapy for musculoskeletal and skin disorders: A criteria-based meta-analysis of randomized clinical trials. *Phys Ther*. 1992;72:483-91.
20. Irvine J, Chong SL, Amirjani N, Chan KM. Double-blind randomized controlled trial of low-level laser therapy in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. 2004;30:182-7.
21. Shoostari SM, Badiie V, Taghizadeh SH, Nematollahi AH, Amanollahi AH, Grami MT. The effects of low level laser in clinical outcome and neurophysiological results of carpal tunnel syndrome. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 2008;48:229-31.
22. Chang WD, Wu JH, Jiang JA, Yeh CY, Tsai CT. Carpal tunnel syndrome treated with a diode laser: a controlled treatment of the transverse carpal ligament. *Photomed Laser Surg*. 2008;26:551-7.
23. Evcik D, Kavuncu V, Cakir T, Subasi V, Yaman M. Laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Photomed Laser Surg*. 2007;25:34-9.
24. Yagci I, Elmas O, Akcan E, Ustun I, Gunduz OH, Guven Z. Comparison of splinting and splinting plus low-level laser therapy in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Clin Rheumatol*. 2009;28:1059-65.

25. Tascioglu F, Degirmenci NA, Ozkan S, Mehmetoglu O. Low-level laser in the treatment of carpal tunnel syndrome: clinical, electrophysiological, and ultrasonographical evaluation. *Rheumatol Int.* 2012;32:409-15.
26. Lazovic M, Ilic-Stojanovic O, Kocic M, Zivkovic V, Hrkovic M, Radosavljevic N. Placebo-controlled investigation of low-level laser therapy to treat carpal tunnel syndrome. *Photomed Laser Surg.* 2014;32:336-44.
27. Fusakul Y, Aranyavalai T, Saensri P, Thiengwittayaporn S. Low-level laser therapy with a wrist splint to treat carpal tunnel syndrome: a double-blinded randomized controlled trial. *Lasers Med Sci.* 2014;29:1279-87.
28. Sarrafakioğlu B, Güzelant AY, Özduvan E. Gonartroz Tedavisinde kısa dalga diatermi ve ultrason tedavi etkinliğinin karşılaştırılması. *Türk Osteoporoz Dergisi.* 2014;20:16-20.
29. Kramer JF. Ultrasound: evaluation of its mechanical and thermal effects. *Arch Phys Med Rehabil.* 1984;65:223-7.
30. Ekim A, Çolak E. Karpal tünel sendromunda ultrason tedavisi: plasebo kontrollü bir çalışma. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg.* 2008;54:96-101.
31. Dyson M. Mechanisms involved in therapeutic ultrasound. *Physiotherapy.* 1987;73:116-20.
32. Binder A, Hodge G, Greenwood AM, Hazleman BL, Page Thomas DP. Is therapeutic ultrasound effective in treating soft tissue lesions? *Br Med J (Clin Res Ed).* 1985;290:512-4.
33. Bakhtiyari AH, Rashidy-Pour A. Ultrasound and laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Aust J Physiother.* 2004;50:147-51.
34. Speed CA. Therapeutic ultrasound in soft tissue lesions. *Rheumatology (Oxford).* 2001;40:1331-6.
35. Hong CZ, Liu HH, Yu J. Ultrasound thermotherapy effect on the recovery of nerve conduction in experimental compression neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988;69:410-4.
36. Oztas O, Turan B, Bora I, Karakaya MK. Ultrasound therapy effect in carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;79:1540-4.
37. Piravej K, Boonhong J. Effect of ultrasound thermotherapy in mild to moderate carpal tunnel syndrome. *J Med Assoc Thai.* 2004;87:100-6.
38. Ebenbichler GR, Resch KL, Nicolakis P, Wiesinger GF, Uhl F, Ghanem AH, et al. Ultrasound treatment for treating the carpal tunnel syndrome: randomised "sham" controlled trial. *BMJ.* 1998;316:731-5.
39. Tıkız C, Duruöz T, Ünlü Z, Cerrahoğlu L, Yalçınsoy E. Karpal tünel sendromunda düşük enerjili lazer ve kesikli ultrason tedavi etkinliklerinin karşılaştırılması: plasebo kontrollü bir çalışma. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg.* 2013;59:201-8.
40. Byl NN. The use of ultrasound as an enhancer for transcutaneous drug delivery: phonophoresis. *Phys Ther.* 1995;75:539-53.
41. Joshi A, Raje J. Sonicated transdermal drug transport. *J Control Release.* 2002;83:13-22.
42. Klaiman MD, Shrader JA, Danoff JV, Hicks JE, Pesce WJ, Ferland J. Phonophoresis versus ultrasound in the treatment of common musculoskeletal conditions. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:1349-55.
43. Fellingner K, Schmid J: Klinik und therapie des chronischen gelenkhuematismus. Vienna, Austria, Maudrich, 1954, pp 549-552 (Austrian)
44. Aygül R, Ulvi H, Karatay S, Deniz O, Varoglu AO. Determination of sensitive electrophysiologic parameters at follow-up of different steroid treatments of carpal tunnel syndrome. *J Clin Neurophysiol.* 2005;22:222-30.
45. Gurcay E, Unlu E, Gurcay AG, Tuncay R, Cakci A. Assessment of phonophoresis and iontophoresis in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Rheumatol Int.* 2012;32:717-22.
46. Casale R, Damiani C, Maestri R, Wells CD. Pain and electrophysiological parameters are improved by combined 830-1064 high-intensity LASER in symptomatic carpal tunnel syndrome versus Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. A randomized controlled study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2013;49:205-11.