

40028

T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon  
Anabilim Dalı  
Prof. Dr. Fikret CÜREKLİBATIR

**KESİKLİ KISA DALGA ve KESİKLİ ULTRASON  
TEDAVİSİNİN İDİOPATİK KARPAL TÜNEL  
SENDROMU'NUN KLİNİK ve ELEKTROFİZYOLOJİK  
PARAMETRELERİNE ETKİLERİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Arzu YAĞIZ**

**İZMİR-1994**

## teşekkür

İhtisasım boyunca yetişmemde büyük emekleri geçen, şükran ve minnet borçlu olduğum başta hocamız Prof. Dr. Fikret Cüreklibatır olmak üzere, değerli hocalarım Prof. Dr. Günay Celeboğlu, Prof. Dr. Ramazan Akşit, Doç. Dr. Berrin Durmaz, Doç. Dr. Simin Hepgüler ve Doç. Dr. Yeşim Kirazlı'ya bu vesileyle teşekkür etmek isterim.

Her konuda büyük yardımlarını gördüğüm Uzm. Dr. Cihat Öztürk, Uzm. Dr. Orhan Tunalı, Uzm. Dr. Hasan Nusreti'ye ve tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu çalışmanın planlanmasında, hastaların bulunmasında ve EMG tetkiklerinin zamanında yapılmasında büyük desteğini gördüğüm Uzm. Dr. Hüsnü Efendi'ye ve tüm Nöroloji A.B.D. EMG laboratuvarı çalışanlarına şükranlarımı sunarım.

Dr. Arzu YAĞIZ

# İÇİNDEKİLER

GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
Karpal Tünel Sendromu .....	3
Kesikli Kısa Dalga Tedavisi.....	26
Ultrason Tedavisi .....	42
GEREÇ ve YÖNTEM .....	56
BULGULAR .....	63
TARTIŞMA .....	76
SONUÇLAR .....	95
ÖZET.....	97
KAYNAKLAR .....	100

## GİRİŞ VE AMAÇ

Karpal tünel sendromu en sık görülen tuzak nöropatisi olup, ellerde uyuşma, karıncalanma, ileri dönemlerde atrofi ve güçsüzlüğe neden olmasıyla hastalarda rahatsızlık ve endişe yaratan, ileri fonksiyonel bozukluğa yol açabilen, günlük yaşam ve mesleki aktivitelerin yapılmasını gçleştirebilen bir sendromdur. Karpal tünel içi hacmini arttıran ve tünelin çapını daraltan her durum, median sinirin transvers karpal ligament altında kompresyonuna neden olarak, semptomların ortaya çıkmasına yol açar. Sendroma neden olduğu bilinen bir çok durum olmakla birlikte, hastaların yaklaşık %50'sinde sepep ortaya konamaz ve "idiopatik" olarak değerlendirilirler. Ancak bu vakalarda da tünel içi basıncının daha yüksek (19, 63, 162, 181), kanal çapının daha dar (18, 33) olduğu gösterilmiştir.

Sendromun patogenezi aydınlatmaya yönelik deneysel çalışmalarda, kompresyona ilk cevabın venöz kan akımında azalma olduğu, devam eden kompresyonla kapiller dolaşım bozukluğu ve buna bağlı epi-endonöral ödem geliştiği ve bunun sinir fonksiyonunda bozukluk, duysal-motor ileti bloğu ile sonuçlandığı gösterilmiştir (116, 117, 118, 163). Bu iskemik değişikliklere, direk kompresyona bağlı değişikliklerin de eşlik ettiği gösterilmekle birlikte (7, 70, 139, 144, 179), vasküler yetersizliğin sinirdeki morfolojik değişikliklerden daha primer rol oynadığı üzerinde durulmaktadır (63, 64, 115, 179).

Günümüzde yaygın olarak kullanılan konservatif tedavi yöntemlerinde tünel çevresi ödemin giderilmesi, böylece sinir üzerindeki kompresyonun azaltılması amaçlanmıştır (31, 40, 61, 67, 77, 100, 106, 147, 150).

Kesikli kısa dalga ve kesikli ultrason tedavisi, ödem çözücü ve analjezik etkileri gösterilmiş tedavi modaliteleridir (16, 24, 42, 71, 81, 86, 95, 134, 149, 165, 167, 189). Bu etkilerin yanısıra, kesikli kısa dalga tedavisinin periferik kan dolaşımını

arttırdığı ve periferik sinir sistemi rejenerasyonunu hızlandırdığı deneysel olarak ispatlanmıştır (58, 93, 158, 159, 193, 194).

Bu çalışmanın ana amacı, idiopatik karpal tünel sendromu saptanan olgularda, kesikli ultrason ve kesikli kısa dalga tedavisinin klinik ve elektrofizyolojik parametrelere etkisinin araştırılması ve diğer konservatif tedavi yöntemleriyle karşılaştırılmasıdır.

Çalışmanın planlanmasında çıkış noktası, kesikli kısa dalga tedavisinin deneysel olarak ispatlanmış periferik sinir dokusu üzerindeki etkilerinin insanlarda gösterilebilmesi için, karpal tünel sendromu'nun model olarak düşünülmüş olmasıdır. Bu konuda yapılan benzer bir çalışmaya literatürde rastlanmamış olması, heyecanımızı bir kat daha arttırmıştır. Karşılaştırma amacıyla kesikli ultrason tedavisinin seçilmesindeki amaç ise, her iki tedavinin de benzer analjezik-ödem çözücü etkilerinin olması, ancak kesikli ultrasonun periferik sinir dokusu üzerindeki etkilerini gösteren herhangi bir çalışmaya rastlanmamış olmasıdır. Böylece tedaviye verilen cevaba göre, her iki ajanın dokular üzerindeki muhtemel fizyolojik etkilerinin, karpal tünel sendromu patogenezi eşliğinde tartışılması amaçlanmıştır.

Bir diğer amaç ise, hastaların semptomlarıyla ilgili genel bilgilerin, klinik bulguların ve elektrofizyolojik ileti çalışmalarının değerlendirilmesi, böylelikle sendromla ilgili bilgilerimizin pekiştirilmesidir.

# GENEL BİLGİLER

## KARPAL TÜNEL SENDROMU

Karpal Tünel Sendromu (KTS), en sık görülen tuzak nöropatisidir (33,46, 65,66,79,139). Genel popülasyonda insidansının %1 civarında olduğu belirtilmektedir (128). Tuzak nöropati deyimi, bir periferik sinirin, komşu kemik, tendon, ligament veya fasya gibi anatomik yapılar tarafından kompresyonunu ifade eder. KTS, median sinirin karpal tünelde irritasyon ve kompresyonuyla ilgili tüm durumları içeren bir klinik tablodur. Median sinirin, el bileği seviyesinde içinden geçtiği karpal tünelin çapını azaltan ve tünel içindeki oluşumların hacmini arttıran her durum, bu sinirin karpal tünel çatısını oluşturan sert, elastik olmayan transvers karpal ligament altında kompresyonuna neden olur, ve sinirin distal kısmı ile beslenen kısımlarda duysal ve motor değişikliklere yol açar.

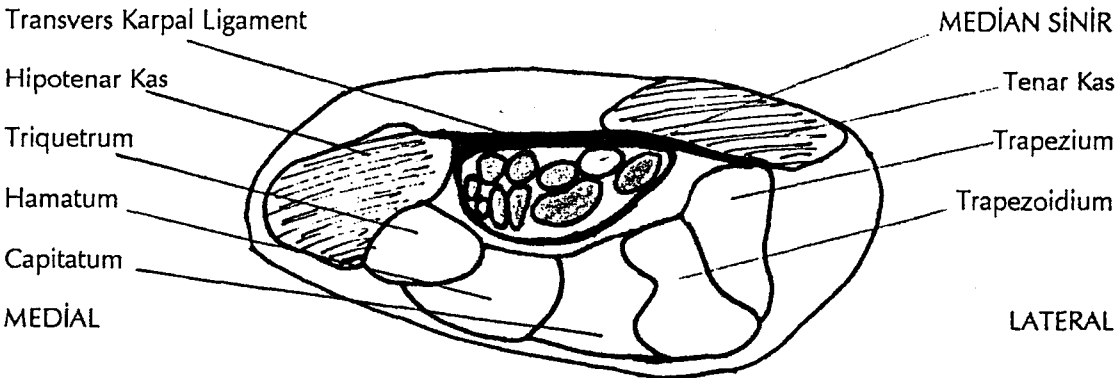
1854 yılında, Sir James Paget, travmaya sekonder, median sinirin el bileğinde kompresyonundan bahsetmiştir. 1913 yılında Marie ve Foi adlı araştırmacılar, tenar kaslarında bilateral atrofi olan bir vaka yayınlamışlar, otopside transvers karpal ligament proksimalinde her iki median sinirde nöroma olduğunu görmüşler, ve median paralizinin, ligament altındaki sinirin sıkışmasına bağlı olabileceğini öne sürmüşlerdir. 1938'de Moersch, bilateral median neuritis'li bir vakada, transvers karpal ligamentin seksiyonunu önermiş, ancak bu operasyonu gerçekleştirememiştir. Connon ve Love, 1946'da "tardy median palsy" adı altında 38 vaka yayınlamışlar, bu hastaların 9'u transvers karpal ligament seksiyonu ile tedavi edilmiştir. Brain, Wright ve Wilkinson, 1947'de median sinirin el bileği seviyesinde spontan kompresyonu saptanan 6 hastayı detaylı olarak yayınlamış ve tüm hastaların cerrahi ile başarıyla tedavi edildiklerini belirtmişlerdir(19). 1950 yılında Phalen, American Medical Association yıllık toplantısında, 11 vaka nedeniyle, "median sinirin el bileğinde spontan kompresyonu"nu bildirmiş, daha sonra bu konuyla ilgili tecrübelerini geniş vaka serilerinde yayınlamıştır(150, 152, 153, 154). Daha sonra bu sendromun

etiyojisi, patogenezi, kliniği, teşhis yöntemleri ve tedavisi ile ilgili geniş çaplı araştırmalar yapılmış, ve günümüzde çok iyi tanınan bir klinik durum haline gelmiŝtir.

### **MEDIAN SİNİR ANATOMİSİ**(18, 89, 137, 145, 191)

Median sinir, brachial plexus'un fasciculus lateralis'inden (C5-6-7) ayrılan radix lateralis nervi mediani ile, fasciculus medialis'den (C8-T1) ayrılan radix medialis nervi mediani dallarının birleŝmesinden meydana gelir. Kolda dal vermeden, n kola brachial arterle birlikte girer, M. Brachialis'in üzerinde uzanarak, M. Pronator Teres'in iki baŝı arasından geçtikten sonra, M. Flx. dig. superficialis'in derinine doğru inerek, bu kasla M. flx. dig. profundus arasından distale ilerler. Flexör retinaculum'un (volar karpal ligament) proksimalinde, M. flx. dig. superficialis'in lateral kısmının arkasından çıkarak. el bileğinin hemen yukarısında yzeyelleŝir. Burada, M. flx. dig. superficialis ile M. flx. carpi radialis arasında, M. palmaris longus tendonunun alt-lateralinde yer alır. Daha sonra flexör retinaculum altındaki karpal tünel içinden geçerek, avuç içine ulaşır.

Karpal tünel, nde flexör retinaculumun bir parçası olan transvers karpal ligament, arkada karpal kemiklerin n yüzleri ile sınırlanmıŝ. fibro osseöz bir tneldir. El bileği distal palmar pliden yaklaşık 3cm. distale kadar uzanır. İçinde, median sinir dışında M. flx. dig. superficialis ve digitorum ile M. flx. pollicis longus tendonları bulunur. Median sinir, bu 9 tendonun önünde yer alır. Anatomik alıŝmalar, tünelin en küçük kesit alanının, giriş yerinin 2-2,5 cm. distalinde olduğunu göstermiştir (101).



**şekil 1: Karpal tünel kesitinin şematik görünümü**



Median sinirin trasesi boyunca verdiği dalların bilinmesi, sinirin lezyonu durumunda, seviyesine göre ortaya çıkacak motor ve duysal kayıpların değerlendirilmesi açısından önem taşır (şekil 2 ve 3):

### ön kol

- Artiküler dallar: Dirsek ekleminde geçerken, bu ekleme dallar verir.

- Musküler dallar: M. flx. carpi ulnaris dışında ön kol yüzeyel fleksör kaslarına dallar verir. Bu kaslar; M. pronator teres, M. flx. carpi radialis, M. palmaris longus, M. flx. dig. superficialis'dir.

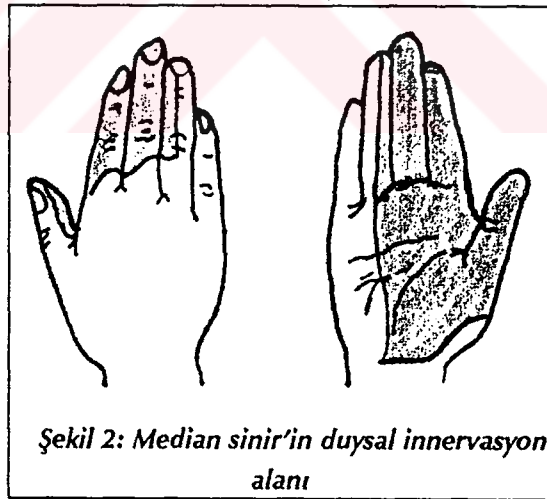
- Palmar duysal dal: Flexör retinaculum proksimalinde median sinirden ayrılır ve tenar bölge ve avuç içi santral kısmının derisini besleyen dallar verir.

### El

- Artiküler dallar: İnterkarpal, karmo-metakarpal ve interkarpal eklemleri besleyen dallar verir.

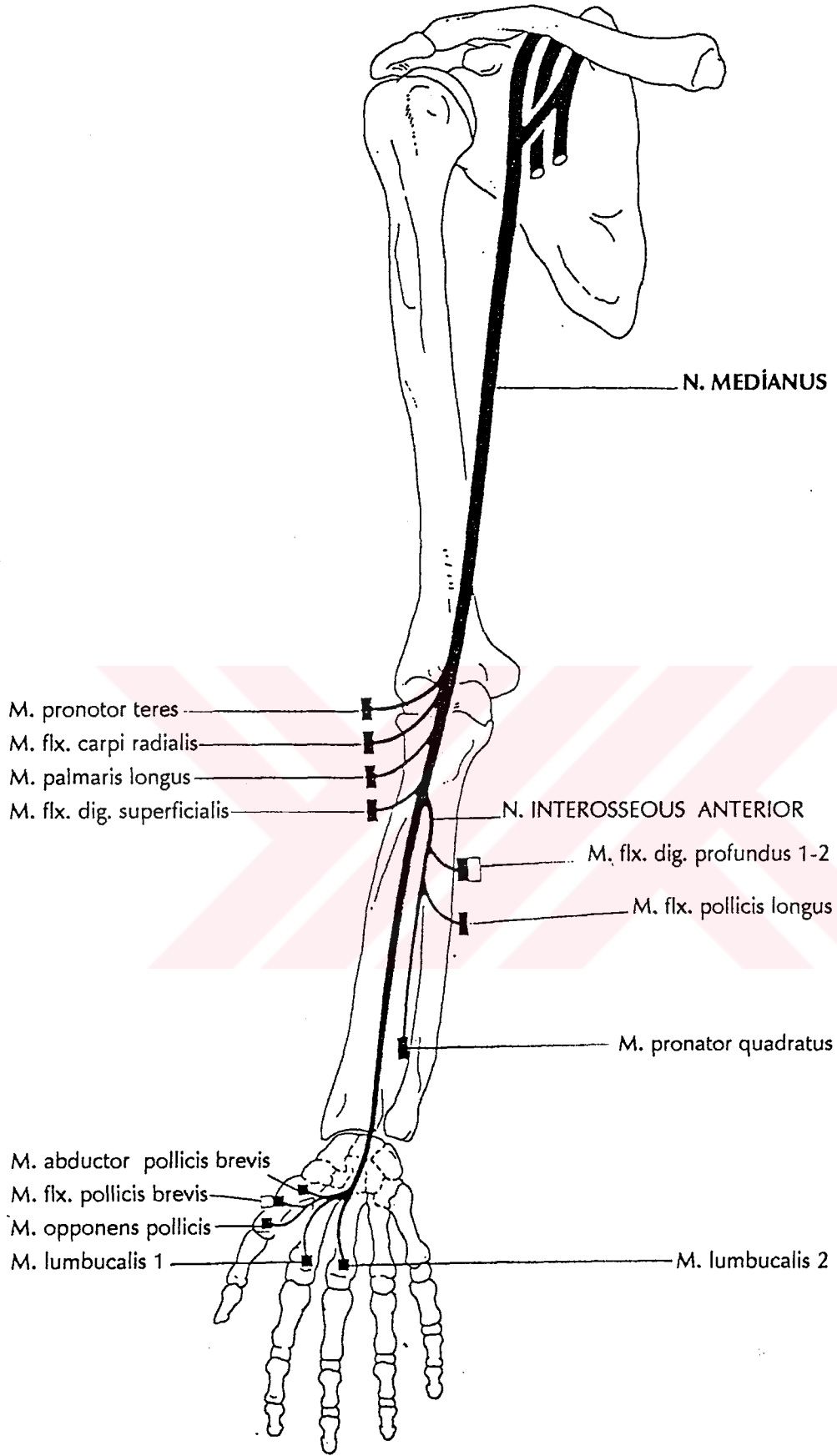
- Musküler dallar: Flexör retinaculum distalinde, median sinir lateralinden ayrılır; M. flx. pollicis brevis, M. abd. pollicis brevis, M. opponens pollicis, 1. ve 2. lumbrical kaslara dallar verir.

- Palmar digital duysal dallar: Median sinir, flexör retinaculum distalinde, 1. 2. 3. parmağın ve 4. parmağın lateral yarısının volar yüzüne duysal dallar verir. Bazı vakalarda 4. parmak laterali, ulnar sinirden beslenebilir. Her digital sinir, parmağın ön ve yanlarındaki deriyi, MCP ve IP eklemlere dallar verir. Ayrıca



fibröz kılıfları, digital arterleri ve ter bezlerini. besleyen dalları da verir. Distal falanks tabanında digital sinirler, tırnak yatağını beslemek üzere dorsale bir dal verir, ana sinir ise parmağın ve pulpanın derisini beslemek üzere dallara ayrılır. Proksimal falanks tabanında, her digital sinir, orta ve distal falanksların dorsal kısmındaki deriyi beslemek üzere oblik ilerleyen dorsal dallar verirler.





Şekil 3: Median sinir ve innerve ettiği kasların şematik görünümü.

Bir periferik sinirin normal fonksiyon yapabilmesi için, santral sinir sistemindeki motor hücrelerle ilişkisi bozuk olmamalı, ve devamlı ve yeterli oksijen desteğini intranöral vasküler sistem yoluyla almalıdır(118).

Periferik bir sinirin, ekstrensek ve intrensek olmak üzere, birbiriyle ilişkili, fakat birbirinden bağımsız fonksiyon gösteren zengin bir mikrovasküler yapısı vardır(118). Ekstrensek sistem, epinöriumda bulunur ve komşu musküler, periostal damarlardan orijin alır. İntrensek sistem ise, epinöral, perinöral ve endonöral pleksustan oluşur, çok sayıda arteriol ve daha fazla sayıda venül içerir. Sinir demetleri(fasikülus) arasında, yalnız kapillerler bulunur(intrafasiküler kapillerler), bunlar yalnız epinöriumdaki arterioller tarafından beslenirler ve aynı yerdeki venül ve venlere direne olurlar.

## ETİYOLOJİ

Karpal tünel içeriğinin hacmini artıran ve tünelin çapını daraltan, böylece sendromun gelişmesine neden olan bilinen birçok durum olmakla beraber, hastaların yaklaşık %50 sinde sebep ortaya konamaz ve idiyopatik olarak değerlendirilir. Ancak, bir çok araştırmacı tarafından, idiyopatik olarak değerlendirilen bu durumlarda da nedeni ortaya koyabilmeye yönelik fikirler ortaya atılmıştır:

Phalen, hastalarının çoğunun ailelerinde, özellikle tenar atrofi olduğunu, bu nedenle herediter bir yatkınlık olabileceğini belirtmiştir(150). Daha sonra yapılan çalışmalarda da, yaşla kanal çapı arasında belirgin ilişki bulunamamış, ve bunun, KTS'nin kazanılmış olmaktan çok herediter olduğunu gösterdiği, bu güçlü aile hikayesi varlığını açıklayabileceği, semptomların ileri yaşlarda tünel içeriğindeki ve duvarlarındaki dejeneratif değişikliklerin median siniri komprese etmesi sonucu ortaya çıkabileceği öne sürülmüştür(33). Yine Phalen, geniş hasta gruplarında, fleksör synovialisin histopatolojik incelemesine göre, en önemli sebebinin, fleksör synovialisde kalınlaşma ve fibrozis olduğunu öne sürmüştür. (150, 152, 153, 154) Ancak daha sonra, idiyopatik olarak belirtilen bu hastaların, belki de Romatoid Artrit gibi bir bağ dokusu hastalığının erken dönemi olabileceği belirtilmiştir(106).

Karpal tüneldaki artmış basınç, birçok araştırmacı tarafından etiyolojik neden olarak kabul edilmektedir. Buna yönelik geniş çalışmalar yapılmış, çeşitli yöntemlerle kanal içi basıncı ölçülmüş ve bulunan değerler, normal kişilerin değerleriyle karşılaştırılmıştır(19, 63, 162, 181). Bu çalışmalarda, KTS'li hastalardaki tünel içi basıncının, el bileği nötral, fleksiyon ve ekstansiyon pozisyonunda kontrol gruplarına göre belirgin derecede yüksek olduğu (19,162), ekstansiyonda en yüksek değere ulaşıldığı(19, 63, 162) ve fleksiyonda hem proksimal, hem distalde, ekstansiyonda ise yalnız distalde basınç artışı olduğu(181) gösterilmiştir.

Bazı araştırmacılar, KTS gelişiminde kanal çapının rolünü araştırmak üzere, Bilgisayarlı Tomografi ile KTS hastaların kanal çaplarını ölçmüşler ve buldukları değerleri kontrol grubuyla karşılaştırmışlardır. KTS grubunda, en dar ve proksimal kanal bölgesi çaplarının, kontrollere göre belirgin küçük olduğunu göstermişler ve karpal kanal stenozunun etiyolojide düşünülmesi gerektiğini belirtmişlerdir(18, 33).

Karpal Tünel Sendromu gelişimine neden olabildiği bilinen başlıca faktörler şöyle özetlenebilir:

### **1-Diabetes Mellitus**

Diabetes Mellitus, tüm tuzak nöropatlere predispozan olarak kabul edilmektedir.

Comı ve ark, 401 diabetik hasta üzerinde yaptıkları, elektrofizyolojik değerlendirmeye dayalı çalışmalarında, polinöropati ve KTS prevalansında artış olduğunu, ve polinöropatili hastalarda KTS'nin daha fazla görüldüğünü göstermişler, bunun, kronik kompresyona ve sinir disfonksiyonuna bağlı olabileceğini öne sürmüşlerdir. Aynı çalışmada, DM'de KTS gelişimi açısından en büyük risk faktörlerinin sırasıyla, kadın olmak, ileri yaş ve nöropati varlığı olduğu ve KTS prevalansının, DM süresiyle ilişkili olduğu gösterilmiştir(30).

## 2-Gebelik

KTS ile gebelik arasındaki ilişki, ilk olarak 1945'de Walshe tarafınan bildirilmiş, o zamandan beri KTS, gebeliğin sık görülen bir komplikasyonu olarak kabul edilmiştir.

Gebelikte KTS insidansı, değişik araştırmacılar tarafından %1-50 arasında rapor edilmiştir(77, 98, 188). Gebelikte KTS gelişen olguların yaşlı, nullipar ve generalize ödemli olduğu belirtilerek, eldeki ödemle KTS arasındaki ilişkiye dikkat çekilmiş ve gebelikte sıvı retansiyonun KTS gelişimi açısından yeterli olduğu belirtilmiştir(188). Diğer çalışmalarda da, el bileği yumuşak dokularındaki sıvı retansiyonu ve belki de karpal tünelde yağ dokusu artışının KTS gelişimine neden olabileceği öne sürülmüştür(31, 33, 150). Gebeliğe bağlı gelişen KTS genellikle 3. trimesterde başlar ve doğumdan sonra 2 hafta içinde geriler, spontan rezolusyon siktir ve konservatif tedaviye iyi cevap verir(190).

## 3-Laktasyon

Puerperium dönemindeki kadınlarda, KTS sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarda, bu dönemde gelişen KTS'nin, tamamen emzirme ile ilgili olduğu, semptomların genelde emzirmeye başladıktan birkaç hafta sonra başlayıp, kesilmesinden sonra ortalama 6 hafta içinde tamamiyle yok olduğu, puerperium döneminde annenin bebeğiyle ilgili yoğun manuel uğraşlarının yalnız, dominant elde tutuluşun fazla olmasını açıklayabileceği öne sürülmüştür(190).

## 3-Meslek, Uğraşı Özellikleri:

KTS, bazı meslek gruplarında daha fazla görülmekte, hatta bazıları tarafından bir meslek hastalığı olarak değerlendirilmektedir.

Brain ve ark. , karpal tuneldeki basıncın el bileği ekstansiyonda iken fleksiyondakine göre 3 kat fazla olduğunu ve el bileği ileri ekstansiyonda iken yapılan

işlerin, sendromu başlatabileceğini öne sürmüştür(19). Ancak diğer araştırmacılar, benzer basınç artışının el bileği fleksiyoında de ortaya çıktığını(181), tekrarlayan,uzamış,zorlu kavrama-yakalama hareketleriyle eş zamanlı yapılan el bileği fleksiyon ve ulnar deviasyon hareketlerinin, fleksör tendonlar üzerindeki basıncı arttırarak(172), ve bu tendonlarda kronik synovitis ve synovial kalınlaşmaya neden olarak(150, 154) median siniri kompresyona uğratabileceğini belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar, bu tip hareketlerin yoğun olarak yapıldığı meslek gruplarının, KTS semptomlarının ortaya çıkmasında ve agreve olmasında kolaylaştırıcı(predispozan) rol oynadığı, ancak meslek faktörünün; KTS'nin direk nedeni olarak kabul edilmemesi gerektiği konusunda görüş birliğine varmışlardır(128, 150, 172, 181).

Meslekle ilgili durumlarda, semptomlar genellikle tatil günlerinde kaybolur, işe döndüklerinde tekrarlar(128). Ancak bazı araştırmacılar tarafından, özellikle örgü, tığ, dikiş gibi el işleri ile, kavrama ve el bileği fleksiyon pozisyonunda tekrarlayıcı hareketler gerektiren ev işleri yapan ev kadınlarının, KTS'nin en çok görüldüğü grup olduğu belirtilmiştir Meslek dışında, örgü örme, kroket, kilim dokuma, müzik ensturmanı çalma, badana, tahta işleri, bahçecilik gibi meslek dışı uğraşlar da KTS gelişimi için risk faktörü olarak belirtilmektedir(17, 100, 181).

#### **4-El Bileği Travması**

El bileği travmasına bağlı distal radius fraktürü(Colles fraktürü), carpal-metakarpal kemik fraktürleri, el bileği spraini sonrasında, KTS sıklıkla gelişebilir(97, 157, 171, 176), ve genellikle unilateraldir. Ancak, fraktürün kendisinden çok, el bileğinin fraktür sonrası fleksiyon, pronasyon ve ulnar deviasyon pozisyonunda immobilize edlmesinin daha önemli olduğunu vurgulayan çalışmalar vardır(12, 119).

## 5-Romatoid Artrit ve diğerk bağ dokusu hastalıkları

Fleksör tendonlardaki tenosinovite ve eklemlerde gelişen deformitelere bağı olarak, bu hastalıklarda KTS sıklıkla görülür(129, 150).

## 6-Kronik böbrek yetmezliği - Hemodializ

Kronik böbrek yetmezliği olanlarda ve hemodializ uygulananlarda, fleksör retinaculum kalınlaşmasının ve synovial doku ödeminin lokal etkileri, vasküler şanta bağı hemodinamik değişiklikler, amiloid depositleri ve Ca metabolizmasındaki sekonder değişikliklere bağı ekstra osseoz kalsifikasyon sonucu KTS gelişimi sıklıkla görülür. Literatürde, median arter kalsifikasyonuna bağı gelişmiş KTS vakaları, olgu sunumu şeklinde yayınlanmıştır(35).

## 7-Diğerk Nedenler

- Akromegali, miksödem gibi sistemik hastalıklar, transvers karpal ligamentte kalınlaşmaya yol açarak median sinir kompresyonuna neden olabilir(31, 46, 150).

- Karpal tünel tabanında yerleşmiş lipoma(72), hemangioma, romatoid noduller, ganglion(72, 150), Ca ve ürik asit kristallerinin depozitleri, amiloid birikimi(150, 154), nadir olarak perinöral lipofibroma(72), tümoral calcinosis(tünel tabanında Ca fosfat depolanması)(72), eldeki tümörlerin perinöral yayılımı(120), median arter trombozu(9, 191) gibi durumlar,literatürde olgu sunumu şeklinde ve nadir görülen nedenler olarak bildirilmiştir.

- Anatomik varyasyonlar: Palmaris longus kası, eğer muskülo-tendinöz bileşke karpal tünele uzanıyorsa veya tendon çok büyükse bası yapabilir. Yine M. flx. superficialis, avuç içine doğru uzanarak tüneli kalabalıklaştıran bir etken olabilir(187, 191)

- Obezite, kanal içi yağ dokusu artışı nedeniyle karpal tunel sendromu gelişimine predispozisyon oluşturabilir.

## EPİDEMİYOLOJİ

Karpal Tunel Sendromu, kadınlarda erkeklerden daha fazla görülür. Geniş serili çalışmalarda, bu oran, 2/1-4/1 arasında değişmektedir(31, 77, 79, 91, 150, 153, 154, 164). Çoğu romatizmal hastalığın kadınlarda daha çok görülmesinin(4), ve kadınların karpal kanal çapının, erkeklere göre daha dar olmasının(33), kadınlardaki bu yüksek insidansı açıklayabileceği öne sürülmüştür. Sıklıkla perimenapozal kadınlarda görülmesi hormonal faktörlerin de rol oynayabileceğini düşündürmektedir(33, 77, 98).

Siyah ırkta daha az görülmekte, görüldüğünde de idiopatik olmaktan çok, lokal patolojilere bağlı olduğu belirtilmektedir(72).

Yine geniş serili çalışmalarda, sendromun 35-70 yaş grubunda en çok görüldüğü belirtilmektedir(106, 150, 154). İleri yaşlarda daha sık görülüşü, el bileği seviyesinde gelişen dejeneratif değişiklikler yanında, karpal tünel içindeki kronik kompresyonla ve yaşla birlikte median sinirin anoksiye karşı duyarlılığının artışıyla açıklanmıştır (126).

## KLİNİK

Karpal Tünel Sendromu'nda dominant el daha fazla tutulur(14, 106, 153, 154, 161), bilateral tutuluşlarda da dominant elin sıklıkla daha önce tutulduğu belirtilmektedir (106). Bu, dominant elin daha fazla kullanılması yanında, karpal kanal ortalama kesit alanının, dominant tarafta daha küçük olmasıyla açıklanmıştır (33, 150, 154)

Genellikle bilateraldir(14, 77, 91, 162). Bendler, 440 hasta üzerinde yaptığı elektrofizyolojik değerlendirmede, bilateral tutuluşu olan hastaların %28inin unilateral yakınmalarının olduğunu ve bu hastaların bazılarında asemptomatik tarafta daha ileri tutuluş olduğunu göstermiş, yüksek bilateralite insidansı üzerinde durarak, KTS şüphesi olanlarda her iki elin de incelenmesi gerektiğini belirtmiştir(14). Yine semptomatik tarafta kanal çapında daralma olanlarda, asemptomatik tarafta da



benzer daralmanın olduğu, bunun yüksek bilateralite insidansını açıklayabileceği öne sürülmüştür(33).

## SEMPTOMLAR

Karpal Tünel Sendromu'nda tipik hikaye, elde median sinir dağılım alanında, ağrı, uyuşma ve parestezidir. Parestezi, en sık görülen yakınmadır ve iki, üç, veya dört parmağa, nadiren erken dönemlerde tek bir parmağa yayılabilir (127). Ağrı, sıklıkla, ön kola, dirseğe ve omuza yayılabilir(46, 77, 139, 150, 154), hatta nadiren esas yakınma omuz ve boyun ağrısı olabilir(107).

En karakteristik bulgu, gece yakınmalarıdır (waking numbness=uyandıran uyuşma). Genellikle hastayı tedavi aramaya yönlendiren yakınmadır. Hastalar, özellikle sabaha karşı, median sinir alanında, bazen kola-boyuna kadar yayılan ağrı ve uyuşukluk ile uyanırlar ve genellikle elin yatağın kenarından sallandırılması, silkelenmesi, ovuşturulması veya parmakların açma-kapama şeklinde hareket ettirilmesiyle rahatlarlar . Stresli bir günün arkasından daha fazla görülür(139, 152, 154, 155, 197). Bunun mekanizması hakkında öne sürülen başlıca teoriler şunlardır:

1-Geceleri ödemin redistrübisyonu(197)

2-Etkilenen tarafın üzerine yatarken aksillar venin kompresyonuna bağlı ödem gelişimi(150, 154, 197).

Ancak bu, bilateral tutuluşu olanlarda her iki eldeki yakınmaları açıklayamaz(179).

3- Uyku sırasında hipotoni ve hareketlerdeki yavaşlamaya bağlı venöz staz(150, 154, 179).

Bu, hastanın rahatlamak için egzersiz yapması ile desteklenir. Bu aktivite sirkulasyonu düzenler, venöz dönüşü yardım eder ve venöz konjesyonu azaltır(179).

4-Geceleri anormal el bileği pozisyonuna bağlı olarak median sinirin kıvrılması(197).

Gece yakınmaları yanında, özellikle sabahları, tüm parmaklarda şişlik ve sertlik hissi olabilir; bu, giyinme, tuvalet ve kendine bakım aktivitelerinde güçlük yaratabilir, ve elin aktif kullanımıyla 30-60 dakikada düzelir(139, 150). Gün içinde de semptomlar, bıçak tutma, araba kullanma, gazete-kitap okuma gibi devamlı kavrama ve el bileği ve parmakların uzun süreli fleksiyonunu gerektiren (190) ve yazı yazma, dikiş dikme, çamasır sıkma, örgü örme gibi elin aktif kullanımını gerektiren aktivitelerden sonra artar(14, 46, 150, 191). Bu nedenle, çoğu hasta, ev işlerini bırakmak zorunda kalır, ve hasta için büyük bir stres ve sakatlık nedeni olur(90).

Giderek, tenar kaslardaki zayıflığa bağlı olarak, baş parmak güç ve koordinasyonunda ilerleyici kayıp olur. Özellikle küçük objelerin manüplasyonunda güçlük ve beceriksizlik gelişir. Düşme ilikleme, dikiş dikme gibi aktiviteler zorlaşır, çoğu zaman ellerinden nesnelere düşürdüklerini ifade ederler(137, 153).

Elin sempatik sinir desteğinin çoğu median sinirle taşındığından, bu liflerin tutuluşuyla kozalji, ve vazomotor dengesizlik sonucu şişlik, üşüme, terleme azlığı, soğuğa karşı duyarlılık olabilir(152, 155, 191).

## **KLİNİK BULGULAR**

Median sinir alanında duysal bozukluk, en değişmez klinik bulgudur. Bu, çoğunlukla hipoestezi şeklinde olup, sıklıkla 2. parmak volar yüzünde en belirgindir(46). Daha nadir olarak, hiperestezi, anestezi de görülebilir(14, 150, 153, 154). Median sinir, fleksör retinaculum yüzeyinde avuç içinin çoğunu besleyen duysal dallar gönderdiğinden, bu bölgede sıklıkla his kusuru yoktur(119). Birçok hasta, tüm el parmaklarının uyuştüğundan yakınır, ancak dikkatli bir muayene ile 5. parmak daima elimine edilir. Çünkü median sinir kompresyonu kesinlikle 5. parmakta uyuşukluk yapmaz. Guyon's kanalında ulnar sinir kompresyonu ile birlikte olabilir, ancak bu "ulnar tünel-karpal tünel sendrom kombinasyonu" nadirdir. Eğer 5. parmakta duysal değişiklikler varsa, brakial pleksus ve servikal kök patolojileri açısından değerlendirilmelidir(45, 46, 150, 154).

Bazı hastalarda, duyu muayenesi normal olduğu halde, hissizlik yakınması olabilir, buna, subjektif hypestesia denir(154). Bu, erken dönemde sempatik liflerin kompresyonuna bağlı olabilir ve subjektif duysal yakınmalarla muayene ve EMG bulguları arasındaki zayıf ilişkiyi açıklayabilir(191).

El bileğinin proksimalinde volar kısımda şişlik, yaygın bir bulgudur.Bu muhtemelen, fleksör synovialisteki şişliğe bağlıdır ve unilateral tutuluğu olanlarda daha belirgindir(150, 154).

Tenar atrofi: M. opponens pollicis, abd. pollicis brevis ve fleksör pollicis brevis kaslarının innervasyon bozukluğuna bağlı olarak, geç dönem bulgusu olarak karđımıza çıkar, semptomların süresiyle ilişkilidir (106,139). Çoğunlukla hastalar tarafından erken dönemde, doktor tarafından söylenmedikçe farkedilmez M. abductor pollicis brevis kasının konturunun profilden inspeksiyonu ile en iyi anlaşılır(129, 150, 154).

## **TANIDA KULLANILAN TESTLER**

KTS teşhisinde, bugüne kadar bir çok test kullanılmıştır. Bunların çoğu, median sinir kompresyonunu stimüle ederek semptomların ortaya çıkarılması esasına dayanır.

### **Turnike testi:**

İlk kez 1953 yılında Gilliat tarafından tanımlanmış, tansiyon aleti manşonunun kolda 30"-60" süreyle sistolik basınç seviyesi üzerinde tutulmasının, parestezi ve ağrı yakınmalarını ortaya çıkardığı veya arttırdığı ve median sinir innervasyon alanında duyu kaybına neden olduğu öne sürülmüştür(68). Bu yolla kan dolaşımı kesilmekte, bu iskemi ile sonuçlanmakta, median sinirin karpal tünel içinde sıkışmış kısmının normal bir sinire göre iskemiye daha yatkın olması nedeniyle belirtiler ortaya çıkmaktadır. Ancak, bu yöntemle normal kişilerde de parmaklarda uyuşma, karıncalanma ortaya çıkabileceği, bu nedenle özellikle başlangıç

dönemindeki KTS vakalarında değerlendirmenin zor olabileceği öne sürülmüştür(150).

### **Tinel belirtisi:**

İlk kez, 1915 yılında Jules Tinel tarafından tanımlanmış, el bileğinde median sinir üzerine hafifçe vurulduğunda, median sinir innervasyon alanında karıncalanma, yanma hissi alındığı, ve bunun aksonal rejenerasyonu gösterdiği iddia edilmiştir. Daha sonra yapılan çalışmalarda, testin spesifite ve sensitivitesi hakkında çok çeşitli oranlar verilmekle birlikte, son yıllarda elektrofizyolojik çalışmaların yaygınlaşmasıyla, normal kişilerde de yüksek oranda olabileceği yönündeki görüşler ağırlık kazanmıştır(74, 177).

### **Phalen testi:**

İlk kez 1951 yılında Phalen tarafından tanımlanmış(153), ve bu araştırmacı tarafından tanıda en değerli klinik işaret olduğu öne sürülmüştür(150, 152, 153, 154). Testin esası, el bileğinin 30"-60" süreyle tam fleksiyonda tutulmasıyla, median sinir innervasyon alanında uyuşukluk, parestezi yakınmalarının yeniden ortaya çıkarılması veya agreve edilmesine dayanır(152). El bileği fleksiyona geldiğinde median sinir, transvers karpal ligamentle komşu fleksör kaslar ve radius arasında sıkışır. Normal elde de bu pozisyonun uzun süre devamı, sonuçta uyuşukluk, karıncalanma hissi yaratır. Ancak eğer median sinir karpal tünelde sıkışmışsa, bu manevra ani cevap doğurur(150, 152, 153, 154). Her hastada test(+) değildir. Hasta el bileğini tam fleksiyona getiremeyebilir veya duyu o kadar anormaldir ki, değişiklik olmayabilir veya basitçe teste cevap vermeyebilir(98, 169). Phalen testinin de sensitivite ve spesifite oranları literatürde geniş bir dağılım göstermektedir(41, 66, 97, 150).

Kanal içi basınç ölçümlerinde, el bileği ekstansiyonda iken fleksiyona göre daha yüksek basınç bulunması nedeniyle, el bileğinin ekstansiyonda tutulmasının da semptomları agreve edebileceği, hatta bu testin Phalen testi kadar sensitif olabileceği belirtilmiştir(19, 63, 162). Ancak median sinir üzerindeki kompresyonun en çok

transvers karpal ligamentin proksimal kısmında olması ve bu kısmın ekstansiyon ile çok fazla etkilenmemesi nedeniyle, bu pozisyonun nadiren semptomları agra ve edeceğini belirten araştırmacılar da vardır(150,154, 181).

### **Karpal kompresyon testi:**

Phalen, 1966 yılında, el bileği seviyesinde median sinir üzerine başparmakla basınç uygulandığında, ağrı, uyuşukluk ve karıncalanmanın artabileceğini, ancak bu testin nadiren (+) olduğunu belirtmiştir. 1991 yılında Durkan bu testi, "karpal kompresyon testi" adı altında yeni bir diagnostik test olarak öne sürmüş, ve bu testin, Tinel ve Phalen testine göre daha spesifik ve sensitif bir test olduğunu belirtmiştir(41).

Testin esası, median sinirin direk kompresyonuna dayanır. Bir sfingomonometrenin basınç monometresine bağlanmış plastik bir balondan ibaret bir cihaz ile karpal tunel bölgesine 150mmHg basınç, 30" süreyle uygulanır. Veya buna alternatif olarak, her iki başparmakla median sinir bölgesine aynı süreyle basınç uygulanır. Kompresyonun uygulanmasından, median sinir alanında ağrı, uyuşukluk, parestezi gelişmesine kadar olan süre kaydedilir. Durkan, her iki yöntemde olumlu cevap sayısının ve semptomların ortaya çıkma süresinin hemen hemen aynı olduğunu, bu nedenle elle yapılan testin, pratik olarak rahatlıkla ve başarıyla kullanılabileceğini öne sürmüştür(41).

### **Flick İşareti:**

Flick, İngilizce bir kelime olup, Türkçe karşılığı, bir termometrenin derecesini düşürmek için yapılan harekete benzeyen, el bileği ve elin hızla sallanması hareketidir. 1984 yılında Phillips, 505 KTS'li hastaya, yakınmaları en kötü olduğunda nasıl rahatladıklarını sormuş, hastalardan bu şekilde hareket yaptığına dair alınan cevabı, olumlu olarak değerlendirmiş, bunu EMG bulgularıyla karşılaştırmış ve Flick işaretinin, Phalen ve Tinel testine göre daha güvenilir ve değerli bir test olduğunu iddia etmiştir. Bu test için araştırmacının öne sürdüğü mekanizma şöyledir: Flick hareketi, kalın myelinli liflerin proprioseptif inputunu arttırabilir, bu "kapiyı kapatabilir", ve bu liflerin sayısındaki rölatif azalma sonucu ortaya çıkan paresteziyi

azaltabilir, arteriyel basıncı artırma yoluyla sempatik liflerin perfüzyonunu arttırarak, bu liflerdeki anormal afferent impulsları azaltabilir ve venöz dönüşü arttırarak ödemi azaltabilir, iskemik liflerin elektriksel stabilitesini normalize ederek semptomatik rahatlama sağlar (155).

Ancak, bu makaleye cevap olarak Krendel, hastalarına bu testi uyguladığını ve sonuçlara göre bu testin diagnostik bir test olamayacağını savunmuştur(104). Literatürde de bu testin,diagnostik bir kriter olarak çok nadir kullanıldığı görülmektedir.

### **KTS İLE BİRLİKTE GÖRÜLEBİLEN DURUMLAR**

Karpal Tünel Sendromu, pek çok klinik durumla birlikte bulunabilir.

Bu hastalarda, servikal spondilosis ve diabetes mellitus insidansında artış olduğu bilinmektedir(91). Bu,ilk kez 1973 yılında Upton tarafından ortaya atılan "Double Crush" hipotezini desteklemektedir(185). Bu hipoteze göre,aynı periferik sinir üzerinde, proksimal ve distalde iki ayrı patoloji vardır, proksimalde aksoplazmik akımı bozan olay nedeniyle, ikisi birlikteyken kümülatif etki ortaya çıkar ve semptomatik denervasyon eşiği aşılır, her biri kendi başına minör semptomlara yol açarken, ikisinin kombinasyonu distal fokusta önemli nöropatiye yol açar. Bunun en klasik örnekleri; servikal spondilosis(91, 117, 185), torasik çıkış sendromları(26, 100) ve diabetik polinöropati(30, 91)dir. Bu sendrom varlığında, bilateralite insidansında artış olduğu öne sürülmektedir(91).

Karpal Tünel Sendromu ayrıca, lateral epikondilit, Dupuytren kontraktürü, de Quervain tenosinoviti, tetik parmak gibi tenosynovial tutuluşlarla birlikte,aynı inflamasyonun sekonder manifestasyonları olarak görülebilir(47, 97, 139, 150, 153).

## LABORATUAR BULGULARI

### SİNİR İLETİ ÇALIŞMALARI VE EMG

Phalen, klinik hikaye ve testlerin, teşhis için çoğu kez yeterli olduğunu, elektrofizyolojik çalışmaların yalnız, hastanın hikayesi ve subjektif yakınmaları varken objektif bulgu yoksa, ayırıcı tanıda, ve cerrahi sonrası değerlendirmede önemli olduğunu öne sürmüştür(150, 154). Ancak 1956'da Simpson'un median sinir distal latansında uzama(170), 1958 de Gilliat ve Sears'ın duysal iletide yavaşlamayı göstermelerinden sonra, KTS'daki elektrofizyolojik bulgularla ilgili geniş çaplı araştırmalar yürütülmüş, teşhiste kullanılan klinik testlerin değerinin, özellikle erken dönemlerde az olduğu ve elektrofizyolojik sinir iletisi çalışmalarının, durumun doğru ve tam değerlendirilmesinde esas olduğu ortaya çıkmıştır(51, 74, 77). Günümüzde kullanılan tekniklerle, semptomatik vakaların yaklaşık %90'ında kesin tanı konulabilmektedir (32, 51, 136).

Elektrofizyolojik iletisi çalışmaları, 3 nedenle önemlidir(45, 46, 77, 99, 114):

1-Objektif klinik bulgusu olmayan ve atipik öyküsü olanlarda teşhise yardımcıdır. Özellikle ön kola ve omuza yayılan ağrı ve parestezi yakınmaları olanlarda ağrının boyundan değil, el bileğinden kaynaklandığını göstermekte yararlıdır.

2-Erken teşhis ve tedaviyi hızlandırır, böylece ileri motor ve duysal fonksiyon kaybını önler.

3-Tedavi sonrası değerlendirmede önemlidir.

EMG bulguları, cerrahi için primer indikasyon olarak görülmemelidir(90). Ancak cerrahi düşünülen vakalarda, teşhisi kesinleştirmek için mutlaka yapılmalıdır (135, 184).

Kompresyona en erken cevabın, median sinir duysal liflerinde lokalize yavaşlama olduğu belirtilmektedir (21, 99, 102, 115, 132). Bu yavaşlama, liflerin reversible konstrüksiyonu ile ilgilidir(22), ve median sinir distal duysal latansında



uzama ile gösterilir. Bunun için, ya digital sinirler parmaklarda uyarılarak el bileğinde duysal potansiyel kaydedilir (ortodromik yöntem) , ya da , sinir el bileği seviyesinde uyarılarak digital potansiyel kaydedilir (antidromik yöntem).

Sinir kompresyonu ilerledikçe, distal duysal latans daha çok uzar ve demiyeline veya rejenere liflerdeki yavaşlamış iletim ve total sayılarındaki azalmaya bağlı olarak duysal sinir aksiyon potansiyel amplitüdü küçülür (32, 51).

Ciddi kompresyon varlığında ise, motor liflerin demiyelinizasyon ve dejenerasyonuna bağlı olarak, median sinirin el bileğinde supramaksimal stimülasyonu ile M.abd. poll. brevis kasından kaydedilen distal motor latans uzar. Ancak bu değer yaklaşık %20-30 hastada normaldir (22, 46, 51, 122, 182). Bu vakalarda ayrıca, M- cevabının amplitüdü küçülerek, polifazik-dispers karakter alabilir. Median sinir motor ileti hızının ön kol segmentinde normal olması tanı için önemli bir kriter olmakla birlikte (22), distal iletimi çok uzamış vakalarda patolojik yavaşlama gösterebilir (22, 32, 51). Bu proksimal yavaşlama, distal kompresyonun sonucu olarak retrograd bir bozukluğu ya da bilekte maksimal çaplı motor liflerin muhtemel bloğunu gösterebildiği gibi, subklinik bir polinöropatinin göstergesi olabilir (51). Genellikle duysal ve motor distal ileti zamanı ileri derecede uzamış vakalarda, duysal potansiyeli kaydetmek güçleşebilir. Denervasyon potansiyelleri, vakaların ancak üçte birinde görülür ve kasın irreversible hasarını gösterir (22, 46, 51).

Semptomatik vakaların %15 kadarında, standart elektrofizyolojik ileti çalışmaları normal olabilir (22, 79, 82, 170). Bu vakalarda elektrofizyolojik yöntemlerin sensitivitesini arttırmak için değişik yöntemler geliştirilmiştir. Aynı elde median sinir ile ulnar sinir duysal aksiyon potansiyel amplitüdlerinin (114, 126) ve distal duysal latanslarının (55) karşılaştırılması, her iki eldeki median sinir distal ileti zamanlarının (51, 182) karşılaştırılması, palmar stimülasyon tekniği ile maksimal ileti gecikmesinin yerinin lokalize edilmesi (22, 101, 135, 136), yüzük parmağının median ve ulnar stimülasyonu ile elde edilen distal latans değerlerinin karşılaştırılması (92, 94, 184), median sinir stres testi (124), bu yöntemlerin başlıcalarıdır.

## **BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ**

Günümüzde henüz rutine giren bir uygulama olmamakla birlikte, kanal çapını, derinliğini, transvers karpal ligamentin kalınlığını sayısal olarak verebilir ve fizik muayenede görülmeyen yağ akümüasyonu, tendon kılıflarında genişleme, anormal kas yapıları, kemik anomalileri, fraktürler, tenosynovitis gibi kanalı daraltan oluşumlar da görülebilir(18).

## **MANYETİK REZONANS**

Karpal tünel anatomi ve patolojisi, median sinirin ve çevredeki kılıfların infiltrasyon ve inflamasyonu axial T1 ve T2 ağırlıklı imajlarda gösterilebilir, pahalı olması nedeniyle rutine girmemiştir(129).

## **TEDAVİ**

Karpal Tünel Sendromu'nun tedavisinde genel kural olarak, altta yatan bir patoloji varsa, önce nedene yönelik tedavi yapılmalı, endokrin ve metabolik anomaliler düzeltilmelidir. Ancak çoğunlukla etyolojik bir patoloji bulunamaz.

Başlıca 2 tip tedavi yöntemi vardır:

1-Konservatif tedavi

2-Cerrahi tedavi

Cerrahi tedavinin etkinliğinin ortaya konmasından sonra, konservatif tedavi heyecanı azalmakla beraber, günümüzde konservatif tedavi yöntemleri bir çok hekim tarafından kullanılmaya devam etmektedir. Amerika el cerrahlarına gönderilen bir anket formuna verilen cevaplara göre, operatörlerin %52.8'inin hastaların 3/4'ünde, %34.7'sinin 1/2'sinde, %35.8'inin ise tüm hastalarda konservatif tedavi denedikleri görülmüştür(40).

## KONSERVATİF TEDAVİ

### Lokal Steroid enjeksiyonu:

KTS tedavisinde lokal kortikosteroid enjeksiyonu, synovial inflamasyon ve ödemin azaltılması amacıyla yaygın olarak kullanılan bir konservatif tedavi yaklaşımıdır(40). Bu konuda geniş çaplı araştırmalar yapılmış, ve bu tedavi yönteminin etkili, ancak geçici rahatlama sağlayan bir teropatik modalite olduğu ve yüksek rekürrens varlığı konusunda görüş birliğine varılmış, tekrarlayan enjeksiyonlardan kaçınılması gerektiği belirtilmiştir(31, 77, 80, 100, 106, 147, 197). Tedavi etkinliği yanında, verilen cevabın teşhiste ve cerrahiye verilecek cevabın tahmininde de yardımcı bir yöntem olduğu belirtilmektedir(67,80,150,150,153,154).

Phalen; ciddi duysal defisiti ve tenar atrofi olanlar hariç, hemen hemen tüm hastalarına enjeksiyon yaptığını, özellikle yanıcı ağrılarda ve gece ağrılarında birkaç günden birkaç aya kadar devam eden rahatlama olduğunu (150, 153, 154), Crow; özellikle şiddetli semptomların hızla azaltılması istendiğinde, gebelik döneminde ve elin fazla kullanılmasını takiben gelişen akut semptomların varlığında en iyi yöntem olduğunu öne sürmüştür(31). Gelberman, 1 yıldan uzun süreli, atrofi-güçsüzlüğü olan, distal motor latansın 6 msn'den uzun olduğu ve duysal cevabın alınmadığı vakalarda, cevabın kötü olduğunu ve yüksek relaps oranı olduğunu göstermiştir(65).

Metod: El bileği dirence karşı fleksiyondayken, palmaris longus ve flexor carpi radialis tendonları ayırđedilir. 25 nolu iğne ile, proksimal pliden bu iki tendonun arasına, el bileği hafif dorsifleksiyondayken, 30-45 derece eğimle girildikten sonra, transvers karpal ligament altına enjeksiyon yapılır. Tünel içinde kortizonun dağılımını sağlamak için iğne yukarı-aşağı-sağa- sola oynatılır. Median sinire direk enjeksiyondan kaçınılmalıdır. Eğer iğne sinire dokunursa, hasta ani ve şiddetli ağrı ve parestezi duyar(31, 80, 106, 150).

Steroid preparatlarının, intranöral uygulandıklarında nörotoksik oldukları, Dexamethasone minimal hasar yaparken, Hydrocortisone ve Triamcinolone hexacetonide'in ileri aksonal ve myelin dejenerasyonuna yol açtığı deneysel olarak gösterilmiştir(121). Direk iğne hasarı, arteriyel zedelenme, hemoroji, eksternal skar

konstriksüyonuna bağlı sinir hasarı gelişebilir(112, 121). Ayrıca spontan tendon rüptürü, dermal-subkutanöz atrofi, hipopigmentasyon ve lokal synovitis, karpal tunel dışına enjeksiyon yapılmasıyla görülebilecek komplikasyonlardır(106). Lokal anestetik madde kullanımı tartışmalı olmakla beraber, hastanın subjektif cevabını maskeleymesi ve steroid flokulasyonuna yol açabilmesi nedeniyle, doğru teknik kullanılması durumunda gerekli değildir(112).

### **Splint Tedavisi**

İlk kez 1947'de Roaf tarafından diagnostik ve tedavi edici değerinin tanımlanmasından sonra, en çok kullanılan konservatif tedavi yöntemi olmuştur(40). Bu tedavinin esası, karpal tünel içindeki basıncın artışıyla ilgili semptomolojiye dayanır. El bileği ekstansiyon ve fleksiyonunda tünel içindeki basınç arttığından, el bileğinin nötral pozisyonda immobilizasyonu, karpal tünel boşluk alanını maksimale, kompresyonu minime indirir ve semptomatik rahatlama sağlar(105). Bu nedenle, Özellikle el bilekleri fleksiyon pozisyonunda uyuyanlarda, bu alışkanlık kaybolana kadar gece splinti verilebileceği belirtilmektedir(150, 152).

Volar tabanlı plaster of Paris gece splinti, ön koldan MCP eklemlere veya parmaklara uzanır. Ancak bunlar, hareketi kısıtlayıcı, ağır, gün içinde kullanımı sınırlı, temizliği zor ve neme dayanıklı olmayan splintlerdir. Daha gelişmiş, düşük ısı termoplastik splintlerle, bu güçlükler büyük ölçüde azaltılmıştır. Günümüzde, dayanıklı, düşük ağırlıklı fonksiyonel splintler, 24 saat boyunca, çoğu aktivite sırasında kullanılabilir, ve fonksiyonu minimal kısıtlamaktadırlar. Bunlar, parmak hareketlerine, pronasyon ve süpinasyona izin verip, fleksiyon-ekstansiyon ve deviasyonu önlerler(105, 139).

### **B6(Pridoksin)**

Pridoksin, protein sentezinin bir çok aşamasında kritik rol oynayan bir kofaktördür.

Ellis ve Folkers adlı araştırmacılar, 1975-82 arasında, KTS'li hastalarda pridoksin eksikliği olduğunu, ve eksiklik oranında semptomların ciddi olduğunu öne sürmüşler(49), daha sonra, 100-200 mg/gün dozunda, 12 haftalık B6 tedavisinin, çok

etkili olduğunu, hatta %97.4'lük kür oranıyla cerrahiden bile daha başarılı olduğunu, atrofiyi önlediğini, 50 mg günlük dozun, gebelikte ödemi azaltarak ve kortizon-glukokortikoid aktivitesini dengeleyerek, KTS'yi önleyici etkisi olduğunu iddia etmişlerdir(47, 48). Daha sonraki bazı çalışmalarda da başarılı sonuçlar alınmış(98, 175), ancak çoğunda sinir ileti çalışmaları yapılmamış, kontrol grubu kullanılmamıştır. Smith ve ark. tarafından yapılan çalışmalarda, KTS'li hastaların serum pridoksin düzeylerinin genel popülasyona benzer düzeylerde olduğu belirtilmiştir(173), daha sonraki çalışmalarda (168, 178), tedavi daha az başarılı veya başarısız bulunmuş, bazı otoriteler tarafından bu tedavinin günümüzde kesinlikle kullanılmayacağı ifade edilmiştir(139).

Tedavinin en önemli yan etkisi olan B6 hipervitaminozu, ataksi ve periferik nöropatiden oluşan ciddi bir durumdur ve tedavinin kesilmesi, yalnız parsiyel düzelme sağlar(4).

### **Cerrahi**

Cerrahi tedavinin, KTS'ye neden olan, kanalı daraltan oluşumları ortadan kaldırması ve sinir kılıfı ile kanal içindeki boşluğun çapını artırması nedeniyle, en radikal tedavi yöntemi olduğu konusunda tartışmasız görüş birliği vardır(31, 40, 63, 77, 98, 104, 106, 150, 152, 153, 154). Rekürrens oranının az olması ve uzun süreli tedaviye ihtiyaç göstermemesi, diğer önemli avantajlarıdır(31).

Bununla birlikte, cerrahi endikasyonlar konusunda değişik görüşler mevcuttur:

Amerika el cerrahlarına gönderilen bir anketin sonuçlarına göre, cerrahların %82'si tenar atrofi, %78'i şiddetli semptomlar, %75'i tam duysal kayıp, %57'si ise sinir ileti hızında belirgin gecikme varlığında cerrahi endikasyon koyduklarını belirtmişlerdir(40).

Phalen, tenar atrofinin her derecesinin cerrahi için mutlak endikasyon olduğunu, uzun süreli dayanılmaz semptomların varlığı ve konservatif tedaviye rağmen progresyonun devam etmesi durumunda da cerrahinin tek seçenek olarak düşünülmesi gerektiğini öne sürmüştür(152, 153, 154).

Goodwill, altta yatan sebep yoksa, distal motor latans 7msn'den uzunsa ve semptomlar şiddetli ve tekrarlayıcı ise, operasyonun kesin endike olduğunu, kas zayıflığı ve kalıcı duysal kayıp, omuza yayılan ağrı varlığında, motor latansda hafif bir uzama olsa da tek tedavinin operasyon olması gerektiğini öne belirtmiştir(77).

Bazı otörler ise, erken dekompresyonun, erken dönemdeki iyileşebilir nöropati, daha az endonöral ve perinöral konnektif doku fibrozisi varlığında, daha başarılı sonuçlar vereceğini, bu nedenle normal duysal ve motor distal latansa rağmen erken operasyon yapılması gerektiğini belirtmektedirler(45, 82, 90, 150).

Operasyon, transvers karpal ligamentin ayrılması ve karpal tünelin serbestleştirilmesinden ibarettir. Anestezi genellikle lokal anestezi veya aksiller blok ile sağlanır. Çoğu kez, fasikülleri serbestleştirerek fasiküler konstrüksiyonu azaltmak amacıyla, nörolizis (epinörotomi) uygulanır(106).

Post operatif dönemde ödemi önlemek amacıyla , el 24 saat süreyle elevasyonda tutulur. Daha sonra, 10-14 gün süreyle kol, askıya alınır(139). Amerika El Cerrahları Derneği üyelerine gönderilen anket formunun sonuçlarına göre, %78'i, 10 güne kadar kompresyon bandajı, %81'i ayrıca 7-14 gün süreyle nötral pozisyonda el bileği splinti uyguladıklarını belirtmişlerdir. Bunun, RSD önlenmesinde en etkili yol olduğu belirtilmektedir(40).

Yetersiz dekompresyon yapılması(113), birlikte distal bir lezyonun olması(double crush)(45, 90, 91), uzun süreli tenar atrofi varlığı, predispoze bir durumun olması(106), başarısız sonuç alınmasına neden olabilecek faktörler olarak bildirilmiştir. Ayrıca konservatif tedaviye cevap vermeyen vakaların, cerrahi tedaviden de daha az yararlanacağı öne sürülmüştür(106). Yaş, semptomların süresi, cerrahi öncesi klinik ve EMG bulgularının şiddeti ile, cerrahi başarısı arasında ilişki bulunamamıştır(62).

## KESİKLİ KISA DALGA TEDAVİSİ

Kesikli kısa dalga , son yıllarda büyük popolarite kazanan, ve her geçen gün klinik etkinliği hakkında çeşitli iddiaların ortaya atıldığı bir tedavi modalitesidir. 19. yüzyılın sonlarında, Tesla, Arsonaval ve ark. tarafından, yüksek frekanslı akımlarla ilgili yürütülen deneysel çalışmalarda, bu akımların dokular üzerindeki ısıtıcı etkisi ortaya çıkarılmakla beraber, bu etkilerin mekanizması konusunda belli bir görüş birliğine varılamamıştır. Kısa dalga ve mikro dalga metodlarının gündeme gelmesiyle, değişik frekans sınırlarının, dokular üzerindeki etkisi hakkında değişik iddialar ortaya atılmıştır. Yüksek frekanslı enerjinin vücuda ve dokulara uygulanmasıyla, ısıtıcı etkinin olduğu hakkında görüş birliğine varılmış, ancak bunun dışındaki iddialar tam olarak açıklanamamıştır. 1940 yılında Nagelschmidth, bu akımların ısıtıcı etki ile açıklanamayacak başka etkilerinin de olabileceğini ve kesikli elektromanyetik enerjiye maruz kalan dokularda, membran permeabilitesinin ve iyonik konsantrasyonların değişebileceğini öne sürmüştür. Aynı yıllarda Ginsberg ve Milanowski, kısa dalga cihazında ortaya çıkan ısıtıcı etkiyi elimine edebilmek için, kesikli yüksek frekanslı alanlarla ilgili çalışmalar yapmışlar ve 1936 yılında tekrarlayan kısa pulsasyonlu yüksek enerjili radyo dalgası yayan bir cihaz üretmişlerdir. 1940-41 yıllarında bu konuda hayvan deneyleri yürütülmüş, ancak 2. Dünya Savaşı nedeniyle bu çalışmalara ara verilmek zorunda kalınmıştır. 1950'li yıllarda, Amerika'da bu amaca yönelik Diapulse, 1970'li yılların sonlarında, hem sürekli hem kesikli enerjinin verilebildiği Curapuls, 1981 yılının sonlarında ise Megapulse cihazı piyasaya sürülmüştür(73, 86).

***Kesikli kısa dalga tedavisinin daha iyi anlaşılabilmesi için, önce kısa dalga tedavisi konusunda genel bir bilgi verilmesi yararlı olacaktır.***

Kısa dalga tedavisi, bir yüksek frekanslı elektroterapi şeklidir. Yüksek frekanslı elektroterapi, 300kHz'den yüksek frekanslarda ortaya çıkan elektromanyetik osilasyonların terapötik amaçla kullanımudur (71, 186).



Elektromanyetik enerji, boşlukta elektromanyetik dalgalar şeklinde yayılır. Elektromanyetik spektrumda, dalga boyu 10-100m., frekansı  $3 \cdot 10^6$  -  $3 \cdot 10^7$  arasındaki dalgalar, kısa dalga olarak adlandırılır(186). Terapötik amaçlı kısa dalga cihazları ise, merkezi 27.12 MHz olan frekans bandında alternatif akım üretmektedirler. Elektromanyetik dalgalar boşlukta  $3 \cdot 10^8$  m/sn'lik ışık hızında yayıldıklarından , bu frekans, 11.06 m.'lik dalga boyuna karşılık gelir. Kısa dalga cihazında üretilen bu yüksek frekanslı akım yayıldığında, elektromanyetik alan oluşur ve hastaya yeterli güçte uygulandığında uygulandığı alanda, enerjinin absorpsiyonu sonucu ısı üretimine neden olur. Dokuya sirkülasyonla uzaklaştırıldan daha fazla enerji girer ve doku ısısı kolaylıkla 40-45°C'lik terapötik seviyeye ulaşır(71, 86).

Elektromanyetik enerjinin hastaya transferi, başlıca 2 yolla gerçekleştirilir:

1-Kondansatör(kapasitör)yöntemi

2-İnduktotermi yöntemi

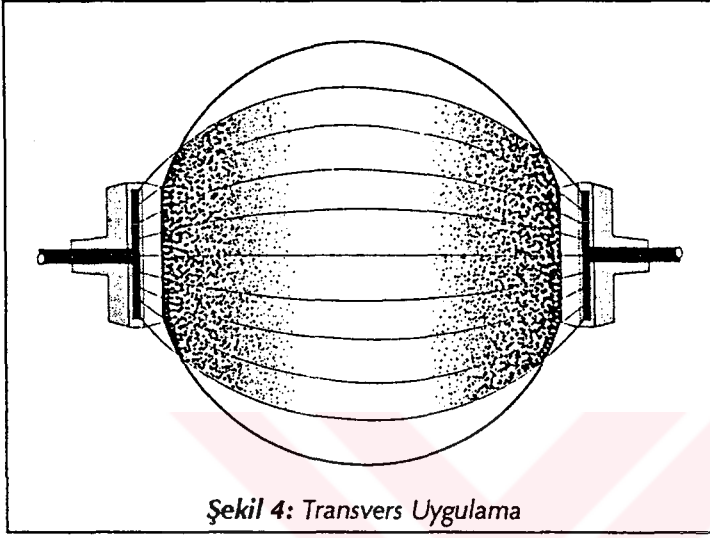
## **KONDANSATÖR YÖNTEMİ**

Bu uygulama metodunda, tedavi edilecek kısım iki kapasitör plaka arasındadır ve dielektrik birimi oluşturur. Akım verilince, plakalara elektriksel gerilimin uygulanmasıyla birinden ötekine elektron akışı olur. Eğer uygulanan akım alternatif akımsa, plakalardaki artı ve eksi kutuplar arasında sürekli değişim vardır. Akımın yönü, saniyede milyonlarca kez değişir. Elektrodlarda oluşan hızlı alternatif yükler, arada yine hızlı değişim gösteren alternatif bir elektriksel alan yaratırlar. Dokularda oluşan bu elektrik alanı, iyonların titreşimi, dipollerde rotasyon ve moleküler distorsiyon yoluyla, Joule yasasına göre ısı oluşumuna yol açar(60, 146, 183, 186).

Hareketli yük, yalnız kendi elektrik alanını değil, iletkenin çevresinde merkezi iletken olmak üzere daireler çizen bir manyetik alan da oluşturur. Hareket eden fizik kurallarına göre, elektrik akımının geçtiği iletken çevresinde manyetik alan oluşur, yükün hızı değişirse, bu alanın şiddeti de değişir ve manyetik alan çizgileri eksen olmak üzere dairesel elektrik alanı oluşur. Alternatif akım gibi hızla yön değiştiren

akımlarda, elektriksel ve manyetik alanlar artık birbirinden ayrılamaz ve periyodik dalgalanmaları elektromanyetik dalgalar olarak ortaya çıkan bir elektromanyetik alan oluştururlar(60, 186, 183).

Oluşan enerjinin ve sonucunda ortaya çıkan ısının dokulardaki dağılımı, dokuların



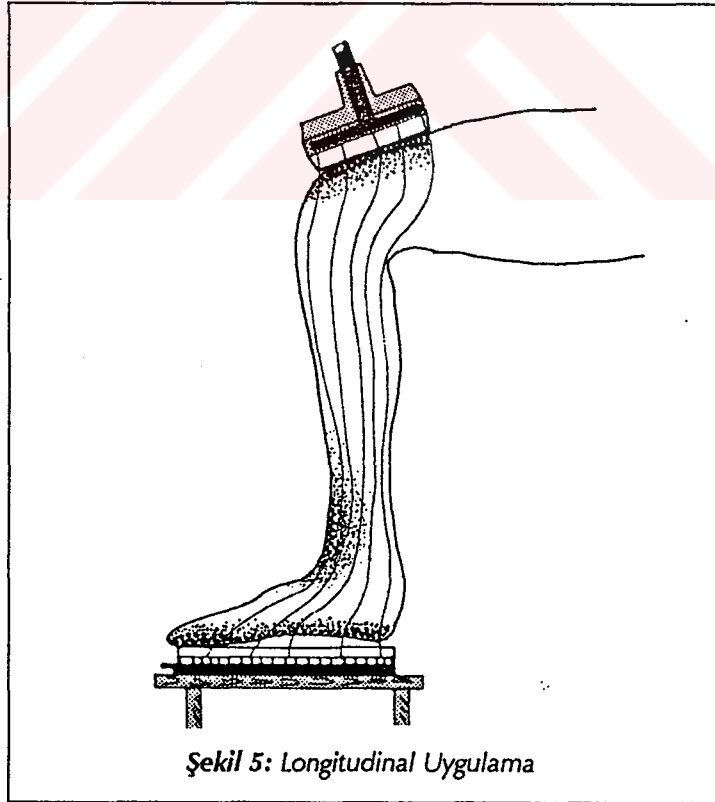
Şekil 4: Transvers Uygulama

dielektrik sabitelerine, spesifik dirençlerine (empedans) ve elektrodların pozisyonuna göre değişir (186):

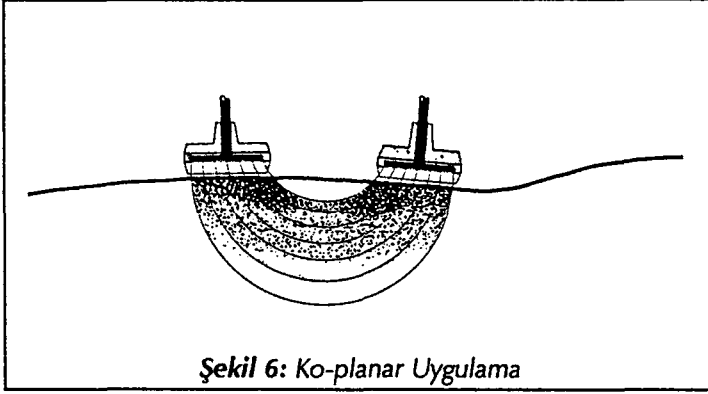
Yüksek sıvı içeriği olan kan, kas ve organlar gibi düşük empedanslı dokuların dielektrik sabitesi, yağ, kemik ve fibröz doku gibi yüksek empedanslı dokuların dielek-

trik sabitesine göre çok daha yüksek düzeydedir(60, 183).

Transvers uygulamada (Şekil 4), dokular elektrik alanına göre transvers uzanırlar, elektriksel ifadeyle, "seri" bağlanmışlardır. Bu nedenle akım yoğunluğu tüm dokularda aynıdır ve ısınma, en yüksek empedansa sahip dokularda daha fazla olur. Buna göre, deri altı yağ dokusu, kasa göre daha fazla ısınır.



Şekil 5: Longitudinal Uygulama



Şekil 6: Ko-planar Uygulama

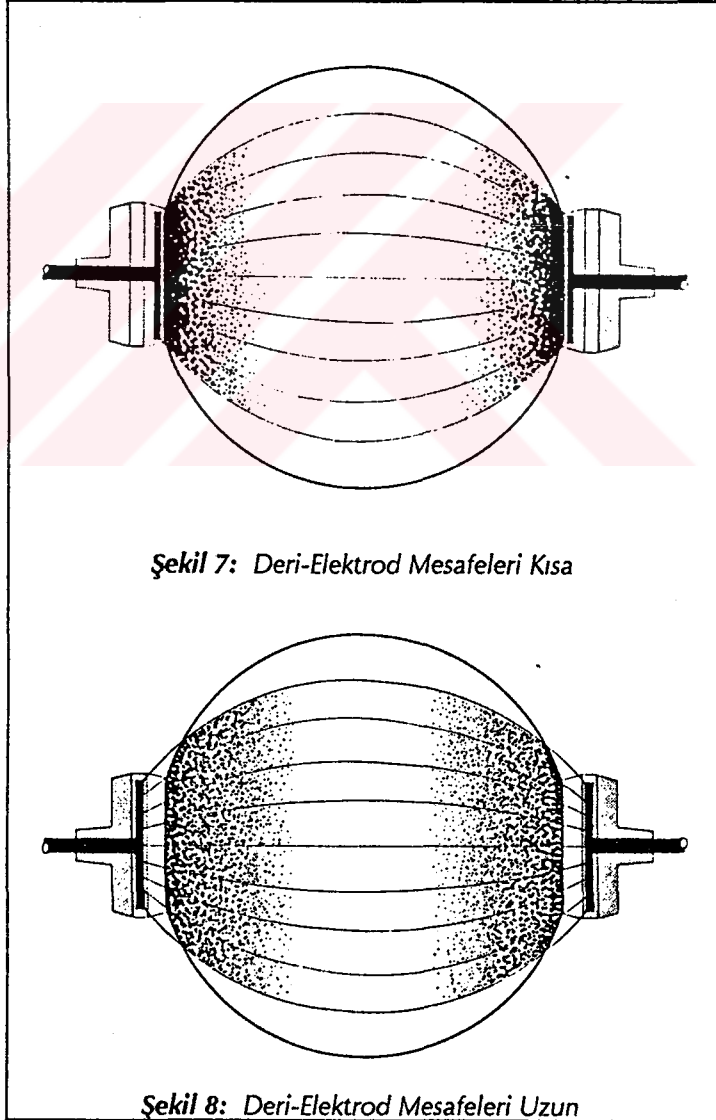
### Longitudinal

uygulamada ise(şekil 5), dokular elektrik alanına paraleldir, elektriksel ifadeyle "paralel" bağlanmışlardır. Tüm dokulardan geçen voltaj aynıdır ve akım

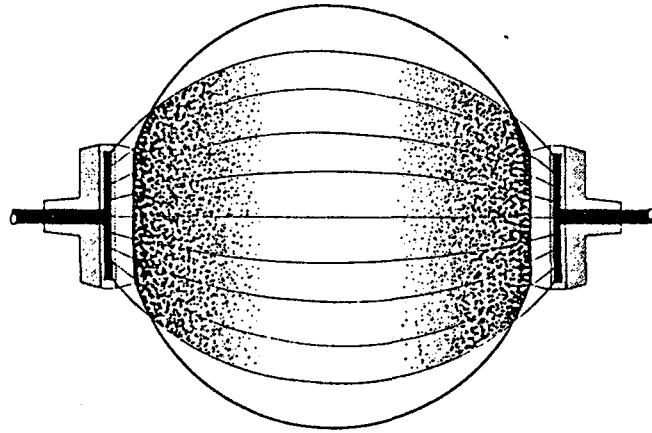
yoğunluğu ve ısınma, en düşük empedanslı dokularda en yüksek değerine ulaşır. Buna göre, kas dokusu, yağ dokusuna göre daha fazla ısınır.

Ko-planar uygulamada ise(şekil 6), elektrodlar tedavi edilecek kısmın aynı yüzünde yer alırlar, kuvvet çizgileri düşük empedanslı dokulardan geçmeye eğilimli olduklarından ve tüm doku tabakalarında transvers akım olmayacağından, derin dokularda enerji absorpsiyonu düşüktür ve elde edilen ısınma daha çok yüzeysel niteliktedir.

Kuvvet çizgileri, kondansatörün plakaları arasında yayılma uğrarlar ve en çok elektrodların yakınında yoğunurlar. Bu nedenle deri ile elektrod arasındaki mesafe de önemlidir. Bu mesafenin kısa olması durumunda(şekil 7,8), en yüksek alan yoğunluğu yüzeysel yapılarda oluşur. Daha büyük

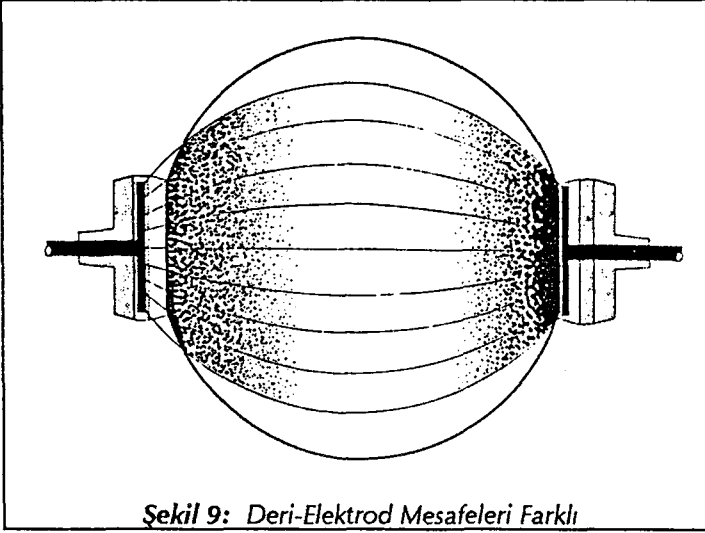


Şekil 7: Deri-Elektrod Mesafeleri Kısa



Şekil 8: Deri-Elektrod Mesafeleri Uzun

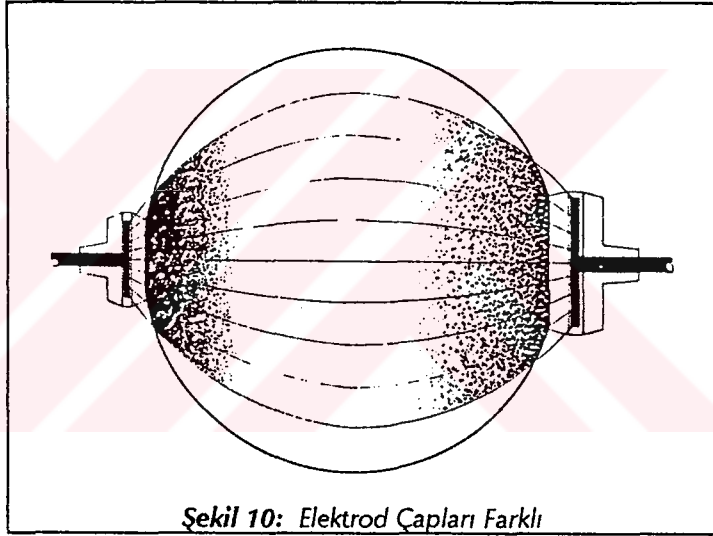
mesafelerde ise, yüzeysel ve derin dokular arasında daha az bir yoğunluk farklılığı



Şekil 9: Deri-Elektrod Mesafeleri Farklı

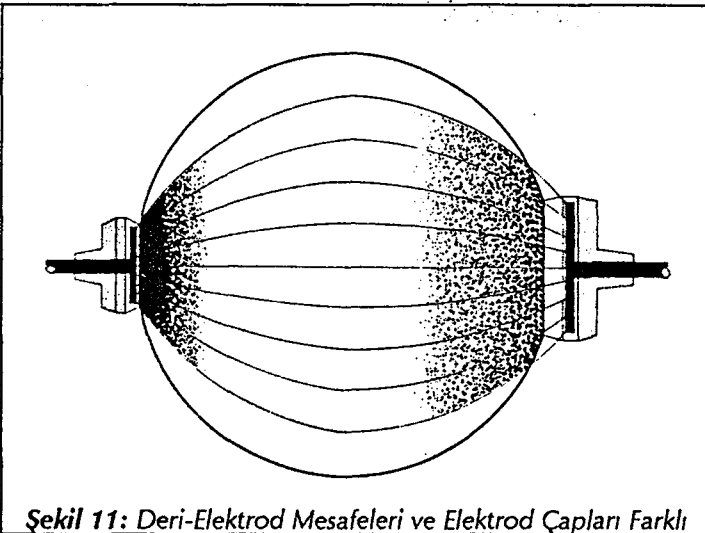
ortaya çıkar ve rölatif olarak daha derin dokular etkilenebilir. Aynı büyüklükte elektrodlar, iki tarafta farklı mesafelerde yerleştirilirse(şekil 9), kısa mesafenin olduğu tarafta, daha yüzeysel etki elde edilecektir.

Elektrodların büyüklüğü de önemli bir faktördür. Aynı deri-elektrod mesafesinde, farklı çaplarda elektrod uygulandığında (şekil 10), küçük elektrod tarafında daha yüzeysel dokularda yoğunlaşma olur.



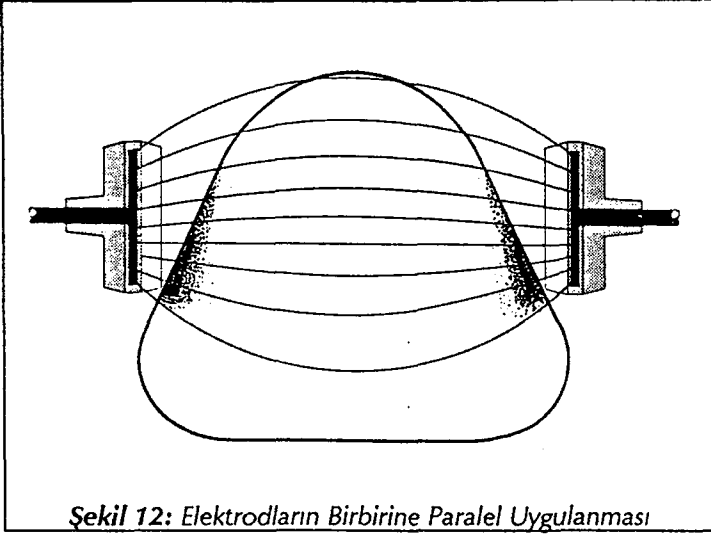
Şekil 10: Elektrod Çapları Farklı

Bu tarafta mesafe de kısaltılırsa, daha da yüzeysel dokularda yoğunlaşma elde edilir (şekil 11).



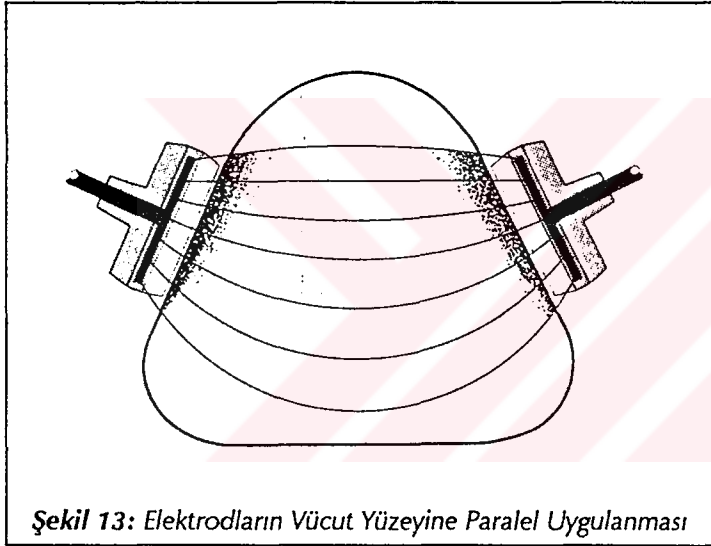
Şekil 11: Deri-Elektrod Mesafeleri ve Elektrod Çapları Farklı

Longitudinal uygulamada deri-elektrod mesafesi çok kısa olursa, yağ dokusunda rölatif olarak daha fazla yoğunlaşma olur.



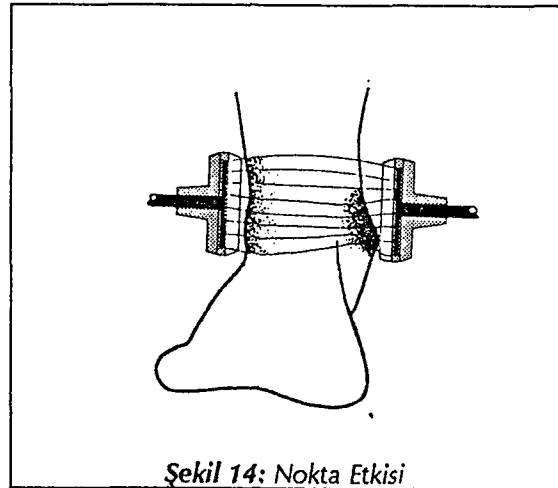
Koplanar uygulamada ise, çok yüzeyel etki istenmiyorsa, daha büyük elektrod-deri mesafesi ve daha küçük elektrodlar arası mesafe uygulanır.

Koni şeklindeki vücut kısımlarına yapılan uygulamalarda ise, elektrodların birbirine paralel uygulanması durumunda, kuvvet çizgileri elektrodların deriye en yakın olduğu alanda yoğunlaşır(şekil 12).



Eğer elektrodlar vücut yüzeyine paralel yerleştirilirse, elektrodların birbirine en yakın olduğu alanda en yüksek konsantrasyon sağlanır(şekil 13).

Düzensiz bir yüzeye uygulandığında ise, en büyük enerji konsantrasyonu, elektroda en yakın noktada elde edilir(nokta etkisi)(şekil 14).



## İNDÜKSİYON YÖNTEMİ(60, 183, 186)

Bu yöntemde ise tedavi edilen vücut kısmı, bir bobinden geçirilen yüksek frekanslı alternatif akımın yarattığı alternatif manyetik alan içindedir. Fizik kurallarına göre elektrik alanı yoluyla manyetik alan meydana getirilebileceği gibi, manyetik alan da elektrik alanı oluşturur. İletken bir bobin içine bir manyetik çubuk sokulursa, çubuğun hareketiyle iletken, manyetik çubuğu çevreleyen manyetik kuvvet çizgileri tarafından elektrik akımı oluşur. Başka bir deyişle, bir demir çubuğun etrafına bakır bir tel sarılır ve telden akım geçirilirse, çubuk mıknatıs özelliğini alır Bobinden değişken bir alternatif akım geçirildiğinde, bu akım, manyetik alanın yoğunlaşp azalması, ardından ters yönde yoğunlaşp azalmasına yol açar. Akımın bu yükselme ve düşüşü, manyetik kuvvet çizgilerinin hareketini oluşturur. Değişken manyetik alan içinde bulunan dokulardan geçen manyetik kuvvet çizgileri, "eddy akımları" olarak adlandırılan dairevi girdap akımları oluşturur. Bu akımlar, manyetik kuvvet çizgilerine 90° dik olup, Joule yasasına göre ısıtıcı etkiye yol açarlar. Bu metodla elde edilen ısı dokuların iletkenlik özelliklerine göre değişir. Sıvı ve iyon içeriği fazla olan kas ve iç organlar gibi dokulardaki ısınma, kötü iletken olan subkutan yağ dokusuna göre daha fazladır. Manyetik geçirgenlik katsayısı ise, tüm dokularda hemen hemen aynıdır. Bu nedenle manyetik enerji tüm dokulara aynı derecede geçer.

### Elektrodların uygulaması

Bu tedavi yönteminde, kuvvet çizgilerinin dokulardan geçişine göre iki farklı metod kullanılabilir;

1-Tedavi edilen vücut kısmı, bobinin dışındadır (Monod yöntemi)

2-Tedavi edilen vücut kısmı, bobinin kıvrımları arasındadır (Kablo yöntemi)

## **Monod yöntemi**

Bu tedavi yönteminde monod elektrod, sert bir destek içine yerleştirilmiş helezon şeklinde bir bobinden oluşur. Helezona paralel bağlanmış bir kondansatör vardır. Kısa dalga cihazından gelen yüksek frekanslı akım, bu kondansatör ve bobinden geçer, oluşan elektromanyetik enerji hava yoluyla tedavi edilecek alana ulaşır(189). Dokuların üst tabakaları bobine daha yakın olduklarından, yüzeysel tabakalardaki enerji konsantrasyonu derin dokulara göre daha fazladır. Değişik dokulardaki enerji dağılımı, yağ dokusu ile kas dokusu arasındaki iletkenlik farkı ile tahmin edilemez. Yöntemin elektrik alanı komponenti de olduğundan, yağ dokusunda termal yüklenme meydana gelir. Kas ve yağ dokusundaki ısı artışı, yaklaşık 1:1 oranındadır. Kas dokusunda verilen enerji yoğunluğu değerinin yarısına inmesi için gereken kalınlık, yaklaşık 2cm.'dir, ve 3cm'lik yağ dokusu kalınlığı varlığında bile kas dokusu ısıtılabilir. Bazı monod elektrodalarda (Circuplode, Enraf-Nonius), bobinin önüne bir faradik ekran yerleştirilerek, elektrik alanının geçişi durdurulur ve yalnız manyetik alanın geçişi sağlanır. Böylece yağ dokusu üzerindeki termal yüklenme minimale indirilmeye çalışılır.

## **Kablo Yöntemi**

Bu yöntemde ise bir indüksiyon kablosu, tedavi edilecek alanın etrafına sarılır. Bobinin içindeki manyetik alan çizgileri, bobin eksenine ve vücut dokularına paraleldir. Küçük eddy akımları, dokunun tüm tabakalarına ulaşır. Burada da akım, en iletken dokularda en fazladır. Kablonun kıvrımları arasında, birbirlerine en yakın oldukları yerde en güçlü olan bir elektrik alanı oluşur. Kıvrımlar arasındaki mesafe arttıkça, kıvrımların total sayısı ve manyetik alanın gücü azalır. Bu nedenle mesafe yaklaşık 15cm. olmalıdır.

Kabloyla deri arasındaki potansiyel farkı da elektrik alanının oluşmasına neden olur. Bu nedenle kablo yöntemiyle oluşan elektrik alan komponenti, monod yöntemine göre büyüktür. Isınma daha çok iletkenliği yüksek dokularda olur, böylece subkutan yağ dokusunun aşırı ısınması önlenir.



*Kısa Dalga uygulaması ile ilgili bu genel bilgilerden anlaşıldığı gibi, terapötik etkinlik dokulardaki derin ısıtıcı etki ile sağlanmaktadır ve birçok klinik durumda kullanılması, bu amaca yöneliktir. Yani kısa dalga, bir diatermi ajanı olarak kabul edilmektedir.*

***Kısa dalga tedavisinin devamlı uygulamasıyla kesikli uygulaması arasındaki primer farklılık***, enerjinin dokulara verilmiş biçimidir. Bu farklılık, klinik kullanımı etkileyen önemli bir faktördür. Kesikli uygulama, bir diatermi yöntemi değildir. Devamlı uygulama ile aynı frekanstaki elektromanyetik enerji, yine aynı tip aplikatörlerle kısa bir sürede verilip ("on" period), takip eden daha uzun süreli intervalde ("off" period), oluşan herhangi bir ısı sirkulasyonla uzaklaştırılır. Bu nedenle dokularda ısıtıcı etkisi çok azdır veya hiç yoktur. Bu teknik, istenmeyen doku ısı artışı riski olmaksızın, daha yüksek çıkış gücü kullanılmasına imkan sağlar(71, 86, 146, 156).

## KESİKLİ KISA DALGA PARAMETRELERİ

Günümüzde piyasada bulunan çoğu kısa dalga cihazı, hem kesikli, hem devamlı çıkış verirken, bazıları yalnız kesikli uygulamaya yönelik üretilmişlerdir(141).

Kesikli kısa dalga tedavisinin etkili bir şekilde uygulanabilmesi için, uygulamanın parametrelerinin iyi bilinmesi zorunludur. Pulsasyon frekansı, genişliği, ortalama ve maksimum çıkış gücü gibi parametreler, cihazdan cihaza değişkenlik gösterdiklerinden, bu parametrelerle ilgili genel bilgilerin, piyasada bulunan başlıca kısa dalga cihazlarının özelliklerini özetleyen tablo 1 ile birlikte değerlendirilmesi yararlı olacaktır.

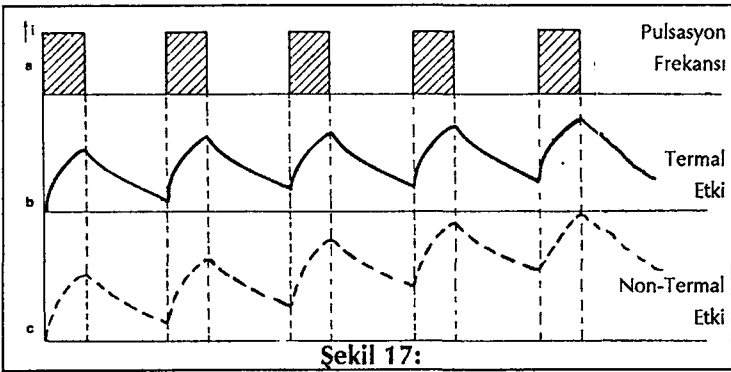
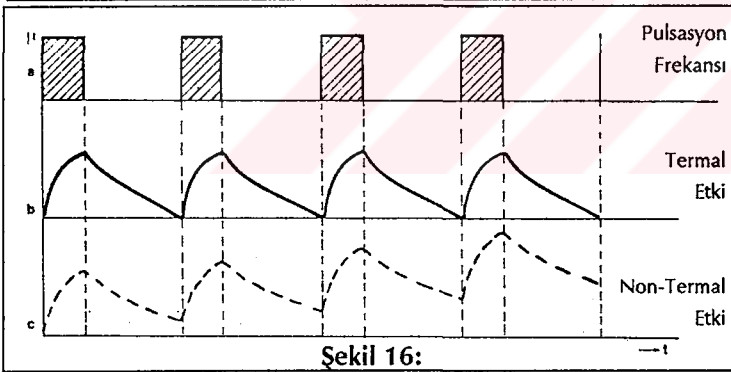
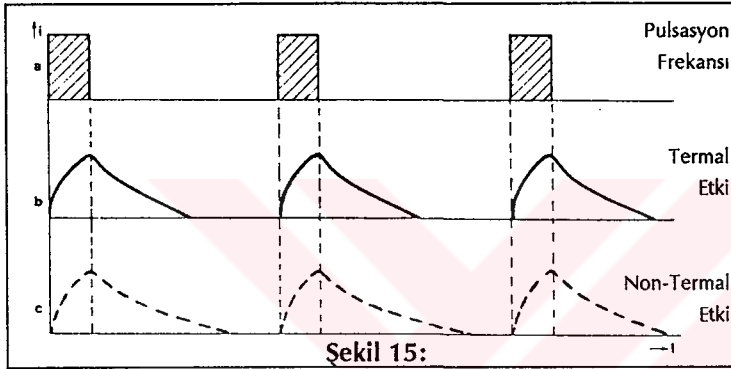
ÜRETİCİ FİRMA	MODEL	UYGULAMA	PULSE UZUNLUĞU ( $\mu$ sn)	PULSE FREKANSI	MAKSİMUM ÇIKIŞ GÜCÜ (W)
EMS (Greenhom Ltd)	Megapulse	Kesikli	20,40,65,100, 200,400	100,200,400, 600,800	125
Enraf-Nonius Delft	Curapulse 419	Kesikli/Sürekli	400	15-200 (10 basamak)	1000
Siemens Ltd.	Ultratherm 808i	Kesikli/Sürekli	400	20-180	900
Diapulse	Diapulse DS104A	Kesikli	65	80,160,300, 400,500,600	975
Fel Apparatus (British)	Therafeld Beta	Kesikli/Sürekli	65	10,20,80,160, 320,640	15

**Tablo 1:** Piyasada Bulunan Başlıca Kısa Dalga Cihazlarının Parametre Özellikleri

## 1-Pulsasyon frekansı

Saniyedeki pulsasyon sayısıdır. Değişik cihazlarda, 15 ile 800 arasında değişen frekanslar uygulanabilmektedir. Değişik pulsasyon frekanslarının dokulardaki etkileri, "summasyon"(birikim) teorisi ile açıklanmaya çalışılmıştır(186).

Bu teoriye göre; düşük pulsasyon frekansında pulsasyonlar arasındaki zaman intervali uzundur, oluşan ısı bu dinlenme periodunda dolaşım ile uzaklaştırılır, bu nedenle bir sonraki pulsasyondan önce termal ve nontermal etkiler sıfırlanır, böylece dokuda ısı artışı olmaz (normal frekans)(şekil 15).



dokularda ısıtıcı etki ortaya çıkar (maksimal frekans)(şekil 17).

Pulsasyon frekansı arttığında ve interval kısaldığında, aynı mekanizmayla termal etkiler sıfırlanır, ancak nontermal etkiler sıfırlanmaz. Bu nedenle bir sonraki pulsasyon geldiğinde bir miktar rezidüel nontermal etki vardır, bir sonraki pulsasyonun etkisine eklenir ve artarak devam eder. Ancak dokularda ısı oluşmaz (submaksimal frekans) (şekil 16).

Pulsasyon frekansı daha çok arttığında ise, nontermal etkiler yanında termal etkiler de birikir ve

Kesikli kısa dalga tedavisinde ideal olan, termal etki ortaya çıkarmaksızın en yüksek nontermal etki sağlamak olduğundan, bu amaca yönelik en uygun frekans, submaksimal uygulamada elde edilir(186).

## **2-Pulsasyon genişliği**

Verilen pulsasyonların süresidir ve mikrosaniye ile ifade edilir. Bazı cihazlar, değişik uzunluklarda pulsasyonlar verirken, bazıları yalnız bir pulsasyon genişliğinde çalışırlar (Tablo 1).

## **3-Maksimum ve Ortalama Çıkış Gücü**

Kısa dalga cihazlarının, maksimum çıkış güçleri de farklılıklar gösterir. Sürekli uygulamada, dokulara "watt" cinsinden maksimum çıkış gücü (maximal power output) uygulanırken, kesikli uygulamada, dokularda oluşan ısının ölçüsü olarak uygulanan pulsasyon frekansı ve genişliğine göre, ortalama çıkış gücü (mean power output) önem kazanır. Bu, değişik pulsasyon frekansları ve genişliklerinin uygulanmasıyla, ve bazı cihazlarda bulunan 1'den 10'a kadar numaralanmış intensite düğmesi ile ayarlanır.

Ortalama çıkış gücü, basitçe şöyle hesaplanabilir: Örn:pulse genişliği 400 mikrosaniye yani 0.4msn olan Curapulse cihazında, pulse frekansı 20 ise, toplam siklus süresi (pulse+interval); 1000: 20= 50msn'dir. Akımın verildiği pulse süresi siklus süresinin %0.8'idir. Başka bir deyişle, pulse:interval oranı; 1:124 dür. İntensite 8'de alınır, ortalama çıkış gücü, maksimum çıkış gücü olan 1000Watt'ın %0.8'i, ya da 1:125'i, yani 8 Watt. olarak hesaplanır(86).

Kesikli uygulamada, yüksek intensitede, uzun pulsasyon süresi ve frekansı kullanıldığında, ısıtıcı etki ortaya çıkabilir. Bu, özellikle dolaşım yetmezliği olan dokularda önemlidir(71, 86).

Belli klinik durumların tedavisinde hangi dozajla maksimum etkinliğin sağlanacağı konusu tartışmalıdır. Bir grup araştırmacı, kısa pulsasyonlarla düşük dozun daha etkili olduğuna inanırken, diğer bir grup ise, yalnız maksimum çıkış gücünü kullanmaktadır. Bununla birlikte geniş klinik tecrübelerle dayanarak, genel

prensip olarak akut durumlarda düşük pulsasyon frekanslarının (Curapulse için <82Hz, Diapulse için 100-200Hz), kronik durumlarda ise daha yüksek frekansların (Curapulse için 82Hz<, Diapulse için 300-400Hz) seçilmesinin daha uygun olduğu, ve tedavinin başlangıcından sonra 5 gün içinde tedaviye cevap yoksa, başka tedavi yöntemlerinin denenmesi önerilmektedir. Tedavi süresi ise, akut durumlarda 15', kronik durumlarda ise 20-30' olarak uygulanabilmekte, tedavinin ilerleyen günlerinde frekans progresif olarak arttırılabilmektedir(86, 186).

Tedavi sırasında dikkat edilecek noktalar(186):

1-Enerjinin naylon, deri ve nemli giyeceklerde yoğunlaşmasını önlemek için, tedavi edilen bölge çıplak olmalıdır.

2-Tedavide kan dolaşımı önemli olduğundan, sıkı kemer, sıvanmış pantolon gibi dolaşımı engelleyecek durumlardan kaçınılmalıdır.

3-Cilt terli ve ıslak olmamalıdır.

4-Hasta üzerindeki metal nesnelere çıkarılmalıdır.

5-Uygulama sırasında hasta hareketsiz olmalıdır.

## **KESİKLİ KISA DALGA'NIN DOKULAR ÜZERİNDEKİ FİZYOLOJİK VE TERAPÖTİK ETKİLERİ**

Kesikli kısa dalga tedavisinin, ısıtıcı etki sonucu ortaya çıkmayan ve konvansiyonel kısa dalga tedavisiyle elde edilemeyen fizyolojik etkilerinin varlığı konusunda araştırmalar yapılmakta, terapötik etkisinin ısıtıcı etkiden çok, elektrik ve manyetik alanın birbirleriyle ve biyolojik dokularla etkileşimine bağlı olduğu üzerinde durulmaktadır(58, 60, 86). Bazı araştırmacılar kesikli kullanımda, sürekli kullanıma göre dokulara verilen çok daha küçük miktardaki enerjinin, çok daha iyi terapötik cevaplar doğuracağını iddia etmektedirler (193).

Kesikli kısa dalga, başka bir deyişle kesikli elektromanyetik enerjinin dokular üzerindeki fizyolojik etkilerinin mekanizmaları tam olarak açıklanamamış olmakla

birlikte, ısıtıcı etkiyle açıklanmayan non-termal etkileri konusunda ortaya atılan başlıca teoriler ve literatürdeki başlıca klinik kullanım alanları, şöyle özetlenebilir:

### **1- Anti-inflamatuar etki:**

Hücre membranlarında iyonların dağılımını, böylece istirahat membran potansiyelini ve inflamasyon esnasında aktif olan metabolik süreçleri düzenler(71). Bu konuyla ilgili olarak Hayne, bir hipotez öne sürmüştür(86). Bu hipoteze göre; İnflamatuar bir sürecin karakteristiği, hücre membranındaki iyon dağılımındaki değişim, ve bunun sonucunda membran istirahat potansiyelindeki düşüştür. Hücrenin iki tarafındaki iyon dağılımındaki dengesizlik, hidrojen iyonları ile başlatılır. Bu, lokal osmotik basınçta ve membran permeabilitesinde değişikliğe ve potasyum iyonlarının interstisyel aralığa kaçışına ve su çekerek ödem oluşumuna neden olur. İşte manyetik alan, membrandan iyon geçişini etkileyerek,  $Na^+$  ve  $K^+$  dengesini korur ve normal membran potansiyelini sağlar. İnflamatuar durumlarda,  $Na^+$  pompasının aktivitesi azalır,  $Na^+$  hücre içinde kaldığından, hücre negativitesinde azalma ile sonuçlanır. Manyetik alan etkisiyle,  $Na^+$  pompası yeniden aktive edilir ve iyon dengesi korunur. İnflame bir dokuda, normal hücreler yanısıra, elektrik potansiyelini kaybetmiş anormal hücreler ve ölü hücreler bulunur. Anormal hücreler, elektrokimyasal değişiklik ve ekstrasellüler sıvı artışından primer sorumlu hücrelerdir. Kesikli manyetik alan, bu hücreleri etkileyerek, tedricen normale dönmelerini ve ilişkili ödemin azalmasını sağlar.

### **2-Nöronlar üzerine etkileri:**

Elektromanyetik enerjinin elektrik komponenti, sinir hücrelerinin membran potansiyellerini arttırarak depolarize olmalarına neden olabilir. Santral sinir sistemindeki asetilkolin gibi nörotransmitterler, gerçekte birer elektriksel dipoldür, ve biraraya geldiklerinde, pozitif iyonların post-sinaptik membrandan geçmesi için yeterli bir elektrik alanı oluşturabilirler, böylece eksitasyonu başlatabilir, depolarizasyona yol açabilirler. Ayrıca, sinir uçlarında ekstrasellüler uygulanan kesikli elektrik enerjisinin, aksiyon potansiyelinin azalma fazında asetilkolin salınımını inhibe ettiği gösterilerek, sinaptik aşırımı etkileyebileceği üzerinde durulmuştur. Sinaptik

aşırımda, elektrokinetik enerjinin, hücre membranında lokal deformasyona neden olmasının da etkili olabileceği belirtilmektedir (58).

### **3-Yara iyileşmesini hızlandırıcı etki:**

Kesikli elektromanyetik enerjinin, yara iyileşmesini hızlandırdığı çeşitli deneysel ve klinik çalışmalarda gösterilmiştir. Deri greftlerinde (58), cerrahi insizyonlarda (25) iyileşmeyi hızlandırdığı, ayak cerrahisini takiben hastanede kalış süresini ve analjezik ihtiyacını azalttığı (165, 166) gösterilmiştir. Bu etkiler, yara bölgesinde lökosit, histiosit ve fibroblastların sayısında artma, ödem sıvısı ve hematoma absorpsiyonunda, yeni kapillerlerin oluşmasında, fibrin oluşumu ve kollajen depozisyonunda hızlanma ile açıklanmıştır(24, 25, 58, 86, 166).

### **4-Kan dolaşımını arttırıcı etki:**

Kesikli elektromanyetik enerjinin, periferik dolaşım üzerine direk etkili olduğu belirtilmektedir. Deneysel bir çalışmada, kasa 40Watt'lık ortalama çıkış gücü uygulandığında, belirgin ısı artışı olmaksızın kan akımında %308 artış bulunmuştur(93). Yine normal ve kludukasyolu kişilerde, 16Watt'lık ortalama çıkış gücünün epigastrik bölgeye uygulaması, rektal ısıda yükselme olmaksızın, alt ekstremitelerde kan akımında artışa yol açmış, bu etkinin periferik vasküler hastalıklarda kullanılabileceği belirtilmiştir(Erdmann-1960).

### **5- Osteogenezi stimüle edici etki:**

Kesikli kısa dalga tedavisinin, kemik fraktürlerinin iyileşmesini hızlandırdığı gösterilmiştir(11).

### **6-Periferik ve santral sinir sistemi rejenerasyonu üzerine etkisi:**

Kesikli elektromanyetik enerjinin, periferik ve santral sinir sistemi tamir ve rejenerasyonunu hızlandırdığı, deneysel araştırmalarla ispatlanmıştır (58, 86, 158, 159, 193, 194).



## **7-Hematom rezolusyonu**

Tavşan kulağında oluşturulan deneysel hematomda, kesikli uygulama ile, 6. günden itibaren hematom rezolusyonunda ve çapının küçülmesinde belirgin hızlanma bulunmuştur (56).

## **8-Yumuşak Doku Lezyonları**

Kesikli kısa dalga tedavisinin, ayak bileği akut lateral ligament sprainlerinde (148, 196) ve el bileği sprainlerinde (8), ağrı, şişlik ve sakatlık derecesinde belirgin düzelmeye yol açtığı, ve sürekli uygulamaya göre düzelleme oranının daha yüksek olduğu (195) gösterilmekle birlikte, başarısız sonuçların alındığı çalışmalar da vardır (10). Tavşanlarda oluşturulan deneysel kas yaralanmasında, 16 günlük tedavi sonrası yapılan mikroskopik incelemede, tedavi grubunda kontrollere göre daha hızlı iyileşme oranı bulunmuştur (20).

## **9-Bel Ağrıları**

Kronik bel ağrısı olan hastalarda, kesikli uygulamanın sürekli uygulamaya göre ağrıda belirgin azalma sağladığı (189), ayrıca laminektomi sonrası ağrı ve şişliğin giderilmesinde yararlı olduğu (167) belirtilmektedir.

## **KESİKLİ KISA DALGA KONTRENDİKASYONLARI**

Kesikli uygulamanın termal hasara yol açmaması nedeniyle, özellikle düşük dozlar kullanıldığında, sürekli uygulamada görülen komplikasyonların görülmediği ve güvenle kullanılabileceği belirtilmektedir. Bununla birlikte, kısa dalga radyasyonunun, tümör hücrelerinde mitotik aktiviteyi arttırabileceği tehlikesiyle malign tümörlerde, ritm bozukluklarına yol açabilmesi nedeniyle pacemaker kullananlarda, ve embriyonik dokuya ve plasenta kan dolaşımına zarar vermesi nedeniyle gebe kadınlarda kullanılmaması önerilmektedir. Metal implantı olanlarda, dokuda ısı artışına yol açmaması nedeniyle kullanılabileceği belirtilmektedir(60, 186).

## ULTRASON TEDAVİSİ

Ultrasonik enerji, bir mekanik enerji şeklidir. Ultrasonik dalgalar, duyulabilir frekans sınırı olan 16kHz den daha büyük frekanstaki ses dalgalarıdır(83).

Terapötik US makinesi, yüksek frekanslı alternatif akım üreten bir jeneratörden oluşur. 110V, 60Hz'lik alternatif akım, 500V luk daha yüksek voltajlara dönüştürülür. Bu yüksek voltaj, frekansın yükseltilmesinde kullanılır. Yüksek frekanslı elektrik akımı, bir transducer(güç çevirici) ile, elektrik akımı ile aynı frekansta mekanik, yani akustik vibrasyonlara dönüştürülür(108). Transducer, iki elektrod arasına konmuş bir piezoelektrik kristalden oluşur, ve tedavi başlığının metal ön yüzüne yapışıktır(60). En yaygın kullanılan piezoelektrik kristal, quartzdır. Değişken potansiyel kristale uygulandığında kristal, uygulanan voltajın polaritesine göre genişler ve kontrakte olur. Kristalin şeklindeki herhangi bir değişiklik, metal ön yüzün hareketine neden olur(60). Transducer yüzeyi öne doğru hareket ettiğinde, ultrasonun uygulandığı alan sıkışır, geriye hareket ettiğinde ise gevşer(83).

Ultrasonik enerji, bir ortam içindeki iki nokta arasında, dalga hareketi yoluyla transfer edilebilir. Medikal uygulamada, ultrasonik enerjinin en önemli yayılımı, longitudinal dalgalar (boyuna-basınç dalgaları) yoluyla olur. Bu dalga, hem katı hem sıvı ortamlarda yayılabilir. Diğer yayılım şekli ise, transvers dalgalar (enine-kesme dalgaları) yoluyla ve yalnız kemik gibi solid ortamlarda önem taşırlar(83).

Ultrasonik dalgaların yayıldığı ortamın partiküllerden oluştuğu düşünülürse, ultrasonik dalganın ortam içinden geçişi, partiküllerin osilasyonuna neden olur. Ultrasonik alanda partiküllerin hareketi sonucu, partikül yoğunluğunun arttığı kompresyon (sıkışma) alanları ve partikül dansitesinin azaldığı rarefaksiyon (gevşeme) alanları birarada bulunur. Bu partiküllerin sıkışıp gevşemesi, basınç dalgasının oluşumuna yol açar(83).

## TERAPÖTİK ULTRASONUN BİYOLOJİK DOKULAR ÜZERİNDEKİ FİZYOLOJİK ETKİLERİ

US dalgalarının canlı organizmalar üzerinde etkili olduğu, ilk olarak 1916 yılında, Chilowsky ve Langevin'in, ultrasonik sinyallerin deniz altındaki engelleri saptama yeteneğini araştırırken, ultrasonik alana giren balıkların öldüğünü görmeleriyle tesadüfen farkedilmiştir. 1927'de Wood ve Loomis adlı araştırmacıların giriştikleri, ultrasonun canlı dokulara etkileriyle ilgili ilk çalışmalar, , ultrasonun küçük kurbağa ve balıklarda ölüme, bitki ve protozoan hücrelerinde ayrışmalara, eritrositlerde hemolize yol açtığını göstermiştir(44).

Ancak konuyla ilgili çalışmalar bununla kalmamış ve giderek US dalgalarının tek özelliğinin destrüksiyon olmadığı, uygun frekans, intensite ve sürelerde uygulandığında yararlı sonuçlar elde edilebileceği gözlenmiştir.

Yapılan çalışmalar ışığında, ultrasonun dokular üzerindeki fizyolojik etkileri, başlıca termal ve nontermal etkiler olmak üzere iki grup altında toplanmıştır.

### Termal Etkiler

US dalgaları, dokularda yayıldıkça, kademeli olarak absorbe edilir ve o noktada ısıya dönüşürler. Protein içeriği fazla, absorpsiyon katsayısı yüksek olan dokular, selektif ısı artışı gösterirler. Bu nedenle sinir, tendon ve kemik dokuları, diğer dokulara göre daha fazla ısınır. US enerjisini en az yağ, en çok da kemik dokusu absorbe etmektedir. Ayrıca, farklı akustik impedansa sahip dokuların kesişme yüzeylerinde, ultrasonik dalgaların yansımaları, dağılması ve transvers dalgaların oluşması nedeniyle selektif absorpsiyon vardır ve bu noktalarda ısı artışı yoğunlaşır. Bu, özellikle kemikle periost arasındaki kesişme yerinde belirgindir ve o noktada aşırı ısınmaya yol açarak periostal ağrı ve yanıklar oluşabilir(60, 83, 87, 96, 108, 183).

Çoğu araştırmacı tarafından, ultrasonun uygulandığı dokularda kan akımında artma, doku metabolizmasında hızlanma, biyolojik membranların permeabilitesinde ve membran potansiyellerinde artma, kollagen doku esnekliğinde artma, sinir

iletiminde değişiklikler gibi etkilerin, dokulardaki ısı artışına bağlı olduğu öne sürülmüştür(87, 108, 109, 110).

## **Non-Termal Etkiler**

### **1- Siklik Etki**

Ultrasonun primer etkisi, dokularda basınç dalgalarının yarattığı osilasyon hareketleridir. Bu hareketler, kitle hareketleri şeklindedir. Buna, siklik etki adı verilir. Ancak bu hareketlerin bağ formasyonu ve diffüzyon oranı üzerindeki etkileri muhtemelen çok azdır(43, 44).

### **2- Akustik Akım**

Ultrasona maruz kalan dokular komprese edilebilir özellikte olduklarından, tedavi başlığının vibrasyonu, hareketli doku elemanlarının hem hücre içi, hem hücre dışında tek yönlü, sabit bir akımına neden olur. Buna, akustik akım adı verilir ve hücre ve organellerin yüzey membranlarında en belirgindir(42, 43, 44). Bu akım, sellüler membranlardaki ve diğer biyolojik membranlardaki diffüzyon oranını ve membran permeabilitesini artırır , kimyasal reaksiyonları hızlandırır (42, 43, 44, 96, 108). Ayrıca bu akımın etkisiyle, enzimatik aktivitelerde önemli olan hidrojen bağları gibi zayıf sekonder moleküler bağlar gevşer, bozulur. Kovalan bağlar etkilenmemekle beraber, bazı durumlarda, özellikle membranlardaki ve DNA-kollagen gibi makromoleküllerdeki kovalan bağlar bozulabilir(43).

### **3-Kavitasyon**

US'un bir diğer nontermal etkisidir. Bu, ultrasonik alanda gevşeme (rarefaksiyon) ve bunu izleyen kompresyon (sıkışma) fazlarında, erimiş gazla dolu boşluk veya baloncukların oluşmasını, gelişmesini ve pulsasyonunu içerir. 2 tip kavitasyon vardır:

1-Stabil kavitasyon: Bir çok siklusta boşluklar sabit kalır.

2-Geçici kavitasyon: Gazla dolu boşluklar aniden ortaya çıkıp, ultrasonik alanın basıncıyla kollabe olurlar.

Stabil kavitasyonda baloncuklar titreşir ve akustik akım bunların etrafında gelişir.

Geçici kavitasyonda ise kollaps fazı, büyük ama lokal ısı artışı ve hücre ve dokuların ileri hasarıyla birlikte. Lezyonlar, geçici kavitasyona bağlıdır ve doku kesitlerinde kollaps alanlarında belirgin peteşiyel hemoroji ve boş alanlar olarak görülür(42).

Kavitasyon etkisinin ortaya çıkabilmesi için gereken doz, hayvan deneylerinde sabit teknikle 1-2 W/cm<sup>2</sup>, hareketli teknikle ise 4 W/cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur(48). Kavitasyon etkisi dış basınca duyarlıdır ve bu intensitelerde kavitasyon, muhtemelen dokulardaki hücre sayısının ve doku sıvısının viskozitesinin yüksekliği ile önlenmektedir. Terapötik düzeylerde kavitasyon etkisi görülmemekle birlikte, düşük dozlarda daha az destrüktif olan stabil kavitasyonun gelişebileceği ve baloncukların hareketinin hücre membran fonksiyonlarını etkileyebileceği, protein sentezini stimüle edebileceği belirtilmektedir(42, 43).

Ultrasonun dokular üzerindeki bu etkilerinin hangisinin hangi durumlarda daha etkili olduğu uzun yıllardır tartışılmaktadır. US, bir çok araştırmacı tarafından bir derin ısıtıcı ajan olarak kabul edilmekle birlikte (87, 108), çoğu klinisyen US'un ısıtıcı bir modalite olmaktan çok, mekanik bir modalite olduğunu ve en önemli terapötik etkilerinin buna bağlı olarak ortaya çıktığını savunmaktadır(2, 16, 43, 44, 142).

## **TERAPÖTİK ULTRASON PARAMETRELERİ**

US tedavisine başlamadan önce, bir çok faktör gözönünde bulundurulmalıdır:

1-Ultrasonik parametreler: İntensite(yoğunluk), frekans, pulse rejimi

2-Tedavi parametreleri: Tedavi uygulama süresi, sıklığı, toplam tedavi süresi

3-Tedavi tekniği: Hasta pozisyonu, ara maddenin seçimi, uygulama metodu

#### • Ultrasonik Parametreler

##### Frekans

US parametreleri seçilirken ilk dikkat edilecek nokta, tedavi edilecek dokulara uygun miktarda ultrasonik enerjinin uygulanabilmesidir. US dalgaları bir ortamda yayılırken, derinlere doğru gidildikçe dalga yoğunluğu tedrici olarak azalır(60, 66, 83, 108, 130). US dalgalarının ara maddedeki absorpsiyonu, dokulardaki absorpsiyonu ve doku kesişme yerlerinde dağılması, bu azalmanın başlıca nedenleridir, ve başlıca US frekansına ve dokunun tipine bağlıdır. US frekansı arttıkça, dokular tarafından absorbe edilen enerji miktarı artar(143). Bu nedenle ısı artışı, yüksek frekanslı uygulamalarda en fazladır. En düşük frekanslarda ise en büyük nontermal etkilere ulaşılır. Kavitasyon etkisi de düşük frekanslarda daha çok görülür(130).

Yüzeydeki yoğunluğun yarıya indiği yumuşak doku derinliği, 3MHz. frekansında yağ için 16mm, kas için 3mm iken, 1MHz uygulamada yağ için 48mm, kas için 9mm.'dir(130). Bu nedenle düşük frekanslar derin dokuların, yüksek frekanslar ise yüzeysel dokuların tedavisinde seçilmelidir(60, 66, 108, 130, 142).

##### İntensite

İntensite, birim zamanda birim alandan geçen enerji miktarı olarak tanımlanır, birimi  $W/cm^2$  dir. Klinikte, istenilen terapötik etkiyi sağlayacak en düşük intensitenin kullanılması genel olarak kabul edilen bir görüştür. Terapötik uygulamada kullanılan US intensitesinde, Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) ve Uluslararası Elektrik Komisyonu (IEC) tarafından,  $3W/cm^2$ 'lik üst sınır belirlenmiştir. Bu sınırın getirilmesinin başlıca nedenleri, fizyoterapide daha yüksek yoğunluklara ihtiyaç olmaması ve dokulara verilebilecek zararlardan kaçınılmasıdır(87).

İntensite ile ilgili 3 parametre önemlidir.

1- Ortalama yoğunluk (Average intensity): Yanlış kullanılan bir terimdir, çünkü yoğunluğun ortalamasının zamana mı, alana göre mi olduğu belirtilmemiştir.

2- Alana göre ortalama yoğunluk (Space averaged intensity): Belli bir alan üzerindeki ortalama yoğunluktur.

3- Zamana göre ortalama yoğunluk (Time averaged intensity): Kesikli uygulamada önemlidir, 2 tipi vardır.

a- Zamana göre ortalama nokta yoğunluk (Time averaged point intensity): Belli bir sürede bir noktadaki ortalama yoğunluktur.

b- Ortalama zamanın ortalama alana oranı olarak yoğunluk (Time averaged space averaged intensity): Bir alanda, tüm tedavi süresindeki ortalama yoğunluktur. Örn  $0.5W/cm^2$  , 1:4 pulsasyonlu olarak uygulanıyorsa, 1 saniyedeki ortalama yoğunluk  $0.1W/cm^2$  olur.

### **Sürekli-Kesikli Uygulama Seçimi**

Kesikli uygulama, bir çok açıdan sürekli uygulamadan farklı bir modülasyondur. Bu uygulamada, dalgaların emisyon frekansı değişmez, ancak bunların iletiminde, her saniyedeki total sayıyı azaltan kısa duraklamalar vardır(149).

Kesikli ile sürekli uygulama arasındaki en önemli fark, termal etki yönündendir. Aralardaki duraklama dönemleri, sirkulasyonun ısıyı uzaklaştırmasına yetecek kadar uzundur. Böylece tedavi, daha küçük bir alana sabit teknikte verilebilir ve ısıtıcı etkinin gerekli olmadığı yada istenmediği durumlarda uygulanabilir (130, 149). Ayrıca bu uygulama, kavitasyona bağlı doku hasarı eşiğini yükseltir. Mikrosaniyelik pulsasyonlar, akustik akım yaratmak için yeterince uzundur. Böylece hem ısının tehlikeli etkilerinden korunulurken, hem de akustik akımın yararlı etkileri sağlanabilir(42).

Kesikli uygulamada istenen sonuca ulaşabilmek için, minimal dozda kullanıldığında tedavi edilen bölge mümkün olduğu kadar küçük olmalıdır(149).



Uygulama öncesi, uygulanacak pulsasyonların süre ve sıklığının belirlenmesi için kullanılan bazı parametreler vardır.

- Görev faktörü (Duty factor): Pulse süresinin(msn), pulse ve aralık süresi toplamına oranının % ile ifadesidir.

- Pulse:Aralık oranı (Mark:Space ratio): Pulse süresinin, aralık süresine oranıdır (42, 130).

Örn: 1:4 pulsasyonlu uygulamada, görev faktörü 0.20'dir.

*Sonuç olarak, ultrasonun aşırı ısınma, kavitasyon gibi istenmeyen doku hasarı yapabilecek etkilerinden kaçınmak için tedaviye daima, istenen etkiyi sağlayan en düşük intensite, enerjiyi lezyona ulaştırabilecek en yüksek frekans ve kesikli uygulama ile başlanmalıdır(130).*

#### • Tedavi parametreleri

US tedavisine başlanmadan önce, tedavinin uygulama sıklığı, süresi ve toplam tedavi süresi belirlenmelidir. Genelde kabul edilen görüş, akut durumlarda kısa dönemde, daha fazla sıklıkta, kronik durumlarda ise uzun dönemde, daha az sıklıkta uygulama yapılmasıdır(130, 142). Verilen tedavinin süresi ise, tedavi edilen alanın büyüklüğü ile ilgilidir(140). Ancak literatürde kullanılan uygulama rejimleri, uygulayan kişilerin tecrübelerine göre geniş farklılıklar göstermektedir.

#### • Uygulama tekniği

Ultrasonun en yaygın kullanılan uygulama tekniği, tedavi edilecek yüzey düzgün olduğunda, tedavi başlığı ile tedavi edilecek bölge arasında boşluk kalmayacak şekilde tam temas sağlanarak yapılan uygulamadır.

US dalgaları havada hızla zayıfladığı için, yalnız %0.1'i hava-doku yüzeyinden geçebilir, bu nedenle deri ile tedavi başlığı arasına bir ara madde uygulanır. Ara

madde, ultrasonik enerjiyi çok fazla absorbe etmemeli, başlığın deri yüzeyinde hareketinin sağlayacak akışkanlığa sahip olmalı ve kullanım sırasında hava kabarcıkları oluşmamalıdır. Bu amaçla en çok kullanılan ajanlar, yağlar, kremler ve jellerdir. Bunların ultrasonu etkin biçimde iletebilme yetenekleri farklıdır ve bu ajanın seçimi, dokularda ulaşılan terapötik dozajı etkiler(160). Reid ve Cummings adlı araştırmacılar, aquasonic jel, gliserol distile su, EKG jeli, likid parafin ve havanın, ultrasonik dalgalarını zayıflatma oranları üzerine yaptıkları çalışmada, aquasonic jelin US dalgalarının %72'sini geçirdiğini ve daha pahalı olduğu halde en etkili ajan olduğunu, bunu gliserolün izlediğini, suyun yalnız %59'unu, likid parafinin yalnız %19'unu geçirdiğini göstermiştir(160). Ancak Docker ve ark., tüm ajanların hemen hemen benzer akustik impedansa sahip olduğunu ve en önemli faktörün hava kabarcıkları oluşturulmaması olduğunu öne sürmüşlerdir(130).

Deriye uygulanan madde, tedavi başlığıyla deri arasındaki teması ve akışkanlığı sağlayacak miktarda olmalıdır. Ancak miktarın çok olması da, enerjinin dağılmasına ve başlığın hareketiyle hava kabarcıklarının oluşmasına neden olur. Bu hava kabarcıkları, ultrasonik vibrasyonun iletimine güçlü bir engel oluşturur ve bu noktada dokulara penetrasyon olmadığından, tedavi başlığının ani, aşırı ısınması ile sonuçlanabilir(130, 142).

Eğer tedavi edilen alan, elin küçük eklemlerinde olduğu gibi düzensiz ise, dirsek ve el bileğinde olduğu gibi kemik çıkıntıları varsa, dokunmayla çok hassassa, açık yara varsa, tedavinin gazı alınmış su içinde yapılması daha iyi sonuç verir. Su içinde US, tedavi edilen yere paralel olacak şekilde, deriden bir miktar uzaklıktan uygulanır.

Eğer tedavi edilecek alan, tam teması sağlayacak düzgünlükte değilse ve su içine daldırmaya da elverişsizse (omuz, skapula, tuberositas ischii gibi), su yastıkçığı kullanılabilir. Plastik-kauçuk materyalden yapılan yastıkçık, gazsız su ile doldurulur, her iki tarafına ve transduser yüzeyine ara madde tatbik edilerek yastıkçığın üzerinden uygulama yapılır(130, 142).

US un, iki türlü uygulama yöntemi vardır:

1-Sabit teknik (Stationary technique)

2-Hareketli teknik (Moving-stroking technique)

Sabit uygulamada, US başlığı tedavi süresince tedavi alanı üzerinde sabit olarak tutulur. Hareketli uygulamada ise başlık, birbiri içine geçen küçük daireler şeklinde veya uzunlamasına ileri geri hareket ettirilir. Sabit uygulamada tüm tedavi süresince aynı dokuda en yüksek yoğunluğa ulaşılır, dar bir alanda hızla ısı artışına yol açabilir ve amaçlanan dokunun tamamı tedavi edilemez. Ayrıca kavitasyon intensite eşiği, hareketli yöntemle göre daha düşüktür(42). Ancak tedavi edilecek alan çok küçükse, sabit teknikle istenen alan tedavi edilebilir, kesikli uygulama ve düşük intensite ile de istenmeyen ısı yükselmeleri önlenir(130, 142, 143).

## ULTRASONUN KLİNİKTE KULLANIMI

Ultrasonun tedavi alanında ilk kullanımlarından biri, 1947 yılında kemancı krampında (violin player's cramp) olmuş(103), yumuşak doku lezyonlarının giderek artması, terapötik ultrasonun modern fizyoterapinin ayrılmaz bir parçası olmasına yol açmıştır(130).

Burada, kullanılan tedavi ve US parametreleri ve araştırmacıların öne sürdüğü muhtemel etki mekanizmalarıyla birlikte, literatürde yer alan klinik uygulama alanları kısaca özetlenmeye çalışılacaktır.

### **Doku Rejenerasyonu-Yara İyileşmesi**

Ultrasonun etkinliğinin ve etki mekanizmalarının en ayrıntılı ve bilimsel şekilde araştırıldığı konu, doku iyileşmesi ve rejenerasyonu alanındadır. Belirli dozlarda uygulandığında doku rejenerasyon oranını arttırdığı, geniş çaplı hayvan deneyleriyle kanıtlanmış, doku rejenerasyonunu hızlandırmada termal etkilerin minimal olduğu, mekanik faktörlerin majör rol oynadığı öne sürülmüştür (43, 44).

Kesikli ultrasonun alt ekstremite variköz ülserlerinde başarıyla kullanıldığı kontrollü klinik çalışmada, ultrason alanı içinde oluşan akustik akımın membran difüzyon oranını ve permeabilitesini değiştirerek protein sentezini arttırabileceği, ayrıca genelde hücre ve doku destrüksiyonu ile ilgili olan kavitasyon etkisinin de terapötik dozlarda protein sentezini arttırmada etkili olabileceği, bununla birlikte, ultrasonun siklik-vibrasyonel etkilerinin mikromasaj etkisiyle ödemi azaltarak sonuçta tamiri hızlandırabileceği öne sürülerek, yine nontermal etkilerin doku tamirinde daha fazla rol oynadığı üzerinde durulmuştur(42).

Bir çok araştırmacı tarafından, ultrasonun doku iyileşmesi ve sağlıklı granülasyon dokusu oluşumunda esas olan fibroblastlar üzerindeki etkileri incelenmiş ve lizozomal permeabilitedeki artışla protein sentezini arttırdığı öne sürülmüştür(84).

Tavşanlar üzerinde yapılan bir başka deneysel çalışmada, tenotomize edilen Aşil tendonuna, 1MHz, 1W/cm<sup>2</sup> sürekli US uygulaması sonucu, tendonların tensil kuvvetinde ve enerji absorpsiyon kapasitesinde belirgin artış olduğu gösterilmiş, bu etki, US un fibroblast proliferasyonu ve protein sentezini arttırması ile açıklanmıştır(50).

Bası yaraları üzerinde yapılan klinik çalışmada, kesikli ultrason uygulaması temiz yaralarda hiçbir etki göstermezken, enfekte yaralarda iyileşmeyi hızlandırmış, ve bu etkide muhtemel mekanizma olarak, enfekte yaraların yüksek miktarda makrofaj içermesi nedeniyle stabil kavitasyon mekanizmasıyla inflamatuvar fazda makrofajlardaki lizozomlardan yara faktörlerinin salınımının artması gösterilmiştir(131).

Bu bilgiler ışığında, doku tamirinin stimülasyonunda nontermal etkilerin en önemli faktör olduğu konusunda görüş birliği olduğunu söyleyebiliriz.

## **Skar Dokusu**

Bir çok klinik ve deneysel çalışmada, kesikli ve sürekli ultrason tedavisinin epizyotomi, cerrahi, yanık gibi nedenlerle oluşan skar dokusunda ve Dupuytren kontraktüründe erken dönem vakalarda etkili olduğu gösterilmekle beraber (57, 125, 142, 149), etki mekanizması tam olarak açıklığa kavuşmamıştır.

Dyson deneysel çalışmasında, kesikli ultrason uygulanan dokuda kontrol grubuna göre daha az matür kollagen oluştuğunu görmüş, ultrasonun kollageni oluşturan moleküler birimlerin sentezini arttırmakla birlikte, bu birimlerin fibroblastlar dışında matür kollagen oluşturacak şekilde polimerizasyonu geçici olarak inhibe ettiğini öne sürmüştür, muhtemelen polimerizasyonda yer alan bağ formasyonunu bozarak kollagen liflerin depozisyonunu azalttığını ve fibröz adezyonların temizlenmesinde, yanık sonrası kollagenöz skar dokusunun yumuşatılmasındaki etkisinin, bu mekanik etkiyle açıklanabileceğini belirtmiştir(43, 44).

Lehmann ise bu etkinin, nontermal etkiden çok, derin ısıtıcı etkiyle skar dokusu esnekliğindeki artışa bağlı olduğunu öne sürmüştür(108).

## **Yumuşak Doku Lezyonları**

Ultrason, akut ve kronik yumuşak doku lezyonlarında, özellikle spor yaralanmalarında geniş kullanım alanı bulmuştur. Çoğu otör tarafından kesikli US tedavisi, kalça adduktör tendiniti, diz- ayak bileği ligament sprainleri, dirsek- el bileği tenosinovitleri (134, 149), lateral epikondilit (16), ve minör kırıklarla birlikte olan yumuşak doku lezyonlarının akut dönemlerinde (149) ağrıyı giderici, şişliği azaltıcı ve iyileşmeyi hızlandırıcı etkileri nedeniyle tavsiye edilmektedir.

US, 35 yılı aşkın süredir omuz periartritlerinin tedavisinde kullanılmaktadır. Bu alanda kullanılması kan akımını hızlandırıcı, kapiller permeabiliteyi arttırıcı, metabolizmayı hızlandırıcı, fibröz doku esnekliğini arttırıcı ve ağrı eşliğini yükseltici, nöromusküler aktiviteyi arttırarak kas relaksasyonunu sağlayıcı fizyolojik etkilerine dayandırılmış, ağrıyı azalttığı, eklem hareket açıklığını arttırdığı öne sürülmüştür(108,

109, 110, 180). Ancak egzersiz ve medikal tedaviye ek bir yarar sağlamadığını gösteren çalışmalar da vardır(38).

### **Romatizmal Hastalıklar**

Osteoartrit, Romatoid Artrit, Ankilozan Spondilit gibi kronik romatizmal hastalıklarda US, ağrıyı azaltmak, kan akımını arttırmak ve bağ dokusunu yumuşatarak kronik inflamatuvar sürecin rezolusyonuna yardımcı olmak ve daha büyük eklem hareket açıklığına ulaşmak amacıyla kullanılmaktadır(81, 130). Ayrıca effüzyonlu eklemlerde kesikli uygulamanın antiinflamatuvar etki gösterdiği (16), plantar fasciitis ve romatoid nodul üzerine sürekli ultrason uygulamasının ağrıda belirgin azalmaya yol açtığı, ancak romatoid nodul büyüklüklerinde belirgin değişme olmadığı gösterilmiştir (29).

### **Bel Ağrısı**

Ultrasonun yaygın kullanım alanı bulduğu klinik durumlardan biri de bel ağrısıdır.

Minör lomber kas strainlerinde, ileri spazm varsa, aktivite öncesi US tedavisinin uygulanabileceği, akut ağrı ve kas spazmının olduğu daha ciddi strainlerde ise, ilk 1-2 saat içinde kesikli US uygulanırsa daha hızlı iyileşme olup, ağrı ve spazmın büyük oranda azalacağı, gerçek disk lezyonunun olmadığı, ancak sinir kökü irritasyonunun eşlik ettiği bel ağrısında ise, erken dönemde, ilgili sinir kökü veya köklerin medulla spinalisten çıktığı yerin 3-4cm. ötesine kesikli US uygulanmasının semptomların birkaç gün içinde azalmasına neden olduğu öne sürülmüştür(149).

73 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, disk hernisine bağlı akut bel ağrısında, istirahatle birlikte uygulanan sürekli US tedavisinin kontrol ve plasebo gruba göre belirgin azalmaya yol açtığı, ağrıdaki azalmanın lokal inflamasyonun

rezolusyonunu ve ROM'u arttırdığı ve fonksiyonel düzelme sağladığı gösterilmiştir(140). Ancak Lehmann, herniye diskin yer kaplayan bir oluşum olduğunu ve US'un ısıtıcı etkisinin şişliği arttırarak durumu agreve edeceğini öne sürmüştür. Bu nedenle, nontermal mekanizmaların US'un analjezik etkisindeki rolünü açıklığa kavuşturacak ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

## **TERAPÖTİK ULTRASONUN TEHLİKE VE KONTRENDİKASYONLARI**

### **• Tehlikeler(143)**

#### **Ağrı**

Eğer hasta uygulama sırasında ağrı hissederse, bu periostta aşırı ısı yükselmesini ve aşırı doz uygulandığını gösteren bir alarm işaretidir.

#### **Uyuşma, karıncalanma**

Uygulama alanında karıncalanma duyusunun hissedilmesi, kemiklerin aşırı ısındığını gösterir.

#### **Aşırı doz**

Yüksek yoğunlukta sürekli uygulama, aşırı doz belirtilerine neden olur. Kesikli uygulamada da ısıtıcı etkiden kaçınıldığı halde, eğer intensite çok yüksekse, aşırı mekanik yüklenme sonucu doku hasarı gelişebilir.

### **• Kontrendikasyonlar(60, 108, 143)**

1-Kavitasyonun destrüktif etkilerinden kaçınmak için, bu olay özellikle synovial sıvı, amnion mayi, göz gibi sıvı ortamlarda daha kolay ortaya çıktığından, göze, effüzyon varlığında eklemlere ve gebe uterusu uygulanmamalıdır.

2-Tromboflebit varlığında, vibrasyonlar emboli atılmasına yol açabileceğinden US kontrendikedir.



3-Arteriyel dolaşım bozukluğında, vibrasyonlar ve termal etkiye bağlı vazodilatasyon, trombusun gevşemesine ve emboli oluşumuna yol açabilir. Ayrıca artan metabolik aktivite karşılanamayacağından nekroz oluşabilir.

4-Kemiğin akut sepsisi, enfeksiyonun yayılımına yol açacağından kontrendikedir.

5-Radyoterapi sırasında ve bitiminden en az 6 ay sonrasına kadar, düşük intensiteli ultrason ve iyonize radyasyonun etkileşimi tümör hücrelerinin yüzeyini etkileyebileceğinden US kullanılmamalıdır.

6-Malign ve benign tümörler, vibrasyonlar dokuların gelişimini ve metastazı arttıracaağından US ile tedavi edilmemelidir.

7-Kardiyak problemleri olan hastalarda, servikal ganglion, stellate ganglion, toraks ve N. Vagus üzerine uygulama, koroner refleks ile sonuçlanabilir. Kalp, sempatik ve parasempatik sinir sisteminden lifler aldığından, vücuttaki bir affarent lifin stimülasyonu, kardiyak ritmi bozabilir. Diğer bölgelere tedavi uygulanacaksa, yoğunluk düşük, süre kısa tutulmalı, en küçük bir yakınmada tedavi sonlandırılmalıdır.

8-Diyabetik hastalarda, düşük intensiteli, kısa süreli uygulama yapılmalı, tedavi sonrası hasta dinlendirilmelidir. İnsonasyon sırasında kan şekerinde hafif düşme olduğu gösterilmiştir.

9-Laminektomi sonrası medulla spinalis bölgesine tedavi uygulanmak istendiğinde, örtücü dokular azalmış olduğundan, dozaja dikkat edilmelidir.

10-Anestetik alanlarda kullanımı risklidir.

11-Kardiyak pacemaker varlığında, US kullanımı tavsiye edilmemektedir. Cerrahi metalik implant varlığında kullanımı ise tartışmalıdır. Çünkü ses dalgaları metal-doku kesişme yüzeyinde konsantre olmaya eğilimlidirler. Eklem replasmanlarında kullanılan sementlerde de ultrasonun hızlı osilasyonları problemlere yol açabilir.

## GEREÇ ve YÖNTEM

İdiopatik Karpal Tünel Sendromu'nda kesikli kısa dalga ve kesikli ultrason tedavisinin klinik ve elektrofizyolojik parametrelere etkisini göstermeye yönelik olarak planlanan bu prospektif çalışmada, 27.1.1993 ile 22.8.1993 tarihleri arasında E.Ü.T.F. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon A.B.D. Ayaktan Tedavi Ünitesi ve Polikliniği'ne başvuran, hikaye,fizik muayene ve EMG bulgularıyla "idiopatik karpal tünel sendromu" tanısı alan olgular üzerinde çalışıldı.

Çalışmaya yalnız idiyopatik olguların alınması planlandığından, etiyolojik faktörlerin ekarte edilebilmesi için, tüm hastaların ayrıntılı anamnezleri alındı, özgeçmişleri sorgulandı, sistemik fizik muayeneleri yapıldı. Olası bir bağ dokusu hastalığı ve diabetes mellitus varlığı, açlık kan şekeri,-gereğinde şeker yüklenme testi- ve romatolojik tetkikler ile, akromegali, hipotiroidizm, geçirilmiş el bileği travma ve fraktürü, kronik böbrek yetmezliği gibi nedenler, anamnez ve fizik muayene, gereğinde ilgili tetkikler ile ekarte edilmeye çalışıldı. Herhangi bir etiyolojik nedenin bulunduğu hastalar, gebe kadınlar, herhangi bir nedenle diüretik veya antiinflamatuvar ilaç kullananlar, kesikli kısa dalga ve kesikli ultrason tedavisi için kontrendike olan vakalar(60, 108, 143, 186), ileri tenar atrofisi saptanan olgular, çalışmaya alınmadı.

Çalışmaya dahil edilme kriterlerine uyan 6'sı erkek, 26'sı kadın olmak üzere 32 hastada toplam 50 el üzerinde çalışıldı. 20 hastada 26 ele kesikli kısa dalga, 16 hastada 24 ele kesikli ultrason tedavisi uygulandı.

Tüm hastaların yakınma, fizik muayene bulguları ve elektrofizyolojik ileti çalışmaları, tedavi öncesi, tedavinin sonlandığı gün, tedavi bitişinden 1, 3 ve 6 ay sonra değerlendirildi.

## Klinik Değerlendirme

### 1-Yakınmalar

Tüm hastalar, ağrı, uyuşma, gece yakınmaları yönünden sorgulandı. Ağrının lokalizasyonu ve yayılma yeri, uyuşmanın hangi parmaklarda olduğu, devamlı ya da intermitan karakterde oluşu kaydedildi. Ayrıca hastalara ellerinde güçsüzlük hissedip hissetmedikleri, özellikle düğme ilikleme, dikiş dikme gibi ince hareketlerde beceriksizlik ve nesnelere elden düşürme yakınmaları olup olmadığı sorularak, güçsüzlük-beceriksizlik yakınmalarının varlığı kaydedildi.

Hastalar ayrıca, yalnız tedavi öncesinde olmak üzere;

- karıncalanma
- yanma
- elektriklenme
- sızlama
- sabah katılığı
- soğukta yakınmalarda artma-azalma
- sıcakta yakınmalarda artma-azalma
- aktivite ile yakınmalarda artma-azalma
- elin aynı pozisyonda uzun süre hareketsiz kalmasını gerektirecek

durumlarda yakınmalarda artma-azalma yönünden sorgulanarak, cevaplar var (+), yok (-) olarak kaydedildi.

Ağrının şiddeti, numerical rating scale (NRS) ile derecelendirildi (36, 37, 92). NRS skalasında; 0: ağrı yok, 10 ise dayanılmayacak kadar şiddetli ağrı olarak tanımlanarak, ağrının şiddetinin bu iki uç nokta arasında numaralandırılarak ifade edilmesi istendi.

Tüm ellerde uyuşma, gece yakınmaları, güçsüzlük-beceriksizlik yakınmaları ise, 4 basamaklı SDS skalası ile değerlendirildi (0:yok, 1:hafif, 2:orta, 3:şiddetli).

Ayrıca hastaların tüm yakınmaları; semptomsuz(0), hafif(1), orta(2), şiddetli(3) şeklindeki klinik skala ile ifade edildi.

Her iki tedavi grubunda tedavi sonrası ve kontrollerdeki ortalama skala değerlerinin tedavi öncesi değerlerine göre değişimi, Wilcoxon testiyle istatistiksel olarak değerlendirildi ve bu grupların tedaviye verdiği cevap, Mann-Whitney testiyle mukayese edildi.  $p < 0.05$  değerleri anlamlı olarak kabul edildi.

Tedavi sonrası ve kontrollerde yakınmalardaki değişimler, "tam düzelme, kısmi düzelme, ve düzelme yok" olarak değerlendirilerek, oranları yüzde ile ifade edildi (simple descriptive pain-relief scale) (92).

## 2-Klinik Bulgular

Tüm ellerde Tinel, Phalen ve Karpal Kompresyon testi uygulandı. Phalen testi için 60", Karpal Kompresyon testi için ise 30" içinde yakınmaların ortaya çıkması durumunda test (+) kabul edildi. Her iki testte de, KTS ne kadar ciddiye testin yakınmaları o kadar erken ortaya çıkaracağı belirtildiğinden (41, 97), bu süre de kaydedildi. Ayrıca tüm hastalar, Flick belirtisi yönünden sorgulanarak (155), bu dört testin sensitivitesi belirlendi. tedavi sonrası Tinel, Phalen ve Karpal Kompresyon testi tekrarlanarak (+) - (-) olarak kaydedildi.

Tedavi öncesi ve kontrollerde her elde median sinir innervasyon alanında pamuk ile basit dokunma, iğne ile ağrı duyusu değerlendirilerek, hipoestezi-hiperestezi- anestezi varlığı kaydedildi.

Baş parmak abduksiyon, fleksiyon ve opozisyon kuvveti manuel kas testiyle (0-5), tenar atrofi ise abd. pollicis brevis kasının konturunun profilden inspeksiyonu ile (62, 129, 150, 154) değerlendirildi. Tenar atrofi, "yok(0), hafif(1), orta(2), şiddetli(3)" şeklinde kaydedildi. Şiddetli tenar atrofisi olan vakalar, çalışma dışı bırakıldı. Kas gücü ve tenar atrofisinin değerlendirilmesinde objektif kriterler kullanılmadığından, yalnız tedavi öncesi bulgular kaydedildi.

## Elektrofizyolojik sinir ileti çalışmaları

Tüm ellerde tedavi öncesi-sonrası ve kontrollerde, E.Ü.T.F. Nöroloji-Nörofizyoloji Ana Bilim Dalı EMG laboratuvarında, DISA 2000 EMG cihazıyla median ve ulnar sinir duysal ve motor ileti çalışmaları yapıldı.

Ellerin ısısının düşük olmasının iletilerin daha yavaş bulunmasına yolaçacağı gözönüne alınarak (15), tüm hastalar test öncesi 22-24°C oda sıcaklığında 15' oturtulduktan sonra (28), eğer eller hala soğuksa, 5' süreyle eller sıcak suyun altında tutularak ısıtıldı(135).

Motor ileti çalışmalarında konsantrik iğne elektrod kullanıldı. Median sinir için, kayıtlayıcı iğne elektrod M. abductor pollicis brevis kasına yerleştirilerek, el bileğinde kayıt elektrodunun 8cm. proksimalinden, ve antekubital bölgede brachial arterin lateralinden, ulnar sinir için ise, kayıt elektrodu M. abductor digiti minimi kasına yerleştirilerek, bu elektrodun 8cm. proksimalinden uyarı yapıldı(136, 28).

Median ve ulnar sinir duysal ileti çalışmalarında, antidromik teknik kullanıldı. Median sinir için 2., ulnar sinir için 5. parmağa, proksimal interfalangial eklem çevresine aktif, bunun 3cm. distaline referans elektrodu olacak şekilde kayıtlayıcı yüzük elektrodlar yerleştirildi. Her iki sinir, el bileğinde aktif elektrodun 14cm. proksimalinden uyarıldı(114, 132, 135, 136).

Duysal ve motor distal latanslar, stimulus artefaktından başlangıç defleksiyonuna kadar geçen süre (msn), duysal sinir aksiyon potansiyel amplitüdüleri ise, izoelektrik çizgiden negatif tepe noktasına olan mesafe ( $\mu$ V) ile ölçüldü.

Ulnar sinir duysal ve motor ileti hızlarının ve median sinir proksimal motor ileti hızının normal olması, generalize nöropatiyi ekarte ettirdi(133, 51). Median sinir distal duysal latans değerinin 3.3msn'den (15), veya aynı taraf ulnar sinir distal duysal latansından 1msn. fazla (55, 58, 114, 135, 136), median sinir duysal aksiyon potansiyel amplitüdünün 15 mikrovolt'dan düşük (51), median motor distal latansın 4.2msn.'den fazla (55, 132) olması, patolojik kabul edilerek, bu kriterlerden en az birinin varlığı, elektrofizyolojik olarak karpal tünel sendromu tanısını destekledi.

Tedavi sonrası ve kontrollerde test tekrar edilerek, tedavi sonrası ve kontrol değerlerinin tedavi öncesine göre değişimi, Wilcoxon testiyle, her iki tedavi grubunun mukayesesi ise Mann-Whitney testiyle değerlendirilerek,  $p < 0.05$  anlamlı olarak kabul edildi.

## **Tedavilerin Uygulanması**

### **Kesikli Kısa Dalga Grubu**

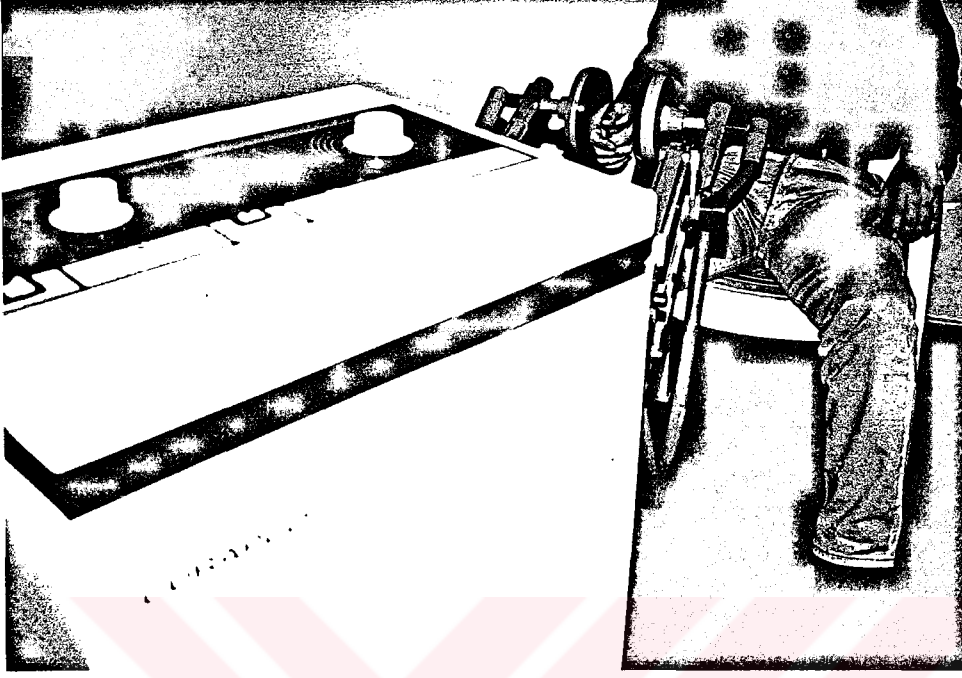
Çalışmada, Enraf-Nonius Delft tarafından imal edilen Curapulse 419 kısa dalga cihazı kullanıldı. Bu cihazla, hem kesikli, hem sürekli uygulama yapılabilmektedir. Kesikli uygulamada, 400 mikrosaniyelik sabit pulse süresine sahip olup, 15-200 arasında değişen 10 basamakta pulse frekansı ayarlanabilmektedir. Maksimum çıkış gücü 1000Watt. olan cihaz üzerinde bulunan, 1 ile 10 arasında 10 basamaklı intensite kontrol düğmesi ile, istenen ortalama çıkış gücüne ulaşılabilmektedir(186).

Uygulama, 14 cm çapında kapasitör elektrodlarla, kondansatör alan metoduyla yapıldı. Elektrodlar, karpal tünel bölgesinde maksimum etkiyi sağlayabilmek için, distal palmar pili merkez olmak üzere el bileği volar yüzüne 1-2cm, el bileği dorsal yüzüne 2-3cm. mesafeye, birbirlerine paralel olacak şekilde yerleştirildi (Resim 1a, 1b).

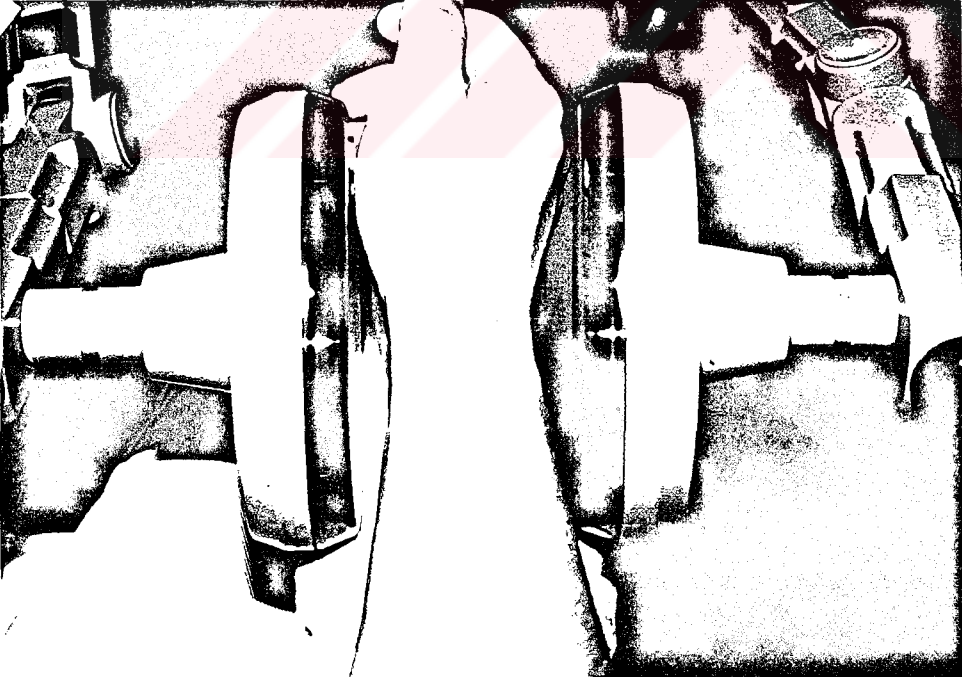
Tedavi parametreleri şöyle belirlendi:

Pulse süresi	:	400 mikrosaniye
Maksimum çıkış gücü:		1000 Watt
Pulse frekansı	:	82Hz
İntensite	:	6
Pulse çıkış gücü	:	600 Watt
Ortalama çıkış gücü	:	19.7 Watt
Uygulama süresi	:	30'
Tedavi süresi- sıklığı	:	Haftada 5 gün olmak üzere 4 hafta (20 seans)





a



b

*Resim 1 a,b: Kesikli Kısa Dalga Uygulaması.*

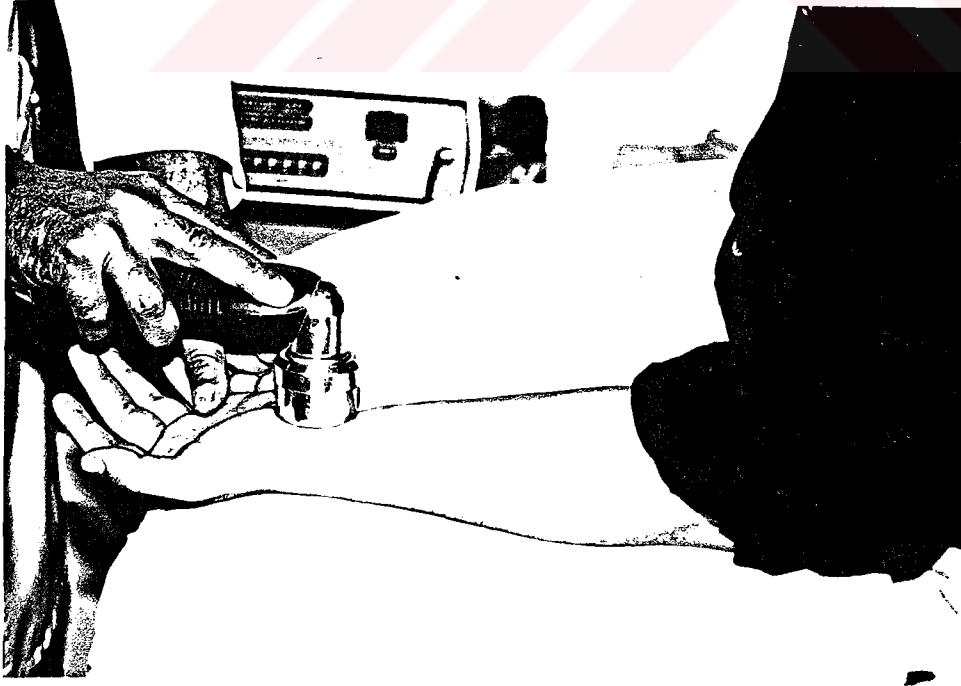


## Kesikli Ultrason Grubu

Petaş tarafından üretilen, Petson 25 Ultrasound cihazı kullanıldı. Ara madde olarak Aquasonic Gel, karpal tünel bölgesine ve tedavi başlığı üzerine ince bir tabaka halinde sürüldükten sonra, 12.5 cm<sup>2</sup> ebadındaki tedavi başlığı, distal palmar pili merkez olacak şekilde, el bileği volar yüzüne yerleştirildi (Resim 2).

Tedavi parametreleri şöyle belirlendi:

- Frekans: 870kHz
- Alana göre ortalama yoğunluk (space averaged intensity): 0.5 W/cm<sup>2</sup>
- Pulse: aralık oranı (mark:space ratio): 1:4
- Ortalama zamanın ortalama alana oranı olarak yoğunluk (time averaged space avera ged intensity): 0.1 W/cm<sup>2</sup>
- Görev faktörü (duty factor): 0.20
- Uygulama tekniği: Stasyoner (sabit) teknik
- Uygulama süresi: 6'
- Tedavi süresi-sıklığı: Haftada 5 gün olmak üzere 4 hafta (20 seans)



*Resim 2: Kesikli Ultrason Uygulaması.*

## BULGULAR

### Yaş-Cins Dağılımı:

Çalışmaya alınan tüm hastaların yaş ortalaması, 48.87 (22-72) olup, kadın:erkek oranı 4.3:1 idi. Kesikli kısa dalga grubunun 18'i kadın (24 el), 2'si erkek (2 el), yaş ortalaması 47.92 (22-69), kesikli ultrason grubunun ise 12'si kadın (18 el), 4'ü erkek (6 el), yaş ortalaması 49.67 (30-72) idi. Her iki grup yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0.05$ ).

### Hastalık Süresi

Yakınmaların başlangıcından tedaviye kadar geçen süre, kesikli kısa dalga grubundaki ellerde ortalama 91.2 ay (1ay-30 yıl), kesikli ultrason grubunda ise ortalama 98.4 ay (1 ay-30 yıl) idi. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0.05$ ).

### Meslek Dağılımı

Hastaların meslek gruplarına göre dağılımı şöyleydi:

Ev hanımı	:	19 (31 el)
Hemşire	:	2 (4 el)
İşçi	:	3 (5 el)
Müstahdem	:	2 (2 el)
Memur	:	2 (2 el)
Emekli	:	4 (6 el)

Ev hanımlarının 13'ü (22 el), emeklilerin 2'si (4 el), örgü ve dantel, emeklilerin 1'i (2 el), memurların 1'i (1el), bahçecilik ile uğraşıyordu. Hemşirelerin hepsi ameliyathane hemşiresiydi, müstahdemler temizlikçi olarak görev yapıyorlardı. İşçilerin 2'si (2 el) fabrikada pamuk ipliği ayırma, 2'si (4 el) ise et kesme işinde çalışıyordu.

## **Tutulan El**

32 hastanın 21'inde (% 65.6) bilateral tutuluş olup, yakınmalar 12 hastada dominant, 9 hastada nondominant elde daha şiddetliydi. Unilateral tutuluşu olan 11 hastanın 4'ünde dominant, 7'sinde nondominant elde tutuluş vardı. Tüm hastalar dominant olarak sağ ellerini kullanıyorlardı.

## **Yakınmalar ve Klinik Bulgular**

Çalışmaya alınan 50 KTS'li elin klinik özellikleri, tablo 2'de özetlenmiştir.

En fazla görülen yakınmalar, uyuşma, karıncalanma ve gece yakınmaları olup, 32 elde (%64) 2., 3., 4. parmaklarda, 7 elde (%14) 2. ve 3. parmaklarda, 5 elde (%10) 1., 2., 3. parmaklarda, 4 elde yalnız 3., 2 elde yalnız 1. parmakta idi. Ağrı 26 elde el bileğine lokalize olup, 21 elde ön kol ve dirseğe, 8 elde ise omuza kadar yayılıyordu.

Tanıda kullanılan testlerden en sensitif olanları Flick işareti ve karpal kompresyon testiydi. Phalen testi (+) olan 37, karpal kompresyon testi (+) olan 42 elde yakınmaların ortaya çıktığı ortalama süre sırasıyla, 33.5" ve 13.7" idi.

YAKINMALAR		EL SAYISI	%
Uyuşma,	Devamlı	21	42
	İntermitan	25	52
	Toplam	46	92
Karıncalanma		43	86
Gece yakınmaları		41	82
Aynı pozisyonda kalmakla yakınmalarda artma		35	70
Sabah tutukluğu		34	68
Aktivite ile yakınmalarda artma		32	64
Güçsüzlük-beceriksizlik		31	62
Soğukta yakınmalarda artma		30	60
Ağrı		26	52
Yanma		25	50
Sızlama		22	44
Sıcakta azalma		20	40
Elektriklenme		16	32
<b>KLİNİK BULGULAR</b>			
Flick İşareti(+)		43	86
Karpal Kompresyon Testi(+)		42	84
Phalen Testi(+)		37	74
Tinel Belirtisi(+)		17	34
Duyu Kusuru	Hipoestezi	36	72
	Anestezi	-	-
	Hiperestezi	4	8
Kas Testi(0-5)	4	4	8
	4+	6	12
Tenar atrofi	1. derece	5	10
	2. derece	1	2

*Tablo 2: KTS'li 50 elin klinik özellikleri*

## Elektrofizyolojik İleti Çalışmaları

Tedavi öncesi yapılan elektrofizyolojik sinir ileti çalışmalarının her iki gruptaki ortalama değerleri tablo 3'de gösterilmiştir.

		Kesikli US	Kesikli KD
Median sinir duysal (2. parmak)	Distal latans(msn)	3.44±0.4	3.65±0.4
	Amplitüd(μV)	13±5.3	15±4.6
	Yanıt yok (n)	2	10
Median sinir motor	Distal latans (msn)	4.81±0.7	5.09±1.0
Ulnar sinir duysal (5. parmak)	Distal latans (msn)	2.07±0.2	2.27±0.3
	Amplitüd (μV)	27.33±10.2	34.09±12.2
Ulnar sinir motor	Distal latans (msn)	2.59±0.3	2.44±0.2

*Tablo 3: Tedavi Öncesi median ve ulnar sinir ileti çalışmalarının sonuçları*

## Kesikli Kısa Dalga ve Kesikli Ultrason Tedavisinin Klinik ve Elektrofizyolojik Parametrelere Etkisi

### A. Klinik Parametreler

#### Subjektif yakınmalar

Kesikli Kısa Dalga grubunda, tedavi sonrası %38.4 olgunun yakınmalarında tam düzelme olurken, daha sonraki kontrollerde düzelenlerin yüzdesi giderek artarak, 6. ayda %73 olguda tam, %27 olguda kısmi düzelme oranına ulaşıldı. Bu grupta tüm yakınmalar ayrı ayrı değerlendirildiğinde de, benzer düzelme oranları görüldü (Tablo 4, Grafik 1). Tedavi sonrası kontrollerde elde edilen tüm klinik skala değerlerinde de, tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı azalma saptandı ( $p<0.05$ ) (Tablo 5, Grafik 2). Başlangıçta tam düzelme görülen olguların 2'sinin (%20) yakınmaları, daha az şiddette olmak üzere 6. ayda tekrar başladı.

YAKINMALAR		Tedavi Sonrası		1. ay		3. ay		6. ay	
		n	%	n	%	n	%	n	%
AĞRI (n=14)	Tam düzelme	5	35.7	9	64.2	8	66.6	10	83.3
	Kısmi düzelme	9	64.7	5	35.7	6	33.3	2	16.6
	Düzelme yok	-	-	-	-	-	-	-	-
UYUŞUKLUK (n=22)	Tam düzelme	6	27.2	9	40.9	15	68.1	17	77.2
	Kısmi düzelme	16	72.7	13	59.1	7	31.8	5	22.7
	Düzelme yok	-	-	-	-	-	-	-	-
GECE YAKINMASI (n=18)	Tam düzelme	12	66.6	16	88.8	15	83.3	13	72.2
	Kısmi düzelme	6	33.3	2	9.1	3	13.6	3	13.6
	Düzelme yok	-	-	-	-	-	-	2	9.1
GÜÇSÜZLÜK BECERİKSİZLİK (n=20)	Tam düzelme	13	65.0	18	90.0	17	85.0	18	90.0
	Kısmi düzelme	6	30.0	2	10.0	2	10.0	2	10.0
	Düzelme yok	1	8.3	-	-	1	5.0	-	-
GENEL (n=26)	Tam düzelme	10	38.4	12	46.1	18	69.2	19	73.0
	Kısmi düzelme	16	66.6	14	53.8	8	30.7	7	26.9
	Düzelme yok	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tablo 4:** Kesikli Kısa Dalga grubunda, subjektif yakınmalardaki düzelme oranları.

YAKINMALAR		Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	1. Ay	3. ay	6. Ay
Ağrı	(0-10)	3.46±3.8	0.53±0.7*	0.38±1.1*	0.41±0.9*	0.33±0.8*
Uyuşukluk	(0-3)	2.00±1.1	0.84±0.8*	0.53±0.5*	0.30±0.4*	0.30±0.3*
Gece Yakınması	(0-3)	1.76±1.3	0.23±0.4*	0.07±0.2*	0.15±0.2*	0.33±0.8*
Güçsüzlük- Beceriksizlik	(0-3)	1.23±0.9	0.30±0.4*	0.07±0.2*	0.07±0.2*	0.07±0.2*
Genel	(0-3)	2.30±0.9	0.82±0.4*	0.65±0.3*	0.38±0.4*	0.38±0.3*

**Tablo 5:** Kesikli Kısa Dalga tedavisinin klinik skalalar üzerine etkisi

(Wilcoxon testi kullanılmıştır) (\*  $p < 0.05$ )

YAKINMALAR		Tedavi Sonrası		1. ay		3. ay		6. ay	
		n	%	n	%	n	%	n	%
AĞRI (n=12)	Tam düzelme	9	75.0	12	100.0	12	100.0	12	100.0
	Kısmi düzelme	3	25.0	-	-	-	-	-	-
	Düzelme yok	-	-	-	-	-	-	-	-
UYUŞUKLUK (n=24)	Tam düzelme	18	75.0	12	50.0	9	37.5	10	41.6
	Kısmi düzelme	6	25.0	10	41.6	11	45.8	10	41.6
	Düzelme yok	-	-	2	8.3	4	16.6	4	16.6
GECE YAKINMASI (n=22)	Tam düzelme	16	72.7	16	72.7	16	72.7	11	50.0
	Kısmi düzelme	4	18.2	4	18.2	4	18.2	3	13.6
	Düzelme yok	2	9.1	2	9.1	2	9.1	8	36.3
GÜÇSÜZLÜK BECERİKSİZLİK (n=13)	Tam düzelme	9	69.2	11	84.0	8	61.5	6	46.1
	Kısmi düzelme	4	30.8	2	16.0	3	23.0	3	23.0
	Düzelme yok	-	-	-	-	2	15.3	4	30.8
GENEL (n=24)	Tam düzelme	17	70.8	12	50.0	10	41.6	8	33.3
	Kısmi düzelme	7	29.1	10	41.6	12	50.0	14	58.3
	Düzelme yok	-	-	2	8.3	2	8.3	2	8.3

**Tablo 6:** Kesikli Ultrason grubunda subjektif yakınmalardaki düzelme oranları.

		Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	1. Ay	3. ay	6. Ay
Ağrı	(0-10)	2.50±3.2	0.33±1.1*	0.00*	0.00*	0.00*
Uyuşukluk	(0-3)	2.25±0.7	0.33±0.6*	0.83±1.0*	1.16±0.7*	1.00±0.4*
Gece Yakınması	(0-3)	1.75±0.9	0.50±0.9*	0.33±0.6*	0.33±0.4*	0.66±0.7*
Güçsüzlük- Beceriksizlik	(0-3)	1.00±1.2	0.33±0.6*	0.13±0.2*	0.16±0.3*	0.25±0.3*
Genel	(0-3)	2.41±0.7	0.52±0.5*	0.91±0.7*	0.92±0.6*	1.13±0.4*

**Tablo 7:** Kesikli Ultrason tedavisinin klinik skalalar üzerine etkisi

(Wilcoxon testi kullanılmıştır)(\* p<0.05)

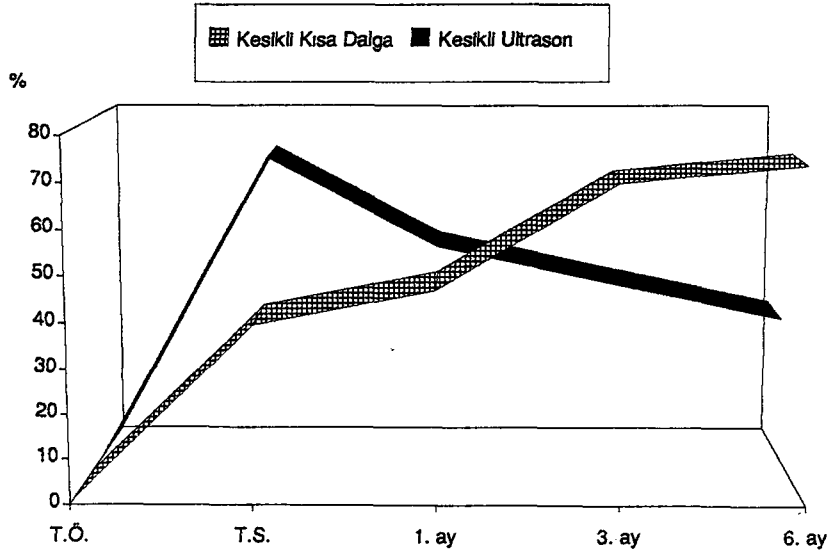


Kesikli ultrason grubunda ise, tedavi sonrası %70.8 olguda tam, %29.1 olguda kısmi düzelme görülürken, 6. ayda tam düzelme oranı %33.3, kısmi düzelme oranı ise %58.3 oldu. Tüm yakınmalardaki düzelme oranları ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise, en belirgin düzelmenin ağrı yakınmasında olduğu, 1. aydan itibaren %100 olguda tam düzelme oranına ulaşıldığı, ancak diğer yakınmalarda özellikle 3. aydan itibaren düzelme oranının giderek azaldığı görüldü (Tablo 6, Grafik 1). Bununla birlikte bu grupta da, tedavi sonrası kontrollerde tüm yakınmaların şiddetinde tedavi öncesine göre anlamlı azalma saptandı ( $p < 0.05$ ) (Tablo 7, Grafik 2). Tedavi sonrası tam düzelme görülen 17 olgunun 5'inde (%29.4) 1. ayda yakınmalar tekrar başladı. 6. ayda rekürrens oranı %53'e ulaştı.

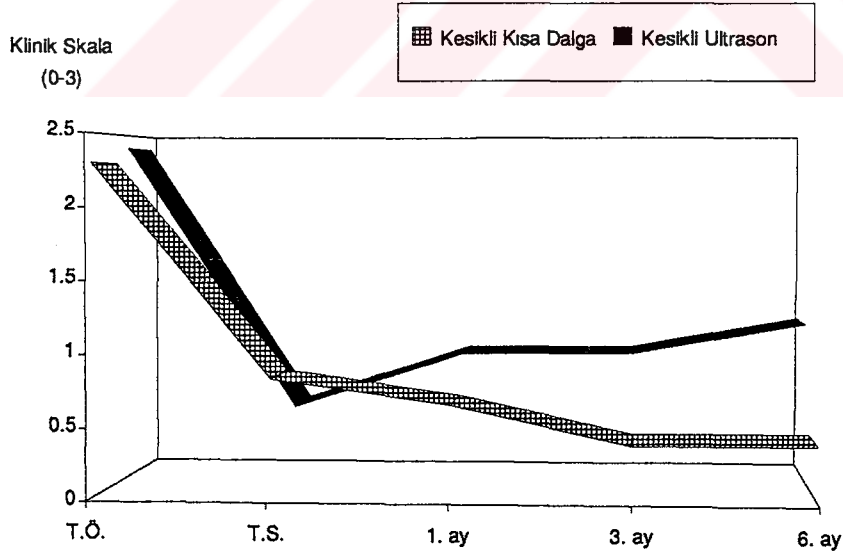
Her iki tedavinin subjektif yakınmalar üzerindeki etkisi karşılaştırıldığında, tedavi sonrası ve 1. ayda anlamlı farklılık bulunmazken ( $p > 0.05$ ), uyuşukluk, güçsüzlük-beceriksizlik yakınmalarında ve genel klinik yakınmalarda 3. ve 6. ayda, gece yakınmalarında ise 6. ayda kesikli kısa dalga lehine anlamlı farklılık bulundu ( $p < 0.05$ ) (tablo 8).

		TÖ-TS	TÖ-1. Ay	TÖ-3. ay	TÖ-6. Ay
<b>Ağrı</b>	(0-10)	0.703	0.703	1.000	0.554
<b>Uyuşukluk</b>	(0-3)	0.060	0.723	0.025*	0.019*
<b>Gece Yakınması</b>	(0-3)	0.496	0.513	0.943	0.036*
<b>Güçsüzlük-Beceriksizlik</b>	(0-3)	0.586	0.567	0.048*	0.022*
<b>Genel</b>	(0-3)	0.643	0.514	0.047*	0.038*

**Tablo 8:** Her iki tedavinin subjektif yakınmalar üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması (Mann - Whitney testi kullanılmıştır)(\*  $p < 0.05$ )  
TÖ: Tedavi Öncesi, TS: Tedavi Sonrası



**Grafik 1:** Kesikli Kısa Dalga ve Kesikli Ultrason tedavisiyle klinik yakınmalarda elde edilen tam düzelme oranları



**Grafik 2:** Kesikli Kısa Dalga ve Kesikli Ultrason tedavisiyle elde edilen genel klinik skala değerleri.

## Klinik Bulgular

Her iki tedavi grubunda tedavi öncesi, sonrası ve kontrollerde, Tinel, Phalen ve Karpal Kompresyon testi (+) olan ve duyu kusuru saptanan olguların sayı ve yüzdeleri tablo 9 ve 10'da gösterilmiştir.

KLİNİK BULGULAR	Tedavi Öncesi		Tedavi sonrası		1. Ay		3. Ay		6. Ay	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Tinel testi (+)	4	15.3	3	11.5	-	-	-	-	-	-
Phalen testi (+)	18	69.2	5	19.2	4	15.3	2	7.6	2	7.6
K. kompresyon testi (+)	23	88.4	9	34.6	4	15.3	2	7.6	1	3.8
Duyu kusuru (+)	22	84.6	19	73.0	10	38.4	6	23.0	6	23.0

*Tablo 9: Kesikli Kısa Dalga grubunda klinik bulgulardaki değişimler.*

KLİNİK BULGULAR	Tedavi Öncesi		Tedavi sonrası		1. Ay		3. Ay		6. Ay	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Tinel testi (+)	13	54.1	6	25	4	16.6	8	33.3	6	25
Phalen testi (+)	19	79.1	9	37.5	8	33.3	10	41.6	8	33.3
K. kompresyon testi (+)	19	79.1	14	58.3	13	54.1	15	62.5	16	66.6
Duyu kusuru (+)	18	75	13	54.1	8	33.3	10	41.6	10	41.6

*Tablo 10: Kesikli Ultrason grubunda klinik bulgulardaki değişimler.*

## B- Elektrofizyolojik Parametreler

Kesikli kısa dalga grubunda median sinir duysal distal latans, duysal aksiyon potansiyel amplitüdü ve motor distal latans değerlerinde, tedavi sonrası, 1., 3., 6. ayda tedavi öncesine göre istatistiksel anlamlı düzelme görüldü ( $p<0.05$ ) (Tablo 11, Grafik 3,4). Bu grupta tedavi öncesi 10 olguda duysal sinir aksiyon potansiyeli elde edilemezken, tedavi sonrasında 2'sinde, 6. ayda ise diğer 6'sında yanıt alınmaya başlandı(Tablo 11). Tedavi sonrası 7 olgu, 6. ayda 11 olgunun değerleri normale dönerken, yalnız 2 olguda 6. ayda hiçbir düzelme görülmedi(tablo 12).

		Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	1.AY	3.AY	6.AY
Median sinir duysal (2. parmak)	Distal latans (msn)	3.7±0.4	3.3±0.6*	3.0±0.4*	2.9±0.4*	3.2±0.4*
	Amplitud(μv)	15±4.6	20.5±9.1*	23.8±10.2*	24±10.6*	20.4±8.5*
	Yanıt yok (n)	10	8	8	8	2
Median sinir motor	Distal latans (msn)	5.1±1	4.3±0.9*	4.2±1.3*	3.9±0.5*	3.9±0.9*
Ulnar sinir duysal (5. parmak)	Distal latans (msn)	2.3±0.3	2.2±0.3	2.2±0.3	2.1±0.3	2.2±0.2
	Amplitud (μv)	34±11.3	34±12.2	36.2±10.3	32.8±8.9	35.1±9.6
Ulnar sinir motor	Distal latans (msn)	2.8±0.2	2.9±0.1	2.8±0.1	2.9±0.1	2.9±0.2

**Tablo 11:** Kesikli kısa dalga tedavisinin elektrofizyolojik parametrelere etkisi (Wilcoxon testi kullanılmıştır) (\*:P<0.05).

	Tedavi Sonrası		1. ay		3. ay		6. ay	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Tam düzelme	7	26.9	8	30.7	10	38.4	11	42.3
Kısmi Düzelme	11	42.3	10	38.4	8	30.7	13	50
Düzelme yok	8	30.7	8	30.7	8	30.7	2	7.7

**Tablo 12:** Kesikli kısa dalga tedavisinde elektrofizyolojik parametrelerdeki değişimler.

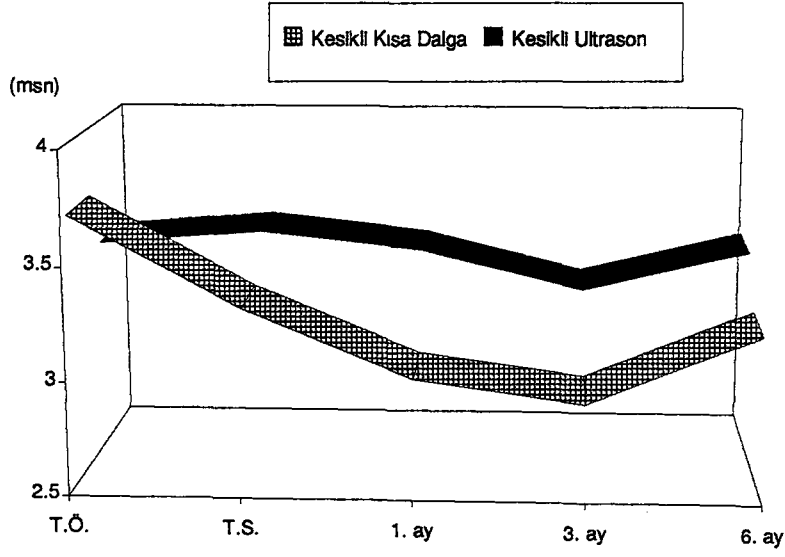
Kesikli ultrason grubunda ise hiçbir parametrede anlamlı düzelme saptanmadı ( $p>0.05$ ) (Grafik 3,4). Bu grupta, başlangıçta duysal sinir aksiyon potansiyel amplitüdünü kaydedilemeyen 2 olguda tedavi sonrası ve kontrollerde de yanıt alınamadı (tablo 13). 6. ayın sonunda 14 olguda hiçbir düzelme görülmezken, yalnız 3 olguda normal değerlere ulaşıldı (tablo 14).

		Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	1.AY	3.AY	6.AY
Median sinir duysal (2. parmak)	Distal latans (msn)	3.4±0.4	3.5±0.6 <sup>#</sup>	3.4±0.8 <sup>#</sup>	3.2±0.6 <sup>#</sup>	3.4±0.6 <sup>#</sup>
	Amplitud (µV)	12.9±5.3	14.7±6.7 <sup>#</sup>	15±7 <sup>#</sup>	14.9±5.6 <sup>#</sup>	13.2±6.5 <sup>#</sup>
	Yanıt yok (n)	2	2	2	2	2
Median sinir motor	Distal latans (msn)	4.8±0.7	4.9±0.7 <sup>#</sup>	4.9±1 <sup>#</sup>	4.9±0.7 <sup>#</sup>	4.8±0.7 <sup>#</sup>
Ulnar sinir duysal (5. parmak)	Distal latans (msn)	2.1±0.2	2.2±0.8 <sup>#</sup>	2.2±0.2 <sup>#</sup>	2.2±0.1 <sup>#</sup>	2.2±0.6 <sup>#</sup>
	Amplitud (µV)	27.2±10. 3	27.3±10.2 <sup>#</sup>	27±8.8 <sup>#</sup>	28.5±9.9 <sup>#</sup>	27.3±9.5 <sup>#</sup>
Ulnar sinir motor	Distal latans (msn)	2.6±0.3	2.6±0.1 <sup>#</sup>	2.7±0.1 <sup>#</sup>	2.9±0.2 <sup>#</sup>	2.7±0.3 <sup>#</sup>

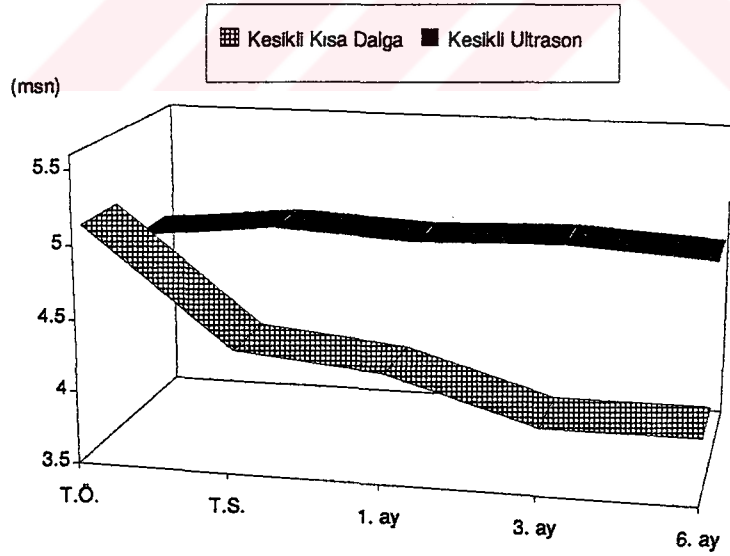
**Tablo 13:** Kesikli Ultrason tedavisinin elektrofizyolojik parametrelere etkisi (Wilcoxon Testi kullanılmıştır) (<sup>#</sup>  $p>0.05$ ).

	Tedavi Sonrası		1. ay		3. ay		6. ay	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Tam düzelme	4	16.6	4	16.6	3	12.5	3	12.5
Kısmi düzelme	4	16.6	6	25	8	33.3	9	37.5
Düzelme yok	16	66.6	14	58.3	13	54.1	14	58.3

**Tablo 14:** Kesikli Ultrason tedavisinde elektrofizyolojik parametrelerdeki değişimler



**Grafik 3:** Kesikli Kısa Dalga ve Kesikli Ultrason tedavisiyle median sinir duysal distal latans değerlerindeki değişmeler.



**Grafik 4:** Kesikli Kısa Dalga ve Kesikli Ultrason tedavisiyle median sinir motor distal latans değerlerindeki değişmeler.

Her iki tedavi grubunda da, tedavi sonrası kontrollerde ulnar sinir duysal ve motor ileti değerlerinde tedavi öncesine göre anlamlı değişme görülmedi ( $p > 0.05$ ) (tablo 11.13).

Her iki tedavinin elektrofizyolojik parametrelere etkisi karşılaştırıldığında, tüm değerlerde kesikli kısa dalga lehine anlamlı fark bulundu ( $p < 0.05$ ) (tablo 15).

	T.Ö.-T.S.	T.Ö.-1.AY	T.Ö.-3.AY	T.Ö.-6.AY
median duysal distal latans (msn)	0.02*	0.03*	0.01*	0.04*
median duysal amplitüd ( $\mu V$ )	0.02*	0.01*	0.02*	0.04*
median motor distal latans (msn)	0.005*	0.005*	0.02*	0.01*

**Tablo 15:** Kesikli Ultrason ve Kesikli Kısa Dalga tedavisinin elektrofizyolojik parametrelere etkisinin karşılaştırılması  
(Mann-Whitney testi kullanılmıştır)(\*  $P < 0.05$ )  
T.Ö.:Tedavi Öncesi, T.S.: Tedavi Sonrası



## TARTIŞMA

Bu çalışmaya, herhangi bir etiyolojik nedenin saptanamadığı idiopatik karpal tünel sendromlu vakalar dahil edilmiştir. İdiopatik vakaların seçilmesinde amaç, etiyolojik herhangi bir neden varlığında, neden olan klinik durumdaki spontan yada tedavi ile ortaya çıkan düzelme veya kötüleşmelerin sonuçları etkileyebilme ihtimalinin ekarte edilmesi, gebelikte görülen KTS'de olduğu gibi, spontan rezolüsyonun olduğu vakalarda iyileşmenin tedaviye bağlanmaması, ve patogenez açısından vakalar arasında homojenitenin sağlanmasıdır.

Ancak literatürde nadir olarak bildirilen, karpal tünel tabanına yerleşmiş lipoma (72), hemangioma, ganglion (72, 150), amiloid birikimi (150, 154), perinöral lipofibroma(72), median arter trombozu (9, 191) ve anatomik varyasyonlar gibi nedenler, ancak operasyon sırasında ve bilgisayarlı tomografi-manyetik rezonans gibi gelişmiş görüntüleme yöntemleriyle saptanabilmektedir. Bu tetkiklerin yapılmamış olması, çalışmanın bir eksikliği gibi görünmekle birlikte, ülkemiz şartları gözönünde bulundurulduğunda, pahalı olan bu tetkiklerin çalışma amacıyla yapılmasının uygun olmadığı düşünülmüştür. Kanal içi yağ dokusu artışı yaparak predispoze bir neden olabilen obezite, 1'i dışında hiç bir hastamızda saptanmamıştır.

Hastaların yaş ve cins dağılımı, literatürde bildirilen oranlara benzerlik göstermektedir. Karpal tünel sendromunun orta yaş grubunda (106, 150, 154) ve kadınlarda daha fazla görüldüğü belirtilmekte ve değişik çalışmalarda bu oran, 2:1-4:1 arasında verilmektedir (31, 91, 150, 153, 154, 164). Bu çalışmada da yaş ortalamasının 48.87, kadın:erkek oranının 4.3:1 olduğu görülmektedir.

Hastalarımızdaki %65.6 oranındaki bilateralite, literatürle uyumludur (14, 33, 77, 91, 162). Ancak unilateral tutuluşu olanların %64'ünde tutuluşun nondominant elde olması da dikkat çekicidir. Çünkü karpal tünel sendromunun dominant elde daha fazla görüldüğü, bunun dominant elin daha fazla kullanılması yada kanal kesit

alanının bu tarafta daha küçük olmasıyla açıklanabileceği belirtilmektedir (14, 33, 106, 150, 153, 154, 161). Aldığımız çelişkili sonuç, mesleki aktivitelere bağlı olabilir. Yakınmaların mesleki aktivitelerle ilişkili olduğu vakalarda, dominant elin daha ciddi tutulduğu belirtilmektedir (128). Çalışmamızda da, dominant elde tutuluğu olan 4 hastanın 2'si fabrikada pamuk ayırma işinde çalışıyor, diğer 2 hasta ise temizlikçi olarak görev yapıyordu ve ağırlıklı olarak dominant ellerini kullanıyorlardı. Nondominant elde tutuluğu olanların ise 7'si ev hanımı, 1'i memurdu ve yakınmaları aktivite ile ilgili değildi. Ancak bu sonuç, tamamen tesadüfi bir bulgu olarak da değerlendirilebilir.

Karpal tünel sendromunun meslek-uğraşı özellikleriyle ilgisi hakkındaki bilgilerimizle uyumlu olarak, çalışmada en büyük meslek grubununu ev hanımlarının oluşturduğu görülmektedir (17, 100, 181). Çoğunluğu örgü, dantel, dikiş gibi el işleri ile yoğun bir şekilde uğraşmakta, ve yakınmalarının bu tip aktivitelerden ve kesme, doğrama, çamaşır yıkama gibi ev işlerinden sonra arttığını belirtmekteydiler. Diğer meslek gruplarında da memur olan 2'si dışında hepsi, tekrarlayan, uzamış, zorlu kavrama-yakalama hareketleriyle eş zamanlı yapılan el bileği fleksiyon-ulnar deviasyon hareketlerinin yoğun olduğu mesleklerde çalışıyorlar (150, 172), semptomlarının çalışma temposu ile ilişkili olduğunu, iş günlerinde artıp, tatil günlerinde azaldığını belirtiyorlardı(128, 181). Yine 2 hasta, risk faktörü olarak kabul edilen bahçecilik ile uğraşıyordu.

Literatürle uyumlu olarak, en sık görülen yakınmalar uyuşma ve parestezi olup, sıklıkla iki-üç parmakta, en çok da 2,3,4. parmaklarda idi. Parestezi en çok "karıncalanma " şeklinde ifade ediliyordu. Yine bilgilerimizle paralel olarak, tek bir parmakta parestезinin olduğu 6 el, erken dönem vakalardı (127).

Hastaları en çok rahatsız eden ve tedavi arayışına yönelten semptom ise, gece yakınmalarıydı. Büyük çoğunluğu, sabaha karşı ağrı ve uyuşma ile uyandıklarını ve bu yakınmalarının özellikle stresli günlerin ardından daha çok arttığını belirtiyorlardı (139, 154, 197).

Semptomların, yazı yazma, dikiş dikme, çamaşır sıkma, örgü örme gibi, elin aktif kullanımını gerektiren aktivitelerden sonra arttığı iyi bilinmekle birlikte (46, 150, 154, 191) dikkati çeken bir nokta, gazete-kitap okuma, telefonla konuşma, otobüste koltuk arkalarına tutunma gibi, elin uzun süre kavrama ve el bileğinden fleksiyon pozisyonunda kalmasını gerektiren durumlardan sonra , yakınmaların daha yüksek yüzdeyle artışıydı(90).

Karpal tünel sendromunun çok bilinen bir semptomu olmamakla birlikte, göze çarpan bir diğer özellik de, %60 elde, soğuğa karşı aşırı duyarlılık olması idi. Hastalar bulaşık yıkadıktan sonra yakınmalarının arttığını, ancak bu artışın, soğuk sudan kaynaklandığını belirtiyorlar, bu yakınmalarını, "soğuk suyla oynayınca şikayetlerim artıyor" şeklinde ifade ediyorlardı. Bu semptom, elin sempatik sinir desteğinin çoğunun median sinirle taşınması nedeniyle, bu sinirin tutuluşuyla ortaya çıkan vazomotor dengesizlikle açıklanmış, yine kozalji (yanma-acıma) şeklindeki yakınmalar da aynı nedene bağlanmıştır (150, 152, 191).

Ağrı yakınması yalnız % 52 elde olup, literatürde belirtildiği gibi yüksek oranda ön kola, dirseğe, hatta omuza kadar yayılım gösteriyordu (46, 77, 107, 139, 150, 154). İlginç olarak, 30 senedir yakınmaları olan 4 olgu, ilk senelerde tek yakınmalarının ağrı olduğunu, daha sonra ağrının kaybolarak yerini uyuşmaya bıraktığını belirttiler. Bu özellik, istatistiksel olarak desteklenmemekle birlikte, uyuşmanın geç dönem bulgusu olduğu yolundaki bilgilerle uyumlu olup (139), ilk semptomların uyuşma ve duyu kaybı olduğu belirtilen literatürle çelişmektedir (61).

31 elde (%62) güçsüzlük hissi belirtildiği halde, manuel kas testiyle sadece 10'unda kas gücü kaybı tesbit edildi. Nesnelere düşürme anamnezi veren hastalarda da aynı durum söz konusuydu. Güçsüzlük- beceriksizlik yakınmalarının, tenar kaslardaki zayıflığa bağlı olarak baş parmak güç ve koordinasyonundaki kayıp sonucu ortaya çıktığı belirtilmekle beraber (137, 153), muayene bulgularıyla korele olmaması nedeniyle, bu yakınmaların çoğu olguda uyuşma, his kaybı ve ağrıdan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Yalnız 10 elde (%20) duyu muayenesi normaldi. %72 elde saptanan hipoestezi, en çok 2. parmağın volar yüzünde belirgindi. Hissizlik yakınması olan 6 olguda, objektif duyu kusuru saptanmadı (subjektif hipestesia)(154). Olgularda %80 oranındaki duyu kusuruna karşın, ancak %20 olguda tenar kaslarda kuvvet kaybı saptanması, kuvvet kaybının geç dönem bulgu olduğu yolundaki bilgilerimizi desteklemiştir (64, 67, 171, 197). Yine, tenar kasların innervasyon bozukluğuna bağlı olarak ortaya çıkan ve semptomların süresiyle ilişkili olduğu belirtilen tenar atrofi (106, 139), bu seride de hastalık süresi en uzun olan ellerde saptandı. Hafif ve orta derecede tenar atrofisi olan 6 elde, ortalama hastalık süresi 16.4 yıl idi.

Çalışmada Phalen ve Tinel testi gibi iyi bilinen ve klasikleşmiş testler yanında, daha az bilinen karpal kompresyon testi ve Flick işaretinin tanıdaki değeri araştırılmıştır. Sağlıklı populasyon kullanılmadığından, bu testlerin spesifitesi konusunda bir fikir elde edilememekle birlikte, şaşırtıcı olarak en yüksek sensitivite, %86 ile Flick işareti ve %84 ile karpal kompresyon testinden elde edilmiştir. Yakınmaların ellerin silkelenmesiyle rahatlaması, klasik ve tanıya yardımcı bir bulgu olmakla birlikte, ilk kez 1984 yılında Phillips tarafından "Flick sign" adı altında diagnostik bir bulgu olarak tanımlanmış, Phalen ve Tinel testine göre daha spesifik ve sensitif bir test olduğu iddia edilmiştir (155). Ancak daha sonra, bu görüş kabul görmemiş (104), ve konuyla ilgili çalışmalarda çok fazla kullanılmamıştır. Bunun nedeni, tedaviye verilen cevabın göstergesi olarak kullanılmaya elverişli olmaması olabilir. Median sinirde direk kompresyon esasına dayanan karpal kompresyon testi ise, son yıllarda tanımlanmış bir testtir (41). Durkan, testin %87 sensitif, %90 spesifik olduğunu göstermiş, yakınmaların ortaya çıktığı ortalama süreyi 16" olarak vermiştir. Bizim çalışmamızda da benzer sensitivite oranı ve sürenin bulunması dikkat çekicidir. Bu konuda daha kapsamlı çalışmaların yapılacağı ve testin giderek daha yaygın kullanılmaya başlayacağı inancındayız.

Phalen testi, rutin olarak en sık kullanılan tanısal test olup, en sensitif test olduğu iddia edilmiş (66), değişik çalışmalarda bu oran, %80 (154), %74(150),

%78(97), %70(41) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada bulunan %74'lük sensitivite oranı, literatürle benzerlik göstermektedir.

Tinel testi de, klasikleşmiş bir tanısal test olmakla birlikte, çalışmamızda %34 gibi düşük bir sensitivite oranı bulunmuştur. Değişik çalışmalarda bu oran, %27 ile %80 arasında geniş bir yelpazede verilmekte ( 41, 150, 154, 155, 177), ayrıca testin normal kişilerde de büyük oranda (+) sonuç verdiği belirtilmektedir (74, 177). Çalışmada bulunan düşük sensitivite oranı nedeniyle, testin tanısal değerinin çok az olduğu ve yalnız tarihsel bir anlam taşıması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Bir hastalığın tedavisinde maksimum terapötik cevap, ancak semptomları ortaya çıkaran nedenlere yönelik etkinliği olan tedavi yöntemleriyle sağlanabilir. Bu nedenle, hastalığın tedavisi planlanırken, öncelikle etyopatogenezin ve uygulanacak tedavi yönteminin etki mekanizmalarının bilinmesi gerekir:

İdiopatik karpal tünel sendromunda sağlıklı kişilere oranla tünel içi basıncının daha yüksek (19, 63, 162, 181), kanal çapının daha küçük (18, 33) olduğu gösterilmiştir. Herhangi bir nedenle tünel içi basıncı artarsa, erken dönemlerde kompresyon kuvveti hızla artmadıkça ve çok ciddi olmadıkça, epinörium fasikulusları korunur. Deneysel çalışmalar, tedricen artan kompresyona ilk cevabın, venöz kan akımında azalma olduğunu ortaya koymuştur. Devam eden kompresyon, venöz akımın obstrüksiyonuna ve epinöral-intrafasiküler kapiller akımın azalmasına yol açar(163, 179). Kapiller sirkülasyonun azalması sonucu intrafasiküler basınç artar, sinir liflerinin beslenmesi bozulur, hiperexitabilite ve spontan deşarjlar başlar. Bu değişikliklere, büyük myelinli lifler daha hassastır ve lif aktivitesindeki dengesizlik, ağrı ve parestezi olarak kliniğe yansır(179).

Kompresyon uzarsa, kapiller sirkülasyonun azalması, kapiller endotelinde hipoksik zedelenmeye yol açar(118, 179). Epinöriumdaki kapillerler, fasikulus içindekilere göre daha hassastır, bu nedenle önce epinöral ödem olur(117, 163, 179). Burada sıvı birikimi, gevşek düzenlenmiş epinöral dokuda gizlenir. Endonöral kapillerlerin hasarı ile, proteinler endonöral boşluklara sızar, perinöriumun diffüzyon bariyeri ve tensil gücü nedeniyle perinöriuma direne olamaz ve endonöral ödem

meydana gelir(116, 163, 179). Basınç gradienti, sıvının fasikulus içine akması yönündedir ve fasikulusda şişme ve intrafasiküler ödem gelişir(179). Endonöral ödem, aksonların lokal iyonik çevresini bozarak ve yüksek endonöral sıvı basıncına bağlı azalmış kapiller akım yoluyla sinir fonksiyonunu bozar(116), liflerde duysal ve motor ileti bloğu olur. Uzun süreli ödem sonucu protein eksuda içinde fibroblast proliferasyonu, perinöriumda bozulma, incelme olur ve sonuçta irreversible intrafasiküler, interfasiküler ve epinöral fibrozis, demiyelinizasyon ve aksonal dejenerasyon meydana gelir(179). Konnektif dokudaki bu artış, histopatolojik olarak gösterilmiştir(27).

Karpal tünelin kesit alanını daraltmaya devam eden progresif lezyonla beraber, tünelde deforme edici kuvvetler bu iskemik değişikliklere eşlik eder. Bu kuvvetler, yalnız sinirden venöz dönüşe değil, kan desteğine de müdahale eder ve tüm sinir gövdesini mekanik olarak deforme eder(7, 70, 179).

Sinirdeki bu direk kompresyona bağlı mekanik, yapısal değişiklikler, myelin kılıflarında incelme ve paranodal myelin dejenerasyonu, segmental demiyelinizasyon, Wallerian dejenerasyonu ve rejenere olan lifler şeklinde görülür, ve büyük myelinli lifler kompresyona daha hassastır(139, 144)

Kompresyona bağlı ileti bloğunun ortaya çıkışında mekanik deformasyonun ve iskeminin rölatif rolleri, 1920'li yıllardan beri tartışılmakla beraber (7, 27, 59, 63, 70, 115, 117, 118, 179), tünel içi basınç ölçümlerinin, iletim bloğu için gereken basınç eşik değeri olan 50mmHg'den çok düşük değerlerde bulunması, dekompresyon sonrası fonksiyon, semptom ve sinir iletilerinin hızla düzelmesi, alevlenme ve remisyon dönemlerinin varlığı, vasküler yetersizliğin sinirdeki morfolojik değişikliklerden daha primer rol oynadığını düşündürmektedir (63, 64, 115, 179).

KTS tedavisinde yaygın olarak kullanılan konservatif yöntemlerde, synovial inflamasyon ve tünel çevresi ödemin giderilmesi, böylece sinir üzerindeki kompresyonun azaltılması amaçlanmıştır (31, 40, 61, 67, 77, 80, 100, 106, 147, 150). Hastalığın patogenezi ile ilgili bilgilerimiz ışığında bir diğer amaç ise



kompresyonun yol açtığı kapiller dolaşım bozukluğunun düzeltilmesi, böylece iskemiye bağlı ortaya çıkan endo-epinöral ödemin önlenmesi olmalıdır. Bu yolla, sinir liflerinin beslenme bozukluğuna bağlı ağrı ve parestezi yakınmaları ile sinirin ileri dejenerasyonu ve fonksiyon bozukluklarının önüne geçilebilir. Dejenere olan sinirin rejenere olmasını sağlayacak bir tedavi ise, en ideal tedavi olacaktır.

Bu çalışmada, karpal tünel sendromu tedavisinde kesikli ultrason ve kesikli kısa dalganın uygulanmasının nedeni, her iki tedavi metodunda, aranılan bu etkilerin varlığının çeşitli deneysel ve klinik çalışmalarla gösterilmiş olmasıdır.

Kesikli kısa dalga uygulamasının, periferik kan dolaşımını arttırdığı (93), hücre membranlarında iyon dağılımını düzenleyerek ve membran permeabilitesini artırarak antiinflamatuvar ve ödem çözücü etkisi olduğu (24, 71, 86), ağrının azaltılmasında etkili olduğu (165, 166, 167, 189) gösterilmiş, özellikle analjezik ve ödem çözücü etkisi nedeniyle yumuşak doku lezyonlarında geniş kullanım alanı bulmuştur (8, 148, 195, 196). Karpal tünel sendromu açısından esas önemli olan ise, periferik ve santral sinir sistemi tamir ve rejenerasyonunu hızlandırdığının, deneysel olarak ispatlanmış olmasıdır (58, 86, 158, 159, 193, 194).

Bu çalışmaların birinde, sıçanların median sinirleri kesilip, suture edildikten sonra bu bölgeye, cerrahiden 2 saat sonra ve takip eden günlerde günde 15' olmak üzere, ortalama çıkış gücü 11Watt. olacak şekilde kesikli elektromanyetik enerji uygulanmıştır. Klinik gözlemlerde, tedavi edilen grupta kontrol grubuna göre daha hızlı iyileşme ve normal fonksiyona dönüş görülmüş, sinir ileti çalışmalarında da, tedavi edilen grupta 12. günde, kontrol grubunda ise ancak 60. günde motor cevap alınmaya başlanmış, tedavi grubunda 45. günde tamamen normale değerler elde edilmiştir. Histolojik incelemelerde ise, tedavi edilen grupta kontrol grubuna göre daha hızlı rejenerasyon olduğu, dikişlerin etrafında daha az oranda fibrozis ve skar dokusu olduğu görülmüştür(193, 194).

Sıçanlar üzerinde yapılan bir başka deneysel kontrollü çalışmada ise, bir grup sıçanın peroneal siniri kesilip suture edilmiş, bu bölgeye kesikli kısa dalga uygulaması sonrası yapılan histolojik incelemelerde, Wallerian dejenerasyon ürünlerinin



fagositozunda artış ile birlikte fibroblastik aktivitenin hızlandığı, Schwann hücrelerinin bazal membranını çevreleyen yeni oluşmuş kollagen liflerin düzenli olarak sıralandığı, aksonal filizlenmenin daha göze çarpıcı olduğu ve myelinli sinir liflerinin sayısının arttığı, bu değişikliklerin 2.haftadan itibaren ortaya çıkıp, 3.haftadan sonra belirgin hale geldiği görülmüştür. Bu grupta lezyon yerinde ve altında epinörium ve perinörium kalınlığında, intranöral ödemde belirgin azalma saptanmış, bu kısmen sirkulatuar değişikliklerle açıklanmıştır. Çünkü endonöriumdaki damarların daha göze çarpıcı olduğu ve total sayı ve kesit alanlarının, tedavi edilmeyenlere göre belirgin arttığı görülmüştür. Tedaviyle intranöral ödemin azalması ve dejenerasyon ürünlerinin temizlenmesinin hızlanmasının, rejenerasyonu hızlandıran nedenler olduğu öne sürülmüştür(158).

Aynı araştırmacı tarafından, 12 çift sıçanın peroneal siniri diz üzerinde 5 saniye süreyle forsepsle ezilerek, crush yaralanması oluşturulmuş, tedavi sonrası lezyon etrafında, sham grubuna göre daha az şişlik ve skar-adezyon dokusu olduğu, hem Wallerian dejenerasyonu, hem de akson rejenerasyonunun hızlandığı, epinörium kalınlığı ve intranöral ödemin daha az, intranöral damarların kesit alanının ve sayısının daha fazla olduğu, yeni kollajen liflerin daha düzenli sıralandığı, myelinli liflerin ve aksonların çaplarının, lezyon seviyesinde ve altında daha büyük olduğu görülmüş, lezyon seviyesinde lif ve akson çapı 3. haftada normal değerine ulaşmıştır (159).

Bu konuda yapılan en ilginç çalışmalardan biri de, spinal kord lezyonlarında kesikli kısa dalganın etkisini göstermeye yönelik deneysel çalışmadır. Üst lomber hemikordotomili kedilerde, günde 30' olmak üzere 30 gün süreyle tedavi uygulanmış, postoperatif 3 aylık dönemden sonra spinal kord histolojik olarak incelenmiştir. Tedavi grubunda kontrol grubuna göre daha az skar dokusu ve daha fazla sayıda rejenere nöron olduğu görülerek, bu tedavi yönteminin en azından parsiyel rejenerasyonu hızlandırılabilceği öne sürülmüştür(194).

Çalışmamızda 20 seanslık kesikli kısa dalga tedavisi sonrasında klinik yakınmalarda %38.4 olguda tam, %66.6 olguda ise kısmi düzelme olurken, daha

sonraki kontrollerde tam düzelme oranı giderek artmış, 6. ayda %73 olguda tam, %27 olguda kısmi düzelme oranına ulaşılmıştır. Tedaviden sonra ilk düzelen yakınmaların, gece yakınmaları ve güçsüzlük-beceriksizlik olduğu, tedavinin 5. gününden itibaren, gece yakınmalarının çoğu hastada kaybolduğu ya da hafiflediği gözlenmiştir. Bununla birlikte, ağrı ve uyuşma yakınmaları tedaviye daha geç vevap vermiş, 6. ayda bu yakınmalardaki tam düzelme oranı gece yakınması ve güçsüzlük-beceriksizlik yakınmalarının düzelme oranına ulaşmıştır. 6. ayda kısmi düzelme gösteren 7 olgunun (%26.9) 5'inde tek yakınmanın, parmak uçlarında kalan, gün içinde arada sırada bazı aktivitelerden sonra ortaya çıkan uyuşma olduğu görülmüştür. Diğer 2'olgunun ise, tedavi sonrası tüm klinik yakınmalarında tam düzelme olduğu halde, 6. ayda gece yakınmaları aynı şiddette tekrar başlamış, diğer yakınmaları ise tamamen kaybolmuştur. Bu olgular, "rekürrens" olarak değerlendirilmiştir. Böylece bu grupta 6 ay içindeki rekürrens oranı %20 olarak belirlenmiştir.

Tanıda kullanılan tüm testlerin, istatistiksel olarak desteklenmemekle birlikte, olumluluk oranı giderek, 6 ayın sonunda tüm olgularda Tinel testi (-) iken, Phalen testi 2, karpal kompresyon testi ise yalnız 1 olguda (+) bulunmuştur. Tedavi öncesi duyu kusuru saptanan 22 olgunun ise 16'sının (%73) duyu muayenesi 6. ayda normale dönmüştür.

Bu klinik parametreler yanında, objektif sinir ileti çalışmaları değerlerinde de benzer düzelmeler görülmüş, tedavi sonrası %26.9, 6. ayda ise %42.3 olgunun sinir ileti çalışmaları tamamen normal olarak değerlendirilmiştir. Tablo 11'de, median sinir duysal distal latans, amplitüd ve motor distal latans ortalama değerlerinde, 6. aya kadar progresif bir düzelme olmakla birlikte, 6. aydaki değerlerin 3. aya göre hafif derecede kötüleştiği görülmektedir. Bu durum, başlangıçta duysal sinir aksiyon potansiyeli elde edilemeyen 10 olgunun 6'sında, 6. ayda latansı uzun ve amplitüdünü küçük yanıtların alınmaya başlaması ve bu değerlerin ortalamayı etkilemesi ile açıklanmıştır.

Elektrofizyolojik parametrelerle ilgili dikkati çeken bir başka nokta da, istatistiksel olarak desteklenmemekle birlikte, olguların çoğunda median sinir distal motor iletilerinin duysal iletilerden daha önce düzelmeye başlaması ve daha belirgin düzelmeler gözlenmiş olmasıdır. Bu konuda literatürde de çelişkili görüşler yer almaktadır. Bazı otörler, duysal liflerin kompresyon ve dekompresyona daha hassas olduğunu, bu nedenle takipte duysal ileti çalışmalarının motor iletilere göre daha önemli olduğunu belirtirken (22, 64, 67, 132, 133, 150, 171, 182), bazıları ise motor liflerin iskemiye daha hassas olduğunu, ilk önce etkilenip en geç iyileştiklerini belirtmişlerdir (179). Karpal tünel sendromu tedavisiyle ilgili yapılan çalışmaların çoğunda, duysal iletilerin motor iletilere göre daha önce düzeldiği, ya da duysal iletilerde düzelme olurken motor iletilerde değişme olmadığı görülmüş (67, 103, 105), az sayıda çalışmada bu durumun tersi sonuç alınmıştır (61). Bir başka çalışmada da, konservatif tedavi uygulanan tüm hastalar gözönünde bulundurulduğunda duysal iletilerde düzelme görülürken, motor iletilerde ise semptomları düzelen grupta düzelmeyenlere göre daha belirgin hızlanma saptanmış, motor latanslardaki düzelmelerin ağrıdaki azalma ile ilgili olabileceği öne sürülmüştür (105). Ancak çalışmamızda böyle bir istatistiksel karşılaştırma yapılabilecek sayıya ulaşamamış, motor iletilerde görülen daha belirgin düzelmelerin mekanizması tam olarak açıklanamamıştır.

Kesikli kısa dalga tedavisiyle median sinir ileti değerlerindeki düzelmelerin aksine, ulnar sinir duysal ve motor iletilerinde istatistiksel anlamlı bir değişme olmadığı görülmüştür. Bu da, kesikli kısa dalgadan hasarsız dokuların etkilenmediği görüşünü doğrulamıştır (24, 71).

Kesikli kısa dalga tedavisiyle uzun dönemde hem klinik hem de elektrofizyolojik parametrelerde belirgin düzelmelerin elde edilmiş olması, bu sonuçların yalnız analjezik, anti-inflamatuvar ve ödem giderici etkiyle açıklanamayacağını göstermektedir. Deneysel çalışmalar, kompresyon distalindeki sinir liflerinin çapındaki azalmanın reversible olduğunu ve dekompresyon sonrası iletimde görülen düzelmeden, sinir liflerinin gelişmesi ve remiyelinizasyonundan çok

çaptaki artmanın sorumlu olduğunu göstermiştir (21). Kesikli kısa dalganın periferik sinir dokusu üzerindeki etkisini gösteren deneysel çalışmalarda da, lif çapında ve endonöral kan damarlarında artışın görülmesi tedaviden aldığımız cevabın başlangıçta analjezik, anti-inflamatuar ve ödem çözücü etkiyle, ancak uzun dönemde elde edilen klinik düzelmeler ve sinir ileti değerlerindeki değişmelerin ise sinir dokusu üzerindeki etkileriyle açıklanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Kesikli kısa dalga tedavisinin bu etkileri, bir çok araştırmacı tarafından, nontermal mekanizmalarla açıklanmakla birlikte (58, 60, 71, 86, 146, 156), termal etkileri konusunda tartışmalı sonuçlar alınmıştır. Bazı çalışmalarda uygulama alanında hiçbir ısı artışı saptanmazken (192, 198), etkinin nontermal mekanizmalarla açıklanamayacağını 40Watt'lık ortalama çıkış gücüyle verilen enerjinin ısıtıcı etkiyi azaltmayacağını ve az miktarda oluşan ısının bile terapötik etkinlik için yeterli olduğunu savunan araştırmacılar da vardır (10, 108, 109, 141). Ortalama 15.2 Watt çıkış gücünün 15' süreyle sıçan peroneal sinir bölgesine uygulamasıyla deride 3.6°C, rektumda 2.4°C-4.4°C, derin dokuda ise 3.6°C-4.6°C'lik artış bulunmuştur (158, 159). Ancak insanların vücut yüzeyleri sıçanlardan daha fazla olduğundan, lokalize ısı artışının çevre dokular tarafından dağıtılabileceği akla yatkın bir açıklamadır. Çalışmamızda ısı ölçüm çalışmaları yapılmamakla birlikte, termal etki ortaya çıkarmaksızın en yüksek non-termal etkinin sağlanmasında ideal olduğu belirtilen 82 Hz.'lik pulsasyon frekansı kullanılarak 19.7 Watt.'lık ortalama çıkış gücüne ulaşılmış, böylece deri ve deri altı dokularda belirgin ısı artışı önlenmeye çalışılmıştır (186). Uygulama sırasında hiçbir hastanın sıcaklık hissetmemesi, bu görüşümüzü desteklemiştir. Bu nedenle tedaviye verilen cevapta nontermal mekanizmaların daha önemli olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kesikli US'un anti-inflamatuar, ödem çözücü ve analjezik etkisi olduğu yapılan çalışmalarla ispatlanmıştır (16, 42, 81, 95, 134, 149). Kullanıldığı pek çok klinik durumda, ağrının ve ödemin azalması yararlı etkinin göstergesi olmuştur. Ödemi azaltıcı etkisi, siklik ve vibrasyonel etkilerin mikromasaj özelliğine bağlanmıştır (42). Analjezik etkisi ise mekanik etkiyle büyük çaplı sinir liflerinin

aktivitesindeki artış ve sonuçta ağrı kapısının kapanmasıyla (131) ve mekanizması tam olarak anlaşılmamakla birlikte, kesikli emisyonların otonom sinir sistemi üzerindeki etkileriyle açıklanmıştır (149). Bununla birlikte ağrıyı azaltıcı etkisinin, iyileşmeyi hızlandırıcı ve sert dokuları yumuşatmada yararlı etkisine sekonder ortaya çıkabileceği de belirtilmektedir.

Sinir dokularının kas, fasya ve diğer dokulara oranla ultrasonik enerjiye daha hassas olduğu, bunun da yüksek lipid içeriği yanısıra, kaslarla arasındaki yüzey ilişkilerinden kaynaklandığı belirtilmektedir (6).

US'un biyolojik etkileri üzerine yapılan ilk çalışmalardan sonra ilgiler, sinir sistemi üzerine olan etkilerinde yoğunlaşmıştır. 1939 yılında, siyatik sinir ve brachial plexus lezyonlarının tedavisinde US kullanımının başarılı sonuçlarının bildirilmesinden sonra, bu tedavi modalitesinin sinir dokuları üzerindeki etkilerini ortaya koymaya yönelik bir çok deneysel ve klinik çalışma yapılmıştır (3, 6, 52, 110, 123). Yüzeysel yerleşimi nedeniyle insanlarda bu amaçla en çok ulnar sinir model olarak seçilmiştir. Humeral oluk üzerine yapılan sürekli uygulamanın, vibrasyon duyusunun algılanma eşiğinde hafif bir artışa neden olduğu ve uygulama yerinin distalinde analjezik etki ortaya çıkardığı gösterilmiştir (3, 110). Değişik intensitelerde yapılan sürekli uygulamalarla sinir ileti hızlarında meydana gelen değişimler hakkında literatürde çelişkili sonuçlar alınmıştır. Konuyla ilgili çalışmaların hepsinde sürekli uygulama yapılmış, bu nedenle bu etkinin sinir dokusu üzerine direk mekanik etkiden mi, yoksa ısıtıcı etkisinden mi kaynaklandığı tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır. Bazı araştırmacılar tarafından sinir ileti hızlarının dokularda ulaşılan ısı artışı oranında arttığı belirtilirken (123), bazıları ise termal etkilerin tek başına bu değişiklikleri açıklamaya yeterli olmadığını, mekanik etkilerin de önemli rol oynadığını öne sürmüşlerdir (6, 52). Maksimal dozlarla yapılan deneysel çalışmalarda ise, uygulamanın periferik sinirler ve spinal kord üzerinde destrüktif etkisi olduğu gösterilmiştir(6).

Kesikli uygulamanın periferik sinir dokusu üzerindeki etkilerini gösteren herhangi bir deneysel ve klinik çalışmaya ise literatürde rastlanmamıştır. Bu nedenle

bu çalışmada "Karpal Tünel Sendromu" model alınarak, bu uygulamanın bilinen analjezik ve anti ödem etkilerinin klinik yakınmalardaki değişmelerle, periferik sinir dokusu üzerindeki muhtemel etkilerinin de elektrofizyolojik sinir ileti çalışmalarıyla gösterilmesi amaçlanmıştır.

Kesikli US tedavisi uygulanan ellerde tedavi sonrası ve kontrollerde, tüm yakınmaların şiddetinde tedavi öncesine göre istatistiksel anlamlı düzelme saptanmıştır. Ancak yakınmaları tamamen kaybolan olguların tedavi sonrası oranı %70.8 iken, bu oran 6. ayda %33.3'e düşmüştür. Bununla birlikte 6. ayda sadece 2 olgunun yakınmalarında hiç bir düzelme görülmemiş, diğer olgularda ise kısmi ya da tam düzelme olmuştur. Kesikli kısa dalga grubuna benzer şekilde, çoğu olguda tedavi sırasında ilk düzelmeye başlayan yakınmanın, gece yakınmaları olduğu görülmüştür. En belirgin düzelme ise, ağrı yakınmasında olmuş, tedavi sonrası %75 olguda görülen tam düzelme oranı, 1. ayda %100'e ulaşmış ve bu oran daha sonraki kontrollerde de korunmuştur. Ancak diğer yakınmalarda başlangıçta dramatik iyileşme görülmeyle birlikte, daha sonra olguların çoğunda yakınmalar tekrar başlamış, 1. ayda %29.3 olan rekürrens oranı, 6. ayda %53'e ulaşmıştır.

Median sinir duysal ve motor ileti çalışmalarında ise subjektif klinik yakınmalardaki düzelmeye uyan değerler elde edilememiş, tedavi sonrası ve kontrol iletilerinde, tedavi öncesine göre istatistiksel anlamlı değişme saptanmamıştır. Tedavi sonrası sadece 4 olgunun (%16.6) sinir ileti değerleri normale dönmüş, ancak 3. ayda bu olgulardan birinden tekrar patolojik değerler elde edilmiştir. Başlangıçta duysal sinir aksiyon potansiyeli elde edilemeyen 2 olguda, sonraki kontrollerde de bu durum devam etmiştir.

İstatistiksel olarak desteklenmemekle birlikte, Tinel ve Phalen testlerinde klinik yakınmalardaki düzelmeye uyumlu değişiklikler saptanırken, karpal kompresyon testinde ise sinir ileti değerlerindeki değişmelere paralel sonuçlar alınmıştır. Bu, tedaviye verilen cevabın değerlendirilmesinde, karpal kompresyon testinin daha duyarlı ve objektif bir test olduğunu düşündürmüştür. Kesikli US tedavisiyle klinik parametrelerde elde edilen düzelmelerin başlangıçta dramatik olup 6



aylık takipte yüksek rekürrens oranına ulaşılması ve bu düzelmeye elektrofizyolojik çalışmaların eşlik etmemesi nedeniyle, terapötik etkinliğin yalnız ağrı giderici ve tünel çevresindeki olası ödemi çözücü etkilerine bağlı olduğu düşünülmüştür. Bu bulgular ayrıca, kesikli US uygulamasının periferik sinir dokusu üzerine direk etkisinin olmadığına bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Ancak bu görüşün bilimsel olarak desteklenebilmesi için kan akımı çalışmalarına ve kontrollü deneysel çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmada maksimal nontermal etkiye ulaşabilmek amaçlanmış, bu nedenle düşük intensite ve düşük frekanslı kesikli uygulama yapılmıştır (42, 130, 143, 149). Ancak uygulamanın sabit teknikle yapılmış olması, dar bir alanda hızla ısı artışına yol açabileceği sorusunu akla getirebilir(42). Bununla birlikte tedavi edilen alan küçük olduğundan, bu alanda en yüksek terapötik etkiye ulaşmak için sabit uygulamanın daha uygun olduğu, kesikli uygulama ve düşük intensitenin kullanılmasıyla da istenmeyen ısı yükselmelerinin önlenebileceği düşünülmüştür(130, 142, 143). Gerçekten de kesikli kısa dalga tedavisinde olduğu gibi uygulama sırasında hastaların hiç biri uygulama alanında sıcaklık hissetmemiş, aşırı ısınmayı gösteren ağrı ve karıncalanma yakınmaları gözlenmemiştir. Bu nedenle tedaviden alınan cevapta nontermal mekanizmaların daha önemli rol oynamış olabileceği sonucuna varılmıştır.

Her iki tedavi grubundaki olgularda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, kesikli US grubunda belirgin olmak üzere, çoğunun yakınmalarında ve klinik bulgularında düzelmelerin, elektrofizyolojik sinir ileti değerlerindeki düzelmeye paralel olmadığı görülmüştür. Bu gözlem literatürle uyumludur. Semptomuz vakalarda iletilerin gecikmiş olabileceği, ancak klinik yakınmaları olan vakalarda da iletilerin normal olabileceği belirtilmektedir (77). Karpal tünel sendromu tedavisine yönelik yapılan çalışmaların çoğunda, uzun dönemdeki klinik düzelmeye sinir iletileri arasında tam korelasyon olmadığı vurgulanmış, tedaviye verilen cevap, iletilerdeki gecikme derecesiyle gösterilememiştir (67, 77, 82).

Literatürde, kesikli kısa dalga tedavisinin karpal tünel sendromu üzerindeki etkisini göstermeye yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu konuda kesikli



ultrasonla yapılan plasebo kontrollü bir çalışmada ise 20 seans uygulamadan sonra tenar atrofi dışında tüm klinik bulgularda anlamlı düzelme görülmüş, elektrofizyolojik çalışmalarda ise motor latanslarda belirgin düzelme saptanırken, duysal ileti ve amplitüd değerlerinde belirgin değişiklik görülmemiştir (61). Sürekli uygulamanın yapıldığı bir başka çalışmada ise ağrıda %83, parestezi yakınmalarında %87.5 elde düzelme olmuş, motor iletilerde değişme olmazken, duysal iletilerde anlamlı düzelme görülmüştür (103).

Bir diğer fizik tedavi ajanı olan lazer ile yapılan 10 günlük uygulamadan sonra ise klinik olarak iyileşme olduğu, kavrama kuvvetlerinin arttığı, ağrı ve uyuşukluğun azaldığı, ancak elektrofizyolojik sinir iletilerinde değişiklik olmadığı gözlenmiştir (28). Ancak bu çalışmaların hiçbirinde uzun dönem takip çalışmaları yapılmamış, rekürrens oranları hakkında bilgi verilememiştir.

Karpal Tünel Sendromu'nun tedavisinde en yaygın kullanılan splint tedavisiyle ilgili yapılan çalışmaların çoğunda, başlangıçta başarılı sonuçlar alınmakla birlikte, uzun dönemde yüksek rekürrens oranları bildirilmiştir (31, 65, 77, 97, 105, 150, 153). Tedaviye verilen cevabın yalnız subjektif yakınmalarla değerlendirildiği çalışmalardan birinde, başlangıçta % 75 hastada hızlı remisyon sağlanırken, 3 hafta- 6 aylık uygulamadan sonra ortalama 1 yıllık takipte ancak %40 hastada tatminkar bir rahatlama elde edilmiş(31), başlangıç düzelme oranı benzer olan bir başka çalışmada ise 15 aylık takipte %60 hastada kısmi ya da tam düzelme görülmüştür (97). Gece splinti tedavisiyle %58 hastada 6-12 aya varan rahatlama görülürken, 1-4 yıllık takipte %86 ya varan rekürrens oranı bildirilmiştir (77). 50 elde tek kortizon enjeksiyonu + 3 hafta süreyle splint tedavisinden sonra ise 6. haftada %76 elde tam düzelme görülürken, 6 ay sonunda %89 elde relaps olmuş, ortalama 18 aylık takipte ellerin yalnız %22'sinde tam düzelme gözlenmiştir (65). Objektif elektrofizyolojik ileti çalışmalarının kullanıldığı 105 el üzerinde yapılan bir çalışmada ise 17 aylık takipte % 67 elde semptomatik düzelme saptanırken, tüm ellerde duysal ileti hızlarında düzelme görülmüş, motor iletilerde ise değişme olmamıştır (105).

Bir diğer konservatif tedavi yöntemi olan lokal kortikosteroid enjeksiyonu uygulamasıyla da benzer sonuçlar alınmıştır. Değişik çalışmalarında subjektif yakınmalardaki uzun dönem rekürrens oranları, 1-8 aylık dönemde %80 (31), ilk yıl içinde %87 (77), 15 ayda %32 (197), 6 ayda %60 (100), 45 ayda %82 (80) olarak bulunmuştur. EMG kontrollü olarak 31 elde yapılan bir çalışmada ise, 45 günde %90 tam, 6 aylık kontrolde ise, %35 elde tam, %58 elde kısmi klinik düzelme, %65 elde motor, %73 elde duysal iletilerde düzelme saptanmış, duysal sinir amplitüdlerinde belirgin artma görülmemiştir (67).

Çalışmamızda olgular 6 ay süreyle izlendiklerinden, elde edilen sonuçların diğer tedavi yöntemleriyle karşılaştırılmasında 6 aylık dönem temel alınmalıdır. Ancak yapılan çalışmalardaki takip sürelerinin, kullanılan klinik ve elektrofizyolojik parametrelerin, tedavi sonrası değerlendirme kriterlerinin birbirinden farklı olması böyle bir karşılaştırma yapmayı güçleştirmektedir.

Kesikli US grubunda subjektif klinik yakınmaların tümünde başlangıçta elde edilen dramatik düzelme, diğer tedavi yöntemleriyle benzerlik göstermektedir (28, 31, 61, 67, 80, 103). Tam düzelenlerin oranı 1. aydan itibaren giderek azalmakla birlikte, yine de 6. ayda elde edilen %91.6'lık "düzelme", %53.3'lük "rekürrens" oranı, bu çalışmaların bazılarında elde edilen sonuçlara benzerlik gösterirken (67), çoğuna göre ise daha tatminkardır (31, 100 ). İstatistiksel olarak anlamlı düzelme görülmemekle birlikte, sinir ileti değerlerinde 6. ayda görülen %50'lik iyileşme oranı ise steroid tedavisinden elde edilen sonuçla paralellik göstermektedir (67).

Kesikli kısa dalga tedavisinde ise klinik yakınmalarda başlangıçta görülen tam düzelme oranı diğer tedavi yöntemlerinde elde edilen orandan daha düşük olmakla birlikte (31, 65, 77, 80, 97), tedavi sonrasında itibaren ulaşılan %100'lük "düzelme" oranı 6. aya kadar korunmuş, bu süre içindeki rekürrens oranı ise sadece %20 olmuştur. Bu sonuç, kesikli kısa dalga tedavisinin en azından ilk 6 aylık dönemde diğer tedavi yöntemlerine kıyasla daha etkili olduğunu göstermekte, elektrofizyolojik sinir ileti çalışmalarında elde edilen düzelme oranları da bu görüşü kuvvetlendirmektedir.

12 haftalık pridoksin tedavisiyle, %68 (98), %86(175), %97 (47,48) lik kür oranları bildirilmekle birlikte, hiçbirinde sinir ileti çalışmaları yapılmamış ve kontrol kullanılmamıştır. Bir çok araştırmacı tarafından da tedavi başarısız bulunmuş, bu iddialar doğrulanmamıştır (78, 168, 178). Bu nedenle elde ettiğimiz sonuçlarla bu çalışmalar arasında karşılaştırma yapılmamıştır.

Literatürde, değişik konservatif tedavi yöntemleriyle alınan sonuçlara, hafif klinik ve EMG bulgularının olumlu; atrofi, güçsüzlük, devamlı parestezi, belirgin duyu kaybı, stenozan tenosinovit varlığı, semptomların uzun süreli olması, ileri yaş, ve sinir iletilerinin ileri derecede uzamış olması gibi faktörlerin ise olumsuz etki ettiği bildirilmiştir (47, 65, 77, 80, 97, 98, 105). Çalışmamızda, tedaviye verilen cevabı etkileyen faktörleri ortaya koymaya yönelik istatistiksel değerlendirme, hasta sayısındaki azlık nedeniyle yapılamamakla birlikte, her iki tedavi grubunda da literatürle uyumlu sonuçlar gözlenmiştir:

Yaşın olumsuz etkisi, yaşlı insanlarda periferik sinirlerin basınca karşı daha duyarlı olması ve bunun sonucunda tamir yeteneğindeki azalmayla, mikrosirkülasyondaki bozuklukla ve proksimal sinir kompresyonunun insidansındaki artışla (double crush) açıklanmıştır (97). Çalışmamızda da, 60 yaşın üstündeki 3 hastadan (5 el) 2'sinde (4el), belirgin klinik ve elektrofizyolojik düzelme görülmemiştir. Bu hastalar aynı zamanda yakınmaları da en uzun süreli olanlardı. Zamanın bu olumsuz etkisinin, progresif epinöral fibrozis ve iskemiye bağlı olduğu belirtilmektedir (97). Gerçekten de yalnız 1 aydır yakınması olan 60 yaşın üstündeki diğer hastada ise belirgin düzelme saptanmıştır.

Devamlı parestezinin, devamlı sinir kompresyonu anlamına geldiği, kompresyon ne kadar ciddiye, tedaviye verilen cevabın o kadar az olduğu belirtilmektedir (97). Bu çalışmada da parestezi yakınması devamlı olan olguların bu yakınmalarındaki düzelme oranının intermitan olanlara göre daha az olduğu, başlangıçta tam düzelme görülse de sonraki kontrollerde tekrar ortaya çıktığı gözlenmiştir.

Literatürde cerrahi endikasyon konulması gerektiği bildirilen (40, 77, 150, 153, 154) olguların çalışmaya dahil edilmemesine özen gösterilmekle birlikte, çoğu kez hastalar tarafından konservatif tedavi denenmesi istenmiş, hafif derecede tenar atrofisi olan 2 el kesikli kısa dalga, 3 el kesikli ultrason grubuna; orta derecede atrofisi olan 1 el de kesikli kısa dalga grubuna alınmıştır. Kesikli US grubundaki 2 el aynı hastaya aitti. 68 yaşında olan hastanın 20 senedir yakınmaları vardı. Tedavi sonrası tama yakın düzelme gösteren hastanın yakınmaları, 1 aylık kontrolde daha az şiddette olmak üzere tekrar başladı. Bu ellerde, elektrofizyolojik ileti çalışmalarında da değişme olmadı. 46 yaşında olan diğer hastanın duysal ileti zamanı da ileri derecede uzundu. 6 aylık kontrolde yakınmalarında minimal düzelme olurken, sinir ileti çalışmalarında değişiklik olmadı. Kesikli kısa dalga grubunda, orta derecede tenar atrofisi olan 72 yaşındaki hastanın 25 senedir yakınmalar mevcuttu, duysal sinir aksiyon potansiyeli elde edilememişti, distal motor latansı 7.4msn. idi ve şiddetli parestezi yakınmaları vardı. Bu hastanın da tedavi sonrası yakınmaları kaybolmakla birlikte, 1 aylık kontrolde daha az olmak üzere tekrar başladı, sinir ileti çalışmalarında da değişiklik olmadı. Hafif tenar atrofisi olan 42 yaşındaki hastanın da çok şiddetli yakınmaları vardı, duysal sinir aksiyon potansiyelleri elde edilemedi, motor distal latansı ise 6.5msn. idi. 6 aylık kontrolde duysal yanıt alınmaya başlandı, motor distal latans 4.4msn. olarak ölçüldü ve yakınmaları minime indi.

Bu olgular her iki grupta elde edilen sonuçları olumsuz yönde etkilemiştir. Çalışmaya sadece erken dönem olguların alınmasıyla, hem kesikli kısa dalga, hem de kesikli ultrason tedavisinde daha başarılı sonuçlar elde edilebileceği kanısındayız.

KTS tedavi edilmediğinde, yıllarca alevlenme-remisyon dönemleriyle seyreden değişken bir klinik seyir gösterir. Ancak spontan remisyon görülmesi de nadir değildir. Bu remisyonların bazı vakalarda tam istirahat, meslek değişimi, el işinin azaltılması veya havaların ısınması ile başladığı ve 6 yıla kadar süren remisyonların görülebileceği belirtilmektedir. Bir çok hasta teşhis konduğunda ve hastalığıyla ilgili bilgilendirildiğinde, ilk anda el işlerini azaltma yoluna gitmekte, bazı vakalarda sadece bu bile remisyonu başlatabilmektedir(31, 62, 105, 178).

Çalışmamızda kontrol grubunun kullanılmaması nedeniyle spontan iyileşmenin sonuçlara katkısı hakkında bir fikir elde edilememiştir. Ancak ülkemiz koşullarında, tedavi arayışıyla hekime başvurmuş bir hastanın, plasebo tedavi için 1 ay süreyle kliniğimize gidip gelmesini istemenin, ve tolare edilmesi güç olan elektrofizyolojik çalışmalarla takip edilmesinin çok doğru olmayacağı düşünülmüştür. Spontan iyileşmenin sonuçlara katkısını en aza indirmek için hastaların mesleki ve uğraşı aktivitelerini eskiden olduğu gibi aynen devam ettirmeleri söylenmiştir. Ancak yine de bu konuda yapılacak kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada her iki tedavi yöntemiyle elde edilen sonuçlar, konservatif tedavi etkinliğinin ortaya konmasına yönelik çalışmalarda mutlaka uzun dönem takip yapılması ve tedaviye yönelik cevabın yalnız subjektif kriterlerle değil, objektif sinir ileti çalışmalarıyla da değerlendirilmesi gerekliliğini bir kez daha gözler önüne sermektedir. Özellikle kesikli kısa dalga tedavisiyle aldığımız yüz güldürücü sonuçlar, olgu sayısını arttırarak ve daha uzun süreli takip yapılarak çalışmaya devam edilmesi konusunda bizi cesaretlendirmiştir. Böylelikle hem tedavinin etkinliği daha güvenilir bir şekilde ortaya konabilecek, hem de diğer konservatif tedavi yöntemlerinin uzun dönem sonuçlarıyla daha sağlıklı karşılaştırma yapılabilecektir.

## SONUÇLAR

Kesikli ultrason ve kesikli kısa dalga tedavisinin, idiopatik karpal tünel sendromu üzerindeki etkisini göstermeye yönelik bu çalışmada, aynı zamanda hastaların genel özellikleri, semptomları ve klinik bulguları değerlendirilmiş, başlıca şu sonuçlar alınmıştır:

1- Çalışmaya alınan hastaların çoğunluğunu, orta yaş grubunda kadınların oluşturduğu görülmüştür. Bu seride yaş ortalaması 48.87, kadın:erkek oranı ise 4.3:1 olarak bulunmuştur.

2- Sendromun en çok ev hanımlarında görüldüğü gözlenmiştir.

3- Hastalarda %65.6 oranında bilateral tutuluş saptanmıştır.

4- En sık görülen yakınmaların %92 ile uyuşma, %86 ile karıncalanma, %82 ile gece yakınmaları olduğu görülmüştür.

5- Flick işareti ve karpal kompresyon testinin, tanıda en sensitif testler olduğu saptanmıştır.

6- Kesikli kısa dalga grubunda, tedavi sonrası %38.4 olguda tam, %66.6 olguda kısmi, 6. ayda ise %73 olguda tam, %27 olguda kısmi klinik düzelme saptanmıştır. Tüm klinik yakınmalardaki düzelme, tedavi sonrası, 1., 3., 6. aylık kontrollerde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

Bu grupta 6 aylık dönemdeki rekürrens oranı %20'dir.

7- Kesikli ultrason grubunda, tedavi sonrası %70.8 olguda tam, %29.1 olguda kısmi, 6. ayda ise %33.3 olguda tam, %58.3 olguda kısmi klinik düzelme saptanmıştır. Tüm klinik yakınmalardaki düzelme, tedavi sonrası, 1., 3., 6. aylık kontrollerde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ).



Bu grupta 6 aylık dönemdeki nüks oranı %53'dür.

8- Her iki tedavinin subjektif yakınmalar üzerindeki etkisi karşılaştırıldığında, tedavi sonrası ve 1. ayda istatistiksel anlamlı fark bulunamazken ( $p>0.05$ ), uyuşukluk, güçsüzlük-beceriksizlik yakınmaları ve genel klinik yakınmalarda 3. ve 6. ayda, gece yakınmalarında ise 6. ayda kesikli kısa dalga lehine istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

9- Kesikli kısa dalga grubunda, median sinir duysal distal latans, duysal aksiyon potansiyel amplitüdü ve motor distal latans değerlerinde, tedavi sonrası, 1., 3., 6. ayda tedavi öncesine göre istatistiksel anlamlı düzelme görülmüştür ( $p<0.05$ ). 6. ayda %42.3 olgunun sinir ileti değerleri normale dönmüştür.

Ulnar sinir duysal distal latans, duysal aksiyon potansiyel amplitüdü ve motor distal latans değerlerinde ise tüm kontrollerde anlamlı değişme görülmemiştir ( $p>0.05$ ).

10- Kesikli ultrason grubunda, median sinir duysal distal latans, duysal aksiyon potansiyel amplitüdü ve motor distal latans değerlerinde, tedavi sonrası, 1., 3., 6. aylık kontrollerde tedavi öncesine göre istatistiksel anlamlı düzelme saptanamamıştır ( $p>0.05$ ). 6. ayda %12.5 olgunun sinir ileti değerleri normale dönmüştür.

Ulnar sinir ileti değerlerinde ise, istatistiksel anlamlı değişme görülmemiştir ( $p>0.05$ ).

11- Her iki tedavinin elektrofizyolojik parametrelere etkisi karşılaştırıldığında, tüm değerlerde kesikli kısa dalga lehine istatistiksel anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).



## Ö Z E T

İdiopatik karpal tünel sendromunda kesikli kısa dalga ve kesikli ultrason tedavisinin etkinliğini göstermeyi amaçlayan bu çalışmada; hikaye, fizik muayene ve elektrofizyolojik sinir ileti çalışmalarıyla "idiopatik karpal tünel sendromu" tanısı alan, 6'sı erkek 26'sı kadın olmak üzere 32 hastada toplam 50 el üzerinde çalışılmıştır.

20 hastada 26 ele, Curapulse 419 kısa dalga cihazıyla, kondansatör yöntemi kullanılarak, 19.7Watt. ortalama çıkış gücüyle günde 30' olmak üzere 4 hafta süreyle toplam 20 seans kesikli kısa dalga tedavisi uygulanmıştır.

16 hastada 24 ele ise, 870kHz. frekansında, ortalama yoğunluk 0.5W/cm<sup>2</sup>, pulse: aralık oranı 1:4 olacak şekilde kesikli ultrason, sabit teknikle günde 6' olmak üzere 4 hafta süreyle toplam 20 seans uygulanmıştır.

Tüm olguların subjektif klinik yakınmaları, klinik bulguları ve median-ulnar sinir duysal-motor ileti çalışmaları değerleri, tedaviden önce, tedavi sonrası, tedavi bitiminden 1 ay, 3 ay ve 6 ay sonra kaydedilmiştir.

Ağrı yakınmasının şiddeti, 0-10 arasında dereceli numerical rating scale (NRS), uyuşma, gece yakınmaları, güçsüzlük-beceriksizlik yakınmalarının şiddeti ise 4 basamaklı SDS skalası ile değerlendirilmiştir (0:yok, 1:hafif, 2:orta, 3:şiddetli). Ayrıca tüm klinik yakınmalar, 4 basamaklı klinik skala ile ifade edilmiştir (0:semptomsuz, 1:hafif, 2:orta, 3:şiddetli).

Her iki grupta tedavi sonrası ve kontrollerde ortalama skala değerleri ve median-ulnar sinir duysal-motor ileti değerlerinin tedavi öncesine göre değişimi Wilcoxon testiyle, her iki grubun mukayesesi ise Mann-Whitney testiyle istatistiksel olarak değerlendirilerek, p<0.05 değerleri anlamlı olarak kabul edilmiştir.

Ayrıca tedavi sonrası, 1 ay, 3 ay ve 6 aylık kontrollerde klinik yakınmalardaki ve elektrofizyolojik değerlerdeki değişimler, "tam düzelme, kısmi düzelme, düzelme yok" şeklinde değerlendirilerek, oranlar yüzde ile ifade edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, 6 aylık izlem döneminde her iki tedavi yöntemiyle de klinik yakınmalarda istatistiksel anlamlı düzelme gözlenirken, elektrofizyolojik parametrelerdeki düzelme yalnız kesikli kısa dalga grubunda anlamlı bulunmuştur. Kesikli ultrason tedavisiyle başlangıçta klinik yakınmalarda anlamlı düzelme görülürken, kesikli kısa dalga tedavisinde ise 3. ve 6. aylarda daha başarılı sonuçlar alınmıştır.

Alınan sonuçlar, diğer konservatif tedavi yöntemlerinin ilk 6 aylık sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, kesikli ultrason grubunun diğer tedavi yöntemleriyle benzerlik gösterdiği, bazılarında daha tatminkar olduğu, kesikli kısa dalga tedavisinin ise, en azından ilk 6 ay için diğer tedavi yöntemlerine kıyasla daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Tedaviye verilen cevaplar, karpal tünel sendromunun patogenezi eşliğinde değerlendirildiğinde, şu sonuca varılmıştır:

Kesikli ultrason tedavisiyle başlangıçta klinik yakınmalarda dramatik düzelme sağlanması, ancak bu düzelmenin elektrofizyolojik ileti çalışmalarıyla desteklenmemesi, uzun dönemde yüksek rekürrens oranına ulaşılması nedeniyle, terapötik etkinlikte ödem çözücü ve analjezik etkilerinin rol oynadığı ve geçici rahatlama sağlayan bir tedavi modalitesi olduğu düşünülmüştür.

Kesikli kısa dalga tedavisiyle ise, 3. ve 6. aylarda tedavi sonrasına göre daha başarılı sonuçlar alınmış olması ve klinik yakınmalar yanında elektrofizyolojik parametrelerde de anlamlı düzelmenin görülmüş olması, diğer konservatif tedavi yöntemlerine göre rekürrens oranının çok düşük olması, bu sonuçların yalnız analjezik- ödem çözücü etkileriyle açıklanamayacağını, periferik kan dolaşımını arttırıcı ve periferik sinir dokusu rejenerasyonunu sağlayıcı etkisinin de rol oynayabileceğini düşündürmüştür.

Kesikli kısa dalga tedavisiyle 6 aylık dönemde alınan bu başarılı sonuçlar, olgu sayısı artırılarak, daha uzun süreli takip yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Kontrol grubunun da kullanılmasıyla, hem tedavinin etkinliği konusunda daha sağlıklı değerlendirme yapılabilecek, hem de terapötik etki mekanizmaları konusundaki düşüncelerimiz daha kuvvetle desteklenebilecektir.



## KAYNAKLAR

- 1- Aktaş S, Altay Z: Romatoid Artritte effüzyonlu eklemler ve enflamasyon parametreleri üzerine kesikli ultrason etkileri. Fizik Ted Rehab Derg, 1991;15(2):66-69
- 2- Allen KGR, Battye CK: Performance of ultrasonic therapy instrumentes. Physiotherapy, 1978;64(6):174-179
- 3- Alyea WS, Rose DL: Effect of Ultrasound on thresold of vibration perception in a peripheral nerve. Arch Phys Med, 1956;37:265
- 4- Amadio PC: Carpal Tunnel Syndrome and Vitamin B6 (discussion). Plast Reconst Surg, 1987:460-462
- 5- Amaido PC: Pyridoxine as an adjunct in the treatment of Carpal Tunnel Syndrome. J Hand Surg(Am), 1985;10:237-241
- 6- Anderson TP, Wakim KG, Bennet WA, Krusen FH: An experimental study of the effects of ultrasonic energy of the lower part of the spinal cord and peripheral nerves. Arch Phys Med, 1951;Feb:71-83
- 7- Aquayo A, Nair CP, Midgley R: Experimental progressive compression neuropathy in the rabbit. Arch Neurol, 1971;24:358-364
- 8- Barclay V, Collier RJ, Jones A: Treatment of various hand injuries by Pulsed Electromagnetic Energy (Diapulse). Physiotherapy, 1983;69(6):186-188
- 9- Barfred T, Hojlund AP, Bertheussen K: Median Artery in Carpal Tunnel Syndrome. J Hand Surg, 1985;10A-Part 1:864-867
- 10- Barker AT, Barlow PS, Porter J: A double blind clinical trial of low power Pulsed Shortwave Therapy in the treatment of a soft tissue injury. Physiotherapy, 1985;71:500-504

- 11- Bassett A: Augmentation of bone repair by inductively coupled electromagnetic fields. *Science*, 1982;184:575-578
- 12- Bauman TD, Gelberman RH, Mubarak SJ, Garfin SR: The Acute Carpal Tunnel Syndrome. *Clin Orthop Rel Res.*, 1981.May;156:151-156
- 13- Bearzy HJ: Clinical applications of Ultrasonic Energy in treatment of acute and chronic subacromial bursitis. *Arch Phys Med Rehabil*, 1953;34:228-231
- 14- Bendler EM, Greenspun B, Jen Yu: The Bilaterality of Carpal Tunnel Syndrome. *Arch of Phys Med*, 1977;Aug 58:362-364
- 15- Benedetto M: New criteria for sensory nerve conduction especially useful in diagnosing Carpal Tunnel Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*, 1986;67:586-589
- 16- Binder A, Hodge G, Greenwood AM, Hazleman BL: Is therapeutic ultrasound effective in treating soft tissue lesions?. *Br Med J*, 1985;290:524
- 17- Birbeck MQ, Beer TC: Occupation in relation to the Carpal Tunnel Syndrome. *Rheum Rehabil*, 1975;14:218-221
- 18- Bleecker ML, Bohlman M, Moreland R, Tipton A: Carpal Tunnel Syndrome: Role of carpal canal size. *Neurology*, 1985;35:1599-1604
- 19- Brain WR, Wright AD, Wilkinson M: Spontaneous compression of both median nerves in the Carpal Tunnel: Six cases treated surgically. *Lancet*, 1972;1:277 (Phalen GS: The Carpal Tunnel Syndrome, clinical evaluation of 598 hands. *Clin Orthop Rel Res*, 1972;83:29-40)'dan alınmıştır.
- 20- Brown M, Baker RD: Effect of Pulsed Short Wave Diathermy on skeletal muscle injury in rabbits. *Phys Ther*, 1987;67(2):208-214
- 21- Buchtal F, Rosenfalck A: Sensory conduction from digit to palm and from palm to wrist in the carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiat*, 1971;34:243-252
- 22- Buchtal F, Rosenfalck A: Electrophysiological findings in entrapment of the median nerve at wrist and elbow. *J Neurol Neurosurg Psychiat*, 1974;37:340-360
- 23- Butler B, Biple EC: Aberrant index lumbrical tendinous origin associated with carpal tunnel syndrome. A case report. *J Bone Joint Surg(Am)*, 1971;53A:160-162

- 24- Cameron B: Experimental acceleration of wound healing. *Am J Orthop*, 1961;3:336-343
- 25- Cameron BM: A three phase evaluation of Pulsed High Frequency Radio Short Waves (Diapulse); 646 patients. *Am J Orthop*, 1964;6:72-78
- 26- Carroll RE, Hurst LC: The relationship of Thoracic Outlet Syndrome and Carpal Tunnel Syndrome. *Clin Orthop Rel Res.*, 1982;April 164:149-153
- 27- Castelli WA, Evans FG, Perez R, Armstrong TJ: Intra-neural connective tissue proliferation of the median nerve in the Carpal Tunnel. *Arch Phys Med Rehabil.*, 1980;61:418-422
- 28- Çeliker R, Kutsal YG, Arı Ç: Karpal Tünel Sendromunda Lazer tedavisinin etkinliği. *Romatol Tıp Rehabil*, 1993;4(2):83-87
- 29- Clarke GR, Stenner L: Use of therapeutic ultrasound. *Physiotherapy*, 1976;62(6):185-190
- 30- Comı G, Lozza L, Galardi G, Ghilardi MF, Medaglini S: Presence of Carpal Tunnel Syndrome in diabetics: Effect of age, Sex, diabetes duration and Polineuropathy. *Acta Diabetol Lat*, 1985;22:259-262
- 31- Crow RS: Treatment of the Carpal Tunnel Syndrome. *Br Med J*, 1960;May 28:1611-1615
- 32- Daube JR: Nerve conduction studies. *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*. Third Edition (Ed:Aminoff MC), Churchill Livingstone, 1992
- 33- Deckel S, Papaioannou T, Rushworth G: Idiopathic Carpal Tunnel Syndrome caused by carpal stenosis. *Br Med J*, 1980;31 May:1297-1299
- 34- Deckel S, Coates R: Primary carpal stenosis as a cause of "Idiopathic Carpal Tunnel Syndrome". *Lancet*, 1979;ii:1024
- 35- Dickinson JC, Kleinert JM: Acute Carpal Tunnel Syndrome caused by a calcified median artery. *J Bone Joint Surg*, 1991;38:610-611
- 36- Downie WW, Leatham PA: The Visual Analogue Scale in the assesment of grip strength. *Ann Rheum Dis*, 1978;37:382-384

- 37- Downie WW, Leatham PA: Studies with Pain Rating Scales. *Ann Rheum Dis*, 1978;37: 378-381
- 38- Downing DS, Weinstein A: Ultrasound therapy of subacromial bursitis. *Phys Ther*, 1986;66(2):194-199
- 39- Drasthicova V, Samahyl J, Slovetinska A: Strengthening of sutured skin wound with Ultrasound in experiments on animals. *Acta Chir Plast*, 1973;15:114-119
- 40- Duncan KH, Lewis RC, Foreman KA: Treatment of Carpal Tunnel Syndrome by members of the American Society for Surgery of the Hand: Results of a Questionnaire. *J Hand Surg*, 1987;12A(3):384-391
- 41- Durkan JA: A new diagnostic test for Carpal Tunnel Syndrome. *J Bone Joint Surg*, 1991;73A:535-538
- 42- Dyson M, Suckling J: Stimulation of tissue repair by ultrasound: A survey o the mechanisms involved. *Physiotherapy*, 1978;64(4):105-108
- 43- Dyson M, Pond JB, Joseph J, Warwick R: The stimulation of tissue regeneration by means of ultrasound. *Clin Sci*, 1968;35:273-285
- 44- Dyson M, Pond JB: The effect of pulsed ultrasound on tissue regeneration. *Physiotherapy*, 1970;56(4):136-142
- 45- Editorial. Testing for Carpal Tunnel Syndrome. *Lancet*, 1991; 338:479-480
- 46- Editorial:.Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *Lancet*, 1985;i:854-855
- 47- Ellis JM, Folkers K: Clinical aspects of treatment of Carpal Tunnel Syndrome with Vitamin B6. *Ann NY Acad Sci*, 1990;585:302-320
- 48- Ellis JM, Folkers K: Clinical results of a crossover treatment with pyridoxine and placebo of the Carpal Tunnel Syndrom. *Am J Clin Nutrition*, 1979;32:2040-2046
- 49- Ellis JM: Treatment of Carpal Tunnel Syndrome with Vitamin B6. *South Med J*, 1987;80(7):882-884
- 50- Enwemeka CS: The effects of therapeutic ultrasound on tendon healing. *Am J Phys Med Reh*, 1989;68(6):283-287
- 51- Ertekin C: Klinik Elektromiyografi. Ege Üniversitesi Matbaası, 1977



- 52- Farmir WC: Effect of intensity of ultrasound on conduction of motor axons. *Phys Ther*, 1968;48(1):1233-1236
- 53- Fast A, Marin EL: Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome(letter). *Br J Rheumatol*, 1988;32:233
- 54- Feildhouse C: Ultrasound for relief of painful episiotomy scars. *Physiotherapy*, 1979;69(7):217
- 55- Felsenthal G: Median and ulnar distal motor and sensory latencies in the same normal subject. *Arch Phys Med Rehabil*, 1977;58:297-302
- 56- Fenn JE: Effect of Pulsed Electromagnetic Energy (Diapulse) on experimental hematomas. *Canad Med Assoc J*, 1969;100:251-254
- 57- Ferguson HN: Ultrasound in the treatment of surgical wounds. *Physiotherapy*, 1981;67(2):12
- 58- Frey AH: Differential biologic effects of pulsed and continuous electromagnetic fields and mechanisms of effect. *Ann NY Acad Sci*, 1974;238:273-279
- 59- Fullerton PM: The effect of ischemia on nerve conduction in the Carpal Tunnel Syndrome. *J Neurol Neurosurg Psych*, 1963;26:385-397
- 60- Füzün C (çeviren): Clayton'un Elektroterapi Kitabı, İzmir Güven Kitabevi, 1990
- 61- Füzün S, Alper S: Karpal Tünel Sendromunda kesikli ultrason tedavisi. *Dokuz Eylül Tıp Fak Dergisi*, 1989;4(2):182-187
- 62- Gelberman R, Pfeffer G, Galbraith R: Results of treatment of severe Carpal Tunnel Syndrome without internal neurolysis of median nerve. *J Bone Joint Surg*, 1987;69A:896-903
- 63- Gelberman RH, Hergenroeder PT, Hargens AR, Lundborg GN: The Carpal Tunnel Syndrome;A study of carpal canal pressures. *J Bone Joint Surg*, 1981;63A:380-383
- 64- Gelberman RH, Szabo RM, Williamson RV: Tissue pressure threshold for peripheral nerve Viability. *Clin Orthop Rel Res.*, 1983;178:288-291

- 65- Gelberman RH, Aronson D, Weisman MH: Carpal Tunnel Syndrome. *J Bone Joint Surg*, 1980;62A(7):1181-1184
- 66- Gelman H, Gelberman RH, Bottle MJ: Carpal Tunnel Syndrome. *J Bone Joint Surg(Am)*, 1986;68A:735-737
- 67- Giannini F, Passero S, Cioni R, Paradiso C: Electrophysiologic evaluation of local steroid injection in Carpal Tunnel Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*.72:738-742,1991
- 68- Gilliat RW, Wilson TG: A pneumatic tourniquet test in the Carpal Tunnel Syndrome. *Lancet*, 1953;ii:595-597
- 69- Gilliat RW, Sears TA: Sensory nerve action potential in patients with peripheral nerve lesions. *J Neurol Neurosurg Psych*, 1958;21:109-118
- 70- Gilliat RW, Mc Donald W, Rudge P: The site of conduction block in peripheral nerves compressed by a pneumatic tourniquet. *J Physiology*, 1974;238:31-32
- 71- Goats GC: Pulsed Electromagnetic (Short-Wave) Energy Therapy. *Br J Sports Med*, 1989;23(4):213-216
- 72- Goga IE: Carpal Tunnel Syndrome in black South Africans. *J Hand Surg*, 1990;15B:96-99
- 73- Goldin JH, Broadbent NR, Nancarrow JD: The effects of Diapulse on the healing of wounds:A double blind randomised controlled trial in man. *Br J Plast Surg*, 1981;34:267-270
- 74- Golding DN, Rose DM, Selvarajah K: Clinical tests for Carpal Tunnel Syndrome: An Evaluation. *Br J Rheumatol*, 1986;25:388-390
- 75- Goodman HV, Foster JB: Effect of local corticosteroid injection on median nerve conduction in Carpal Tunnel Syndrome. *Ann Phys Med*, 1962;6:287-294
- 76- Goodman HV, Gilliat RW: The effect of treatment on median nerve conduction in patients with the Carpal Tunnel Syndrome. *Ann Phys Med*, 1961;6:137-155

- 77- Goodwill JC: The Carpal Tunnel Syndrome. Long-term follow-up showing relation of latency measurement to response to treatment. *Ann of Phys Med*, 1965;8:12-21
- 78- Gould JS, Wissinger HA: Carpal Tunnel Syndrome in pregnancy. *South Med Journ*, 1978;71(2):144-149
- 79- Graham RA: Carpal Tunnel Syndrome. A statistical analysis of 214 Cases. *Orthopedics*, 1983;6:1283
- 80- Green DP: Diagnostic and therapeutic value of carpal tunnel injection. *J Hand Surg*, 1984;9A(6):850-854
- 81- Griffin JE, Echternach JL, Bownmaker KL: Results of frequency differences in ultrasonic therapy. *Phys Ther*, 1970;50(4):481-486
- 82- Grundberg AB: Carpal tunnel decompression in spite of normal electromyography. *J Hand Surg*, 1983;8:348-349
- 83- Haar GT: Basic physics of therapeutic ultrasound. *Physiotherapy*, 1978;64(6):100-102
- 84- Harvey W, Dyson M, Pond JB: The stimulation of protein synthesis in human fibroblasts by therapeutic ultrasound. *Rheumatol Rehabil*
- 85- Hasein F, Cornelia C: Carpal Tunnel Syndrome as a manifestation of secondary hyperparathyroidism (letter). *Arch Intern Med*, 1981;141:959
- 86- Hayne CR: Pulsed high frequency- Its place in physiotherapy. *Physiotherapy*, 1984;70(12):459-466
- 87- Hekkenberg RT, Oosterbaan WA: Evaluation of ultrasound therapy devices. *Physiotherapy*, 1986;72(8):390-395
- 88- Hill OR: Ultrasound biophysics: A Perspective. *Br J Cancer*, 1982;45 supp 5:46-51
- 89 Hoppenfeld S: *Physical Examination of the Spine and Extremities*, 1976,82-84
- 90- Howard FM: Controversies in nerve entrapment syndromes in the forearm and wrist. *Orth Clin North Am*, 1986;17(3):375-381

- 91- Hurst LC, Weissberg D, Carroll RE: The relationship of the Double Crush to Carpal Tunnel Syndrome (an analysis of 1000 cases of Carpal Tunnel Syndrome). *J Hand Surg*, 1985;10B(2):202-204
- 92- Huskisson,EC: Measurement of pain. *Lancet*, 1974;Nov.9:1127-1131
- 93- Jenrich W: Pulsed Short-Wave Therapy:Mechanism and Applications. *Electromedica*, 1985;53(4):165-168
- 94- Johnson E, Kukla RD: Sensory latencies to the ring finger: Normal values and relation to Carpal Tunnel Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*;62:206-208
- 95- Jones RJ: Treatment of acute herpes zoster using ultrasonic therapy. *Physiotherapy*, 1984;70(3):94-97
- 96- Kahn J: Physical Agents:Electrical, Sonic, Radiant Modalities. *Physical Therapy Intervention*, Baltimore USA; 1992:346-358
- 97- Kaplan SJ, Glickel SZ, Eaton RG: Predictive factors in the non-surgical treatment of Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg*, 1990;15B:106-108
- 98- Kasdan ML, Janes C: Carpal Tunnel Syndrome and Vitamin B6. *Plast Reconst Surg*, 1987;79:456-459
- 99- Kemble F: Electrodiagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiat*, 1968;31:23-27
- 100- Kendall PH: Carpal Tunnel Syndrome. *Br Med J*, 1962;1:115
- 101- Kimura J: The Carpal Tunnel Syndrome. Localization of conduction abnormalities within the distal segment of the median nerve. *Brain*, 1979;102:619-635
- 102- Kopell H, Goodgold J: Clinical and electrodiagnostic features of Carpal Tunnel Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*, 1968;49:371-375
- 103- Koyuncu H, Ünver FN, Şahin Ü: Karpal Tünel Sendromunda 1MHz-3MHz Ultrason uygulaması (Özet).14. Ulusal Fizik Tedavi ve Reh. Kongresi Özet Kitabı, 1993:216

- 104- Krendel DA: The flick sign in Carpal Tunnel Syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*, 1986;49:220-222
- 105- Kruger VL, Kraft G, Deitz JC, Ameis A: Carpal Tunnel Syndrome: Objective measures and splint use. *Arch Phys Med Rehabil*, 1991;72:517-520
- 106- Kulick MI, Gordillo G, Javidi T: Long-term analysis of patients having surgical treatment for Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg*, 1987;11A:59-66
- 107- Kummel BM, Zazanis GA: Shoulder Pain as the Presenting Complaint in Carpal Tunnel Syndrome. *Clin Orthop Rel Res.*, 1973;May 92:227-231
- 108- Lehmann JF, Warren CG: Therapeutic heat and cold. *Clin Orthop*, 1974;99:207-221
- 109- Lehmann JF, Lateur BJ: Short Wave Diathermy. *Therapeutic Heat and Cold. Fourth Edition (Ed:Lehmann JF)'da. Baltimore, Williams and Wilkins, 1990:525-542*
- 110- Lehmann JF, Brunner GD: Pain threshold measurement after therapeutic application of ultrasound, microwaves, infrared. *Arch Phys Med*, 1958;39:560
- 111- Lehmann JF, McDougall JA, Guy AW: Heating patterns produced by Shortwave Diathermy applicators in tissue substitute models. *Arch Phys Med Rehabil*, 1983;64:575-577
- 112- Linskey ME, Segal R: Median nerve injury from local steroid injection in Carpal Tunnel Syndrome. *Neurosurgery*, 1990;26(3):512-515
- 113- Longloh ND, Linscheid RL: Recurrent and unrelieved Carpal Tunnel Syndrome. *Clin Orthop*, 1972;83:41
- 114- Loong SC, Seah CS: Comparison of median and ulnar sensory nerve action potentials in the diagnosis of the Carpal Tunnel Syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*, 1971;34:750-754
- 115- Lundborg G, Gelberman RH: Median nerve compression in the carpal tunnel. Functional response to experimentally induced controlled pressure. *J Hand Surg*, 1982;7:252-259

- 116- Lundborg G, Myers R: Nerve compression injury and increased endoneurial fluid pressure. A "miniature compartment syndrome". *J Neurol Neurosurg Psych*, 1983;46:1119-1124
- 117- Lundborg G: Ischemic Nerve Injury. Experimental studies on intraneural microvasculer pathophysiology and nerve function in a limb subjected temporary circulatory arrest. *Scand J Plast Reconst Surg*, 1970;Supp 6:232-235
- 118- Lundborg G: Structure and function of the intraneural microvessels as related to trauma, edema formation, and nerve function. *J Bone Joint Surg*, 1975;57A:938-948
- 119- Lynch AC, Lipscomb PR: The Carpal Tunnel Syndrome and colles fracture. *JAMA*, 1963;185:363-365
- 120- Mackay IR, Barua JM: Perineural tumour spread: An unusual cause of Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg*, 1990;15B:104-105
- 121- Mackinnon SE, Hudson AR, Gentili J, Kline DG: Peripheral nerve injection with steroid agents. *Plas Reconst Surg*, 1982;69(3):482-489
- 122- Macleod WN: Repeater F Waves: A Comparison of sensitivity with sensory antidromic wrist-to-palm latency and distal motor latency in the diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *Neurology*, 1987;37:773-778
- 123- Madsen PW, Gersten JW: The effect of ultrasound on conduction velocity of perepheral nerve. *Arch Phys Med Reh*, 1961;Sept:645-649
- 124- Marin EL, Vernick S, Friedmann LW: Carpal Tunnel Syndrome: Median Nerve Stress Test. *Arch Phys Med Rehabil*, 1983;64:206-208
- 125- Markhom DE, Wood MR: Ultrasound for dupuytren contracture. *Physiotherapy*, 1980;66(2):55-58
- 126- Martinez AC, Barrio M, Conde P: Electrophysical aspects of sensory conduction velocity in healthy adults. *J Neurol Neurosurg Psychiat*, 1978;41:1097-1101
- 127- Martinez C: Diagnostic yield of different electrophysiological methods in Carpal Tunnel Syndrome. *Muscle Nerve*, 1991;Sept:183-184

- 128- Masear VC, Hayes JM, Hyde AG: An Industrial cause of Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg*, 1986;11a:222-227
- 129- Mc Carty DJ: *Arthritis and Allied Conditions*. Eleventh Edition. Philadelphia, 1989;121-122, 1486-1487
- 130- Mc Diarmid T, Burns PN: Clinical applications of therapeutic ultrasound. *Physiotherapy*, 1987;73(4):155-162
- 131- Mc Diarmid T, Burns PN, Lewith GT, Machin D: Ultrasound and treatment of pressure sores. *Physiotherapy*, 1985;71(2):66-70
- 132- Melvin J, Lanese R: Diagnostic specificity of motor and sensory nerve conduction variables in the Carpal Tunnel Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*, 1973;54:69-74
- 133- Melvin JL, Schuchmann JA, Lanese RR: Diagnostic specificity of motor and sensory nerve conduction variables in Carpal Tunnel Syndrome. *JAMA*, 1970;212:1365-1367
- 134- Middlemast SJ, Chotterjee DS: Comparison of Ultrasound and thermotherapy for soft tissue injuries. *Physiotherapy*, 1978;64(11):331-332
- 135- Mills K: Orthodromic sensory action potentials from palmar stimulation in the diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiat*, 1985; 48:250-255
- 136- Monga T, Shanks GL: Sensory palmar stimulation in the diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*, 1985;66:598-600
- 137- Moore KL: *Median Nerve Anatomy-Clinically Oriented Anatomy*. Third Edition, Baltimore, 1992:571-572, 603-610
- 138- Muntig E: Ultrasonic therapy for painful shoulders. *Physiotherapy*, 1978;64(6):180-181
- 139- Neundörfer B, Jaspert A, Grehl H: Nerve Entrapment Syndromes: Non-surgical treatment and postoperative care. *PMR*, 1993;3:60-68
- 140- Nwuga VCB: Ultrasound in treatment of back pain resulting from prolapsed intervertebral disc. *Arch Phys Med Reh*, 1983;64:88-90



- 141- O'Dowd J: Pulsed High Frequency Energy. *Physiotherapy*, 1985;71(2):79
- 142- Oakley EM: Application of continuous beam ultrasound at therapeutic levels. *Physiotherapy*, 1978;64(6):169-172
- 143- Oakley EM: Dangers and contra-indications of therapeutic ultrasound. *Physiotherapy*, 1978;64(6):173-174
- 144- Ochoa J, Marotte LR: The nature of nerve lesion caused by chronic entrapment in the Guinea Pig. *J Neurol Sci*, 1973;19:491-495
- 145- Odar İV: *Anatomi Ders Kitabı, Birinci Cilt*, 1984:451-453
- 146- Oliver DE: Pulsed Electro-Magnetic Energy. What is it? *Physiotherapy*, 1984;70(12):458-466
- 147- Özdoğan H, Yazıcı H: The efficacy of local steroid injections in Idiopathic Carpal Tunnel Syndrome: A double blind study. *Br J Rheum*, 1984;23:272-275
- 148- Pasila M, Visuri T, Sundholm A: Pulsating Shortwave Diathermy: Value in treatment of recent ankle and foot sprains. *Arch Phys Med Rehabil*, 1978;59:383-386
- 149- Patrick MK: Applications of Therapeutic Pulsed Ultrasound. *Physiotherapy*, 1978;64(6):103-105
- 150- Phalen, G.S.: The carpal tunnel syndrome, seventeen years experience in diagnosis and treatment of 654 hands. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 1966; 48A:211-228
- 151- Phalen GS, Kendrick J: Compression neuropathy of the median nerve in the carpal tunnel. *JAMA*, 1957;164:524-530
- 152- Phalen GS: Reflections on 21 years experience with the carpal tunnel syndrome. *JAMA*, 1970;212:1365-67
- 153- Phalen GS: Spontaneous compression of the median nerve at the wrist. *JAMA*, 1951; April 14:1128-1132
- 154- Phalen GS: The carpal tunnel syndrome, Clinical evaluation of 598 hands. *Clin Orthop Rel Res.*, 1972;83:29-40

- 155- Phillips WP: Validation of a diagnostic sign in carpal tunnel Syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiat*, 1984;47:870-872
- 156- Photiades DP: Pulsed Electromagnetic Energy for soft tissue injuries. *Br Med J*, 1972;12:417
- 157- Pool C: Colles fracture.A prospective study. *J Bone Joint Surg*, 1973;55B:540-545
- 158- Raji AM: An experimental study of the effects of Pulsed Electromagnetic Field (Diapulse) on nerve repair. *J Bone Joint Surg*, 1984;9B(2):105-112
- 159- Raji ARM, Bowden REM: Effects of High-Peak Pulsed Electromagnetic Field on the degeneration and regeneration of the common peroneal nerve in rats. *J Bone Joint Surg*, 1983;65B(4):478-493
- 160- Reid DC, Cummings GE: Efficiency of ultrasound coupling agents. *Physiotherapy*, 1977;63(6):255-257
- 161- Reinstein L: Hand dominance in Carpal Tunnel Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*, 1981;62:202-203
- 162- Rojviroj S, Sirichativapee W, Kowsuwon W: Pressures in the Carpal Tunnel. *J Bone Joint Surg*, 1990;72B:516-518
- 163- Rydevik B, Lundborg G: Effects of graded compression on intraneural blood flow. An in vivo study on rabbit tibial nerve. *J Hand Surg*, 1981;6:3-12
- 164- Sakellarides HT: The management of Carpal Tunnel Syndrome:Follow-up of 500 cases over a 25 Year period. *Orthop Rev*, 1983;12:77
- 165- Santiesteban AJ, Grant C: Post-surgical effect of Pulsed Short Wave Therapy. *J Am Podiatr Med Assoc*, 1985;75(6):306-309
- 166- Santiesteban AJ, Grant C: Effects of Pulsed Diathermy following foot surgery. *Phys Ther*, 1981;61:571
- 167- Santiesteban AJ: The role of physical agents in the treatment of spine pain. *Clin Orthop Rel Res.*, 1983;179:24-30
- 168- Scheyer RD, Haas D: Pyridoxine in Carpal Tunnel Syndrome. *Lancet*, 1985;July 6:42

- 169- Seror P: Phalen test in diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg*, 1988;13B(4):383-385
- 170- Simpson JA: Electrical signs in diagnosis of Carpal Tunnel and Related Syndromes. *J Neurol Neurosurg Psych*, 1956;19:275-280
- 171- Smaill GB: Long term follow-up of colles fracture. *J Bone Joint Surg*, 1965;47B:80
- 172- Smith EM, Sonstegrad DA, Anderson WH: Carpal Tunnel Syndrome:Contribution of flexor tendons. *Arch Phys Med Rehabil*, 1977;58:379-385
- 173- Smith GP, Rudge PJ, Peters TJ: Biochemical studies of pyrido and pyridoxyl phosphate status and therapeutic trial of pyridoxine in patients with Carpal Tunnel Syndrome. *Ann Neurol*, 1984;15:104-107
- 174- Snel NJ, Coysh HL: Carpal Tunnel Syndrome presenting in puerperium. *The Practitioner*, 1980;224:191-193
- 175- Souza D:Pyridoxine in Carpal Tunnel Syndrome. *Lancet*, 1985:May 11:1104
- 176- Sponsel KH, Palm ET: Carpal Tunnel Syndrome following colles fracture. *Surg Gynecol Obstet*,1965;121:1252
- 177- Stewart JD, Elsen A: Tinel s sign and the Carpal Tunnel Syndrome. *Br Med J*, 1978;ii:1125-1126
- 178- Stransky M, Rubin A, Lava N: Treatment of Carpal Tunnel Syndrome with vitamin B6: A double blind study. *South Med J*,1989;82:841-842
- 179- Sunderland S: The nerve lesion in the Carpal Tunnel Syndrome. *J Neurol Neurosurg Psych*, 1976;39:615-626
- 180- Szumski AJ: Mechanisms of pain relief as a result of therapeutic application of Ultrasound. *Phys Ther Rev*, 1960;40:116-119
- 181- Tanzer RC: The Carpal Tunnel Syndrome.A clinical and anatomical study. *J Bone Joint Surg*, 1959;41A:626-634

- 182- Thomas JE, Lambert E: Electrodiagnostic aspects of Carpal Tunnel Syndrome. Arch Neurol, 1967;16:635-641
- 183- Tuna, N.: Elektroterapi, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 1989
- 184- Uncini A, Lange DJ, Solomon M: Ring Finger testing in Carpal Tunnel Syndrome: A comparative study of diagnostic utility. Muscle Nerve, 1989;Sept:735-741
- 185- Upton ARM, Mc Conan AJ: The Double Crush and Nerve Entrapment Syndromes. Lancet, 1973;2:359
- 186- Van Den Bouwhuijsen F, Maassen V, Meijer M : Pulsed and Continuous Short-Wave Therapy. BV. Enraf-Nonius Delft, 1990
- 187- Vichare NA: Anamolous muscle belly of flexor digitorum superficialis. Report of a Case. J Bone Joint Surg(Br), 1970;52:757-759
- 188- Voikt AJ, Mueller JC, Farlinger DE, Johnston RU: Carpal Tunnel Syndrome in pregnancy. Canad Med Assoc Journ, 1983;128(3):277-281
- 189- Wagstaff P, Wagstaff S: A pilot study to compare the efficacy of continuous and pulsed magnetic energy (Short Wave Diathermy) on the relief of low back pain. Physiotherapy, 1986;72(11):563-566
- 190- Wand JS: Carpal Tunnel Syndrome in pregnancy and lactation. J Hand Surg, 1990;15B:93-95
- 191- Wertsch JJ, Melvin J: Median nerve anatomy and entrapment syndromes:A Rewiev. Arc Phys Med Rehabil, 1982;63:623-627
- 192- Wildervanck A, Wakim KG, Krusen FH: Certain experimental observations on a Pulsed Diathermy Machine. Arch Phys Med Reh, 1959;40:45-55
- 193- Wilson DH, Jagadeesh P: The effects of Pulsed Electromagnetic Energy on peripheral nerve regeneration. Ann NY Acad Sci, 1974;238:575-585
- 194- Wilson DH, Jagadeesh P: Experimental regeneration in peripheral nerves and the spinal cord in laboratory animals exposed to a Pulsed Electromagnetic Field. Paraplegia, 1976;14:12-20

- 195- Wilson DH: Comparison of Short Wave Diathermy and Pulsed Electromagnetic Energy in the treatment of soft tissue injuries. *Physiotherapy*, 1974;60:308-310
- 196- Wilson DH: Treatment of soft tissue injuries by Pulsed Electrical Energy. *Br Med J*, 1972;29:269-270
- 197- Wilson J, Caughey MA: Diurnal variation in nerve conduction, hand volume, and grip strength in Carpal Tunnel Syndrome. *Br Med J*, 1984;289:1042
- 198- Wright GG: Treatment of soft tissue and ligamentous injuries in professional footballers. *Physiotherapy*, 1973;59(12):385-387

