

# Karpal tünel sendromu

Bayram Kaymak<sup>1</sup>, Levent Özçakar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uzman Dr.,  
Hacettepe Üniversitesi  
Tıp Fakültesi  
Fiziksel Tıp ve  
Rehabilitasyon Anabilim Dalı,  
Ankara

<sup>2</sup>Doç. Dr.,  
Hacettepe Üniversitesi  
Tıp Fakültesi  
Fiziksel Tıp ve  
Rehabilitasyon Anabilim Dalı,  
Ankara

**K**arpal tünel sendromu (KTS), median sinirin karpal tünel (KT) içerisinde lokalize kompresyonu sonucu ortaya çıkan semptomlar topluluğudur [1-3]. En sık görülen tuzak nöropatisidir.

## EPİDEMİYOLOJİ

KTS genellikle 3.-5. dekadlar arasında görülür. Kadınlarda erkeklere oranla üç kat daha sıktır [4]. Erkeklerde yaşla birlikte KTS insidansı artmaktayken; kadınlarda 45-54 yaşlar arasında (menopozda) tepe yapar [5]. KTS prevalansı kadınlarda %3-3.4, erkeklerde ise %0.6-2.7 olarak belirlenmiştir [6,7]. İnsidans ise kadınlarda 100.000'de 149, erkeklerde 100.000'de 52 olarak saptanmıştır.

## MEDIAN SINİR ve KARPAL TÜNELİN ANATOMİSİ

KTS'yi diğer median nöropatilerden, servikal kök ve brakial pleksus lezyonlarından ayırabilmek için, median sinir ve KT anatomisinin iyi bilinmesi gerekir. Median sinir brakial pleksusun medial ve lateral kordlarının birleşmesi sonucu oluşur. Lateral kord C6-C7 köklerinden dal alır; tenar bölgenin, baş, orta ve işaret parmağının duysal innervasyonunu, proksimal ön kol median kaslarının büyük kısmının motor innervasyonunu sağlar. Medial kord ise C8-T1 köklerinden dal alır; distal ön kol ve eldeki median kasların büyük kısmının motor innervasyonunu, ayrıca yüzük parmağının lateral yarısının duysal innervasyonunu sağlar [8]. KT'nin hemen proksimalinden palmar kütanöz duyu dalı ayrılır; subkütanöz olarak ilerler ve elin tenar bölgesinin duysunu alır. El bileğinde median sinir ve fleksör tendonlar üç taraftan kemik yapılarla, tavanda ise kalın transvers karpal ligaman (TKL)'la sarılıdır [9,10]. Motor dal distale avuç içine doğru ilerler; 1. ve 2. lumbrikal kasları innerve eder. Ayrıca tenar bölge kaslarının birçoğunu opponens pollicis, abduktör pollicis brevis, fleksör pollicis brevisin yüzeysel başını innerve eden rekürren tenar motor dalı verir. KT'den geçen median sinir duyu dalı ise başparmak medialinin, işaret parmağı, orta parmak ve yüzük parmağın lateral kısmının duysunu alır.

## ETYOPATOGENEZ

KTS yapan birçok neden olsa da, vakaların çoğu idiyopatikdir [8]. İdiyopatik olgulara TKL'nin tenosinovitinin neden olabileceği düşünülmekle birlikte; patolojik incelemelerde çok az inflamasyon bulgusu görülmüştür. Olguların çoğunda, bağ dokusunun tekrarlayıcı strese maruz kalması sonucu oluşan ödem, vasküler skleroz ve fibrozis görülür. Median sinir iskemisi ve kompresyonunu demiyelinizasyon

takip eder. Şiddetli olgularda aksonal kayıp olur ve sonrasında wallerian dejenerasyon gelişir. El bileğinin tekrarlayıcı travmalara maruz kalması KTS riskini artırır [5,11-15]. Diğer presipite edici faktörler bazı sistemik hastalıklar, endokrin ve bağ dokusu hastalıkları, KT'nin infiltratif lezyonları veya anormal kitleleri, bazı konjenital durumlar, Lyme ve sarkoidoz gibi çeşitli infeksiyöz ve inflamatuvar hastalıklar, Colles kırığı gibi çeşitli travmalar, amiloidoz gibi hastalıklar, hemodiyaliz ve hamileliktir. (Tablo 1) [8,16-22]. KTS, romatoid artritli hastalarda görülen fleksör tenosinovitin ilk bulgusu olabilir [5]. Hemofili A gibi kanama diyatezlerinde KT içerisine veya çok daha nadir olarak median sinir kılıfı içerisine olan kanamalar sonucu akut median tuzak nöropatisi gelişebilir [19].

### **KLİNİK SEMPTOMLAR**

KTS'de görülen ağrı ve parestезinin dağılımı hastalar arasında belirgin farklılık göstermektedir. Klasik olarak semptomların elde median sinir dağılımında olması beklenir. Fakat sistematik çalışmalar böyle olmadığını göstermiştir [23]. Elektrofizyolojik olarak KTS tanısı konan hastalarda el semptom anketi uygulandığında; median ve ulnar sinirle innerve parmaklarda semptom görülme sıklığının, yalnız median parmaklarda semptom görülme sıklığından daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca semptomlar sadece parmaklarla sınırlı olmayıp; hastaların %22'sinde ön kol ağrısı ve parestезisi, %13.8'inde dirsek ağrısı, %7.5'inde kol ağrısı, %6.3'ünde omuz ağrısı, %0.6'sında boyun ağrısı saptanmıştır [1]. Dirsek, kol, omuz ve boyunda görü-

len kas-iskelet sistemi ağrıları ve lokal hassasiyet (KALH) gibi bulgular, nörojenik semptomlarla orantısızdır ve belirgin disabiliteye yol açabilir [24]. Bu bulgular gece ataklar şeklinde el bilek ve elde oluşan, nörojenik semptomların eşlik ettiği ağrıdan farklıdır. KALH nöropatik ağrıdan ayrılmalıdır. KTS'deki bu farklı semptom grubunun tekrarlayıcı travmaya bağlı oluştuğu düşünülmektedir. KALH'de nörojenik semptomlar primer olarak eklemlere, ligamanlara, tendonlara ve kaslara lokalizedir ve fiziksel aktivite ile şiddetlenir. Sinir gövdesi kompresyonunda ise, sinir dağılımında parestezi ve ağrının eşlik ettiği uyuşukluk ve duyu kaybı görülür (nöralji). Nöropatik semptomlar KTS cerrahisi sonrası belirgin olarak düzelirken; KALH ise işe dönüşü engelleyecek kadar belirgin devam edebilir. Bu iki semptom grubundaki tedavi yaklaşımı farklıdır. Klinisyen ayırımı doğru olarak yapamazsa, bazı KTS'li hastalara gereksiz yere tekrar cerrahi girişim uygulanır. Sinir iletim hızı çalışmaları (SİHÇ) ile semptomlar arasında istatistiksel korelasyon olsa da, bu çok değişkendir ve sabit değildir. KTS'de semptomlar primer ve sekonder olarak ikiye ayrılabilir. Primer semptomlar uyuşma, karıncalanma ve noktürnal semptomlar olup, SİHÇ ile belirgin korelasyonu vardır. Sekonder semptomlar ise ağrı, kuvvetsizlik, beceriksizlik olup, korelasyon daha zayıftır [25]. Bundan dolayı oluşan sekonder semptomların direkt olarak sinir sıkışmasına ve disfonksiyonuna bağlı olmadığı; başka sebeplerin rol oynayabileceği düşünülmektedir [24]. Gece şikayetlerin artmasının başlıca sebebi; yatariken tekrarlayan el bilek fileksiyon ve ekstansiyonları sırasında, fileksör sinovyum içeri-

**Tablo 1.** Karpal tünel sendromu sebepleri

- İdiyopatik  
Tekrarlayıcı stres (spor: tenis, halter, okçuluk, golf; hobi; iş; sekreterler, diş teknisyenleri, ultrason uzmanları, fabrika işçileri)
- Endokrin hastalıklar (hipotiroidi, akromegali, diabetes mellitus)
- Bağ doku hastalıkları (romatoid artrit, gut, Paget hastalığı)
- Tümörler (ganglion, lipom, schwannoma, nörofibroma, hemangioma, multipl miyelom)
- Konjenital hastalıklar (genişlemiş persistan median arter, konjenital küçük karpal tünel, kas anomalileri ve aberan kaslar (palmaris longus, fileksör digitorum süperfisialis, lumbrikaller, palmaris profundus)
- İnfeksiyöz ve inflamatuvar hastalıklar (sarkoidoz, histoplazmozis, septik artrit, Lyme, tüberküloz, karpometakarpal eklem osteoartriti, fileksör tenosinovit)
- Travma ile ilişkili yapısal değişiklikler (kırıklar: özellikle Colles kırığı, lunat dislokasyonu; ödem)
- Hemoraji (kanama diyatezleri (hemofili A vb.), antikoagülan ilaçlar, travma)
- Hormonal değişiklikler (gebelik, menopoz)
- Diğerleri (spastisite (persistan el bilek fileksiyonu), kronik böbrek yetmezliği/hemodiyaliz, amiloidoz (ailevi veya kazanılmış), obezite, sigara, kafein, alkol)
- Ödem veya total vücut sıvısını artıran her türlü durum

sindeki küçük damarlarda meydana gelen venöz stazın, şişmeye ve KT içinde sinir kompresyonuna sebep olması, bunun da daha fazla ağrıya yol açmasıdır. Parmakların ve el bileğinin aktif hareketi venöz tıkanıklığı engeller ve ağrıyı azaltır. Hastalar gece ağrılarını geçirmek için ellerini silkelediklerini ve hareket ettirdiklerini belirtirler. Uykuda el bileğinin fleksiyon ve ekstansiyonunu engellemek için verilen gece el bilek istirahat splintlerinden hastalar yarar görürler [16,26].

Katz ve arkadaşları hastaların kendilerinin uygulayabilecekleri bir el diyagramı geliştirmiş ve özellikle işçilerde ve popülasyon taramalarında elektrofizyolojik incelemeler gibi pahalı ve ekipman gerektiren tanı yöntemlerine karşı, hikaye ve fizik muayene ile birlikte alternatif olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir [27]. Bu diyagramla hastalar klasik, muhtemel, mümkün ve mümkün olmayan KTS olarak dört gruba ayrılmaktadır.

## FİZİK MUAYENE

### Nörolojik muayene

Sinir kökü, periferik sinir ve santral sinir sistemi (SSS) lezyonlarını ayırt etmek için ayrıntılı nörolojik muayene yapmak gereklidir. KTS'li hastaların çoğunda erken dönemde duyuşal lifler tutulur [8]. İlerlemiş vakalarda motor sinirler de tutulabilir. Motor sinir tutulumu ile tenar bölgede atrofi görülebilir. Başparmak fileksiyon, abduksiyon ve opozisyon gücü değerlendirilir. Başparmak fileksör, opozitör ve abduktör kuvvet muayenelerinden en değerli olanı abduktör kuvvet muayenesidir. Çünkü fileksiyon ve opozisyona median sinirle innerve olmayan kaslar da katılır. Duyu muayenesi hipoestezi, hafif dokunma, iğne batırma ve sıcak-soğuk ayırımına bakılarak değerlendirilir.

### Spesifik testler

Klinik olarak KTS tanısını koyarken provokatif testlerden yararlanılır [4,16,28-30].

### Tinel belirtisi

Farklı araştırmacılar tarafından değişik biçimde tarif edilmiştir. TKL üzerine (el bilek distal katlantısı üzerinden) yapılan perküsyonla, median sinir dermatomunda parestezi olması testin pozitif olduğunu gösterir. Testin yapılışı tekniği önemlidir. TKL üzerine uygulanan şiddetli vurmalar normal median sinirde de parmaklarda paresteziye sebep olabileceğinden, perküsyon yumuşak ve nazik yapılmalıdır. Sensitivitesi 0.23-0.60, spesifitesi 0.64-0.80 arasında değişmektedir.

### Phalen belirtisi

El bilek fileksiyonu, median sinirin kanal içinde fileksör tendonlarla TKL arasında sıkışmasına yol açarak, semptomların oluşmasına sebep olur. Test yapılma tekniği önemlidir, çünkü normal kişilerde de yeterli şiddet ve sürede kuvvet uygulanırsa, parestezi oluşabilir. Hasta dirseklerini masa üzerine koyar ve ön kollarını dik duruma getirir; bir dakika süreyle el bileğini aktif olarak 90° fleksiyonda tutan hastanın elinde median sinir dermatomunda parestezi olması durumunda test pozitifdir [4]. Sensitivitesi 0.10-0.91, spesifitesi 0.33-0.86 arasında değişmektedir.

### Ters Phalen belirtisi

Hasta her iki el bileğini 90° ekstansiyona getirir. Değerlendirme Phalen testinde olduğu gibidir.

Ayrıca sensiyometre ile derin duyu ölçümü, "Seddon coin test", "Moberg pick-up test", "Modifiye Moberg test", "Purdue pegboard test", "Minnesota manuel beceri testi", "O'Connor parmak beceri testi" gibi sensiyometreyi gösteren fonksiyonel testler de mevcuttur [28].

### El kuvvet ölçümleri

El kuvvetleri Jamar (Asimow Engineering, Los Angeles) ve B&L Pinch gauge (B&L Engineering, Sante Fe Springs, CA) dinamometreleri kullanılarak izometrik olarak ölçülür. Kavrama gücü ölçümü hasta oturur pozisyonda, kolu yan tarafta, dirsek 90° fileksiyonda, ön kol nötral pozisyonda, el bileği 0-10° ekstansiyonda ve 15° ulnar deviasyonda olacak şekilde yapılır. Uç, üç nokta ve anahtar tutma kuvvet ölçümü de kavrama kuvvet ölçümü ile aynı pozisyonda gerçekleştirilir. Elde statik kavrama ve tutma gücü özellikle KTS cerrahisi sonrası değerlendirilmektedir. Böylelikle güçteki geriye dönüş kalitatif olarak belirlenmiş olur [31-37].

### Elektrofizyolojik değerlendirme

Yapılacak elektrofizyolojik değerlendirmeler şunlara yönelik olmalıdır [8,38]:

- KT boyunca median sinir liflerindeki fokal yavaşlamayı veya iletim bloğunu göstermelidir.
- Dirsek seviyesinde oluşan median nöropatiyi ekarte etmelidir.
- Belirgin olarak median siniri etkileyen brakiyal pleksopatiyi ekarte etmelidir.
- Servikal radikülopatiyi (özellikle C6-C7 tutulumunu) ekarte etmelidir.

• Eğer beraberinde bir polinöropati varsa, el bilek seviyesindeki median sinir iletimindeki yavaşlamanın, sadece nöropati mevcutken görülecek yavaşlamayla orantısız olduğunu göstermelidir.

### *Sinir iletim çalışmaları*

KTS'deki patofizyoloji tipik olarak demiyelinizasyondur. Patolojinin şiddetine bağlı olarak sekonder aksonal kayıp da eklenebilir [1]. Rutin median sinir iletim çalışmalarında demiyelinizan lezyona bağlı olarak distal motor ve duyu latensta uzama ve distal duyu hızda yavaşlama görülür. Şayet demiyelinizasyona bağlı iletim bloğu olmuşsa veya sekonder aksonal kayıp varsa, distal birleşik kas aksiyon potansiyeli ve duyu sinir aksiyon potansiyeli amplitüdünde düşme görülür. Tipik KTS'li hastalarda median distal motor ve duyu latensta ve F dalga latansında orta şiddetli veya belirgin olarak uzama görülür. Yalnız klinik olarak KTS semptom ve bulgularına sahip bir grup hastada bu rutin çalışmalar normaldir. Bu grup, KTS'li hastaların yaklaşık %10-25'ini oluşturur. Eğer daha sensitiv SİHÇ yapılmazsa; elektrofizyolojik olarak KTS tanısı atlanabilir. Bu tür çalışmalar median sinirin aynı eldeki diğer sinirlerle karşılaştırılması esasına dayanır. En sık ulnar, daha az oranda da radial sinirle karşılaştırma yapılır [8,38]. Rutin motor ve duyu çalışmalarla elde edilen %75'lik tanısal değer bu sensitiv testlerle %95'e çıkar.

### *Elektromiyografik değerlendirme*

Anahtar kas, abdükör polllis brevis'tir. Hafif ve erken dönemde KTS'de abdükör polllis brevis genellikle normaldir. Elektromiyografi (EMG) ileri olgularda denervasyon ve reinnervasyonla sonuçlanan sekonder aksonal kaybı gösterir. Şayet abdükör polllis brevis incelemesinde anormallikler varsa, en az iki proksimal median kas ve median sinirle innerve olmayan, C8-T1 innervasyonlu iki kas incelenmelidir. Servikal nöropatiyi ekarte etmek için en azından iki tane C6-C7 innervasyonlu kasa bakılmalıdır [8].

### *Görüntüleme yöntemleri*

KTS tanısını koymada X-ray, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve ultrasonografi (USG)'den yararlanılmaktadır. El-el bilek X-ray'i karpometakarpal eklemlerdeki osteoartriti ve travma sonrası el bilek ve çevresinde oluşabilecek kırıkları gösterir. Servikal spondiloz, foraminal stenozun ve servikal kosta gibi patolojilerin belirlenmesinde dört yönlü servikal X-ray yararlıdır. MRG diğer el bilek patolojilerinde olduğu gibi, KTS'nin değerlendirilmesinde de önemli yere sahiptir. Ayrıca

servikal bölge, brakiyal pleksusun görüntülenmesinde en değerli tetkiktir. MRG'de KTS tanı kriterleri: Median sinirin KT içinde ve proksimalinde şişmesi ve fleksör retinakulumun palmar yaylanmasıdır (bowing) [39]. USG KTS tanısında yararlı bir teknik olup; daha ekonomik olması, kısa zamanda uygulanabilmesi, dinamik görüntünün elde edilebilmesi ve girişimsel tedavi ve uygulamalarda kullanılabilmesi avantajları vardır. USG'yi yapan kişinin deneyimi doğru tanı koymada çok önemlidir [39]. KTS USG'de şu ölçümler yapılabilir:

- Ön kolda, kanal içinde, çıkışında ve proksimalinde median sinir kesit alanı,
- Kanal içi ve çıkışındaki yassılaşıma oranı,
- Retinaküler yaylanma (bowing),
- Retinaküler kalınlık.

Yapılan çalışmalar bu ölçümlerden en yararlı olanların median sinirin kanal proksimali, içi ve kanal çıkışındaki kesitsel alanı olduğunu göstermektedir. Median sinir kesitsel alanı için sınır değer değişik çalışmalarda farklı olarak bulunmuştur (0.09 cm<sup>2</sup>, 0.11 cm<sup>2</sup>, 0.15 cm<sup>2</sup>) ve aynı çalışmalarda sensitivite 0.70-0.88; spesifisite 0.57-0.97 arasında saptanmıştır. Yazarlar yüksek sensitivite ve spesifisiteye sahip USG'nin elektrofizyolojik incelemelere bir alternatif teşkil edebileceğini belirtmektedirler [40].

### **AYIRICI TANI**

Tablo 2'de KTS ile karışabilecek hastalıklar belirtilmiştir [2,3,8,9,16,41].

KTS ile en sık karışan patoloji servikal radikülopatidir. Özellikle C6-C7 köklerinin tutulumu, kolda ve elde KTS'ye benzer paresteziye sebep olur. En önemli ayırt edici klinik belirti, radikülopatide boyundan başlayan, omuzdan kola doğru vuran ağrının olması ve bu ağrı-

**Tablo 2.** Karpal tünel sendomu ile karışan patolojiler

1. Sinir sistemi patolojileri
a. Periferik sinir sistemi patolojileri
Dirsek seviyesinde median nöropati
Brakiyal pleksopati (torasik çıkış sendromu vb.)
Servikal radikülopati
b. Santral sinir sistemi patolojileri
Epilepsi
Migren
Transient iskemik atak (lateral talamus ve internal kapsülde laküner enfarktler)
2. Kas iskelet sistemi patolojileri
a. Birinci karpometakarpal eklem osteoartriti
b. Tetik parmak
c. De Quervain tenosinoviti [16].

nın boyun hareketleriyle artmasıdır. Fizik muayenede ise önemli noktalar; C6-C7 refleksi (biceps, brakiyöradialis, triceps) anormallikleri, proksimal kaslardaki (dirsek fileksiyonu, ekstansiyonu ve ön kol pronasyonunda) kuvvet kaybı ve ön kol veya avuç içinde duyu kaybının görülmesidir. El ayasının innervasyonu median sinir kanala girmeden ayrılan duyu dalı ile sağlandığından, KTS'de bu bölgede duyu defisiti olmaz. Dirsekte median nöropati ve brakial pleksopati sık değildir. Proksimal median nöropatide fizik muayenede tenar bölgede duyu kaybı, KT proksimalindeki median sinirle innerve olan kaslarda (fileksör pollis longus, pronator teres, pronator kuadratus ve fileksör karpı radialis) güçsüzlük oluşur. Brakial pleksus lezyonlarındaki bulgular ise; servikal kök lezyonuna benzer, ama kuvvetsizlik ve duyu kaybı, tek bir segmente oranla daha yaygın olabilir. SSS lezyonlarından epilepsi, migren ve transient iskemik atakta geçici parestezi görülebilir. Özellikle lateral talamus ve internal kapsül enfarktı olan hastalarda, median sinirle innerve olan parmaklarda duyu kusuru ve elde becerisizlik görülür. SSS lezyonlarından ağrının olmaması KTS'den ayırimda en önemli belirleyicidir. Ağrı yoksa KTS tanısına şüphe ile bakılmalıdır [8].

## TEDAVİ

Tablo 3'te KTS'de uygulanan tedaviler belirtilmektedir [16,28,42]. KTS tanısı konduğu zaman ilk önce medikal tedavi denenmelidir. Steroid olmayan antiinflamatuar ilaçlar (SOAİ), el bileğini nötral pozisyonda tutacak splint, karpal tünel içerisine steroid enjeksiyonu uygulanabilir. SOAİ ilaçlar ve splintleme ile semptomlarda hafifleme veya tamamen kaybolma görülebilir. KT içerisine yapılacak steroid enjeksiyonu ise hem tedavi hem de tanı amaçlı olarak kullanılabilir. Fakat komplikasyon oluşmaması için dikkatli yapılmalıdır. Lokal anestetik enjeksiyonu sonrası ağrıda ani azalmanın görülmesi, cerrahi sonucun çok iyi olacağına göstergesidir. Terside doğru olmayıp; ağrıdaki azalmanın belirgin olmaması cerrahi sonucun kötü olacağı anlamına gelmez [16]. Genellikle iki-dört ay sonra KT'leri içerisine enjeksiyon yapılan hastaların %65-90'ında semptomlarda rekürrens görülür. Kaplan ve arkadaşları KTS için beş risk faktörü belirlemişlerdir [43]:

1. Yaş > 50 olması,
2. Semptomların 10 ay veya daha fazla süredir mevcut olması,
3. Parestezinin devamlı olması,
4. Beraberinde tetik parmağın olması,
5. 30 saniye veya altında bir sürede Phalen testinin pozitif olması.

Bu risk faktörlerinde artış oldukça, medikal tedaviden yarar görme oranı azalmaktadır. Şayet medikal te-

**Tablo 3.** Karpal tünel sendromu tedavisi

1. Medikal tedaviler
a. Steroid olmayan antiinflamatuar ilaçlar
b. El bilek istirahat splint
c. Karpal tünel içerisine uygulanan enjeksiyonlar (anestezik, steroid)
2. Cerrahi tedaviler
a. Tenosinovektomi
b. Internal nöroliz
c. Endoskopik transvers karpal ligamanın gevşetilmesi
d. Açık transvers karpal ligamanın gevşetilmesi

davi başarısız kalırsa cerrahi tedavi uygulanır. Cerrahin palmar kütanöz sinirin anatomik varyasyonlarına dikkat etmesi gerekir; aksi takdirde sinir hasarına ve ağırlı nöromalara sebep olabilir. Ayrıca, tenar kaslara giden motor dalın varyasyonlarının da akılda tutulması gerekir. Komplikasyonları; median sinirin tamamen kesilmesi ve avuç içi masif nekrozudur. Yalnız bunlar nadir görülürler [16].

## Kaynaklar

1. Werner RA, Andary M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clin Neurophysiol* 2002; 113:1370-81.
2. Pruitt JN, Swift TR. Arm and neck pain. In: Bradley WG, Daroff RB, Fenichel GM, Mars CD (eds). *Neurology in Clinical Practice*. Boston: Butterworth-Heinemann, 2000; 439-50.
3. Brown PW. Peripheral nerve lesion. In: D'Ambrosia RD (eds). *Musculoskeletal Disorders*. Philadelphia: Lippincott, 1986; 167-8.
4. D'Arcy CA, McGee S. Does this patient have carpal tunnel syndrome? *JAMA* 2000; 283:3110-7.
5. Falkiner S, Myers S. When exactly can carpal tunnel syndrome be considered work-related? *ANZ J Surg* 2002; 72:204-9.
6. Adroshi I, et al. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA* 1999; 282:153-62.
7. Mondelli M, Giannini F, Giacchi M. Carpal tunnel syndrome incidence in a general population. *Neurology* 2002; 58:289-94.
8. Preston DC, Shaprio BE. Median neuropathy. *Electromyography and Neuromuscular Disorders Clinical Electrophysiologic Correlations*. Boston: Butterworth-Heinemann, 1998; 235-64.
9. Chuinard RG. The upper extremity: elbow, forearm, wrist and hand. In: D'Ambrosia RD (eds). *Musculoskeletal Disorders*. Philadelphia: Lippincott, 1986; 395-446.
10. Moore KL. *Anatomy. Upper Limb*. Baltimore: W&W, 1992; 501-635.
11. Robins H. Anatomical study of the median nerve in the carpal tunnel and etiologies of the carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg* 1963; 45-A:953-66.
12. Werner R, Armstrong TJ, Bir C, Aylard MK. Intracarpal pressures: the role of finger, hand, wrist and forearm position. *Clin Biomech* 1997; 12:44-51.
13. Pelmear PL, Taylor W. Hand-arm vibration syndrome. *J Fam Pract* 1994; 38:180-8.

14. Franzblau A, et al. Medical screening of office workers for upper extremity cumulative disorders. *Arch of Environ Health* 1993; 48:164-72.
15. Bekkelund SI, Pierre-Jerome C, Torbergsen T, Ingerbirigtsen T. Impact of occupational variables in carpal tunnel syndrome. *Acta Neurol Scand* 2001; 103:193-7.
16. Slater RR, Bynum DK. Diagnosis and treatment of carpal tunnel syndrome. *Orthopaedic Review* 1993; 1095-104.
17. Nadler S, Nadler JW. Cumulative trauma disorders. In: DeLisa JA, Gans BM. (eds). *Rehabilitation Medicine*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998; 1661-76.
18. Lowdon IMR. Neurocirculatory disturbances of the extremities In: Duthie RB, Bentley G (eds). *Mercer's Orthopaedic Surgery*. London: Arnold, 1996; 859-913.
19. Duthie RB. Arthritis and rheumatic diseases. In: Duthie RB, Bentley G (eds). *Mercer's Orthopaedic Surgery*. London: Arnold, 1996; 751-857.
20. Burton RI, Cullen JB, Doerschuk SH. Affections of the wrist and hand In: Duthie RB, Bentley G. (eds). *Mercer's Orthopaedic Surgery*. London: Arnold, 1996; 1071-124.
21. Rydevik B, Lundborg G, Skalak R. Biomechanics of the peripheral nerves. In: Nordin V, Frankel V (eds). *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1989; 75-87.
22. Buschbacher L. Rehabilitation of patients with peripheral neuropathies In: Braddom RL (ed). *Physical Medicine and Rehabilitation*. Philadelphia: WB Saunders, 2000; 1024-44.
23. Stevens JC, et al. Symptoms of 100 patients with electromyographically verified carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1999; 22:1448-56.
24. Lazaro RP. Neuropathic symptoms and musculoskeletal pain in carpal tunnel syndrome: prognostic end therapeutic implications. *Surg Neurol* 1997; 47:115-9.
25. You H, et al. Relationships between clinical symptom severity scales and nerve conduction measures in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1999; 22:497-501.
26. Calandruccio JH, Jobe MT, Akın K. Rehabilitation of the hand and wrist. In: Brotzman SB (ed). *Clinical Orthopaedic Rehabilitation*. St. Louis: Mosby, 1999; 1-66.
27. Katz JN, et al. A self-administered hand symptom diagram for the diagnosis and epidemiologic study of carpal tunnel syndrome. *J Rheumatol* 1990; 17:1495-8.
28. Wadsworth CT. Elbow, forearm, wrist and hand. In: Myers RS (eds). *Saunders Manual of Physical Therapy Practice*. Philadelphia: WB Saunders Company, 1995; 841-917.
29. Castro WHM, Jerosch J, Grossman TW. *Hand. Examination and Diagnosis of Musculoskeletal Disorders*. Stuttgart-New York: Thieme, 2002; 91-141.
30. Magee DJ. *Forearm, wrist and hand. Orthopaedic physical assessment*. Philadelphia: WB Saunders, 1987; 107-41.
31. Firrell JC, Cram GM. Which setting of the dynamometer provides maximal grip strength? *J Hand Surg* 1996; 21A: 397-401.
32. Leach WJ, Esler C, Scott TD. Grip strength following carpal tunnel decompression. *J Hand Surg* 1993; 18B:750-2.
33. Trumbie TT, et al. Single-portal endoscopic carpal tunnel release compared with open release. *J Bone Joint Surg* 2002; 84A: 1107-15.
34. Ashford RF, et al. Sensitivity of the Jamar dynamometer in detecting submaximal grip effort. *J Hand Surg* 1996; 21A: 402-5.
35. Dvir Z. The measurement of isokinetic fingers flexion strength. *Clin Biomech* 1997; 12:473-81.
36. Dvir Z. Identification of figned grip effort using isokinetic dynamometry. *Clin Biomech* 1999; 14:522-7.
37. Benglia PG, et al. Reliability and validity of the analysis of hand grip and pinch force in isometric and isokinetic conditions. *G Ital Med Lav Ergo* 1999; 21:20-4.
38. American Association of Electrodiagnostic Medicine Professional Practice Committee. Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome: summary statement. *Muscle Nerve* 1999; (Suppl 8)141-67.
39. Duncan I, Sullivan P, Lomas F. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *AJR* 1999; 173:681-4.
40. Wong MS, et al. Discriminatory sonographic criteria for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Arth Rheum* 2002; 46:1914-21.
41. Bosch EP, Smith BE. Disorders of peripheral nerves. In: Bradley WG, Daroff RB, Fenichel GM, Mars CD, (eds). *Neurology in Clinical Practice*. Boston: Butterworth-Heinemann, 2000; 45-2130.
42. Çeliker R, Arslan Ş, İnanıcı F. Corticosteroid injection vs. nonsteroidal antiinflammatory drug and splinting in carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81:182-6.
43. Kaplan SJ, Glickel SZ, Eaton RG. Predictive factors in the nonsurgical treatment of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg* 1990; 15B:106-8.