



T. C.

**ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARPAL TÜNEL SENDROMU OLAN HASTALAR VE
NORMAL KİŞİLERDE EL BİLEĞİ FLEKSÖR-EKSTANSÖR
KAS GÜCÜNÜN İZOKİNETİK OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Fzt. Hamit YILMAZ

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şubat 2016

BOLU



T. C.

**ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARPAL TÜNEL SENDROMU OLAN HASTALAR VE
NORMAL KİŞİLERDE EL BİLEĞİ FLEKSÖR-EKSTANSÖR
KAS GÜCÜNÜN İZOKİNETİK OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Fzt. Hamit YILMAZ

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Kenan GÜMÜŞTEKİN

ORTAK TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Seyit ANKARALI

Şubat 2016

BOLU

Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Fizyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Kenan GÜMÜŞTEKİN

Fizyoloji AD. Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Prof.Dr. Şerif DEMİR

Fizyoloji AD. Düzce Üniversitesi

Yrd.Doç.Dr. İsmail BOYRAZ

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD. Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Tarih 10/ 02/ 2016

Bu tez ile AİBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Hamit YILMAZ'ın Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Erol AYAZ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

KARPAL TÜNEL SENDROMU OLAN HASTALAR VE NORMAL KİŞİLERDE EL BİLEĞİ FLEKSÖR-EKSTANSÖR KAS GÜCÜNÜN İZOKİNETİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Karpal Tünel Sendromu (KTS), median sinirin karpal tünelden geçerken basıya uğraması sonucu meydana gelir. Yapılan çalışmalarda KTS'nin genel populasyondaki sıklığının % 0.1–0.5 olduğu bildirilmiştir. KTS saptanan kişilerin el kaslarında güçsüzlük meydana gelebilir.

Çalışmamızın amacı KTS'ye bağlı el bileği kas gücünde etkilenme olup olmadığını değerlendirmektir. Çalışmamıza EMG ile KTS saptanmış 26 hasta ile sağlıklı 26 kişi alındı. Vakaların el bileği kas gücü ölçümleri CSMİ CYBEX izokinetik dinamometre cihazı kullanılarak yapıldı. Hastaların yaş ortalaması 51.9 iken kontrol grubunun yaş ortalaması 47.6 idi. 15 hastada bilateral KTS varken, sağ tarafta 13 hastada hafif, 5 hastada orta, 3 hastada ağır; solda ise 15 hastada hafif, 3 hastada orta, 3 hastada ağır derecede KTS saptandı. Vücut kitle indeksi hasta grubunda 28.7 kg/m^2 , kontrol grubunda 29.8 kg/m^2 olarak saptandı. Hasta grubunda sağ el ekstansör range ortalama 32.65° sol elde 33.92° , kontrol grubunda sağda 32.26° , solda 34.76° olarak bulundu.

Hasta grubunda sağ el fleksör range ortalama 64.30° , sol elde 60.73° , kontrol grubunda sağda 55.19° , solda 56.42° olarak bulundu. Hasta grubunda $120^\circ/\text{sn}$ açışal hızda sağ el konsantrik fleksör kas gücü tepe değeri $8.26 \pm 3.92 \text{ N/m}$, sol el $7.96 \pm 3.26 \text{ N/m}$, sağ el konsantrik ekstansör kas gücü tepe değeri $5.53 \pm 2.21 \text{ N/m}$, solda $5.80 \pm 1.95 \text{ N/m}$ olarak saptandı. $180^\circ/\text{sn}$ açışal hızda sağ el konsantrik fleksör kas gücü tepe değeri $7.92 \pm 3.99 \text{ N/m}$, sol el $7.88 \pm 2.65 \text{ N/m}$, sağ el konsantrik ekstansör kas gücü tepe değeri $5.53 \pm 2.17 \text{ N/m}$, solda $5.53 \pm 2.17 \text{ N/m}$ olarak bulundu. Ölçümlerde hasta grubunda tepe kas gücü değerlerinin bir kısmı kontrol grubuna göre anlamlı derecede farklıydı. Buda bize KTS'li hastaların el kas gücünde azalma olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Karpal Tünel Sendromu, El Bileği, İzokinetik

ABSTRACT

EVALUATION OF WRIST FLEXOR - EXTANSOR MUSCLE STRENGTH IN NORMAL PERSON AND PATIENTS WITH CARPAL TUNNEL SYNDROME

Carpal Tunnel Syndrome (CTS) occurs as a result of compression of the median nerve passes through carpal tunnel. Frequency of the CTS in studies were reported to be 0.1-0.5 % in the general population. Muscle weakness at the hands can occur in the patients who determined CTS.

Aim of our study was to evaluate the wrist muscle strength that was affected by CTS. 26 healthy people and 26 patients with CTS identified by EMG recruited to our study. Cases wrist muscle strength measurements were made using the CSM CYBEX isokinetic dynamometer. The mean age of patients was 51,9 years, while the average of the control group was 47,6. There were bilateral CTS in 15 patients, mild CTS in 13 patients, moderate in 5 patients, severe in 3 patients on the right side and light in 15 patients, moderate in 3 patients, severe in 3 patients on the left side were found. Body mass index (BMI) was calculated 28,7 in patients and 29,8 in the control-group. 32,65° on the right-hand, 33,92° in the left-hand was found average extensor range in the patient group, and 32,26 on the right, 34,76 on the left was found in the control group.

64.3° on the right hand, 60.73° in the left hand was found average flexor range in the patient-group, and 55.19° on the right, 56.42° on the left was found in the control-group. Right-hand concentric flexor muscle strength peak value was found to be 8.26±3.92 N/m at 120°/sec angular velocity, 7.96±3.26 on the left-hand; right-hand concentric extensor muscle strength peak value was 5.53 ± 2.21, 5.8 ± 1.95 on the left in the patient-group. Right-hand concentric flexor muscle strength peak value was found 7.92 ± 3.9 at 180°/sec angular velocity, 7.88 ± 2.65 on the left-hand; right-hand concentric extensor muscle strength peak value was 5.53 ± 2.17, 5.53 ± 2.17 on the left in the patient-group. According to measuring, some peak value of muscle strength in the patient group was significantly different than in the control group. It shows us that hands muscle strength was affected the patients of with CTS.

Keywords: Carpal Tunnel Syndrome, Wrist, Isokinetic.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin süresince, ders ve tez çalışmalarım sırasında bilgilerini benimle paylaşan ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım **Prof. Dr. Kenan GÜMÜŞTEKİN** ve ortak danışmanım **Doç. Dr. Seyit ANKARALI** hocalarıma, sundukları koőullardan dolayı Fizyoloji Anabilim Dalı öğretim elemanları ile personeline teşekkür ederim.

Çalışmamın uygulamalı bölümlerinde ve her aşamasında çok büyük desteğini gördüğüm, bilgileriyle beni yönlendiren ve sürekli destek olan AİBÜ Tıp Fakültesi FTR Anabilim Dalı Öğretim Üyesi **Yrd. Doç. Dr. İsmail BOYRAZ**, FTR teknikeri **Rıfat ADIAY** ile sürekli destek olan **AİLEM**'e, tüm içtenliğim ile teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
TEŞEKKÜRLER	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLolar	VIII
ŞEKİLLER	IX
GRAFİKLER	X
RESİMLER	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR	XII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1 Anatomi	2
2.2. Karpal Tünel Sendromu	8
2.2.1. Epidemiyoloji	8
2.2.2. Etyopatogenez	8
2.2.3. Klinik	10
2.2.4. Tanı	11
2.2.4.1. Hikaye	11
2.2.4.2. Fizik Muayene	11
2.2.4.2.1. Özel Testler	12
2.2.4.2.2. Duyu-Motor Testler	12
2.2.4.3. Destekleyici Çalışmalar	13
2.3.4.3.1. Elektronörofizyolojik Tanı	13
2.2.5. Ayırıcı Tanı	16
2.2.6. Tedavi	16
2.2.6.1. Konservatif Tedavi	16

2.2.6.2. Cerrahi Tedavi	17
2.3. İzokinetik Test ve Rehabilitasyon Sistemi	17
2.3.1. İzokinetik Dinamometre Çeşitleri	19
2.3.2. İzokinetik Dinamometreyi Oluşturan Temel Parçalar	19
2.3.3. Kas Kuvvetnin Hesaplanmasında Kullanılan Formüller ve Terimler	19
2.3.4. Çalışma Prensibi	20
2.3.5. İzokinetik Dinamometrede Ölçümleri Etkileyen Değişkenler	20
2.3.6. İzokinetik test cihazıyla yapılan ölçümlerde kullanılan değişkenler	21
2.3.7. İzokinetik dinamometrede yapılan ölçümlerde dikkate alınması gereken standart değişkenler	22
2.3.8. Verilerin Analizi	23
2.3.9. İzokinetik Test Verisinin Yorumlanması	24
3. GEREÇ ve YÖNTEM	26
3.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	26
3.2. Elektronörofizyolojik İnceleme	27
3.2.1. mSNCV	27
3.2.2. mMDL	28
3.3. İzokinetik El Kuvvet Ölçümleri	29
4. BULGULAR	31
5. TARTIŞMA	34
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	38
7. KAYNAKLAR	39
8. EKLER	42
EK 1. Etik Kurul Onay Formu	42
9. ÖZGEÇMİŞ	43

TABLULAR

Tablo	Sayfa
4.1 Grupların demografik özellikleri	31
4.2 KTS seviyesine göre kas gücü ölçümü	32
4.3 İzokinetik kas gücü ölçüm değerleri	34



ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1 Brakial pleksustan çıkan sinirler	3
2.2 Median sinirin üst ekstremitedeki seyri	4
2.3 El bileğindeki fleksör tendon ve sinirler	5
2.4 Karpal tünelin enine kesit görünümü	6



GRAFİKLER

Grafik	Sayfa
4.1 Hasta grubu kas kuvveti (N/m)	33
4.2 Kontrol grubu kas kuvveti (N/m)	33
4.3 Hasta grubu ROM ölçümü (°)	33
4.4 Kontrol grubu ROM ölçümü (°)	33



RESİMLER

Resim	Sayfa
3.1 Elektronörofizyolojik ölçüm ünitesi	27
3.2 mMDL ölçümü	28
3.3 mSNCV ölçümü	28
3.4 El bileği ekstansiyonu	29
3.5 El bileği fleksiyonu	29



SİMGELER VE KISALTMALAR

BKAP	Birleşik kas aksiyon potansiyeli
CPS	Saniyedeki titreşim sayısı
CT	Computerized Tomografi
EMG	Elektromiyografi
KTS	Karpal Tünel Sendromu
mMDL	Median sinir motor distal latansı
mSNCV	Median sinir duysal sinir iletim hızı
mSDL	Median sinir duysal distal latansı
BMI	Vücut Kitle İndeksi
ROM	Eklemler hareket açıklığı
NCV	Sinir İletim Hızı

1. GİRİŞ

Karpal Tünel Sendromu (KTS), median sinirin karpal tünelden geçerken basıya uğraması sonucu meydana gelir. Median sinir lezyonlarının en çok görülen şeklidir (1-3). KTS sıklıkla 30-70 yaşları arasında ve kadınlarda erkeklere göre 3 kat daha fazla görülür. Yapılan çalışmalarda genel populasyonun % 0.1–0.5’inde KTS’ye rastlandığı bildirilmiştir (4-6).

KTS etyolojisinde endokrinolojik bozukluklar, romatolojik hastalıklar, tümöral oluşumlar, travmatik durumlar, anatomik varyasyonlar ve enfeksiyonlar gibi etkenler sorumlu tutulmuş olsa da en sık görülme nedeni idiopatik KTS’dir (2, 3).

KTS’de ilk belirtiler noktürnal ağrı ve paretezilerdir. Başlangıçta bu semptomlar subjektif tek belirti olarak karşımıza çıkar. İleri dönemlerde tenar kaslarda güçsüzlük ve atrofi, az sayıda olguda Raynaud fenomeni ve diğer otonomik sempatik sinir tutulumuna ait bulgular olabilir. Vazomotor belirtiler, büllöz ülserasyonlar görülebilir (3, 7, 8).

KTS’de tanı; klinik semptomlar, fizik muayene bulguları, anamnez ile bu bulguları destekleyen elektronörofizyolojik testlere dayanır (2, 3). Literatürde KTS’nin konservatif tedavisinde uygulanan farklı yöntemlere yer verilmiştir ancak bu yöntemlerin birbirlerine üstünlükleri tartışmalıdır (2). Çalışmamızın amacı ise KTS’ye bağlı el bileği kas gücünde etkilenme olup olmadığını değerlendirmektir.

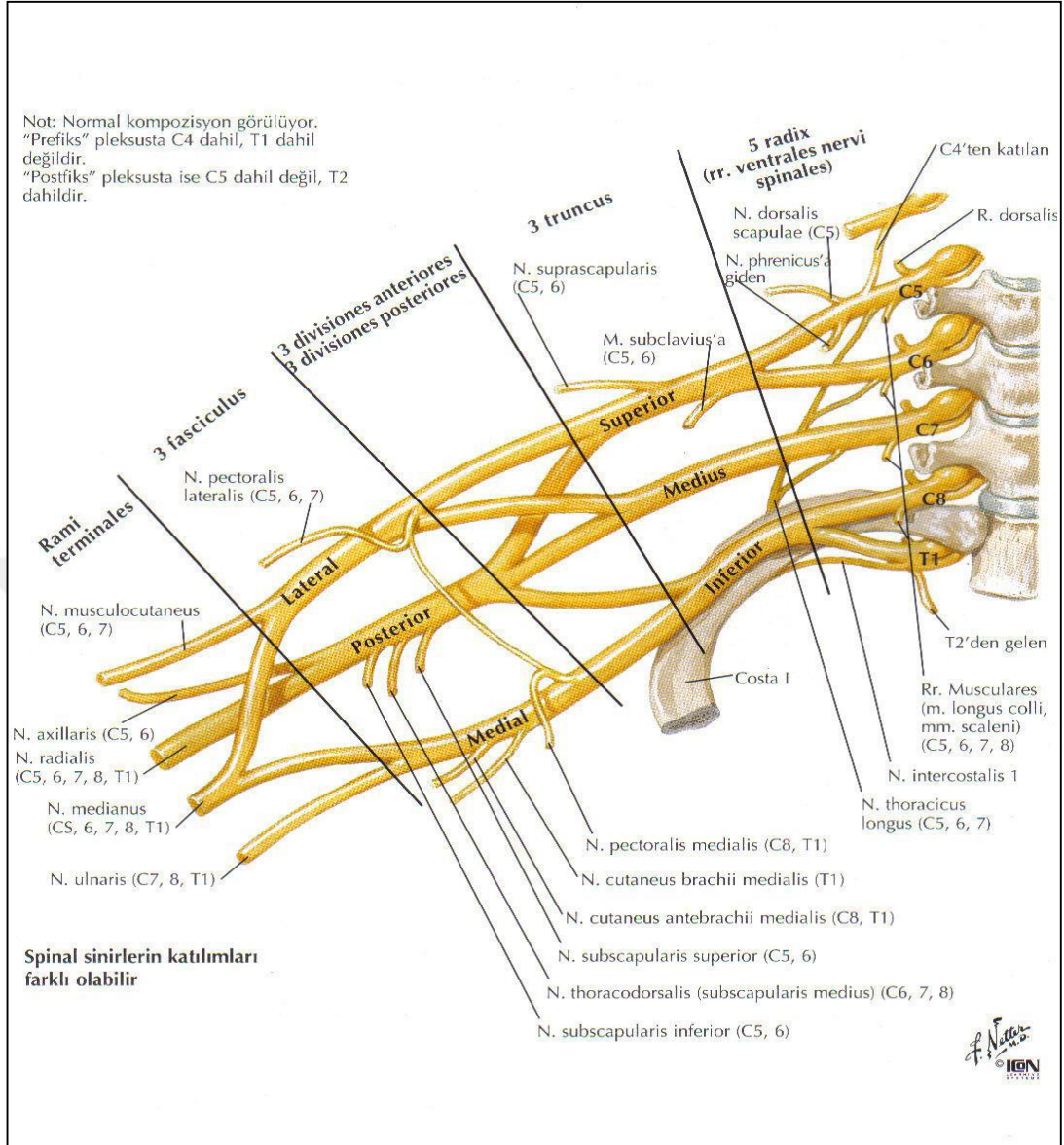
2. GENEL BİLGİLER

Karpal Tünel Sendromu (KTS) median sinirin el bileği düzeyinde bası altında kalarak tuzaklanması sonucunda ortaya çıkan bir dizi belirti ve bulguları tanımlamak için kullanılan bir terimdir; KTS en sık saptanan periferik sinir tuzaklanma sendromu şeklindedir (1, 2). Pierre Marie ve Foix, 1913'te median sinirin *retinakulum fleksorumun* altında sıkışmasına bağlı olduğunu bulan ve tanıtan kişilerdir (3).

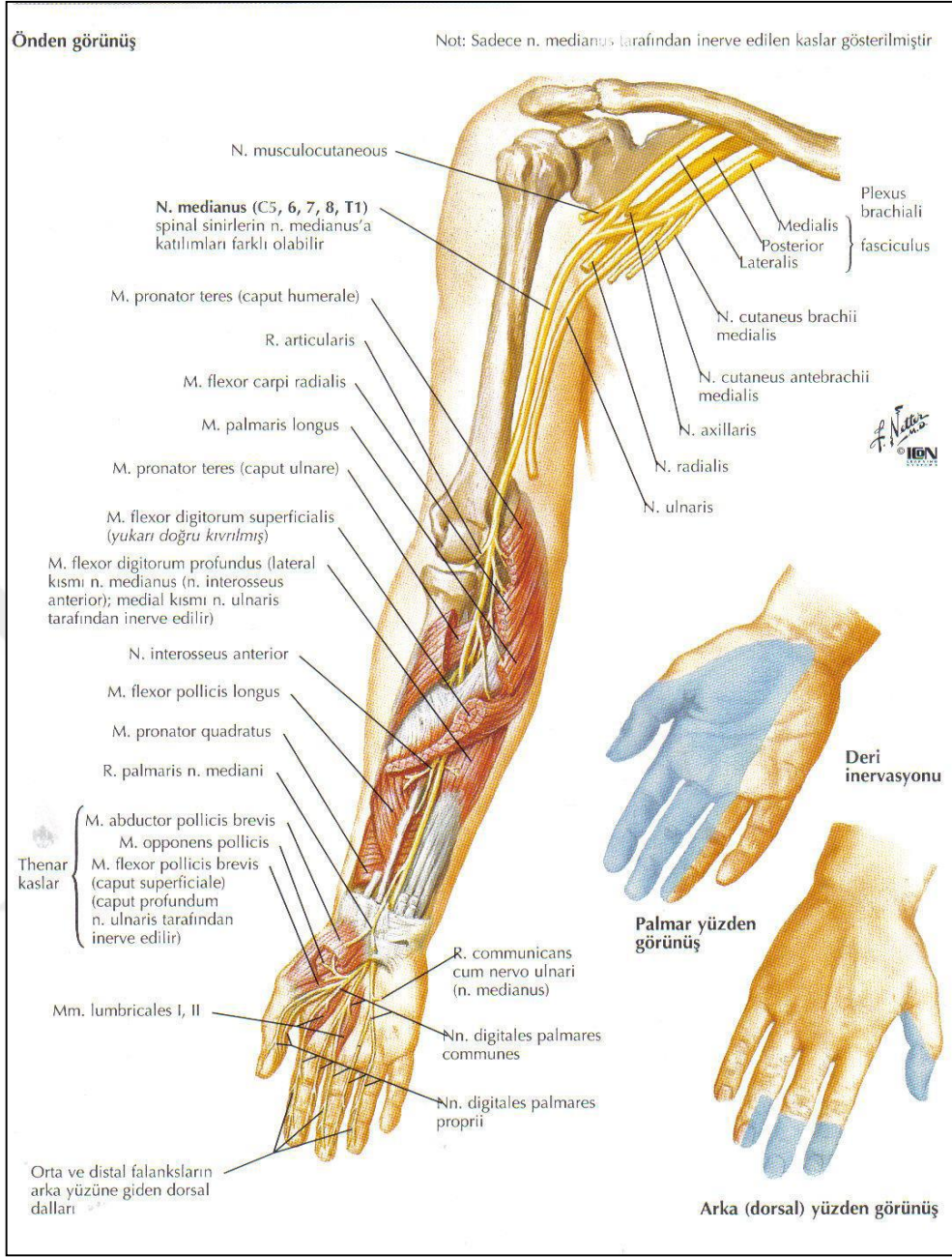
2.1. Anatomi

Median sinir (C5-T1), brakiyal pleksusun lateral ve medial fasiküllerinden gelen köklerin aksiller arterin önünde birleşmesiyle meydana gelir. Bu yolda median sinir, brakiyal pleksusun bütün segmentlerinden fasikül alır. Kolda bisipital oluğun medialinde seyrederek ve dirseğe doğru ilerlerken brakiyal arterin mediyaline doğru döner (4). Bu durum Şekil 2.1' de gösterilmiştir.

Median sinir dirsekte bisipital kas aponevrozunun (*lacertus fibrosus*) altından geçerek brakiyal arterin mediyaline seyrederek ilerler. Sinir *Lacertus fibrosus*'un altında bazı dallar verir bu dallar önkol kaslarını (*m. flexor carpi radialis, m. pronator teres, m. flexor digitorum superficialis, m. palmaris longus*) innerve ederler. Sinir dirsekte *m. pronator teres* distalinde *N. interosseo anterior* dalını verir (4). Bu durum Şekil 2.2' de gösterilmiştir.

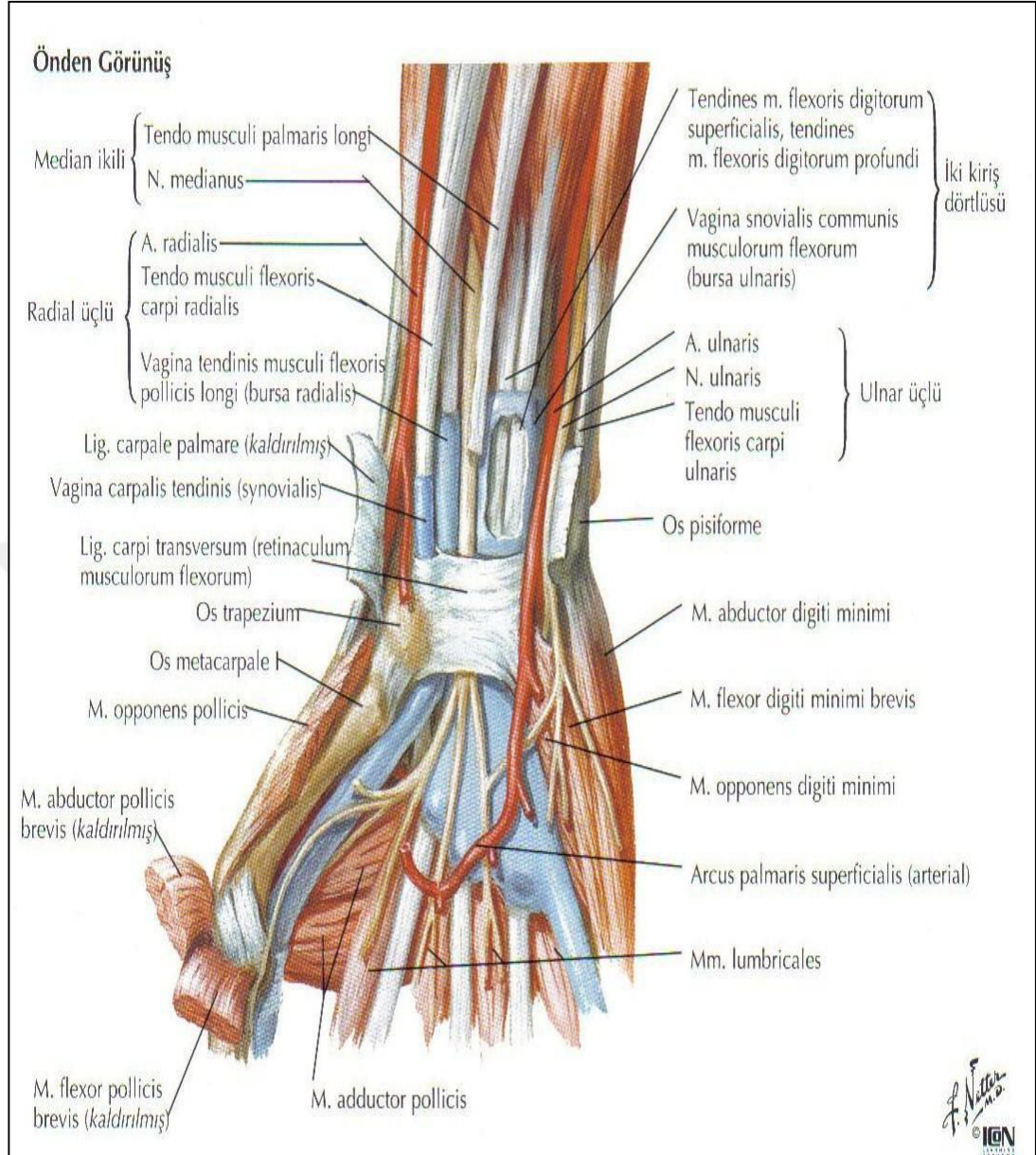


Şekil 2.1 Brakial pleksustan çıkan sinirler (5).



Şekil 2.2 Median sinirin üst ekstremitedeki seyri (5).

Median sinir elin proksimalinde daha az korunmuş olup, yüzeysel ve derin parmak fleksörleri arasından yüzeyle çıkar ve *M. flexor carpi radialis* tendonunun ulnar tarafında fasyanın altında seyreder. Sinirin altında superfisiyal kaslarının işaret parmağına giden tendonu bulunur. Bu tendonun ulnar tarafında ise *m. palmaris longus* kasının tendonu yer alır (4). Bu durum Şekil 2.3'de gösterilmiştir.

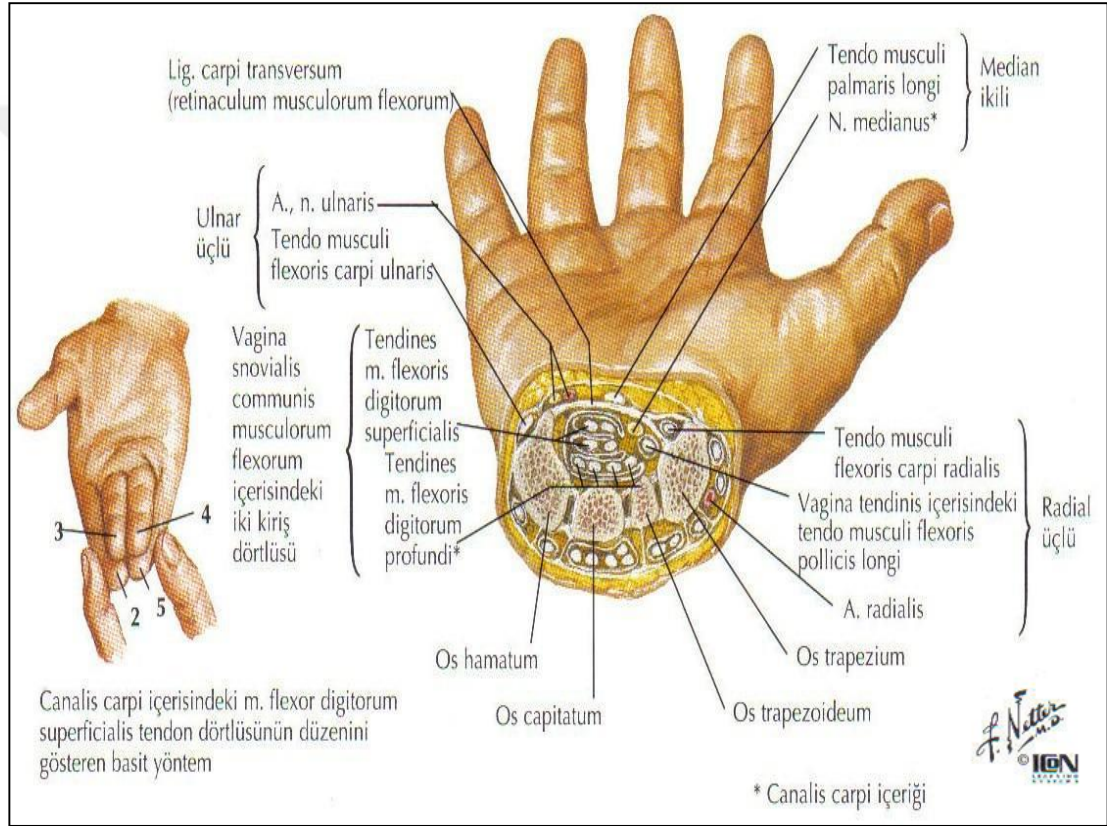


Şekil 2.3 El bileğindeki fleksör tendon ve sinirler (5).

Karpal tünele girerken sinir yassılaştır ve retinakulum fleksorumun yaklaşık 5 cm proksimalinde fasiyadan çıkar ve palmar bir dal verir. Bu palmar dal radyal tarafa dönerek avuç içinin radyal yarısı ile tenar bölgenin derisini innerve eder. Ancak varyasyonlarına çok sık rastlanır (4).

Karpal tünelin sınırı el bileğinin proksimal fleksiyon çizgisi ile başlar ve distalde 3. metakarpın proksimal tarafında sonlanır. Kanalı bir fibröz ve üç kemik duvar sınırlar. Karpal tünelin arka ve yan yüzleri el bileği kemikleri ve bunları

çevreleyen eklem kapsülü tarafından oluşturulur. Ön yüzeyi ise, radial tarafta *trapezium* ve *skafoid* ile ulnar tarafta *hamatumun çengeli* ve *pisiform* arasında uzanan *retinakulum flexorumum* ile oluşur. *Retinakulum flexorumum*, el bileğinin üstünde *transvers karpal ligament*, proksimalde önkolun derin fasyası, daha distalde tenar ve hipotenar kasların arasındaki *aponevroz* tarafından oluşturulmuştur. Karpal tünelin proksimal ve distal uçları açıktır. Tünelden median sinirle birlikte 2–5. parmakların yüzeysel ve derin tendonları ve fleksör polllis longus olmak üzere toplam dokuz tendon ve bir sinir geçer (6). Bu durum Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Karpal tünelin enine kesit görünümü (5).

Tünelin enine kesitinde kanal çapı distale doğru daralır ve en dar yeri girişten 2 -2,5 cm distaldedir. Bu seviyede karpal kemikler ince fakat oluk derin, *retinakulum flexorumum* da çok kalındır. Median sinirin tendonlarla olan seyri proksimalden distale doğru değişir. Fakat sinir her zaman işaret parmağı kas tendonunun altına bitişik durumda bulunur (4).

Karpal tünelin patolojik daralmaları dışında da sinirin durumu el hareketleri ile değişir. Tünel iç basıncı el bileğinin fleksiyon ve ekstansiyonunda artar. Nötral pozisyona göre ekstansiyonda basınç üç kat daha fazladır. Bu basınç kanal duvarlarının kalınlaşmasında, yer kaplayan lezyonlarda ve şekil değişikliklerinde de artar (4).

Median sinir kanaldan çıktıktan sonra *palmar aponevrozun* orta katmanlarına girer. Tenar dallarını kanalın çıkışında verir. Çoğu kez *retinakulum fleksorumu* delerek radiyale çıkar. *Opponens* kasını, *abduktor pollicis brevis* kasını, ve *fleksor pollicis brevis* kasının yüzeyel başını innerve eden motor dalını verir. Vakaların 2/3'ünde tenar bölgede ulnar sinirin *ramus profundus* ile anastomoz yapar. Tenar kaslarda çift innervasyonla sık sık karşılaşılır. "*Ansa thenaris*" denilen bu tip innervasyonlar sinir yaralanmaları ve sinir cerrahisi için önemlidir (6).

Median sinirin son dalları I, II ve III. digital palmar sinirlerdir. Başparmak, işaret parmağı, orta parmak ve yüzük parmağının yarısını *digitales palmaris proprii* siniri innerve eder. Bu sinirler 2. 3. ve 4. parmakların fleksor yüzlerini innerve ederken, aynı zamanda orta ve son falankların ekstensör yüzleri üzerindeki deriyi de innerve ederler. I. ve II. *digitales palmaris communis* sinirleri, birinci ve ikinci *lumbrikal kaslara* motor dallar da gönderir (4).

Yapısal olarak karpal tüneli dar olan kişilerde klinik belirtiler daha sık çıkar. El bileği çevresinin ölçümü ile kanalın çapı belirlenemez ancak bilgisayarlı tomografi ile ölçülebilir. Elini kullanarak çalışan ve klinik belirtileri olan kişilerde kanalın kesitsel alanı $1,75 \pm 0,21$ cm² iken, şikayeti olmayan kontrollerde $2,53 \pm 0,15$ cm² olarak bulunmuştur. Kanal içi basınç elin pozisyonuna göre artmakla birlikte bu artış patogeneizde etken olmaktadır. Bir kateterle kanal içindeki basınç ölçüldüğünde, hastalarda sağlıklılara göre basıncın belirgin olarak arttığı bildirilmiştir. Hastalarda nötral pozisyonda basınç 32 mmHg, yani sağlıklı kişilerden 2,5 kat yüksek bulunmuştur. Bu basınç el bileğinin 90° ekstansiyonunda ise 110 mmHg'ye ve 90° fleksiyonunda (Phalen testi) ise 94 mmHg'ye yükselir (7).

2.2. Karpal Tünel Sendromu

En sık rastlanılan, en çok çalışılan ve özgün tedavisi en başarılı olan tuzak nöropatisidir (3).

KTS akut ve kronik olmak üzere iki şekilde sınıflandırılır:

- 1- **Akut KTS:** Çok sık karşılaşılmamakla birlikte semptomlar hızlı ve yoğun bir biçimde gelişir. Etiyolojide; yanık, distal radius fraktürleri, metakarp başlarındaki volar dislokasyon sayılabilir. Semptomlar 6–8 saat içinde gerileme göstermezse cerrahi dekompresyon gerekir (8).
- 2- **Kronik KTS:** Özellikle 30-70 yaş arasındaki kadınları daha çok etkileyen, belirtilerin sıklıkla geceleri olduğu, genellikle bilateral görülen, el bileğinden distale veya proksimale yayılabilen parestezi veya ağrı ile karakterize, tenar kaslarda güçsüzlük ve atrofi oluşturabilen klinik bir tablodur (8).

2.2.1. Epidemiyoloji

KTS üzerine yapılan çalışmalarda genel populasyonun % 0,1–0,5’inde rastlandığı bildirilmiştir (9,10). Papanicolaou ve ark. 2001 yılındaki yaptıkları çalışmada bu oranı % 3,72 olduğunu bildirmişlerdir. Populasyon tabanlı bir araştırmada, sinir ileti çalışmaları sonucunda semptomatik KTS’nin % 3 oranında olduğu gösterilmiştir. Bu da kliniğe başvurmayan KTS’li bir hasta topluluğu olduğunu düşündürmektedir. KTS, kadınlarda erkeklere göre 3 kat daha fazla ve sıklıkla 30-70 yaş aralığında görülmektedir (9). Bazı çalışmalarda kadınlarda daha sık görülme sebebi olarak KT çapının kadınlarda daha dar olması gösterilmiştir (11).

2.2.2. Etiyopatogenez

KTS’li hastaların çoğu idiopatik kökenlidir. Bir bası nöropatisinin gelişiminde hem iskemik hem de mekanik etkenlerin rolü vardır. Deneysel çalışmalar basının süresi ve şiddetinin artışı oranında sinirde görülecek fonksiyon bozukluğunun da o denli fazla olacağını göstermiştir. Karpal tünel sendromlu hastalarda aksonal hasar değil, elektrodiagnostik testlerle de gösterilebilen demiyelinizasyon saptanır.

Demyelinizasyon ise; sinir liflerinde değil siniri saran bağ dokusu olan *epinerium* ile *perineriumda* gelişmiş fibrozist tablosuyla KTS’de kendini gösterir. Bu değişiklikler *epinerium* ile *perineriumu* geçerek sinir dokusuna ulasan kan akımı da bozarak sinir dokusunda bir iskemi oluşmasına neden olur (12).

İdiopatik KTS’de etyolojiyi aydınlatmak için fleksör tenosinoviyum biyopsisi ve sonrası yapılan histopatolojik çalışmalar sonucunda Schuind ve ark. (1990) vakaların hiçbirinde sinovyal inflamasyon bulgusuna rastlayamamıştır. Vakaları görülen *sinovyal fibröz hipertrofinin* nedeni olarak, tekrarlayan mekanik streslere karşı *konnektif dokunun* yanıtı olarak değerlendirmişlerdir (13).

Sinovyumdaki mikrovasküler patolojik değişiklikler; vasküler proliferasyon, vasküler hipertrofi, elastin içeriğinin azalması ve damar duvarının kalınlaşması sonucunda gelişen vasküler obstrüksiyondur. Hirata ve ark. (2005) ağrı yoğunluğunun artışıyla birlikte küçük arteriollerde matriks metalloproteinaz-2 (MMP-2) ekspresyonunun arttığını bulmuşlar ve bu vasküler değişiklikleri desteklemişlerdir (14).

Ettema ve ark. (2004) subsinovyal bağ dokunun fibroblast yoğunluğunda, vasküler proliferasyonda ve kollajen lif boyutunda belirgin artış olduğunu, fibroblastlarda TGF- β R1 ekspresyonu ve kollajen tip III’ün artmış olduğunu bildirmişlerdir (15).

Romatolojik hastalıklarda artmakta ve en sık romatoid artritte KTS görülmektedir. Bazen romatoid artrit başlangıç semptomu olarak da görülebilmektedir (15). KTS kanal içindeki gut tenosinovitine, gut tofuslerine veya kalsiyum fosfat birikimine bağlı olarak meydana gelebilir (13, 14).

KTS’de ailesel yatkınlık az da olsa bildirilmiştir. Ailesel bilateral KTS vakalarında ortak olarak fleksör tenosinoviyumda kalınlaşma olduğu ve bu hastalarda, altta yatan ailesel konnektif doku hastalığının KTS’ye yatkınlığı artırıyor olabileceği bildirilmiştir.

Travmatik durumlardan; karpal kemiklerin fraktür ve dislokasyonları, colles fraktürü, radius distal uç fraktürü de akut KTS’ye neden olabilmektedir (3).

Vakaların çoğunda iş yerinde maruz kalınan mekanik nedenler ve belirli hareketlerin çok sık tekrar edilmesi KTS'ye neden olabilmektedir. Örneğin; fabrika çalışanları, montaj işi çalışanları, bilgisayar kullananlarda daha sık görülür (12).

El bileğinin volar yüz anomalileri, atipik seyreden *m. palmaris longus* veya diğer kas anomalileri karpal kanal içinde *n. medianus*'un palmar dalına bası yaparak semptomların ortaya çıkmasına neden olabilir (12).

Diabetes mellitus'ta ortaya çıkan polinöropatinin genel bulguları, KTS semptomlarını baskılamaktadır. Diyabetik hastalarda karpal kanalın cerrahi dekompresyonuyla duysal bozuklukların düzeltilir. Kadınlarda menapoz döneminde ve gebelikte ortaya çıkabilir (3, 7).

2.2.3. Klinik

KTS'de en sık görülen semptom duyu kaybı iken bazı vakalarda motor kayıp da görülebilir. Ancak ilk belirtiler genellikle noktürnal ağrı ve paretezilerdir (7). Başlangıçta tek subjektif belirti "*Brakiyaljia parestetika noktürna*" denilen noktürnal ağrıdır (3, 7). Başlangıçta KTS'li hastaların yaklaşık yarısında *brakiyalji* görülür. Hastalar gece uyku arasında tüm elde şişme hissi ve parestezi ile uyanır. Parmaklar sertleşmiştir. Gerçekte objektif bir bulgu olmadığı halde, hasta ellerini şişmiş ve gerilmiş hisseder. Ellerini sallayarak ve ovalayarak kısa bir süre rahatlarlar.

Bazen bir gecede tekrar tekrar uyuşmalar olur ve bu durum hastalarda ciddi uyku bozukluğuna yol açar. Hastalar sabah uyandığında elleri "odun gibi sert" olup, sabahları günlük işlerini yapmakta zorlanırlar.

Parestezi ve ağrının geceleri neden arttığı tam olarak bilinmemektedir. Fakat gece ellerin uzun süre fleksiyonda kalması karpal tünelde basının artmasına neden olabilir. Kanal içi basınç geceleri artmakta ve sabah erken saatlerde maksimuma ulaşmaktadır (6). KTS ilerledikçe semptomların şiddeti artar. Pareteziler gündüzleri de olmaya başlar. Bilekte fleksiyon ve ekstansiyonun sık yapıldığı uğraşlar paretezileri artırır. Özellikle uzun süre direksiyon tutma, bulaşık yıkama, kitap-gazeteyi uzun süre bilekler fleksiyonda iken tutma, çekiç sallama, boya yapma vb. işlerde artar. Bileğin uzun süreli fleksiyonunda, median sinir fleksör retinakuluma

yaklaşır ve üzerindeki bası artar bu durumda klinik yakınmaları artırır. Karpal tünel içinden geçen duysal liflerin demiyelinizasyonu ile birlikte el parmaklarında, en çok 2 ve 3. parmakta eldiven giymiş veya zımpara kağıdı gibi dizestezik yakınmalar ortaya çıkar. İleri dönemlerde ise tenar kaslarda güçsüzlük, atrofi ve tenar bölgede çökme meydana gelir. Başparmak abduksiyon ve oppozisyon yapamaz ve çoğu kez parmak uçlarında belirgin olmak üzere ilk üç parmakta görülen hipoestezi oluşur. Bu klinik tablo KTS'nin ileri dönemini temsil eder ve bilekteki fokal demiyelinizasyonun ve distalde motor ve duysal liflerde aksonal dejenerasyon geliştiği de kabul edilebilir (6).

2.2.4. Tanı

KTS'de tanı; klinik semptomlar, anamnez, fizik muayene bulguları ile bu bulguların elektronörofizyolojik olarak desteklenmesi ile konulur. Elektronörofizyolojik testler KTS tanısını destekleme, median sinir basısının seviyesini ve yerini belirlemede yararlıdır. Ancak % 10–15 oranında yanlış sonuç elde edilebilir. Bu nedenle KTS'nin değerlendirilmesi de elektromiyografi (EMG) ve sinir ileti incelemesi normal olan semptomatik vakalarda radyolojik çalışmaların da tamamlayıcı rolü vardır (3, 16).

2.2.4.1. Hikaye

El ve önkol da ağrı, elde zayıflık, parestezi ve fonksiyon kaybı, median sinir alanında renk değişikliği, şişlik ve deride kuruluk gibi semptomların olması bize KTS'yi düşündürür. Uyku sırasında veya el bileğinin tekrarlayıcı hareketleri sonrasında şikayetler artabilir. Eli sallamakla (flick sign) semptomlarda geçici rahatlama görülür.

2.2.4.2. Fizik Muayene

Fizik muayene normal olabileceği gibi, bazı provokatif testlerle semptomlar ortaya çıkarılabilir. Tenar kaslarda zayıflık veya atrofi ve ilk üç parmakta kuru cilt gibi bulgular da olabilir. Median sinir dağılım alanında hipoestezi görülür. Provokatif testlerde amaç kanal basıncını arttırarak median sinir dağılım alanında ağrı, parestezi,

uyuşukluk gibi semptomları çıkarmaya yöneliktir. Bu testlerin pozitifliği anlamlı iken, negatifliği tanıyı ekarte ettirmez (18).

2.2.4.2.1. Özel Testler

1- Phalen Testi :

Bu testte bilek 30–60 saniye tam fleksiyon halinde tutulur. “Ters Phalen testi”nde (el bileği ekstansiyon testi) ise aynı süre de bilek ekstansiyonda tutulur. Her iki pozisyonda da ağrı ve parestezi ortaya çıkar veya artar. KTS’li hastalarda Phalen testi % 80 oranında pozitif bulunmuştur. Phalen testi, KTS tanısı için % 68 oranında duyarlı, % 73 oranında özgün bir testtir (18).

2- Tinel Belirtisi:

Karpal tünelden geçen median sinir üzerine bilek düzeyinde yapılan hafif bir perküsyon elin median sinir duyu alanında hiperestezi ve elektriklenme hissi ortaya çıkarabilir. KTS’li hastaların % 45’inde pozitif bulunmuştur. Tinel belirtisi, KTS için % 50 oranında duyarlı, % 77 oranında özgün bir testtir (18).

3- Gerilmiş median sinir stres testi:

Test esnasında median sinir maksimum gerilerek, lokal nöroiskemiye akselere eder. Muayene yapan kişi önkol supinasyonda iken ikinci parmağı distal ucundan tutarak hiperekstansiyona getirir. Kronik KTS’de semptomlar önkol proksimaline yayılır (18).

4- Karpal Kompresyon Testi (Durkan’s):

Muayene yapan kişi iki parmağı ile bilekte median sinir üzerine bastırır. Median sinir alanında uyuşma, parestezi ve ağrı meydana gelmesi KTS için pozitifdir. KTS tanısında % 64 oranında duyarlı, % 83 oranında özgün bir testtir (18).

2.2.4.2.2. Duyu ve Motor Testleri

1- Vibrasyon:

Diyapazon (256 cps) etkilenen tarafta ve karşı tarafta 1–3. parmak pulpasına uygulanır. İki taraf arasında hasta fark hissediyorsa test pozitif demektir (18).

2- Dokunma eşiği:

Weinstein Artmış Duyarluluk Test Kiti veya *Semmes-Weinstein Monofilamanları* kullanılarak ölçülür. Filamanlar hafif eğilecek şekilde bastırılır, genelde 2. veya 3. parmak değerlendirilir. Farklı test protokolleri uygulanabilir. Ancak bilateral tutulumu olanlarda ve ulnar nöropatisi olanlarda normal tarafla karşılaştırma yapmak güçtür (18).

3- İki nokta ayırımı:

Parmak pulpasına sivri uçlu aletle hastanın cilt rengi soluklaşana kadar dokunulur, 5 mm'nin üzerindeki mesafelerde ayırım yapılması patolojik olarak değerlendirilir (18).

4- Vibrometre ile vibrasyon ölçümü:

Parmak pulpasına vibrasyon uygulanır. KTS'de eşik değer artmıştır. Model çeşitliliği, vibrasyonun frekansı ve temas edilen bölgeye göre sonuçlar değişir (18).

5- Tenar güçsüzlük:

Median sinirin motor liflerinin etkilenmesi tenar kaslarda güçsüzlüğe neden olur. *M. abduktor polllisis brevis* kuvveti Oxford derecelendirmesine göre 5'in altında ise test pozitifdir (18).

2.2.4.3. Destekleyici Çalışmalar

- 1- Elektronörofizyolojik değerlendirmeler,
- 2- Radyolojik (MRI, CT) incelemeler

2.2.4.3.1. Elektronörofizyolojik Tanı

KTS'de en önemli tanı yöntemi Elektronörofizyolojik incelemedir. İlk kez Simpson 1956'da, KTS'de bilekten tenar kaslara olan motor iletim zamanının uzadığını bildirmiştir. KTS şüphesi ile gelen bir hastada aşağıdaki elektronörofizyolojik testlerden gerekli görülenler yapılmalıdır (18).

1- Bilek deki lokal iletim bloğunu direkt veya dolaylı ölçen yöntemler:

- Motor sinir iletimi ve EMG
- Duysal sinir iletimi

2- Bası sonucu meydana gelen elektrofizyolojik değişmelerin, diğer sinirlere ait elektrofizyolojik verilerle karşılaştırılması gerekir. Örneğin 5. parmak-bilek arası ulnar sinir ile 1. parmak-bilek arası median sinir duysal iletiminin karşılaştırılması gibi.

Sinir iletim çalışmaları:

Motor sinir ileti incelemesinde amaç; kası innerve eden motor liflerin ne kadarının fonksiyon gördüğünü yaklaşık olarak belirlemek ve incelenecek motor veya mikst sinirin en hızlı ileten motor liflerinin ileti hızını ölçmektir. Bu amaçla, kas üzerine kayıt elektrodu yerleştirilip kası innerve eden motor sinir yeterli şiddette elektrikle uyarıldığında kasta oluşan aksiyon potansiyeli kaydedilir. Bu potansiyele birleşik kas aksiyon potansiyeli (BKAP) denilir (6).

Kayıt için aktif, referans ve toprak olmak üzere 3 elektrod gerekir. Aktif elektrot araştırmanın yapılacağı yere oldukça yakın ve her zaman kasın ortasına yakın konmalıdır. Referans elektrodu ise kas ile tendon birleştiği bölgenin distaline konur (6, 18).

Sinir İletim Hızı (Nevre Conduction Velocity, NCV): İki farklı uyarı yeri arası mesafenin, elektrik akımının bu mesafeyi geçme süresine bölünmesiyle elde edilir.
 $NCV = \text{Mesafe (m)} / \text{Zaman (sn)}$

Distal (terminal) Latans: Elektrik uyarımının verildiği andan aksiyon potansiyelin başlangıcına kadar geçen süredir. Birimi milisaniyedir (msn).

KTS'de median sinir motor iletim çalışmalarında dirsek ve bilek düzeyi bipolar uyarımları yeterli olur. Kayıt işlemi tenar kas grubundan yapılır. Burada bipolar kayıt elektrotları tenar kabarıklık üzerinde yerleştirilir. Referans elektrot da başparmak üzerine yerleştirilir. Topraklama ise uyarım ve kayıt yeri arasına yerleştirilir. *Median sinir motor distal latansı (mMDL)*'nin uzaması tanı için önemlidir. Erişkin bireylerde normalde median sinir distal motor iletim zamanı

2,0–4,5 msn arasında değişir ve genellikle 4,7 msn'yi aşmaz. KTS'de 4,7 msn'yi aşan bir uzama olabilir, bazen 10 msn'yi de aşabilir (6).

KTS'de tanıyı doğrulayan en hassas elektronörofizyolojik inceleme duysal ileti çalışmalarınıdır. Duysal sinir ileti incelemelerinde amaç, incelenecek duysal veya mikst sinirin en hızlı ileten duysal liflerinin ileti hızını ölçmek ve hedef deri bölgesine giden duysal liflerin bütünlüğünün korunup korunmadığını anlamaktır.

Duysal iletiler iki ayrı teknikle çalışılabilir:

a- Antidromik teknik: Median sinir, bilek ve avuç içinden uyarılarak 2. veya 3. parmaktaki yüzük elektrotlardan antidromik duysal yanıtlar alınır ve avuç-bilek segmentinde iletim hızı hesaplanır (2, 6).

b- Ortodromik teknik: Transvers karpal ligaman boyunca median sinir duysal liflerinde ortodromik iletimi ölçmek için 2. veya 3. parmak uyarılır, duysal yanıtlar avuç içi ve bilek düzeyinden genellikle iğne elektrot ile kaydedilir (3, 6).

Antidromik tekniğin avantajı cevabın yüksek amplitüdü olması, dezavantajı ise motor lifleri de uyarabilmesi ve karışıklıklara yol açabilmesidir (6).

Yapılan incelemeler de, *median sinir duysal distal latansı (mSDL)* için normal kabul edilen değerler 2,5 ile 3,5 msn arasında bulunmuştur. Median sinir normalin üzerindeki latans değerleri veya karşı eldeki median sinir duysal distal latansından 0,5–1,0 msn daha uzun olması halinde KTS tanısı konabilmektedir (18).

Median sinirin duysal sinir ileti hızı (mSNCV), 40 ile 67,3 m/sn arasında normal kabul edilmektedir. 40 m/sn ve altındaki değerler patolojik olarak kabul edilir (6).

İğne EMG incelemesi:

EMG anormallikleri aksonotmezis varlığında ortaya çıkabileceği için KTS tanısında sinir ileti çalışmaları kadar bilgi vermez. İğne EMG ile fibrilasyon, fasikülasyon, polifazik motor ünitler, inkomplet interferans paternleri, kompleks tekrarlayıcı deşarjlar saptanabilir (6).

2.2.5. Ayırıcı Tanı

a- Brakial pleksus lezyonları: Özellikle üst trunkus lezyonlarında median sinir bası altında kalabilmektedir

b- Radikülopatiler: Özellikle servikal 6 ve 7'deki lezyonlarda median sinir bölgesinde hissedilen yakınmalar oluşabilmektedir. KTS ile birlikte görülürse “*double crush sendromu*” (çift sıkışma/ezilme sendromu) adını alır.

c- Lokal vazospazm yapan vasküler lezyonlar: Reynaud sendromu, refleks sempatik distrofi sendromu

d- Jeneralize periferik nöropati yapan nedenler: Üremi, *diabetes mellitus*, toksik nedenler, malnütrisyon, vs.

2.2.6. Tedavi

2.2.6.1. Konservatif Tedavi

KTS'nin konservatif tedavisinde farklı yöntemler bildirilmiştir Bunlar;

- Non-steroidal anti-inflamatuvar ilaçlar (3, 6).
- Steroid enjeksiyonları (3, 6, 18).
- Aktivite modifikasyonu (3, 6, 18).
- El bileği splinti (3, 6).
- Diüretikler (12).
- Fizik tedavi ajanları (ultrason, transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu, kontrast banyo) (3, 6, 18).
- İş değiştirilmesi (6).

KTS progresif olmasa da iş değişikliği yapmayan hastalarda konservatif tedavi çok etkin değildir. Semptomları rahatlatmak amaçlı kullanılan lokal kortikosteroidler ise kesin çözüm olmamakla birlikte tekrarlama oranı yüksektir (19).

2.2.6.2. Cerrahi Tedavi

KTS'nin cerrahisinde sık kullanılan yaklaşımlar:

- a- Fleksör tenosinovyektomi (11, 20).
- b- Transvers karpal ligaman serbestleştirilmesi (11, 20).
- c- Endoskopik serbestleştirme (11, 20)
- d- İnternal nöroliz (11, 20).

KTS cerrahisinde ilk olarak, *longitudinal palmar insizyonla açık median sinir dekompresyonu* uygulanır. Son zamanlarda endoskopik median sinir dekompresyonu kullanılmaya başlanmış ve açık teknikle *transvers karpal ligaman serbestleştirilmesi* ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir (11, 20).

Cerrahi tedavi endikasyonları; konservatif tedaviye yanıtızsızlık, tenar atrofi, ilerleyici nörolojik defisit, ve ciddi elektronörofizyolojik anomalilerdir (11, 20).

Cerrahi tedavinin komplikasyonları ise; enfeksiyon gelişmesi, akut hematoma, sinir yaralanması, arter yaralanması, refleks sempatik distrofi sendromu ve KTS'nin nüks etmesidir. Literatürde nüks etme oranları ise % 7 ile % 20 arasındadır (11, 20).

2.3. İzometrik Test ve Rehabilitasyon Sistemi

Egzersiz fizyolojisinde ortaya çıkan gelişmelerle birlikte insan kasının kuvvetlendirilmesi ve rehabilitasyonu konusunda değişimler meydana gelmiştir. Kas kuvvetlendirmek için genellikle izometrik ve izotonik (konsantrik - eksantrik) kasılma tipleri kullanılır ancak bu kasılma tiplerinde kasların eğitilmesi ve rehabilitasyonu konusunda yetersizlikler yaşanmaktadır. İzotonik egzersizlerde bazen kasın anormal yüklenmesi, sakatlanmalara neden olmaktadır. Serbest ağırlıklarla yapılan izotonik egzersizlerde; kas tüm eklem hareketi boyunca bu ağırlığı kaldırmak durumunda kalır. Kas eğer bu ağırlığı tolere edemezse sakatlanmalar meydana gelir. Ayrıca izotonik egzersizler sırasında kasın yükleneceği ağırlığın belirlenmesi ve bunun tedricen artırılması da zordur. İzometrik egzersizlerde ise istenilen etki için uzun süreli ve çok tekrarlı egzersiz yapmak gerekir.

Tüm bu olumsuzluklardan araştırmacıları izokinetik kasılma tipini kullanmaya yönlendirmiştir (21-23).

Dinamik nöromuskuler performansın değerlendirilmesi ve sonuçlarının nicel olarak ortaya konması spor bilimlerinin en önemli konularından biridir. Dinamik kas kontraksiyonu esnasındaki performansın belirlenebilmesi için belli bir açısız hızda üretilen kuvvetin ve gücün ölçümü gereklidir (26). Bu değerler sayısal olarak izokinetik dinamometre ile ortaya konmaktadır.

İzokinetik dinamometre ile;

- a) Hareket hızının derece/saniye olarak belirlenmesi ve kasın sabit hızda çalışması mümkündür (1, 27).
- b) Değerlendirmedeki nicel veriler uygun tedavinin belirlenmesi ve bu tedavideki gelişimin izlenmesine olanak sağlar (1, 27).
- c) Tüm eklem hareketlerini fonksiyonel hızlarda yaptırma olanağı verdiği, kas gücünü ve yapılan toplam işi nicel biçimde ölçmeye olanak tanıdığı için kişinin fonksiyonel kapasitesinin tam değerlendirmesi ve rehabilitasyonunun doğru planlanmasını sağlar (21-28).
- d) Kasların agonist / antagonist oranlarının belirlenmesine olanak sağlamaktadır (21, 27).
- e) İki ekstremitenin birbiriyle kıyaslanmasına olanak sağlar (26-28)
- f) Kas ve iskelet sistemi hastalıklarının tanı ve tedavisinde kullanılmaktadır.
- g) Sporcuların performanslarını ve kas grupları arasındaki dengesizliklerini, dolayısıyla sakatlanma risklerini tespit etmede yararlanılır. Sakatlık sonrasında ise spora dönüş için hazır olup olmadığının belirlenmesinde de fayda sağlamaktadır (21, 27).
- h) Cihazı oluşturan tüm birimler bilgisayar kontrolündedir (21).

2.3.1. İzokinetik Dinamometre Çeşitleri;

1. Açık Kinetik Zincir Dinamometre: Ölçülen eklem proksimalindeki eklem sabit iken distalindeki eklem serbest bırakılmıştır. Ölçülen eklem ile beraber distaldeki eklemlerde hareket eder (5).

2. Kapalı Kinetik Zincir Dinamometre: Bu tip dinamometrelerde ölçülen eklem proksimal ve distalindeki eklem sabittir ve bu eklemlerde hareket ortaya çıkmaz. Yalnızca ölçülen eklemlerde hareket ortaya çıkar (21).

2.3.2. İzokinetik Dinamometreyi Oluşturan Temel Parçalar

- a) Dinamometre: Cihazın kasılma tipi, hız seçenekleri ve tork (döndürme momenti) ölçümünü yapan temel parçadır (21).
- b) Koltuk ve yardımcı aparatlar: Test ve egzersiz yapılacak ekstremitelere ve gövde segmentinin değerlendirilmesi esnasında yerleştirildiği ve stabilizasyon sağlayan parçalardır (21).
- c) Bilgisayar: Bu sistem ile izokinetik yapılan tüm işlemlerin başlatılıp sonlandırılması, hareket açıları, hız seçimi, çeşitli değişkenlerin hesaplanması, karşılaştırılması ve oranlanması yapılmaktadır (21).

2.3.3. Kas Kuvvetinin Hesaplanmasında Kullanılan Formüller ve Konu ile İlgili Terimler:

Kuvvet (F): Hareketi durduran veya durgunluğu harekete çeviren fiziksel nitelik olarak tanımlanır. Birimi Newton (N)' dir.

İş (W): Belirli mesafe boyunca uygulanan kuvvettir. Birimi Newton-metre (Nm) veya Joule (J)' dür. Yapılan iş zamandan bağımsızdır.

Fiziksel formülü: $W = F \cdot d$ (İş : kuvvet * mesafe)' dir.

Güç (P): Birim zamanda yapılan iştir. Birimi Watt (W)' dir. Ortaya çıkan güç zamana bağımlıdır.

Fiziksel formülleri: $P = W / t$ (Güç=İş/zaman)

$P = F * d / t$ (Güç= Kuvvet*mesafe/zaman)

$P = F * V$ (Güç=Kuvvet*zaman)'dır.

Tork: Bir nokta ya da eksene uygulanarak döndürme oluşturan kuvvettir. Birimi Newton-metre (Nm)' dir.

Açısal Hız: Birim zamanda kat edilen rotasyonel mesafedir. Birimi derece/saniye (°/sn)'dir (29).

2.3.4. Çalışma Prensipleri

İzokinetik dinamometre egzersiz süresince bir yandan ekstremitenin hızını kontrol eder, diğer yandan uygulanan kuvvete her açıda eş kuvvet uygular. Cihazın kaldıraç koluna uygulanan kuvvet oranında cihaz tarafından ekstremiteye karşı konan direnç artar. Yani cihaz hareket eden ekstremitenin enerjisini dirence dönüştürür. Bu sayede izokinetik egzersizler sırasında eklem her hareket açısında eşit dirençle karşılaşır ve sakatlanma riski en aza iner. Diğer taraftan geleneksel dirençli egzersizlerde ekstremitenin gittikçe artan kuvvetlerle karşı karşıya kalması, aşırı yüklenme ve sonrasında da sakatlanma riskini artırır.

2.3.5. İzokinetik Dinamometrede Ölçümleri Etkileyen Değişkenler

1) Kişisel Özellikler

- Yaş: Yaş arttıkça kuvvet azalmaktadır. Çünkü, tip II lifler ve yağsız vücut kitlesi azalmaktadır. Yaş, çizgili kasların torku, hızı ve gücünü değerlendirmede önemli bir faktördür ve dinamik kuvvet 20–30 yaşlarda tepe değerine ulaşmaktadır (30).
- Boy
- Vücut Ağırlığı
- Cinsiyet

2) Harekete Ait Özellikler

- Ekleme Açısı: Uzunluk-gerim ilişkisi ve eklemin biyomekanik özelliğinden dolayı kuvvet üretimi her ekleme açısında farklıdır (21).
- Test Tipi: İzotonik, izometrik, veya izokinetik kasılma tipleri izokinetik dinamometre ile ölçülebilir (21).
- Kas Hareketi: İzokinetik cihazlar ile hem konsantrik hem eksentrik kasılmalarda ortaya çıkan kuvvet, iş ve güç üretimi ölçülebilmektedir.

2.3.6. İzokinetik test cihazıyla yapılan ölçümlerde kullanılan değişkenler:

- Test Hızları (açısal hız): Yapılan testin veya egzersizin amacına göre seçilir. Bu seçim yapılır iken yüklenmenin hangi hızda ve ne kadar yapıldığının bilinmesi gerekir (21, 32).
- Tekrar Sayısı: Amaca göre değişiklik gösterir. Kas gücü değerlendirilecekse daha az tekrar (< 10), kas endüransı değerlendirilecekse daha çok tekrar (> 20) yaptırılmalıdır (21, 32, 33).
- Ekleme Açısı ROM: Ekleme hareket aralığının tamamında test yapılabileceği gibi bu açı yapılmak istenen teste bağlı olarak belirli aralıklarla da yapılabilir (21, 32, 33).
- Dinlenme Süresi: 30 saniye - 3 dakika arasında değişebilir (21, 32).
- Teste Uygun Pozisyon: Ölçülecek ekleme hareketine uygun pozisyon ayarlanmalıdır. Pozisyon, performans değişkenlerinin değerlerini etkileyebilir (21, 33). Kasın uzunluk-gerim ilişkisi dikkate alınmalıdır.
- Tork Limitleri: Dinamometrede tork için belli bir üst limit ayarlanmalıdır ve test esnasında ulaşılacak tork değerlerinden mutlaka yüksek olmalıdır. Eğer limit aşılabilecek düzeyde düşük tork değeri olursa cihaz hareket boyunca olması gereken eş direnci ortadan kaldırmaktadır (21).
- Etkin Uyarıcı: Sözlü veya görsel uyarıcı verilebilir (21).
- Testi Yapan Kişinin Deneyimi: Testi veya egzersizi aynı kişinin yapması önemlidir. Çünkü pozisyonlama, sabitleme, değişik bilgisayar

ayarları ve kişiye verilen komutlar gibi birçok faktör test sonuçlarını etkileyebilir. Bu nedenle testi yapan kişinin deneyimi ve becerisi de önemlidir.

2.3.7. İzokinetik dinamometrede yapılan ölçümlerde dikkate alınması gereken standart değişkenler:

- 1) Testi yapan kişi: Bu testi ne amaçla yaptığını bilmelidir. İzokinetik değerlendirme sabit hızdaki kas kuvvetini ölçmek için yapılır. Doğru sonuç almak için sadece izokinetik yüklenmenin olduğu aralık bulunmalıdır (21, 32, 33).
- 2) Hareket eksenini: Kasta gelen tork kaldıraç kolundan bu bağlantı noktasına aktarılır ve buradan kaydedilir. Tork; kaldıraç kolunun uzunluğu ve kas kuvveti oluşturur. Bu nedenle, torku doğru ölçmek için aletin hareket ekseninin eklem hareket eksenine paralel olması çok önemlidir (21).
- 3) Hareket Aralığı (ROM): ROM, hareketin anatomik pozisyonundan sonuna kadar olan ve gonyometre ile ölçülebilen aralıktır. Ekstremitelerde hareketlerinde, eklem açısındaki değişiklikler toplam iş ve gücü etkileyeceğinden, yapılan ölçümlerde ROM'un bilinmesi önemlidir. Bu nedenle belirli bir ekstremiteye ait ölçümlerin birbirleri ile karşılaştırılabilmesi için ROM değerlerinin de dikkate alınması özellikle önemlidir (21).
- 4) Stabilizasyon ve İzolasyon : İzokinetik dinamometrede güvenilir sonuçlara elde etmek için stabilizasyon ve izolasyon önemli unsurlardandır. İzolasyon, bir eklem hareketi yaptıran esas kasların çalışmasının sağlanıp diğer hareketlerin önlenmesini ifade etmektedir. Bunun için pozisyonlama ve sabitleme önemlidir. Sabitleme dinamometre ekseninin eklem anatomik eksenine göre ayarlanmasıdır. Eğer eksen uygun ayarlanmazsa eklem hareketlerinde kısıtlamalar veya anormal hareketler ortaya çıkar ve testin güvenilirliğini etkiler. Değerlendirilen ekstremitenin vücudun diğer kısımlarından bağımsız olarak değerlendirilmesi ve izole kas ölçümü yapılması için hasta kemerlerle uygun şekilde bağlanmalıdır (32).

- 5) Bilgilendirme: Kişiden ne istendiği tam olarak anlatılarak aletele uyumu sağlanmalıdır. Uyumsuzluk doğru sonucu etkiler. Test veya egzersiz öncesinde uyum için önce birkaç tekrarla deneme yaptırılmalıdır (21).
- 6) Tekrarlar: Tekrar sayısı ve açısal hız bir arada değerlendirilerek testi yapılan bireyin aerobik kuvvet veya güç bileşenlerini ayrı ayrı değerlendirmek mümkün olabilir (21, 33).
- 7) Açısal Hız Sırası: Dinamometrelerin çoğunda açısal hızın 0°/sn ile 500°/sn arasında değiştiği belirtilmektedir. Testin amacına göre hız sırasını belirler. Yapılan çalışmalarda hız sıralamasının kuvvet değişkenlerini (pik tork, iş, güç) önemli derecede etkilemediği gösterilmiştir (21, 33).
- 8) Kalibrasyon: İzokinetik ölçümlerin doğruluğu için düzenli kalibrasyon gerekir. Cihazın her açılışında mutlaka günlük kalibrasyon yapılmak zorundadır. Ayrıca en az ayda bir kez bilinen ağırlıklarla, ağırlık kalibrasyonunun yapılması önemlidir (21).

2.3.8. Verilerin Analizi

- 1) Tepe Tork: Belirlenen hareket açıklığında kas veya kas grubunun oluşturduğu en yüksek tork değeridir. Birim: Newton-metre (Nm) dir (21).
- 2) Ortalama Pik Tork: Ard arda yapılan tekrarlar sonunda elde edilen tepe tork değerlerinin ortalamasıdır. Tekrar edilen hareketlerde ortalama tepe tork, tepe tork değerinden daha önemli bir değişkendir (21).
- 3) Tepe Tork / Vücut ağırlığı: En yüksek kuvvet değerinin vücut ağırlığına oranıdır. Verinin kişiye özgü (kg'a göre) hale getirilmesini sağlar. Tepe Tork'un vücut ağırlığına göre değerlendirilmesi sonuçların yorumlanmasına yeni bir boyut getirir. Tepe tork, iş ve güç değişkenlerinin kişilerin vücut ağırlığına bölünmesi ile bireysel farklılıklar değerlendirilebilir (33). Toplam vücut ağırlığı oranı yağsız vücut ağırlığına göre daha çok kullanılır. Diğer test değişkenleri de vücut ağırlığına bölünerek normalize edilebilir (21).
- 4) Ortalama Güç: Hesaplanan işin, iş için gereken zamana bölünmesi ile elde edilir. Birimi watt' dır (21).
- 5) Tepe Güç: Tepe tork'un oluştuğu hız ve zamanda üretilen en yüksek güç değeridir (21).

6) Toplam İş: İzokinetik dinamometrelerde yapılan iş tork-ROM eğrisinin altında kalan alandır. Birimi:Nm'dir (21).

7) Tepe Tork Geliştirme Süresi: Tepe tork'un hangi hızla arttığını gösteren değerdir. Tork eğrisinin normalde ilk 1/3'lük kısmında gelişir. Eğer tork eğrisinin orta veya son 1/3'lük kısmında geliyorsa bu kasılmanın başlangıç evresinde tepe tork'un artmasını engelleyen patolojiyi gösterir. Böyle bir durumda hastanın ivme yeteneği kısıtlandığından hasta fonksiyonel aktivitelere dönüş için hazır olarak kabul edilmeyebilir (21).

8) Kaybetme Hızı: Tork eğrisinin inen kısmını tanımlar. Normalde tork eğrisinin inen bölümü düz olmalıdır (21).

9) Kuvvetin Azalma Oranı :Tork eğrisinin aşağı doğru eğildiği bölgeyi ifade eder. Kişinin hareketin sonuna kadar kuvvet oluşturabilme yeteneğini yansıtır (21).

2.3.9. İzokinetik Test Verisinin Yorumlanması ;

Test sonucunda ortaya çıkan veriler aşağıdaki esaslara göre yorumlanır:

1) Unilateral Oranlar: Agonist ve antagonist kaslar arasındaki ilişkinin karşılaştırılması çeşitli kas gruplarındaki kuvvet farklarını ortaya çıkarabilmektedir (21).

2) Bilateral Karşılaştırma: Bir ekstremitenin diğeri ile karşılaştırılmasıdır. %10-15'i aşan farklar asimetri olarak kabul edilir. Ancak bazı durumlarda karar vermek için tek başına bu değişken yeterli olmayabilir (21).

3) Konsentrik / Eksentrik Oranlar: Çoğu fonksiyonel aktivite değerlendirilirken bu kas hareket paterni kullanılır. Eğer aynı kasın konsentrik ve eksentrik kasılmaları karşılaştırılacak olursa eksentrik kasılmanın, konsentrik kasılmadan % 30 daha fazla olması beklenir. Eksentrik kasılma sırasında kas kuvvetinin düşük kaydedilmesi genellikle bir patolojinin göstergesidir (21).

4) Tanımlayıcı Normal Verilerle Karşılaştırma: Normal değerlerin kullanılması tartışmalı olmasına rağmen özgül nüfusa ait normal değerlerin

kullanımı testlerde veya rehabilitasyon programlarında yol gösterici olabilir. Ancak kişilerin kas kuvvetine etki eden faktörlere ait standartlarının oluşturulması ile ilgili zorluklar, bu tür karşılaştırmalarında yapılmasını tartışılır hale getirmektedir (21).

5) Endurans Oranları: Endurans test protokolleri kullanılarak kas yorgunluğu ve toparlanması değerlendirilebilir (21).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Bolu İzzet Baysal Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon.Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne elde uyuşma şikayetiyle başvuran hastalardan klinik ve elektronörofizyolojik değerlendirmelerle KTS tanısı konmuş hastalarda yapılan ardışık vaka kontrollü bir çalışmadır. Yaşları 45-70 arasında değişen 26 KTS'li hasta çalışmaya alındı. Aynı cinsiyette ve bir birine yakın yaşlarda 26 sağlıklı kontrol grubu çalışmaya dahil edildi. Kontrol grubu hastane çalışanları ve hasta yakınlarından seçildi.

3.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- 1) Median sinir dağılım alanında ağrı, uyuşukluk veya vazomotor bozukluk olması,
- 2) Sinir İletim Hızı Çalışmalarında (SİHÇ)'de KTS ile uyumlu bulgular olması,
- 3) 6 haftadan uzun süredir devam ediyor olması,
- 4) Muayenede Phalen, Tinel ve Karpal Kompresyon testlerinden en az birinin pozitif olması,
- 5) SİHÇ'de mMLD'nin 4,2 msn'üstünde ve mSNCV'nin 40 m/sn'nin altında olması,
- 6) KTS için predispoze etyolojik faktörlerin olmaması (Diabetes Mellitus, akut travma, romatolojik hastalıklar, gebelik, hipotiroidi, hipertiroidi vb.)
- 7) Tenar bölgede atrofi veya tenar kaslarda güçsüzlük olmaması,
- 8) Radikülopati yada polinöropati gibi KTS ayırıcı tanısında düşünülmesi gereken durumların dışlanmış olması,
- 9) Önceki bir ay içinde oral steroid veya non-steroidal anti-inflamatuvar ilaçlar gibi medikal tedavi almamış veya fizik tedavi programına girmemiş olması,
- 10) Önceki üç ay içinde steroid enjeksiyonu yapılmamış olması,
- 11) Elektrofizyolojik testlerin uygulanabilmesi için herhangi bir ciddi sağlık probleminin olmaması.

3.2. Elektronörofizyolojik İnceleme

Elektronörofizyolojik incelemeler aynı araştırmacı tarafından yapıldı. Hastalar inceleme öncesi 22–24°C oda sıcaklığında 15 dakika dinlendirilerek, eller hazır hale getirildi. Çalışmamızda Nihon Kohden NeuropackM1 elektronörofizyolojik ölçüm ünitesi kullanıldı. (Resim 3.1)



Resim 3.1 Elektronörofizyolojik ölçüm ünitesi

KTS'li hastalarda yapılan bu elektronörofizyolojik incelemeler iki şekilde yapıldı:

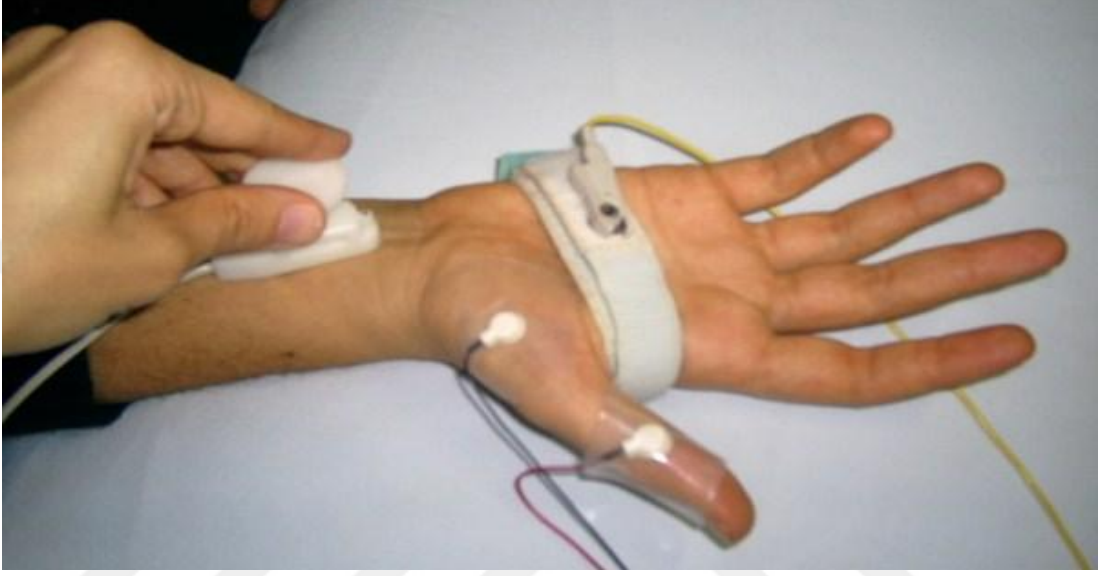
- 1) Median sinir duysal sinir iletim hızı (mSNCV)
- 2) Median sinir motor distal latansı (mMDL)

3.2.1. MSNCV

Aktif ve referans elektrotlar distal interfalangial ve 2.parmak metakarpofalangial eklemlere yerleştirilerek stimülatör elektrodla aktif elektrot arasında 14 cm olacak şekilde bilekten supramaksimal uyarı yapılarak kayıtlama yapıldı. iletim hızı 40 m/sn'nin altında olanlar çalışmamıza dahil edildi. (Resim 3.3)

3.2.2. mMDL

Aktif kayıtlayıcı elektrot abduktör pollicis brevis kası üzerine, referans elektrot ise 1. parmak distaline bağlanarak stimulatör elektrot katodu ile aktif elektrot arasında 8 cm olacak şekilde supramaksimal uyarı ile kayıtlama yapıldı. Distal latansı 4.2 msn. üstündeki kişiler çalışmamıza dahil edildi. (Resim 3.2)



Resim 3.2 mMDL ölçümü



Resim 3.3 mSNCV ölçüm

3.3. İzokinetik El Kuvvet Ölçümleri

KTS'li hastaların ve kontrol grubundaki bireylerin her iki ellerindeki izokinetik kuvvet değerlendirmesi, AİBÜ Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi'nde, izokinetik sistem laboratuvarında yapıldı. Ölçümler CSMI CYBEX izokinetik dinamometre kullanılarak yapıldı.

El bileğinin fleksiyon ve ekstansiyonu ölçümü için birey ve dinamometre aşağıdaki protokole göre hazırlandı:



Resim 3.4 El bileği ekstansiyonu



Resim 3.5 El bileği fleksiyonu

a) Dinamometrenin ayarlanması için gerekli olan parçalar: El bileği adaptörü, önkol stabilizasyon tübü, lumbal yastık, önkol sabitleyici V-bağlantı noktası.

b) Sandalye Ayarları:

- Rotasyon derecesi: 40°
- Sırt açısı: 90°
- Sandalye-Dinamometre arası uzaklık: 32
- Oturma pozisyonu: düz
- Ön/arka pozisyonu: önkol V-bağlantı noktası içinde düzgün duracak şekilde ve dinamometre şaftının rotasyon eksenini ve el bileği eklemi aynı doğru üzerinde olacak şekilde ayarlandı.

c) Dinamometre ayarları:

- Tilt derecesi: 0°
- Rotasyon derecesi: 40°
- Yükseklik: 27

d) İzolasyon ve stabilizasyon: Sandalyenin sırt açısı 90° ye ayarlandı ve kişi oturtuldu. Beline lumbal yastık yerleştirildi. Önkol stabilizasyon tübü sandalyeye monte edildi. üzerine önkol sabitleyici V-bağlantı noktası geçirildi ve önkol buraya dirsek 90° olacak şekilde yerleştirildi. V-bağlantı noktası üzerindeki bantlar ile önkol sabitlendi ve dinamometre şaftının distal ucundan tutturuldu. Gövde hareketlerini engellemek için bel kemeri bağlandı. Dinamometre şaftının rotasyon eksenini ve el bileği eklemi aynı doğru üzerinde olacak şekilde ayarlandı.

e) Ortalama ROM (hareket açısı) : Sağ ekstremitte için 87.40 ± 27.74 derece, sol ekstremitte için 89.60 ± 22.16 derece'dir. Eklem hareketi sırasında çalışan kaslar:

• El Bileği Fleksiyonu: *M. fleksor carpi radialis, m. fleksor carpi ulnaris, m. palmaris longus, m. fleksor digitorum profundus, m. fleksor digitorum superficialis ve m. fleksor pollicis longus*'dur.

• El Bileği Ekstensiyonu: *M. ekstensor carpi radialis longus, m. ekstensor carpi radialis brevis, m. ekstensor digitorum, m. ekstensor carpi ulnaris*'tir.

İzokinetik ölçümler, sorgulama formunun doldurulduğu ve elektrofizyolojik çalışmanın yapıldığı gün içerisinde gerçekleştirildi. Her iki el bileği fleksör ve ekstansör kas kuvveti eksantrik ve konsantrik ölçülüp değerlendirildi. Her bir ölçüm arasında en az iki dakika dinlenildi. Ölçüm esnasında hastalara ve kontrol grubuna feedback olarak sesli uyarı verildi. Bireylerin kişisel verileri bilgisayar ortamına girilerek (boy, yaş, kilo, aktif el vb.) dinamometre; kişiye uygun olarak protokole göre pozisyonlandı. Dinamometrede ölçümün yapılacağı açısal hızlar 120 derece/sn ve 180 derece/sn olarak ayarlandı. Ölçüm öncesi 3 tekrarlı submaksimal egzersiz yapıldı ve bireylerin ölçümde nasıl bir dirençle karşılaşacakları gösterildi. Dinamometreden tüm testler bölümü seçildi ve önce 120°/sn, iki dakikalık dinlenme periyodundan sonra, 180°/sn hızda 7 tekrarlı ölçüm yapıldı. Ölçümlerde önce aktif el sonra diğeri ölçüldü ve ölçüm esnasında monitörden bireyin tork-zaman eğrisi grafikleri takip edildi. Tam koopere olamayan ve düzenli kuvvet uygulayamayan hastalarda test tekrar edildi.

4. BULGULAR

Çalışmamıza KTS tanısı konmuş 6 sı erkek 20 si bayan toplam 26 hasta, 26 sağlıklı toplam 52 kişi dahil edildi. Hastaların yaş ortalaması 51.9, boy ortalaması 161 cm ve kilo ortalaması ise 73.96 kg olarak bulundu. Vücut kitle indeksi (VKİ) 28.7 kg/m² hesaplandı. Kontrol grubunun yaş ortalaması 47.6 boy ortalaması 164 cm ve kilo ortalamaları ise 76.92 kg olarak bulundu. VKİ 29.8 kg/m² olarak bulundu. (Tablo 4.1)

	Hasta grubu	Kontrol grubu
Yaş(yıl)	51.9±9.49	47.00±15.53
Boy(cm)	161.21±6.43	164.38±8.26
Kilo(kg)	73.96±12.77	76.9 2±15.53
VKİ(kg/m²)	28.7±2.01	29.8±2.06

Tablo 4.1 Grupların demografik özellikleri

Hasta ve kontrol grubu boy ve kilo ortalamaları ve VKİ arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulamadık. Yaş açısından her iki grup arasında anlamlı farklılık bulduk (p = 0,005).

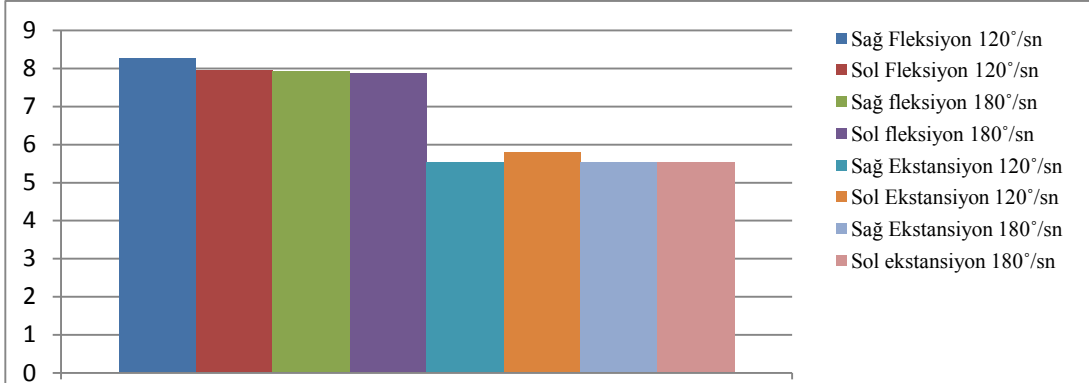
KTS tanısını koymak için yapılan EMG değerlendirilmesinde; hastalardan 15 kişide bilateral KTS saptanırken, 13 hastada sağ bileğinde hafif derecede, 5 hastada orta, 3 hastada ağır; sol bilekte ise 15 hastada hafif derecede, 3 hastada orta, 3 hastada ağır derecede KTS saptadık.

İzokinetik ölçümler	KTS Seviyesi		
	Hafif	Orta	İleri
Sağ fleksiyon 120°/sn	7.53±4.11	8.80±2.04	9.33±7.76
Sol fleksiyon 120°/sn	7.35±2.39	6.2±2.58	10.33±7.09
Sağ ekstansiyon 180°/sn	6.89±3.21	8.84±3.6	10.66±3.2
Sol ekstansiyon 180°/sn	7.30±2.05	7.00±1.87	10.00±5.56
Sağ ekstansiyon 120°/sn	5.23±1.73	4.4±0.54	5.0±2.0
Sol ekstansiyon 120°/sn	5.38±1.86	4.8±1.48	6.00±1.73
Sağ ekstansiyon 180°/sn	5.07±2.06	5.40±1.51	5.66±2.30
Sol ekstansiyon 180°/sn	5.61±1.66	4.60±0.89	6.00±1.73

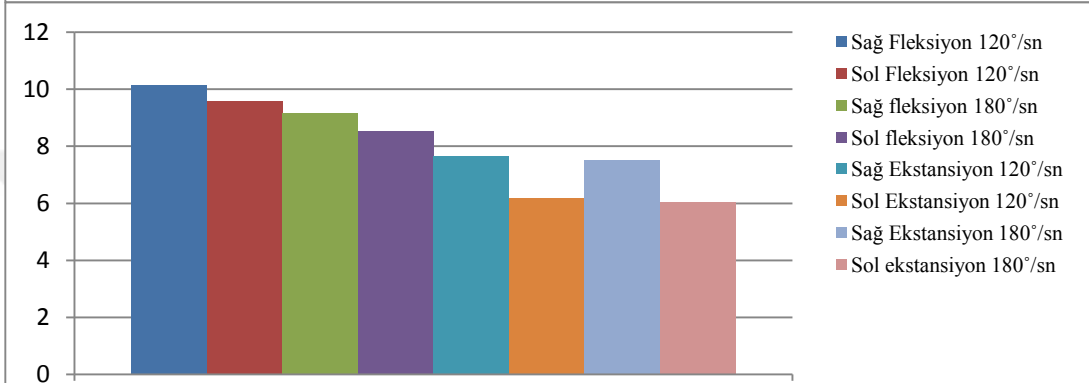
Tablo 4.2 KTS seviyesine göre kas gücü ölçümü

KTS seviyesine göre yapılan sınıflandırmada seviyeler arasında kas gücü değişimi yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamadı ($p=0.076$). KTS seviyesine göre kas gücü değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Hasta ve kontrol grubu arasında KTS seviyesine göre kas gücü kıyaslaması hasta sayısı yetersiz olduğundan yapılamamıştır. Orta ve ileri seviye KTS olan hastalarla kontrol grubu arasında kas gücü kıyaslaması yine hasta sayısı az olduğu için yapılamamıştır.

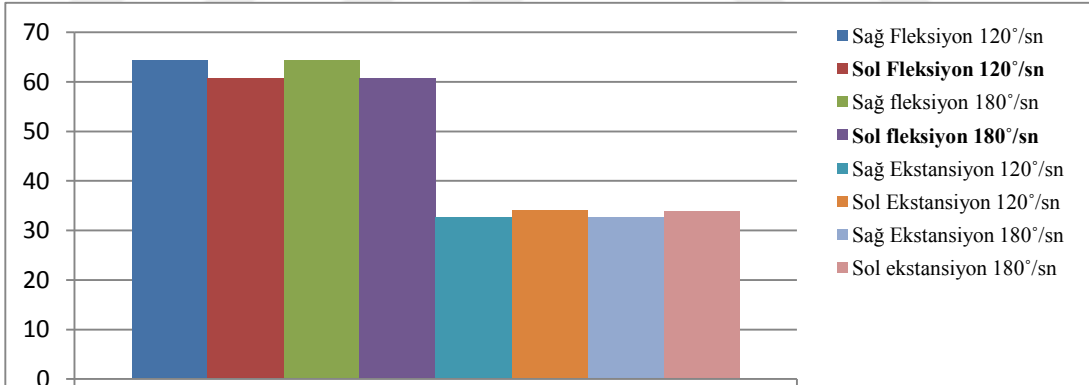
Hasta ve kontrol grubunun konsantrik kas gücü değerleri ve eklem hareket açıklığı (ROM) izokinetik dinamometrede ölçüldü. Hasta ve kontrol grubunun sağ ve sol el bileği (fleksiyon / ekstansiyon) kas gücünü 120 -180°/sn açısal hızlarında ölçüldük ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulamadık ($p=0.069$). Hasta ve kontrol grubu arasında sol el bileği fleksiyon açısı ölçümünde ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulduk ($p=0,03$). Elde edilen ölçüm değerleri Grafik 4.1 - 4.4’de verilmiştir.



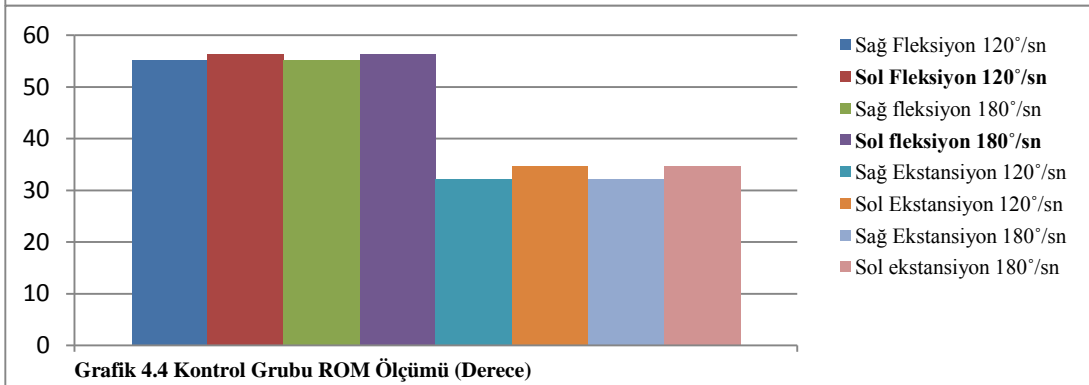
Grafik 4.1 Hasta Grubu Kas Kuvveti (N/m)



Grafik 4.2 Kontrol Grubu Kas Kuvveti (N/m)



Grafik 4.3 Hasta Grubu ROM Ölçümü (Derece)



Grafik 4.4 Kontrol Grubu ROM Ölçümü (Derece)

5. TARTIŞMA

Karpal tünel sendromu (KTS) median sinirin karpal tünel içinde basıya uğraması sonucu gelişen belirti ve bulgular olup, klinikte en sık karşılaşılan tuzak nöropatisidir. KTS’de tanı, klinik semptomlar, fizik muayene bulguları, anamnez ile bu bulguları destekleyen elektronörofizyolojik testlere dayanır; tanı için çok sayıda klinik test tanımlanmış olsa da bunlardan ancak ikisi klasikleşmiştir. Bunlar belirtilerin provake edilmesiyle ortaya çıkan Tinel ve Phalen testleridir (Doğan F.ve ark., 2008). KTS’nin klinik tanısını doğrulayan ya da ayırıcı tanıda yardımcı olan bazı inceleme yöntemleri mevcuttur. Karpal tünel sendromunun standart inceleme yöntemi, nörolojik sorunların tanısında son derece önemli bir yeri olan sinir ileti çalışmaları ve iğne elektromiyografisinden (EMG) oluşan elektrodiagnostik incelemelerdir. Ancak Kanz ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada KTS tanısı koymada elektronörofizyolojik testlere gerek duymaksızın tanı saptayacak bir el diyagramı geliştirmiştir. Bununla birlikte uzman hekimler tarafından bu testler klinikte tanıyı doğrulama amaçlı kullanılmaktadır. Bu semptom ve elektronörofizyolojik testler ışığında KTS tanısı konmuş hastalarda el kas kuvvetlerinde belirgin bir azalma olacaktır. Bizde çalışmamızda KTS’li hastaların ön kol kas güçlerinde değişiklik olabileceğini tespit ettik.

Elde kavrama ve tutma hareketlerini sağlayan kaslar median ve unlar sinir tarafından inerve edilmektedir. Bu nedenle median sinirin karpal tünelde sıkışmasında elde kuvvet kaybı görülmekle birlikte diğer sinir inervasyonları aktif olduğundan bu kuvvet kaybı belirli sınırlar içerisine kalır. Kozin ve ark. yaptıkları çalışmada el bileği düzeyinde median ve unlar siniri bloke ederek; blokaj öncesi ve sonrası el kavrama gücünü değerlendirmişlerdir. Ulnar sinir blokaj sonrası kavrama gücü %38, median sinir blokajında ise %42 oranında bir azalma bulunmuştur. Her iki sinir bloke edildiğinde ise bu azalmayı %49 olarak belirlenmiştir. KTS’de tenar bölgedeki median sinirin inerve ettiği kaslarda kuvvet kaybı olabilir. Parmak fleksörlerinin inervasyonu bilek seviyesi düzeyinden sağlandığı için KTS’de denervasyona bağlı kuvvet kaybı beklenir. Ayrıca ağrı, karıncalanma, kooperasyon yetersizliği vb. sebeplerle maksimal kontraksiyon yapılamaması sonucu yalancı güç kaybı oluşabilir.

El fonksiyonlarında meydana gelen bu kuvvet kayıpları aynı zamanda sekonder olarak el bileği hareketlerinde de kuvvet kaybına sebep olabilir. Bizde çalışmamızda el bileği kas güçlerinin ne düzeyde etkilendiğini ortaya koymak için ölçümler yaptık.

Yapılan popülasyon çalışmalarında, KTS'nin kadınlarda erkeklere oranla daha sık görüldüğü belirtilmiştir (1, 3). Bu çalışmalardan değişik insidans ve prevalans değerleri elde edilmiştir. Değerlerdeki farklılığın, KTS tanısı koyarken kabul edilen kriterlerdeki farklılıktan kaynaklandığı belirtilmektedir. Ardışık vaka kontrollü çalışmamıza katılan KTS hastalarının 20'si bayan 6'sı erkek ve yaşları literatürle uyumlu 3-5. dekadlar arasındaydı (1, 3).

Klinik incelemelerde uygulanan izometrik güç değerlendirmesi, önemli el fonksiyonlarının değerlendirilmesinde yeterli görüldüğünden, dinamik el bileği fleksiyon / ekstansiyon kuvvet değerlendirilmesi çok yapılmamaktadır. Bunun en önemli sebepleri arasında izokinetik cihaza sahip olunmaması ve el izokinetik kuvvet değerlendirmesi için test protokolünün son yıllara kadar geliştirilmemesi gösterilebilir. Oysaki; Rehabilitasyon sürecinde dinamik nöromuskuler performansın değerlendirilmesi ve sonuçlarının nicel olarak ortaya konması en önemli konulardan biridir. Dinamik kas kontraksiyonu süresince ortaya konan performansın belirlenebilmesi için belli bir açılarda üretilen güç ve kuvvetin ölçümü gereklidir. Bu değerler izokinetik dinamometre ile sayısal olarak elde edilir ve izokinetik ölçümün önemini ortaya koyar.

Kaymak ve ark. (2010) KTS'li hastalarda el kuvvetlerinde (kavrama, anahtar, üç nokta ve uç tutmada) belirgin bir azalma bulmuştur. Ancak el bileği fleksör ve ekstansör kas kuvvetinin nasıl etkilendiği tam açıklığa kavuşturulmamıştır. Çalışmamızda ise izokinetik dinamometrenin dinamik el bileği kas gücü ölçümünde kullanılabilirliği ortaya konmuştur.

İzokinetik dinamometre hareket esnasında ekstremitenin hızını kontrol ederken her açıda uygulanan kuvvete eş direnç uygulamaktadır. Kişi cihazın kaldıraç koluna daha fazla kuvvet uyguladıkça cihaz tarafından ekstremiteye karşı konan direnç artar. Yani alet tarafından hareket eden ekstremitenin enerjisi dirence

dönüştürülür. Dinamometrede açısız hız arttıka eksteremiteye uygulanan direnç de azalır yani hız ve direnç ters orantılıdır.

Hallbeck M. ve Jung C. (2002) yaptıkları çalışmada normal popülasyonda el bileği için maksimum yüklenme aralığındaki açısız hızı 180°/sn olarak belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda ise el bileği fleksör- ekstansör kas güçlerinin 120°/sn ve 180°/sn açısız hızlarında ölçümü yapıldı. Tek tarafı KTS olan hastalarda KTS olan tarafın ön kol kas değerleri ile diğer tarafın ön kol kas gücü değerleri arasında anlamlı farklılık saptayamadık.

KTS'li hastalarda; izokinetik ölçüm esnasında oluşabilecek durumlar konusunda hastanın bilgilendirilmesi oluşabilecek güç kaybını azaltmada faydalı olabilir. Hastalara test esnasında ağrısının olabileceği, ağrıya rağmen tüm gücüyle ve devamlı kuvvet uygulaması gerektiği, oluşan ağrının hastalığını arttırmayacağı söylenebilir. Ayrıca test boyunca hastaya verilen sesli uyarılarda ölçüme katkı sağlayabilir. Ölçüm öncesi yapılan submaksimal egzersizler hastanın test sırasında nasıl bir durumla karşılaşacağını görmesi açısından faydalı olacaktır. Tüm bunlara rağmen tam koopere olamayan hastalarda varyasyon katsayısının da dikkate alarak çalışmaya dahil etmedik.

Sanlı ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada izokinetik dinamometrelerde yüklenme aralığı belirlenmeden yapılan veri analizi izokinetik veri grubu ile karşılaştırıldığında önemli yanlışlıklara neden olabileceğini belirtmişlerdir.

Dvir Z. parmak fleksörlerinin performansının değerlendirilmesinde izokinetik dinamometre ile yapılan ölçümlerin geçerli olduğunu ve bunun el rehabilitasyonunda kullanılabileceğini belirtmiştir (34).

Çalışmamızda hasta ve kontrol grubu arasında, el bileği fleksiyon / ekstansiyon kuvvet ölçümleri ve ROM değerlerinin çoğunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p=0,4). İstatistiksel olarak anlamlı bulunan bazı ölçümlerin ise tek başına anlamlı izahı yapılamadı ve farklılıkların hasta sayısındaki azlığa bağlı olabileceği düşünöldü. KTS seviyeleri ile kontrol grubu arasında yapılan kıyaslamada; hafif düzeyde KTS olan 13 kişilik grup ile kontrol grubu arasındaki kıyaslamada fleksör - ekstansör 120°/sn ve 180°/sn açısız hızlarında yapılan

ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu. ($p=0,03$). Ancak orta ve ileri KTS düzeyindeki hastalar ve kontrol grubu kıyaslamasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamadı ($p=0,08$). Bu durumun hasta sayısındaki azlıktan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonucunda KTS seviyesine göre hastaların ön kol fleksör ve ekstansör kas grubunda güç değişikliği olabileceğini saptadık. KTS'li hastaların ön kol kas güçlerinde değişiklik olup olmadığı ve KTS seviyesindeki farklılığın kas gücünü nasıl etkilediği hasta sayısı artırılarak yapılacak ileri çalışmalarla ortaya konabilir. Kas gücünün, izokinetik ölçümde, nicel verilerle ortaya konması sonucunda rehabilitasyon süreci daha doğru planlanacaktır ve cerrahi müdahale konusunda daha somut veriler sağlayacaktır. Elde edilen veriler bu konu üzerinde yapılacak ileri çalışmalara literatür olarak katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

1. **Mesgarzadeh M, Triolo J, Schneck CD.** Carpal tunnel syndrome.MR imaging diagnosis. Magn Reson Imaging Clin N Am 1995;3:249-64.
2. **Padua L, Padua R, Nazzaro M, Tonali P.** Incidence of bilateral symptoms in carpal tunnel syndrome. J Hand Surg [Br] 1998;23:603-6.
3. **Mumenthaler M, Stöhr M, Müller-Vahl H.** Läsionen Peripherer Nerven und Radikulö Syndrome. Türk-Börü Ü (Çeviri editörü). Omuz ve kol bölgesinin tek sinir lezyonları. Periferik sinir lezyonları ve radiküler sendromlar. İstanbul: Nobel Tıp kitabevleri, 2005:224–319.
4. **Dere F.** Üst Ekstremité. Anatomi Ders Kitabı. 2. baskı. Adana: Okullar Pazarı Kitabevi, 1990:45–117.
5. **Netter FH. Atlas of Human Anatomy. Cumhuriyet M (Çeviri Editörü).** Üst Ekstremité. İnsan Anatomisi Atlası. 3. baskıdan çeviri, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2005:399–466.
6. **Sekeles E.** The double anastomotic innervation of thenar muscles. J. Anat 1971; Sep;109(3):461–6.
7. **Ertekin C.** Pleksus Brakiyalisten Çıkan Sinirler. Santral ve Periferik EMG Anatomi Fizyoloji-Klinik. İzmir: Meta Basım Matbaacılık, 2006:387–453.
8. **Bowyer BL, Johnson EW.** Electrodiagnostic characteristics of acute carpal tunnel syndrome. Arch Phys Med Rehabil 1987; Sep;68(9):545–8.
9. **Tanaka S, Wild DK, Seligman PJ et al.** The US prevalence of self-reported carpal tunnel syndrome: 1988 National Health Interview Survey data. Am J Public Health 1994; Nov;84(11):1846–8.
10. **Stevens J C.** AAEM minimonograph 26: the electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. American Association of Electrodiagnostic Medicine. Muscle Nerve 1997; Dec 20(12):1477–86
11. **Kaymak B, İnanici F, Özçakar L, Çetin A, Akıncı A, Hascelik Z.** Hand Strengths in Carpal Tunnel Syndrome.The Journal of Hand Surgery (European Volume, 2008) 33E: 3: 327–331.
12. **Bagatur AE.** Karpal Tünel Sendromu. Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci 2006; 2(17):52–63.
13. **Schuind F, Ventura M, Pasteels JL.** Idiopathic carpal tunnel syndrome: histologic study of flexor tendon synovium. J Hand Surg (Am) 1990; May;15(3):497–503.

14. **Hirata H, Tsujii M, Yoshida T.** MMP-2 expression is associated with rapidly proliferative arteriosclerosis in the flexor tenosynovium and pain severity in carpal tunnel syndrome. *J Pathol* 2005; 205: 443–450
15. **Ettema AM, Amadio PC, Zhao C et al.** A histological and immunohistochemical study of the subsynovial connective tissue in idiopathic carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 2004; Jul;86-A(7):1458–66.
16. **Bicknell JM, Lim AC, Raroque HG Jr et al.** Carpal tunnel syndrome, subclinical median mononeuropathy, and peripheral polyneuropathy: common early complications of chronic peritoneal dialysis and hemodialysis. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; May;72(6):378–81.
17. **De Krom MC, Knipschild PG, Kester AD et al.** Carpal tunnel syndrome: prevalence in the general population. *J Clin Epidemiol* 1992; Apr;45 (4):373–6.
18. **MacDermid J C, Wessel J.** Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: A systematic Review. *Journal of Hand Therapy* 2004; Apr-Jun; 17,2:309–319.
19. **Aygül R, Ulvi H, Karatay S et al.** Determination of sensitive electrophysiologic parameters at follow-up of different steroid treatments of carpal tunnel syndrome. *J Clin Neurophysiol* 2005; 22:222–230.
20. **Nathan PA, Meadows KD, Keniston RC.** Rehabilitation of carpal tunnel surgery patients using a short surgical incision and an early program of physical therapy. *J Hand Surg (Am)* 1993; Nov;18(6):1044–50.
21. **Brown LE and Whitehurst M.** *Isokinetics in Human Performance.* The United States of America: Human Kinetics, 2000.
22. **Yılmaz B, Alaca R, Göktepe AS, Möhür H, Kalyon TA.** Patellofemoral ağrı sendromunda izokinetik egzersiz programının fonksiyonel kapasite ve ağrı üzerine etkisi. *Türk Fiz. Tıp Rehab. Derg.*, 2001; 47(5).
23. **Sallı A, Uğurlu H, Emlik D.** Diz osteoartritinde konsantrik, kombine konsantrik-eksantrik ve izometrik egzersizlerin semptomlar ve fonksiyonel kapasite üzerine etkinliğinin karşılaştırılması. *Türk Fiz. Tıp Rehab. Derg.*, 2006; 52(2): 61-66.
24. **M, Savage P, Lee M, Dee J, Cress ME, Poehlman ET, Tischler M, Ades PA.** Effects of resistance training on physical function in older disabled women with coronary heart disease. *J. Appl Physio.*, 2002; 92: 672-678.
25. **Davies MJ, Dalsky GP.** Normalizing strength for body size differences in older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1997; 29(5): 713-717.

26. **Deans N.** An investigation into the reliability and validity of isokinetic dynamometry: An examination of quantification methods and the effects of variations to hip angle and movement velocity. Southern Cross University. 2000
27. **Pincivero DM, Lephart SM, Karunakara RA.** Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. *Int. J. Sports Med.*, 1997; 18(2): 113-117.
28. **Croisier JL, Foidart-Dessalle M, Tinant F, Crielaard JM, Forthomme B.** An isokinetic eccentric program for the management of chronic lateral epicondylar tendinopathy. *BJSM* (January) 2007.
29. **Lanza IR, Towse TF, Caldwell GE, Wigmore DM and Kent-Braun JA.** Effect of age on human muscle torque, velocity, and power in two muscle groups. *J. Appl. Physiol.*, 2003; 95: 2361 – 2369.
30. **Lindle RS, Metter EJ, Lynch NA, Fleg JL, Fozard JL, Tobin J, Roy, TA and Hurley BF.** Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20 – 93 yr. *J. Appl Physiol.*, 1997; 83(5): 1581 – 1587
31. **Bosco C.** Methods of functional testing during rehabilitation exercises. Erişim: <http://www.contest.nl/rehab.pdf> Erişim Tarihi: 17.12.2014
32. **LE and Weir JP.** ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiologyonline* ,2001; 4(3): 1-21.
33. **Kurdak SS, Özgünen KT, Adaş Ü, Zeren Ç, Aslangiray B, Yazıcı Z, Korkmaz S.** Analysis of isokinetic knee extension/flexion in male elite adolescent wrestlers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2005; 4, 489-498.
34. **Dvir, Z and Keating, J.** 2003. Trunk extension strength and validation of trunk extension effort in chronic low-back dysfunction patients. *Spine* 28: 685-692, 2013



T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmaları Yerel Etik Kurulu

Sayı : B.30.2.ABÜ.0.05.05-050.01.04-35
Konu: Proje çalışması hk.

15.05.2015

Sayın; Yrd. Doç. İsmail BOYRAZ
AİBÜ FTK ve Rehabilitasyon AD Öğretim Üyesi

Klinik araştırmalar çalışma projeniz Etik Kurul tarafından değerlendirilmiş olup; aşağıda belirtilen 2014/22-57 no.lu "Karpal Tünel Sendromlu hastalarda ve normal kişilerde el bileği fleksör ve ektansör kas gücünün izokinetik olarak değerlendirilmesi" başlıklı çalışmanın tez konusu olması ve Prof. Dr. Kenan GÜMÜŞTEKİN ile Hamit YILMAZ'ın eklenmesi talebinizin etik olarak uygun olduğu kararı verilmiştir.

Saygılarımla.

Prof. Dr. Mehmet YAZICI
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Gaziantep’de doğdu. İlköğretim okulunu İslahiye Atatürk ilkokulunda tamamladı. Reyhanlı Anadolu Öğretmen Lisesinden 2006 yılında mezun oldu. 2007 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu’nda lisans eğitimine başlayarak 2011 yılında mezun oldu. 2012 yılında AİBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. Aynı yıl AİBÜ Tıp Fakültesi Hastanesinde fizyoterapist olarak göreve başladı ve halen bu görevine devam etmektedir.



