



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**ULNAR VE MEDİAN SİNİR HASARI VE BUNA SEKONDER KAS
DENERVASYONUN ELEKTROTANISAL ÇALIŞMA VE MANYETİK
REZONANS GÖRÜNTÜLEME İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Betül ÇİFTÇİ

Ankara, 2012



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**ULNAR VE MEDİAN SİNİR HASARI VE BUNA SEKONDER KAS
DENERVASYONUN ELEKTROTANISAL ÇALIŞMA VE MANYETİK
REZONANS GÖRÜNTÜLEME İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Betül ÇİFTÇİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Metin KARATAŞ

KA 11/114 proje no' lu bu tez çalışması Başkent Üniversitesi Araştırma fonu tarafından desteklenmiştir

Ankara, 2012

TEŞEKKÜR

Bizlere bu imkânı sağlayan hocamız Başkent Üniversitesi kurucu Rektörü Prof. Dr. Mehmet HABERAL'a

Uzmanlık eğitimim süresince, bilgi ve deneyimlerinden yararlanma olanağı bulduğum, değerli hocam FTR Anabilim Dalı Başkanı ve tez danışmanım Prof. Dr. Metin KARATAŞ başta olmak üzere; FTR Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri; Prof. Dr. Seyhan SÖZAY'a, Doç. Dr. Şehri AYAŞ'a, Doç. Dr. Nuri ÇETİN'e, Doç. Dr. Berrin LEBLEBİCİ'ye, Doç. Dr. Mehmet ADAM'a, Yrd. Doç. Dr. Sacide Nur COŞAR'a, Yrd. Doç. Dr. Oya Ümit YEMİŞCİ'ye, Uzm. Dr. Pınar ÖZTOP ÇİFTKAYA ve Uzm. Dr. Sevgi İkbali AFŞAR'a,

Radyoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Mehmet COŞKUN'a ve Dr. Hülya ASLAN'a, Romatoloji Anabilim Dalından Uzm. Dr. Derya KAŞGARI'ye,

Uzmanlık eğitimimin ilk döneminde desteklerini esirgemeyen Uzm. Dr. Savaş ŞENCAN ve Uzm. Dr. Selçuk GÜZEL'e,

Tezimin her aşamasında bana yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım başta Dr. Aslıhan SEYREK ve Dr. Deniz ÖKE TOPÇU olmak üzere Dr. Merve YÜKSEL, Dr. Ali Niyazi KURTCEBE, diğer asistan arkadaşlarıma ve Sibel ÖZAVCI'ya,

Ve bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan, ilgi ve sevgilerini hiçbir zaman esirgemeyen ve benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan anneme, babama, abime, anneanneme ve dedeme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Betül ÇİFTÇİ

Ankara 2012

ÖZET

Kas denervasyonu; kas lifinin, kendisini innerve eden motor nöron ile ilişkisinin bozulması sonucu ortaya çıkan santral ve periferik sinir sistemini etkileyen çok sayıda probleme sekonder oluşan bir durumdur. Kas denervasyonun tanısı, şiddetinin belirlenmesi ve ilerlemenin takibi fizik muayene ve elektrotanısai testlerle gerçekleşir. Elektrotanısai yöntemler inceleme döneminde farklı bulgular verebilmesi ve değerlendirmeyi yapan kişinin tecrübesine göre yorumlanabilmesinin yanısıra ağırlı ve girişimsel yöntemler olduğundan bazı hastalar tarafından tolere edilmesi güçtür. Son yıllarda periferik sinir hasarı ve buna bağılı kas denervasyonunun tanısında manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) önemli ölçüde yardımcı olabileceğini gösteren veriler tespit edilmiştir.

Median ve ulnar sinir özellikle kronik kompresyon nöropatileri başta olmak üzere fokal nöropatilerin en sık izlendiğı periferik sinirler arasındadır. Vücutta en sık izlenen innervasyon anomalileri ön kolda median ve ulnar sinir arasında gerçekleşir ve bazı olgularda elektrotanısai testlerin uygulanamaması tanıyı daha da güçleştirir. Bu durumlarda MRG ulnar ve median sinir hasarının belirlenmesi, nöropatinin lokalizasyonunun saptanmasında seçilmiş olgularda önemli bir yer alabilir. Bu bilgilerden yola çıkarak çalışmamızın amacı; ulnar sinir ve median sinirin fokal lezyonları ve bunlara sekonder kas denervasyonunun belirlenmesinde elektrotanısai yöntemlerle MRG'yi karşılaştırmak, MRG'nin alternatif bir yöntem olarak kullanılabilirliğini sorgulamaktır.

Çalışmaya duyu ve motor sinir iletim çalışmaları sonucunda median/ulnar sinir hasarı, karpal tünel sendromu (KTS), ulnar tuzak nöropati ve median/ulnar mononöropati tanısı konmuş olan 40 hasta katıldı. Bu olgularda iğne elektromiyografisinde (EMG) denervasyon ve/veya motor unit kaybı izlenen kaslarda aksiyel ve koronal planlarda yağ baskılı proton ağırlıklı (FSPD) ve short tau inversion recovery (TIRM) ağırlıklı 3 mm kesit kalınlığında MRG ile görüntüler elde edilerek ödem bulguları incelendi. Hastaların klinik ve demografik özellikleri, elektronöromiyografi (ENMG) sonuçları ile MRG bulguları kıyaslandı. İğne EMG'de denervasyon bulgusu referans parametre olarak kabul edildiğinde, MRG'nin duyarlılığı %40,9, seçiciliğı %94,3 olarak saptandı.

Sonuç olarak; bu çalışma verileri MRG parametrelerinin kas denervasyonundaki tanısai duyarlılığının düşük olduğu yönündedir. Bu nedenle denerve kas tanısında altın standart ya

da ilk tercih edilecek yöntem elektrotanısai çalışmalardır. Manyetik rezonans görüntüleme yönteminin denervasyonun belirlenmesi kullanılması sadece elektrotanısai testlerin uygulanamadığı spesifik olgularda dşnlmelidir. Ancak literatürdeki çalışmalar yeterli değildir. Daha fazla klinik alışma yapılmasına ihtiya vardır.

Anahtar sözcükler: Kas denervasyonu, Elektronromyografi, Manyetik rezonans görüntüleme



ABSTRACT

Comparison of electrodiagnostic tests and magnetic resonance imaging in muscle denervation secondary to ulnar and median nerve injuries.

Muscle denervation is a condition which is caused by deterioration of the relationship between motor neuron and muscle fibers. Muscle denervation occurs as the results of central and peripheral nervous system problems. Electrodiagnostic tests and physical examination are used to diagnose of muscle denervation and also to identify severity and to follow temporal course. But electrodiagnostic studies, especially needle EMG, are invasive, painful and hard to tolerate for some patients. Sometimes discrepancies occur between interpretation of the electrodiagnostic study results due to examination period and physicians experience. Over the last years there has been increasing evidence that magnetic resonance imaging (MRI) can significantly aid in the diagnose of peripheral nerve injuries and muscle denervation.

Median and ulnar nerves are mostly affected peripheral nerves in focal neuropathies, especially in chronic compression neuropathies. The most common innervation anomalies are also seen between median and ulnar nerves and these anomalies may complicate the diagnosis of focal neuropathies. The differential diagnosis may also difficult in special situations if electrodiagnostic tests can not be performed such as using anticoagulants.

In these situations, MRI may be used as an important diagnostic tool in evaluation and localisation of ulnar and median nerve injuries. The aim of this study was questioning of the diagnostic utility of MRG in determining denervated muscles in cases of focal median and ulnar nerve lesions and comparing the results of MRI with electrodiagnostic tests..

Forty patients diagnosed as median/ulnar nerve injury, carpal tunnel syndrome (CTS), ulnar entrapment neuropathy and ulnar /median mononeuropathies according to motor and sensory nerve conduction studies were included in the study. In these cases the muscles with denervation and/or motor unit loss according to needle electromyography were also evaluated with MRI. Coronal and axial plain fat-suppressed (FSPD) and short tau inversion recovery (STIR) sequences with 3mm slice thickness were performed and evaluated for the existence of muscle edema. All patients' demographic and clinical

features were compared with MRI findings. While denervation findings in needle EMG accepted as a reference parameter, diagnostic sensitivity of MRI was calculated as 40,9% and specificity was calculated as 94,3% .

In conclusion, the results of this study show that the sensitivity of MRI parameters for the diagnosis of muscle denervation is low. For this reason, electrodiagnostic tests can be accepted as a gold standard or first choice diagnostic test in diagnosing muscle denervation. But, magnetic resonance imaging can be used in diagnosis of muscle denervation in cases of electrodiagnostic tests are contraindicated. However clinical studies about this issue are very limited and further research is needed.

Keywords: Muscle denervation, Electromyography, Magnetic resonance imaging

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR	viii
ŞEKİL DİZİNİ.....	ix
TABLO DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. İskelet Kasının Yapısı.....	3
2.2. Kas Fibrilinin Mikroskopik Yapısı.....	3
2.3. Motor Ünite ve Kas Fibrilleri	5
2.4. İskelet Kasının Kontraksiyonu	6
2.5. Kas Denervasyonu	7
2.6. Denervasyon Sonrasında Oluşan Değişiklikler	9
2.6.1. Fizyolojik Değişiklikler	10
2.7. Tanı.....	11
2.7.1. Elektromiyografi.....	11
2.7.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	13
2.7.3. MRG ve EMG Karşılaştırılması	15
2.8. Anatomi	16
2.8.1. Ulnar Sinir	16
2.8.2. Median Sinir	18
2.9. Üst Ekstremité Periferik Sinir Sendromları.....	23

2.9.1. Median Sinir Sendromları	25
2.9.2. Ulnar Sinir Sendromları	26
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
3.1. Klinik ve Demografik Özellikler.....	27
3.2. Elektrotanısai İnceleme	29
3.2.1. Median Sinir Motor İletim Çalışması.....	29
3.2.2. Median Sinir Antidromik Duyu İletim Çalışması	30
3.2.3. Median Sinir Avuç İçi-Bilek Segmenti Mikst Sinir İletim Çalışması.....	30
3.2.4. Median Sinir Ortodromik Duyu İletim Çalışması	30
3.2.5. Ulnar Sinir Motor İletim Çalışması	30
3.2.6. Ulnar Sinir Antidromik Duyu İletim Çalışması	31
3.2.7. Radial Sinir Duyu İletim Çalışması.....	31
3.2.8. İğne EMG İncelemesi.....	31
3.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	32
3.4. İstatistiksel İnceleme	32
4. BULGULAR	33
4.1. Sinir İletim Çalışması Sonuçları.....	33
4.2. Klinik Özellikler.....	35
4.3. İğne EMG Sonuçları.....	38
4.4. MRG İnceleme Sonuçları	41
4.5. Elektrotanısai Yöntemlerle MRG Karşılaştırılması	43
5. TARTIŞMA.....	49
6. SONUÇ.....	57
7. KAYNAKLAR.....	58
8. EKLER	63

KISALTMALAR

ACh	: Asetilkolin
ADM	: Abdüktör digiti minimi
AP	: Aksiyon potansiyeli
APB	: Abdüktör pollisis brevis
AMP	: Amplitüd
AİB	: Avuç içi-bilek segmenti
BKAP	: Birleşik kas aksiyon potansiyeli
BSAP	: Birleşik sinir aksiyon potansiyeli
EMG	: Elektromiyografi
ENMG	: Elektronöromiyografi
FDP	: Fleksor digitorum profundus
FDS	: Fleksör digitorum süperfisyalis
FKU	: Fleksor karpi ulnaris
FPL	: Fleksor pollicis longus
Gd-DTPA	: Gadolinium dietilentriamin penta-asetik asit
KTS	: Karpal tünel sendromu
MRG	: Manyetik rezonans görüntüleme
MUAP	: Motor unit aksiyon potansiyeli
MÜP	: Motor ünit potansiyeli
NSAİİ	: Non-steroidal antiinflamatuvar ilaçlar
PKD	: Pozitif keskin dalga
RF	: Radyofrekans
SR	: Sarkoplazmik retikulum
STIR	: Short tau inversion recovery
TC	: Terminal sisterna
TIRM	: Short tau inversion recovery
TKL	: Transvers karpal ligament
T- tübül	: Transvers tübül
TSE	: Turbo spin echo
USG	: Ultrasonografi
FSPD	: Yağ baskılı proton ağırlıklı

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa no:

Şekil 2.1.	Kas Fibrillerinin Mikroskopik Görünümü	3
Şekil 2.2.	Kas Miyofibrilleri.....	4
Şekil 2.3.	Tedavi Edilmemiş Bir Hastanın Kas Biyopsisi.....	8
Şekil 2.4.	Fare Tibialis Anterior ve Gastrocnemius Kasına Ait Mikroskopik İnceleme	9
Şekil 2. 5.	Dirsek Bölgesinde Ulnar Sinirin Yerleşimi	16
Şekil 2.6.	El Bileğinde Ulnar Sinirin Dalları.....	17
Şekil 2.7.	El Bileğinde Ulnar Sinirin Dalları.....	18
Şekil 2.8.	Brakiyal Pleksus ve Median Sinir İlişkisi	19
Şekil 2.9.	Median Sinirin Elde Duyu Dağılımı	20
Şekil 2.10.	Sağ El Volar Yüz- Median Sinir ve Transvers Karpal Ligaman (Fleksör Retinaculum) İlişkisi.....	21
Şekil 2.11.	Sağ Elbileği Yatay Kesiti	22
Şekil 4.1.	Sol Median Sinir El Bilek Seviyesinde Komplet Lezyonu Olan Hastanın El MRG	42
Şekil 4. 2.	Sağ Ulnar Sinirin El Bilek Seviyesinde Totale Yakın Ağır Parsiyel Lezyonu Olan Hastanın El MRG	42

TABLO DİZİNİ

Sayfa no:

Tablo 3.1.	Olguların Tanı Alt Gruplarına Göre Demografik Özellikleri.....	28
Tablo 4.1.	Denervasyon Tespit Edilen Kaslara Göre Yanıt Elde Edilen Olgulara Ait Sinir İletim Çalışmaları	33
Tablo 4.2.	Laboratuvarımıza Ait Elektrofizyolojik Normal Değerler	35
Tablo 4.3.	Olguların Tanı Alt Gruplarına Göre Klinik Özellikleri	36
Tablo 4.4.	Denerve Kas Gruplarına Göre Klinik Özellikler	37
Tablo 4.5.	Fibrilasyon ve PKD Bulguları Yönünden Kasların Dağılım	38
Tablo 4.6.	Denervasyon Bulgusu Yönünden Kasların Dağılımı	39
Tablo 4.7.	MÜP- Amplitüd ve MÜP Süre Bulguları Yönünden Kasların Dağılım....	39
Tablo 4.8.	İncelenen Kaslara Ait Rekrutman Paterni Bulguları	40
Tablo 4.9.	MRG’de Ödem Görülme Sıklığı Yönünden Kasların Dağılım	41
Tablo 4.10.	MRG’de Ödem Bulgusu ile İğne EMG’de Fibrilasyon, PKD ve Rekrutman Bulguları Yönünden Olguların Dağılımı	43
Tablo 4.11.	MRG’de Ödem Bulgusu İle İğne EMG’de Denervasyon ve Motor Unit Kaybı Genel Sonuçları Yönünden Olguların Dağılımı	44
Tablo 4.12.	EMG Bulgularına Göre MRG Sonuçlarının Tanısal Performans Düzeyleri.....	45
Tablo 4.13.	MRG’de Ödem Saptanan ve Saptanmayan Gruplara Göre Olguların Özellikleri	46
Tablo 4.14.	Median Sinir Lezyonuna Bağlı MRG’de Kaslar İçerisinde Ödem Saptanan ve Saptanmayan Gruplara Göre Median Sinir İletim Sonuçları	47
Tablo 4.15.	MRG ile Ödem Saptanan ve Saptanmayan Kasların APB PKD Yönünden Dağılım.....	48

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kas denervasyonu; kas lifinin kendisini innerve eden motor nöron ile ilişkisinin bozulması sonucu ortaya çıkan santral ve periferik sinir sistemini etkileyen çok sayıda probleme sekonder oluşan bir durumdur. Geleneksel olarak kas denervasyonun tanısı, şiddetinin belirlenmesi ve progresin takibi fizik muayene ve elektrotanısai testlerle gerçekleşir. Elektrotanısai testler kapsamında sinir iletim çalışmaları ve iğne elektromiyografi (EMG) en sık kullanılan yöntemlerdir. Sinir iletim çalışlarında iletim hızlarında fokal ya da diffüz yavaşlama, iletim bloğu, yanıt morfolojisi değişiklikleri ve geç yanıtlarda bozulmalar izlenebilirken iğne EMG’de denervasyon ve reinnervasyona özgü bulgular elde edilir. Özellikle iğne EMG incelemesinde santral ya da periferik sinir sistemin etkilenen segment ya da lokalizasyona göre bazı bulguların ortaya çıkış zamanı 4-21 gün arasında değişebilir. Bu durumda inceleme zamanı elde edilebilecek bulguları etkileyecektir (1). Elektrotanısai yöntemler inceleme döneminde farklı bulgular verebilmesi ve değerlendirmeyi yapan kişinin tecrübesine göre yorumlanabilmesinin yanısıra ağırlı ve girişimsel yöntemler olması nedeniyle bazı hastalar tarafından tolere edilmesi güçtür. Son 15 yılda periferik sinir hasarı ve buna bağılı kas denervasyonunun tanısında manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) önemli ölçüde yardımcı olabileceğini gösteren veriler tespit edilmiştir (2). MRG’de akut ve subakut hasarda denerve kaslarda *short tau inversion recovery* (STIR) gibi sıvı duyarlı sekanslarda veya T2 ağırlıklı sekanslarda yüksek sinyal intensitesi ve T1 ağırlıklı sekanslarda normal sinyal intensitesi tespit edilmektedir. Kronik denervasyonda ise T1 ağırlıklı sekanslarda volüm kaybına bağılı olarak kas atrofi ve yağ infiltrasyonu tespit edilmektedir (1). Kas denervasyon derecesine göre sinyal intensite artışı, EMG çalışmaları ve fizik muayenedeki kas zayıflığı ile koreledir. Denerve kasta MRG’de sinyal değişiklikleri travmatik sinir hasarından sonra en erken 4 gün içinde ortaya çıkmaktadır. EMG bulguları ise lezyon lokalizasyonuna göre 3 haftaya kadar gecikebilmektedir (3). MRG değerlendirenden bağımsız ve ağrısız bir yöntemdir. Sinir iletim çalışmalarının yapılamadığı durumlarda nöronografik özellikleri ile akson hasarını ve yerini belirleyebilmesi diğeri önemli özelliklerindedir (2). Ayrıca kas denervasyonun MRG ile değerlendirilmesi periferik sinir çevresindeki nörojenik tümörleri değerlendirme ve bu tümörleri sınıflandırmak için de faydalıdır (4). Median ve ulnar sinir özellikle kronik kompresyon nöropatileri başta olmak üzere fokal nöropatilerin en sık izlendiği periferik sinirler arasındadır. Tanı için fizik muayene bulgularına ek olarak EMG, ultrasonografi

(USG) ve MRG kullanılabilir (5). Ayrıca vücutta en sık izlenen innervasyon anomalileri ön kolda median ve ulnar sinir arasında gerçekleşir ve elektrotanısai yöntemlerle değeriendirmeyi güçleştirebilir. Bu nedenle MRG ulnar ve median sinir hasarının belirlenmesi, nöropatinin lokalizasyonunun saptanmasında seçilmiş olgularda önemli bir yer almaktadır (6).

Bu bilgilerden yola çıkarak çalışmamızın amacı; ulnar sinir ve median sinirin fokal lezyonları ve buna sekonder kas denervasyonunda elektrotanısai yöntemlerle MRG'yi karşılaştırmak, MRG'nin alternatif bir yöntem olarak kullanılabilirliğini sorgulamaktır.



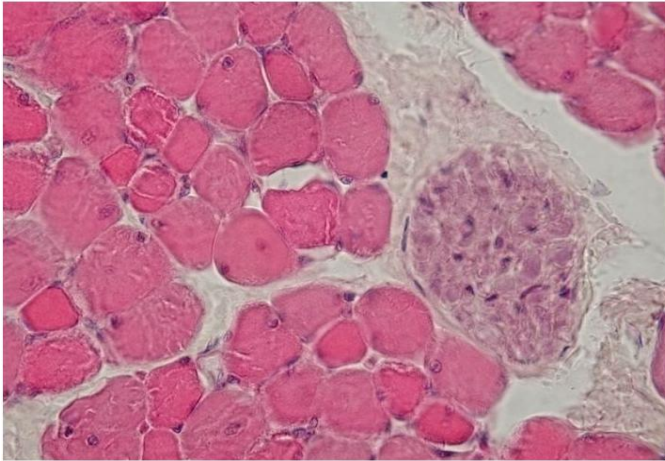
2. GENEL BİLGİLER

2.1. İskelet Kasının Yapısı

İskelet kası temel olarak konnektif doku elemanları ve uzun iğ şeklinde kas lifi olarak adlandırılan kas hücrelerinden oluşur. Kasın total kitlesi en dışta epimisyum adı verilen konnektif doku ile sarılıdır. Epimisyumdan ayrılarak kasın içine ilerleyen ve perimisyum olarak adlandırılan uzantılar kas demetlerini çevreler. Perimisyumdan ayrılan ve endomisyum adını alan uzantılar da daha küçük kas lifi demetlerini sarmaktadır. Bu konnektif dokunun başlıca görevi kas lifi demetlerinin oluşturduğu kontraksiyonu çevreye yaymak, kasın sinir ve damarlarını derinlere ileten bir yol oluşturmaktır. Kasların büyük çoğunluğu konnektif dokuya dönüşmüş kas liflerinden oluşan tendonlar, aponevroz aracılığı ile kemiğe yapışır (7).

2.2. Kas Fibrilinin Mikroskopik Yapısı

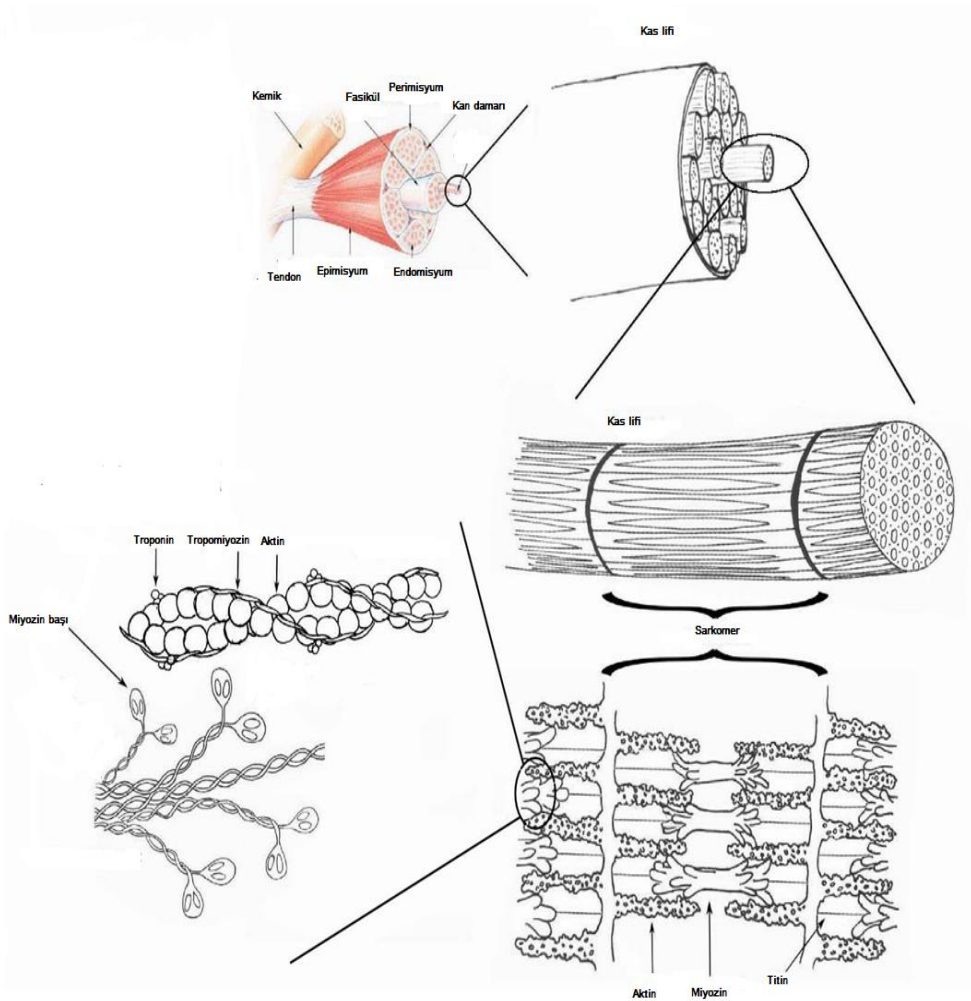
İskelet kası, kas fibrilleri ile motor ünitelerden oluşur. Her fibril değişik genişlik ve boyutta olabilen sinsisyal bir hücredir (Şekil 2.1). Diğer hücreler gibi kas hücresi, sarkolemmal nükleus içeren sarkoplazma ile sarkolemma denilen hücre membranından oluşur. Sitoplazma kontraktil miyofibrillere dönüşen hücre kısmıdır. Kas hücresindeki nükleusların sayıları birkaç yüz civarında olup bölünme yetenekleri yoktur.



Şekil 2.1. Kas Fibrillerinin Mikroskopik Görünümü

Her bir kas hücresi içinde sayıları birkaç bini bulan, esas kontraktil elemanlar olan miyofibriller bulunur. Miyofibriller aktin ve miyozin filamanlarından oluşur (Şekil 2.2). Miyofibrillerde ışık mikroskobu ile gözlenebilen anizotropik A bandı, izotropik I bandı ve I bandının ortasında uzanan Z çizgisi vardır. İki Z çizgisi arasında kalan kısım sarkomer adını alır. Sarkomer iskelet kasının gerçek kontraktil ünitesidir. Sarkotubuler sistem miyofibrilleri hem enlemesine hem de boyuna çevreleyen iletken bir ağıdır. Elektrik uyarının ilgili motor ünite kapsamındaki miyofibrillerin tümüne aynı anda iletilmesini sağlar. Longitudinal tübüller kalsiyum depo eder ve salıverir. Transvers tübüller ise aksiyon potansiyelini kas potansiyelinin içine doğru yayar ve bu akım kası kontraksiyona sevk eder. Bu iletimin hızı Tip II fibrillerde Tip I fibrillere oranla daha hızlıdır.

Mitokondriler miyofibriller arasında yerleşmiş keseciklerdir. İç yüzeyi enzim molekülleri ile kaplı olduğundan çok geniştir. Krebs siklusu gibi enerji üreten tüm reaksiyonlar mitokondri içinde gerçekleşir (8).



Şekil 2.2. Kas Miyofibrilleri

2.3. Motor Ünite ve Kas Fibrilleri

İskelet kasının innervasyonu motor, duysal ve sempatik sinirler ile olur. Kas kontraksiyonun başlatan faktör, motor korteksten başlayan medulla spinalis ön boynuzundaki motor nöronlara ulaşan hareket emirleridir. Kasa giren sinir lifleri orjin aldıkları motor nöronun tipine göre alfa, gamma ve beta sinir lifleri olarak adlandırılır. Motor nöronların 2/3'ünü alfa motor nöronlar oluşturmaktadır. Alfa sinir lifleri kalın ve miyelinli olup ekstrasfuzal kas liflerini, gamma sinir lifleri ise intrafuzal kas liflerini innerve etmektedir. Bir motor nöron; akson, miyonöral bileşke ve bunların innerve ettiği kas fibrilinden oluşmaktadır. Bir motor ünite başına düşen kas lifi sayısı 9-2000 arasında değişmektedir. Genel olarak bu sayı beceri gerektiren hareketler gösteren kaslarda daha az, kuvvet gerektiren beceri gerektirmeyen hareket gösteren kaslarda daha fazladır (7).

Her bir motor ünite kas fibrilleri histolojik olarak aynı yapıdadır. Kas içinde tüm fibril tipleri kendine özgü kontraktıl özellikleri gösterecek şekilde farklı miktarlarda bulunur. Motor ünite ne kadar az fibril varsa oluşturduğu kas o kadar hızlı kasılır. Kas fibrilleri spesifik, fonksiyonel, metabolik ve histokimyasal özelliklerine göre ekstrasfuzal ve intrafuzal olmak üzere iki temel gruba ayrılırlar.

Ekstrasfuzal Kas Lifleri

İstemli kas kontraksiyonlarını gerçekleştiren kas lifleridir. Üç farklı tipte olabilir:

Tip 1 kas lifleri (yavaş oksidatif lifler) enerjisini aerobik yoldan sağlayan, glikolitik ve glikojenolitik yollardan enerji sağlama yetenekleri az olan liflerdir. Kasıldıklarında hızlı glikolitik liflere kıyasla daha düşük kuvvetler oluşturmalarına karşılık uzun süreli kasılmaları için elverişli ve yorgunluğa karşı dirençlidir. Renkleri kırmızıya yakın koyu renklidir. Düşük frekanstaki uyarıları daha yavaş ileti hızıyla gönderen motor nöronlarca innerve edilirler ve postür sağlayan kaslarda hâkim olan miyofibril tipidir.

Tip 2a kas lifleri (hızlı oksidatif lifler) aerobik yoldan ATP sentez yetenekleri yüksektir. Glikolitik ve glikojenolitik yollardan enerji sağlama yeteneğine sahiptir. Hızlı ve kuvvetli kontraksiyonlar oluşturabilir. Yorgunluğa karşı tip 1 liflerden daha az, tip 2b liflerden daha fazla dayanıklıdır

Tip 2b kas lifleri (hızlı glikolitik lifler) çapları oksidatif liflerden büyük olan soluk renkli liflerdir. Mitokondri sayısı azdır. ATP sentezinde anaerobik yolu kullanırlar. Hızlı ve kuvvetli kasılma yeteneğine karşılık çabuk yorgunluk gelişir. Daha seyrek olarak ve kısa süre için büyük kuvvet gerektiren hareketlerde aktivite gösterir.

İntrafuzal Kas Lifleri

Ektrafuzal liflerden farkı, nukleusların bulunduğu orta bölümlerinin çizgisiz ve dekontraktıl, uç bölümlerinin ise çizgili ve kontraktıl oluşudur. Ayrıca içerdikleri mitokondriler hem daha büyük hem de daha fazla sayıdadır (7).

Primer olarak tonik fonksiyon gerektiren kaslarda yavaş kas fibrilleri daha fazla bulunur. Dinamik hareketleri gerçekleştiren kaslarda ise hızlı kas fibrilleri daha fazladır. Buna karşın kasların çoğu çok fonksiyonlu olduğundan dolayı beklenenden daha fazla fibril karışımına sahiptir. Örneğin, *vastus lateralis* ve *rektus femoris* kaslarındaki yavaş kas fibril oranı %30-60 arasında değişmektedir (9).

Yaşlanma ile birlikte kas kitlesi, fibril sayısı, fonksiyon gören motor ünite sayısında azalma olduğu bildirilmiştir. Bu açıdan alt ekstremitelerin daha fazla etkilendiği düşünülmektedir. Yaşlanma ile yavaş kasılan fibrillerde artış, hızlı kasılan fibrillerde azalma olduğu bildirilmiştir. Maksimal güç üretimi yaşlanma ile özellikle de 50 yaşından sonra azalmaktadır. İzometrik ve dinamik kas kuvveti de azalır, kas kontraksiyon zamanı ise artmaktadır (7).

2.4. İskelet Kasının Kontraksiyonu

Fizyolojik kas kontraksiyonu alfa motor üniteden depolarizasyonun iletilmesi ile başlar. Kas fibrilinde oluşan aksiyon potansiyeli, transvers tübüler sistem yoluyla sarkoplazmik retikulum membran sistemine iletilir ve kalsiyum salınması gerçekleşir. Kontraksiyon sırasında aktin ve miyozin filamanları arasındaki etkileşim, miyozin başının dişli çark mandalı benzeri rotasyonu ile sonuçlanır. Kontraksiyon sırasında miyozin başı, miyozin ile arasındaki açığı azaltarak aktine bağlanır ve aktini miyozin üzerinde kaydırır. Aksiyon potansiyelinin yayılması ile sarkolemma depolarize olur, kalsiyum salınır, kalsiyum troponine bağlanır, gerekli enerji açığa çıkar ve aktin miyozin üzerinde kayar. Kalsiyumun

troponinden ayrılması ile çapraz köprüler inhibe olur ve böylece aktin miyozinden sıyrılır, kas gevşer (7).

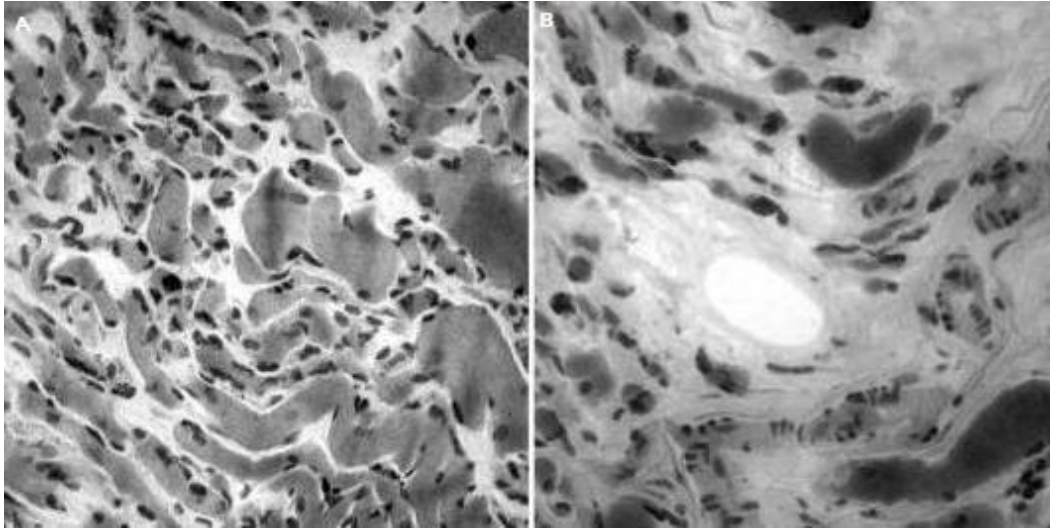
2.5. Kas Denervasyonu

Kas denervasyonu; kas lifinin kendisini innerve eden motor nöron ile ilişkisinin bozulması sonucu ortaya çıkan santral ve periferik sinir sistemini etkileyen çok sayıda probleme sekonder oluşan bir durumdur. Vücutta tüm istemle çalışan kaslarda görülebilir ancak ayak kaslarında diabetik nöropati, travma, sıkışma sendromları gibi çeşitli periferik nöropatlere bağlı olarak daha sık görülmektedir. Üst ekstremité kaslarında denervasyon travma, sıkışma sendromları veya siringomiyeli gibi spinal kord patolojilerine bağlı oluşmaktadır. Servikal spondiloza bağlı servikal sinir kök kompresyonu üst ekstremité kaslarında denervasyona yol açan diğer önemli bir nedendir. Baş ve boyun kasları trigeminal sinirin mandibular dalı, hypoglossus veya rekürren laringeal sinirle innerve olur, denervasyonları daha çok baş ve boyun tümörlerine bağlı olarak oluşmaktadır (1).

Denerve kaslar 19. yüzyıldan beri pek çok çalışmanın konusu olmuştur. Bu çalışmalar kas trofizmi ve mekanik özellikleri veya genetik ve moleküler değişikliklerle ilgilidir. DeneySEL ya da klinik modelli çalışmalarda denerve kas oluşturulmuş ve denervasyon sonrasındaki değişiklikler, periferik dokularda sinir sisteminin önemi, sinir sistemi yolakları ve kontrol mekanizmaları gösterilmiştir. Denervasyonla ilgili çalışmalara bağlı olarak motor sinir uyarımı ile ilgili olan ‘nöromotor’ ve iskelet kasındaki değişiklikleri içeren ‘nörotrofik’ olarak adlandırılan iki mekanizma öne sürülmüştür. Ancak teknik gelişmeler ve yeni araştırmalar sonucunda son 50 yılda bu iki mekanizmada değişiklikler meydana gelmiştir. 1960’lı yıllarda nöromusküler bileşke ile ilgili olan kas ekstrasjunctional ve kontraktıl özelliklerine dayanan nörotrofik komponent temel gerçektir fakat o zamandan beri pek çok deneySEL çalışmada bu iddia çürütülmüş olup nöromotor kontrolün esas rolü oynadığı gösterilmiştir (10). İskelet kası denervasyonu sonrasında öncelikle kas kan hacminde artış ve intramuskuler kapiller yatakta genişleme ve buna bağlı olarak denerve kaslarda ekstraselluler sıvı artışı olmaktadır (11-14). İkinci olarak kas hücresi membran permeabilite artışı ve Na-K-ATPaz fonksiyon azalması görülmektedir (15,16). Bu faktörlerin kombinasyonun denervasyon oluşmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca periferik sinir hasarı denerve kasta morfolojik ve metabolik değişiklikler

oluşmasına neden olur. Kas liflerinde glukoz uptake azalır ve glikolizis artar (17). Bununla birlikte denervasyon iskelet kasında proteolizisi indükler (18,19). Bu metabolik değişiklikler sinir hasarı sonrası ortaya çıkar ve denerve kasta histolojik olarak kas lifi boyutunda azalma olur (14,20,21).

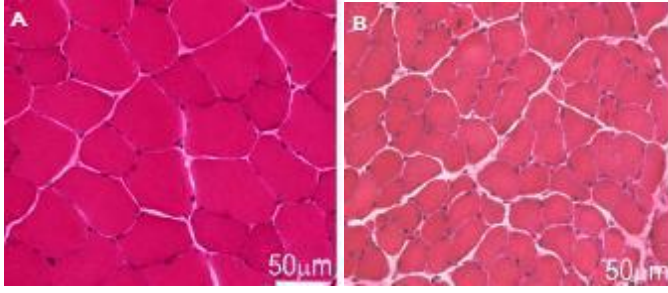
Kas liflerindeki atrofi ile birlikte protein komponenti ile karşılaştırıldığında yağ komponentinde artış ve kronik denervasyon sonucunda etkilenen kasta diffuz yağ infiltrasyonu gözlenir (Şekil 2.3 ve Şekil 2.4) (22). Kas lifindeki yağ komponenti sarkolemmal membrandır (23). Yapılan çalışmalarda orta derecede kas liflerindeki atrofide non-spesifik histopatolojik değişiklikler yaklaşık denervasyondan 10-12 gün sonra ortaya çıkar. Denervasyonun tipik histopatolojik değişiklikleri ise ilk hasardan 3 hafta sonra ortaya çıkar (24). Erken patolojik değişiklikler, özellikle denerve kasta su komponentinde değişiklikler ile ilişkilidir. Sinir greftlemelerini içeren hayvan çalışmalarında denervasyonu takiben, ekstraselluler su miktarının hasardan 4 hafta sonra arttığı, reinnervasyonun ortaya çıkmasıyla anlamlı derecede azalma ve ekstraselluler sıvı volümünde normalizasyon izlendiği gösterilmiştir (14). Ayrıca rejenerasyonun başlamasından 10 hafta sonra kapiller genişlemede regresyon gözlenmiştir (12).



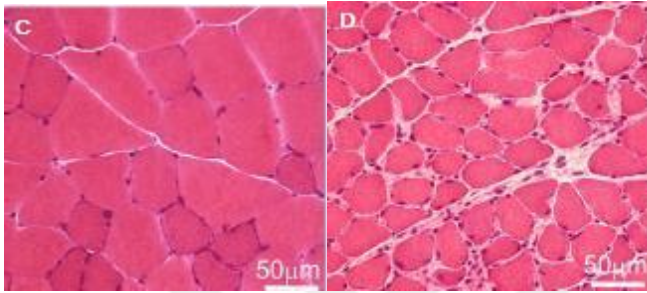
Şekil 2.3. Tedavi Edilmemiş Bir Hastanın Kas Biyopsisi

Denervasyona bağlı kas liflerinde atrofi, konnektif ve yağ dokusunda artış görülmektedir

Tibialis anterior



Gastrocnemius



Şekil 2.4. Fare Tibialis Anterior ve Gastrocnemius Kasına Ait Mikroskopik İnceleme

Solda sağlam kas dokusu sağda hasarlı kas ve denervasyona bağlı oluşan kas hacmi, kas lifleri büyüklüğündeki değişiklikler görülmektedir.

2.6. Denervasyon Sonrasında Oluşan Değişiklikler

Sarkomerik disorganizasyon, miyofibriller yapı bozulması, ribozom sayısındaki değişiklikler, mitokondri sayı ve büyüklük değişiklikleri ve sarkoplazmik retikulum (SR) morfoloji değişiklikleri gibi çok sayıda ultrastrüktürel değişiklikler denervasyon sonrasında tanımlanmıştır. SR değişiklikleri özellikle ilgi çekmiştir ve bununla ilgili çok sayıda araştırma yapılmış ve bu değişiklikler eksitasyon – kontraksiyon çiftinde post-denervasyon kontraktıl değişiklikleri ile ilişkili bulunmuştur. En çok rapor edilen SR değişikliği ise terminal sisterna (TC) hipertrofisi, buna paralel olarak transvers tübüllerde (T- tübül) proliferasyonun denervasyondan sorumlu olmasıdır. Ayrıca yavaş ve hızlı kasılan kaslarda TC mikromorfoloji farklılığı denervasyon sonrasında retiküler membran bileşimi ve özelliklerindeki değişime bağlı olarak azalmaktadır (10).

2.6.1. Fizyolojik Değişiklikler

Dinamik Özelliklerdeki Değişiklikler

Kontraksiyonda yavaşlama en çok gösterilen değişiktir. Denervasyon sonrası bu değişiklik hızlı kasılan kaslarda daha hızlı ilerler ve birkaç gün içinde ortaya çıkmaya başlar ayrıca bu kaslarda denervasyon süreci de daha uzun sürmektedir. Yavaş kasılan kaslarda tersine denervasyon sonrası ilk değişiklikler birkaç hafta içerisinde olur ve kasılma süresi kısalır. Ayrıca denerve kaslarda uzamış kontraksiyon ve relaksasyon zamanı, gerilim oluşum zamanı ve hız azalması gibi değişiklikler görülmektedir (10).

Hücre Zarındaki Değişiklikler

Denerve kas liflerinde görülen en önemli bulgu yeni Na kanallarıdır. Bu kanallar tetradoksin (TTX)-rezistandır ve aksiyon potansiyeli oluşmasına neden olmaktadır. Bu yeni oluşan kanalların Na kanallarının embriyonik formu olduğu ve denervasyon sonrası 3-5 günde pik yaptığı çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (25,26). Diğer önemli bir özellik de asetilkoline (ACh) karşı oluşmuş süpersensitivitedir. Ancak bazı çalışmalarda bu asetilkoline karşı oluşmuş süpersensitivitenin son plak dışında olduğu gösterilmiştir. Tüm kas membranı transmittere karşı sensitif hale gelir. Bu durum kas hücre zarında embriyonik formda ACh reseptörlerinin ekspresyonu ile açıklanmaktadır (10).

Kas Aktivitesinde Değişiklik

Erken dönem (denervasyon sonrası 2-4 gün) denerve kasta kontraktıl değişiklikler ve denervasyondan haftalar sonraki geç dönemde oluşan miyofibriller protein ekspresyon paterni ve kas lifi dağılımı değişiklikleri arasında çarpıcı farklılıklar vardır. Kas aktivitesi değişimi üç basamakta açıklanabilir: aksiyon potansiyelinin hücre zarında ve T tübüllerinde gelişimi ve yayılımı, SR den Ca^{2+} salınımı ve Ca^{2+} iyonlarının regülatuar proteinlere bağlanması ile oluşan eksitasyon – kontraksiyon çifti oluşumu. Denervasyon sonrası değişiklikler her üç basamakta da gösterilmiştir. Denervasyon sonrası amplitüd azalması, kas spike oluşum zamanında artış gibi durumlar çeşitli yazarlar tarafından açıklanmıştır. Ayrıca impuls iletim hızındaki azalma da belirtilmiştir. Kas hücre zarında asimetrik şarj iletimi oluşumu, T tübul membranından SR sisternasına doğru yayılım ve SR'den Ca^{2+} salınımı ile ilişkilidir. Denervasyon sonrası bu şarj iletimi değişikliği

özellikle hızlı kaslarda olur. Memeli kaslarında denervasyon sonrası 1-2 hafta içerisinde SR lümeninde Ca^{2+} akümülyasyonunda artış, SR kapasite ve terminal sisternalarda kalsequestrin içeriği artışı ile birlikte Ca^{2+} uptake artışı gözlenmiştir. Ratlarda yapılan çalışmalarda denervasyon sonrası SR özelliklerindeki değişiklikler hızlı kasılan kaslarda yavaş kasılan kaslara göre daha belirgin olduğu gösterilmiştir. Ayrıca miyofibriller Ca^{2+} sensitivitesi ve SR'da Ca^{2+} pompasında ekspresyon değişiklikleri de gözlenmiştir.

Bu değişiklikler denervasyon sonrası kontraktilite değişiklikleri ile ilişkili bulunmuş olup kas uyarı iletim hızı azalması, gerilim azalmasını açıklamaktadır (10).

Denerve Kasta Fibrilasyon Aktivitesi

Denerve kasta spontan, inkoordine aktivite denervasyonu gösterilmesini sağlayan en önemli ve kolay tespit edilen bulgudur. Fibrilasyon aktivitesi denervasyon sonrası birkaç gün içerisinde başlar, istirahat membran potansiyelinde azalmaya bağlı olarak oluşmaktadır. Özellikle yavaş kasılan kaslarda birkaç gün maksimum seviyededir sonra düşüş gözlenir. Spontan aktivite seviyesi kas metabolizma hızı ile ilişkilidir. Tiroidektomi, ısı düşüklüğü, kas iskemisi ile düşerken tiroid hormon replasmanı, sıcaklık artışı ve aşırı egzersiz sonrası kas yorgunluğu ile artar. Fibrilasyon varlığı Ca^{2+} bağımlı K^+ kanallarının azalmış aktivitesi ile ilişkili olup kas lifi membranında eksitabilite artışına neden olur. Son zamanlardaki araştırmalarda in vitro miyogenesis ışığında kas lifi membranında otokrin ACh reseptörleri ile ilişkili olabileceği de tespit edilmiştir (10).

2.7. Tanı

2.7.1. Elektromiyografi

Elektrotanısalsal testler sinir ve kasların elektriksel potansiyellerinin incelenmesine dayanan bir tetkik yöntemidir ve santral sinir sistemini, ön boynuz motor nöron hücrelerini, periferik sinirleri, nöromusküler kavşağı ve kasları etkileyen hastalıkların araştırılmasında önemli katkılar sağlamaktadır. Uygulama kolaylığı nedeniyle çoğu zaman tek başına bazen de diğer yardımcı yöntemlerle (örneğin görüntüleme teknikleri, kan biyokimyası) olası en

kesin tanıya götürmekte ya da hekimi tanı için doğrudan diğer yöntemlere (örneğin biyopsi, operasyonla sorunlu bölgenin direkt görülmesi) sevk etmektedir. Elektrotanısall testler kapsamında sinir iletim çalışmaları ve iğne elektromiyografi (EMG) en sık kullanılan yöntemlerdir. Sinir iletim çalışmalarında iletim hızlarında fokal ya da diffüz yavaşlama, iletim bloğu, yanıt morfolojisi değişiklikleri ve geç yanıtlarda bozulmalar izlenebilirken, iğne EMG 'de denervasyon ve reinnervasyona özgü bulgular elde edilir. Özellikle iğne EMG incelemesinde santral ya da periferik sinir sistemin etkilenen segment ya da lokalizasyona göre bazı bulguların ortaya çıkış zamanı 4-21 gün arasında değişebilir. Bu durumda inceleme zamanı elde edilebilecek bulguları etkilemektedir. Tipik EMG bulguları arasında denervasyon potansiyelleri olarak da anılan fibrilasyon ve/veya pozitif keskin dalga potansiyelleri, fasikülasyon potansiyelleri, kompleks repetitif deşarjlar, motor ünit potansiyellerinin (MÜP) morfolojisinde değişiklikler, motor ünit rekrutman paterninde ve frekansında değişiklikler sayılabilir. Elektrotanısall yöntemler inceleme döneminde farklı bulgular verebilmesi ve değerlendirmeyi yapan kişinin tecrübesine göre yorumlanabilmesinin yanı sıra ağırlı ve girişimsel yöntemler olması nedeniyle bazı hastalar tarafından tolere edilmesi güçtür (27).

Denervasyon Potansiyelleri

Denerve kaslarda fibrilasyon ve pozitif keskin dalgalar gibi spontan kas aktivitesi görülmektedir. Fibrilasyon spontan kas aktivitesi sonucu oluşan 20 ve 200 mikrovoltluk pozitif amplitud sonrasında negatif defleksiyonla devam eden 1-5 msn süredeki kısa bifazik dalgalardır. Membran potansiyelindeki fluktuasyonlara bağılı olarak oluşmaktadır. Fibrilasyon potansiyeli boşalımlarına yüksek tizlikte düzenli bir ses eşlik eder. Bu ses 'teneke dam üzerine düşen yağmur'a benzetilmiştir. Fibrilasyon potansiyelleri aktif denervasyon sürecindeki kaslarda ve inflamatuvar miyopatilerde görülmektedir.

Pozitif keskin dalgalar ise tek kas lifine ait farklı paterndeki fibrilasyon dalgalarıdır. İlk defleksiyon pozitifdir, izoelektirik hatta döner ve bazen küçük negatif defleksiyonla devam eder. Fasikülasyon tek motor unitin gözle görülebilir spontan aktivitesidir. Bazen tesadüfen normal bireylerde gözlenebilir. Ancak yaygın olarak kronik denervasyonda gözlenir. Ayrıca akut denervasyon sonrası reinnervasyon öncesi iğne EMG'de istemli kasıda motor unit kaybı gözlenmektedir (28).

Denervasyon sürecinde segmental nekroza bağı olarak kas lifi terminal akson ilişkisi bozulmaktadır ancak bu segmentlerde canlı ve kan akımı olan alanlar vardır ve bu alanlardan spontan aktivite oluşmaya başlar. İğne EMG’de akut nörojenik lezyonlar veya sinir hasarında görülen fibrilasyon ve pozitif keskin dalga gibi klasik denervasyon potansiyelleri izlenir. Denervasyon potansiyelleri akut dönem ya da inflamatuvar dönemdeki miyopatik hastalıklarda da görülebilir. Bu potansiyeller akut sinir hasarından 10-14 gün sonra ortaya çıkmaktadır. Akut komplet denervasyonda motor unitler aktive olmaz, istemli kas kontraksiyonu gerçekleşmez, motor unit aksiyon potansiyeli (MUAP) kaydı olmaz. Reinnervasyon sürecinde orijinal sinir liflerinden aksonların tekrar gelişmesi yaklaşık 1 mm/gün hızı ile oluşmakla birlikte reinnervasyon çok gecikebilir. Kas liflerinde reinnervasyonun başlaması ile düşük amplitüd ve kısa süreli motor unitler oluşur ve asenkronize ateşlenme paterni izlenir. Zamanla birlikte reinnervasyon ilerledikçe MUAP lar genişler ve tipik nöropatik MUAP’lara benzer şekilde olur.

Kronik parsiyel denervasyonda kas lifleri terminal aksonların kollateral dalları ile reinnerve olur ve kas innervasyon oranı artması ile sonuçlanır. Nöropatik MUAP dalga formu kronik parsiyel denervasyonuna bağı olarak görülebilir. Akut sinir hasarından sonra ilk 2 ayda denerve kas liflerinde atrofi oluşur. Yine hasardan birkaç hafta sonra kollateral dallanma başlar ve ilk denerve kaslar reinnerve olur. Bu iki mekanizmaya bağı olarak MUAP amplitüdünde artış olur. Sonuç olarak iletim yavaşlar yeni terminal aksonlar ve artmış kas liflerinde MUAP süresinde artış ve asenkronize elektriksel aktivite oluşur. Bu durum faz sayısında artışa (polifazi) ve satellit potansiyellerin oluşması ile sonuçlanır (29).

2.7.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

İnsan vücudu primer olarak yağ ve sudan oluşmakta ve bu oluşumların moleküler yapısında ağırlıklı olarak hidrojen atomları yer almaktadır. MRG; su ve yağın, dolayısı ile de vücudun büyük bir bölümünün yapısında mevcut bulunan (%63) hidrojen atomlarının, güçlü bir manyetik alan içerisinde, kendilerini rezonansa uğratacak bir radyofrekans (RF) dalgası ile uyarılıp titreştirilmesinden elde edilen sinyallerin görüntüye dönüştürüldüğü doku kontrast rezolüsyonu en yüksek, ileri radyolojik görüntüleme tekniğidir.

MRG’nin kullanılmasının başlıca nedeni yumuşak doku kontrast çözümleme gücü en yüksek görüntüleme yöntemi olmasıdır. MRG ile hastanın pozisyonunu değiştirmeden çok

düzlemde görüntüler elde edilebilir. İyonizan radyasyon riski olmadığından çocukluk yaş grubunda, hamilelerde kullanılabilir; aynı hastada defalarca tekrarlanabilir. MRG ile kontrast madde kullanmadan ve girişimde bulunmadan bazı özel incelemeler (MR-Anjiyografi, MR-Kolanjiyografi, MR-Ürografi, MR-Myelografi, MR-Sisternografi gibi) gerçekleştirilebilir. Kompakt kemiğin, zayıf hidrojen içeriği bakımından sinyalsiz görüldüğü MRG, kortikal kemiğin incelenmesinde dezavantaj gibi görünmesine karşın kompakt kemik yapıların artefakt oluşturabileceği parankimal bölgelerin değerlendirilmesinde başarılıdır. Ayrıca MRG’de kontrast madde uygulaması yapılabilmektedir. Bu amaçla rutin uygulamalarda gadolinyum içerikli şelatlar kullanılmaktadır. Kullanılan bu tür kontrast maddelerin yan etki riski çok düşük olup diğer görüntüleme yöntemlerinde uygulanan iyotlu kontrastlara göre daha rahat tolere edilir (30).

Denerve Kasın MRG’de Görünümü

Pek çok klinik ve deneysel çalışmalarda MRG’deki denerve kas sinyal değişiklikleri tespit edilmiştir. Deneysel hayvan çalışmalarında bu değişikliklerin hasar sonrası ilk 24 saat içerisinde görülmeye başlandığı ve birkaç hafta sonrasında geliştiği gösterilmiştir (31). Karakteristik MRG sinyal intensite paterni ise akut ve subakut kas denervasyonunda *short tau inversion recovery* (STIR) veya T2 - ağırlıklı sekanslar gibi sıvı duyarlı MRG sekanslarında yüksek sinyal intensitesi ve T1 ağırlıklı sekanslarda normal sinyal intensitesi şeklindedir (32-35). T2 ağırlıklı sekanslarda diğer kas yapılarına göre artmış bu sinyal intensitesi görünümü ‘kas ödemi’ olarak tanımlanmaktadır (36).

Total intramuskular kan hacmi ve ekstrasellüler sıvı artışı akut/subakut kas denervasyonunda sıvı duyarlı MRG sekanslarında görünümü açıklayabilir ancak bu bilgi açık değildir. İskelet kasının T1 ve T2 relaksasyon zamanı total sıvı miktarından daha çok ekstrasellüler sıvı boşluğu büyüklüğü ile koreledir (37). *Inversion recovery sekansı*, T2-ağırlıklı *turbo spin echo* (TSE) sekanslarından kas denervasyonunu yüksek sinyal intensitesi görünümü ile erken dönemde tespit etme açısından daha sensitiftir (31).

Kontrastlı çekimler için kullanılan gadolinyum uygulamasından sonra denerve kaslarda T1 ağırlıklı görüntülerde anlamlı tutulum izlenir (38). Kontrast tutulum denerve kas değerlendirmesi için anlamlı olmasına rağmen STIR ve T2 yağ – baskılı sekanslar kadar sensitif değildir. Ayrıca denerve kaslarda kontrast tutulumu MRG bulgularının yanlış yorumlanmasına neden olabilir. Örneğin denerve kaslarda görülen kontrast tutulumu neoplastik infiltrasyon, özellikle de lokal invaziv neoplazmlarda da izlenebilir. Bu nedenle

pek çok yerde kas denervasyonunu göstermek için gadolinyum uygulaması kullanılmamaktadır. T2 ağırlıklı görüntülemelerde sinyal anormallığı ve T1 ağırlıklı görüntülemelerde kontrast tutulumu, denervasyonu takip eden 3 ay içerisinde sonlanır. Yaralanmadan birkaç hafta sonra (subakut-kronik faz) denerve kasta atrofi ve yağ infiltrasyonu izlenir. Subakut fazda denerve kas hem yağ hem su miktarında yaklaşık aynı artış olur. Fazla yağ ve ekstrasellüler su içeriğinin T1 relaksasyon zamanında dengeleyici etkisi vardır ve bu mekanizma T1 ağırlıklı sekanslarda sinyal azlığını açıklamaktadır (23). Bu da akut ve subakut kas denervasyonun STIR veya T2 ağırlıklı görüntülemenin T1 ağırlıklı görüntülemeye neden daha iyi olduğunu göstermektedir.

MRG’de denervasyona bağlı etkilenen kasta, paradoksal olarak kas genişlemesi şeklinde görünüm olabilmektedir. Bu durum ‘denervasyon psödohipertrofisi’ olarak adlandırılmaktadır. Gerçek kas hipertrofisinde ise MRG sekanslarında artmış kas kitlesi normal sinyal intensitesi şeklinde görülürken, psödohipertrofide denerve kas boyunca serpiştirilmiş aşırı yağ görünümü olmaktadır (39). Bazen hacim kaybı kas atrofisi görünümüne neden olmaktadır (40). Kronik denervasyon en iyi T1 ağırlıklı spin-echo görüntülerde kas kütlesi kaybı ve yağ infiltrasyonuna bağlı olarak artmış sinyal intensitesi görünümü ile izlenir (41). Deneysel çalışmalarda kas reinnervasyonu ve iyileşme olduğunda erken MRG bulgularının reversible olduğu gösterilmiştir (14,32,38). Bazı çalışmalarda sıvı duyarlı sekanslarda yüksek sinyal intensite değişikliği denervasyonun erken dönemlerinde izlenir ve reinnervasyonu takiben 4 ve 6. haftada düzelmektedir.

2.7.3. MRG ve EMG Karşılaştırılması

Hem EMG hem MRG ile kas denervasyonu tanısı konulabilir ve yine kas atrofisi tespit edilebilir (24). Deneysel çalışmalarda T2 relaksasyon zamanında uzama ve denerve kasta gadolinyum tutulması EMG de spontan aktivite oluşumu ile paralellik gösterdiği bildirilmiştir (2,12). Bu nedenle kas denervasyonu tespiti için MRG yardımcı veya EMG’ye alternatif bir tetkik olabilir.

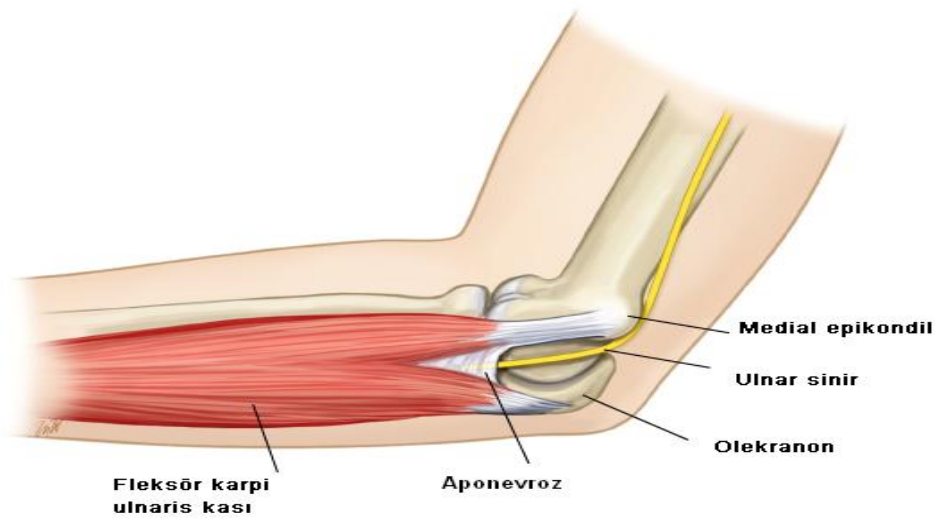
MRG denerve kaslarda panoramik görüntüsü ile periferik sinir hasarını lokalize etmek ve tanımlamak için kullanılmaktadır. MRG hasarı genellikle direkt olarak görüntüler ve EMG ile tespit edilemeyen tümör gibi periferik sinir kitle lezyonlarının cerrahi olarak rezekte edilebilirliğini de gösterir. MRG özellikle EMG ile gözden kaçırılacak tek, derin ve küçük bir kas etkilendiğinde yardımcıdır.

Nöropraksik sinir hasarında, aksonal kayıp olmadan sinir bloğu, sıvı duyarlı MRG sekanslarında kaslarda normal sinyal intensitesi olur. EMG ve MRG birlikte nöropraksik sinir hasarını, aksonotmezis veya nörotmezisden ayırıcı tanı yapılmasında yardımcıdır (32). Daha önce de belirtildiği gibi EMG’de denervasyon değişiklikleri geç ortaya çıkar, bazı klinisyenler EMG çalışmasını ilk olaydan 10 veya daha fazla gün sonraya erteler. Ayrıca klinik semptomların ortaya çıkmasından 4 gün sonra MRG ile değerlendirilmesi ile eksploratif cerrahi gereksinimini azaltmaktadır (1).

2.8. Anatomi

2.8.1. Ulnar Sinir

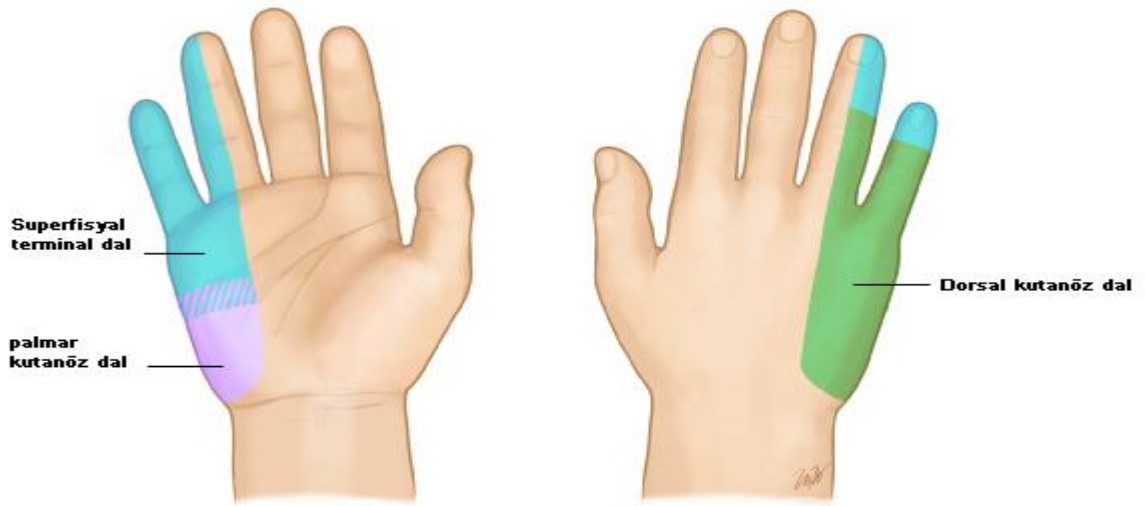
Ulnar sinir temel olarak servikal 8 (C8) ve torakal 1 (T1) sinir kökleri ile bazen minimal olarak servikal 7 (C7) kökünden gelen sinir liflerinin katılımıyla oluşan, alt trunkus ve medial kord içinde seyrettikten sonra proksimal aksillar bölgede brakial pleksustan ayrılan üst ekstremité sinirlerinden biridir. Aksillanın lateral duvarı üzerinden ilerleyen sinir, kolun medial kısmına yönelir. Kolun üst yarısında brakial arter, median ve radial sinirler ile yakın komşuluk gösterir. Kolun ortalarında fleksör ve ekstansör kas gruplarını birbirinden ayıran intermusküler septumun medialinden aşağı inerek humerus ile triseps kasının arasından geçer ve medial epikondil ile olekranon arasında bulunan ulnar oluğa girer (Şekil 2.5).



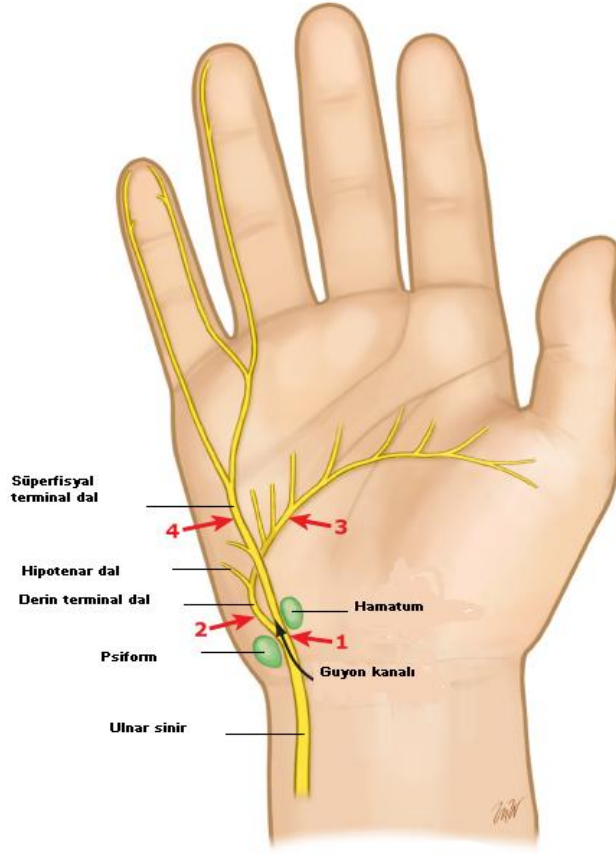
Şekil 2. 5. Dirsek Bölgesinde Ulnar Sinirin Yerleşimi

Burada iyice yüzeyleşen sinir, dirseği medial epikondil arkasından geçtikten sonra fleksor karpi ulnaris (FKU) kasının humeral ve ulnar başları arasına doğru ilerler. Burada kasın her iki başı arasında yer alan fibrotendinoz ark ile bu bölgedeki musküler ve ligamentöz yapıların oluşturduğu alan kübital tünel olarak ifade edilmektedir. Sinir tünelin distaline doğru FKU kası içinde derinleşir (42,43).

Sinir dirsek düzeyine gelene kadar hiçbir dal vermezken, önkol proksimalinde verdiği motor dallarla FKU ve fleksör digitorum profundus (FDP) kaslarını innerve eder. Ön kol distalinde palmar ve dorsal ulnar deri dallarını verir. Palmar duyu dalı avuç içinde proksimal ulnar duyu alanının, dorsal duyu dalı ise 4. ve 5. parmakların dorsal ulnar duyu alanının innervasyonunu sağlar (Şekil 2. 6). Daha sonra el bileğinde Guyon kanalı adı verilen ve pisiform kemikle hamat kemik arasında bulunan bölgeden geçen sinir, kanal içinde yüzeyel ve derin dallara ayrılır. Bu dallar 4. ve 5. parmağın duysusu ile intrinsik ulnar el kaslarının innervasyonunu sağlar (Şekil 2. 7) (43-45).



Şekil 2.6. El Bileğinde Ulnar Sinirin Dalları



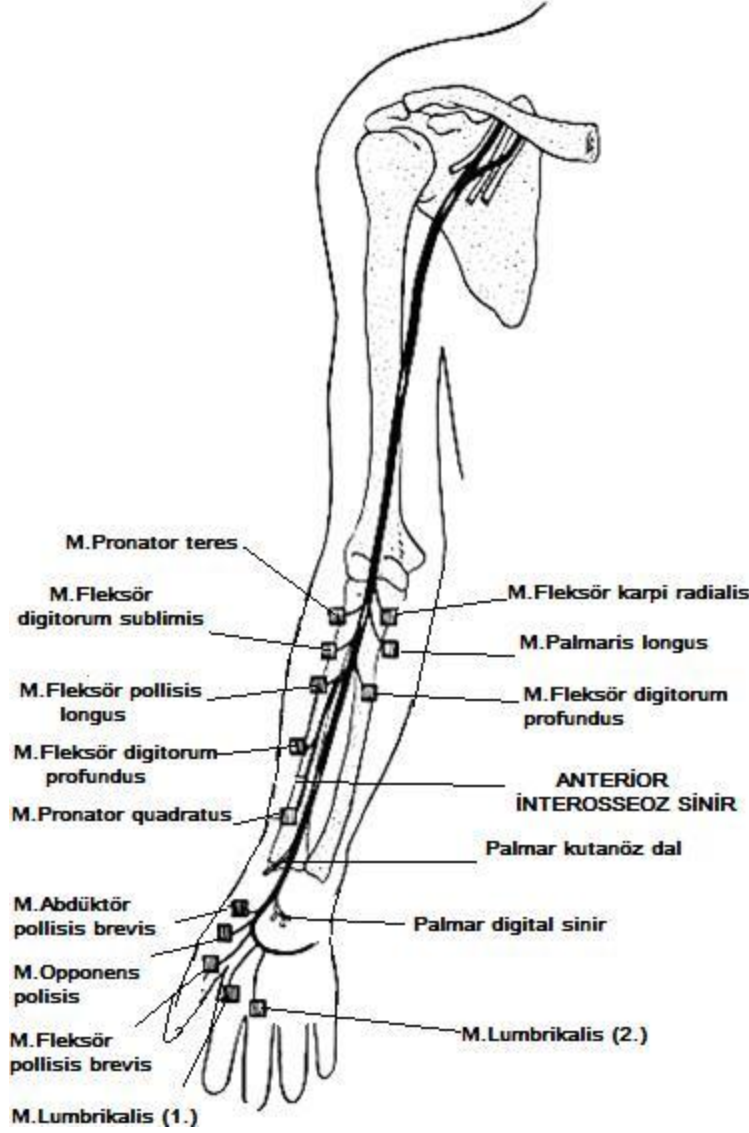
Şekil 2.7. El Bileğinde Ulnar Sinirin Dalları

1. Ulnar sinirin el bileğindeki ana dalı
2. Hipotenar bölgedeki kasları inerve eden proksimaldeki derin motor dalı
3. Hipotenar bölgedeki kasları inerve eden distaldeki derin motor dalı.
4. Süperfisyal dal (duyusal)

2.8.2. Median Sinir

Median sinir, brakial pleksusun medial ve lateral fasiküllerinden gelen köklerin aksiller arterin önünde birleşmesiyle meydana gelir ve brakial pleksusun bütün segmentlerinden lif alır. Lateral kord altıncı ve yedinci servikal (C6-7) köklerden dal alır; tenar bölgenin, baş, işaret ve orta parmağın duysal innervasyonunu, proksimal ön kol median kaslarının büyük kısmının motor innervasyonunu sağlar. Medial kord ise sekizinci servikal ve birinci torakal (C8-T1) köklerden dal alır; distal ön kol ve eldeki median kasların büyük kısmının motor innervasyonunu ayrıca 4. parmağın lateral yarısının duysal innervasyonunu sağlar (44). Median sinirin üst kolda dalı yoktur, kolun damarları ile birlikte kolda sulkus bisipitalis medialiste seyredir. Sinir dirsekte bisipital kas aponevrozunun (*lacertus fibrosus*) altından geçer ve burada brakial arterin medialinde seyredir. *Lacertus fibrosus*'un altında median sinir bazı dallar verir ve bunlar m. pronator teres, m. fleksör

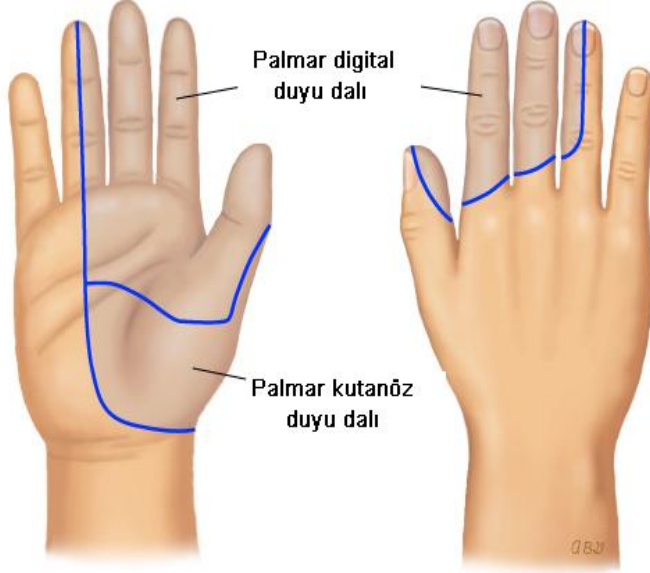
karpi radialis, m. palmaris longus, m.fleksör digitorum superfisyalis kaslarını innerve eder. Sinir dirsekte pronator teres kasının distalinde *N. interosseus anterior* dalını verir (Şekil 2.8) (46).



Şekil 2.8. Brakiyal Pleksus ve Median Sinir İlişkisi

Median sinir transvers karpal ligamentin (TKL) 5 cm proksimalinde, fleksör digitorum süperfisyalis (FDS) kasını delerek yukarı çıkar ve yüzeyelleşir. Karpal tünel içerisine girmeden hemen önce ise palmar kutanöz duyu dalını verir. Bu duyu dalı subkutanöz olarak ilerler ve elin tenar bölgesinin duyunu alır. Motor dal ise tünelden avuç içine doğru ilerler; 1. ve 2. lumbrikal kasları innerve eder. Ayrıca tenar bölge kaslarının çoğunu (opponens pollicis, abduktör pollicis brevis (APB), fleksör pollicis brevisin yüzeyel başı) innerve eden rekürren tenar motor dalı verir. Karpal tünelden geçen median sinir duyu dalı

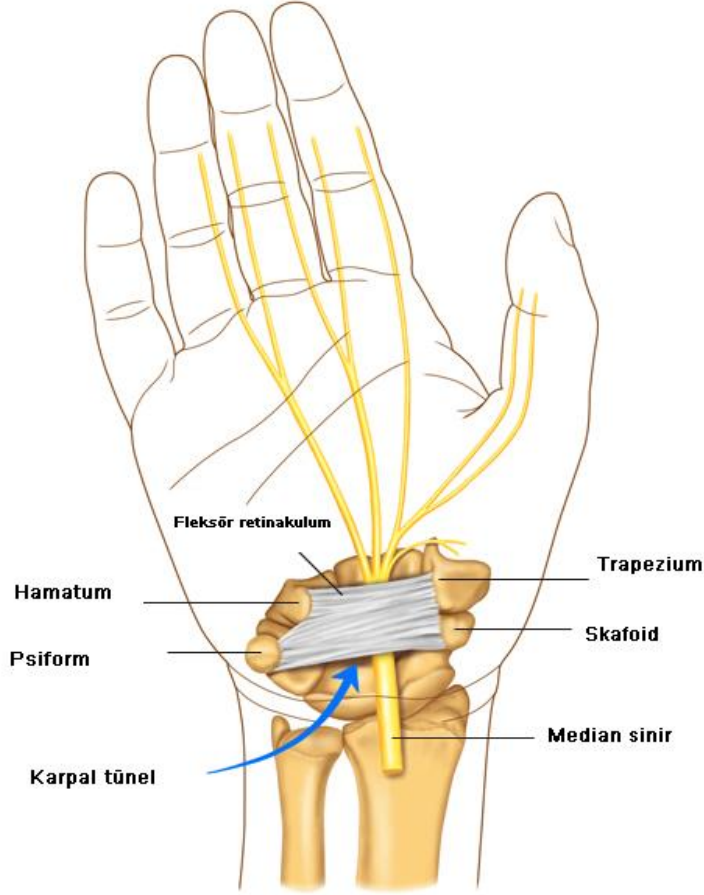
ise 1., 2., 3.parmakları ve 4. parmağın lateral kısmının duyusunu alır. 2. ve 3. parmak lateral ve medial olmak üzere iki dijital dal ile innerve olurken; 1. ve 4. parmaklar sadece bir dal ile innerve edilir (Şekil 2. 9) (46).



Şekil 2.9. Median Sinirin Elde Duyu Dağılımı

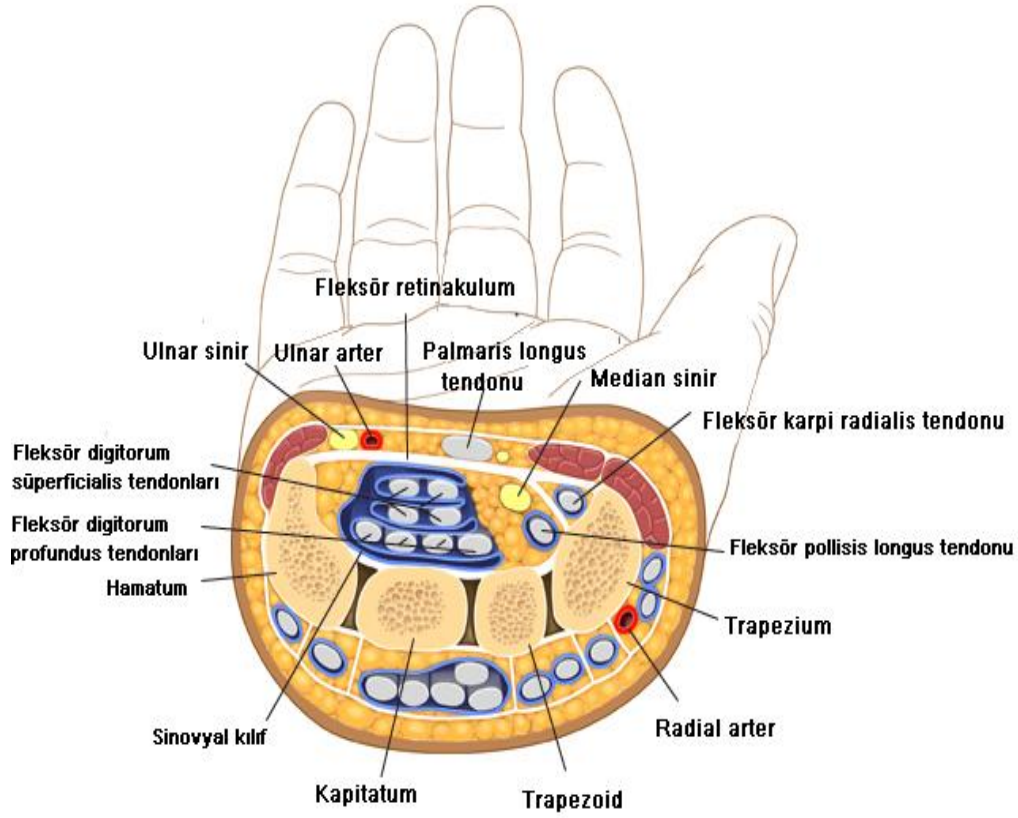
Karpal tünelin sınırı el bileğindeki proksimal fleksiyon çizgisi ile başlar ve distalde 3.metakarpın proksimalinde sonlanır. Kanalı üç kemik duvar ve bir fibröz bant sınırlar. Karpal tünel anteriorda, ulnar tarafta hamatumun çengeli ve pisiform ile radial tarafta skafoïd ve trapezium arasında uzanan fleksör retinakulum ile oluşturulur (Şekil 2.10). Fleksör retinakulum proksimalde önkolun derin fasyası, el bileğinin üstünde transvers karpal ligament ve daha distalde tenar ve hipotenar kasların arasındaki aponevroz tarafından oluşturulmuştur. Tünelin arka ve yan yüzleri el bileği kemikleri ve bunları çevreleyen eklem kapsülü tarafından oluşturulur. Karpal tünelin zeminini ise lunatum ve kapitatum oluşturur. Transvers karpal ligament Guyon kanal tavanının bir bölümünü yapar ve palmar karpal ligaman da Guyon kanalının tabanını oluşturur (43,47,48). Karpal tünelin proksimal ve distal uçları açıktır. İçinden median sinirle birlikte m.fleksör pollisis longus ve 2–5. parmakların yüzeyel ve derin tendonları olmak üzere toplam dokuz tendon geçer. Bunlardan 4 tendon fleksör digitorum profundusa (FDP), 4 tendon FDS'ye, 1 tendon da fleksör pollisis longusa (FPL) aittir. Median sinir kanal içerisine girerken yassılaşır ve burada tendonlarla yakın temastadır. Bu sinirin volarinde palmaris longus kasının tendonu bulunurken ikinci parmak FDS tendonu median sinirin altındadır. FPL median sinirin radial, 3. parmak FDS ise ulnar tarafında ve altındadırlar. Radial ve ulnar arter ile ulnar

sinir ise bu tünelden geçmemektedir. Karpal tünelin tavanını oluşturan transvers karpal ligament el bileğinde dört kemik çıkıntıya sıkıca tutunur. Bunlar ulnar tarafta pisiform kemik ve hamatumun çengeli; radial tarafta ise skafoïd kemiğin tuberkülü, büyük multianguler yarık ve bazen radial stiloid çıkıntısıdır (Şekil 2.11) (47).



Şekil 2.10. Sağ El Volar Yüz- Median Sinir ve Transvers Karpal Ligaman (Fleksör Retinaculum) İlişkisi

Bu ligaman hamatum, pisiforme, trapezium ve skafoïd tuberküle (naviküler) tutunmaktadır.



Şekil 2.11. Sağ Elbileği Yatay Kesiti

Median Sinir Anomalileri

Median sinirin özellikle ulnar sinir ile birlikte görülen anomalileri median sinir lezyonlarında beklenmedik ve sürpriz durumlara yol açar ve elektrotanısallık değerlendirmede güç sonuçlara yol açabilir. Martin gruber anastomozu: median sinirin en sık görülen anomalisidir. Burada temel anomali median sinir motor liflerinin ön kolda ulnar sinire katılmasıdır. Normal bireylerin % 10-44'ünde görülür. Tipleri:

- a- Bazı median motor lifler önkolda ulnar sinire geçerler ve ulnar sinirle ele ulaşınca, yine normalde median innervasyonlu olan kasları innerve eder.
- b- Median motor lifler yine ön kolda ulnar sinire geçer, ele varınca hem median hem de ulnar innervasyonlu kasları innerve eder.
- c- Bazı ulnar motor lifler, pleksus brakialis düzeyinde median sinir içine girerler ve ön kol düzeyine dek median sinir içinde seyrederler. Önkolda ulnar motor lifler tekrar ulnar sinir içine katılır ve kendi ulnar el kaslarını innerve eder.

d- Fleksör digitorum profundus, normalde hem median ve hem de ulnar sinir tarafından innerve edilir. Bazen bu kası tamamen median sinir innerve edebilir.

Ayrıca elin intrinsek kasları, özellikle tenar bölgedeki kaslar içinde median ulnar anastomozlar tanımlanmıştır. Bu anastomoz Riche-Cannieu anastomozu olarak adlandırılır. Ulnar sinirin derin palmar dalı ile median sinirin distal motor dalının elin tenar ve lateral kısmındaki kasları innerve etmelerindeki değişimler olarak ifade edilir (45).

2.9. Üst Ekstremité Periferik Sinir Sendromları

Üst ekstremitéde periferik sinir hasarı yaygın olarak görülen bir durumdur. Hafif karpal tünel sendromundan ağır brakiyal pleksopatiye kadar pek çok hastalık bu duruma yol açabilir. Ağrı, duyu kaybı, omuz, kol ve el kaslarında güçsüzlük gibi semptomlar olabilir. Kompresyon, transeksiyon, iskemi/enfarkt, radyasyon, inflamasyon, dejenerasyon metabolik gibi nedenler patogeneğinde rol oynamaktadır.

Kompresyon

Sinir segmentlerinde nöropraksi ve aksonotmezise yol açan kompresyon, üst ekstremité periferik sinir hasarına yol açan en sık görülen nedendir. Karpal tünel sendromunda olduğu gibi kompresyon distal sinir segmentlerini etkileyebildiği gibi servikal disk hernisine bağlı olarak proksimal segmentleri de etkileyebilir. Direkt kompresyonun derecesine bağlı olarak sinir iskemisi olmaktadır. Pozisyona bağlı olarak ortaya çıkan intermitan parestezi, kompresyona bağlı demiyelinizasyon ve persitant semptomların oluşması, kompresyonun ilerlemesi ile distal sinir segmentlerde wallerian dejenerasyon oluşabilir. İskemi veya demiyelinizasyonun oluşması ile ilk olarak sinir iletimi yavaşlaması, iletim bloğu, fonksiyonel duyu kaybı ve güçsüzlük ortaya çıkabilir.

Transeksiyon

Akut sinir transeksiyonu kronik sinir kompresyonundan daha az görülen bir durumdur. Bıçak kesisi gibi yaygın travmaya bağlı olarak distal sinir segmenti proksimalden tamamen ayrılabilir. Komplet motor ve duyu kaybı olabilir.

İskemi/enfarkt

Vaskülit ve aterosklerotik hastalıklara bağlı olarak sinir enfarktı olabilir. Vaskülit aksonal sinir hasarına yol açar. Median sinir ve ulnar sinirin dirsek segmentinden önceki bölüm gibi bazı alanlar daha çok etkilenir. Kompresyon nöropatilerinden farklı olarak iletim hızı yavaşlaması görülmez. Fokal sinir enfarktı sonrasında birkaç gün içerisinde sinirin distal segmentinde dejenerasyon meydana gelir. Bazal membran sağlam olsa da sinir iyileşmesi altta yatan hastalığa bağlıdır. Yaygın ateroskleroz da benzer duruma neden olabilmektedir.

Radyasyona bağlı sinir hasarı

Neoplastik hastalıklar sonrasında radyoterapi uygulamasından yıllar sonra sinir hasarı ortaya çıkmaktadır. Meme kanseri sonrası aksiler radyasyon tedavisi alan hastalarda yıllar sonra progresif güçsüzlük ve propriosepsiyon kaybına yol açan ciddi ve irreversible duyu kaybı gözlenebilir.

İnflamasyon

Sinir ve sinir köklerinin inflamatuvar durumları önemli problemlere yol açabilir. Herpes simpleks, epstein barr virüs ve herpes zoster virus gibi enfeksiyöz durumlar duyu ve motor disfonksiyonuna yol açabilir. Ayrıca enfeksiyon dışında idiyopatik inflamatuvar yanıt sonucunda brakiyal nörit gibi durumlar ortaya çıkabilir.

Dejenerasyon

Sinirlerin fokal dejenerasyonu aylar içerisinde progresif güçsüzlüğe yol açan motor nöron hücre kaybına yol açabilir. İzole tek bir ekstremitede güçsüzlüğe neden olan monomelik amyotrofi gibi durumlar amyotrofik lateral sklerozis öncülü olabilmektedir. Ancak lokalize kalacağı ya da sistemik dönüşümü olup olmayacağını gösteren kesin bir bulgu yoktur.

Metabolik

DM ve hipotiroidi dışındaki metabolik problemler genelde fokal sinir hasarına yol açmaz. Nedeni bilinmemekle birlikte kompresyon nöropatiler bu durumlarla birlikte daha sık görülebilmektedir.

2.9.1. Median Sinir Sendromları

Karpal Tünel Sendromu (KTS)

Karpal tünel transvers karpal ligaman ve karpal kemikleri arasında yer alır. Ön kolda median sinire 9 fleksör tendon eşlik eder. KTS patofizyolojisi multi faktöriyeldir. İntrakarpal kanalda artmış basınç, KTS oluşumunda anahtar rol oynar. Üst ekstremité mononöropatisinin en sık nedeni KTS'dir. İlk üç parmak ve 4. parmağın radial yarısını içeren median sinir yayılımı boyunca ağrı ve parestezi gibi sensoryal semptomlar görülür. Bu semptomlar tipik olarak geceleri fazladır ve uykudan uyandıracak şiddettedir. Ağır vakalarda duyu ve güç kaybı görülür. KTS tedavisi, şikâyetleri arttıran aktiviteler sırasında ve geceleri el bileği splinti kullanımı, steroid enjeksiyonu ve ağır vakalarda cerrahi uygulanmasıdır.

Pronator Teres Sendromu

Proksimal ön kolda median sinirin pronator teres kasını deldiği bölgede median sinir kompresyonudur. Profesyonel olarak bisiklet kullananlarda daha sık görülür. Ön kol ağrısı ve elin palmar bölgesinin lateral bölümünü içeren duyu kaybı görülür. KTS'den farklı olarak tenar eminensde duyu kaybı vardır. Elektrotanısai değerlendirmede ön kolda sinir iletim hızında yavaşlama ve ağır vakalarda iletim bloğu görülebilir. Fleksör karpi radialis kasını içeren ön kol kaslarının iğne çalışmasında anormallik gözlenir. Tedavisi öncelikle aktivite modifikasyonudur. Non-steroid antiinflatuar ilaçlar (NSAİİ) ve lokal anestezik ajanlarla birlikte steroid enjeksiyonu ağrıyı azaltabilir. Semptomlar devam ederse cerrahi uygulanabilir.

Anterior interosseöz nöropati

Anterior interoseöz sinir median sinirden dirsek bölgesinde ayrılır. Daha sonra önkol anterior yüzünde ilerler ve fleksör pollisis longus, 2 ve 3 parmak derin fleksörleri ve pronator quadratusu inerve eder. Anterior interosseöz sinirinin duyu inervasyonu yoktur bu nedenle sinir disfonksiyonu durumunda sadece bu kaslarda zayıflık görülür.

Diğerleri

Dirsek üzerinde median sinir kompresyonu nadir olarak görülür. Median sinirin vaskülitik süreçse benzer şekilde dirsek proksimalinde hasarı görülebilir. Her iki durumda da median ve anterior interosseöz siniri ile inerve olan kaslarda etkilenim söz konusudur.

2.9.2. Ulnar Sinir Sendromları

Ulnar Nöropati

Dirsekte ulnar nöropati üst ekstremité kompresyon nöropatilerinden ikinci sıklıkla görülen durumdur. Hafif vakalarda 4. ve 5. parmağı içeren duyu kaybı ve parestezi görülür. Ağır vakalarda interosseöz kaslarda güçsüzlük ve kavrama kabiliyetinde bozulma olur. Dirsek bölgesinde ağrı sıklıkla görülür. Ulnar sinir ile innerve parmak ve bilek fleksiyon yetersizliği olur.

Ulnar Sinirin Bilek Seviyesinde Tuzaklanması

El bileğinde median sinir gibi ulnar sinir de el bileğinde Guyon kanalında sıkışma olabilir. Sinirin kompresyonu kanalda veya kanal distalinde olur. Dirsekteki benzer şekilde interosseöz kaslarda güçsüzlük, 4 ve 5. parmağı etkileyen parestezi gibi duysal semptomlar olabilir. Ulnar sinir ile innerve parmak fleksörleri kurtulmuş olsa da bazı bireylerde hipotenar kaslar diğer el kaslarına göre daha az etkilenmiştir.

Ulnar nöropati tanısı elektrotanısai testlerle desteklenir. Hafif düzeyde olan vakalarda intermitant duysal semptomlar ve elektrotanısai testlerde dirsek segmentinde sinir iletim hızında yavaşlama görülür. Persistan duyu kaybı ve güçsüzlük olan vakalar ise elektrotanısai testlerde iletim bloğu ve sinir iletim hızında yavaşlama olarak kendini gösterir. İleri güçsüzlük, persistan duyu kaybı olan hastalarda aksonal sinir hasarı görülebilir. Genç hastalar veya akut vakalar cerrahiye yönlendirilebilir (49).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Klinik ve Demografik Özellikler

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi FTR Anabilim Dalına ENMG için başvuran KTS, ulnar tuzak nöropati, median /ulnar sinir hasarı ve median/ulnar mononöropati tespit edilen 40 hasta üzerinde gerçekleştirildi. Median ve ulnar sinirin etkilenebileceği polinöropati, servikal radikülopati gibi durumlar, sinir-kas kavşağını etkileyen hastalığı olanlar, kronik böbrek yetmezliği ve kronik karaciğer hastalığı olanlar çalışmaya dâhil edilmedi. Ayrıca elektrotanısıl çalışmanın ve manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) yapılamadığı (enfektif endokardit için risk taşıma, kardiyak pacemaker olması, kanama bozukluğu olması, anti- koagülan ilaç kullanımı, vücudunda metalik yabancı cisim olması, kapalı alan korkusu gibi durumlar) hastalar ve gebeler çalışmaya alınmadı. Her hastaya ilk gün klinik değerlendirme ve elektronöromiyografi (ENMG) sonraki gün MRG yapıldı. Tüm olguların demografik özellikleri tespit edildi (Tablo 3.1).

Çalışma grubunu oluşturan bireylerin yaşları 16-76 arasında (ort $49,3 \pm 16$) değişmekte idi. Hastaların 21'i kadın(%52,5), 19'u erkekti (%47,5). Çalışmaya katılan hastaların 17'si (%42,5) üniversite, 13'ü (%32,5) lise ve 10'u (%25) ilkokul mezunu olup, olguların 19'u (%47,5) düzenli bir işte çalışmaktaydı. 13 (%32,5) olguda sigara kullanımı öyküsü, 7 (%17,5) olguda alkol kullanımı öyküsü vardı.

Median sinir lezyonu olan hasta sayısı 24, ulnar sinir lezyonu olan hasta sayısı 14 olup median ve ulnar sinir lezyonu birlikte olduğu hasta sayısı 2 idi. Hastaların tanı alt gruplarına ait demografik özellikler tablo 3.1'de gösterilmiştir. Buna göre:

Ulnar sinir lezyonu olan hastaların yaşı 21-66 arasında (ort $38,8 \pm 12,27$) olup hastaların 13'ü (%92,9) erkek ve 1 (%7,1) hasta kadındı. Olguların 10'u (%71,4) üniversite, 3'ü (%21,4) lise ve 1 olgu (%7,1) ilköğretim mezunu olup olguların 13'ü (%92,9) düzenli bir işte çalışmaktaydı. 7 (%50) olguda sigara öyküsü ve 4 (%28,6) olguda alkol kullanımı öyküsü mevcuttu.

Median sinir lezyonu olan hastaların yaşı 16-76 arasında (ort 53,9±16,1) olup hastaların 18'i (%75) kadın ve 6'sı (%25) erkekti. Olguların 7'si(%29,2) üniversite, 9'u (%37,5) lise ve 8'i (%33,3) ilköğretim mezunu olup olguların 6'sı (%25) düzenli bir işte çalışmaktaydı. 6 (%25) olguda sigara kullanımı öyküsü ve 3 (%12,5) olguda alkol kullanımı öyküsü mevcuttu.

Median ve ulnar sinir lezyonun birlikte olduğu olgular 65 ve 71 yaşlarındaydı. Her ikisi de kadın cinsiyette olup biri lise diğer olgu ilköğretim mezunuydu. Olguların ikisi de düzenli bir işte çalışmıyordu ve sigara alkol kullanım öyküsü yoktu.

Tablo 3.1. Olguların Tanı Alt Gruplarına Göre Demografik Özellikleri

Değişkenler	Median sinir lezyonu (n:24)	Ulnar sinir lezyonu (n:14)	Median ve Ulnar sinir lezyonu (n:2)	Toplam (n:40)
Yaş (yıl)	53,9±16,1	38,8±12,3	68,0±4,2	49,3±16,5
Yaş Aralığı	16-76	21-66	65-71	16-76
Cinsiyet				
Kadın	18 (%75,0)	1 (%7,1)	2 (%100,0)	21 (%52,5)
Erkek	6 (%25,0)	13 (%92,9)	0 (%0)	19 (%47,5)
Öğrenim Durumu				
Üniversite	7 (%29,2)	10 (%71,4)	0 (%0)	17 (%42,5)
Lise	9 (%37,5)	3 (%21,4)	1 (%50,0)	13 (%32,5)
İlköğretim	8 (%33,3)	1 (%7,1)	1 (%50,0)	10 (%25,0)
Düzenli Bir İşte Çalışan	6 (%25,0)	13 (%92,9)	0 (%0)	19 (%47,5)
Sigara Öyküsü	6 (%25,0)	7 (%50,0)	0 (%0)	13 (%32,5)
Alkol Öyküsü	3 (%12,5)	4 (%28,6)	0 (%0)	7 (%17,5)

Karpal tünel sendromu, median sinir hasarı ve median nöropati olan hastaların semptomlarının şiddeti “semptom şiddet skalası” ile günlük yaşam aktivitelerine olan etkileri ise “fonksiyonel durum skalası” ile sorgulandı. Fonksiyonel durum skalası “Levine anketi” olarak isimlendirilir. Bu ankette hastaların semptomlarının şiddeti ve fonksiyonel durumu toplam 19 soruluk bir anket ile değerlendirilmektedir. Semptom şiddet skalasında

toplam 11 soru vardır ve her soru 1 ile 5 arasında skorlanarak, ortalama skor (skorların toplamı /11) hesaplanır. Maksimum skor 5'tir. Skorun büyüklüğü semptomların şiddetini ifade etmektedir (Bkz. EK1). Fonksiyonel durum skalası ise 8 farklı günlük yaşam aktivitesinin gerçekleştirilmesindeki zorluğu sorgulayan bir skaladır. Her soru 1-5 arasında skorlanır ve ortalama skor (skorların toplamı /8) hesaplanır. Maksimum skor 5'tir. Skorun büyüklüğü disabilitenin şiddetini ifade etmektedir (Bkz. EK2) (50). Hastalarda semptom şiddet skalası değeri ortalaması 2,0 (±0,6) fonksiyonel durum skalası ortalaması 1,7 (±0,7) idi. Ulnar tuzak nöropati ve ulnar sinir hasarı olan hastalar Q-dash ile sorgulandı. Q-dash günlük aktivite, sosyal-iş aktivitelerine, uykuya olan etkileri ve diğer semptomları içeren 11 soru içerir. Her soru 1 ile 5 arasında skorlanarak ortalama skordan 1 çıkartılıp 25 ile çarpılması ile sonuç skor elde edilir ($[(\text{toplam puan}/ n)-1] * 25$). Skor 0 ile 100 arasında değişmekte olup, skorun büyüklüğü semptomların şiddetini ifade etmektedir (Bkz. EK3) (51,52). Ulnar sinir lezyonu olan hastaların Q-dash skoru ortalaması 12,4 (±10,7) idi.

3.2. Elektrotanısalsal İnceleme

Araştırma kapsamında çalışmaya katılan 40 hastanın 16'sında sağ (%40), 16'sında sol (%40) ve 8'inde bilateral (%20) olmak üzere üst ekstremitelerde elektrotanısalsal inceleme yapıldı. Elektrotanısalsal değerlendirmenin sonucunda denervasyon saptanan kaslara göre MRG ile 57 kasın incelemesi yapıldı. Tüm olgularda median ve ulnar sinir motor ve duyu iletim çalışmaları, radial sinir duyu iletim çalışmaları gerçekleştirildi.

3.2.1. Median Sinir Motor İletim Çalışması

Aktif yüzeysel disk elektrod abduktör pollicis brevis kasının göbeğine, referans elektrod ise metakarpofalangeal eklemin hemen distaline yerleştirildi. Distal stimülasyon aktif elektrodun 8 cm proksimalinden; proksimal stimülasyon ise antekübital bölgenin medialinden uygulandı. Distal motor latansı, motor iletim hızı ve bileşik kas aksiyon potansiyel amplitüdüleri kaydedildi.

3.2.2. Median Sinir Antidromik Duyu İletim Çalışması

Aktif yüzük elektrod proksimal interfalangeal eklem üzerinde, referans yüzük elektrod distal interfalangeal eklemin üzerinde olacak şekilde 3. parmağa yerleştirildi. Distal uyarım yüzeyel stimülatör katodu aktif elektrodan 12 cm uzakta olacak şekilde; proksimal uyarım ise antekubital bölgenin medialinden gerçekleştirildi. Distal duyu latansı, duyu iletim hızı ve bileşik sinir aksiyon potansiyel amplitüdlere kaydedildi.

3.2.3. Median Sinir Avuç İçi-Bilek Segmenti Mikst Sinir İletim Çalışması

Aktif yüzeyel disk kayıt elektrodu el bileği orta kesimine proksimal el bilek çizgisinin proksimaline, referans kayıt elektrod ise aktif elektrodun 3-4 cm proksimaline yerleştirildi. Stimülatör anod 2. parmağın metakarpofalangeal eklemi üzerinde, katod avuç içinde olacak şekilde yerleştirilerek uyarı verildi. Mikst sinir iletim hızı ve bileşik sinir aksiyon potansiyel amplitüdü kaydedildi.

3.2.4. Median Sinir Ortodromik Duyu İletim Çalışması

Aktif yüzeyel kayıt elektrodu antekubital bölgede median sinir trasesi üzerine, referans elektrod ise aktif elektrodun 2-4 cm proksimaline yerleştirildi. Stimülasyon el bileği median tarafından verildi. Median sinir ortodromik iletim hızı ve bileşik sinir aksiyon potansiyel amplitüdü kaydedildi.

3.2.5. Ulnar Sinir Motor İletim Çalışması

Aktif yüzeyel elektrod abduktör digiti minimi kasının göbeğine, referans elektrod ise metakarpofalangeal eklemin hemen distaline yerleştirildi. Distal uyarı aktif elektrodun 8 cm proksimalinden; dirsekte ulnar sulkusun yaklaşık 4 cm altından 2. uyarı ve sulkusun yaklaşık 5 cm proksimalinden biceps ve triceps kasları arasından 3. uyarı verildi. Ulnar sinir distal motor latansı, motor iletim hızı ve bileşik kas aksiyon potansiyel amplitüdlere kaydedildi.

3.2.6. Ulnar Sinir Antidromik Duyu İletim Çalışması

Aktif yüzük kayıt elektrodu proksimal falanks üzerinde referans elektrod distal falanks üzerinde olacak şekilde 5. parmağa yerleştirildi. Distal uyarım yüzeyel stimülatör katodu aktif elektrodan 12 cm uzakta olacak şekilde; dirsekte ulnar sulkusun yaklaşık 4 cm altından 2. uyarı ve sulkusun yaklaşık 5 cm proksimalinden biceps ve triseps kasları arasından 3. uyarı verildi. Distal duyu latansı, duyu iletim hızı ve bileşik sinir aksiyon potansiyel amplitüdüleri kaydedildi.

3.2.7. Radial Sinir Duyu İletim Çalışması

Aktif yüzeyel kayıt elektrodu elin dorsal yüzünde ekstansör pollicis longus tendonunu kesen radial sinir duyu dalı üzerine, referans elektrod ise 2. metakarp başının laterale yerleştirildi. Stimülasyon aktif elektrodun proksimalinden radiusun lateral kenarından verildi.

3.2.8. İğne EMG İncelemesi

Ulnar sinir için abdükör digiti minimi, fleksör karpi ulnaris ve 1. dorsal interosseous kaslarına, median sinir için abdükör pollicis brevis ve pronator teres kaslarına konsantrik iğne ile iğne EMG incelemesi yapıldı. İğne elektrodun girişi ve kasın istirahati sırasında ortaya çıkan EMG aktiviteleri, denervasyon potansiyelleri, submaksimal kasılma sırasında MÜP'lerin değerlendirilmesi ve maksimal istemli eforda ortaya çıkan motor ünit katılımının incelenmesi yapıldı.

Tüm elektrotanısalları incelemeler oda sıcaklığı 25°C üzerinde, ekstremitte distal cilt ısı 32°C olacak şekilde kontrol edilerek gerçekleştirildi. Motor iletim çalışmalarında, latans ve hız hesaplamalarında başlangıç latansları ve izoelektrik hat-negatif tepe amplitüdüleri ölçüldü. Tüm duyu ve mikst sinir iletim çalışmalarında supramaksimal uyarı ile elde edilen ardışık 8 potansiyel averajlanarak kayıt yapıldı. Latans ve hız ölçümleri ilk negatif tepe noktasından, amplitüd ölçümleri ise tepeden tepeye olacak şekilde gerçekleştirildi. İncelemeler Medelec® Synergy Multimedia EMG/EP cihazı (Oxford Instruments) kullanılarak gerçekleştirildi.

3.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Elektromiyografik çalışmalar sonucunda denervasyon ya da motor unit kaybı olan kas grupları Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim dalında el MRG ve/ veya önkol MRG ile incelendi. MRG incelemeler 1,5 Tesla Siemens Avanto ve Symphony marka cihazlarda yapıldı. Tetkiki istenilen el veya önkolun aksiyel ve koronal planlarda yağ baskılı proton ağırlıklı (FSPD) ve short tau inversion recovery (TIRM) ağırlıklı 3 mm kesit kalınlığında görüntüler elde edildi. İmajlarda kas yapılarında ödem olup olmadığı değerlendirildi.

3.4. İstatistiksel İnceleme

Verilerin analizi SPSS for Windows 11.5 paket programında yapıldı. Sürekli değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Shapiro Wilk testiyle araştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama $\pm$ standart sapma veya ortanca (minimum-maksimum) olarak kategorik değişkenler ise olgu sayısı ve (%) şeklinde gösterildi.

Gruplar arasında ortalamalar yönünden farkın önemliliği Student's t testi ile ortanca değerler yönünden farkın önemliliği ise Mann Whitney U testi ile incelendi. Kategorik değişkenler Pearson'un Ki-Kare ya da Fisher'in Kesin Sonuçlu Ki-Kare testiyle değerlendirildi. MRG'ye göre ödem prevalansı ile EMG'ye göre denervasyon veya rekrutman paterninde motor unit kaybı açısından patoloji saptama oranları yönünden farkın önemliliği McNemar testiyle araştırıldı.

EMG bulguları yönünden patolojik olan kaslarla patolojik olmayan kasları ayırt etmede MRG sonuçlarının performansını incelemek için duyarlılık, seçicilik, pozitif ve negatif tahmini değerler ve tanısal doğruluk oranları hesaplandı. Aynı zamanda EMG ile MRG sonuçlarının tutarlılığı Kappa Katsayısı hesaplanarak değerlendirildi.

$p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bu araştırma için Etik Kurul'un onayı alınmıştır. Etik Kurul onay tarihi: 10.06.2012, karar sayısı 11/104.

4. BULGULAR

Çalışmada KTS, ulnar tuzak nöropati, median /ulnar sinir hasarı ve median/ulnar mononöropatisi tespit edilen 40 hasta incelendi. Hastaların demografik özellikleri Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

4.1. Sinir İletim Çalışması Sonuçları

Elektrotanısıl inceleme sonucunda KTS, median nöropati, ulnar tuzak nöropati ve ulnar sinir hasarı tanısı konulan 40 hasta çalışmaya dahil edildi. 24 hastada median sinir lezyonu (KTS, median nöropati) , 14 hastada ulnar sinir lezyonu (tardy ulnar felci, kübital tünel sendromu ve ulnar sinir hasarı) ve 2 hastada hem median hem ulnar sinir lezyonu tespit edildi. Sadece median sinir lezyonu olan hastaların 8’inde lezyon bilateral idi. İğne EMG ile denervasyon tespit edilen kaslara göre 53 el ve /veya önkol MRG incelemesi ile 57 kas değerlendirildi. Denervasyon tespit edilen kaslara göre olgulara ait elektrofizyolojik parametreler tablo 4.1’de ve laboratuvarımıza ait normal elektrofizyolojik değerler tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Denervasyon Tespit Edilen Kaslara Göre Yanıt Elde Edilen Olgulara Ait Sinir İletim Çalışmaları

Değişkenler	N	Ortalama	Std.Sapma	Ortanca	En Küçük	En Büyük
Median distal motor latans	29	5,8	1,59	5,3	4,1	11,2
Median distal motor BKAP	29	5,1	2,65	5,0	,3	11,3
Median motor iletim hızı	29	52,1	5,00	52,5	37,8	60,6
Median motor F latansı	27	28,9	2,73	28,4	25,2	35,7
Median 3.parmak antidromik distal duyu latansı	27	4,8	0,90	4,6	3,4	6,8
Median 3.parmak antidromik distal duyu BSAP	27	24,3	19,06	18,8	3,5	75,3
Median 3.parmak antidromik distal duyu iletim hızı	27	27,2	7,04	26,6	17,6	54,3
Median duyu ön kol iletim hızı	25	55,4	6,11	55,0	45,5	69,7
Median AİB hızı	24	28,6	5,15	29,1	16,1	37,7

Median AİB amplitüd	24	14,0	13,55	6,9	2,0	48,9
Ulnar distal motor latans	15	3,3	1,32	3,1	2,3	6,9
Ulnar distal motor BKAP	15	8,4	4,26	9,3	,2	14,5
Ulnar motor EB-DA segmenti hız	15	56,1	14,17	58,0	19,8	76,0
Ulnar motor DA-DÜ segmenti hız	15	39,1	9,25	38,5	23,7	51,0
Ulnar motor F latansı	15	28,8	2,51	27,9	25,9	34,8
Ulnar distal duyu latansı	14	2,9	,16	2,9	2,7	3,2
Ulnar distal duyu BSAP	14	24,6	21,45	13,6	1,7	73,8
Ulnar duyu EB-DA segmenti hız	14	59,5	10,13	59,3	41,3	76,5
Ulnar duyu DA-DÜ segmenti hız	14	43,7	10,73	47,5	30,2	62,1

Çalışma grubunda normal sınırların dışında olduğu belirlenen elektrofizyolojik parametrelerin dağılımı şu şekildedir:

- 29 elde median sinir distal motor latansı ortalaması 5,8 ($\pm 1,59$) olup normalden uzundur.
- 27 elde median sinir 3.parmak antidromik distal duyu latansı ortalaması 4,8 ($\pm 0,90$) olup normalden uzundur.
- 27 elde median sinir 3. parmak antidromik distal duyu iletim hızı 27,2 ($\pm 7,04$) olup normalden yavaştır.
- 24 elde median sinir avuç içi-bilek segmenti mikst sinir iletim hızı ortalaması 28,06 ($\pm 5,15$) olup normalden yavaştır.
- 24 elde median sinir avuç içi-bilek segmenti mikst sinir amplitüdü 14,00 ($\pm 13,55$) olup normalden küçüktür.
- 14 elde ulnar sinir dirsek altı- dirsek üstü segmenti duyu iletim hızı ortalaması 43,7 ($\pm 10,73$) olup normalden yavaştır.

Median sinir iletim çalışmalarının 5'inde median sinir motor ve duyu AP, 2'sinde sadece duyu AP, 7'sinde F yanıtı ve ulnar sinir iletim çalışmalarının 1'nde motor ve duyu AP, 1'inde sadece duyu AP elde edilememiştir.

Tablo 4.2. Laboratuvarımıza Ait Elektrofizyolojik Normal Değerler

Periferik sinir segmenti	Distal latans ort ± SS	Distal amp ort ± SS	İletim Hızı ort ± SS
Median motor	3,36±0,32 (ÜS: 4,00)	9,02±3,08 (AS: 4,25)	56,96±3,3 (AS: 50,3)
Median antidromik duyu	2,89±0,26 (ÜS: 3,41)	171±39,86 (AS: 10)	58,62±3,91 (AS: 50,6)
Median mikst duyu (Avuç içi-bilek)		77,03±29,92 (AS: 32,4)	44,15±4,11 (AS: 35,9)
Ulnar Motor	2,87±0,29 (ÜS: 3,45)	9,6±2,75 (AS: 4,32)	62,56±4,46 (AS: 53,6)
Ulnar antidromik duyu	2,93±0,24 (ÜS: 3,41)	53,35±33,37 (AS: 11)	63,42±4,6 (AS: 54,2)
Radial duyu		30,7±11,65 (AS: 10,9)	50,0±4,53 (AS: 40,94)

4.2. Klinik Özellikler

Olguların tanı alt gruplarına göre klinik özellikleri tablo 4.3'te gösterilmektedir. Median sinir lezyonu olan hastaların klinik özellikleri şu şekildeydi:

Median sinir lezyonu olan hastaların 18'i (%75,0) ellerde uyuşma, 5'i (%20,8) ağrı ve 1 hasta (%4,2) ellerde güçsüzlük şikâyeti ile kliniğe başvurdu. Şikâyet süreleri incelendiğinde hastaların 4'ünün (%16,7) şikâyet süresi 3 aydan kısa, 19'unun (%79,2) 6 aydan uzun ve 1 (%4,2) hastanın 3-6 ay arasında olup, hastaların 17'sinin (%70,8) gece şikâyeti mevcuttu. Hastaların 2'sinde (%8,3) travma öyküsü mevcuttu. Hastaların fizik muayenesinde 23'ünde (% 95,8) tinnel, 29'unda (%79,2) phalen, 15'inde (%62,5) buda testi pozitif olup, 7'sinde (%29,2) motor ve 3'ünde(%12,5) duyu defisiti saptandı.

Ulnar sinir lezyonu olan hastaların klinik özellikleri ise şu şekildeydi:

Hastaların 10'unda (%71,4) ellerde uyuşma, 3'ünde (%21,4) ellerde güçsüzlük ve 1 hastada (%7,1) ellerde ağrı şeklindeydi. Şikâyet süreleri incelendiğinde hastaların 9'unun

(%64,3) şikâyet süresi 3 aydan kısa, 4'ünün (%28,2) 6 aydan uzun ve 1 (%7,1) hastanın 3-6 ay arasındaydı. Hastaların 7'sinin (%50,0) gece şikâyeti olup 2'sinin (%14,3) travma öyküsü mevcuttu. Hastaların fizik muayenesinde 11'inde (% 78,6) tinel testi pozitif olup, 10'nunda (%71,4) motor ve 9'unda (%64,3)duyu defisiti vardı.

Hem median hem ulnar sinir lezyonu olan 2 hastada kliniğe ellerde uyuşma şikâyeti ile başvurmuş olup şikâyet süreleri 6 aydan uzundu. Her ikisinin de gece şikâyeti de olup fizik muayenelerinde her iki hastanın tinnel, phalen ve buda testi pozitif bulundu, 1 hastada ayrıca duyu defisiti mevcuttu.

Tablo 4.3. Olguların Tanı Alt Gruplarına Göre Klinik Özellikleri

Değişkenler	Median sinir lezyonu (n:24)	Ulnar sinir lezyonu (n:14)	Median ve Ulnar Sinir lezyonu (n:2)	Toplam (n:40)
Şikâyet				
Uyuşma	18 (%75,0)	10 (%71,4)	2 (%100,0)	30 (%75,0)
Ağrı	5 (%20,8)	1 (%7,1)	0 (%0)	6 (%15,0)
Güçsüzlük	1 (%4,2)	3 (%21,4)	0 (%0)	4 (%10,0)
Şikâyet Süresi				
<3 ay	4 (%16,7)	9 (%64,3)	0 (%0)	13 (%32,5)
3-6 ay	1 (%4,2)	1 (%7,1)	0 (%0)	2 (%5,0)
>6 ay	19 (%79,2)	4 (%28,6)	2 (%100,0)	25 (%62,5)
Gece Şikâyeti	17 (%70,8)	7 (%50,0)	2 (%100,0)	26 (%65,0)
Travma	2 (%8,3)	2 (%14,3)	0 (%0)	4 (%10,0)
Tinnel	23 (%95,8)	11 (%78,6)	2 (%100,0)	36 (%90,0)
Phalen	19 (%79,2)	0 (%0)	2 (%100,0)	21 (%52,5)
Buda	15 (%62,5)	0 (%0)	2 (%100,0)	17 (%42,5)
Motor Defisiti	7 (%29,2)	10 (%71,4)	0 (%0)	17 (%42,5)
Duyu Defisiti	3 (%12,5)	9 (%64,3)	1 (%50,0)	13 (%32,5)
Fonksiyonel Skala	1,7±0,7	-	1,3±0,4	-
Semptom Şiddet Skalası	2,0±0,6	-	1,7±0,5	-
Quick DASH	-	12,4±10,7	-	-

Elektrotanısals değerlendirmenin sonucunda denervasyon bulguları saptanan kaslara göre 29'u (%50,9) sağ st ekstremitede, 28'i (%49,1) sol st ekstremitede olmak üzere 57 kas MRG ile incelendi. Sonuçları tablo 4.4'de sunulmuştur. Olguların 29'u (%50,9) KTS, 15'i (%26,3) tardy ulnar fel, 8'i (%14,0) proksimal median nöropati, 4' (% 7,0) kübital tünel sendromu ve 1'i (%1,8) el bilek seviyesinde ulnar sinir hasarı olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.4. Denerve Kas Gruplarına Göre Klinik zellikler

Deęiştkenler	n=57
Etkilenen st ekstremite	
Sağ	29 (%50,9)
Sol	28 (%49,1)
Tanı	
KTS	29 (%50,9)
Tardy Ulnar Felci	15 (%26,3)
Proksimal Median Nöropati	8 (%14,0)
Kbital Tünel Sendromu	4 (%7,0)
Ulnar Sinir Hasarı	1 (%1,8)

4.3. İğne EMG Sonuçları

Olgulara ait iğne EMG sonuçları tablo 4.5, tablo 4.6, tablo 4.7 ve tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.5. Fibrilasyon ve PKD Bulguları Yönünden Kasların Dağılımı

Değişkenler	Yok	Var	1+	2+	3+
APB					
Fibrilasyon	25 (%73,5)	9 (%26,5)	2 (%5,9)	3 (%8,8)	4 (%11,8)
PKD	18 (%52,9)	16 (%47,1)	6 (%17,6)	5 (%14,7)	5 (%14,7)
ADM					
Fibrilasyon	12 (%75,0)	4 (%25,0)	2 (%12,5)	1 (%6,3)	1 (%6,3)
PKD	11 (%68,8)	5 (%31,2)	1 (%6,3)	3 (%18,8)	1 (%6,3)
1. dorsal interosseos					
Fibrilasyon	8 (%80,0)	2 (%20,0)	1 (%10,0)	-	1 (%10,0)
PKD	8 (%80,0)	2 (%20,0)	1 (%10,0)	-	1 (%10,0)
FCU					
Fibrilasyon	4 (%100,0)	-	-	-	-
PKD	3 (%75,0)	1 (%25,0)	1 (%25,0)	-	-
Pronator teres					
Fibrilasyon	3 (%100,0)	-	-	-	-
PKD	3 (%100,0)	-	-	-	-

Çalışma grubunda 34 abdüktör pollisis brevis kası, 16 abdüktör digiti minimi kası, 10 birinci dorsal interosseos kası, 4 fleksör karpı ulnaris kası ve 3 pronator teres kası iğne EMG’de fibrilasyon ve/veya pozitif keskin dalga varlığı açısından değerlendirilmiştir (Tablo 4.5). Elde edilen sonuçların dağılımı şu şekildedir:

- İncelenen APB kasların 2’sinde (%5,9) 1+, 3’nde (%8,8) 2+, 4’ünde (%11,8) 3+ olmak üzere toplamda 9 (%26,5) kasta fibrilasyon tespit edilmiştir.
- İncelenen APB kaslarının 6’sında (%17,6) 1+, 5’nde (%14,7) 2+, 5’inde (%14,7) 3+ olmak üzere toplamda 16 (% 47,1) kasta pozitif keskin dalga tespit edilmiştir.

- İncelenen ADM kaslarının 2'sinde (%12,5) 1+, 1'nde (%6,3) 2+, 1'nde (%6,3) 3+ olmak üzere toplam 4 (%25) kasta fibrilasyon tespit edilmiştir.
- İncelenen ADM kaslarının 1'nde (%6,3) 1+, 3'nde (%18,8) 2+, 1'nde (%6,3) 3+ olmak üzere toplamda 5 (%31,2) kasta pozitif keskin dalga tespit edilmiştir.
- İncelenen birinci 1'sinde (%10,0) 1+, 1'sinde (%10,0) 3+ olmak üzere 2 (%20) kasta fibrilasyon ve pozitif keskin dalga tespit edilmiştir.
- İncelenen fleksör karpi ulnaris kasların 1'nde (%25,0) 1+ pozitif keskin dalga tespit edilmiştir.

Tablo 4.6. Denervasyon Bulgusu Yönünden Kasların Dağılımı

Değişkenler	Yok	Var
APB Denervasyon	18 (%52,9)	16 (%47,1)
ADM Denervasyon	11 (%68,8)	5 (%31,2)
1. dorsal interosseos- Denervasyon	8 (%80,0)	2 (%20,0)
FCU-Denervasyon	3 (%75,0)	1 (%25,0)
Pronator teres-Denervasyon	3 (%100,0)	-

Fibrilasyon ve/veya pozitif keskin dalga varlığı denervasyon bulgusu olarak değerlendirildiğinde, kaslara göre denervasyon dağılımı şu şekildedir. İncelenen APB kaslarının 16'sında (%47,1), ADM kaslarının 5'inde (%31,2), 1.dorsal interosseos kaslarının 2'sinde (%20,0) ve fleksör karpi ulnaris kaslarının 1'nde (%25,0) denervasyon tespit edilmiştir. Sonuçları tablo 4.6'da gösterilmektedir.

Tablo 4.7. MÜP- Amplitüd ve MÜP Süre Bulguları Yönünden Kasların Dağılımı

Değişkenler	Artmış	Normal
Abdüktör pollisis brevis MÜP –AMP ve süre	4 (%11,8)	30 (%88,2)
Abdüktör digiti minimi MÜP –AMP ve süre	4 (%25)	12 (%75)
1. dorsal interosseos MÜP –AMP ve süre	3 (%30,0)	7 (%70,0)
Fleksör karpi ulnaris MÜP –AMP ve süre	-	4 (%100,0)
Pronator teres MÜP –AMP ve süre	-	3 (%100,0)

İğne EMG’de gözlemsel analiz sırasında motor unit potansiyelleri amplitüd ve süre açısından değerlendirildi. Sonuçları tablo 4.7’de gösterilmektedir. İğne EMG ile incelenen kaslardaki motor unit aksiyon potansiyellerinin manuel ölçüm sonuçlarına göre büyük amplitüdlü ve/veya geniş süreli MÜP oranında artış saptanan olguların dağılımı şu şekildedir:

- İncelenen APB kaslarının 4’ünde (%11,8) büyük amplitüdlü ve/veya geniş süreli MÜP saptanmıştır.
- İncelenen ADM kaslarının 4’ünde (%25) büyük amplitüdlü ve/veya geniş süreli MÜP saptanmıştır.
- İncelenen 1. dorsal interosseos kaslarının 3’ünde (%30,0) büyük amplitüdlü ve/veya geniş süreli MÜP saptanmıştır.
- Fleksör karpi ulnaris ve pronator teres kaslarının iğne EMG incelemesinde büyük amplitüdlü ve/veya geniş süreli MÜP saptanmamıştır.

Tablo 4.8. İncelenen Kaslara Ait Rekrutman Paterni Bulguları

Değişkenler	APB	ADM	1.Dorsal interosseos	FCU	Pronator teres
Hafif Seyrelme	3 (%8,8)	1 (%6,3)	1 (%10,0)	2 (%50,0)	-
Seyrelme	19 (%55,9)	9 (%56,3)	5 (%50,0)	2 (%50,0)	1 (%33,3)
Belirgin Seyrelme	5 (%14,7)	6 (%37,5)	2 (%20,0)	-	2 (%66,7)
İleri Seyrelme	4 (%11,8)	-	1 (%10,0)	-	-
İstemli MÜP Yok	2 (%5,9)	-	1 (%10,0)	-	-
Tek Osilasyon	1 (%2,9)	-	-	-	-

İğne EMG ile incelenen kasların rekrutman paterni “hafif seyrelme”, “seyrelme”, “belirgin seyrelme”, “ileri seyrelme”, “tek osilasyon” ve “istemli MÜP yok” şeklinde tanımlanmıştır. Sonuçları tablo 4.8’de gösterilmektedir. Kaslara göre sonuçlarının dağılımı şu şekildedir:

- İncelenen APB kaslarının rekrutman paterni analizinde 3’ünde (%8,8) hafif seyrelme, 19’unda (%55,9) seyrelme, 5’inde (%14,7) belirgin seyrelme, 4’ünde (%11,8) ileri seyrelme, 1’inde (%2,9) tek osilasyon paterni tespit edildi. İki olguda (%5,9) istemli müp elde edilemedi.

- İncelenen ADM kaslarının rekrutman paterni analizinde 1'inde (%6,3) hafif seyrelme, 9'unda (%56,3) seyrelme, 6'sında (%37,5) belirgin seyrelme paterni tespit edildi.
- İncelenen 1.dorsal interosseos kaslarının rekrutman paterni analizinde 1'nde (%10,0) hafif seyrelme, 5'inde (%50,0) seyrelme, 2'sinde(%20,0) belirgin seyrelme, 1'nde(%10,0) ileri seyrelme paterni tespit edildi. Bir olguda (%10,0) istemli müp elde edilemedi
- İncelenen fleksör karpi ulnaris kaslarının rekrutman paterni analizinde 2'sinde (%50,0) hafif seyrelme ve 2'nde (%50,0) seyrelme paterni tespit edildi.
- İncelenen pronator teres kaslarının rekrutman paterni analizinde 1'nde (%33,3) seyrelme ve 2'sinde (%66,7) belirgin seyrelme paterni tespit edildi.

4.4. MRG İnceleme Sonuçları

İğne EMG'de denervasyon ve/veya motor unit kaybı saptanan kaslar MRG ile değerlendirildi. Şekil 4.1 ve şekil 4.2'de iki hastaya ait MRG görüntüleri görülmektedir.

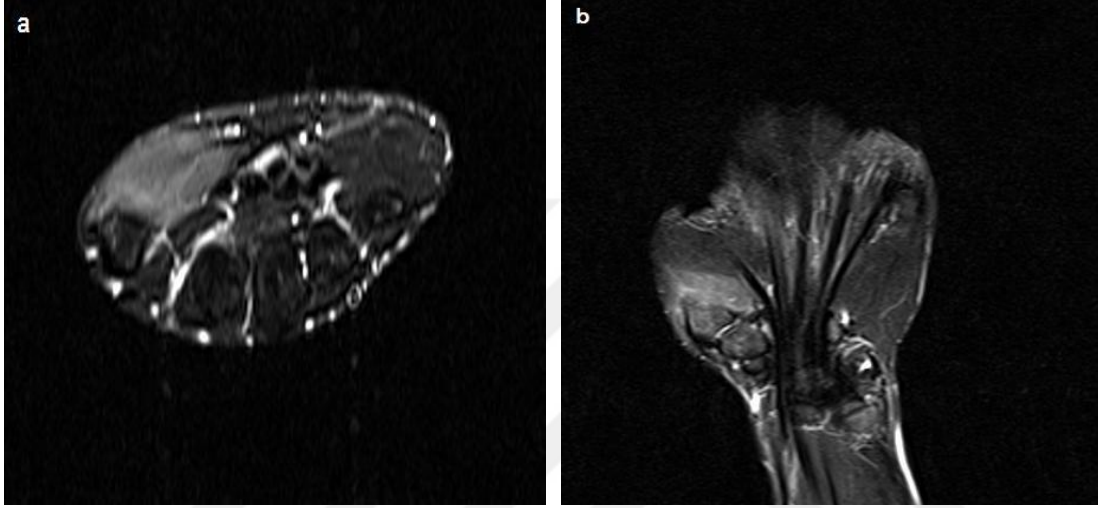
Tablo 4.9. MRG'de Ödem Görülme Sıklığı Yönünden Kasların Dağılımı

Değişkenler	Ödem Var	Ödem Yok
Abdüktör pollisis brevis-FSPD	10 (%29,4)	24 (%70,6)
Abdüktör pollisis brevis- TIRM	10 (%29,4)	24 (%70,6)
Abdüktör digiti minimi-FSPD	-	16 (%100,0)
Abdüktör digiti minimi- TIRM	-	16 (%100,0)
1.Dorsal interosseos- FSPD	1 (%10,0)	9 (%90,0)
1.Dorsal interosseos- TIRM	1 (%10,0)	9 (%90,0)
Fleksör karpi ulnaris- FSPD	-	4 (%100,0)
Fleksör karpi ulnaris- TIRM	-	4 (%100,0)
Pronator teres- FSPD	-	3 (%100,0)
Pronator teres -TIRM	-	3 (%100,0)

Sinir iletim çalışmaları ve iğne EMG sonucunda denervasyon ve/veya motor unit kaybı tespit edilen 57 kasa ait MRG görüntülemesi gerçekleştirildi. MRG-TIRM ve FSPD sekanslarında yapılmış olup, 34 abdüktör pollisis brevis, 16 abdüktör digiti minimi, 10

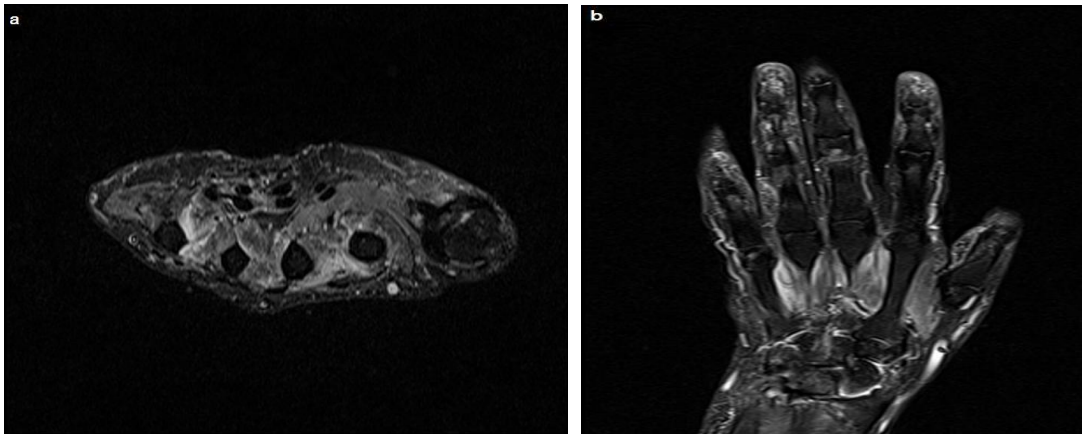
birinci dorsal interosseos, 4 fleksör karpi ulnaris ve 3 pronator teres kasına ait görüntüler elde edilmiştir. Sonuçlar tablo 4.9’da gösterilmektedir. Kaslara göre MRG bulgularının dağılımı şu şekildedir:

- İncelenen APB kaslarının 10’nda (%29,4) ve 1. dorsal interosseos kaslarının 1’nde (%10,0) her iki sekansda da ödem tespit edildi.
- Diğer incelenen kaslarda MRG de ödem bulgusu saptanmadı.



Şekil 4.1. Sol Median Sinir El Bilek Seviyesinde Komplet Lezyonu Olan Hastanın El MRG

a-Aksiyal ve b- koronal kesitte TIRM – MRG ‘de abdüksör pollisis brevis kasında hiperintens ödem alanları görülmektedir.



Şekil 4. 2. Sağ Ulnar Sinirin El Bilek Seviyesinde Totale Yakın Ağır Parsiyel Lezyonu Olan Hastanın El MRG

a-Aksiyal ve b-koronal kesitte TIRM – MRG ‘de interosseos kaslarda hiperintens diffüz ödem alanları görülmektedir.

4.5. Elektrotanısıl Yöntemlerle MRG Karşılaştırılması

MRG sonuçlarında ödem prevelansı ile iğne EMG’de fibrilasyon, PKD ve motor unit kaybı bulgularının varlığı prevelanslarının çapraz tabloda dağılımları McNemar testi ile değerlendirildi. Tablo 4.10’da kaslara göre dağılım, tablo 4.11’de genel dağılımı gösterilmektedir. Buna göre:

APB, ADM ve 1.dorsal interosseos kaslarının iğne EMG incelemesinde rekrutman paterninde motor unit kaybı prevelansı ile MRG’de ödem saptama prevelansı karşılaştırıldı. Sonuçta iğne EMG ‘de rekrutman paterninde motor unit kaybı saptama oranı MRG’de ödem saptanma oranına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu ($p<0,05$). Öte yandan MRG’ de ödem saptanma oranı ile APB, ADM ve 1.dorsal interosseos kaslarının iğne EMG incelemesinde fibrilasyon, PKD prevelansı ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 4.10. MRG’de Ödem Bulgusu ile İğne EMG’de Fibrilasyon, PKD ve Rekrutman Bulguları Yönünden Olguların Dağılımı

Değişkenler	Ödem Var	Ödem Yok	Toplam	p-değeri
ABP Fibrilasyon				1,000
Var	6 (%17,6)	3 (%8,8)	9 (%26,4)	
Yok	4 (%11,8)	21 (%61,8)	25 (%73,6)	
Toplam	10 (%29,4)	24 (%70,6)	34 (%100)	
APB PKD				0,109
Var	8 (%23,5)	8 (%23,5)	16 (%47,0)	
Yok	2 (%5,9)	16 (%47,1)	18 (%53,0)	
Toplam	10 (%29,4)	24 (%70,6)	34 (%100)	
APB-motor unit kaybı				<0,001
Var	10 (%29,4)	24 (%70,6)	34 (%100)	
Yok	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	
Toplam	10 (%29,4)	24 (%70,6)	34 (%100)	
ADM Fibrilasyon				0,250
Var	1 (%6,3)	3 (%18,7)	4 (%25,0)	
Yok	0 (%0)	12 (%75,0)	12 (%75,0)	
Toplam	1 (%6,3)	15 (%93,7)	16 (%100,0)	
ADM PKD				0,125
Var	1 (%6,3)	4 (%25,0)	5 (%31,3)	
Yok	0 (%0)	11 (%68,8)	11 (%68,8)	
Toplam	1 (%6,3)	15 (%93,8)	16 (%100,0)	
ADM-motor unit kaybı				<0,001
Var	1 (%6,3)	15 (%93,8)	16 (%100,0)	
Yok	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	
Toplam	1 (%6,3)	15 (%93,8)	16 (%100,0)	

1.Dorsal interosseos- Fibrilasyon				1,000
Var	1 (%10,0)	1 (%10,0)	2 (%20,0)	
Yok	0 (%0)	8 (%80,0)	8 (%80,0)	
Toplam	1 (%10,0)	9 (%90,0)	10 (%100,0)	
1.Dorsal interosseos- PKD				1,000
Var	1 (%10,0)	1 (%10,0)	2 (%20,0)	
Yok	0 (%0)	8 (%80,0)	8 (%80,0)	
Toplam	1 (%10,0)	9 (%90,0)	10 (%100,0)	
1.Dorsal interosseos- motor unit kaybı				0,008
Var	1 (%10,0)	9 (%90,0)	10 (%100,0)	
Yok	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	
Toplam	1 (%10,0)	9 (%90,0)	10 (%100,0)	

Tablo içerisindeki % değerlerinin tümü değerlendirmeye alınan toplam denek sayısı üzerinden hesaplanmıştır.

Periferik sinir ayrımı olmaksızın incelenen tüm kasların iğne EMG incelemesinde denervasyon (pozitif keskin dalga ve/veya fibrilasyon potansiyellerinin varlığı) ve motor unit kaybı varlığı prevelansı ile MRG’de ödem prevelansı çapraz tablosu incelendi. McNemar testi sonucuna göre MRG’de ödem varlığı ile iğne EMG’de denervasyon ve motor unit kaybı varlığı dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı (p değerleri sırasıyla p=0,007, p<0,001).

Tablo 4.11. MRG’de Ödem Bulgusu İle İğne EMG’de Denervasyon ve Motor Unit Kaybı Genel Sonuçları Yönünden Olguların Dağılımı

Değişkenler	Ödem Var	Ödem Yok	Toplam	p-değeri
Denervasyon				0,007
Var	9 (%15,8)	13 (%22,8)	22 (%38,6)	
Yok	2 (%3,5)	33 (%57,9)	35 (%61,4)	
Toplam	11 (%19,3)	46 (%80,7)	57 (%100,0)	
Motor Unit Kaybı				<0,001
Var	11 (%19,3)	46 (%80,7)	57 (%100,0)	
Yok	-	-	-	
Toplam	11 (%19,3)	46 (%80,7)	57 (%100,0)	

Tablo içerisindeki % değerlerinin tümü değerlendirmeye alınan toplam denek sayısı üzerinden hesaplanmıştır.

Hastalara uygulanan iğne EMG ve MRG sonuçlarının tanısal performans düzeyi karşılaştırıldı. Sonuçları tablo 4.12’de gösterilmiştir. Buna göre;

- İğne EMG’de denervasyon varlığı referans olarak kabul edildiğinde MRG’nin tanısal duyarlılığı %40,9, seçiciliği %94,3, pozitif tahmini değeri %81,8 negatif

tahmini değeri %71,7, doğruluk oranı %73,7 olarak saptanmıştır. Fisher kesin sonuçları kıkare testine göre denervasyon bulgusu olan ve olmayanları ayırt etmede MRG'nin belirleyici olabileceği görülmüştür (p=0,002). Buna karşın denervasyon varlığı ile MRG sonuçlarının dağılımı arasında zayıf düzeyde uyum saptanmıştır (kappa=0,388).

- İğne EMG'de denervasyon göstergeleri olan fibrilasyon ve PKD ayrı ayrı olarak değerlendirildi. Buna göre fibrilasyon varlığı referans olarak kabul edildiğinde MRG'nin tanısal duyarlılığı %53,8, seçiciliği %90,9, pozitif tahmini değeri %63,6, negatif tahmini değeri %80,7, doğruluk oranı %82,4 olarak saptanmıştır. Fisher kesin sonuçları kıkare testine göre fibrilasyon bulgusu olan ve olmayanları ayırt etmede MRG'nin belirleyici olabileceği görülmüştür (p<0,001). Buna karşın fibrilasyonla MRG sonuçlarının dağılımı arasında zayıf düzeyde uyum saptanmıştır (kappa=0,473).
- İğne EMG'de PKD varlığı referans olarak kabul edildiğinde MRG'nin tanısal duyarlılığı %40,9, seçiciliği %94,3, pozitif tahmini değeri %81,8 negatif tahmini değeri %71,7, doğruluk oranı %73,7 olarak saptanmıştır. Fisher kesin sonuçları kıkare testine göre PKD bulgusu olan ve olmayanları ayırt etmede MRG 'nin belirleyici olabileceği görülmüştür.(p=0,002) Buna karşın PKD varlığı ile MRG sonuçlarının dağılımı arasında zayıf düzeyde uyum saptanmıştır. (kappa=0,388)
- İğne EMG'de motor unit kaybı varlığı referans olarak kabul edildiğinde MRG'nin tanısal duyarlılığı %19, pozitif tahmini değeri %100 ve doğruluk oranı %19 olarak saptanmıştır. Motor unit kaybı olmadan MRG'de ödem tespit edilen hasta olmaması nedeniyle karşılaştırma yapılamamıştır.

Tablo 4.12. EMG Bulgularına Göre MRG Sonuçlarının Tanısal Performans Düzeyleri

Göstergeler	Tanımlar	Fibrilasyon	PKD	Denervasyon	Rekrutman
Olgu Sayısı	N	57	57	57	57
Duyarlılık	GP/(GP+YN)	7/13 (%53,8)	9/22 (%40,9)	9/22 (%40,9)	11/57 (%19,0)
Seçicilik	GN/(GN+YP)	40/44 (%90,9)	33/35 (%94,3)	33/35 (%94,3)	-
PTD	GP/(GP+YP)	7/11 (%63,6)	9/11 (%81,8)	9/11 (%81,8)	11/11 (%100,0)
NTD	GN/(YN+GN)	40/46 (%87,0)	33/46 (%71,7)	33/46 (%71,7)	-
Doğruluk	(GP+GN)/(N)	47/57 (%82,4)	42/57 (%73,7)	42/57 (%73,7)	11/57 (%19,0)
p değeri †		<0,001	0,002	0,002	-
Kappa-Katsayısı		0,473	0,388	0,388	-

GP: Gerçek Pozitif, YN: Yalancı Negatif, GN: Gerçek Negatif, YP: Yalancı Pozitif, PTD: Pozitif Tahmini Değer, NTD: Negatif Tahmini Değer, † Fisher'in Kesin Sonuçlu Ki-Kare testi.

MRG’de ödem tespit edilen ve tespit edilmeyen hastalar yaş, cinsiyet, sigara öyküsü, alkol kullanım öyküsü, şikayet süresi, travma varlığı, fizik muayene gibi klinik ve demografik özellikleri açısından karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($X^2=1,054$, $p > 0,05$). Bulgular tablo 4.13’de gösterilmektedir.

Tablo 4.13. MRG’de Ödem Saptanan ve Saptanmayan Gruplara Göre Olguların Özellikleri

Değişkenler	Ödem Var	Ödem Yok	p-değeri
Yaş	58,4±18,1	46,7±15,4	0,059
Cinsiyet			1,000
Kadın	5 (%55,6)	16 (%51,6)	
Erkek	4 (%44,4)	15 (%48,4)	
Sigara Öyküsü	3 (%33,3)	10 (%32,3)	1,000
Alkol Öyküsü	1 (%11,1)	6 (%19,4)	1,000
Düzenli Bir İşte Çalışan	2 (%22,2)	17 (%54,8)	0,133
Şikayet Süresi			0,590
<3 ay	3 (%33,3)	10 (%32,3)	
3-6 ay	-	2 (%6,5)	
>6 ay	6 (%66,7)	19 (%61,3)	
Travma			0,213
Var	2 (%22,2)	2 (%6,5)	
Yok	7 (%77,8)	29 (%93,5)	
Motor Defisiti			1,000
Var	4 (%44,4)	13 (%41,9)	
Yok	5 (%55,6)	18 (%58,1)	
Duyu Defisiti			1,000
Var	3 (%33,3)	10 (%32,3)	
Yok	6 (%66,7)	21 (%67,7)	

Ulnar sinir lezyonu olan hasta grubunun küçük olması nedeniyle ulnar sinir iletim çalışmaları ile MRG bulguları karşılaştırılamamıştır. Farklı etyolojilere bağlı median sinir lezyonu olan olguların median sinir distal motor latansı, median sinir distal motor BKAP

amplitüdü, median sinir distal duyu latansı, median sinir distal duyu BSAP ve median sinir avuç içi bilek amplitüdü gibi median sinir iletim çalışma verileri açısından MRG sonuçlarına göre ödem bulgusu olan ve olmayan gruplar karşılaştırılmıştır. Sonuçlar tablo 4.14’de gösterilmektedir.

Buna göre median sinir distal duyu latansı uzaması ve median sinir avuç içi bilek segmenti amplitüdü kaybı ile MRG’de ödem varlığı arasında anlamlı birliktelik bulundu. MRG’de ödem saptanan grubun median sinir distal duyu latansı ödem olmayan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha uzundu ($p=0,009$). MRG’de ödem saptanan grubun median sinir avuç içi bilek segmenti amplitüdü ödem olmayan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha düşüktü ($p=0,028$). Öte yandan MRG’de ödem saptanan grubun ödem saptanmayana gruba göre median motor BKAP amplitüdü, BSAP amplitüdü düşük ve median sinir distal motor latansı uzun saptandı ancak istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildi ($p >0,05$).

Tablo 4.14. Median Sinir Lezyonuna Bağlı MRG’de Kaslar İçerisinde Ödem Saptanan ve Saptanmayan Gruplara Göre Median Sinir İletim Sonuçları

Değişkenler	Ortanca	Minimum	Maksimum	p-değeri
Median distal motor latans				0,285
Ödem yok	5,1	4,2	7,9	
Ödem var	7,1	4,1	11,2	
Median distal motor BKAP				0,225
Ödem yok	5,5	,8	11,3	
Ödem var	3,4	,3	8,6	
Median distal duyu latans				0,008
Ödem yok	4,4	3,4	6,2	
Ödem var	5,8	4,3	6,8	
Median distal duyu BSAP				0,462
Ödem yok	20,5	3,5	75,3	
Ödem var	16,9	6,8	27,4	
Median AİB amplitüdü				0,028
Ödem yok	7,5	4,1	48,9	
Ödem var	3,6	2,0	40,5	

İğne EMG’de 34 abdüktör pollisis brevis kası incelenmiş olup, bu kaslarda tespit edilen PKD derecesi ile MRG’de ödem varlığı ilişkisine bakıldı. Sonuçlar tablo 4.15’te gösterilmektedir. Buna göre MRG’de ödem tespit edilen kasların yarısında 3+ PKD mevcuttu. MRG’de ödem saptanmayan 24 kasın 16’sında (% 66,7) iğne EMG’de PKD tespit edilmedi. İğne EMG’de PKD varlığı ve derecesinde yükseklikle MRG’de ödem prevalansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edildi ($\chi^2=16.499$, $p<0,001$).

Tablo 4.15. MRG ile Ödem Saptanan ve Saptanmayan Kasların APB PKD Yönünden Dağılım

Değişkenler	Ödem Yok	Ödem Var	p-değeri
APB PKD			<0,001
Yok	16 (%66,7)	2 (%20,0)	
1+	5 (%20,8)	1 (%10,0)	
2+	3 (%12,5)	2 (%40,0)	
3+	0 (%0,0)	5 (%50,0)	

5. TARTIŞMA

Kas denervasyonu; kas lifinin kendisini innerve eden motor nöron ile ilişkisinin bozulması sonucu ortaya çıkan santral ve periferik sinir sistemini etkileyen çok sayıda probleme sekonder oluşan bir durumdur. Vücutta tüm istemle çalışan kaslarda görülebilir ancak üst ekstremité kaslarında denervasyon, travma, servikal spondiloza bağlı servikal sinir kök kompresyonu gibi sıkışma sendromları veya siringomyeli gibi spinal kord patolojilerine bağlı oluşmaktadır (1).

Geleneksel olarak kas denervasyonun tanısı, şiddetinin belirlenmesi ve progresin takibi fizik muayene ve elektrotanısai testlerle gerçekleşir. Elektrotanısai testler kapsamında sinir iletim çalışmaları ve iğne elektromiyografi (EMG) en sık kullanılan yöntemlerdir. Sinir iletim çalışmalarında iletim hızlarında fokal ya da diffüz yavaşlama, iletim bloğu, yanıt morfolojisi değişiklikleri ve geç yanıtlarda bozulmalar izlenebilirken iğne EMG’de denervasyon ve reinnervasyona özgü bulgular elde edilir (1). Elektrotanısai yöntemler inceleme döneminde farklı bulgular verebilmesi ve değerlendirmeyi yapan kişinin tecrübesine göre yorumlanabilmesinin yanı sıra ağırlı ve girişimsel yöntemler olması nedeniyle bazı hastalar tarafından tolere edilmesi güçtür. Son 15 yılda periferik sinir hasarı ve buna bağlı kas denervasyonunun tanısında manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) önemli ölçüde yardımcı olabileceğini gösteren veriler tespit edilmiştir (2). MRG’de akut ve subakut hasarda denerve kaslarda *short tau inversion recovery* (STIR) gibi sıvı duyarlı sekanslarda veya T2 ağırlıklı sekanslarda yüksek sinyal intensitesi ve T1 ağırlıklı sekanslarda normal sinyal intensitesi tespit edilmektedir. Kronik denervasyonda ise T1 ağırlıklı sekanslarda volüm kaybına bağlı olarak kas atrofisi ve yağ infiltrasyonu tespit edilmektedir (1).

Median ve ulnar sinir özellikle kronik kompresyon nöropatileri başta olmak üzere fokal nöropatilerin en sık izlendiği periferik sinirler arasındadır. Tanı için fizik muayene bulgularına ek olarak EMG, ultrasonografi (USG) ve MRG kullanılabilir (5). Ayrıca vücutta en sık izlenen innervasyon anomalileri ön kolda median ve ulnar sinir arasında gerçekleşir ve elektrotanısai yöntemlerle değerlendirmeyi güçleştirebilir. Bu nedenle MRG ulnar ve median sinir hasarının belirlenmesi, nöropatinin lokalizasyonunun saptanmasında seçilmiş olgularda önemli bir yer almaktadır (6).

Biz çalışmamızda ulnar sinir ve median sinirin fokal lezyonları olan 40 hastaya sinir iletim çalışmaları, iğne EMG uyguladık ve denervasyon saptanan kasları MRG ile değerlendirdik. Hastalara uygulanan MRG bulguları ile ENMG sonuçları, hastaların klinik ve demografik özelliklerini karşılaştırdık. Buna göre çalışmamızdaki en önemli sonuçlar şu şekildedir: MRG’de ödem varlığı ile iğne EMG’de denervasyon varlığı karşılaştırıldığında MRG’nin duyarlılığı %40,9, seçiciliği %94,3 olup bu da denervasyon bulgusu olan ve olmayanları ayırt etmede MRG ‘nin belirleyici olabileceğini göstermektedir. Denervasyonu gösteren parametreler olan fibrilasyon ve PKD varlığı ayrı ayrı olarak kıyaslandığında MRG’nin seçiciliği sırasıyla %90,9 ve %94,3 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar da fibrilasyon ve PKD bulgusu olan ve olmayanları ayırt etmede MRG’nin belirleyici olabileceğini göstermektedir. Ayrıca median sinir iletim çalışmaları ile MRG bulguları karşılaştırıldığında median sinir distal duyu latansı uzaması ve median sinir avuç içi bilek segmenti amplitüdü kaybı ile MRG ‘de ödem varlığı arasında anlamlı birliktelik bulundu. İncelenen abdüktör pollicis brevis kaslarında iğne EMG ‘de PKD varlığı ve derecesinde yükseklikle MRG’de ödem prevalansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edildi.

Kas denervasyonunda MRG sinyal değişiklikleri ilk defa 1988’de Polak tarafından tanımlanmıştır. Ratlarda siyatik sinir transeksiyonundan 15 gün sonra alt ekstremitelerde denervasyon oluşan kaslarda MRG’de T1 ve T2 relaksasyon zamanında uzama olduğunu göstermiştir. Bunu da ekstrasellüler su miktarındaki artışa bağlamıştır (13). Daha sonra pek çok klinik ve hayvan çalışmalarda denerve kasta MRG sinyal değişiklikleri ve denerve kasta godolinium DTPA tutulumu gösterilmiştir (38, 53-57).

Kas denervasyonu ve reinnervasyonunda MRG değişiklikleri ile ilgili yapılmış pek çok hayvan modelli çalışmalarda; etkilenmiş kasta tümüyle T2 ağırlıklı relaksasyon zamanında uzamaya bağlı artmış sinyal intensite gösterilmiştir (2, 14, 58, 59). Bu değişiklikler *turbo inversion recovery magnitude* (TIRM) sekanslarında en erken ilk 24 saatte izlenebilmektedir (58). Bu sinyal değişiklikleri total kas su miktarında net bir artış olmamasına rağmen intrasellüler alandan ekstra sellüler boşluğa yer değiştiren su moleküllerine bağlı oluşmaktadır (2,14,58). Kapiller yatak genişlemesi ve artmış kas perfüzyonu da bu intensite artışından sorumlu tutulmaktadır. Ayrıca akut denervasyon döneminde görülen godolinium dietilen triamin penta-asetik asit (Gd-DTPA) artmış tutulumu da kas perfüzyonundaki artış ve reinnervasyonun azalmasına bağlı oluşmaktadır

(2,38). Sinir hasarı sonrası cerrahi veya aksonal rejenerasyonla reinnervasyon oluşmazsa, kas en erken 7 gün içerisinde atrofiye gider ve 1 ay içerisinde irreversible olan yağ infiltrasyonu görünümü oluşur (36,58). Son yapılan bir çalışmada transeksiyon (nöronotmezis) veya ezilme yaralanmalarına (aksonotmezis) sekonder oluşan kas denervasyonunda artmış T2 sinyal değişikliğinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir (59). Bu da aksonotmetik ve nöronotmetik sinir yaralanmalarının ayrımı, cerrahi yapılacak hastaların belirlenmesi veya spontan iyileşme olabilecek hastaların belirlenmesi açısından önemlidir. T2 ağırlıklı sekanslarda kas ödeminin azalması reinnervasyonu, yağlı infiltrasyon ise irreversible olduğunu göstermektedir (14).

Yapılan pek çok klinik çalışmada denerve kasta sinyal intensite değişikliği EMG’de spontan aktivite ile korele olduğu gösterilmiştir (60). Bununla birlikte denerve kas tanısını koymak için kullanılan EMG ve MRG karşılaştırıldığında, MRG’nin EMG’ye göre bazı avantajları olduğu gösterilmiştir. Bunlar: MRG’nin noninvaziv bir yöntem olması çocuklarda, koagülopatisi olan ya da anti-koagülan kullanan iğne EMG’nin yapılamayacağı hastalarda uygulanabilir olması, MRG’nin yapıldığı bölgede denervasyon düşünülen kasla birlikte bölgedeki tüm kasların görüntülenebilmesi ve MRG ile denervasyon dışında atrofi, kas liflerinde yağlı değişim ve hipertrofi gibi etkilenmiş kas dokusu ile ilgili değişikliklerin gösterilebilmesidir. Ayrıca bazı durumlarda denervasyon kasın bazı bölgelerinde oluşabilir ve bu iğne EMG ile teşhis edilmeyebilir. MRG ile kastaki bu denervasyon alanı da saptanabilir. Ayrıca iğne EMG sonuçları yapan kişinin deneyimine bağlı olarak değişebilmektedir öte yandan MRG’de böyle bir durum yoktur (61).

Denerve kasta MRG ile elektromiyografinin kıyaslandığı bir başka çalışmada periferik sinir hasarı veya radikülopatiyeye bağlı kas denervasyonu olan 66’sı (%73) erkek, 24’ü (%27) kadın olmak üzere 90 hasta incelenmiştir. Hastalar EMG ve MRG ile değerlendirilmiş. MRG için STIR sekansı tercih edilmiş. Çalışma sonucunda lezyonun tipine bağlı olmadan 74 hastada (%82) STIR-MRG bulgularının tüm kaslarda iğne EMG bulguları ile korele olduğu tespit edilmiş. 74 hastadan 49’nda EMG’de spontan aktivite tespit edilmiş olup bu hastalarda STIR-MRG’de intensite artışı saptanmış. Geri kalan 25 hastada ise hem EMG’de spontan aktivite izlenmemiş hem STIR-MRG’de sinyal intensite artışı izlenmemiş. Geri kalan 6 (%7) hastada EMG’de anormal spontan aktivite, STIR-MRG’de artmış sinyal intensitesi izlenmiş ancak iki bulgu arasında anatomik olarak uyum

saptanmamış. 10 (%11) hastada EMG’de anormal spontan aktivite olmasına rağmen MRG normal olarak değerlendirilmiştir. MRG’de intensite artışı olan hastaların hiçbirinde EMG bulguları normal olarak saptanmamış. Sonuç olarak MRG’nin kas denervasyonunu tanımlaması için sensitivitesi %84,6, spesifitesi %100 olarak tespit edilmiş. Bu sensitivite düşüklüğü EMG’de saptanan denervasyonun STIR-MRG de tespit edilmesi için kısa bir süre geçmesine bağlanmış. Bu duruma benzer şekilde periferik sinir hasarını gösteren çalışmalarda EMG ile kıyaslandığında düşük sensitivite tespit edilmiştir. STIR-MRG’de tespit edilen intensite artışı kas ödeminde bağlanmaktadır. Normal kasın MRG’de orta-uzun T1 ve kısa T2 relaksasyon zamanı çevre yumuşak dokulara benzer şekildedir ve gri renkte görülmektedir. Denerve kasta ise ekstrasellular su miktarında artış sinyal intensite artışına yol açar. Bu görünüm en iyi STIR-MRG’de görülmektedir. Ancak ne kadar kas ödeminin STIR-MRG’de sinyal artışına yol açabileceği bilinmemektedir (60).

Bizim çalışmamızda da benzer şekilde MRG’de ödem varlığı ile iğne EMG’de denervasyon varlığı arasındaki ilişki incelendi. Buna göre EMG’de denervasyon potansiyellerinin varlığı referans olarak kabul edildiğinde MRG’nin tanısal duyarlılığı %40,9, seçiciliği %94,3 olarak saptanmıştır. İğne EMG’de denervasyon parametrelerinden olan fibrilasyon ve PKD varlığı ayrı ayrı olarak MRG’de ödem varlığı ile karşılaştırıldığında PKD varlığı referans olarak kabul edildiğinde MRG’nin tanısal duyarlılığı %40,9, seçiciliği %94,3’tür. Fibrilasyon varlığı referans olarak kabul edildiğinde MRG’nin tanısal duyarlılığı %53,8, seçiciliği %90,9 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlara bağlı olarak iğne EMG’de denervasyon olan ve olmayan grupları ayırt etmede MRG’nin belirleyici olabileceği görülmüştür.

Yapılan bir başka çalışmada klinik, elektrotanısal testler ve MRG ile lomber radikülopati tanısı konulmuş 25 hastanın alt ekstremité MRG ile EMG bulguları kıyaslanmış. MRG için STIR sekansı tercih edilmiş. Çalışmaya katılan hastaların yaş ortalaması 54 ± 8 ve hastaların 16’sı (%64) erkek, 9’u(%36) kadın olup yaş ve cinsiyetin alt ekstremité MRG bulgularına etkisi bulunmamış. Çalışmaya katılan hastaların 14’ünde (%56) alt ekstremité STIR-MRG’de artmış sinyal intensitesi aynı kök ile innerve en az 2 kas grubunda EMG’de spontan kas aktivitesi tespit edilmiş. 4 (%16) hasta dışında EMG’de spontan kas aktivitesi ile alt ekstremité MRG’de intensite artışı korele bulunmuş. Bu 4 hastanın 2’sinde EMG spontan kas aktivitesi peroneus longus, gastrocnemius ve soleus kaslarında saptanmış, alt ekstremité MRG’de ise gastrocnemius ve soleus kasında intensite artışı saptanmış. Diğer 2

hastada ise gastroknemius ve soleus kasında EMG’de 1+ spontan aktivite tespit edilmiş, ancak alt ekstremité MRG’de intensite artışı görülmemiş. Geri kalan 9 hastada ise EMG’de spontan aktivite ve MRG’de intensite artışı izlenmemiş (62).

Bizim çalışmamızda da kas özellikleri bakımından değerlendirildiğinde MRG’e göre ödem saptanma oranı ile APB fibrilasyon, APB-PKD, ADM-fibrilasyon, ADM-PKD, 1 dorsal interosseos fibrilasyon açısından patoloji saptama oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı. Ancak pronator teres ve fleksör karpi ulnaris kaslarında MRG’de ödem bulgusu saptanmaması nedeniyle karşılaştırma yapılamadı. Kümülatif olarak kasların iğne EMG denervasyon potansiyel varlığı ile MRG’de ödem prevelansına göre sırasıyla iğne EMG’de denervasyon ve rekrutman paterninde motor unit kaybı prevelansları ise istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha yüksek bulundu. Rekrutman paterninde seyrelme izlenmesi motor unit aktivitesinin kaybına işaret eder. Segmental demiyelinizasyonda da motor unit aktivitesi kaybı iletim bloğu nedeniyle söz konusu olur (63). Ancak aksonal dejenerasyon olmadığından MRG’de ödem izlenmemesi söz konusu olabilir. Öte yandan denervasyon potansiyelleri doğrudan aksonal kaybı temsil eder bu nedenle MRG’de ödem bulgusu görülebilir.

Ayrıca bizim çalışmamızda yaş ve cinsiyetin MRG bulgularına etkisi olup olmadığına bakıldı. Buna göre MRG’de ödem bulgusu saptanan 9 hastanın 5’i (%55,6) kadın, 4’ü (%44,4) erkek olup hastaların yaş ortalaması 58,4’tü ($\pm 18,1$). MRG’de ödem saptanmayan hastaların 16’sı (%51,6) kadın, 15’i (%48,4) erkek olup yaş ortalaması 46,7($\pm 15,4$) idi. Bu iki grup arasında yaş ve cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Denerve kas tanısı için MRG tercih edilmesinde en büyük engel, deneysel ve klinik çalışmalarda gösterildiği gibi denervasyon sonrası MRG uygulanacağı zamandır. Ancak şu anda hangi zamanda MRG’de değişikliklerin olabileceği kesin olarak belirlenememiştir. Genel olarak klinik çalışmalarda MRG’de sinyal değişikliklerinin haftalar sonra ortaya çıktığı gösterilmiştir (34,35). Ancak bazı çalışmalarda sinyal intensite anormallikleri denervasyondan sonraki 4. günde tespit edilmiştir (32).

Bizim çalışmamızda ise hastaların şikâyet süreleri 3 aydan kısa, 3-6 ay ve 6 aydan uzun süre olacak şekilde sınıflandırıldı. MRG’de ödem tespit edilen hastaların 3’ünün (%33,3) şikâyet süresi 3 aydan kısa, 6’sının (%66,7) şikâyet süresi 6 aydan uzundu. 3-6 ay arasında şikâyeti olan hastalarda MRG’de ödem bulgusu saptanmadı. MRG’de ödem varlığı ile

şikâyet süreleri kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Bu bulgu da şikâyet süresi 3-6 ay arasında olan MRG’de ödem bulgusu olan hasta olmaması ve çalışma grubunun küçük olmasına bağlı olabilir.

Aksonal nöropatisi olan hastalarda kantitatif EMG bulguları ve yaş ile MRG bulgularının kıyaslandığı bir çalışmada yaş ortalaması 65,7 ($\pm 12,6$) olan aksonal-sensoriyal polinöropatisi olan 20 hasta çalışmaya dahil edilmiş. Hastaların tibialis anterior kasına iğne EMG ile MUAP kantitatif ölçümü yapılmış. Pozitif keskin dalga, fibrilasyon gibi sayısı belirlenen patolojik spontan aktiviteler yarı kantitatif ölçüm olması nedeniyle MUAP kantitatif ölçümü yapılmış. MUAP ölçümü için tepeden tepeye amplitüd ve boyut indeksi hesaplanmış. EMG’de saptanan kronik nörojenik değişiklikler ile MRG’de kronik nörojenik değişiklikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuş ve MUAP boyut indeksi T1 sinyal intensitesi açısından önemli bir prediktör olduğu tespit edilmiş. Yüksek MUAP indeksi T1 ağırlıklı sekanslarda yağlı dejenerasyonla ilişkili bulunmuş. Akut denervasyonu gösteren patolojik spontan aktivite ile MRG’de yağlı dejenerasyon görünümü arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuş. Patolojik spontan aktivitenin denervasyonu gösterdiği ve bu denerve kas liflerinde yağ infiltrasyonunu gösterdiğini belirtmişler. Kronik nörojenik değişiklikleri tanımlamak için MUAP amplitüdü, alanı, süresi ve boyut indeksi kullanılmış. Yaşla birlikte kaslarda EMG ve kas biyopsilerinin immünohistokimyasal çalışmalarında gösterilen nörojenik değişiklikler meydana gelir ancak bu çalışmada bu bulgularla MRG’de yağlı dejenerasyon bulgusu ile ilişki saptanmamış. Başka bir çalışmada ise akut aksonal dejenerasyon sonrasında oluşan patolojik spontan aktivite olan vakalarda T2 ağırlıklı sekanslarda artmış sinyal intensitesi görülmüş (34,56,57,62). Başka bir çalışmada BKAP amplitüdü ile T2 relaksasyon zamanı arasında ters ilişki tespit edilmiş. Bu çalışma pozitif spontan aktivite miktarı ile T2 sinyal intensitesi arasında pozitif korelasyon tespit edilen ilk çalışmadır (64). Ancak T2 artmış sinyal intensitesinin muskular strain gibi egzersiz bağlı durumlarda da oluşabileceğini belirtmişler.

Bizim çalışmamızda ise iğne EMG’ de 34 abdüktör pollisis brevis kası incelendi. Bu kaslarda tespit edilen PKD derecesi ile MRG’ de ödem varlığı ilişkisi incelendi. Buna göre MRG’ de ödem tespit edilen 10 kasın yarısında 3+ PKD mevcuttu. Öte yandan MRG’de ödem saptanmayan 24 kasın 16’sında (% 66,7) iğne EMG’de PKD tespit edilmedi. İğne

EMG’de PKD varlığı ve derecesinde yükseklikle MRG ‘de ödem prevalansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edildi.

Literatürdeki çalışmalarda denerve kas tanısında kullanılan iğne EMG ve MRG bulguları kıyaslanmış. Ancak sinir iletim çalışmaları ile MRG bulgularının karşılaştırıldığı bir çalışma mevcut değil. Bizim çalışmamızda ulnar sinir hasarı, ulnar tuzak nöropati veya ulnar nöropati olgularının çalışma grubunda sayısının az olması nedeniyle ulnar sinir iletim çalışma verileri ile MRG bulguları karşılaştırılamamıştır. Bu nedenle sadece median sinir iletim çalışmaları sonucu ile MRG bulguları karşılaştırılmıştır. Buna göre median sinir distal duyu latansı uzaması ve median sinir avuç içi bilek segmenti amplitüdü kaybı ile MRG’de ödem varlığı arasında anlamlı birliktelik bulundu. MRG’de ödem saptanan grubun median sinir distal duyu latansı ödem olmayan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha uzundu. MRG’de ödem saptanan grubun median sinir avuç içi bilek segmenti amplitüdü ödem olmayan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha düşüktü. Öte yandan MRG’de ödem saptanan grubun ödem saptanmayana gruba göre median motor BKAP amplitüdü, BSAP amplitüdü düşük ve median sinir distal motor latansı uzun saptandı ancak istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildi.

Ayrıca çalışmamızda MRG’de ödem bulgusu olan ve olmayan hastalar, sigara öyküsü, alkol öyküsü, travma öyküsü, düzenli bir işte çalışıp çalışmadığı gibi demografik özellikleri ile fizik muayenesine göre motor, duyu defisit varlığı gibi klinik özellikleri açısından karşılaştırıldı. İki grup arasında, demografik ve klinik özellikleri açısından MRG bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı.

Bu çalışma, MRG’nin denerve kas tanısında kullanabilirliğini göstermekle birlikte çalışmanın çalışma grubunun küçük olması ve denerve kas etyolojisinde çeşitliliğin az olması gibi limitasyonları vardır.

Sonuç olarak; bu çalışmanın verileri median ve ulnar sinir lezyonlarına bağlı oluşan kas denervasyonunda MRG tanısal duyarlılığının elektrotanısıl parametrelere oranla çok daha düşük olduğu yönündedir. Bu nedenle MRG’nin elektrotanısıl incelemenin yerini alacak bir yöntem olarak değerlendirilmesi oldukça zor gözükmemektedir. MRG ile ilgili literatür verisi arttıkça konu daha objektif olarak ele alınabilir hale gelecektir. Özellikle iğne EMG ile değerlendirmenin zor olduğu bölgeler, antikoagülan kullanımı, çocuk hastalar, kaza sonucu doku hasarı oluşması ve anatomik nedenlere bağlı olarak elektrotanısıl çalışmanın

uygulanamadığı durumlarda sinir hasarı ve buna sekonder olarak kas değişikliklerini değerlendirmek için MRG tercih edilebilir. Ayrıca MRG'nin yapıldığı bölgede sadece denervasyon düşünülen kasla birlikte bölgedeki tüm kasların görüntülenebilmesi ve etyolojiye yönelik değerlendirmenin de yapılabilmesi mümkündür. Bu gibi özelliklerden dolayı MRG seçilmiş olgularda alternatif bir yöntem olarak tercih edilebilir.



6. SONUÇ

Bu çalışma ile aşağıda sıralanan sonuçlar elde edilmiştir;

1. Çalışma grubumuzdaki hastaların klinik ve demografik özellikleri ile MRG bulguları arasında ilişki bulunamadı.
2. Median sinir distal duyu latansı uzaması ve median sinir avuç içi bilek segmenti amplitüdü kaybı ile MRG 'de ödem varlığı arasında anlamlı birliktelik bulundu.
3. MRG 'de ödem prevalansına göre iğne EMG'de denervasyon varlığı ve rekrutman paterninde motor unit kaybı prevalansı istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha yüksek bulundu.
4. İğne EMG'de denervasyon varlığı referans olarak kabul edildiğinde MRG'nin tanısal duyarlılığı %40,9, seçiciliği %94,3 olarak saptanmıştır.
5. İğne EMG'de PKD varlığı ve derecesinde yükseklikle MRG'de ödem prevalansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edildi.

7. KAYNAKLAR

1. Kamath S, Venkatanarasimha N, Walsh MA, Hughes PM. MRI appearance of muscle denervation. *Skeletal Radiol* 37: 397–404,2008.
2. Koltzenburg M and Bendszus M. Imaging of peripheral nerve lesions. *Curr Opin Neurol* 17: 621-626,2004.
3. Grant GA, Britz GW, Goodkin R, Jarvik JG, Maravilla K, Klot M. The utility of magnetic resonance imaging in evaluating peripheral nerve disorders. *Muscle & Nerve* 25: 314–331,2002.
4. Lisle DA and Johnstone SA. Usefulness of muscle denervation as an MRI sign of peripheral nerve pathology. *Australasian Radiol* 51: 516–526,2007.
5. Kabakci NT, Kovanli kaya A, Kovanlikaya I. Tractography of the median nerve. *Semin Musculoskelet Radiol* 13: 18–23,2009.
6. Kim S, Choi JY, Huh YM, Song HT, Lee SA, Kim SM, Suh JS. Role of magnetic resonance imaging in entrapment and compressive neuropathy – what, where and how to see the peripheral nerves on the musculoskeletal magnetic resonance image: part 2. Upper extremity. *Eur Radiol* 17: 509–522, 2007.
7. Oğuz H, Dursun E, Dursun N. Tıbbi Rehabilitasyon. s:107-116, Nobel tıp kitabevi, 2004.
8. Guyton AC (Çeviri: Gökhan N, Çavuşoğlu H). Tıbbi Fizyoloji. S:177-97 Nobel tıp kitabevi, 1986.
9. Saltin B, Henriksson J, Nygaard E. Fiber types and metabolic potentials of skeletal muscles in sedantary man and endurance runners. *Ann NY Acad Sci* 301:3-29,1977.
10. Midrio M. The denervated muscle: facts and hypotheses. A historical review. *Eur J Appl Physiol* 98:1-21,2006.
11. Koltzenburg M, Bendszus M. Imaging of peripheral nerve lesions. *Curr Opin Neurol* 17: 621–626,2004.
12. Wessig C, Koltzenburg M, Reiners K, Salmons L, Bendszus M. Muscle magnetic resonance imaging of denervation and reinnervation: correlation with electrophysiology and histology. *Exp Neurol* 185: 254–261,2004.
13. Polak JF, Jolesz FA, Adams DF. Magnetic resonance imaging of skeletal muscle. Prolongation of T1 and T2 subsequent to denervation. *Invest Radiol* 23: 365–369, 1988.
14. Kikuchi Y, Nakamura T, Takayama S, Horiuchi Y, Toyama Y. MR imaging in the diagnosis of denervated and reinnervated skeletal muscles: experimental study in rats. *Radiology* 229: 861–867,2003.

15. Kirsch GE, Anderson MF. Sodium channel kinematics in normal and denervated rabbit muscle membrane. *Muscle & Nerve* 9:738–747,1986.
16. Clausen T. Regulation of active Na⁺K⁺ transport in skeletal muscle. *Physiol Rev* 66: 542–580,1986.
17. Shoji S. Effect of denervation on glucose uptake in rat soleus and extensor digitorum longus muscles. *Muscle & Nerve* 9: 69–72,1986.
18. Goldspink DF. The effect of denervation on protein turnover of rat skeletal muscle. *Biochem Genet* 156: 71–80,1976.
19. Furuno K, Goodman MN, Goldberg AL. Role of different proteolytic systems in the degradation of muscle proteins during denervation atrophy. *J Biol Chem* 265: 8550–8557,1990.
20. Jolesz F, Sreter FA. Development, innervation, and activity pattern induced changes in skeletal muscle. *Annu Rev Physiol* 43: 531–552,1981.
21. Sarnat HB, Portnoy JM, Chi DY. Effects of denervation and tenotomy on the gastrocnemius muscle in the frog: a histologic and histochemical study. *Anat Rec* 187: 335–346,1977.
22. Bredella MA, Tirman PF, Fritz RC, Wischer TK, Stork A, Genant HK. Denervation syndromes of the shoulder girdle:MR imaging with electrophysiologic correlation. *Skeletal Radiol* 28: 567–572,1999.
23. Tsubahara A, Chino N, Okajima Y, Akaboshi K. Fat/water suppression magnetic resonance (MR) imaging in disuse muscular atrophy. *Neuroorthopedics* 17: 67–74, 1995.
24. Kullmer K, Sievers KW, Reimers CD. Changes of sonographic, magnetic resonance tomographic, electromyographic and histopathologic findings within a 2-month period of examinations after experimental muscle denervation. *Arch Orthop Trauma Surg* 117: 228–234,1998.
25. Kallen RG, Sheng ZH, Yang J, Chen LQ, Rogart RB, Barchi RL. Primary structure and expression of a sodium channel characteristics of denervated and immature rat skeletal muscle. *Neuron* 4:233–242, 1990.
26. Trimmer JS, Cooperman SS, Agnew WS, Mandel G. Regulation of muscle sodium channel transcript during development and in response to denervation. *Dev Biol* 142:360–367,1990.
27. Adam M, Leblebici B, Bağış S, Akman MN. Elektronöromiyografik inceleme isteminin uygunluğu *Türk Fiz Tip Rehab Derg* 53:150-3,2007.
28. Perry JD. Electrodiagnosis in musculo-skeletal disease. *Best practice&research clinical rheumatology* 19,453-466,2005.

29. Horowitz SH, Shefner JM, Dashe JF. Overview of electromyography. Erişim: <http://www.uptodate.com/contents/overview-of-electromyography>. Erişim tarihi: Ocak 2012.
30. Oyar O. Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRG)'nin Klinik Uygulamaları ve Endikasyonları Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 5:31-40,2008.
31. Bendszus M, Koltzenburg M, Wessig C, Solymosi L. Sequential MR imaging of denervated muscle: experimental study. AJNR Am J Neuroradiol 23: 1427–1431,2002.
32. West GA, Haynor DR, Goodkin R. Magnetic resonance imaging signal changes in denervated muscles after peripheral nerve injury. Neurosurgery 35: 1077–1085,1994.
33. Shabas D, Gerard G, Rossi D. Magnetic resonance imaging examination of denervated muscle. Comput Radiol 11: 9–13,1987.
34. Fleckenstein JL, Watumull D, Conner KE. Denervated human skeletal muscle: MR imaging evaluation. Radiology 187: 213–218,1993.
35. Uetani M, Hayashi K, Matsunaga N, Imamura K, Ito N. Denervated skeletal muscle: MR imaging. Work in progress. Radiology 189: 511–515,1993.
36. May DA, Disler DG, Jones EA, Balkissoon AA, Manaster BJ. Abnormal signal intensity in skeletal muscle at MR imaging : patterns, pearls, and pitfalls (review). Radiographics 20: S295-S315,2000.
37. Polak JF, Jolesz FA, Adams DF. Magnetic resonance imaging of skeletal muscle. Prolongation of T1 and T2 subsequent to denervation. Invest Radiol 23: 365–369,1988.
38. Bendszus M, Koltzenburg M. Visualization of denervated muscle by gadolinium-enhanced MRI. Neurology 57: 709–1711,2001.
39. Petersilge CA, Pathria MN, Gentili A, Recht MP, Resnick D. Denervation hypertrophy of muscle: MR features. J Comput Assist Tomogr 19: 596–600,1995.
40. Kato K, Tomura N, Takahashi S, Watarai J. Motor denervation of tumors of the head and neck: changes in MR appearance. Magn Reson Med Sci 1: 157–164,2002.
41. Bredella MA, Tirman PF, Fritz RC, Wischer TK, Stork A, Genant HK. Denervation syndromes of the shoulder girdle: MR imaging with electrophysiologic correlation. Skeletal Radiol 28: 567–572, 1999.
42. Oh SJ. In: Clinical electromyography: nerve conduction studies. 3rd ed, Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins, p.601-694,2003.
43. Dumitru D, Zwarts MJ. Focal peripheral neuropathies. In: Electrodiagnostic medicine. (Eds: Dumitru D, Amato AA, Zwarts MJ) second edition, Hanley&Belfus, p.1043-1126,2002.

44. Preston DC, Shapiro BE. Ulnar neuropathy at the elbow. In: Electromyography and neuromuscular disorders: clinical-electrophysiologic correlations. Second edition, Philadelphia, Elsevier Butterworth Heinemann, p.291-312, (2005).
45. Ertekin C. Pleksus brakialisten çıkan sinirler. Santral ve periferik EMG: anatomi-fizyoloji-klinik. İzmir, Meta basım, s.387-453,2006.
46. Chuinard RG. The upper extremity: elbow, forearm, wrist and hand In: D'Ambrosia RD eds. Musculoskeletal Disorders. Philadelphia: Lippincot, s. 395-446, 1986.
47. Robins H. Anatomical study of the median nerve in the carpal tunnel and etyologies of the carpal tunnel syndrome. J Bone and Joint Surg. 45-A, s. 953-966, 1963.
48. Kimura J. Mononeuropathies and entrapment syndromes. Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: principles and practice. Second edition, Philadelphia. F.A. Davis Company, 616-648,1989.
49. Rutkove SB, Shefner JM, Dashe JF .Overview of upper extremity peripheral nerve syndromes.Erişim:<http://www.uptodate.com/contents/overview-of-upper-extremity-peripheral-nerve-syndromes>. Erişim tarihi: Nisan 2012
50. Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, McCabe SJ, Ornstein E. Severe carpal tunnel syndrome potentially needing surgical treatment in a general population. J Hand Surg 28: 639-44, 2003.
51. Lequint T, Naito K, Awada T, Facca S and Liverneaux P. Ulnar nerve transposition using a mini-invasive approach: case series of 30 patients. J Hand Surg Eur Vol Aug 6,2012.
52. Dogan SK, Ay S, Evcik D, Baser Ö.Adaptation of Turkish version of the questionnaire Quick Disability of the Arm, Shoulder, and Hand (Quick DASH) in patients with carpal tunnel syndrome. Clin Rheumatol 30:185-191,2011.
53. Fleckenstein JL, Watumull D, Conner KE, Ezaki M, Greenlee RG Jr, Bryan WW, Chason DP, Parkey RW, Peshock RM, Purdy PD. Denervated human skeletal muscle: MR imaging evaluation. Radiology 187, 213–218,1993.
54. Grant GA, Britz GW, Goodkin R, Jarvik JG, Maravilla K, Kliot M. The utility of magnetic resonance imaging in evaluating peripheral nerve disorders. Muscle&Nerve 25,314-331,2002.
55. HayashiY, Ikata T, Takai H, Takata S, Ishikawa M, Sogabe T, Koga K.Effect of peripheral nerve injury on nuclear magnetic resonance relaxation times of rat skeletal muscle. Invest Radiol. 32, 135-139, 1997.
56. Küllmer K, Sievers KW, Reimers CD, Rompe JD, Müller-Felber W, Nägele M, Harland U. Changes of sonographic, magnetic resonance tomographic, electromyographic, and histopathologic findings within a 2-month period of examinations after experimental muscle denervation. Arch. Orthop. Trauma Surg. 117, 228– 234,1998.

57. West GA, Haynor DR, Goodkin R, Tsuruda JS, Bronstein AD, Kraft G, Winter T, Kliot M. Magnetic resonance imaging signal changes in denervated muscles after peripheral nerve injury. *Neurosurgery* 35, 1077– 1086,1994.
58. Ryan M,Twair A, Nelson E, Brennan D,Eustace S. Whole body magnetic resonance imaging in the diagnosis of Parsonage Turner syndrome. *Acta Radiol* 45:534-539,2004.
59. Aagard B, Lazar DA, Lankerovich L, Andrus K, Hayes CE, Maravilla K. High-resolution magnetic resonance imaging is a noninvasive method of observing injury and recovery in the peripheral nerveous system. *Neurosurgery* 53: 199-204, 2003.
60. McDonald CM, Carter GT, Fritz RC, Anderson MW, Abresch RT, Kilmer DD. MR imaging of denervated muscle: comparison to electromyography. *Muscle &Nerve* 23:1431-1434, 2000.
61. Bendszus M, Wessing C, Reiners K, Bartsch AJ, Solymosi L and Koltzenburg M.MR imaging in the differential diagnosis of neurogenic foot drop. *AJNR Am J Neuroradiol* 23:1283-1289, 2003.
62. Carter GT, Fritz RC. Electromyographic and lower extremity short time to inversion recovery magnetic resonance imaging findings in lumbar radiculopathy. *Muscle &Nerve* 20:1191-1193,1997.
63. Daube JR and Rubin DI. Needle electromyography. *Muscle&Nerve* 39:244-270, 2009.
64. Bryan WW, Reisch JS, McDonald G, Herbelin LL, Barohn RJ and Fleckenstein JL. Magnetic resonance imaging of muscle in amyotrophic lateral sclerosis. *Neurology* 51:110-113, 1998.

8. EKLER

EK 1. Fonksiyonel Durum Skalası

<i>Aktivite</i>	<i>Güçlük yok</i>	<i>Hafif güçlük</i>	<i>Orta şiddette güçlük</i>	<i>Şiddetli güçlük</i>	<i>Hiç yapamama</i>
Elbiselerin düğmelerini ilikleme	1	2	3	4	5
Yazı yazma	1	2	3	4	5
Kitap okuma	1	2	3	4	5
Telefonla konuşma	1	2	3	4	5
Kavanoz açma	1	2	3	4	5
Ev işleri	1	2	3	4	5
File taşıma	1	2	3	4	5
Banyo yapma ve giyinme	1	2	3	4	5

EK.2. Semptom Şiddet Skalası

1. Elinizdeki (el bileğinizdeki) ağrı gece hangi şiddette oluyor?
 - 1 Gece ağrım olmuyor
 - 2 Hafif ağrım oluyor
 - 3 Orta derecede ağrım oluyor
 - 4 Şiddetli ağrım oluyor
 - 5 Çok şiddetli ağrım oluyor
2. İki hafta içinde kaç gece el ağrısı ile uykudan uyandınız?
 - 1 Asla
 - 2 Bir kez
 - 3 2-3 kez
 - 4 4-5 kez
 - 5 5 kezden fazla
3. Elinizdeki ağrı günboyu sürüyor mu?
 - 1 Asla
 - 2 Hafif ağrım oluyor
 - 3 Orta derecede ağrım oluyor
 - 4 Şiddetli ağrım oluyor
 - 5 Çok şiddetli ağrım oluyor
4. Gün içinde elinizdeki ağrı hangi sıklıkta oluyor?
 - 1 Asla
 - 2 1-2 kez
 - 3 3-5 kez
 - 4 5 kezden fazla
 - 5 Sürekli ağrım oluyor
5. Ağrınız her defasında ne kadar sürede geçiyor?
 - 1 Asla ağrım olmuyor
 - 2 10 dakikadan az sürüyor
 - 3 10-60 dakika arasında sürüyor
 - 4 60 dakikadan fazla sürüyor
 - 5 Gün boyunca devam ediyor
6. Elinizde duyu kaybı var mı?
 - 1 Hayır
 - 2 Hafif
 - 3 Orta derecede
 - 4 Şiddetli
 - 5 Çok şiddetli
7. Elinizde güçsüzlük var mı?
 - 1 Yok
 - 2 Hafif
 - 3 Orta derecede

- 4 Şiddetli
 - 5 Çok şiddetli
8. Elinizde karıncalanma oluyor mu?
- 1 Hayır
 - 2 Hafif
 - 3 Orta derecede
 - 4 Şiddetli
 - 5 Çok şiddetli
9. Gece elinizdeki uyuşukluk veya karıncalanma hangi şiddette oluyor?
- 1 Olmuyor
 - 2 Hafif
 - 3 Orta derecede
 - 4 Şiddetli
 - 5 Çok şiddetli
10. Geçen 2 hafta içinde geceleri kaç kez elinizdeki his kusuru ya da karıncalanma nedeniyle uyandınız?
- 1 Hiç
 - 2 1 kez
 - 3 2-3 kez
 - 4 4-5 kez
 - 5 5 kezden fazla
11. Anahtar ya da kalem gibi küçük objeleri kavramada güçlük çekiyor musunuz?
- 1 Hayır
 - 2 Hafifçe zorlanıyorum
 - 3 Orta derecede zorlanıyorum
 - 4 Aşırı derecede zorlanıyorum
 - 5 Çok aşırı derecede zorlanıyorum

EK 3. Quick –DASH

	Zorluk yok	Hafif derecede zorluk	Orta Derecede Zorluk	Aşırı zorluk	Hiç yapamama
1-Sıkı kapatılmış ya da yeni bir kavanozu açmak	1	2	3	4	5
2-Ağır ev işleri yapmak (duvar silmek, yer silmek, tamirat yapmak vs.)	1	2	3	4	5
3-Alışveriş çantası ya da evrak çantası taşımak	1	2	3	4	5
4-Sırtını yıkamak	1	2	3	4	5
5-Yiyecekleri kesmek için bıçak kullanmak	1	2	3	4	5
6-Kolunuzdan, omzunuzdan veya elinizden güç aldığınız veya darbe vurduğunuz eğlenceye yönelik etkinlikler (önünüzde yerde bulunan bir konserve kutusu veya küçük bir taş a iki elinizle kavradığınız bir sopayla yandan vurmak,tenis oynamak,pinpon oynamak)	1	2	3	4	5

	Engel yok	Az engel	Orta derecede	Bir hayli	Aşırı
7-Son hafta süresince kol omuz yada el probleminiz aile arkadaşlar, komşular veya gruplarla normal sosyal etkinliklerinize ne ölçüde engel oldu	1	2	3	4	5

	Hiç kısıtlanmış hissetmiyorum	Hafif derecede kısıtlı	Orta derecede kısıtlı	Çok kısıtlı	Bedensel etkinlik yapamıyorum
8-Son hafta süresince kol omuz yada el sorunuz nedeniyle işinizde yada diğerk günlük etkinliklerde kısıtlandınız mı?	1	2	3	4	5
	Zorluk yok	Hafif derecede zorluk	Orta Derecede Zorluk	Bir hayli	Aşırı
9-El, omuz ya da kol ağrınız	1	2	3	4	5
10-El,omuz yada kolunuzdaki karıncalanma (iğnelenme	1	2	3	4	5

	Zorluk yok	Hafif derecede zorluk	Orta derecede zorluk	Aşırı zorluk	O kadar zorluk varki uyuyamıyorum
11-Geçen hafta içinde el, omuz yada kol ağrınız nedeniyle uyumada ne kadar zorlandınız	1	2	3	4	5