T.C.

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi

Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

DİSTAL RADİUS KIRIKLARINDA VOLAR PLAK TESPİTİ SONRASI PRONATOR TERES KASININ HACİMSEL ANALİZİ

Dr. Uğur KAYIK

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Ahmet Emre PAKSOY

Bu tez 12069 ve 14611 ID no'lu projeler olarak Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

ERZURUM-2024

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİ ve TEZİ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Adı, Soyadı : Uğur KAYIK	**Sınav tarihi:** 24/10/2024
Anabilim Dalı : Ortopedi ve Travmatoloji	
Tez Danışmanı ve Atanma Tarihi: Doç. Dr. Ahmet Emre PAKSOY	
Tezin Konusu ve Başlığı: ''Distal Radius Kırıklarında Volar Plak Tespiti Sonrası Pronator Teres Kasının Hacimsel Analizi'' **Belirlenme Tarihi** : 23.12.2022	
Tezin Niteliği : ☒ Tıpta Uzmanlık Tezi ☒ Klinik Çalışmalar ( ) Prospektif (X) Retrospektif ( ) Kesitsel ☐ Laboratuvar Çalışmaları ( ) Invitro (Cansız) Çalışmaları ( ) Hayvan Çalışmaları	
Tez Sınavının Nasıl Yapıldığı: ☒ Yüz yüze katılım sağlanarak ☐ Online (Jürinin teşkil edilmesinde kurum dışından belirlenecek olan jüri üyesi, aynı il sınırları içerisinde bulunmadığından, tez sınavı dijital ortamda yapılmıştır.)	

II. KARAR

Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin 19. maddesi gereğince yapılan tez savunma sınavının tamamlanması sonucunda adı geçenin tezinin, jüri üyelerince "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak;

☒ Kabulüne

1.Tez Sınavı ☐ Reddine (Eksikliklerin tamamlanması ve gerekli düzeltmelerin yapılması için uzmanlık öğrencisine, TUEY'nin 19. Maddesinin 6. fıkrası gereğince altı aylık ek bir süre verilmesine)

2.Tez Sınavı ☐ Reddine (TUEY'nin 19. Maddesinin 7. fıkrası gereğince, uzmanlık öğrencisinin uzmanlık öğrenciliği ile ilişiğinin kesilmesine)

☒ Oy birliği ☐ Oy çokluğu ile karar verilmiştir.

III. AÇIKLAMALAR

Lütfen, tezin reddi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız

IV. JÜRİ ÜYELERİ

	Unvanı Adı Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurum Bilgisi	İmza
Jüri Başkanı	Prof. Dr. Orhan KARSAN	Ortopedi ve Travmatoloji	Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Ahmet Emre PAKSOY	Ortopedi ve Travmatoloji	Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Cenk TURGUT	Ortopedi ve Travmatoloji	Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi	

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR LİSTESİ iv
TEŞEKKÜR vii
ÖZET viii
ABSTRACT x
1. GİRİŞ VE AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. El Bileği Anatomisi 3
2.1.1. Kemik – Eklem Anatomisi 3
2.1.2. Bağlar 3
2.1.3. Kaslar, Tendonlar, Damar ve Sinir Yapıları 3
2.2. Biyomekanik 5
2.3. Sınıflandırma 6
2.3.1 Frykmann Sınıflaması 6
2.4. Radyolojik Değerlendirme 7
2.4.1. Direkt Grafi 7
2.4.2 Bilgisayarlı Tomografi 10
2.4.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme 10
2.5. Tedavi 10
2.5.1. Kapalı Redüksiyon ve Alçılama 10
2.5.2 Kapalı Redüksiyon ve Perkütan Pinleme 11
2.5.3 Eksternal Fiksatör İle Tespit 11
2.5.4. Açık Redüksiyon ve İnternal Tespit 12
2.6. Komplikasyonlar 14
3. GEREÇ VE YÖNTEM 16
3.1.Hastalar 16
3.2. Eklem Hareket Açıklığının ve Kavrama Kuvvetinin Ölçülmesi 17
3.4. Ağrı Skorlaması 21
3.5. İzokinetik Test Protokolü 21
3.6. Radyolojik Değerlendirme 23
3.7. İstatistiksel Analiz 24
4. BULGULAR 25
4.1. Demografik Veriler 25

4.2. Eklem Hareket Açıklığı ve Kavrama Kuvveti Analizi 25
4.3. Fonksiyon Skorlamaları Analizi 27
4.4. Ağrı Skorlaması Analizi 27
4.5. İzokinetik Test Analizi 27
4.5. Röntgen Analizi 28
4.6. Manyetik Rezonans Analizi 29
6. TARTIŞMA 31
7. SONUÇLAR 38

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Yaş Dağılımı..... 25
Tablo 2. Kırıkların Frykmann Sınıflaması..... 25
Tablo 3. Eklem Hareket Açıklıkları ve Normal Değerler 26
Tablo 4. Birinci Yıldaki Fleksiyon Kaybının Değerlendirilmesi 26
Tablo 5. Kavrama Kuvvetlerinin Değerlendirilmesi 27
Tablo 6. İzokinetik ölçümlerin karşılaştırılması 28
Tablo 7. Radyolojik veriler..... 29
Tablo 8. MR Analizi..... 30

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Pronator Kuadratus ve Pronator Teres Kası 5
Şekil 2. Frykmann Sınıflaması 7
Şekil 3. Radyal İnklinasyon Ölçümü 8
Şekil 4. Radyal Uzunluk Ölçümü 8
Şekil 5. Volar Tilt Ölçümü 9
Şekil 6. Ulnar Varyans Ölçümü 9
Şekil 7. Distal Radius'a Volar Plak Uygulanması 14
Şekil 8. Dinamometreyi tutma ve sıkma pozisyonu 19
Şekil 9. Isomed 2000 Basic model izokinetik cihaz 22
Şekil 10. Pronator teres kasının MR kesitlerinde analiz edilmesi 24

KISALTMALAR DİZİNİ

MR: Magnetik Rezonans

BT: Bilgisayarlı Tomografi

DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand

QuickDASH: Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand

PRWE: Patient-Rated Wrist Evaluation

VAS: Visual Analogue Score

DRUE: Distal Radioulnar Eklem

TFKK: Triangular Fibrokartilaj Kompleks

AO/OTA: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association

SL: Skafolunat

FKR: Fleksör Karpi Radialis

Cm: Santimetre

Mm: Milimetre

Nm: Newton-metre

J: Joule

Kg: Kilogram

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında destek ve katkılarını esirgemeyen herkese teşekkürlerimi sunarım. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimim süresince kendilerinden çok şey öğrendiğim sayın hocalarım Prof. Dr. Orhan Karsan, Prof. Dr. Naci Ezirmik, Prof. Dr. Ömer Selim Yıldırım, Prof. Dr. Ali Aydın, Doç. Dr. Sinan Yılar, Doç. Dr. Ahmet Emre Paksoy, Doç. Dr. M. Çağatay Engin, Dr. Öğr. Üyesi Eyüp Şenocak, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Cenk Turgut'a teşekkür ederim.

Tez danışmanım Doç. Dr. Ahmet Emre Paksoy'a, çalışmam boyunca değerli rehberliği, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaştığı için içten teşekkürlerimi sunarım. İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim dalı'ndan Dr. Öğr. Üyesi Ömer Ayık'a, bu çalışmanın şekillenmesinde ve uygulanmasında sağladığı değerli katkılar için özel teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezi yazarken radyolojik ölçümler konusunda bana çok yardımcı olan hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'ndan Sayın Doç. Dr. Bahar Yılmaz Çankaya'ya ve Dr. Muhammet Furkan Demiral kardeşime de teşekkür ederim.

Tezimin hazırlanma sürecinde istatistik kısmında bana destek olan değerli abim Op. Dr. Mehmet Koçaslan'a teşekkür ederim. Tezimde yer alan görsellerin hazırlanmasında büyük emek veren sevgili arkadaşım ve meslektaşım Dr. Bengisu Aydoğdu'ya desteği için gönülden teşekkür ederim. Ayrıca, çalışmamda emeği geçen tüm asistan kardeşlerime ve abilerime minnettarım.

Son olarak, aileme, özellikle hayatım boyunca hep yanımda olan ve bana destek veren canım anneme, ayrıca bu süreçte desteğini her zaman hissettiğim sevgili eşim Havva'ya teşekkür ederim. Moralimi yüksek tutarak bu zorlu süreci başarıyla tamamlamamda bana büyük destek oldular.

Dr. Uğur KAYIK

ÖZET

Distal Radius Kırıklarında Volar Plak Tespiti Sonrası Pronator Teres Kasının Hacimsel Analizi

Amaç: Distal radius kırıkları nedeniyle volar plak tespiti yapılan hastalarda, pronator kuadratus kasının kesilmesi ve onarılmaması durumunda önkolda anlamlı bir pronasyon kısıtlılığı meydana gelmemektedir. Hipotezimiz, pronasyon fonksiyonunun etkilenmemesinin nedeninin yardımcı pronator kas olan pronator teres kasında meydana gelen kompansatuar hipertrofi olmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamız, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'ne Şubat 2023 – Ağustos 2024 tarihleri arasında distal radius kırığı nedeniyle başvuran ve volar plak ile tedavi edilen 30 hastanın katılım gösterdiği prospektif bir çalışmadır. Volar plak ile tespit yapılan hastalarda, genellikle kırık hattına ulaşmanın yolu pronator kuadratusu diseke etmektir. Çalışmamızdaki 30 hastanın hiçbirinde pronator kuadratus kası tamir edilmedi; tüm vakalarda kas plağın üzerine dikiş atılmadan örtüldü. Bu hastaların kontrol vizitlerinde el bileği eklem hareket açıklığı, kavrama kuvveti, QuickDASH *(Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand)* skoru, PRWE *(Patient-Rated Wrist Evaluation)* VAS *(Visual Analog Scale)* ve röntgen görüntüleme kullanılarak değerlendirmeler yapıldı. Hipotezimizi araştırmak amacıyla her hasta için cerrahi müdahale öncesinde kontrastsız önkol manyetik rezonans (MR) görüntülemesi yapılarak pronator teres kasının ameliyat öncesi hacmi belirlendi. Cerrahi müdahale sonrası 6. ay ve 1. yıl kontrollerinde pronator teres kasının volümünü kontrol etmek amacıyla bu MR görüntülemeleri tekrarlandı.

Bulgular: Hastaların cerrahi müdahale sonrası kontrolleri değerlendirildiğinde, müdahaleden bir yıl sonra kaynamayan veya malunion ile kaynayan kırık olmadı. Fleksiyon dışında el bileği eklem hareket açıklıkları normal aralıktaydı. Kavrama kuvveti %10 kuralına uyularak sağlam tarafla karşılaştırıldı, ortaya çıkan fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. QuickDASH skoru, PRWE skoru ve VAS skorları hesaplandı, katılımcıların ameliyat sonrası 6. ayda hafif kısıtlamalar ve ağrı yaşadıkları görüldü, ameliyat sonrası 1. yılda ise fonksiyonel olarak neredeyse hiç zorluk ve ağrı

yaşamadıkları görüldü. Ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 6. ay ve ameliyat sonrası 1. yıl tarihlerinde önkol MR görüntülemeleri yapıldı, pronator teres kasının hacminde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu gözlemlendi.

Sonuç: Distal radius kırıklarında volar plak ile tespit yapılan hastalarda, pronator kuadratus kasının diseke edilmesi ve sonrasında onarılmaması durumunda, bir yıllık takiplerde pronasyon fonksiyonu değerlendirildiğinde anlamlı bir kayıp olmadığı gözlemlenmiştir. Bu durumun nedeni olarak, pronator teres kasında meydana gelen kompansatuar hipertrofi mekanizması düşünülebilir.

Anahtar Sözcükler: volar plak, pronator kuadratus, kavrama kuvveti, kompansatuar hipertrofi

ABSTRACT

Volumetric Analysis of the Pronator Teres Muscle After Volar Plate Fixation in Distal Radius Fractures

Objective: In patients treated volar plate fixation for distal radius fractures, the resection and non-repair of the pronator quadratus muscle does not result in significant forearm pronation limitation. Our hypothesis is that the absence of impairment in pronation function is due to compensatory hypertophy occuring in the pronator teres muscle, which serves as an auxiliary pronator.

Materials and Methods: Our study is a prospective study involving 30 patients who presented with distal radius fractures and were treated with volar plate fixation at Atatürk University Faculty of Medicine Hospital between February 2023 and August 2024. In patients undergoing volar plate fixation, the typical approach to the fracture line involves dissecting the pronator quadratus muscle. In none of the 30 patients in our study was the pronator quadratus muscle repaired; in all cases, the muscle was covered over the plate without suturing. During follow-up visits, assessments were made for wrist joint range of motion, grip strength, QuickDASH (Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand) score, PRWE (Patient-Rated Wrist Evaluation), VAS (Visual Analog Scale), and radiographic imaging. To investigate our hypothesis, preoperative non-contrast forearm magnetic resonance (MR) imaging was performed for each patient to determine the preoperative volume of the pronator teres muscle. At the 6-month and 1-year postoperative follow-ups, these MR scans were repeated to assess changes in the volume of the pronator teres muscle.

Results: Upon evaluating the postoperative follow-ups of the patients, no cases of nonunion or malunion were observed one year after the surgery. Except for flexion, wrist joint range of motion was within normal limits. Grip strength was compared to the unaffected side following the 10% rule, and the difference was not statistically significant. The QuickDASH, PRWE, and VAS scores were calculated, revealing that participants experienced mild limitations and pain at the 6-month postoperative mark,

whereas by the 1-year follow-up, they reported almost no functional difficulties or pain. Forearm MR imaging was performed preoperatively, at 6 months, and at 1 year postoperatively, and a statistically significant increase in the volume of the pronator teres muscle was observed.

Conclusion: In patients with distal radius fractures treated with volar plating, dissecting and not repairing the pronator quadratus muscle does not result in significant pronation loss after one year. This can be attributed to the compensatory hypertrophy of the pronator teres muscle.

Keywords: volar plate, pronator quadratus, grip strength, compensatory hypertrophy

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Her yıl 10.000 kişiden 16'sında distal radius kırığı görülmektedir. Bu kırıklar üst ekstremitede en sık karşılaşılan kırık türlerindendir (1). Yaşlı nüfusun ve buna bağlı osteoporozun artmasıyla birlikte, distal radius kırığı olan hasta sayısında önemli bir artış beklenmektedir. Konuyla ilgili birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen, distal radius kırıklarının tedavisinde hâlâ tam bir görüş birliği sağlanamamıştır (2).

Tedavi hedefleri, Abraham Colles'in 1814 yılındaki öngörüsüyle 200 yıl önce belirlenmiştir. Colles, kırık iyileştikten sonra uzvun tüm hareketlerinde tam eklem hareket açıklığına kavuşmasını ve tamamen ağrısız hale gelmesini hedeflemiştir (3).

Günümüzde tedavinin temel amacı, el bileğinin, hastanın yaşam standartlarına ve kırık tipine göre en iyi fonksiyonelliği sağlamaktır. Bu kırıkların tedavisinde konservatif yöntemlerden cerrahi müdahalelere doğru bir eğilim gözlense de, tedavi kişiye özeldir; örneğin, çok yaşlı veya ileri derecede demanslı hastalarda distal radius kırıklarının redüksiyonu sınırlı bir fayda sağlayabilir (4,5). Ancak, genç ve aktif bireylerde fonksiyonel başarının elde edilmesinde anatomik redüksiyonun yeterliliği kritik bir öneme sahiptir (6). Ayrıca, kırığın tipine bağlı olarak bazı kırıklarda konservatif tedavi ile başarı sağlanabilirken, yeterli anatomik redüksiyonun sağlanamadığı ve instabilite kriterlerini karşılayan olgularda cerrahi yöntemler tercih edilmektedir (7).

Günümüzde açık redüksiyon ve internal tespit, en sık kullanılan cerrahi yöntem olup, yaygın olarak tercih edilen yaklaşım volar yaklaşımdır. Dorsal yaklaşım ile yapılan plaklama, komplikasyon riskinin yüksek olması nedeniyle fazla tercih edilmemektedir (8). Volar yaklaşımda pronator kuadratus kasının diseksiyonunun fonksiyonel sonuçlar üzerindeki etkisi tam olarak bilinmemekle birlikte, bu konuda yapılan araştırmalar devam etmektedir (9). Pronator kuadratus kası onarılan ve onarılmayan vakalar arasında, 12 aylık takiplerde eklem hareket açıklığı ve kavrama gücü açısından fark olmadığını gösteren yayınlar mevcuttur (10).

Bu çalışmada, konumuz olan pronasyon fonksiyonu özelinde literatüre bakıldığında, pronator kuadratus kası dikilmeyen hastalarda ilerleyen dönemlerde

herhangi bir pronasyon kaybı oluşmadığını destekleyen yayınlar mevcuttur (11). Bu çalışmada, pronator kuadratus kasını onarmamanın el bileği ve önkolda pronasyon kısıtlılığına yol açmadığını doğrulamayı ve bu durumun nedenini araştırmayı amaçladık.

Pronator kuadratus kasının onarılmamasına rağmen el bileği ve önkolda pronasyon kısıtlılığının oluşmamasının, pronator teres kasındaki kompansatuar hipertrofiden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bu çalışmanın amacı, pronator teres kasının hacimsel analizini ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 6. ay ve ameliyat sonrası 1. yılda çekilen önkol MR görüntülemelerinde objektif olarak değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. El Bileği Anatomisi

El bileği, radius ve ulna kemiklerinin distal kısmı ile karpometakarpal eklem arasındaki anatomik bölgedir. Bu bölgede kemik yapılarının yanı sıra çok sayıda ligament, tendon ve nörovasküler yapılar yer almaktadır (12).

2.1.1. Kemik – Eklem Anatomisi

El bileği kemik iskeleti, radius ve ulna kemiklerinin distal kısımları, sekiz adet karpal kemik ve beş metakarpal kemiğin proksimal kısımlarından oluşan bir eklemdir. Karpal kemikler, proksimal ve distal sıra olmak üzere ikiye ayrılır. Proksimal sıra karpal kemikler, radial taraftan ulnar tarafa doğru; skafoid, lunatum, trikuetrum ve pisiformedir. Distal sıra karpal kemikler ise trapezium, trapezoideum, kapitatum ve hamatum'dur (13).

2.1.2. Bağlar

Bağlar, el bileğinin hareket kabiliyetini ve stabilitesini artıran, kemikler arasında yer alan yapılardır. Bağlar, ekstrinsik ve intrinsik olarak iki gruba ayrılır. Ekstrinsik bağlar, karpal kemikleri radiusa veya metakarpallara bağlarken, intrinsik bağlar karpal kemikler arasında yer alır.

Ekstrinsik el bileği bağları; dorsal interkarpal bağ, dorsal radiokarpal bağ, radioskafokapitat bağ, uzun radyolunat bağ, kısa radyolunat bağ, ulnolunat ve ulnokapitat bağlarını içerir (14). İntrinsik el bileği bağları ise proksimal sıra interosseöz bağlar (skafolunat bağ ve lunotrikuetral bağ), distal sıra interosseöz bağlar, palmar midkarpal bağlar (skafokapitotrapezoid bağ, trikuetrohamat bağ ve trikuetrokapitat bağ), dorsal midkarpal bağlardan oluşur (15).

2.1.3. Kaslar, Tendonlar, Damar ve Sinir Yapıları

Ekstansör tendonlar, el bileği ekstansör bölgesinde yer alan altı adet ekstansör kompartmandan geçerler. Bu kompartmanlar, tendonların el bileği ve parmakların ekstansiyonunu sağlaması için destekleyici bir yapı sunar.

1. Ekstansör kompartmandan; *abduktor pollicis longus ve extensor pollicis brevis* tendonları,

2. Ekstansör kompartmandan; *extensor carpi radialis longus ve extensor carpi radialis brevis* tendonları,

3. Ekstansör kompartmandan; *extensor pollicis longus* tendonu,

4. Ekstansör kompartmandan; 2,3 ve 4. parmakların *extensor digitorum* tendonları ve *extensor indicis proprius* tendonu,

5. Ekstansör kompartmandan; *extensor digiti minimi* tendonu,

6. Ekstensör kompartmandan; *extensor carpi ulnaris* tendonu geçmektedir.

Fleksör tendonlar, karpal tünelin içinden geçenler ve karpal tünelin dışından geçenler olmak üzere iki kısımda incelenebilir.

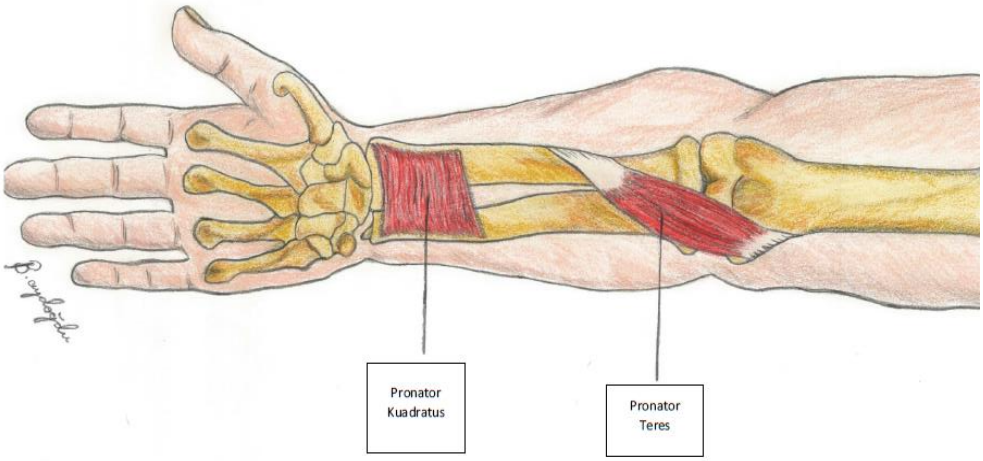
Karpal tünelin içinden geçenler:

- 4 adet *flexor digitorum superficialis* tendonları
- 4 adet *flexor digitorum profundus* tendonları
- 1 adet *flexor pollicis longus* tendonu

Karpal tünelin dışından geçenler:

- *Flexor carpi radialis* tendonu
- *Flexor carpi ulnaris* tendonu
- *Palmaris longus* tendonu (15)

Pronator kuadratus kası, önkolun el bileği seviyesinde yer alan derin kaslardan biridir. Ulnanın distal uç ön yüzünün yaklaşık dörtte birlik kısmından başlayarak, radiusun distal uç ön yüzünün yaklaşık dörtte birlik kısmına kadar uzanır (Şekil-1). Bu kas, önkolun pronasyon hareketinden esas sorumlu kastır. Anterior interosseöz arter tarafından beslenir ve anterior interosseöz sinir tarafından uyarılır (16).



Şekil 1. Pronator Kuadratus ve Pronator Teres Kası

2.2. Biyomekanik

Distal radius kırıklarının uygun şekilde tedavi edilebilmesi için el bileğinin biyomekaniğinin iyi anlaşılması gereklidir (17). El bileği, radiokarpal ve midkarpal eklemler sayesinde fleksiyon, ekstansiyon, radial deviasyon ve ulnar deviasyon hareketlerini yapabilmektedir. Ayrıca, bu hareketlerin kombinasyonu olan dairesel hareketi de gerçekleştirebilen karmaşık bir eklemdir. Bunun dışında, proksimal ve distal radioulnar eklemler aracılığıyla pronasyon ve supinasyon fonksiyonlarını da yerine getirmektedir. El bileğinde eklem hareket açıklıklarını değerlendirdiğimizde bu fonksiyonların önemini daha iyi anlayabiliriz.

El bileğinin eklem hareket açıklıkları şu şekildedir:

- Ekstansiyon: 50-80 derece
- Fleksiyon: 60 – 85 derece
- Radial deviasyon: 15 – 30 derece
- Ulnar deviasyon: 30-45 derece

Ayrıca el bileği, ön kol ile birlikte 80 – 90 derece pronasyon ve 80 – 90 derece supinasyon hareketi yapabilmektedir. Bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır, ancak en kapsamlı çalışmalardan birinde Palmer ve arkadaşları, el bileğinin fonksiyonel aralığını 30° ekstansiyon, 5° fleksiyon, 10° radial deviasyon ve 15° ulnar deviasyon olarak tanımlamışlardır (18).

El bileği nötr pozisyonda iken, yük aktarımı şu oranlarda gerçekleşmektedir: %50'si skafoid fossa, %35'i lunat fossa ve %15'i trianguler fibrokartilaj kompleksi aracılığıyla aktarılmaktadır (19).

Rikli ve Regazzoni'nin kullandığı üç kolon teorisi, özellikle intraartiküler distal radius kırıklarının biyomekaniğini anlamaya ve internal tespitin planlanmasını daha anlaşılır kılmaya yardımcı olur. Bu teori, el bileği eklemini radial, ulnar ve orta kolon olmak üzere üç kolona ayırır (20).

2.3. Sınıflandırma

Günümüzde en sık kullanılan sınıflamalar; Older, Frykman, Melone, AO/OTA, Mayo, Fernandez ve Medoff sınıflamalarıdır (21). Henüz prognoz tahmini ve tedaviye yol gösterme açısından ideal bir sınıflama sistemine ulaşılamamıştır. Biz bu çalışmada, distal radius kırığı olan hastalar için Frykmann sınıflamasını tercih ettik.

2.3.1 Frykmann Sınıflaması

Bu sınıflama 1967 yılında tanımlanmıştır ve kırığın eklem içini içerip içermediği ile ulnar stiloid kırığının eşlik edip etmediği, dolayısıyla distal radioulnar eklemin değerlendirilmesine önem verilmiştir (22). Frykmann sınıflaması, distal radius kırıklarını sekiz sınıfta incelemektedir (Şekil-2):

Tip 1: Eklem dışı distal radius kırığı

Tip 2: Eklem dışı distal radius kırığı ve ulnar stiloid kırığı

Tip 3: Radioulnar eklemi içeren distal radius kırığı

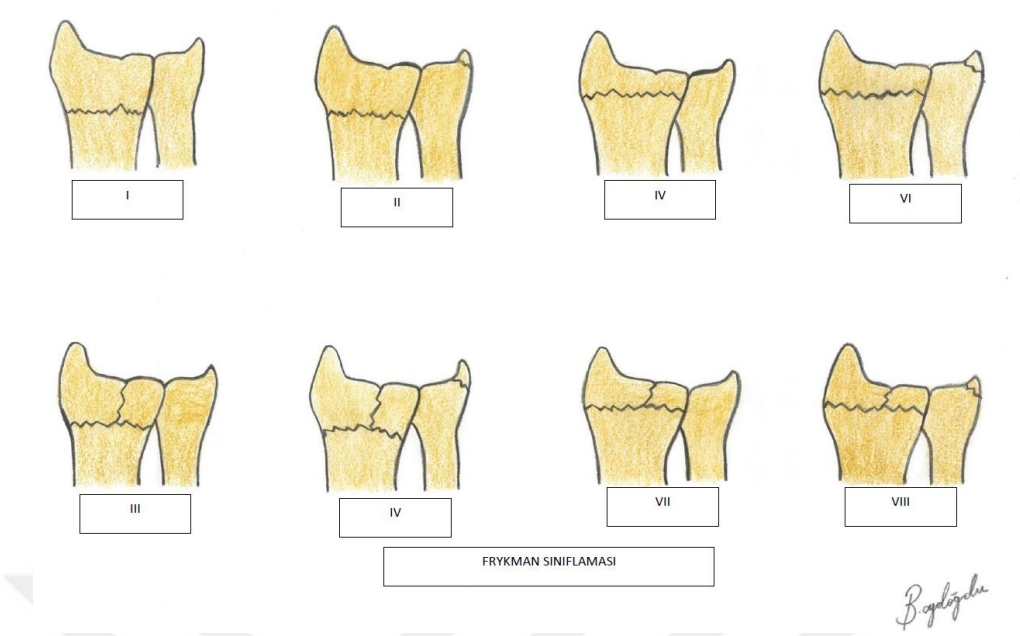
Tip 4: Radioulnar eklemi içeren distal radius kırığı ve ulnar stiloid kırığı

Tip 5: Radioulnar eklemi içeren distal radius kırığı

Tip 6: Radioulnar eklemi içeren distal radius kırığı ve ulnar stiloid kırığı

Tip 7: Hem radiokarpal hem de radioulnar eklemi içeren distal radius kırığı

Tip 8: Hem radiokarpal hem de radioulnar eklemi içeren distal radius kırığı ve ulnar stiloid kırığı



Şekil 2. Frykmann Sınıflaması

2.4. Radyolojik Değerlendirme

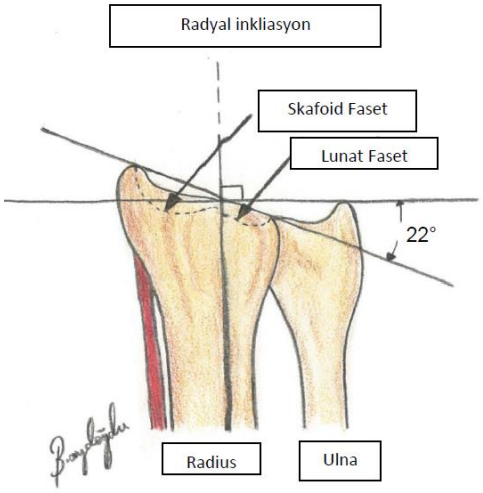
Distal radius kırıklarında kullanılan görüntüleme yöntemleri; direkt grafi, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme, sintigrafi ve artroskopidir.

2.4.1. Direkt Grafi

Distal radius kırıklarında ilk istenmesi gereken görüntüleme yöntemi, iki yönlü (AP/Lateral) el bileği grafisidir. AP grafilerde radyal inklinasyon, radyal uzunluk ve ulnar varyans ölçümleri değerlendirilir. Lateral grafide ise dorsal/volar tilt ölçümü yapılmaktadır.

-Radial İnklinasyon

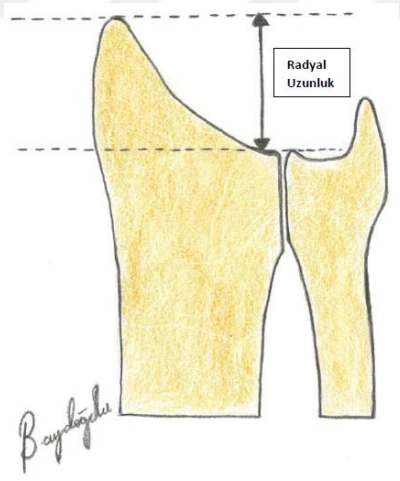
Radial inklinasyon ortalama 23°'dir. AP grafide, distal radyal eklem yüzeyine tanjansiyel olarak çizilen bir çizgi ile radius şaftını dik bir şekilde kesen yatay çizgi arasındaki açıdır (Şekil-3) (23).



Şekil 3. Radyal İnklinasyon Ölçümü

- Radial Uzunluk

Radial uzunluk, radiusun uzun aksına radyal stiloidden çizilen yatay çizgi ile ulna başından çizilen yatay çizgi arasındaki mesafedir. Ortalama değeri 11 mm'dir (Şekil-4) (24).

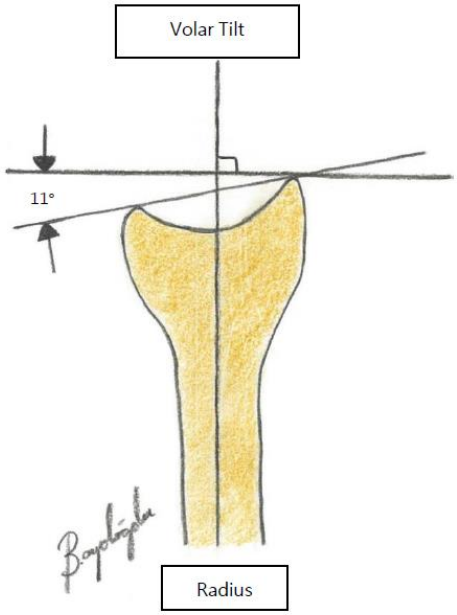


Şekil 4. Radyal Uzunluk Ölçümü

- Volar Tilt:

Radiusun lunat yüzeyinin en dorsaldeki ve en volardeki kenarları arasında çizilen çizgi ile radiusun uzunlamasına ekseni arasındaki açıdır (Şekil-4). Bu açı ölçülürken lunat eklem yüzeyinin tam olarak görüntülenebilmesi ve radyal stiloidin

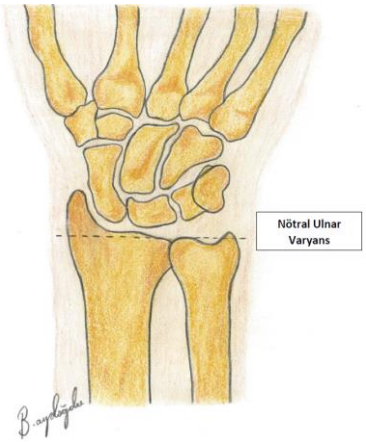
kemik örtüsünün ortadan kaldırılması için ışın, el bileğine yaklaşık 10° - 30° distalden proksimale doğru açılı şekilde lateral grafi ile değerlendirilmelidir (23).



Şekil 5. Volar Tilt Ölçümü

- Ulnar Varyans

Ulnar varyans ortalama ± 2 mm' dir. Bu parametre, radiusun lunat fossası ile ulnanın distal eklem yüzü arasındaki farkı gösterir (Şekil-6). Bu ölçüm, ön kolun uzun eksenine göre yapılır (23).



Şekil 6. Ulnar Varyans Ölçümü

2.4.2 Bilgisayarlı Tomografi

Özellikle eklem içi kırıklarda, eklemin durumu, parça sayısı ve basamaklanma bilgisayarlı tomografi ile daha iyi değerlendirilebilir. Bu tetkik, özellikle çok parçalı kırıklarda hem kırığın anlaşılması hem de cerrahi planlama açısından oldukça faydalıdır (24).

2.4.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Bu yöntem rutin olarak önerilmemektedir. Ancak manyetik rezonans görüntüleme, okkült kırıklar hakkında da bilgi verir. Ayrıca kemik dokunun yanı sıra yumuşak doku yaralanmalarını da değerlendirebiliriz. Özellikle yüksek enerjili yaralanmalarda görülen triangüler fibrokartilaj kompleksi (TFKK) ve skafolunat (SL) bağ yaralanmaları, median sinir patolojileri, karpal instabiliteler ve tenosinovitler teşhis edilebilmektedir (25).

2.5. Tedavi

Distal radius kırıklarının tedavi seçenekleri; hastanın yaşı, kemik kalitesi, fonksiyonel talepleri ve kırığın özellikleri gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterir. Ancak temel amaç, mümkün olduğunca anatomik redüksiyonun elde edilmesi ve bu durumun korunmasıdır (26).

Temel tedavi yöntemleri şu şekilde sıralanabilir:

- Kapalı redüksiyon ve alçılama
- Kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme
- Eksternal fiksatör ile tespit
- Açık redüksiyon ve internal tespit

2.5.1. Kapalı Redüksiyon ve Alçılama

Nondeplase, eklem dışı, stabil, yüksek fonksiyonel beklentisi olmayan ve cerrahi müdahale gerektirmeyen distal radius kırıklarında konservatif tedavi yöntemi olarak kapalı redüksiyon ve alçılama işlemi tercih edilebilir. Bu işlem genellikle hematom bloğu veya sedoanaljezi altında uygulanır. Kapalı redüksiyon sonrası kabul kriterleri şu şekildedir:

- Radius kısalığının 5 mm'den daha az olması
- Radial inklinasyonun 15°'den fazla olması
- Volar tilt'in 0-20° arasında olması
- Eklem içi basamaklanmanın 2 mm 'den az olması (27)

Lafontaine ve arkadaşları tarafından distal radius kırıklarında instabilite kriterleri tanımlanmıştır:

- Kırık ilk oluştuğunda 20°'den fazla dorsal açılanma olması
- Dorsal kortekste %50'den fazla parçalanma olması
- Hastanın yaşının 60'tan büyük olması
- Eklem içi kırık bulunması
- Eşlik eden ulna kırığı bulunması

Bu beş kriterden üçünün mevcut olduğu durumlarda, kırık instabil olarak değerlendirilir ve cerrahi olarak tedavi önerilir (28).

2.5.2 Kapalı Redüksiyon ve Perkütan Pinleme

Kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme işlemi, özellikle iki veya üç parçalı kırıklar için tercih edilen minimal invaziv bir tedavi yöntemidir. Ciddi boyutta metafizyal parçalanması olan kırıklarda ve volar ya da dorsal Barton kırıklarında bu yöntem tek başına tedavi olarak kullanılmamalıdır (29). Pinlerin konfigürasyonu ile ilgili birçok farklı yöntem mevcuttur, ancak en popüler olanı, radyal stiloidden iki adet diverjan pin kullanımıdır. Pinler yerleştirilirken, mümkünse distal radioulnar eklemden geçilmemesine dikkat edilmelidir (30).

2.5.3 Eksternal Fiksatör İle Tespit

Eksternal fiksatör ile tespit, ligamentotaksis prensibine dayanmaktadır. Kırık, kapalı olarak redükte edildikten sonra, bu pozisyonun korunmasını sağlar. Ancak, dorsal ve volar Barton kırıklarında, radial translasyona etki edemediği için ve eşlik eden distal radioulnar eklem (DRUE) instabilitesi durumunda kullanılması önerilmemektedir (31).

Endikasyonlar (32)

- Açık kırıklar
- Kırıklı çıkıklar
- İnstabil ve eklem içi çok parçalı kırıklar
- Ciddi yumuşak doku hasarı bulunan olgular
- Çoklu travmaya maruz kalmış hastalarda, hasar kontrolü amacıyla geçici tespit yöntemi olarak
- Konservatif yöntemle izlenen hastalarda redüksiyon kaybı meydana geldiğinde

Eksternal fiksatörün proksimal şanz vidaları, radius şaftının orta üçte birlik kısmına, ekstansör karpi radyalis brevis ve ekstansör karpi radyalis longus tendonları arasından dorsoradial açıyla yerleştirilir. Bu esnada özellikle radyal sinirin yüzeyel duyu dalına dikkat edilmelidir. Distal şanz vidaları ise ikinci metakarp kemiğinin diafizer kısmına yerleştirilir (33).

Komplikasyonlar (31)

- Redüksiyonun bozulması
- Şanz bölgesinde enfeksiyon
- Refleks sempatik distrofi gelişimi
- El bileği ekleminde sertlik oluşumu

2.5.4. Açık Redüksiyon ve İnternal Tespit

Açık redüksiyon, distal radius kırıklarında hem dorsal hem de volar yaklaşımla gerçekleştirilebilir. Redüksiyon sağlandıktan sonra, kırığın tespiti dorsal veya volar plaklar ile yapılır. Ancak, distal radius kırıklarında dorsal plak yerleştirme yöntemi, ekstansör tenosinoviti ve ekstansör tendon rüptürleri gibi komplikasyonların sık görülmesi nedeniyle günümüzde yaygın olarak tercih edilmemektedir (34).

-Volar yaklaşım

Kilitli volar plakların kullanılmaya başlanmasıyla birlikte volar yaklaşım, distal radius kırıklarının tedavisinde daha yaygın ve popüler bir yöntem haline gelmiştir. Volar plak kullanımının klasik endikasyonları *Volar Barton* kırığı ve *Smith* kırığı olarak tanımlansada, dorsal plaklamanın komplikasyonları ve volar kilitli

plakların sağladığı avantajlar sayesinde bu yöntem hemen hemen her tip kırığa uygulanabilir hale gelmiştir (35).

Kontrendike olduğu durumlar:

- Fiz hatları açık olan pediatrik vakalar
- Yetersiz yumuşak doku örtünmesi olan açık kırıklar
- Distalde kemik doku kaybı bulunan eklem içi kırıklar

Ayrıca, aşırı parçalanma içeren yüksek enerjili ve instabil kırıklarda yalnızca volar plak ile tespit yapmak rölatif bir kontrendikasyondur. Bu tür durumlarda birden fazla tespit materyali kullanılması gerekmektedir (35).

Distal radius kırıklarının volar plak ile tespiti için *Modifiye Henry* yaklaşımı tercih edilir. Bu yaklaşımda, fleksör karpi radyalis (FKR) tendonu ve radial arter arasındaki intervalden girilir. İnsizyon sonrası, FKR tendon kılıfı keskin diseksiyon ile açılır. FKR tendonu ulnar tarafa, radial arter ise radial tarafa doğru ekarte edilir. Sonrasında, FKR ve radial arter arasındaki intervalden künt parmak diseksiyonu ile ilerlenir. Bu işlem sırasında, fleksör pollicis longus kas ve tendonları diseke edilerek pronator kuadratus kası ortaya çıkarılır. Pronator kuadratus kası, radyal yapışma yerinde yaklaşık 2-3 mm güdük kalacak şekilde "ters L" biçiminde kesilir ve kaldırılır. Böylece kırık hattına ulaşılır.

Kırık sahasındaki hematom kürete edilerek temizlenir. Bazen kırık redüksiyonunu engelleyen kuvvet uygulayan brakiyoradyalis tendonu serbestleştirilebilir. Redüksiyon sağlandıktan sonra, geçici redüksiyon amacıyla Kirschner telleri kullanılabilir. Plak, kemiğin üzerine yerleştirilir ve vidalar ile kemiğe adapte edilir (Şekil-7) (35).



Şekil 7. Distal Radius'a Volar Plak Uygulanması

İşlem sonunda, 2-3 mm güdük bırakılan pronator kuadratus kasının plağın üzerine kapatılması önerilmektedir. Ancak bu, her zaman mümkün olamamaktadır. Kasın örtülmesi, plağın tendon ve yumuşak dokularla temasını azaltarak komplikasyon riskini düşürmeyi amaçlar, ancak doku durumuna ve cerrahi sahaya bağlı olarak bu işlem her vakada gerçekleştirilemeyebilir.

2.6. Komplikasyonlar (36)

- **Yumuşak doku komplikasyonları**

- Ekstansör tendon patolojileri (en sık görülen *extensor pollicis longus* tendon rüptürü)
- *Intersection* sendromu
- Fleksör tendon rüptürleri (en sık görülen: *flexor pollicis longus* rüptürü)

Plak yerleştirilirken *watershed* hattına yerleştirilmemelidir. Fleksör tendon irritasyonu, plak bu bölgeye yerleştirildiğinde en sık görülen komplikasyondur.

- **Nörovasküler komplikasyonlar**

- Radial arter rüptürü
- Radial arter psödoanevrizması
- Karpal tünel sendromu
- Yüzeyel radial sinir duyusal nöropatisi
- Kompartman sendromu
- Kompleks bölgesel ağrı sendromu

- **Kemiksel komplikasyonlar**

- Redüksiyon kaybı
- Distal radyoulnar eklem ağrısı ve artrit
- Radyal uzunluk kaybı
- Tespit amacıyla yerleştirilen vidanın eklem içine gitmesi
- Osteomyelit
- Eklem sertliği

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Hastalar

Çalışmamız, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun 29.12.2022 tarihli ve 10 no'lu toplantısında alınan karar ile başlatılmıştır. Bu tez çalışması, prospektif bir gözlemsel araştırma olarak tasarlanmıştır. Çalışma kapsamında, Şubat 2023 ile Ağustos 2024 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde volar plak yöntemi ile distal radius kırığı tedavisi gören 30 hasta incelenmiştir. Araştırma süresi boyunca en az 12 aylık veriler toplanmış olup, çalışmamız tek hasta grubu üzerinde yapılmış ve değerlendirilmiştir.

Tez çalışmamız, 12069 ve 14611 ID no'lu projeler olarak Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Dahil Edilme Kriterleri:

- 18–70 yaş aralığında olmak
- Volar plak yöntemi ile osteosentez yapılmaya uygun endikasyondaki kırıklar
- Ölçüm yapılacak kasın volümünü etkileyecek açık yara veya kesi gibi bir tıbbi durumun olmaması
- En az 12 aylık takip süresi

Hariç Tutulma Kriterleri:

- Açık kırıklar
- İki taraflı distal radius krıkları
- Önceden üst ekstremite cerrahisi geçirmiş hastalar
- Eşlik eden nörovasküler yaralanması olan hastalar
- Araştırmaya katılmayı reddeden veya kişisel sebeplerle araştırmadan ayrılan hastalar

Çalışmamıza, dahil edilme kriterlerini karşılayan ve katılmayı kabul eden hastalar, aydınlatılmış onamları alınarak dahil edilmiştir.

Bu tarihler arasında çalışmamıza 33 gönüllü katılım göstermiştir. Ancak üç kişi takiplerden ayrıldığı için çalışmadan çıkarılmıştır. Ameliyat öncesinde tüm katılımcıların demografik bilgileri kaydedilmiştir. Çalışmaya katılan 30 gönüllü hastanın 16'sı erkek (%53,3), 14'ü ise kadın (%46,7) olarak belirlenmiştir. Katılımcıların yaş aralığı 18-70 arasında değişmektedir. Hastaların dominant tarafları ve kırık olan tarafları kaydedilmiş, ayrıca kırığın meydana gelme mekanizması değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, kırık sınıflandırılması için *Frykman* sınıflandırma sistemi kullanılmıştır. Ameliyat öncesinde tüm katılımcılara el bileğinin iki yönlü (AP/Lateral) grafisi ile önkol manyetik rezonans (MR) görüntülemesi yapılmıştır.

Daha önce de belirtildiği gibi, çalışmamız tek bir hasta grubu üzerinden yürütülmüştür. Bu hastaların hiçbirinde pronator kuadratus kası onarılmamış, basitçe plağın üzerine örtülerek bırakılmıştır. Ameliyat sonrası kontrol tarihleri, müdahaleden sonra 2. hafta, 5. hafta, 3. ay, 6. ay ve 1. yıl olarak belirlenmiştir. Cerrahi işlemler ve işlem sonrası kontroller, tek bir cerrah tarafından gerçekleştirilmiştir. Radyolojik değerlendirmeler ise iki farklı radyolog tarafından analiz edilmiştir.

3.2. Eklem Hareket Açıklığının ve Kavrama Kuvvetinin Ölçülmesi

Eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi, el bileği yaralanmalarının cerrahi ve cerrahi olmayan tedavisinin başarısını değerlendirmek için başvurulan temel yöntemlerden biridir. Bu ölçümler genellikle manuel gonyometre ile yapılmaktadır (37). Bu yöntem non-invaziv, ucuz ve kullanımı kolay-pratik bir yaklaşımdır. Manuel gonyometre ile eklem hareket açıklıklarının ölçülmesi, günümüzde altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir (38). Biz de çalışmamızda eklem hareket açıklıklarının ölçümünü manuel gonyometre ile gerçekleştirdik ve değerlendirdik. Çalışmamızda el bileği fleksiyon, ekstansiyon, radial deviasyon, ulnar deviasyon hareket açıklıkları ile ön kol supinasyon ve pronasyon hareket açıklıkları ölçülmüş ve değerlendirilmiştir.

Manuel gonyometre ile el bileğinin fleksiyon ve ekstansiyon hareket aralığını ölçmek için üç farklı yöntem mevcuttur: cihazın el bileğinin radial tarafına, ulnar tarafına veya dorsal-volar bölgesine yerleştirilmesi. Literatürde yapılan çalışmalara göre, fleksiyon ve ekstansiyon eklem hareket açıklığının ölçümü için en güvenilir

teknik dorsal-volar teknik olarak belirlenmiştir. Radial ve ulnar deviasyon hareket açıklığını ölçmek için cihazın dorsal yüzeye yerleştirilmesi önerilmektedir.

Önkol supinasyon ve pronasyon hareketleri şu şekilde ölçülmüştür: Katılımcılara bir kalem tutturulmuş ve 3. metakarpofalangeal (MKF) eklem referans alınarak pronasyon ve supinasyon hareketleri yaptırılmıştır. Gonyometre ile pronasyon ve supinasyon hareketlerinin son noktaları ile 3. MKF eklem arasındaki açılar ölçülmüştür (37). Eklem hareket açıklıkları, cerrahi müdahale sonrası 2. hafta, 5. hafta, 3. ay, 6. ay ve 1. yılda yapılan kontrollerde, literatürde belirtilen yöntemler kullanılarak gonyometre ile ölçülmüştür. Ölçümler tek bir gözlemci tarafından yapılmış olup, bu yöntem daha güvenilir olarak kabul edilmektedir (39). Bizim çalışmamızda da eklem hareket açıklıkları belirtilen kontrol dönemlerinde ve tek bir gözlemci tarafından ölçülmüştür. El bileği fleksiyon, ekstansiyon, radial deviasyon, ulnar deviasyon ve ön kol supinasyon ve pronasyon hareket açıklıkları, her hareketin üç kez tekrarlanması ve ortalamalarının kaydedilmesi suretiyle değerlendirilmiştir.

El kavrama kuvvetinin ölçülmesi hem sağlıklı bireylerde hem de hasta gruplarında kullanılmaktadır. Bu ölçüm, iyileşmenin değerlendirilmesi, çeşitli tedavi yöntemlerinin etkinliğinin karşılaştırılması, rehabilitasyon sürecindeki ilerlemenin izlenmesi ve rehabilitasyon protokollerinin test edilmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır. El kavrama kuvveti, el dinamometresi ile ölçülmektedir ve Amerikan El Terapistleri Derneği tarafından Jamar dinamometresi önerilmektedir. Jamar dinamometresi, kavrama kuvvetini ölçmek için ucuz, taşınabilir, kullanımı kolay, hassas ve güvenilir bir araç olarak kabul edilir. Ayrıca non-invaziv olması ve profesyonel uzmanlık gerektirmemesi de avantajlarındandır. Çalışmamızda el kavrama kuvveti Jamar dinamometre (Sammons Preston, Inc., USA) kullanılarak ölçülmüştür. Bu cihaz, el kavrama kuvvetini izometrik olarak ölçer ve 0 ile 90 kg (200 pound) arasında izometrik kavrama kuvvetini gösterir. Amerikan El Terapistleri Derneği, el kavrama kuvveti ölçümü için şu standart pozisyonu önermektedir: Katılımcılar, ayakları yere düz basacak şekilde sırtı dik olarak oturur pozisyondadır. Ölçüm yapılacak ekstremite omuz adduksiyonunda (kol ve dirsek gövdeye bitişik) ve dirsek 90 derece bükülü olacak şekilde tutulur. El bileği nötr pozisyondadır (Şekil-8). El bileğinin pozisyonunun kavrama gücü üzerindeki etkileri ile ilgili yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Bir çalışmada, el bileğinin 0° ve 15° ulnar deviasyonda ve 0°

ile 15° ekstansiyonda (veya bu pozisyonların kombinasyonunda) kavrama gücünde anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir. Başka bir çalışmada ise 0°, 15° ve 30° ekstansiyon pozisyonlarında ve 0° ulnar deviasyonda kavrama gücünde anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir. Ancak, el bileği 15° fleksiyonda olduğunda kavrama gücünde önemli bir azalma tespit edilmiştir. Katılımcılardan, dinamometreyi yaklaşık 3 saniye boyunca maksimum güçte sıkmaları istenmiştir. Ölçümler, karşılaştırmalı olarak yapılmış ve her elde üçer defa tekrarlanmıştır. Ölçümler arasında 15 saniyelik dinlenme süresi verilmiştir. Her el için yapılan üç ölçümden en yüksek olan değer kaydedilmiştir (40–44).

%10 kuralı, dominant elin, dominant olmayan ele göre %10 daha fazla kavrama gücüne sahip olduğunu ifade eden geleneksel bir yaklaşımdır ve uzun yıllar boyunca kullanılmıştır. Yapılan bir çalışma, sağ eli dominant olan bireyler için %10 kuralının geçerli olduğunu, ancak sol eli dominant olan bireylerde kavrama gücünün her iki elde de eşit olduğunu göstermiştir(45). Biz de çalışmamızda verileri kaydederken bu kuralı uyguladık. Çalışmamızda ölçümler, yukarıda belirtilen literatür önerilerine uygun olarak yapılmıştır. Ölçümler ve değerlendirmeler, tek bir gözlemci tarafından mukayeseli olarak gerçekleştirilmiş olup, sonuçlar kilogram cinsinden kaydedilmiştir.



Şekil 8. Dinamometreyi tutma ve sıkma pozisyonu

3.3. Fonksiyon Değerlendirme Skorları

Hasta tarafından değerlendirilen anketler, bir hastalığın etkisini hastanın algısına göre ölçen, klinik pratikte sıkça kullanılan önemli araçlardır. Üst ekstremitenin kas-iskelet sistemi bozukluklarına yönelik işlevsel değerlendirmeler için kullanılan en yaygın ölçeklerden biri, *Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand* (DASH) skorlamasıdır. Bu ölçek, kişinin üst ekstremite fonksiyonlarını objektif olarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bununla birlikte, daha kısa anketler, kullanım kolaylığı, katılımcı üzerindeki yükün azaltılması ve zaman tasarrufu gibi nedenlerle pratiklik sağlamaktadır. İdeal bir anket, gerekli tüm ölçüm özelliklerini barındırırken olabildiğince kısa olmalıdır.

Bu amaçla, 2005 yılında DASH skoru biraz daha kısaltılarak 11 sorudan oluşan QuickDASH skoru geliştirilmiştir. QuickDASH skorlaması, DASH ile karşılaştırıldığında duyarlılık, geçerlilik ve güvenilirlik açısından anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir. QuickDASH toplam puanı 0 ile 100 arasında değişmektedir; yüksek puanlar daha fazla engelliliği ifade etmektedir. Buna göre, 0 puan hiçbir engelliliğin olmadığını, 100 puan ise en ağır engelliliği göstermektedir (46,47).

PRWE *(Patient-Rated Wrist Evaluation)* skorlama sistemi, el bileği ağrısı ve günlük yaşam aktivitelerindeki fonksiyon kaybını değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş bir ölçektir. Özellikle distal radius kırıkları için tasarlanmış olup, bu tür yaralanmaların değerlendirilmesinde en uygun fonksiyonel değerlendirme araçlarından biri olarak kabul edilir. PRWE anketi toplam 15 maddeden oluşur ve iki alt ölçek içerir: ağrı ve fonksiyon. Ağrı alt ölçeği beş maddeden oluşurken, fonksiyon alt ölçeği altı özel aktivite ve dört genel aktivite maddesi ile değerlendirilir. Her bir soruya sıfır ile 10 arasında bir puan verilir ve bu puanlar toplanarak genel skor elde edilir. Toplam skor şu şekilde hesaplanır: ağrı alt ölçeği beş sorunun puanlarının toplamından oluşur, fonksiyon alt ölçeği ise 10 maddenin puanlarının toplanıp ikiye bölünmesiyle elde edilir. PRWE skorunun toplam puanı, ağrı ve fonksiyon alt ölçeklerinin puanlarının toplamıdır. Bu skorlamada 100 puan en kötü fonksiyonel sonucu, sıfır puan ise herhangi bir fonksiyon kaybının olmadığını ifade eder (48–50).

Bu çalışmada, üst ekstremite ve el bileğinin fonksiyonel değerlendirmesi amacıyla QuickDASH ve PRWE skorlamalarını kullanıldı. Bu skorlamalar, ameliyat sonrası 6. ay ve 1. yıl kontrollerinde uygulanarak hastaların fonksiyonel durumları değerlendirildi.

3.4. Ağrı Skorlaması

Bu çalışmada ağrı değerlendirme aracı olarak VAS *(Visual Analogue Scale)* anketini kullanıldı. Bu anket, sıfır cm'den 10 cm'ye kadar çizilmiş bir çizelgedir ve hastalardan ağrı düzeylerini sıfır (hiç ağrı yok) ile 10 (en yüksek ağrı düzeyi) arasında bir noktayı işaretleyerek değerlendirmeleri istenir. Her rakam arasında bir cm mesafe bulunmaktadır. VAS skorunu ameliyat sonrası 6. ay ve ameliyat sonrası 1. yıl kontrollerinde değerlendirdik.

3.5. İzokinetik Test Protokolü

İzokinetik testler, kas gücünün değerlendirilmesi için oldukça kullanışlı araçlardır ve özellikle ameliyat sonrası çeşitli eklemlerde kas fonksiyonlarının ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır (9). Çalışmamızda, katılımcılar ameliyat sonrası 1. yılda Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde bulunan Isomed 2000 Basic model (D&R Ferstl GmbH, Almanya) cihazı ile izokinetik kas gücü ölçümüne tabi tutulmuştur (Şekil-9). Cihaz, dinamometre, koltuk, bilgisayar ve yardımcı aparatlardan oluşmaktadır. Dinamometre kas gücünü ölçerken, bilgisayar eş zamanlı olarak bu verileri kaydetmektedir.

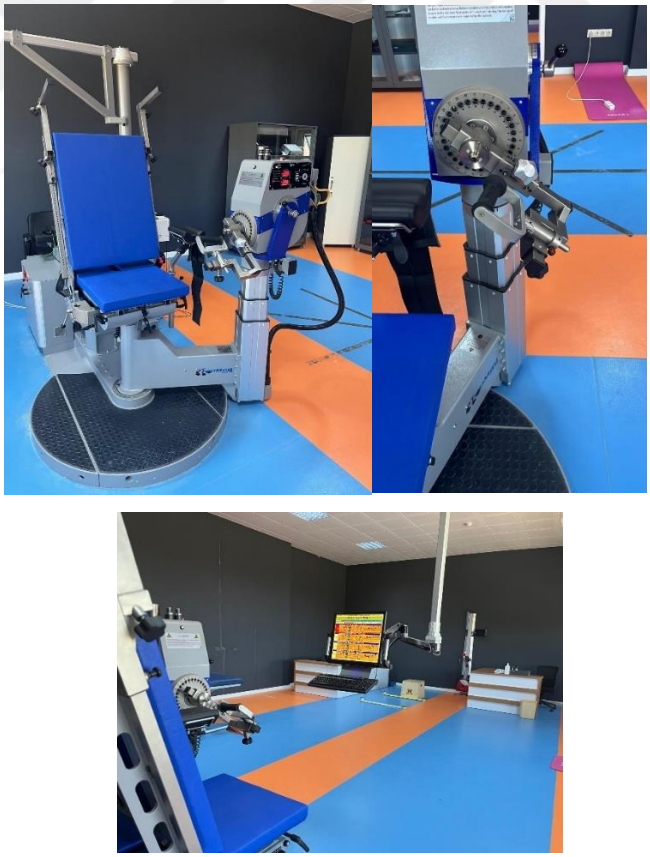
Ölçümlere başlamadan önce katılımcıların demografik bilgileri, boy ve kiloları kaydedilmiş, ardından beş dakikalık ısınma hareketleri yaptırılmıştır.

Katılımcılar, koltukta dik pozisyonda, kalça eklemi 90° fleksiyonda ve dirsek eklemi 90° fleksiyonda olacak şekilde yerleştirilmiş, önkol bir kemerle sabitlenmiştir. Test sırasında, bilek fleksiyon ve ekstansiyon, önkol supinasyon ve pronasyon kas gücü ölçümleri mukayeseli olarak analiz edilmiştir. Ölçümler, hızın 60°/saniye olarak ayarlandığı bir protokol ile yapılmıştır. Cihazın çalışma prensibi, izokinetik ölçüm sırasında katılımcı ne kadar kuvvet uygularsa uygulasın, hızın sabit kalarak(60°/sn)

kaslar tarafından üretilen kuvvete karşı dinamometrenin direnç uygulaması esasına dayanır (51).

Ölçüm sırasında katılımcıların ameliyat yapılan tarafı ve sağlam tarafı için el bileği fleksiyon-ekstansiyon ve önkol supinasyon-pronasyon kuvveti ölçümleri beş tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Karşı ekstremiteye geçiş sırasında 30 saniyelik dinlenme süresi verilmiştir. Ölçümlerin ardından, pik tork ve total work parametreleri istatistiksel değerlendirilme için kaydedilmiştir.

Bir kas veya kas grubunun en yüksek tork değerine 'pik tork' denir ve birimi Newton-metre (Nm) olarak ifade edilir. İzokinetik çalışmalarda en sık değerlendirilen parametrelerden biridir. Bir kas veya kas grubunun yaptığı toplam iş miktarı ise 'total work' olarak adlandırılır ve bu parametre, daha çok kasların dayanıklılığı hakkında bilgi verir (51).



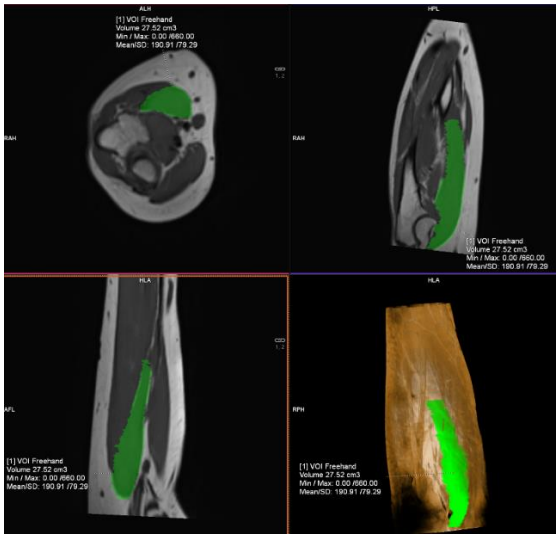
Şekil 9. Isomed 2000 Basic model izokinetik cihaz

3.6. Radyolojik Değerlendirme

Cerrahi müdahale öncesinde, her hasta için ilk olarak el bileği iki yönlü (AP/Lateral) grafisi çekilmiştir. Ayrıca, tüm katılımcılara ameliyat öncesi önkol MR görüntülemesi yapılmıştır. Müdahale sonrasında, hastalar belirtilen tarihlerde kontrole geldiklerinde el bileği iki yönlü (AP/Lateral) grafileri tekrar değerlendirilmiştir. Ameliyat sonrası 6. ay ve 1. yıl kontrollerinde ise ek olarak önkol MR görüntülemesi de yapılmıştır.

Çekilen direkt grafilerde radyal inklinasyon, radyal uzunluk, ulnar varyans, volar tilt ve kaynama parametreleri değerlendirilmiştir. MR görüntülemede ise pronator teres kasının hacmi analiz edilmiştir. Radyolojik ölçümler, iki radyolog tarafından ikişer gün ara ile tekrar edilerek gerçekleştirilmiştir.

Manyetik rezonans incelemeleri, 1,5 veya 3 Tesla MR cihazları (Magnetom Avanto veya Magnetom Skyra; Siemens Healthcare, Erlangen, Almanya) kullanılarak gerçekleştirildi. Hastalar, MR görüntüleme masasına kolları baş üstüne uzatılmış şekilde pron pozisyonda yerleştirildi. MR protokolünde kontrastsız 3D T1 Space iso ağırlıklı görüntüler tercih edildi. Hem bir buçuk hem de üç Tesla MR cihazlarında, önkol etrafına yerleştirilen yüzey bobinleri ile (TR: 750, TE: 42, ve kesit kalınlığı: bir mm, kesit aralığı: üç mm, kesit sayısı: 35-40, FOV: 152*250) aksiyel, koronal ve sagital düzlemlerde görüntüleme yapıldı. MR görüntülerinden, yüksek çözünürlüklü monitörlerle donatılmış iş istasyonlarında (syngo.via Siemens Healthcare), pronator teres kası humerusun medial suprakondiler çıkıntısından ve ulnanın koronoid çıkıntısı düzeyinden başlayarak radius şaftının orta kısmına yapıştığı yere kadar aksiyel kesitlerde kas sınırları çizilerek işaretlendi. Özel iş istasyonu yazılımı sayesinde kasın üç boyutlu hacim hesaplanması gerçekleştirildi.



Şekil 10. Pronator teres kasının MR kesitlerinde analiz edilmesi

3.7. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler, SPSS versiyon 26 yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel yöntemlerle (histogram, olasılık grafikleri) ve analitik yöntemlerle (Kolmogrorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri) değerlendirildi. Tanımlayıcı analizlerde, normal dağılmayan değişkenler için ortanca ve çeyrekler arası aralık, normal dağılan değişkenler için ise ortalama ve standart sapma (±/SS) kullanıldı. Kategorik veriler ise sayı (n) olarak sunuldu. Parametrelerin literatürde belirtilen normal değer ile karşılaştırılmasında tek grupta 't testi' kullanılmıştır. İki bağımsız grup arasındaki karşılaştırmalarda, parametrik değişkenler için Independent Samples T testi, non- parametrik değişkenler için ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Parametrik test varsayımlarına uymayan parametrelerin zamanla değişimlerini incelemek için Friedman testi uygulandı. Gerektiğinde ikili karşılaştırmalar Wilcoxon testi ile yapıldı ve Bonferroni düzeltmesi uygulanarak değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık için toplam tip-1 hata düzeyi %5 kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Veriler

Bu çalışmaya toplam 30 hasta katılmıştır. Çalışmamızda katılımcıların yaş aralığı 18 ile 70 arasında tutulmuştur (Tablo-1). Hastaların 16'sı erkek (%53,3), 14'ü ise kadın (%46,7) idi. Katılımcıların ikisinin (%6,7) sol eli dominant iken, 28 kişinin (%93,3) dominant eli sağ tarafıydı. Dominant eli sol olan iki hastanında sağ el bileği kırıktı. Çalışmaya dahil edilen gönüllüler arasında sekiz kişinin (%26,7) sol, 22 kişinin (%73,3) ise sağ el bileğinde distal radius kırığı mevcuttu. Kırıklar, *Frykmann* sınıflamasına göre sınıflandırılmıştır (Tablo-2).

Tablo 1. Yaş Dağılımı

Yaş Grubu (Yıl)	Erkek(n=16)	Kadın(n=14)	Toplam(n=30)
18 – 29	2	1	3
30 – 39	8	2	10
40 – 49	4	1	5
50 - 59	1	5	6
60 - 70	1	5	6

Tablo 2. Kırıkların Frykmann Sınıflaması

Frykmann Sınıflandırılması	Sayı(n=30)	Yüzde(%)
Tip 2	15	50
Tip 4	4	13,3
Tip 5	9	30
Tip 6	1	3,3
Tip 8	1	3,3

4.2. Eklem Hareket Açıklığı ve Kavrama Kuvveti Analizi

Çalışmaya katılan 30 hastada, ameliyat sonrası 6. ayda eklem hareket açıklıklarında kısıtlılık gözlenmiştir. Ancak ameliyat sonrası 1. Yılda, fleksiyon dışındaki eklem hareket açıklıkları normal eklem hareket açıklıkları ortalamasına ulaşmıştır (Tablo-3).

Tablo 3. Eklem Hareket Açıklıkları ve Normal Değerler

	Ortalama ±SD (°)	Normal aralık (°)
Fleksiyon 6. ay (°)	47,5±15,01	80-90
Esktansiyon 6. ay (°)	47,14±13,04	70-90
Radial deviasyon 6. ay (°)	14,67±5,71	15-20
Ulnar deviasyon 6. ay (°)	25,0±5,57	30-40
Pronasyon 6.ay (°)	70,77±5,34	80-90
Supinasyon 6.ay (°)	73,87±5,04	80-90
Fleksiyon 1. yıl (°)	70,33±10,9	80-90
Esktansiyon 1. yıl (°)	70,00±10,42	70-90
Radial deviasyon 1. yıl (°)	19,33±5,53	15-20
Ulnar deviasyon 1. yıl (°)	31,67±4,42	30-40
Pronasyon 1. yıl (°)	82,83±5,52	80-90
Supinasyon 1. yıl (°)	83,03±5,96	80-90

Ameliyat sonrası 1. yıl fleksiyon açıklığındaki kısıtlılığın istatistiksel değerlendirilmesinde, normal aralıkların minimum değerleri referans alınarak One Sample T testi uygulanmıştır. Sonuçlar, fleksiyon eklem hareket açıklığının istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük olduğunu göstermiştir (Tablo-4).

Tablo 4. Birinci Yıldaki Fleksiyon Kaybının Değerlendirilmesi

	Fleksiyon (°)	P
Postop 1. Yıl Fleksiyon (°)	70,33±10,9	*<0,001***[1]

1: One Samples T test (Değerler ortalama±SS verilmiştir.) ***p<0,001 *p<0,05,*

Volar plaklama yapılan 30 hastada, sağlam ve kırık el kavrama kuvvetleri değerlendirildiğinde, ameliyat sonrası altıncı ayda kırık elde kavrama gücü istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur. Ancak, müdahale sonrası birinci yılda iki el arasındaki kavrama kuvveti farkı istatistiksel olarak anlamlı değildi (Tablo-5) (p:0,167).

Tablo 5. Kavrama Kuvvetlerinin Değerlendirilmesi

	Sağlam el bileği (Kg)	Kırık el bileği (Kg)	p
Postop 6. ay kavrama kuvveti (Kg)	35,4±9	15,7±7,2	*<0,001*[1]
Postop 1.yıl kavrama kuvveti (Kg)	35,6±10,1	32,0±9,4	0,167[1]

1: İndependent Samples T test (Değerler ortalama±SS verilmiştir.) ***p<0,001* **p<0,05,*

4.3. Fonksiyon Skorlamaları Analizi

Katılımcıların günlük yaşam fonksiyonlarını yerine getirme durumlarını değerlendirmek amacıyla, ameliyat sonrası 6. ay ve 1. yıl kontrollerinde QuickDASH ve PRWE skorlamaları incelendi. Ameliyat sonrası 6. ayda QuickDASH skorları ortalama 35,98 puan (±10,66 puan), 1. yılda ise ortalama 11,37 puan (± 6,29 puan) olarak saptandı. PRWE skorları ise ameliyat sonrası 6. ayda 40,52 puan (± 8,66 puan), ameliyat sonrası 1. yılda ise 14,13 puan (± 5,35 puan) olarak ölçüldü.

4.4. Ağrı Skorlaması Analizi

Katılımcıların günlük hayatta yaşadıkları ağrı miktarını değerlendirmek amacıyla VAS (Visual Analogue Scale) skorlama sistemi kullanıldı. Volar plaklama sonrası 6. Ay ve 1. Yıl kontrollerinde, katılımcılardan ağrı şiddetlerini 10 cm'lik bir çizelge üzerinde işaretlemeleri istendi ve sonuçlar bu şekilde değerlendirildi. Hastaların ameliyat sonrası 6. ayda VAS skorları ortalama 3,33 (±1,12), ameliyat sonrası 1. yılda ise 0,80 (±0,66) olarak ölçüldü.

4.5. İzokinetik Test Analizi

Bu çalışmada tek bir hasta grubu bulunmaktadır. İzokinetik ölçümler de aynı hasta grubunda, ancak karşı ekstremite ile karşılaştırmalı olarak gerçekleştirilmiştir. Değerlendirilen parametreler; Pronator Pik Tork, Supinator Pik Tork, Fleksör Pik Tork, Ekstansör Pik Tork, Pronator Total Work, Supinator Total Work, Fleksör Total Work ve Ekstansör Total Work olarak belirlenmiştir.

Distal radius kırığı nedeniyle volar plaklama yapılan katılımcıların ameliyat sonrası 1. yılda sağ ve sol el bileklerinin fleksiyon – ekstansiyon ile sağ ve sol önkolun supinasyon – pronasyon kuvvetleri izokinetik teste tabi tutulmuştur. Total work ekstansiyon değerleri sol el bileğinde, sağ el bileğine göre daha yüksek bulunmuş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir ($p<0,05$). Diğer izokinetik ölçümlerde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (Tablo-6).

Tablo 6. İzokinetik ölçümlerin karşılaştırılması

	Kırık Taraf (n:30)	Sağlam Taraf (n:30)	p
Peak tork pronasyon (Nm)	10,2 (8,9-11,1)	10 (8,6-10,8)	0,953[1]
Peak tork supinasyon (Nm)	8,19±2,42	7,99±2,33	0,787[2]
Total work pronasyon (J)	65 (40-81)	68,5 (48-81)	0,274[1]
Total work supinasyon (J)	46,5 (30-57)	34,5 (22-54)	0,443[1]
Peak tork fleksiyon (Nm)	12,59±4,50	11,23±4,20	0,308[2]
Peak tork ekstansiyon (Nm)	9,44±2,88	9,96±2,82	0,547[2]
Total work fleksiyon (J)	62,36±28,23	48,81±23,10	0,089[2]
Total work ekstansiyon (J)	35,95±14,11	45,18±15,18	0,043[2]*

1: Mann-Whitney U test (Değerler median (percentile 25-75) verilmiştir.) ***p<0,001* **p<0,05*

2: İndependent Samples T test (Değerler ortalama±SS verilmiştir.)

4.5. Röntgen Analizi

Ameliyat sonrası katılımcılar kontrole geldiklerinde, rutin olarak el bileği iki yönlü (AP/Lateral) grafileri çekilmiştir. Bu grafilerde, radyal inklinasyon, radyal uzunluk, volar tilt, ulnar varyans ve kaynama miktarı gibi parametreler değerlendirilmiştir. Katılımcıların ameliyat sonrası 1. yılda yapılan radyolojik analizleri Tablo-7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Radyolojik veriler

	Postop 1. yıl	Normal aralık
Radial inkilinasyon (°)	21,94 ± 1,61	19 - 29
Radial Uzunluk (mm)	10,41 ± 1,09	10 - 13
Volar Tilt (°)	12,98 ± 2,87	10 - 15
Ulnar varyans (mm)	0,89 ± 1,68	-2 - 2

Katılımcıların volar plaklama sonrası 1. yılda yapılan radyolojik değerlendirmelerinde kaynamama vakası tespit edilmemiştir. Yapılan radyolojik incelemelerde, radyal inklinasyon, radyal uzunluk, volar tilt ve ulnar deviasyon ölçümleri normal aralıklarda bulunmuştur.

4.6. Manyetik Rezonans Analizi

Manyetik rezonans görüntüleme değerlendirilmesi iki radyolog tarafından ikişer gün ara ile tekrarlanmıştır. Dört ölçüme ait radyolojik sonuçlar arasındaki uyum, Kappa testi ile değerlendirilmiştir. İki gözlemci arasındaki ölçümler uyumlu bulunmuş olup ($p<0,05$), iki gözlemcinin ölçümlerinin ortalamaları alınarak veri analizlerinde kullanılmıştır.

Distal radius kırığı nedeniyle volar plaklama yapılan 30 hastada, ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 6. ay ve ameliyat sonrası 1. yılda çekilen MR görüntülemelerinde pronator teres kasının hacminde zamanla anlamlı bir artış saptanmıştır. İkili karşılaştırmalar Wilcoxon testi ile yapılmış olup, alfa değeri 0.016 olarak belirlenmiştir. Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 6. ay arasındaki karşılaştırmada, 24 hastada pronator teres kası hacminde artış tespit edilmiştir (Wilcoxon test, $p<0,001$). Ameliyat öncesi – ameliyat sonrası 1. yıl arasında 29 hastada pronator teres kası hacminde artış tespit gözlenmiştir (Wilcoxon Test, $p<0,001$). Ameliyat sonrası 6. ay – ameliyat sonrası 1. yıl arasında 26 hastada pronator teres kası hacminde artış tespit edilmiştir (Wilcoxon Test, $p<0,001$) (Tablo-8).

Tablo 8. MR Analizi

	Pronator teres hacmi (cm^3)	p
Ameliyat öncesi	15,71 (13,35-20,13)	
Ameliyat sonrası 6. ay	16,29 (13,69-21,35)	<0,001[1**]
Ameliyat sonrası 1.yıl	17,38 (14,56-21,74)	

1:Friedman Test (Değerler median(percentile 25-75) verilmiştir.) ***p<0,001 *p<0,05*

6. TARTIŞMA

Distal radius kırıkları, radiusun eklem yüzeyine 3 cm mesafede meydana gelen kırıklar olarak tanımlanır (52). Bu kırıklar, acil serviste sıkça olarak karşılaşılan bir el bileği yaralanmasıdır ve birinci basamak sağlık hizmetlerine başvuran kırık vakalarının %26 ile %46'sını oluşturmaktadır (53,54).

Distal radius kırıkları bimodal bir yaş dağılımı göstermektedir. Genç yaş grubunda bu kırıklar, spor yaralanmaları ve trafik kazaları gibi yüksek enerjili travmalar sonucu meydana gelirken, yaşlı popülasyonda distal radius metafizinde osteopeni veya osteoporoz gelişimi nedeniyle, basit düşmeler sonucu düşük enerjili yaralanmalarla ortaya çıkmaktadır (55,56). Son dönemde yapılan bir çalışmada, distal radius kırıklarının oluşumunun sadece kemik sağlığı gibi tek bir fatöre bağlı olmadığı gösterilmiştir. Yaş, cinsiyet, diabet, osteoporoz, kardiyovasküler hastalıklar ve depresyon gibi eşlik eden risk fatörlerinin kırık riskini artırdığı tespit edilmiştir (57). Son yıllarda artan yaş ve buna bağlı olarak kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon ve osteoporoz gibi risk faktörlerinin yaygınlığı nedeniyle distal radius kırığı vakaları artmış ve bu konu giderek daha popüler hale gelmiştir.

Distal radius kırıkları, genç yaş grubunda erkeklerde, yaşlı popülasyonda ise kadınlarda daha sık görülmektedir. Vakaların cinsiyete göre ortalama görülme sıklığına bakıldığında, %78 oranında kadınlarda meydana geldiği rapor edilmiştir (58,59). Ayrıca, yakın zamanda yapılan bir çalışmada, distal radius kırıklarının %77'sinin kadınlarda, %23'ünün ise erkeklerde görüldüğü belirtilmiştir (60). Çalışmamıza katılan 30 gönüllünün 16'sı erkek (%53,3), 14'ü ise kadın (%46,7) idi. Bunun nedeni, çalışmamıza daha çok genç yaş grubundaki hastaların katılmasıdır.

Distal radius kırıklarının optimal tedavisi hala tartışmalı bir konudur (61). Bu kırıklar, konservatif ya da cerrahi olarak tedavi edilebilmektedir. Tedavi yönteminin seçimi; hasta yaşı, hasta beklentileri, kemik kalitesi, mesleki faktörler, genel sağlık durumu, kırık tipi ve eşlik eden yaralanmalar gibi birçok faktöre bağlıdır. Son yıllarda cerrahi müdahaleye yönelik bir eğilim artmıştır ve cerrahi teknikler arasında özellikle açık redüksiyon ve internal tespit yöntemine doğru bir yönelme söz konusudur (62,63). Literatürdeki kılavuzlar, radyolojik ve klinik olarak instabil olarak değerlendirilen distal radius kırıkları için cerrahi müdahale önermektedir. Cerrahi müdahale sonrası,

erken rehabilitasyonun hayati önem taşıdığı vurgulanmaktadır (64). Güncellenen kılavuzlar, 65 yaş altındaki hastalar için redüksiyon sonrası üç mm'den fazla radyal kısalma, 10 dereceden fazla dorsal tilt veya iki mm'den fazla eklemde basamaklanma olması durumlarında cerrahi tespiti önermektedir. Bununla birlikte, 65 yaş üstü hastalarda cerrahi tedaviyi önerilmemektedir (65). Yine, yakın zamanda yayınlanan bir literatürde, 65 yaş üstü hastalarda cerrahi tedavi kararı verirken hipertansiyon, hiperlipidemi, KOAH, kalp yetmezliği gibi komorbiditelerin durumuna göre kar zarar hesabı yapılarak karar verilmesi gerektiği belirtilmiştir (66).

Distal radius kırıklarında redüksiyon pozisyonun korunmasını sağlamak amacıyla çeşitli stabilizasyon yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler arasında perkütan Kirschner telleri, eksternal fiksatörler, dorsal plaklama ve volar plaklama gibi teknikler bulunmaktadır. Ancak, dorsal plaklama yönteminde yumuşak doku problemleri, özellikle ekstansör tendon irritasyonu veya rüptürü gibi komplikasyonlar sıkça görülmektedir (67,68).

Volar kilitli plakların geliştirilmesiyle birlikte, cerrahi yöntemler arasında altın standart tedavi yöntemi volar yaklaşımla açık redüksiyon yaparak volar plak ile tespit yöntemi olmuştur (69). Volar yaklaşımla distal radius kırığı tespiti yapılırken, kırığa ulaşmak için fleksör karpi radyalis, fleksör pollisis longus ve pronator kuadratus kasları zarar görebilmektedir. Pronator kuadratus kası, bazen travma nedeniyle hasar görmüş olabilir. Eğer kas hasar görmemişse, radyal tarafta 2-3 mm güdük bırakacak şekilde distale doğru L şeklinde diseke edilir. Tespit sonrası kas onarılabilir, brakioradialis tendonuna tespit edilebilir ya da bazen onarım mümkün olmayabilir. Travmaya bağlı kasın deforme olması veya yerleştirilen tespit materyalinin hacmi nedeniyle onarım mümkün değilse, kas basitçe plağın üzerine bırakılır ve dokular kapatılır (11,70–72).

Pronator kuadratus kası, önkol pronasyonuna önemli bir katkı sağlar (73,74). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, pronator kuadratus kasının fonksiyonunun kontrollü olarak azaltılmasının pronasyon torkunda belirgin bir azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (75). Bu kasın iki başı vardır: Derin başı distal radioulnar eklem stabilizasyonunda rol oynarken, yüzeyel başı önkol rotasyonuna katkıda bulunur. Önkolun pronasyonuna katkı sağlayan diğer önemli kas ise pronator teres kasıdır.

Pronator teres kasının da yüzeyel ve derin başları bulunmaktadır. Derin baş ulnaya, yüzeyel baş ise humerusa yapışır. Derin baş ön kol stabilizasyonuna, yüzeyel baş ise önkol rotasyonuna katkı sağlar.

Bunun yanı sıra, pronator kaslar dışında yardımcı rotator kaslar olarak adlandırılan bir grup kas da önkol pronasyonuna bir miktar katkı sağlar. Bu kaslar proksimalde humerus medial epikondiline, distalde ise metakarp ve falankslara yapışan fleksör kaslardır. Radius üzerine yapışmadıkları için doğrudan pronasyon yaptırmazlar, ancak el iskeletini hareket ettirerek dolaylı olarak önkol rotasyonuna katkıda bulunurlar (76).

Bu çalışmada özellikle pronasyon fonksiyonu üzerinde durulmuş, ancak kontroller sırasında el bileği fleksiyon, ekstansiyon, ulnar deviasyon ve radial deviasyon, önkol supinasyon ve pronasyon hareket açıklıkları da değerlendirilmiştir. Ayrıca, izokinetik ölçüm sırasında el bileği fleksiyon ve ekstansiyon ile önkol supinasyon ve pronasyon hareketleri mukayeseli olarak analiz edilmiştir.

Literatür incelendiğinde, volar plaklama sonrası pronator kuadratus kası onarılmadığında cerrahi müdahaleden bir yıl sonra eklem hareket açıklıkları, kavrama gücü, QuickDASH ve PRWE skorları, VAS skoru ve pronasyon kuvveti açısından anlamlı bir kısıtlılık gözlenmediği bildirilmiştir (77–79). Yapılan çalışmalarda, pronator kuadratus kasının iyileşmiş ve iyileşmemiş olduğu gruplar arasında PRWE skoru, kavrama gücü, eklem hareket açıklıkları ve izokinetik testlerde supinasyon ve pronasyon kuvveti açısından anlamlı fark bulunmamıştır (80). Bazı yazarlar, pronator kuadratus onarımının erken dönemde fayda sağladığını iddia etmektedir. Bir çalışmada, onarım yapılan bir hasta grubunda erken dönemde daha iyi ağrı kontrolü, eklem hareket açıklığı ve daha iyi kavrama gücü bildirilmiştir (81). Başka bir çalışmada ise, pronator kuadratus kası onarılmadığında ameliyat sonrası 6. ayda yapılan izokinetik testlerde supinasyon ve pronasyon kuvvetlerinin anlamlı derecede düşük olduğu, ancak ameliyat sonrası 1. yılda yapılan kontrollerde pronasyon kuvveti açısından anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir (9).

Ayrıca çok sıkı bir onarımın pronator kuadratus fonksiyonlarını daha da kötüleştirebileceğini belirten çalışmalar da mevcuttur (82). Teorik olarak pronator kuadratus kası onarılırsa uygun pozisyonda iyileşip fonksiyonel kısıtlılık gelişmez diye düşünülebilirdi. Ancak çalışmamıza katılan gönüllülerin hiçbirinde pronator kuadratus kasını onarılmamış, sadece basit bir şekilde plağın üzerine örtülmüştür. Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların ameliyatları ve ameliyat sonrası takipleri tek bir cerrah tarafından gerçekleştirilmiştir.

İzokinetik testler, önkol rotasyonunu sağlayan kasların fonksiyonunu geçerli ve güvenilir bir şekilde ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (83–87). Yapılan çalışmalarda, dominant ve nondominant önkolların pronasyon ve supinasyon güçlerinin benzer olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (86,88,89). Bu çalışmada da katılımcıların el bileği fleksiyon – ekstansiyon ve önkol supinasyon – pronasyon parametrelerini değerlendirmek amacıyla, ameliyat sonrası 1. yıl kontrolünde izokinetik teste tabi tutulmuştur. İzokinetik testlerde pronator pik tork, supinator pik tork, fleksör pik tork, ekstansör pik tork, pronatore total work, supinator total work, ektansör total work ve fleksör total work parametrelerini, sağlam tarafla karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlarda, sol el bileğinde ekstansör total work değeri sağ el bileği ekstansör total work değerine göre daha fazla bulunmuştur. Bunun dışında diğer parametreler açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Literatürde, volar plaklama sonrası pronator kuadratus onarımı yapılmayan hastaların pronasyon fonksiyonunda anlamlı bir kayıp olmadığı bildirilmiştir (77–79). Çalışmamız da bu bulguyu doğrulamıştır.

Katılımcıların günlük yaşam aktivitelerini ne derecede yerine getirebildiklerini değerlendirmek amacıyla QuickDASH ve PRWE skorları kullanılmıştır. Daha önce belirtildiği üzere, volar plaklama işleminde, özellikle ameliyattan 1 yıl sonra QuickDASH ve PRWE skorları değerlendirildiğinde anlamlı bir kısıtlılık olmadığı görülmektedir. Biz de çalışmamızda bu iki skorlamayı ameliyat sonrası 6. ay ve ameliyat sonrası 1. yıl kontrollerinde değerlendirilmiştir. Her iki skorlama siteminde de puan arttıkça engel oranı artmakta, daha düşük puan ise daha az engel ve daha iyi sonuçlarla ilişkilendirilmektedir (46,47,77–79). Çalışmamızda, gönüllülerin ameliyat sonrası 6. ayda ortalama QuickDASH skoru 35,98 puan (±10,66 puan), 1.yılda ise

ortalama 11,37 puan (± 6,29 puan) olarak ölçülmüştür. El bileğine daha spesifik olan PRWE skorları ise ameliyat sonrası 6. ayda ortalama 40,52 puan (± 8,66 puan), ameliyat sonrası 1. yılda ise 14,13 puan (± 5,35 puan) olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlar, katılımcıların ameliyat sonrası 6. ayda hafif kısıtlamalar ve ağrılar yaşadıklarını, ancak günlük aktivitelerini gerçekleştirmekte ciddi bir zorluk çekmediklerini göstermektedir. Ameliyat sonrası 1. yılda ise fonksiyonel kısıtlamaların minimum düzeyde olduğu ve hastaların neredeyse hiç zorluk yaşamadıkları gözlenmiştir.

Katılımcıların günlük hayatta yaşadıkları ağrı düzeyini değerlendirmek amacıyla VAS skorlama sistemi kullanıldı. Pronator kuadratus kası onarılan ve onarılmayan katılımcıların karşılaştırıldığı çalışmalarda VAS skoru açısından anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (77,79). Hastaların ameliyat sonrası 6. ayda VAS skoru ortalama 3,33 (±1,12) olarak, ameliyat sonrası 1. yılda ise 0,80 (±0,66) olarak ölçüldü. Bu değerlendirmeler sonucunda, katılımcıların volar plaklama sonrası 6. ayda hafif düzeyde bir ağrı yaşadıkları, ancak bu ağrının günlük aktiviteleri etkilemeyen tolere edilebilir bir seviyede olduğu görülmüştür. Volar plaklama sonrası 1. yılda ise hastaların neredeyse hiç ağrı hissetmedikleri gözlemlenmiştir.

Distal radius kırıklarının tedavisinden sonra dikkate alınması gereken önemli parametrelerden biri de eklem hareket açıklığıdır. Çalışmamızda, eklem hareket açıklıklarını hastaların kontrol tarihlerinde gonyometre ile ölçülmüştür. El bileği fleksiyonu, ekstansiyonu, radial deviasyonu, ulnar deviasyonu ve önkol supinasyonu, pronasyonu ölçülmüştür. Bu pozisyonda iken normal eklem hareket açıklıkları şu şekilde tanımlanmıştır: el bileği fleksiyonu 80°-90°, el bileği ekstansiyonu 70°-90°, el bileği radial deviasyonu 15°- 20°, el bileği ulnar deviasyonu 30°-40° ve ön kol pronosyonu 80°-90°, supinasyonu 80°-90°. Ancak yapılan çalışmalar, günlük aktiviteleri yerine getirmek için 40° fleksiyon, 40° ekstansiyon, 10° radial deviasyon ve 30° ulnar deviasyonun yeterli olduğunu göstermektedir (90). Başka bir çalışmada ise 45° fleksiyon, 50° ekstansiyon, 15° radial deviasyon ve 40° ulnar deviasyonun günlük yaşam aktiviteleri için yeterli hareket açıklıkları olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada özellikle ekstansiyon, radial deviasyon ve ulnar deviasyonun maksimum hareket açıklıklarına ulaşmasının fonksiyonlar için önemli olduğu, ancak fleksiyonun orta derecede olsa bile çoğu fonksiyonun yerine getirilebileceği ifade edilmiştir (91).

Bizim çalışmamızda da katılımcılar ameliyat sonrası 1. yılda el bileği ekstansiyonu, radial deviasyonu, ulnar deviasyonu ve ön kol pronasyonu ile supinasyonu normal hareket açıklığı aralığında bulunurken, el bileği fleksiyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir fleksiyon kısıtlılığı geliştiği tespit edilmiştir. Palmer ve arkadaşları, el bileğinin fonksiyonel aralığını 30° ekstansiyon, 5° fleksiyon, 10° radial deviasyon ve 15° ulnar deviasyon olarak tanımlamışlardır (18). Çalışmamızda da ameliyat sonrası 1. yılda el bileği fleksiyonundaki bu kısıtlılığa rağmen, katılımcıların günlük fonksiyonlarını yerine getirebildiklerini ifade ettikleri gözlemlenmiştir. Araştırmamız bu bulgularla literatürle uyumlu sonuçlar vermektedir.

Yapılan bir çalışmada, sağ eli dominant olan hastalar için %10 kuralının geçerli olduğu, ancak sol eli dominant olan hastalarda kavrama gücünün her iki elde de eşit olduğu gösterilmiştir (45). Çalışmamızda da bu yaklaşım benimsendi. Daha önce belirttiğimiz gibi, yapılan çalışmalarda volar plaklama işlemi sonrası pronator kuadratus kasının onarılmamasına rağmen kavrama gücünde anlamlı bir fark gelişmediği rapor edilmiştir (80). Ayrıca, başka bir çalışmada pronator kuadratus kasının onarımının erken dönemde kavrama gücünü artırdığı gösterilmiştir (81). Bizim çalışmamızdada, ameliyat sonrası 6. ayda kırık elde kavrama gücü istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşükken, müdahale sonrası 1. yılda bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Araştırmamız, bu bulgularla literatürdeki diğer çalışmaları doğrulamaktadır.

Radyoloji verileri incelendiğinde, ameliyat sonrası 1. yılda tüm kırıkların kaynadığı gözlemlendi. Ayrıca, malunion değerlendirilmesi amacıyla radyal inklinasyon, radyal uzunluk, ulnar varyans ve volar tilt gibi parametreler ölçüldü. Radyal inklinasyon ortalama 21,94° (± 1,61°), radyal uzunluk 10,41 mm (±1,09 mm), volar tilt 12,98° (±2,87°) ve ulnar varyans 0,89 mm (±1,68 mm) olarak analiz edildi. Bu değerler normal radyolojik aralıklarda değerlendirildiğinden, 30 vakalık serimizde malunion gözlenmemiştir.

Literatürde, volar plaklama işlemi sonrası pronator kuadratus kasının onarılmamasına rağmen pronasyon kısıtlılığının gelişmediğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak, pronasyon kısıtlılığı gelişmemesinin nedenine ilişkin bir çalışma, bildiğimiz kadarıyla yapılmamıştır. Bizim hipotezimiz, bu durumun önkolun

diğer pronator kası olan pronator teres kasında meydana gelen kompansatuar hacim artışıyla ilişkili olduğudur.

Literatürde kas hacminin değerlendirilmesinde çeşitli görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır. Ultrasonografi, manyetik rezonans görüntüleme(MR), bilgisayarlı tomografi (BT) ve biyoelektrik impedans bu yöntemler arasında yer almaktadır.(90-100) İnsan iskelet kaslarının görüntülenmesi ve kas morfometrisi için en ileri teknik, manyetik rezonans görüntülemedir. MR, hastayı iyonize radyasyona maruz bırakmamasıyla da önemli bir avantaja sahiptir (103–105). Çalışmamızda da pronator teres kasının hacmini değerlendirmek amacıyla manyetik rezonans görüntüleme yöntemi kullanılmıştır. Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 6. ay MR görüntüleri karşılaştırıldığında 24 hastada, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası 1. yıl MR görüntüleri karşılaştırıldığında 29 hastada ve ameliyat sonrası 6. ay ile 1. yıl MR görüntüleri karşılaştırıldığında 26 hastada pronator teres kasında istatistiksel olarak anlamlı bir hacim artışı tespit edilmiştir ($p<0,001$).

Bu çalışmanın, volar plaklama sırasında diseke edilip sonrasında onarımı zor olan ve bazen onarılamayan pronator kuadratus kasının onarılmaması konusundaki bulgularının, bu tip kırıkların gelecekteki tedavi yaklaşımlarında ve ameliyat sonrası rehabilitasyon süreçlerinde önemli bir rehber olacağına inanıyoruz.

Hasta sayısının nispeten az olması ve takip süresinin 12 ay olması çalışmamızın zayıf yönleridir.

7. SONUÇLAR

Şubat 2023 ile Ağustos 2023 tarihleri arasında kliniğimizde distal radius kırığı tanısı alıp volar plak ile tespit endikasyonu konularak cerrahi müdahale uygulanan toplam 30 hastanın katıldığı bu prospektif çalışmada, hiçbir katılımcının pronator kuadratus kası onarılmamıştır. Çalışma tek grup üzerinden yürütülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

Eklem hareket açıklıkları: Katılımcıların volar plaklama sonrası 6. ayda eklem hareket açıklıklarında kısıtlılık gözlenmiştir. Müdahale sonrası 1. yılda ise sadece el bileği fleksiyon hareketinde kısıtlılık devam ederken, diğer hareket açıklıkları normal aralıkta bulunmuştur.

Kavrama gücü: Müdahale sonrası 6. ayda kavrama gücü azalırken, 1. yılda istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Ağrı ve fonksiyon skorlamaları: Ameliyat sonrası 6. ayda katılımcıların hafif düzeyde kısıtlılık ve ağrı yaşadığı, ancak bu durumun günlük aktivitelerini gerçekleştirmede ciddi bir zorluk yaratmadığı tespit edilmiştir. Müdahale sonrası 1. Yılda ise fonksiyon kısıtlılığı ve ağrı neredeyse hiç yoktu.

İzokinetik test sonuçları: Ameliyat sonrası 1. yılda yapılan izokinetik testlerde, sağlam tarafın ekstansör total work parametresi dışında diğer tüm parametrelerde anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Kaynamama ve malunion: Çalışmada kaynamama vakası gözlenmemiştir. Radyal inklinasyon, radyal uzunluk, volar tilt ve ulnar varyans parametrelerine dayanarak yapılan malunion değerlendirmesinde de malunion vakası görülmemiştir.

Pronator teres kas hacmi: Ameliyat öncesi, ameliyat sonrası 6. ay ve 1. yıl MR görüntülemelerinde pronator teres kası hacmi değerlendirilmiş; ameliyat sonrası 6. Ay ve 1. yılda bu kasın hacminde anlamlı bir artış tespit edilmiştir.

Çalışmamız, distal radius kırığı volar plaklama vakalarında pronator kuadratus kasının onarılmaması durumunda, hastaların pronasyon fonksiyonunda kısıtlılık yaşamamalarının nedenini açıklamaya yönelik önemli ve benzersiz bir çalışmadır. Bu sonuçların, ameliyat sırasında onarılması zor ve bazen imkânsız olan bu kasın cerrahi yönetimi ile ameliyat sonrası rehabilitasyon sürecinde klinik kılavuzlara önemli katkılar sağlayacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Karl JW, Olson PR, Rosenwasser MP. The Epidemiology of Upper Extremity Fractures in the United States, 2009. Journal of Orthopaedic Trauma. Ağustos 2015;29(8):e242-4.

2. Ochen Y, Peek J, Van Der Velde D, Beeres FJP, Van Heijl M, Groenwold RHH, vd. Operative vs Nonoperative Treatment of Distal Radius Fractures in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. JAMA Netw Open. 23 Nisan 2020;3(4):e203497.

3. Colles A. On the fracture of the carpal extremity of the radius [1814]. Injury. Temmuz 1970;2(1):48-50.

4. Beumer A, McQueen MM. Fractures of the distal radius in low-demand elderly patients: Closed reduction of no value in 53 of 60 wrists. Acta Orthopaedica Scandinavica. Ocak 2003;74(1):98-100.

5. Diaz-Garcia RJ, Chung KC. The Evolution of Distal Radius Fracture Management: A Historical Treatise. Hand Clinics. Mayıs 2012;28(2):105-11.

6. McQueen M, Caspers J. Colles fracture: does the anatomical result affect the final function? The Journal of Bone and Joint Surgery British volume. Ağustos 1988;70-B(4):649-51.

7. Chung KC, Shauver MJ, Birkmeyer JD. Trends in the United States in the Treatment of Distal Radial Fractures in the Elderly: The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume. Ağustos 2009;91(8):1868-73.

8. Ruch DS, Papadonikolakis A. Volar Versus Dorsal Plating in the Management of Intra-Articular Distal Radius Fractures. The Journal of Hand Surgery. Ocak 2006;31(1):9-16.

9. Huh JK, Lim JY, Song CH, Baek GH, Lee YH, Gong HS. Isokinetic evaluation of pronation after volar plating of a distal radius fracture. Injury. Şubat 2012;43(2):200-4.

10. Mulders MAM, Walenkamp MMJ, Bos FJME, Schep NWL, Goslings JC. Repair of the pronator quadratus after volar plate fixation in distal radius fractures: a systematic review. Strat Traum Limb Recon. 01 Kasım 2017;12(3):181-8.

11. Häberle S, Sandmann GH, Deiler S, Kraus TM, Fensky F, Torsiglieri T, vd. Pronator quadratus repair after volar plating of distal radius fractures or not? Results of a prospective randomized trial. Eur J Med Res. 25 Kasım 2015;20(1):93.

12. Ipaktchi K, Livermore M, Lyons C, Banegas R. Current Concepts in the Treatment of Distal Radial Fractures. Orthopedics. Ekim 2013;36(10):778-84.

13. Eschweiler J, Li J, Quack V, Rath B, Baroncini A, Hildebrand F, vd. Anatomy, Biomechanics, and Loads of the Wrist Joint. Life. Şubat 2022;12(2):188.

14. Kamal RN, Starr A, Akelman E. Carpal Kinematics and Kinetics. The Journal of Hand Surgery. 01 Ekim 2016;41(10):1011-8.

15. Bencardino JT, Rosenberg ZS. Sports-Related Injuries of the Wrist: An Approach to MRI Interpretation. Clinics in Sports Medicine. 01 Temmuz 2006;25(3):409-32.

16. Hinds RM, Gottschalk MB, Capo JT. The Pronator Quadratus and Distal Anterior Interosseous Nerve: A Cadaveric Study. Journal of Wrist Surgery. 07 Ağustos 2015;04:183-7.

17. Short WH, Werner FW, Green JK, Sutton LG, Brutus JP. Biomechanical Evaluation of the Ligamentous Stabilizers of the Scaphoid and Lunate: Part III. The Journal of Hand Surgery. 01 Mart 2007;32(3):297.e1-297.e18.

18. Nelson DL, Mitchell MA, Groszewski PG, Pennick SL, Manske PR. Wrist Range of Motion in Activities of Daily Living. Içinde: Schuind F, An KN, Cooney WP, Garcia-Elias M, editörler. Advances in the Biomechanics of the Hand and Wrist [Internet]. Boston, MA: Springer US; 1994 [a.yer 19 Temmuz 2024]. s. 329-34. Erişim adresi: https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9107-5_29

19. Hara T, Horii E, An KN, Cooney WP, Linscheid RL, Chao EYS. Force distribution across wrist joint: Application of pressure-sensitive conductive rubber. The Journal of Hand Surgery. 01 Mart 1992;17(2):339-47.

20. Iqbal Khan MA, Shah Gillani SFUH, Sarfraz AH, Hayat U, Fayyaz Bajwa HA. Application of Rikkli and Regazzoni three-column theory in distal radius intraarticular fractures and its functional and radiological assessment. J Pak Med Assoc. Ekim 2022;72(10):1921-6.

21. SCOTT W. WOLFE,WILLIAM C. PEDERSON, SCOTT H. KOZIN, MARK S. COHEN. Distal Radius Fractures. İçinde: GREEN'S OPERATIVE HAND SURGERY. EIGHTH EDITION. 2022. s. 605-12.

22. Frykman G. Fracture of the distal radius including sequelae--shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study. Acta Orthop Scand. 1967;Suppl 108:3+.

23. SCOTT W. WOLFE,WILLIAM C. PEDERSON, SCOTT H. KOZIN, MARK S. COHEN. Distal Radius Fractures. İçinde: GREEN'S OPERATIVE HAND SURGERY. EIGHTH EDITION. 2022. s. 604-5.

24. Green, 2020, s. 604-605. İçinde.

25. Spence LD, Savenor A, Nwachuku I, Tilsley J, Eustace S. MRI of fractures of the distal radius: comparison with conventional radiographs. Skeletal Radiol. Mayıs 1998;27(5):244-9.

26. Sobel AD, Calfee RP. Distal Radius Fractures in the Athlete. Clinics in Sports Medicine. Nisan 2020;39(2):299-311.

27. Boszotta H, Helperstorfer W, Sauer G. [Indications for surgery in distal radius fractures]. Unfallchirurg. 01 Ağustos 1991;94(8):417-23.

28. Egol KA, Walsh M, Romo-Cardoso S, Dorsky S, Paksima N. Distal Radial Fractures in the Elderly: Operative Compared with Nonoperative Treatment. Journal of Bone and Joint Surgery. 04 Ağustos 2010;92(9):1851-7.

29. Glickel SZ, Catalano LW, Raia FJ, Barron OA, Grabow R, Chia B. Long-Term Outcomes of Closed Reduction and Percutaneous Pinning for the Treatment of Distal Radius Fractures. The Journal of Hand Surgery. Aralık 2008;33(10):1700-5.

30. SCOTT W. WOLFE,WILLIAM C. PEDERSON, SCOTT H. KOZIN, MARK S. COHEN. Distal Radius Fractures. İçinde: GREEN'S OPERATIVE HAND SURGERY. EIGHTH EDITION. 2022. s. 620-1.

31. Slutsky DJ. External Fixation of Distal Radius Fractures. The Journal of Hand Surgery. 01 Aralık 2007;32(10):1624-37.

32. Bindra RR. Biomechanics and Biology of External Fixation of Distal Radius Fractures. Hand Clinics. Ağustos 2005;21(3):363-73.

33. Emami A, Mjöberg B. A safer pin position for external fixation of distal radial fractures. Injury. Kasım 2000;31(9):749-50.

34. Disseldorp DJG, Hannemann PFW, Poeze M, Brink PRG. Dorsal or Volar Plate Fixation of the Distal Radius: Does the Complication Rate Help Us to Choose? Jnl Wrist Surg. 11 Şubat 2016;05(03):202-10.

35. Protopsaltis TS, Ruch DS. Volar Approach to Distal Radius Fractures. The Journal of Hand Surgery. Temmuz 2008;33(6):958-65.

36. Berglund LM, Messer TM. Complications of Volar Plate Fixation for Managing Distal Radius Fractures. JAAOS - Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. Haziran 2009;17(6):369.

37. Carter TI, Pansy B, Wolff AL, Hillstrom HJ, Backus SI, Lenhoff M, vd. Accuracy and Reliability of Three Different Techniques for Manual Goniometry for Wrist Motion: A Cadaveric Study. The Journal of Hand Surgery. 01 Ekim 2009;34(8):1422-8.

38. Kassay AD, Daher B, Lalone EA. An analysis of wrist and forearm range of motion using the Dartfish motion analysis system. Journal of Hand Therapy. 01 Ekim 2021;34(4):604-11.

39. McVeigh KH, Murray PM, Heckman MG, Rawal B, Peterson JJ. Accuracy and Validity of Goniometer and Visual Assessments of Angular Joint Positions of the Hand and Wrist. The Journal of Hand Surgery. 01 Nisan 2016;41(4):e21-35.

40. Spruit MA, Sillen MJH, Groenen MTJ, Wouters EFM, Franssen FME. New Normative Values for Handgrip Strength: Results From the UK Biobank. Journal of the American Medical Directors Association. 01 Ekim 2013;14(10):775.e5-775.e11.

41. Guerra RS, Amaral TF, Sousa AS, Fonseca I, Pichel F, Restivo MT. Comparison of Jamar and Bodygrip Dynamometers for Handgrip Strength Measurement. The Journal of Strength & Conditioning Research. Temmuz 2017;31(7):1931.

42. Trampisch US, Franke J, Jedamzik N, Hinrichs T, Platen P. Optimal Jamar Dynamometer Handle Position to Assess Maximal Isometric Hand Grip Strength in Epidemiological Studies. The Journal of Hand Surgery. 01 Kasım 2012;37(11):2368-73.

43. Nikodelis T, Savvoulidis S, Athanasakis P, Chalitsios C, Loizidis T. Comparative Study of Validity and Reliability of Two Handgrip Dynamometers: K-Force Grip and Jamar. Biomechanics. Haziran 2021;1(1):73-82.

44. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. The Journal of Hand Surgery. Mart 1984;9(2):222-6.

45. Petersen P, Petrick M, Connor H, Conklin D. Grip Strength and Hand Dominance: Challenging the 10% Rule. The American Journal of Occupational Therapy. 01 Temmuz 1989;43(7):444-7.

46. Beaton DE, Wright JG, Katz JN, Group TUEC. Development of the QuickDASH: Comparison of Three Item-Reduction Approaches. JBJS. Mayıs 2005;87(5):1038.

47. Gummesson C, Ward MM, Atroshi I. The shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (Quick DASH): validity and reliability based on responses within the full-length DASH. BMC Musculoskelet Disord. 18 Mayıs 2006;7(1):44.

48. Cheema AS, O'Brien PJ, Broekhuyse HM, Lefaivre KA. Measuring Outcomes Over Time in Distal Radius Fractures: A Comparison of Generic, Upper Extremity-Specific and Wrist-Specific Outcome Measures. Journal of Hand Surgery Global Online. 01 Eylül 2020;2(5):272-6.

49. Bell KR, Oliver WM, White TO, Molyneux SG, Clement ND, Duckworth AD. QuickDASH and PRWE Are Not Optimal Patient-Reported Outcome Measures After Distal Radial Fracture Due to Ceiling Effect: Potential Implications for Future Research. JBJS. 16 Ağustos 2023;105(16):1270.

50. Kleinlugtenbelt YV, Krol RG, Bhandari M, Goslings JC, Poolman RW, Scholtes V a. B. Are the patient-rated wrist evaluation (PRWE) and the disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) questionnaire used in distal radial fractures truly valid and reliable? Bone & Joint Research. 01 Ocak 2018;7(1):36-45.

51. R. Tuğba ADAŞ ProfDrSSK. İzokinetik dinamometre ile yapılan ölçümlerde farklı eklemlere ait yük aralığının tespiti. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı;

52. Zhou Z, Li X, Wu X, Wang X. Impact of early rehabilitation therapy on functional outcomes in patients post distal radius fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. BMC Musculoskelet Disord. 05 Mart 2024;25(1):198.

53. Evidence-Based Review of Distal Radius Fractures - Orthopedic Clinics [İnternet]. [a.yer 14 Eylül 2024]. Erişim adresi: https://www.orthopedic.theclinics.com/article/S0030-5898(17)30218-3/abstract

54. MacIntyre NJ, Dewan N. Epidemiology of distal radius fractures and factors predicting risk and prognosis. Journal of Hand Therapy. 01 Nisan 2016;29(2):136-45.

55. Luokkala T, Laitinen MK, Hevonkorpi TP, Raittio L, Mattila VM, Launonen AP. Distal radius fractures in the elderly population. 17 Haziran 2020 [a.yer 06 Eylül 2024]; Erişim adresi: https://eor.bioscientifica.com/view/journals/eor/5/6/2058-5241.5.190060.xml

56. Flinkkilä T, Sirniö K, Hippi M, Hartonen S, Ruuhela R, Ohtonen P, vd. Epidemiology and seasonal variation of distal radius fractures in Oulu, Finland. Osteoporos Int. 01 Ağustos 2011;22(8):2307-12.

57. Shariatzadeh H, Dashtbozorg A, Gorjizadeh N. Association of distal radial fracture with comorbidities: model development and validation. Injury. 01 Temmuz 2024;55(7):111607.

58. Lofthus CM, Frihagen F, Meyer HE, Nordsletten L, Melhuus K, Falch JA. Epidemiology of distal forearm fractures in Oslo, Norway. Osteoporos Int. Haziran 2008;19(6):781-6.

59. Rundgren J, Bojan A, Mellstrand Navarro C, Enocson A. Epidemiology, classification, treatment and mortality of distal radius fractures in adults: an observational study of 23,394 fractures from the national Swedish fracture register. BMC Musculoskelet Disord. 08 Şubat 2020;21(1):88.

60. Epidemiology of Distal Forearm Fracture: A Population-Based Study of 5426 Fractures [Internet]. [a.yer 09 Eylül 2024]. Erişim adresi: https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/15589447221109967

61. Barvelink B, Reijman M, Smidt S, Miranda Afonso P, Verhaar JAN, Colaris JW, vd. Redisplacement of reduced distal radius fractures in adults: does the type of casting play a role? The CAST study, a multicentre cluster randomized controlled trial. Bone Joint J. 01 Temmuz 2024;106-B(7):696-704.

62. Perregaard S, Jørgensen RW, Landgren M. Complications After Volar Locking Plate Fixation of Distal Radius Fractures: A Retrospective Study of 822 Patients. The Journal of Hand Surgery. 01 Ağustos 2024;49(8):745-50.

63. Keçeci T, Karagöz B, Ağır İ. Effectiveness of Delayed Surgical Treatment for Distal Radius Fractures With Loss of Reduction. The Journal of Hand Surgery [İnternet]. 12 Ağustos 2024 [a.yer 14 Eylül 2024]; Erişim adresi: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0363502324003125

64. Rosenauer R, Pezzei Ch, Quadlbauer S, Keuchel T, Jurkowitsch J, Hausner T, vd. Complications after operatively treated distal radius fractures. Arch Orthop Trauma Surg. 01 Mayıs 2020;140(5):665-73.

65. Kamal RN, Shapiro LM. American Academy of Orthopaedic Surgeons/American Society for Surgery of the Hand Clinical Practice Guideline Summary Management of Distal Radius Fractures. JAAOS - Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 15 Şubat 2022;30(4):e480.

66. Chinta SR, Cassidy MF, Tran DL, Brydges HT, Ceradini DJ, Bass JL, vd. Epidemiology of distal radius fractures: Elucidating mechanisms, comorbidities, and fracture classification using the national trauma data bank. Injury. 01 Şubat 2024;55(2):111217.

67. Grewal R, Perey B, Wilmink M, Stothers K. A Randomized Prospective Study on the Treatment of Intra-Articular Distal Radius Fractures: Open Reduction and Internal Fixation

With Dorsal Plating Versus Mini Open Reduction, Percutaneous Fixation, and External Fixation. The Journal of Hand Surgery. 01 Temmuz 2005;30(4):764-72.

68. Rozental TD, Beredjiklian PK, Bozentka DJ. Functional Outcome and Complications Following Two Types of Dorsal Plating for Unstable Fractures of the Distal Part of the Radius. JBJS. Ekim 2003;85(10):1956.

69. Ring D. Intra-articular fractures of the distal radius. Journal of the American Society for Surgery of the Hand. 01 Mayıs 2002;2(2):60-77.

70. Sonntag J, Woythal L, Rasmussen P, Branner U, Hølmer P, Jensen AK, vd. No effect on functional outcome after repair of pronator quadratus in volar plating of distal radial fractures: a randomized clinical trial. The Bone & Joint Journal. 01 Aralık 2019;101-B(12):1498-505.

71. Swigart CR, Badon MA, Bruegel VL, Dodds SD. Assessment of Pronator Quadratus Repair Integrity Following Volar Plate Fixation for Distal Radius Fractures: A Prospective Clinical Cohort Study. The Journal of Hand Surgery. 01 Eylül 2012;37(9):1868-73.

72. Tosti R, Ilyas AM. Prospective Evaluation of Pronator Quadratus Repair Following Volar Plate Fixation of Distal Radius Fractures. The Journal of Hand Surgery. 01 Eylül 2013;38(9):1678-84.

73. Gordon KD, Pardo RD, Johnson JA, King GJW, Miller TA. Electromyographic activity and strength during maximum isometric pronation and supination efforts in healthy adults. J Orthop Res. Ocak 2004;22(1):208-13.

74. Stuart PR. Pronator quadratus revisited. The Journal of Hand Surgery: British & European Volume. 01 Aralık 1996;21(6):714-22.

75. McConkey MO, Schwab TD, Travlos A, Oxland TR, Goetz T. Quantification of Pronator Quadratus Contribution to Isometric Pronation Torque of the Forearm. The Journal of Hand Surgery. 01 Kasım 2009;34(9):1612-7.

76. Soubeyrand M, Assabah B, Bégin M, Laemmel E, Dos Santos A, Crézé M. Pronation and supination of the hand: Anatomy and biomechanics. Hand Surgery and Rehabilitation. 01 Şubat 2017;36(1):2-11.

77. Turley LP, Hurley ET, White-Gibson A, Clesham K, Lyons F. Pronator quadratus repair after volar plating for distal radius fractures: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Acta Orthop Traumatol Turc. 01 Temmuz 2023;57(4):176-82.

78. Lu CK, Liu WC, Chang CC, Shih CL, Fu YC, Jupiter JB. A systematic review and meta-analysis of the pronator quadratus repair following volar plating of distal radius fractures. J Orthop Surg Res. 16 Eylül 2020;15(1):419.

79. Eikrem M, Lian T, Madsen JE, Figved W. Impact of Pronator Quadratus Muscle Tear in Distal Radius Fractures on Patient Outcomes: Analyses of 55 Patients in a Volar Locking Plate Arm of a Randomized Clinical Trial. Cureus. 16(4):e58576.

80. Fang K, Lin X, Liu X, Ke Q, Shi S, Dai Z. Do we need to suture the pronator quadratus muscle when we do open reduction and internal fixation for fracture of the distal radius. BMC Musculoskelet Disord. 11 Temmuz 2020;21(1):453.

81. Pathak S, Anjum R, Gautam RK, Maheshwari P, Aggarwal J, Sharma A, vd. Do we really need to repair the pronator quadratus after distal radius plating? Chinese Journal of Traumatology. 01 Aralık 2019;22(6):345-9.

82. Hershman SH, Immerman I, Bechtel C, Lekic N, Paksima N, Egol KA. The Effects of Pronator Quadratus Repair on Outcomes After Volar Plating of Distal Radius Fractures. Journal of Orthopaedic Trauma. Mart 2013;27(3):130.

83. McGarvey SR, Morrey BF, Askew LJ, Kai-Nan A. Reliability of Isometric Strength Testing: Temporal Factors and Strength Variation. Clinical Orthopaedics and Related Research®. Mayıs 1984;185:301.

84. Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. Eur J Appl Physiol. 01 Ocak 2004;91(1):22-9.

85. Askew LJ, An KN, Morrey BF, Chao EYS. Isometric Elbow Strength in Normal Individuals. Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007). Eylül 1987;222:261.

86. Gallagher MA, Cuomo F, Polonsky L, Berliner K, Zuckerman JD. Effects of age, testing speed, and arm dominance on isokinetic strength of the elbow. Journal of Shoulder and Elbow Surgery. 01 Temmuz 1997;6(4):340-6.

87. Oh JH, Yoon JP, Kim JY, Oh CH. Isokinetic Muscle Performance Test Can Predict the Status of Rotator Cuff Muscle. Clinical Orthopaedics and Related Research®. Haziran 2010;468(6):1506.

88. Wittstein J, Queen R, Abbey A, Moorman CT. Isokinetic testing of biceps strength and endurance in dominant versus nondominant upper extremities. Journal of Shoulder and Elbow Surgery. 01 Eylül 2010;19(6):874-7.

89. Matsuoka J, Berger RA, Berglund LJ, An KN. An Analysis of Symmetry of Torque Strength of the Forearm Under Resisted Forearm Rotation in Normal Subjects. The Journal of Hand Surgery. 01 Mayıs 2006;31(5):801-5.

90. Ryu J, Cooney WP, Askew LJ, An KN, Chao EYS. Functional ranges of motion of the wrist joint. The Journal of Hand Surgery. 01 Mayıs 1991;16(3):409-19.

91. The functional range of movement of the human wrist [Internet]. [a.yer 15 Eylül 2024]. Erişim adresi: https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/1753193412458751

92. Tracy BL, Ivey FM, Hurlbut D, Martel GF, Lemmer JT, Siegel EL, vd. Muscle quality. II. Effects of strength training in 65- to 75-yr-old men and women. Journal of Applied Physiology. Ocak 1999;86(1):195-201.

93. Tracy BL, Ivey FM, Jeffrey Metter E, Fleg JL, Siegel EL, Hurley BF. A more efficient magnetic resonance imaging-based strategy for measuring quadriceps muscle volume. Med Sci Sports Exerc. 01 Mart 2003;35(3):425-33.

94. Fukunaga T, Miyatani M, Tachi M, Kouzaki M, Kawakami Y, Kanehisa H. Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. Acta Physiologica Scandinavica. 2001;172(4):249-55.

95. Lund H, Christensen L, Savnik A, Boesen J, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H. Volume estimation of extensor muscles of the lower leg based on MR imaging. Eur Radiol. 01 Aralık 2002;12(12):2982-7.

96. Morse CI, Degens H, Jones DA. The validity of estimating quadriceps volume from single MRI cross-sections in young men. Eur J Appl Physiol. 01 Haziran 2007;100(3):267-74.

97. Overend TJ, Cunningham DA, Paterson DH, Lefcoe MS. Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography. Clinical Physiology. 1992;12(6):629-40.

98. Rice CL, Cunningham DA, Paterson DH, Lefcoe MS. Arm and leg composition determined by computed tomography in young and elderly men. Clinical Physiology. 1989;9(3):207-20.

99. Miyatani M, Kanehisa H, Ito M, Kawakami Y, Fukunaga T. The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. Eur J Appl Physiol. 01 Mart 2004;91(2):264-72.

100. Sanada K, Kearns CF, Midorikawa T, Abe T. Prediction and validation of total and regional skeletal muscle mass by ultrasound in Japanese adults. Eur J Appl Physiol. 01 Ocak 2006;96(1):24-31.

101. Validity of estimating limb muscle volume by bioelectrical impedance | Journal of Applied Physiology [İnternet]. [a.yer 25 Temmuz 2024]. Erişim adresi: https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappl.2001.91.1.386

102. New bioimpedance model accurately predicts lower limb muscle volume: validation by magnetic resonance imaging | American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism [İnternet]. [a.yer 25 Temmuz 2024]. Erişim adresi: https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpendo.00109.2001

103. Beneke R, Neuerburg J, Bohndorf K. Muscle cross-section measurement by magnetic resonance imaging. Europ J Appl Physiol. 01 Kasım 1991;63(6):424-9.

104. Pettersson H, Hamlin DJ, Mancuso A, Scott KN. Magnetic Resonance Imaging of the Musculoskeletal System. Acta Radiologica Diagnosis. 01 Mayıs 1985;26(3):225-34.

105. Engstrom CM, Loeb GE, Reid JG, Forrest WJ, Avruch L. Morphometry of the human thigh muscles. A comparison between anatomical sections and computer tomographic and magnetic resonance images. J Anat. Haziran 1991;176:139-56.