T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

ERİŞKİN ÖNKOL DİAFİZ KIRIKLARINDA KİLİTLİ İNTRAMEDULLER RADİUS ULNA ÇİVİLERİ İLE CERRAHİ TESPİT UYGULAMALARIMIZIN RETROSPEKTİF OLARAK İNCELENMESİ

Dr. Ahmet KÖSE

Tez Yönetisi

Prof. Dr. Naci EZİRMİK

Uzmanlık Tezi
ERZURUM - 2014

İÇİNDEKİLER

ONAY ..... **III**
TEŞEKKÜR ..... **IV**
ÖZET ..... **V**
ABSTRACT ..... **VI**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **VII**
GRAFİKLER LİSTESİ ..... **VIII**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **IX**
KISALTMALAR ..... **XI**
1. GİRİŞ VE AMAÇ **1**
2. GENEL BİLGİLER **4**
2.1. Embriyoloji 4
2.2. Önkolun Anatomisi 6
2.2.1. Radius 6
2.2.2. Ulna 8
2.2.3. Proksimal Radioulnar Eklem 10
2.2.3.1. Anüler Ligaman 10
2.2.4. Distal Radioulnar Eklem 11
2.2.5. Önkol Kasları 14
2.2.6. Önkol Sinirleri 19
2.2.6.1. N. Ulnaris (C_{7-8} ve T_1) 19
2.2.6.2. N. Medianus ($C_{5-6-7-8}$ ve T_1) 19
2.2.6.3. N.Radialis ($C_{5-6-7-8}$ ve T_1) 19
2.2.7. Önkolun Arterleri 21
2.2.8. Diğer Önemli Yapılar 23
2.2.8.1. Ekstansör Retinakulum 23
2.2.8.2. Transvers Karpal Ligaman 23
2.3. Adelelerin Deforme Edici Etkisi 23
2.4. Önkol, El Bileği ve Dirsek Biyomekaniği 24
2.5. Radius ve Ulna Cisim Kırıkları 27
2.5.1. Klinik Bulgular 28
2.5.2. KırıklarınSınıflandırılması 29

2.5.3. Tedavi 31
2.5.3.1 Konservatif Tedavi 32
2.5.3.1.1 Kapalı redüksiyon ve alçı immobilizasyon 32
2.5.3.2. Cerrahi Tedavi 33
2.5.4. Açık Önkol Kırıklarının Tedavisi 36
3. MATERYAL VE METOD 38
3.1. Cerrahi Teknikve İmplant Tasarımı 41
3.2. İstatiksel Analiz 55
4. BULGULAR 56
5. VAKA ÖRNEKLERİ 70
6. TARTIŞMA 77
7. SONUÇLAR 95
8. KAYNAKLAR 97

ONAY

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nın 26.02.2013 tarih ve 47 sayılı yazısı ile "Erişkin Önkol Diafiz Kırıklarında Kilitli İntrameduller Radius Ulna Çivileri ile Cerrahi Tespit Uygulamalarımızın Retrospektif Olarak İncelenmesi" konulu tez çalışmasının araştırma görevlisi Dr.Ahmet KÖSE tarafından çalışılması uygun görülmüş, seçilen konu incelenmek üzere etik kurula gönderilmiştir. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik kurulunun 06.06.2013 tarih ve 5 nolu oturumunda 1 karar numarası ile Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölüm Başkanlığının 11.04.2013 tarih ve 1 nolu oturumunda 4 karar numarası ile onaylanmış ve karar Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanlığına iletilmiştir.

TEŞEKKÜR

Eğitimime katkısı olan, asistanlığım boyunca bilgi ve deneyimlerinden büyük fayda gördüğüm sayın hocalarım; Prof.Dr. Orhan KARSAN, Prof.Dr. Ömer Selim YILDIRIM, Prof.Dr. Naci EZİRMİK ve Yrd.Doç.Dr.Ali AYDIN'a,

Tezimin planlanması ve yazılması sırasında yardımcı olan ve her konuda desteklerini gördüğüm tez hocam sayın Prof.Dr.Naci Ezirmik'e ayrıca teşekkür ederim.

Asistanlık egitimim süresince kliniğimizde ve ameliyathanede birlikte çalıstığımız tüm asistan arkadaşlarım ile hemşire, personel ve sekreterlerimize,

Bu yorucu yolculukta desteklerini esirgemeyen sevgili anneme, babama ve kardeşlerime, en zor zamanlarımda yanımda olan, sevgisi ve desteği ile güç veren sevgili eşim Duygu KÖSE'ye, varlığından güç aldığım biricik oğlum Etka Eymen'e, sonsuz teşekkürü bir borç bilirim...

Dr. Ahmet KÖSE

Erzurum 2014

ÖZET

Erişkin Önkol Diafiz Kırıklarında Kilitli İntrameduller Radius Ulna Çivileri İle Cerrahi Tespit Uygulamalarımızın Retrospektif Olarak İncelenmesi

Önkol cisim kırıkları genç ve erişkin yaşta sık izlenen kırıklardır. Bu kırıklar anatomik ve uzaysal pozisyonu nedeniyle eklem içi kırıklar olarak değerlendirilmelidir. Tedavide genellikle cerrahi tedavi yöntemleri kullanılmaktadır. Tedavi sonrası fonksiyonel olarak iyi sonuç elde etmek için; kemik uzunluğunun muhafaza edilmesi, tam anatomik redüksiyon ve sürdürülebilir stabil tespit sağlamak esas amaçtır.

Bu retrospektif çalışmada Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinde Ekim 2010-Aralık 2013 tarihleri arasında, kapalı veya Tip1 açık önkol cisim kırığı tanısıyla 52 olguya yeni nesil radius ulna intrameduller çivi tespiti uygulandı. Hastaların 39'u erkek, 13'ü kadın idi. Ortalama 82.8 (52-170) hafta takip uygulanan olguların kaynama ve fonksiyonel sonuçları değerlendirildi. DASH skoru ortalama 12.7 (3.3-38.8), Anderson kriterlerine göre; 50 hastada (%96.2) mükemmel ve 2 (%3.8) hastada iyi sonuç ve %100 kaynama elde edildi. Grace-Eversman değerlendirme kriterlerine göre ise; 43 hastada (%82.70) mükemmel, 8 hastada (%15.38) iyi ve 1 hastada (%1.92) kabul edilebilir sonuç alındı.

Çalışma sonucu olarak intrameduller çivi tedavi metodunun; kapalı yapılabilmesi, kısa ameliyat süresi, enfeksiyon oranının az olması, yumuşak doku hasarı ve periostal sıyırmanın az olması, kozmetik avantajları, erken mobilizasyona izin vermesi, kısa immobilizasyon süresi, ek tespit materyaline ihtiyaç duyulmaması, rijit ve stabil tespit sağlaması, kaynama ve komplikasyon oranının plak vida tespitine benzerliği, implant çıkarımı sonrası düşük refraktür oranı ve fonksiyonel olarak çok iyi sonuçlar elde edilmesi nedeniyle erişkin önkol cisim kırıklarının cerrahi tedavisinde plak vida tedavisine alternatif bir tedavi metodu olarak kullanılabileceği sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler : Radius, ulna, intrameduller çivi

ABSTRACT

Retrospective evaluation of intramedullary nail fixation of adult forearm diaphyseal fractures with locked intramedullary radius and ulna nail

Forearm diaphyseal fractures are frequent injuries of the adults and teenage. These fractures are evaluated as intraarticular fractures due to its spatial or and anatomic localization. Surgical treatment is usually preferred. Preserving bone length, exact anatomic reduction and sustainable stable fixation are mandatory for postoperative good functioning.

In this retrospective study which was conducted between October 2010 and December 2013, 52 patients with closed or type 1 forearm fractures was treated with the new intramedullary Radius and ulna nail. 39 of the patients were male 13 were female. The mean follow up was 82,8 (52-170) weeks. Fracture union and functional union were evaluated. The mean DASH score was 12.7 (3.3-38.8). According to Anderson criteria 50(%96.2) patients had excellent, 2 (%3.8) had good results and all of the patients had fracture union. According to Grace-eversman criteria 43(%82.70) patients had excellent, 8 (%15.38) had good and 1(%1.92) had acceptable results.

In conclusion our study revealed that intramedullary nail fixation of forearm fractures provides closed application, less rate of infection, less soft injury and periosteal stripping, cosmetic advantages, early mobilization, short period of immobilization, no need for extra fixation materials, similar rate of union and complications with plate fixation, rigid and stable fixation, low refracture rates after implant removal and excellent functional outcomes, so it is a good treatment option in treatment of adult diaphyseal forearm fractures.

Key Words: Radius, ulna, intramedullary nail.

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. DASH-T (Kol, omuz ve el yaralanması) anketi (119) 53
Tablo 2. Hastaların MRE ve MREL değerleri ile kavrama gücü, supinasyon ve pronasyon dereceleri arasındaki ilişki 64
Tablo 3. Ameliyat ve fonksiyonel sonuçlara ait verilen kırık kemik tipi ve tüm hastalara göre dağılımı 66
Tablo 4. Literatürde önkol çivi uygulaması yapılan çalışmalar ile bizim çalışamamıza ait verilerin karşılaştırılması 67
Tablo 5. DASH skoru ile kavrama gücü, supinasyon ve pronasyon değerleri arasındaki istatiksel ilişki 68

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1. Hasta sayısının cinsiyete göre dağılımı 56
Grafik 2. Hastaların kırık ekstremiteye göre dağılımı 56
Grafik 3. Kırıkların etyolojik dağılımı 57
Grafik 4. Hastaların AO/ASIF kırık tipine göre dağılımı 58
Grafik 5. Kırık kemik türüne göre ortalama kaynama süreleri 59
Grafik 6. Kırık kemik türüne göre ortalama ameliyat süreleri 59
Grafik 7. Grace-Eversman değerlendirme kriterlerine göre hastaların dağılımı 62
Grafik 8. Tedavi edilen ve sağlam önkol kavrama gücünün cinsiyete göre dağılımı 63
Grafik 9. Tedavi edilen önkolun maksimum radial eğimi (K.MRE) ile maksimum radial eğim lokalizasyonunun (K.MREL) hastalara göre grafiksel dağılımı 65

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 4 (a), 6 (b) ve 8 (c) haftalık embriyoda ekstremite oluşumu 5
Şekil 2. Radiusun önden, arkadan ve içten görünümü (48) 7
Şekil 3. Ulnanın önden, arkadan ve içten görünümü (48) 9
Şekil 4. Proksimal radioulnar eklem (48) 10
Şekil 5. İnterosseöz membran, proksimal ve distal radioulnar eklem (48) 11
Şekil 6. Distal radioulnar eklem (48) 14
Şekil 7. Derin tabakadaki önkol ön grup kasları (47) 15
Şekil 8. Yüzeyel tabakadaki önkol ön grup kasları (47) 16
Şekil 9. Önkol arka grup yüzeyel kasları (47) 17
Şekil 10. Önkol arka grup derin kasları (47) 18
Şekil 11. Önkol sinirleri (47) 20
Şekil 12. Önkol arterleri (47) 22
Şekil 13. Önkol supinasyon-pronasyon eksenleri ve kasların etkisi (47) 27
Şekil 14. Maksimum radial eğim ve maksimum radial eğim lokalizasyonu (1) için Schemitsch ve Richards yöntemi (6) 29
Şekil 15. AO/ASIF Önkol kırık sınıflaması (82) 31
Şekil 16. Saehan hidrolik el dinamometresi ile kavrama gücü değerlendirmesi 41
Şekil 17. Şematik olarak awl; ile 1. ekstansör tünelden ilk giriş uygulaması ve klavuz ile radius çivi uygulaması 42
Şekil 18. Radius çivisinin klavuz üzerindeki ve serbest görünümü (a), kadavra radiusunda çivi uygulaması; radius çivisinin parabol şekli, distal kilitleme vidasının 15 derece açılanması, çivinin proksimal parçasının 10 derece öne açılanması (b) 43
Şekil 19. Şematik olarak radius çivisinin uygulaması ve distal kilitleme 44
Şekil 20. Radiusun sagittal eğiminin üç boyutlu görünümü (112). 45
Şekil 21. Radiusun koronal eğiminin üç boyutlu görünümü (112). 45
Şekil 22. Ulna çivisinin uygulama klavuzu ile görünümü. Distalde sekiz kilitleme deliği, proksimal kilitleme için oval ve yuvarlak deliklere vida uygulaması görünümü 47

Şekil 23. Ulna çivisi; (a) tek korteks kilitleme için proksimal oblik, kompresyon için oval ve statik kilitleme için yuvarlak delik görünümü, (b) kadavra ulnasında tek korteks kilitlemenin görünümü. 47
Şekil 24. Şematik olarak Ulna çivisi ve kilitleme uygulaması 48
Şekil 25. Distal kilitleme sonrası ulna diyafiz kırığında proksimal kompresyon uygulaması 49

KISALTMALAR

DCP: Dinamik kompresyon plağı

LC-DCP: Low Contact- dinamik kompresyon plağı

TFCC: Triangüler fibrokartilijinöz kompleks

DRUE: Distal radioulnar eklem

APL: Abduktor pollisis longus

EPB: Ekstansör pollisis brevis

ECRL: Ekstansör karpi radialis longus

ECRB: Ekstansör karpi radialis brevis

EPL: Ekstansör pollisis longus

EDK: Ekstansör digitorum kommunis

EİP: Ekstansör indisis proprius

EDM: Ekstansör digiti minimi

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

MCL: Medial kollateral ligament

LCL: Lateral kollateral ligament

AP: Anteroposterior

AO/ASIF: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/ Association for the Study of Internal Fixation Sınıflaması

ROM: Range of motion

MRE: Maksimum radial eğrilik

MREL: Maksimum radial eğrilik lokalizasyonu

DASH: Disabilty of arm shoulder and hand anketi

DASH-T: Kol, omuz ve el yaralanması anketi

PİN: Posterior interosseöz sinir

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ön kol üst ekstremitede el bileği ve dirsek hareketleri için gerekli olup el ve el bileği ile birlikte üst ekstremitenin normal fonksiyonunu sürdürmesini sağlar. Radius ve ulnanın ön kol hareketlerini gerçekleştirirken uzaysal yönelimdeki uyumsuzluk veya hafif sapmaları ön kolun rotasyonel gücünü ve buna bağlı olarak elin fonksiyonunu ve anatomik yerleşimini bozar. Bu nedenle önkol kırıkları eklem içi kırık olarak kabul edilmelidir (1). Önkol vücuttaki diğer uzun kemikler gibi bir çift uzun kemik olarak değerlendirilmemelidir. Fonksiyonel ve anatomik özelliğinden dolayı önkolu bir eklem olarak değerlendirmek gerekir (2). Bu nedenle önkol kırıkları ve eşlik eden yaralanmaların tedavileri diğer uzun kemik diyafiz kırıklarının tedavisinden farklı tutulmalı ve özel bir dikkat gösterilmelidir. Radius ve ulna cisim kırıklarının uygun olmayan implantlarla yetersiz tedavisi sadece önkolun değil tüm üst ekstremitenin fonksiyonlarını olumsuz yönde etkiler (3). Önkol kırıkları yetersiz tedavi edildiği zaman hareket kaybı ile birlikte kas dengesizliği, zayıf el fonksiyonları ve beraberinde ruhsal problemlere neden olmaktadır (1,3).

Radius ve ulna kırıkları yaygın olarak izlenen yaralanmalardır. Etyolojik olarak en sık bildirilen nedeni düşmedir (2,4). Bununla birlikte, son yıllarda insanların yaşam süresinin artması, motorlu taşıt yaralanmaları ve teknolojik gelişmelere bağlı yüksek enerjili iş kazalarının artması ile yetişkinlerde kompleks önkol kırıkları ve kırıklı- çıkık görülme sıklığı artmıştır (2,3).

Önkolun anatomisi ve biyomekaniği vücudun diğer bölümlerinden farklıdır. Yetişkinlerde önkol kırıklarının ve kırıklı çıkıklarının tedavisi fonksiyonel ve anatomik özellikleri yönüyle vücudun diğer bölümlerinden farklılık gösteririr. Radius ve ulna fonksiyonel olarak aşırı rotasyonel kuvvetlerle karşı karşıyadır. Bu nedenle sağlanan anatomik redüksiyonun sürdürülebilir olması gerekmektedir. Önkol kırıklarının tedavi sonrası yeterli supinasyon ve pronasyon hareketini gerçekleştirmesi için; anatomik redüksiyonun sağlanması, aksiyal dizilimin sağlanması, rotasyonel stabilitenin sağlanması, proksimal ve distal radioulnar eklem bütünlüğünün korunması gerekir (5). Vücudun diğer uzun kemiklerinde (tibia, femur ve humerus) cismin anatomik dizilimini sağlamak gerekli değildir. Fakat önkol kemiklerinde uzunluğun sağlanması, açılanmayı

ve rotasyonel restorasyonu sağlamak esas amaçtır. Supinasyon ve pronasyon hareketleri, radiusun ulna etrafında dönmesi sonucu gerçekleşir. Tedavi sonrası iyi bir fonksiyonel sonuç elde etmek için; radiusun anatomik eğimi ve kemikler arası mesafe (interosseöz mesafe) bütünlüğünün anatomik olarak tekrar oluşturulması gerekmektedir (2,6,7). Distal ve proksimal radioulnar eklemlerin bütünlüğünün sağlanması, mükemmel fonksiyonel sonuçlara ulaşmak için vazgeçilmez unsurlardandır (2).

Bu özelliklerinden dolayı önkol kırıklarının cerrahi tedavisinde iyi fonksiyonel sonuç elde etmek ve erken hareket başlayabilmek için tam anatomik redüksiyon ve rijit bir internal tespit uygulamak gerekmektedir (2,5). Günümüzde önkol kırıklarının cerrahi tedavisinde intrameduller çiviler, dinamik kompresyon plakları (DCP), ekstrenal fiksatörler ve Low contact-dinamik kompresyon plakları (LC-DCP) gibi çeşitli fiksasyon materyalleri kullanılmaktadır (1-3).

Çocuk ve adelösan yaş önkol cisim kırıklarında tedavi amacıyla K teli, rush pin ve ender çivisi gibi intrameduller tespit cihazları yaygın olarak kullanılan, etkinliği kabul edilen tedavi yöntemidir (8). Erişkin önkol kırıkları için ilk tasarlanan radius ulna intrameduller çivisi 1913 yılında Schöne tarafından yapılmıştır (9). Daha sonraki zamanlarda çeşitli intrameduller çiviler geliştirilmiştir (10-18). Erişkin önkol kırıklarında interameduller tespit, plak vida ostesentezine alternatif olarak kullanılabilecek tespit yöntemidir. Teorik olarak; minimal invaziv bir yöntem olması, kapalı uygulanması, kırık hattı açılmadığı için geniş diseksiyondan kaçınılması ve buna bağlı nörovasküler hasar oranının daha az olması gibi avantajları vardır (19-22).

Yetişkin önkol diafiz kırıklarının cerrahi tedavisinde sağladığı anatomik redüksiyon ve stabil tespit nedeniyle plak vida ostesentez yöntemi en yaygın kullanılan ve önkol diafiz kırıkları tedavisinde altın standart tedavi yöntemidir (5,23-30). Anatomik ve stabil tespit ile erken dönemde fizyolojik ve fonksiyonel sınırlarda eklem hareket açıklığını sağlamak esas hedef olmalıdır. İntrameduller çiviler femur, tibia ve humerus cisim kırıklarında yaygın kullanılmasına rağmen (31-33) önkol kırıklarında yaygın kullanım alanı bulamamıştır. Bunun en önemli nedenleri olarak intrameduller çivi ile ilgili ilk bildirilerde; sınırlı endikasyonda kullanımı, ek tespit materyaline ihtiyaç duyulması, yüksek kaynamama oranı ve uzun süren immobilizasyon gösterilmiştir (34-36). Ancak yeni tasarım kilitli intrameduller çivilerin tedavi sonuçları ile kullanımı

yagınlaşmaya başlamıştır. Radius ve ulna için dizayn edilen ve çalışmamızda tespit materyali olarak kullandığımız yeni nesil intrameduller çiviler; titanyumdan yapılmış, solid, yuvarlak ve rymirizasyon (oymasız) yapılmadan kullanılan implantlardır. Giriş noktası olarak kullanılan radius distali ve ulna proksimalinde yaklaşık 1.5-2 cm'lik insizyonlarla, kırık hattı açılmadan ve kırık hematomu boşaltılmadan, kapalı teknikle veya minimal açık teknikle redüksiyon uygulanabilmesi, uygulama noktalarında geniş kas, periost sıyırması gerektirmemesi ve buna bağlı en az seviyede damar sinir hasarı riskine sahip olması, segmenter kırıklarda, cilt defekti olan ve açık kırıklarda aşırı cerrahi ekspojur kullanılmadan uygulanabilmesi gibi teorik olarak plak vida ostesentezinden üstün özellikleri mevcuttur (10,11,19,36-38).

Bizim bu çalışmadaki amacımız; kapalı veya Tip 1 açık önkol diafiz kırığı bulunan erişkin hastalara biyolojik internal cerrahi tespit materyali olarak uyguladığımız yeni nesil radius ulna intrameduller çivilerin tedavi sonuçlarını literatür ışığında retrospektif olarak incelemekti.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Embriyoloji

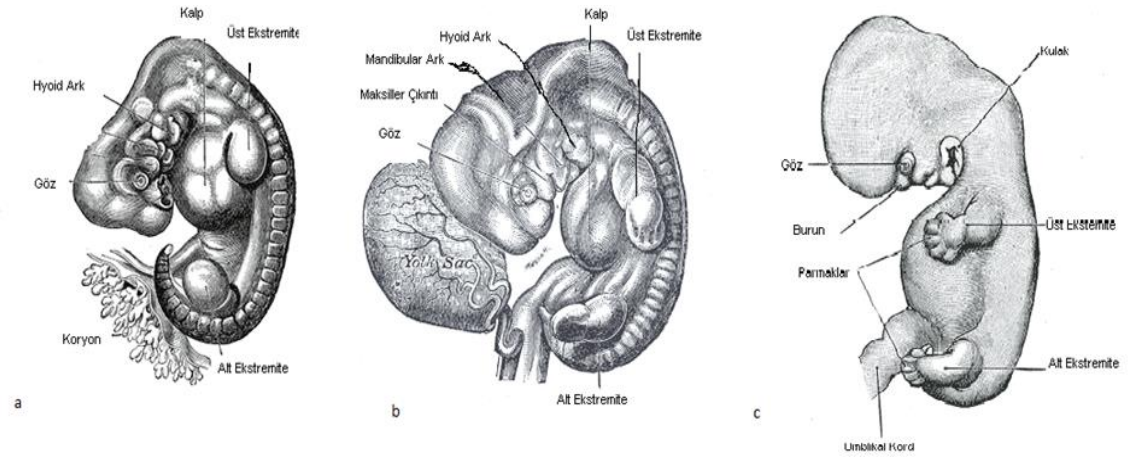
Kas iskelet sisteminin embriyolojik gelişimi; paraksiyel mezoderm, mezodermin lateral plağı ve nöral krestten orjin alır. Paraksiyel mezodermden; nöral tüpün iki yanında segmenter olarak uzanan ve baş bölgesinde somitomerler, kaudalde ise somitler oluşur (39). Somitler ventromedialde sklerotoma, dorsolateralde dermomyotoma farklılaşırlar (39). Sklerotom hücreleri dördüncü haftanın sonunda, mezenşim ya da embriyonel konnektif, yumuşak dokuyu oluştururlar. Mezenşim hücreleri migrasyon göstererek fibroblast, kondroblast ya da osteoblastlara dönüşebilirler. Bu değişime membranöz ossifikasyon denir. Çoğu kemikte mezenşimal hücreler öncelikle bir hiyalen model oluştururlar. Bu model sonrasında enkondral ossifikasyon yoluyla kemikleşme gösterir (40).

Ekstremiteleri meydana getiren tomurcuklar embriyolojik gelişimin dördüncü haftasının sonunda vücut duvarlarının ventrolateralinde küçük birer çıkıntı şeklinde belirir. Bu tomurcukların merkezini mezenşimal bir iskelet oluşturur. Bunun üzerini ektoderm tabakası kaplamaktadır. Uç bölgelerde bu ektoderm kalınlaşır ve apikal ektodermal katlantı adını alır. Apikal ektodermal katlantıya komşu dokular hızlı büyüyen farklılaşmamış hücre gruplarıdır. Uzaktaki mezenşim ise kıkırdak ve kas dokusuna farklılaşır. Ekstremite oluşumu bu yolla proksimalden distale doğru ilerler (41).

Altı haftalık embriyoda ekstremite tomurcuklarının en uç bölümleri yassılaşarak el ve ayak plaklarını oluşturur. Ekstremitelere ait sinoviyal eklemler de kemikler arasındaki mezenşimin farklılaşması ile oluşurlar (41).

Gestasyonun 7. haftasında dermomyotom dokularındaki myotom hücreleri kalıcı lokalizasyonlarına doğru hareket eder ve uzayarak iğ şeklini alırlar. Miyoblast olarak adlandırılan bu hücreler birbirleri ile kaynaşır, uzun çok nükleuslu kas liflerini oluştururlar (41). 12 haftalık embriyoda tüm ekstremite kemiklerinin tamamına yakın bir kısmının primer ossifikasyon merkezleri görünür hale gelmiştir. Eldeki tüm

parmakların falanksları ile birlikte tam olarak bölünmesi sekizinci hafta sonunda gerçekleşmiştir (Şekil 1) (40,41).



Şekil 1. 4 (a), 6 (b) ve 8 (c) haftalık embriyoda ekstremite oluşumu

Distal radius büyüme kıkırdağı erkeklerde 0.5 ile 2.3 yaş arasında, kızlarda 0.4 ve 1.7 yaşları arasında ortaya çıkar (42). İlk görünüşü transvers olmasına rağmen, hızlı bir şekilde erişkin şekli olan üçgen şekle dönüşür. Radiusun styloidi, iskelet sistemi olgunlaştıkça uzama gösterir. Distal ulnanın ikinci kemikleşme merkezi yaklaşık olarak 7 yaş civarlarında ortaya çıkar. Ulnar büyüme kıkırdağı kızlarda 16, erkeklerde 17 yaşında kapanırken, distal radial büyüme kıkırdağı ulnar büyüme kıkırdağından yaklaşık olarak 6 ay sonra kapanır.

Distal radial ve ulnar büyüme kıkırdakları önkolun büyümesinin yaklaşık olarak %75 ile %80'ini oluştururlar. Üst ekstremitenin büyümesinin ise %40'ını oluşturur (43). Radius büyümesinin yaklaşık %80'i distal büyüme plağından, %20'si proksimal büyüme plağı tarafından gerçekleştirilir. Ulnar büyümenin ise %20'si distal büyüme plağından, % 80'i ise proksimal büyüme plağı tarafından gerçekleştirilir (42,43).

2.2. Önkolun Anatomisi

Radius ve ulna herbirisi kendi başına bir birim olarak fonksiyon gören fonksiyonel bir ünitedir. Proksimalde dirsek eklem kapsülü ve anüler ligament, distalde ise dorsal ve volar radioulnar ligamentler, el bileği eklem kapsülü ve triangüler fibrokartilijinöz kompleks birbiri ile bağlantılıdırlar. Distal radioulnar eklemin esas stabilizatörü triangüler fibrokartilijinöz komplekstir (TFCC). Proksimal ve distal radioulnar eklem, humeroulnar, radiocapitellar ve radiocarpal eklemler fonksiyonel açıdan birbiri ile ilişki içindedir (44-46).

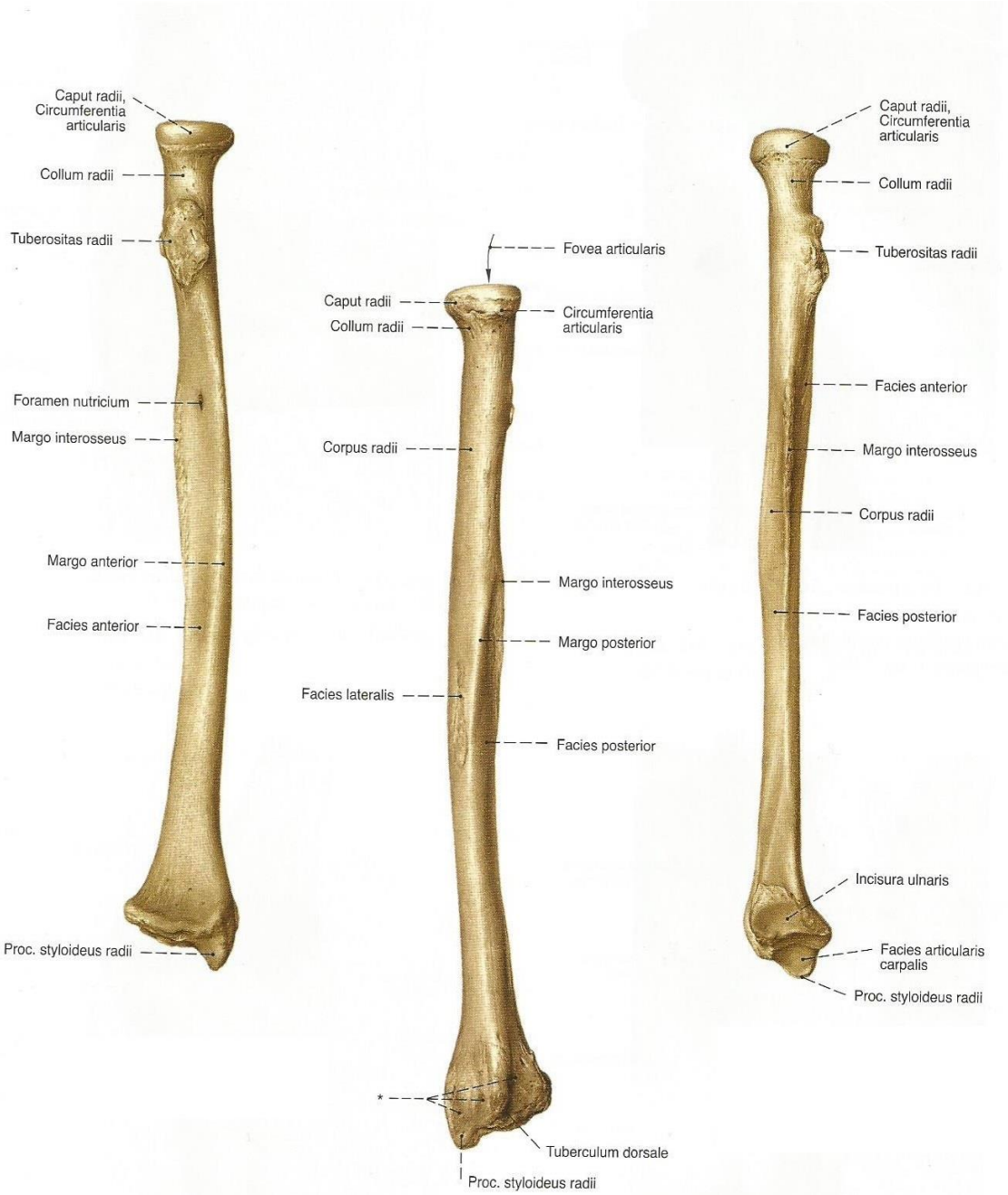
2.2.1. Radius

Önkolun dış yanında bulunan, parabol şeklinde bir kemiktir (Şekil 2). Radius cisminin genişliği alt uca doğru gidildikçe artar. Dış yana doğru eğrilik yapar. Alt ucu öne doğru iç bükeydir. Üst ucu silindiriktir ve radius başı adını alır. Radius başının üst yüzeyinde capitelium humeri ile eklem yapan yuvarlak bir çukurluk fovea artikularis bulunur. Radius başının dış yüzü sferik şekilde olup, çepeçevre ve düz bir eklem yüzü şeklindedir. Circumferentia artikularis denen bu bölüm ulna üst ucundaki radial çentiğe oturur. Radius başı ile radius cismini birleştiren dar parçaya radius boynu denir (46).

Radius cisminin üç yüzü ve üç kenarı vardır. Cismin üst-ön bölümünde radial tüberkül vardır. Buraya m.biceps brachii'nin kirişi yapışır. Kemik cisminin ön yüzü iç bükeydir ve distale doğru genişler. Cisim boyunca kemiğin beslenmesini sağlayan foramen nutriciumları vardır. Arka yüzün üst ve alt bölümleri ile yan yüz dış bükeydir. Yan yüzün ortasında pronator teresin yapıştığı pürtüklü bir alan bulunur. İnterosseöz kenar ulnaya bakar ve keskindir. Diğer iki kenar margo anterior ve margo posterior künt ve yuvarlaktır (46).

Radiusun alt ucunda dış yan, ön, içyan, arka ve alt yüzeyler seçilebilir. Alt ucun dış yan yüzünden distale doğru uzanan sivri çıkıntıya radial stiloid denir. Distal arka yüzde dorsal tüberkül veya lister tüberkülü denilen çıkıntı belirgindir. Lister tüberkülü başparmağın ekstansör pollicis longus tendonu için makara (pulley) görevi görür (47). Dorsal tüberkülün iki yanında ekstansör tendonların geçtiği oluklar görülür. İç yan yüzde ulnar çentik ve ulna başı ile eklem yapar. Radiusun alt ucunda el bilek kemikleri

(os scaphoideum ve os lunatum) ile eklem yapan iç bükey karpal eklem yüzü görülür (47).



Şekil 2. Radiusun önden, arkadan ve içten görünümü (48)

2.2.2. Ulna

Önkolun iç yanında bulunur (Şekil 3). Üst ucun en proksimalde yer alan parçası olekranondur. Olekranon öne doğru bir çengel şeklinde kıvrılmış ve humerusta yer alan fossa olecrani'ye doğru çıkıntı yapmıştır. Olekranonun altında ön yüzde öne doğru uzanan daha küçük çıkıntı koronoid çıkıntıdır. Koronoid çıkıntının altında ve ön yüzde ulnar tüberkül vardır. Buraya m.brachialisin kirişi yapışır. Koronoid çıkıntı ile olekranon arasında iç bükey eklem yüzünü oluşturan çentik incisura trochlearis'tir. Ulnar tüberkülün dış yanında radius başı ile proksimal eklem yüzeyini sağlayan radial çentik bulunur (47).

Ulna cismi üstte üçgendir, distale doğru ilerledikçe yuvarlak bir hal alır. Üç yüzü ve üç kenarı vardır. Anterior yüzde ortada ve proksimalde foramen nutriciumlar izlenir. Medial yüz dış bükeydir. Arka yüz üzerinde çesitli eğik çizgiler ve kabartılar görülür. Ön kenar kalın ve yuvarlaktır. Ön kenar ulnar tüberkülün iç yanından başlar, distale ve arkaya doğru kıvrılır, ulnar stiloidin tabanına kadar iner. Arka kenarı olecranonun arka yüzünün tepesinden başlar, ulnar stiloide kadar iner ve cilt altında hissedilir. İnterosseoz kenar, kemiğin dış yan kenarıdır. Radial çentiğin hemen altında kalan çukur alan arkada bir çıkıntı ile sınırlandırılır. Crista musculi supinatoris denilen bu kabarık çizgi m.supinator'un baslangıç yeridir (47).

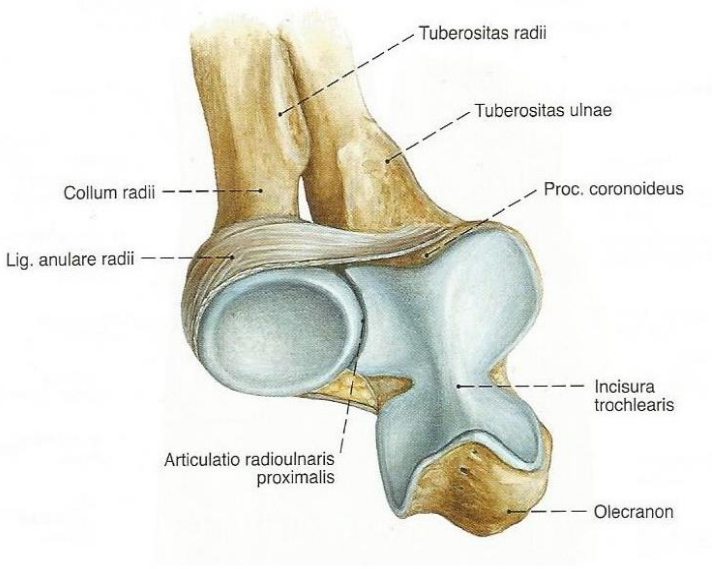
Ulnanın distal ucu ulna başı ile sonlanır. Ulna başının dış yüzü, circumferantia articularis olarak adlandırılır. Radius'un alt ucunda ulnar çentik ile eklem yapar. Distal ucun posteromedialinde cilt altında hissedilen küçük çıkıntı ulnar stiloid adını alır (47).



Şekil 3. Ulnanın önden, arkadan ve içten görünümü (48)

2.2.3. Proksimal Radioulnar Eklem

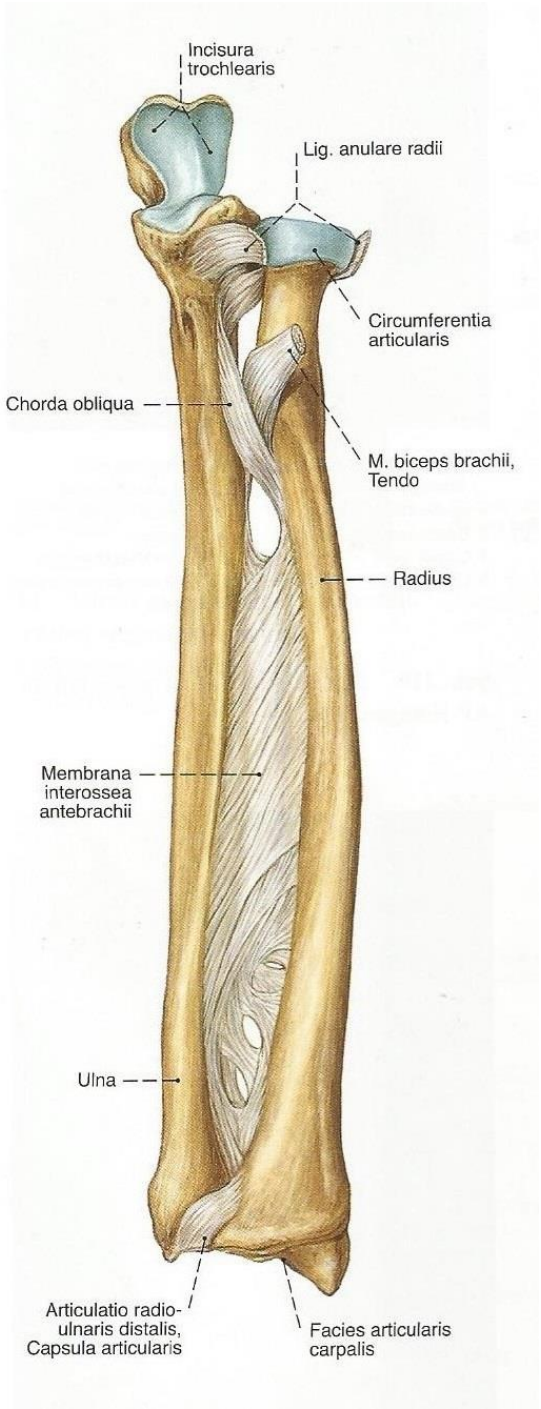
Ulna ile radius arasında biri proksimalde diğeri distalde olmak üzere iki eklem vardır. Proksimaldeki eklem artikularis radioulnaris proksimalis trokoid grubu bir eklemdir (Şekil 4,5) (46,47).



Şekil 4. Proksimal radioulnar eklem (48)

2.2.3.1. Anüler Ligaman

Proksimal radioulnar eklemin tek bağıdır. Radial çentik radius başını kısmen içine alır. Radius başının çentik içinde kalmasını anüler ligaman sağlar. Radius başı çevresinde bulunur. Önde radial çentiğin ön kenarına, arkada genişleyerek radial çentiğin arka kenarına ve ulnanın arka yüzüne tutunur. Kuadrat ligaman denen ince bir fibröz lif demeti radial çentiğin alt kenarından radius boynuna doğru uzanır. Dirsek eklem kapsülünü dıştan örter (Şekil 5) (46,47).



Şekil 5. İnterosseöz membran, proksimal ve distal radioulnar eklem (48)

2.2.4. Distal Radioulnar Eklem

Ulna başı ile radiusun ulnar çentiği arasındaki diartrodial eklemdir (Şekil 6). Ulna ve radiusun distal ucuna tutunmuş kenarları daha kalın bir diskus artikularis vardır. Eklem kapsülü önde ve arkada kalındır. Kapsül burada interosseöz membranın distal

parçasının önüne yukarı doğru uzanan ve sinovyal membran ile örtülü bir kese recessus sacciformisi yapmıştır. Proksimal ve distal radioulnar eklemlerin ortak ekseni, radius başı ile ulna başı arasında proksimalden distale doğru uzanır ve spasium interosseum'u eğik durumda çaprazlar. Pronasyon hareketinde radius el ile birlikte ulnayı önden eğik olarak çaprazlar. Supinasyon hareketinde ise tersine radius dış tarafta ulnaya paralel olarak yer alır (46,47). Ulna başı ile radiusun sigmoid çentiği arasında trokoid tipi diartrodial bir eklem vardır. Bu eklem yüzeyi geniş ve hemisilindirik yapıdadır. Önkol supinasyon ve pronasyonu bu eklem üzerinden gerçekleşir (49). Sigmoid çentiğin palmar dudağı osteokartilajinöz yapıdadır. Bu dudak ulnanın volar dislokasyonuna engel olmak için destek sağlar (50).

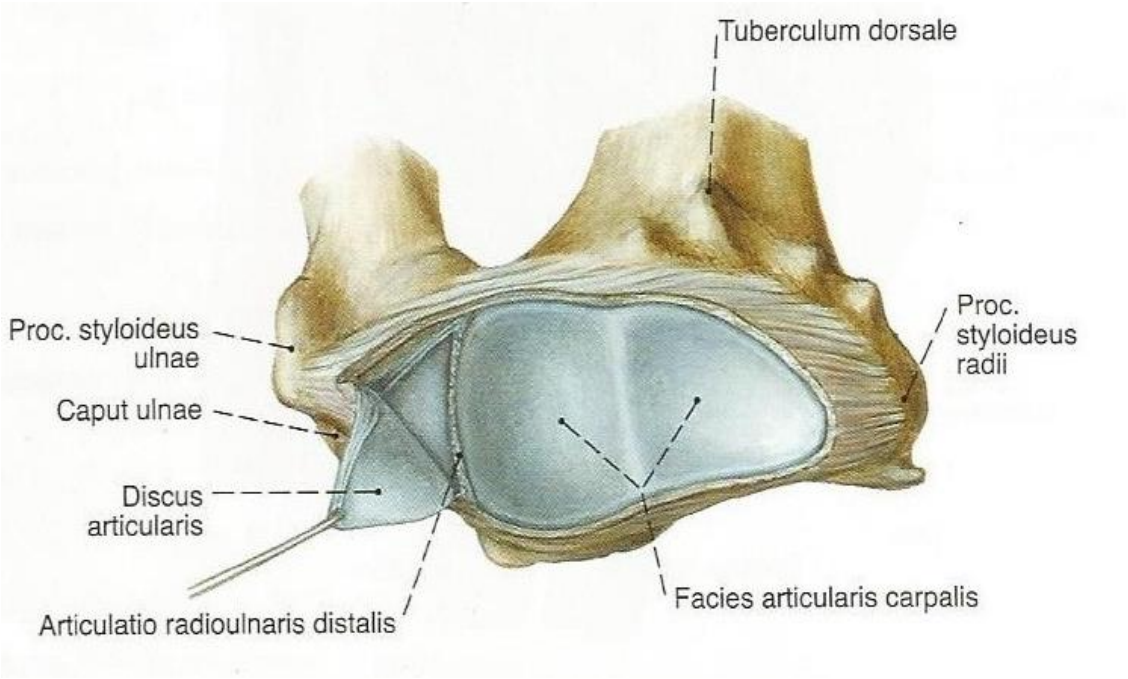
Sigmoid çentiğin proksimalden distale doğru yüksekliği 0.53 cm, dorsopalmar yönde genişliği ise 1.23 cm'dir. Sigmoid çentiğin inklinasyon açısı ise 7.7 derecedir. Ulna başı silindirik yapıdadır. Dorsal taraftaki kenarında ulnar stiloid denen çıkıntı bulunur. Ulna başının ortalama 3/4'ü eklem kıkırdağı ile kaplıdır (51). Distal radioulnar eklemde sigmoid çentiğin çapı ulna başının çapından daha büyüktür. Bu çap farkı sonucu eklem yüzeyleri uyumsuz ve rotasyon merkezleri farklıdır. İleri derecede pronasyon ve supinasyon hareketlerinde eklem yüzeylerinin teması %10'a kadar düşerek belirgin bir şekilde azalır. El bileği nötral pozisyonda iken ise bu temas yaklaşık %60 kadardır. Önkolun pronasyon ve supinasyonu sırasında ulna başı sırasıyla dorsale ve volare doğru yer değiştirir. Ayrıca bu rotasyon esnasında radiusa göre ulnanın uzunluğunda da bir miktar kısalma veya uzama izlenebilir (50).

Distal radioulnar eklemin stabilitesi; el bileği eklemini oluşturan bağlar ve sigmoid çentik ile ulna başı arasındaki kemiklerin uyumu ile sağlanır. Distal radioulnar eklemin major stabilizatörü TFCC'dir (Şekil 10). Distal radioulnar eklemi stabil tutan başlıca yapılar; TFCC, dorsal ve palmar radioulnar bağlar, membrana interosseosa, ekstansör karpi ulnaris kılıfı, pronator quadratus kası ve sigmoid çentiğin kemiksel trokoid eklem yapısıdır (50). TFCC'nin orta bölümü semisirküler fibrözkartilaj yapıdadır. Bu disk şeklindeki yapı distal radiusun ulnar kenarından başlar, mediale uzanarak ulnanın basis styloid foveasına yapışır. Diskin palmar ve dorsal kenarları kalın ve gergindir. Bu yapının radiusa yakın olan kısmı kalın, ulnaya yakın olan kısmı ise incedir. TFCC'nin periferik kısımlarının kan dolaşımı iyi olduğundan periferik yırtıkların kendiliğinden iyileşme potansiyeli yüksektir. Santral bölümü ise kalın ve

avaskülerdir. TFCC'nin merkezi kısmı santral disk ve ulnokarpal bağlar tarafından oluşturulur. Artiküler disk kompressif yükü taşır fakat distal radioulnar eklem stabilitesinde katkısı yoktur. Ulnokarpal bağ, ulna başının foveasından çıkar ve triquetrumun palmar yüzeyine yapışır (50,51). Volar radioulnar bağ sigmoid çentiğin palmar çatısına yapışır ve oblik olarak ulnara ve dorsale seyreder. Dorsal radioulnar bağ ise sigmoid çentiğin dorsal çatısına yapışır ve oblik olarak ulnara ve anteriora doğru seyreder. Dorsal ve palmar radioulnar bağlar foveada birleşerek ulna stiloid proçesine yapışırlar. Önkolun pronasyon ve supinasyonu sırasında bu bağlar gerilerek distal radioulnar eklemin dorsal ve palmar yönde stabilitesine yardımcı olurlar. Dorsal bağdan kaynaklanan yüzeyel lifler ekstansör karpi ulnaris kılıfını çeviren liflere katılırken, palmar bağdan kaynaklanan yüzeyel lifler ise ulno-lunat ve ulno-triquetral lifleri oluşturmak üzere yelpaze şeklinde uzanırlar. Dorsal ve palmar radioulnar bağlar arasında artiküler disk yer alır (50,51).

Membrana interossea ve pronator quadratus ise distal radioulnar eklemin önemli lateral stabilizatörüdürler (52,53).

Distal radioulnar eklem (DRUJ) ve TFCC'nin kanlanmasını sağlayan damarlar anterior interosseöz arter ve ulnar arterden köken alır. Anterior interosseöz arter distal radioulnar eklem proksimalinde dorsal ve palmar iki dala ayrılır. Dorsal dalı triangüler fibrokartilajın dorsal kenarını, palmar dalı ise palmar tarafta radiusa yakın bölgeyi kanlandırır. Ulnar arter ise styloid çıkıntıyı ve triangüler fibrokartilajın ulnar kenarını besler. Her iki arter de dış kısımlardan girerek merkeze doğru %15'lik kısmı kanlandırır. Bu yüzden orta kısımlar avaskülerdir. Bu yapılar özellikle izole veya distal radius kırıkları ile birlikte ulna styloid kırıklarının varlığında, DRUJ stabilitesinin değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca ulnar elbileği ağrısı sıklıkla bu yapılardaki patolojiler sonucunda gelişir (52).



Şekil 6. Distal radioulnar eklem (48)

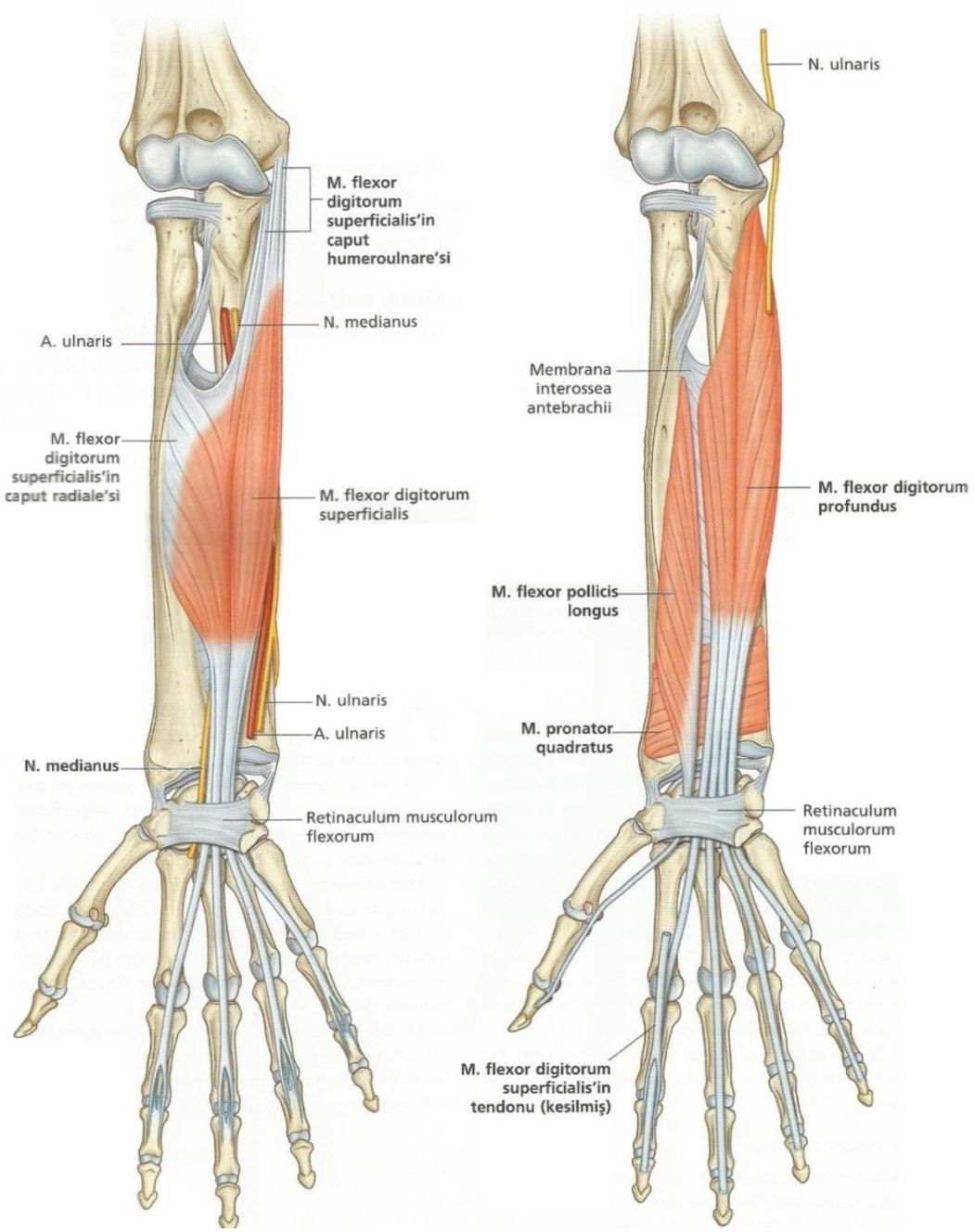
2.2.5. Önkol Kasları

Önkol anterior ve posterior olmak üzere iki ana kompartmandan oluşur. İnterosseöz membran ile radius ve ulnanın önünde kalan kısım anterior kompartman, arkasında kalan kısım posterior kompartmanı oluşturur. Anterior kompartmanda el bileği ve elin primer fleksör kas ve tendonları bulunur. Posteriorda ise el bileği ve elin primer ekstansör kas ve tendonları bulunur (46,47,54).

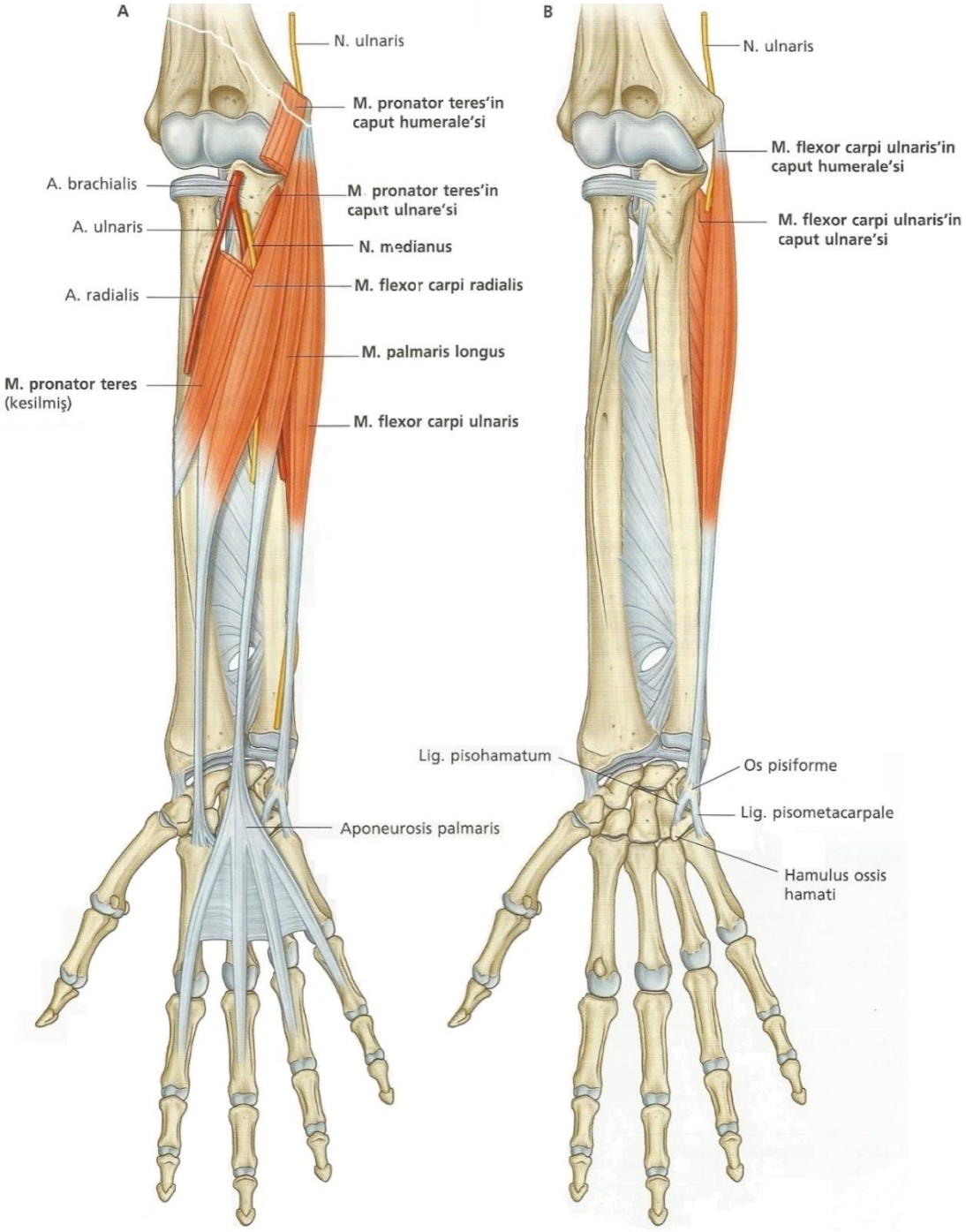
Anterior kompartman yüzeyel ve derin grup fleksör kaslar olmak üzere ikiye ayrılır. Derin anterior fleksör grupta; M. Fleksör digitorum profundus, M. Pronator quadratus, M. Fleksör pollicis longus bulunur (Şekil 7). Yüzeyel anterior fleksör grupta; M. Palmaris longus, M. Fleksör digitorum süperficialis, M. Fleksör carpi ulnaris, M. Fleksör carpi radialis, M. Pronator teres bulunur (Şekil 8) (46,48,54).

Posterior kompartman kendi içerisinde yüzeyel ve derin dorsal kompartman olarak ikiye ayrılır. Yüzeyel dorsal kompartmanda (Şekil 9); M. Brachioradialis, M. Anconeus, M. Ekstansör carpi radialis longus, M. Ekstansör carpi radialis brevis, M. Ekstansör digitorum communis, M. Ekstansör digiti minimi ve M. Ekstansör carpi ulnaris bulunur. Dorsal derin kompartman kasları ise (Şekil 10); M.Ekstansör pollicis

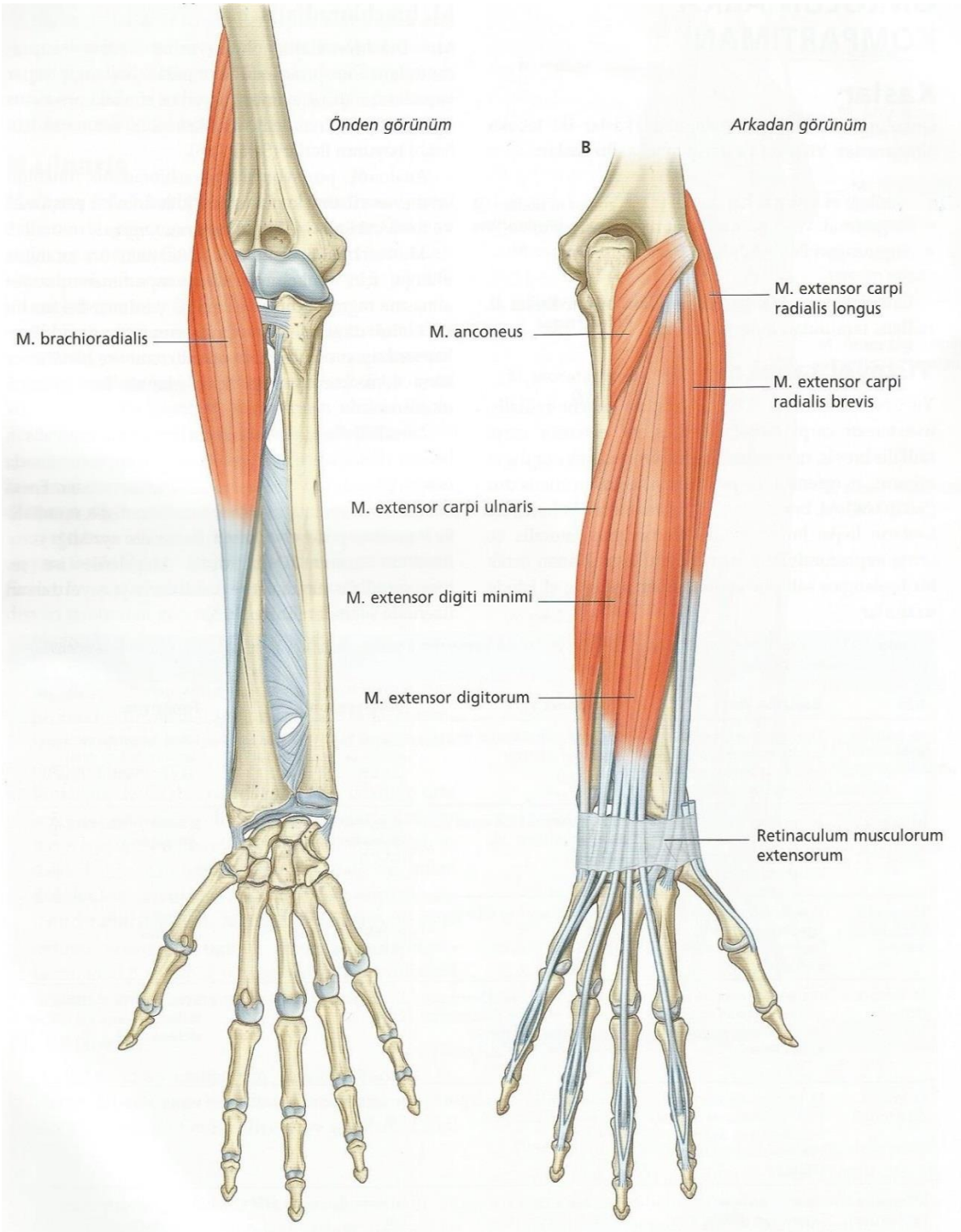
longus, M. Ekstansör pollicis brevis, M. Abduktör pollicis longus, M. Supinatorius, M. Ekstansör indicis'tir (46,48,54).



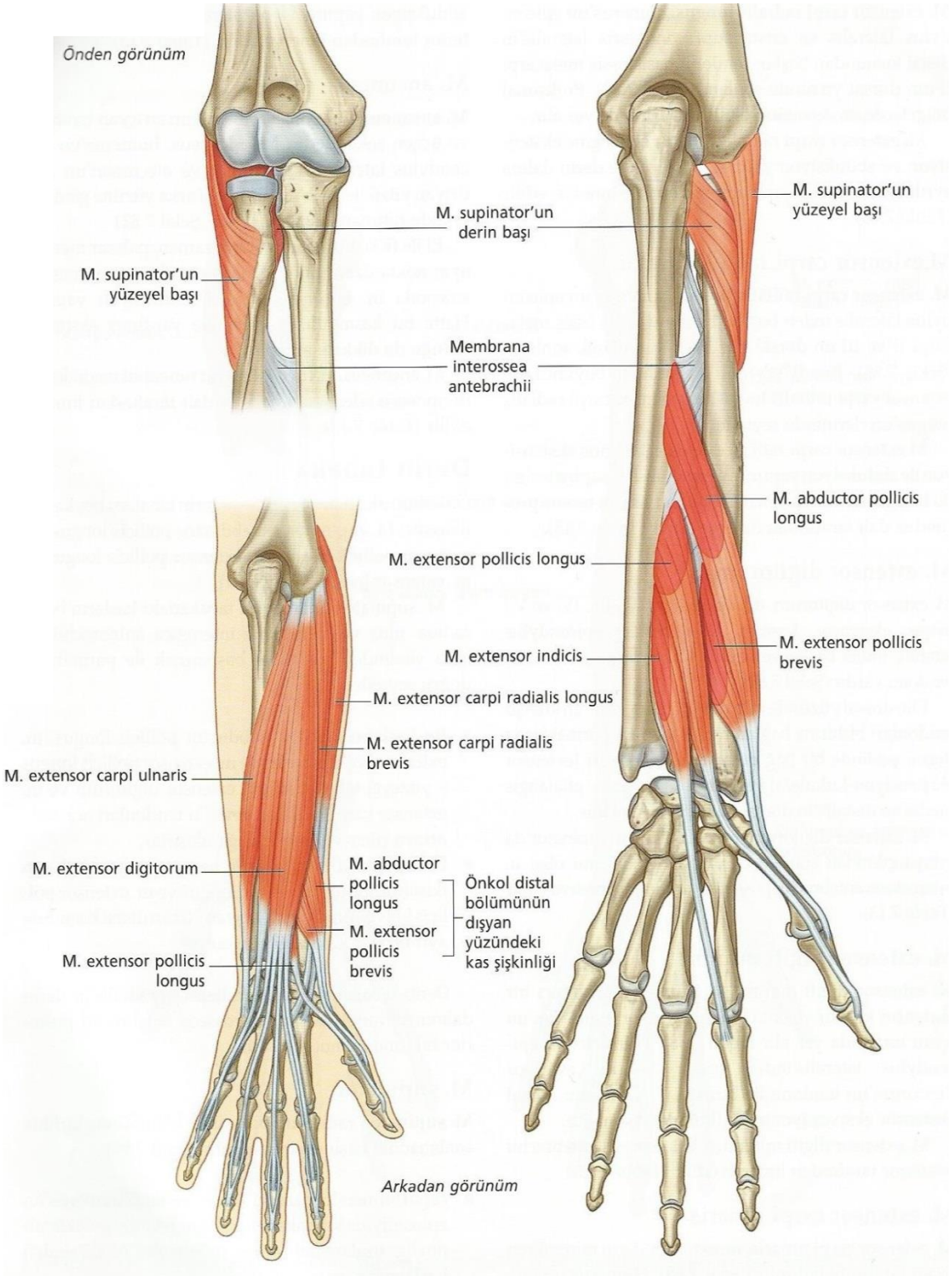
Şekil 7. Derin tabakadaki önkol ön grup kasları (47)



Şekil 8. Yüzeyel tabakadaki önkol ön grup kasları (47)



Şekil 9. Önkol arka grup yüzeyel kasları (47)



Şekil 10. Önkol arka grup derin kasları (47)

2.2.6. Önkol Sinirleri

Önkol sinirleri nervus ulnaris (n. ulnaris), nervus medianus (n. medianus) ve nervus radialis (n. radialis) olmak üzere üç ana sinirden oluşur (Şekil 11) (46,47,54).

2.2.6.1. N. Ulnaris (C_{7-8} ve T_1)

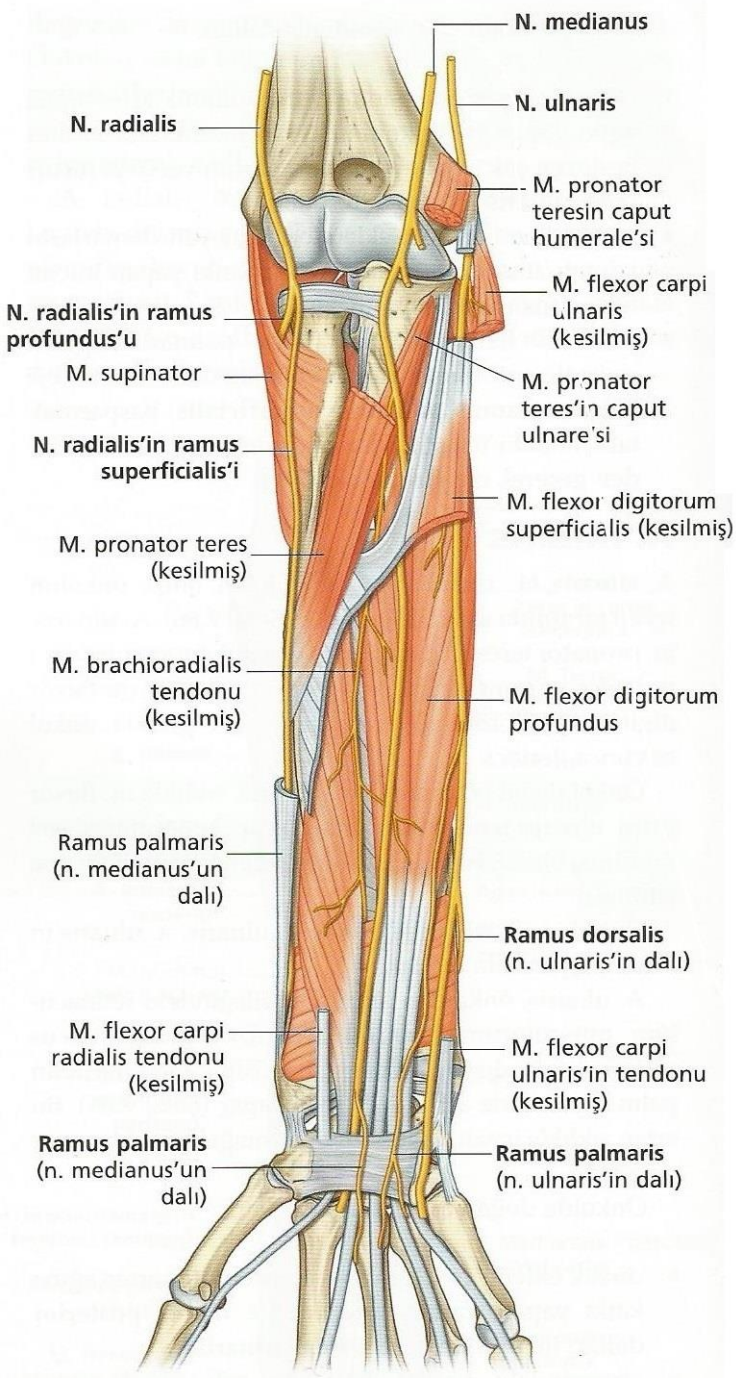
Fasikulus medialisten ayrılır. Dirsek eklemi medialinden ulnanın sulcus nervi ulnaris çentiğinden geçer öne doğru yönlenerek önkolun palmar yüzüne çıkar. Önkolun palmar yüzünde ulnar arter ile beraber seyreder ve el bileği volarinde seyreder. Sulcus nervi ulnariste cilde çok yakındır üzerinde sadece fasya ve cilt bulunur. Önkolda hiçbir dal vermeden el bileğine kadar ilerler, karpal tünelin dışından geçer. Fleksör retinakulumu geçtikten sonra ramus süperficialis ve ramus profundus dallarına ayrılır (46,47,54).

2.2.6.2. N. Medianus ($C_{5-6-7-8}$ ve T_1)

Fasiculus medialisin radiks medialisi ile fasikulus lateralisin radiks lateralisinin birleşmesi ile nervus medianus meydana gelir. Dirsek eklemi seviyesinde m.pronator quadratusun humeral ve ulnar başları arasından geçer. Önkolda m.fleksör digitorum profundus ve m.fleksör digitorum süperficialis arasında ilerler. El bileği eklemi seviyesinde yüzeyelleşir. Bu seviyede üzerinde sadece cilt cilt altı yumuşak dokular kalır. Bazı kasların tendonları ile karpal tünelden geçer. Karpal tünelden çıktıktan sonra uç dallara ayrılır (46,47,54).

2.2.6.3. N. Radialis ($C_{5-6-7-8}$ ve T_1)

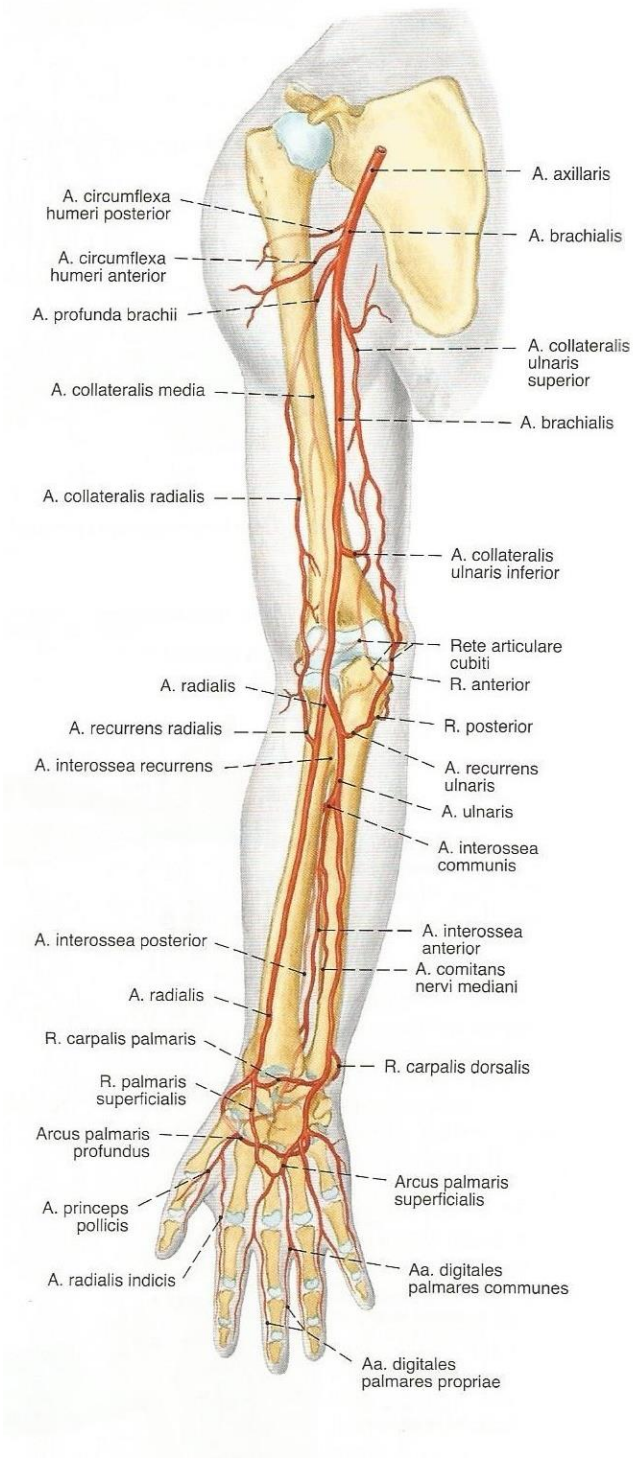
Fasikulus posteriorun devamı radial siniri oluşturur. Üst ekstremitenin en kalın siniridir. Humerus arka yüzeyinde bulunan sulcus nervi radialis boyunca humerusu arkadan spiral şeklinde dolanarak humerus anterioruna gelir. M.brachioradialis ile m. brachialis arasında fossa cubitiye doğru ilerler. N. Radialis dirsek eklemine ulaştığında radius başı anteriorunda ramus süperficialis ve ramus profundus dallarını verir. Ramus profundus radii genel olarak somatomotor, ramus süperficialis radii ise sensitif liflerden oluşur (46, 47, 54).



Şekil 11. Önkol sinirleri (47)

2.2.7. Önkolun Arterleri

Önkolun derin arterleri brakial arterin dalları olan radial ve ulnar arterdir (Şekil 12). Arteria radialisin önemli dalları; arteria recurrens radialis, arteria princeps pollicis, ramus palmaris süperficialistir. Ulnar arterin dalları; arteria interossea cominus, arteria recurrens ulnaristir. Radial arter el bileği seviyesinde fleksor karpi radialis ile abduktor pollisis longus ve ekstansör pollisis brevis tendonları arasından geçerek karpal kemiklerin dorsaline ulaşır. Ulnar arter el bileği seviyesine transvers karpal ligamanın üzerinden girer. Arteria radialis ve arteria ulnaris distal uçlarının birleşerek oluşturduğu arcus palmaris süperficialis ve arcus palmaris profundus olmak üzere iki palmar arkus mevcuttur (47,54).



Şekil 12. Önkol arterleri (47)

2.2.8. Diğer Önemli Yapılar

2.2.8.1. Ekstansör Retinakulum

El bileği dorsalini sarar ve altı adet sinovial kompartmandan oluşur (47,55). Ekstansör tendonların anatomik oryantasyonunun bilinmesi fizik muayene ve cerrahide anahtar rol oynar.

- Birinci dorsal kompartman : Abduktor pollisis longus (APL) ve ekstansör pollisis brevis (EPB)
- İkinci dorsal kompartman : Ekstansör karpi radialis longus (ECRL) ve brevis (ECRB)
- Üçüncü dorsal kompartman : Ekstansör pollisis longus (EPL)
- Dördüncü dorsal kompartman: Ekstansör digitorum kommunis (EDK) ve ekstansör indisis proprius (EİP), posterior interosseöz sinirin distal dalı geçer
- Beşinci dorsal kompartman : Ekstansör digiti minimi (EDM)
- Altıncı dorsal kompartman : Ekstansör karpi ulnaris (EKU)

2.2.8.2. Transvers Karpal Ligaman

Fleksör retinakulumun komponentidir. Karpal tünelin çatısı olarak görev yapar. Fleksör retinakulum medialde pisiforme ile hamatumun çentiğine yapışır. Lateralde skafoid kemiğin tüberkülü ile trapezium kenarına yapışır. El bileği fleksiyonunda karpal tünelin hacmi azalır. Bu tünel median sinir ve dokuz tendon içerir (fleksor pollisis longus, 4 adet fleksor digitorum superficialis, 4 adet fleksor digitorum profundus). Fleksör retinakulum aynı zamanda guyon kanalının tabanını oluşturur. Bu kanal hamatumum çengeli ve pisiforme tarafından sınırlandırılmış ve volar karpal ligaman tarafından örtülmüştür (46).

2.3. Adelelerin Deforme Edici Etkisi

Radius'un proksimal yarısı distal yarısına göre daha güçlüdür ve kaslar tarafından sarılır. Distal yarısı kemiğin şeklinden dolayı daha zayıf yapıdadır ve bu bölümü koruyan kaslar tendinöz yapılar haline gelir. Bu nedenle kırıklar distal kısımda daha sık görülür. Öte yandan proksimaldeki kas kitlesinin çokluğu kapalı redüksiyonu ve redüksiyonun idamesini zorlaştırır (56,57).

Radius'un proksimaline yapışan biseps ve supinator kasları, şaftın ortasına yapışan pronator teres ve distal 1/4'e yapışan pronator kuadratus'un etkisiyle radius kırık seviyesine göre farklı rotasyonel ve açısal deplasman gösterme eğilimindedir. Eğer radiustaki kırık proksimal 1/3'te ve pronator teresin yapışma yerinin proksimalinde ise kırığın proksimal fragmanı biseps ve supinatorun etkileriyle supinasyona, distal fragmanı ise pronator teresin etkisiyle pronasyona gelir. Daha distalde 1/3 orta şaftta ve pronator teresin yapışma yerinin distalinde ise proksimal fragman; etkileyen supinator ve pronator güçler dengelendiği için nötral pozisyona, distal kırık fragman pronator kuadratusun etkisiyle pronasyona zorlanır (56,57).

2.4. Önkol, El Bileği ve Dirsek Biyomekaniği

Önkol el bileği ve dirsek eklemi ile fonksiyonel bir ünite olarak çalışır. Bu bölümde önkol ile el bileği ve dirsek eklemlerinin biyomekanik ve kinematik özelliklerinden bahsedilecektir.

El ve önkolun en önemli fonksiyonları, parmakların nesneleri en uygun şekilde manipülasyonunu sağlaması, ağırlık taşıması veya günlük yaşamdaki hareketleri yapmasını sağlamak için elin uygun pozisyonda olmasını sağlamaktır. Yük ve dönme kuvvetleri altında iken mükemmel hareket sağlamak için el bileği tendonları, eklem yüzeyleri ve yumuşak doku yapıları arasında çok iyi bir etkileşim olması gerekir (40).

El bileği dışardan bir güç ile pasif olarak veya eklemi çaprazlayan tendona ait kasın kasılması ile aktif olarak hareket edebilir. Sadece el bileği motor tendonları değil, ekstrinsik parmak fleksör ve ekstansörleri de harekete katılır. Pisiform kemik hariç proksimal karpal sıraya hiç direkt tendon yapışması olmadığı için kas kontraksiyonu ile oluşan momentler mutlaka distal karpal sıradan başlayan rotasyonel hareket ile sonuçlanır. Midkarpal eklemi çaprazlayan bağların gerginliği uygun seviyeye ulaşınca proksimal sıra kemikleri daha sonra harekete başlar (50,59).

Distal radius eklem yüzünün yük dağılımı hakkında birçok deneysel ve kadavra çalışması mevcuttur. Palmer normal kişilerde el bileğindeki aksiyel yük dağılımının %80'inin radiokarpal eklem yüzeyinden olduğunu ve ancak %20'lik yük dağılımının ulna reklem yüzü ve triangüler fibrokartilajinöz yapıdan transfer olduğunu göstermiştir (44,60).

Bu yük dağılımından dolayı radiusun kısalması yük dağılımlarını etkiler ve radiusun 5 mm'den fazla kısalması ulnar sıkışmaya ve TFCC'nin fonksiyonunun bozulmasına yol açar. Radius 2,5 cm kısaltıldığında ulnar tarafa binen yük % 40'a çıkar. Yine yanlış redükte edilmiş bir radius distal uç kırığında yaklaşık 10 derecelik bir malpozisyonda bile distal radial artiküler yüzeyde ulnar inklinasyon azalır ve bu da ulnar kolonda yüklenmeyi arttırır (61,62).

Linscheid ise karpal kemikler üzerinde yaptığı çalışmada oluşan yükün ortalama %46'sının lunat fossa, %43'ünün skafoid fossa ve %11'inin ulnar bölgeden transfer olduğunu bulmuştur (63).

DRUE'in majör stabilizatörü TFCC'dir. TFCC'nin yük binen komponenti ise santral artiküler disktir. Ulnokarpal kapsül ve artiküler diskin birleşme yerinde dorsal ve palmar radioulnar bağlar kalınlaşır. Önkol pronasyonda iken palmar, supinasyonda iken ise dorsal bağ gergindir. Bu gerginlik DRUE stabilitesi için çok önemlidir. Distal ulnanın dorsal translasyonunun major kısıtlayıcısı palmar radioulnar bağ, palmar translasyonunun kısıtlayıcısı ise dorsal radioulnar bağdır (64).

El bileği hareket açıları ölçülürken ölçüm sırasında humerusun rotasyonu ekarte edilmelidir. Bunun için dirsek 90° fleksiyonda olmalıdır. El bileğinin hareket arkları nötral 0 derece olarak kabul edilerek ölçüldüğünde aşağıdaki gibidir (63,65). Proksimal ve distal radioulnar eklemler ise önkolun supinasyon ve pronasyon hareketlerini sağlar (66). El bileği hareket arkları;

- Fleksiyon : 60 - 85 derece
- Ekstansiyon : 50 - 80 derece
- Pronasyon : 80 – 90 derece
- Supinasyon : 80 – 90 derecedir.

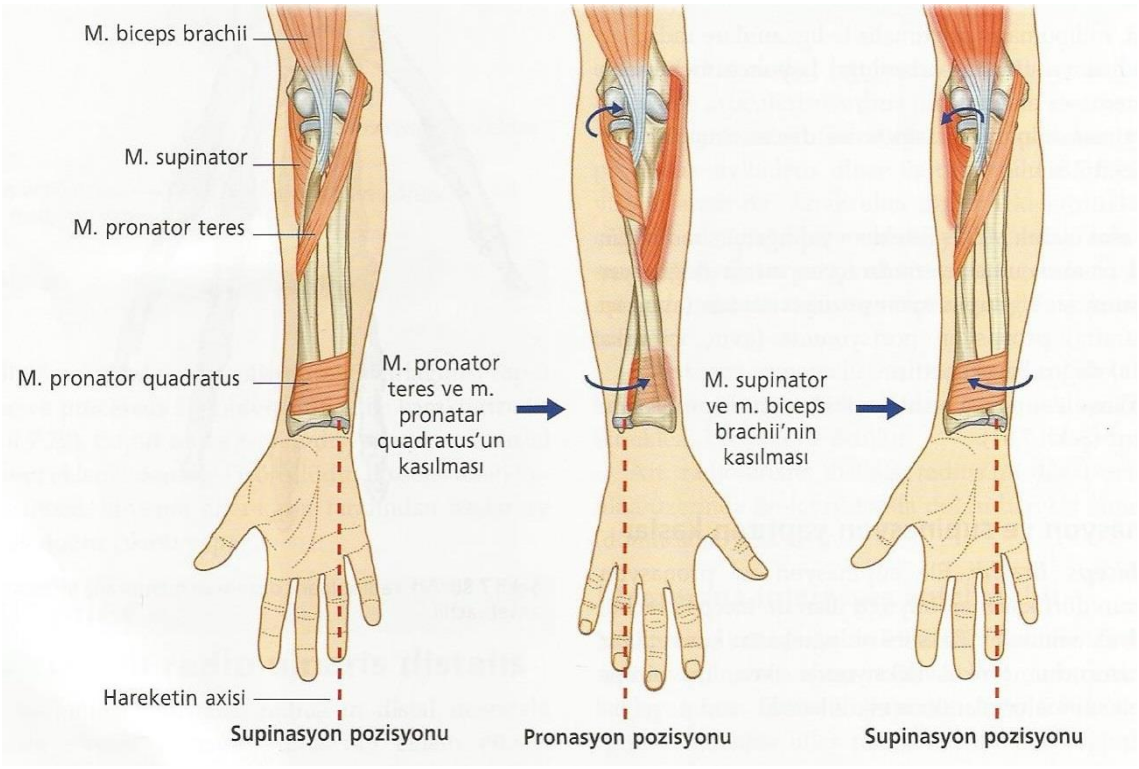
Dirsek eklemi; fleksiyon, ekstansiyon, pronasyon ve supinasyon hareketlerine izin vermektedir. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketi başlıca ulnohumeral eklemde meydana gelirken, pronasyon ve supinasyon hareketleri radioulnar eklem tarafından meydana gelmektedir. Radiohumeral eklem her iki harekete de katılmaktadır. Dirseğin normal hareket açıklığı: 0°-150° Fleksiyon, 85° supinasyon, 85° pronasyon şeklindedir.

Morrey'e (67) göre üst ekstremitenin günlük etkinliğini gerçekleştirebilmesi için dirseğin en az 100° 'lik bir fleksiyon-ekstansiyon genişliği ve normal bir önkol

rotasyonu olmalıdır. Dirseğin fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin rotasyon merkezi lateral planda trochlea merkezinden geçer.

Radiohumeral eklemin rotasyon aksı aynı zamanda ön kol rotasyonunun mekanik merkezi aksıdır. Bu aks radius başı merkezi ile ulnanın distal başının merkezini birleştiren oblik çizgidir. Bu aks ön kolun anatomik aksından farklıdır (Şekil 13) (67-69).

Normal bir dirsek ekleminin stabilitesi; eklem geometrisi, kapsüloligamentöz yapılar ve kasların etkisi ile sağlanmaktadır. Dirseğin valgus stabilitesi, fleksiyonda başlıca MCL (medial kollateral ligament) ve radius başı tarafından sağlanmaktadır. 90° fleksiyonda stabilitenin % 55'ini iç yan bağ sağlar. Tam ekstansiyonda valgus stabilitesinden radius başı ve MCL eşit oranda sorumludur. Varus stabilitesi; ulnohumeral eklem bütünlüğü, anterior eklem kapsulü ve LCL (lateral kollateral ligament) kompleksi tarafından sağlanmaktadır. Anatomik çalışmalar hem fleksiyonda hem de ekstansiyonda primer stabilizatör görevini ulnohumeral eklemin yaptığını göstermiştir. Bu eklem ekstansiyonda varus stabilitesinin % 55'inden tam fleksiyonda iken %75'inden sorumludur. Her iki pozisyonda anterior eklem kapsülü ikincil rol oynarken LCL kompleksi üçüncül rol oynamaktadır (67-69).



Şekil 13. Önkol supinasyon-pronasyon eksenleri ve kasların etkisi (47)

2.5. Radius ve Ulna Cisim Kırıkları

Radius ve ulna cisminde kırık oluşmasına neden olan çok sayıda mekanizma mevcuttur. Bunlar arasında en sık neden direkt travmadır (1,70). Nadir olarak görülmekle beraber motorlu araç kazaları ve ateşli silah gibi yüksek enerjili travmaya bağlı ciddi yumuşak doku yaralanmasına neden olan açık kırıklar izlenmektedir. Açık el üzerine düşme, kavga sırasında ön kolu savunma aracı olarak kullanma esnasında direkt travma ile kırık veya kırıklı çıkıklar oluşabilir. Bu şekilde oluşan izole ulna kırığına gece sopası kırığı (*night stick*) denir. Daha az sıklıkta ön kol kırıkları yüksekten düşme ve spor yaralanmalarında da oluşmaktadır. Fakat radius ve ulna cisminde kırık oluşturmak için gerekli kuvvet radius distal ucunda kırık oluşturacak kuvvetten çok daha fazladır. Bu nedenle ön kol cisim kırıkları sporcularda ve kadınlarda daha nadir izlenir (71).

Radius ve ulna cisim kırıklarında düşük enerjili travmalar sonucu transvers veya oblik kırıklar, yüksek enerjili travmalara bağlı parçalı ve segmente kırıklar meydana gelmektedir (72).

2.5.1. Klinik Bulgular

Yetişkinlerde önkol çift kırıkları genellikle deplasedir ve klinik olarak kolayca teşhisi mümkündür. Yaralanma çoğunlukla yüksek enerjili kuvvet gerektirdiği için nondeplase kırıklar daha nadir izlenir. Belirgin şekil bozukluğu eksikliğinde bile hassasiyet, şişlik ve fonksiyon kaybı kırık açısından uyarıcı olmalıdır. El bileği ve dirsek eklem muayenesinin yapılması önemlidir. Hastalarda ağrı, deformite, el bileği ve dirsek eklem fonksiyon kaybı vardır. Travmanın şiddeti ve oluş zamanı ile ilişkili olarak değişen derecelerde şişlik ve ekimoz mevcuttur (73).

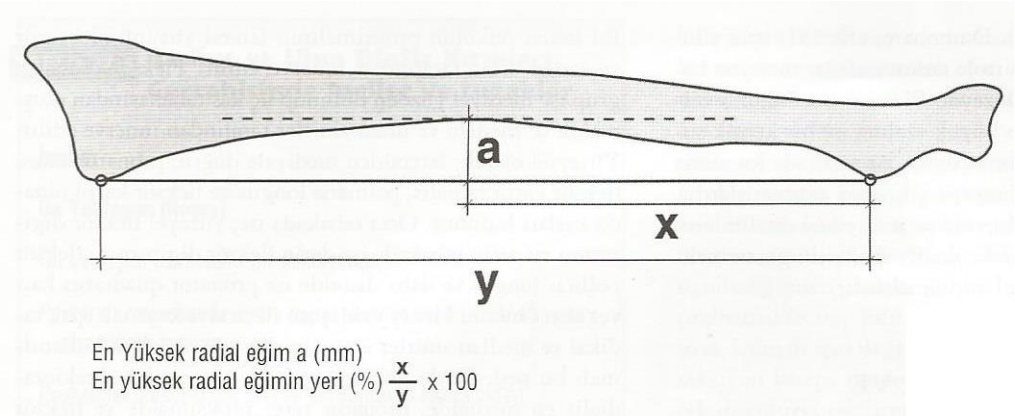
Etkilenen ekstremitenin dikkatli nörolojik ve vasküler muayenesi yapılmalıdır. Deplase olmamış ve konservatif tedavi kararı verilen hastalarda nörovasküler muayene daha çok önem arzeder. Ön kol kırıklarında sinir yaralanması göreceli olarak olağan dışıdır. Önkolun vasküler durumu şişlik çok değilse palpasyonla değerlendirilmeli, aşırı şişlik varlığında doppler ultrason çalışmalarıyla tespit edilmelidir (73).

Kapalı kırıklarda önkolda gergin şişlik varlığında kompartman sendromu açısından dikkatli olunmalıdır. Klinik olarak pasif germe sırasında önkol ağrısı kompartman sendromu ihtimalini artırır. Deplase olmuş kırıklarda önkol ve parmakların minimal manipülasyonu esnasında ağrı kaçınılmazdır. Bu nedenle klinik olarak kompartman sendromu tanısı ekarte edilemez ise kompartman basıncını ölçmek gerekir. Kompartman sendromu tanısı konulması acil fasyotomi endikasyonudur (73,74).

Önkol açık kırıkları genellikle ateşli silah yaralanması gibi yüksek enerjili travmalar sonucu gerçekleştiği için sıklıkla büyük damar sinir lezyonları gerçekleşir ve acil tedavi gerektirmektedir (73,75-77).

Radyolojik olarak iki yönlü tam anteroposterior (AP) ve yan grafiler alınmalıdır. Gerek duyulması halinde oblik grafiler tanı için istenebilir. Direkt grafilerde; kırık tipi, açılanması, kısalık miktarı, kırığın parçalı olup olmadığı, proksimal ve distal radioulnar eklem subluksasyon ve dislokasyonları değerlendirilmelidir (1). Eşlik eden yaralanmaların ilk değerlendirmede yüksek oranda atlanıldığı tespit edilmiştir. Önkol kırığı olan 119 hasta prospektif olarak incelenmiş ve beş hasta dışında tüm hastalarda ek yaralanmalar saptanmıştır. 79 hastada eşlik eden bağ yaralanması, 9 hastada ilave kemik kırığı ve 71 hastada eşlik eden distal radioulnar eklem hasarı saptanmıştır (78).

Önkol fonksiyonları için maksimum radial eğriliğin korunması ve düzeltilmesi gerekmektedir. Radial eğriliğin düzeltilmemesi durumunda ön kol supinasyon ve pronasyon hareketi kısıtlı kalacaktır (6,79). Ameliyat sonrası dönemde maksimum radial eğriliğin lokalizasyonu ve miktarı tespit edilmelidir. Maksimum radial eğrilik, önkol nötral pozisyonda iken alınan tam anteroposterior grafide ölçülmelidir. Bicipital tüberostazdan el bileği seviyesinde radiusun ulnar tarafına çizilen lineer çizgi ile değerlendirme yapılır. Bu çizgiden radius kurvatüründe eğriliğin en fazla olduğu yere olan uzaklığın milimetre olarak değeri maksimum radial eğriliği gösterir. Maksimum radial eğriliğin lokalizasyonu ise x/y **x** 100 olarak hesaplanır (6,80).



Şekil 14. Maksimum radial eğim ve maksimum radial eğim lokalizasyonu (1) için Schemitsch ve Richards yöntemi (6)

2.5.2. KırıklarınSınıflandırılması

Önkol cisim kırıkları genellikle; kırık şekli, kırık seviyesi, deplasman derecesi, segment kaybı ve parçalanma derecesi, açık veya kapalı oluşuna göre sınıflandırılır. Kırığa ait belirtilen faktörler dışında proksimal veya distal radioulnar eklem yaralanması tedavi ve prognozu olumsuz yönde etkilemektedir (24,81).

1. Kırığın anatomik bölgesine göre
   - Radius ve ulna kırıkları
   - İzole ulna cisim kırıkları
   - İzole radius cisim kırıkları

- Monteggia kırıklı-çıkığı
- Galeazzi kırıklı-çıkığı

2. Kırığın anatomik lokalizasyonuna göre

- Radius-ulna üst 1/3
- Radius-ulna orta 1/3
- Radius-ulna alt 1/3

3. Travma şiddetine göre

- Kapalı kırıklar
- Açık kırıklar (75)
  1. Tip 1 açık kırık
  2. Tip 2 açık kırık
  3. Tip 3 açık kırıklar (Tip 3a,Tip 3b, Tip 3c)

4. Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/ Association for the Study of Internal Fixation Sınıflaması (Şekil 15) (AO/ASIF) (82)

- **A_1**; Radius sağlam, ulnada basit kırık
  (.1 oblik kırıklar, .2 transvers kırıklar, .3 Monteaggia kırıklı-çıkığı**)**
- **A_2;**Ulna sağlam, radiusta basit kırık

(.1 oblik kırıklar, .2 transvers kırıklar, .3 Galeazzi kırıklı-çıkığı)

- **A_3**; Radius ve ulnada basit kırık
  (.1 radius proksimalde kırık, .2 radius orta hatta kırık, .3 radius distalde kırık)
- **B_1**; Radius sağlam, ulnada kelebek fragman içeren kırık
  (.1 bütün fragman, .2 parçalanmış fragman, .3 Monteggia kırıklı çıkığı)
- **B_2;**Ulna sağlam, radiusta kelebek fragman içeren kırık
  (.1 bütün fragman, .2 parçalanmış fragman, .3 Galeazzi kırıklı çıkığı)
- **B_3**; Bir kemikte kelebek fragman içeren diğerinde basit veya kelebek fragman içeren kırıklar
  (.1ulnada kelebek fragman içeren, radiusta basit kırık, .2 radiusta kelebek fragman içeren, ulnada basit kırık, .3 Radius ve ulnada kelebek fragman içeren kırıklar)
- **C_1**; Ulnada kompleks kırık

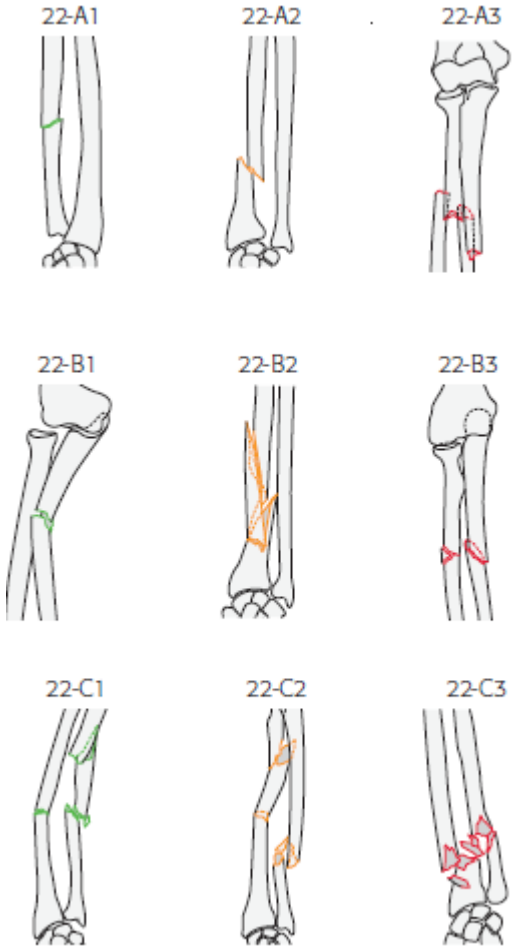
(.1 Radius sağlam, .2 radius kırık, .3 irregüler)

- **C_2**; Radiusta kopmleks kırık

  (.1 Ulna sağlam, .2 ulna kırık , .3 irregüler)

- **C_3**; Radius ve ulnada kompleks kırık

  (.1 bifokal, .2 birisinde bifokal diğeri irregüler, .3 her ikisi irregüler)



Şekil 15. AO/ASIF Önkol kırık sınıflaması (82)

2.5.3. Tedavi

Erişkin radius ve ulna cisim kırıklarının tedavisinde birçok tedavi metodu kullanılmaktadır. Bunlar;

- Kapalı redüksiyon ve alçı immobilizasyon
- Eksternal fiksatörle tespit

- İntrameduller çivi ile tespit
- Açık redüksiyon ve internal fiksasyon

Önkol kırıkları eklem içi olarak değerlendirilmesi gereken kırıklar olduğu için tedavisinde esas amaç; radius ve ulnanın aksiyel ve rotasyonel diziliminin sağlanması, interosseöz mesafenin korunması ve radiusun posterolateral eğriliğinin düzeltilmesi olmalıdır. Kırık kaynaması gerçekleşmesine rağmen belirtilen amaçların sağlanmaması durumunda önkolun rotasyonel hareketleri kısıtlı kalmaktadır (6,80). Önkol kırıkları yeterli tedavi edilmezse kırık iyileşmesi gerçekleşmesine rağmen şiddetli fonksiyon kaybına neden olmaktadır. Bu kırıkların tedavisinde; humeroradial, proksimal ve distal radioulnar, humeroulnar eklem ilişkileri ile interosseöz aralık anatomik olmalıdır (6,80).

2.5.3.1 Konservatif Tedavi

2.5.3.1.1 Kapalı redüksiyon ve alçı immobilizasyon

Erişkin önkol cisim kırıklarının kapalı yöntemlerle redüksiyonunu sağlamak ve kabul edilebilir pozisyonunu sürdürebilmek oldukça güçtür. Bu nedenle yer değiştirmiş önkol kırıklarının kapalı redüksiyon ve alçı immobilizasyon ile tedavisi önerilmemektedir (6,80,81,83-85). Deplase olmamış kırıklar veya hastanın genel durumunun açık redüksiyonu tolere edememesi gibi kontrendikasyon varlığında konservatif tedavi uygulanabilir (1,86,87). Erişkin önkol cisim kırıklarında konservatif tedavi endikasyonu ulna cisim kırığı olan *'nightstick'* kırıklarında bildirilmiştir. Ulna cisim kırıklarında konservatif tedavisi için kabul edilen ölçütler; kaymanın %50 den, açılanmanın ise 10^0 den az olmasıdır (88).

Yer değiştirmemiş kapalı önkol çift kemik kırıklarında kapalı redüksiyon sonrası dirsek 90^0 fleksiyonda, önkol nötral pozisyonda iyi molde edilmiş uzun kol alçı immobilizasyon ile tedavi sağlanabilir. Alçı içerisinde redüksiyon kaybına sıklıkla rastlanılmaktadır. Bu yüzden ilk 4 hafta kapalı tedavi kararı verilmiş önkol kırıkları için haftalık kontrol radyografileri alınmalıdır. Kırık deplase olursa başlangıçta deplase olmuş kırık gibi tedavi edilmelidir. Sarmiento ve arkadaşları yer değiştirmiş önkol kırıklarında erken dönem fonksiyonel breysleme ile iyi sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir (89). Matthews ve ark. (90) kadavrada oluşturdukları kırık modellerinde,

10 derecelik açılanmanın 20 derecelik supinasyon-pronasyon kaybına, 20 derecelik açılanmanın impingementa ve pasif rotasyonda ciddi kısıtlamaya neden olduğunu gözlemişlerdir. Tarr ve ark. (91) önkol rotasyon kısıtlılığının önkol kemiklerinde uygulanmış şekil bozukluklarının yeri ile ilgili olduklarını saptamışlardır. Orta 1/3'teki şekil bozukluğunun distal 1/3'e göre supinasyon, pronasyon ve eklem hareket genişliğinde daha fazla kısıtlılığa yol açtığını göstermişlerdir.

2.5.3.2. Cerrahi Tedavi

Yer değiştirmiş erişkin önkol cisim kırıklarının primer tedavisi cerrahi tedavi olup kontrendike bir durum yoksa konservatif tedavi önerilmemektedir. Genellikle yetişkinlerde önkol cisim kırıklarının cerrahi tedavisinde açık redüksiyon ve internal fiksasyon en iyi tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir (30,76,83,92-94).

Radius ve ulna cisim kırıkları için açık redüksiyon endikasyonları şunlardır (30,73,76,83,84,95-97).

- İzole deplase radius kırıkları
- 10^0 den fazla açılanma gösteren ulna kırıkları
- Monteggia kırıklı çıkıkları
- Galeazzi kırıklı çıkıkları
- Açık önkol kırıkları
- Kompartman sendromunun eşlik ettiği önkol kırıkları
- Yetişkinlerde yer değiştirmiş radius ve ulna kırıkları

Yetişkinlerde deplase önkol cisim kırıklarının travma sonrası ilk 24-48 saat içinde, ödem başlangıcından hemen önce tedavi edilmesi önerilmektedir (76,84,92,95,96).

Açık kırıklarda acil şartlarda yeterli ve uygun debritman sonrası açık redüksiyon ve internal fiksasyon yapılabileceği bildirilmiştir (11,76,95).

Açık veya kapalı önkol kırıklarında özellikle dikkat edilmesi gereken hususlar; anatomik redüksiyon, uzunluğun sağlanması, açılanmanın düzeltilmesi, kırık uçlarının anatomik temasının sağlanması, radial eğriliğin muhafaza edilmesi, distraksiyon yapılmaması ve rotasyonel kusur oluşturulmamasıdır (6).

Önkol cisim kırıklarında kullanılan cerrahi tespit materyallerinin primer amacı anatomik ve stabil kırık tespiti sağlamasıdır. Günümüzde kullanılan başlıca fiksasyon malzemeleri konvansiyonel plaklar, intrameduller çiviler, kompresyon plakları (LC-DCP, DCP), eksternal fiksatörlerdir (25,27,30,84,98).

Günümüzde önkol cisim kırıklarının tedavisi için birçok yazar açık redüksiyon ve internal fiksasyonu önermektedir (6,25,27,95,98). Açık redüksiyon ve plak ostesentezinde günümüzde DCP ve LC-DCP plaklar sıklıkla kullanılmaktadır. Kompresyon plağı kullanımının avantajları; daha az cerrahi ekspojur gerektirmesi, dinamik kompresyon yapması, anatomik redüksiyonu daha iyi sağlaması, konvansiyonel plaklara göre gelişmiş biyomekanik özelliklerinin olması, kortikal kan akımını koruması, rijit ve stabil fiksasyon sağlamaları nedeniyle erken harekete izin verebilmesidir.

Önkol cisim kırıklarında kullanım sıklığı artan intrameduller çivi ile tespit yönteminin literatürde belirtilmiş birçok avantaj ve dezavantajı mevcuttur. Avantajları; küçük insizyon kullanılması, kapalı uygulanabilmesi, periost ve yumuşak doku diseksiyonun az olmasına bağlı minimal invaziv bir yöntem olması, segmenter kırıklarda plak vida tespitine oranla daha az ekspojur gerektirmesi, çıkarma kolaylığı, erken mobilizasyon verilmesi, özellikle ulna için olmak üzere uygulama kolaylığı önemli avantajlarıdır (98). Literatürde bildirilen dezavantajları ise; meduller kan akımını bozması, rotasyona hakim olamayışı, radyasyona maruz kalınması, yetersiz rotasyonel kontrole bağlı olarak kaynama gecikmesi veya kaynamama gibi komplikasyonlar bildirilmiştir (98,99). İntrameduller tespitte endikasyonlar;

- Segmental kırıklar
- Cilt problemi olan kırıklar
- Politravmalı hastalar
- Osteopenik hastalar
- Bazı Tip 1 ve Tip 2 açık kırıklar
- Bazı kaynamama veya başarısız kompresyon plak uygulamalarında
- Geniş yumuşak doku defekti olan hastalarda yumuşak doku tedavisi sağlanana kadar geçici tespit amaçlı kullanılabilir.

Kontrendikasyonlar ise (10,22,82,124);

- Aktif enfeksiyon varlığı
- Fizis hatlarının açık olması
- 3 mm'den dar intrameduller kanal varlığında uygulanması önerilmez.

Önkol cisim kırıkları tedavisi sonrası; kaynamama, gecikmiş kaynama, kötü kaynama, enfeksiyon, nörolojik ve vasküler yaralanmalar, kompartman sendromu, posttravmatik radio-ulnar sinostoz, kas-tendon yaralanması, implant yetmezliği veya kırılması, yeniden kırılma gibi komplikasyonlar izlenmektedir (83,84).

Kaynamama veya kötü kaynama; radius ve ulna cisim kırıklarında implant kırılması ve enfeksiyon varlığında geliştiği bildirilmiştir (30,92). Anderson ve ark (83,84) çalışmasında 330 önkol kırıklı seride % 2.7 kaynamama, % 1.2 gecikmiş kaynama ve % 2.9 enfeksiyon geliştiği bildirilmiştir.

Önkol cisim kırıklarında kırık kaynaması 6 ay içerisinde tamamlanmalıdır. Altı ayı geçmiş ve cerrahi gereksinimi olmayan kırıklar kaynama gecikmesi, cerrahi gereksinim gösteren kırıklar ise kaynamama olarak adlandırılmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda radius ve ulna cisim kırıkları için ortalama kaynama süresi 16 hafta olarak bildirilmiştir (72,83,84).

Kötü kaynamanın yetersiz redüksiyon ve fiksasyon sonucu oluştuğu bildirilmiştir (1). Konservatif yöntemlerle yüksek kaynamama oranı mevcuttur (85). 10^0 ve üzeri açılanmış kaynamalarda önkolun rotasyonel hareketlerinin kısıtlandığı, 20^0 nin üzerindeki açılı kaynamalarda ise pronasyon ve supinasyonun 30^0 kısıtlandığı bildirilmiştir (6,80,91).

Her iki kemik kapalı veya Tip 1 açık kırıklarında nörolojik yaralanma sık görülmemektedir. Nörovasküler yaralanmalar daha çok ateşli silah yaralanmaları gibi yüksek enerjili travmalara bağlı izlenmektedir (84,95,100).

Cerrahi tedavi sırasında iyatrojenik radial, ulnar, median ve radial sinirin posterior interosseöz dalı lezyonları görüldüğü bildirilmiştir (92).

Kompartman sendromu önkolda cerrahi veya travma sonrası gelişebilmektedir. Cerrahi sonrası gelişen kompartman sendromuna en sık kanama kontrolünün yapılmaması ve önkol derin fasyasının kapatılması neden olmaktadır (1,73).

Kompartman sendromu gelişmiş önkolda en sık median ve ulnar sinirler etkilenir (101). Paralizi, ağrı, solukluk ve duyu azalması erken dönemde izlenebilen bulgulardır. Teşhiste pasif ekstansiyonda şiddetli ağrı ve önkol fleksör yüzde gerginliğin elle hissedilmesi önemli parametrelerdir. Şüphede kalınması durumunda kompartman basıncının ölçülmesi gerekir. Kompartman basıncının 30 mmHg'nın üzerinde ölçülmesi acil fasyatomi endikasyonudur. İrreversibl değişiklikler iskemi başlangıcından 12-24 saat sonra gözlenir. Kas fonksiyon kaybı iskemiden ortalama 2-4 saat sonra başlar ve müdahale edilmezse 4-12 saat sonra geri dönüşümsüz hale gelir (73).

Önkol çift kırıkları sonrası sinostoz nadir izlenen bir durumdur (102). Etyolojisinde her iki kemiğin aynı seviye kırıkları, yüksek enerjili travma sonrası gelişen kırıklarda, açık kırıklarda, parçalı kırıklarda ve kırık tespiti esnasında kemik çapından uzun vida kullanılması suçlanmıştır (1). Açık redüksiyon ve internal tespit geniş diseksiyon gerektirdiği için plak vida osteosentezinde risk artmaktadır. İnterosseöz alanda kemik parçası veya greft bulunması, kafa travması gibi eşlik eden sistemik yaralanma varlığında daha sık izlendiği bildirilmiştir (102).

Kullanılan internal tespit materyallerinin kaynama sonrası çıkartılması tartışmalıdır (92,103,104). Açık, parçalı, yüksek enerjili travmalar sonrası gelişen kırıklar, parçalı kırıklarda yetersiz kompresyon ve redüksiyon varlığı, aynı ekstremitede başka kırık varlığı durumunda refraktür oranının arttığı bildirilmiştir (92,103,104). Tespit materyalinin ilk ameliyattan en az 8 ay sonra çıkartılmasının refraktür oranını azalttığı (97) ve yeniden kırılmanın implant çıkarılmasından sonra 2 ile 24 ay arasında izlenebileceği bildirilmiştir (103,104).

2.5.4. Açık Önkol Kırıklarının Tedavisi

Radius ve ulnanın kısmen cilt altı lokalizasyonuna bağlı olarak önkol açık kırıklarının oranı tibia kırıklarından sonra 2. sırada izlenir (73,105). Tip 1 ve 2 açık kırıklar Tip 3 açık kırıklardan daha sık izlenir. Genel anestezi altında debritman sonrası açık redüksiyon ve internal tespit veya eksternal fiksasyon uygulaması bir çok yazar tarafından kabul edilmiştir (30). Acil ve efektif bir debritman sonrası internal tespitin güvenli olduğunu destekleyen yayınlar mevcuttur (1). Yara geniş defekt içeriyorsa bu durumda geçici eksternal fiksasyon veya intrameduller çivi ile tespit yapılabilmektedir (30,106). Tip 3 açık kırıklarda intrameduller tespitin komplikasyon oranı fazla olduğu

için önerilmez. Uygun yıkama, debridman ve antibiyoterapi sonrası 5-7. günlerde yara temiz ise internal tespit yapılabilir (1,73). Tip 1 ve Tip 2 açık kırıklarda erken dönemde açık redüksiyon ve internal tespit uygulanması önerilmiştir. Tip 3 açık kırıklarda gecikmeli tespit önerilmektedir. Cilt grefti ve yumuşak doku rekonstrüksiyonu gereken açık kırıklarda; geçici süre ile intrameduller tespit veya eksternal fiksatör uygulanması gerekir. Yaralanmanın derecesi ve kişinin genel durumu dikkate alınarak tespitin ve yumuşak doku prosedürlerinin kalıcı olarak tek seansta uygulanması gerekir (1). Çalışmamıza tedavinin etkinliğini doğru değerlendirmek ve homojen veri dağılımı sağlamak için Tip2 ve Tip3 açık kırığı olan hastalar dahil edilmemiştir.

3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada Ekim 2010-Aralık 2013 tarihleri arasında kapalı veya Tip 1 açık önkol kırığı tanısıyla Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğine başvuran ve yeni nesil radius ulna intrameduller çivi tespiti ile tedavi uygulanan erişkin yaş grubundaki 52 hastanın retrospektif incelenmesi sonucu elde edilen bulgular değerlendirildi.

Bu çalışma süresince acil polikliniğimize başvuran genç ve erişkin yaş grubundaki Tip 1 açık veya kapalı önkol çift kırığı, izole ulna ve izole radius kırığı tanısı konan 52 hastanın 35 radius ve 36 ulna kırığı mevcut idi. Bu hastaların 47 tanesinin 33 radius ve 32 ulnasına kapalı olarak, 5 hastanın 2 radius ve 4 ulna kırığına da minimal insizyonla yeni nesil radius ulna intrameduller çivi tespiti ile internal fiksasyon uygulandı. Galeazzi ve Monteggia kırıklı çıkığı, fizis hattı açık olan hastalar, patolojik kırığı olan hastalar, Tip 2 ve Tip 3 açık kırığı olan, pseudoartroz tedavisi için intrameduller çivi uyguladığımız hastalar ve takip süresi 1 yılın altında olan hastalar çalışma kapsamı dışında bırakıldı.

Çalışmaya başlamadan önkol cisim kırığı olan her bir hasta için literatür ışığında belirlediğimiz parametreleri içeren takip formları oluşturduk. Bu formlara herbir hastanın adı, soyadı, yaşı, cinsiyeti, telefon ve protokol numaraları, adresi, hastanın takip süresi, kırık etyolojisi, kırığın olduğu ekstremite, kırık tipi ve hangi kemikte olduğu, ilk başvuruda ek problem varlığı (nörolojik, vasküler ve kompartman sendromu), eşlik eden başka yaralanmaların varlığı, uygulanan anestezi tipi, ameliyat süresi, ameliyat esnasında kanama miktarı, kullanılan skopi süresi, ameliyat öncesi ve sonrası uygulanan proflaktik antibiyotik ve analjezi seçimi, ameliyat sonrası immobilizasyon çeşidi ve süresi, pasif ve aktif ROM (Range of motion) egzersizlerine başlangıç zamanları, ameliyat sonrası erken (yüzeyel ve derin enfeksiyon, kompartman sendromu, nörovasküler hasar) ve geç dönem komplikasyonlar (kaynama gecikmesi, kaynamama, sinostoz, implanta ait problemler), kırık seviyesi, açık kırıklar için tetanoz proflaksisi, hastanede yatış süresi, hastanın yatış anından ameliyata kadar geçen süre, kaynama süresi, hastaların son kontrollerinde fonksiyonel sonuçları değerlendirmek üzere DASH (Kol, omuz ve el yaralanması) anketi, Grace-Eversman Değerlendirme ölçütleri, Anderson değerlendirme ölçütleri, sağlam ve kırık ekstremite için

gonyometrik el bileği dorsofleksiyonu ve volar fleksiyon açıları, dirsek ekstansiyon ve fleksiyon açıları, önkol pronasyon supinasyon açıları, Saehan (SAEHAN Hydraulic Hand Dynamometer (SH5001),Gyeongnam,South Korea) hidrolik el dinamometresi ile kavrama gücü değerlendirmesi (Şekil 16), radyolojik olarak izole radius kırığı ve heriki kemik kırığı olan hastalarda maksimum radial eğrilik ve maksimum radial eğrilik lokalizasyonunun ölçümlerine ait parametlerden oluşan hasta takip formlarını oluşturduk.

Kırık nedeniyle başvuruda bulunan hastaların hikayeleri alındı ve ayrıntılı fizik muayeneleri değerlendirildi. İnspeksiyonda lokal şişlik, ekimoz, ağrı, deformite ve fonksiyon bozukluğu değerlendirildi. Kırık olan üst ekstremitenin ayrıntılı nörovasküler muayenesi yapıldı. İlgili ekstremitede ayrıntılı olarak radial, median ve ulnar sinirin motor ve duyusal muayenesi yapıldı. Kompartman sendromu yönünden, hastaların periferik nabazanlarına, kapiller dolaşımına ve pasif el bileği dorsofleksiyonu ile ağrı olup olmadığı değerlendirildi.

Tüm hastalara 100 cm mesafeden sağlam ve kırık önkolun el bileği ve dirseği içine alan AP ve lateral grafileri alındı. Kırık tipi ve kırıklı çıkıkları tam olarak değerlendirmek için alınan iki yönlü direkt grafiler dikkatlice değerlendirildi.

Önkol kırığı tanısıyla intrameduller çivi tespiti ile tedavi ettiğimiz hastaların bazılarında önkol kırığına ilave olarak; bir olguda klavikula kırığı, üç olguda humeroulnar eklem çıkığı, beş olguda humerus kırığı, bir olguda femur cisim kırığı, bir olguda mandibula kırığı, bir olguda kafa travması, iki olguda ulna styloid kırığı, bir olguda tibia kırığı, bir olguda asetabulum ve pelvis kırığı, bir olguda humerus medial epikondil kırığı, iki olguda batın travması ve radius diafiz kırığı olan bir olguda aynı taraf radius boyun kırığı vardı.

Ameliyat öncesi hiçbir olguda nörolojik defisit yoktu.

Olguların 50'sinde (%96.2) sağ önkol, ikisinde (%3.8) sol önkol dominant ekstremite idi. Elliiki hastamızın 18'inde (%34.6) önkol çift kemik kırığı, 17'sinde (%32.7) izole radius kırığı, bir olguda bilateral olmak üzere 17 olguda (%32.7) izole ulna kırığı vardı.

Hastalara ait kırıkların sınıflaması kırığın anatomik lokalizasyonuna göre ve AO sınıflamasına göre yapıldı. Kırığın anatomik lokalizasyonuna göre; 7 olguda (%23.5)

proksimal 1/3, 30 olguda (%57.7) orta1/3, 11 olguda (%21.2) distal 1/3, 1 olguda (%1.9) orta ve distalde, 2 olguda orta ve proksimal 1/3'te (%3.8), 1 olguda (%1.9) proksimal ve distal 1/3'te segmente kırık mevcut idi.

AO/ASIF sınıflamasına göre 52 hastanın 71 önkol kırığının dağılımı; 10'u Tip 22A1 (%19.2), 12'si Tip 22A2 (%23.1), 6'sı Tip 22A3 (%11.5), 8'i Tip 22B1 (%15.4), 4'ü Tip 22B2 (%7.7), 7'si Tip 22B3 (%13.5), 2'si Tip 22C1 (%3.8), 1'i Tip 22C2 (%1.9), 2'si Tip 22C3 (%3.8) idi.

İlk başvuru anında kırık redüksiyonu ve tedavisi için hiç bir hastaya kapalı redüksiyon ve alçı tespiti uygulanmadı. Sadece dirsek çıkığı olan üç olguya sedoaneljezi ile kapalı redüksiyon uygulandı. Hastaların ilk değelendirilmesinden ameliyata kadar geçen süre zarfında uzun kol atel ile geçici tespit uygulandı. Hasta odalarında; atelle geçici tespit uygulanan kırık ekstremiteye elevasyon ve ameliyata kadar geçen sürede medikal antiödem ve analjezik tedavi uygulandı.

Hastaların kırık oluşumu ile acil polikliniğimize başvuru arasında geçen süre ortalama 16 (0-30) saat idi. Hastaların acil polikliniğine başvuru anından ameliyata kadar geçen süre ortalama 17.2 (6-48) saat idi.

Hastaların tümüne ameliyathane şartlarında; 27 olguya (%51.9) genel anestezi, 25 olguya (%48.1) regional (aksiller veya infraklavikular blok anestezi) anestezi altında cerrahi müdahale yapıldı. Hastaların hiçbirine ameliyat esnasında turnike uygulanmadı.

Ortalama ameliyat süresi 44.6 (17-85) dakika idi. Önkol çift kırığı olan 18 olguda ortalama ameliyat süresi 61.94 dakika (45-80), izole radius kırığı olan 17 olguda ortalama ameliyat süresi 27.5 dakika (17-70) ve izole ulna kırığı olan 17 hastada ortalama süre 32.94 dakika (20-75) olarak değerlendirildi.



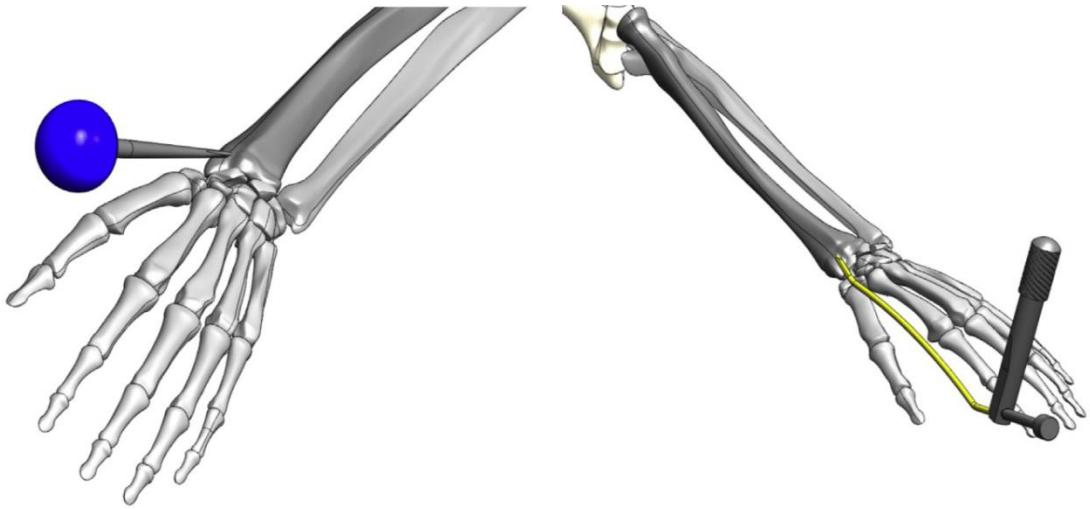
Şekil 16. Saehan hidrolik el dinamometresi ile kavrama gücü değerlendirmesi

3.1. Cerrahi Teknik ve İmplant Tasarımı

Hastaların preoperatif değerlendirilmesi yapıldıktan ve ameliyat hazırlıkları tamamlandıktan sonra supin pozisyonda ameliyat masasına alındı. Tüm hastalarda radyolusen kol tahtası kullanıldı. Anestezi işlemi tamamlandıktan sonra kırık olan ekstremite parmakları içerecek şekilde dirsek üstüne kadar Polividon iyot (Betadine®) solüsyon ile boyandı. Dirsek eklemi üzerinden distali açıkta kalacak şekilde steril örtüler ile örtülmüş ekstremite kol tahtası üzerine alındı. Steril örtüler ile örtülen C kollu skopi cihazı radyolusen kol tahtası altında çalışır halde sabitlendi.

Ameliyata başlamadan kapalı redüksiyon denendi. Önkol çift kırığı olan hastalarda öncelikle radiustan başlandı. Ameliyat öncesi planlamada, sağlam ekstremitenin alınan direkt radyografilerinde radius ve ulnanın intrameduller en dar bölümüne göre uygulanacak çivinin çapı belirlendi. Çivi boyunu belirlemede alınan direkt radyografilerin uygun mesafeden çekilip çekilmediğine bağlı olarak ölçülen uzunluğun %10' luk hata payı dikkate alındı. Belirlenen çivi boy ve çapının bir alt ve üst boy ve çapındaki çiviler hazır bulundurularak ameliyata girildi. Radiusa uygulanacak çivi boyu için radial styloid ile radius başı eklem çizgisi mesafesi ölçüldü. Bulunan değerden 3 cm çıkarılması ile kullanılacak çivi boyu belirlendi. Ulnada ise olekranon tipinden ulna styloid mesafesi ölçüldü ve bu değerden 1.5 cm çıkarılması ile kullanılacak çivi boyu belirlendi. Çivi çapı belirlenmesinde intrameduller en dar bölümlerin (iç korteksler arası mesafe=interkortikal mesafe) ölçümü yapıldı.

Radius kırığı olan olgularda distal metafiz dorsolateralinden (anatomik olarak lister tüberkülü lateralinden) 1.5-2 cm insizyon ile cilt, cilt altı diseksiyonu uygulandı. Uygulanan insizyon el bileği ekleminde distal radius eklem çizgisinden 1-1.5 cm proksimalde olmalıdır. Ekstansör karpi radialis longus ve brevis tendon kılıfı künt diseke edilip iki tendon arasından radial kortekse ulaşılır. Cerrahın tercihi ve tecrübesine bağlı olarak birinci, ikinci ve dördüncü dorsal (ekstansör) kompartmanlar ilk giriş bölgesi olarak kullanılabilir. Radius distal kortekse künt diseksiyonla ulaşıldıktan sonra meduller kaviteye dik şekilde awl ile ilk giriş uygulandı. Daha sonra eğri awl ile meduller kavite hedef alınarak ilk giriş alanı genişletildi (Şekil 17). Ameliyat öncesi belirlenen radius çivisi radius son tutucu (Şekil 18a) ile kısmi rotasyonel kuvvetlerle distale ilerletildi. Çivi ucu kırık hattına ulaştığı zaman kapalı redüksiyon uygulandı. Skopi kontrolü ile redüksiyondan emin olduktan sonra çivinin intrameduller ilerleyip ilerlemediği skopi ile kontrol edildi. Kapalı redükte edilemeyen ve intrameduller kaviteye yerleşimini sağlayamadığımız beş olguda (2 radius ve 4 ulna kırığı) kırık hattına uyguladığımız ortalama 1-2 cm'lik mini insizyonlarla kısmi açık redüksiyon ile tespit sağlandı. Son itici ile çivi radial kortekse tam olarak yerleştirildi. Drill klavuzu çiviye takıldıktan sonra 2.5 mm drill ile her iki korteks delindi. Boy ölçüsü alınan 2.7 mm'lik kilitli vida ile kilitleme sağlandı. Radius çivisinin son tutucuya uygulanmış şekli ve kadavra radiusuna radius çivi uygulaması Şekil 18'de gösterilmiştir.



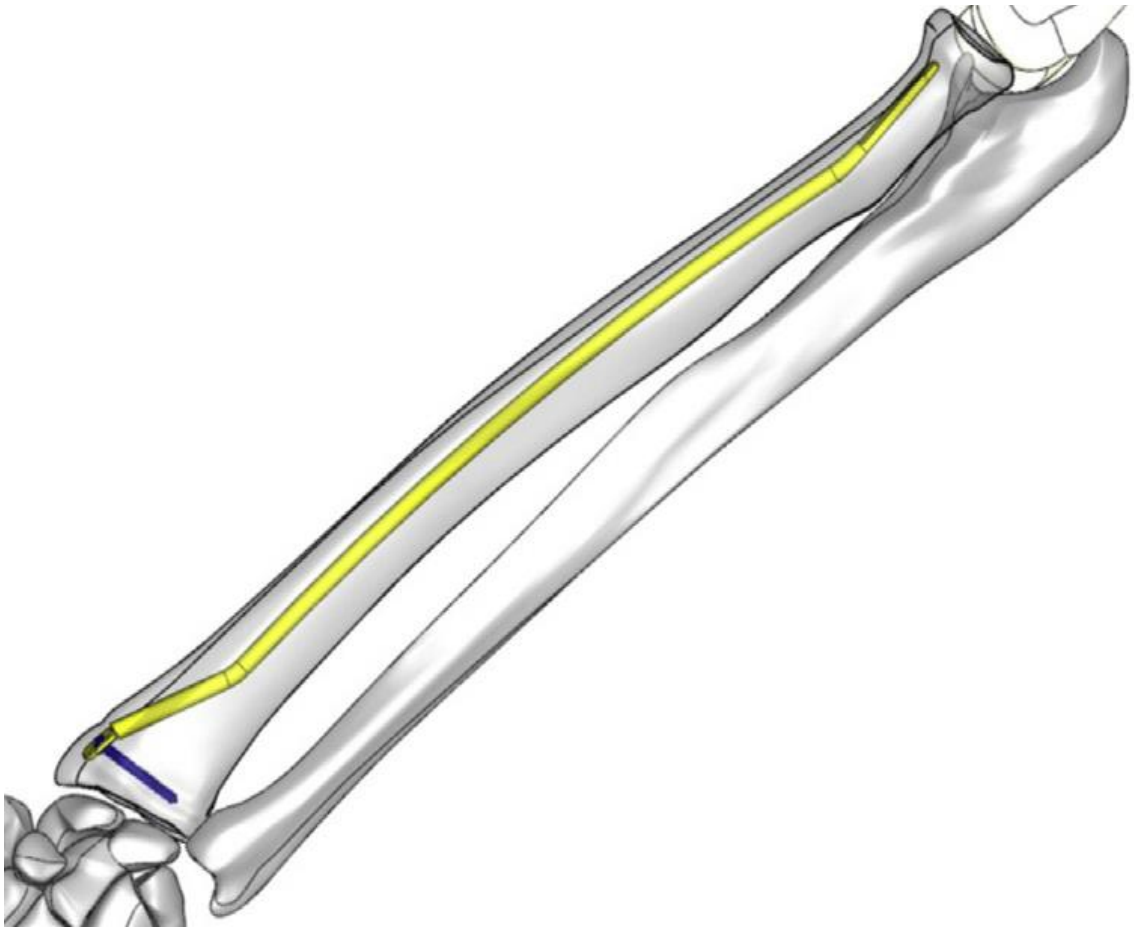
Şekil 17. Şematik olarak awl; ile 1. ekstansör tünelden ilk giriş uygulaması ve klavuz ile radius çivi uygulaması



Şekil 18. Radius çivisinin klavuz üzerindeki ve serbest görünümü (a), kadavra radiusunda çivi uygulaması; radius çivisinin parabol şekli, distal kilitleme vidasının 15 derece açılanması, çivinin proksimal parçasının 10 derece öne açılanması (b)

Radius intrameduller çivi; ortası parabol şeklinde, solid, yuvarlak, oymasız olarak, hem sağ hem sol radius için kullanılabilen bir çividir. Distal 3 cm'lik kısım öne 15 derece açılanması olan ve distal ucunda 2.7 mm çapında kilitleme için vida deliği bulunan bir çividir. Çivi proksimal ucu ise 10^0 anteriora eğimlidir. Radius çivisinin parabolik şekli, proksimal 3 cm'lik alandaki 10 derecelik eğimi (radius proksimalindeki sagittal eğimi destekler) ve statik distal kilitleme ile üç nokta prensibi ile rotasyonel

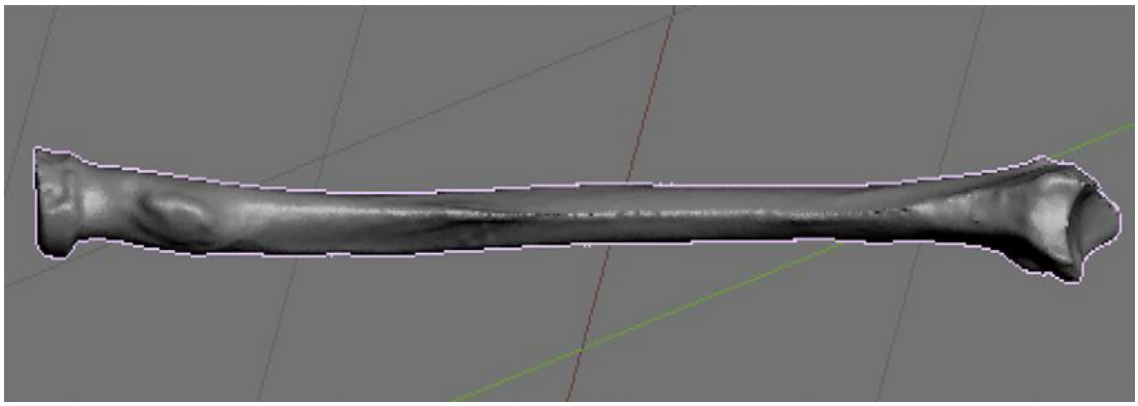
stabiliteyi ve radial eğimin idamesini sağlar. Distaldeki 15 derecelik açılanma kilitleme vidasının ekleme yönelmesine ve eklem içine girmesine engel olur. Radius çivisinin 3, 3.5, 4 mm çapında ve 18, 19, 20, 21, 22, 23 ve 25 cm boyunda farklı çeşitleri mevcuttur. Şematik olarak radius çivisinin uygulanmış hali şekil 19'da gösterilmiştir.



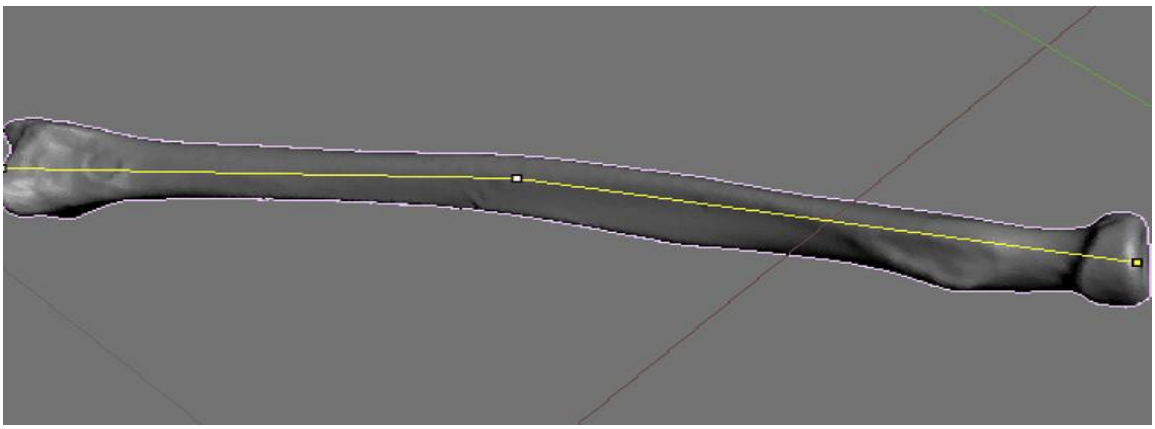
Şekil 19. Şematik olarak radius çivisinin uygulaması ve distal kilitleme

Radiusun koronal ve sagittal planda iki eğimi vardır (Şekil 20,21) (107). Sagittal plandaki eğimi özellikle proksimal 1/3'te daha belirgindir (108). Normal anatominin değişimi radius ve ulna arasındaki biyomekanik rotasyon hareketini etkiler. Koronal eğimin bozulması ile rotasyonel hareketlerin değiştiğini bildiren yayınlar mevcuttur (90,91,109). Radius distal 1/3 diafizde eğim yoktur (107). Önkol kırıklarının cerrahi tedavisi sonrası bir çok hastada redüksiyon kaybı gelişmektedir (109-111). Önkol rotasyonunu etkileyen birçok faktör mevcuttur. Gelişen skar ve adezyonlar, hasta uyumu, erken mobilizasyon ve erken rehabilitasyon gibi faktörler önkol rotasyonunu

etkiler (111). Ayrıca kullanılan tespit cihazı, yumuşak doku dengesi ve kötü kaynama da önkol rotasyonunu etkileyen faktörlerdendir. Koronal ve sagittal plandaki eğimin değişimi önkol rotasyonunu azaltır (6,90,91,109). Anatomik olarak radius ve ulnanın uyumunu bozacak bir faktör önkolun rotasyonunu etkiler (110).



Şekil 20. Radiusun sagittal eğiminin üç boyutlu görünümü (112).



Şekil 21. Radiusun koronal eğiminin üç boyutlu görünümü (112).

Ulna kırığı olan hastalarda olekranon tipinin üzerinden yaklaşık 2 cm insizyon uygulandı. Olekranon tipinin 6.5 mm proksimali ve 3 mm lateralinden ilk giriş noktası olarak belirlendi. Cilt altı dokusu geçildikten sonra triceps tendonu ortalanarak ilk giriş noktasına ulaşıldı. Bu noktadan 2 mm çapındaki K teli ulnanın intrameduller kavitesine doğru ilerletildi. K teli üzerinden 6.5 mm çapında kanüllü drill ile ulnanın proksimal 5 cm'lik bölümü genişletildi. Belirlenen boy ve çaptaki çivi klavuza takıldı (Şekil 22).

Çivinin distal olukları ile klavuza ait olukların pozisyonları belirlemek distal kilitleme esnasında kolaylık sağlar.

Ulna çivisi; drill ile genişletilen ilk giriş yerinden kısmi rotasyonlar ile distale doğru ilerletildi. Çivi kırık hattına ilerletildikten sonra kapalı redüksiyon ile çivi distal intrameduller kanala ilerletildi. Ulna çivisinin intrameduller yerleşimini doğrulamak için skopi kontrolü yapıldı. Kapalı redüksiyon sağlanamayan olgularda skopi kontrolü ile tespit sağlandı. Yine redüksiyon sağlanamayan 4 olguda kırık seviyesinden 1-2 cm minimal insizyonla açık redüksiyon ve tespit sağlandı.

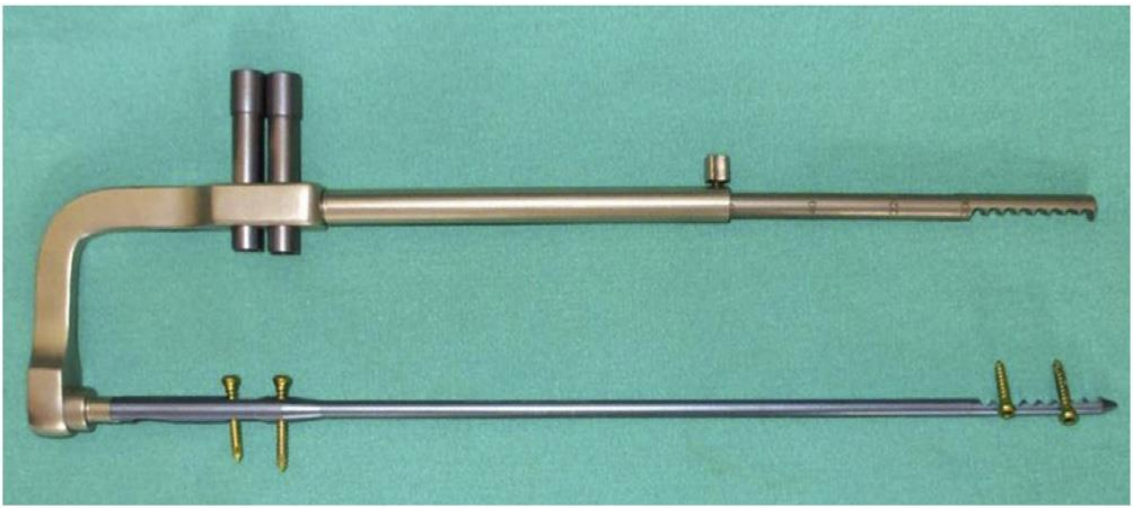
Çivi intrameduller yerleştirildiğinde nötrol pozisyonda distal kilitleme yapıldı. Ulna çivisi uygulamadan önce belirlenen klavuz oluklarının yönüne göre çivi oluğuna 2 mm'lik K teli uygulandı. K teli çıkartıldıktan sonra 2,5 mm drill ile vida giriş yeri genişletildikten sonra uygun boyda 3 mm'lik kortikal vida uygulandı. Distal kilitleme yeterli sayıda vida ile sağlandıktan sonra proksimal kilitlemeye geçildi. Distal kilitleme yapılırken; yanyana dizilmiş 8 adet yarı yuvarlak deliklerden klavuz olukları aracılığı ile skopi kullanılmadan kilitleme yapıldı.

Proksimal kilitleme statik, dinamik ve tek korteks olarak sağlanabilir. Bu amaçla yuvarlak, proksimal oblik delik veya distal oval delik kullanılır (Şekil 23). Proksimal kilitlemede kompresyon istenmezse, statik kilitleme için yuvarlak delikten rotasyon önleyici vida uygulanabilir. Kompresyon istenirse; klavuz üzerinden oval deliğe 3 mm kortikal vida uygulandıktan sonra 3x40 mm kompresyon kilitli tepe vidası uygulanarak 7 mm kompresyon sağlanabilir. Klavuz kullanılmadan kilitleme yapılmak istenirse çivi proksimalindeki oblik vida deliği kullanılarak intrameduller tek korteks kilitli tespit sağlanabilir. Oblik kilitlemede 3x45 mm kompresyon kilitli vidası kullanılır (Şekil 24). Distal kilitleme uygulandıktan sonra proksimalden kompresyon efekti şekil 25'te gösterilmiştir.

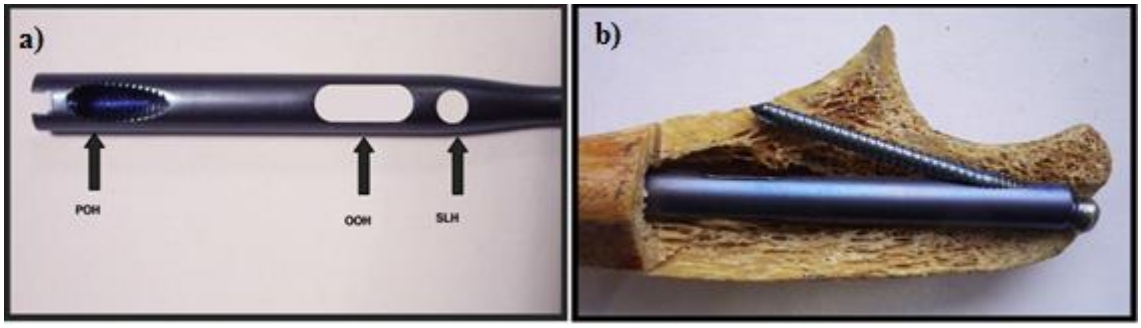
Ulna çivisinin 4,4.5,5,6 mm çapında ve 20,22,24,26,28,30 cm boyunda 18 farklı çeşidi vardır. Ulna çivileri de radius çivileri gibi her iki önkol için kullanılabilir.

Ameliyat öncesi uygun boy ve çapta çivi seçimi yapılmazsa ameliyat esnasında bazı komplikasyonlar gelişebilir. Kısa boy çivi seçimi rotasyonel instabiliteye neden olabilirken, uzun ve kalın çivi seçimi kırık hattında daha çok parçalanmaya neden olabilir. Ameliyat öncesi implanta kemiğin anatomik şekli verildikten sonra

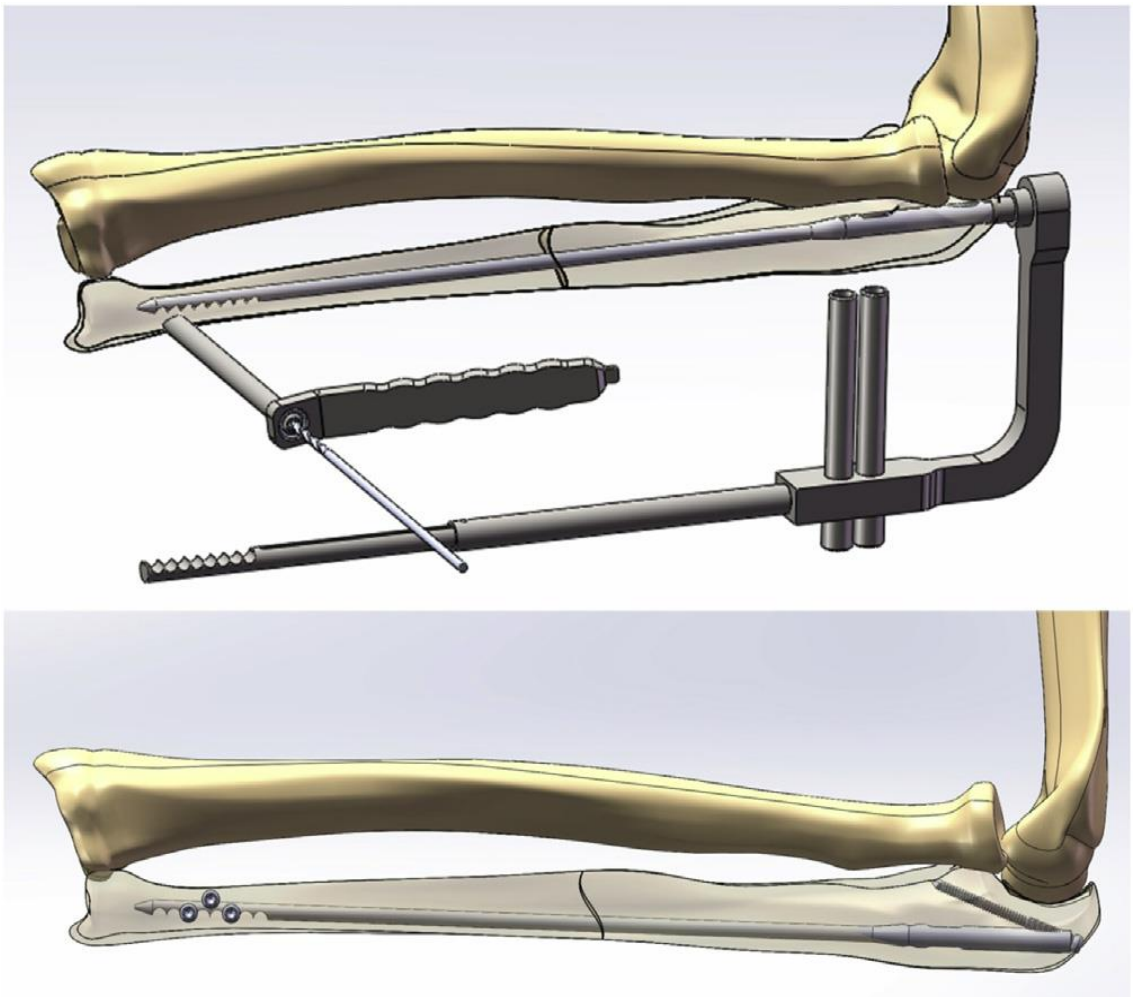
uygulamaya izin veren çivi tasarımlarında volar korteks perforasyonu geliştiği bildirilmiştir. Bu komplikasyonun önlenmesi için 3 mm oyucunun ucunun eğilmesi önerilmiştir (13). Preoperatif eksiksiz değerlendirme ve hazırlık ameliyat esnasında gelişebilecek olası komplikasyonları önlemeye yardımcı olur. Çalışmamızda iyatrojenik kemik hasarı gelişmemiştir.



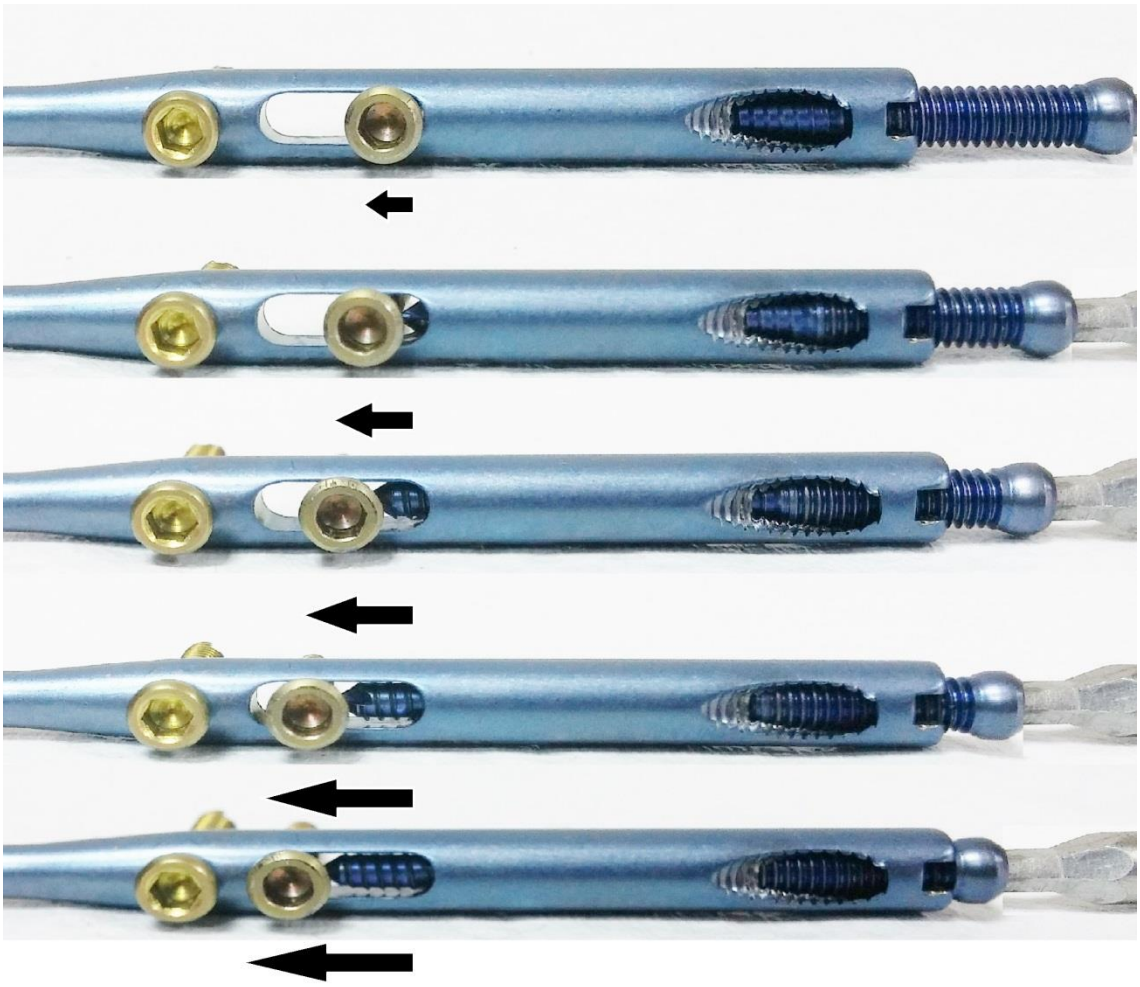
Şekil 22. Ulna çivisinin uygulama klavuzu ile görünümü. Distalde sekiz kilitleme deliği, proksimal kilitleme için oval ve yuvarlak deliklere vida uygulaması görünümü



Şekil 23. Ulna çivisi; (a) tek korteks kilitleme için proksimal oblik, kompresyon için oval ve statik kilitleme için yuvarlak delik görünümü, (b) kadavra ulnasında tek korteks kilitlemenin görünümü.



Şekil 24. Şematik olarak Ulna çivisi ve kilitleme uygulaması



Şekil 25. Distal kilitleme sonrası ulna diyafiz kırığında proksimal kompresyon uygulaması

Ulna morfolojisi üzerine yapılan kadavra çalışmalarında; ulnanın radiusa doğru proksimal 1/3'te anterolateral ve distal 1/5'te olmak üzere iki eğimi mevcuttur (113). Ulnanın orta 1/3' ü en kalın kortikal kemik yoğunluğunu içerir ve en dar medulla çapı distal 1/5'te bulunur (113). Ortalama ulna uzunluğunu değerlendirmek için 142 hasta üzerinde yapılan çalışmada ortalama 25 cm olarak değerlendirmişlerdir (114). Beş segment transvers kesitlerinde en dar ulna çapını Zinar ve ark. 2-7 (18) mm olarak değerlendirmişlerdir. Akpınar ve ark.nın (115) çalışmasında ise anteroposterior radyografide çap 3.5-7 mm ve mediolateral grafide ise 3-6 mm olarak değerlendirilmiştir.

Ulna giriş noktası olarak olekranon tepe noktasının radial kenarının 5 mm laterali önerilmiştir (18). Bu giriş tekniğinin olekranonun troklear eklem yüzeyine zarar verme olasılığı azdır. Olekranon santralinden meduller kanal merkezine uzanan çizginin

giriş noktası olarak kullanılması da önerilmiştir (3). Akpınar ve ark.nın çalışmasında olekranon en çıkıntılı noktasının 6.5 mm proksimali ve 3 mm laterali giriş noktası olarak önerilmiştir (115). Ameliyat esnasında kullanılacak çivi çapı için 3-5 mm arasında boylar önerilmiştir (3,11,18). Çivi uygulanırken giriş noktasında stres ile karşılaşılırsa veya açılanması olan ulnaya uygulama esnasında ameliyat öncesi ölçülen çapın bir alt çapında çivi uygulanabilir (115). Yaş ile birlikte intrameduller çapın artacağı olasılığını düşünülerek; ameliyat öncesi uygun çapta çivi çapı belirlemek için AP grafide değerlendirilen ölçüme ilave olarak mutlaka mediolateral grafide de meduller kanal çapı ölçülmelidir (115).

Kullandığımız tespit materyallerinin; aksiyel basınç, eğilme, torsiyon ve yorgunluk stres testleri biyomekanik olarak değerlendirilmiştir. Aksiyel basınç testlerinde radius ve ulna çivileri veya vidaların hiçbirinde çatlak veya kırık izlenmemiştir. Sadece bir ulna modelinde distal kilitleme vidasının kortikal temas alanında ve vidada çatlak görüldüğü rapor edilmiştir. Dört noktalı eğilme testi sonuçlarında ise vida bağlantı alanlarında veya sentetik kemikte hasar gelişmediği bildirilmiştir. Radius modelleri aksiyel yüklenmede ulna modellerine oranla daha fazla yük taşımasına rağmen 4 noktalı eğilme testinde ise ulna modellerinde daha büyük yükler gerçekleştirmiştir. Torsiyon test sonuçlarında ulna ve radius modellerinde vida bağlantı noktaları ve sentetik kemikte hasar izlenmediği bildirilmiştir. Ulnanın maksimum torsiyon moment değerleri radius modellerine göre daha yüksek bulunmuştur. Yorgunluk testi sonuçlarında radius modellerinde 4 modelin diafizinde kırık geliştiği bildirilmiştir. Ulna modellerinde ise 1 modelde kırık gelişmiştir, bunun dışındaki modellerde yorgunluk hasarı tespit edilmemiştir (116).

Minimal açık redüksiyon için kullandığımız insizyonlar; ulna ve radius için uygulanan standart transkutanöz, volar Henry (117) ve dorsal Thompson (118) insizyonlarının kırık hattına uyan minimal izdüşümleri şeklinde uygulandı.

Hastaların tümüne ameliyat öncesi proflaktik olarak 1gr sefazolin intravenöz yolla uygulandı. Açık kırıklara acil şartlarda irrigasyon, yeterli debridman ve tetanoz proflaksisi uygulandıktan sonra parenteral antibiyoterapi uygulandı.

Ameliyat olan hastaların tümüne; ilgili ekstremite kalp seviyesinden yukarıda olacak şekilde elevasyon ve parenteral antiödem tedavi uygulandı. Sıkı dolaşım takibi

yapıldı. Gün aşırı pansumanları yapılan hastaların ameliyat sonrası 15. gün dikişleri alındı.

Hastalar ilk 15 gün haftada bir ve daha sonraki altı ay boyunca üç haftada bir kontrole çağrıldı. Kontrollerde olguların alınan iki yönlü önkol grafilerinde kaynama durumu, el bileği, dirsek fleksiyon ve ekstansiyon açıları ile önkol supinasyon pronasyon açıları gonyometre ile ölçüldü. Bulunan değerler sağlam önkolun değerleri ile karşılaştırıldı.

Olguların atel ile immobilizasyon süresi 52 hasta için ortalama 3.1 (1-21) gün idi. Atelleri çıkartılan olguların, erken dönemde el bileği, dirsek ve önkolu içeren egzersizleri (ROM) başlandı. Olgulara birinci haftada el bileği ve önkol eklem hareketlerinin sağlanması hedeflendi. Ağrıları geçtikten sonra günlük ihtiyaçlarını karşılamaları için ekstremitelerini kullanmalarına izin verildi.

Hastaların son kontrollerinde klinik ve radyolojik olarak ayrıntılı muayeneleri yapıldı. Radyografik olarak kaynamanın değerlendirilmesi için anteroposterior, mediolateral ve oblik grafilerde köprü kallus formasyonu incelendi. Klinik muayenede hastaların tedavi edilen ekstremitelerine ait ağrı, el bileği, dirsek ve önkol hareketleri değerlendirildi. Olguların skar dokusu, yumuşak doku ile ilgili problemleri ve subjektif şikayetleri değerlendirildi. Sağlam ve tedavi edilen ekstremitenin dirsek, önkol ve el bileği hareketleri gonyometrik olarak ölçüldü. Her iki elin kavrama gücü üç dakika ara ile toplamda üç kez Saehan dinamik hidrolik el dinamometresi ile ölçüldü. Bu ölçümlerin ortalama değerleri kavrama gücü olarak değerlendirildi. Hastaların 1 metre yükseklikten, kol abduksiyonda ve dirsek 90 derece fleksiyonda iken alınan sağlam ekstremitelerine ait direkt grafiler ve tedavi edilen ekstremitenin direkt grafilerinden maksimum radial eğrilik (MRE) ve maksimum radial eğrilik lokalizasyonları (MREL) ölçüldü. Bu değerlendirme izole radius kırığı ve önkol çift kırığı olan 35 (17 izole radius ve 18 önkol çift kırığı) olguya yapıldı. Direkt grafilerde kaynama durumu, dirsek ve el bileği eklem bütünlüğü değerlendirildi.

İzole radius, izole ulna ve önkol çift kırığı olan olguların kaynama ve fonksiyonel sonuçlarının değerlendirilmesinde Anderson ve ark.nın (83) değerlendirme kriterleri kullanıldı. Bu kriterlerde kaynama; 6 aydan önce iyileşme gösterenler, kaynama gecikmesi; 6 aydan fazla sürede iyileşme gösterenler fakat ikinci girişime

gerek duyulmayanlar, kaynamama ise ikinci bir girişim yapılmadan kaynamayan kırıklar olarak tarif edilmiştir. Anderson ve ark.na (83) göre fonksiyonel değerlendirme; kırığın kaynaması ile 10 dereceden az fleksiyon ekstansiyon kaybı ve karşı ekstremiteye göre %25'ten az pronasyon-supinasyon kaybı durumunda mükemmel, kırığın kaynaması ile 20 dereceden az fleksiyon ekstansiyon kaybı ve karşı ekstremiteye göre %50'den az pronasyon-supinasyon kaybı varsa iyi, kırığın kaynaması ile 30 dereceden fazla fleksiyon ekstansiyon kaybı ve karşı ekstremiteye göre %50'den fazla pronasyon-supinasyon kaybı varsa orta, hareket kaybı ve/veya kaynamama kötü fonksiyonel sonuç olarak belirtilmiştir. Fonksiyonel sonuç değerlendirmesinde diğer bir yöntem olarak Grace-Eversman (95) değerlendirme kriterleri kullanıldı. Kaynama ve fonksiyonel sonuçları esas alan Grace- Eversman kriterlerinde; kırık kaynaması ile birlikte karşı ekstremiteye oranla %90-100 supinasyon-pronasyon yapılması mükemmel, kırık kaynaması ile karşı ekstremiteye oranla %80-90 supinasyon-pronasyon yapılması iyi, kırık kaynaması ile birlikte karşı ekstremiteye oranla %60-80 supinasyon-pronasyon yapılması kabul edilebilir, kırık kaynaması olmadan veya karşı ekstremiteye oranla %60'dan az supinasyon-pronasyon yapılması kabul edilemez fonksiyonel sonuç olarak değerlendirilmiştir. Olguların son kontrollerinde; ekstremite ilişkisine bakılmaksızın son bir haftadaki bedensel duruma göre fonksiyonel değerlendirmeyi amaçlayan DASH (Disabilty of arm shoulder and hand) Türkçe anketi (Kol, omuz ve el yaralanması anketi = DASH-T) uygulandı (Tablo1) (119).

Tablo 1. DASH-T (Kol, omuz ve el yaralanması) anketi (119)

KOL,OMUZ VE EL SORUNLARI ANKETİ					
	Zorluk Yok	Hafif Derecede Zorluk	Orta Derecede Zorluk	Aşırı Zorluk	Hiç Yapamama
1)Sıkı kapatılmış ya da yeni bir kavanozu açmak	1	2	3	4	5
2)Yazı yazmak	1	2	3	4	5
3)Anahtarı çevirmek	1	2	3	4	5
4)Yemek hazırlamak	1	2	3	4	5
5)Zor açılan bir kapıyı iterek açmak	1	2	3	4	5
6)Yukarıdaki bir rafa bir şey Yerleştirmek	1	2	3	4	5
7)Ağır ev işleri yapmak	1	2	3	4	5
8)Bağ,bahçe işleri yapmak,odun kesmek	1	2	3	4	5
9)Yatak yapmak	1	2	3	4	5
10)Alışveriş çantası ya da evrak çantası taşımak	1	2	3	4	5
11)Ağır bir cismi taşımak (4.5 kgdan fazla)	1	2	3	4	5
12)Yukarıdaki bir ampülü Değiştirmek	1	2	3	4	5
13)Saçları yıkamak veya Kurulamak	1	2	3	4	5
14)Sırtını yıkamak	1	2	3	4	5
15)Kazak giymek	1	2	3	4	5
16)Yiyecekleri kesmek için bıçak kullanmak	1	2	3	4	5
17)Az çaba gerektiren eğlenceli işler(İskambil oynamak, örgü örmek)	1	2	3	4	5
18)Kolunuzdan , omuzunuzdan veya elinizden güç aldığınız veya darbe vurduğunuz eğlenceye yönelik işler	1	2	3	4	5
19)Kolunuzu serbestçe hareket ettirdiğiniz eğlenceli işler	1	2	3	4	5
20)Ulaşım ihtiyaçlarını kendi başına giderebilmek	1	2	3	4	5
21)Cinsel faaliyetler	1	2	3	4	5

	Hiç engel yok	Az engel	Orta derecede	Bir hayli	Aşırı
22)Son hafta süresince kol,omuz ya da el sorununuz aile arkadaşlar,komşular veya gruplarla normal sosyal etkinliklerinize ne ölçüde engel oldu	1	2	3	4	5
	Hiç kısıtlanmış hissetmiyorum	Hafif derecede kısıtlı	Orta derecede kısıtlı	Çok kısıtlı	Bedensel etkinlik yapamıyorum
23)Son hafta süresince kol omuz ya dael sorununuz nedeni ileişinizde veya günlük işlerde kısıtlandınız mı	1	2	3	4	5
	Yok	Hafif	Orta derecede	Bir hayli	Aşırı
24)El omuz ya da kol Ağrınız	1	2	3	4	5
25)Herhangi belirli bir işi yaptığınızda ağrınız	1	2	3	4	5
26)El omuz ya da kolunuzda karıncalanma, iğnelenme	1	2	3	4	5
27)El omuz ya da kolunuzda Güçsüzlük	1	2	3	4	5
28)El omuz ya da kolunıuzda hareket zorluğu	1	2	3	4	5
	Zorluk yok	Hafif derecede zorluk	Orta derecede zorluk	Aşırı zorluk uyuyamıyorum	O kadar zorluk var ki
29)Geçen hafta içinde el omuz ya da kol ağrınız nedeniyle uyumakta nekadar zorlandınız	1	2	3	4	5
	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Ne katılıyorum ne katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
30)Kol omuz ya da el problemimden dolayı kendimi daha az yeterli,daha az yararlı hissediyor ve kendime daha az güveniyorum	1	2	3	4	5

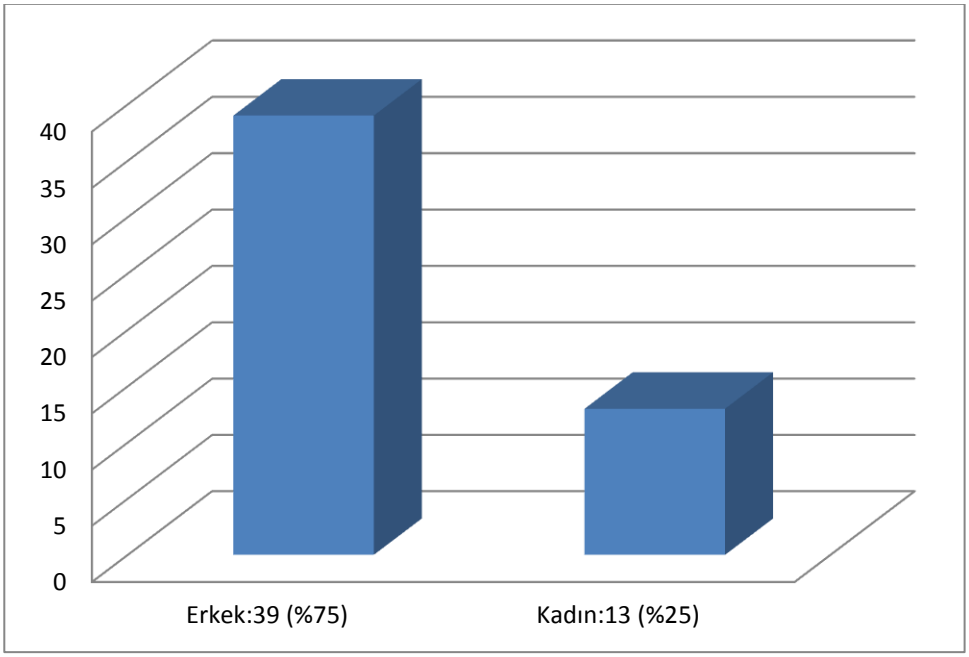
3.2. İstatiksel Analiz

Verilerin analizinde SPSS v20 bilgisayar paket programı kullanıldı. Veriler sayı, yüzde, ortalama ve standart sapma olarak verildi. Analize dâhil edilen değişkenlere ait verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov Smirnov Testi'yle analiz edildi.

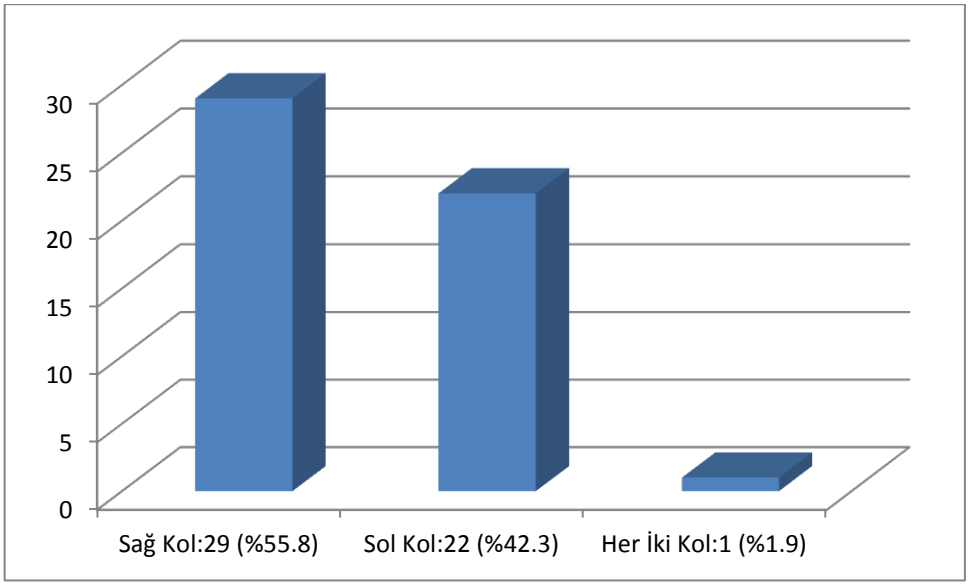
Hastaların AO/ASIF kırık tipinin cinsiyete ve etyolojik faktörlere göre dağılımı ki kare testi ile analiz edildi. DASH puanı ile kırık kemik tipi ve önkoldaki kırık seviyesi arasındaki ilişki, kırık kemik tipi ile operasyon zamanı arasındaki anlam ilişkisi, önkoldaki kırık seviyesi ile sağlam önkolun supinasyon pronasyon dereceleri arasındaki anlam ilişkisi, kanama miktarı ve kaynama süresi ile kırık kemik tipi arasındaki anlam ilişkisi, AO/ASIF kırık tipi ile tedavi edilen önkolun pronasyon, supinasyon, kavrama gücü, DASH puanı, maksimum radial eğim ve lokalizasyonu arasındaki anlam ilişkisi Kruskal-Wallis testi ile analiz edildi. Sağlam ve tedavi edilen önkolların kavrama gücü ile cinsiyet arasındaki anlam ilişkisi Mann-Whitney U testi ile analiz edildi. DASH puanı, pronasyon derecesi, supinasyon derecesi, maksimum radial eğim, maksimum radial eğim lokalizasyonu ve kavrama gücü değerlerinin sağlam ve tedavi edilen önkol için ayrı ayrı yapılan ölçümlerinin ikili karşılaştırması Spearman's korelasyon testi ile analiz edildi. Anlamlılık düzeyi $p<0.05$ alındı.

4. BULGULAR

Yeni nesil radius ulna intrameduller çivi ile tespit uyguladığımız hastaların yaşları ortalama 36.2 (18-63) idi. Hastalarımızın 39'u erkek (%75), 13'ü kadın (%25) cinsiyette olup (Grafik 1), 29'unda sağ önkol (%55.8), 22'sinde sol önkolda (%42.3) ve 1 hastada bilateral önkol (%1.9) kırığı vardı (Grafik 2).

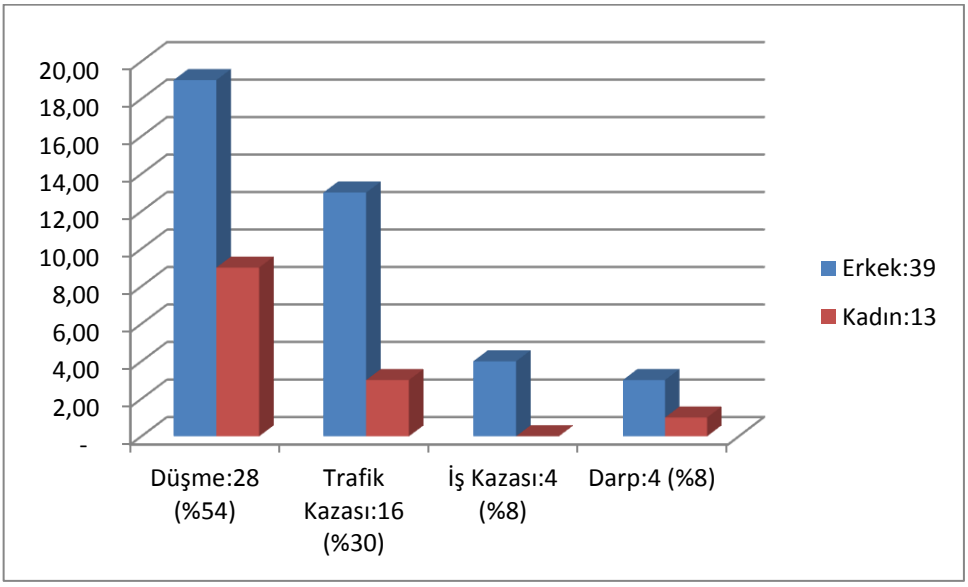


Grafik 1. Hasta sayısının cinsiyete göre dağılımı



Grafik 2. Hastaların kırık ekstremiteye göre dağılımı

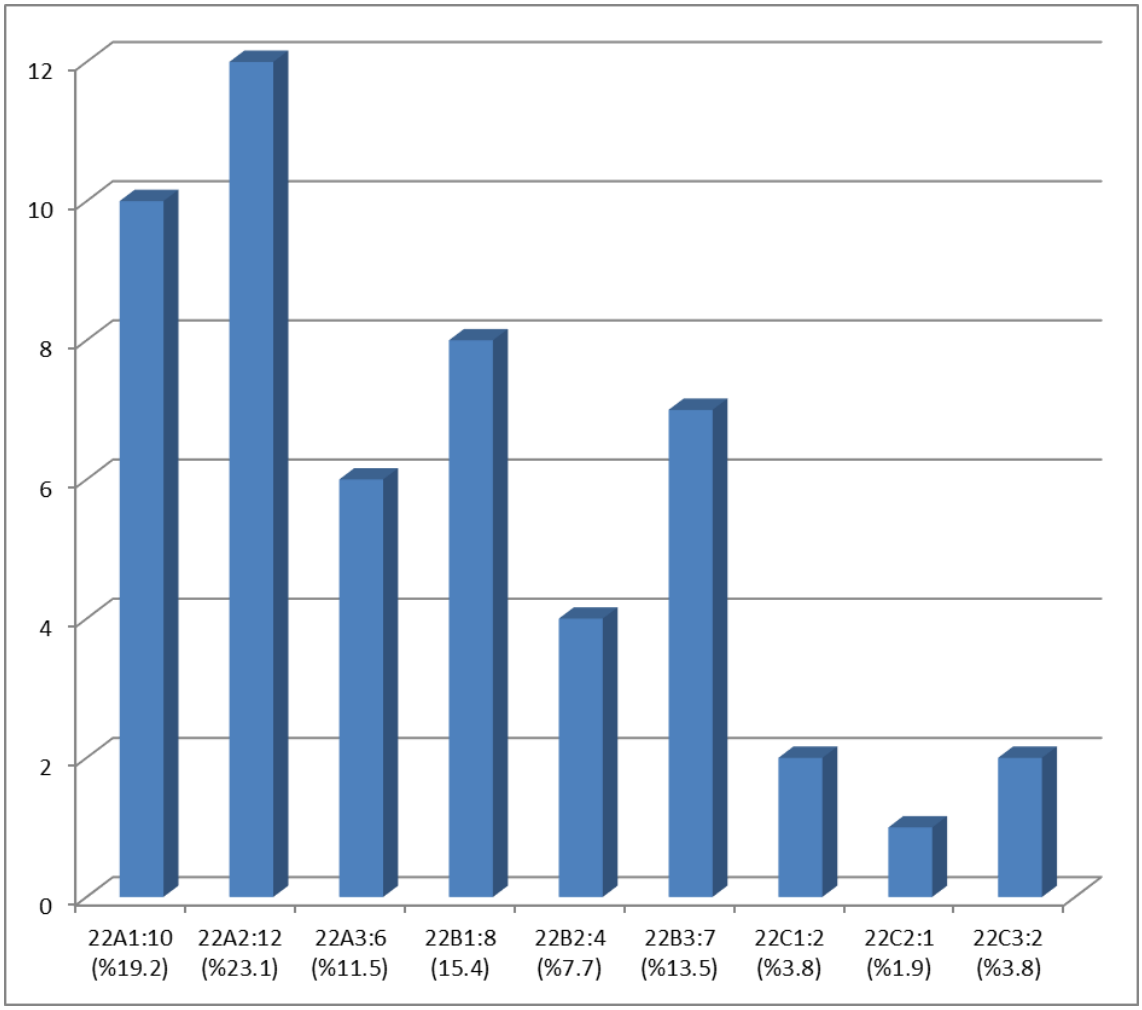
Kırıklar oluş sebeplerine göre sınıflandırıldığında; 16 hastada (%30.8) trafik kazası, 4 hastada (% 7.7) iş kazası, 28 hastada (%53.8) düşme ve 4 hastada (%7.7) darp sonucu gelişmişti. Düşme sonucu önkol kırığı gelişen 28 hastanın 12'si (%23.07) sportif aktivitelere bağlı meydana gelmiştir (Grafik 3).



Grafik 3. Kırıkların etyolojik dağılımı

Olguların 43'ünde (% 82.7) kapalı, 9'unda (% 17.3) Tip1 açık kırık vardı.

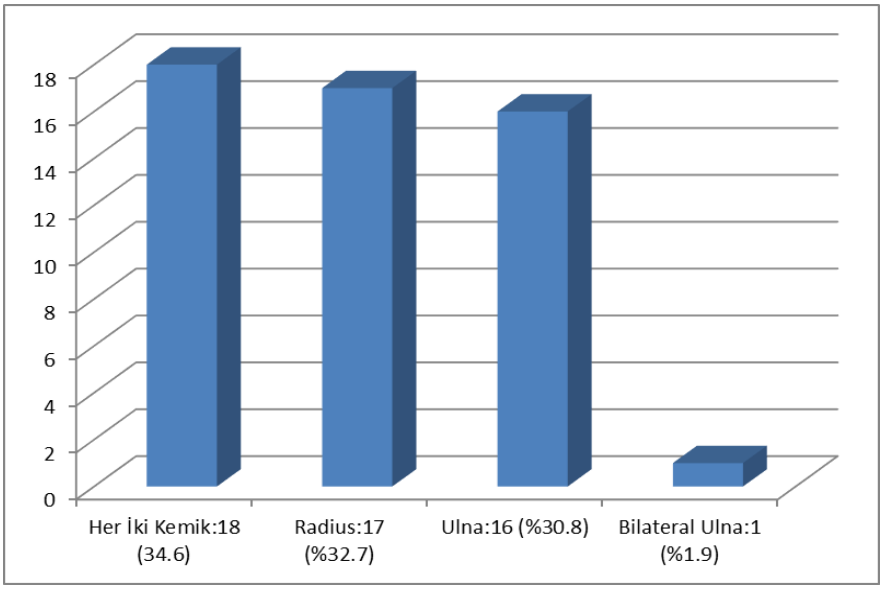
Olguların 20'sinde Tip-A basit (simple), 17'sinde Tip-B kama (wedge), 15'inde Tip-C kompleks kırık vardı. AO/ASIF sınıflamasına göre 52 hastanın 71 önkol kırığının dağılımı (Grafik 4); 10'u Tip 22A1 (%19.2), 12'si Tip 22A2 (%23.1), 6'sı Tip 22A3 (%11.5), 8'i Tip 22B1 (%15.4), 4'ü Tip 22B2 (%7.7), 7'si Tip 22B3 (%13.5), 2'si Tip 22C1 (%3.8), 1'i Tip 22C2 (%1.9), 2'si Tip 22C3 (%3.8) idi.



Grafik 4. Hastaların AO/ASIF kırık tipine göre dağılımı

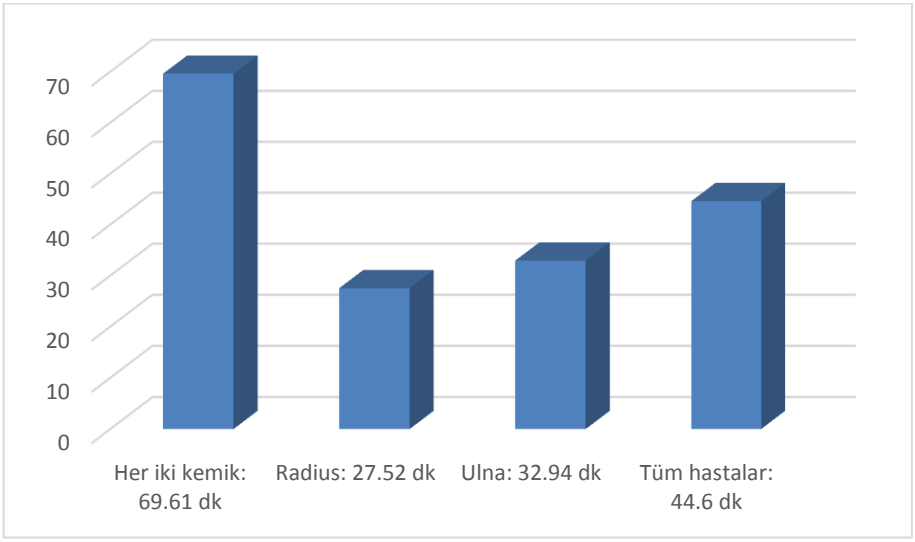
Hastaların ortalama takip süreleri en az 52, en fazla 170 hafta olmak üzere ortalama takip süremiz 82.8 hafta idi. Ameliyat süremiz ortalama 44.6 dakika (17- 85) idi. Hastaların ortalama hastanede kalış süresi 3.6 gün (2-10) idi.

Kırıkların ortalama kaynama süresi 10.5 hafta (8-20) idi. Kırık kemik türüne göre ortalama kaynama süreleri ise; önkol çift kemik kırığı olanlarda 11.3 hafta (8-20), izole radius kırığı olan olgularda 10.2 hafta (8-20) ve izole ulna kırığı olan olgularda 10.94 hafta (8-20) olarak değerlendirildi (Grafik 5).



Grafik 5. Kırık kemik türüne göre ortalama kaynama süreleri

Ameliyat süresinin çift kemik ve izole kemik kırıklarına göre dağılımı değerlendirildiğinde (Grafik 6); önkol çift kırığı olan 18 olguda ortalama ameliyat süresi 61.94 dakika (45-80), izole radius kırığı olan 17 olguda ortalama ameliyat süresi 27.5 dakika (17-70) ve izole ulna kırığı olan 17 hastada ortalama süre 32.94 dakika (20-75) olarak değerlendirildi. Hastaların tamamında ortalama ameliyat süresi 44.6 (17-85) dakika idi.



Grafik 6. Kırık kemik türüne göre ortalama ameliyat süreleri

Hastalara uygulanan anestezi yöntemi olarak; 27 hastaya (%51.9) genel ve 25 hastaya (%48.1) regional (aksiller veya infraklavikular blok) anestezi uygulandı. Ameliyat esnasında minimal açık redüksiyon uyguladığımız 6 (%11.53) hasta vardı.

Ameliyat sonrası dönemde derin enfeksiyon gelişen hiçbir olgumuz olmadı. 1 olguda antibiyoterapi ile düzelen yüzeyel enfensiyon gelişti. Olguların hiçbirinde ameliyat esnasında iyatrojenik damar, sinir yaralanması, kas ve tendon yaralanması izlenmedi. Bir olguda ameliyattan dört ay sonra teknik ve uygulama hatası sonucu aşınmaya bağlı EPL tendon rüptürü gelişti. 18 yaşında erkek olgu, sağ önkol üzerine düşme sonrası önkol çift kırığı (AO/ASIF sınıflamasına göre Tip 22B3 radius-ulna kırığı) nedeniyle başvurdu. Olguya yeni nesil radius ulna kilitli intrameduller çivi ile tespit ameliyatı yapıldı. Ameliyat sonrası rutin kontrolleri yapılan hastanın kontrollerinde herhangi bir problemi saptanmadı. Dördüncü ayda ise sabah uyandığında yorganını kaldırırken sağ el başparmakta aniden ortaya çıkan atlama boşalma hissi ile birlikte bir ses duyduğunu ifade eden hasta, başparmakta hareket kısıtlılığı ve el bileği seviyesinde ağrı şikayeti ile kliniğimize başvurdu. Yapılan fizik muayenede sağ el başparmak metakarpofalangial eklem ve interfalangial eklemde aktif ekstansiyon hareketi mevcut değildi. Pasif eklem hareket açıklığı normal fakat ağrılı değerlendirildi. Başparmak duyusal sinir muayenesi normal olarak değerlendirildi. Direkt grafide çivi giriş yerinin uygun seviyede olduğu fakat çivinin transmigrasyonu sonucu radius korteksine tam temasının olmadığı izlendi. EPL tendonunun onarımını yapmak amacıyla ameliyata alınan olguda (kırık kaynaması gerçekleştiği için tendon onarımından önce aynı seansta implantı çıkartıldı) 3. ekstansör kompartmanda; EPL tendonun çivi ucu aşınması sonucu yıpranmaya bağlı dejenere rüptürü, çivinin transmigrasyonu ve kilitleme vidasının çiviye tam olarak yerleşmediği izlendi. Aynı taraf palmaris longus otogrefti ile tendon onarımı yapıldı. Ameliyat sonrası 4 hafta kısa kol atel immobilizasyon uygulandı. İmmobilizasyon sonrası uygun fizik tedavi ile rehabilitasyon programı uygulandı. Rehabilitasyon sonrası 1 yıllık takip uygulanan olgunun son kontrolünde ağrısız, normal fonksiyonel bilek ve başparmak hareketleri ile başparmakta tam ekstansiyon hareketi mevcut idi.

Olguların hiçbirinde; ilkbaşvuruda, ameliyat öncesi ve sonrasına ait dönemde nörolojik ve vasküler defisit izlenmedi. Ayrıca olguların hiçbirisinde ameliyat öncesi ve sonrası dönemde kompartman sendromu gelişmedi.

Olguların son kontrollerinde tamamında kaynama elde edildi. Kaynamama, kaynama gecikmesi ve sinostoz hiçbir olguda izlenmedi. İntrameduller çivi tespiti ile tedavi uyguladığımız hastaların hiçbirinde; implant kırılması, implant yetmezliği, erken fiksasyon kaybı izlenmedi ve stabiliteyi artırmak amacı ile ek fiksasyon materyallerine ihtiyaç duyulmadı.

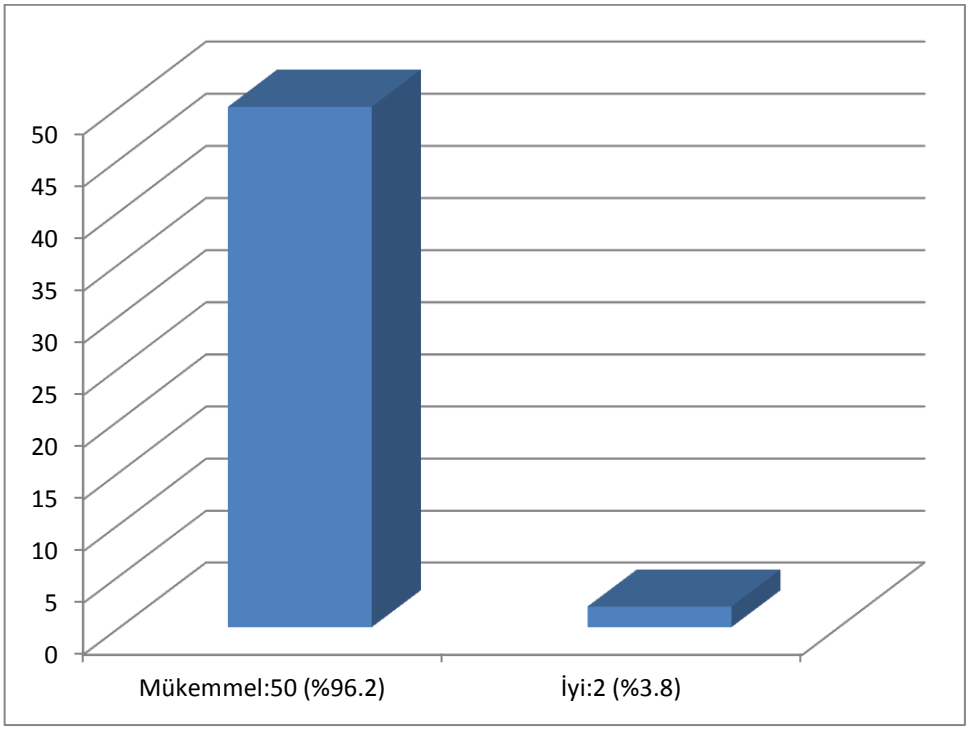
İntrameduller çivi tespiti ile tadavi uyguladığımız 71 önkol kemiğinin kırık kaynaması sonrası 11 hastanın (%21.2) ortalama 18. ayda (4-27) implant çıkarımı yapıldı. İmplant çıkarımı yapılan olguların takibinde yeniden kırılma izlenmedi.

Önkol çift kırığı, izole radius ve izole ulna olan hastalara ortalama 3.19 gün (1-5) atel immobilizasyon uygulandı. Humerus ve dirsek çıkığı olan üç hastaya 21 gün atel immobilizasyon uygulandı. Hastaların günlük işlerini yapabilecek fonksiyonel duruma dönüş süresi ortalama 8.3 gün (3-23) idi.

Son kontrol muayenelerinde olguların hiçbirinde ağrı, hareket kısıtlılığı, eklem sertliğine bağlı fonksiyonel kısıtlılık ve kozmetik yönden subjektif yakınmaları yoktu.

Anderson ve ark.nın (83) kaynama kriterlerine göre 52 hastada (%100) 6 aydan önce kaynama izlendi. Anderson ve ark.nın fonksiyonel değerlendirme kriterlerine göre 50 hastada (%96.2) mükemmel ve 2 (%3.8) hastada iyi sonuç elde edildi.

Grace-Eversman (95) değerlendirme kriterlerine göre; 43 hastada (%82.70) mükemmel, 8 hastada (%15.38) iyi ve 1 hastada (%1.92) kabul edilebilir sonuç elde edildi (Grafik 7).



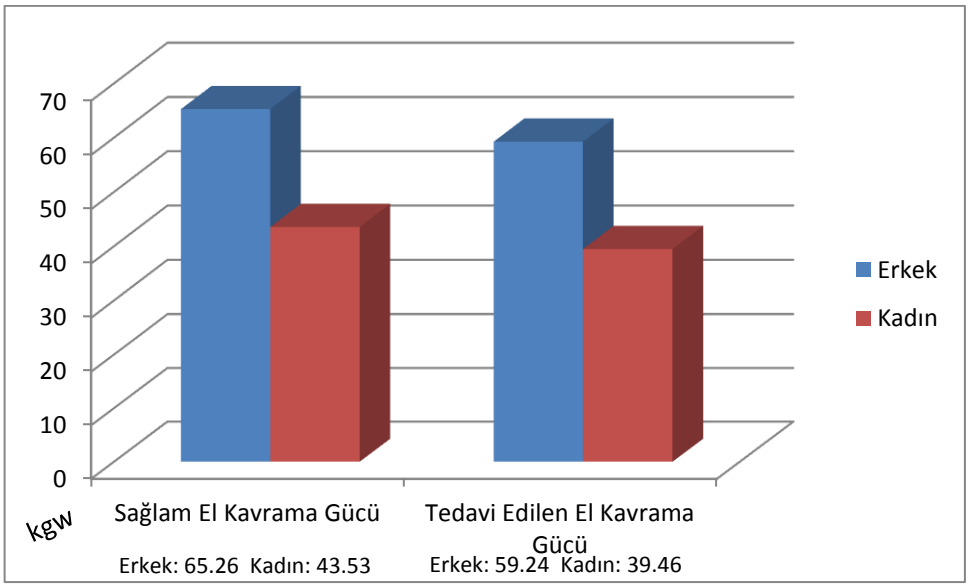
Grafik 7. Grace-Eversman değerlendirme kriterlerine göre hastaların dağılımı

Ameliyat esnasında kullanılan skopi süresi ortalama 1.4 (0.2-5) dakika idi. Hastaların ilk başvurudan ameliyata alınana kadar geçen süre ortalaması 17.2 (0-48) saat idi.

Gonyometre ile hastaların el bileği ve dirsek eklemi hareket açıları ölçüldü. Ölçümler mukayeseli olarak yapıldı. Sağlam önkolun supinasyon ortalaması 79.9^0 (78-80), tedavi uygulanan önkolun supinasyon ortalaması 75.2^0 (65-80) olarak değerlendirildi. Sağlam önkola göre tedavi edilen önkolda %94.11 supinasyon hareket genişliği sağlandı. Sağlam önkol pronasyon ortalaması 90^0 olarak değerlendirildi. Tedavi edilen önkol pronasyon ortalaması ise 85.03^0 (79-90) olarak değerlendirildi. Sağlam önkola göre tedavi edilen önkolda %94.4 pronasyon hareket genişliği sağlandı. Sağlam dirsek fleksiyonu 144.33^0 (140-145), tedavi edilen dirsek fleksiyon ortalaması 142.71^0 (123-145) olarak değerlendirildi. Sağlam önkola oranla tedavi edilen önkolda %98.8 hareket genişliği sağlandı. Tedavi edilen ekstremitede dirsek ekstansiyonu ortalaması 0.6^0 (0-5) olarak değerlendirildi ve sağlam önkola oranla %96.86 hareket genişliği sağlandı. El bileği dorsofleksiyonu ortalaması sağlam ekstremitede 79.9^0 (78-80), tedavi edilen ekstremitede 78.4^0 (74-80) değerlendirildi ve sağlam ekstremiteye göre %98.1 hareket genişliği sağlandı. El bileği volar fleksiyonu ortalaması sağlam

ekstremitede 75.01^0 (70-79), tedavi edilen ekstremitede olarak 74.5^0 (70-79) değerlendirildi ve sağlam ekstremiteye oranla %93.7 hareket genişliği sağlandı.

Olguların son kontrollerinde Saehan hidrolik el dinamometresi ile sağlam ve tedavi edilen ekstremiteye ait elin kavrama gücü değerlendirildi. Tedavi edilen ve sağlam önkol için ayrı ayrı değerlendirme yapıldı. Hasta oturur pozisyonda, omuz nötral pozisyonda, önkol ve el bileği nötral pozisyonda, dirsek 90 derece fleksiyon pozisyonunda iken değerlendirme yapıldı. Kas yorgunluğunu önlemek için 3 dakika ara ile ölçülen üç farklı değerlendirmenin ortalaması kavrama gücü olarak değerlendirildi. Sağlam elin kavrama gücü ortalaması 57.5 kgw (35-129), tedavi edilen ekstremiteye ait elin kavrama gücü ortalaması 54 kgw (30-110) olarak ölçüldü. Tedavi edilen ekstremilere ait elin kavrama gücü ortalaması sağlam önkolun %93.9'u idi. Erkek hastaların sağlam el kavrama gücü ortalama 65.2 kgw, kadınların 43.5 kg iken tedavi edilen elin ortalama kavrama gücü erkeklerde 59.2 kgw, kadınlarda 39.4 kgw olarak değerlendirildi (Grafik 8).



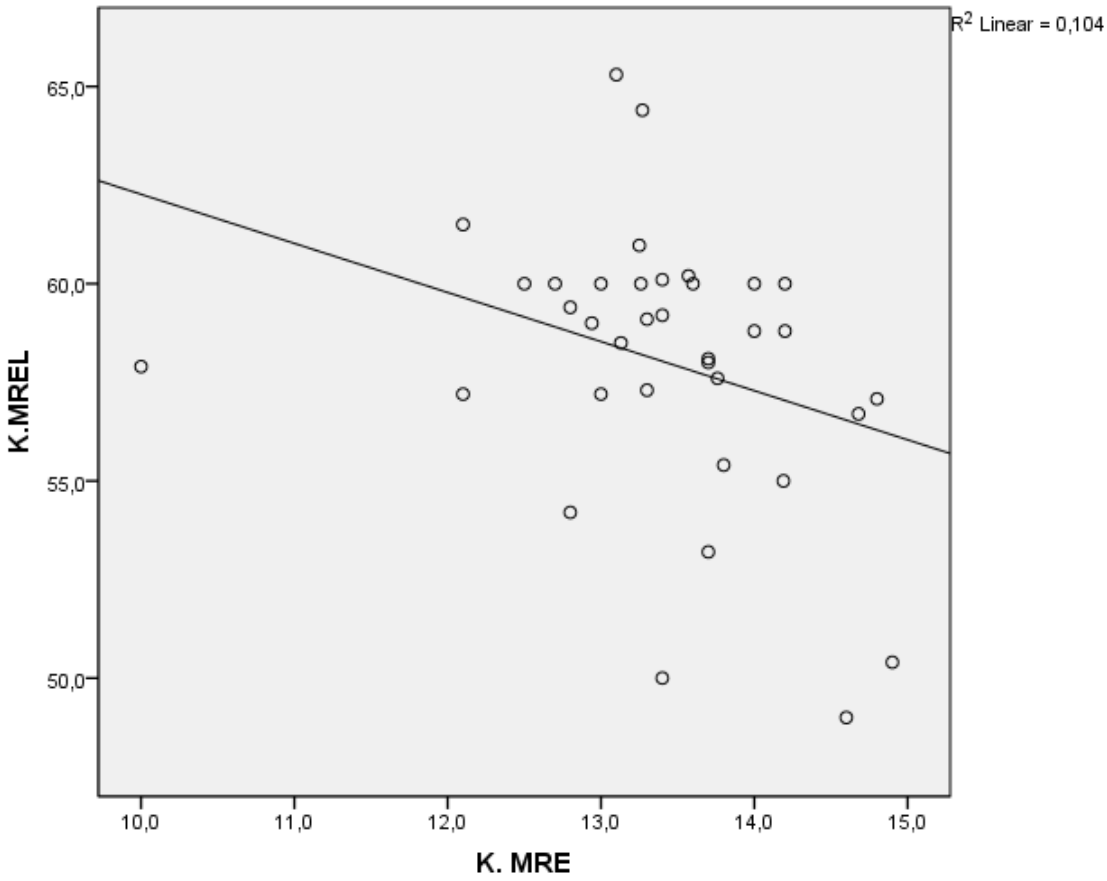
Grafik 8. Tedavi edilen ve sağlam önkol kavrama gücünün cinsiyete göre dağılımı

İzole radius kırığı ve önkol çift kırığı olan hastaların sağlam ve tedavi edilen ekstremitelerine ait direkt grafilerinde MRE ve MREL ölçüldü. Sağlam önkolun radyolojik değerlendirilmesinde maksiumum radial eğrilik ortalama 13.9 mm (12.7-15.2), maksimum radial eğrilik lokalizasyonu ortalama %60.5 (57.3-67.1) değerlendirildi. Tedavi edilen önkolda ise maksimum radial eğim ortalama 13.4 mm

(10-14.9), maksimum radial eğim lokalizasyonu ortalama %58.04 (49-65.3) olarak değerlendirildi. Tedavi edilen önkolun maksimum radial eğimi ile maksimum radial eğim lokalizasyonu arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişki saptandı (r: -0.37, p: 0.02). Tedavi edilen önkolun maksimum radial eğimi ile elin kavrama gücü, supinasyon ve pronasyon dereceleri arasındaki ilişki istatiksel açıdan anlamsız olarak değerlendirildi (Tablo 2). Tedavi edilen önkol MRE ve MREL değerlerinin hastalara göre dağılımı Grafik 9'da gösterilmiştir.

Tablo 2. Hastaların MRE ve MREL değerleri ile kavrama gücü, supinasyon ve pronasyon dereceleri arasındaki ilişki

	Tedavi Edilen Önkol MRE		**Tedavi Edilen Önkol MREL**	
	r	p	r	P
Tedavi Edilen Önkol MREL	-.378	.023	1.000	.
Tedavi Edilen Önkol Kavrama Gücü	.059	.731	-.055	.750
Tedavi Edilen Önkol Supinasyonu	.227	.184	.112	.515
Tedavi Edilen Önkol Pronasyonu	.215	.208	.221	.195



Grafik 9. Tedavi edilen önkolun maksimum radial eğimi (K.MRE) ile maksimum radial eğim lokalizasyonunun (K.MREL) hastalara göre grafiksel dağılımı

Önkol çift, izole radius ve ulna kırığı olan hastaların ameliyata ait verileri ve fonksiyonel sonuçlara ait genel bilgileri tablo 3'te verilmiştir. Tablo 4'te ise erişkin önkol cisim kırıklarında çivi uygulaması yapılan çalışmaların verileri ile bizim çalışmamızın verileri karşılaştırılmıştır.

Tablo 3. Ameliyat ve fonksiyonel sonuçlara ait verilen kırık kemik tipi ve tüm hastalara göre dağılımı

	Önkol çift	**İzole radius**	**İzole ulna**	**Tüm hastalar**
Ortalama kaynama zamanı (hafta)	11.3 (8-20)	10.2 (8-20)	10.94 (8-20)	10.5 (8-20)
DASH Skor (range)	15.15 (4-38.8)	12.58 (3.3-32.5)	9.9 (4-32.5)	12.7 (3.3-38.8)
Ameliyat süresi ortalama (dakika)	61.94 (45-80)	27.5 (17-70)	32.94 (20-75)	44.6 (17- 85)
Skopi süresi (dakika)	2 (1-5)	1.5 (0.2-5)	0.8 (0.5-2)	1.4 (0.2-5)
Kanama miktarı (ml)	51.11 (15-100)	10.3 (10-30)	35 (10-100)	36.4 (10-100)
Ortalama takip süresi (hafta)	77.7 (55-162)	112.7 (105-170)	83.88 (52-140)	82.8 (52-170)
Grace-Eversman oranı (n:%)				
Mükemmel	14 (%77.8)	16 (%94)	13 (% 76.5)	43 (%82.70)
İyi	3 (%16.8)	1 (%6)	4 (%23.5)	8 (%15.38)
Kabul edilebilir	1 (%5.6)			1 (%1.92)
Kabul edilemez				
Hastanede yatış süresi (gün)	4 (2-7)	3.1 (2-5)	3.8 (2-10)	3.6 (2-10)
Kavrama gücü ortalama (kgw)				
Tedavi edilen önkol	53.16 (30-90)	50.5 (33-110)	59.27 (40-98)	54 (30-110)
Sağlam önkol	58.6 (35-97)	59.6 (35-129)	65.62 (42-108)	57.5 (35-129)
Komplikasyon	%11.11	0	0	%3.84

Tablo 4. Literatürde önkol çivi uygulaması yapılan çalışmalar ile bizim çalışamamıza ait verilerin karşılaştırılması

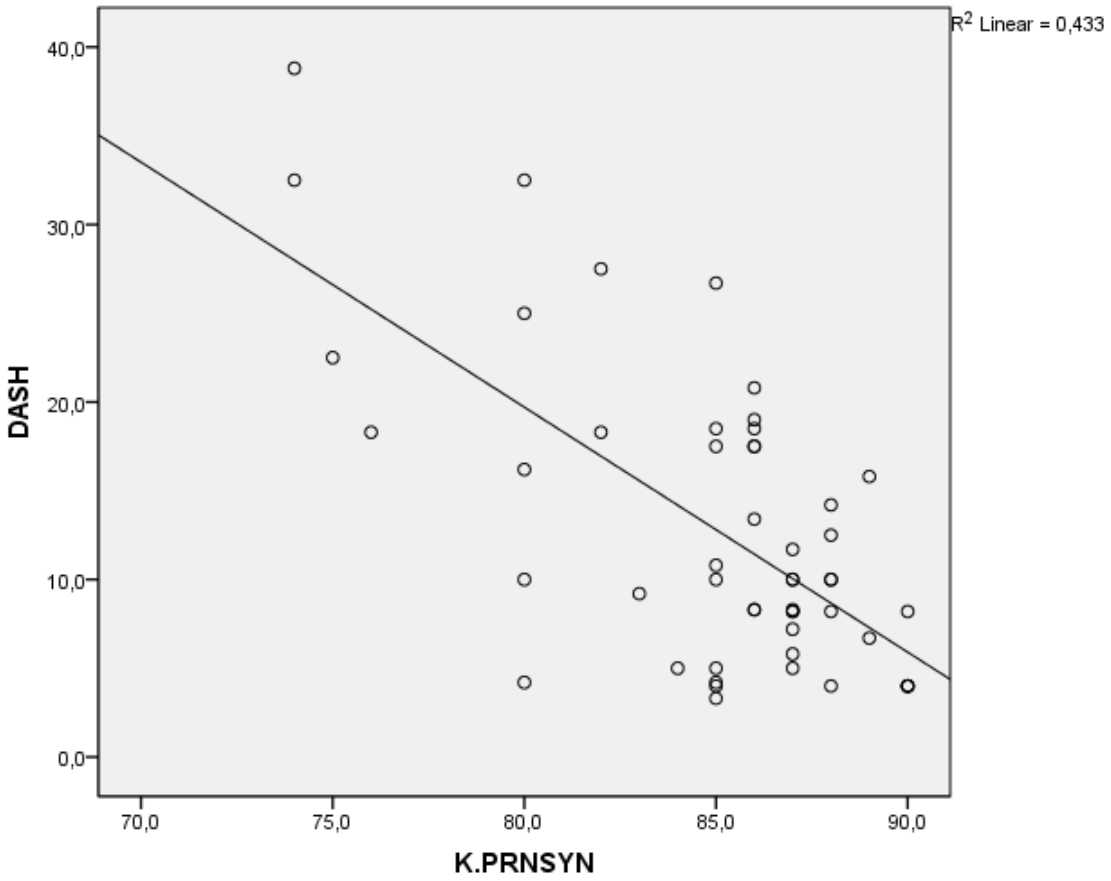
	Lee et al. (19)	**Özkaya et al. (123)**	**Hong et al. (122)**	**Bansal et al. (120)**	**Bizim çalışmamız**
Takip süresi (hafta), ortalama (range)	Not Report	Not Report	13 ay	28 ay	82.8 (52-170)
Skopi süresi (dakika), ortalama (range)	7	Not Report	Not Report	3.5 (2-10)	1.4 (0.2-5)
Ameliyat süresi (dakika), ortalama (range)	43 (35-70)	61 (35-90)	78 (28-107)	35 (20-50)	44.6 (17- 85)
Kaynama süresi (hafta), ortalama (range)	14 (9-32)	10 (9-12)	10 (7-12)	16 (12-28)	10.5 (8-20)
Takip sonrası ROM (derece)					
Supinasyon	81 (70-88)	Not Report	62 (0-96)	Nearly full	75.2 (65-80) 85.03
Pronasyon	79 (68-84)	Not Report	80 (0-105)	Nearly full	(74-90)
DASH skoru, ortalama (range)	15 (5-61)	13 (3-25)	19 (4-72)	14 (8-36)	12.7 (3.3-38.8)
Grace-Eversman oranı					
Mükemmel	22 (%81)	18 (%90)	10 (%55)	11 (91.7)	
İyi	3 (%11)	2 (%10)	3 (%17)	1 (8.3)	43 (%82.70)
Kabul edilebilir	2 (%8)		3 (%17)		8 (%15.38)
Kabul edilemez			2 (%11)		1 (%1.92)
Kavrama gücü (kgw), ortalama, (SD)					
Tedavi edilen önkol	Not Report	Not Report	Not Report	Not Report	54 (30-110)
Sağlam önkol	Not Report	Not Report	Not Report	Not Report	57.5 (35-129)
Ameliyat esnasındaki kanama (ml), ortalama (range)	Not Report	0	60 (20-240)	Not Report	36.4 (10-100)
Komplikasyon	%3.7	%10	%22	% 8.3	% 3.85

Minimal açık ve kapalı redüksiyon ile intrameduller tespit uyguladığımız hastaların ameliyat esnasında ortalama 36.4 ml (10-100) kanaması olduğu tespit edildi.

Olguların son kontrollerinde uygulanan DASH-T (119) anketi değerlendirme ortalaması 12.7 (3.3-38.8) olarak değerlendirildi. DASH ortalaması ile tedavi edilen ekstremiteye ait kavrama gücü, supinasyon ve pronasyon açıları arasındaki nonparametrik korelasyon değerlendirilmesinde (Tablo 5); kavrama gücü ile korelasyon izlenmezken (p: 0.56), supinasyon ve pronasyon açıları arasındaki negatif orantı anlamlı idi (p: 0.00). Tedavi edilen önkol pronasyon değeri ile DASH skorunun hastalara göre dağılımı grafik 10'da gösterilmiştir. DASH skor ortalamalarının kırık kemik türüne göre dağılımı ise; önkol çift kemik kırığı olanlarda 15.15 (4-38.8), izole ulna kırığı olanlarda 9.9 (4-32.5), izole radius kırığı olanlarda 12.58 (3.3- 32.5) olarak değerlendirildi (x^2:2.93, t:0.23).

Tablo 5. DASH skoru ile kavrama gücü, supinasyon ve pronasyon değerleri arasındaki istatiksel ilişki

	DASH	
	p	Correlation Coefficient
Kavrama gücü	0.56	-.082
Supinasyon derecesi	0.00	-.513
Pronasyon derecesi	0.00	-.548



Grafik 10. Hastaların DASH puanı ile tedavi edilen önkolun pronasyon derecesine göre dağılımı

5. VAKA ÖRNEKLERİ

OLGU 1: 55 Yaş, Erkek, Darp sonucu sol ulna diyafiz AO/ASIF Tip 22B1 kırık



Preoperatif yan (A) ve AP (B) grafi



Postoperatif 1. gün AP (A) ve yan (B) grafi



Postoperatif 12. ay yan (A) ve AP (B) grafi



İmplant çıkarımı sonrası AP (A) ve yan (B) grafi

OLGU 2: 32 Yaş, Erkek, İş Kazası, Sağ radius diyafiz AO/ASIF Tip22B2 kırk



Preoperatif yan (A) ve AP (B) grafi



Postoperatif 1. gün yan (A) ve AP (B) grafi



Postoperatif 12. ay yan (A) ve AP (B) grafi



İmplant çıkarımı sonrası AP (A) ve yan (B) grafi

OLGU 3: 23 Yaş, Erkek, Darp sonucu sol ulna diyafizde AO/ASIF Tip22A1 kırık



Preoperatif AP (A) ve yan (B) grafi



Postoperatif 1. gün yan (A) ve AP (B) grafi



İmplant çıkarımı sonrası AP (A) ve yan (B) grafi

OLGU 4: 21 Yaş, Bayan, Kayak yaparken düşme sonrası sol radius diyafizde AO/ASIF Tip 22A2 kırık



Preoperatif yan (A) ve AP (B) grafi



Postoperatif 1. gün yan (A) ve AP (B) grafi



Postoperatif 1. yıl yan (A) ve AP (B) grafi

OLGU 5: 24 Yaş, Erkek, Trafik kazasına bağlı sol radius ulna diyafizde AO/ASIF Tip22A3 kırık



Preoperatif yan (A) ve AP (B) grafi



Postoperatif 1. gün yan (A) ve AP (B) grafi



Postoperatif 1. yıl yan (A) ve AP (B) grafi

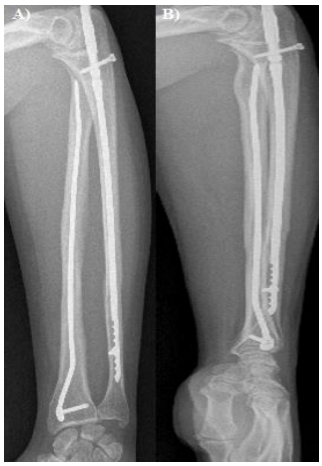
OLGU 6: 32 Yaş, Bayan, araç içi trafik kazası sonrası sol radius ulna diyafizde AO/ASIF Tip22A3 kırık



Preoperatif yan (A) ve AP (B) grafi



Postoperatif 1. gün AP (A) ve yan (B) grafi



Postoperatif 1. yıl AP (A) ve yan (B) grafi



İmplant çıkarımı sonrası AP (A) ve yan (B) grafi

OLGU 7: 33 Yaş, Erkek, El Açık şekilde üzerine düşme sonrası radius diyafizde AO/ASIF Tip22A2 ve ipsilateral radius başında Tip 21A2 Kırık



Preoperatif AP (A) ve yan (B) grafi



Preoperatif dirsek AP grafi



Postoperatif 6.ay AP (A) ve yan (B) grafi



Postoperatif 1. yıl AP (A) ve yan (B) grafi

6. TARTIŞMA

Erişkin önkol diafiz kırıklarında tedavinin esas amaçları; anatomik dizilim ile birlikte aksiyel ve rotasyonel stabil tespit sağlanmasıdır. Yeterli ve güvenilir tespit sonucunda önkolun fonksiyonel hareketlerinin gerçekleştirilmesi hedeflenir (116). İntrameduller çivi ile tespit yöntemi femur, tibia ve humerus kırıklarında etkinliği kabul edilen bir tedavi yöntemidir (22,31,33). Önkol kırıklarının rutin tedavisinde; rotasyonel ve aksiyel stabiliteyi yeteri kadar sağlayamadıklarından dolayı, yüksek kaynamama oranları ve ek tespit materyalleri gerektirmesi nedeniyle kullanımı sınırlı kalmıştır (34). İntrameduller tespite ait ilk bildirilerde yüksek kaynamama oranına sahip oldukları için önkol kırıklarının cerrahi tedavisinde fazla kullanım alanı bulamamıştır (6). Yüksek kaynamama oranları tespit materyali olarak kullanılan K teli, rush pin ve steinman pinlerinin rotasyonel stabilite sağlamamasına bağlanmıştır (11). Son zamanlarda kırık hattındaki rotasyonel dizilimi sağlayan ve muhafaza eden yeni dizayn kilitli intrameduller tespit cihazları tasarlanmıştır (19,22,31,33,34,120).

Önkol cisim kırığı nedeniyle intrameduller çivi tespiti ile tedavi ettiğimiz hastaların bazılarında önkol kırığına ilave olarak; bir olguda klavikula kırığı, üç olguda humeroulnar eklem çıkığı, beş olguda humerus kırığı, bir olguda femur cisim kırığı, bir olguda mandibula kırığı, bir olguda kafa travması, iki olguda ulna styloid kırığı, bir olguda tibia kırığı, bir olguda asetabulum ve pelvis kırığı, bir olguda humerus medial epikondil kırığı, iki olguda batın travması ve radius diafiz kırığı olan bir olguda aynı taraf radius boyun kırığı vardı. Çalışmamızda önkol kırığı ile birlikte ek travma 20 (%38.46) hastada mevcuttu. Önkol cisim kırığına eşlik eden ek yaralanma sıklığını; Chapman ve ark. (92) %25, Weckbach ve ark. (22) %44, Grace ve Eversman (95) %25, Moerman ve ark. (121) %29, Hong ve ark. (122) %38.8 olarak rapor etmişlerdir. Lee ve ark.nın (19) çalışmasında 11 hastada eşlik eden ekstremite ve genel yaralanmalar bildirilmiştir. Çalışmamızda önkol cisim kırığına eşlik eden ek yaralanma sıklığı literatürle benzer sıklıktadır.

Hastaların yaşları ortalaması 36.2 (18-63) idi. Saka ve ark.nın (116) çalışmasında yaş ortalaması 37 (18-65), Lee ve ark.nın (19) çalışmasında yaş ortalaması 32 (21-53), Moerman ve ark.nın (121) çalışmasında yaş ortalaması 31.5, Özkaya ve ark.nın (123) çalışmasında yaş ortalaması 33 (18-70), Hong ve ark.nın (122)

çalışmasında ortalama yaş 46 (29-70), Visna ve ark.nın (21) çalışmasında 37.02, Weckbach ve ark.nın (22) çalışmasında ortalama 36.7 (16-84), Bansal ve ark.nın (120) çalışmasında 32 (24-45), De Pedro ve ark. (14) yaş ortalamasını 33.5(14-77) olarak belirtmişlerdir. Nadeem A Lil ve ark. (124) yaş ortalamasını 38.1, erkeklerde 36.2 (18-62), kadınlarda 39.9 (18-57) yaş olarak bildirmiştir. Tedavi ettiğimiz önkol cisim kırığı olan hastaların yaş ortalaması literatüre benzer orandadır.

Hastalarımızın 39'u erkek (%75), 13'ü kadın (%25) cinsiyette olup, 29'unda sağ önkol (%55.8), 22'sinde sol önkolda (%42.3) ve 1 hastada bilateral önkol (%1.9) kırığı vardı. Saka ve ark.nın (118) çalışmasında 43 hastanın 32' si erkek, 11'i kadın cinsiyette, 37 hastada sağ önkol, 6 hastada sol önkolda kırık olduğu bildirilmiş. Weckbach ve ark.nın (22) çalışmasında 32 hastanın 23'ü erkek, 9'u kadın cinsiyette ve 14 hastada sağ önkol, 19 hastada sol önkol kırığı olduğu bildirilmiş. Lee ve ark. (19) 27 olguluk seride erkek kadın oranını 19/8, olguların sağ önkol/sol önkol oranın 15/12 olarak bildirmiştir. Bansal ve ark. (120) 12 kişilik seride 9 erkek, 3 kadın hasta rapor etmiştir. Moerman ve ark. (121) 38 hastada erkek kadın oranını 30/8 olarak bildirmiştir. Hong ve ark. (122) 18 olgudan oluşan çalışmasında erkek kadın oranını 14/4, sağ önkol kırığı olan 10 ve sol önkol kırığı olan 8 hasta bildirmiştir. Özkaya ve ark. (123) 6 kadın, 14 erkek toplam 20 hastaya intrameduller tespit uygulamıştır. Nadeem A Lil ve ark. (124) 34 olguluk seride 24 erkek, 10 kadın olduğunu ve 14 sağ önkol kırığı ile 20 sol önkol kırığı olduğunu bildirmiştir. Olguların yaş ve cinsiyete göre görülme sıklığı incelendiğinde çoğu seride erkelerde daha sık olduğu ve azalan yaşla birlikte erkeklerde görülme sıklığının artttığı izlenmektedir. Bu yaş grubunda yüksek enerjili travmalara maruziyetin artmasına bağlı önkol cisim kırığı görülme sıklığı artmaktadır. Dominant ekstremite sıklığına bağlı olarak genellikle sağ önkolda daha fazla kırık izlenmektedir.

Kırıklar oluş sebeplerine göre sınıflandırıldığında; 16 hastada (%30.8) trafik kazası, 4 hastada (% 7.7) iş kazası, 16 hastada (%30.1) düşme, 12 hastada (%23.7) sportif aktivitelere ve 4 hastada (%7.7) darp sonucu gelişmişti. Saka ve ark.nın (116) çalışmasında trafik (motorlu araç) kazasına bağlı 10, iş kazası sonrası 4, sportif faaliyetler sonucu 3 ve düşmeye bağlı 26 hasta olduğu rapor edilmiştir. Lee ve ark. (19) 10 olguda motorlu araç kazası, 8 olguda endüstriyel kazalar, sportif yaralanmalara bağlı 5 ve düşme sonrası 4 olguda kırık geliştiğini rapor etmiştir. Saka ve ark. (125) izole ulna kırıklarından oluşan 18 vakalık serisinde 4 hastada motorlu araç kazası, 3 hastada sanayi

kazası, 3 hastada spor kazası ve 8 hastada düsme sonucu kırık geliştiğini bildirmiştir. Hong'un (122) 18 hasta bulunan serisinde; 10 olgu sanayi yaralanması, 5 olgu motorlu taşıt yaralanması ve 3 olgu düşme sonucu gerçekleşmiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) %44 trafik kazası, % 29 darp, %18 düşme ve %9 mesleki yaralanmalara bağlı kırık geliştiğini rapor etmiştir. Chapman ve ark. (92), Grace ve Eversman (95), Hadden (96) serilerinde en sık etyolojik neden olarak otomobil kazalarını ve yüksekten düşmeyi bildirmişlerdir. Farklı çalışmalarda önkol kırığına en sık neden olan etyolojik faktör değişse de genel olarak düşme ve ve trafik kazası en sık neden olarak belirtilmiştir. Bizim olgularımızda en sık etyolojik neden trafik kazası, ikinci sıklıkta düşme olarak değerlendirilmiştir.

Olguların 43'ünde (% 82.7) kapalı, 9'unda (% 17.3) Tip1 açık kırık vardı. Açık kırığı olan olgulara irrigasyon, debridman ve antibiyoterapi uygulandıktan sonra aynı gün içerisinde intrameduller tespit uygulandı. Weckbach ve ark.nın (22) serisinde 5/32 hasta oranı ile %16 açık, %84 kapalı kırık mevcut idi. Nadeem A Lil ve ark.nın (124) serisinde 2/34 hastada Tip2 açık kırık bildirmişlerdir. Saka ve ark.nın (125) 18 olguluk serisinde 2 hastada açık kırık bildirilmiştir. Moerman (121) serisinde açık kırık oranını %13 olarak bildirmiştir. Saka ve ark.nın (116) 43 olguluk serisinde 5 açık kırık rapor edilmiştir. Hong ve ark. (122) 8 (%44) hastada açık kırık bildirmiştir. Lee ve ark. (19) çalışmasında açık kırık oranını %18 olarak rapor etmiştir. Bansal ve ark. (120) 3 (%25) olguda açık kırık bildirmiştir. Özkaya ve ark.nın (123) çalışması ise kapalı kırıkları içermekteydi. Tüm açık kırıklarda yeterli miktarda yıkama, debridman yapılması ve antibiyoterapi uygulanması konusunda tarihsel görüş birliği vardır (3,19). Açık kırık görülme sıklığı travmanın şiddetine ve oluş şekline bağlı olarak değişmekle birlikte günümüzde yüksek enerjili travmaların artması sonucu açık ve defektif kırık görülme sıklığı artmaktadır.

Olguların 20'sinde (%38.46) Tip-A basit (simple), 17'sinde (%32.69) Tip- B kama (wedge), 15'inde (%28.85) Tip-C kompleks kırık vardı. Saka ve ark.nın (116) çalışmasında 42 Tip-A kırık, 16 Tip-B kırık ve 1 Tip-C kırıklı olgu bildirilmiştir. Lee ve ark. (19) %32 basit Tip-A kırık, %50 kama Tip- B kırık ve %18 Tip-C kompleks kırık olarak belirtmişlerdir. Bansal ve ark. (120) çalışmasında 12 olgunun 4'ü basit Tip-A, 6'sı kama Tip-B ve 2'si parçalı Tip-C kırık idi. Moerman ve ark.nın (121) çalışmasında %37 oranında parçalı kırık bildirilmiştir. Weckbach ve ark. (22) %55 Tip-A, %32 Tip-B

ve %13 Tip-C kırık bildirmiştir. Özkaya ve ark.nın (123) çalışmasında en sık Tip A3 kırık gözlenmiştir. Hong ve ark. (122) çalışmasında 3 Tip-A, 10 Tip-B, 5 Tip-C kırık mevcuttu. Saka ve ark. (125) 18 vakalık izole ulna kırığı olan serisinde 12 Tip A (basit) kırık, 7 Tip B (kama tipi) kırık ve bir Tip C (komplike) kırık bildirilmiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) çalışmalarında en sık kısa oblik kırık ve daha az oranda transvers ve parçalı kırık izlendiğini bildirmişlerdir. Kırık tipi uygulanacak tedaviyi ve postoperatif normal fonksiyonlara dönüş sürecini etkileyeceği için ilk başvuruda doğru ve eksiksiz değerlendirilmelidir.

Kırığın anatomik lokalizasyonuna göre; 7 olguda (%23.5) proksimal 1/3, 30 olguda (%57.7) orta1/3, 11 olguda (%21.2) distal 1/3, 1 olguda (%1.9) orta ve distal, 2 olguda orta ve proksimal 1/3 (%3.8), 1 olguda (%1.9) proksimal ve distal 1/3 kırık mevcut idi. En sık orta 1/3 cisim kırığı izlendi. Çalışmamızda 18 (%34.6) hastada her iki kemik kırığı, 17 (%32.7) hastada izole ulna ve 17 (%32.7) hastada izole radius kırığı mevcut idi. Lee ve ark.nın (19) çalışmasında 15 olguda izole kırık, 12 olguda heriki kemik kırığı vardı. Moerman ve ark. (121) çalışmasında 32 hastada her iki kemik kırığı, 5 hastada izole radius ve 1 hastada izole ulna kırığı vardı. Bansal ve ark. (120) 2 izole radius, 3 izole ulna ve 7 her iki kemik kırığı bildirimiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) kırık seviyesinin en sık orta 1/3 te bildirmişlerdir. Weckbach ve ark.nın çalışmasında (22) %73 ile en sık orta 1/3 te kırık bildirmişlerdir.

Hastaların ortalama takip süreleri en az 52, en fazla 170 hafta olmak üzere ortalama takip süremiz 82.8 hafta idi. Saka ve ark. (116) ortalama takip süresini 12 (12-44) ay olarak rapor etmişlerdir. Lee ve ark.nın (19) serisinde ortalama takip süresi 17 (12-45) ay olarak rapor edilmiştir. Moerman ve ark. (121) ortalama takip süresini 61.4 (2-440) ay olarak belirtmiştir. De Pedro ve ark.nın (14) takip süresi 6 aydı. Bansal ve ark. (120) 28 ay ortalama takip süresi bildirmişlerdir. Özkaya ve ark.nın (123) ortalama takip süresi 23 (12-34) aydır. Weckbach ve ark. (22) 31.4 (24-44) aylık takip bildirmiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) ortalama 1.8 (1-2.5) yıl takip uygulamışlardır.

Ameliyat süremiz ortalama 44.6 dakika (17- 85) idi. Her iki kemik kırığı olan olgularda 69.6 (45-85), izole ulna kırığı olan olgularda 35.4 (20-75) ve izole radius kırığı olan olgularda 27.5 (17-70) dakika olarak değerlendirildi. Saka ve ark.nın (116) çalışmasında ortalama ameliyat süresi 30 (23-45) dakika, izole radius kırıklarında 20

(15-32), izole ulna kırıklarında 25 (20-45) ve her iki kemik kırığı olanlarda 45 (35-50) olarak rapor edilmiştir. Saka ve ark.nın (125) çalışmasında ortalama 25 (20-45) dakika olarak bildirmiştir. Hong ve ark. (122) ortalama ameliyat süresini 78 (28-107) dakika bildirmiştir. Lee ve ark. (19) ameliyat süresi ortalamasını 45 dakika (25-78), izole ulna kırığı olan olgularda 32 (25-38) dakika, izole radius kırığı olan olgularda 43 (35-70) ve her iki kemik kırığı olan olgularda 68 (60-78) dakika olarak rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada floroskopi süresinin ortalama 7 dakika olduğu ve çalışmanın erken aşamalarında öğrenme eğrisinden dolayı bu sürenin 13 dakika olduğu bildirilmiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) ortalama ameliyat süresini 42 (31-47) dakika, skopi süresini 4.35 (2-12) dakika rapor etmiştir. Bansal ve ark. (120) ortalama ameliyat süresini 35 (20-50) dakika, skopi süresi 3.5 (2-10) dakika rapor etmiştir. Ameliyat süresi ve kullanılan floroskopi süresi her iki kemik kırığı olan veya izole kırığı olan olgularda benzerdir. Ameliyat tekniğinin öğrenme eğrisine bağlı olarak ilk olgulardan itibaren skopi süresi ve ameliyat süresin ortalamalarında azalma izlenmiştir. Özkaya ve ark. (123) ortalama ameliyat süresini 61 (35-90) dakika rapor etmişlerdir. Weckbach ve ark. (22) ortalama skopi süresini 4.4 (1.4-14.9), ortalama ameliyat süresini 67 (27-150) dakika olarak bildirmiştir. Bizim olgularamızda ortalama skopi süresi 1.4 dakika (0.2-5) olarak değerlendirildi. İlk olguda 5 dakika süren skopi süresi gelişen tecrübe ile 0.2 dakikaya kadar indirilmiştir. Birçok seride çalışmalar esnasında maruz kalınan radyasyonun dozu veya süresine ait veri bulunmamaktadır. Açık tespit uygulamalarında skopi gereksinimi olmadığı için radyasyona maruziyet yokken, intrameduller tespit uygulanırken ameliyat ekibi ve cerrahın radyasyona maruz kalması yöntemin önemli bir dezavantajıdır. Ameliyat süreleri başlangıç döneminde uzun sürerken öğrenme eğrisi ile birlikte azalma gözlenmektedir. Ameliyat süresi literatürle kıyaslandığında çoğunlukla benzer çalışmalar olmakla birlikte daha kısa veya uzun süreye sahip çalışmalar da vardır.

Hastaların ortalama hastanede kalış süresi 3.6 gün (2-10) idi. Saka ve ark. (116) ortalama yatış süresini 4 gün (3-10) olarak bildirmişlerdir. Bansal ve ark. (120) ortalama hastanede yatış süresini 2 gün olarak bildirmiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) hastanede kalış süresi ortalamasnın 3 (2-5) gün olarak bildirmiştir. Yöntemin sıklıkla kapalı yapılması, daha az yumuşak doku travmasına bağlı erken dönem mobilizasyon uygulandığı için ortalama yatış süreleri kısa olmaktadır.

Ameliyat esnasında minimal açık redüksiyon uyguladığımız 6 hasta vardı. Tüm hastalarda kaynama elde edildi. Saka ve ark. (116) 16 olguya açık redüksiyon uygulamışlardır. Bansal ve ark.nın (120) 12 hastadan oluşan serisinde 1 olguya sınırlı açık redüksiyon uygulanmıştır. Nadeem A Lil ve ark. (124) 3/34 hastaya açık redüksiyon uygulamıştır. İntrameduller çivi tedavisi sıklıkla kapalı teknikle uygulanmasına rağmen bazı durumlarda sınırlı açık redüksiyon gerekebilmektedir. Redüksiyon sınırlı açık yaklaşım ile daha kolay olmasına rağmen fibröz kallus dokusunu oluşturacak olan kırık hematomunun boşaltılması kaynama süresini uzatmaktadır (123).

Kırıkların ortalama kaynama süresi 10.5 hafta (8-20) idi. Önkol çift kemik kırığı olanlarda 11.3 hafta (8-20), izole radius kırığı olan olgularda 10.1 hafta (8-12) ve izole ulna kırığı olan olgularda 10.9 hafta (8-28) olarak değerlendirildi. Saka ve ark. (116) kaynama süresini izole radius kırıklarında 12 (10-13) hafta, izole ulna kırıklarında 13 (10-14) hafta olarak değerlendirmişlerdir. Özkaya ve ark.nın (123) çalışmasında ortalama kaynama süresi 10 (9-12) hafta bildirilmiştir. Weckbach ve ark. (22) 34 olguluk radius ulna ve her iki kemik kırığı olan ve intrameduller çivi uyguladığı serisinde ortalama 3.5 (2.6-11.6) ayda kaynama gerçekleştiğini ve %97.5 kaynama oranı bildirmiştir. Lee ve ark. (19) 38 hastalık seride 1 hastada kaynamama izlendiği ve diğer tüm hastalarda kaynama rapor etmiştir. Ortalama kaynama süresini 14 (9-32) hafta olarak bildirmiştir. Moerman ve ark. (121) 38 hastayı içeren çalışmasında uyguladığı intrameduller tespit sonucu %94 kaynama gerçekleştiğini ve ortalama kaynama süresini 73 (34-312) gün olarak bildirmiştir. Kaynama oranlarını; Chapman (92) %98.4 ortalama kaynama zamanını 12 hafta, Anderson ve ark. (84) %97.9, Moed ve ark. (76) %91 kaynama ve 13.2 hafta kaynama ortalaması, Langkamer (97) %89.7, Visna ve ark. (21) %100 kaynama elde etmişlerdir. Hong ve ark. (122) % 100 kaynama izlendiğini, ortalama kaynama süresini kapalı teknik uygulananlarda 10 (7-12) hafta, açık teknik uygulananlarda 15 (10-21) hafta olarak bildirmişlerdir. Street (126) ise %93 kaynama ve % 7 kaynamama oranı bildirmiştir. Bansal ve ark.nın (120) kaynama süresi ortalama 16 (12-28) haftadır. Hasty ve Crenshaw (127) %100 kaynama bildirmiştir (129). De Pedro ve ark. (14) 20 vakalık ulna ve her iki kemik kırığı olan olgularda kaynama süresini her iki kemik kırığı olanlarda 15 (75 gün- 20 hafta) hafta, izole ulna kırığı olanlarda 10 hafta (8-20) olarak bildirmiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) ortalama

kaynama süresini 12.8 (10-28) hafta bildirmiştir. Kaynama oranları farklı çalışmalarda %87-98 arası değişen oranlarda rapor edilmiştir(100,128,129). Çalışmamızda kaynama süresi literatürde bildirilen bir çok bildiriden daha kısa sürede gerçekleşti. Bunun sebebini çoğu vakanın (%88.46) kapalı olarak yapılmasına ve implantın sağladığı stabil tespite bağlıyoruz.

Olguların hiçbirinde ameliyat öncesi ve sonrası dönemde kompartman sendromu gelişmedi. Yüzeyel enfeksiyon 1 olguda izlendi ve antibiyoterapi ile düzeldi. Derin enfeksiyon gelişen hiçbir olgumuz olmadı. Olguların hiçbirinde ameliyat esnasında iyatrojenik damar, sinir, kas ve tendon yaralanması izlenmedi. Saka ve ark. (116) iki hastada yüzeyel enfenksiyon geliştiğini ve antibiyotik tedavisi ile düzeldiğini bildirmiştir. Yine aynı çalışmada sinostoz, derin enfeksiyon, refraktür, kompartman sendromu, mekanik irritasyon ve implant yetmezliği gelişmediği bildirilmiştir. Farklı klinik çalışmalarda enfeksiyon oranları % 0.8-2.3 arasında bildirilmiştir (92,130). Lee ve ark.nın (19) çalışmasında travma sonrası ilk başvuruda 4 olguda nörolojik hasar olduğu ve tedavi sonrası 2 olgunun parestezisinin devam ettiği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada 1 olguda antibiyotik tedavisi ile düzelen yüzeyel enfeksiyon olduğu, derin enfeksiyon, radioulnar sinostoz, implant kırılması, mekanik irritasyon, kompartman sendromu, fiksasyon yetmezliği, refraktür izlenmediği rapor edilmiştir. Ulna çivilerinde proksimal kilitleme esnasında posterior interosseöz sinirin yaralanabileceği, distal alanda kilitleme yapılırken nispeten küçük çaplı ulna varlığında matkap ile bu alan zayıflatılabileceği bildirilmiştir (22,122). Moerman (121) ameliyat sonrası erken dönem enfeksiyon bildirmezken başlangıçtaTip-3b açık kırığı olan bir hastada postoperatif 10. haftada enfeksiyon geliştiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada eşlik eden vasküler yaralanma bildirilmemiştir. Bir olguda radial sinir hasarının spontan geri döndüğü, iki hastanın median ve ulnar sinir duyu alanında parestezisi olduğu bildirilmiş ve bir olguya median sinir gevşetmesi gerekli olmuştur. Bu çalışmada fiksasyon kaybı veya implant kırılması bildirilmemiştir. Bansal ve ark. (120) 1 hastada yüzeyel enfeksiyon geliştiğini ve refraktür izlenmediğini bildirmiştir. Özkaya ve ark. (123) 20 hastada postoperatif yüzeyel, derin enfeksiyon, kompartman sendromu, iyatrojenik nörovasküler yaralanma gelişmediğini, 2 hastada kilitleme vidalarının gevşemesine bağlı mekanik irritasyon bildirmişlerdir. Bu olguların vidaları çıkartılmış ve semptomlar gerilemiştir. Hong ve ark. (122) genel komplikasyon oranını %22 (7/32) bildirmiş; 1 olguda sinostoz, 4

(%12.5) olguda yüzeyel enfeksiyon ve 2 olguda da distal kilitleme vidalarının mekanik irritasyon oluşturduğunu ve bu vidaların çıkartıldığını bildirmişlerdir. Visna ve ark. (21) 2 (%3) olguda inkomplet radioulnar sinostoz, 1 olguda süperfisyal enfeksiyon ve 1 olguda kompartman sendromu geliştiğini bildirmiştir. Weckbach ve ark. (22) 2 (%6) olguda sinostoz geliştiğini bildirmiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) %5.88 oranında yüzeyel enfeksiyon ve %2.9 oranında radioulnar sinostoz bildirmiştir. Bir olguda olekranon bursit geliştiği ve implant çıkarımı ile bursa eksizyonu yapıldığı rapor edilmiştir.

Önkol çift cisim kırığı nedeniyle çivi tespiti uyguladığımız 1 hastada ameliyattan 4 ay sonra çivi ucu aşınması sonucu EPL tendon rüptürü gelişti. İntrameduller tespit sonrası EPL tendon rüptürü nadir izlenen bir durumdur. İntrameduller çivi uygulamalarında EPL tendonu anatomik seyri nedeniyle ilk giriş noktasında, özellikle 3. ekstansör kompartmanda tehlike altındadır (131-133). EPL tendonu ulna orta 1/3 dorsolateralinden orjin alır, el bileği seviyesinde üçüncü ekstansör kompartmandan geçer. EPL tendonu için pulley görevi gören lister tüberkülü etrafından döner ve distal falanks dorsal tüberkülüne insersiyo yapar (47). EPL tendon kopmaları sıklıkla spontan veya travmaya sekonder gelişir (134-136). Spontan EPL tendon kopmaları sıklıkla romatoid artrite bağlı inflamasyon, distal radius kırıkları sonrası, tekrarlayan spor aktivitelerine bağlı mikrotravmalar ve kronik tenosinovitin tedavisi için uygulanan steroid enjeksiyonları sonrasında ortaya çıkabilir (134,135,137). EPL tendon kopması etyolojisinde abrazyon ve irritasyona bağlı lokal iskemi oluşturan mekanik veya kopmamış tendon kılıfı içinde artan basıncın mikrovasküler dolaşımı bozması sonucu tendonda devitalizasyon ve nekroz geliştiğini destekleyen vasküler teoriler bildirilmiştir (134,138,139). Travma sonrası EPL tendon kopması nadir görülen bir komplikasyondur (134). Erişkinlerde en sık distal radius kırığı sonrası gelişir ve ortalama insidansı %0.3 tür (136,138). Pediatrik yaş grubunda daha az görülür (138,140,141). Travma sonrası aşınmaya bağlı EPL tendon rüptürü en erken 4. haftada, en uzun süre ile 7. yılda gerçekleştiği rapor edilmiştir (140,142). Olgumuzda çivi ucu aşınması sonucu tendon rüptürü ameliyat sonrası ortalama 4. ayda gerçekleşmiştir. İntrameduller çivilerin pediatrik önkol diafiz kırıklarında kullanımı sonrasında da ekstansör tendon hasarı geliştiği ve bu hasarın çivi giriş yeri ile ilişkili olduğunu destekleyen bildiriler mevcuttur (133,138,143). Bildirilen bazı pediatrik EPL tendon rüptür vakalarının

takibinde belirgin deplasmanı olan kırıklarda veya açık redüksiyon ve intrameduller çivi ile tespit gerektiren kırığı olan olgularda izlendiği gözlenmiştir (131,141). EPL tendon injürisi, çivi giriş noktası üçüncü dorsal kompartman kullanıldığında, birinci ve ikinci dorsal kompartman uygulamalarına göre daha fazla izlenmektedir (133). Esas olarak önerilen giriş noktası birinci dorsal kompartmandır (132,133). Yeni nesil kilitli intrameduller radius çivisinin yerleştirilmesinde, çivi distalinin radiusa seviye yapmadan tam olarak yerleştirilmesi, kilitleme vidasının da çiviye tam yerleştirilmesi gereklidir. Bizim bu olgumuzda çivi birinci kompartman yerine üçüncü kompartmandan yerleştirilmişti. Aynı zamanda çivi radiusa tam olarak yerleştirilmeden ve kilitleme vidasının da çiviye tam olarak yerleştirilmeden bırakıldığı gözlendi. Bizim düşüncemize göre, gelişen EPL rüptürüne, çiviyi yerleştirme yerinden ziyade çivinin yerleştirilmesindeki bu teknik hata neden olmuştur. EPL tendon rüptürü sonrası tedavide; primer onarım, tendon grefti ile onarım veya tendon transferi gibi tedavi metodları kullanılabilir (136,137,141). EPL tendonun dejeneratif kopmaları ve gecikmiş kesilerinde uç uca tendon tamiri sıklıkla yapılamaz. Bu durumda ise tendon transferi veya greftle onarım gerekmektedir. Romatoid artrit gibi hastalıklara bağlı kopmalarda greftle onarımın başarısız olduğu tendon transferinin daha doğru bir tedavi seçeneği olduğu belirtilmiştir. Ekstansör indisis transferi bu gibi durumlarda uygun tedavi seçeneğidir. Özellikle klavye kullananlarda ve müzisyenlerde ekstansör indisis transferi ikinci parmak ekstansiyon kaybı oluşturabileceğinden dikkatli olunmalıdır (137). Olgumuz bilgisayar programcılığı bölümünde öğrenci olduğu için biz ipsilateral palmaris longus otogrefti ile tendon onarımını tercih ettik. İntrameduller çivi uygulama bölgesi ile ilişkili ekstansör tendon hasarı dışında; lokal yumuşak doku hasarı, yüzeyel enfeksiyon ve süperfisyal radial sinir hasarı gibi komplikasyonlar bildirilmiştir (133,142,144). Olgumuzda EPL tendon rüptürü dışında başka komplikasyon izlenmedi. Bizim bu olgudaki tecrübemize göre EPL rüptürü gibi bir komplikasyonla ve medikolegal problemlerle karşılaşmamak için çivi radius distaline kemikle bir seviye yapmayacak şekilde yerleştirilmeli ve kilitleme vidası da çiviye tam olarak yerleştirilmelidir.

Ameliyat öncesi uygulanacak titiz bir hazırlık, çivi uygulama bölgeleri olan olekranon ve lister tüberkülü çevresinde gelişebilecek tendon hasarı, ulnar sinir hasarı ve radial sinirin süperfisyal dal hasarını önler (120). İntrameduller çivi tespiti

uygulamasında iyatrojenik posterior interosseöz sinir yaralanması nadiren görülebilir. Proksimal kilitleme vidası bulunan radius çivilerinde, kilitleme deliğinin radius başından en az 30 mm mesafede olması ve önkolun nötral rotasyonda tutulması ile bu riskin en aza indirilebileceği bildirilmiştir (145).Çalışmamızda kullandığımız çivinin tasarımında proksimal kilitleme deliği yoktur. Uyguladığımız implantın elastik titanyum özelliği, anatomik eğime uygun parabol şekli, proksimal uç eğimi ile birlikte statik distal kilitleme özellikleri anatomik ve rotasyonel olarak stabil tespite olanak sağlamaktadır. Proksimal kilitlemenin olmaması posterior interosseöz sinir hasarı gelişme riskini ortadan kaldırmıştır. Olgularımızda iyatrojen posterior interosseöz sinir hasarı gelişmedi. Ekspojur zorluğu ve iyatrojen nörolojik hasar riski nedeniyle açık redüksiyon internal tespiti riskli olan özellikle proksimal 1/3 radius kırıklarında radius çivisinin, plak vida osteosentezinden daha avantajlı olduğunu düşünmekteyiz.

Olguların son kontrollerinde tamamında kaynama elde edildi. Kaynamama, kaynama gecikmesi ve sinostoz hiçbir olguda izlenmedi. İntrameduller çivi tespiti ile tedavi uyguladığımız hastaların hiçbirinde; implant kırılması, implant yetmezliği, erken fiksasyon kaybı izlenmedi. Stabiliteyi artırmak amacı ile ek fiksasyon materyallerine ihtiyaç duyulmadı. Saka ve ark. nın (116) çalışmasında kaynamama veya geç kaynama bildirilmemiştir. Brakenbury ve ark. (86) 254 vakalık izole ulna kırığı olan seride 21 kaynamama bildirmiş ve bunların 13 tanesini kırık hattı temas yüzeyinin % 50’ den fazla olması ile ilişkilendirmiştir. Plak vida ostesentezinde yeterli ve tatmin edici fonksiyonel sonuçlar alınmasına rağmen periosteal sıyırmanın gecikmiş kaynamaya neden olabileceği bildirilmiştir (146,147). Bazı çalışmalarda kaynamama oranı %2.3- 4 arasında bildirilmiştir (148,149). Lee ve ark.nın (19) çalışmasında kaynamama gelişen grade Tip-3a parçalı kırığında yumuşak doku hasarı ve periostal sıyrılma vardı. Bu olguda ameliyat sonrası 4 hafta uzun kol alçı uygulamasının erken sonlandırılması ve ulna çivisinin normalden 1 cm kısa konulmasına bağlı gelişen osteolizis distal metafizde yetersiz stabiliteye neden olmuştur. Belirtilen nedenlere bağlı kaynamama gelişmiştir. Lee ‘ye (19) göre plak ve intrameduller tespit sonrası kaynamama oranları birbirine benzerdir. Moerman ve ark. (121) kaynamama oranını %6 rapor etmişlerdir. Bansal ve ark. (120)1 hastada gecikmiş kaynama gelişmesine rağmen tüm hastalarda kaynama bildirmişlerdir. Aynı çalışmada refraktür, implant yetmezliği, derin enfeksiyon, sinostoz, implanta bağlı irritasyon bildirilmemiştir. Özkaya ve ark. (123) serisinde

kaynamama bildirmemiştir. Street ve ark.(126) %7 oranında kaynamama bildirmiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) bir olguda kaynama gecikmesi, üç olguda kaynamama bildirmiştir. Kaynamama izlenen olgulara otolog kemik grefti kullanarak revizyon uygulanmıştır.

İntrameduller çivi tespiti ile tadavi uyguladığımız 71 önkolun kırık kaynaması sonrası 11 (% 21.2) hastanın ortalama 18. ayda (4-27) implant çıkarımı uygulandı. İmplant çıkarımı yapılan olguların takibinde yeniden kırılma izlenmedi. Yapılan çalışmalarda yeniden kırılma oranı %1.9-30.4 arasında bildirilmiştir (104,150-153). Lee ve ark.nın (19) çalışmasında 5 olguda hastaların isteği ile ortalama 20. ayda implant çıkarımı yapılmıştır. Ulna distal kilitleme vidalarının hissedilebileceği, mekanik irritasyona ve el bileğinde ağrıya neden olabileceğini bildiren kaynaklar mevcuttur. İrritasyon nedeni ile erken dönemde vidaların çıkartıldığı olgular vardır (22,122). Plak ostesentezinde geniş yumuşak doku diseksiyonu iyileşmeye etki edecek kan akımını bozabilir. Ayrıca plak ve vidanın uygulandığı alanda meydana gelen kortikal atrofiye bağlı olarak implant çıkarımı sonrası yeniden kırılma riskini artırır (121). İntrameduller çivilerde ise cilt insizyonlarının küçük olması, genellikle kapalı yapılması veya açık yapılması durumunda minimal insizyonla geniş yumuşak doku diseke edilmeden uygulanması, kemiği besleyen kan damarlarına en az hasarı vermeden uygulanması kırık kaynamasına yardımcı olur. İmplant çıkarımı kırık hattından uzak bölgelerde yapıldığı için refraktür oranı azdır. Aynı zamanda intrameduller implantların plaklardan farklı olarak stres paylaşım özelliği olduğu için periferal kallus oluşumunu arttırarak güçlü kaynama gelişmesini sağlayabilir (154). Bazı çalışmalarda implant çıkarımı sonrası yeniden kırılma oranı intrameduller tespit için %1-2 iken plak vida osteosentezinde %11-20 oranında yeniden kırılma bildirilmiştir (3,126,130). Bansal (120) 12 vakalık seride kırık konsolidasyonu izlenen 3 hastanın implant çıkarımını ortalama 8 ayda (12-14) yapmıştır ve implant çıkarımı sonrası refraktür bildirmemiştir. Visna ve ark. (21) 27 (%35) olgunun implant çıkarımını gerçekleştirmiş ve refraktür bildirmemiştir. Weckbach ve ark. (22) hastalarının 19 (%48)'una ortalama 18.3 (5.8-29.1) ayda implant çıkarımı yapmıştır ve refraktür izlememiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) ortalama 19 ay tespit uyguladıkları 6 hastanın implant çıkarımını gerçekleştirmiştir ve refraktür bildirmemiştir. Kaynama sonrası implantın çıkartılması

ve süresi hala tartışmalıdır. Mekanik irritasyon izlenmediği sürece implant çıkarımının yapılmasını gerekli görmüyoruz.

Parçalı önkol diafiz kırıklarında greft kullanılması tartışmalıdır (22,24,38,123,129,155-157). Parçalı kırıklarda kapalı olarak intrameduller çivi kullanımını öneren yayınlar vardır (122). Özkaya ve ark. (123) primer operasyonda greft kullanmadıklarını bildirmiştir. Sage ve ark. (11) tüm kanal içi kilitli çivi uyulamalarında greft kullanılması gerketiğini bildirmiştir. Cotler ve ark. (158) greft kullanmaksızın %93 kaynama elde etmişlerdir. Hasty ve Crenshaw (127) ise çivi giriş yeri ve oyuculardan elde edilen greftleri kullanmışlardır. Kapalı veya minimal açık yöntemle tespit uygulandığı için primer cerrahide greft kullanmanın uygun olmadığını düşünüyoruz.

Önkol çift kırığı, izole radius ve izole ulna kırığı olan hastalara ortalama 3.1 gün (1-21) atel immobilizasyon uygulandı. Humerus ve dirsek çıkığı olan üç hastaya 21 gün atel immobilizasyon uygulandı. Saka ve ark. (116) ameliyat sonrası alçı atel immobilizasyonu uygulamadıklarını rapor etmiştir. Lee ve ark. (19) hastalara 6 hafta süre ile breys uygulamışlardır. Bansal ve ark. (120) immobilizasyon uygulamamıştır. Politravmalı veya aynı ekstremitede eşlik eden ek hasarı olan hastalarda daha uzun süre olmak üzere atel immobilizasyon uyguladık. Hiçbir şikayeti ve klinik bulgusu olmayan hastalara en az 1 gün süreyle atel immobilizasyonu ve elevasyon uyguladık. Rijit immobilizasyon kırık iyileşmesini geciktirebilir. Erken hareket ise kırık alanında oluşturacağı mikrohareketlere bağlı ostegenezisi uyarır (159,160). Hastaların günlük işlerini yapabilecek fonksiyonel duruma dönüş süresi ortalama 8.3 gün (3-23) idi. Lee ve ark. (19) ameliyat sonrası alçı atel tespiti uyguladıklarını, ameliyat sonrası açı ayarlı dirsek ve nötral pozisyonda el bileği breysi ile aktif ROM hareketlerine başladıklarını bildirmiştir. Breys uygulamasını 6 hafta sonra kullanmışlardır. Moerman ve ark. (121) radyolojik kaynama izleninceye kadar ortalama 7.9 (4-24) hafta alçı immobilizasyon uygulamışlardır. Hong ve ark. (122) ameliyat sonrası 2-3 hafta süreyle uzun kol alçı uygulamıştır. Visna ve ark. (21) 70 hastaya ortalama 3.5 hafta immobilizasyon uygulamıştır. Weckbach (22) çalışmasındaki hastalara immobilizsayon uygulamamıştır. Nadeem A Lil ve ark. (124) ortalama 8.2 (5-12) hafta alçı immobilizasyon uygulamıştır. Son kontrol muayenelerinde olguların hiçbirinde ağrı, hareket kısıtlılığı, eklem sertliğine bağlı fonksiyonel kısıtlılık ve kozmetik yönden subjektif yakınmaları yoktu.

İntrameduller çivi tedavisi sonrası erken mobilizasyon ve kısa süren atel immobilizasyon yöntemin önemli avantajlarıdır. Belirtilen faktörler kırık hattında mikro hareketi arttırarak kaynamayı olumlu yönde etkiler.

Crenshaw ve ark. (161) önkol kırıklarının statik kilitlenmesinin gerekli olduğu düşüncesinin yanlış olduğunu belirtmiştir. Kırığın yeri ve tipi ile birlikte, çivi yerleştirildikten sonraki rotasyonel stabilitenin devamlılığının kırığın statik kilitlenip kilitlenmeyeceğinin belirlenmesinde önemli olduğunu savunmuşlardır. Çalışmamızda kullandığımız radius çivisinin tasarımında proksimal kilitleme olmadığı için tüm hastalara statik distal kilitleme uygulandı. Ulna kırıklarında elde edilen stabilite yeterli bulunan kırıklara dinamik kilitleme yapıldı. Kompresyon yapmak istediğimiz hastalara dinamik ve statik kilitleme uygulandı. İzole kırıklarda veya her iki kemik kırığı olan olgularda ameliyat sonrası erken ve geç dönemde rotasyonel stabilite kaybı izlenmedi.

Anderson ve ark.nın (84) kaynama kriterlerine göre 52 hastada (%100) 6 aydan önce kaynama izlendi. Çalışmamızda Anderson fonksiyonel değerlendirme kriterlerine göre 50 hastada (%96.2) mükemmel ve 2 (%3.8) hastada iyi sonuç elde edildi. Moerman ve ark. (121) fonksiyonel ve kaynama değerlendirmesini Anderson kriterlerine göre yapmışlardır. Kaynamayı röntgenogramda köprü kallus oluşumu veya çapraz trabekülasyon oluşumu olarak değerlendirmişlerdir. Fonksiyonel sonuçlarda %83.3 mükemmel ve tatmin edici sonuç varken yetmezlik oranı %5.6 olarak bildirilmiştir. Anderson ve ark. (84); %58.7 mükemmel, %30.9 iyi, %7.2 kabul edilebilir, %3.1 yetersiz tedavi ile sonuçlandığını bildirmişlerdir. Moed ve ark. (76) %85, Langkamer (97) %73.2, Street (126) %83.5 oranında mükemmel ve iyi sonuç bildirmişlerdir.

Grace-Eversman değerlendirme kriterlerine göre; 44 hastada (%84.6) mükemmel ve 8 hastada (%15.4) iyi sonuç elde edildi. Saka ve ark. çalışmasında (116) 38 hastada mükemmel, 5 hastada iyi sonuç bildirmiştir. Hong ve ark. (122) %72 mükemmel ve iyi ,%17 kabul edilebilir, %11 kabul edilemez sonuç, Visna ve ark. (21) %88.6, Lee ve ark. (19) %81 mükemmel, %11 iyi ve %8 kabul edilebilir fonksiyonel sonuçlara ulaşmışlardır. Bansal ve ark. (120) 11 hastada mükemmel ve 1 hastada iyi sonuç elde etmişlerdir. Özkaya ve ark. (123) %90 mükemmel (16) ve iyi (2), %10 (2) kabul edilebilir sonuç elde etmişlerdir. Saka ve ark. (125) 18 olgudan oluşan serisinde

15 mükemmel, 2 iyi ve 1 kötü sonuç bildirmiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) 17 hastada mükemmel, 10 hastada iyi, 4 hastada kabul edilebilir ve 3 hastada da kabul edilemez sonuç bildirmiştir.

Hastaların ilk başvurudan ameliyata alınana kadar geçen süre ortalaması 17.2 (6-48) saat idi. Saka ve ark. (116) tespite kadar geçen süre ortalamasını 5 gün (1-8) olarak bildirmişlerdir. Özkaya ve ark.nın (123) çalışmasında ise ameliyata kadar geçen süre ortalama 3 (1-5) gündür. Nadeem A Lil ve ark. (124) 26 hastayı ilk 24 saatte, 6 hastayı 1-3 gün içinde, 2 hastayı da 3-5 gün içinde ameliyat etmişlerdir. Önkol cisim kırıkları eklem içi kırıklar olarak değerlendirildiği için en kısa sürede tedavi edilmelidir.

Gonyometre ile hastaların el bileği ve dirsek eklemi hareket açıklıkları; sağlam önkolun supinasyon ortalaması 79.9^0 (78-80) , tedavi uygulanan önkolun supinasyon ortalaması 75.2^0 (65-80) olarak değerlendirildi. Sağlam önkola göre tedavi edilen önkolda %94.11 hareket genişliği sağlandı. Saka ve ark. (116) supinasyon ortalamasını 82^0 (60-90) olarak değerlendirmiştir. Lee ve ark. (19) supinasyon ortalamasını 87 (83-90) derece bildirmişlerdir. Bansal ve ark. (120) çalışmasında 11 hastada dirsek fleksiyon-ekstansiyonu, pronasyon-supinasyonu sağlam kol ile karşılaştırıldığında normal hareket açıklıklarında değerlendirilmiş olup 1 olguda supinasyon 80^0 (sağlam kolda 106), pronasyon 72^0 (sağlam kolda 96^0) ile kısıtlı değerlendirmiştir. Hong ve ark. (122) ortalama pronasyonu 62^0 (0-96), supinasyonu 80^0 (0-105) değerlendirmiş ve sağlam kol ile karşılaştırıldığında rotasyon kaybını 32^0 (5-162) rapor etmiştir. Literatürde hem plak hem hem çivi uygulamaları üzerine yapılan çalışmalarda bir miktar rotasyonel kısıtlılık geliştiği gözlenmektedir.

Sağlam önkolun pronasyon ortalaması 90^0, tedavi edilen kolun pronasyon ortalaması 85.03^0 (74-90) olarak değerlendirilmiştir. Sağlam önkola göre tedavi edilen önkolda %94.4 hareket genişliği sağlandı. Saka ve ark. (116) tedavi ettikleri ekstremite pronasyon ortalamasını 80^0 (70-90) olarak değerlendirmişlerdir. Lee ve ark. (19) pronasyon ortalamasını 85^0 (82-89) rapor etmişlerdir. Saka ve ark. (125) supinasyon ortalamasını 82^0 (80-90), pronasyon ortalamasını 80^0 (70-90) bildirmiştir. Nadeem A Lil ve ark. (124) 3 (%8.8) hastada pronasyon ve supinasyon oranının sınırlı hale geldiğini, radioulnar sinostoz gelişen 1 olguda ise tamamen kısıtlandığını bildirmiştir. Droll ve ark. (156) sağlam önkolla karşılaştırıldığında tedavi edilen ekstremitede

pronasyonu %70, supinasyonu %68, el bileği fleksiyonunu %84, ekstansiyonunu %63 ve kavrama gücünü %75 olarak kayba uğradığını değerlendirmiştir.

Sağlam dirsek fleksiyonu ortalama 144.38^0 (140-145), tedavi edilen dirsek fleksiyon ortalaması 142.71^0 (123-145) olarak değerlendirildi. Sağlam önkola oranla tedavi edilen önkolda %98.8 hareket genişliği sağlandı. Tedavi edilen ekstremitede dirsek ekstansiyonu ortalaması 0.6^0 (0-5) olarak değerlendirildi ve sağlam önkola oranla %96.86 hareket genişliği sağlandı. El bileği dorsofleksiyonu ortalaması sağlam ekstremitede 79.90^0 (78-80), tedavi edilen ekstremitede 78.40^0 (74-80) değerlendirildi ve sağlam ekstremiteye göre %98.1 hareket genişliği sağlandı. El bileği volar fleksiyonu ortalaması sağlam ekstremitede 75.01^0 (70-79), tedavi edilen ekstremitede olarak 74.50^0 (70-79) değerlendirildi ve sağlam ekstremiteye oranla %93.7 hareket genişliği sağlandı. Nadeem A Lil ve ark. (124) hastaların tamamında fleksiyon ve ekstansiyon kaybı izlenmediğini bildirmiştir. Weckbach ve ark. (22) tedavi ettiği önkol kırıklı hastaların sağlam önkola göre karşılaştırmasında; 22/28 hastanın eklem hareket genişliğini %79 (karşı kol %90 ve üzeri), supinasyon ve pronasyon oranı %68 (karşı kol %90 ve üzeri), 7 hastada % 75 ve daha az kayıp bildirmiştir. Radioulnar sinostozu olan olgularda ise bu kayıp %25-50 arasında bildirilmiştir.

Olguların son kontrollerinde Saehan hidrolik el dinamometresi ile sağlam ve tedavi edilen ekstremiteye ait elin kavrama gücü değerlendirildi. Sağlam elin kavrama gücü ortalaması 57.5 kgw (35-129), tedavi edilen ekstremiteye ait elin kavrama gücü ortalaması 54 kgw (30-110) olarak ölçüldü. Tedavi edilen ekstremilere ait elin kavrama gücü sağlam ortalaması %93.9'u idi. Erkek hastaların sağlam el kavrama gücü ortalama 65.2 kgw, kadınların 43.5 kg iken tedavi edilen elin ortalama kavrama gücü erkeklerde 59.2 kgw, kadınlarda 39.4 kg olarak değerlendirildi. Saka ve ark. (125) kavrama gücü ortalamalarını sağlam kolda 95.9, tedavi edilen kolda 82.2 olarak değerlendirmişlerdir. Tedavi edilen ve sağlam ekstremitenin kavrama gücü ortalamalarında istatiksel olarak fark saptanmadı. Tedavi edilen önkolun MRE değeri ile supinasyon (p:0.184), pronasyon (p:0.208) ve el kavrama gücü (p:0.731) arasında korelasyon sağlanmadı. Sağlam ekstremiteye oranla tedavi edilen ekstremitenin el kavrama gücünün çok yakın olarak değerlendirilmesi erken mobilizasyon başlanmasına ve uygun rehabilitasyon programı uygulanmasına bağlıdır. Kırık seviyesine ve AO kırık tipine göre supinasyon, pronasyon ve el kavrama gücü değerlendirmesinde istatiksel olarak fark saptanmamıştır

(p>0.05). Ancak kırık seviyesi distalde olan olguların supinasyon ve pronasyon ortalamaları orta ve proksimal kırığı olan olgulara göre daha yüksek oranda değerlendirilmiştir. Kırık seviyesi distale ilerledikçe supinasyon pronasyon açılarının arttığı gözlenmiştir.

İzole radius kırığı ve önkol çift kırığı olan hastaların sağlam ve tedavi edilen ekstremitelerine ait direkt grafilerinde MRE ve MREL ölçüldü. Sağlam önkolun radyolojik değerlendirilmesinde maksiumum radial eğrilik ortalama 13.9 mm (12.7-15.2), maksimum radial eğrilik lokalizasyonu ortalama % 60.5 (57.3-67.1) değerlendirildi. Tedavi edilen önkolda ise maksimum radial eğim 13.4 mm (10-14.9), maksimum radial eğim lokalizasyonu % 58.04 (49-65.3) olarak değerlendirildi. Tedavi edilen önkolun maksimum radial eğimi ile maksimum radial eğim lokalizasyonu arasında anlamlı ilişki saptandı (r: -0.37, p: 0.02). Saka ve ark. (116) tedavi edilen önkolda sadece radius kırığı olan olguların MRE değerini ortalama 13.7, sağlam kolda 15.59 olarak değerlendirmişlerdir. Bulunan değerler istatiksel olarak anlamlı olmasına rağmen fonksiyonel sonuçlar açısından fark bulunmamıştır. Literatürde MRE ve MREL değerlerinin incelendiği araştırma sayısı kısıtlıdır.

Radial eğimin restorasyonu; normal önkol mimarisi oluşturulması ve önkol rotasyon ve kavrama gücünün geri kazanılması için önem arzeder (6). Önceden eğimi verilmiş çiviler her hastada radial eğimi restore edemiyebilir. Herhangi bir planda 10 dereceden fazla açılanmanın anlamlı bir fonksiyonel bozukluğa neden olacağı deneysel çalışmalarda gösterilmiştir (90).

Minimal açık ve kapalı redüksiyon ile intrameduller tespit uyguladığımız hastaların ameliyat esnasında ortalama 36.4 ml (10-100) kanaması olduğu tespit edildi. Özkaya ve ark. (123) çalışmalarında hiç kanama olmadığını bildirmişlerdir. Hong ve ark. (122) ortalama kanama miktarını 60 ml (20-240) bildirmiştir. Kapalı ve minimal açık yöntemle tespit uygulandığı için kanama çok az miktarda gerçekleşmiştir.

Olguların son kontrollerinde uygulanan DASH-T (119) anketi değerlendirme ortalaması 12.7 (3.3-38.8) olarak değerlendirildi. DASH ortalaması ile tedavi edilen ekstremiteye ait kavrama gücü, supinasyon ve pronasyon açıları arasındaki nonparametrik korelasyon değerlendirilmesinde; kavrama gücü ile korelasyon izlenmezken (p: 0.56), supinasyon ve pronasyon açıları arasındaki negatif orantı

istatiksel olarak anlamlı idi (p: 0.00). DASH değerlendirme oranlarının kırık kemik türüne göre dağılımı; önkol çift kemik kırığı olanlarda 15.1 (4-38.8), izole ulna kırığı olanlarda 10.3 (4-32.5), izole radius kırığı olanlarda 12.58 (3.3-32.5) olarak değerlendirildi (x^2:2.93, t:0.23). Saka ve ark. (116) DASH ortalamasını 6.5 (0-13.3) olarak değerlendirmişlerdir. Saka ve ark. (125) izole ulna kırığı olan serisinde 8.08 (0-17.5) rapor etmiştir. Lee ve ark. (19) DASH skoru ortalamasını 15 (5-61) olarak bildirmişlerdir. 0-19 aralığında 23 hastada (% 85) çok iyi sonuç elde etmişlerdir. Hong ve ark. (122) DASH ortalamasını 19 (4-72) değerlendirmişler, 23-72 puan arasında 4 hasta olduğunu bildirmişlerdir. Nadeem A Lil ve ark. (124) DASH ortalamasını 15 (4-36) bildirmiştir. Bansal ve ark. (120) tüm hastalarında ortalama14 (8-36), 11 hastada 8-16 arası, 1 hastada 36 DASH skoru bildirmişlerdir. Weckbach ve ark. (22) DASH skoru ortalamasını 14 (0-63), çok iyi sonuç olarak değerlendirilen 0-19 puan arasında 20 (%74) hasta bildirmiştir. Kötü sonuç olarak değerlendirilen 20 puan ve üzeri değeri olan hastalarda (6 hasta) eşlik eden ek yaralanmalar, her iki önkol kırığı ve distal radioulnar eklem hasarının olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda DASH ortalamasının 12.7 bulunması çalışmaya dahil olan hastalarda hafif derecede rotasyonel kısıtlanma gerçekleştiğini göstermektedir.

Erişkin önkol cisim kırıklarının tedavisinde en sık kullanılan ve altın standart tedavi metodu plak vida tespitidir (19,122,130). Yeni dizayn edilmiş intrameduller çiviler erişkin önkol kırıklarının tedavisinde geniş kullanım alanı bulmuştur. İntrameduller çiviler özellikle segmente, parçalı ve cilt problemi olan kapalı önkol kırıklarında endikedir (10,24,38,122,161). Önkol kırıklarının cerrahi tedavisinde plak vida osteosentezine alternatif bir tedavi yöntemi haline gelmiştir (10,19,22,129,161). Bansal ve ark. (120) çalışmasında hasta sayısı az olmasına rağmen intrameduller tespitin sonuçlar ve komplikasyonlar açısından plak vida ostesentezine eşdeğer olduğunu ve alternatif tedavi metodu olarak kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

İntrameduller tespit materyallerinin plak vida ile karşılaştırıldığında bazı üstün özellikleri vardır. Küçük kesiler kullanılması, periosteal sıyırma gerektirmeden uygulanabilmesidir. Dezavatajları ise; sınırlı endikasyonda kullanılabilmesi ve köprü kallus dokusu oluşana kadar uzun süren immobilizasyon gerekliliğidir. Önkol kırıklarından intrameduller tedavi plak vida osteosentezinden üstün değildir, alternatif tedavi metodudur (19). İntrameduller tespit; benzer değerlendirme kriterleri ile

değerlendirildiğinde ameliyat süresinin diğer tekniklerden daha kısa olduğu ve fonksiyonel sonuçların diğer tekniklerle benzer özellikte olduğu izlenmiştir. İntrameduller fiksasyon tekniği plak vida ostesentezinden daha az travmatiktir. Kırık hematomunun açığa çıkmasını ve kemiğin devitalize olmasını önler. Politravmalı hastalarda teknik olarak başarılı ve hızlı uygulanabilir. Enfeksiyon oranının düşük olması ve daha küçük skar oluşturması, kısa operasyon zamanı ve uygulama alanında minimal cerrahi travmaya neden olması intrameduller tespitin avantajlarıdır (121).

7. SONUÇLAR

Erişkin önkol cisim kırığı nedeniyle intrameduller çivi tedavisi uyguladığımız hastalar retrospektif olarak değerlendirildiğinde;

1. Önkol cisim kırıklarının genç erişkin yaş grubunda, sıklıkla sağ dominant ekstremitede ve erkeklerde travmaya daha sık maruz kalınması ve artan yüksek enerjili travmalar sonucu daha sık izlendiği,

2. Etyolojik sebep olarak 1. sırayı basit düşmelerin aldığı,

3. En sık izlenen kırık tipinin Tip-A basit kırık olduğu ve orta 1/3'te izlendiği,

4. Kapalı kırıkların açık kırıklardan daha sık izlendiği,

5. İzole önkol cisim kırıkları daha sık izlenmesine rağmen eşlik eden ekstremite ve diğer organ yaralanmalarınında atlanılmaması için ilk başvuruda dikkatli ve eksiksiz değerlendirmenin yapılması gerektiği,

6. Ameliyat öncesi titiz planlama ve değerlendirme ile olabilecek komplikasyonların en aza indirilebileceği,

7. Kapalı veya sınırlı açık yöntemle uygulanabileceği ve ameliyat esnasında daha az kanama gerçekleştiği,

8. Önkol cisim kırıklarının cerrahi tedavisinde; kısa ameliyat süresi olduğu, kapalı yapıldığı için kırık hematomunun boşaltılmadığı, enefeksiyon oranının daha az olduğu, daha az yumuşak doku hasarı ve periosteal sıyırma gerçekleştiridiği, kozmetik üstünlüklerinin olduğu, sağladığı rijit ve stabil tespit nedeniyle kısa immobilizasyon süresi gerektiği, erken mobilizasyon sağladığı, plak vida osteosentezine benzer kaynama ve komplikasyon oranlarına sahip olduğu, politravmalı hastalarda kolay ve daha hızlı uygulanabildiği,

9. Her yöntemde olduğu gibi belirli bir öğrenme eğrisi gerektirmesi, ameliyat esnasında radyasyona maruz kalınması, uygulama noktalarında bazı riskler (EPL tendonu, ulnar sinir ve radial sinir süperfisiyal dalı) bulundurduğu,

10. Ekspojur zorluğu ve iyatrojen nörolojik (PİN) hasar riski nedeniyle açık redüksiyon ve internal tespiti riskli olan özellikle proksimal 1/3 radius kırıklarında radius çivisinin daha avantajlı ve uygun tespit materyali olduğu,

11. İmplant çıkarımının aynı insizyonlardan, daha kısa sürede ve daha az yumuşak doku travması ile gerçekleştiği,

12. Komplikasyon oranın literatüre yakın olduğu, implant çıkarımı gerçekleşen olgularda refraktür gelişmediği,

13. Kaynama ve fonksiyonel sonuçların çok iyi olduğu,

14. Önkol anatomisini, uzunluğunu ve radial eğimi iyi restore ettiği, stabil ve rijit bir tespit sağladığı,

15. Uygun endikasyonda seçilen (kapalı veya Tip1) erişkin önkol cisim kırıklarının tedavisinde plak vida osteosentezine alternatif bir tedavi metodu olarak kullanılabileceği sonucuna varıldı.

8. KAYNAKLAR

1. Charles A. Rockwood. Rockwood and Green's Fractures in Adults 6 th edition. Çeviri: Uğur Şaylı. Rockwood and Green erişkin kırıkları 6. baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri. 2011: 965- 987.

2. James P. Stannard, Andrew H. Schmidt, Philip J. Kregor. Surgical Treatment of Orthopaedic Trauma Çeviri: Mahir Mahiroğulları. Ortopedik Travmanın Cerrahi Tedavisi. İstanbul: Habitat Yayıncılık 2010:340-361.

3. S. Terry Canale , James H. Beaty. Campbell's Operative Orthopaedics 12 Edition. Mosby, Philadelphia, 2013: 2887-2890.

4. Chung KC, Spilson SV. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. J Hand Surg Am. 2001 Sep;26(5):908-15.

5. Markolf KL, Lamey D, Yang S, Meals R, Hotchkiss R. Radioulnar load-sharing in the forearm. A study in cadavera. J Bone Joint Surg Am. 1998;80:879-88.

6. Schemitsch EH, Richards RR. The effect of malunion on functional outcome after plate fixation of fractures of both bones of the forearm in adults J Bone Joint Surg Am. 1992 Aug;74(7):1068-78.

7. Schemitsch EH, Jones D, Henley MB, Tencer AF. A comparison of malreduction after plate and intramedullary nail fixation of forearm fractures. J Orthop Trauma. 1995 Feb;9(1):8-16.

8. Parikh SN, Jain VV, Denning J, Tamai J, Mehlman CT, McCarthy JJ Vve ark. Complications of elastic stable intramedullary nailing in pediatric fracture management: AAOS exhibit selection.J Bone Joint Surg Am. 2012 Dec 19;94(24):e184.

9. Schöne G. Zur behandlung von vorderarmfrakturen mit bolzung. Münch Med Wochenschr. 1913;60:2327-8.

10. Rush LV, Rush HL. A technique for longitudinal pin fixation of certain fractures of the ulna and of the femur. J Bone Joint Surg Am. 1939;21:619-26.

11. Sage FP. Medullary fixation of fractures of the forearm: a study of the medullary canal of the radius and a report of fifty fractures of the radius treated with a prebent triangular nail. J Bone Joint Surg Am. 1959;41:1489-525.

12. Cole JD. SST Small Bone Locking Nail–forearm nail: surgical technique. Warsaw, IN: Biomet; 1998.

13. Crenshaw AH, Zinar DM, Pickering RM. Intramedullary nailing of forearm fractures. Instr Course Lect. 2002;51:279-89.

14. De Pedro JA, Garcia-Navarrete F, Garcia De Lucas F, Otero R, Otero A, Lopez-Duran Stern L. Internal fixation of ulnar fractures by locking nail. Clin Orthop Relat Res. 1992;283:81-5.

15. Hall RH, Bugg EI, Vitolo RE. Intramedullary fixation of fractures of the forearm. South Med J. 1952;45:814-8.

16. Marek FM. Axial fixation of forearm fractures. J Bone Joint Surg Am. 1961;43:1099-114.

17.Street DM. Medullary nailing of forearm fractures. J Bone Joint Surg Am. 1957;39:715.

18. Zinar DM, Street D, Wolgin M. Intramedullary nailing of the forearm. In: Browner BD, editor. The science and practice of intramedullary nailing. 2nd ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1996. p 265-86.

19. Lee YH, Lee SK, Chung MS, Baek GH, Gong HS, Kim KH.Interlocking contoured intramedullary nail fixation for selected diaphyseal fractures of the forearm in adults. J Bone Joint Surg Am. 2008 Sep;90(9):1891-8.

20. Saka G, Saglam N, Kurtulmus T et al. Treatment of isolated diaphyseal fractures of the radius with an intramedullary nail in adults. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2013 Dec 27.

21. Visna P, Beitl E, Pilny J, Cizmar I, Vlcek M, Kalvach J, et al. Interlocking nailing of forearm fractures. Acta Chir Belg 2008;108:333–338.

22. Weckbach A, Blattert TR, Weisser C. Interlocking nailing of forearm fractures. Arch Orthop Trauma Surg 2006;126 –5:309 –15.

23. Roy D, Crawford A. Operative management of fractures of the shaft of the radius and ulna. Orthop Clinic North Am 1990;21:245-50.

24. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R. et al. Forearm Screws and Plates and Their Application. Manual of İnternal Fixation 3 th ed. Springer- Verlag 1991: 179-244.

25. Perren SM. The concept of biological plating using the limited contact-dynamic compression plate (LC-DCP). Scientific background, design and application. Injury. 1991;22 Suppl 1:1-41.

26. Miclau T, Remiger A, Tepic S, Lindsey R, McIff T. A mechanical comparison of the dynamic compression plate, limited contact-dynamic compression plate, and point contact fixator. J Orthop Trauma. 1995 Feb;9(1):17-22.

27. Gautier E, Perren SM. Limited Contact Dynamic Compression Plate (LC-DCP)--biomechanical research as basis to new plate design. Orthopade. 1992 Feb;21(1):11-23.

28. Gautier E, Ganz R. The biological plate osteosynthesis. Zentralbl Chir. 1994;119(8):564-72.

29. Arens S, Schlegel U, Printzen G, Ziegler WJ, Perren SM, Hansis M. Influence of materials for fixation implants on local infection. An experimental study of steel versus titanium DCP in rabbits. J Bone Joint Surg Br. 1996 Jul;78(4):647-51.

30. Dodge HS, Cady GW. Treatment of fractures of the radius and ulna with compression plates. J Bone Joint Surg 1972;54A:1167–1176.

31. Brumback RJ, Virkus WW. Intramedullary nailing of the femur: reamed versus nonreamed. J Am Acad Orthop Surg. 2000;8:83-90.

32. Finkemeier CG, Schmidt AH, Kyle RF, Templeman DC, Varecka TF. A prospective, randomized study of intramedullary nails inserted with and without

reaming for the treatment of open and closed fractures of the tibial shaft. J Orthop Trauma. 2000;14:187-93.

33. Stannard JP, Harris HW, McGwin G Jr, Volgas DA, Alonso JE. Intramedullary nailing of humeral shaft fractures with a locking flexible nail. J Bone Joint Surg Am. 2003;85:2103-10.

34. McAuliffe JA. Forearm fixation. Hand Clin. 1997;13:689-701.

35. Knight RA, Purvis GD. Fractures of both bones of the forearm in adults. J Bone Joint Surg 1949;31A–4:755–764.

36. Street DM. Intramedullary forearm nailing. Clin Orthop Relat Res. 1986;212:219 – 230.

37. Jones DB Jr, Kakar S. Adult diaphyseal forearm fractures: intramedullary nail versus plate fixation. J Hand Surg Am. 2011 Jul;36(7):1216-9.

38. Rehman S, Sokunbi G. Intramedullary fixation of forearm fractures. Hand Clin. 2010 Aug;26(3):391-401.

39. Sadler TW, Langman's medical Embryology, 7th ed. Baltimore,Williams and Wilkins, 1995: 140-64.

40. Persaud M, Before we Are Born: Essentials of Embryology and Birth Defects, 6th ed. Philadelphia, Saunders, 2003:305-341.

41. Shum L,Coleman CM, Hatakeyama Y, Tuan RS. Morphogenesis and dysmorphogenesis of the appendicular skeleton. Birth Defects Research (Part C) 2003; 69: 102-122.

42. Gam S, Rohmann C, Silverman F. Radiographic standarts for postnatal ossification and tooth calcification. Med Radiogr Photogr 1967; 43: 45-66.

43. Ogden JA, Beall JK, Conlogue GJ, et al. Radiology of postnatal skeletal development. IV. Distal radius and ulna. Skel Radiol 1981; 6: 255-266.

44. Palmer AK, Werner FW. The triangular fibrocartilage complex of the wrist--anatomy and function. J Hand Surg Am. 1981 Mar;6(2):153-62.

45. Moritomo H. The distal interosseous membrane: current concepts in wrist anatomy and biomechanics. J Hand Surg Am. 2012 Jul;37(7):1501-7.

46. Keith L. Moore and Arthur F. Dalley. Clinically Oriented Anatomy, Fourth Edition . New York: Lippincott Williams & Wilkins, 1999: 734-762.

47. Richard L. Drake, A. Wayne Vogl and Adam W. M. Mitchell. Gray's Anatomy for Students 2 ed. Çeviri: Mehmet Yıldırım. Gray's Tıp Fakültesi Öğrencileri için Anatomi. Ankara. Güneş Tıp Kitabevleri, 2011: 731-51.

48. Putz R. Pabst R. Sobotta, Johannes: Atlas of human anatomy 21. edition. Çeviri: A Kaplan. İnsan Anatomisi Atlası 5. Türkçe baskı. Munich. Urban and Schwarzenberg. 2001: 174-178).

49. Huang JI, Hanel DP.Anatomy and biomechanics of the distal radioulnar joint Hand Clin. 2012 May;28(2):157-63.

50. Lewis OJ, Hamshere RJ. The anatomy of the wrist joint. J Anatomy 1970; 106: 539-552.

51. Snell RS. Klinik Anatomi. Little, Brown and Company 1998; 381-507.

52. Ekenstam F, Hagent CG. Anatomical studies of the geometry and stability of the DRUJ. Scand J Plast Surg 1985; 19:17-25.

53. Tsai PC, Paksima N. The distal radioulnar joint. Bull NYU Hosp Jt Dis. 2009;67(1):90-6.

54. Linder HH. The Forearm and Wrist Clinical Anatomy. Appleton-Lange, Connecticut 1989: 549-567.

55. De Palma AF. Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by ulnar pinning. J Bone Joint Surg 1952; 34A: 651-662.

56. Koval J.K.,Zuckerman J.D. Handbook of Fractures. 2nd ed. Philadelphia Lippincott Williams&Wilkins 2002.

57. Price C.T. Injuries To The Shaft of Radius and Ulna. in Rockwood C.A.,Wilkins K.E.,Beaty J.H. Fractures in Children 4th ed. Philadelphia. etc J.B. Lippincott Co.1996.

58. Persaud M, Before we Are Born: Essentials of Embryology and Birth Defects, 6th ed. Philadelphia, Saunders, 2003:305-341.

59. Bowers W. The distal radioulnar joint. In: Green D,Hotchkiss R,Pederson W, eds. Green's operative hand surgery, 4th ed. New-York:Churchill-Liwingstone, 1999: 986-1032.

60. Kazuki, K., Kusunoki, M., Shimazu, A. Pressure distribution in the radiocarpal joint measured with a densitometer designed for pressure-sensitive film. The Journal of hand surgery 16: 401-408, 1991.

61. Rayhack JM: Transulnar pinning of displaced radial articular fractures 1990: An update. Presented at the American Academy of Orthopedic Surgeons 57th Annual meeting, New Orleans, February.

62. Ark J, Jupiter JB. The rationale for precise management of distal radius fractures Clin. Orthop North Am. 1993; 24(2): 205-10.

63. Linscheid RL. Kinematic consideration of wrist: Clin Orthop 1986; 202: 27-39.

64. Cooney WP. External fixation of the distal radius fractures. Clin.Orthop 1983; 180: 44-49.

65. Palmer AK. Fractures of the distal radius. Operative Hand Surgery ; 4th edition. Churchill Livingstone , 1998, 991-1026.

66. Palmer AK. Fractures of distal radius. In Operative Hand Surgery 1991;929-71.

67. Morrey BF, Askew LJ, Chao EYS: A biomechanical study of normal functional elbow motion. J Bone Joint Surg 1981,63-A:872-877.

68. Morrey Bernard F.M.D.:Anatomy and kinematics of the elbow.Insructional course lectures volume XL, 1991 : 1 1 – 16.

69. Morrey Bernard F.M.D.Kai-Nan An,Ph.D.:Functional anatomy of the ligaments of the elbow.Clin.Orthop. 1985;201:84-90.

70. Chung KC, Spilson SV. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. J Hand Surg Am. 2001 Sep;26(5):908-15.

71. Griggs SM, Weiss AP. Bony injuries of the wrist, forearm, and elbow. Clin Sports Med. 1996 Apr;15(2):373-400.

72. Mallin BA. Principles of Management of Forearm Fractures. Chapman MW. Madison M. Operative Orthopedics, J.B Lippincot, Philadelphia 1988: 263-271.

73. Ege R. Önkol Kırıkları (Radius ve Ulna Proksimal ve Distali Dışında) 5.Baskı. Ankara. Bizim Büro Basımevi, 2002: 2185-2335.

74. Ronel DN, Mtui E, Nolan WB. Forearm compartment syndrome: anatomical analysis of surgical approaches to the deep space. Plast Reconstr Surg. 2004 Sep 1;114(3):697-705.

75. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. J Bone Joint Surg Am. 1976 Jun;58(4):453-8.

76. Moed BR, Kellam JF, Foster RJ, Tile M, Hansen ST Jr. Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm. J Bone Joint Surg Am. 1986 Sep;68(7):1008-17.

77. Duncan R, Geissler W, Freeland AE, Savoie FH. Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm. J Orthop Trauma. 1992;6(1):25-31.

78. Goldberg HD, Young JW et al. Radiology. Double injuries of the forearm: a common occurrence. 1992 Oct;185(1):223-7.

79. Simpson NS, Goodman LA, Jupiter JB. Contoured LCDC plating of the proximal ulna. İnjury. 1996 Jul;27(6):411-7.

80. Sarmiento A, Ebramzadeh E, Brys D, Tarr R. Angular deformities and forearm function. J Orthop Res. 1992 Jan;10(1):121-33.

81. Beneyto FM, Reni JMA, Claramunt AF. Treatment of Galeazzi Fracture-Dislocations. J Trauma 1994;36:352-355.

82. Müller ME. Ed The comprehensive classification of fractures of long bones. Berlin: Springer-Verlag; 1990.

83. Anderson LD, Sisk D, Tooms RE, Park WI. Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna. J Bone Joint Surg Am. 1975 Apr;57(3):287-97.

84. Anderson LD. Compression plate fixation and the effect of different types of internal fixation on fracture healing. Instr Course Lect. 1993;42:3-16; discussion 16-8.

85. Reckling FW. Unstable fracture-dislocations of the forearm (Monteggia and Galeazzi lesions). J Bone Joint Surg Am. 1982 Jul;64(6):857-63.

86. Brakenbury PH, Corea JR, Blakemore ME. Non-union of the isolated fracture of the ulnar shaft in adults. Injury. 1981 Mar;12(5):371-5.

87. Zych GA, Latta LL, Zagorski JB. Treatment of isolated ulnar shaft fractures with prefabricated functional fracture braces. Clin Orthop Relat Res. 1987 Jun;(219):194-200.

88. Dymond IW. The treatment of isolated fractures of the distal ulna. J Bone Joint Surg Br. 1984 May;66(3):408-10.

89. Sarmiento A, Kinman PB, Murphy RB, Phillips JG. Treatment of ulnar fractures by functional bracing. J Bone Joint Surg Am. 1976 Dec;58(8):1104-7).

90. Matthews LS, Kaufer H, Garver DF, Sonstegard DA. The effect on supination-pronation of angular malalignment of fractures of both bones of the forearm. J Bone Joint Surg Am. 1982 Jan;64(1):14-7.

91. Tarr RR, Garfinkel AI, Sarmiento A.The effects of angular and rotational deformities of both bones of the forearm. An in vitro study.J Bone Joint Surg Am. 1984 Jan;66(1):65-70.

92. Chapman MW, Gordon JE, Zissimos AG. Compression-plate fixation of acute fractures of the diaphyses of the radius and ulna. J Bone Joint Surg Am. 1989 Feb;71(2):159-69.

93. Sargent JP, Teipner WA. Treatment of forearm shaft fractures by double-plating; a preliminary report. J Bone Joint Surg Am. 1965 Dec;47(8):1475-90.

94. Jones JA. Immediate internal fixation of high-energy open forearm fractures. J Orthop Trauma. 1991;5(3):272-9.

95. Grace TG, Eversmann WW Jr. Forearm fractures: treatment by rigid fixation with early motion. J Bone Joint Surg Am. 1980 Apr;62(3):433-8.

96. Hadden WA, Reschauer R, Seggl W. Results of AO plate fixation of forearm shaft fractures in adults Injury. 1983 Jul;15(1):44-52.

97. Langkamer VG, Ackroyd CE. Injury. Internal fixation of forearm fractures in the 1980s: lessons to be learnt. 1991 Mar;22(2):97-102.

98. Sage FP, Smith H. Medullary fixation of forearm fractures. J Bone Joint Surg Am. 1957 Jan;39-A(1):91-8.

99. Zinar DM, Street D, Wolgin M.Intramedullery nailing oh the forearm. In: The science and practice of intramedullary nailing (Ed. Browner BD).Williams and Wilkins Philadeldhia 1996: 265-86.

100. Stern PJ, Drury WJ. Complications of plate fixation of forearm fractures. Clin Orthop Relat Res. 1983 May;(175):25-9.

101. Gelberman RH, Gould RN, Hargens AR, Vande Berg. Lacerations of the ulnar artery: hemodynamic, ultrastructural, and compliance changes in the dog. J Hand Surg Am. 1983 May;8(3):306-9.

102. Matter P, Schütz M, Bühler M, Ungersböck A, Perren S. Clinical results with the limited contact DCP plate of titanium--a prospective study of 504 cases. Z Unfallchir Versicherungsmed. 1994 Apr;87(1):6-13.

103. Deluca PA, Lindsey RW, Ruwe PA. Refracture of bones of the forearm after the removal of compression plates. J Bone Joint Surg Am. 1988 Oct;70(9):1372-6.

104. Labosky DA, Cermak MB, Waggy CA. Forearm fracture plates: to remove or not to remove. J Hand Surg Am. 1990 Mar;15(2):294-301.

105. BOYD HB. NONUNION OF THE SHAFTS OF LONG BONES. Postgrad Med. 1964 Oct;36:315-20.

106. Naiman PT, Schein AJ, Siffert RS. Clin Orthop Relat Res. Use of ASIF compression plates in selected shaft fractures of the upper extremity. A preliminary report. 1970;71:208-16.

107. Sinnatanby C. Upper limb. In: Lasts anatomy. 11th ed. New York: Churchill Livingstone; 2006. p. 107-111.

108. Patterson B. Forearm fractures: Open reduction internal fixation. In: Wiss D, editor. Master techniques in orthopaedic surgery: fractures. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998. p. 143-53.

109. Tynan MC, Fornalski S, McMahon JP. The effects of ulnar axial malalignment on supination and pronation. J Bone Joint Surg Am 2000;82:1726-31.

110. Van Riet RP, Van Glabbeek F, Neale PG, Bimmel R, Bortier H, Morrey BF, et al. Anatomical considerations of the radius. Clin Anat 2004;7:564-9.

111. Werner FW, An KN. Biomechanics of the elbow and forearm. Hand Clin 1994;10:357-73.

112. Rupasinghe SL, Poon PC . Radius morphology and its effects on rotation with contoured and noncontoured plating of the proximal radius. J Shoulder Elbow Surg. 2012 May;21(5):568-73.

113. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. Gray's Anatomy. Churchill Livingstone, New York 1989.

114. McFarlane AG, Macdonald LT. Parameters of the ulnar medullary canal for locked intramedullary nailing. J Biomed Eng. 1991 Jan;13(1):74-6.

115. Akpinar F, Aydinlioglu A, Tosun N ve ark. Morphologic evaluation of the ulna. Acta Orthop Scand. 2003 Aug;74(4):415-9.

116. Saka G, Saglam N, Kurtulmuş T, Avcı CC, Akpinar F, Kovaci H, Celik A.New interlocking intramedullary radius and ulna nails for treating forearm diaphyseal fractures in adults: A retrospective study.Injury. 2013 Nov 1. pii: S0020-1383(13)00505-6.

117. Henry AK: Extensile Exposure, ed 2. Baltimore, MD, Williams & Wilkins, 1970, p 100.

118. Thompson JE: Anatomical methods of approach in operations on the long bones of the extremities. Ann Surg 1918; 68(3):309-329.

119. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). Am J Ind Med 1996;29(June (6)):602-8.

120. Bansal H. Intramedullary fixation of forearm fractures with new locked nail. Indian J Orthop 2011;45:410–6.

121. Moerman J, Lenaert A, De Coninck D, Haeck L, Verbeke S, Uyttendaele D, Verdonk R. Intramedullary fixation of forearm fractures in adults. Acta Orthop Belg. 1996;62:34-40.

122. Gao H, Luo CF, Zhang CQ, Shi HP, Fan CY, Zen BF. Internal fixation of diaphyseal fractures of the forearm by interlocking intramedullary nail: short-term results in eighteen patients. J Orthop Trauma 2005;19:384–91.

123. Ozkaya U, Kiliç A, Ozdoğan U, Beng K, Kabukçuoğlu Y.[Comparison between locked intramedullary nailing and plate osteosynthesis in the management of adult forearm fractures].Acta Orthop Traumatol Turc. 2009 Jan-Feb;43(1):14-20.

124. Nadeem A Lil, MS Orth, Damandeep S Makkar, DNB Orth, Aleem A Adatia. Results of Closed Intramedullary Nailing using TalwarkarSquare Nail in Adult Forearm Fractures. Malaysian Orthopaedic Journal. 2012: Vol: 6 No: 3.

125. Saka G, Sağlam N, Kurtulmuş T, Özer C, Uğurlar M, Akpınar F.Interlocking intramedullary ulna nails in isolated ulna diaphyseal fractures: a retrospective study.Acta Orthop Traumatol Turc. 2013;47(4):236-43.

126. Street DM. Intramedullary forearm nailing. Clin Orthop Relat Res. 1986; 212: 219-30.

127. Hasty CC, Crenshaw AH. Intramedullary nailing of diaphyseal forearm fractures in adults. In: Proceedings of the 66th Annual Meeting. Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1999. p. 312.

128. Stevens CT, ten Duis HJ. Plate osteosynthesis of simple forearm fractures: LCP versus DC plates. Acta Orthop Belg 2008;74:180-3. 26.

129. Leung F, Chow SP. A prospective, randomized trial comparing the limited contact dynamic compression plate with the point contact fixator for forearm fractures. J Bone Joint Surg [Am] 2003;85:2343-8.

130. Hertel R, Pisan M, Lambert S, Ballmer FT. Plate osteosynthesis of diaphyseal fractures of the radius and ulna. Injury. 1996;27:545-8.

131. Kravel T, Sher-Lurie N, Ganel A. Extensor pollicis longus rupture after fixation of radius and ulna fracture with titanium elastic nail (TEN) in a child: a case report. J Trauma 2007;63:1169-70.

132. Cumming D, Mfula N, Jones JW. Paediatric forearm fractures: the increasing use of lastic stable intra-medullary nails. Int Orthop 2008;32:421-3.

133. Parikh SN, Jain VV, Denning J, Tamai J, Mehlman CT, McCarthy JJ, et al. Complications of elastic stable intramedullary nailing in pediatric fracture management: AAOS exhibit selection. J Bone Joint Surg Am 2012;94:e184.

134. Björkman A, Jörgsholm P. Rupture of the extensor pollicis longus tendon: a study of aetiological factors. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg 2004;38:32-5.

135. Rada EM, Shridharani SM, Lifchez SD. Spontaneous atraumatic extensor pollicis longus rupture in the nonrheumatoid population. Eplasty. 2013;13:e11.

136. Hove LM. Delayed rupture of the thumb extensor tendon. A 5-year study of 18 consecutive cases. Acta Orthop Scand 1994;65:199-203.

137. Ozalp T, Ozdemir O, Coşkunol E, Erkan S, Calli IH. Extensor indicis proprius transfers for extensor pollicis longus ruptures secondary to rheumatoid arthritis. Acta Orthop Traumatol Turc 2007;41:48-52.

138. Sproule JA, Roche SJ, Murthy EG. Attritional rupture of extensor pollicis longus: a rare complication following elastic stable intramedullary nailing of a paediatric radial fracture. Hand Surg 2011;16:69-72.

139. Engkvist O, Lundborg G. Rupture of the extensor pollicis longus tendon after fracture ofthe lower end of the radius-- a clinical and microangiographic study. Hand 1979;11:76-86.

140. Kay RM, Khounganian GS, Stevanovic M. Late extensor pollicis longus rupture following displaced distal radius and ulna fractures in a child. J Orthop Trauma 2004;18:53-6.

141. Diana Song,Robin Evans, Jugpal S. Arneja. Delayed extensor pollicis longus tendon ruptur following nondisplaced distal radius fracture in a child. Hand 2013;8:242-4.

142. Stahl S, Calif E, Eidelman M. Delayed rupture of the extensorpollicis longus tendon following intramedullary nailing of a radial fracture in a child. J Hand Surg Eur 2007;32:67-8.

143. Nagura I, Fujioka H, Kokubu T. Extensor pollicis longus tendon rupture after intramedullary nail fixation of a fracture of the radius. J Hand Surg Eur 2009;34:695.

144. Jubel A, Andermahr J, Isenberg J, Issavand A, Prokop A, Rehm KE. Outcomes and complications of elastic stable intramedullary nailing for forearm fractures in children. J Pediatr Orthop B 2005;14:375-80.

145. Tabor OB Jr, Bosse MJ, Sims SH, Kellam JF. Iatrogenic posterior interosseous nerve injury: is transosseous static locked nailing of the radius feasible? J Orthop Trauma 1995;9:427-9.

146. Ring D, Jupiter JB, Sanders RA, Quintero J, Santoro VM, Ganz R, Marti RK. Complex nonunion of fractures of the femoral shaft treated by wave-plate osteosynthesis. J Bone Joint Surg Br. 1997;79:289-94.

147. Rodriguez-Merchan EC, Gomez-Castresana F. Internal fixation of nonunions. Clin Orthop Relat Res. 2004;419:13-20.

148. Wei SY, Born CT, Abene A, Ong A, Hayda R, DeLong WG Jr. Diaphyseal forearm fractures treated with and without bone graft. J Trauma. 1999;46:1045-8.

149. Wright RR, Schmeling GJ, Schwab JP. The necessity of acute bone grafting in diaphyseal forearm fractures: a retrospective review. J Orthop Trauma. 1997;11:288-94.

150. Rumball K, Finnegan M. Refractures after forearm plate removal. J Orthop Trauma. 1990;4:124-9.

151. Hidaka S, Gustilo RB. Refracture of bones of the forearm after plate removal. J Bone Joint Surg Am. 1984;66:1241-3.

152. Rosson JW, Shearer JR. Refracture after the removal of plate from the forearm. An avoidable complication. J Bone Joint Surg Br. 1991;73:415-7.

153. Bednar DA, Grandwilewski W. Complications of forearm-plate removal. Can J Surg. 1992;35:428-31.

154. Rand JA, An KN, Chao EY, Kelly PJ. A comparison of the effect of open intramedullary nailing and compression-plate fixation on fracture-site blood flow and fracture union. J Bone Joint Surg Am. 1981;63:427-42.

155. Moss JP, Bynum DK. Diaphyseal fractures of the radius and ulna in adults. Hand Clin 2007;23(2):143–51.

156. Droll KP, Perna P, Potter J, Harniman E, Schemitsch EH, McKee MD. Outcomes following plate fixation of fractures of both bones of the forearm in adults. J Bone Joint Surg Am 2007;89(12):2619–24.

157. Calori GM, Colombo M, Mazza E, Ripamonti C, Mazzola S, Marelli N, et al. Monotherapy vs. polytherapy in the treatment of forearm non-unions and bone defects. Injury 2013;44(January (Suppl. 1)):S63–9.

158. Cotler JM, Ingermi BJ, Prabhakar MP. Experience with Schneider nailing in forearm fractures. J Bone Joint Surg [Am] 1971;53:1228-9.

159. Pollock FH, Pankovich AM, Priet JJ, Lorenz M. The isolated fracture of the ulnar shaft-treatment without immobilization. J Bone Joint Surg 1983;65A:339.

160. Latta LL, Sarmiento A, Tarr RR. The rationale of functional fracture bracing. Clin Orthop 1980;146:28–36.

161. Crenshaw Jr AH. Fractures of shoulder, arm and forearm. In: Canale ST, Daugherty K, Jones L, editors. Campbell's operative orthopaedics. 10th ed., St. Louis: Mosby; 2003. p. 3049–58.

T. C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

"Erişkin Önkol Diafiz Kırıklarında Kilitli İntrameduller Radius Ulna Çivileri İle Cerrahi Tespit Uygulamalarımızın Retrospektif Olarak İncelenmesi"

Dr. Ahmet KÖSE

Uzmanlık Eğitimine Başlama Tarihi	:	16.01.2009
Uzmanlık Eğitimini Bitirme Tarihi	:	28.04.2014
Uzmanlık Sınavı Tarihi	:	28.04.2014

Tez Danışmanı	:	Prof. Dr. Naci EZİRMİK
Jüri Üyesi	:	Prof. Dr. Orhan KARSAN
Jüri Üyesi	:	Prof. Dr. Ö. Selim YILDIRIM
Jüri Üyesi	:	Prof. Dr. M. İlhan YILDIRGAN
Jüri Üyesi	:	Prof. Dr. Mahir UĞUR

Prof. Dr. Orhan KARSAN
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanı

Nisan 2014
ERZURUM