

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ÇOCUK UZUN KEMİK KIRIKLARINDA
İNTRAMEDÜLLER TEL UYGULAMASI

Dr.Ahmet KÜÇÜK

Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

ESKİŞEHİR
2012

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ÇOCUK UZUN KEMİK KIRIKLARINDA
İNTRAMEDÜLLER TEL UYGULAMASI

Dr.Ahmet KÜÇÜK

Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŐMANI
Prof.Dr.Nusret KÖSE

ESKİŞEHİR
2012

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA,

Anabilim Dalımız Araştırma Görevlilerinden Dr. Ahmet KÜÇÜK'e ait "Çocuk Uzun Kemik Kırıklarında İntramedüller Tel Uygulaması" adlı çalışma jürimiz tarafından Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir.

Tarih: 06.12.2012

Jüri Başkanı Prof.Dr. Nusret KÖSE
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Üye Prof.Dr. Hakan ÖMEROĞLU
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Üye Doç.Dr. Ulukan İNAN
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fakülte Kurulu'nun .././.... Tarih ve .././... Sayılı Kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr. Bekir YAŞAR
Dekan

TEŞEKKÜR

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'ndaki uzmanlık eğitimi sürem boyunca oluşturdukları hoşgörülü ortam yanında bana aktardıkları bilgi ve deneyimleri ile eğitimimde emeği geçen Prof.Dr.Sinan SEBER, Prof.Dr.Erol GÖKTÜRK, Prof.Dr.Hakan ÖMEROĞLU, Prof.Dr.Akın TURGUT, Prof.Dr.Nusret KÖSE, Doç.Dr.Ulukan İNAN ve Yrd.Doç.Dr.Adnan SEVENCAN'a, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Arş.Gör.Dr.Selim HARMANŞA, Arş.Gör.Dr. Hüsamettin ÖZDEMİR, Arş.Gör.Dr. Onur GÖK, Arş.Gör.Dr. Nazım KARAKUŞ, Arş.Gör.Dr. Anıl AKCEYLAN, Arş.Gör.Dr. Mert ASFUROĞLU ve Arş.Gör.Dr. Barış SARGIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Küçük, A. Çocuk Uzun Kemik Kırıklarında İntramedüller Titanyum Elastik Çivi Uygulaması. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi Eskişehir, 2012. Bu çalışmada, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda Eylül 2004 ile Temmuz 2010 tarihleri arasında uzun kemik kırığı sonrası intramedüller elastik çivi uygulaması yapılan çocuk hastaların ekstremitte uzunluk eşitsizliği, yanlış kaynama, kaynamama, hastanede kalış süresi, kaynama zamanı ve implant çıkarılma zamanı açısından değerlendirilmesi yapılarak yöntemin başarılı olup olmadığı değerlendirilmiştir. Çalışma grubunu 5-15 yaş arası 93 hasta oluşturdu. Yaş ortalamaları 9.2 (5-15) olan hastaların 74'ü erkek, 19'u kızdı. Hastaların, 39'u femur cisim kırığı, 30'u ön kol çift kemik kırığı, 24'ü tibia cisim kırığıydı. Elastik titanyum çiviler femur ve radiusa retrograde, ulna ve tibiaya antegrade olarak uygulandı. Ortalama takip süresi 50.5 (24-94) aydı. Hastaların yapılan son kontrollerinde hareket açıklıkları tam olarak ölçüldü ve rotasyonel deformite saptanmadı. 27 hastada uzunluk artışı ve 17 hastada kısalık saptandı. 50 hastada koronal ve/veya sagittal planda açılanma saptandı. 1 hastada kaynamama gelişti. Ortalama kaynama zamanı 8.4 (5-17) haftaydı. Hastaların hastanede kalış süresi ortalama 6.7 gündü. Ortalama 10.1 (2-48) ayda implantlar çıkarıldı. 6 hastada çivi giriş yerinde irritasyon, 1 hastada yüzeysel enfeksiyon, 1 hastada çivinin geri gelmesi, 1 hastada geçici sinir hasarı ve 1 hastada implant çıkarılması sonrası tekrar kırık gelişti. Çocuk uzun kemik cisim kırıklarında intramedüller titanyum elastik çivi uygulaması, minimal invaziv bir yöntem olması, iyi fonksiyonel ve kozmetik sonuç sağlaması, hastanede kalış süresinin kısa olması ve düşük istenmeyen durum olasılığı nedeniyle başarılı bir yöntem olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: titanyum elastik çivi, çocuk, femur, tibia, önkol, kırıklar

ABSTRACT

Kucuk, A. Titanium intramedullary elastic nailing for pediatric long bone fracture treatment. The thesis of specialist medicine, 2012. In the present study, we evaluated whether the fracture treatment was successful in terms of limb length inequality, mal-union, non-union, length of hospitalization stay, time of fracture healing and removal of the implants in children treated with titanium elastic nail between September 2004 and July 2010 in Department of Orthopedics and Traumatology in ESOGU. 93 patients (74 males and 19 females with a mean age of 9.2 years; range 5 to 15 years) comprised the study group. Mean follow up time was 50.5 months (range, 24-94 months). These patients had femur, forearm and tibia shaft fractures (respectively, n=39, n=30, n=24). Patients with femur and radius shaft fractures undergone surgery by using retrograde technique, and antegrade technique for tibia and ulna. There was no restriction in any patients about flexion and extension and there was no patient with malrotation. While increase in limb length was observed in 27 patients, length discrepancy was observed in 17 patients. Coronal and/or sagittal plane angulation was determined in 50 patients. Non-union was observed in 1 patients. The mean union time was 8.4 weeks (range, 5-17 weeks). The mean total length of stay was 6.7 days. The implants were removed with a mean time of 10.1 months (range, 2-48 months). Pin tract irritation was observed in 6 patients. In addition to this complication, there was one superficial infection, one implant fixation failure, one temporary nerve damage, and one broken again after removal of the implant was observed in patients. Intramedullary fixation with titanium elastic nails may be a successful method for the treatment of long bone fractures in children aged 5 to 15 years due to provide a lower complication rates, shorter length of hospital stay, good recovery and cosmetic results and need minimally invasive surgical techniques.

Key Words: Titanium elastic nail, children, femur, forearm, tibia, fracture

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kemik Dokusunun Yapısı	3
2.2. Çocuk Kırıklarının Genel Özellikleri	5
2.2.1. Biyomekanik Farklılıklar	5
2.2.2. Anatomik Farklılıklar	6
2.2.3. Fizyolojik Farklılıklar	8
2.3. Çocuklara Özgü Kırık Şekilleri	9
2.3.1. Yaş Ağaç Kırığı	9
2.3.2. Plastik Deformasyon	10
2.3.3. Torus Kırığı	10
2.4. Kırık İyileşmesi	10
2.4.1. Yangısal Evre	11
2.4.2. Onarım Evresi	12
2.4.3. Yeniden Şekillenme Evresi	13
2.5. Çocuk Kırıklarının İstenmeyen Durumları	13
2.5.1. Akut İstenmeyen Durumlar	14
2.5.2. Erken İstenmeyen Durumlar	15

	Sayfa
2.5.3. Geç İstenmeyen Durumlar	16
2.6. Açık Kırıklar	17
2.7. ocuk Uzun Kemik Cisim Kırıkları Sonrası Sağaltım	17
2.7.1. ocuk Uzun Kemik Cisim Kırıkları Sonrası Sağaltım Yöntemleri	17
2.7.2. Elastik İntramedüller ivileme	20
2.8. ocuk Kırıklarının Sağaltımındaki Gelişmeler	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM	22
3.1.Femur Cisim Kırığı Olan Hastalar	23
3.2. Tibia Cisim Kırığı Olan Hastalar	25
3.3. Önkol ift Kemik Kırığı OlanHastalar	26
4. BULGULAR	28
4.1. Femur Kırığı Olan Hastalar	28
4.2. Tibia Kırığı Olan Hastalar	29
4.2. Önkol ift Kemik Kırığı Olan Hastalar	30
5. TARTIŞMA	32
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	41
KAYNAKLAR	43

SİMGELER VE KISALTMALAR

bFGF	Basic Fibroblast Growth Factor
BMP	Bone Morphogenetic Protein
Ca	Kalsiyum
CSGF	Colony-Stimulating Growth Factors
IGF-1	İnsulin Like Growth Factor
IL-1	İnterlökkin-1
IL-6	İnterlökkin-6
TGF- β	Transforming Growth Factor Beta
P	Fosfor

ŞEKİLLER

	Sayfa
2.1. Büyüme Plağı Yapısı	7
2.2. Non-Osteonal İyileşme Süreci	11
3.1. Femur Cisim Kırığı Elastik Çivi Uygulaması	24
3.2. Önkol Çift Kırık Elastik Çivi Uygulaması	26
4.1. Femur Cisim Kırığı Sonrası Elastik Çivi Uygulanan Hastanın Grafileri	29
4.2. Tibia Cisim Kırığı Sonrası Elastik Çivi Uygulanan Hastanın Grafileri	30
4.3. Önkol Çift Kemik Kırığı Sonrası Elastik Çivi Uygulanan Hastanın Grafileri	31

TABLÖLAR

	Sayfa
2.1. Çocuk Femur Cisim Kırığında Yaş'a Göre Kabul Edilebilir Açılanma ve Kısalık Sınırları	19
2.2. Çocuk Tibia Cisim Kırıklarında Yaş'a Göre Kabul Edilebilir Açılanma ve Kısalık Sınırları	19
2.3. Çocuk Önkol Kırıklarında Kırık Bölgesine Göre Açılanma, Kısalık ve Translasyon Sınırları	20

1. GİRİŞ

Çocukların karşılaştıkları yaralanmalar günümüzde önemli sağlık sorunlarının başında yer almaktadır. Ülkemizde gerçekleşen yaralanmalar tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi ilk bir kaç aydan sonra çocuk ve ergenlerde ölüm nedenleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır (1). Bu sorun ülkelerin gelişmişlik düzeylerine bakılmaksızın önlenemez sakat kalım ve ölüm riskinin en önemli nedenlerinden birini oluşturur (1). Travma nedeniyle gerçekleşen ölümler çocuk sağlığı sorunlarının başında gelmektedir. Aynı zamanda ölümlerin yanı sıra pek çok yaralanma oluşmakta ve yaralanmaların çoğu tıbbi bakım gerektirmektedir. Yaralanmaları önlemenin en iyi yolu travmayla ilgili riskleri belirleyen çalışmalar yaparak çevre ve aileye ilişkin etkenlerin zararlarını giderici eğitim yöntemleri geliştirmek ve güvenli çevre düzenlemesini sağlamaya katkıda bulunmaktır (1).

Çocuk kemik yapısının özelliklerinden dolayı, iskelet sistemi yaralanmalarının erişkinlerdeki benzer yaralanmalardan farklı özellikleri, istenmeyen durumları ve sağaltım seçenekleri vardır. Çocuk iskelet sistemi, stres karşısında daha esnek bir yapıya, yetişkinlere oranla daha kalın periost tabakasına, büyüme potansiyeli nedeniyle artmış yeniden şekillenme özelliğine ve daha kısa iyileşme zamanına sahiptir (2). Blount, büyümeden dolayı çocuk kırıklarının yeniden biçimlenme için büyük bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamıştır ve çocuklarda uzun kemik kırıklarında özellikle de femur cisim kırıklarında intramedüller tespit karşı çıkmıştır (1). Bu dönemde yapılan cerrahi girişimlerde genellikle geniş insizyon ve aşırı diseksiyon yapılması gerekirdi. Ancak günümüzde cerrahi işlemler küçük bir insizyon ve geçici tespit ile yapılabilmektedir.

Çocuk kırıklarının sıklığı; çocuğun yaşı, yılın mevsimi, kültürel faktörler, iklim ve günün saati gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkendir. Kırsaldan kentsele geçiş gibi değişiklikler yaralanma şekillerini değiştirebilir. Doğumdan 16 yaşına kadar bir çocukta kırık oluşma olasılığı erkek çocuklar için %42, kız çocuklar için %27'dir (3). Yine doğumdan 16 yaşına kadar bir çocuğun hastanede yatarak tedavi görmesini gerektirecek şiddette bir kırık oluşması olasılığı %6.8'dir (4). Yapılan bir çalışmada yaralanma sonrası hastaneye başvuran çocuk hastaların %17.8'inde kırık saptandığı belirtilmiştir (1). Uzun kemik cisim kırıkları çocukluk çağında sık görülen

yaralanmalardandır. Yapılan çalışmada çocuklardaki tüm kemik yaralanmalarının yaklaşık %1.6'sını femur cisim kırığı oluşturmaktadır (5). Ülkemizde yapılan epidemiyolojik bir incelemede bir yıl içinde acile başvuran çocuk travma vakalarının %3,6'sını önkol cisim kırıklarının oluşturduğu saptanmıştır (6). Yapılan bir çalışmada da tibia cisim kırıklarının sıklığı %6.2 ve humerus cisim kırıklarının sıklığı %1.4 saptanmıştır (7).

Çocuklarda görülen tüm kırıklar anatomik yerleşimine göre cisim, metafiz, fiz, epifiz ve eklemi ilgilendiren kırıklar olarak sınıflandırılır. Çocuk kırıklarının çok büyük bir bölümü konservatif yöntemlerle tedavi edilir. Teknolojideki gelişmeler, hızlı iyileşmeye izin veren minimal ve geçici tespit, hastanede yatış süresini kısıtlayan sosyal ve finansal baskılar ve her vakada mükemmel bir sonuç için toplumun beklentisi gibi nedenler cerrahiye eğilimi arttırmıştır (1). Epifizi kapanmamış çocuklarda intramedüller çivileme, sıklıkla cisim kırıklarında ve bazı metafizyel bölge kırıklarında kullanılabilir. Yöntemin bu kadar benimsenmesinin en önemli nedenleri arasında; kırık hattında hafif harekete izin vermesi, büyüme plağı yaralanması olmadan birincil kemik kaynaması, küçük ve estetik bir skar dokusu oluşturan minimal girişimsel bir yöntem olması, erken eklem hareketi ve normal fiziksel aktiviteye dönüşe izin vermesi, enfeksiyon oranlarının düşük olması, hareketsizlik ile oluşan psikolojik etkileri ve hastanede kalış süresini kısaltması sayılabilir. Cerrahi gerektiren kırıklarda, plak vida ile tespit ya da eksternal fiksasyon gibi alternatif tedavi yöntemleri de başarı ile kullanılmaktadır. Son yıllarda çocuk uzun kemik kırıklarının intramedüller çivileme ile tedavisi giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır (1).

Bu tezin amacı, kliniğimizde 5-16 yaşları arasında uzun kemik cisim kırığı nedeniyle intramedüller elastik çivi uyguladığımız hastaların, uzunluk farkı, yanlış kaynama, kaynamama, istenmeyen durumlar, kaynama zamanları, hastane yatış süreleri, implant çıkarılma zamanları ve atel kullanımını açısından sonuçlarının değerlendirmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kemik Dokusunun Yapısı

Kemik, mineralize kollajen çatısı olan özelleşmiş canlı ve dinamik bir bağ dokusudur. Bu aktif ve dinamik işleyiş, temel olarak kemik rezorpsiyonu yapan osteoklastlar ve kemik depolanmasını sağlayan osteoblastlar arasındaki düzgün dengeye dayanır (8). Kemik dokusu benzersiz yapısı sayesinde vücuda mekanik destek sağlar, başta Ca ve P olmak üzere mineral dengesini düzenler, yaşamsal organları korur, destekler ve hematopoez ve immün sistem işlevlerine ev sahipliği yapar (9).

Kemik yapısı genel olarak kortikal (kompakt) ve süngerimsi (kansellöz, spongios) kemik olarak ikiye ayrılır. Bu sınıflamaya göre kortikal ve süngerimsi kemik örgüsü (birincil) ya da lamellar (ikincil) kemikten oluşabilir. Öncül kemik olan örgüsü kemik, osteositlerin, kollajen ve minerallerin düzensiz organizasyonu ile karakterizedir. İkincil kemik olan lamellar kemik ise örgüsü kemiğin yeniden şekillenmesi ile oluşan, birbirine paralel, yoğun ve sıkı biçimde paketlenmiş fibrillerin bulunduğu, hücrelerin aynı şekil ve büyüklükte olduğu, mineralizasyonun hemen hemen homojen olduğu daha düzenli bir kemik dokusudur (9, 10, 11). Örgüsü kemik, embriyonik kemik yapısında da izlenmekle birlikte kemik iyileşmesinin başlangıç dönemlerinde, kranial suturalarda, kulak kemikçiklerinde, bağ ve tendonların yapışma yerlerinde ve epifiz hatlarında bulunabilir (10, 11). Örgüsü kemik 4-5 yaşlarında rezorbe olarak yerini lamellar kemiğe bırakır (11).

Kortikal kemik makroskopik olarak daha az gözenekli ve daha yoğundur (10). Medullar boşluğu ve süngerimsi kemiğin trabeküler yapısını çevreler (11). Normal süngerimsi kemik yatay ve dikey trabeküler plakların oluşturduğu bal peteği görünümündedir. Trabeküller stres çizgileri boyunca yerleşirler. Bunun sonucu olarak omurga, kalça ve topukta karakteristik trabekül dizilimleri izlenir. Trabeküller kompresif güçlere karşı kemiğin direncini arttıracak biçimde düzenlenmiştir (12). Lamellar kemik kesitleri mikroskopik olarak incelendiğinde yoğun biçimde sıkıştırılmış kollajen fibrillerden oluşan tabakaların yerleşiminin birbirlerine paralel olduğu izlenir. Lamellaların konsantrik halkaları, cisim boyunca uzunlamasına

seyreden silindirik yapılar olan ‘Haversian sistemi’ olarak da adlandırılan osteonları oluşturur. Merkezi kanal ve çevresindeki osteositler hücresel çıkıntıları olan ve kanalikül adı verilen tünel benzeri yapılarla birbirine bağlantılıdır. Havers kanalları dallanarak oblik olarak yayılım gösteren ve Volkmann kanalları adı verilen damarsal yapılar sayesinde birbirleri ile anastomoz yaparlar. Volkmann kanalları aynı zamanda periost ve endosteum arasındaki bağlantıyı sağlarlar (10,11).

Kemik dokunun dış yüzeyi eklem yüzeyleri ve tendon, bağ ve interosseöz membran sonlanım yerleri dışında periost ile kaplıdır. Periostun, kemik dokuya kan desteği sağlanmasında önemli katkıları vardır. Periosteal hücreler yerel ya da sistemik uyarılara yanıt olarak kemik rezorpsiyonuna ya da kemik yapımına katkıda bulunabilirler ve kemik metabolizmasında önemli bir işleve sahiptirler (10). Periost daha yoğun ve fibroz yapıda olan dış tabaka ile daha gevşek yapıda, vasküler ve hücresel açıdan daha zengin olan iç tabakadan oluşmaktadır. İç tabaka osteoblastlara dönüşme yeteneği olan hücreler içerir ve bu nedenle osteojenik tabaka ya da kambium olarak adlandırılır (10). Ayrıca kemik büyümesi süresince, kemik çapının artmasını sağlayan organik ara madde salgılar. Dıştaki fibröz tabaka ise daha az hücre ve damarsal yapı içerirken kollajen oranı yüksektir. Tendon ve bağlar bu tabaka ile periosteum ve kemiğe bağlanır. Yaşın artmasıyla birlikte periosteum daha ince hale gelir ve osteojenik kapasitesi azalır.

Kemik matriksi tüm kemik dokusunun %90’ını oluşturmaktadır. Matriksin, %40’ı organik, %60’ı inorganik bileşenlerden oluşur (13). Organik kısmın ana bileşeni olan kollajen kemiğe şeklini verir ve gerilmeye karşı direnç yeteneği sağlar. İnorganik kısımdaki mineralize yapı ise daha çok kemiğin kompresyona karşı direnç göstermesini sağlar. Organik bileşenler arasında kollajen, proteoglikanlar, kollajen dışı matriks proteinleri, büyüme faktörleri ve sitokinler sayılabilir. Kollajen kısım birincil olarak tip 1 kollajenden oluşmaktadır. Tip 1 kollajen sonlanma bölgelerinde bulunan boşluklara mineral birikimi olmasıyla kalsifikasyon sağlar (9,13).

Kemik doku aynı zamanda, ara maddenin organizasyonunu, mineralizasyonunu ve kemik hücrelerinin davranışlarını etkileyen, osteokalsin, osteonektin, fibronektin, kemik sialoproteini, kemik fosfoproteinleri ve küçük proteoglikanlar gibi çok çeşitli kollajen olmayan proteinler içerir. Kemik ara maddesi ayrıca hücresel işlevleri etkileyen, transforming growth factor beta (TGF- β), insulin

like growth factor (IGF-1), bone morphogenetic protein (BMP), interlökin-1 (IL-1), interlökin-6 (IL-6), Colony-stimulating growth factors (CSGF), basic fibroblast growth factor (bFGF) gibi büyüme faktörlerini de içerir (9,10). Kemiğin inorganik ara maddesi 2 önemli işlev sağlar. Birincisi iyon deposu olarak işlev görür, ikincisi ise kemik dokuya sertliğini ve dayanıklılığını verir. Yaklaşık olarak toplam vücut kalsiyumunun %99'u, fosforun %85'i, sodyum ve magnezyumun yaklaşık %40-%60'ını içerir. Bu iyonların ana deposu olarak işlev gören inorganik ara madde, fizyolojik işlevlerin devamı için bu iyonların ekstraselüler sıvılarda uygun konsantrasyonlarda bulunmasına yardımcı olur (10, 11).

Çocuk kemik yapısında bulunan büyüme plağı erişkin kemik dokusundan ayıran en önemli özelliklerinden birisidir. Büyüme plağı ve metafiz, enfeksiyon, neoplazi, kırık, metabolik ve endokrin hastalıkların sık görüldüğü bölgelerdir (14). Uzun kemikler, büyüme plaklarındaki faaliyet sonucu uzarlar ve periosteal aktiviteyle da genişlerler. Epifizyal kırıldak büyümesi sona erdiğinde, yerini kemiğe bırakır. Epifizlerin bu şekilde kapanmaları yaklaşık 20 yaş civarında olmaktadır. Epifizler kapandıktan sonra kemik yapıda boyuna uzama gerçekleşmez ama enine büyüme olabilir (13).

2.2. Çocuk Kırıklarının Genel Özellikleri

Etki eden kuvvet sonucu kemiğin anatomik bütünlüğünün ve devamlılığının bozulmasına 'kırık' denir. Travma sonrası oluşan kırıklarda başlıca nedenler; araç içi ya da araç dışı trafik kazaları, düşme, çarpma, ev içi kazalar, iş kazaları, spor yaralanmaları, göçük altında kalma, ateşli silah yaralanması, kesici delici alet yaralanması ve dövülmedir (6). Çocuk kas iskelet sisteminde üç temel farklılık vardır; biyomekanik, anatomik ve fizyolojik farklılık (1).

2.2.1. Biyomekanik Farklılıklar

Çocuk kemik yapısı erişkine oranla daha az mineralize ve damardan zengindir. Aynı zamanda çocuklarda farklı yaş gruplarında da biyomekanik açıdan farklılık bulunmaktadır (15). Bükülme kuvveti, esneklik modülü ve enerji absorpsiyonu en sık değerlendirilen biyomekanik parametrelerdir. Çocuk kemiklerinde, yaş ile ters orantılı olarak; bükülme kuvveti ve esneklik modülü düşük,

buna karşılık enerji emilim yeteneği yüksektir (15). Bu biyomekanik özellikler sonucu olarak, çocuklarda erişkine oranla daha zor kırık oluşur ve plastik deformasyon, yaş ağaç kırığı gibi tam olmayan özel kırıklar görülebilir.

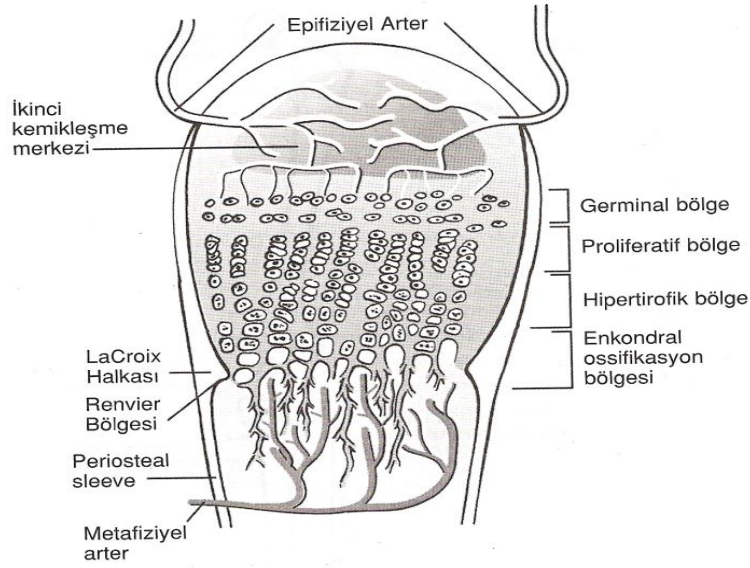
2.2.2. Anatomik Farklılıklar

a. Epifiz plağı: Epifiz büyüme plağı ya da epifiz büyüme kırırdağı olarak da adlandırılır. Epifiz plağı, epifize ve metafize Ranvier kuşağı ve LaCroix'in perikondral halka yoluyla bağlanır. Ranvier kuşağı büyüme plağıyla devam eden, kama şeklinde bir grup germinal hücredir ve büyüme plağının enlemesine ve dairesel büyümesine katkıda bulunur. Ranvier kuşağı 3 tip hücreden oluşur; osteoblastlar, kondrositler ve fibroblastlar. Osteoblastlar, metafizdeki perikondral halkanın kemik bölümünü oluşturur. Kondrositler enlemesine büyüme katkıda bulunur. Fibroblastlar ise kuşağı çevreler ve onu büyüme plağının yukarı ve aşağısındaki perikondriuma bağlarlar (1).

LaCroix'in perikondral halkası Ranvier kuşağının fibroblastları ve metafizin periostu ile devam eden fibröz bir yapıdır ve büyüme plağının kemik-kırırdak bileşkesine güçlü bir mekanik destek sağlar (16).

Büyüme plağı 4 bölgeye ayrılır;

1. Dinlenme ya da germinal bölge
2. Proliferatif bölge
3. Hipertrofik bölge
4. Metafizle devam eden encondral kemikleşme bölgesi



Şekil 2.1. Büyüme Plağının Yapısı (16)

Germinal bölge ve proliferatif bölge yoğun ekstrasellüler matrikse sahiptir ve bu nedenle makaslama kuvvetlerine yanıt başta olmak üzere mekanik bütünlüğe katkı sağlar. Hipertrofik bölge, az miktarda ekstrasellüler matriks içerir ve daha zayıftır. Hipertrofik bölgenin metafiz tarafında, enkondral kemikleşme bölgesine geçiş sağlayan bir geçici kalsifikasyon bölgesi vardır. Bu bölgedeki kalsifikasyon, makaslama kuvvetlerine karşı ek bir direnç sağlar. Geçici kalsifikasyon bölgesinin hemen yukarısındaki hipertrofik bölge büyüme plağının en zayıf yeridir ve büyüme plağı yaralanmalarının çoğu bu bölgede oluşur (17,18).

b. Epifiz: Eklem yüzeyinin şeklini ve hacmini belirler (16). Doğumda bütün epifizler (distal femur hariç) uzun kemiklerin sonunda tamamen kıkırdak yapıdan oluşur. Her bir kondroepifiz için karakteristik bir zamanda, ikincil bir kemikleşme merkezi oluşur ve iskelet olgunlaşmasında kıkırdak alan neredeyse tamamen kemik ile yer değiştirene kadar kademeli olarak genişler. Bu kıkırdak kemik değişimi damarlanmaya bağlıdır. İskelet olgunlaşması tamamlandığında sadece eklem kıkırdağı kalır (1). Epifizin dış yüzeyi eklem kıkırdağı ya da perikondriumdan oluşmuştur. Kas lifleri, tendonlar ve ligamentler perikondriuma direk olarak tutunabilir, perikondrium yoğun bir şekilde alttaki hyalin kıkırdak ile devam eder. Perikondrium epifizin devamlı kendi etrafına doğru büyümesine katkıda bulunur (1).

c. Cisim: Her bir uzun kemiğin ana parçasını oluşturur. Doğumda, cisim karakteristik olarak haversian sistemi olmayan laminar kemikten oluşmuştur. Endosteal yeniden şekillenme ile periost ilişkili, membranöz kemik oluşumu, toplam gövde çapının genişliğinin artışı ve ilik kavitesinin oluşumuna sebep olur (1). Yenidoğan ya da küçük çocukta gelişen diafizal kemik aşırı kanlanmaktadır. Tibia gibi bazı kemikler kemik olgunlaşması arttıkça anlamlı damarlanma azalması gösterir. Bu etkenler yara iyileşme hızını ve kaynamama riskini belirler (1). Yapılan hayvan çalışmasında özellikle tibial kan dolaşımında artan iskelet olgunlaşması sonrası dramatik olarak azalma gösterilmiştir (19).

d. Periost: Çocuklarda periost daha kalındır. Diafizal ve metafizal kemikten kolayca kaldırılır ve yetiştikten daha fazla kemik oluşum potansiyeline sahiptir (1). Daha kalın, daha güçlü, daha biyolojik olarak aktif olan periost kırık yer değiştirmesi, redüksiyon ve subperiosteal kallus oluşum hızını etkiler (1). Osteojenik olması nedeniyle kallus dokusunun daha hızlı oluşmasını sağlayarak kırık iyileşmesini hızlandırır ve kolaylaştırır (20).

2.2.3. Fizyolojik Farklılıklar

En önemli fizyolojik farklılıklar; kolay iyileşme, yeniden şekillenme yeteneğinin yüksek olması ve büyümenin uyarılmasıdır.

a. Kolay İyileşme: Çocuk kemiklerindeki kalın periost ve yüksek vasküler yanıt nedeniyle kırık iyileşmesi kolay olur ve kaynama yokluğu ender görülür. Çocuklardaki kalın periost, içeriği bol, aktif osteoprogenitor hücreler ve farklılaşan mezenşimal hücreler ile hızlı endokondral kemikleşme oluşturarak kırık iyileşmesine katkıda bulunur. Çocuk kırıkları oluşumu sırasında sağlam kalan periost geniş bir alana hematoma yayılmasına izin vererek, daha geniş bir alanda yeni kemik oluşumuna olanak sağlar ve kaynamanın daha hızlı olmasına katkı sağlar (1,20). Çocuk kemiklerinde erişkine oranla kanlanmasının fazla olması, yangısal yanıtın daha hızlı ve etkili olması kaynamayı etkileyen önemli etkenlerden biridir (9).

b. Yeniden Şekillenme: Yeniden şekillenme miktarını etkileyen faktörlerin başında iskelet yaşı gelir. Kırığın fizise yakınlığı ve fizisin büyüme potansiyeli diğer önemli faktörlerdir (1,21). Wolf, eklem hareket planında oluşan deformitelerin diğer plandaki deformitelerden daha fazla yeniden şekillenmeye uğradığını

saptamıştır. Uzun kemiğin kompresyon olan tarafında ya da iç bükey olan tarafında yeni kemik oluşumu artar, dış bükey tarafında ise geri emilim olur (1,16).

Yeniden şekillenme, deformitenin eklemle aynı planda ve kemiğin ucuna yakın olduğu durumda iskelet gelişiminin tamamlanmasına iki yıl kalıncaya kadar görülme şansı vardır. Yeniden şekillenme; ayrılmış eklem içi kırıkları, orta cisim kırıkları (özellikle kısılma, rotasyon ve açılanma deformitelerinde), yer değiştirme aksının eklem hareket aksı ile açıldığı durumlarda ve büyüme plağını geçen yer değiştirmiş kırıklarda etkili değildir. Cisim bölgesinde yeniden şekillenme, çoğunlukla açılmal deformitenin yuvarlaklaşması şeklinde gerçekleşir. Her zaman uzunlamasına dizilimde gerçek bir düzelme olması gerekmez (22). Yeniden şekillenme yeteneği yaş ile ters orantılıdır (1). Yeniden şekillenmenin ne kadar sürdüğü çok kesin bilinmemekle birlikte, bu sürenin 5 yıldan uzun olduğu ve ilk altı yıl içerisinde %100 tamamlandığı rapor edilmiştir (23).

c. Büyümenin Uyarılması: Kırık sonrası artmış kan akımına bağlı büyüme uyarılması görülebilir. Çocuk hastalarda cisim kırıkları sonrası alt ekstremitelerde kan akımının arttığı ve tüm alt ekstremitelerde büyümenin uyarıldığı kabul edilmektedir (24,25). Shapiro yaptığı klinik çalışmada, büyümenin uyarılmasının hastaların %78'inde 15 ayda tamamlandığını, ancak hastaların %9'unda iskelet olgunlaşması kazanılana kadar bu uyarımın devam ettiğini gözlemiştir. Çocuk kırıkları hızlanmış büyüme potansiyeline sahiptir. Klinik olarak bu en sıklıkla femur cisim kırıklarında görülür. Femur cisim kırıklarının 2 cm'ye kadar olan kısılıkları kendiliğinden düzelebilir (26).

2.3. Çocuklara Özgü Kırık Şekilleri

Olgunlaşmamış kemik üzerine uygulanan deforme edici kuvvetlere karşı erişkinden farklı olarak yanıt verir. Bu nedenle erişkinlerde görülmeyen bazı kırık çeşitleri çocuklarda görülür.

2.3.1. Yaş Ağaç Kırığı

Yaş ağaç kırığında gerilimi karşılayan korteks tam olarak kırılırken, kompresyon tarafındaki korteks ve periost sağlam olarak kalır. Sağlam korteks

sıklıkla plastik deformasyona uğradığından açısal deformite gelişir. Deformitenin düzeltilmesi için plastik deformasyon tam kırığa dönüştürülebilir (1,27).

2.3.2. Plastik Deformasyon

Çocuk kemiğinde Haversian kanallarının daha geniş olması kemiğin daha gözenekli olmasını sağlar. Bu da kemiği daha elastik hale getirerek kırık oluşmadan önce daha fazla plastik deformasyona izin verir (1).

Currey ve Butler (28) olgunlaşmamış kemiğin eğilme güçlerine karşı zayıf olduğunu buna karşın kırık oluşmadan önce daha fazla enerji absorpsiyonu yaptığını ortaya koymuşlardır. Bu durumda immatür kemikte plastik deformasyon ortaya çıkar. Çocukta plastik deformasyon sıklıkla önkolda özellikle de ulnada görülür (29).

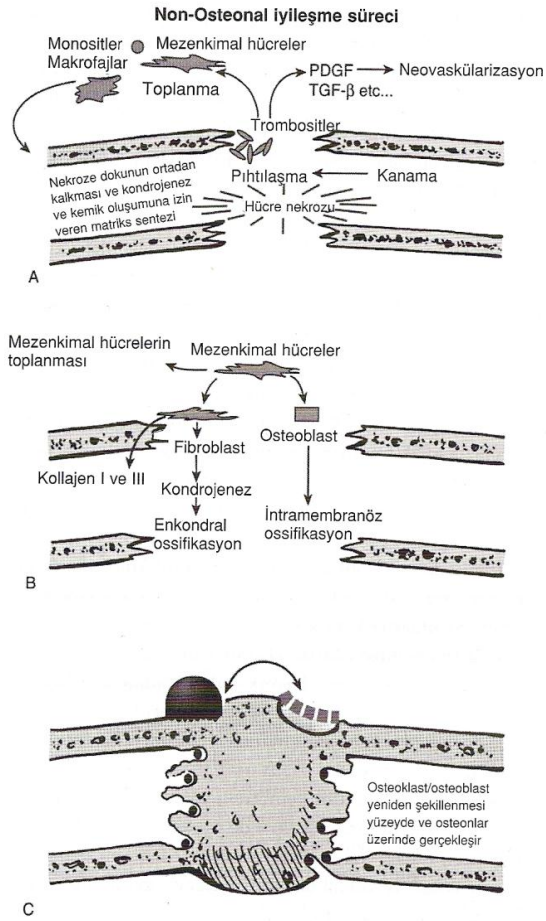
Plastik deformasyon, kollajen yığınlarının ve Haversian kanal sistemlerinin bütünlüğünün mikrokırıkla bozulması sonucunda oluşur. Bu mikrokırıklar önce deformitenin iç bükey tarafında oluşur ve uzun eksene 30 derecelik açı yapacak şekilde yönelirler (1,16,30).

2.3.3. Torus Kırığı

Çocukluk çaığında görülen, birincil olarak gelişmekte olan metafizer kemiği etkileyen impaksiyon yaralanmasıdır. Metafizer kemiğin sıkıştırıcı yüklenmeye karşı yanıtının farklılığı nedeni ile kemikte tamamlanmış kırık oluşmadan bükülme meydana gelir. Göreceli olarak stabil bir yaralanma biçimidir. Çocuk olgunlaştıkça metafiz korteksi gözenekli yapısını kaybetmeye başlar ve daha sert hale gelir. İskelet olgunlaşması ile artan bu sertlik torus kırığının görülme sıklığını azaltır (1,16,31).

2.4. Kırık İyileşmesi

Gelişimini tamamlamamış bir iskelette kallus oluşumu ile kırık onarımı, entegre ama sıralı 3 evreye ayrılabilir: Yangısal evre, onarım evresi ve yeniden şekillenme evresi. Çocuklarda yeniden şekillenme evresi daha uzun ve yetişkinlere oranla daha aktiftir (1).



Şekil 2.2. Non-Osteonal İyileşme Süreci (1)

2.4.1. Yangısal Evre

Gelişmekte olan iskeletin herhangi bir osseöz bölümünde oluşan bir kırıktan hemen sonra kan damarlarının parçalanması ile koagülasyon kaskadı aktive olur ve kırık bölgesini çevreleyen bir hematoma oluşur.

a. Hematom Oluşumu: Hasarlanmış periost, bitişik kemik ve yumuşak dokuların kanaması, büyüme faktörlerinin, sitokinlerin ve prostoglandinlerin salınımı ile onarım sürecini başlatır. Eğer kırık, olgunlaşan diafizde lokalize ise, endosteal ve periosteal yüzeylerin ve bitişik yumuşak doku anastomozlarının mikrodolaşım sistemi olan birçok küçük kan damarından olduğu gibi, haversian sistemden de kanama olur. Çocuklarda kırık hematomunun metafiz ve diafiz boyunca yayılmasına izin verecek şekilde periost, altındaki kemikten kolayca ayrılır (1).

b. Lokal Nekroz: Kan akımının kırığın her 2 tarafında geçici olarak bozulması nedeniyle trabeküler ve kortikal kemiğin beslenmesi bozulur ve lokal nekroz gelişir. Nekroz kemikten çeşitli büyüme faktörlerinin salınımına neden olur (IGF-1, TGF- β , FGF-1, FGF-2). Bu büyüme faktörleri çevre mezenkimal hücrelerin kemik formasyon hücrelerine dönüşmesine yardımcı olur. İnflamatuar hücreler debris kırık sahasından uzaklaştırırlar, fibroblastik hücreler de yeni kemik formasyonunda rol oynayan matriks dokusunun oluşmasını sağlar. Bu ilk oluşan matriks genellikle tip 1, 3 ve 5 kollajen içerir (1).

c. Hematom Organizasyonu: İlk hücresel onarım süreci hematoma organizasyonunu içerir (32). Tip 1, 3 ve 5 kollajenden zengin matriks dokusu kondrogenezis ya da intramembranöz kemik formasyonuna izin verir. Bu mekanizmalar sonuçta geçici kallus oluşumuna ve yeni oluşan kemik dokunun mineralizasyonuna öncülük eder. Hücre bölünmesi, hasarlanmış kemik doku etrafından başlayarak merkezden uzaklaşarak ilerler, bu nedenle en olgun tamir süreci kırık sahasında görülür. Eğer damarsal yapılar bozuk ise kırıkta dokunun kemik dokuya dönüşümü zorlaşır (1).

2.4.2. Onarım Evresi

Kırığın neden olduğu yangı neredeyse her kırıkta aynı sırayı izlemesine karşın, onarım dokusunun miktarı, bileşimi ve onarma oranı, kırığın epifizde, metafizde ya da omur cisminde olduğu gibi asıl olarak kansellöz kemikte mi, yoksa asıl olarak kortikal yapıdaki uzun kemik cisminde mi olduğuna göre, kırığı çevreleyen yumuşak doku bozulmasının kapsamına ve kırık iyileşmesini etkileyen diğer etkenlere göre değişiklik gösterebilir. Kırık bölgesindeki mekanik stabilitede onarım sürecini etkiler (1). Osteoblastlar kırık bölgesine göç eden farklılaşmış mezenkimal hücrelerden gelişir. Pluripotent mezenkimal hücreler kırık bölgesinde fibröz doku, kırıkta ve sonuçta kemik oluştururlar. Bu hücrelerin bazıları yaralanmış dokulardan köken alırken diğerleri kan damarları yolu ile gelir. Periostun kambiyum tabakasından gelenler erken kemik iliğini oluştururlar. Çocuklarda periost yetişkinlere göre daha kalın olduğundan çocuk kırıklarının iyileşmesinde periost daha baskındır. Endosteal yüzeyden gelen osteoblastlarda kemik oluşumuna katkıda bulunur ama yaşayan osteositler onarım dokusu oluşturmak için ortamda

görülmezler. Kırık iyileşmesi sırasında kemik yapımından sorumlu hücrelerin çoğu pıhtı yerini alan granüloma dokusu ile birlikte ortaya çıkarlar. Kırık bölgesinde mezenkimal hücreler çoğalırlar, farklılaşırlar ve fibröz doku, kıkırdak ve örgü kemik içerik kırık kallusunu oluştururlar. İntramembranöz kemik oluşumu ile birlikte, kallusun çevresinde ilk oluşan kemik sert kallustur. Enkodral kemikleşme sırasında sert kallus genişleyerek ve kırık parçalar stabil hale gelerek kemik giderek kıkırdağın yerini alır. Bu süreç kırık bölgesinde yeni kemik köprüler ve kortikal kemik uçlar arasında devamlılık yeniden oluşan kadar devam eder. Yeni oluşan örgü kemik zamanla lamellar kemiğe dönüşür (1).

Onarım evresinin diğer bir aşaması mikrovasküler invazyondur. Bu süreç çocuklarda vasküler ve çevre yumuşak dokuların yapısı nedeniyle kolayca gerçekleşir. Kemik matürasyon sürecine doğru ilerlerken biyolojik olarak plastik formdadır. Eğer önlem alınmazsa deforme olabilir. Alçı içerisinde bile bu plastisite izometrik kas aktivitesi nedeniyle deformasyona uğrayabilir (1). Klinik olarak kaynama, kırık alanında stabilizasyon ve muayene sırasında ağrının olmamasıyla izlenebilir. Ancak bu orijinal gücün kazanıldığı anlamına gelmez.

2.4.3. Yeniden Şekillenme Evresi

Yeniden şekillenme evresi kallusun gereksiz ve etkisiz bölümlerinin resorpsiyonuyla ve trabeküler kemiğin stres karşısında organizasyonuyla başlar. Bu evre kırık iyileşmesinin en uzun evresidir. Çocuklarda iskelet büyümesi ve gelişmenin devam etmesi nedeniyle sıkça değişen stres paternleri bu evrenin iskelet olgunlaşmasına kadar devam etmesine neden olur. Yeniden şekillenme ve kırık kallusunun ilerleyici dönüşümü büyüme ve gelişme kapasitesi çok yüksek olan küçük çocuklarda daha fazladır (1).

2.5. Çocuk Kırıklarının İstenmeyen Durumları

Kırık sonrası istenmeyen durumlar oluş zamanını ya da oluşum yerine göre sınıflandırılabilir. Oluş zamanına göre; akut, erken ve geç istenmeyen durumlar. Akut olanlar ilk birkaç saat içerisinde gelişenleri, erken olanlar ilk günlerde ortaya çıkan durumları, geç olanlar ise aylar ve yıllar içerisinde ortaya çıkan istenmeyen durumları kapsar.

2.5.1. Akut İstenmeyen Durumlar

a. Damarsal Yaralanmalar

Çocuklardaki damarsal yaralanmalar genelde kesici delici yaralanmalara bağlıdır. Daha az sıklıkta trafik kazaları ve yüksekten düşmelere bağlı gelişmektedir (33). Damar yaralanmasıyla birlikte olan kırıkların çoğu ezilme tarzı ya da segmental kırıklardır. Çocuklarda vasküler yaralanma en yaygın olarak ekstansiyon tip humerus suprakondiler kırıklarında, distal femur ya da proksimal tibia kırıklarında görülür (1).

b. Kompartman Sendromu

Kompartman sendromu, ekstremitelerde kapalı kas fasyalarının içerisinde artmış basınç nedeniyle sinir ve kas dokularında meydana gelen, iskemi sonucu gelişen işlev kaybı ile karakterize bir tablodur. Kompartmandaki hacmin azalması ya da kompartman içeriğinin artışı sonucu gelişir. Kompartman hacminde azalma yapan etkenlerden en önemlileri sıkı bandaj ve sıkı alçı sarılmasıdır. Ayrıca fasyanın sıkı kapatılması, yanıklar ve donma gibi nedenlerde hacimde azalmaya neden olmaktadır (16,34). Kompartman içeriğinde artış ise, kırıklarda yumuşak doku yaralanmasına, iskemi sonrası ödeme, osteotomilere ve aşırı hareket gibi birçok nedene bağlı olabilir (1).

Kas ve sinir dokusunda iskemi varlığında en önemli bulgu ağrıdır. Ağrı sürekli ve immobilizasyon ile geçmez. Klasik olarak Griffiths'in tanımladığı ve 5P (pain, palor, paresthesia, paralysis, pulselessness) ile özetlenen ağrı, solukluk, hissizlik, felç ve nabız alınamaması bu sendromun bulgularıdır. En erken bulgusu pasif ekstansiyonda ağrı olmasıdır (16). Ancak küçük yaşlardaki çocuklarda ve kafa travması olan hastalarda bu bulguları saptamak güçtür. Klinik olarak tanı koymada güçlük olan durumlarda kompartman içi basınç ölçülmesi gerekmektedir. Acil sağaltım yapılmadığı durumlarda, kompartman içi anatomik yapılarda iskemiye bağlı ölüm ve Volkmann iskemik kontraktürü gelişir. Çocuklarda en yaygın humerus suprakondiler ve tibia kırıklarından sonra görülür (1,35).

Genel kural olarak kompartman sendromundan şüphelenildiğinde fasyatomi yapılmalıdır. Mubarak, Owen ve Hargens fasyatomi endikasyonlarını şöyle belirlemişlerdir (36).

1. Normotansif kişide klinik bulguların varlığında kompartman basıncının 30 mmHg'nın üstünde olması ve basınç yüksekliğinin 8 saatten uzun süredir devam etmesi.

2. Bilinci kapalı kişide kompartman basıncının 30 mmHg 'dan yüksek olması.

3. Kan basıncı düşük kişide kompartman basıncının 20 mmHg'dan yüksek olması.

c. Periferik Sinir Yaralanmaları

Çoğunlukla geri dönüşümlüdür. Redüksiyon sonrasında, redüksiyon öncesi olmayan bir nörolojik defisit gelişmesi halinde kırık fragmanları arasında sinir sıkışmasından şüphelenilir. Price, sinir sıkışması şüphesi halinde kapalı yöntem ile anatomik repozisyon sağlanmışsa, sinir eksplorasyonun 8 hafta sonra yapılmasını önermektedir (1,16).

2.5.2. Erken İstenmeyen Durumlar

a. Yağ Embolisi

Solunumla ilgili problemlere ve ölüme sebep olabilen yağ embolisi yetişkinlere göre 10 kat daha az görülmekte olup, pelvis ve femur kırıkları sonrası görülme oranı %0.5 olarak bildirilmektedir (37). Klinik olarak çocuk huzursuz ve konfüzedir. Göğüs, aksilla ve boyunda peteşiler görülür. En önemli laboratuvar bulgusu oksijen satürasyonundaki düşüklüktür (1).

b. Derin Ven Trombozu

Çocuklarda çok nadir görülür. Ekstremitede şişlik, lokal hassasiyet ve ısı artışı gibi bulgular vardır.

c. Tespite Bağlı Hiperkalsemi

Kırık sonrası ortaya çıkan hiperkalsemi, normal onarım sürecinin bir sonucu olarak kabul edilmektedir. Kırık tespitinden sonra 4. haftada idrarda pik yapacak şekilde kalsiyum atılımı artar. Aktiviteye dönüldüğü zaman normal seviyeye döner. Klinik olarak bulantı, kusma, iştahsızlık ve huzursuzluk, daha ağır olgularda konfüzyon, kaslarda hipertoni, gevşek felç ve görme bozuklukları görülebilir. Mobilize olana kadar hastalara intravenöz sıvı, düşük kalsiyumlu diyet ve kortikosteroidler verilebilir. En kısa zamanda hastalar mobilize edilmelidir (33).

2.5.3. Geç İstenmeyen Durumlar

a. Kaynama Yokluğu

Kırıkların kaynamasını etkileyen birçok etken vardır. Bunlardan en önemlileri mikrovasküler dolaşım ve osteoblastik aktivitedir. Çocuklarda bu etkenler iyi gelişmiş olduklarından kaynama yokluğu ender görülür. Segmenter ve yumuşak doku kayıplı açık kırıklar ve kırık kaynamasını engelleyen bazı hastalıkların varlığı risk faktörleridir (1).

b. Kötü Kaynama

Çocuklarda yanlış kaynamanın tanımını yapmak yeniden şekillenme nedeniyle oldukça güçtür. 30 derecelik bir açısal deformite izlemde 10 derece haline gelebilir ve hiçbir işlevsel sorun olmayabilir. Tüm önlemlere karşın önemli sayıda kırık sekel ile iyileşir. Açılanma kırık sonrasında 3–4 hafta içinde gelişirse kallusun kırılması (osteoklazi) yöntemiyle kapalı ya da açık düzeltilir. Kırıktan 8 hafta sonra deformite çok ciddi değilse düzeltici osteotomi için 4–6 ay beklenmelidir (1,16). Alt ekstremitede kötü kaynamalar daha çok kafa travması olan hastalarda görülür. Başlangıç Glasgow Skalası 5'in üzerinde, 5 yaşından büyük çocuklarda ve 3 gün içerisinde genel durumunda düzelme olmayan olgularda kırık tespiti yapılmalıdır (38).

c. Yeniden Kırık

Tüm çocuk kırıkları içinde en sık yeniden kırık görülen bölge önkol kırıklarıdır (10). Önkol kırıkları içinde ise 1/3 orta diafizer kırıklardır. Yeniden kırık ortalama 6 ay sonra görülür. Yeniden kırık erkeklerde daha siktir (39). Eski kırık yerinde orijinal travmaya benzeyen bir travma ile, ilk travmadan bir yıl sonra da tekrar kırık olabilir. Bu olgularda konservatif tedavinin zorluğu nedeniyle internal tespit yapılarak erken hareketin başlanması önerilmektedir. Osteogenezis imperfekta, myelodisplazi, parapleji ve osteopenik hastalıklarda yeniden kırık oluşma riski daha yüksektir. İmplant çıkarımı sonrası yeniden kırık riski vardır. Bu riskin azaltılması için, implant çıkarılmadan önce yeterli kırık iyileşmesinin görülmesi ve implant çıkarılması sonrası korunma önerilmektedir (1).

2.6. Açık Kırıklar

Çocuklardaki en ciddi açık kırıklar, araçlarla olan yüksek enerjili künt travmalar sonucu oluşur. Delici yaralanmalar yetişkinlere göre seyrek (1). Açık kırıkların mekanizması ve görülme sıklığı çocuk ve yetişkinler arasında biraz farklı olsa da sağaltım benzerdir. Travma hakkında küçük çocuktan bilgi almak çok zordur. Açık kırık sınıflamasındaki derecesi ne olursa olsun kazanın oluş şekli ve yerinin tedavi planında önemli yeri vardır. Eğer yeterli bilgi alınamıyorsa açık kırık kontamine olarak kabul edilip ona göre sağaltım planı yapmak gerekir.

2.7. Çocuk Uzun Kemik Cisim Kırıkları Sonrası Sağaltım

2.7.1. Çocuk Uzun Kemik Cisim Kırıkları Sonrası Sağaltım Yöntemleri

Femur cisim kırıkları, tibia cisim kırıkları ve ön kol çift kemik kırıkları çocuklarda bir süreliğine sakatlık oluşturan yaralanmalardır. Femur cisim kırıkları sıklıkla trafik kazası sonrasında görülürken, 1 yaş altında çocuk istismarı ile yakından ilişkilidir. 4 yaş altındaki çocuk femur cisim kırıklarının % 30'u çocuk istismarı sonucu oluşur (5).

Çocuklarda görülen tüm kırıklar anatomik yerleşimine göre cisim, metafiz, fiz, epifiz ve eklemi ilgilendiren kırıklar olarak sınıflandırılır. Çocuk kırıklarının çok büyük bir bölümü konservatif yöntemlerle tedavi edilir. Teknolojideki gelişmeler, hızlı iyileşmeye izin veren minimal ve geçici tespit, hastanede yatış süresini kısıtlayan sosyal ve finansal baskılar ve her vakada mükemmel bir sonuç için toplumun beklentisi gibi nedenler cerrahiye eğilimi arttırmıştır. Cerrahi gerektiren kırıklarda, plak vida ile tespit ya da eksternal fiksasyon gibi sağaltım yöntemleri de başarı ile kullanılmaktadır. Son yıllarda çocuk uzun kemik kırıklarının intramedüller çivileme ile sağaltım giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Epifizi kapanmamış çocuklarda intramedüller çivileme, sıklıkla cisim kırıklarında ve bazı metafizyel bölge kırıklarında kullanılabilir (1).

a. Femur Cisim Kırığı Sonrası Sağaltım: Femur cisim kırıklarının sağaltımını yaş, kırık tipi, kırığın yeri, yumuşak doku yaralanması, fiziksel ve ailesel faktörler, sosyal statü ve başka kırıkların varlığı etkiler. Sağaltım yöntemleri içerisinde; traksiyon, pelvipedal alçılama, traksiyon sonrası pelvipedal alçılama,

eksternal fiksator uygulama, plak vida fiksasyonu, elastik stabil intramedüller çivileme ve kilitli intramedüller çivileme yer alır (7). Elastik stabil intramedüller çivileme genellikle 5 yaş üzerinde tercih edilen bir yöntemdir (7,19). Çocuk femur cisim kırığında yaşa göre kabul edilebilir açılanma ve kısalık sınırları Tablo 2.1.'de gösterilmiştir. Yenidoğandan 6 aylık bebeklere kadar femur cisim kırıklarında basit atelleme ya da pavlik bandajı ile sağaltım yapılabilir. 6 aydan 6 yaşa kadar çocuklarda 2 cm'den daha az kısalığı olan femur cisim kırıklarında pelvipedal alçı standart sağaltım yöntemidir. Belirgin instabilitesi ya da 2 cm'den fazla kısalığı olan femur cisim kırıklarında 3-10 gün arasında cilt ya da iskelet traksiyonu uygulaması gerekebilir ve hastane yatış süresini uzatıp, hasta bakımını zorlaştırabilmektedir. 6-11 yaş arası çocuklarda femur cisim kırığı sağaltımı tartışmalıdır. Pelvipedal alçı sağaltımında oluşan maddi ve sosyal sorunlar nedeniyle son zamanlarda cerrahi tespite eğilim artmıştır. Hastanede kalış süresini azaltan yöntemler nedeniyle 6 yaştan adolesana kadar olan çocuklarda elastik intramedüller çivileme kullanımı artmaktadır. İleri yaş adolesanlarda antegrade çivileme standart bir yöntem olarak tercih edilmektedir, ancak osteonekroz riski ve büyüme bozukluğu yapabilmesi daha küçük çocuklarda kullanımı kısıtlamaktadır. Kompresyon plak uygulamasında geniş cerrahi diseksiyon ve periostun aşırı sıyrılması nedeniyle aşırı büyüme görülebilmektedir. Eksternal fiksasyon uygulaması sonrası çivi yolu enfeksiyonu, skar dokusu, gecikmiş kaynama ve tekrar kırık gibi istenmeyen durumlar nedeniyle bu yöntemin kullanımı azalmıştır. Klasik kapalı yöntemlerle sağaltımın uygun olmadığı ve ciddi yumuşak doku yaralanmalarının olduğu hastalarda bu yöntemin tercih edilmesi önerilmektedir (1).

Tablo 2.1. Çocuk Femur Cisim Kırığında Yaşa Göre Kabul Edilebilir Açılanma ve Kısalık Sınırları (1)

Yaş	Açılanma		Kısalık
	Varus/Valgus	Anterior/Posterior	
0-2	30°	30°	15 mm
2-5	15°	20°	20 mm
6-10	10°	15°	15 mm
11 – iskelet olgunlaşması	5°	10°	10 mm

b. Tibia Cisim Kırığı Sonrası Sağaltım: Komplike olmamış çocuk tibia cisim kırıklarında çoğunlukla sağaltım yöntemi olarak kapalı redüksiyon ve alçılama uygulanır. Kabul edilebilir pozisyon oldukça tartışmalıdır. Açılmal deformitenin yeniden şekillenmesi femur ve önkoldan farklı olarak kısıtlıdır. Çocuk tibia cisim kırıkları için yaşa göre kabul edilebilir açılanma ve kısalık sınırları Tablo 2.2.'de gösterilmiştir. Cerrahi sağaltım endikasyonları; açık kırıklar, kompartman sendromu ile birlikte olan kırıklar, spastisite ile birlikte olan kırıklar, yüzen diz yaralanmaları, çoklu uzun kemik kırıkları ve kapalı redüksiyon ve alçılamanın başarısız olduğu instabil kırıklardır. Cerrahi sağaltım yöntemleri arasında eksternal fiksasyon, plak vida uygulaması, elastik çivi uygulaması yer almaktadır (1).

Tablo 2.2. Çocuk Tibia Cisim Kırıklarında Yaşa Göre Kabul Edilebilir Açılanma ve Kısalık Sınırları (1)

Açılanma ve Kısalık	Yaş	
	8 yaş altı	8 yaş üstü
Valgus	5°	5°
Varus	10°	5°
Anterior	10°	5°
Posterior	5°	0°
Rotasyon	5°	5°
Kısalık	10 mm	5 mm

c. Önkol Çift Kemik Kırığı Sonrası Sağaltım: Çocuk önkol çift kemik cisim kırıklarında sağaltım yöntemi olarak çoğunlukla kapalı redüksiyon ve alçılama uygulanır. Önkol kırıkları için kabul edilebilir açılanma ve kısalık sınırları Tablo 2.3.'de gösterilmiştir. Eşlik eden bir takım etkenler alçı ile sağaltımı uygulanamaz kılabilir. Kırığın tipi, etiyojisi, eşlik eden lezyonlar, yumuşak dokunun hasarı, hastanın yaşı ve uyumu hatta sosyoekonomik durumu göz önünde bulundurularak en ideal sağaltım yöntemi belirlenir. Genellikle 14 yaş üzeri önkol çift kemik kırığı olan hastalarda yetişkinlerdeki gibi cerrahi tespit tercih edilmektedir. Daha küçük çocuklardaki cerrahi sağaltım endikasyonları; açık kırıklar, kompartman sendromu ile birlikte olan kırıklar, yüzen dirsek yaralanmaları, kapalı redüksiyon ve alçılamanın başarısız olduğu kırıklardır. Cerrahi sağaltım yöntemleri arasında plak vida uygulaması, elastik çivi uygulaması ve kirschner teli ile fiksasyon yer almaktadır (1).

Tablo 2.3. Çocuk Önkol Kırıklarında Kırık Bölgesine Göre Açılanma, Kısalık ve Translasyon Sınırları (1)

Radius-Ulna	Kırık Bölgesi		
	1/3 proksimal	1/3 orta	1/3 distal
Açılanma (koronal/sagittal)	10°	15°	20°
Kısalık	1 cm	1 cm	1 cm
Translasyon	% 100	% 100	% 100

2.7.2. Elastik İntramedüller Çivileme

1980'lerin sonunda antegrade intramedüller çivi uygulama tekniklerinin netleşmesinden sonra genç hastalarda da bu yöntemi uygulamak için artmış istek oluşmuştur. Ligier ve ark. ikili elastik çivi sistemi ile kırıkların indirekt redüksiyonunu tanımlamışlardır (40). Beaty ve ark. 1990'lı yılların başında proksimal femur osteonekrozu ile ilgili yayınlarında, femur kırıklarında esneyebilen

çivilerle yapılan çivileme yönteminin, kilitli intramedüller çivileme yöntemine göre daha tercih edilebilir olduğunu belirtmişlerdir (41).

Elastik internal fiksasyonun yararı kallus oluşumu artmasına yol açması ile kırık iyileşmesini sağlıklı bir biçimde oluşturmasıdır. Uygun şekilde yapıldığında, elastik çiviler kırıkta yeterli stabiliteyi sağlarlar. Ancak bir eksternal fiksatörün stabilitesine göre zayıftır. Rijiditenin zayıflığı diğer fiksasyon cihazlarına göre daha fazla postoperatif ağrı ve kas spazmına yol açar. Esneyebilen çiviler antegrade ya da retrograde 'C' ya da 'S' şeklinde yerleştirilirler. Titanyum ve paslanmaz çelik çivileri karşılaştıran randomize bir çalışma yoktur, ancak çivilerin her iki tipinde de yanlış kaynama açısından değerlendirildiğinde yüksek başarı oranları mevcuttur (1).

Yöntemin bu kadar benimsenmesinin en önemli nedenleri arasında; kırık hattında hafif harekete izin vermesi, büyüme plağı yaralanması olmadan birincil kemik kaynaması, küçük ve estetik bir skar dokusu oluşturan minimal girişimsel bir yöntem olması, erken eklem hareketi ve normal fiziksel aktiviteye dönüşe izin vermesi, enfeksiyon oranlarının düşük olması, hareketsizlik ile oluşan psikolojik etkileri ve hastanede kalış süresini kısaltması sayılabilir (1).

2.8. Çocuk Kırıklarının Sağaltımındaki Gelişmeler

Blount, büyümeden dolayı çocuk kırıklarının yeniden biçimlenme için büyük bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamıştır ve çocuklarda uzun kemik kırıklarında özellikle de femur cisim kırıklarında intramedüller tespitte karşı çıkmıştır (1). Bu dönemde yapılan cerrahi girişimlerde genellikle geniş insizyon ve aşırı diseksiyon yapılması gerekirdi. Ancak günümüzde cerrahi işlemler küçük bir insizyon ve geçici tespit ile yapılabilmektedir.

Görüntüleme kullanılan teknoloji oldukça gelişmiş olduğundan perkütanöz yöntemlerle kırıklar internal olarak kolaylıkla sağaltılabilir hale gelmiştir. Aileler bilinçlenmiş ve çocukları için mükemmel ya da anatomik kırık pozisyonu beklentisi içerisine girmişlerdir. Bu baskılar hekimi mükemmel dizilim açısından cerrahiye sevk etmektedir (16).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun 19.08.2011 gün ve 2011/6 sayılı kararı ile uygun görülen bu klinik çalışma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda Eylül 2004 ile Temmuz 2010 tarihleri arasında femur, tibia ve önkol çift kemik cisim kırığı sonrası intramedüller elastik çivi uygulaması yapılan 103 çocuk hastanın değerlendirilmesi ile gerçekleştirildi.

Çalışmaya dahil edilmeme ölçütleri, izlemleri düzensiz olan ve son kontrole gelmeyen hastalar olarak belirlendi. İzlemleri düzensiz olan 5 hasta ve son kontrole gelmeyen 5 hasta çalışmaya dahil edilmedi.

Böylece çalışma grubunu, Eylül 2004 ile Temmuz 2010 tarihleri arasında uzun kemik cisim kırığı nedeniyle intramedüller elastik çivi ile fiksasyon operasyonu yapılan 5-15 yaş arası 93 çocuk hasta oluşturdu. Hastaların 19'u kız, 74'ü erkekti. Yaş ortalamaları 9,2 (5-15) idi. Kırıkların oluş mekanizmaları; düşme (spor yaparken, ev içinde, sokakta yürürken, merdivenden düşme, itilerek düşürülme), araç dışı trafik kazası ve araç içi trafik kazası olarak sınıflandırıldı. 46 hastada düşme sonrası, 33 hastada araç dışı trafik kazası sonrası ve 14 hastada araç içi trafik kazası sonrası kırık gelişmişti. Hastalar 39 femur cisim kırığı, 30 ön kol çift kemik kırığı, 24 tibia cisim kırığıydı.

Kırıklar yerleşim yerine göre 1/3 proksimal, 1/3 orta ve 1/3 distal olarak sınıflandırıldı. Kırık tipine göre transvers ya da kısa oblik, uzun oblik, spiral, segmenter ya da parçalı kırık olmak üzere 4 tip olarak sınıflandırıldı.

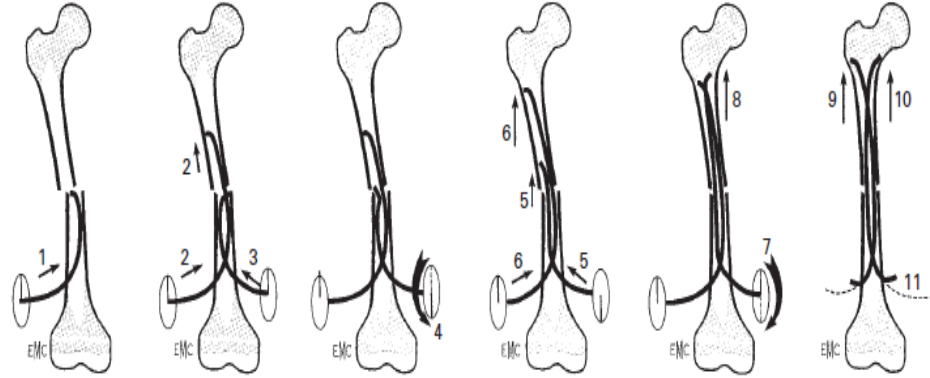
Açık kırıklar Gustillo-Anderson sınıflamasına göre değerlendirildi (42,43). Başvurularından hemen sonra 1. kuşak sefalosporin ve aminoglikozid kombinasyonu ile proflaktik antibiyoterapi başlandı ve en az 3 gün devam edildi. Aynı zamanda tetanoz profilaksisi uygulandı. Ameliyat sırasında tip 1 açık kırıklar steril pansumanla, tip 2 ve 3A açık kırıklar yara debride edilerek primer kapatıldı. Kapalı kırıklara ameliyattan hemen önce 1. kuşak sefalosporin başlanarak ameliyattan sonra en az 24 saat parenteral antibiyoterapiye devam edildi.

Ameliyat sonrası hastaların kırık olan kemiğinin ön-arka ve yan grafileri çekildi. Postoperatif üçüncü haftada poliklinik kontrollerinde ön-arka ve yan grafileri tekrarlandı. Kaynama saptanıncaya kadar 1 ya da 2 haftalık aralarla grafi kontrolü yapıldı. Uzun kol ya da uzun bacak atel kırık sahasında köprüleşme kallusu görülene kadar tutuldu. Kaynama; kırık sahasında ön-arka ve yan grafilerde en az 3 kortekste kallus oluşumu görülmesi olarak değerlendirildi. Atel çıkarıldıktan sonra hastaya ve ebeveynlerine aktif-pasif hareketler öğretilerek evde fizik tedavi uygulaması yapıldı. Evde yeterli fizik tedavi uygulayamadığı düşünülen hastalar Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon polikliniğine sevk edilerek tedavi alması sağlandı. Hastaların anne babaları tekrar kırık riskine karşı uyarıldı, sportif etkinlikler ve düşme riskinin yüksek olduğu oyunlara katılmaması gerektiği belirtildi. Çalışmaya dahil olan tüm hastaların implantları çıkartıldı. Son kontrolde karşılaştırmalı her iki ekstremitte ön-arka ve yan grafileri çekilerek her iki planda açılanmaları ve uzunluk farklılıkları ölçüldü. İşlevsel değerlendirme kırık yerine göre karşı taraf ile kıyaslanarak yapıldı.

3.1. Femur Cisim Kırığı Olan Hastalar

Çalışmamızda 39 hastada femur cisim kırığı vardı. Bu hastaların 26'sı erkek, 13'ü kızdı. Hastaların operasyon zamanındaki ortalama yaşı 8 (5-15). 15 hastada düşme, 14 hastada araç dışı trafik kazası ve 10 hastada araç içi trafik kazası sonrası femur cisim kırığı gelişmişti. Kırıkların 5'i 1/3 proksimalde, 32'si 1/3 ortada ve 2'si 1/3 distaldeydi. 37'si kapalı kırık ve 2'si tip 2 açık kırıktı. 22'si transvers ya da kısa oblik, 12'si uzun oblik, 2'si spiral ve 3'ü segmenter ya da parçalı kırıktı. Kırık oluş zamanından operasyon zamanına kadar geçen süre ortalama 3.5 (0-14) gündü. Hastaların tümüne intrameduller titanyum elastik çivi retrograde olarak uygulandı. Operasyon sırasında 32 hastada kırık redüksiyonu kapalı olarak, 7 hastada açık olarak yapıldı. Hastaların birinde iliak kanat kırığı mevcuttu ve konservatif olarak tedavi edildi. Bir diğer hastada aynı taraf radius distal uç kırığı vardı ve K teli ile fiksasyon yapıldı.

Ameliyat Tekniği



Şekil 3.1. Femur Cisim Kırığı Elastik Çivi Uygulaması (44)

Ameliyatlarda genel anestezi altında hasta supin pozisyonda yatarken yapıldı. C kollu skopi eşliğinde femur distal metafizyel bölgesinden medial ve lateralden iki adet 2-3 cm'lik insizyon uygulandı. Metafizyel bölgede distal büyüme plağının 2 cm proksimalinden önce drill sonra da awl yardımı ile giriş yeri hazırlandı. Çivilerin genişlikleri femur medullasının 1/3'ünü dolduracak büyüklükte seçildi ve çivi yerleştirilmeden önce eğildi. Öncelikle lateraldeki daha sonra da medialdeki çivi, femur korteksine 30-45° açı ile girildikten sonra karşı korteksi delmemek için çivi eğimine uygun olarak, 180° döndürülerek kırık hattına kadar ilerletildi. Ardından kırık yine skopi kontrolü altında kapalı olarak redükte edilmeye çalışıldı. Kapalı redüksiyonun başarısız olduğu hastalarda kırık hattı lateralinden mini insizyonla girilip kırık redüksiyonu yapıldı. Kırık redüksiyonunu takiben her iki çivi aynı anda proksimale doğru ilerletildi. Üç nokta prensibine uygun olarak çivinin proksimal ucu kortekse dayanacak şekilde ilerletildi, ancak trokanter majör apofizinin zedelenmemesine dikkat edildi. Skopi ile kırık redüksiyonu ve çivi yerleşimi kontrol edildikten sonra çivilerin kemik dışında kalacak kısımları ciltte bası oluşturmayacak biçimde kesildi, uç koruyucu kullanılmadı. Yara yerleri sütüre edildi, steril pansuman yapıldı, uzun bacak atel yapıldı ve ameliyat sonlandırıldı (44).

3.2. Tibia Cisim Kırığı Olan Hastalar

Çalışmamızda 24 hastada tibia cisim kırığı vardı. Hastaların 22'si erkek, 2'si kızdı. Operasyon zamanındaki ortalama yaşları 9.5'di (5-15). 4 hastada düşme, 17 hastada araç dışı trafik kazası ve 3 hastada araç içi trafik kazası sonrası tibia cisim kırığı gelişmişti. Kırıkların 1'i 1/3 proksimalde, 15'i 1/3 ortada ve 8'i 1/3 distaldeydi. 19'u kapalı kırık, 3'ü tip 1 açık kırık, 1'i tip 2 açık kırık ve 1'i tip 3 açık kırıktı. Kırıkların 15'i transvers ya da kısa oblik, 6'sı uzun oblik ve 3'ü segmenter ya da parçalı kırıktı. Kırık oluş zamanından operasyon zamanına kadar geçen süre ortalama 7.1 (0-31) gündü. Hastaların tümüne intrameduller titanyum elastik çivi antegrade olarak uygulandı. 22 hastada kırık redüksiyonu kapalı olarak, 2 hastada açık olarak yapıldı. Hastaların 20'sinde fibula cisim kırığı vardı, müdahale edilmedi. Bir hastada karşı taraf femur cisim kırığı mevcuttu, plak vida fiksasyonu yapıldı. Diğer bir hasta batın yaralanması nedeniyle çocuk cerrahisi tarafından opere edildikten sonra, genel durumu stabil hale geldiğinde tarafımızca cerrahi müdahale yapıldı.

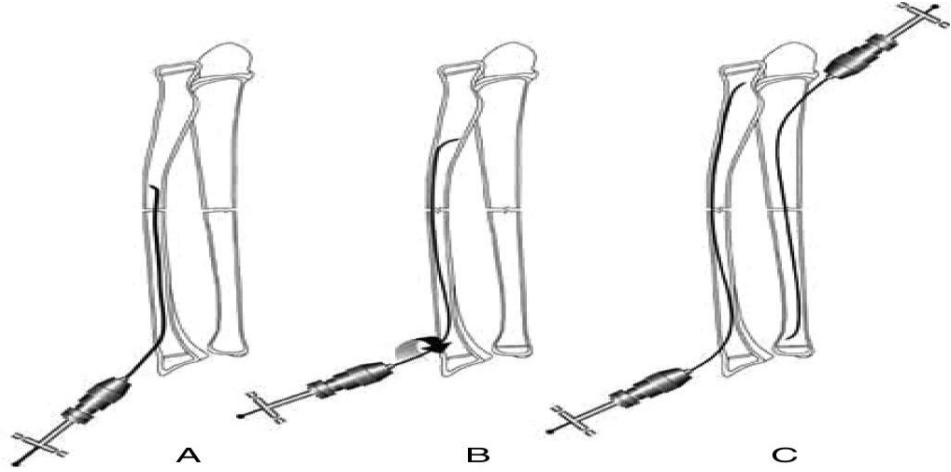
Ameliyat Tekniği

Ameliyatlar genel anestezi altında hasta supin pozisyonda yatarken yapıldı. C kollu skopi eşliğinde tibia proksimal metafizyel bölgesinden medial ve lateralden iki adet 2-3 cm'lik insizyon uygulandı. Metafizyel bölgede proksimal büyüme plağının 1.5-2 cm proksimalinden önce drill sonra da biz yardımı ile giriş yeri hazırlandı. Çivilerin genişlikleri femur medullasının 1/3'ünü dolduracak büyüklükte seçildi ve çivi yerleştirilmeden önce eğildi. Öncelikle lateraldeki daha sonra da medialdeki çivi, tibia korteksine 30-45° açı ile girildikten sonra karşı korteksi delmemek için çivi eğimine uygun olarak, 180° döndürülerek kırık hattına kadar ilerletildi. Ardından kırık yine skopi kontrolü altında kapalı olarak redükte edilmeye çalışıldı. Kapalı redüksiyonun başarısız olduğu hastalarda kırık hattına mini insizyonla girilip kırık redüksiyonu yapıldı. Kırık redüksiyonunu takiben her iki çivi aynı anda distale doğru ilerletildi. Üç nokta prensibine uygun olarak çivinin distal ucu kortekse dayanacak şekilde ilerletildi, ancak distal epifizin zedelenmemesine dikkat edildi. Skopi ile kırık redüksiyonu ve çivi yerleşimi kontrol edildikten sonra çivilerin kemik dışında kalacak kısımları ciltte bası oluşturmayacak biçimde kesildi, uç koruyucu kullanılmadı. Yara sütüre edildi, steril pansuman yapıldı, uzun bacak atel yapıldı ve ameliyat sonlandırıldı (45).

3.3 Önkol Çift Kemik Kırığı Olan Hastalar

Çalışmamızda 30 hastada önkol çift kemik kırığı mevcuttu. Hastaların 26'sı erkek, 4'ü kızdı. Hastaların operasyon zamanındaki ortalama yaşı 10.5 (5-14). 27 hastada düşme sonrası, 2 hastada araç dışı trafik kazası sonrası ve 1 hastada araç içi trafik kazası sonrası önkol çift kemik kırığı gelişmişti. Radius kırıklarının 24'ü 1/3 ortada ve 6'sı 1/3 distalde, ulna kırıklarının 1'i 1/3 proksimalde, 25'i 1/3 ortada ve 4'ü 1/3 distaldeydi. Önkol çift kemik kırıklarının 27'si kapalı kırık, 2'si tip 1 açık kırık ve 1'i tip 2 açık kırıktı. Radius kırıklarının 30'u transvers ya da kısa oblik kırık, ulna kırıklarının 30'u transvers ya da kısa oblik kırıktı. Radius cisim kırığı olan hastalara intrameduller titanyum elastik çivi retrograde olarak, ulna cisim kırığı olan hastalara intrameduller titanyum elastik çivi antegrade olarak uygulandı. Radius cisim kırığı olan 20 hastada kırık redüksiyonu kapalı olarak, 10 hastada açık olarak yapıldı. Ulna cisim kırığı olan 22 hastada kırık redüksiyonu kapalı olarak, 8 hastada açık olarak yapıldı. Bir hastada karşı taraf humerus cisim kırığı vardı, alçı atel ile sağaltım yapıldı.

Ameliyat Tekniği



Şekil 3.2. Önkol Çift Kırık Elastik Çivi Uygulaması

Ameliyatlar genel anestezi altında hasta supin pozisyonda yatarken yapıldı. C kollu skopi eşliğinde öncelikle radius distal fizis hattının lateralinden 1. dorsal kompartman seviyesinden 1-2 cm.lik cilt insizyonu ile girilir ve ekarte edilip radial sinir duyu dalı ve tendon yapıları korumaya alınır, ardından fizis hattının 1 cm

proksimalinden awl ile giriş yeri hazırlandı. Çivilerin 2.0 ve 2.5 mm çaplı olanları kemiğin medullasının genişliğine göre tercih edildi. Çivi yerleştirilmeden önce radiusun normal konturuna uygun olarak 30° olacak biçimde eğildi. Ardından kırık yine skopi kontrolü altında kapalı olarak redükte edilmeye çalışıldı. Kapalı redüksiyonun başarısız olduğu hastalarda kırık hattına mini insizyonla girilip kırık redüksiyonu yapıldı. Kırık hattı geçildikten sonra çivi 180° döndürülerek üç nokta prensibine uygun olacak şekilde yerleştirildi. Proksimal radial fizis hattına dikkat edildi ve penetre edilmedi. Sonrasında çivi giriş yerinde cilt rahatsızlığı ve tendon yapılarına zarar vermeyecek biçimde kesildi. Ulnaya giriş için olekranon apofizinin 1 cm distalinden ulna subkutanöz kenarının anterolateralinden girmeye izin verecek şekilde 1 cm'lik cilt insizyonu yapıldı. Ardından awl ile giriş yeri hazırlandı. Çivilerin 2.0 ve 2.5 mm çaplı olanları kemiğin medullasının genişliğine göre tercih edildi. Çivi yerleştirmeden önce 10° olacak biçimde eğildi. Ardından kırık yine skopi kontrolü altında kapalı olarak redükte edilmeye çalışıldı. Kapalı redüksiyonun başarısız olduğu hastalarda kırık hattına mini insizyonla girilip kırık redüksiyonu yapıldı. Kırık redüksiyonunu takiben çivi aynı anda distale doğru ilerletildi. Üç nokta prensibine uygun olarak çivinin distal ucu kortekse dayanacak biçimde ilerletildi, ancak distal epifizin zedelenmemesine dikkat edildi. Skopi ile kırık redüksiyonu ve çivi yerleşimi kontrol edildikten sonra çivinin kemik dışında kalacak kısmı ciltte bası oluşturmayacak biçimde kesildi, uç koruyucu kullanılmadı. Yara yerleri kapatılıp, steril pansuman yapıp, uzun kol atel yapıldı ve ameliyat sonlandırıldı (46).

4. BULGULAR

4.1. Femur Kırığı Olan Hastalar

Çalışmamızda kaynama zamanı ortalama 9.2 (5-17) haftaydı. Hastaların son kontrolünde yapılan fizik muayenesinde kalça ve diz eklem hareket açıklıkları tam olarak ölçüldü ve rotasyonel deformite saptanmadı. Hastaların ameliyat sonrası yatış süresi ortalama 3.2 (1-9) gün, ortalama izlem süresi 56.9 (24-89) aydı. Ortalama implant çıkarılma zamanı 9.1 (3-48) aydı. Hastaların son kontrol grafilerinde karşı taraf ile kıyaslandığında; 18 hastada uzama saptandı, ortalama 4.9 (2-16) mm. 6 hastada kısalık saptandı, ortalama 4 (2-6) mm, 15 hastada uzunluk farkı saptanmadı. 14 hastada koronal planda (varus/valgus) açılanma saptandı, ortalama 4.2° (2°-8°), 10 hastada sagittal planda (anterior/posterior) açılanma saptandı, ortalama 3.6° (2°-7°). Açılanma olan hastaların 2'sinde hem koronal hem de sagittal planda açılanma mevcuttu. 17 hastada açılanma saptanmadı. Şekil 4.1.'de femur cisim kırığı sonrası intramedüller elastik çivi uygulanan hastanın grafileri yer almaktadır. 5 hastada ameliyat sonrası istenmeyen durum görüldü. 2 hastada femur giriş yerinde irritasyon, 1 hastada elastik çivinin geri gelmesi, 1 hastada giriş yerinde yüzeysel enfeksiyon, 1 hastada implant çıkarılma sonrası 2. ayda refraktür gelişti. Elastik çivinin geri geldiği hastada 2. ayda revizyon cerrahisi uygulandı. Yüzeysel enfeksiyon gelişen hasta oral antibiyotik ile iyileşti. Tekrar kırık gelişen hastaya açık redüksiyon ile plak-vida fiksasyonu uygulandı.



Şekil 4.1. 6 yaşında kız hasta femur cisim kırığı nedeniyle elastik intramedüller çivileme yapıldı. Sırasıyla ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve postoperatif 5. yıldaki ön-arka ve yan grafileri.

4.2. Tibia Kırığı Olan Hastalar

Çalışmamızda kaynama zamanı ortalama 8.7 (6-12) haftaydı. Hastaların son kontrolünde yapılan fizik muayenesinde diz ve ayak bileği eklem hareket açıklıkları tam olarak ölçüldü ve rotasyonel deformite saptanmadı. Hastaların ameliyat sonrası yatış süresi ortalama 4 (1-11) gündü. Ortalama izlem süresi 52.9 (24-94) aydı. Ortalama implant çıkarılma zamanı 9.5 (3-24) aydı. Hastaların son kontrol grafilerinde karşı taraf ile kıyaslandığında; 7 hastada uzama saptandı, ortalama 5.2 (2-10) mm. 4 hastada kısalık saptandı, ortalama 4.2 (2-10) mm. 13 hastada uzunluk farkı saptanmadı. 10 hastada koronal planda (varus/valgus) açılanma saptandı, ortalama 4.1° (2°-12°). 11 hastada sagittal planda (anterior/posterior) açılanma saptandı, ortalama 4° (2°-7°). Açılanma olan hastaların 5'inde hem koronal hem de sagittal planda açılanma mevcuttu. 8 hastada açılanma saptanmadı. Şekil 4.2.'de tibia cisim kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uygulanan hastanın grafileri yer almaktadır. Bir hastada ameliyat sonrası tel giriş yerinde irritasyon gelişti.



Şekil 4.2. 8 yaşında kız hasta tibia cisim kırığı nedeniyle elastik intramedüller çivileme yapıldı. Sırasıyla ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve postoperatif 2. yıldaki ön-arka ve yan grafileri

4.3. Önkol Çift Kemik Kırığı Olan Hastalar

Kaynama zamanı ortalama 7.3 (5-12) haftaydı. Hastaların son kontrolünde yapılan fizik muayenesinde dirsek ve el bileği eklem hareket açıklıkları, önkol supinasyon-pronasyon hareketleri değerlendirildi. Hastaların yatış süresi ortalama 5.2 (1-11) gündü. Hastaların ortalama izlem süresi 40.3 (24-86) aydı. Ortalama implant çıkarılma zamanı 11.8 (2-48) aydı. Hastaların son kontrol grafilerinde karşı taraf ile karşılaştırıldığında; 2 hastada radiusta uzama saptandı, ortalama 5 (2-8) mm. 2 hastada ulnada uzama saptandı, ortalama 4 (2-6) mm. 7 hastada radius ve ulnada kısalık saptandı, ortalama 5.8 (2-19) mm. 21 hastada uzunluk farkı saptanmadı. 4 hastada radiusta koronal planda (varus/valgus) açılanma saptandı, ortalama 4.2° (2°-7°), 3 hastada ulnada koronal planda (varus/valgus) açılanma saptandı, ortalama 3° (2°-4°). 7 hastada radiusta sagittal planda (anterior/posterior) açılanma saptandı, ortalama 5.4° (3°-12°), 3 hastada ulnada sagittal planda (anterior/posterior) açılanma saptandı, ortalama 3.6° (2°-6°). 18 hastada açılanma saptanmadı. Hastaların hareket açıklığı tam olarak ölçüldü ve rotasyonel deformite saptanmadı. Şekil 4.3.'de önkol çift kemik kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uygulanan hastanın grafileri yer almaktadır. 5 hastada ameliyat sonrası istenmeyen durum görüldü. 3 hastada ulna giriş yerinde irritasyon, 1 hastada radial sinir duyu alanında hipoestezi ve 1 hastada ulnada kaynamama gelişti. Radial sinir hipoestezi olan hastada ilaç ile sağaltım sonrası 6 ayda iyileşme görüldü. Ulna kaynamaması olan hastaya implant çıkarılma sonrası kırık hattına 2 kez kemik iliği enjeksiyonu uygulandı ve kaynama sağlandı.



Şekil 4.3. 13 yaşında erkek hasta önkol çift kemik kırığı nedeniyle elastik intramedüller çivileme yapıldı. Sırasıyla ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve postoperatif 3. yıldaki ön-arka ve yan grafileri

5. TARTIŞMA

Çocuk kemik yapısının özelliklerinden dolayı, iskelet sistemi yaralanmalarının erişkinlerdeki benzer yaralanmalardan farklı özellikleri, istenmeyen durumları ve sağaltım seçenekleri vardır. Çocuk iskelet sistemi, stres karşısında daha esnek bir yapıya, yetişkinlere oranla daha kalın periost tabakasına, büyüme potansiyeli nedeniyle artmış yeniden şekillenme özelliğine ve daha kısa iyileşme zamanına sahiptir (2). Çocuk kırıklarında çoğunlukla konservatif yöntemlerle sağaltım uygulanır. Cerrahi gerektiren çocuk uzun kemik cisim kırıklarında, plak vida ile tespit, kilitli intramedüller çivileme, elastik intramedüller çivileme ya da eksternal fiksasyon gibi sağaltım yöntemleri kullanılmaktadır. Elastik stabil intramedüller çivileme kırık hattında hafif harekete izin vermesi, büyüme plağı yaralanması olmadan birincil kemik kaynaması, küçük ve estetik bir skar dokusu oluşturan minimal girişimsel bir yöntem olması nedeniyle çocuk uzun kemik cisim kırıklarında tercih edilmektedir (1).

Teknolojideki gelişmeler, hızlı iyileşmeye izin veren minimal ve geçici tespit, hastanede yatış süresini kısıtlayan sosyal ve finansal baskılar ve her olguda mükemmel bir sonuç için toplumun beklentisi gibi nedenler cerrahiye eğilimi arttırmıştır (1). Görüntüleme kullanılan teknoloji oldukça gelişmiş olduğundan perkütanöz yöntemlerle kırıklara internal olarak kolaylıkla sağaltım uygulanabilir hale gelmiştir. Aileler bilinçlenmiş ve çocukları için mükemmel ya da anatomik kırık pozisyonu beklentisi içerisine girmişlerdir. Bu baskılar hekimi mükemmel dizilim açısından cerrahiye sevk etmektedir (16).

Yaptığımız çalışmanın ileriye yönelik olmaması, karşılaştırma grubunun olmaması ve hasta sayısının daha kesin sonuçlara varmak için yeterli düzeyde olmaması zayıf yönleriydi.

Elastik stabil intramedüller çivileme cerrahisi sonrası ekstremité uzunluk eşitsizliği görülebilir. Genellikle çocuklarda femur cisim kırıkları sonrasında bildirilmiştir. Kısalık en yaygın olarak kırık hattında üst üste binme sonucu oluşmaktadır. Narayan ve arkadaşlarının yaptıkları 78 hastanın dahil edildiği çalışmada femur cisimde uzun oblik kırığı bulunan 6 hastanın üçünde 2 cm'nin

altında kısalık geliştiği saptanmış ve bunun kırık redüksiyonundan kaynaklandığı düşünülmüştür (47). Aşırı büyüme ise 2-10 yaş arası çocuk femur cisim kırığı sonrası ilk 2 yıl içerisinde ortalama 1.5 cm gelişebilmektedir (1). 6-12 yaş arası femur cisim kırığı nedeniyle intramedüller çivileme ya da plak-vida fiksasyonu yapılan çocuk hastalarda aşırı büyüme çok düşük oranlarda görülmektedir (47,48,49,50,51). Flynn ve arkadaşları yaptıkları çalışmada femur cisim kırığı sonrası ekstremitte uzunluk eşitsizliğini 1 cm'ye kadar mükemmel, 1-2 cm arasını kabul edilebilir ve 2 cm üzerinde kötü sonuç olarak değerlendirmişlerdir (48). Philippe Gicquel ve arkadaşları 45 hastaya tibia cisim kırığı sonrası elastik intramedüller çivileme yapmışlar 2 hastada 1 cm üzerinde uzunluk artışı saptamışlar ancak uzunluk artışı olan hastalarda aynı taraf femur cisim kırığı olması nedeniyle uzunluk artışının femur cisim kırığına bağlı olduğunu düşünmüşlerdir (52). Sankar ve arkadaşları 19 hastaya tibia cisim kırığı sonrası elastik stabil intramedüller çivileme uygulamış ve uzunluk eşitsizliği saptamamışlardır (45). Adarsh ve arkadaşları yaptıkları çalışmada tibia cisim kırığı nedeniyle elastik stabil intramedüller çivi uygulamışlar ve 24 hastadan birinde 1.5 cm uzunluk artışı saptamışlardır (53). Buckley ve arkadaşlarının yaptıkları 42 açık tibia cisim kırığı bulunan hastanın dahil edildiği çalışmada 4 hastada 1cm'den daha fazla uzunluk artışı bildirmişlerdir (54). Yung, önkol çift kemik kırığı sonrası perkütan K teli uyguladığı 57 hastanın değerlendirmesinde, bir hastada ulnada 1cm kısalma saptamış ancak bunun cerrahiden ziyade ilk travmayla ilişkili olabileceğini savunmuştur (55). Bizim çalışmamızda femur cisim kırığı sonrası elastik stabil intramedüller çivi uygulan hastaların birinde 10 mm ve birinde de 16 mm uzunluk artışı saptandı. 16 hastada ise 1 cm altında uzunluk artışı saptandı. 5 hastada 1 cm altında kısalık saptandı. Tibia cisim kırığı sonrası elastik stabil intramedüller çivi uyguladığımız hastaların 7'sinde uzunluk artışı saptandı, ortalama 5.2 (2-10) mm'idi, 1 cm'yi geçen uzunluk artışına rastlanmadı. 4 hastada kısalık saptandı, ortalama 4.2 (2-10) mm'idi. Önkol çift kemik kırığı sonrası elastik stabil intramedüller çivi uyguladığımız hastaların ikisinde radiusta uzunluk artışı saptandı, ortalama 5 (2-8) mm, ikisinde de ulnada uzunluk artışı saptandı, ortalama 4 (2-6) mm. 7 hastada radius ve ulnada kısalık saptandı, ortalama 5.8 (2-19) mm. Bizim çalışma grubumuzda görülen uzunluk artışı çocuk uzun kemik kırıkları sonrası beklenen bir

bulgudur, kısalık nedeni olarak ise biz kırık redüksiyonundan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Küçük çocukların yeniden şekillenme potansiyeli büyük çocuklara oranla daha iyidir. Yanlış kaynamaları değerlendirirken bu nedenle hastanın yaşını göz önünde bulundurmak gerekir (56). Çocukluk çağı obezitesindeki artış nedeniyle sagittal ve koronal planda açılanma eğilimi olan femur kırıklarında elastik stabil intramedüller çivileme uygulanacaksa dikkatli olunmalıdır çünkü uygulanan çivide yetmezlik gelişmesi ya da yanlış kaynama riski mevcuttur. Li ve arkadaşları yaptıkları biyomekaniksel değerlendirmede, femur cisim orta hatta transvers kırığı olan 40-45 kilogramdan ağır hastalarda koronal ve sagittal planda redüksiyon kaybı riski olduğunu belirtmişlerdir (57). Flynn ve arkadaşları yaptıkları çalışmada femur cismi için koronal ve sagittal plan açılanmasını 5 dereceye kadar mükemmel, 5-10 derece arasında kabul edilebilir ve 10 derece üzeri kötü sonuç olarak değerlendirmişlerdir (48). Goodwin ve arkadaşları yaptıkları çalışmada elastik stabil intramedüller çivileme yapılan tibia cisim kırıklı hastalarda sagittal ya da koronal planda en az 10 derece açılanmanın en sık istenmeyen durum olduğu sonucuna ulaşmışlardır (58). Sankar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada tibia cisim kırığı nedeniyle elastik stabil intramedüller çivi uyguladıkları 19 hastada sagittal planda ortalama 2 derece, koronal planda ortalama 3 derece açılanma tespit etmişlerdir (45). İki hastada 7 ve 9 derece valgus ve bir hastada da 6 derece varus açılanması tespit etmişlerdir. Bir hastada da 6 derece posterior açılanma saptamışlardır. Önkol çift kemik kırığı sonrası oluşan açısız deformiteler kozmetik sorunun yanı sıra pronasyon ve supinasyon hareketlerinde kısıtlılığa yol açabileceğinden dikkat edilmesi gereken sorunlardandır. Tarr, kadavra çalışmasında 10 dereceye kadar olan açısız ve torsiyonel deformitenin pronasyon ve supinasyon hareketinde minimal kısıtlanmaya yol açtığını, bu kısıtlanmanın kolaylıkla tolere edilebileceğini ve kozmetik olarak kabul edilebilir olduğunu ortaya koymuştur (59). Matthews, deneysel kadavra çalışmasında tek ya da her iki kemikteki 20 derecelik açılanmanın önkol rotasyonunda ortalama %30'luk kayıpla sonuçlandığını, 10 derecenin altında olan deformitenin yol açacağı rotasyon kaybını tolere edilebilir olduğunu savunmuştur (60). Daruwalla, açısız ve torsiyonel deformitenin önkol rotasyonları üzerine etkisini incelediği ayrıntılı klinik çalışmasında, radiustaki volar açılanmaların pronasyon

kısıtlılığın neden olduğunu, supinasyonun daha çok radius ve ulnanın interosseöz alana yer değiştirmesinden etkilendiğini görmüştür. Serisinde incelediği önkol kırığı nedeniyle konservatif sağıltım uygulanan 53 çocuğun %58'inde önkol rotasyonlarında değişik oranlarda kayıp saptamıştır. Ancak hastaların hiç birinde aktivite kısıtlanması saptamamıştır. İlginç bir sonuç olarak radius ve ulnada tam anatomik dizilim sağlansa bile bir miktar rotasyon kaybının olabileceğini ortaya koymuştur (61). Bizim çalışmamızda femur cisim kırığı sonrası elastik stabil intramedüller çivi uyguladığımız hastaların 14'ünde 5 derece altında açılanma, 8'inde 5-10 derece arasında açılanma saptadık. Tibia cisim kırığı sonrası elastik stabil intramedüller çivi uyguladığımız hastaların 10'unda koronal planda (varus/valgus) ortalama 4.1° (2° - 12°) açılanma saptandı, 11'inde sagittal planda (anterior/posterior) ortalama 4° (2° - 7°), açılanma saptandı. Açılanma olan hastaların 5'inde hem koronal hem de sagittal planda açılanma mevcuttu. Önkol çift kemik kırığı sonrası elastik stabil intramedüller çivi uyguladığımız hastaların birinde 10 derece üzerinde (12 derece) açılanma saptandı, 7 hastada 10 derece altında açılanma mevcuttu. Hastaların hiçbirinde hareket kısıtlılığı saptanmadı. Çalışma grubumuzdaki bahsedilen açılanma değerleri son kontrol grafilerindeki değerlerdir, cerrahi sonrasındaki açılanmalar değerlendirilmediğinden yeniden şekillenme hakkında yorumda bulunamamaktayız.

Çocuk kırıkları sonrası kaynamama seyrek görülen bir durumdur. Saseendar ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada femur cisim kırığı bulan 16 hastaya kapalı redüksiyon ve elastik stabil intramedüller çivileme uygulamışlar ve kaynamama bildirmemişlerdir (62). Öztürkmen ve ark. yaptıkları çalışmada femur cisim kırığı sonrası 26 hastaya intramedüller elastik çivi uygulamışlar ve kaynamama bildirmemişlerdir (63). Garner ve ark. yaptıkları çalışmada femur cisim kırığı sonrası intramedüller elastik çivi uygulamışlar ve kaynamama bildirmemişlerdir (64). O'Brien ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada tibia cisim kırığı sonrası 14 hastaya elastik stabil intramedüller çivileme yapmışlar ve kaynamama saptamamışlardır (65). Sankar ve arkadaşları tibia cisim kırığı sonrası 19 hastaya elastik stabil intramedüller çivileme yapmışlar ve kaynamama saptamamışlar (45). Küçükkaya, önkol çift kemik kırığı sonrası intramedüller K teli uyguladığı 31 hastadan ikisinde kaynamama bildirmiştir (30). Fernandes ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada 537 önkol çift

kırık sonrası elastik intramedüller çivi uygulamışlar ve 7 hastada ulnada kaynamama saptamışlardır (66). Ogondo yaptığı çalışmada önkol çift kemik kırığı sonrası elastik çivi uygulamış, bir hastada radius ve ulnada kaynamama saptamış ve bu olgunun osteogenezis imperfekta hastası olduğunu belirtmiştir (67). Bazı yazarlar ulna medüller kanal çapı ile çivi kalınlığının uyumsuzluğunun kaynamamaya sebep olacağını belirtmektedir (67,68,69). Bizim çalışmamızda femur, tibia ve radius cisim kırığı sonrası elastik stabil intramedüller çivi uyguladığımız hastalarda kaynamama görülmedi, bir hastada ulnada kaynamama gelişti ve bu hastaya iki kez kemik iliği enjeksiyonu yapıldı ve kaynama sağlandı. Bu hastada herhangi bir sistemik hastalık bulunmamaktaydı. Çocuk kırıklarında kaynamama gelişmesinin literatür ile uyumlu olarak seyrek olduğu görülmüştür.

Hastanın yaşı, kırığın yeri ve tipinden bağımsız olarak iyi işlevsel sonuç ve düşük istenmeyen durum oranları bildirmişlerdir (70). Literatürde birçok çalışmada osteomyelit (48,71), tekrar kırık (48, 72, 73), asemptomatik proksimal çivi ilerlemesi (74) gibi istenmeyen durumlar bildirilmiştir. Tibia cisim kırıkları sonrası titanyum elastik çivi uygulamasının bazı çalışmalarda en yaygın istenmeyen durumu olarak %7-40 arası sıklıkta çivi giriş yeri irritasyonu bildirilmiştir. (45,48,70). Tischer önkol çift kemik kırığının alçı ile sağaltımı sonrası yeniden kırık oranını %5 olarak bildirmiştir. Schwartz, önkolda yeniden kırık nedenleri olarak; aynı travmanın tekrarı, lokal perfüzyon artışı, alçının erken çıkarılması, alçı tekniğinin kötü uygulanması, redüksiyonun uygunsuz olması şeklinde tanımlamıştır (75). Özellikle yeşil ağaç kırığından sonra yeniden kırık insidansının yüksek oluşuna dikkat çekerek sağlam korteksin kırılması gerektiğini savunmuştur. Luhmann, ön kol çift kemik kırığı sonrası karşılaştığı istenmeyen durumları major ve minör istenmeyen durumlar olarak sınıflandırmış; 25 hastalık seride 2 major ve 4 minör istenmeyen durumu değerlendirmiştir. Major istenmeyen durum olarak bir olguda ulnadaki telin migrasyonu, bir olguda ulnada gecikmiş kaynama olmasını, minör istenmeyen durum olarak bir olekranon üzerinde tel irritasyonu, bir süperfisial radial sinir irritasyonu, iki geçici ulnar sinir nöropatisi saptamıştır (76). Bizim çalışmamızda femur cisim kırığı sonrası elastik stabil intramedüller çivi uyguladığımız hastalarda osteomyelit ve proksimal çivi ilerlemesi görülmedi, ancak bir olguda implant çıkarılma sonrası yeniden kırık gelişti, tibia cisim ve önkol çift kemik kırığı olan hastaların

takiplerinde yeniden kırık görülmedi. Femur cisim kırığı bulunan bir hastada elastik çivi geri gelmesi nedeniyle revizyon cerrahisi uygulandı, çivi kalınlığının uygun seçilmemesi sonucunda sorunun geliştiği düşünüldü. Çalışmamızda tibia cisim kırığı sonrası elastik stabil intramedüller çivileme yapılan hastalardan sadece birinde çivi giriş yeri irritasyonu görüldü. Önkol çift kemik kırığı sonrası elastik intramedüller çivileme yapılan hastalardan 3'ünde ulna giriş yerinde cilt irritasyonu gelişti. Bir hastada geçici (6 aylık sürede) radial sinir duyu arazı gelişti. Bu istenmeyen durumun elastik çivi girişi esnasında sinir yaralanmasına bağlı geliştiği düşünüldü. Çalışma grubumuzda da en sık görülen istenmeyen durum olan çivi giriş yeri irritasyonunun uç koruyucu kullanılmamasına ve çivi uçlarının uzun bırakılmasına bağlı geliştiğini düşünmekteyiz.

Tetsuo Yamaji ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada femur cisim kırığı sonrası kaynama zamanı ortalama 8.4 hafta (77), Aktekin ve arkadaşları yaptıkları çalışmada femur cisim kırığı sonrası ise ortalama kaynama zamanını 13 hafta olarak saptamışlardır (78). Kaynama zamanı açısından yapılan değerlendirmelerde, Sankar ve arkadaşlarının yaptığı 19 hastanın dahil edildiği tibia cisim kırıklı çalışmada ortalama 11 haftada kaynama sağlanmış (45), O'Brien ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 16 tibia cisim kırığı olan hastaya elastik çivi uygulaması yapılmış ve 9 haftada kaynama sağlanmış (65), Goodwin ve arkadaşları yaptıkları çalışmada tibia cisim kırığı sonrası elastik stabil intramedüller çivi uygulamışlar ve 13 haftada kaynama saptamışlar (58). Cullen ve arkadaşları yaptıkları çalışmada önkol çift kemik kırığı sonrası ortalama 10 haftada kaynama saptamışlardır (79). Flynn ve arkadaşları yaptıkları çalışmada önkol çift kemik kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uygulamışlar ve kaynama zamanını ortalama 9.2 hafta olarak saptamışlardır (80). Bizim çalışmamızda femur cisim kırığı sonrası ortalama kaynama zamanı 9.2 hafta, tibia cisim kırığı sonrası kaynama zamanı ortalama 8.7 hafta ve ön kol çift kemik kırığı sonrası ortalama kaynama zamanı 7.3 hafta olarak saptandı. Kaynama zamanı açısından çalışma grubumuzun bulguları literatür ile uyumludur.

Hastanede kalış süresinin kısa olması maliyet ve hasta yakını memnuniyeti açısından önemlidir. Flynn ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada femur cisim kırığı bulunan hastaların ortalama yatış süresi elastik çivi uygulananlarda 5 gün, traksiyon ve alçı uygulananlarda ise 24 gün olarak saptanmıştır (81). Aktekin ve arkadaşları 6-

12 yaş arası femur cisim kırığı bulunan hastalara elastik çivi uygulaması yapmışlar ve ortalama yatış süresi 3.2 (2-7) gün olarak saptamışlardır (78). Rios ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada 5 -12 yaş arası femur cisim kırığı bulunan hastalara elastik çivi uygulamışlar ve ortalama yatış süresini 7.8 gün olarak saptamışlardır (82). Anastasopoulos ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada femur cisim kırığı sonrası elastik çivi uygulanan hastaların ortalama hastanede kalış süresi 5.1 gün olarak bulmuşlar (83). Griffet ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada tibia cisim kırığı sonrası elastik çivi uygulanan hastalarda ortalama hastanede kalış süresi 3.8 gün olarak bulunmuş (84). Young ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada tibia cisim kırığı sonrası ortalama hastanede kalış süresi 8 gün olarak bulunmuş (85). Kalenderer ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ön kol çift kemik kırığı sonrası elastik çivi uygulanan hastaların ortalama hastanede kalış süresi 4.5 gün bulmuşlardır (86). Kumar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada önkol çift kemik kırığı sonrası ortalama hastanede kalış süresi 3.2 gün olarak bulunmuş (46). Biz çalışmamızda femur cisim kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uyguladığımız hastaların hastanede ortalama yatış süresi 6.7 gün, tibia cisim kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uyguladığımız hastaların hastanede ortalama yatış süresi 8.3 gün, önkol çift kemik kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uyguladığımız hastaların hastanede ortalama yatış süresi 5.2 gün olarak bulduk. Çalışmamızda hasta yatış süreleri açısından kesin yargıya varılamamıştır çünkü acil olgular dışında, hastaların ameliyata alınma sürelerinin kurum çalışma şartlarına ve sorumlu cerrahın tercihinine göre değişiklik gösterdiğini düşünmekteyiz.

Rios ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 5 -12 yaş arası femur cisim kırığı bulunan hastalara elastik çivi uygulamışlar ve ortalama 6 ayda implantları çıkarmışlardır (82). Flynn ve arkadaşları yaptıkları çalışmada femur cisim kırığı sonrası uygulanan elastik stabil intramedüller çivileri genellikle 6. ayda çıkarmışlardır (48). Aktekin ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada femur cisim kırığı sonrası uyguladıkları elastik çivileri ortalama 7.2 ayda çıkarmışlardır (78). Sankar ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada tibia cisim kırığı sonrası elastik çivi uygulamışlar ve ortalama 5.5 ayda implantları çıkarmışlardır (45). Haddad ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise tibia cisim kırığı sonrası elastik çivi uygulamışlar ve ortalama 9.5 ayda implantlar çıkarılmıştır (87). Ayman ve arkadaşları yaptığı

çalışmada ön kol çift kırık sonrası elastik çivi uygulamışlar ve ortalama 8. ayda implantları çıkarmışlardır (88). Kalenderer ve arkadaşları yaptıkları çalışmada önkol çift kırık sonrası kischner teli ile fiksasyon yapmış ve ortalama 40.5 günde implantları çıkarmışlardır (86). Küçükkaya ve arkadaşları yaptıkları çalışmada önkol çift kırık sonrası kischner teli ile fiksasyon yapmış ve 6-8. haftada telleri çıkarmışlardır (30). Biz, çalışmamızda femur cisim kırığı sonrası elastik çivi uyguladığımız hastaların ortalama implant çıkarılma zamanını 9.1 ay, tibia cisim kırığı sonrası elastik çivi uyguladığımız hastaların ortalama implant çıkarılma zamanını 9.5 ay ve ön kol çift kırık sonrası elastik çivi uyguladığımız hastaların ortalama implant çıkarılma zamanını 11.8 ay olarak saptadık. Çalışmamızda implant çıkarılma sürelerinin uzun olmasını ailelerin çocukların eğitimi nedeniyle cerrahiye yaz aylarına ertelemek istemesine bağlamaktayız.

Çocuk uzun kemik cisim kırıklarında elastik intramedüller çivileme sonrası atelleme konusu tartışmalıdır. Metaizeau ve ark. femur cisim kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uyguladıkları hastalarda atel kullanmamışlardır (40). Spiegel ve ark. femur cisim kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uygulamışlar ve atel uygulamamışlardır (89). Garner ve ark. yaptıkları çalışmada femur cisim kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uygulamışlar ve 2.2 hafta atel uygulamışlardır (64). Flynn ve ark. yaptıkları çalışmada femur cisim kırığı sonrası elastik intramedüller çivileme uygulamışlar, 1/3 orta bölgede kırığı olanlara atel uygulanmamış, ancak 1/3 proksimal bölgede 5°'den fazla açılanması olan hastalarda postoperatif 4-6 hafta atel kullanmışlardır (48). Sankar ve ark. tibia cisim kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uygulamışlar ve postoperatif 6 hafta atel uygulamışlar (45). Griffet ve ark. tibia cisim kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uyguladıkları 82 hastanın 3'üne atel uygulamışlar, bu hastaların birinde komplike tibia kırığı olması nedeniyle, diğer 2 hastaya ise şehirler arası yolculuk yapacağı için atel uyguladıklarını belirtmişlerdir (84). Ayman ve arkadaşları önkol çift kemik kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uyguladıkları hastalara kırık iyileşmesi görülene kadar atel uygulamışlardır (88). Kumar ve ark. önkol çift kemik kırığı sonrası elastik intramedüller çivi uyguladıkları hastalara 2-4 hafta atel uygulamışlardır (46). Bizim çalışmamızda femur, tibia ve önkol çift kemik kırığı bulunan hastalara kırık hattında kaynama görülene kadar atel uyguladık. Literatürde atel konusunda kesin bir yargı bulunmamakla beraber, atel

uygulama konusunda elastik çivi uygulayan cerrahın tercihine göre değiştiğini düşünmekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kliniğimizde 5-15 yaş arası uzun kemik kırığı sonrası intramedüller titanyum elastik çivi uyguladığımız çocuk hastaların klinik ve radyolojik sonuçları literatür bilgilerinin ışığı altında değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuç ve önerilere ulaşılmıştır.

- 1) Çocuk femur, tibia ve önkol çift kemik cisim kırıklarının çoğunlukla düşme (spor yaparken, ev içinde, sokakta yürürken, merdivenden düşme, itilerek düşürülme) sonrası görülmektedir.
- 2) 5-15 yaş arası instabil femur cisim kırığı varlığında cerrahi teknik olarak intramedüller titanyum elastik çivi uygulamasının literatür ile karşılaştırıldığında radyolojik ve klinik olarak yeterli sonuçlar verdiği görülmüştür.
- 3) 5-15 yaş arası tibia cisim kırığı ve önkol çift kemik kırığı bulunan, alçılama ile uygun pozisyon sağlanamayan ya da alçılama sonrası pozisyon kaybı gelişen hastalarda intramedüller elastik çivi uygulaması yeterli radyolojik ve klinik sonuçlar vermiştir.
- 4) Çocuklarda uzun kemik cisim kırığı nedeniyle intramedüller titanyum elastik çivi uygulaması sonrası ekstremiteler uzunluk eşitsizliği görülebilmekte ancak bu eşitsizliğin klinik olarak sorun oluşturmadığı görülmüştür.
- 5) Çocuklarda uzun kemik cisim kırığı nedeniyle intramedüller titanyum elastik çivi uygulaması sonrası çoğunlukla kabul edilebilir sınırlar içerisinde koronal ve/veya sagittal planda açılma olduğu görülmüştür.
- 6) İntramedüller elastik çivi uyguladığımız hastaların kaynama zamanlarının literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür.
- 7) Kırık olan ekstremitenin ameliyat sonrası kallus oluşuncaya kadar hareketsiz bırakılması tarafımızca tercih edilmektedir.
- 8) İntramedüller elastik çivi uygulaması sonrası istenmeyen durum gelişme olasılığının düşük olduğu görülmüştür. İntramedüller elastik çivi uygulaması sonrası en sık görülen istenmeyen durumun çivi giriş yeri irritasyonu olduğunu ve bunun için çivilerin kemik dışında kalan kısımlarının çıkarılmayı

engellemeyecek şekilde mümkün olduğunca kısa kesilmesi ve özellikle uç koruyucu kullanılması gerektiğini düşünmekteyiz.

- 9) Hastanede kalış süresinin kısa olmasının hasta ve aile açısından avantaj olduğu görülmüştür.
- 10) İntramedüller elastik çivi uygulanan hastaların implant çıkarılma işlemleri küçük bir kişiyle yapılabildiğinden ikinci cerrahi riskinin düşük olduğunu düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Beaty JH, Kasser JR. Rockwood ve Wilkins. Çocuk Kırıkları. 6. Baskı. Şaylı U, Yıldız C, çeviri editörleri. Lippincott Williams & Wilkins. Güneş Kitapevi, Ankara. 2011.s. 4-19, 21-47, 77-97, 100-131, 223-253, 258-336, 399-441, 662-701, 704-769.
2. Chess DG, Hyndman JC, Leahey JL. Short-arm plaster for paediatric distal forearm fractures. *J Bone Joint Surg (Br)* 1987; 69:506-6
3. Landin LA. Fractures patterns in children. *Acta Orth Scand* 1983;202:1-109
4. Cheng JC, Shen WY. Limb fracture pattern in different pediatric age groups: a study 3350 children. *J Orthop Travm* 1993;7:15-22
5. Hinton RY, Lincoln A, Crockett MM, Sponseller P, Smith G. Fractures of the femoral shaft in children; incidence, mechanisms and sociodemographic risk factors. *J Bone Joint Surg (Am)* 1999;81:500-9.
6. Çetinus E, Ekerbiçer H. Antakya Kırıkhan Devlet Hastahanesi Ortopedi Polikliniği'nde Tedavi Edilen Çocuk Kırıklarının Epidemiyolojik Değerlendirmesi. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2000;34:170-175
7. Landin LA. Epidemiology of children's fractures. *J Pediatr Orthop B* 1997;6:79-83
8. Rucci N. Molecular biology of bone remodelling. *Clin Cases Miner Bone Metab* 2008; 5: 49-56.
9. Clohisy JC, Linskog D, Abu-Amer'Y. Bone and Joint Biology. In: Liberman JR, editör. AAOS Comprehensive Orthopaedic Review. Rosemont, IL:AAOS;2009.p.41-51
10. Buckwalter JA, Glimcher MJ, Cooper RR, Recker R. Bone biology, part I: structure, blood supply, cells, matrix and mineralization. *Instr Course Lect* 1996;45:371-386
11. Downey PA, Siegel MI: Bone biology and the clinical implications for osteoporosis. *Phys Ther* 2006;86:77-91
12. Riggs BL. Overview of osteoporosis. *West J Med* 1991;154:63-77
13. Brinker MR, O'Connor D. Kemik. Miller M (Ed) Miller'ın Ortopedi Kitabı.4. baskı. Yetkin H, Yazıcı M, çeviri editörleri. Ankara, Adya.2006.s. 1-44.

14. Staheli LT. Travma. Pediatrik Ortopedi. Yalçın S, çeviri editörü. Avrupa Tıp Kitapçılık, İstanbul.2005.s.203-260.
15. Hirsch C, Evans FG. Studies on some physical properties of infant compact bone. *Acta Orthop Scand* 1965;35:300-304
16. Herring JA. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. 3. Baskı. CentelT, Seyahi A, çeviri editörleri. Hayat Tıp Kitapçılık, İstanbul. 2007.s. 2059-2086, 2115-2438
17. Ogden JA, Ganey T, Ligh TR, Southwick WO. The pathology of acute chondraosseous injury in the child. *Yale J Biol Med* 1993;66:219-233
18. Harris WR. The endocrine basis for slipping of the upper femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg (Br)* 1950;32:5-10
19. Schnitzer JE, Mc Kinstry P, Light TR, et al. Quanttitation of regional osseus circulation in the maturing canine tibia and femur. *Surg Forum* 1980;31:509-511
20. Jacobsen F, Stig MD. Periosteum: It's relation to Pediatric Fractures. [Editorial] *J Pediatr Orthop B* 1997;6:84-90
21. Wilkins KE. Principles of fracture remodeling in children. *Injury* 2005;36:3-11
22. Rodriguez-Merchan EC. Pediatric fractures of the forearm. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 432:65-72
23. Perona PG, Light TR. Remodeling of the skeletally immature distal Radius. *J Orthop Trauma* 1990;4:356-361
24. Hougaard K. Femoral shaft fractures in children: a prospective study of the overgrowth phenomenon. *Injury* 1989;20:170-172
25. Shapiro F. Fractures of the femoral shaft in children. The overgrowth phenomenon. *Acta Orthop Scand* 1981;52:649-655
26. Clement DA, Colton CL. Overgrowth of the femur after fracture in childhood: an increased effect in boys. *J Bone Joint Surg (Br)* 1986;68:534-540
27. Koval J.K.,Zuckerman J.D. Pediatrik ön kol kırıkları (çeviri: F. Eksioğlu) Sayılı U (Editör). Hareket sistemi kırıkları ve çıkıkları el kitabı. 2. Baskı. Ankara: Güneş Kitabevi. 2004.s.343-344
28. Currey JD, Butler G. The mechanical properties of bone tissue in children. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57:810-814
29. Mabrey J.D.,Fitch R.D. Plastic Deformation in Pediatric Fractures;Mechanism and Treatment. *J Pediatr Orthop* 1989;9:310-14

30. Küçükkaya, Çocuk Önkol Diafiz Kırıklarının Açık Elastik İntramedüller Fiksasyon İle Tedavisi. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1998;32:103–106
31. Hungston J, Fractures of the Forearm in Children. *J Bone Joint Surg* 1962;44-A:1678–93.
32. Potts WJ. The role of the hematoma in fracture healing. *Surg Gynecol Obstet* 1933;57:318-324
33. Ege R. Kırıklar, Eklem ve diğer yaralanmalar. *Travmatoloji*. 5. Baskı. Ankara: Bizim Büro Basımevi. 2001.s.111-118, 981-1058.
34. Matsen FA 3rd, Veith RG. Compartmental syndromes in children. *J Pediatr Orthop* 1981;1:33-41
35. Matsen FA 3rd, Winkquist RA, Krugmire RB. Diagnosis and management of compartmental syndromes. *J Bone Joint Surg (Am)* 1980;62:286-291
36. Canale S.T. *Chamberlains's Operative Orthopaedics*.2003. Mosby 10th ed. p:3742-3743
37. Drummond DS; Salter RB, Boone J. Fat embolism in children: its frequency and relationships to collagen disease. *Can Med Assoc J* 1969 23;101:200-203
38. Hoffer MM, Garret A, Brink J, Perry J, Hale W, Nickel VL. The orthopaedic management of brain-injured children. *J Bone Joint Surg (Am)* 1971;53:567-577
39. Tredwell SJ, Van Peteghem K, Clough M. Pattern of forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1984;4:604-608
40. Ligier J.N, Metaizeau J.P, Prevot J. Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaft fractures in children. *J Bone Joint Surg* 1988;70:74-77
41. Beaty J.H, Austin S.M, Warner W.C, İnterlocking intramedullary nailing of femoral shaft fractures in adolescents: preliminary results and complications. *J Pediatr Orthop* 1994;14:178-183
42. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of 1025 fractures of long bones. Retrospective and prospective analysis. *J Bone Joint Surg (Am)* 1976;58:453—8
43. Gustilo, Ramon B, MD;Gruninger, Robert P, MD;Davis, Tracy. Classification of Type III (Severe) Open Fractures Relative to Treatment and Results. *Orthopedics* 1987;10:1871-12

44. Metaizeau J.P. Stable elastic intramedullary for fractures of the femur in children. *J Bone Joint Surg (Br)* 2004;86-B:954-7
45. Sankar WN, Jones KJ, David Horn B, et al: Titanium elastic nails for pediatric tibial shaft fractures. *J Child Orthop* 2007;1:281–286
46. Kumar N, Ballal M.S, Use of elastic stable intramedullary nailing for treating unstable forearm fractures in children. *J Trauma* 2008;65:109–115
47. Narayanan UG, Hyman JE, Wainwright AM, et al. Complications of elastic stable intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures, and how to avoid them. *J Pediatr Orthop* 2004;24:363–369.
48. Flynn JM, Hresko T, Reynolds RA, et al: Titanium elastic nails for pediatric femur fractures – a multicenter study of early results with analysis of complications. *J Pediatr Orthop* 2001; 21:4–8
49. Wall EJ, Jain V, Vora V, et al. Complications of titanium and stainless steel elastic nail fixation of pediatric femoral fractures. *J Bone Joint Surg (Am)* 2008;90:1305–1313.
50. Hedequist D, Bishop J, Hresko T. Locking plate fixation for pediatric femur fractures. *J Pediatr Orthop* 2008;28:6 –9.
51. Sink EL, Hedequist D, Morgan SJ, et al. Results and technique of unstable pediatric femoral fractures treated with submuscular bridge plating. *J Pediatr Orthop* 2006;26:177–181.
52. Gicquel P, Giacomelli MC, Basic B. Problems of operative and non operative treatment and healing in tibial fractures. *Injury Int J Care Injured* 2005;36:44—50
53. Srivastava A.K, Mehlman CT, Wall EJ. Elastic stable intramedullary nailing of tibial shaft fractures in children. *J Pediatr Orthop.* 2008;28:55-68
54. Buckley SL, Smith G, Sponseller PD, et al. Open fractures of the tibia in children. *J Bone Joint Surg (Am)* 1990;72:1462-1469.
55. Yung S.H.,Lam C.Y.,Choi K.Y.,Ng K.W.,Cheng C.J.Y. Percutaneous intramedullary Kirschner wiring for displaced diaphyseal forearm fractures in children. *J Bone Joint Surg* 1998;80:91-94
56. Stans AA, Morrissy RT, Renwick SE. Femoral shaft fracture treatment in patients age 6 to 16 years. *J Pediatr Orthop* 1999; 19:222–228.

57. Li Y, Stabile KJ, Shilt JS: Biomechanical analysis of titanium elastic nail fixation in a pediatric femur fracture model. *J Pediatr Orthop* 2008;28:874–878
58. Goodwin RC, Gaynor T, Mahar A, et al. Intramedullary flexible fixation of unstable pediatric tibial diaphyseal fractures. *J Pediatr Orthop* 2005;5:570Y576.
59. Tarr R.R., Garfinkel A.I., Sarmiento A. The effects of angular and rotational deformities of both bones of the forearm. *J Bone Joint Surg* 1984;66:65-70
60. Mathews S.L., Kaufer H., Garver D.F., Sonstegrad D.A. The effect on supination-pronation of angular malalignment of fractures of both bones of the forearm. *J Bone Joint Surg* 1982;1:14-17
61. Daruwalla J. S. A study of radioulnar movements following fractures of the forearm in children. *Clin Orthop Rel Res* 1979;139:114-120
62. Saseendar S, Menon J, Patro D.K. Treatment of femoral fractures in children: is titanium elastic nailing an improvement over hip spica casting? *J Child Orthop* 2010;4:245–251
63. Öztürkmen Y, Doğrul C, Balioğlu M, Karlı M. Çocuk femur diafiz kırıklarının elastik Ender çivileriyle intramedüller stabilizasyonu. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36:220-227
64. Garner M.R, Bhat S.B, Flynn J.M. Fixation of length-stable femoral shaft fractures in heavier children. *J Pediatr Orthop* 2011;31:11-16
65. O'Brien T, Weisman D.S, Ronchetti P. Flexible titanium nailing for the treatment of the unstable pediatric tibial fracture. *J Pediatr Orthop* 2004;6:88-96
66. Fernandez F.F, Langendörfer M, Failures and complications in intramedullary nailing of children's forearm fractures. *J Child Orthop* 2010;4:159–167
67. Ogonda L, Wong-Chung J, Wray R. Delayed union and non-union of the ulna following intramedullary nailing in children. *J Pediatr Orthop B* 2004;13: 52-60
68. Slongo TF. Complications and failures of the ESIN technique. *Injury* 2005;36:78–85
69. Slongo TF: Ante- and retrograde intramedullary nailing of humerus fractures. *Oper Orthop Traumatol* 2008;20:373–386
70. Khazzam M, Tassone C, Liu XC, et al: Use of flexible intramedullary nail fixation in treating femur fractures in children. *Am J Orthop* 2009;38:49–55

71. Aksoy MC, Caglar O, Ayvaz M, et al: Treatment of complicated pediatric femoral fractures with titanium elastic nail. *J Pediatr Orthop B* 2008;17:7–10
72. Jubel A, Andermahr J, Isenberg J, et al: Experience with elastic stable intramedullary nailing (ESIN) of shaft fractures in children. *Orthopade* 2004;33:928–935
73. Buechsenschuetz KE, Mehlman CT, Shaw KJ, et al: Femoral shaft fractures in children: traction and casting versus elastic stable intramedullary nailing. *J Trauma* 2002;53:914–921
74. Schmittenebecher PP: Osteosynthesis in proximal forearm fractures in children. *Oper Orthop Traumatol* 2008;20:321–333
75. Schwarz N, Pienaar S., Schwarz A.F., Jelen M., Styhler W., Mary J. Refracture of the forearm in children. *J Bone Joint Surg* 1996;78: 740-744
76. Luhmann S.J., Gordeon E.J., Schoenecker L.P. Intramedullary Fixation of Both-Bone Forearm Fractures in Children. *J Pediatr Orthop* 1998;18:451-458
77. Yamaji T, Ando K, Nakamura T. Femoral shaft fracture callus formation after intramedullary nailing: a comparison of interlocking and Ender nailing. *J Orthop Sci* 2002;7:472–476
78. Aktekin C.M, Öztürk A.M, Altay M. Çocuk femur cisim kırıklarında esneyebilen intramedüller çivi uygulaması. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2007;13:115-121
79. Cullen M. C, Roy D.R, Giza E, Crawford H.A. Complications of intramedullary fixation of pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop* 1988;18:14–21
80. Flynn J.M, Kristofer J. Jones, Matthew R. Garner, Jennifer Goebel. Eleven years experience in the operative management of pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop* 2010;30:56-62
81. Flynn J.M, Luedtke L.M, Ganley T.J. Comparison of titanium elastic nails with traction and a spica cast to treat femoral fractures in children - *J Bone Joint Surg* 2004;86:770-778
82. Rios A.U, Arango D.F.S, Molina C.O.V. Femoral shaft fractures treated with stainless steel flexible nails in children aged between 5 and 12 years at the HUSVP: a two-year follow-up. *J Child Orthop* 2009;3:129–135
83. Anastasopoulos J, Petratos D, Konstantoulakis C. Flexible intramedullary nailing in paediatric femoral shaft fractures. *Injury Int J Care Injured* 2010;41: 578–582

84. Griffet J, Leroux J, Boudjouraf N. Elastic stable intramedullary nailing of tibial shaft fractures in children. *J Child Orthop* 2011;5:297–304
85. Young H, Topliss C. Complications associated with the use of a titanium tibial nail. *Injury Int J Care Injured* 2007;38:223-226
86. Kalenderer Ö, Aduş H, Zincirlioğlu G. Çocuk önkol çift kırıklarında sınırlı kesiden açık redüksiyon ve intramedüller çivileme. *Turkish Journal of Arthroplasty and Arthroscopic Surgery* 2002;13:164-168
87. Haddad FS, Desai K, Sarkar JS, Dorrell JH. The AO unreamed nail: freind or foe. *Injury* 1996;27:261-264
88. Ayman M.A, Abdelaziz A, El-Lakanney MR. Intramedullary nailing for diaphyseal forearm fractures in children after failed conservative treatment. *J Orthop Surg* 2010;18:328-331
89. Spiegel D.A, Ganley T.J, Flynn J.M. Titanium elastic nailing of pediatric femur fractures. *Oper Tech Orthop* 2005;15:326-330

