

# İnstabil Çocuk Önkol Diyafiz Kırık Cerrahisinde Açık ya da Kapalı Redüksiyonun Klinik ve Radyolojik Sonuçlara Etkisi

*The Effect on Clinical and Radiological Results of Open or Closed Reduction in Unstable, Paediatric Forearm Diaphyseal Fracture Surgery*

Necdet Sağlam<sup>1</sup>, Tuhan Kurtuluş<sup>1</sup>, Birkan Kibar<sup>1</sup>, Gürsel Saka<sup>1</sup>, Cem Coşkun Avcı<sup>1</sup>, Fuat Akpınar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ümraniye Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi Ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

<sup>2</sup>Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi Ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Bolu

## Özet

**Amaç:** Stabil olmayan çocuk önkol diyafiz çift kırıklarının cerrahisinde, kırık redüksiyonu her iki kemiği açık, her iki kemiği kapalı ve bir kemiği açık diğeri kapalı yapılan hastaların klinik ve radyolojik sonuçları değerlendirildi.

**Yöntem:** İnstabil önkol 1/4 orta cisim kırığı nedeniyle intramedüller çivileme yöntemiyle tedavi edilen 63 çocuk geriye dönük değerlendirildi. Hastaların 13'üne (Grup A; 3 kız, 10 erkek; ort. yaş 10; dağılım;5-15) her iki kemiğe açık yerleştirme; 27'sine (Grup B; 4 kız, 23 erkek; ort. yaş 11; dağılım;5-16) her iki kemiğe kapalı yerleştirme; 23'üne (Grup C; 3 kız, 20 erkek; ort. yaş 11; dağılım;7-14) bir kemiğe açık diğeri kapalı redüksiyon uygulandı. Gustilo-Anderson sınıflamasına göre 15 hastada tip1, iki hastada tip 2 açık kırık vardı. Yaralanmadan cerrahiye kadar geçen süre grup A'da 4, grup B'de 2, grup C'de 2 gündü. Hastalarda Kirschner teli kullanıldı. Hastaların hepsinde hem radius hem ulna tespit edildi. Ortalama takip süresi grup A'da 38, grup B'de 34, grup C'de 39 aydı.

**Bulgular:** Grup A'da ortalama 47, grup B'de 45, grup C'de 46 günde kaynama sağlandı. Çivilerin çıkarılma süreleri grup A'da ortalama 53, grup B'de 82, grup C'de 67 gündü. Gruplar arasında yaş, yaralanmadan cerrahiye kadar geçen süre, tel çıkarma ve takip süresi, cinsiyet, taraf, etiyoloji, komplikasyon dağılımlarında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı (p>0.05). Epifiz hasarı, redüksiyon kaybı, refraktür, derin enfeksiyon, kaynamama, nörovasküler yaralanma, Kirschner teli migrasyonu, sinostoz, angular ya da rotasyonel deformite ve anestezi komplikasyonu gelişmedi.

**Sonuç:** Çocuklarda instabil önkol diyafiz kırıklarının Kirschner teliyle intramedüller tespitinde açık veya kapalı kırık redüksiyonunun fonksiyonel ve radyolojik sonuçlar üzerine etkisi olmadığını istatistiksel olarak gösterildi.

**Anahtar Kelimeler:** Çocuk, önkol, kırık tespiti, intramedüller, radius kırığı/cerrahi, ulna kırığı/cerrahi.

## Abstract

**Objective:** Clinical and radiological results were evaluated of surgery to paediatric unstable forearm diaphyseal double-bone fractures, treated as both bones open, both bones closed and one open, one closed.

**Method:** 63 children treated with intramedullar nailing for an unstable forearm mid 1/4 fracture were retrospectively evaluated. Group A comprised 3 females, 10 males (mean age 10 years) and underwent open reduction on both bones. Group B comprised 4 females, 23 males (mean age 11 years) and underwent closed reduction on both bones. Group C comprised 3 females, 20 male (mean age 11 years,) and underwent open reduction on one bone and closed reduction on the other. The Gustilo-Anderson classification showed 15 patients Type 1 and 2 patients Type 2 open fractures. Mean time to surgery was 4, 2, 2 days for Groups A,B, C. K-wires were used on all patients. Fixation was applied to both the radius and ulna. Mean follow-up periods were 38, 34, 39 months for Groups A, B, C.

**Results:** Union was achieved on mean Day 47, 45, 46 in Groups A,B, C. Nails were removed on mean Day 53, 82 and 67 respectively. No statistically significant difference was determined between the groups in terms of age, time to surgery, nail removal and follow-up period, gender, side, etiology or complications (p>0.05). No significant complications developed.

**Conclusion:** In intramedullar fixation of paediatric unstable forearm diaphyseal fractures with K-wire, open or closed fracture reduction showed no statistical effect on the functional and radiological results.

**Keywords:** Child, forearm, fracture fixation, intramedullary, radius fractures/surgery, ulna fractures/surgery.

## Giriş

Önkol diyafiz kırıkları tüm pediatrik kırıkların % 6 ile %10'unu oluşturur (1).Tedavide amaç kabul edilebilir kırık redüksiyonu sağlamak ve sürdürmektir. Çocuk yaş grubunda, yüksek iyileşme ve remodelling kapasitesinden dolayı tedavide ilk olarak kapalı redüksiyon ve alçılama uygulanır. Bu yöntem ile hastaların % 85'i başarılı bir şekilde tedavi edilir (2). Cerrahi

tedavi, konservatif tedavi kabul edilebilir kemik dizilimini sağlamada başarısızsa, açık kırıklar, patolojik kırıklar, nörovasküler yaralanma, iskelet matüritesi yaklaşan çocuklar, malunion ve yanlış kaynamış kırıklarda uygulanır (3, 4). Cerrahi tedavide, kapalı redüksiyonla beraber pinleme ve alçılama (5, 6), plak-vidalar (7), intramedüller elastik rotlar (8) ve eksternal

## İletişim Bilgisi / Correspondence

Dr. Necdet Sağlam, Ümraniye Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi Ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

E-mail: necdetsaglam@hotmail.com

Geliş tarihi / Received: 29.01.2014 Kabul tarihi / Accepted: 25.02.2014

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest: Yok / None



fiksatorler (9) kullanılır. Uzun süreli alçılama ya da rotasyonel deformite, önkol rotasyonunda anlamlı azalmaya neden olabilmektedir. Bu yüzden anatomik redüksiyon elde etmek önemlidir (10).

Çocuk önkol kırıklarının intramedüller Kirschner (K) teli yöntemiyle osteosentezi, küçük insizyon boyutu, kolay uygulanabilmesi, minimal yumuşak doku diseksiyonu, minimal kozmetik kusura sebep olması, kısa ameliyat süresi, çıkarılmasının kolaylığı, ucuz ve elde edilmesinin kolay olması ve iyi fonksiyonel sonuçlarla güvenilir ve etkin bir seçenektir (6, 11-14).

Bu çalışmada kırık redüksiyonunu her iki kemikte kapalı, her iki kemikte açık ve bir kemiği açık diğerini kapalı redüksiyon yaptığımız ve intramedüller K-telleri ile osteosentez uyguladığımız instabil çocuk önkol kırıklarında fonksiyonel ve radyolojik sonuçları değerlendirmeyi amaçladık.

## Materyal ve Metod

Ocak 2006 ile Aralık 2011 tarihleri arasında intramedüller K teliyle tedavi edilen 78 önkol çift kırıklı çocuk hastadan yeterli takibi yapılabilen 63 hasta retrospektif olarak incelendi. Hastaların hepsinde hem radius hem de ulna diyafiz kırığı vardı. Orta 2/4 diyafiz kırıkları çalışmaya dahil edildi. Monteggia varyantları, galeazzi kırıklı çıkıkları, distal

metafiz kırıkları, aynı ekstremitede ek kırık bulunan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Hastalar ameliyat sırasında kırık redüksiyonun açık ya da kapalı yapılışına göre üç gruba ayrıldı.

Grup A'da her iki kırığı açık redükte edilen 13 hasta (ortalama yaş 10,70±2,93; dağılım 5-15, %76,9 (n=10) erkek %23,1 (n=3) kız) mevcuttu. Hastaların %38,5'de (n=5) sağ %61,5'inde (n=18) sol taraf etkilenmişti. Yaralanmadan cerrahi müdahaleye kadar geçen süre ortalama 4,23±4,59 gün (dağılım; 1-14) idi.

Grup B'de her iki kırığı kapalı redükte edilen 27 hasta (ortalama yaş 11,33±2,90; dağılım 5-16, %85,2 (n=23) erkek %14,8(n=4) kız) mevcuttu. Hastaların %59,3'de (n=16) sağ %40,7'sinde (n=11) sol taraf etkilenmişti. Yaralanmadan cerrahi müdahaleye kadar geçen süre ortalama 2,52±2,89 gün (dağılım; aynı gün-14) idi.

Grup C'de bir kırığı kapalı diğer kırığı açık redükte edilen 23 hasta (ortalama yaş 11,09±2,47; dağılım 7-14, %87 (n=20) erkek %13 (n=3) kız) mevcuttu. Hastaların %52,2'de (n=12) sağ %47,8'sinde (n=11) sol taraf etkilenmişti. Yaralanmadan cerrahi müdahaleye kadar geçen süre ortalama 2,17±1,34 gün (dağılım; aynı gün-5) idi. (Tablo 1).

**Tablo 1:** Hastaların Gruplarına Göre Demografik Özelliklerin Değerlendirilmesi

	Grup A (Açık- Açık) (n=13)	Grup B Kapalı-Kapalı (n=27)	Grup C Açık-Kapalı (n=23)	p
	Ort±SD	Ort±SD	Ort±SD	
Yaş (yıl)	10,70±2,93	11,33±2,90	11,09±2,47	<sup>a</sup> 0,789
Bekleme süresi (gün) (Medyan)	4,23±4,59 (2,00)	2,52±2,89 (2,00)	2,17±1,34 (2,00)	<sup>b</sup> 0,583
Alçı çıkma (gün)	47,00±8,46	45,78±9,00	46,61±7,22	<sup>a</sup> 0,891
Tel çıkma (gün) (Medyan)	53,31±14,03 (52,00)	82,85±99,47 (54,00)	67,13±29,80 (64,00)	<sup>b</sup> 0,295
Takip süresi (ay)	38,70±12,23	33,78±16,24	39,78±16,86	<sup>a</sup> 0,415
	n(%)	n(%)	n(%)	
Cinsiyet				<sup>c</sup> 0,745
Erkek	10 (76,9)	23 (85,2)	20 (87,0)	
Kız	3 (23,1)	4 (14,8)	3 (13,0)	
Taraf				<sup>d</sup> 0,467
Sağ	5 (38,5)	16 (59,3)	12 (52,2)	
Sol	8 (61,5)	11 (40,7)	11 (47,8)	

<sup>a</sup>Oneway ANOVA Test

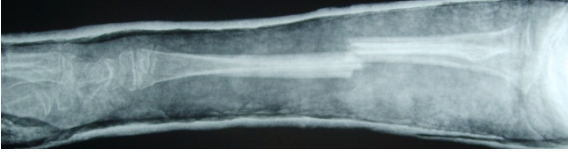
<sup>b</sup>Kruskal Wallis Test

<sup>c</sup>Fisher-Freeman-Halton Test

<sup>d</sup>Pearson Chi-Square Test



**Resim 1.** Düz zeminde düşme sonrası, 13 yaşında erkek hastanın kapalı redüksiyon sonrası sağ önkol diyafiz çift kırığını gösteren oblik grafi



**Resim 2.** Düz zeminde düşme sonrası, 13 yaşında erkek hastanın kapalı redüksiyon sonrası sağ önkol diyafiz çift kırığını gösteren lateral grafi

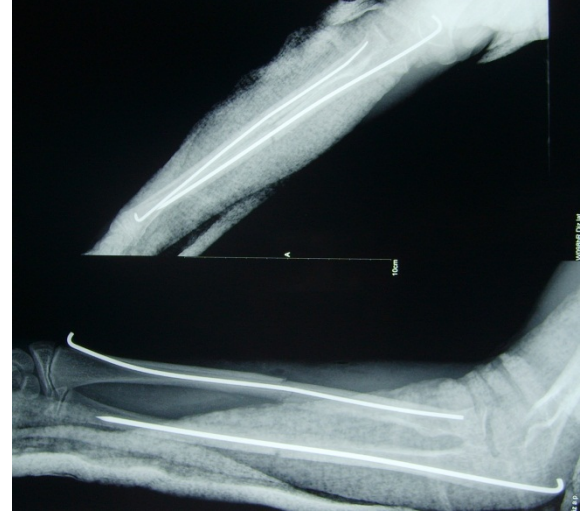
Hastaların hepsine ilk önce acil serviste kapalı redüksiyon ve uzun kol açılama yapıldı. Ön-arka veya yan grafilerde 10°'den fazla açılma ve kırık fragmanları arasında tam deplasman olması cerrahi tedaviye karar verme kriterleri olarak kabul edildi. Açık kırıklara acil serviste redüksiyon sonrası uzun kol atel uygulandı. Genel anestezi altında irigasyon ve debridman sonrası açık veya kapalı redüksiyonla intramedüller tespit yapıldı.

Hastaların hepsinde hem radius hem ulnaya intramedüller K telleri ile osteosentez yapıldı. Gustilo ve Anderson sınıflamasına göre 15 hastada tip1 açık kırık vardı. Bunların %54,4 (n=8) tanesi grup C' de, %46,6 (n=7) tanesi grup A' daydı. Tip 2 açık kırık grup B' de bir ve grup C' de bir hastada mevcuttu. Yaralanma mekanizması hastaların % 82,5 (n=52) basit düşme, %12,7' sinde (n=8) spor aktivitesi sırasında düşme, % 3,2'sinde (n=2) merdivenden düşme ve %1,6'sında (n=1) bisikletten düşme idi.

### Cerrahi Teknik

Hastalar genel anestezi altında supin pozisyonda ameliyat edildi. Turnike kullanılmadı. Floroskopi kontrolünde, önce radius el bilek dorsolateralinden ikinci tünel üzerinden 2 cm insizyonla girilip fizin proksimalinden matkap ucu ile K telinin girebileceği giriş deliği açıldı. Medullaya uygun çapta seçilen K telinin son 1cm'i kırığı redükte edebilmek amacıyla 30 derece açı verilerek büküldü ve telin geri kalan kısmına da 30 derece kadar eğim verildi. K teli intramedüller

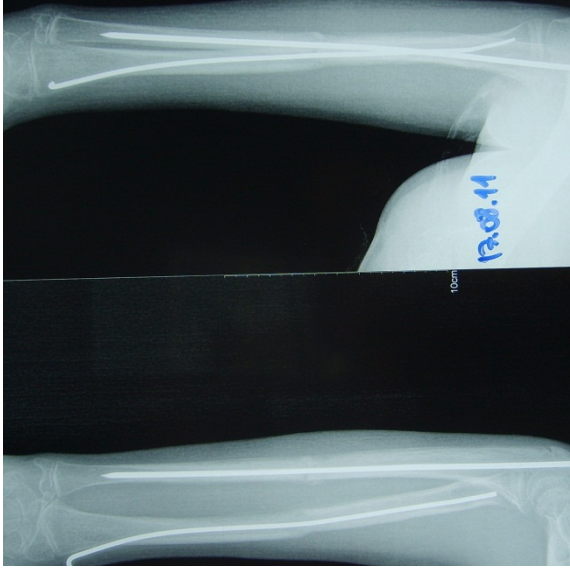
olarak ilerletildi. Teller kırık hattına geldiğinde floroskopi kontrolünde traksiyon ve manipulasyon yapılarak ilerletildi. Kapalı redüksiyon ile başarılı olunamadığı durumda 2-3 santimlik insizyonla açık redüksiyon yapıldı. K teli proksimal fiz hattına 1santim kala durduruldu. Daha sonra olekranon apofizinden matkap ucu yardımı ile giriş deliği açılarak proksimalden distale intramedüller K teli ilerletildi. Aynı şekilde kapalı redüksiyon ile başarılı olunamadığı durumda 2-3 santimlik insizyonla açık redüksiyon yapıldı. K teli distal fiz hattına 1cm kala durduruldu. Açık kırıklı olgularda, travmayla oluşan yara genişletilerek debridman ve irigasyon sonrası kırık eksplore edilerek intramedüller tespit yapıldı. Tel uçları bükülüp cilt altında bırakıldı. Uzun kol alçı atel uygulandı.



**Resim 3.** Ameliyat sonrası 1. gün intramedüller tespiti gösteren anteroposterior ve lateral grafilere

Hastalar ameliyat sonrası en az bir gün hastanede tutuldu. Uzun kol atel içinde ekstremitenin elevasyonu yapıldı. Açık kırıklı hastalara üç gün intravenöz antibiyotik tedavisi verildi. İlk iki ay on beş günde bir, daha sonra ayda bir kontrole çağırıldı. Onuncu günde dikişler alınıp uzun kol sirküler alçı uygulandı. Ortalama 46,33±8,16 gün (dağılım; 32-79) uzun kol alçı ile eksternal tespit yapıldı. Takiplerde radyolojik olarak ön-arka ve yan grafilere dizilim, kaynama, klinik olarak ağrı, el bilek, dirsek ve önkol hareket açıklığı değerlendirildi. Kaynama hem ön-arka hem yan grafilere kortekste köprüleyici kallus görülmesi ile klinik açıdan aktif ve pasif hareketler sırasında ağrı ve hassasiyetin yokluğu olarak tanımlandı. Alçı

çıkarıldıktan sonra hemen dirsek ve el bilek eklem hareket açıklığı egzersizleri başlandı. Teller radyolojik olarak yeterli kallus görüldükten sonra genel anestezi altında ortalama  $71,02 \pm 68,08$  ün (dağılım; 44-510) çıkartıldı.



**Resim 4.** Ameliyat sonrası 2. ay, kırık hatlarında tam kaynama mevcut

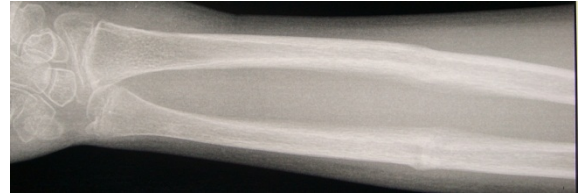
#### İstatistiksel İncelemeler

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007&PASS (Power Analysis and Sample Size) 2008 Statistical Software (Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma, medyan, sıklık, oran) yanısıra normal dağılım gösteren parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Oneway Anova test, normal dağılım göstermeyen parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis test kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Pearson Ki-Kare teste Fisher-Freeman Halton test kullanıldı. Sonuçlar % 95'lik güven aralığında, anlamlılık  $p < 0.05$  düzeyinde değerlendirildi.

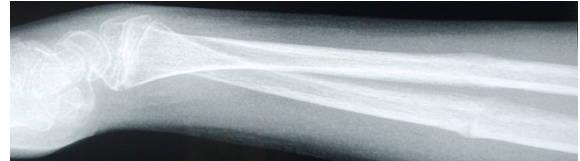
#### Bulgular

Ortalama takip süresi grup A'da ortalama  $38,70 \pm 12,23$  (dağılım; 12-67), grup B'de  $33,78 \pm 16,24$  (dağılım; 13-62) ve grup C'de  $39,78 \pm 16,86$  (dağılım; 35-66) ay idi. Kırık kaynaması grup A'da  $47,00 \pm 8,46$  (dağılım; 32-

68) grup B' de  $45,78 \pm 9,00$  (dağılım; 33-79), grup C'de  $46,61 \pm 7,22$  (dağılım; 35-66) günde radyolojik olarak elde edildi. Kaynama açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0.05$ ). Gruplar arasında yaş, yaralanma ile ameliyat arasında geçen süre, tel çıkarma süresi, takip süresi, cinsiyet, taraf, yaralanma mekanizması, komplikasyon dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ( $p > 0.05$ ). Ameliyat sırasında elde edilen dizilim bütün kırıklarda korundu, ikinci ameliyat gereken olgu olmadı. Dört hastada ulna proksimal K teli giriş yerinde yumuşak doku irritasyonuna bağlı bursit gelişti ve pinler çıkartılınca iyileşme sağlandı. Yüzeysel ve derin enfeksiyon görülmedi. Bir hastada sağlam kol ile karşılaştırıldığında  $20^\circ$  supinasyon kısıtlılığı gelişti. Diğer tüm hastalarda tam dirsek ve el bilek hareket açıklığı elde edildi. Epifiz hasarı, redüksiyon kaybı, refraktür, derin enfeksiyon, kaynamama, nörovasküler yaralanma, K teli migrasyonu, sinostoz, angular ya da rotasyonel deformite ve anesteziye bağlı komplikasyon gelişmedi.



**Resim 5.** Ameliyat sonrası 6. ay anteroposterior grafi



**Resim 6.** Ameliyat sonrası 6. ay lateral grafi.

#### Tartışma

Çocuk ön kol diyafiz kırıklarının büyük bölümünde konservatif tedavi ile mükemmel sonuç elde edilir. Kapalı redüksiyon ile başarısız olunursa kötü fonksiyonel sonuçlardan sakınmak için cerrahi tedavi yapılmalıdır. Kadavra çalışmalarına göre  $10^\circ$ 'den fazla sagittal plan deformitesi rotasyonel kayıplara neden olabilir (15, 16). Açısal deformitenin  $10^\circ$ 'den, malrotasyonun  $45^\circ$ 'den fazla olması ve tam deplasmanda cerrahi girişim gerekir (17, 18). Cerrahi tedavi uyguladığımız hastaların ön-arka

veya yan grafilerinde 10°'den fazla açılma ve tam deplasman mevcuttu.

Çocuk yaş grubundaki hastalarda intramedüller tespit, plak vida uygulamasına göre daha fazla tercih edilmektedir. Plak vida cerrahisinde kaynamama, enfeksiyon, sinir yaralanması, iskemik kontraktür, radioulnar sinusitoz riski intramedüller tespitte göre daha fazla görülür (18, 19). Ayrıca intramedüller tespitte daha kısa ameliyat süresi, kozmetik sonuç, minimal yumuşak doku diseksiyonu ve implantın kolay çıkartılması başlıca avantajları arasında sayılabilir (11-14, 20, 21). Çocuk önkol kırıklarının fiksasyonunda elastik intramedüller çivilerde kullanılmaktadır (22, 23).

Yumuşak doku ve kemik iyileşmesi için ameliyat sonrası erken hareket verilmesi, eklem hareket açıklığı egzersizleri başlanması önerilir (19, 23). Ameliyat sonrası alçı ile sabitleme yapılmazsa tekrar deplasman oranı %5 oranında olabilmektedir (8). İntramedüller tespit plaklamaya göre biyomekanik olarak daha instabildir (23). Kırık hattında stabilizeyi arttırmak için ameliyat sonrası uzun kol alçı uyguladık. Son kontrollerde 20° supinasyon kısıtlılığı gelişen hasta haricinde bütün hastalarda tam dirsek ve el bilek hareket açıklığı elde edildi. Bütün hastalarda kaynama tam olarak sağlandı.

Tek kemik fiksasyonu teknik olarak daha kolay ve ameliyat süresi daha kısadır. Fakat ulna cerrahi olarak tespit edilmezse kozmetik olarak kabul edilmeyen eğrilik ortaya çıkabilir. Ayrıca radiusu redükte pozisyonda tutacak dayanak noktası olarak görev görür (13) Biz tüm hastalarda hem radiusu hem de ulnayı fikse ettik ve redüksiyon kaybı gözlemedik.

Çalışmamızın planlamasında önkol diyafiz çift kemik kırığında ne zaman açık redüksiyon yapılması gerektiği ve kırık redüksiyonunu açık veya kapalı yapmanın fonksiyonel sonuçlara ve kırık iyileşmesine etkisinin olup olmadığı amaçlanmıştır. Açık redüksiyon için birinci endikasyonumuzu açık kırıklar oluşturdu. Açık yara yıkanıp debride edildikten sonra genişletilip redüksiyon yapılarak intramedüller tespit elde edildi. Yetişkin önkol diyafiz açık kırıklarının acil internal fiksasyonunda problem

ortaya çıkmamaktadır. Açık redüksiyon için ikinci endikasyonumuzu ameliyat sırasında kırık redüksiyonunu kapalı manipulasyonla sağlanamayan kırıklar oluşturdu. Açık redüksiyon uyguladığımız kırıkların hepsinde solid kaynama elde edildi. Tüm gruplar arasında kaynama süresi açısından anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ). Grup A' daki bir hastada 20° supinasyon kısıtlılığı gelişti. Diğer hastaların hepsinde tam dirsek ve el bilek eklem hareket açıklığı elde edildi. Bulgularımız literatürle benzerlik göstermektedir (8, 24). Küçük insizyon yaparak açık redüksiyon yapmanın çoklu redüksiyon manevraları yapmaktan daha az travmatik olduğunu düşünüyoruz. Özellikle fragmanlar arasında kısıklık olan kemiklerde kapalı redüksiyonu sağlanamadı. Yine bazı vakalarda eksplorasyon yapınca kas grubu ya da periostun kırık fragmanları arasına sıkışıp redüksiyonu engellediğini gördük.

Sonuç olarak açık ya da kapalı kırık redüksiyonunun fonksiyonel ve radyolojik sonuçlar üzerine etkisi olmadığını istatistiksel olarak gösterildi. Cerrahi sırasında kapalı kırık redüksiyonunun sağlamak için gereğinden fazla yapılan manipulasyonların nörovasküler yapıları zedeleme ihtimalinden dolayı, kapalı redüksiyonda ısrar etmeyip açık redüksiyona geçmenin daha uygun olduğunu düşünmekteyiz.

## **Kaynaklar**

1. Mann DC, Rajmaira S. Distribution of physeal and nonphyseal fractures in 2,650 long-bone fractures in children aged 0–16 years. *J Pediatr Orthop* 1990;10: 713–6.
2. Creasman C, Zaleske DJ, Ehrlich MG. Analyzing forearm fractures in children. The more subtle signs of impending problems. *Clin Orthop Relat Res* 1984; 40–53.
3. Vainionpaa S, Bostman O, Patiala H, Rokkanen P. Internal fixation of forearm fractures in children. *Acta Orthop Scand* 1987;58: 121–3.
4. Ortega R, Loder RT, Louis DS. Open reduction and internal fixation of forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1996;16: 651–4.
5. Voto SJ, Weiner DS, Leighley B. Use of pins and plaster in the treatment of unstable pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop* 1990;10:85–9.



6. Lee S, Nicol RO, Stott NS. Intramedullary fixation for pediatric unstable forearm fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2002; 245-50.
7. Nielsen AB, Simonsen O. Displaced forearm fractures in children treated with AO plates. *Injury* 1984;15: 393-6.
8. Lascombes P, Prevot J, Ligier JN, Metaizeau JP, Poncelet T. Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases. *J Pediatr Orthop* 1990;10: 167-71.
9. Schranz PJ, Gultekin C, Colton CL. External fixation of fractures in children. *Injury* 1992;23: 80-2.
10. Daruwalla JS. A study of radioulnar movements following fractures of the forearm in children. *Clin Orthop Relat Res* 1979;114-20.
11. Waseem M, Paton RW. Percutaneous intramedullary elastic wiring of displaced diaphyseal forearm fractures in children. A modified technique. *Injury* 1999;30: 21-4.
12. Luhmann SJ, Gordon JE, Schoenecker PL. Intramedullary fixation of unstable both-bone forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1998;18: 451-6.
13. Shoemaker SD, Comstock CP, Mubarak SJ, Wenger DR, Chambers HG. Intramedullary Kirschner wire fixation of open or unstable forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 1999;19: 329-37.
14. Kucukkaya M, Kabukcuoglu Y, Tezer M, Eren T, Kuzgun U. The application of open intramedullary fixation in the treatment of pediatric radial and ulnar shaft fractures. *J Orthop Trauma* 2002;16: 340-4.
15. Matthews LS, Kaufer H, Garver DF, Sonstegard DA. The effect on supination-pronation of angular malalignment of fractures of both bones of the forearm. *J Bone Joint Surg* 1982;64: 14-7.
16. Tarr RR, Garfinkel AI, Sarmiento A. The effects of angular and rotational deformities of both bones of the forearm: An in vitro study. *J Bone Joint Surg* 1984;66: 65-70.
17. Price CT, Scott DS, Kurzner ME, Flynn JC. Malunited forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1990;10: 705-12.
18. Kay S, Smith C, Oppenheim WL. Both bone mid-shaft forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1986;6: 306-10.
19. Verstreken L, Delronge G, Lamoureux J. Shaft forearm fractures in children: intramedullary nailing with immediate motion: a preliminary report. *J Pediatr Orthop* 1988;8: 450-3.
20. Van der Reis WL, Otsuka NY, Moroz P, Mah J. Intramedullary nailing versus plate fixation for unstable forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1998;18: 9-13.
21. Yung SH, Lam CY, Choi KY, Ng KW, Maffulli N, Cheng JC. Percutaneous intramedullary Kirschner wiring for displaced diaphyseal forearm fractures in children. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80: 91-9.
22. Richter D, Ostermann PA, Ekkernkamp A, Muhr G, Hahn MP. Elastic intramedullary nailing: a minimally invasive concept in the treatment of unstable forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1998;18: 457-61.
23. Ono M, Bechtold JE, Merkow RL, Sherman RE, Gustilo RB. Rotational stability of diaphyseal fractures of the radius and ulna fixed with Rush pins and/or fracture bracing. *Clin Orthop Relat Res* 1989;236-43.
24. Yalcinkaya M, Dogan A, Ozkaya U, Sokucu S, Uzumcugil O, Kabukcuoglu M. Clinical results of intramedullary nailing following closed or mini open reduction in pediatric unstable diaphyseal forearm fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2010;44: 7-13.

