

Comparison of plating and titanium elastic nail fixation for surgical treatment of pediatric both-bone forearm fractures

Pediyatrik önkol çift kırıklarında plak-osteosentez ve titanyum elastik çivi tedavilerinin karşılaştırılması

Erdirinç Genç^{1*}, İsmet Yalkın Çamurcu¹, Erdal Eren²

1. Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Erzincan, Türkiye

2. Şırnak Devlet Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Şırnak, Türkiye

ABSTRACT

Aim: Plate fixation and titanium elastic nailing are conventional surgical treatment modalities for both-bone forearm fractures in children. The purpose of this study is to assess the functional and radiographic results of these techniques and compare with literature.

Patient and Methods: We evaluated data of 36 children retrospectively. Twelve of the patients (group 1; 1 girls, 11 boys, age range 9-15 years) were treated by open reduction plate fixation and 24 of the children (group 2; 3 girls, 21 boys, age range 9-14 years) were treated by closed reduction intramedullary nailing. Mean total time from fracture until the surgery was 4.3 and 6.1 days in group 1 and 2, respectively. We compared the groups according to union duration, the number and the severity of the complications and clinical outcomes according to Price criteria.

Results: Mean follow-up duration was 22.0 months in group 1 and 19.7 months in group 2. Mean age was 13.0±1.2 years and 11.7±1.6 years in group 1 and 2, respectively. According to Price criteria, we obtained no poor outcomes in both groups. The rate of excellent outcome was 75% and 87.5 % in group 1 and 2, respectively. Union was obtained in 7.6 weeks and 6.7 weeks in group 1 and 2, respectively; this difference was statistically significant (p<0.001). The rate of major complication was 8.3% in group 1. There were none in group 2.

Conclusion: According to our results, a favorable technique for pediatric both-bone forearm fractures requiring surgical treatment may be titanium elastic nailing because of better clinical outcomes and fewer and less severe complications.

Key Words: Pediatric, both-bone forearm fracture, surgical treatment

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı cerrahi tedavi gerektiren çocukluk çağı önkol çift kırıklarında yaygın kullanılan iki yöntem olan plak osteosentez ve titanyum elastik çivi kullanımının fonksiyonel ve radyografik sonuçlarının değerlendirilmesi ve literatürdeki verilerle karşılaştırılmasıdır.

Hastalar ve Yöntem: Düzenli takipleri yapılan 36 hasta geriye dönük olarak değerlendirildi. Bu hastaların 12'sine (grup 1; 1 kız, 11 erkek; yaş dağılımı 9-15 yaş) açık redüksiyon plak-vida osteosentez, 24'üne (grup 2; 3 kız, 21 erkek; yaş dağılımı 9-14 yaş) kapalı redüksiyon intramedüller çivileme yapıldı. Yaralanmadan cerrahi müdahaleye kadar geçen ortalama süre grup 1'de 4.3 gün, grup 2'de 6.1 gün idi. Gruplar kaynama süresi, komplikasyon sayısı ve ciddiyeti ve Price kriterlerine göre değerlendirilen klinik sonuçlarına göre karşılaştırıldı.

Bulgular: Hastaların takip süresi Grup 1'de 22.0 ay, Grup 2'de 19.7 aydı. Hastaların ortalama yaşı Grup 1'de 13.0±1.2, Grup 2'de 11.7±1.6 idi. Price kriterlerine göre her iki grupta da kötü sonuç saptanmadı. Grup 1'de mükemmel sonuç oranı %75 iken Grup 2'de mükemmel sonuç oranı %87.5 olarak saptandı. Grup 1'de kaynama süresi 7.6 hafta, Grup 2'de kaynama süresi 6.7 hafta olarak gözlemlendi; bu fark istatistiksel olarak anlamlı idi (p<0.001). Grup 1'de major komplikasyon oranı %8.3 olarak saptanırken Grup 2'de major komplikasyon saptanmadı.

Sonuç: Sonuçlarımıza göre cerrahi tedavi gerektiren çocukluk çağı önkol çift kırıklarında öncelikli tedavi yöntemi olarak gerek klinik sonuçlarının daha iyi olması gerekse komplikasyon sayısı ve ciddiyetinin daha az olması nedeniyle titanyum elastik çivi uygulaması tercih edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Pediyatrik, önkol çift kırık, cerrahi tedavi

Geliş Tarihi: 09.12.2017/ Kabul Tarihi:26.01.2018/ Yayınlanma Tarihi :02.07.2018

*Sorumlu yazar: Erdirinç Genç, Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Erzincan, Telefon: 0542 5112326,

E-posta: erdirincenc@hotmail.com

Üst ekstremité kırıkları çocukluk çağı kırıklarının %41.1'ini oluşturmaktadır. Önkol çift kırıkları ise çocukluk çağı grupta en sık görülen ikinci kırık tipidir ve 16 yaş altı tüm çocukluk çağı kırıklarının %5.4'ü olarak gösterilmiştir [1, 2]. Bu kırıkların tedavisinde kapalı redüksiyon ve alçılama ile %85 oranında başarılı sonuç alınabilmektedir [3]. Çocukluk çağı yaş grubunda kırık iyileşme potansiyeli yüksektir. Uzun immobilizasyon süresine tolerans gösterebilirler ve spontan aksiyal düzelme mümkündür; bu nedenlerle kompleks tedavi yöntemleri çocukluk çağı yaş grubu hastalarda daha az sıklıkla kullanılmaktadır [4, 5]. Bununla birlikte, açık kırıklar, kompartman sendromunun eşlik ettiği kırıklar, Monteggia kırıkları gibi dirsek yaralanmasının eşlik ettiği kırıklar ve konservatif tedaviyle yeterli redüksiyon ve devamlılığın sağlanamadığı kırıklarda cerrahi tedavi uygulanmaktadır [6].

Yetişkinlerde önkol çift kırıklarının cerrahi tedavisinde altın standart tedavi yöntemi plak-vida ile osteosentezdir. Çocukluk çağı grupta ise en sık kullanılan yöntemler, plak-vida osteosentez uygulaması ve titanyum elastik çivi ile intramedüller çivilemedir [7-9]. Çocukluk çağı grupta titanyum elastik çivi uygulamasının yaygın olmasının sebepleri arasında minimal yumuşak doku kesisi, ameliyat süresinin kısa olması, daha iyi kozmetik ve fonksiyonel sonuçlar olması yer alır [10-12]. Plak-vida osteosentez tedavi yöntemi özellikle adolesanlarda daha yaygın tercih edilmektedir; bunun nedeni olarak anatomik redüksiyon ve radial eğim düzeltilmesinin yapılabilmesiyle önkol rotasyon hareketinin kazanımı sayılabilir [13]. Çocukluk çağı grupta daha az sıklıkla kullanılan diğer cerrahi yöntemler ise K teli ile tespit, Rush çivisi, eksternal fiksator kullanımı ve hibrid tedavi uygulamalarıdır [3,6].

Bu çalışmanın amacı; çocukluk çağı önkol çift kırıklarında uygulanan plak-vida ile osteosentez uygulamasının ve titanyum elastik intramedüller çivi uygulamasının uzun dönem fonksiyonel ve kozmetik sonuçlarını ve komplikasyonlarını karşılaştırmaktır.

HASTALAR VE YÖNTEM

2012-2015 yılları arasında önkol çift kırığı ile başvuran ve cerrahi olarak tedavi edilen 36 hasta retrospektif olarak değerlendirildi. Bu hastalardan 12 tanesine (grup 1; 11 erkek 1 kız, ortalama yaş 13, yaş aralığı 10-14) plak-vida osteosentez, 24 tanesine (grup 2; 21 erkek 3 kız, ortalama yaş 11.7, yaş aralığı 9-14) titanyum elastik çivileme yapıldı (Tablo-1). Radius başı kırıkları, Galeazzi veya Monteggia kırıklı çıkıkları, pa-

tojik kırıklar, distal veya proksimal 1/3 önkol kırıkları ve hibrid tedavi yapılan hastalar değerlendirilmeye alınmadı.

Her iki grupta da en sık görülen travma mekanizması kol üzerine düşmekti (n=30); diğer travma mekanizmaları ise trafik kazası (n=4) ve darptı (n=2). Açık kırıklar Gustilo-Anderson sınıflandırmasına göre değerlendirildi [14]. Grup 1'de iki hastada tip 1 açık kırık, Grup 2'de üç hastada tip 1, bir hastada tip 2 açık kırık vardı. Hastaların ön-arka ve yan grafilerindeki kırık uçlarının 10 dereceden fazla açılması veya 30 dereceden fazla malrotasyonu cerrahi endikasyon sınırı olarak belirlendi.

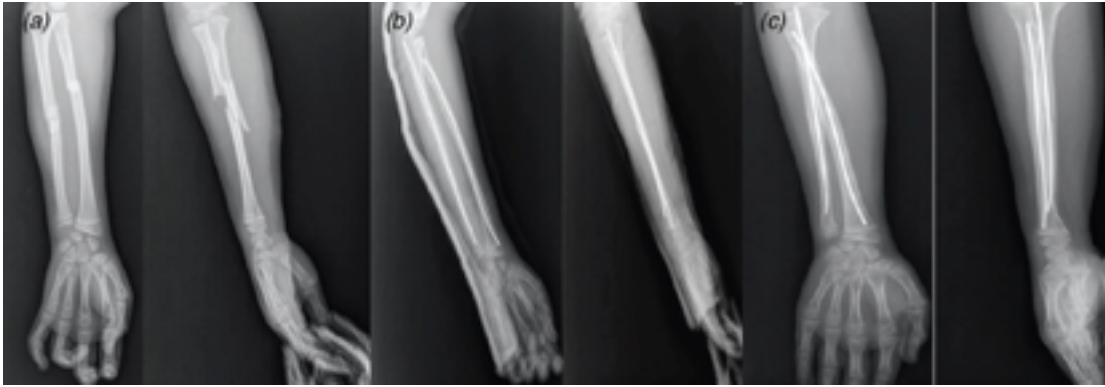
Tablo 1. Gruplara göre demografik verilerin dağılımı

	Grup 1 (n)	Grup 2 (n)
Cinsiyet		
Kız	1	3
Erkek	11	21
Yaş aralığı	10-14	9-14
Yaş Ortalaması	13	11,7

Cerrahi Yöntem: Grup 1'de ulna üzerinden insizyon yapıldı. Ekstensor karpi ulnaris ve fleksör karpi ulnaris kasları arasından kırık hattına ulaşıldı. Kırık redüksiyonu sonrası her kırık ucunda altı korteks tutulumu olacak şekilde dorsal veya dorsolateral plak yerleştirildi. 3.5 mm LC-DCP plak konuldu. İnterfragmanter kilitleme vidası kullanılmadı. Radial insizyonda Thomson yöntemiyle ekstansör digitorium communis kası ve ekstansör karpi radial brevis kası arasındaki fasyanın kesisi yapıldı. Kırık hattına ulaşıldıktan sonra kırık stabilizasyonu yukarıda tanımlanan şekilde yapıldı. Kırık tespiti sonrası floroskopik kontrol ve eklem hareket açıklığı kontrolü yapıldı (Şekil-1). Grup 2'de ise distal radiusun radial kenarından 2 cm kesi yapıldı. Radial sinirin yüzeysel dalı korunarak yumuşak doku ayrıldı. Biz yardımıyla distal epifizin proksimalinden intramedüller giriş yapılarak uygun kalınlıkta elastik çivi proksimale doğru yönlendirildi. Floroskopi kontrolü altında redüksiyon sağlandıktan sonra elastik çivi kırık hattından geçirilerek proksimal epifizyel diske 1 cm kalacak şekilde yönlendirildi. Radial tespit sağlandıktan sonra dirsek 90° fleksiyona alınarak proksimal dorsal ulnar kesi yapıldı. Proksimal ulnaya ulaşıldıktan sonra radiusa uygulanan yöntemle çivi distal ulnaya yönlendirildi. Floroskopi kontrolü ve serbest hareket açıklığı kontrolü yapıldı. Çiviler kortikal kemiğe yakın bir seviyeden kesilerek insizyon kapatıldı. Tüm hasta-



Şekil 1. (a) 11 yaşındaki erkek hastanın basit düşme sonrası oluşan önkol çift kırığı iki yön grafileri (b) Plak-osteosentez uygulanan hastanın erken cerrahi sonrası grafileri (c) Hastanın cerrahi sonrası 6. ay iki yön grafileri



Şekil 2. (a) 11 yaşındaki erkek hastanın kendi seviyesinden düşme sonrası oluşan önkol çift kırığının iki yön grafileri (b) Titanyum intramedüller çivi uygulanan hastanın erken postop grafileri (c) Hastanın cerrahi sonrası 6. ay implantlar çıkarılmadan önce çekilen iki yön grafileri

lar, dirsek 90 derece fleksiyonda uzun kol atele alındı (Şekil-2).

Her iki gruptaki hastalar eşlik eden ek yaralanmaları yoksa cerrahi sonrası ilk gün taburcu edildi. Hastalar ikinci, dördüncü ve on ikinci haftalarda klinik ve radyografik değerlendirme için kontrole çağırıldı. Elastik çivi uygulanan hastaların implantları radyografik olarak tam iyileşme sağlandıktan sonra çıkarıldı.

Komplikasyonlar minor ve major komplikasyonlar olarak iki kategoride ele alındı. Ek cerrahi müdahale gerektiren, uzun dönem işlevselliği olumsuz etkileme olasılığı bulunan, implantın kullanımı veya yetersiz manipülasyonu nedeniyle ortaya çıkan sorunlar majör komplikasyonlar olarak; uzun dönem sonuçları etkilemeyen sorunlar ise minör komplikasyonlar olarak sınıflandırıldı. Fonksiyonel sonuçlar ağrı ve ön kol rotasyon kaybı derecesine dayanan Price kriterlerine göre belirlendi [15]. Güç gerektiren hareketlerde yakınma olmaması ve/veya önkol rotasyonunda 10 dereceden daha az kayıp olması mükemmel sonuç; fiziksel aktivite sırasında orta şiddette yakınma olması veya 11-30 derece arasına rotasyon kaybı olması iyi sonuç; 31-90 derece arası rotasyon kaybı olması orta sonuç; diğer

tüm koşullar kötü sonuç olarak değerlendirildi.

İstatistiksel analiz SPSS 22 (SPSS , IBM, NY, USA) programıyla yapıldı. Grupların karşılaştırılmasında parametrik olmayan iki bağımsız değişkeni karşılaştıran Mann Whitney U testi kullanıldı. p değerinin 0.05'ten aşağı olduğu değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Grupların yaş ortalaması, takip süresi ve kaynama süresine göre karşılaştırmaları Tablo 2'de sunulmuştur. Price kriterlerine her iki grupta da kötü sonuç saptanmadı [15]. Grup 1'de iki hastada iyi (%16.6), bir hastada orta sonuç (%8.3) alınırken dokuz hastada mükemmel sonuç (%75) alındı. Grup 2'de üç hastada (%12.5) iyi sonuç alınırken 21 hastada (%87.5) mükemmel sonuç alındı. Fonksiyonel sonuçlar açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.312).

Grup 1'de bir majör (%8.3) komplikasyon ve üç minör (%25) komplikasyon saptandı. Bir hastada takip sırasında travma sonrası refraktür saptandı. Hastaya

açık redüksiyon plak-vida osteosentez uygulandı. Üç hastada kötü skar izi gelişti. Hastalara ek müdahalede bulunulmadı. Grup 2'de iki minör (%8.3) komplikasyon saptandı. Bir hastada radiusa uygulanan elastik çivi girişi ile ilişkili radial sinir yüzeysel dalında geçici his kaybı saptandı. Hastada ek müdahale uygulanmadan iyileşme gözlemlendi. Bir hastada hipertrofik skar dokusu gelişti.

Tablo 2. Gruplara göre yaş, takip süresi ve kaynama süresinin karşılaştırılması

	Grup 1	Grup 2	p
Yaş	13	11.7	0.024*
Takip süresi (ay)	22	19.7	0.346
Kaynama süresi (hafta)	7.6	6.4	0.000**

*p<0.05 **p<0.001

TARTIŞMA

Çocukluk çağı yaş grubunda, cerrahi tedavi düşünülen önkol çift kırığı olan hastalarda kaynama süresinin kısa olması, komplikasyon sayısının daha az ve daha hafif olması nedeniyle titanyum elastik çivi uygulanmasını öneriyoruz. Bununla beraber, öncelikle tam anatomik redüksiyonun düşünüldüğü, kemik remodelasyon kabiliyetinin azaldığı ileri yaş çocukluk çağı hastalarda plak-vida osteosentez uygulanması düşünülebilir. Yetişkin önkol çift kırıklarında altın standart tedavi yöntemi açık redüksiyon ile plak-vida osteosentez uygulanması olmasına karşın, çocukluk çağı önkol çift kırıklarının büyük bir bölümü kapalı redüksiyon ve alçılama ile tedavi edilmektedir [16]. Konservatif tedavinin yanı sıra instabil veya redükte edilemeyen kırıkların tedavisinde öncelikle cerrahi tedaviler düşünülmelidir. Literatürde cerrahi endikasyon sınırı tartışmalı olmakla beraber yaygın görüş 10 yaş altı çocuklarda 20 dereceden fazla, 10 yaş üstü çocuklarda 10 dereceden fazla açılanma olan durumlarda cerrahi uygulanması yönündedir [10, 17, 18]. Açık kırıklar ve sinir-damar yaralanmalarının eşlik ettiği kırıklarda da cerrahi tedavi endikasyonu bulunmaktadır.

Cerrahi tedaviler arasında en sık uygulanan yöntemler plak-vida osteosentez ve intramedüller titanyum elastik çivi uygulamasıdır [16]. Çocukluk çağı ve adolesan yaş grubunda her iki cerrahi yöntem ile başarılı fonksiyonel ve radyografik sonuçlar alınabilir. Her iki yöntemin de kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır. Plak-vida osteosentez uygulaması kırık tamirinde daha

rijid ve anatomik bir fiksasyon sağlar; ayrıca cerrahide floroskopi kullanımını daha azdır [6, 11]. Titanyum elastik çivi uygulamasının avantajları arasında daha az yumuşak doku hasarı, daha küçük cerrahi insizyon, daha kısa ameliyat süresi, daha düşük refraktür oranı ve implantın daha kolay çıkarılması sayılabilir [19-21]. Biz de titanyum elastik çivi uyguladığımız grupta cerrahi sonrası daha hızlı kaynama gözlemledik (Tablo 2). Plak-vida osteosentez uygulamasının komplikasyon oranı daha fazladır. Cerrahi için büyük insizyon gerekliliği ve buna bağlı skar dokusu oluşması, implant çıkarma zorluğu ve implantın çıkarıldıktan sonra yeniden kırılma riskinin yüksek olması bu komplikasyonlar arasında sayılabilir [22]. Biz komplikasyon sayısında anlamlı fark saptamadık; ancak plak-vida osteosentez uygulamasından sonra gelişen komplikasyonların majör komplikasyon olma oranının daha fazla olduğunu gözlemledik.

Intramedüller çivi uygulamasının çocukluk çağı ve adolesan grupta kullanımının avantajlarının yanı sıra komplikasyon riskleri de mevcuttur. Çalışmalarda en sık görülen majör komplikasyonun intramedüller çivinin çıkartılmasından sonra tekrar kırık oluşumu olduğu gösterilmiştir [23-25]. Bu komplikasyonun en sık sebebi çivinin erken çıkarılmasıdır. Son çalışmalarda ilk cerrahi müdahaleden en erken 4-6 ay sonra ve radyografik iyileşmenin tamamen görülmesiyle çivinin çıkarılması önerilmektedir [26, 27]. Sık görülen diğer bir komplikasyon ise radiusa uygulanan çivinin distal ucunun uzun bırakılması nedeniyle ekstansör tendonların ve cildin hasar görmesidir [28]. Ayrıca intramedüller çivinin rutin olarak çıkartılması gerekirken, plak-vida uygulanan hastalarda implantın çıkarılmasının gerekliliği tartışmalıdır. Plak vida uygulanan hastalarda implant çıkarılması sonrası immobilizasyon süresinin uzun olması ve tekrar kırık görülme riskinin yüksek olması nedeniyle implantın çıkarılması rutin değildir [29, 30]. Biz de çalışmamızda plak-vida osteosentez uyguladığımız hastalarda komplikasyon gördüğümüz vakalar dışında implantları çıkarmadık. Sonuç olarak intramedüller çivi uyguladığımız hastalar iki cerrahi işlem geçirirken plak-vida uyguladığımız hastalar tek cerrahi işlem geçirmiştir.

Çalışmamızdaki kısıtlılıkların başında çalışmamızın retrospektif olarak yapılmış olması ve gruplardaki hasta sayısındaki farklılık gelmektedir. Ayrıca gruplar arasındaki yaş ortalamasının anlamlı olarak farklı olması ve hasta sayısının azlığı çalışmamızın diğer kısıtlılıklardır. Yaş ortalaması farklı anlamlı olmak ile beraber

sadece 1.3 yıldır. Bu da genç hastalarda intramedüller çivi uygulamasının daha fazla tercih edildiği şeklinde yorumlanabilir. Çalışmamızın retrospektif olması iki grup arasındaki yaş ortalamasının farklı olmasındaki temel nedendir. Aynı kısıtlılık olan başka çalışmalarda rutin grafilerde başparmak sesamoidi gözlenerek fizyolojik gelişime bakılmış olup iki grup arasında anlamlı olarak fark bulunmamıştır [19].

Sonuç olarak: Çalışmamızda gerek kaynama süresinin kısa olması gerekse cerrahi sonrası komplikasyon sayısının azlığı ve hafifliği nedeniyle cerrahi gereken çocukluk çağı önkol çift kırıklarında birinci seçenek tedavi yönteminin intramedüller titanyum elastik çivi uygulanması olduğu kanısındayız. Bu yöntemin uygulandığı hastalarda anatomik redüksiyon yapılmaması ve radial eğimin kusursuz olarak düzeltilememesine rağmen bunun fonksiyonel sonuca bir etkisi olmadığını saptadık. Bununla birlikte randomize, prospektif ve daha büyük sayıda hasta gruplarıyla yapılacak çalışmalarla elde ettiğimiz sonuçların desteklenmesi gerekmektedir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansman: Yazarlar bu yazının araştırma ve yazarlık sürecinde herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

KAYNAKLAR

- Cheng JC, Ng B, Ying S, Lam P. A 10-year study of the changes in the pattern and treatment of 6,493 fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1999;19(3):344-50.
- Rennie L, Court-Brown CM, Mok JY, Beattie TF. The epidemiology of fractures in children. *Injury*. 2007;38(8):913-22.
- Creasman C, Zaleske DJ, Ehrlich MG. Analyzing Forearm Fractures in Children. *Clin Orthop Relat Res*. 1984;188:40-53.
- Feldkamp G, Daum R. Langzeitergebnisse kindlicher Unterarmfrakturen. *Hefte Unfallheilk*. 1978;132:389-92.
- Daruwalla JS. A study of radioulnar movements following fractures of the forearm in children. *Clin Orthop Relat Res*. 1979;139:114-20.
- Lascombes P, Haumont T, Journeau P. Use and abuse of flexible intramedullary nailing in children and adolescents. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2006;26(6):827-34.
- Schmittbecher PP. State-of-the-art treatment of forearm shaft fractures. *Injury*. 2005;36(1):S25-S34.
- Bhaskar A, Roberts J. Treatment of unstable fractures of the forearm in children. *Bone & Joint Journal*. 2001;83(2):253-8.
- Flynn JM, Waters PM. Single-bone fixation of both-bone forearm fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1996;16(5):655-9.
- Yung PSH, Lam CY, Ng BKW, Lam TP, Cheng JCY. Percutaneous transphyseal intramedullary Kirschner wire pinning: a safe and effective procedure for treatment of displaced diaphyseal forearm fracture in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2004;24(1):7-12.
- Fernandez F, Egenolf M, Carsten C, Holz F, Schneider S, Wentzensen A. Unstable diaphyseal fractures of both bones of the forearm in children: plate fixation versus intramedullary nailing. *Injury*. 2005;36(10):1210-6.
- Flynn JM, Jones KJ, Garner MR, Goebel J. Eleven years experience in the operative management of pediatric forearm fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2010;30(4):313-9.
- Schemitsch E, Richards R. The effect of malunion on functional outcome after plate fixation of. *J Bone Joint Surg Am*. 1992;74:1068-78.
- Gustilo R, Anderson J. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *JBJS*. 1976;58(4):453-8.
- Verstreken L, Delonge G, Lamoureux J. Shaft forearm fractures in children: intramedullary nailing with immediate motion: a preliminary report. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1988;8(4):450-3.
- Smith VA, Goodman HJ, Strongwater A, Smith B. Treatment of pediatric both-bone forearm fractures: a comparison of operative techniques. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2005;25(3):309-13.
- Yung S, Lam C, Choi K, Ng K, Maffulli N, Cheng J. Percutaneous intramedullary Kirschner wiring for displaced diaphyseal forearm fractures in children. *J Bone Joint Surg Br*. 1998;80(1):91-4.
- Van der Reis WL, Otsuka NY, Moroz P, Mah J. Intramedullary nailing versus plate fixation for unstable forearm fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1998;18(1):9-13.
- Reinhardt KR, Feldman DS, Green DW, Sala DA, Widmann RF, Scher DM. Comparison of intramedullary nailing to plating for both-bone forearm fractures in older children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2008;28(4):403-9.
- Luhmann SJ, Gordon JE, Schoenecker PL. Intramedullary fixation of unstable both-bone forearm fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1998;18(4):451-6.
- Huber RI, Keller HW, Huber PM, Rehm KE. Flexible intramedullary nailing as fracture treatment in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1996;16(5):602-5.
- Wyrsh B, Mencia GA, Green NE. Open reduction and internal fixation of pediatric forearm fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1996;16(5):644-50.
- Lascombes P, Prevot J, Ligier J, Metaizeau J, Poncelet T. Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1990;10(2):167-71.
- Cullen MC, Roy DR, Giza E, Crawford AH. Complications of intramedullary fixation of pediatric forearm fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1998;18(1):14-21.
- Fernandez F, Langendörfer M, Wirth T, Eberhardt O. Failures and complications in intramedullary nailing of children's forearm fractures. *Journal of children's orthopaedics*. 2010;4(2):159-67.
- KC BB, Lamichhane N, Parajuli SP, Maharjan S. Intramedullary Nailing System in Unstable Both Bone Diaphyseal Fractures in Children. *Kathmandu Univ Med J*. 2017;59(3):207-11.
- Slongo TF. Complications and failures of the ESIN technique. *Injury*. 2005;36(1):S78-S85.
- Kruppa C, Bunge P, Schildhauer TA, Dudda M. Low complication rate of elastic stable intramedullary nailing (ESIN) of pediatric forearm fractures: A retrospective study of 202 cases. *Medicine*. 2017;96(16).
- Beaupré GS, Csongradi JJ. Refracture risk after plate removal in the forearm. *Journal of orthopaedic trauma*. 1996;10(2):87-92.
- Deluca P, Lindsey R, Ruwe P. Refracture of bones of the forearm after the removal of compression plates. *JBJS*. 1988;70(9):1372-6.

How to cite this article/Bu makaleye atf için:

Genç E, Çamurcu Yİ, Eren E. Comparison of plating and titanium elastic nail fixation for surgical treatment of pediatric both-bone forearm fractures. *Acta Med. Alanya* 2018;2(2):64-68. [Turkish]
DOI:10.30565/medalanya.364191