



Çocuklarda instabil önkol çift kırıklarının cerrahi tedavisi

Surgical management of unstable both-bone forearm fractures in children

Ufuk ÖZKAYA, Atilla Sancar PARMAKSIZOĞLU, Yavuz KABUKÇUOĞLU,
Sedat YENİOCAK, Sami SÖKÜCÜ

Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

Amaç: Çocuklarda instabil önkol çift kırıklarının cerrahi tedavisinde uyguladığımız iki farklı tekniğin sonuçları değerlendirildi.

Çalışma planı: İnstabil önkol çift kırıklı 35 çocuk hasta geriye dönük olarak incelendi. Bu hastaların 14'üne (grup 1; 4 kız, 10 erkek; ort. yaş 13; dağılım 10-15) açık redüksiyon ve plak-vida ile osteosentez, 21'ine (grup 2; 5 kız, 16 erkek; ort. yaş 11.5; dağılım 8-13) kapalı redüksiyon ve intramedüller çivileme yapıldı. Grup 1'de kırıkların hepsi kapalı kırıktı. Grup 2'de kırıkların 15'i kapalı, altısı tip 1 açık kırıktı. Yaralanmadan cerrahi müdahaleye kadar geçen süre grup 1'de 4.3 gün, grup 2'de 3.1 gün idi. Hastalar son kontrollerinde Price ve ark.nın ölçütlerine göre değerlendirildi. Ortalama takip süresi grup 1'de 34 ay, grup 2'de 37 ay idi.

Sonuçlar: Kaynamama sadece grup 1'de bir hastada görüldü; ortalama kaynama süresi grup 1'de 7.2 hafta (dağılım 6-11 hafta), grup 2'de 6.5 hafta (6-10 hafta) idi. Price ve ark.nın değerlendirmesine göre, grup 1'de 11 hastada (%78.6) mükemmel, iki hastada (%14.3) iyi, bir hastada (%7.1) orta sonuç alındı. Grup 2'de sonuçlar 18 hastada (%85.7) mükemmel, üç hastada (%14.3) iyi idi. Grup 1'de üç hastada (%21.4) önemli, iki hastada (%14.3) daha hafif komplikasyon görülürken, grup 2'de bir hastada (%4.8) önemli, sekiz hastada (%38.1) daha hafif komplikasyon görüldü. Hiçbir olguda ekstremitte uzunluk farkı veya eklemlerde deformite, açısız veya rotasyonel deformite; sinostoz, enfeksiyon gibi komplikasyonlar görülmedi.

Çıkarımlar: Çocuklarda instabil önkol çift kırıklarının tedavisinde intramedüller çivilemenin, emniyetli, etkili ve uygulaması kolay bir yöntem olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar sözcükler: Kemik plağı; kemik vidası; çocuk; önkol kırığı/cerrahi; kırık tespiti, intramedüller/yöntem; radius kırığı/cerrahi; ulna kırığı/cerrahi.

Objectives: We evaluated the results of two different surgical methods for the treatment of unstable both-bone forearm fractures in children.

Methods: Thirty-five children with unstable both-bone forearm fractures were retrospectively evaluated. Of these, 14 patients (group 1; 4 girls, 10 boys; mean age 13 years; range 10 to 15 years) underwent open reduction and plate-screw fixation, and 21 patients (group 2; 5 girls, 16 boys; mean age 11.5 years; range 8 to 13 years) underwent closed reduction and intramedullary fixation. All the fractures in group 1 were closed, while, in group 2, there were 15 closed and six type 1 open fractures. The mean time to surgery was 4.3 days in group 1, and 3.1 days in group 2. The results were assessed using the criteria of Price et al. The mean follow-up was 34 months in group 1, and 37 months in group 2.

Results: Nonunion was observed in only one patient in group 1. The mean time to union was 7.2 weeks (range 6 to 11 weeks) in group 1, and 6.5 weeks (range 6 to 10 weeks) in group 2. According to the criteria of Price et al., the results in group 1 were perfect in 11 patients (78.6%), good in two patients (14.3%), and fair in one patient (7.1%). In group 2, 18 patients (85.7%) had excellent, three patients (14.3%) had good results. Complications were major in three patients (21.4%) and minor in two patients (14.3%) in group 1, compared to one major (4.8%) and eight minor (38.1%) complications in group 2. None of the patients had limb-length discrepancy, joint deformity, angular or rotational deformity, or complications such as synostosis and infection.

Conclusion: It was concluded that intramedullary nailing was safe, effective, and easy to perform in the management of unstable both-bone forearm fractures in children.

Key words: Bone plates; bone screws; child; forearm injuries/surgery; fracture fixation, intramedullary/methods; radius fractures/surgery; ulna fractures/surgery.

Önkol kırıkları tüm çocuk kırıklarının %3.4'ünü, tüm üst ekstremité kırıklarının %30'unu oluşturur.^[1] Çocuklardaki önkol kırıklarının %18'i orta 1/3, %7'si proksimal 1/3, %75'i de distal 1/3'te görülür.^[2] Çok sıklıkla açık redüksiyon ve internal fiksasyon (ARİF) yapılan erişkin önkol çift kırıklarının aksine, çocuklardaki önkol kırıklarının büyük çoğunluğu konservatif olarak tedavi edilebilir. Ayrıca, erişkin önkol kırıklarının konservatif tedavisi sonrasında sıklıkla görülen kaynamama ve yanlış kaynama gibi komplikasyonlar çocuklarda nadirdir.^[3-8] Redüksiyonun sağlanamadığı instabil kırıkların tedavi seçenekleri arasında genel anestezi altında kapalı manipülasyon ve alçılama, tel ve alçı,^[9] kapalı veya mini açık redüksiyon ile intramedüller çivileme^[10,11] ve açık redüksiyon ile plak-vida osteosentezi^[8] vardır.

Bu çalışmada, redüksiyonun sağlanamadığı çocuk instabil önkol çift kırıklarında, açık redüksiyon ve plak vida ile osteosentez ile kapalı redüksiyon ve intramedüller fiksasyon uygulamalarının sonuçları karşılaştırıldı.

Hastalar ve yöntem

2000-2005 yılları arasında cerrahi olarak tedavi edilen ve yeterli takibi yapılan önkol kırıklı 35 çocuk hastanın son kontrolleri yapıldı ve tıbbi kayıtları geriye dönük olarak incelendi. Bu hastaların 14'üne (grup 1; 4 kız, 10 erkek; ort. yaş 13; dağılım 10-15) açık redüksiyon ve plak-vida ile osteosentez, 21'ine (grup 2; 5 kız, 16 erkek; ort. yaş 11.5; dağılım 8-13) kapalı redüksiyon ve K-teli veya Rush çivisi ile intramedüller çivileme yapıldı. Grup 2'de üç hastada sadece ulna, 18 hastada her iki kemik birden tespit edildi.

Radius başı kırıkları, Galeazzi, Monteggia kırıkları, patolojik kırıklar, distal 1/3 bölge kırıkları, inkomplet kırıklar ve yeterli takibi olmayan hastalar çalışmaya alınmadı.

En sık görülen yaralanma mekanizması (n=28) kol üzerine düşmektir. Dört hasta darp sonrası, üç hasta ise trafik kazası nedeniyle hastaneye getirildi. İlk başvurudan cerrahi müdahaleye kadar geçen süre grup 1 için 4.3 gün (dağılım 2-7 gün), grup 2 için 3.1 gün (1-5 gün) idi. Beş hasta ilk tedavileri başka bir merkezde yaptıktan sonra kliniğimize sevk edilmişti.

Açık kırıklar için Gustilo-Anderson sınıflaması kullanıldı. Grup 1'de açık kırık yokken, grup 2'de altı hastada tip 1 açık kırık vardı. Standart ön-arka ve yan grafilerde 10 yaşından küçük çocuklar için kırık

uçları arasında 10 derecelik açılanma, 10 yaşından büyük çocuklar için 20 derecelik açılanma cerrahi sınır olarak kabul edildi. Rotasyonel deformite kabul edilmedi.

Açık kırıkla acil servise başvuran hastalara acil ameliyathane şartlarında debridman ve irigasyon yapıldı. Acil serviste yapılan ilk müdahalede redüksiyon sağlanamayan veya konservatif tedavi sırasında redüksiyon kaybı gözlenen kapalı kırıklı hastalara ameliyathanede genel anestezi altında ve skopi kontrolünde bir kez daha kapalı redüksiyon denendi. Grup 1'de hastalara açık redüksiyon sonrası 1/3 semitubuler minikortikal plak vida ile önce ulnaya daha sonra da radiusa osteosentez yapıldı. Grup 2'de önce ulna kırığı olekranondan antegrad olarak geçilen Rush çivisi veya K-teli ile tespit edildi. Sadece ulna tespiti yeterli görülmediğinde radius distal fizisinin proksimalinden drill ile yapılan giriş noktasından Rush çivisi veya uygun kalınlıktaki K-teli ile radius da stabilize edildi.

Ameliyat sonrası dönemde grup 1'de iki hafta alçı atel, grup 2'de dört hafta uzun kol, ardından iki hafta kısa kol alçı tespiti uygulandı. Radyografik olarak kırık sahasında kallus görülmesi ve klinik olarak kırık bölgesinde hassasiyet olmaması kırığın kaynadığının göstergesi olarak kabul edildi. Tüm intramedüller implantlar lokal anestezi altında alçı açıldığı anda, plak vidalar ise en az altı ay sonra genel anestezi altında çıkarıldı. Plak-vida ile osteosentez ve titanyum elastik çivisi ile intramedüller çivileme yapılan iki hastanın grafileri Şekil 1 ve Şekil 2'de görülmektedir.

Uzun dönem fonksiyonel sonuçları etkileyecek ikinci bir girişime ve hastanın anestezi almasına yol açan, implantın kullanımına veya manipülasyon yetersizliğine bağlı iyatrojenik hatalar önemli komplikasyon olarak kabul edildi. Uzun dönem prognozu veya fonksiyonu etkilemeyen komplikasyonlar ise daha hafif komplikasyon olarak kabul edildi.

Hastalar son kontrollerinde Price ve ark.nın^[5] ölçütlerine göre değerlendirildi. Ağır aktivitelere hiç şikayet olmaması ve önkol rotasyonunda 10 dereceden az kayıp olması mükemmel, aktivite sırasında hafif ağrı olması veya 11-30 derece arasında rotasyonel kayıp bulunması iyi, 31-90 derece arasında kayıp olması orta, diğer tüm sonuçlar ise kötü sonuç olarak kabul edildi. Ortalama takip süresi grup 1 için 34 ay (dağılım 11-52 ay), grup 2 için 37 ay (14-52 ay) idi.



Şekil 1. (a) On dört yaşında erkek hastada, bisikletten düşme sonucu oluşan sağ önkol çift kırığı. (b) Yatışın üçüncü günü her iki kemiğe uygulanan açık redüksiyon ve plak-vida ile osteosentez sonrası çekilen radyografiler. (c) Ameliyattan dört yıl, plak vidanın çıkartılmasından iki yıl sonra çekilen kontrol grafileri. Price değerlendirmesine göre mükemmel sonuç elde edildi.

Sonuçlar

Grup 1'de hastaların biri hariç hepsinde ortalama 7.2 haftada (dağılım 6-11 hafta) kaynama sağlanırken, grup 2'de hastaların tümünde ortalama 6.5 haftada (6-10 hafta) kaynama sağlandı.

Price ve ark.nın^[5] değerlendirmesine göre, grup 1'de 11 hastada (%78.6) mükemmel, iki hastada (%14.3) iyi, bir hastada (%7.1) orta sonuç alındı. Grup 2'de sonuçlar 18 hastada (%85.7) mükemmel, üç hastada (%14.3) iyi idi. Kötü sonuç her iki grupta da görülmedi.

Grup 1'de üç hastada (%21.4) önemli, iki hastada (%14.3) daha hafif komplikasyon görüldü. Bir hastada ameliyat sonrası dönemde başparmak ekstansiyon

kaybı gelişti. Radial sinirin posterior liflerinin iyatrojenik hasarına bağlı olarak geliştiği düşünülen bu sorun sekiz ayda kendiliğinden normale döndü. Bir hastada kaynama gecikmesi görüldü ve kırık 11. haftada sorunsuz kaydandı. Bir hastada ise kaynama görülmemesi üzerine 20. haftada ARİF, grefonaj ve kilitli plak ile osteosentez ameliyatı yapıldı ve bu ameliyattan sekiz hafta sonra kaynama sağlandı. Daha hafif komplikasyon olarak iki hastada pansumanla geçen yara sorunları gözlemlendi.

Grup 2'de bir hastada (%4.8) önemli, sekiz hastada (%38.1) daha hafif komplikasyon gelişti. Açık kırık sonrası ameliyat edilen bir hastada geciken kaynama 10. haftada sağlandı. Daha hafif komplikasyon olarak bir hastada olekranon üzerinde ulnar telin iritasyonu



Şekil 2. (a) On üç yaşında erkek hastada düşme sonucu oluşan önkol çift kırığı. (b) Yatışın ikinci günü ameliyata alınıp kapalı redüksiyon ve titanyum elastik çivisi ile osteosentez yapıldıktan sonra çekilen radyografiler. (c) Ameliyattan 18 ay sonra çekilen kontrol radyografileri. (d) Ameliyattan dört yıl, titanyum elastik çivilerin çıkarılmasından 2.5 yıl sonraki kontrol grafileri. Price değerlendirmesine göre hastanın son muayenesinde sonuç mükemmel idi.

sonucu ağırlı ulnar bursit geliştirdi ve telin çıkarılması ile semptomlar geriledi. Bir hastada, radial taraftaki telin yüzeysel radial sinirde yarattığı iritasyon sonucu üç ayda kendiliğinden düzelen his kaybı görüldü. İki hastada da kendiliğinden geçen ulnar nöropatiler görüldü. Ciltaltında rahatsızlık vermesi veya geriye migrasyon nedeniyle dört hastada implantın çıkartılması gerekti. Sinostoz, enfeksiyon, vasküler nedenli veya anesteziye bağlı komplikasyon görülmedi. Son kontrollerde karşı tarafa kıyasla ekstremiteler uzunluk farkı veya eklemlerde deformite saptanmadı. Açısal veya rotasyonel deformite görülmedi.

Tartışma

Çocuklardaki önkol kırıklarının çoğu konservatif olarak tedavi edilebilse de^[12,13] instabil ve redüksiyonun sağlanamadığı kırıklar için başka fiksasyon yöntemleri gerekmektedir. Ayrıca, başlangıçta kapalı redüksiyon ve alçı tedavisine karar verilen hastaların %7'sinde deplasman geliştiği bildirilmiştir.^[7,14]

Önkol kırıkları için birçok tedavi algoritması önerilmiştir. Birçok yazar önkol kırıklarında 10 dereceye kadar açılanmayı konservatif tedavi için sınır kabul ederken,^[15,16] bazıları da 20 dereceye kadar olan açılanmaları cerrahi sınır kabul etmektedir.^[17,18] Rotasyon uyumsuzluğunun cerrahi tedavi için kabul edilmemesi gerektiği konusunda ise görüş birliği vardır.^[15] İnterosseöz mesafede daralma olan hastalarda belirgin önkol rotasyonel kaybı^[19] veya açısal deformiteler^[15,20] görülebilir. Bir kadavra çalışmasında önkol orta 1/3 kırıklarında 20 derecelik açılanmanın önkol pronasyon supinasyonunda belirgin kayba yol açtığı ortaya konmuştur.^[15] Hastanın yaşı^[5,17] deformitenin derecesi,^[16] fizise uzaklığı^[5] ve radius ve/veya volar açılanma miktarının^[20] spontan remodelasyonla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Kırığa eşlik eden nörovasküler yaralanmalar, açık kırıklar, diğer cerrahi endikasyonlardır. Çalışmamızda, 10 yaş altındaki çocuklarda 20 derece, 10 yaş üzerindeki çocuklarda 10 derecelik açılanma cerrahi sınır olarak kabul edilmiştir.

Çocuklardaki önkol kırıklarında yanlış kaynamanın fonksiyonel sonuçlar üzerindeki etkisi konusunda değişik görüşler vardır. Genel olarak kabul edilen görüş, orta 1/3 kırıklarının distal 1/3 kırıklarına göre daha fazla fonksiyonel kısıtlılığa yol açtığı ve supinasyon kayıplarının pronasyon kayıplarına göre daha kötü tolere edilebildiğidir.^[5,17] Açısal ve rotasyonel deformitelerin düzeltilmesi yanı sıra, hem yaralan-

ma, hem de cerrahi girişim sırasında yumuşak dokularda meydana gelebilecek hasarın miktarı, önkol pronasyonundaki kayıp miktarını önemli derecede etkilemektedir.

Plak vida ile fiksasyon yöntemiyle çocuk önkol kırıklarında iyi sonuçlar bildirilmiştir.^[4,8,13,18] Ancak, plak vida için büyük bir insizyon gereklidir. Kullanılacak implant cerrahın tercihinine göre değişebilir. Bu yöntemin ileri yaş grubundaki çocuklarda kullanılması önerilmiştir.^[8] Çalışmamızda plak-vida kullanımını tercih edilen hastalarda daha az sayıda, ancak daha ciddi komplikasyonlar görülse de, sonuçlar açısından karşılaştırıldığında iki teknik arasında belirgin bir fark bulunmamıştır.

İntramedüller çivi ile fiksasyon yaşı küçük çocuklarda önerilir. Elastik titanyum çivisi,^[4,18,21] Rush çivisi,^[18] Steinman veya K-telleri^[4,21] intramedüller tespit materyali olarak kullanılmıştır. İntramedüller fiksasyonun yararları, küçük yara izi, kısa cerrahi süresi, stabil fiksasyon, biyolojik fiksasyon, hızlı kaynama ve çok az hareket kaybıdır.^[4,6,8,10] İmplantın semptomatik hale gelmesi sonucu ikinci bir cerrahi girişimle implantın çıkartılması gerekebilir.^[3,18,21] Ayrıca, skopi gereksinimi diğer bir dezavantajdır. Lascombes ve ark.^[3] kas interpozisyonu nedeniyle %6 oranında açık redüksiyona gerek duyduklarını bildirirken, hiçbir hastada açık redüksiyon gerekmediğini bildirenler de vardır.^[6] Çalışmamızda grup 2'de hiçbir hastaya açık redüksiyon yapılmamıştır.

Komplikasyon oranı, plak vida yöntemi için %0-33,^[22] intramedüller fiksasyon yöntemi için %0-16 oranlarında bildirilmiştir.^[3,6,23] İntramedüller fiksasyon için Lascombes ve ark.^[3] 85 hastada, dördü önemli (%5) ve 10'u daha hafif (%12) olmak üzere 14 hastada komplikasyon bildirmişlerdir.^[3] İki yöntemi karşılaştıran çalışmalarda, iki teknik arasında fark olmadığı görüşünde olanlar da vardır.^[4,18] Çalışmamızda, plak vida yapılan grupta üç önemli (%21.4), iki daha hafif (%14.3); intramedüller fiksasyon yapılan hastalarda bir önemli (%4.8), sekiz daha hafif (%38.1) komplikasyon görüldü. İntramedüller çivi grubunda komplikasyonların büyük bir kısmı daha hafifti ve implantların çıkartılması ile kayboldu. Çalışmamızda her iki grupta da derin enfeksiyon görülmedi.

Ameliyat sonrası dönemde immobilizasyon gerekliliği ve yapılacaksa süresi tartışmalıdır. Yumuşak doku iyileşmesi ve kırık kaynaması için bazı yazarlar immobilizasyon yapılmayıp erken hareket verilmesi-

ni önermişlerdir.^[3,6] Lascombes ve ark.^[3] immobilizasyon yapılmadığında %5 oranında ikincil deplasman görüldüğünü bildirmişlerdir. Çalışmamızda her iki grupta da immobilizasyon fiksasyona yardımcı olması amacıyla kullanıldı ve ikincil deplasman gözlenmedi. Hastalarımızın dirsek veya önkol hareket açıklığını kazanmalarında sorun olmadı.

Önkol çift kırıklarının ameliyat öncesi planlamasında, hastanın yaşı, yumuşak doku hasarı ve hastanın genel durumu göz önüne alınmalıdır. Cerrahi endikasyonu konan hastalarda iki cerrahi teknik karşılaştırıldığında, ARİF ile daha az sayıda ancak daha fazla önemli komplikasyon görülürken, intramedüller çivilemede gelişen daha hafif komplikasyonların çoğunun implantların çıkartılmasından sonra kaybolduğu gözlenmiştir. Önkol çift kırıklarının intramedüller çivileme ile tedavi tekniği, plak-vida ile osteosentez, eksternal fiksasyon ve K-telleri ile minimal osteosentez yöntemlerine alternatiftir. Yetersiz redüksiyonu olan instabil çocuk önkol kırıklarının tedavisinde intramedüller fiksasyonun güvenli, etkili ve kullanımı kolay bir teknik olduğunu düşünüyoruz.

Kaynaklar

1. Kalenderer O, Gurcu T, Reisoğlu A, Agus H. The frequency and distribution of fractures in children presenting to the emergency service. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 2006;40:384-7.
2. Price C. Fractures of the shafts of the radius and ulna. Part II. In: Rockwood CA, Wilkins KE, Beaty JH, editors. Fractures in children. Vol. 3, 4th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1996. p. 515-48.
3. 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.
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. Price CT, Scott DS, Kurzner ME, Flynn JC. Malunited forearm fractures in children. J Pediatr Orthop 1990;10:705-12.
6. 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.
7. Voto SJ, Weiner DS, Leighley B. Redisplacement after closed reduction of forearm fractures in children. J Pediatr Orthop 1990;10:79-84.
8. Wyrsh B, Mencia GA, Green NE. Open reduction and internal fixation of pediatric forearm fractures. J Pediatr Orthop 1996;16:644-50.
9. 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.
10. Tabak AY, Tasbas BA, Yagmurlu MF, Muratli HH. Closed intramedullary nail application in pediatric forearm shaft fractures of both bones. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 2000;34:374-8.
11. Qidwai SA. Treatment of diaphyseal forearm fractures in children by intramedullary Kirschner wires. J Trauma 2001;50:303-7.
12. Carey PJ, Alburger PD, Betz RR, Clancy M, Steel HH. Both-bone forearm fractures in children. Orthopedics 1992;15:1015-9.
13. Spiegel PG, Mast JW. Internal and external fixation of fractures in children. Orthop Clin North Am 1980;11:405-21.
14. Celebi L, Muratli HH, Dogan O, Yagmurlu MF, Aksahin E, Bicimoglu A. The results of intramedullary nailing in children who developed redisplacement during cast treatment of both-bone forearm fractures. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 2007;41:175-82.
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 [Am] 1982;64:14-7.
16. Younger AS, Tredwell SJ, Mackenzie WG, Orr JD, King PM, Tennant W. Accurate prediction of outcome after pediatric forearm fracture. J Pediatr Orthop 1994;14:200-6.
17. Fuller DJ, McCullough CJ. Malunited fractures of the forearm in children. J Bone Joint Surg [Br] 1982;64:364-7.
18. 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.
19. Creasman C, Zaleske DJ, Ehrlich MG. Analyzing forearm fractures in children. The more subtle signs of impending problems. Clin Orthop Relat Res 1984;(188):40-53.
20. Roberts JA. Angulation of the radius in children's fractures. J Bone Joint Surg [Br] 1986;68:751-4.
21. 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.
22. Smith VA, Goodman HJ, Strongwater A, Smith B. Treatment of pediatric both-bone forearm fractures: a comparison of operative techniques. J Pediatr Orthop 2005;25:309-13.
23. Cullen MC, Roy DR, Giza E, Crawford AH. Complications of intramedullary fixation of pediatric forearm fractures. J Pediatr Orthop 1998;18:14-21.