

Çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarında cerrahi tedavi sonuçlarımız

Our results of surgical treatment of supracondylar humeral fractures in children

Beşir Dikmen, İbrahim Gökhan Duman, Raif Özden, Vedat Uruç, Yunus Doğramacı,
Aydiner Kalacı, Serhat Karapınar

ÖZET

Amaç: Çocuklarda humerus alt uç kırıkları, ön kol kırıklarından sonra ikinci en sık görülen kırıklardır. Bu çalışmanın amacı, kliniğimizde cerrahi olarak tedavi edilen çocuk suprakondiler humerus kırıklarında uygulanan tedavi yöntemimizi değerlendirmek ve literatürle karşılaştırmaktır.

Yöntemler: 2006 ve 2011 yılları arasında kliniğimizde tedavi edilen 54 suprakondiler kırıklı hasta değerlendirmeye alındı. Çalışmada hastaların demografik verileri, kırığın oluş nedenleri, kırık tipleri, eşlik eden yaralanmalar, postoperatif komplikasyonlar, radyolojik parametreler, kozmetik ve fonksiyonel sonuçlar değerlendirildi.

Bulgular: 38 erkek (%70,4) ve 16 kız hasta çalışmaya dahil edildi. Ortalama yaş 5,51 (yaş aralığı:1-11) olarak bulundu. Hastanede ortalama yatış süresinin 2,29 gün yine ortalama takip süresinin ise 140 hafta olduğu görüldü. İyatrojenik damar ve sinir yaralanmasına rastlanmadı. Bir hastada çivi dibi enfeksiyonu diğer bir hastada ise heterotopik ossifikasyon saptandı. Flynn kriterlerine göre fonksiyonel sonuçlar %90, 7 mükemmel, %9,3 iyi; kozmetik sonuçlar ise %90, 7 mükemmel, %5,6 iyi, %1,9 orta, %1,9 kötü olarak bulundu.

Sonuç: Çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarında hastanede yatış süresi, nörovasküler komplikasyonlar, fonksiyonel ve kozmetik sonuçlar göz önüne alındığında posterior yaklaşım ile medial ve lateralden çapraz K-teli ile tespitin güvenli ve etkin bir yöntem olduğu görüldü.

Anahtar kelimeler: Flynn kriterleri, suprakondiler kırıklar, açık redüksiyon, çocuklar

ABSTRACT

Objective: The second most common pediatric age fracture after the forearm fractures is distal humeral fractures. The aim of the current study is to retrospectively evaluate the results of the surgical treatment of pediatric supracondylar fractures in our clinic and compare it to the literature.

Methods: During the period between 2006-2011 54 patients having supracondylar humeral fractures who were surgically treated with open reduction and crossed medial and lateral K wire fixation through posterior approach in our institution included in the study. The sex, etiology and type of the fracture, accompanying injuries, postoperative complications, radiologic parameters, cosmetic and functional results were evaluated.

Results: 38 (70,4%) male and 16 (29,6%) female patients were evaluated with a mean age of 5.51 (range;1-11) years. The mean length of hospital stay was 2,29 days. The average follow up was 140 weeks. There was no iatrogenic vascular and nerve injuries. Pin tract infection and heterotopic ossification were observed only in one patient respectively. The functional results were excellent in 90,7%, good in 9,3% and cosmetic results were 90,7 excellent, 5,6% good, 1,9% satisfied, 1,9% bad according to the Flynn criteria.

Conclusion: When taking into consideration the duration of hospital stay, the rate of neurovascular complication, the functional and cosmetic results it seems that treating the supracondylar humeral fractures using the posterior approach with crossed medial and lateral K-wire is a safe and effective method.

Key words: Flynn criteria, supracondylar fractures, open reduction, children

GİRİŞ

Erkek çocukların %40'ı, kız çocuklarının %25' i 16 yaşına kadar bir kırığa maruz kalmaktadır [1].

Başlıca travma sebepleri çocuk yürümeye başladıktan sonra basit düşme, bisikletten düşmeler, trafik kazaları, spor yaralanmaları ve çocuk istismarı olarak belirtilmektedir. Bu kırıkların tedavisi ileriki yaşlarda oluşabilecek fonksiyonel ve kozmetik problemlerin önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır [2].

Dirsek çevresi kırıkları tüm çocukluk çağı kırıkları içinde ikinci sıklıkta görülmektedir. 3350 çocuk olguda yapılan çalışmada tüm çocukluk çağı kırıklarının %16,6' sını oluşturduğu gözlenmiştir. Çocukluk çağı dirsek kırıklarında en sık suprakondiler humerus kırıkları (%50-70) görülür [3,4].

Dirsek eklemi humerus, radius ve ulna kemiklerinin eklemleşmesi ile oluşur ve 6 adet sekonder kemikleşme merkezi vardır bu nedenle radyolojik tanısı zor olabilecek anatomik yapılara sahiptir. Bu da çocuklarda dirsek yaralanmalarında daha dikkatli ve şüpheli bir incelemeyi gerektirir.

Humerus alt uç kırıklarında çocukluk döneminde görülen cisim kırıklarından farklı olarak remodelizasyon kapasiteleri düşük olduğu için açılmalı deformiteler kabul edilemez. Tam anatomik reduksiyon gerekir. Dirsek hareket kısıtlılığı, açılmalı deformiteler ve nörovasküler yaralanma oluşabilecek komplikasyonlardır.

Bu kırıkların tedavisinde çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Deplase olmayan kırıklarda alçı ile tespit, deplase kırıklarda ise açık veya kapalı reduksiyon ve Kirschner teli ile tespit en çok kullanılan yöntemdir [5,6,7].

Seçilen tedavi yöntemlerinden bağımsız olarak kalıcı deformite potansiyelinin yüksek olması ve literatürde seçilecek tedavi yöntemi konusunda tam bir fikir birliğinin olmaması tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Bu tartışmalar konservatif tedaviden cerrahi tedaviye, kapalı reduksiyondan açık reduksiyona, tespit için kullanılan materyale ve cerrahi insizyon seçimine kadar değişebilmektedir [8].

Çalışmanın amacı posterior yaklaşımla açık reduksiyon, medial ve lateralden çapraz K-teli uygulanan Gartland tip 3 suprakondiler humerus kırıklarının işlevsel, kozmetik ve radyolojik sonuçlarını değerlendirmek ve posterior açık reduksiyon tekni-

ğini literatürdeki diğer yöntemlerle karşılaştırmaktır.

YÖNTEMLER

Çalışmamızda 2006-2011 yılları arasında hastanemizde Gartland tip 3 humerus suprakondiler kırık nedeni ile medial ve lateralden çapraz K-teli ile cerrahi olarak tedavi edilmiş 54 hasta değerlendirildi. Takip süresi 4 haftanın altında olanlar, sadece medial veya lateralden telleme yapılan hastalar, Gartland tip 2 kırığı olanlar çalışma dışında tutuldu. Her hastanın velisine çalışmanın amacı ve şekli ayrıntılı olarak anlatıldı. İmzalı onamları alındı. Etik kurul onayı alındı. Hastaların hiçbirinin başka bir kemik patolojisi yoktu.

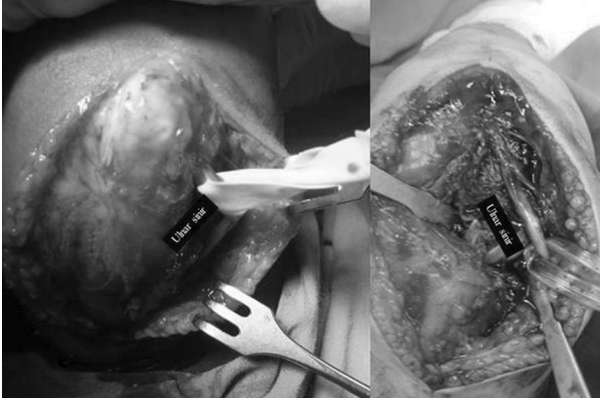
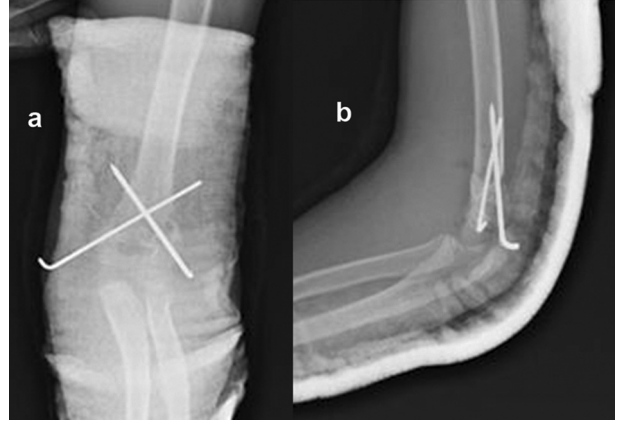
Hasta dosyaları incelenerek ilk hastaneye gelişlerinde alınan detaylı anamnezleri, lokal ve sistemik fizik muayeneleri değerlendirildi. Her iki dirsek iki yönlü grafileri incelenerek cerrahi tedaviye karar verilen hastalar çalışmaya dahil edildi. Hastalar acil cerrahi yapılmasına engel bir durum olmadıkça ilk 12 saatte ameliyata alındı. Ödem veya diğer sistemik problemleri bulunan hastalar atel içinde elevasyonda bekletilerek takip eden günlerde ameliyat edildi. Çalışmada radyolojik parametreler, kozmetik ve fonksiyonel sonuçlar değerlendirildi. Kapalı reduksiyon ve çapraz K-teli ile ulnar sinirin yaralanma ihtimali olduğundan rutin olarak tüm hastalara açık reduksiyon ile birlikte ulnar sinir görülerek (Şekil 1), medial ve lateralden çapraz K-teli uygulandı (Şekil 2,3) . Fonksiyonel değerlendirmede her iki dirseğin fleksiyon, ekstansiyon, iç ve dış rotasyon derecelerine bakıldı. Fleksiyon ve ekstansiyon değerleri ölçülüp toplanarak sağlam dirsek ile ameliyat edilmiş dirsek arasındaki fark değerlendirildi. Flynn9 kriterlerine göre, sağlam dirsek ile ameliyat edilmiş dirsek arasındaki hareket açısı miktarına göre bu fark 0-5 derece ise fonksiyonel olarak mükemmel, 6-10 derece ise iyi, 11-15 derece ise orta, 15 derece üzerinde ise kötü olarak kabul edildi (Tablo 1).

Kozmetik değerlendirmede her iki kolda Mcrae yöntemiyle gonyometre kullanılarak taşıma açısı ölçüldü. Aradaki fark taşıma açısı kaybı olarak kabul edildi. Taşıma açısı kaybı Flynn değerlendirme kriterlerinden kozmetik kriterler esas alınarak değerlendirildi ve fonksiyonel değerlendirmede kullanılan açı aralıkları kullanıldı.

Tablo 1. Flynn Kriterleri

Flynn Kriterleri	Kozmetik Faktör Taşıma açısındaki değişiklik (derece)	Fonksiyonel Faktör Hareket Kaybı (derece)
Mükemmel	0-5	0-5
İyi	6-10	6-10
Orta	11-15	11-15
Kötü	>15	>15

Posterior uzunlamasına kesi yapılan hastaların hepsinde unlar sinir görüldü. Triseps kası medial ve lateral sınırından periost elevatörü ile ayrılarak medial ve lateralden kırık hattı görüldü. Redüksiyon triceps kaldırılmadan medial ve lateralden görülüp sağlandıktan sonra ilk önce lateralden daha sonra medialden birer adet K-teli ile tespit uygulandı. Üç hafta dirsek 90 derece fleksiyonda uzun kol atel tespitine alındı. Üçüncü haftada atel sonlandırılıp aktif hareket başlandı. Altıncı hafta kontrolünde ise K-telleri çıkarıldı ve egzersizlere devam edildi.

**Şekil 1.** Ulnar sinirin görülerek korunması**Şekil 2.** Ameliyat öncesi direkt grafiler. a. Suprakondiller humerus kırığı ön arka; b. Yan görüntü**Şekil 3a.** Ameliyat sonrası direkt grafiler, a. Ön arka; b. Yan görüntü

İstatiksel incelemede 'Statiscal package for social science (SPSS) 13' programı kullanıldı. Grupların niteliksel verilerinin karşılaştırılmasında Ki-Kare testi kullanıldı.

BULGULAR

38 erkek (%70,4) ve 16 kız hasta değerlendirildi. Ortalama yaş $5,51 \pm 2,7$ (1-11) olarak bulundu. Kızlarda yaş ortalaması $4,81 \pm 2,4$ iken erkeklerde yaş ortalaması $5,81 \pm 2,8$ idi. Hastalarda kırığın 2 ve 5 yaşlarında pik yaptığı gözlemlendi. İlkbahar ve yaz aylarında travma sıklığı artmış olarak bulundu. Hastaların %50 sinde dominant ekstremitede kırık olduğu görüldü. Postoperatif yatış süresi $2,29$ (1-5) gün olarak tespit edildi. Takiplerde K-teli çekilme süresi $3,4$ (3-6) hafta olarak saptandı. En uzun takip edilen hasta 346 hafta, en kısa takip edilen hasta ise 26 hafta takip edildi. Ortalama takip süresi 140 hafta olarak tespit edildi. Çocukların 19' unda ev içi basit düşme, 33' ünde ev dışında oyun oynarken düşme, 1'inde trafik kazası, 1 çocukta ise spor yaralanması sonucu kırık geliştiği görüldü. Flynn kriterlerine göre fonksiyonel sonuçlar %90, 7 mükemmel, %9,3 iyi, kozmetik sonuçlar ise %90, 7 mükemmel, %5,6 iyi, %1,9 orta, %1,9 kötü olarak bulundu. Radyolojik değerlendirmede kaynama problemi görülmedi. Ayrıca 54 vakalık olgu sunumumuzda gecikmiş kırık olarak başvuran 3 hastada kozmetik ve fonksiyonel olarak mükemmel sonuç bulundu. Ameliyat sürelerinin erken başvuran hastalara göre daha uzun olduğu gözlemlendi. Bir hastada pin dibi enfeksiyonu bir hastada ise heterotopik ossifikasyon dışında problem görülmedi.

TARTIŞMA

Radius alt uç kırıkları çocukluk çağında en sık görülen kırıklar olup 10, humerus alt uç kırıkları ikinci sıklıkta gelmektedir [11]. Dirsek çevresi kırıklardan sonra varus ve valgus deformitesi gibi kozmetik ve hareket kısıtlılığı şeklinde fonksiyonel bozukluk meydana gelmesi yüksek bir olasılıktır. Komşulukları nedeni ile nörovasküler komplikasyonlara açıktır. İleriki yıllarda yaşamı etkileyecek olan bu kırıkların tanısı, uygun tedavisi ve yakın takibi önemlidir [1,2].

Çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarının çoğu oyun oynarken basit düşme şeklinde olduğu için mevsimlere göre dağılıma sıklığına bakıldığında ilkbahar ve yaz mevsiminde görülme sıklığı artar [12]. Kabukçuoğlu yaptığı çalışmada yaz aylarında hasta sıklığının arttığını tesbit etmiştir [13]. Kalenderer ve arkadaşlarının 1706 olgudan oluşan tüm çocukluk çağı travmalarını inceleyen çalışmalarında kırıklar en sık yaz aylarında %35 oranında gözlenmiştir [14]. Bizim çalışmamızda mart ayından itibaren ilkbahar ve yaz aylarında kırık sıklığı artmış olarak bulunmuştur.

Çocuklarda dirsek bölgesi kırıklarında erken dönemde redüksiyon daha kolay olmaktadır. Bu nedenle erken başvuru önemlidir. Kırığın oluştuğu an ile hastaneye başvuru süresi arasında literatürde yeterli bilgi yoktur. Leet ve arkadaşlarının yaptıkları 158 vakalık retrospektif bir çalışmada acil olarak tedavi edilen hastalarla gecikmiş olarak tedavisi yapılmış hastalar karşılaştırılmış ve gecikmiş vakalarda ameliyat süresinin uzaması, açık redüksiyon ihtiyacının artması, tedavide başarısızlık oranının artması gibi istenmeyen sonuçların gelişmesinde doğru orantılı bir korelasyon olmadığı saptanmıştır [15]. Iyengar ve arkadaşları Gartland tip 3. suprakondiler humerus kırığı olup erken ameliyat olan hastalar ile (8 saat içinde) geç ameliyat olan hastaları (8 saatten sonra) karşılaştırmış ve iki grup arasında fark olmadığını bildirmişlerdir [16].

Hastanede yatış süresi suprakondiler kırıklarda seçilen tedavi yöntemlerine göre değişiklik göstermektedir. Gadgil iskelet traksiyonu ile tedavi ettiği 112 hastasında ortalama yatış süresini 22 gün olarak bildirmiştir [17]. Mulhall açık redüksiyon ve internal fiksasyon yaptığı hastaların ortalama yatış sürelerini 2,5 gün olarak bildirmiştir [18]. Mehserle kapalı redüksiyon ve internal fiksasyon uyguladığı

38 olguluk serisinde bu süreyi 1,6 gün olarak vermiştir [19].

Bizim hastalarımızın hepsine posteriordan açık redüksiyon ve internal fiksasyon uygulanmış olup ortalama yatış süresi 2,29 gün olduğu görülmüştür.

Gartland tip 3 kırıkların tedavisinde, kapalı ve açık redüksiyon yöntemiyle perkutan K-teli uygulaması iki temel yöntem olarak sayılmaktadır [4,20,21]. Otörler arasındaki esas farklılık kapalı redüksiyon perkutan telleme [9,21] veya açık redüksiyon ve telleme tercihi konusundadır. Literatür daha çok kapalı redüksiyon yönünde olsa da [22] nörovasküler yaralanma, cilt problemleri, kompartman sendromu, Volkmann iskemik kontraktürü, kubitus varus gibi bir çok komplikasyon ile karşılaşmaktadır ve kapalı redüksiyon ile tedavi edilen hastaların %2-12 si işlem sırasında açık redüksiyon gerektirir [9,22]. Açık ve kapalı redüksiyonu karşılaştıran bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş ve sonucun daha çok redüksiyonun kalitesi ve fiksasyonun stabilitesi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir [23]. Açık cerrahi yaklaşım birçok yöntemle olabilir [17]. Lateral, medial, anterior, posterior, lateral+medial yaklaşım kullanılan yaklaşımlardır [4,18,21]. Açık redüksiyon ve telleme yapılan hastalarda fonksiyonel, kozmetik ve radyolojik sonuçlar açısından hangi yaklaşımın seçilmesi gerektiği konusunda tam bir fikir birliği yoktur. Fonksiyonel olarak lateral, medial ve anterior yaklaşımın daha iyi sonuç verdiği, posterior yaklaşımda ise hareket kısıtlılığı görüldüğü bildirilmiştir. Kozmetik olarak posterior ve lateral yaklaşımın taşıma açısını en çok değiştirdiği ve kötü sonuçlar bildirildiği vurgulanmaktadır [24]. Ancak birçok yazar posterior insizyonla açık redüksiyon yapmış ve tatminkar sonuçlar bildirmişlerdir [1]. Sibly ve arkadaşları posterior yaklaşımla ameliyat ettikleri hastaların hareket açıklıklarında yaklaşık 10 dereceden daha az kısıtlılık olduğunu, cerrahi kesinin ve hareket kısıtlılığının ise hasta memnuniyetini değiştirmediğini bildirmişlerdir [25]. Posterior insizyonun kozmetik olarak görüntüsü lateral ve medial insizyona göre daha iyidir. Ayrıca redüksiyon sırasında medial ve lateral kolunu aynı anda daha rahat görme imkanı sağlamaktadır. Çapraz K-teli ile ameliyat edilen hastalarda %15 sinir yaralanması görüldüğü bildirilmiştir [26]. Royce retrospektif bir çalışmada medialden perkutan telleme yaptığı 147 vakanın 4 ünde sinir yaralanmasına rastlamıştır. Özkoç ve arkadaşla-

rı açık ve kapalı redüksiyonu karşılaştırmış kapalı redüksiyonun sonuçlarının daha iyi olduğunu fakat ameliyat sırasında özellikle C kollu skopi cihazı gibi görüntüleme yöntemlerinin olmadığı durumlarda açık cerrahi yöntemin ameliyat süresini uzatmama açısından iyi bir alternatif olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca 99 vakalık serilerinde 4 hastada iyatrojenik ulnar sinir yaralanması olduğunu gözlemlemişlerdir [23]. Özçelik ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 164 hastaya kapalı redüksiyon ve çapraz K-teli ile internal fiksasyon yapılmış 18 hastada iyatrojenik ulnar sinir yaralanması tespit edilmiştir [27]. Kalenderer ve arkadaşlarının 473 vakalık kapalı redüksiyon çapraz K teli ile ve internal fiksasyon yaptıkları seride 25 hastada iyatrojenik ulnar sinir yaralanması olduğunu bildirmişlerdir [28]. Rose ve Phillips yaptıkları retrospektif bir çalışmada 141 hastanın 114 üne, çapraz K-teli ile ve internal fiksasyon yapmış ve 10 hastada iyatrojenik ulnar sinir yaralanması tespit etmişlerdir [29]. Bu seride 114 hasta kapalı redüksiyon ile tedavi edilmiştir. Garg ve arkadaşları 1269 hastaya açık veya kapalı redüksiyon ile çapraz telleme yapmış 105 hastada iyatrojenik ulnar sinir yaralanması bildirmişlerdir. Yaralanması olan hastaların çoğunluğu kapalı redüksiyon ile yapılan olgulardır [30].

Yapılan çalışmaların çoğunda vaka sayıları bizim çalışmamıza göre daha fazladır. Hasta sayımızın düşük olması çalışmamızın zayıf yönlerinden biridir.

Sonuç olarak ulnar sinirin görülerek Kirschner tellerinin çapraz bir şekilde yerleştirilmesi güvenli bir yöntemdir. Posterior insizyon ise bütün ortopedik cerrahlar tarafından uygulanabilecek basit, öğrenme eğrisi kısa olan bir cerrahi girişim şeklidir.

Çalışmamız EFORT 2013'te poster olarak kabul edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Landin LA. Fracture patterns in children. Analysis of 8,682 fractures with special reference to incidence, etiology and secular changes in a Swedish urban population 1950-1979. *Acta Orthop Scand Suppl* 1983;202:1-109.
2. Farnsworth CL, Silva PD, Mubarak SJ. Etiology of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 1998;18:38-42.
3. Ege R. Kırıklar, eklem ve diğer yaralanmalar. *Travmatoloji* 5. Baskı cilt 2. Ankara Bizim Büro Basımevi; 2002.
4. Kumar R, Kiran EK, Malhotra R, et al. Surgical management of the severely displaced supracondylar fracture of the humerus in children. *Injury* 2002;33:517-522.
5. Cheng JC, Lam TP, Shen WY. Closed reduction and percutaneous pinning for type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Orthop Trauma* 1995;9:511-515.
6. Aktekin CN, Toprak A, Ozturk AM, et al. Open reduction via posterior triceps sparing approach in comparison with closed treatment of posteromedial displaced Gartland type III supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop B* 2008;17:171-178.
7. France J, Strong M. Deformity and function in supracondylar fractures of the humerus in children variously treated by closed reduction and splinting, traction, and percutaneous pinning. *J Pediatr Orthop* 1992;12:494-498.
8. Shrader MW. Pediatric supracondylar fractures and pediatric physeal elbow fractures. *Orthop Clin North Am* 2008;39:163-171
9. Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL. Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Sixteen years experience with long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1974;56:263-272.
10. Işık C, Çakıcı H, Köse KÇ, et al. Fractures of the distal radius in children: A retrospective evaluation *Dicle Med J* 2012; 39:179-183.
11. Schneidmueller D, Boettger M, Laurer H, et al. Distal humerus fractures in children. *Orthopade* 2013;42:977-985
12. Wu J, Perron AD, Miller MD, et al. Orthopedic pitfalls in the ED: pediatric supracondylar humerus fractures. *Am J Emerg Med* 2002;20:544-550.
13. Kabukçuoğlu Y, Özturk L, Bulut G, et al. Çocuk humerus suprakondiler humerus kırıklarında kırıklarında açık redüksiyon ve minimal osteosentez ile tedavi. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1993;27:243-247.
14. Kalenderer Ö, Gürcü T, Reisoğlu, et al. H. Acil servise kırık nedeni ile başvuran çocuk hastalarda kırık sıklığı ve dağılımı. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2006; 40:384-387.
15. Leet AI, Frisancho J, Ebramzadeh E. Delayed treatment of type 3 supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2002;22:203-207.
16. Iyengar SR, Hoffinger SA, Townsend DR. Early versus delayed reduction and pinning of type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children: A comparative study. *J Orthop Trauma* 1999;13:51-55.
17. Gadgil A, Hayhurst C, Maffulli N, et al. Elevated, straight-arm traction for supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:82-87.
18. Mulhall KJ, Abuzakuk T, Curtin W, et al. Displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Int Orthop* 2000;24:221-223.
19. Mehserle WL, Meehan PL. Treatment of the displaced supracondylar fracture of the humerus (type III) with closed reduction and percutaneous cross-pin fixation. *J Pediatr Orthop* 1991;11:705-711.
20. Aktekin CN, Toprak A, Ozturk AM, et al. Open reduction via posterior triceps sparing approach in comparison with closed treatment of posteromedial displaced Gartland type III supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop B* 2008;17:171-178.

21. Kazımoğlu C, Cetin M, Şener M, et al. Operative management of type III extension supracondylar fractures in children. *Int Orthop* 2009;33:1089-1094.
22. Reitman RD, Waters P, Millis M. Open reduction and internal fixation for supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2001;21:157-161.
23. Oh CW, Park BC, Kim PT, et al. Completely displaced supracondylar humerus fractures in children: results of open reduction versus closed reduction. *J Orthop Sci* 2003;8:137-141.
24. Pretell Mazzini J, Rodriguez Martin J, Andres Esteban EM. Surgical approaches for open reduction and pinning in severely displaced supracondylar humerus fractures in children: a systematic review. *J Child Orthop* 2010;143-152.
25. Sibly TF, Briggs PJ, Gibson MJ. Supracondylar fractures of the humerus in childhood: range of movement following the posterior approach to open reduction. *Injury* 1991;22:456-458.
26. Eberl R, Eder C, Smolle E, et al. Iatrogenic ulnar nerve injury after pin fixation and after antegrade nailing of supracondylar humeral fractures in children. *Acta Orthop* 2011;82:606-609.
27. Özcelik A, Tekcan A, Ömeroglu H. Correlation between iatrogenic ulnar nerve injury and angular insertion of the medial pin in supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop B* 2006;16:58-61.
28. Kalenderer O, Reisoglu A, Surer L, et al. How should one treat iatrogenic ulnar nerve injury after closed reduction and percutaneous pinning of paediatric supracondylar humeral fractures? *Injury* 2008;39:463-466.
29. Rose RE, Phillips W. Iatrogenic ulnar neuropathies post-pinning of displaced supracondylar humerus fractures in children. *West Indian Med J* 2002;51:17-20.
30. Grag S, Weller A, Larson AN, et al. Clinical characteristics of severe supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2014;34:34-39.