

GARTLAND TİP 3 SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARINDA CERRAHİ YÖNETİM STRATEJİLERİ

SURGICAL MANAGEMENT STRATEGIES IN GARTLAND TYPE 3 SUPRACONDYLAR HUMERAL FRACTURES

Gökhun ARICAN, MD;¹ Özey SUBAŞI, MD;¹ Ahmet ÖZMERİÇ, MD;¹ Özgür ŞAHİN, MD;¹ Kadir Bahadır ALEMDAROĞLU, MD;¹ Serkan İLTAR, MD¹

¹Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara, Türkiye

Geliş tarihi: 20/06/2017

Kabul tarihi: 13/10/2017

Yazarlar herhangi bir finansal destek kullanmamış olup yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

ÖZ

AMAÇ: Çocuklarda humerus alt uç kırıkları ikinci en sık görülen kırıklardır. Gartland tip 3 kırıklarının tedavisinde tam bir fikir birliği yoktur. Bu çalışmanın amacı, suprakondiler humerus kırıklarında cerrahi yönetim stratejisi belirlemektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER: Ocak 2015 - Aralık 2016 tarihleri arasında kliniğimizde opere edilen humerus suprakondiler Gartland tip III kırıklı 53 hasta çalışmaya dahil edildi. Çalışmada hastaların demografik verileri, kırığın oluş nedenleri, kırık tipleri, komplikasyonlar, radyolojik parametreler, kozmetik ve fonksiyonel sonuçlar değerlendirildi.

BULGULAR: Hastaların 30' u erkek 23'si kadındı. Yaş ortalaması 6,5 olarak bulundu. Hastalar ortalama 4-24 ay takip edildi. Ortalama yatış süresi 3,15 gün olarak gözlemlendi. 3 hastada pseudovarus gözlemlendi. Flynn kriterlerine göre açık redüksiyon yapılmış hastalar ile kapalı redüksiyon yapılmış hastalar arasında fonksiyonel ve yatış süresi açısından anlamlı fark bulunamazken kozmetik olarak kapalı redüksiyon tedavisi açık redüksiyona göre daha başarılı olarak gözlemlendi. Çapraz K teli uygulanan hastalar ile izole lateral K teli uygulanan hastalar arasında da fonksiyonel ve yatış süresi açısından istatistiksel anlamlı fark bulunamadı. Açık veya kapalı redüksiyon K teli ile fiksasyon yapılmış hastalarda ilk 6 saatte opere edilenler ile 12.saatten sonra opere edilenler arasında yatış süreleri, flynn fonksiyonel sonuçları açısından anlamlı fark gözlemlenmedi.

SONUÇ: Kozmetik olarak daha avantajlı olması, komplikasyon oranlarının açık redüksiyona göre anlamlı olmaması nedeniyle kapalı redüksiyonun öncelikli tercih edilmesi kanaatindeyiz. K teli konfigürasyonları arasında fonksiyonel olarak fark olmaması nedeniyle 2 adet lateral K teli ile redüksiyonun kalitesinin ve fiksasyonun stabilitesinin yeterli olduğunu düşündüğümüz vakalarda medialden K teli uygulaması gerekli değildir. Cerrahi riski yüksek hastalar için en uygun cerrahi zaman beklenebilir.

Anahtar Kelimeler: Flynn kriterleri, suprakondiler kırıklar, açık redüksiyon, çocuklar, fiksasyon teknikleri, Gartland sınıflaması

Yazışma adresi/Correspondence Address: Dr. Gökhun ARICAN, Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara, Türkiye

Tel: 0312 5953632 **e-mail:** gokhunarican@gmail.com

ABSTRACT

OBJECTIVE: Humeral lower extremity fractures are the second most common fractures in children. There is no consensus on the treatment of Gartland type 3 fractures. The purpose of this study is to determine the surgical management strategy for supracondylar humerus fractures.

MATERIAL AND METHODS: Between January 2015 and December 2016, 53 patients with humeral supracondylar Gartland type III fractures were included in our study. Demographic data, causes of fractures, fracture types, complications, radiological parameters, cosmetic and functional outcomes were evaluated in the study.

RESULTS: 30 of the patients were male and 23 were female. The mean age of patients were 6,5 years. The mean length of hospital stay was 3,15 days. The average follow up was 4-24 months. Pseudovarus were observed in 3 patients. Cosmetically closed reduction treatment was more successful than open reduction, although there was no significant difference in functional and length of stay between open reduction patients and closed reduction patients according to Flynn criteria. There was no statistically significant difference between patients who were treated with crossed K wire and those who were treated with isolated lateral K wire in terms of functional and length of stay. Patients who were K wire fixed with open or closed reduction did not differ significantly in terms of hospitalization time, flynn functional results in the first 6 hours and those who were oppressed after 12 hours.

CONCLUSION: We believe that closed reduction is the preferred choice because of the cosmetic advantage that complication rates are not significant compared to open reduction. Since there is no functional difference between the two configurations, medial K wires is not necessary when we think that the reduction quality and fixation stability with 2 lateral K wires are sufficient. For patients who are at high risk for surgery, optimal surgery time may be expected.

Keywords: Flynn criteria, supracondylar fractures, open reduction, children, fixation techniques, Gartland classification

GİRİŞ

Suprakondiler humerus kırıkları klasik olarak distal humeral kondillerin proksimalinde olekranon fossadan geçen kırıklardır. Çocuklarda en sık görülen ikinci kırıktır (% 16.6) [1].

Sıklıkla 4-7 yaş aralığında görülür. Bu yaş grubunda olekranon fossanın zayıf olmasından kaynaklı olarak sık görülür [2]. Genellikle açık el üzerine düşme sonucu ekstansiyon tipi kırıklar görülürken (%95-98), fleksiyon tipi kırıkların oranı (%2-5)'dir [3, 4]. Birçok sınıflama tanımlanmış olmakla beraber, Wilkins'in modifiye ettiği Gartland sınıflaması ekstansiyon tipi suprakondiler humerus kırıklarının sınıflamasında en çok kullanılan sistemdir. Gartland kriterlerine göre, deplase-kortikal temas olmayan kırıklar tip III olarak sınıflandırılır [5, 6].

Suprakondiler humerus kırıklarında diğer humerus bölge kırıklarından farklı olarak remodelizasyon kapasitesi düşük olduğu için açılmalı deformiteler kabul edilemez. Tam anatomik redüksiyon gerektirir. Bu kırıkların tedavisinde çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Deplase olmayan kırıklarda alçı ile tespit, deplase kırıklarda ise açık veya kapalı redüksiyon ve Kirschner teli ile tespit en çok kullanılan yöntemdir [7-9].

Yetersiz veya başarısız tedavi durumlarında; kompartman sendromu, Volkman iskemik kontraktürü, damar-sinir yaralanmaları, kubitus varus/valgus deformiteleri, myositis ossifikans, hareket kısıtlılığı gibi birçok ciddi komplikasyonla sonuçlanabilir [1, 5, 10]. Seçilen tedavi yöntemlerinden bağımsız olarak kalıcı deformite potansiyelinin yüksek olması ve tedavi yöntemi konusunda tam bir fikir birliğinin olmaması tartışmaları da

beraberinde getirmektedir. Bu tartışmalar konservatif tedaviden cerrahi tedaviye, kapalı redüksiyondan açık redüksiyona, tespit için kullanılan materyale ve cerrahi insizyon seçimine kadar değişebilmektedir [11].

Yaptığımız çalışmanın amacı açık ve kapalı redüksiyon K teli pinleme yapılan Gartland Tip 3 suprakondiler humerus kırıklı hastaların işlevsel, kozmetik ve radyolojik sonuçlarının karşılaştırılması ve K teli konfigürasyonunun fonksiyonel sonuçlara etkisini değerlendirmektir.

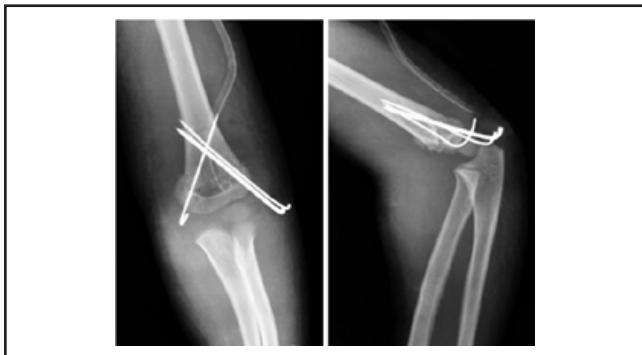
GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamızda 2015-2016 yılları arasında hastanemizde Gartland tip 3 humerus suprakondiler kırık nedeni ile cerrahi olarak tedavi edilmiş 53 hasta değerlendirildi. Hastaların ortalama takip süreleri 4-24 ay idi.

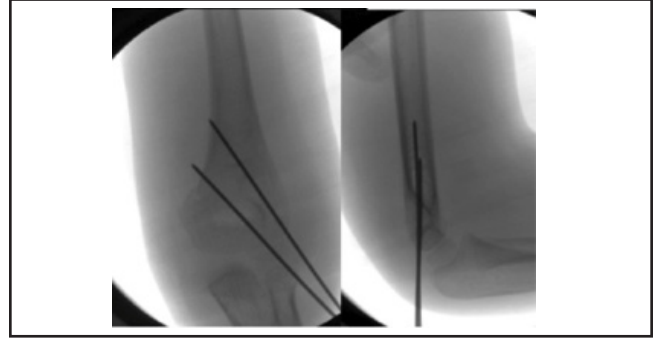
Hasta dosyaları retrospektif incelenerek ilk hastaneye gelişlerinde alınan detaylı anamnezleri, lokal ve sistemik fizik muayeneleri değerlendirildi. Dirsek iki yönlü grafileri incelenerek cerrahi tedavi uygulanan, ciddi yumuşak doku ve damar yaralanması olmayan, başka bir kemik patolojisi bulunmayan hastalar çalışmaya dahil edildi. Hastalar açık veya kapalı redüksiyon K teli ile fiksasyon, çapraz veya izole lateral K teli uygulaması, opere edilme zamanları ile birlikte yatış süreleri değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilen hastaların velisine çalışmanın amacı ve şekli ayrıntılı olarak anlatılarak yapılan kontrollerinde radyolojik parametreler, kozmetik ve fonksiyonel sonuçlar değerlendirildi.

Cerrahi tedavi olarak kapalı redüksiyon 33 hastaya uygulandı. İlk önce 2 adet lateralden sonra 1 adet medialden çapraz (resim1) veya izole 2 adet lateralden K teli ile fiksasyon uygulandı (resim2).

Resim 1



Resim 2



Açık redüksiyon uygulanan 20 hastanın hepsinde posterior insizyon kullanıldı ve ulnar sinir görüldü. Triceps kaldırılmadan medial ve lateralden kırık hattı görülüp redüksiyon sağlandıktan sonra ilk önce lateralden 2 adet daha sonra medialden bir adet K teli ile veya izole lateralden 2 adet K teli ile tespit uygulandı. Tüm ameliyatlar iki operatör (AÖ, ÖŞ) tarafından yapıldı. Ameliyatlarda 2 mm, 2,5 mm'lik Kirschner telleri kullanıldı. Ameliyat sonrası tüm hastalara ortalama 4 hafta dirsek 90 derece fleksiyonda uzun kol atel uygulandı. Dördüncü haftada atel sonlandırılıp aktif hareket başlandı. Altıncı hafta kontrolünde ise K-telleri çıkarıldı ve egzersizlere devam edildi.

Fonksiyonel değerlendirmede her iki dirseğin ekstansiyon, fleksiyon, iç ve dış rotasyon derecelerine bakıldı. Fleksiyon ve ekstansiyon değerleri ölçülüp toplanarak sağlam dirsek ile ameliyat edilmiş dirsek arasındaki fark değerlendirildi. Flynn 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.

Kozmetik değerlendirmede her iki kolda 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.

Araştırma verilerinin istatistiksel analizleri için SPSS 15.0 istatistik paket programı kullanıldı. İstatistiksel analiz olarak tanımlayıcı bulgular kısmında kategorik değişkenler sayı, yüzde verilerek sunuldu. Kategorik değişkenler için; gruplar arasında sıklık bakımından fark olup olmadığı ise Pear-

son ki-kare, Continuity correction (yates düzeltmeli) Ki-Kare ve Fisher's Ki-Kare testleri kullanılarak karşılaştırıldı.

Bu çalışmada istatistik anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

T30 erkek (%56,6) 23 kız (%43,4) hasta değerlendirildi. Yaş ortalaması 6,5 (2-12 yaş) olarak bulundu. 34 hastada sol taraf, 19 hastada sağ tarafta kırık tespit edildi. Ortalama yatış süresi 3,15 gün (1-8 gün) olarak gözlemlendi. En uzun takip edilen hasta 24 ay, en kısa takip edilen hasta ise 4 ay takip edildi. Takiplerde K teli çekilme süresi 4-6 hafta olarak tespit edildi. 20 hastaya açık redüksiyon ve K teli pinleme, 33 hastaya kapalı redüksiyon ve K teli pinleme uygulandı. Açık veya kapalı redüksiyondan bağımsız olarak 34 hastaya 2 adet lateral ve 1 adet medial çapraz K teli, 19 hastaya izole 2 adet lateral K teli uygulandı. 28 hasta hastaneye başvurduğu ilk 6 saat içerisinde opere edilirken 25 hasta hastaneye gelişinin 12. saatinden sonra opere edildi.

Operasyonlarda 1,5 mm, 2 mm, 2,5 mm'lik Kirschner telleri kullanıldı. Hasta yaşı ve kemik çapı artışına paralel olarak, stabilitenin artırılması amacıyla daha kalın tel kullanımını tercih edildi.

Flynn kriterlerine göre açık redüksiyon yapılmış hastalar (%85 mükemmel) ile kapalı redüksiyon yapılmış hastalar (%90,9 mükemmel) arasında fonksiyonel ve yatış süresi açısından anlamlı fark bulunmazken kozmetik olarak kapalı redüksiyon tedavisi (%78,7 mükemmel) açık redüksiyona (%65 mükemmel) göre daha başarılı olarak gözlemlendi (Tablo 1).

Tablo 1

	Flynn Fonksiyon (%)		Flynn Kozmetik (%)	
	Kapalı red. perkütan pinleme	Açık red. perkütan pinleme	Kapalı red. perkütan pinleme	Açık red. perkütan pinleme
Mükemmel >90 , 0°-5°	30 (90.9)	17 (85)	26 (78.7)	13 (65)
İyi 75-89 , 6°-11°	3 (5.6)	3 (15)	6 (18.1)	5 (25)
Orta 60-74 , 11°-15°	0	0	1 (3.03)	2 (10)
Kötü	0	0	0	0

Çapraz K teli uygulanan hastalar (%91,2 mükemmel) ile izole lateral K teli (%84,2 mükemmel) uygulanan hastalar arasında da fonksiyonel ve yatış süresi açısından istatistiksel anlamlı fark bulunamadı (Tablo2).

Tablo 2

	Flynn Fonksiyon (%)		Flynn Kozmetik (%)	
	2 lateral K teli	2 lateral + 1 medial K teli	2 lateral K teli	2 lateral + 1 medial K teli
Mükemmel >90 , 0°-5°	16 (84.2)	31 (91.2)	12 (63.2)	27 (79.4)
İyi 75-89 , 6°-11°	3 (15.8)	3 (8.8)	6 (31.6)	5 (25)
Orta 60-74 , 11°-15°	0	0	1 (5.3)	2 (5.9)
Kötü	0	0	0	0

Açık veya kapalı redüksiyon K teli ile fiksasyon yapılmış hastalarda ilk 6 saatte opere edilenler ile 12. saatten sonra opere edilenler arasında yatış süreleri, flynn fonksiyonel sonuçları açısından istatistiksel anlamlı fark gözlenmedi (Tablo3). 3 hastada pseudovarus gözlenirken başka komplikasyonla karşılaşılmadı.

Tablo 3

Flynn Fonksiyon (%)	Opere Edilme Zamanı	
	6 saat >	> 12 saat
Mükemmel >90 , 0°-5°	24 (85.7)	23 (92)
İyi 75-89 , 6°-11°	4 (14.3)	2 (8)
Orta 60-74 , 11°-15°	0	0
Kötü	0	0

TARTIŞMA

Suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde birçok tedavi yöntemi uygulanmaktadır. Uygulanan bu yöntemler; deplasman derecesine, yumuşak dokulardaki ödeme ve damar sinir yapılarının durumuna göre değişiklik göstermektedir. Tedavi yöntemi konusunda tam bir fikir birliğinin olmaması tartışmaları da beraberinde getirmektedir [11, 12].

Çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarının tedavisindeki temel amaç, dirsek hareketlerinin tam olarak kazanılması ve kozmetik olarak normal bir dirsek görünümünün elde edilmesidir. Remodelizasyon kapasitesi düşük olduğu için aşıl deformiteler kabul edilemez. Tam anatomik redüksiyon gerektirir.

2016 yılında Kuoppala ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada suprakondiler humerus kırıkları uzun dönem takiplerinde %25'e varan morbidite tespit edilmiş. Bu oranın fleksiyon tipi kırıklarda %40'lara ulaştığını gözlemlemişler [13]. Gartland tip 3 kırıkların tedavisinde, kapalı ve açık redüksiyon yöntemiyle perkutan K teli uygulaması iki temel yöntem olarak sayılmaktadır [9, 14, 15]. Birçok ortopedik cerrah kapalı redüksiyon K teli ile pinlemenin altın standart olduğunu düşünmektedir [16-19]. Daha fazla cerrahi deneyim gerektiren kapalı redüksiyonun daha iyi olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur [20].

Aynı zamanda kapalı redüksiyon K teli ile fiksasyon yönteminde kırık hattının açılmaması, enfeksiyon riskinin az olması, turnike uygulamasına gerek kalmaması nedeniyle özellikle turnike basısına bağlı radial sinir yaralanması görülmemesi açık redüksiyona göre daha avantajlı hale getirmektedir.

Ancak yapılan çalışmalar daha çok kapalı redüksiyon yönünde olsada iyatrojenik ulnar sinir yaralanması, 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 [21].

Kazimoğlu ve arkadaşlarının 37 hastanın açık redüksiyon 43 hastanın kapalı redüksiyon K teli ile fiksasyon yaptığı bir çalışmada, kapalı ve açık redüksiyon grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır; bu, kapalı redüksiyonun açık redüksiyona kıyasla avantajı olmadığını göstermektedir [15]. Açık ve kapalı redüksiyonu karşılaştıran bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş ve sonucun daha çok redüksiyonun kalitesi ve fiksasyonun stabilitesi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir [22].

Henüz açık redüksiyon mu kapalı redüksiyon mu sorusuna yanıt alamamışken redüksiyon sonrası fiksasyon için çapraz

K teli veya izole lateral K teli uygulaması için de tam bir fikir birliği oluşmamıştır [23].

Biyomekanik çalışmalar medialden yollanan bir Kirschner telinin daha iyi bir stabilite için gerekliliğini savunmaktadır [24, 25].

Ancak medialden yollanan Kirschner tellerine bağlı ulnar sinir hasarı görülürken lateral pinlemede bu komplikasyonun görülmemesi 2 adet K teli ile osteosentez sağlanacak hastalarda, lateral diverjan pinlemeyi tercih edilir hale getirmektedir [26].

Biyomekanik çalışmalar çapraz K telinin en stabil konfigürasyon olduğunu göstermesine rağmen, bazı klinik çalışmalar sadece lateral pin tespit yöntemiyle de iyi sonuçlar alındığı göstermiştir [24, 27].

Silva ve ark.'nın yapmış olduğu bir biyomekanik çalışmada 2 lateral pine ek olarak üçüncü bir lateral K telinin bending kuvvetlerine karşı ekstra stabilite sağladığı, üçüncü bir medial K telinin hem bending hem de torsiyonel kuvvetlere karşı fazladan direnç sağladığı görülmüştür [28]. Ancak medial K teli atılmasına bağlı iyatrojenik ulnar sinir yaralanması görülebilmektedir [29]. Bu oran Lyons ve arkadaşlarına göre %12 [30], Özçelik ve arkadaşlarına göre %12 [31], Royce ve arkadaşlarına göre %3 [32], Ağuş ve ark. göre %5.8 [33] olarak bildirilmiştir.

Kırığın oluştuğu zaman ile hastaneye başvuru süresi arasında literatürde yeterli bilgi yoktur. 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 [34].

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 [35].

Çalışmamıza aldığımız hastaların acil cerrahi yapılmasına engel bir durumu olmadıkça ilk 6 saatte ameliyata alındı.

Ödem veya diğer sistemik problemleri bulunan hastalar redüksiyon yapıldıktan sonra 90 derece fleksiyonda atel uygulanıp elevasyonda bekletilerek 12.saatten sonra en uygun zamanda ameliyat edildi. İki grup Flynn foksiyonel kriterlerine ve yatış sürelerine göre değerlendirildi. İstatistiksel anlamlı fark tespit edilmedi.

Hastanede yatış süresi suprakondiler kırıklarda seçilen tedavi yöntemlerine göre değişiklik göstermektedir. Mulhall ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, açık redüksiyon ve internal fiksasyon yaptıkları hastaların ortalama yatış sürelerini 2,5 gün olarak bildirmiştir [36].

Mehserle ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 38 hastaya kapalı redüksiyon K teli ile fiksasyon uygulanmış ortalama yatış süresi 1,8 gün olarak bulunmuştur [37].

Çalışmamızda kapalı redüksiyon yapılan hastaların ortalama yatış süreleri 2.6 gün, açık redüksiyon yapılan hastaların yatış sürelerinin ortalama 3.9 gün olduğunu gözlemledik.

Olgularımızda öncelikli olarak kapalı redüksiyon ile anatomik redüksiyon elde etmeye çalıştık. İki ve daha fazla denemede başarısız olunması halinde, daha fazla manipülasyonun eklem sertliğine ve geçici nöropraksiye sebep olması nedeniyle, hastalarda açık redüksiyon ile anatomik redüksiyonu tercih ettik [38].

SONUÇ

Sonuç olarak çalışmamızda açık redüksiyon ve kapalı redüksiyon uygulanan hastalar arasında fonksiyonel olarak fark gözlemedik. Bu nedenle kozmetik olarak daha avantajlı olması, komplikasyon oranlarının açık redüksiyona göre istatistiksel olarak anlamlı olmaması kapalı redüksiyonun öncelikli tercih edilmesi gerektiği kanaatindeyiz. K teli konfigürasyonları arasında fonksiyonel olarak fark gözlemedik. Bu nedenle 2 adet lateral K teli ile redüksiyonun kalitesinin ve fiksasyonun stabilitesinin yeterli olduğunu düşündüğümüz vakalarda medialden K teli pinlemesini önermiyoruz. İlk 6 saat içinde opere ettiğimiz hastalar ile 12. saatten sonra opere ettiğimiz hastalar arasında yatış süreleri ve komplikasyonlar açısından fark gözlenmedi. Ödem veya diğer sistemik problemleri nedeniyle cerrahi riski yüksek hastalar için en uygun cerrahi zaman beklenebilir.

KAYNAKLAR

- 1) Battaglia, T.C., D.G. Armstrong, and R.M. Schwend, Factors affecting forearm compartment pressures in children with supracondylar fractures of the humerus. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002; 22: 431-439.
- 2) McCarthy, S.M. and J.A. Ogden, Radiology of postnatal skeletal development. *Skeletal radiology*. 1982; 9: 17-26.
- 3) DeLee, J., D. Green, and K. Wilkins, Fractures and dislocations of the elbow. Fractures in adults. 1984; 1: 559-652.
- 4) Tachdjian, M.O., *Pediatric orthopaedics*. Vol. 2. 1990: Saunders.
- 5) Gartland, J.J., Management of supracondylar fractures of the humerus in children. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*. 1959; 109: 145.
- 6) Heal, J., et al., Reproducibility of the Gartland classification for supracondylar humeral fractures in children. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2007; 15: 12-14.
- 7) France, J. and M. Strong, Deformity and function in supracondylar fractures of the humerus in children variously treated by closed reduction and splinting, traction, and percutaneous pinning. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1992; 12: 494-498.
- 8) Cheng, J.C., T. Lam, and W. Shen, Closed reduction and percutaneous pinning for type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 1995; 9: 511-515.
- 9) Aktekin, C.N., et al., Open reduction via posterior triceps sparing approach in comparison with closed treatment of posteromedial displaced Gartland type III supracondylar humerus fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2008; 17: 171-178.
- 10) Wilkins, K. and J. Beaty, Fractures in children. Lippincott-Raven 4th Edition Tang CW, Kay RM, Skaggs DL (2002) Growth arrest of the distal radius following a metaphyseal fracture: Case report and review of the literature. *J Pediatr Orthop B*. 1996; 11: 89-92.
- 11) Shrader, M.W., Pediatric supracondylar fractures and pediatric physeal elbow fractures. *Orthopedic Clinics of North America*. 2008; 39: 163-171.
- 12) Shim, J.S. and Y.S. Lee, Treatment of completely displaced supracondylar fracture of the humerus in children by cross-fixation with three Kirschner wires. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002; 22: 12-16.
- 13) Kuoppala, E., et al., Low incidence of flexion-type supracondylar humerus fractures but high rate of complications: A population-based study during 2000–2009. *Acta orthopaedica*. 2016; 87: 406-411.
- 14) Kumar, R., et al., Surgical management of the severely displaced supracondylar fracture of the humerus in children. *Injury*. 2002; 33: 517-522.

- 15) Kazimoglu, C., et al., Operative management of type III extension supracondylar fractures in children. *International orthopaedics*. 2009; 33: 1089-1094.
- 16) Reynolds, R.A. and H. Jackson, Concept of treatment in supracondylar humeral fractures. *Injury*. 2005; 36: 51-56.
- 17) Omid, R., P.D. Choi, and D.L. Skaggs, Supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am*. 2008; 90: 1121-1132.
- 18) Wael, A., et al., Results of treatment of displaced supracondylar humeral fractures in children by percutaneous lateral cross-wiring technique. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*. 2008; 3: 1-7.
- 19) Li, J., et al., Surgical management of delayed irreducible Gartland III supracondylar fractures in children: open reduction and internal fixation versus external fixation. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2017; 26: 299-304.
- 20) Roessingh, d.B. and Reinberg, Open or closed pinning for distal humerus fractures in children? *Swiss surgery*. 2003; 9: 76-81.
- 21) FLYNN, J.C., J.G. MATTHEWS, and R.L. BENOIT, Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am*. 1974, 56: 263-272.
- 22) Oh, C.-W., et al., Completely displaced supracondylar humerus fractures in children: results of open reduction versus closed reduction. *Journal of orthopaedic science*. 2003; 8: 137-141.
- 23) Kocher, M.S., et al., Lateral entry compared with medial and lateral entry pin fixation for completely displaced supracondylar humeral fractures in children. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2007; 89: 706-712.
- 24) Skaggs, D.L., et al., Operative treatment of supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am*. 2001; 83: 735-740.
- 25) Lee, S.S., et al., Displaced pediatric supracondylar humerus fractures: biomechanical analysis of percutaneous pinning techniques. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002; 22: 440-443.
- 26) Woratanarat, P., et al., Meta-analysis of pinning in supracondylar fracture of the humerus in children. *Journal of orthopaedic trauma*. 2012; 26: 48-53.
- 27) Larson, L., et al., Biomechanical analysis of pinning techniques for pediatric supracondylar humerus fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2006; 26: 573-578.
- 28) Silva, M., et al., Biomechanical testing of pin configurations in supracondylar humeral fractures: the effect of medial column comminution. *Journal of orthopaedic trauma*. 2013; 27: 275-280.
- 29) Devnani, A., Late presentation of supracondylar fracture of the humerus in children. *Clinical orthopaedics and related research*. 2005; 431: 36-41.
- 30) Lyons, J.P., E. Ashley, and M.M. Hoffer, Ulnar nerve palsies after percutaneous cross-pinning of supracondylar fractures in children's elbows. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1998; 18: 43-45.
- 31) Özçelik, A., A. Tekcan, and H. Ömeroglu, Correlation between iatrogenic ulnar nerve injury and angular insertion of the medial pin in supracondylar humerus fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2006; 15: 58-61.
- 32) Royce, R.O., et al., Neurologic complications after K-wire fixation of supracondylar humerus fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1991; 11: 191-194.
- 33) Ağuş, H., Ö. Kalenderer, and C. Kayalı, Çocuk suprakondiler humerus kırıklarında kapalı redüksiyon ve perkütanöz çivileme sonuçlarımız. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 1999; 33: 18-22.
- 34) Leet, A.I., J. Frisnacho, and E. Ebramzadeh, Delayed treatment of type 3 supracondylar humerus fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002; 22: 203-207.
- 35) Iyengar, S.R., S.A. Hoffinger, and D.R. Townsend, Early versus delayed reduction and pinning of type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children: a comparative study. *Journal of orthopaedic trauma*. 1999; 13: 51-55.
- 36) Mulhall, K.J., et al., Displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *International orthopaedics*. 2000; 24: 221-223.
- 37) Mehserle, W.L. and P.L. Meehan, Treatment of the displaced supracondylar fracture of the humerus (type III) with closed reduction and percutaneous cross-pin fixation. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1991; 11: 705-711.
- 38) Aronson, D., E. Van Vollenhoven, and J. Meeuwis, K-wire fixation of supracondylar humeral fractures in children: results of open reduction via a ventral approach in comparison with closed treatment. *Injury*. 1993; 24: 179-181.