



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Tıp Derg.
2009; 23 (3): 125 - 130
http://www.fusabil.org

Çocuklarda Tip III Deplase Suprakondiler Humerus Kırıklarının Tedavisinde Posterior ve Lateral Yaklaşımın Karşılaştırılması

Kasım KILIÇARSLAN¹
Hakan ÇİÇEK¹
Yunsur ÇEVİK²
Mehmet Faruk ÇATMA¹
Mahmut UĞURLU¹

¹Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 3. Ortopedi Kliniği
Ankara, TÜRKİYE

²Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Acil Servis
Ankara, TÜRKİYE

Bu çalışmadaki amacımız çocuklarda deplase suprakondiler humerus kırıklarında posterior ve lateral yaklaşımın sonuca etkisini karşılaştırmaktır.

Çalışmamıza Mart 2006 - Şubat 2008 tarihleri arasında suprakondiler humerus fraktürü tanısıyla acil servise başvuran 36 hasta dahil edildi. Lateral insizyonla açık redüksiyon ve pinleme yapılan 14 hasta birinci grupta, posterior insizyonla açık redüksiyon ve pinleme yapılan 22 hasta ikinci grupta değerlendirildi.

Lateral insizyonla opere edilen birinci grup hastalarda fonksiyonel sonucun daha iyi olduğu ve posterior insizyonla opere edilen ikinci grup hastalarda kozmetik sonucun daha iyi olduğu bulundu.

Lateral yaklaşımda dokulara daha az zarar verilmesi nedeniyle fonksiyonel sonuç daha iyi, anatomiye hakimiyet güç olduğu için kozmetik sonuç daha kötü olmaktadır. Posterior yaklaşımda ise dokulara daha çok zarar verilmesi nedeniyle fonksiyonel sonucun daha kötü, anatomiye hakimiyet daha iyi olduğu için kozmetik sonucun daha iyi olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Çocuk, suprakondiler kırık, Cerrahi yaklaşım.

Comparison of Posterior and Lateral Approaches in the Treatment of Type III Displaced Supracondylar Fractures of the Humerus in Children

The purpose of this study was to compare the efficacy of posterior and lateral approaches for the treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in children.

Our study involves 36 patients diagnosed with supracondylar humerus fractures and referred to emergency service of the hospital between March 2006 and February 2008. 14 patients who underwent open reduction and pinning performed with lateral incision were evaluated in the first group; and 22 patients who underwent open reduction and pinning performed with posterior incision were evaluated in the second group.

Functional result of patients in the first group were better than the results of the patients in the second group. However patients who underwent an open reduction with posterior incision had better cosmetic result.

Since minor damage was given to tissues in lateral approaches, functional results in these procedures were better, but because of the difficulty of anatomical approach cosmetic result was poor. On the other hand, posterior approach had a poor functional result as it gave much damage to tissues yet due to better control over the anatomy it had a good cosmetic result.

Key Words: Child, supracondylar fracture, surgical approach.

Giriş

Çocukluk çağının en çok görülen kırıkları ön kol kırıklarından sonra suprakondiler humerus kırıklarıdır (%16,6). Tüm dirsek çevresi kırıklarının da sık görülen şeklidir (1, 2). Tedavisiz olgularda varus/valgus deformitelerinin yanısıra Volkman iskemik kontraktüründen damar sinir yaralanmasına kadar uzanabilen ciddi komplikasyonlara da yol açabilir (3-5).

En sık tercih edilen tedavi yöntemi, uygun vakalarda, kapalı redüksiyonu takiben perkütan pinleme yöntemi olmalıdır. Damar sinir yaralanmasının eşlik ettiği yada kırığın redükte edilemediği olgularda açık redüksiyon tercih edilmelidir (6). Açık redüksiyonun tercih olduğu durumlarda cilt insizyonu için Lateral, Lateral+Medial ve Posterior insizyon tercih edilebilir (7). Posterior insizyonda triceps kasının longitudinal aksda aralanması, sonucu hareket kısıtlılığı oluşabileceği endişesi ile çok tercih görmemektedir. Bu insizyonun sonuçları hakkında yapılmış çalışma da sınırlıdır. Ancak skopi cihazı ile peroperatif görüntü alınamayan vakalarda redüksiyonun kolaylığı ve görüntü genişliği açısından tercih edilebilecek bir yöntemdir. Lateral epikondil üzerindeki tek insizyonun redüksiyon ve pinleme için yeterli olmasına rağmen, lateral insizyona medial kesinin eşlik etmesinin amacı ulnar sinirin eksplorasyonu sayesinde pinlenecek bölgedeki emniyetin sağlanmasıdır.

Geliş Tarihi : 10.06.2009
Kabul Tarihi : 31.10.2009

Yazışma Adresi Correspondence

Kasım KILIÇARSLAN
Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 3. Ortopedi Kliniği,
Ankara-TÜRKİYE

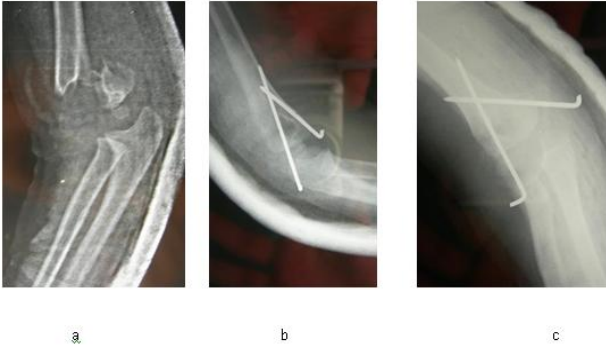
kilicarlsan44@hotmail.com

Gartland tarafından yapılan kırığın deplasman derecesine göre yapılan sınıflamada Tip I kırıklar deplase olmamış, Tip II kırıklar posterior korteksin sağlam kaldığı orta dereceli deplase, Tip III kırıklar ise deplase kırıklar olarak ayrılır. Kırık deplasmanı büyük oranda ekstansiyon tipi şeklinde görülmektedir. Tip I ve Tip II kırıklar için tedavi yaklaşımı kapalı redüksiyon ardından perkütan çivileme şeklinde tarif edilse de Tip III kırıklar için birçok tedavi şekli tartışılmaktadır (8).

Tip III kırıklarda hangi tedavi yönteminin seçileceği hastaya göre belirlenmelidir fikri, günümüzde kabul gören tedavi yaklaşımıdır. Bu çalışmada, tip III suprakondiler humerus kırıklı hastalara uygulanan cerrahi tedavide, cilt insizyonunun sonuca etkisini araştırdık.

Gereç ve Yöntem

Çalışmamıza Mart 2006 - Şubat 2008 tarihleri arasında acil serviste Tip 3 suprakondiler humerus fraktürü tanısı alan 36 hasta dahil edildi. Hastaların tamamı acil servise başvurduktan 12 saat sonra operasyona alındı. Tüm hastalara müdahale eden cerrahi ekip aynıydı ve bütün hastalar turnike uygulanarak genel anestezi altında opere edildi. Hastalar cerrahi yaklaşımları esas alınarak iki gruba ayrıldı. Birinci gruba dahil edilen 14 hastanın cilt insizyonları lateral epikondilin yaklaşık 2 cm proksimalinden 1 cm distaline uzatılan lateral insizyon kullanıldı. Humerusun lateral kenarını görmek için ekstansör carpi radialis longus, triceps brachii ve brachialis kasları arasında kalan alan kullanıldı. İkinci grupta değerlendirilen 22 hastada, olecranon'un 5 cm proksimalinden başlayıp orta hatta olecranonun 1 cm distaline uzanan posterior insizyon kullanıldı. Unlar sinir explore edilerek, humerus distal bölgesini görmek için triceps kasının longitudinal liflerine uygun olarak aralanıp ve olecranon fossa ortaya konulmuştur. Hastaların tamamına medial ve lateral epikondil üzerinden birer adet çapraz Kirshner teli uygulandı (Şekil 1).



Şekil 1. Posterior insizyonla opere edilen Gartland Tip III suprakondiler humerus fraktürü ve aynı olgunun erken postoperatif lateral ve anteroposterior radyografileri

Tüm olguların operasyon sonrasında ön-arka ve yan grafileri çekilerek dirsek taşıma açıları ölçüldü. Hastaların tamamına uzun kol alçı atel uygulandı. Kontrollerde çekilen grafilerdeki radyolojik bulgulara bağlı olarak 2-4. haftalarda alçı atel çıkarılıp egzersiz başlandı. Her hasta için eklem hareket açıklıkları sağlam kollarına ile kıyaslandı ve her iki dirsek fleksiyon ve ekstansiyon dereceleri ölçülüp farkları kayıt edildi. Olgular Flynn ve arkadaşlarının (9) önerdiği değerlendirme kriterlerine göre ele alındı.

İstatistiksel değerlendirme için MedCalc 10.4.0 programı kullanıldı. Bağımlı kriterler için ki-kare testi kullanıldı ve testin güçlülüğünü göstermek için bağımlılık katsayısı kullanıldı. Bağımlı ve bağımsız grupların karşılaştırılmasında pearson korelasyon analizi kullanıldı ve $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya alınan 36 hastanın 13'ü kız (%36,1), 23'ü erkek (%63,8) çocuktur. Yaş ortalaması $6,9 \pm 3,57$ idi (%95 güven aralığında 5,6-8,1). Olguların 12'sinde sol (%33,3), 24'ünde sağ (%66,6) ekstremitte etkilendi. Yaş grupları ve cinsiyete göre etkilenen ekstremitte Tablo 2'de görülmektedir.

Olgular kırık tipine göre değerlendirildiğinde dirsek üzerine düşmeye bağlı fleksiyon tipi kırık 2 hastada (%5,5) görülürken, hiperekstansiyon kuvvetlerine bağlı oluşan ekstansiyon tipi kırık 34 hastada (%94,4) görüldü. Suprakondiler humerus kırığına 1 olguda ön kol çift kırığı, 1 olguda ise femur kırığı eşlik etmekteydi.

Lateral insizyonla açık redüksiyon ve pinleme yapılan 14 hasta birinci grupta, posterior insizyonla açık redüksiyon ve pinleme yapılan 22 hasta ikinci grupta değerlendirildi.

Tablo 1. Flynn kriterleri.

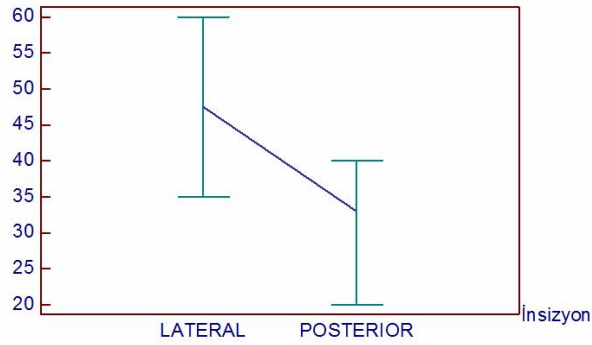
| | FONKSİYONEL | KOZMETİK |
|-------------------|-------------|-------------------|
| Hareket Genişliği | | Taşıma Açısındaki |
| Kayıbı | | Değişiklik |
| Mükemmel | 0-5 ° | 0-5 ° |
| İyi | 6-10 ° | 6-10 ° |
| Orta | 11-15° | 11-15° |
| Kötü | > 15° | > 15° |

Tablo 2. Yaş gruplarının taraf ve cinsiyete göre dağılımı.

| | 1-4 Yaş | | 5-10 Yaş | | 10-15 Yaş | |
|-------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | Sağ | Sol | Sağ | Sol | Sağ | Sol |
| KIZ | 2 (%5,5) | 2 (%5,5) | 5 (%13,8) | 3 (%8,3) | 1 (%2,7) | |
| ERKEK | 4 (%11,1) | 2 (%5,5) | 9 (25,0) | 4 (%11,1) | 3 (%8,3) | 1 (%2,7) |

Operasyon süresi olarak turnike şişirilmesi başlangıç olarak kabul edildi. Birinci hasta grubu için operasyon süresi ortalama 42 dakika (32-60), ikinci hasta grubu için ortalama 35 dakika (24-40) olarak bulundu (Şekil 2).

Op Süresi

**Şekil 2.** İnsizyon şekli ile operasyon süresi arasındaki ilişki

Toplam 36 hastanın hepsine Flynn kriterlerine göre fleksiyon-ekstansiyon aralığında sağlam dirseklerine göre hareket açıklıkları ve taşıma açılarındaki değişiklikler kaydedildi (Tablo 3 ve 4).

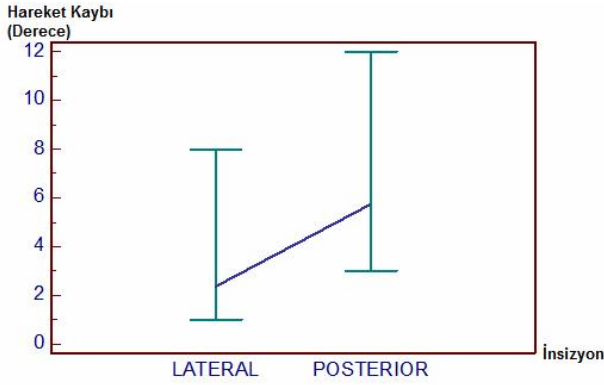
İlk olarak iki gruptaki hastalar hareket kaybı açısından karşılaştırıldı (Şekil 3). İstatistiksel olarak ki-kare testi sonucu 8,36 bulundu. P değeri: 0,0153, bağımlılık katsayısı ise 0,434 bulundu. Bu sonuç lateral insizyonla opere edilen birinci grup hastalarda fonksiyonel sonucun daha iyi olduğunu ortaya koymuş oldu (Şekil 4).

Tablo 3. Flynn skoruna göre iki gruptaki fonksiyonel sonuçlar.

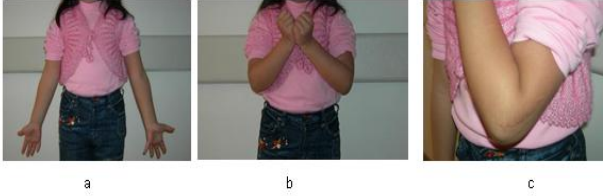
| | İnsizyon Şekli | Flynn'in Fonksiyonel Skoru (Hareket Kaybı) | | | |
|--|----------------|--|-------------|---------------|-----------------|
| | | Mükemmel (0-5°) | İyi (6-10°) | Orta (11-15°) | Kötü (15° üstü) |
| | Posterior | 10 | 11 | 1 | |
| | Lateral | 13 | 1 | | |
| | Toplam | 23 | 12 | 1 | |

Tablo 4. Flynn skoruna göre iki gruptaki kozmetik sonuçlar.

| | İnsizyon Şekli | Flynn'in Kozmetik Skoru (Taşıma Açısı Kaybı) | | | |
|--|----------------|--|-------------|---------------|-----------------|
| | | Mükemmel (0-5°) | İyi (6-10°) | Orta (11-15°) | Kötü (15° üstü) |
| | Posterior | 20 | 2 | | |
| | Lateral | 8 | 6 | | |
| | Toplam | 28 | 8 | | |

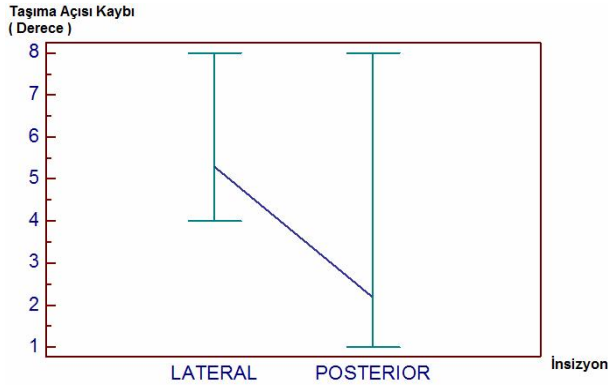


Şekil 3. İnsizyon şekli ile hareket kaybı arasındaki ilişki



Şekil 4. Lateral insizyonla opere edilen örnek vakanın fleksiyon ve ekstansiyondaki görünümü

İkinci olarak iki gruptaki hastalar taşıma açısından değerlendirildi. (Şekil 5). İstatistiksel olarak ki-kare testi sonucu 3,85 bulundu. P değeri: 0,0495, bağımlılık katsayısı ise 0,311 bulundu. Bu sonuç posterior insizyonla opere edilen ikinci grup hastalarda kozmetik sonucun daha iyi olduğunu ortaya koymakla birlikte, lateral insizyonun fonksiyonel sonucu üzerindeki etkisi kadar güçlü bir sonuç elde edilememiştir.



Şekil 5. İnsizyon şekli ile taşıma açısı kaybı arasındaki ilişki

Takip edilen hiçbir olguda varus yada valgus deformitesi ve miyozitis ossifikans gelişmedi. Postoperatif erken dönemde bir hastada radial sinir hasarı gelişti. Bu hastada 9. ay kontrolü sonrasında sinir fonksiyonlarının dönmemesi nedeniyle ekstansör aktivite için tendon transferi uygulandı. Hiçbir hastada ulnar ve

median sinir hasarı görülmedi. 4 hastada pin dibinde lokal enfeksiyon görüldü. Pin çekildikten sonra antibiyotik tedaviye yanıt verdi.

Tartışma

Humerus suprakondiler kırıklarının tedavisinde gerek konservatif gerekse cerrahi, bir çok tedavi yöntemi uygulanmaktadır. Uygulanan bu yöntemler, kırığın tipi ve ayrılma derecesine, yumuşak dokulardaki ödeme ve damar sinir yapılarının durumuna göre değişiklik göstermektedir. Tip I ve Tip II kırıkların tedavisinde görüş birliği olduğu halde, Tip III kırıklarda tek bir tedavi metodu her kırık için uygun olmadığı gibi, herkes tarafından kabul gören bir yöntem de yoktur (10, 11).

Çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarının tedavisindeki temel amaç; dirsek hareketlerinin tam olarak kazanılması ve kozmetik olarak normal bir dirsek görünümünün elde edilmesidir. Kapalı redüksiyon ve alçı atel ile takip literatürdeki ilk tedavi yöntemleridir. Kapalı redüksiyon ve alçı ile immobilizasyon uygulandığında, stabil bir redüksiyon sağlanabilmesi için dirsek ekleminin 120° fleksiyonda tespit edilmelidir. Ödemli bir dirsekte bu derecede fleksiyon dolaşım problemi yaratabilir ve fleksiyonun azaltılması çoğu zaman redüksiyon kaybıyla sonuçlanabilir. McLaughlin (12) bu durumu "suprakondiler ikilem" olarak tariflemiştir. Traksiyon ile tedavi yıllarca çocuklardaki suprakondiler kırıklarının standart tedavisi olmuştur. Ancak hastanede kalış sürelerinin uzun olması, hastane giderlerinin fazla olması ve redüksiyon kaybının sıklığı gibi nedenlerden dolayı, yeni tedavi yöntemleri karşısında eski popülaritesini yitirmiştir. Buna karşın çok parçalı kırıklar veya cerrahiye engel teşkil eden cilt hastalıklarının olduğu durumlarda öncelikli olarak tercih edilebilmektedir (11, 13).

Çocukların suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde literatürde sunulan tedavi seçenekleri arasında, kapalı redüksiyon + alçı (yüksek oranda redüksiyon kaybı ve kubitus varus deformitesi), iskelet traksiyonu + alçı (redüksiyonu sağlamada güçlük, yüksek oranda kubitus varus deformitesi, uzun süreli hospitalizasyon), kapalı redüksiyon + perkutanöz (çapraz veya lateralden 2 adet) K telleri ile osteosentez + alçı (daha az oranda kubitus varus, daha kısa süreli hospitalizasyon, stabil fiksasyon), açık redüksiyon + K telleri ile osteosentez + alçı (uzun süreli hospitalizasyon, yumuşak doku iyileşme süresinde uzama, rehabilitasyonda zorluklar) vardır (2, 12-17).

Bizim çalışmamızda kapalı redüksiyon ve pinleme yapılamayan Gartland sınıflamasına göre Tip III deplase kırıkları olan hastalar açık redüksiyon ve pinleme yöntemi ile opere edildi. Bu hastalar cerrahi yaklaşımlarına göre iki gruba ayrıldı ve sonuçlar değerlendirildi. İlk grup hastaların cilt insizyonu lateralden açıldı. Bu cerrahi teknikte dirsek bölgesi anatomik yapıları ciddi hasarlar verilmediği görülebildi, fakat humerus distal anatomisine hakimiyet güçlü. Bunun sonucu olarak hastalarda fonksiyonel bir kayıp görülmezken taşıma açısındaki kayıp redüksiyonun güçlüğüne bağlandı. Lateral insizyonla yapılan

girişimlerde mediale uygulanan tele bağlı iyatrojenik ulnar sinir yaralanması riski vardır (18, 19). Ulnar sinir yaralanma sıklığı için çeşitli oranlar bildirilmiştir. Bu oran Lyons ve arkadaşlarına göre (20) % 6, Royce ve arkadaşlarına göre (21) % 3, Ağuş ve ark. göre (6) % 5.8 olarak bildirilmiştir. Lateralden tellenen suprakondiler humerus kırıklarında radial sinir ve anterior interosseöz sinir lezyonları gibi başka sinir yaralanmaları da bildirilmiştir. Shannon ve ark. (22) 20 olgunun üçünde anterior interosseöz sinir hasarı, Foead ve arkadaşları (23) ise 32 olgunun ikisinde radial sinir hasarı saptamışlardır. Bizim çalışmamızda lateral insizyonla açılan bir hastada radial sinirin anterior interosseöz dalında iyatrojenik hasarlanma meydana gelmiştir. Royce ve arkadaşları (21) ödemli dirseklerde medial epikondilin palpe edilebilmesi için cilt insizyonu yapılmasını önermiştir. Bizim çalışmamızda ödemli dirseklerde posterior insizyon tercih edilmiştir. İkinci hasta grubuna uygulanan posterior cerrahi yaklaşımda ise triceps kası hasar görmesine rağmen humerus distal bölgesine hakimiyet artmaktaydı. Bunun sonucu olarak fonksiyonel kayıp anlamlı ölçüde artarken taşıma açısındaki kayıp ise azalmaktadır. Ayrıca posterior insizyonda ulnar sinir de eksplore edildiği için ulnar sinir hasarlanma riski de daha azdır. Bizim çalışmamıza

dahil edilen hasta grubunda ulnar sinir hasarı görülmemiştir. Diri ve ark. (11) kapalı redüksiyon+alçı uygulaması, iskelet traksiyonu+alçı uygulaması ve açık redüksiyon+Kirschner teli ile internal fiksasyon metodları karşılaştırdıkları çalışmada olgular arasında fonksiyonel, kozmetik ve radyolojik yönden bir fark tespit edemediklerini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz verilere bakıldığında lateral insizyon ve pinleme yapılan yöntemde fonksiyonel sonuç daha iyi, posterior insizyon ve pinleme yapılan yöntemde kozmetik sonuç daha iyi bulunmuştur. Bu yönüyle çalışmamız literatürden farklılık göstermektedir. Ayrıca Diri ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada gözlenen yetersiz stabilizasyona bağlı redüksiyon kaybı bizim hastalarımızın hiçbirinde görülmemiştir.

Sonuç olarak, kapalı redükte edilemeyen deplase suprakondiler humerus kırıklarında cerrahi yöntemin tercihi hastaya ve cerrahın tecrübesine bağlı olarak değişebilir. Biz ödemli dirseklerde muhtemel sinir hasarını önlemek için posterior insizyon tercih edilmesi gerektiği kanısındayız. Kullanılan cerrahi yöntemle ilgili olarak lateral insizyonda fonksiyonel sonucun daha iyi, posterior insizyonda kozmetik sonucun daha iyi olduğunu düşünmekteyiz.

Kaynaklar

- Ege R. Kırıklar, Eklem ve Diğer Yaralanmalar, Travmatoloji 5. Baskı Cilt 2, Ankara: Bizim Büro Basımevi. 2002; 1995-2101.
- James HB. Rocwood and Wilkins' Fractures in Children. Fifth Edition, Lippincot Williams & Wilkinson. 2001; 563-624.
- Tachdjian MO. Supracondylar fractures of the humerus. In: Tachdjian MO, editor. Pediatric Orthopedics. 2nd ed. Vol: 4. Philadelphia: WB Saunders Co, 1990. 3058-3099.
- Cramer KE, Green NE, Devito DP. Incidence of anterior interosseous nerve palsy in supracondylar humerus in children. J Pediatr Orthop 1993; 13: 502-505.
- Bellemore MC, Barrett IR, Middleton RW, Scougall JS, Whiteway DW. Supracondylar osteotomy of the humerus for correction of cubitus varus. J Bone Joint Surg Br 1984; 66: 566-572.
- Ağuş H, Kalenderer Ö, Kayalı C. Çocuk suprakondiler humerus kırıklarında kapalı redüksiyon ve perkütanöz çivileme sonuçlarımız. Acta Orthop Traumatol Turc 1999; 33: 18-22.
- Wilkins KE: The operative management of supracondylar fractures. Orthop Clin North Am 1990; 21: 269-289.
- Gartland JJ. Management of supracondylar fractures of the humerus in children, Surgy Gynecol Obstet 1959; 109: 145-154.
- 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.
- Shim JS, Lee YS, Treatment of completely displaced supracondylar fracture of the humerus in children by cross-fixation with three Kirschner wires, J Pediatr Orthop 2002; 22: 12-16.
- Diri B, Tomak Y, Karaismailoglu TN. Çocuk deplase suprakondiler humerus kırıklarının tedavisi (üç farklı tedavi yönteminin incelenmesi), Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Dergisi Dergisi 2003; 9: 62-69.
- McLaughlin HL. Trauma. Philadelphia: WB Saunders Co, 1959.
- Agus H, Kalenderer Ö, Kayalı C, Eryanılmaz G. Skeletal traction and delayed percutaneous fixation of complicated supracondylar humerus fractures due to delayed or unsuccessful reductions and swelling in children, J Pediatr Orthop B 2002; 11: 150-154.
- Canale ST. Campbell's Operative Orthopaedics Ninth Edition Mosby Year Book St.Luis. 1998; 2407-2422.
- Cheng JC, Lam TP, Maffulli N. Epidemiological features of supracondylar fractures of the humerus in Chinese children, J Pediatr Orthop B 2001; 10: 63-67.
- Cheng JC, Ng BK, Ying SY, Lam PK. A 10-year study of the changes in the pattern and treatment of 6.493 fractures. J Pediatr Orthop 1999; 19: 344-350.
- Lyons RA, Delahunty AM, Kraus D, et al. Children's fractures: a population based study. Inj Prev 1999; 5: 129-132.
- Devnani AS. Late presentation of supracondylar fracture of the humerus in children. Clin Orthop Relat Res 2005; 431: 36-41.
- Ippolito E, Caterini R, Scola E. Supracondylar fractures of the humerus in children. Analysis at maturity of fifty-three patients treated conservatively. J Bone Joint Surg (Am) 1986; 68: 333-344.

20. Lyons JP, Ashley E, Hoffer MM. Ulnar nerve palsies after percutaneous cross-pinning of supracondylar fractures in children's elbows. *J Pediatr Orthop* 1998; 18: 43-45.
21. Royce RO, Dutkowsky JP, Kasser JR, Rand FR. Neurologic complications after K-wire fixation of supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1991; 11: 191-194.
22. Shannon FJ, Mohan P, Chacko J, D'Souza LG. "Dorgan's" percutaneous lateral cross-wiring of supracondylar fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop* 2004; 24: 376-379.
23. Foead A, Penafort R, Saw A, Sengupta S. Comparison of two methods of percutaneous pin fixation in displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Orthop Surg* 2004; 12: 76-82.