



## Çocuklarda suprakondiler humerus tip III kırıklarının tedavisinde lateral ve medial girişimler ile cerrahi tedavi sonuçlarının fonksiyonel ve kozmetik açıdan karşılaştırılması

*Comparison between the lateral and medial approaches in terms of functional and cosmetic results in the surgical treatment of type III supracondylar humeral fractures in children*

Abdullah EREN, Afşar T. ÖZKUT, Faik ALTINTAŞ, Melih GÜVEN

Sağlık Bakanlığı İstanbul Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

**Amaç:** Çocuklarda suprakondiler humerus tip III kırıklarda lateral ve medial girişim ile cerrahi tedavi sonuçları fonksiyonel ve kozmetik açıdan karşılaştırıldı.

**Çalışma planı:** Çalışmaya, suprakondiler humerus tip III kırığı nedeniyle lateral (12 erkek, 8 kız; ort. yaş 7.2; dağılım 4-12) ve medial (16 erkek, 4 kız; ort. yaş 7.4; dağılım 3-11) girişim ve iki adet çapraz Kirschner teli ile tespit uygulanan iki hasta grubu alındı. Fonksiyonel ve kozmetik sonuçlar Flynn ve ark.nın ölçütlerine göre değerlendirildi. Ortalama izlem süresi lateral girişim grubunda 19.8 ay (dağılım 8-30 ay), medial girişim grubunda 19.5 ay (dağılım 12-27 ay) idi. Ayrıca, hastaların kesi yeri ile ilgili memnuniyetleri araştırıldı.

**Sonuçlar:** Lateral girişim grubunda, fonksiyonel sonuçlar 18 olguda (%90) mükemmel, bir olguda (%5) iyi, bir olguda orta; kozmetik sonuçlar ise 19 olguda (%95) mükemmel, bir olguda (%5) orta olarak değerlendirildi. Medial girişim grubundaki sonuçlar, fonksiyonel açıdan 19 olguda (%95) mükemmel, bir olguda (%5) iyi; kozmetik açıdan ise tüm olgularda mükemmel olarak değerlendirildi ( $p>0.05$ ). Lateral girişim grubunda bir olguda ameliyat sonrasında geçici ulnar sinir paralizisi, bir başka olguda hareket kısıtlılığı ile birlikte kübitus varus deformitesi gelişti. Lateral grupta olguların %25'i, medial grupta ise %70'i kesi yerinden memnun kaldığını belirtti.

**Çıkarımlar:** Çocuk suprakondiler humerus kırıklarının cerrahi tedavisinde lateral ve medial girişimler arasında fonksiyonel ve kozmetik sonuçlar açısından anlamlı fark olmamasına karşın, ulnar sinir yaralanması olasılığının daha düşük olması ve medial kesi skarının estetik açıdan daha kabul edilebilir olması nedeniyle medial girişim tercih edilebilir.

**Anahtar sözcükler:** Kemik teli; çocuk; kırık fiksasyonu, internal/yöntem; humerus kırığı/cerrahi/radyografi..

**Objectives:** We compared the functional and cosmetic results of lateral and medial approaches in the surgical treatment of type III supracondylar humeral fractures in children.

**Methods:** The study included two groups in which type III supracondylar humeral fractures were treated using either lateral (12 boys, 8 girls; mean age 7.2 years; range 4 to 12 years) or medial (16 boys, 4 girls; mean age 7.4 years; range 3 to 11 years) approaches and internal fixation. Functional and cosmetic results were assessed according to the criteria proposed by Flynn et al. The mean follow-up periods were 19.8 months (range 8 to 30 months) and 19.5 months (range 12 to 27 months) in the lateral and medial approach groups, respectively. Patient satisfaction was also inquired regarding the site of the incision scar.

**Results:** In the lateral approach group, functional results were excellent in 18 patients (90%), good in one patient (5%), and fair in one patient, while cosmetic results were excellent in 19 patients (95%) and good in one patient. In the medial approach group, 19 patients (95%) had excellent and one patient (5%) had good functional results, while all the patients had an excellent cosmetic result ( $p>0.05$ ). Complications were seen only in the lateral approach group, including transient ulnar nerve palsy in one patient, and cubitus varus deformity due to limited range of motion in another. The satisfaction rates concerning the site of the incision scar were 25% and 70% in the lateral and medial approach groups, respectively.

**Conclusion:** Although no significant differences were found between the lateral and medial approaches in terms of functional and cosmetic results, the medial approach may be more convenient due to a lower risk for ulnar nerve injury and to a greater acceptability of the medial incision scar on the part of the patients.

**Key words:** Bone wires; child; fracture fixation, internal/methods; humeral fractures/surgery/radiography.

Çocukluk çağında önkol çift kırıklarından sonra en sık görülen kırık tipi suprakondiler humerus kırığıdır.<sup>[1]</sup> Bu kırıkların tedavisinde traksiyon, kapalı redüksiyon ve alçı, perkütan çivileme ve alçı, açık redüksiyon-internal tespit gibi seçenekler bulunmakla birlikte günümüzde kapalı redüksiyon-perkütan çivileme kabul edilmiş olan tedavi yöntemidir.<sup>[2-4]</sup> Kapalı redüksiyonun başarılı olamadığı durumlarda ise açık redüksiyon ve internal tespit uygulanmaktadır. Traksiyon tedavisinde açılmal deformite oluşma olasılığı yüksektir.<sup>[5]</sup> Perkütan çivileme tekniğinde nörovasküler komplikasyonlar görülebilmektedir.<sup>[6,7]</sup> Cerrahi tedavide medial, lateral, posterior ve çift insizyonlu (medial ve lateral) ve anterior girişimler yer almaktadır. Kullanılan cerrahi girişimlerden posterior girişim sonrası sağlam olan posterior kolonun periostu sıyrılabileceğinden ameliyat sırasında redüksiyon daha zor olmaktadır. Ayrıca, posterior girişim sonrası daha fazla eklem sertliği görüldüğü bildirilmiştir.<sup>[8]</sup>

Bu çalışmada, tip III suprakondiler humerus kırığı nedeniyle medial ve lateral girişim ile açık redüksiyon yapılan olguların fonksiyonel, kozmetik ve radyografik sonuçları değerlendirildi.

## Hastalar ve yöntem

Bu çalışmada, tip III suprakondiler humerus kırığı nedeniyle iki ayrı girişimle ameliyat edilen hasta grupları geriye dönük olarak değerlendirildi. Hastanemizdeki diğer ortopedi kliniğinde lateral girişimle ameliyat edilen 29 hasta arasından düzenli takibi yapılabilen 20 hastadan (12 erkek, 8 kız; ort. yaş 7.2; dağılım 4-12; SD 2.03) lateral girişim grubu oluşturuldu. Bu grupta ortalama izlem süresi 19.8 ay (dağılım 8-30 ay; SD 5.3) idi. Sekizinci ayda tam hareket açıklığına ve fonksiyona kavuştuğu görülen, ancak daha sonraki dönemde ulaşılamayan bir hasta nedeniyle bu grupta izlem süresi aralığı sekizinci aydan başlamakta idi. İkinci gruba, kliniğimizde medial girişimle ameliyat edilen ve radyografik ve klinik izlemi ortalama 19.5 ay (dağılım 10-27 ay; SD 4.7) olan 146 hasta arasından rastgele seçilen 20 hasta (16 erkek, 4 kız; ort. yaş 7.4; dağılım 3-11; SD 1.91) alındı. Klinik değerlendirmeler ve radyografik ölçümler tek gözlemci tarafından yapıldı.

Kırıkların 39'u (%97.5) ekstansiyon tipte idi. Kırıklar 33 olguda (%82.5) basit düşme, dördünde (%10) bisikletten düşme, üçünde (%7.5) ise yüksekten düşme sonucu oluşmuştu. Otuz dokuz kırık (%97.5) kapalı, biri (%2.5) Gustillo tip II açık kırık

idi. Açık kırığı olan hastanın yara yeri lateralde yer almaktaydı.

Deplase suprakondiler humerus kırığı ile başvuran tüm hastalara, nörolojik muayene sonrasında, en az iki kez kapalı redüksiyon denemesinden sonra, dirsekte ödem bulunması ve aşırı deplasman nedeniyle yeterli redüksiyon elde edilemediğinden açık redüksiyon ve internal tespit uygulandı (Şekil 1a, b).

Lateral girişim için, sırtüstü pozisyonda yatan hastanın kolu gövdesinin üzerinde hafif adduksiyonda iken, dirsek eklem çizgisinin 5-6 cm proksimalinden başlayan ve biceps ve brakialis kasları arasındaki aralığın üzerinde kalacak şekilde eklem çizgisinin 2-3 cm distaline kadar uzanan bir kesiyile girildi. Fasya açılarak bu iki kasın arasından küt diseksiyonla kırık çizgisine ulaşıldı. Redüksiyondan sonra çapraz Kirschner (K) teli ile tespit uygulandı.

Medial girişimde ise, hasta sırtüstü pozisyonda, kolu 90° abduksiyonda iken, cilt kesisine eklem çizgisinin 5 cm proksimalinden başlanarak, medial epikondilin hemen distalindeki medial intermusküler septum üzerine düşecek şekilde girildi. Cilt ve ciltaltı geçilerek ulnar sinir bulundu ve korumaya alındı. Ulnar olukta gevşetme yapılmadı. Medial K-teli uygulaması, parmakla kırığın devamlılığı hissedilerek ve medial kolon görülerek yapıldı. Lateral K-teli ise kapalı olarak gönderildi (Şekil 1c, d).

Dorsaldan uygulanan uzun kol atel ameliyat sonrası 23. günde, K-telleri ise 30. günde çıkartıldı. Olgular, alçı çıkarılmasını izleyen üçüncü aya kadar üç haftalık aralıklarla izlendi (Şekil 2a, b); altıncı aydan sonra ise son takiplerine çağrıldı.

Olgular, Flynn ölçütlerine göre fonksiyonel ve kozmetik etkenler ele alınarak değerlendirildi (Tablo 1).<sup>[9]</sup> Fonksiyonel olarak, eklem hareketlerinde sağlam tarafa göre kısıtlılık olup olmadığı, var ise bu kısıtlılığın hastanın fonksiyonlarını nasıl etkilediği araştırıldı. Kozmetik olarak ise, dirseğin sağlam tarafa göre fizyolojik valgus açısındaki değişiklik değerlendirildi.

İstatistiksel analizler NCSS 2004 (Number Cruncher Statistical System, NCSS Statistical Software, Utah, ABD) paket programı ile yapıldı. Nitel verilerin karşılaştırılmasında ki-kare ve Fisher gerçeklik testleri kullanıldı. Sonuçların anlamlılığı  $p < 0.005$  düzeyinde, 0.95'lik güven aralığında değerlendirildi.



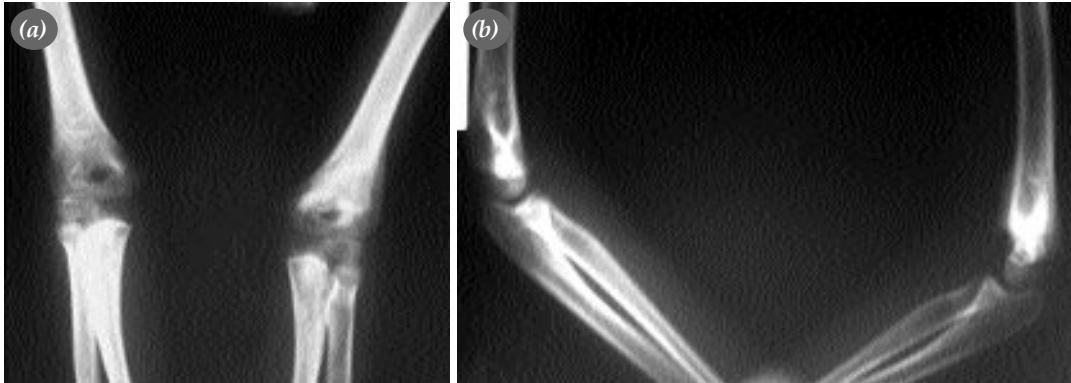
**Şekil 1.** Sol kolda humerus tip III suprakondiler kırığı olan altı yaşındaki hastanın ameliyat öncesi (a) sol dirsek ön-arka ve (b) yan grafileri. Medial girişim sonrası dördüncü haftada (c) ön-arka ve (d) yan grafiler.

## Sonuçlar

Altıncı ayda yapılan kontrollerde, lateral girişim grubunda 17 olgu (%85) fonksiyonel olarak mükemmel, iki olgu (%10) iyi, bir olgu (%5) ise orta olarak değerlendirildi. Medial girişim grubunda ise, fonksiyonel sonuç 19 olguda (%95) mükemmel, bir olguda (%5) iyi idi. Son takipler sırasında, lateral girişim grubunda altıncı ayda iyi olarak değerlendirilen bir olguda sonucun mükemmel hale geldiği; medial grupta ise mükemmel ve iyi sonuç dağılımının değişmediği görüldü.

Son kontrollerde, olgularda pronasyon ve supinasyon kısıtlılığı görülmezken, lateral girişim grubunda ortalama  $2.1^\circ$  (dağılım  $0^\circ-12^\circ$ ; SD 2.89) medial grupta  $2^\circ$  ( $0^\circ-8^\circ$ ; SD 1.25) fleksiyon kısıtlılığı vardı.

Flynn ölçütlerine göre kozmetik sonuçların değerlendirilmesi taşıma açısının goniometre ile karşı tarafla kıyaslanarak ölçülmesi ile yapıldı. Lateral girişim grubunda sağlam dirseğe göre ortalama  $3.1$  derecelik (dağılım  $0^\circ-14^\circ$ ; SD 1.26); medial grupta ise ortalama  $2.3$  derecelik (dağılım  $0^\circ-5^\circ$ ; SD 1.73) varus açı farkı saptandı. Taşıma açısının radyografik olarak değerlendirildiği humeroulnar açı ölçümlerinde, lateral grupta sağlam tarafa göre ortalama  $2$  derecelik (dağılım  $0-12^\circ$ ; SD 2.73); medial grupta ise ortalama  $1.8$  derecelik (dağılım  $0-5^\circ$ ; SD 1.43) fark belirlendi. Kozmetik açıdan sonuçlar, lateral girişim grubunda 19 olguda (%95) mükemmel, bir olguda (%5) orta iken, medial gruptaki olguların tümünde mükemmel idi (Tablo 1). İstatistiksel değerlendirmede lateral ve medial girişim grupları arasında fonksiyonel ( $\chi^2=1.02$ ;  $p=0.59$ ) ve



**Şekil 2.** Aynı hastanın 24. ayda her iki dirsek (a) ön-arka ve (b) yan grafileri.

**Tablo 1.** Son kontrolde Flynn sınıflamasına göre lateral ve medial girişim sonuçları

| Sonuç   | Fonksiyonel         |         |       | Kozmetik           |         |       |     |
|---------|---------------------|---------|-------|--------------------|---------|-------|-----|
|         | Hareket kısıtlılığı | Sayı    | Yüzde | Taşıma açısı kaybı | Sayı    | Yüzde |     |
| Lateral | Mükemmel            | 0°-5°   | 18    | 90                 | 0°-5°   | 19    | 95  |
|         | İyi                 | 6°-10°  | 1     | 5                  | 6°-10°  | –     | –   |
|         | Orta                | 11°-15° | 1     | 5                  | 11°-15° | 1     | 5   |
|         | Kötü                | >15°    | –     | –                  | >15°    | –     | –   |
| Medial  | Mükemmel            | 0°-5°   | 19    | 95                 | 0°-5°   | 20    | 100 |
|         | İyi                 | 6°-10°  | 1     | 5                  | 6°-10°  | –     | –   |
|         | Orta                | 11°-15° | –     | –                  | 11°-15° | –     | –   |
|         | Kötü                | >15°    | –     | –                  | >15°    | –     | –   |

kozmetik ( $\chi^2=1.01$ ;  $p=0.99$ ) sonuçlar açısından anlamlı farklılık bulunmadı.

Ölçümler tek gözlemci tarafından yapıldı. Fleksiyon kısıtlılıklarında  $\pm 0.4^\circ$ , taşıma açılarında ise  $\pm 0.3^\circ$  gözlemci hata payı saptandı.

Ameliyat öncesinde hiçbir olguda vasküler yaralanma yoktu; ancak, lateral girişim uygulanan hastaların birinde radial nabız alınmıyordu; bu hastada kapiller dolanım vardı. Bu olguda açık redüksiyon ve internal tespit sonrasında nabızın ve dolaşımın düzeldiği görüldü. Ayrıca, lateral grupta birer hastada ameliyat öncesinde radial (%5) ve median (%5) sinir palsisi vardı. Medial grupta ise birer hastada radial (%5) ve ulnar (%5) sinir palsisi saptandı. Ameliyat sonrası dönemde lateral girişim grubunda bir hastada iyatrojenik ulnar sinir lezyonu görülmesine karşın, 12 aydan sonra hiçbir hastada nörolojik hasarlanmaya ilişkin bulgu kalmadı.

Son kontrollerde medial girişim grubunda hiçbir hastada ağrı, fonksiyon kaybı veya başka bir komplikasyona rastlanmadı. Lateral girişim grubunda bir olguda  $12^\circ$  fleksiyon kısıtlılığı saptandı;  $14^\circ$  kübitus varus deformitesi gelişen ve fonksiyonel ve kozmetik sonucu orta olarak değerlendirilen bu hastada düzeltme osteotomisi planlandı. Üçüncü ayda yapılan kontrollerde her iki grupta sonucun mükemmel bulunduğu olguların oranı %5 iken, bu oran altıncı ayda %80 idi. Her iki girişim grubunda sonuçların iyi olmasını erken cerrahi müdahale uygulanmasına ve, daha da önemlisi, yeniden şekillenme ve hastaların ekstremitayı hareket ettirmek için gösterdikleri çabalara bağlıyoruz.

Kozmetik açıdan, medial girişim grubunda tüm olgularda mükemmel ya da iyi sonuç alınırken, late-

ral girişim grubunda, kübitus varus deformitesi görülen bir olguda sonuç orta olarak değerlendirildi. İstatistiksel açıdan anlamlı bir fark oluşturulmasına rağmen, medial girişim uygulanan tüm olgularda tatmin edici sonuç alınırken, lateral girişim grubunda bu oran %95 idi.

Kooperasyon kurulabilen olguların kendilerine, kurulamayacak kadar küçük olanların ise ailelerine kesi yerinden memnun olup olmadıkları sorulduğunda, lateral insizyonu olan 20 olgunun beşi (%25) memnun olduğunu, 10'u (%50) medialde yer alacak bir skarı tercih ettiğini bildirdi. Medial kesi kullanılan 20 hastanın 14'ü (%70) skarın medialde yer almasından memnun olduğunu belirtti (Tablo 2). Grupların memnuniyet oranları arasında anlamlı farklılık gözlemlendi ( $\chi^2=14.35$ ;  $p=0.0008$ ).

## Tartışma

Çocuklarda suprakondiler humerus kırıkları, dirsek bölgesinde görülen kırıkların %70'ini oluşturur ve bu kırıkların %97'si ekstansiyon tipindedir.<sup>[1]</sup> Görüldüğü ortalama yaş altıdır.<sup>[1]</sup> Bağ dokularındaki gevşeklik, metafizin geçirdiği yeniden şekillenme süreci ve suprakondiler bölgede korteksin inceliği çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarına neden olan anatomik etkenlerdir.<sup>[10]</sup>

Pirone ve ark.<sup>[11]</sup> kapalı redüksiyon ve perkütan çivileme ile tedavi edilen 78 olgu ile açık redüksiyon

**Tablo 2.** İnsizyon yapılan tarafa göre hastaların memnuniyet oranları

| İnsizyon | Sayı | Memnun   | Memnun değil | Kararsız |
|----------|------|----------|--------------|----------|
| Lateral  | 20   | 5 (%25)  | 10 (%50)     | 5 (%25)  |
| Medial   | 20   | 14 (%70) | –            | 6 (%30)  |

ve internal tespitle tedavi edilen olan dokuz olgunun sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Açık redüksiyon yapılan hastaların %22'sinde, perkütan çivileme yapılan hastaların %5'inde kötü sonuç bildirilmiştir. Anılan çalışmada açık redüksiyon yapılmış olguların sayısının azlığı ve bu olgularda anterior veya medial girişimin kullanılması dikkat çekmektedir. Flynn ve ark.<sup>[9]</sup> kapalı redüksiyon ve perkütan çivileme ile ameliyat edilen 52 olgunun %18'inde vasküler, %13'ünde nöral komplikasyon bildirmişlerdir.<sup>[12]</sup> Literatürde, çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarında lateral ve medial girişimin karşılaştırılmasına dair bir çalışmaya rastlamadık.

Çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarında maksimal stabilizasyon için çapraz çivi (K-teli) kullanımının gerekliliği biyomekanik çalışmalarla gösterilmiştir.<sup>[12]</sup> Posterior girişimde, sağlam olan triseps kasına zarar verildiği için, ameliyattan sonra dirseğin eski hareket açıklığını kazanması zaman almaktadır.<sup>[2]</sup> Lateral girişimin kullanıldığı çalışmaların sayısı fazla değildir.<sup>[13]</sup> Lateral girişimde ve perkütan çivileme yönteminde medial kolona hakim olunamaması nedeniyle kübitus varus deformitesi gelişme olasılığı yüksektir. Weiland ve ark.<sup>[13]</sup> lateral girişim sonrasında %25 oranında kübitus varus deformitesi gördüklerini belirtmişlerdir. Danielsson ve Pettersson<sup>[14]</sup> lateral ve medial çift kesi kullandıkları 17 olgunun birinde kübitus varus deformitesi bildirmişlerdir. Shifrin ve ark.<sup>[15]</sup> medial girişimle ameliyat edilen 100 olguda kübitus varus deformitesine rastlamadıklarını, komplikasyon olarak sadece bir olguda enfeksiyona rastladıklarını bildirmişlerdir. Ramsey ve Griz<sup>[16]</sup> medial girişimle tedavi ettikleri 15 olgunun üçünde (5°-15°) kübitus varus deformitesi gördüklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda, kübitus varus deformitesi medial girişimle ameliyat edilen olgularda görülmezken, lateral girişimle ameliyat edilen bir olguda (%5) görüldü. Ulnar sinir instabilitesi bulunan durumlarda ya da aşırı ödemli dirseklerde ulnar sinirin palpasyonla bulunması yanıltıcı olabilir ve tespit sırasında ulnar sinir yaralanması oluşabilir.<sup>[17]</sup> Perkütan çivileme sonrasında oluşan sinir yaralanmalarının oranı %7 ile %16 arasında bildirilmiştir.<sup>[2]</sup> Lyons ve ark.<sup>[17]</sup> perkütan çivileme sonrası meydana gelen ulnar sinir lezyonlarının sıklıkla kendiliğinden düzeldiğini bildirmişlerdir. Rasool<sup>[18]</sup> ise, ulnar sinir lezyonu olan altı hastanın birinde 14 aylık takip sonrasında düzelleme olmadığını belirtmiştir. Zaltz ve ark.<sup>[19]</sup> 0-5 ve 6-11 yaş gruplarında sırasıyla %17.7 ve

%7.7 oranında ulnar sinir instabilitesine rastladıklarını bildirmişlerdir. Bu instabilite sıklıkla çift taraflıdır ve ameliyat öncesinde, her iki dirsekte sinirin hareket etmesi ve eklem gevşekliği ayrıntılı bir fizik muayene sırasında ipucu olabilir. Royce ve ark.<sup>[6]</sup> böyle durumlarda 1-2 cm'lik medial bir kesi açılmasını önermişlerdir. Medial girişimde ulnar sinir korunarak çalışıldığından bu komplikasyonun oluşma olasılığı daha düşüktür.<sup>[8]</sup> Çalışmamızda, lateral girişim uygulanan bir olguda ameliyattan sonra geçici ulnar sinir paralizisi görüldü. Damar yaralanmaları, çivi dibi enfeksiyonu, yanlış kaynama, kübitus varus deformitesi, fleksiyon kaybı, miyositis ossifikans diğer karşılaşılabilecek komplikasyonlar arasındadır. Estetik açıdan, hastalara kesi skarının bulunduğu yerle ilgili düşünceleri sorulduğunda, insizyon skarının medialde bulunmasının daha fazla tercih edildiği görüldü. Ulnar sinir yaralanması riskinin daha az olması, medial kolona hakim olunabilmesi nedeniyle kübitus varus deformitesi görülme olasılığının daha düşük olması ve kozmetik açıdan hastalar tarafından daha fazla tercih edildiği için, deplase suprakondiler humerus kırıklarının açık redüksiyon ve internal tespitle tedavisinde medial girişimin daha uygun olduğu sonucuna varıldı.

### Kaynaklar

1. Tachdjian MO. Fractures and dislocations. In: Tachdjian MO, editor. Pediatric orthopedics. Vol. 4, 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1990. p. 3058-99.
2. Green NE. Fractures and dislocations in the elbow. In: Green NE, Swiontkowski MF, editors. Skeletal trauma in children. Vol. 3, 1st ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1994. p. 213-56.
3. Özkan İ, Durmuş A. Suprakondiler humerus kırıklarının tedavisi. In: Ege R, editör. XIV. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı; 29 Eylül-4 Ekim 1995; İzmir, Türkiye. Ankara: Emel; 1995. s. 502-4.
4. Sutton WR, Greene WB, Georgopoulos G, Dameron TB Jr. Displaced supracondylar humeral fractures in children. A comparison of results and costs in patients treated by skeletal traction versus percutaneous pinning. Clin Orthop Relat Res 1992;(278):81-7.
5. Dodge HS. Displaced supracondylar fractures of the humerus in children-treatment by Dunlop's traction. J Bone Joint Surg [Am] 1972;54:1408-18.
6. Royce RO, Dutkowsky JP, Kasser JR, Rand FR. Neurologic complications after K-wire fixation of supracondylar humerus fractures in children. J Pediatr Orthop 1991;11:191-4.
7. Dormans JP, Squillante R, Sharf H. Acute neurovascular complications with supracondylar humerus fractures in children. J Hand Surg [Am] 1995;20:1-4.
8. Carcassonne M, Bergoin M, Hornung H. Results of operative treatment of severe supracondylar fractures of the elbow in children. J Pediatr Surg 1972;7:676-9.
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;56:263-72.
10. Abraham E, Powers T, Witt P, Ray RD. Experimental hyperextension supracondylar fractures in monkeys. *Clin Orthop Relat Res* 1982;(171):309-18.
  11. Pirone AM, Graham HK, Krajchich JI. Management of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg [Am]* 1988;70:641-50.
  12. Zionts LE, McKellop HA, Hathaway R. Torsional strength of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg [Am]* 1994;76:253-6.
  13. Weiland AJ, Meyer S, Tolo VT, Berg HL, Mueller J. Surgical treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Analysis of fifty-two cases followed for five to fifteen years. *J Bone Joint Surg [Am]* 1978;60:657-61.
  14. Danielsson L, Pettersson H. Open reduction and pin fixation of severely displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Acta Orthop Scand* 1980;51:249-55.
  15. Shifrin PG, Gehring HW, Iglesias LJ. Open reduction and internal fixation of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Orthop Clin North [Am]* 1976;7:573-81.
  16. Ramsey RH, Griz J. Immediate open reduction and internal fixation of severely displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Clin Orthop Relat Res* 1973;90:131-2.
  17. Lyons JP, Ashley E, Hoffer MM. Ulnar nerve palsies after percutaneous cross-pinning of supracondylar fractures in children's elbows. *J Pediatr Orthop* 1998;18:43-5.
  18. Rasool MN. Ulnar nerve injury after K-wire fixation of supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1998;18:686-90.
  19. Zaltz I, Waters PM, Kasser JR. Ulnar nerve instability in children. *J Pediatr Orthop* 1996;16:567-9.