

Humerus kısalıklarına yaklaşım ve uzatma cerrahisi

Approach to humeral shortening and lengthening surgery

Mehmet Erdem¹, Necmettin Turgut², Ahmet Can Erdem¹

¹Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

²Başkent Üniversitesi Adana Dr. Turgut Noyan Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Adana

Humerus uzatma cerrahisi, başta kozmetik nedenlerle sınırlı uygulama alanına sahipken, günümüzde fonksiyonel amaçlarla kullanımı yaygınlaşmıştır. Humerusun yük taşımayan bir kemik olması nedeniyle alt ekstremiteye kıyasla fonksiyonel kayıplar daha geç fark edilse de özellikle ileri dereceli kısalık vakalarında günlük yaşamda önemli zorluklar yaşanabilir. Akondroplazi gibi iskelet displazilerinde, genital bölge hijyeninin sağlanması, erişim kolaylığı ve vücut oranlarının düzeltilmesi gibi nedenlerle humerus uzatma cerrahi işlemleri artmıştır. Humerus uzatmada Ilizarov prensiplerine dayalı olarak eksternal fiksatörler veya motorize intramedüller çiviler kullanılmaktadır. Eksternal fiksatörler daha fazla uzatma miktarı elde edilmesi için avantaj sağlarken, motorize çiviler düşük komplikasyon oranıyla avantaj sağlar. Radial sinir felci en sık komplikasyonlardan olup genellikle geçicidir. Ortalama uzatma miktarı 5-9 cm arasında değişmekte, fonksiyonel düzelme alt ekstremiteye göre daha hızlı olmaktadır. Humerus uzatma, yaşam kalitesini, özgüveni ve günlük aktiviteler katılımları arttıran etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar sözcükler: humerus uzatma; akondroplazi; eksternal fiksatör

Humeral lengthening surgery, which was initially performed predominantly for cosmetic reasons, has gained increasing importance for functional indications in recent years. As the humerus is a non-weight bearing bone, functional impairments are often less apparent compared to the lower extremities; nevertheless, in cases of severe shortening, considerable limitations in daily activities may occur. In skeletal dysplasia such as achondroplasia, humeral lengthening has been increasingly employed to facilitate genital hygiene, improve reach, and restore body proportions. Lengthening procedures are carried out according to the principles of Ilizarov, using either external fixators or motorized intramedullary nails. External fixators provide the advantage of achieving greater lengthening, whereas motorized nails are associated with lower complication rates. One of the most common complications is radial nerve palsy, which is usually transient. The average lengthening achieved ranges from 5 to 9 cm, with functional recovery occurring more rapidly than in the lower extremities. Overall, humerus lengthening represents an effective intervention that enhances quality of life, self-confidence, and participation in daily activities.

Key words: humerus lengthening; achondroplasia; external fixator

Uzatma cerrahisi alt ekstremitte kısalıklarında daha sıklıkla tercih edilse de üst ekstremitte uzatma cerrahilerinin yapılma sıklığı da artmaktadır. İlk humerus uzatma vakası Dick ve Tietjen tarafından 1978’de yapılmış ve bildirilmiştir.^[1] O zamandan bu yana da yapılma sıklığı giderek artmıştır. Humerusun temel görevi, üst ekstremitteyi uzayda konumlandırmaktır. Humerusta kısalığın hafif veya orta dereceli olduğu durumlarda alt ekstremitte gibi yük taşıyan bir kemik olmaması nedeniyle major fonksiyonel kayba yol açmayabilir. Ancak ileri derecede kısalık olması durumunda hasta fonksiyon kaybıyla başvurabilir. İlk zamanlarda bu nedenlerden dolayı bu cerrahinin kozmetik ve estetik bir girişim olduğu,

cerrahiyle oluşabilecek risklerin potansiyel faydalarına göre daha fazla olabileceği görüşü hakimken bu alandaki tecrübenin artmasıyla daha farklı bir güncel bakış açısı doğmuştur.^[2] Baş üstü aktiviteler, ağır iş yapmak, piyano çalmak, basketbol, voleybol, halter ve tenis gibi sporları yapma durumlarında üst ekstremitte kısalığı veya uzunluk farkı hastanın zorlanmasına yol açabilir.

Humerusta deformite düzeltme ve uzatma için endikasyonlar üzerine net bir fikir birliği bulunmamaktadır. Kısalık miktarı olarak humerusta uzatma cerrahisi için tarihsel süreçte 5 santimetre (cm) endikasyon limiti olarak belirlense de daha az kısalıklarda da hastaların bu

İletişim / Contact: Doç. Dr. Necmettin Turgut • E-posta / E-mail: drnecmettinturgut@hotmail.com

ORCID ID: Mehmet Erdem, 0000-0002-9683-1882 • Necmettin Turgut, 0000-0003-4994-5059 • Ahmet Can Erdem, 0000-0002-4763-1112

Geliş / Received: 4 Eylül 2025 • **Revizyon / Revised:** 3 Ekim 2025, 6 Ekim 2025 • **Kabul / Accepted:** 7 Ekim 2025

uzatma cerrahisine ihtiyacı olabilmektedir.^[3] Özellikle bu uzatma cerrahilerinin sadece kozmetik değil akondroplazi vakalarında kişinin kendi genital hijyenini sağlaması, bir yere kendi koluyla erişimini arttırması ve bu sayede de hayata katılımının arttığının görülmesi de yapılan vaka sayısının artmasını sağlamıştır.^[4] Akondroplazi, rizomelik kısalmayla ilişkili bir iskelet displazisi türü olup orantısız cüceliklerin önemli nedenlerindendir. Akondroplazi hastalarında bir diğer humerus uzatma gerekliliği ise önceden gerçekleştirilmiş bilateral femoral uzatmalar sonrasında meydana gelen kol-bacak uzunlukları arasında oluşan kozmetik olarak oran bozukluğunun giderilmesidir. Normal bireylerde de sportif faaliyetleri yapmakta zorluk, azalmış özgüven ve depresyon sorunları da karşımıza çıkmaktadır.

Humerus kısalıkları konjenital, idiyopatik veya edinilmiş birçok nedenden dolayı meydana gelebilir. Tek taraf-

lı veya bilateral olabilir. Multipl egzostoz, unikameral kemik kisti ve tümöral oluşumlar, septik artritis sekelleri, travma, osteomyelit diğer olası humerus kısalığı nedenleridir. Akondroplazi vakalarında aynı zamanda alt-üst ekstremitelerde uzunluklarındaki orantısızlıklar da humerus uzatmayla giderilebilir. Ameliyatın doğru zamanlamasıyla ilgili bir görüş birliği bulunmamaktadır. Bu cerrahilerde İizarov distraksiyon osteogenezisindeki aşamalı uzatma prensipleri kullanılarak unilateral, multiaksiyel veya sirküler fiksatörler kullanılabilir ve son yıllarda uzatma amaçlı motorize intramedüller çiviler olan Precice® (Nuvasive, San Diego, Kaliforniya), Fitbone® (Wittenstein Intens GmbH, Igersheim, Almanya) kullanıma girmiştir. Motorize intramedüller çiviler ile daha düşük komplikasyon oranları, daha düşük enfeksiyon riski ve hasta memnuniyetinde artış hedeflenmektedir.^[5] Hangi implant sisteminin kullanılacağı konusunda literatürde bir

Tablo 1. Literatürdeki bazı humerus uzatma serilerinin verileri

Çalışma	Cihaz	Etiyoloji	Örnek Büyüklüğü	Ortalama Yaş (SD)	Cinsiyet n (%)	Taraf	Uzatma Miktarı
Hammouda ^[9]	Precice®	Bir multiple herediter egzostoz İki kemik kisti/büyüme arresti Bir büyüme arresti Bir septik omuz büyüme arresti	Altı humerus, beş hasta	20 yaş	İki erkek (%40), üç kadın (%60)	%50 sağ, %50 sol	5,1 cm
Acan ^[16]	Precice®	Rekürren agresif anevrizmal kemik kistleri	Bir humerus, bir hasta	13 yaş	Bir erkek (%100)	%100 sol	5 cm
Hosny ^[6]	Multiaksiyel frame	Akondroplazi (10 hasta), epifiz hasarı (sekiz hasta), enfeksiyon (11 hasta) Erb's felci (17 hasta)	56 segment, 46 hasta	14 yaş (8-20)	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş	9 cm (5-15,5)
Pawar ^[17]	Monolateral	İki akondroplazi, iki Ollier, beş büyüme arresti, bir malign tümör, bir unikameral bir kist	11 hasta, 15 humerus	24 yaş	Altı erkek (%55), beş kadın (%45)	Yedi sağ, sekiz sol	7 cm (4-9 cm)
McLawhorn ^[18]	Multiaksiyel frame	İki osteomyelit, bir travmatik fizyel arrest	Üç hasta	10,3 ± 1,9 yaş	Bir erkek (%33), iki kadın (%67)	İki sol, bir sağ	6,5 ± 0,8 cm
Kashiwag ^[12]	Eksternal fiksatör	10 akondroplazi	20 humerus, 10 hasta	12 yaş (6-17)	Beş erkek (%50), beş kadın (%50)	Belirtilmemiş	7,8 cm (3,5-10 cm)
Hosny ^[7]	Multiaksiyel frame	Erb's felci (sekiz hasta), epifiz hasarı (beş hasta), enfeksiyon (üç hasta)	16 hasta	13 yaş (8,5-17 yaş)	Yedi erkek (%44), dokuz kadın (%56)	Yedi sağ, dokuz sol	8,6 cm (5,5-15 cm)
Cattaneo ^[11]	İizarov	14 hasta akondroplazi, eski septik artritis, doğum felci, kırık, konjenital kısalık, benign neoplazi	43 humerus, 29 hasta	18 yaş (10-36 yaş)	16 erkek (%55), 13 kadın (%45)	Belirtilmemiş	9 cm (5-16 cm)

Tablo 1. Literatürdeki bazı humerus uzatma serilerinin verileri (devamı)

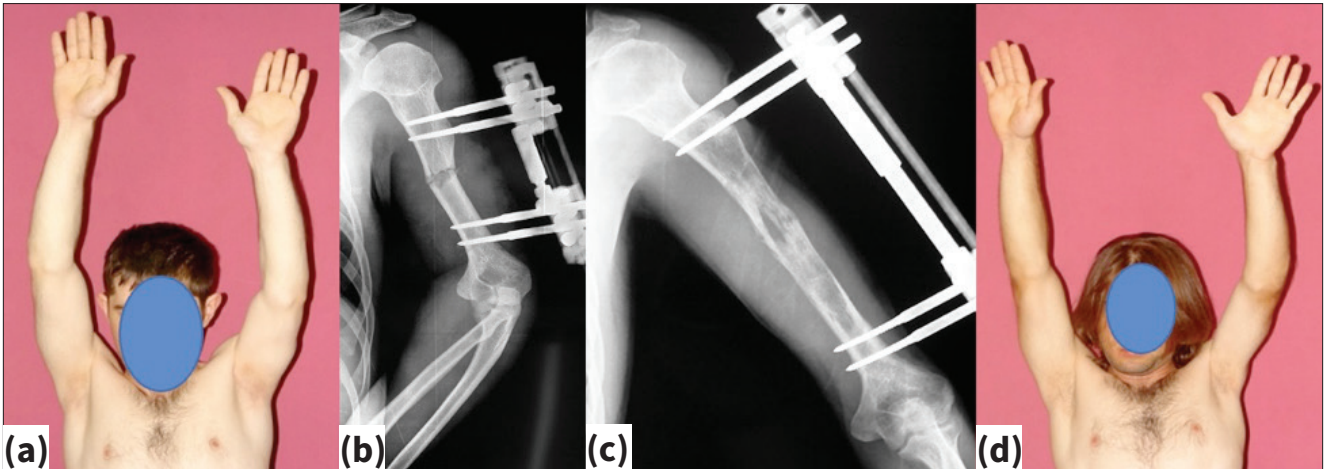
Çalışma	Cihaz	Etiyoloji	Örnek Büyüklüğü	Ortalama Yaş (SD)	Cinsiyet n (%)	Taraf	Uzatma Miktarı
Fürmetz ^[15]	Üç Fitbone®, bir Precice®	İki Erb-Duchenne felci, bir büyüme arresti, bir posttravmatik kısılma ve kaynamama	Dört humerus, dört hasta	29	3:1 (erkek/kadın)	3:1 (sol/sağ)	5,5 cm
Morrison ^[3]	Altı Precice®, yedi eksternal fiksator	Motorize çivi: Bir septik fizyel arrest, iki travmatik fizyel arrest, bir brakial pleksus felci, bir unikameral kemik kisti Eksternal fiksator: Dört fizyel arrest, bir unikameral kist, bir büyüme arrest, iki akondroplazi	Dokuz hasta, 13 humerus	Çivi: 15,4 (13-17,7) Fiksator: 13,4 (6,9-18,1)	Çivi: Dört erkek, bir kadın; Fiksator: Üç erkek, üç kadın (iki hasta her iki grupta da var)	Çivi: Dört sağ, iki sol Fiksator: Üç sağ, dört sol	Çivi: 6,6 cm (±2,3) Fiksator: 8,5 cm (±1,3)
Leiva-Gea ^[19]	Monolateral	Akondroplazi	19 hasta 38 humerus	15,09 (±2,88)	11 erkek, sekiz kız	19 sağ, 19 sol	9,95 ± 0,60 cm
Balcı ^[4]	Monolateral	Akondroplazi	18 hasta 36 humerus	15 (6-15 yaş arası)	Sekiz erkek, 10 kız	18 sağ, 18 sol	7,8 cm (6,5-10)

SD: Standart derivasyon.

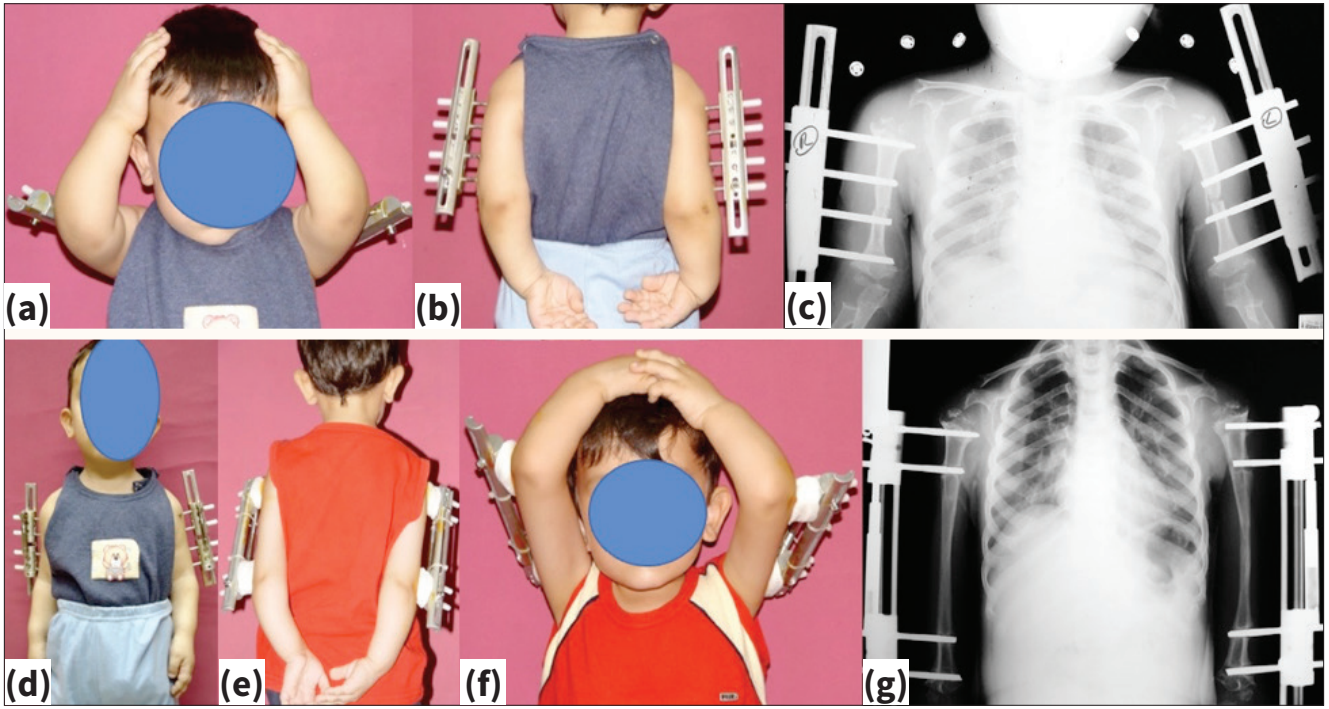
fikir birliği bulunmamaktadır. Tablo 1’de farklı humerus uzatma araçlarıyla literatürde yapılmış olan seriler ve özellikleri tanımlanmıştır.

Uzatmayla birlikte kompleks deformite düzeltme veya daha fazla bir uzatma hedeflendiği durumlarda sirküler eksternal fiksator tercih edilmesini öneren yazarlar mevcuttur.^[6] Ancak hasta konforunun daha fazla olması ve daha basit uygulanabilir olması nedeniyle unilateral eksternal fiksator günümüzde daha çok tercih edilmektedir. Tek taraflı humerus uzatmaları büyüme arresti, osteomyelit, tümör ve kırıklar sonrası 4-5 cm’den daha fazla bir

kısalık veya 20°’den fazla angulasyon olduğu durumlarda tercih edilir (Şekil 1).^[7] Balcı ve ark. 18 hastada yapmış oldukları monolateral eksternal fiksatorle bilateral humerus uzatma sonuçlarını bildirdikleri retrospektif çalışmada akondroplazi hastalarının kendi genital bölgesine ulaşmakta çektikleri zorluk ve bundan kaynaklanan kişisel hijyen eksikliklerine vurgu yaptılar.^[4] Humerus uzatma sonrası hastaların kol, omuz ve el sorunları anketi skorlarında tüm hastalarda anlamlı iyileşme izlediler, yemek hazırlama, saçlarını toplama gibi günlük fonksiyonlarında ise düzelme gördüklerini bildirdiler.



Şekil 1.a-d. Lenfoma nedeniyle tek taraflı humerus kısalığı (a) gelişen 16 yaşındaki erkek hastaya diyafiz osteotomisi ile monolateral eksternal fiksator uygulanması (b) sonrası uzamayı gösteren radyolojik (c) ve klinik görüntüsü (d).



Şekil 2.a-g. Akondroplazili sekiz yaşındaki hastaya bilateral humerus osteotomisi ile monolateral eksternal fiksator uygulandıktan (a-c) sonra uzatma sonrası klinik (d-f) ve radyolojik görüntü elde edilmesi (g).

Cerrahi Teknik (Monolateral Fiksator)

Hasta anestezi altında supin pozisyonunda radyolusen bir masada hazırlanır. Radial sinir eksplere edilerek distal humerusta lokalize edilir ve cerrahi sırasında korunur. Öncelikle Kirschner teli gönderilir, ardından kanüle drillleme yapılır ve Schanz vidası gönderilir. Schanz vidaları planlanan osteotomi sahasının iki adet distaline ve iki adet proksimaline kemiğin uzun aksına dik olarak gönderilir. İlk Schanz vidası olekranon fossanın hemen proksimalinden gönderilmektedir. İkinci Schanz vidası ise en proksimal vida olarak deltoid bölgeden gönderilir. Orta iki vida ise bu Schanz vidalarının komşuluğundan aynı teknikte uygun açıda gönderilir. Osteotomi deltoid kasın insersiyosunun distalinden diyafiz ortasından çoklu drillleme tekniği ile yapılır. Uzatma ameliyat sonrası beşinci günde ve 1 mm/gün hızında başlatılır. Uzatmaya ise hastanın perine bölgesine ulaşabildiği güne kadar devam edilir. Konsolidasyon sonrası cerrahin tercihinine göre 4-12 hafta süre ile breys kullanılır ve üst ekstremiteye yük vermemesi istenir. Şekil 2'de akondroplazi tanılı bir hastada gerçekleştirilen bilateral humerus uzatma olgusu görülmektedir.

Humerus uzatmada alt ekstremitedeki gibi kemiğin boyunun %20'sinden fazla uzama durumunda komplikasyonlarda artma meydana gelmemektedir.^[8] Bunun yanında akondroplazi hastalarında, humerusta femura göre oransal olarak kısalık daha fazladır ve uzatma oranı

ihtiyacı daha fazla olmaktadır. Yine de tek bir humerus osteotomisi ile 6-8 cm rejerenere kemik oluşumunun geçilmemesi, eğer daha fazla miktarda bir uzatma hedefleniyorsa aşamalı olarak daha güvenli yapılması gerektiği son zamanlarda yayımlanan bir sistematik analizde belirtilmiştir.^[2] Böylece eklem sertliği, nöropraksi ve kaynamama risklerinin minimize edilmesi hedeflenir. Literatürde ortalama uzama miktarı 5,1 ile 9 cm arasında farklı miktarlarda bildirilmiştir.^[6,9] Motorize intramedüller çiviyile uzatmalarda uzama miktarı daha azdır (Fitbone®: 245 mm'ye kadar olan çivi için maksimum 5 cm, 245 mm üzeri çivide ise 8 cm; Precice®: maksimum 8 cm). Dolayısıyla daha fazla bir uzatma planlandysa günümüz koşulları için eksternal fiksator seçeneği değerlendirilmelidir. Kallus oluşumu uzatma cerrahisi yapılan bir tibiaya göre humerusta anlamlı derecede daha yüksek oranda meydana gelir ve iyileşme indeksi de daha hızlıdır.^[10,11] Konsolidasyon indeksi literatürde 24-32 gün/cm olarak bildirilmiştir. Dolayısıyla günde 1 mm yerine 1,5 mm hızında uzatma da bir alternatiftir. Fonksiyonel olarak düzelme de alt ekstremitte uzatmalarına kıyasla daha kısa sürede gerçekleşir. Bunun yanında dirsek ve omuz çıkıkları ve subluksasyon durumu beklenmemektedir.

Radial sinir felci, osteotomi sırasında, pin konulurken veya distraksiyon aşamalarında meydana gelebilir. Radial sinir görülmeden anatomik lokasyonlar gözönünde bulundurularak da bu cerrahi yapılabilir. Ancak

hastaların humeruslarının kısa olması, mevcut yumuşak doku anatomisinde de farklılıklar görülebilmesi nedeniyle sinir hasarı riskinde azalmayı sağlamak için açık eksplorasyon daha güvenli bir seçenek olarak gözükmektedir. Uzatma işlemi sırasında eğer parezi meydana gelirse uzatma hızı azaltılabilir veya geçici olarak durdurulabilir, ardından tekrar güvenle uzatma işlemine devam edilebilir.^[12] Humerus uzatma sırasında radial sinir felci gelişmesi durumunda uzatma işlemine devam edilmesini öneren makaleler de bulunmaktadır.^[8] Radial sinir nöropraksisi genellikle geçici olmakta ve zaman içinde dönüş beklenmektedir.

Dirsekte sertlik ve ekstansiyonda kayıp riski olsa da bu %0-7 oranında izlenir ve diz fleksiyon kontraktürü gibi hastanın hayat kalitesini bozmayıp genelde fonksiyonel bir kayba yol açmamaktadır. Dirsek eklemine yaklaşık 50° kontraktür gelişene kadar uzatma işlemine ara verilmemesi önerilmektedir.^[13] Fiksator çıkarılması sonrası fizyoterapi süreciyle eklem hareket açıklığı tekrar kazanılabilmektedir.

Distraksiyon bölgesinde rejenerat kırığı daha nadir olarak gözlenen ve alt ekstremité uzatmalarına göre daha az karşımıza çıkan bir komplikasyondur.^[14] Sıklıkla fiksator çıkarılmasını takiben meydana gelmektedir. Bundan dolayı eksternal fiksator çıkarıldıktan sonra belli bir süre immobilizasyon verilebilir. Motorize intramedüller çivi ile rejenerat kırığı komplikasyon riski minimize edilmek açısından faydalı olsa da nadiren bu çivilerin kendisinin kırılmasına ait komplikasyonlar da bildirilmiştir.^[15] Pin dibi enfeksiyonları tüm eksternal fiksator cerrahilerinde olduğu gibi sık izlenir ancak düğün pin bakımıyla genellikle kolaylıkla düzelir. Humerus uzatma cerrahisi literatürde farklı teknikler kullanılarak uygulanmış olmasına rağmen, bildirilen serilerde komplikasyon oranlarının genel olarak düşük olduğu görülmektedir.^[16-19]

Tarihsel süreç içinde biriken literatür göz önüne alındığında humerusun orta ve ileri dereceli kısalıklarında uzatma geçmişe kıyasla daha güvenilir hâle gelmiştir. Komplikasyonlar izlenebilmekle birlikte alt ekstremité uzatma cerrahilerine göre özellikle yük taşımayan bir ekstremité olmasının da etkisiyle bunun daha az olduğunu görmekteyiz. Cerrahi yapılan hastalarda kişinin özgüveninde artma, yaşam kalitesinde, sportif faaliyetlere katılımda artma ve bu faaliyetlerde başarı artışı izlenir.

Teşekkür

Bu makaledeki vaka örnekleri İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi İlizarov Arşivi'nden alınmıştır. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Dick HM, Tietjen R. Humeral lengthening for septic neonatal growth arrest. Case report. JBJS 1978;60(8):1138-9. [Crossref](#)
2. El-Hamid A, Ahmed M, Hosny AG, A Anter M. Humeral lengthening: Systematic review and meta analysis. Benha J Appl Sci 2023;8(3):151-8. [Crossref](#)
3. Morrison SG, Georgiadis AG, Dahl MT. Lengthening of the humerus using a motorized lengthening nail: A retrospective comparative series. J Pediatr Orthop 2020;40(6):e479-e486. [Crossref](#)
4. Balci HI, Kocaoglu M, Sen C, Eralp L, Batibay SG, Bilsel K. Bilateral humeral lengthening in achondroplasia with unilateral external fixators: Is it safe and does it improve daily life? Bone Joint J 2015;97(11):1577-81. [Crossref](#)
5. Lorange J-P, Alamiri N, Marwan Y, Alshammari A, Hamdy RC, Bernstein M. Humerus lengthening with a motorized intramedullary nail: A systematic review of outcomes and complications. Strateg Trauma Limb Reconstr 2022;17(3):165. [Crossref](#)
6. Hosny GA. Humeral lengthening and deformity correction. J Child Orthop 2016;10(6):585-92. [Crossref](#)
7. Hosny GA. Unilateral humeral lengthening in children and adolescents. J Pediatr Orthop B 2005;14(6):439-43. [Crossref](#)
8. Kiss S, Pap K, Vízkelety T, Terebessy T, Balla M, Szóke G. The humerus is the best place for bone lengthening. Int Orthop 2008;32:385-8. [Crossref](#)
9. Hammouda AI, Standard SC, Robert Rozbruch S, Herzenberg JE. Humeral lengthening with the PRECICE magnetic lengthening nail. HSS Journal® 2017;13(3):217-23. [Crossref](#)
10. Tanaka K, Nakamura K, Matsushita T, Horinaka S, Kusaba I, Kurokawa T. Callus formation in the humerus compared with the femur and tibia during limb lengthening. Arch Orthop Trauma Surg 1998;117:262-4. [Crossref](#)
11. Cattaneo R, Villa A, Catagni MA, Bell D. Lengthening of the humerus using the Ilizarov technique: Description of the method and report of 43 cases. Clin Orthop Relat Res 1990;250:117-24. [Crossref](#)
12. Kashiwagi N, Suzuki S, Seto Y, Futami T. Bilateral humeral lengthening in achondroplasia. Clin Orthop Relat Res 2001;391:251-7. [Crossref](#)
13. Lee FY-I, Schoeb JS, Yu J, Christiansen BD, Dick HM. Operative lengthening of the humerus: indications, benefits, and complications. J Pediatr Orthop 2005;25(5):613-6. [Crossref](#)
14. Malot R, Park K-W, Song S-H, Kwon H-N, Song H-R. Role of hybrid monolateral fixators in managing humeral length and deformity correction: 23 patients (40 humeri) followed for 1-7 years. Acta Orthop 2013;84(3):280-5. [Crossref](#)
15. Fürmetz J, Kold S, Schuster N, Wolf F, Thaller PH. Lengthening of the humerus with intramedullary lengthening nails-preliminary report. Strateg Trauma Limb Reconstr 2017;12:99-106. [Crossref](#)
16. Acan AE, Basci O, Havticioglu H. Aneurysmal bone cyst healing response with intramedullary lengthening nail. Acta Orthop Traumatol Turc 2018;52(3):232-5. [Crossref](#)

17. Pawar AY, McCoy Jr TH, Fragomen AT, Rozbruch RS. Does humeral lengthening with a monolateral frame improve function? Clin Orthop Relat Res 2013;471(1):277-83. [Crossref](#)
18. McLawhorn AS, Sherman SL, Blyakher A, Widmann RF. Humeral lengthening and deformity correction with the multi-axial correction system. J Pediatr Orthop B 2011;20(2):111-6. [Crossref](#)
19. Leiva-Gea A, Delgado-Rufino FB, Queipo-de-Llano A, Mariscal-Lara J, Lombardo-Torre M, Luna-González F. Staged upper and lower limb lengthening performing bilateral simultaneous surgery of the femur and tibia in achondroplastic patients. Arch Orthop Trauma Surg 2020;140:1665-76. [Crossref](#)