



# Proksimal humerus kırık sekellerinde ters omuz protezi

## Reverse shoulder prosthesis in proximal humerus fracture sequelae

Sercan Akpınar<sup>1</sup>, Hakkı Can Ölke<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ortograd, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Adana

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

Proksimal humerus kırıkları, yaşlılarda yaygın olarak görülmekte olup tüm kırıkların %5-6'sını oluşturmaktadır. Hem konservatif hem de cerrahi tedavilerle başarılı sonuçlar elde edilmesine rağmen kaynamama, yanlış kaynama ve rotator manşet yetmezliği gibi komplikasyonlar sıkça görülmektedir. Bu komplikasyonlar sonucunda ortaya çıkan proksimal humerus kırıklarının sekelleri omuz cerrahisinde en zorlu problemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Proksimal humerus kırık sekellerinin tedavisinde anatomik omuz protezi ve ters omuz protezi sıklıkla kullanılmaktadır. Ters omuz protezi, özellikle rotator manşet yetmezliği ve karmaşık deformitelerle birlikte olan vakalarda umut verici sonuçlar göstermiştir. Ancak, komplikasyon oranları önemli düzeyde olup, dikkatli hasta seçimi ve cerrahi planlama gerektirmektedir. Değerlendirme ve planlamada özellikle tüberküllerin durumu, kemik defektlerinin değerlendirilmesi ve ekstremitte boyunun cerrahi öncesinde belirlenmesi başarı oranını arttıracak komplikasyonları azaltacaktır. Sonuç olarak, ters omuz protezi, detaylı anatomik ve fonksiyonel değerlendirmelerle yönlendirildiğinde, proksimal humerus kırığı sekellerinin tedavisinde uygulanabilir bir seçenek sunmaktadır.

**Anahtar sözcükler:** proksimal humerus kırıkları; ters omuz protezi; kırık sekeli

Proximal humerus fractures are commonly observed in the elderly population, constituting 5-6% of all fractures. Despite achieving successful outcomes with both conservative and surgical treatments, complications such as non-union, malunion, and rotator cuff insufficiency frequently occur. The sequelae resulting from these complications present some of the most challenging problems in shoulder surgery. Anatomical shoulder prosthesis and reverse shoulder prosthesis are frequently utilized in the treatment of proximal humerus fracture sequelae. Reverse shoulder prosthesis has demonstrated promising results, especially in cases with rotator cuff insufficiency and complex deformities. However, the complication rates are significant, necessitating patient selection and surgical planning. The assessment and planning process, particularly evaluating the condition of the tubercles, bone defects, and determining limb length pre-operatively, can enhance success rates and reduce complications. In conclusion, reverse shoulder prosthesis, when guided by detailed anatomical and functional evaluations, offers a viable option for treating proximal humerus fracture sequelae.

**Key words:** proximal humerus fracture; reverse shoulder prosthesis; fracture sequelae

### EPİDEMİYOLOJİ VE ETİYOLOJİ

Proksimal humerus kırıkları özellikle yaşlı popülasyonda daha fazla görülen, tüm kırıklar içinde %5-6 oranında karşımıza çıkan kırıklardır.<sup>[1]</sup> Konservatif ve cerrahi tedavilerle başarılı sonuçlar alınsa da her iki tedavi şekli için de oluşabilecek komplikasyonlar vardır. Proksimal humerus kırıklarının komplikasyonlarının tedavisi zorlu olabilir. Kaynamama, yanlış kaynama, avasküler nekroz, rotator manşet yetmezlikleri; cerrahi tedaviler sonrasında implant yetmezlikleri, enfeksiyon ve instabiliteler bu komplikasyonları oluşturur.

Proksimal humerus anatomisinin durumu, tüberkül diyafiz devamlılığı ve cerrahi için tüberkül osteotomisinin

gerekip gerekmemesine göre cerrahi seçeneklerin değerlendirilmesi önerilir.<sup>[2]</sup>

### PROKSİMAL HUMERUS KIRIK SEKELLERİNDE SINIFLAMA



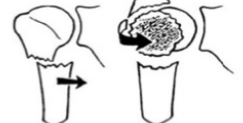

Boileau tarafından 2001 yılında yapılmış olan proksimal humerus kırık sekellerinin sınıflamasında kapsül içi ve kapsül dışı olmak üzere iki ana kategori mevcuttur. Bu iki ana kategori dışında kırık sekelleri dört farklı tipe ayrılmıştır (Şekil 1).<sup>[2,3]</sup>

Özellikle anatomik boyun kırıkları sonrası meydana gelen humerus başında çökme, avasküler nekroz veya glenohumeral artrit mevcut olduğu kırık sekelleri

**İletişim / Contact:** Prof. Dr. Sercan Akpınar • **E-posta / E-mail:** sercanakpinar@hotmail.com

**ORCID ID:** Sercan Akpınar, 0000-0002-6016-5312 • Hakkı Can Ölke, 0000-0002-4743-0169

**Geliş / Received:** 16 Eylül 2024 • **Revizyon / Revised:** 11 Ekim 2024 • **Kabul / Accepted:** 20 Ekim 2024

<p>Kapsül içi impakte kırık sekeli</p> <p>Anatomide hafif bozulma</p> <p>Büyük tüberkül osteotomisi gerekmez.</p> <p>Anatomik omuz protezi ile iyi ve öngörülebilir sonuçlar.</p>	<p>Tip I Boyunda çökme veya nekroz</p> 	<p>Tip II Kilitli çıkık veya kırıklı çıkık</p> 
<p>Kapsül dışı impakte olmayan kırık sekeli</p> <p>Anatomide ciddi bozulma</p> <p>Tüberkül diyafiz devamlılığında bozulma</p> <p>Tüberkül osteotomisi gerekir.</p> <p>Anatomik omuz protezi ile kötü ve öngörülemez sonuçlar.</p>	<p>Tip III Cerrahi boyun kaynamama</p> 	<p>Tip IV Ciddi tüberkül malunionu</p> 

Şekil 1. Proksimal humerus kırık sekellerinde Boileau sınıflaması<sup>[2,3]</sup>

Boileau tip I olarak sınıflandırılmıştır. Daha çok cerrahi dışı tedavi yöntemleriyle takip edilen hastalarda karşımıza çıkmaktadır. Tip I sekellerinin tedavisinde hem anatomik hem ters omuz protezi uygulamalarının sonuçları iyidir.

Baş ve glenoid ilişkisinin uzun süreli bozulduğu kilitli çıkık ve kırıklı çıkık vakaları Boileau tip II olarak sınıflandırılmıştır. Uzun süreli çıkık neticesinde ciddi glenoid kemik kaybı ortaya çıkmakta; glenoid tespit yetmezlikleri ve kronik çıkığa bağlı olarak revizyon cerrahileri sonrası devam eden instabilite tip II sekellerin tedavisinde ana problemlerdir.

Tip I ve tip II kırık sekellerinin tedavisinde tüberkül osteotomisi ihtiyacı ortaya çıkmamakta; bu kırık sekellerinde anatomik veya ters omuz protezi uygulamalarıyla öngörülebilir iyi sonuçlar elde etmek mümkün olmaktadır.

Cerrahi boyun kırıklarının kaynamamasıyla meydana gelen proksimal humerus kırık sekelleri ise Boileau tip III olarak sınıflandırılmıştır. Revizyon cerrahisinde greftleme ve tespit ön planda düşünülebilecek cerrahi yöntemlerden olup anatomik veya ters omuz proteziyle uygulanacak olan tedavilerde tüberkül osteotomisi ihtiyacı olabilir.

Omuz hareket açıklığı ve stabilitesi için önemli olan tüberküllerin yanlış kaynamasıyla karakterize kırık sekelleri ise Boileau tip IV olarak sınıflandırılmıştır. Bu kırık sekellerinin tedavisinde tüberkül osteotomisi sıklıkla gerekmemekte ve başarılı sonuç elde etmek oldukça zorlayıcı olmaktadır.

## KIRIK SEKELLERİNDE TERS OMUZ PROTEZİ KULLANIMI VE KOMPLİKASYONLAR

Komplikasyonlar ve başarısız tedaviler sonucunda ortaya çıkan proksimal humerus kırığı sekellerinin rekonstrüksiyonu kemik kaybı, deforme ve rotator manşet yetmezlikleri nedeniyle en zorlu tedavilerden biridir.<sup>[2,4,5]</sup> İleri evre rotator manşet artropatisinde kullanımı tanımlanmış olan ters omuz protezinin proksimal humerus kırığı sekellerinde de yaygın kullanımı vardır (Şekil 2).<sup>[6-8]</sup>

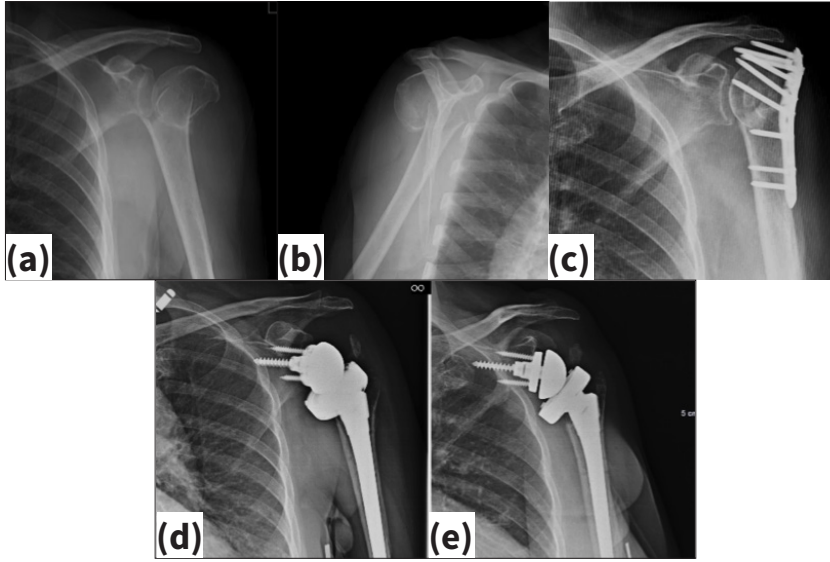
Genellikle konservatif tedavi sonrası oluşan tip I proksimal humerus kırık sekellerinin tedavisinde anatomik total omuz protezi iyi sonuçlar verse de özellikle varus malunion ve rotator manşet yağlı dejenerasyonu gelişen hastalarda kötü sonuçlar ortaya çıkmaktadır.<sup>[3,9,10]</sup> Bu hasta grubunda Moineau ve ark. ters omuz protezinin kullanılmasını önermiştir.<sup>[9]</sup>

Raiss ve ark. tip I proksimal humerus sekeli olan 38 hastayı dâhil ettikleri çalışmada ters omuz protezinin yüksek düzeyde tatmin edici sonuçları olduğunu, geçirilmiş cerrahi ve başın dizilim bozukluğunun olmasının sonuçları etkilemediğini göstermiştir.<sup>[11]</sup>

Literatürde tip II proksimal humerus kırık sekellerinin tedavisinde anatomik omuz protezi ve ters omuz protezi kullanılmasıyla alakalı sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Boileau ve ark. yaptıkları çalışmada bu hasta grubunda anatomik omuz protezinde öngörülebilir sonuçlar elde edildiğini ifade etmesine rağmen %32 komplikasyon oranı bildirmiştir.<sup>[2]</sup> Sperling ve ark. ve Matsoukis ve ark.'nın yaptıkları çalışmalarda tip II sekellerde anatomik omuz protezi kullanımı ile %60'ları aşan yüksek komplikasyon oranları bildirilmiştir.<sup>[12,13]</sup>

Tip II proksimal humerus kırık sekellerinde ters omuz protezi uygulamasının en önemli sorunlarından biri glenoid kemik defektidir. Glenoid kemik defektine bağlı olarak ortaya çıkan instabilite ve glenoid komponentinde cerrahi sonrası erken dönem implant yetmezliği en önemli komplikasyonları oluşturmaktadır. Werner ve ark. yaptıkları çalışmada tip II sekellerde uygulanacak olan ters omuz protezinde glenoid komponentin santral peginin en az 25 mm olması gerektiğini ve doğal glenoid kemik alanına en az %50 temas etmesinin başarı için önemli olduğunu göstermiştir.<sup>[14]</sup> Literatürde ters omuz protezinin tip II sekellerde kullanımıyla ilişkili %30'un üzerinde komplikasyon oranları bildirilmiştir.<sup>[15]</sup>

Tip III sekeller olarak sınıflandırılan proksimal humerus kaynamamalarının tedavisinde greftleme ve internal



**Şekil 2.a-e.** Yetmiş dört yaşında proksimal humerus uç kırığı (**a,b**) sonrası açık redüksiyon ve plak-vida ile tespit (**c**) sağlanan kadın hastanın implant yetmezliği sonrası gelişen kırık sekelinin ters omuz proteziyle başarılı bir şekilde revizyonu (**d,e**).

tespit yöntemleri kullanılacağı gibi, bu tedavi seçeneği ile tatmin edici sonuçların alınmasının mümkün olmadığı rotator manşet yetmezliği olan hasta popülasyonunda ters omuz protezi kullanılabilir.<sup>[16,17]</sup> Martinez ve ark. proksimal humerus kaynamalarında ters omuz protezi cerrahisi uygularken eksenrik ve büyük glenosfer kullanmanın çıkık riskini azalttığını göstermiş ve önermişlerdir.<sup>[16]</sup> Aynı şekilde Raiss ve ark. 42 mm büyük glenosfer kullanımının çıkık riskini azaltmada önemli etkisi olduğunu belirtmiştir.<sup>[18]</sup> Proksimal humerus kaynamalarında uygulanan ters omuz protezinin çıkık riskini arttıran bir başka faktör humerus boyunun kılmasıdır. Ters omuz proteziyle daha kısa olarak restore edilen ekstremitede deltoid kas fonksiyonu yetersiz olduğu için çıkıklar oluşabilmektedir.<sup>[19]</sup> Bu nedenle her iki humerus grafisiyle hastayı değerlendirip uygun ekstremitte boyu sağlanacak şekilde uygulanan ters omuz proteziyle çıkık riski azalacaktır.<sup>[18]</sup>

Proksimal humerus malunionları hem konservatif hem de cerrahi tedavi sonrası karşımıza çıkmaktadır. Özellikle tüberküle malunionu ile karakterize tip IV sekellerin cerrahi tedavisi en zorlu omuz rekonstrüksiyon ameliyatlarıdır. Boileau ve ark. yaptıkları çalışmada tip IV sekellerin tedavisinde tüberküle osteotomisi ihtiyacı olması nedeniyle anatomik omuz protezi sonuçlarının kötü olduğunu ve hatta anatomik protez ile rekonstrüksiyonun kontrendike olduğunu ifade etmiştir. Cerrahi tedavi olarak ters omuz protezi kullanımını önermişlerdir.<sup>[2]</sup> Bunun aksine Jacobson ve ark. yaptıkları çalışmada proksimal humerus malunionlarında anatomik omuz protezi ile iyi sonuçlar elde ettiklerini göstermiştir. Tüberküle osteoto-

misi uygulanan hastaların %33'ünde tüberküle kaynaması olmasına rağmen fonksiyonel skorları etkilemediğini belirtmişlerdir.<sup>[20]</sup> Raiss ve ark. yaptıkları çalışmada proksimal humerus malunionlarında ters omuz proteziyle iyi sonuçlar elde ettiklerini göstermiştir.<sup>[21]</sup> Karademir ve ark. yaptığı çalışmada dört hastada tüberküle bulunmamasına rağmen ters omuz protezi uygulamasının iyi sonuçlarını bildirmiş, dört hastada ise tüberküle osteotomisi sonrası tam kaynama ve iyi fonksiyonel sonuçlar elde edildiğini belirtmiştir.<sup>[22]</sup> Tüberkülelerin korunması yalnızca anatomik omuz protezi için değil aynı zamanda ters omuz protezi için de stabilitede önemli bir faktördür. Yapılan biyomekanik çalışmalarda hem subskapularis kasının hem de posterior rotator manşet elemanlarının kaybının anterior instabilite için önemli faktör olduğu gösterilmiştir.<sup>[23]</sup>

Literatürde proksimal humerus kırık sekellerinde ters omuz protezinin kullanımıyla ilgili yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde oldukça geniş aralıkta komplikasyon ve revizyon oranları bildirilmiştir (Tablo 1).

Kırık tedavisinde primer olarak yapılan ters omuz protezine göre sekel tedavisinde uygulanan ters omuz protezinin komplikasyon oranları daha yüksek ve başarısı daha düşüktür.<sup>[24]</sup> İlk tedavisi konservatif olarak yapılan kırık sekellerinde uygulanan ters omuz protezinde başarı ilk tedavisi cerrahi olanlara göre daha yüksektir. Farklı kırık sekel tiplerinde uygulanmış olsa bile en yüksek komplikasyon ve revizyon sebepleri instabilite olarak karşımıza çıkmaktadır.<sup>[25]</sup> Instabilite dışında enfeksiyonlar ve implant yetmezlikleri de önemli komplikasyonlar olarak dikkat çekmektedir.

**Tablo 1.** Proksimal humerus kırık sekellerinde ters omuz protezi sonuçları ve komplikasyon oranları

	Hasta Sayısı	Takip Süresi (Ay)	Omuz Skorları (Ameliyat Öncesi/Sonrası)	Komplikasyon
Santana ve ark. <sup>[25]</sup>	27	54,7	CS: 17,21-45,15	%14,8
Martinez ve ark. <sup>[16]</sup>	44	48	CS: 28-58	%14
Raiss ve ark.				
Tip I <sup>[11]</sup>	38	51	CS: 25-57	%7,8
Tip II <sup>[15]</sup>	22	42	CS: 13,6-47,4	%32
Tip III <sup>[18]</sup>	32	48	CS: 14,1-46,6	%41,1
Tip IV <sup>[21]</sup>	42	48	CS: 19,7-54,9	%9,5
Kılıç ve ark. <sup>[7]</sup>	19	19,3	CS: 9-47,5	-
Karademir ve ark. <sup>[22]</sup>	20	37,85	CS: 19,3-68,5	-
Willis ve ark. <sup>[26]</sup>	16	37	ASES: 28-63	-

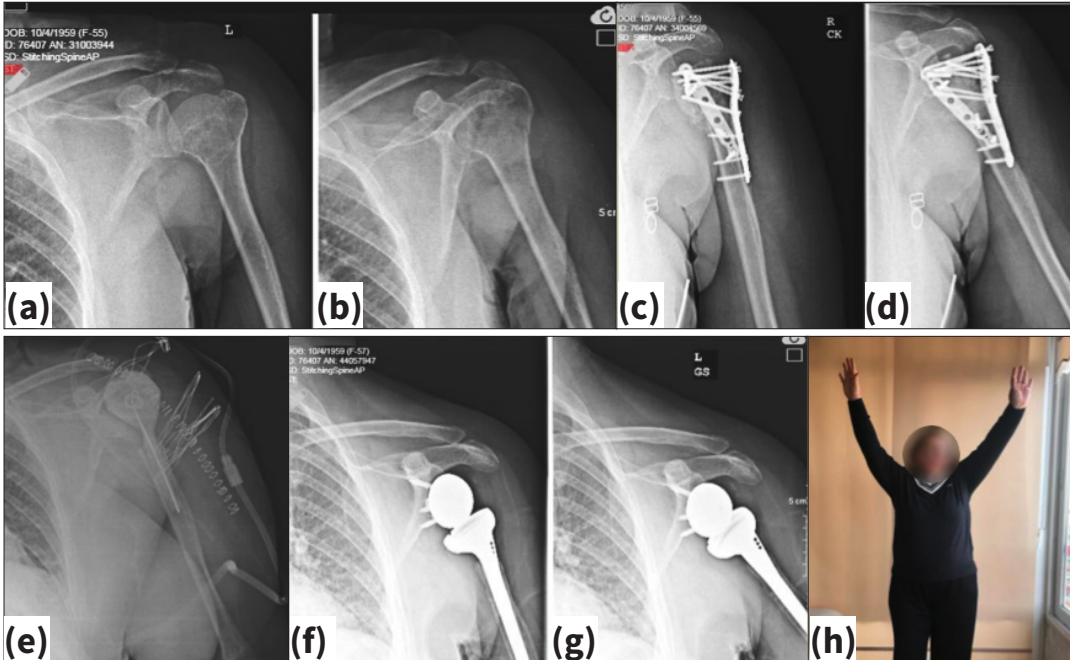
CS: Constant skoru, ASES: Amerikan omuz ve dirsek cerrahisi skoru.

## SONUÇ

Sonuç olarak proksimal humerus kırık sekellerinin tedavisi oldukça komplikedir. Ters omuz protezi tüm sekel tiplerinde kullanılabilir bir seçenek olmakla birlikte literatürde %30-40'ları bulan komplikasyon oranları mevcuttur. Sekellerin cerrahi tedavisinde rotator manşet kaslarının durumu, diyafiz ile baş-boyun ilişkisinin devamlılığı, glenoid ve humerus metafizer kemik kaybı, tüberküllerin durumu değerlendirilip en uygun cerrahi tedaviyi seçmek gerekir. Detaylı değerlendirme sonrası uygun hasta seçimiyle uygulanmış olan ters omuz protezi tatmin edici sonuçlar ve daha düşük komplikasyon oranlarıyla hem hastayı hem de cerrahı mutlu edecektir (Şekil 3).

## KAYNAKLAR

1. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The epidemiology of proximal humeral fractures. Acta Orthop Scand 2001;72(4):365-71. [Crossref](#)
2. Boileau P, Trojani C, Chuinard C, Lehuac JC, Walch G. Proximal humerus fracture sequelae: Impact of a new radiographic classification on arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2006;442:121-30. [Crossref](#)
3. Boileau P, Trojani C, Walch G, Krishnan SG, Romeo A, Sinnerton R. Shoulder arthroplasty for the treatment of the sequelae of fractures of the proximal humerus. J Shoulder Elbow Surg 2001;10(4):299-308. [Crossref](#)



**Şekil 3.a-h.** Elli yedi yaşında proksimal humerus kırığına (a,b) açık redüksiyon ve plak-vida (c,d) ile tespit sağlanan kadın hasta; implant enfeksiyonu (e) sonrası ters omuz protezi ile revizyon (f,g) sonrası omuz hareketleri (h).

4. Mansat P, Bonneville N. Treatment of fracture sequelae of the proximal humerus: Anatomical vs reverse shoulder prosthesis. *Int Orthop* 2015;39(2):349-54. [Crossref](#)
5. Pastor MF, Kieckbusch M, Kaufmann M, Ettinger M, Wellmann M, Smith T. Reverse shoulder arthroplasty for fracture sequelae: Clinical outcome and prognostic factors. *J Orthopaedic Sci* 2019;24(2):237-42. [Crossref](#)
6. Grammont PM, Baulot E. Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture. *Orthopedics* 1993;16(1):65-8. [Crossref](#)
7. Kiliç M, Berth A, Blatter G, Fuhrmann U, Gebhardt K, Rott O, et al. Anatomic and reverse shoulder prostheses in fracture sequelae of the humeral head. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2010;44(6):417-25. [Crossref](#)
8. Martinez AA, Calvo A, Bejarano C, Carbonel I, Herrera A. The use of the Lima reverse shoulder arthroplasty for the treatment of fracture sequelae of the proximal humerus. *J Orthopaedic Sci* 2012;17(2):141-7. [Crossref](#)
9. Moineau G, McClelland WB, Trojani C, Rumian A, Walch G, Boileau P. Prognostic factors and limitations of anatomic shoulder arthroplasty for the treatment of posttraumatic cephalic collapse or necrosis (type-1 proximal humeral fracture sequelae). *J Bone Joint Surg* 2012;94(23):2186-94. [Crossref](#)
10. Dines DM, Warren RF, Altchek DW, Moeckel B. Posttraumatic changes of the proximal humerus: Malunion, nonunion, and osteonecrosis. Treatment with modular hemiarthroplasty or total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 1993;2(1):11-21. [Crossref](#)
11. Raiss P, Alami G, Bruckner T, Magosch P, Habermeyer P, Boileau P, et al. Reverse shoulder arthroplasty for type 1 sequelae of a fracture of the proximal humerus. *Bone Joint J* 2018;100-B(3):318-23. [Crossref](#)
12. Matsoukis J, Tabib W, Guiffault P, Mandelbaum A, Walch G, Némoz C, et al. Primary unconstrained shoulder arthroplasty in patients with a fixed anterior glenohumeral dislocation. *J Bone Joint Surg* 2006;88(3):547-52. [Crossref](#)
13. Sperling JW, Pring M, Antuna SA, Cofield RH. Shoulder arthroplasty for locked posterior dislocation of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;13(5):522-7. [Crossref](#)
14. Werner BS, Böhm D, Abdelkawi A, Gohlke F. Glenoid bone grafting in reverse shoulder arthroplasty for long-standing anterior shoulder dislocation. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23(11):1655-61. [Crossref](#)
15. Raiss P, Edwards TB, Bruckner T, Loew M, Zeifang F, Walch G. Reverse arthroplasty for patients with chronic locked dislocation of the shoulder (type 2 fracture sequela). *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26(2):279-87. [Crossref](#)
16. Martinez AA, Bejarano C, Carbonel I, Iglesias D, Gil-Albarova J, Herrera A. The treatment of proximal humerus nonunions in older patients with reverse shoulder arthroplasty. *Injury* 2012;43(Suppl 2):S3-6. [Crossref](#)
17. Badman BL, Mighell M, Kalandiak SP, Prasarn M. Proximal humeral nonunions treated with fixed-angle locked plating and an intramedullary strut allograft. *J Orthop Trauma* 2009;23(3):173-9. [Crossref](#)
18. Raiss P, Bradley Edwards T, Da Silva MR, Bruckner T, Loew M, Walch G. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of nonunions of the surgical neck of the proximal part of the humerus (Type 3 Fracture Sequelae). *J Bone Joint Surg Am* 2014;96(24):2070-6. [Crossref](#)
19. Läderrmann A, Williams MD, Melis B, Hoffmeyer P, Walch G. Objective evaluation of lengthening in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2009;18(4):588-95. [Crossref](#)
20. Jacobson JA, Duquin TR, Sanchez-Sotelo J, Schleck CD, Sperling JW, Cofield RH. Anatomic shoulder arthroplasty for treatment of proximal humerus malunions. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23(8):1232-9. [Crossref](#)
21. Raiss P, Bradley Edwards T, Collin P, Bruckner T, Zeifang F, Loew M, et al. Reverse shoulder arthroplasty for malunions of the proximal part of the humerus (type-4 fracture sequelae). *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(11):893-9. [Crossref](#)
22. Karademir G, Tunalı O, Erşen A, Akpınar S, Atalar AC. Reverse total shoulder arthroplasty for failed treatment of proximal humerus fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2021;55(6):480-5. [Crossref](#)
23. Pastor MF, Kraemer M, Wellmann M, Hurschler C, Smith T. Anterior stability of the reverse shoulder arthroplasty depending on implant configuration and rotator cuff condition. *Arch Orthop Trauma Surg* 2016;136(11):1513-9. [Crossref](#)
24. Greiner S, Uschok S, Herrmann S, Gwinner C, Perka C, Scheibel M. The metaphyseal bone defect predicts outcome in reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture sequelae. *Arch Orthop Trauma Surg* 2014;134(6):755-64. [Crossref](#)
25. Santana F, Alentorn-Geli E, Guirro P, Torrens C. Reverse shoulder arthroplasty for fracture sequelae: How the initial fracture treatment influences the outcomes of joint replacement. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2019;53(4):278-81. [Crossref](#)
26. Willis M, Min W, Brooks JP, Mulieri P, Walker M, Pupello D, et al. Proximal humeral malunion treated with reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21(4):507-13. [Crossref](#)