



# Radius başı kırıklarının tedavisi

## Treatment of radial head fractures

Murat Kayalar, Yusuf Gürbüz

EMOT Hastanesi, İzmir

Radius başı kırıkları, dirsek yaralanmalarının önemli bir parçasıdır. Günümüzde gelişen implant teknolojisi sayesinde açık redüksiyon daha kolay hale gelmiştir. Rekonstrüksiyon yapılamayan durumlarda, protez replasmanı dirsek stabilitesinin korunması için önem taşır. Bu derlemede radius başı kırıkları hakkındaki temel endikasyonlar ve yayınlardaki güncel gelişmelere yer vermeye çalıştık.

**Anahtar sözcükler:** radius; radius kırıkları; tedavi

Radial head fractures consist one of the main part of elbow injuries. Nowadays, open reduction is easier to perform due to the improvements in implant technology. In case of non-reconstructible radial head, prosthesis replacement will be necessary to maintain elbow joint stability. In this review article, we would like to mention about the main indications and updated literature.

**Key words:** radius; radius fractures; treatment

**D**irsek, ginglymus ve trokoid tipte eklemler içermektedir. Bu kompleks içerik, genellikle kemik ve bağ yapılarının birlikte yaralanmasına yol açar. Bu yüzden dirsek ile ilişkili travmaların çoğunda radius başı da etkilenir. Düşük enerjili travmalar yer değiştirmemiş kırıklarla sonuçlanırken, yüksek enerjili travmalar genellikle birden fazla kemik ve bağın etkilendiği kırıklı çıkıklar şeklinde görülür. Radius başı instabil ve yer değiştirmiş kırıkları, hemen her zaman kompleks bir yaralanma ile beraberlik gösterir.<sup>[1-4]</sup>

Radius başı kırıkları tüm kırıkların %1,7-5,4'ünü, erişkin dirsek kırıklarının ise %33'ünü teşkil eder.<sup>[5]</sup> Hastaların %30'unda dirseğe ait eşlik eden yaralanmalar olur.<sup>[6,7]</sup> Radius başı kırıklarında ulnohumeral çıkık %10'dan az görülür.<sup>[8]</sup>

1980'li yıllarda Mason Tip II, III ve IV kırıklarda erken eksizyon uygulanmakta iken, daha sonraki yayınlarda rezeksiyonun kötü sonuç verdiği anlaşıldı.<sup>[9-12]</sup> Vukadinoviç ve arkadaşları, radius başı eksizyonunun, geç dönemde hastaların %50'sinde kötü sonuç verdiğini bildirdiler.<sup>[9]</sup> Eksizyonun dezavantajlarına vurgu yapan yayınlara rağmen, Faldini ve arkadaşları 2012'de, erken radius başı eksizyonu yaptıkları 42 hastanın sonuçlarını yayımladılar.<sup>[13]</sup> Ancak bu hastaların 7'sinde

kavrama gücü kaybı, 11'inde artmış valgus instabilitesi ve dejeneratif artrit görülmüştü. Zamanla radius başının biyomekanik önemi daha iyi anlaşıldı; ancak, bu konu halen tartışmalıdır. Dolayısıyla sadece rezeksiyon yapmak, bağ yaralanması olmayan stabil dirseklerde mümkün olabilir. Herbertsson ve arkadaşlarının, radius başı eksizyonu üzerine uzun süreli izlemleri vardır. Bu 1-2 dekadlık izlemlerde, 61 hastanın 55'inde (Mason Tip II ve III) sonuç, ağrısız veya çok az ağrılı olarak rapor edilmiştir. Kötü sonuçlar ise Tip IV kırıklarla birlitlik göstermiştir.<sup>[13-15]</sup>

Dirsek ve el bileği eklemi ve ön kol bir dikdörtgene benzetilebilir. Bu dikdörtgenin her kenarı, bütüne katkı verir. Bir noktadaki bozulma diğer kısımlara yansır. Radius, bu kompleks hareket sisteminin bir parçasıdır. Radiusun her üç anatomik kısım kırıklarında (proksimal/diyafiz/distal) diğer yandaş eklemlerde ve ön kolda bir takım yansımalar gözlenir. Çünkü radius, ön kolun longitudinal stabilitesi ve dirseğin valgus stabilitesine katkı veren bir kemiktir;<sup>[16-20]</sup> ön kolun longitudinal stabilitesinde birincil rol oynarken, dirsekte valgus stabilitesinde medial kollateral bağ (MKB) anterior bandı sonrası ikincil önemdedir.<sup>[2,21]</sup> MKB yetmezliği olan dirseklerde radius başının bütünlüğünün korunması gerekir.<sup>[22-24]</sup>

## ANATOMİK ÖZELLİKLER

Radiusun her zaman sferik olmadığı bilinen baş kısmı, ön kol pronasyon ve supinasyon hareketi için önem taşır. Captier ve arkadaşları, 96 kadavrada %57 elliptik ve %43 sferik baş saptamışlardır.<sup>[25]</sup>

Baş ve diyafizer kısım arasında doğal bir ayrıklık (*offset*) bulunmaktadır. Radius boynu şaft ile 15° açı yapar. Radius başının hemen altından 10–15 mm distalde, boyun bölgesi bir daralma gösterir ve sonra yeniden genişler. Bu bölgenin önemi, protez sapının iyi bir kortikal temas ve sıkışma elde etmesini sağlamasıdır.<sup>[21]</sup> Radius başının kapitellar eklem bakan yüzü içbükeydir. Başın 280°'lik kısmı artiküler kırık ile kaplıdır. Bunun dışında kalan alan güvenli bölgeyi oluşturur ve plak yerleştirilebilir.<sup>[26]</sup> Radius başının proksimal radyoulnar eklem dışı kısmı, ön kol nötraldeyken Lister tüberkülü ile radyal styloid arasında kalır. Bu bölgedeki çok küçük ve eklem hareketini bloklamayan kırıklar eksize edilebilir. Radius başı, proksimal ulnadaki küçük sigmoid çentik (*notch*) ile eklem yapar. Van Riet ve arkadaşları, nötral rotasyonda başın bu küçük sigmoid çentik ile 90° açıda olduğunu saptamıştır.<sup>[27]</sup> Bu, bölge anatomisi için önemli bir bilgidir; protez uyumunda değer taşır.

## BIOMEKANİK

Gerilmiş ve semifleksiyondaki dirsek, yere temas eden elin neden olduğu kuvvetlere maruz kalmaktadır. Biyomekanik çalışmalarda, bu kuvvetlerin %80'inin el bileğinden radius tarafından aktarıldığını, ancak yukarıya doğru, radyokapitellar eklemde bu oranın %60 olduğunu gösterilmiştir.<sup>[28,29]</sup>

Morrey, radius başından geçen kuvvetlerin 0°–30° fleksiyonda ve pronasyonda daha yüksek olduğunu saptamıştır.<sup>[28,29]</sup> Bu yükün radius ve ulna arasında paylaşımında, interosseöz membran (İOM) ve bunun merkezî bandı önemli rol oynar.<sup>[17,18]</sup> Dolayısıyla, radius kırıldığı zaman, hem el bileğini hem de dirseği incelemek gerekir. Çünkü interosseöz membran yırtılabilir ve Essex-Lopresti lezyonu dediğimiz, el bileğinde trianguler fibrokartilaj kompleksi (TFCC) yırtığına kadar giden yaralanmalar ortaya çıkabilir.<sup>[30]</sup> Fizik muayenede; ön kol boyunca ya da distal radyoulnar eklem (DRUE) palpasyonu ile ağrı aranmalı, kuşku durumlarda ultrasonografi (US) ve manyetik rezonans (MR) görüntüleme ile tanı konulmaya çalışılmalıdır. Ön kol longitudinal stabilitesi bozulursa, radius proksimale migrasyon gösterecek ve el bileğinde ulna göreceli olarak daha uzun hale gelip pozitif ulnar varyans oluşacaktır.<sup>[16,18]</sup> Radius başı bu durumdayken çıkarılmak zorunda kalırsa, protez ile uzunluğun korunması esastır.<sup>[31,32]</sup>

Normal koşullarda, olekranon orta noktasına uygulanan bir kuvvet homojen olarak eklem dağılmaktadır. Ancak bu kuvvetin yer değiştirmesine ya da o andaki fleksiyon/ekstansiyon derecesine bağlı olarak, eklem farklı noktalarında daha büyük kuvvetler ortaya çıkar.<sup>[16]</sup> Örneğin stres koronoidde yoğunlaşırsa, koronoid kırılıp eklem ön desteği kaybolur ve dirsek posteriora çıkabilir. Basit dirsek çıkığında yaralanma, lateralden MKB'ye doğru ilerler (*Horii circle*).<sup>[33]</sup> Aksiyel yüklenme altındaki radius ve ulnanın kapitellum üzerine binmesi, patolojik ön kol eksternal rotasyonu (PÖER) ve valgus sonucu olur.<sup>[34,35]</sup>

Bu basit dirsek çıkığının I-II. evresi, aynı zamanda radius başının kapitelluma kompresif osteoartiküler zarar verebileceği evredir. Posterolateral subluksasyon esnasında radius başı anterolaterali kırılır.<sup>[35]</sup> Çünkü koronoid ve radius başı, dirseğin posterolateral rotatuvar stabilizatörüdür.<sup>[36]</sup> (Şekil 1)

Dirsek travmalarının özünde, travma enerjisinin absorbe edilmesi ile yaralanan yapılar arasında doğru orantı olması yatar.<sup>[3,29,37,38]</sup> Düşük enerjili bir yaralanma, yukarıda bahsedilen mekanizma ile, posterolateral rotatuvar instabilite yaratıp durabilir. Daha yüksek enerjili travma bu hasarı daha da ileriye götürüp, kompleks dirsek eklemi kırığı ya da instabil kırıklı çıkık yaratabilir.<sup>[36,39]</sup>

Radyokapitellar eklem ilişkisini ve burada kuvvetlerin dağılımını değiştiren her tür travma, ileride yük transferi ve eklem kinematığının değişmesine yol açar; bu durumu posttravmatik kırık dejenerasyonu izler. Yine de, Guitton ve arkadaşları yaptıkları geriye dönük analizde, radius başı ve proksimal ulna kırıklarının distal humerus kırıklarına göre daha az radyografik artroz olasılığı taşıdığını saptamışlardır.<sup>[40]</sup>

## RADIUS BAŞI KIRIĞININ GÖRÜLEBİLDİĞİ DURUMLAR

Radius başı kırığı aşağıdaki klinik durumlarda karşımıza çıkmaktadır.<sup>[35,41,42]</sup>

- İzole radius baş kırıkları +/- MKB yaralanması. Bu tarz yaralanmalarda valgus kuvvetleri etkindir. Radius başının kapitelluma çarpması sonucu kapitellum ve humerus distalinde lateral kolon kırıkları görülür.
- Anterolateral radius başı kırıkları, posterolateral rotatuvar instabilite mekanizması ile oluşur. Lateral ulnar kollateral bağ (LUKB) kopmuştur. Korkunç üçlü (*terrible triad*) yaralanmaları görülür.
- Dirsek kırıklı çıkıkları; özellikle posterior kırıklı çıkıklar, Monteggia eşdeğerleri vs.



**Şekil 1. a–f.** Kliniğimize dört hafta önce düşme öyküsü ile başvurmuş, 33 yaşında tenis oyuncusu kadın hasta. Fizik muayenede radius başı hassasiyeti var (a, b). Çekilen MR’de, radius başında ve kapitellum posteriorunda kemik ödemi görülüyor (c–f).

Varus pronasyon kuvvetlerinin hakimiyetinde; posteromedial instabilite gelişir. Koronoidin mediyal troklea mediyaline çarpar. Eklemde mediyal trokleadada kontüzyon vardır. Varus stresler ile, koronoidin anteromediyal faseti kırık ancak radius başı genellikle sağlamdır.<sup>[39]</sup>

Valgus PÖER (supinasyon) kuvvetleri varlığında ise; LUKB kopar, radius başı ve posterior kapitellum birbirine çarpar. Koronoid kırığı görülebilir.<sup>[43]</sup>

Dirsek kırıklı çıkıklarında proksimal radyoulnar ilişki korunmuştur, radius ve ulna birlikte hareket eder. Monteggia kırığında proksimal radyoulnar ilişki bozulmuştur. Korkunç üçlü yaralanmasında ise dirsek çıkar ve radius başı koronoid dirseği instabil hale getirecek şekilde kırılmıştır.

Nalbantoğlu ve arkadaşları, radius başı kırığına eşlik eden kapitellum kırıklarını incelemişlerdir. Bu çalışmaya göre; radius başı kırık derecesi arttıkça kapitellar

kırıldak lezyonu görülme sıklığının arttığını, radius başı kırığının derecesi azaldıkça daha ciddi kapitellum kırıkları oluştuğunu bildirmişlerdir.<sup>[44]</sup>

## SINIFLANDIRMA

Radius başı kırık sınıflandırmalarının gözlemciler arası güvenilirliği çok olmamakla beraber, radius başı kırıkları için tercih edilen sınıflama Broberg ve Morrey’in Mason sınıflama modifikasyonudur.<sup>[1,10,41,45]</sup> Buna göre; Tip I, yer değiştirmemiş radius başı kırıkları ( $\leq 2$ mm); Tip II, yer değiştirmiş kısmi kırıklar ( $\geq 2$ mm, başın %30’dan fazlasını içerir); Tip III, başın tamamen yer değiştirdiği, en az iki ve daha fazla parçalı, çökmüş ve açısal değişim gösteren parçalı kırıklardır. Johnston tarafından modifikasyon olarak tanımlanan Tip IV ise dirsek çıkığı ile birliktelik gösteren baş kırıklarıdır.<sup>[46]</sup> Son yıllarda kompleks dirsek çıkığına eşlik eden her tür radius başı kırığının Tip IV olarak sınıflandırılması

önerilmiştir. Bu durum, kompleks instabilitelerde görülen radius başı kırıkları için protez endikasyon eşiğinin düşmesini işaret eder.<sup>[47]</sup> Kompleks instabilitelerde radius başı protezi sonrası iyi ve çok iyi sonuçlar, serilerde %75 üzerinde rapor edilmeye başlanmıştır.<sup>[35,48-54]</sup>

Hotchkiss, Mason sınıflamasını modifiye etmiştir. Buna göre; Tip I, yer değiştirmemiş veya 2 mm'den az yer değiştirmiş kırıklar ile, dirsek eklemine blok oluşturmaya kısmi dudak kırıklarıdır; Tip II, 2 mm'den fazla yer değiştirme gösterip, eklem hareketini bloklayan/bloklamayan kırıklardır ve çok parçalanma göstermezler; Tip III ise yer değiştirmiş, çok parçalı kırıklardır ve genellikle eksizyon gerektirirler.<sup>[55]</sup>

Son yıllarda tanımlanmış Charalambous sınıflaması ise üç boyutlu bilgisayarlı tomografi (3D-BT) görüntülerini kullanmaktadır. Gözlemciler arası ve içi güvenilirliğinin yüksek olduğuna dair yayınlar bulunmaktadır.<sup>[43,56]</sup>

## TANI

Radius başı kırıklarının tanısında röntgen filmi birinci sıradadır. Dirsek 90° fleksiyonda ön kol supinasyonda çekilmiş tam yan grafide, radius başından geçen hat kapitellumu kesmelidir. Eğer belirgin bir kırık hattı görülemiyorsa (*fat pad sign* – yağ yastıkçığı bulgusu yoksa) oblik filmler alınır. Yağ yastıkçıklarının normal pozisyonlarını kaybedip yer değiştirmesi, eklem içi effüzyona işaret eder. Anterior yağ yastıkçığının yer değiştirmesine yelken belirtisi (*sail sign*) denir. Yağ yastıkçığı superiora doğru yer değiştirir ve içbükey görünür. Posterior yağ yastıkçığı da erişkin radius başı kırığında yer değiştirme gösterir. Yer değiştirmemiş ve dirsek hareket bloğu oluşturmamış kırıklar için, daha ileri tetkike ihtiyaç görülmez. Ancak günümüzde MR'nin, röntgen negatif hastalarda kullanımı giderek artmaktadır.<sup>[57]</sup> Elit sporcularda, travma sonrası şüphe olduğunda birincil olarak MR'nin kullanımı önerilebilir (Şekil 1). MR'nin bir diğer kullanım endikasyonu da, MKB, LUKB, Tip I koronoid kırıkları gibi eşlik eden yaralanmaların tanısını oluşturmaktır;<sup>[43]</sup> kapitellumda ya da mediyal trokleadaki kırıkta lezyonlarını, küçük kapsüller ve ligamentöz avulsiyonları gösterebilir. Avulsiyon kırıkları instabilite şüphesini arttırmalıdır.<sup>[58]</sup>

Dirsek grafilerinde görülen dizilim bozukluğu ve eklem uyumunun bozulması durumunda, radius başı kırığına eşlik eden bir yumuşak doku ve veya kemiksel lezyon aranmalıdır. Bu nedenle, 45° oblik filmler çekerek koronoidin sağlam olup olmadığını kontrol etmekte yarar vardır. Radyokapitellar görüntü, radius başını profilden gösterir (görüntü, dirsek 90°'deyken, tüp başa doğru 45° açı yapacak şekilde ışın verilerek elde edilir) (Şekil 2).

Parçalı, yer değiştirmiş, instabil ve boyun bölgesine uzanan kırıklarda, instabil kırıklı çıkıklarda ise sagittal koronal rekonstrüksiyonlar ve 3D-BT incelemesine ihtiyaç vardır. Cerrahi planlamada bu incelemenin önemli yeri vardır ve baş kırık parçalarının yerleşimi, büyüklükleri ve yer değişimleri hakkında bilgi verir (Şekil 3).

Bazen boyun kırığı oluşup, baş bütün kalabilir. Bu durumda, radius başının laterale doğru yaptığı açı gonyometrik olarak hesaplanmalıdır. Genelde impaksiyon çok değildir (Şekil 2).

“Drop” belirtisi (*drop sign*) denilen bulgunun akut bir çıkık sonrası filmlerde görülmesi, dirseğin bağ lezyonu geçirdiğine ve instabil hale geldiğine işaret etmektedir.<sup>[2]</sup>

## KONSERVATİF TEDAVİ

Yer değiştirmemiş Mason Tip I kırıklar ( $\leq 2$ mm), %25'den az kısmi kırıklar ve eklem hareketini engellemeyen kırıklar konservatif tedavi edilebilir. Bu tedavi öncesi, dirsekteki hematoma nedeniyle sıkıntı çeken hasta, ponksiyon yapıp rahatlatılabilir.<sup>[59]</sup> Uzun kol ateli kısa süreli istirahat için kullanılır. İkinci haftada kontrol röntgeni çekilir. Yer değiştirme ve açılanma artışı olmayan hastalarda aktif yardımcı fleksiyon ekstansiyon egzersizlerine başlanır; ancak, hastalar aksiyel yüklenme ve valgus streslerden korunmalıdır.

## RADIUS BAŞI KIRIKLARINDA CERRAHİ TEDAVİ SEÇENEKLERİ

Radius başı kırıklarında dikkate alınması gereken etmenler şöyle belirtilmektedir:

- kırık parçalarının sayısı,
- parçaların büyüklüğü,
- parçalanma miktarı,
- eklem stabilitesi,
- parçaların yer değiştirme miktarı,
- osteopeni,
- artiküler impaksiyon,
- radyokapitellar dizilim bozulması ile radius boyun ve metafizer bölge parçalanması,
- kemik kaybı,
- kemik kalitesi.<sup>[35,41,42,60]</sup>

Radius başı kırığı açık redüksiyon plak / kanüllü vida osteosentezine elverişli değilse, cerrahi tedavi daha sonraları proksimal radyoulnar eklemden ağrıya, eklem hareketinin kısıtlanmasına ve posttravmatik artroza yol açabilir.<sup>[61]</sup> Ancak son yıllardaki plak teknolojisindeki gelişmeler ile birlikte bu bölgeye uygulanabilecek





**Şekil 2. a-e.** Radius boynunda impakte kırık (a, b); Üçüncü ay sonunda kırık hattının yer değiştirmeden kaynadığı gözleniyor (c, d). Radyokapitellar görüntü, PRUE ve radyokapitellar eklem ilişkisini ayrıntılı olarak gösteriyor (e).

düşük profilli plaklar ve 1,5–1,7 mm vidalar, osteosentez materyali ile ilgili sorunları çözmüştür. İkedea ve arkadaşları, hastalardan çıkardıkları plakları incelediklerinde, bu ince materyallerin sinoviya ile örtülü olduğunu gözlemişlerdir. Radius başı için çift plak uygulaması yaptıkları olgularda, bu plakları baş ekvatorunun altına yerleştirmektedirler.<sup>[26]</sup>

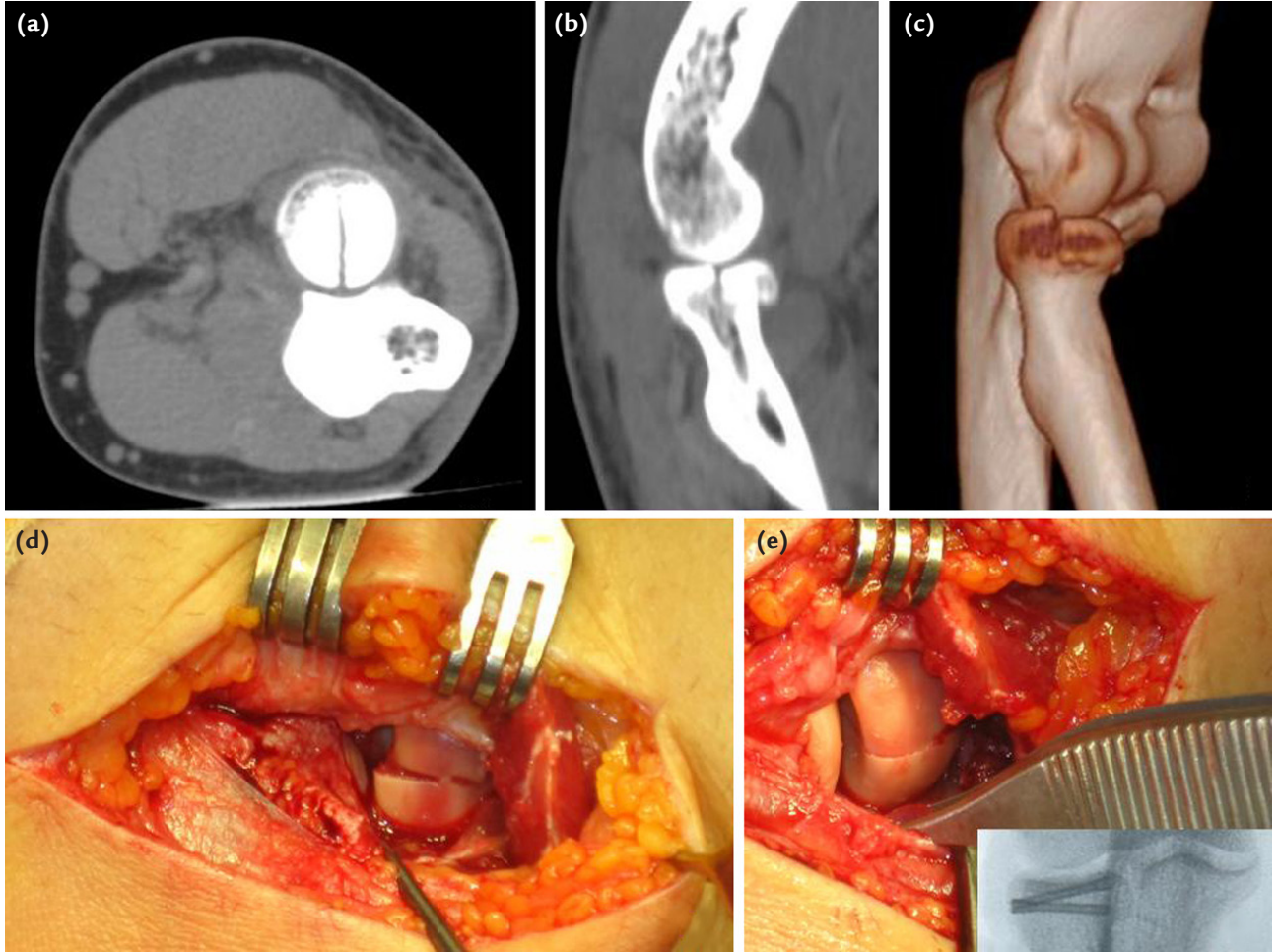
Mason Tip II kırıklarda cerrahi tedavinin tartışmalı olduğunu savunan yazarlar vardır.<sup>[37,47,62–66]</sup> Hem cerrahi hem de konservatif tedavi ile iyi sonuçlar bildirilmiştir (Şekil 3). Genellikle 2 mm’den az yer değiştirmiş kırığın konservatif tedavi sırasında yer değiştirmesi durumunda veya cerrahın tercihinin bağlı olarak, açık redüksiyon kararı alınır. Furey ve arkadaşları, 2–3 mm yer değiştirme görülen hastaların sonuçlarında istatistiksel bir farklılık saptamamışlar, bu nedenle, bu kadarlık bir yer değiştirmenin cerrahi endikasyonu etkilemeyeceğini belirtmişlerdir.<sup>[62]</sup> Akesson ve arkadaşları, bu yer değiştirme miktarını 2–5 mm kabul ederler.

İzlemde, 49 hastanın altısında ağrı oluştuğunu ve bu gibi durumlarda geç radius başı eksizyonu yapılabileceğini belirtirler.<sup>[66]</sup>

Tip II kırığa ulna proksimal kısım kırığının eşlik etmesi, MKB ya da DRUE yarananmasının bulunması, yine açık yerleştirme içsel tespit (AYİT) nedenidir.<sup>[67]</sup>

Zwingmann ve arkadaşları, 841 klinik çalışma ve 1264 hasta içeren metaanalizlerinde radius başı kırıkları ile ilgili şu sonuçlara ulaşmışlardır:<sup>[51]</sup> Mason Tip II kırıklar için kanüllü vida ve biyoçözünebilir vida ile AYİT, %98 oranında başarılı sonuçlar vermektedir. Tip III kırıklarda ise rezeksiyon / protez yerleştirmeye göre, AYİT %92 oranında daha başarılıdır.

Mason Tip III kırıklar cerrahi gerektirir.<sup>[68–71]</sup> Sıklıkla instabil dirseklerdir. Radius başı için açık redüksiyon plaklı tespit, kanüllü vida tespiti, protez replasmanı veya eksizyonu yapılabilir. Bu tarz plaklı osteosentez yapılırken; a) Plak radius başının altına yerleştirilebilir;



**Şekil 3. a-e.** Mason Tip II deplase radius başı kırığı (a-c). Ameliyat esnasında çekilmiş deplasman ve redüksiyon fotoğrafları (d, e). Kanüllü vida ile tespit uygulanmıştır.

vidalar oblik olarak başa yollarır. b) Kanüllü vida ile baş tespit edilip plak ile şafta tutturulur. c) Baştan şafta doğru oblik uzanan çoklu kanüllü vida tespiti yapılabilir. Bu tip parçalı kırıklarda İkeda ve arkadaşları, yaşlı (>70 yaş) ya da 4-5 haftadan geç başvuran hastalarda, AYİT'in kontrendike olduğunu bildirmişlerdir.<sup>[26]</sup>

İkeda ve arkadaşlarının 2005 yılında yaptıkları, Mason Tip III kırıklarda radius başı rezeksiyonu ile AYİT karşılaştırması sonuçlarında; rezeksiyon grubunda taşıma açısı ve ulnar varyans değişiklikleri gözlemlenmişler, AYİT grubunda ise güç ölçümleri ve fonksiyonel skorların daha yüksek olduğunu saptamışlardır.<sup>[61]</sup>

Tip II-III kırıklarda benzer iyi sonuçlar (%84), Herbertson ve arkadaşları tarafından da, 19 yıl izlem süresiyle elde edilmiştir.<sup>[71]</sup>

Deplase boyun kırıklarında kabul edilebilir kısıklık 1-2 mm'yi geçmemelidir. Boyun açılanmasının erişkinlerde <20° olması istenir; tilt mutlaka düzeltilmelidir;

translasyon 2-3 mm'yi geçmemelidir. Başın tam redüksiyonu oluşmazsa, takoz etkisi (*cam effect*) yapıp proksimal radyolunar eklemi ve ön kol rotasyonlarını bozabilir.<sup>[35,41,71-73]</sup> Boyun impaksiyonu ya da parçalanması olan olgularda sabit açılı plak vida sistemlerinin tercih edilmesi önerilmektedir.<sup>[35,41,73,74]</sup>

Ring ve arkadaşları, üç ve üzeri kırık parçası olan radius başı kırıklarında sonuçların daha kötü olduğunu yayımladıktan sonra, çok parçalı kırıkların eksize edilip protez konulması kabul görmeye başlamıştır.<sup>[75]</sup>

Kırık parçanın eksize edilmesi, <%25 kısmı içeren, eklem içi uzanımı olmayan ve DRUE'de takılmaya yol açmayan parçalar için geçerlidir.<sup>[35,41,42]</sup>

Mason Tip IV kırıklarda genel yaklaşım, protez replasmanı lehine olmaktadır. Zwingmann ve arkadaşları, eğer protez yerleştirilecekse birincil implantasyon sonuçlarının ikincil olandan daha iyi olduğunu saptamışlardır.<sup>[51,69,76]</sup> Businger ve arkadaşları, Tip III-IV kırıkları

(n=7) masada birleştirmiş ve plakla tespit etmişler, hiç bir hastada kaynama sorunu ve osteonekroz gözlemlenmişlerdir.<sup>[77]</sup>

Radius başı eksizyonu günümüzde çok önerilmekle beraber stabil LUKB, İOM ve MKB yaralanması olmayan dirseklerde, yaşlı hastalarda kullanılabilir. Radius başının geç eksizyonu ise genellikle ön kol rotasyonunun kaybı nedeniyle yapılır.<sup>[42]</sup> Genç hastalarda ve en ufak ölçüde dahi instabilite varlığında protez konulması önerilmektedir.<sup>[11,78]</sup> Radius başı çıkarılacaksa anüler bağ seviyesinde rezeke edilmeli ve LUKB mutlaka onarılmalıdır. Ameliyat içi varus/valgus stres testi yapılmalıdır. Bu hastalarda geç dönemde; radiusun proksimale 2-3 mm migrasyonu el bileği ağrısı ulnar varyans artışı, %30'lara varan güç azalması, kubitus valgus gibi sorunlar görülebilir.<sup>[9,29,13,18,79-83]</sup> Schiffen ve arkadaşları klinik sonuçlarını, radius proksimalinin mediyal ve posterior kaymasından çok, başlangıç yaralanma derecesi ile ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır.<sup>[84]</sup>

Herbertsson ve arkadaşları, (yayınlarında en uzun izlem süresine sahip) klinik sonuçların kırık derecesi ile ilişkili olduğunu belirtmişler, Tıp IV kırık sonrası eksizyon hastalarında genellikle günlük hayatta ağrı gözlemlenmiştir.<sup>[14,15]</sup>

Kadavra dirseklerinde posterolateral normal instabilite 5,4° bulunmuştur. Bağlar korunup radius başı eksize edildiğinde, bu değer 18,6°'ye yükselmiştir.<sup>[36]</sup>

Radius başı eksize edildiğinde İOM, ön kol longitudinal stabilitesine %71, TFCC ise %8 katkı verir.<sup>[18]</sup> Bir başka deyişle, radius başı eksize edilecekse İOM'un da sağlam olması gerekir. Mikic ve arkadaşları, radius başı eksizyonunu takiben %25 oranında DRUE ayrışması gözlemlenmiştir.<sup>[9]</sup> Shepard, kadavra çalışmasında, 1 mm radyal kısalma için distal ulnar yükün %10 arttığını bulmuştur.<sup>[85]</sup>

Her ne kadar artroskopik radius başı eksizyonu tanımlanmış olsa da, bu konuda daha geniş serilere ve tecrübeler ihtiyacı vardır.<sup>[86]</sup>

Parçalı bir radius başı kırığının tespit edilmeye çalışılması sonucu, tespit yetmezliği, osteonekroz, kaynamama ve fragman yer değiştirmesi gibi sorunlar gözlenebilir. Bu durumda radius başı protezi ya da ankoneus artroplastisi bir seçenektir.<sup>[87-89]</sup>

Posttravmatik proksimal radyoular sinostoz, radius başı ağrı / impingement sıkışması ya da radyokapitelar sıkışma için kurtarıcı girişim olarak ankoneus artroplastisi tanımlanmıştır. Bu hastaların bir kısmında, cerrahi sırasında LUKB yetersizliği de gözlenmiş ve tedavi edilmiştir. Morrey ve arkadaşları, üç tipte kas interpozisyonunu 14 hasta üzerinde uygulamıştır. Mayo dirsek performans skorları (MDPS) 63'ten 89'a yükselmiştir.<sup>[88,89]</sup>

## CERRAHI YAKLAŞIM SEÇİMİ

Radius başı kırıklarında cerrahi yaklaşımı belirleyen etmenlerden birisi, eşlik eden kemik ve bağ yaralanmalarının bulunup bulunmadığıdır. İzole bir radius başı kırığında sadece lateral Kocher veya Kaplan yaklaşımı (ekstansör karpi radyalis longus - ekstansör dijitorum communis) kullanılabilir. Kocher yaklaşımı sırasında ankoneus ve ekstansör karpi ulnaris kasları arasından lateral eklem kapsülüne ulaşılır. Posterior interosseöz sinirin yaklaşım sırasında korunması için ön kol pronasyona alınır. Lateral-kollateral kompleks, radius orta aksı boyunca açılır. Bir diğer dikkat edilmesi gereken husus, radius boynuna periost elevatörü yerleştirmektir. Burada Z şeklinde kapsülotomi yapılır. Kapsülotomi LUKB'nin anteriorundan geçer; anüler bağı keser. Eğer yaralanma sonucu LUKB kopmuşsa, bu esnada epikondil bölgesindeki çıplak alan (*bare area*) dikkati çekecektir.<sup>[68,90]</sup>

Koronoidin ya da proksimal ulnanın kırık olduğu durumlarda global posterior yaklaşım tercih edilebilir. Cilt posteriordan açıldıktan sonra mediyal ve lateralden eklem ulaşılabilir. Eğer proksimal ulnada bir kırık yok ve sadece koronoid tespiti gerekiyorsa, mediyal-lateral iki ayrı cilt insizyonuyla girişim planlanabilir.

## LUKB'nin önemi

Özellikle bağ yaralanması bulunan dirseklerde, cerrahın radius başı protezini yerleştirirken dikkatli davranması önerilir. Gereğinden uzun bir protezin yerleştirilmesi (eklemin fazla doldurulması - *overstuffing*) dirseğin stabil olduğu izlenimini verebilir.<sup>[91]</sup> Kopmuş LUKB, protezin kalın konulması durumunda uzamış pozisyonunda onarılacağından instabiliteyi arttıracaktır.<sup>[92]</sup>

Radius baş boyun kırıklarına cerrahi müdahalede LUKB'nin durumu önem taşır. LUKB yaralanmamış ise korunması, dirseğin varus stabilitesinin de korunması anlamına gelmektedir. Yaralanmışsa (ulnohumeral dislokasyon), yaklaşım sırasında radius başının kolaylıkla ortaya konabilmesine olanak verir. Radius başı rekonstrüksiyonu veya replasmanı sonrası ise, ön kol pronasyonda tekrar onarılması önerilir.<sup>[93]</sup>

Eski monoblok radius başı protezlerinin LUKB korunarak yerleştirilmesi zor olmakta, bu yüzden dirseğin posterolaterale sublukse edilmesi gerekmektedir.<sup>[32,94,95]</sup> LUKB yırtıksa bu kolay olmaktadır. Günümüzde modüler radius başı protezlerinde, stem yerleşimi LUKB'nin korunabilmesine olanak taşıyacak şekildedir. Yayınlarında, ankoneus kası ile LUKB'nin intact olması ve modüler protez kullanımının, eklemin fazla doldurulmasını (*overstuffing*) önlemede önemli bariyer olduğu belirtilmektedir.<sup>[60,87,96]</sup>



Posterolateral rotatuvar instabilite yaratmamak açısından, radius başı girişimleri sırasında LUKB'yi korumak önem taşır. Yayınlarda özellikle baş eksiyonu sonrası bu tür komplikasyonlar bildirilmiştir.<sup>[53]</sup> Çünkü sağlam radius başı, LUKB'yi gergin tutmaktadır. Radius başı çıkarılması sonrası posterolateral rotasyonel instabilite %145 artmaktadır.<sup>[2]</sup> İkincil geç protez uygulamalarında, birincil uygulamalardan farklı olarak, girişim esnasında LUKB'nin epikondil ile beraber ayrılması da mümkündür.<sup>[87]</sup>

### MKB'nin önemi

Yer değiştirmiş radius başı kırıkları, sıklıkla dirseğin ve ön kolun bağ yırtıkları ile birliktelik gösterir. Johansson, Tip I, II, III kırıklarda MKB yırtığını US ile sırasıyla %4, %21, %85 gibi artan oranlarda saptamıştır.<sup>[97]</sup>

Radius başı kırığı ve MKB yırtığı birlikte onarılacaksa, MKB'nin kalıcı sütürlerinin yerleştirilip radius başı protezi yapıldıktan sonra mediyal onarımın yapılması önerilmektedir.<sup>[26]</sup> Rhyou, radius başı kırığı serisinde kırık tespiti / eksiyon / protez replasmanı sonrasında, ameliyat sırasında dirsek 30° fleksiyonda ön kol supinasyonda valgus stres testi yapmıştır. Sağlam bir son nokta hissi aldığı hastalarında MKB onarımı yapmamış, sonuçta onarım yapılan ve yapılmayan hastalar arasında bir fark gözlememiş ve şöyle bir çıkarımda bulunmuştur: MR'de MKB yırtık tanısı var ancak ameliyat esnasında belirgin valgus instabilitesi yoksa, fleksör pronator kas bütünlüğü vardır ve iyileşme tamamlanıncaya kadar stabilizeyi korur. MKB bu durumda onarılmayabilir.<sup>[43]</sup>

Pamionovski, MKB'si yetersiz dirseklerde sağlam / protez baş / eksizye baş senaryolarını denemiştir. Ona göre, valgus instabilitesinin en yüksek olduğu durum, baş rezeksiyonu + MKB'si kesik dirseklerdir; bipolar protezlerin monopolar protezler kadar iyi valgus stabilizasyonu sağlar; ayrıca, ön kol pronasyonda iken valgus laksite değerleri supinasyona göre yüksektir. Bu nedenle, MKB onarılmış ya da yetersiz durumlarda ön kol supinasyonda tespitler yapılmaktadır.<sup>[32]</sup>

MKB yırtık dirseklerde radius başı eksizye edilecekse MKB onarımı önerilir. Aksi takdirde valgus instabilitesi oluşur.

### Korkunç üçlü yaralanmasında radius başı

Korkunç üçlü yaralanmalarının tedavi şeması içinde radius başı kırıkları önemli yer tutmaktadır.<sup>[98]</sup> Lindenhovius ve arkadaşlarının yaptığı akut/subakut korkunç üçlü yaralanmaları sonuçlarında bazı noktalar dikkati çeker: Bu tarz yaralanmalara mümkün olduğunca erken müdahale edilmelidir. Akut olguların hepsinde Tip II ve III radius başı kırıkları için protez

kullanılır. Subakut olguların (>3 hafta) bazılarında öyküde, radius başı eksiyonları ya da yetersiz tespit denemeleri vardır. Radyolojik olarak, subakut gruptaki hastaların tamamında, ulnohumeral eklemden subluksasyon ve dislokasyon sürmektedir.<sup>[99]</sup> Radius başı, subakut hastaların bir kısmında (6/14), koronoid rekonstrükte etmek için kullanılır.<sup>[99,100]</sup>

Radius başı kırığına eşlik eden koronoid kırığının tipi, yaklaşımın belirlenmesinde rol oynamaktadır. Tip I kırıklarda sütün-lasso/sütün-ankor daha tercih edilen tespit yöntemidir. Bu tipte sütürler radius başı protezi konuluncaya kadar bağlanmazsa, protezin yerleştirilmesi kolay olur.<sup>[39]</sup> Koronoid kırık parçası büyükse, mediyal girişimle fleksör orijin altında kalan fragmana anatomik plak ile tespit yapılabilir. Ya da son yıllarda anterior vida tespiti de tanımlanmıştır.<sup>[101]</sup> Kang, endoskopik koronoid tespitini uyguladığı 7 hastanın sonuçlarını yayımlamıştır.<sup>[102]</sup> Klasik yöntem, radius başı plak vida uygulamalarından önce, lateralde Z kapsülotomi yaparak, koronoidin daha görülebilir hale getirilmesi ve tespitidir. Korkunç üçlü yaralanmalarında günümüzde en sık kullanılan girişim şekli budur.<sup>[99]</sup>

Radius başı eksizye edilmiş dirsekte koronoidin %30'unun çıkarılması, bağlar sağlam bile olsa, ulnohumeral eklemi destabilize etmektedir. Schneeberger ve arkadaşları, radius başı protezi konulursa stabilitenin korunduğunu gözlemiştir.<sup>[36]</sup> Jensen ve arkadaşları ise deneysel bir çalışmada, protez + LUKB onarımı ile radius başı rezeksiyonu + LUKB onarımı arasında stabilize yönünden çok az fark saptamıştır.<sup>[23]</sup>

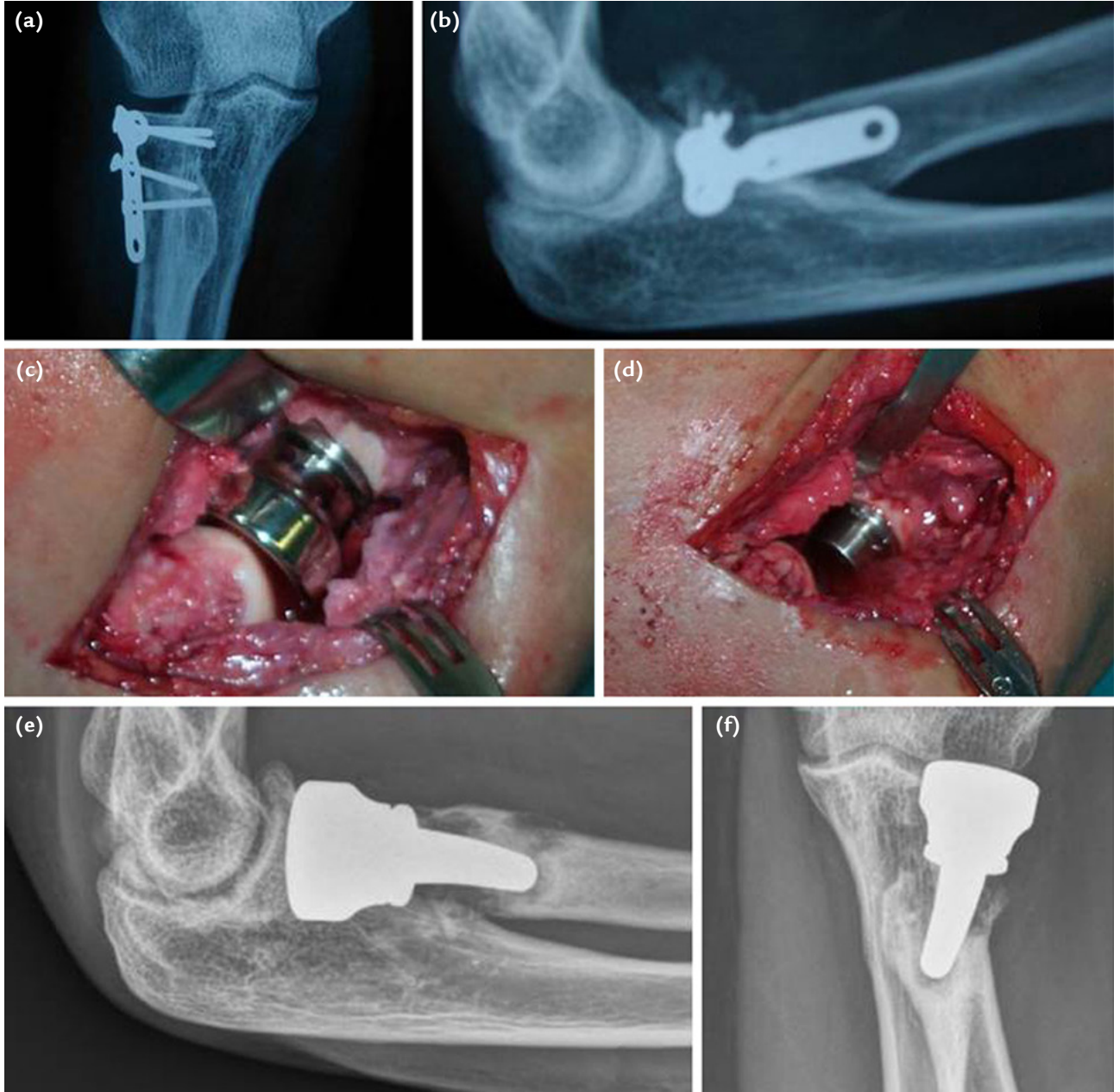
Tip III koronoid kırığının daha çok dirsek kırıklı çıkıklarında görüldüğü düşünülürse, stabilizeyi geri kazanmak için koronoidin tespiti/rekonstrüksiyonu ve radius başının replasmanı gerekmektedir.<sup>[39]</sup>

### Radius başı protezi

İlk metalik protezin radius başına yerleştirildiği tarih 1941'dir.<sup>[103]</sup> Günümüzde, yer değiştirmiş ve rekonstrükte edilemeyen radius başı kırıklarına el bileği ve dirsek instabilitesi de eşlik ediyorsa, primer protez endikasyonu kabul görmektedir.<sup>[41,42]</sup> Radius başı protezinin bir diğer uygulama alanı ise, ikincil sorunlar olarak, geç instabilite ve kaynamamadır<sup>[87]</sup> (Şekil 4).

Tarihsel gelişim içerisinde, Tip II-III kırıklarda AYİT'in daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Boulas, silikon protez ile ilişkili sonuçlar bildirmiş, anatomik restorasyon ve protez replasmanının radius başı eksiyonuna göre daha iyi sonuçlandığını belirtmiştir.<sup>[12]</sup> Ancak silikon protez kullanımı zamanla terkedilmiştir çünkü reaktif sinovit ve protez kırılmaları rapor edilmiştir.<sup>[11]</sup> Judet 1996'da yüzen (*floating*) protez dediği tasarımı 12 hastada kullanmıştır. Düz stemli bu protez, silikon





**Şekil 4. a-f.** Dış merkezde plaklı osteosentez uygulanmış 35 yaşında kadın hasta. Radius başında kısalma ve tespit yetmezliği görülüyor (a, b). Plak ve vida sisteminin çıkarılıp radius başı protez uygulaması (virgül şeklinde stem ve sementli tespit) (c, d). Protez uygulanmasını takiben dördüncü yılda periprotetik radyolüsent alanlar görülüyor (e, f).

protezlerde yaşanan sorunları 40 aydan uzun izlem sonunda göstermemiştir.<sup>[11]</sup>

#### Protez tasarımı

Günümüzde radius başı protezlerinin tasarım özellikleri, uzun süreli sonuçları tam olmamakla beraber gelişmeye devam etmektedir. Temelde monoblok ve modüler, monopolar ve bipolar tasarım olmak üzere

iki tip radius başı protezi vardır. Her iki tip implantın da valgus streslere daha iyi dayandığını gösteren çalışmalar vardır.<sup>[32,36,94,95,104,105]</sup> Modüler yapıdaki protezler, seçeneklerin çokluğu nedeniyle daha avantajlı olabilir.<sup>[32,91,92,106]</sup> Stem tespiti sementli ya da presfit tipte yapılabilmektedir.

Liew ve arkadaşları, kadavrada protez başı ile kapitellum arası temasın doğal başın 2/3'ü kadar

olduğunu belirtmişlerdir. Üstelik dirsek fleksiyona geldikçe bu temas alanı küçülmektedir.<sup>[107]</sup> Radius başı protezi ne kadar doğal başı kopyalar ise, o kadar iyi radyokapitellar uyum elde edilir. Bu uyumu arttırmak için, stemin medullada hareket edebildiği sementsiz presfit protezler ve bipolar modüler protezler tasarlanmıştır. Bipolar protezlerin temas alanını daha iyi oluşturduğuna dair bilgiler vardır. Ancak protez çevresi gevşeme ve radyolüsent alanlar halen azaltılabilmiş değildir (Şekil 4).<sup>[95,104,105,108,109]</sup>

Ferreira, kadavra radiusları üzerinde protez stemleri ile yüklenme deneyleri yapmıştır. Silindirik, düz ve giderek incelen konik (*tapered*) stemler kullanılan bu çalışmada, medüller kanalı doldurmanın uzun stem kullanmaktan daha önemli olduğu sonucu çıkmış, giderek incelen stemin bir avantajı bulunmamıştır. Kullanılan stem çapının optimumda seçilmesi kemik/protez arayüzündeki mikro-hareketi azaltmaktadır.<sup>[78]</sup> Protezin kemiksel entegrasyonu için bu hareket değerinin 40 µm altında olması gerekmektedir.<sup>[110]</sup> Optimum yerleştirilmiş radius başı protezlerinde ise 50 µm'ye yaklaşmıştır. Ancak bu stemin sıkı yerleştirilmeye çalışılması da boyun kırıklarına yol açabilir.<sup>[111]</sup> Düz stemli, presfit oturan bu tarz protezlerin bir *spacer* görevi gördüğü belirtilmektedir.<sup>[106]</sup>

Protezin yerleştirilmesinde üç nokta önem taşır: 1) Protezin yüksekliği, 2) protezin kalınlığı ve 3) protez başın çapı. Bu parametrelerin doğal başla uyumlu olması durumunda orijinal durum kopyalanmış olur. Bu yüzden çok parçalanmış olan başın dışarıda birleştirilip doğal başa ait ölçümlerin yapılması, uygun protez ölçüsünün seçiminde önem taşır.

Shukla ve arkadaşları, kadvrada protez baş yüksekliğini total protez boyuna bölerek, kritik bir değer elde etmişlerdir. Bu değer 0,35'in altında olduğunda başlangıç stabilitesi yüksek bulunmuştur. Rezeksiyon miktarının 2 cm'yi aşması instabiliteyi arttırmıştır.<sup>[112]</sup>

#### *Protezin radyokapitellar eklemi aşırı doldurması*

Radius başı protezi yerleştirilirken, yükseklik ve çap olarak kırılmış başın mümkün olduğunca benzeri bir baş seçilmelidir. Böylece eklemde fazla doldurulmasından (*overstuffing*) ve ulnohumeral eklemde dengesinin bozulmasından kaçınılmış olur.

Uzun protez, ulnohumeral eklemde lateralde açılmasına yol açar. Radius başı posterolaterale sublukse olabilir. İdeal protez yerleşimi için, Doornberg ve arkadaşları, radius başı ile sigmoid çentik arasını 0,9 mm olarak ölçmüşlerdir.<sup>[113]</sup> Van Riet ve arkadaşları ise, radius başı ile koronoidin lateral köşesi (küçük sigmoid çentiğin proksimal köşesi) arası mesafeyi dikkate almışlar, protez burayı aşmamalı demişlerdir.<sup>[114]</sup>

Van Glanbeek, 2,5 mm uzunluk artışının pronasyonunu etkilediğini ekstansiyon eksikliğine yol açtığını bildirmiştir. Protezin radyokapitellar eklemi aşırı doldurması durumunda, ağrı, fleksiyon kaybı ve kapitellar aşınma ortaya çıkar; dirsek kinematığı bozulur.<sup>[22,91,115-119]</sup>

Van Riet, Judet'nin geç olgularda uyguladığı gibi, rezeksiyondan altı ay sonra el bileği ağrısı artan bir hastaya bipolar uzun stemli protez uygulamış ve hastanın izleminde kapitellar aşınma oluştuğunu bildirmiştir. Yazarlar bu aşınmanın, metal ve kırık arasındaki elastisite modülüsü farkı, azalan radyokapitellar temas alanı ya da kalın protez yerleştirilip eklemde aşırı doldurulması gibi bir çok etmene bağlı olabileceğini düşünmüşlerdir.<sup>[115]</sup>

Radius başı yüksekliği fazla protez kullanımı sonucu radyokapitellar eklemde fazla doldurulacağı için (*overstuffing*), ameliyat esnasında floroskopi ya da röntgen ile kontrol edilmelidir.

Mediyal ulnohumeral eklem paralelliğinin lateralde kaybedilmiş olması, protez başının bir ölçü küçük seçilmesini gerektirir.<sup>[87,92,106,115,116]</sup> Ancak Frank ve arkadaşları, mediyal ulnohumeral eklem paralelliğinin, radyokapitellar eklemde ancak 6 mm uzadığında bozulduğuna dikkat çekmişler, mediyal eklem asimetrisinin çok duyarlı bir ölçüm olmadığını belirtmişlerdir. Ameliyat sırasında lateral ulnohumeral eklemdeki açılmayı gözlemeyi önermektedirler.<sup>[91,92]</sup>

Athwal ve arkadaşları, karşı sağlam dirsek grafilerinin radius başı protez ölçüsü için güvenle kullanılabilirliğini belirtip bir ölçüm metodu tanımlamışlardır. Böylelikle implant ölçüsü %87 oranında doğru tahmin edilmiştir.<sup>[47,91]</sup>

#### **Protez replasman sonuçları**

Genel olarak radius başı protezlerinin güncel sorunu, radyokapitellar aşınma ve periprotetik radyolüsent alanlardır. Ancak bu bulguların klinik yakınmalar ve gevşeme ile uyumlu olmadığı belirtilmektedir.<sup>[51,87,96,106,108,115]</sup>

Capomassi ve arkadaşları, 38 hastalık Mason Tip III-IV kırıklardan oluşan serilerinde polimetilmetakrilat bir başı geçici *spacer* olarak radius başı yerine kullanmışlardır. Yazarlar bu tür uygulamaların geçici olarak yapılmasını önermekle birlikte, serideki hastaların sadece 8'i *spacer*'in çıkarılmasını istemiştir. Hastaların %70'inde kapitellar kondromalazi %35'inde ılımlı artroz gözlenmiştir.<sup>[120]</sup>

Moro ve arkadaşları, 25 hastada Mason Tip III - IV radius başı kırığında presfit sementsiz *spacer* görevi gören metal protez kullanmışlardır. Bu seride, kapitellar

osteopeni (%78), periprostetik radyolusens alanlar (%68) ve orta dereceden ulnohumeral artrit (%20) gözlenmiştir. Ortalama 39±9 ay sonunda, Mayo dirsek performans skoru (MDPS) ortalama 80±16, subjektif hasta memnuniyeti 10 üzerinden 9,2 olarak bildirilmiştir.<sup>[96]</sup>

Shore ve arkadaşları, 32 hastada, ilk travmadan ortalama 2,4 yıl sonra, kaynamama, kötü kaynama, tekrarlayıcı instabilite veya radius başı eksizyonu gibi endikasyonlarla, ikincil metalik radius başı protezi uygulamışlardır. Bu çalışmada MDPS ortalama 83 bulunmuştur. Hastaların subjektif memnuniyet skoru ise 10 üzerinden 8,5 olmuş ve %68 oranında posttravmatik artrit görülmekle beraber bu klinik yakınmaya dönüşmemiştir. Üstelik çalışmada izlem süresi ortalama sekiz yıldır. Bu seride %45 kapitellar osteopeni, %52 periprostetik radyolusent alanlar vardır. Radyolusent alanlar monoblok ve modüler protez tasarımları arasında farklılık göstermemiştir.<sup>[87]</sup> Diğer serilerde de MDPS değerleri 80 üzerindedir.<sup>[106,116,121]</sup>

Van Riet ve arkadaşları, 10 yıllık dönem içerisindeki başarısız radius başı protez sonuçlarını yayımlamışlardır. En sık bulgu olarak, implant gevşemesi saptanmış ve bu, diğer serilerin aksine, sıklıkla ön kol proksimalinde ağrı ile birliktelik göstermiştir.<sup>[122]</sup> Bipolar stem gevşemesi monopolar stemlerden daha az saptanmıştır. Revizyon cerrahisinin en sık nedenlerinden birisi dirsek hareket azalmasıdır, ancak instabilite ve enfeksiyon da birer etmen olarak gözlenir.<sup>[123]</sup>

Berschback ve arkadaşları, 2013 yılında düz stemli bipolar protez ile presfit monopolar protez uyguladığı hastaları klinik ve radyolojik olarak karşılaştırmışlardır. Bu serideki hastaların MDPS, DASH (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*) ve VAS (*Visual Analog Scale*) skorları arasında bir fark gözlenmemiştir. Yine, radyokapitellar aşınma ve dejeneratif artrit için değişiklikler de iki grup arasında farklı değildir. Radyografik olarak düz stemli protez etrafında ince bir radyolusent tabaka görülmekle beraber, monopolar presfit protezlerde gevşeme halinde, aşırı periprostetik osteoliz dikkati çekmiştir.<sup>[124]</sup>

Grewal ve arkadaşları, 26 hastada modüler metalik radius başı protezi uygulamışlar, ileriye dönük olarak izlenen hastalarda hızlı iyileşme döneminin ilk altı ay olduğu, bu süre sonunda çok az değişiklik gözlemlendiği bildirmişlerdir. İki yılın sonunda %19 oranında hafif OA görülmüştür. Hastaların %50'sinde radyolusent alan gözlenmiştir. Hastalarda 4° fleksiyon, 7° pronasyon kaybı, 16° ekstansiyon ve 16° supinasyon kaybı vardır. Kavrama gücü, karşı taraf ile kıyaslandığında, %10'luk dilim içindedir; MDPS 80 bulunmuştur.<sup>[106]</sup>

Sarris ve arkadaşları, daha dayanıklı ve kemiğe yakın elastisite modulusundaki pirokarbon protezlerle 32 hastadan sadece altısında radyolusent alan gözlemişlerdir.<sup>[125]</sup>

## SONUÇ

Radius başı, dirseğin valgus stabilitesi için önemlidir. Gereksizce eksize edilmesi önerilmez. Mason Tip I kırıklar konservatif tedavi edilebilir. Tip II kırıklarda her ne kadar 2 mm yer değiştirme sınırı biraz genişletilmiş gibi görünse de, EMOT deneyimimiz radyolojik ve ameliyat esnası deplasman miktarlarının birbirini tam tutmadığı yönündedir. Gereğinde BT tetkiki uyguluyoruz. Gömülü kanüllü vida ile yapılan tespitlerin erken hareket açısından hastaya konfor sağladığı görüşündeyiz. Proksimal radyoulnar eklemin hareketinin ameliyat esnasında kontrol edilmesi önemlidir. Tip III kırıklarda, günümüz teknolojisi ile plak vida tespiti yapmaya çalışmaktayız. Parçalanma çok olduğunda protez uyguluyoruz. Protez kararını, ameliyat öncesi değil ameliyat sırasında veriyoruz. Bu yüzden her iki olasılığa hazırlıklı olunmasını öneriyoruz. Dirsek kırıklı çıkığına eşlik eden radius başı kırıklarında, yine ameliyat esnasında stabilite sık sık kontrol edilerek, LUKB/MKB/İOM ile ilgili yaralanmalar mümkün olduğunca onarılmaya / rekonstrükte edilmeye çalışılmaktadır. Radius başı protezlerinin, çok parçalı rekonstrükte edilemeyen baş kırıklarında *spacer* olarak kullanılabileceğini düşünüyoruz. Röntgenlerde radius başı kırığına eşlik eden koronoid kırığının (Regan/Morrey Tip I) da görülmesi, instabilite açısından dikkatli yaklaşım işareti sayılmaktadır. Kuşku durumlarda, 3D-BT ve MR ile tetkiklerimiz ayrıntılandırılmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Broberg MA, Morrey BF. Results of treatment of fracture-dislocations of the elbow. *Clin Orthop Relat Res* 1987;(216):109-19.
2. Murthi AM, Keener JD, Armstrong AD, Getz CL. The recurrent unstable elbow: diagnosis and treatment. *Instr Course Lect* 2011;60:215-26.
3. Van Riet RP, Morrey BF. Documentation of associated injuries occurring with radial head fracture. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466(1):130-4. [CrossRef](#)
4. van Riet RP, Morrey BF, O'Driscoll SW, Van Glabbeek F. Associated injuries complicating radial head fractures: a demographic study. *Clin Orthop Relat Res* 2005;441:351-5.
5. Mason ML. Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *Br J Surg* 1954;42(172):123-32.
6. Kaas L, van Riet RP, Vroemen JP, Eygendaal D. The epidemiology of radial head fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19(4):520-3. [CrossRef](#)



7. Schofer MD, Peterlein CD, Kortmann HR. Radial head prosthesis - treatment of comminuted radial head fractures combined with elbow instability. *Z Orthop Unfall* 2008;146(6):760-7. [CrossRef](#)
8. Josefsson PO, Gentz CF, Johnell O, Wendeberg B. Dislocations of the elbow and intraarticular fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1989;(246):126-30.
9. Mikić ZD, Vukadinović SM. Late results in fractures of the radial head treated by excision. *Clin Orthop Relat Res* 1983;(181):220-8.
10. Broberg MA, Morrey BF. Results of delayed excision of the radial head after fracture. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68(5):669-74.
11. Judet T, Garreau de Loubresse C, Piriou P, Charnley G. A floating prosthesis for radial-head fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78(2):244-9.
12. Boulas HJ, Morrey BF. Biomechanical evaluation of the elbow following radial head fracture. Comparison of open reduction and internal fixation vs. excision, silastic replacement, and non-operative management. *Chir Main* 1998;17(4):314-20.
13. Faldini C, Nanni M, Leonetti D, Capra P, Bonomo M, Persiani V, Galante C, Giannini S. Early radial head excision for displaced and comminuted radial head fractures: considerations and concerns at long-term follow-up. *J Orthop Trauma* 2012;26(4):236-40. [CrossRef](#)
14. Herbertsson P, Josefsson PO, Hasserijs R, Besjakov J, Nyqvist F, Karlsson MK. Fractures of the radial head and neck treated with radial head excision. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(9):1925-30.
15. Karlsson MK, Herbertsson P, Nordqvist A, Hasserijs R, Besjakov J, Josefsson PO. Long-term outcome of displaced radial neck fractures in adulthood: 16-21 year follow-up of 5 patients treated with radial head excision. *Acta Orthop* 2009;80(3):368-70. [CrossRef](#)
16. Smith AM, Urbanosky LR, Castle JA, Rushing JT, Ruch DS. Radius pull test: predictor of longitudinal forearm instability. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A(11):1970-6.
17. Murray PM. Diagnosis and treatment of longitudinal instability of the forearm. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2005;9(1):29-34.
18. Hotchkiss RN, An KN, Sowa DT, Basta S, Weiland AJ. An anatomic and mechanical study of the interosseous membrane of the forearm: pathomechanics of proximal migration of the radius. *J Hand Surg Am* 1989;14(2 Pt 1):256-61.
19. Regan WD, Korinek SL, Morrey BF, An KN. Biomechanical study of ligaments around the elbow joint. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(271):170-9.
20. Morrey BF, Tanaka S, An KN. Valgus stability of the elbow. A definition of primary and secondary constraints. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(265):187-95.
21. Fornalski S, Gupta R, Lee TQ. Anatomy and biomechanics of the elbow joint. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2003;7(4):168-78.
22. Beingessner DM, Dunning CE, Gordon KD, Johnson JA, King CJ. The effect of radial head fracture size on elbow kinematics and stability. *J Orthop Res* 2005;23(1):210-7.
23. Jensen SL, Olsen BS, Tyrdal S, Søjbjerg JO, Sneppen O. Elbow joint laxity after experimental radial head excision and lateral collateral ligament rupture: efficacy of prosthetic replacement and ligament repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;14(1):78-84.
24. Jensen SL, Deutch SR, Olsen BS, Søjbjerg JO, Sneppen O. Laxity of the elbow after experimental excision of the radial head and division of the medial collateral ligament. Efficacy of ligament repair and radial head prosthetic replacement: a cadaver study. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85(7):1006-10.
25. Captier G, Canovas F, Mercier N, Thomas E, Bonnel F. Biometry of the radial head: biomechanical implications in pronation and supination. *Surg Radiol Anat* 2002;24(5):295-301.
26. Ikeda M, Sugiyama K, Kang C, Takagaki T, Oka Y. Comminuted fractures of the radial head: comparison of resection and internal fixation. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88 Suppl 1 Pt 1:11-23.
27. Van Riet RP, Van Glabbeek F, Neale PG, Bortier H, An KN, O'Driscoll SW. The noncircular shape of the radial head. *J Hand Surg Am* 2003;28(6):972-8.
28. Morrey BF, An KN, Stormont TJ. Force transmission through the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70(2):250-6.
29. Morrey BF. Complex instability of the elbow. *Instr Course Lect* 1998;47:157-64.
30. Essex-Lopresti P. Fractures of the radial head with distal radio-ulnar dislocation; report of two cases. *J Bone Joint Surg Br* 1951;33B(2):244-7.
31. Beingessner DM, Dunning CE, Gordon KD, Johnson JA, King CJ. The effect of radial head excision and arthroplasty on elbow kinematics and stability. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(8):1730-9.
32. Pomianowski S, Morrey BF, Neale PG, Park MJ, O'Driscoll SW, An KN. Contribution of monoblock and bipolar radial head prostheses to valgus stability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 200 ;83-A(12):1829-34.
33. O'Driscoll SW, Morrey BF, Korinek S, An KN. Elbow subluxation and dislocation. A spectrum of instability. *Clin Orthop Relat Res* 1992;(280):186-97.
34. Amis AA, Miller JH. The mechanisms of elbow fractures: an investigation using impact tests in vitro. *Injury* 1995;26(3):163-8.
35. Ruchelsman DE, Christoforou D, Jupiter JB. Fractures of the radial head and neck. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95(5):469-78. [CrossRef](#)
36. Schneeberger AG, Sadowski MM, Jacob HA. Coronoid process and radial head as posterolateral rotatory stabilizers of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(5):975-82.
37. Kaas L, Struijs PA, Ring D, van Dijk CN, Eygendaal D. Treatment of Mason type II radial head fractures without associated fractures or elbow dislocation: a systematic review. *J Hand Surg Am* 2012;37(7):1416-21. [CrossRef](#)
38. Kaas L, van Riet RP, Turkenburg JL, Vroemen JP, van Dijk CN, Eygendaal D. Magnetic resonance imaging in radial head fractures: most associated injuries are not clinically relevant. *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20(8):1282-8. [CrossRef](#)
39. Budoff JE. Coronoid fractures. *J Hand Surg Am* 2012;37(11):2418-23. [CrossRef](#)
40. Guitton TG, Zurakowski D, van Dijk NC, Ring D. Incidence and risk factors for the development of radiographic arthrosis after traumatic elbow injuries. *J Hand Surg Am* 2010;35(12):1976-80. [CrossRef](#)
41. Ruchelsman DE, Christoforou D, Jupiter JB. Fractures of the radial head and neck. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95(5):469-78. [CrossRef](#)
42. Ring D. Displaced, unstable fractures of the radial head: fixation vs. replacement--what is the evidence? *Injury* 2008;39(12):1329-37. [CrossRef](#)



43. Rhyou IH, Kim KC, Kim KW, Lee JH, Kim SY. Collateral ligament injury in the displaced radial head and neck fracture: correlation with fracture morphology and management strategy to the torn ulnar collateral ligament. *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22(2):261-7. [CrossRef](#)
44. Nalbantoglu U, Gereli A, Kocaoglu B, Aktas S, Turkmen M. Capitellar cartilage injuries concomitant with radial head fractures. *J Hand Surg Am* 2008;33(9):1602-7. [CrossRef](#)
45. Morgan SJ, Groshen SL, Itamura JM, Shankwiler J, Brien WW, Kuschner SH. Reliability evaluation of classifying radial head fractures by the system of Mason. *Bull Hosp Jt Dis* 1997;56(2):95-8.
46. Johnston GW. A follow-up of one hundred cases of fractures of the head of the radius with a review of the literature. *Ulster Med J* 1962;31:51-6.
47. Athwal GS, Rouleau DM, MacDermid JC, King GJ. Contralateral elbow radiographs can reliably diagnose radial head implant overlengthening. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(14):1339-46. [CrossRef](#)
48. Doornberg JN, Parisien R, van Duijn PJ, Ring D. Radial head arthroplasty with a modular metal spacer to treat acute traumatic elbow instability. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(5):1075-80.
49. Chien HY, Chen AC, Huang JW, Cheng CY, Hsu KY. Short- to medium-term outcomes of radial head replacement arthroplasty in posttraumatic unstable elbows: 20 to 70 months follow-up. *Chang Gung Med J* 2010;33(6):668-78.
50. McKee MD, Pugh DM, Wild LM, Schemitsch EH, King GJ. Standard surgical protocol to treat elbow dislocations with radial head and coronoid fractures. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87 Suppl 1(Pt 1):22-32.
51. Zwingmann J, Welzel M, Dovi-Akue D, Schmal H, Südkamp NP, Strohm PC. Clinical results after different operative treatment methods of radial head and neck fractures: A systematic review and meta-analysis of clinical outcome. *Injury* 2013;44(11):1540-50. [CrossRef](#)
52. Ricón FJ, Sánchez P, Lajara F, Galán A, Lozano JA, Guerado E. Result of a pyrocarbon prosthesis after comminuted and unreconstructable radial head fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2012 ;21(1):82-91. [CrossRef](#)
53. Hall JA, McKee MD. Posterolateral rotatory instability of the elbow following radial head resection. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(7):1571-9.
54. Pike JM, Athwal GS, Faber KJ, King GJ. Radial head fractures-an update. *J Hand Surg Am* 2009;34(3):557-65. [CrossRef](#)
55. Hotchkiss RN. Displaced fractures of the radial head: internal fixation or excision? *J Am Acad Orthop Surg* 1997;5(1):1-10.
56. Charalambous CP, Stanley JK, Mills SP, Hayton MJ, Hearnden A, Trail I, Gagey O. Comminuted radial head fractures: aspects of current management. *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20(6):996-1007. [CrossRef](#)
57. Dewan AK, Chhabra AB, Khanna AJ, Anderson MW, Brunton LM. MRI of the elbow: techniques and spectrum of disease: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95(14):e99 1-13. [CrossRef](#)
58. Itamura J, Roidis N, Mirzayan R, Vaishnav S, Learch T, Shean C. Radial head fractures: MRI evaluation of associated injuries. *Shoulder Elbow Surg* 2005;14(4):421-4.
59. Ditsios KT, Stavridis SI, Christodoulou AG. The effect of haematoma aspiration on intra-articular pressure and pain relief following Mason I radial head fractures. *Injury* 2011;42(4):362-5. [CrossRef](#)
60. King GJ. Management of comminuted radial head fractures with replacement arthroplasty. *Hand Clin* 2004;20(4):429-41.
61. Ikeda M, Sugiyama K, Kang C, Takagaki T, Oka Y. Comminuted fractures of the radial head. Comparison of resection and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(1):76-84.
62. Furey MJ, Sheps DM, White NJ, Hildebrand KA. A retrospective cohort study of displaced segmental radial head fractures: is 2 mm of articular displacement an indication for surgery? *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22(5):636-41. [CrossRef](#)
63. Lindenhovius AL, Felsch Q, Ring D, Kloen P. The long-term outcome of open reduction and internal fixation of stable displaced isolated partial articular fractures of the radial head. *J Trauma* 2009;67(1):143-6. [CrossRef](#)
64. Zarattini G, Galli S, Marchese M, Mascio LD, Pazzaglia UE. The surgical treatment of isolated mason type 2 fractures of the radial head in adults: comparison between radial head resection and open reduction and internal fixation. *J Orthop Trauma* 2012;26(4):229-35. [CrossRef](#)
65. Michels F, Pouliart N, Handelberg F. Arthroscopic management of Mason type 2 radial head fractures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15(10):1244-50.
66. Akesson T, Herbertsson P, Josefsson PO, Hassserius R, Besjakov J, Karlsson MK. Primary nonoperative treatment of moderately displaced two-part fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(9):1909-14.
67. Roidis NT, Papadakis SA, Rigopoulos N, Basdekis G, Poultsides L, Karachalios T, Malizos K, Itamura J. Current concepts and controversies in the management of radial head fractures. *Orthopedics* 2006;29(10):904-16.
68. Bain GI, Ashwood N, Baird R, Unni R. Management of Mason type-III radial head fractures with a titanium prosthesis, ligament repair, and early mobilization. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87 Suppl 1(Pt 1):136-47.
69. Koslowsky TC, Mader K, Gausepohl T, Pennig D. Reconstruction of Mason type-III and type-IV radial head fractures with a new fixation device: 23 patients followed 1-4 years. *Acta Orthop* 2007;78(1):151-6.
70. Nalbantoglu U, Kocaoglu B, Gereli A, Aktas S, Guven O. Open reduction and internal fixation of Mason type III radial head fractures with and without an associated elbow dislocation. *J Hand Surg Am* 2007;32(10):1560-8.
71. Herbertsson P, Josefsson PO, Hassserius R, Karlsson C, Besjakov J, Karlsson M; Long-Term Follow-Up Study. Uncomplicated Mason type-II and III fractures of the radial head and neck in adults. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(3):569-74.
72. Neumann M, Nyffeler R, Beck M. Comminuted fractures of the radial head and neck: is fixation to the shaft necessary? *J Bone Joint Surg Br* 2011;93(2):223-8. [CrossRef](#)
73. Burkhart KJ, Mueller LP, Krezdorn D, Appellmann P, Prommersberger KJ, Sternstein W, Rommens PM. Stability of radial head and neck fractures: a biomechanical study of six fixation constructs with consideration of three locking plates. *J Hand Surg Am* 2007;32(10):1569-75.
74. Burkhart KJ, Nowak TE, Kim YJ, Rommens PM, Müller LP. Anatomic fit of six different radial head plates: comparison of precontoured low-profile radial head plates. *J Hand Surg Am* 2011;36(4):617-24. [CrossRef](#)
75. Ring D, Quintero J, Jupiter JB. Open reduction and internal fixation of fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A(10):1811-5.
76. Herbertsson P, Hassserius R, Josefsson PO, Besjakov J, Nyquist F, Nordqvist A, Karlsson MK. Mason type IV fractures of the elbow: a 14- to 46-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br* 2009;91(11):1499-504. [CrossRef](#)

77. Businger A, Ruedi TP, Sommer C. On-table reconstruction of comminuted fractures of the radial head. *Injury* 2010;41(6):583-8. [CrossRef](#)
78. Ferreira LM, Stacpoole RA, Johnson JA, King GJ. Cementless fixation of radial head implants is affected by implant stem geometry: an in vitro study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2010;25(5):422-6. [CrossRef](#)
79. Lanting BA, Ferreira LM, Johnson JA, Athwal GS, King GJ. The effect of excision of the radial head and metallic radial head replacement on the tension in the interosseous membrane. *Bone Joint J* 2013;95-B(10):1383-7. [CrossRef](#)
80. Iftimie PP, Calmet Garcia J, de Loyola Garcia Forcada I, Gonzalez Pedrouzo JE, Giné Gomà J. Resection arthroplasty for radial head fractures: Long-term follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20(1):45-50. [CrossRef](#)
81. Morrey BF, Chao EY, Hui FC. Biomechanical study of the elbow following excision of the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61(1):63-8.
82. Taylor TK, O'Connor BT. The effect upon the inferior radioulnar joint of excision of the head of the radius in adults. *J Bone Joint Surg Br* 1964;46:83-8.
83. Sowa DT, Hotchkiss RN, Weiland AJ. Symptomatic proximal translation of the radius following radial head resection. *Clin Orthop* 1995;(317):106-13.
84. Schiffern A, Bettwieser SP, Porucznik CA, Crim JR, Tashjian RZ. Proximal radial drift following radial head resection. *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20(3):426-33. [CrossRef](#)
85. Shepard MF, Markolf KL, Dunbar AM. Effects of radial head excision and distal radial shortening on load-sharing in cadaver forearms. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83-A(1):92-100.
86. Menth-Chiari WA, Ruch DS, Poehling GG. Arthroscopic excision of the radial head: Clinical outcome in 12 patients with post-traumatic arthritis after fracture of the radial head or rheumatoid arthritis. *Arthroscopy* 2001;17(9):918-23.
87. Shore BJ, Mozzon JB, MacDermid JC, Faber KJ, King GJ. Chronic posttraumatic elbow disorders treated with metallic radial head arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90(2):271-80. [CrossRef](#)
88. Morrey BF, Schneeberger AG. Anconeus arthroplasty: a new technique for reconstruction of the radiocapitellar and/or proximal radioulnar joint. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A(11):1960-9.
89. Seyahi A, Atalar AC, Demirhan M. Anconeus arthroplasty: a salvage procedure in recurrent heterotopic ossification. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2009;43(1):62-6. [CrossRef](#)
90. Lee YC, Eng K, Keogh A, McLean JM, Bain GI. Repair of the acutely unstable elbow: use of tensionable anchors. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2012;16(4):225-9. [CrossRef](#)
91. Athwal GS, Frank SG, Grewal R, Faber KJ, Johnson J, King GJ. Determination of correct implant size in radial head arthroplasty to avoid overlengthening: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92 Suppl 1 Pt 2:250-7. [CrossRef](#)
92. Frank SG, Grewal R, Johnson J, Faber KJ, King GJ, Athwal GS. Determination of correct implant size in radial head arthroplasty to avoid overlengthening. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91(7):1738-46. [CrossRef](#)
93. Ring D, Jupiter JB. Fracture-dislocation of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80(4):566-80.
94. Moro JK, Werier J, MacDermid JC, Patterson SD, King GJ. Arthroplasty with a metal radial head for unreconstructible fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83-A(8):1201-11.
95. Moon JG, Berglund LJ, Zachary D, An KN, O'Driscoll SW. Radiocapitellar joint stability with bipolar versus monopolar radial head prostheses. *J Shoulder Elbow Surg* 2009;18(5):779-84. [CrossRef](#)
96. Johansson O. Capsular and ligament injuries of the elbow joint. A clinical and arthrographic study. *Acta Chir Scand Suppl* 1962;Suppl 287:1-159.
97. Leigh WB, Ball CM. Radial head reconstruction versus replacement in the treatment of terrible triad injuries of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21(10):1336-41. [CrossRef](#)
98. Chanlalit C, Shukla DR, Fitzsimmons JS, Thoreson AR, An KN, O'Driscoll SW. Radiocapitellar stability: the effect of soft tissue integrity on bipolar versus monopolar radial head prostheses. *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20(2):219-25. [CrossRef](#)
99. Lindenhovius AL, Jupiter JB, Ring D. Comparison of acute versus subacute treatment of terrible triad injuries of the elbow. *J Hand Surg Am* 2008;33(6):920-6. [CrossRef](#)
100. Ring D, Guss D, Jupiter JB. Reconstruction of the coronoid process using a fragment of discarded radial head. *J Hand Surg Am* 2012;37(3):570-4. [CrossRef](#)
101. Reichel LM, Milam GS, Reitman CA. Anterior approach for operative fixation of coronoid fractures in complex elbow instability. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2012;16(2):98-104. [CrossRef](#)
102. Kang LQ, Ding ZQ, Sha M, Hong JY, Chen W. A minimally invasive anterior approach to reduction and screw fixation of coronoid fractures. *J Hand Surg Eur Vol* 2010;35(3):224-7. [CrossRef](#)
103. Speed K. Ferrule caps for the head of the radius. *Surg Gynecol Obstet* 1941;73:845-50.
104. Popovic N, Lemaire R, Georis P, Gillet P. Midterm results with a bipolar radial head prosthesis: radiographic evidence of loosening at the bone-cement interface. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(11):2469-76.
105. Burkhart KJ, Mattyasovszky SG, Runkel M, Schwarz C, Kuchle R, Hessmann MH, Rommens PM, Lars MP. Mid- to long-term results after bipolar radial head arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19(7):965-72. [CrossRef](#)
106. Grewal R, MacDermid JC, Faber KJ, Drosdowech DS, King GJ. Comminuted radial head fractures treated with a modular metallic radial head arthroplasty. Study of outcomes. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(10):2192-200.
107. Liew VS, Cooper IC, Ferreira LM, Johnson JA, King GJ. The effect of metallic radial head arthroplasty on radiocapitellar joint contact area. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2003;18(2):115-8.
108. Zunkiewicz MR, Clemente JS, Miller MC, Baratz ME, Wysocki RW, Cohen MS. Radial head replacement with a bipolar system: a minimum 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21(1):98-104. [CrossRef](#)
109. Popovic N, Lemaire R, Georis P, Gillet P. Midterm results with a bipolar radial head prosthesis: radiographic evidence of loosening at the bone-cement interface. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(11):2469-76.
110. Engh CA, O'Connor D, Jasty M, McGovern TF, Bobyn JD, Harris WH. Quantification of implant micromotion, strain shielding, and bone resorption with porous-coated anatomic medullary locking femoral prostheses. *Clin Orthop Relat Res* 1992;(285):13-29.
111. Chanlalit C, Shukla DR, Fitzsimmons JS, An KN, O'Driscoll SW. Effect of hoop stress fracture on micromotion of textured ingrowth stems for radial head replacement. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21(7):949-54. [CrossRef](#)

112. Shukla DR, Fitzsimmons JS, An KN, O'Driscoll SW. Effect of stem length on prosthetic radial head micromotion. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21(11):1559-64. [CrossRef](#)
113. Doornberg JN, Linzel DS, Zurakowski D, Ring D. Reference points for radial head prosthesis size. *J Hand Surg Am* 2006;31(1):53-7.
114. Van Riet RP, van Glabbeek F, de Weerdt W, Oemar J, Bortier H. Validation of the lesser sigmoid notch of the ulna as a reference point for accurate placement of a prosthesis for the head of the radius: a cadaver study. *J Bone Joint Surg Br* 2007;89(3):413-6.
115. Van Riet RP, Van Glabbeek F, Verborgt O, Gielen J. Capitellar erosion caused by a metal radial head prosthesis. A case report. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(5):1061-4.
116. Harrington IJ, Sekyi-Otu A, Barrington TW, Evans DC, Tuli V. The functional outcome with metallic radial head implants in the treatment of unstable elbow fractures: a long-term review. *J Trauma* 2001;50(1):46-52.
117. Birkedal JP, Deal DN, Ruch DS. Loss of flexion after radial head replacement. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;13(2):208-13.
118. Van Glabbeek F, Van Riet RP, Baumfeld JA, Neale PG, O'Driscoll SW, Morrey BF, An KN. Detrimental effects of overstuffing or understuffing with a radial head replacement in the medial collateral-ligament deficient elbow. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(12):2629-35.
119. Van Glabbeek F, van Riet RP, Baumfeld JA, Neale PG, O'Driscoll SW, Morrey BF, An KN. The kinematic importance of radial neck length in radial head replacement. *Med Eng Phys* 2005;27(4):336-42.
120. Capomassi MA, Clembosky GA. Use of a polymethacrylate radial head spacer in temporary reconstruction of complex radial head fracture with associated elbow instability. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2010;14(4):252-8. [CrossRef](#)
121. Ashwood N, Bain GI, Unni R. Management of Mason type-III radial head fractures with a titanium prosthesis, ligament repair, and early mobilization. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(2):274-80.
122. O'Driscoll SW, Herald JA. Forearm pain associated with loose radial head prostheses. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21(1):92-7. [CrossRef](#)
123. Van Riet RP, Sanchez-Sotelo J, Morrey BF. Failure of metal radial head replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92(5):661-7. [CrossRef](#)
124. Berschback JC, Lynch TS, Kalainov DM, Wysocki RW, Merk BR, Cohen MS. Clinical and radiographic comparisons of two different radial head implant designs. *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22(8):1108-20. [CrossRef](#)
125. Sarris IK, Kyrkos MJ, Galanis NN, Papavasiliou KA, Sayegh FE, Kapetanos GA. Radial head replacement with the MoPyC pyrocarbon prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21(9):1222-8. [CrossRef](#)