



Kusurlu kaynayan dorsal açılanmalı distal radius kırıklarının düzeltici osteotomilerle tedavisinde sabit açılı volar plakların kullanımı

Ayhan KILIÇ¹, Yavuz S. KABUKÇUOĞLU², Murat GÜL², Sami SÖKÜCÜ², Ümit ÖZDOĞAN³

¹Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul;

²Baltalimanı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 2. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul;

³İzmit SEKA Devlet Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Kocaeli

Amaç: Bu çalışmada kusurlu kaynayan dorsal açılanmalı distal radius kırıklarında sabit açılı volar plaklarla gerçekleştirilen düzeltici osteotomilerin radyolojik ve işlevsel sonuçları değerlendirildi.

Çalışma planı: İleriye yönelik olarak gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada, kusurlu kaynayan radius distal uç kırıklarının yol açtığı yakınmalarla kliniğimize ardışık olarak başvuran 17 hasta incelendi. On tanesi erkek, 7'si kadın olan hastaların ortalama yaşı 41 (dağılım: 18-67 yıl) idi. Kırığın oluşumu ile cerrahi arası geçen ortalama süre 4.4 (dağılım: 2-7) aydı. Kusurlu kaynama gelişen kırıkların 8'i (%45) baskın olarak kullanılan el bileğindeydi. Hastalar sabit açılı plaklarla tespit edilen açık kama osteotomisi ve süngerimsi greftleme ile tedavi edildi. Cerrahi öncesi ve sonrası dönemde radyolojik değerlendirmeleri yapılan hastaların ulnar varyans, radyal inklinasyon ve radyal tilt ölçümleri yapıldı. Radyokarpal eklemdaki dejeneratif değişimler Knirk ve Jupiter ölçütlerine göre değerlendirildi. Ön kol pronasyon/supinasyon, el bileği fleksiyon/ekstansiyon ile kavrama kuvvetleri sağlıklı taraf ile karşılaştırmalı olarak ölçüldü. İşlevsel değerlendirmede Q-DASH (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Quick form*) anketinin Türkçe uyarlaması (Kol, Omuz ve El Sorunları kısa formu) kullanıldı.

Bulgular: Hastalar ortalama 20.4 (dağılım: 12-38) ay takip edildi. Osteotomi sahası ortalama 12.2 (dağılım: 12-16) haftada radyolojik olarak kaynadı. Yapılan değerlendirmelerde anatomik ve işlevsel parametrelerde anlamlı ($p<0.05$) düzelme saptandı. Tedavi öncesi ortalama -27.4° olan radyal tilt açısı 3.4° 'ye gelişirken, 18.4° olan inklinasyon açısı 22.5° 'ye yükseldi. Cerrahi öncesinde ortalama 12.1 mm pozitif olan ulnar varyans 1 mm'nin altına indi. Cerrahi öncesi dönemde 100.8° olan el bileği fleksiyon/ekstansiyon hareketi açıklığı 144° 'ye, 118° olan ön kol rotasyon hareket açıklığı 174.6° 'ye yükseldi. Radyal/ulnar deviasyon, cerrahi sonrası, ortalama 22° 'den 27.3° 'ye yükseldi. Üç hastada (%17.6) Knirk ve Jupiter ölçütlerine göre Evre 2 dejeneratif artrit saptandı. Cerrahi öncesi 26.5 puan olan Q-DASH anketi ortalaması tedavi sonucunda 5.7 puana geriledi. Sağlam tarafa göre %59.7 (17.5 kg) olan kavrama kuvveti %83.2'ye (24.4 kg) yükseldi.

Çıkarımlar: Sabit açılı volar plaklar, radius distal ucun düzeltici osteotomisinde tespit dengesini güçlendirdiklerinden, yerleşik tespit yöntemlerine daha güvenli bir alternatif olabilirler.

Anahtar sözcükler: Distal radius; düzeltici osteotomi; kusurlu kaynama; sabit açılı plak; süngerimsi kemik greftlemesi; volar kilitli plak; volar yaklaşım.

Radius distal uç kırıklarından sonra görülen komplikasyonların başında kusurlu kaynamalar gelir. Cerrahi olarak tedavi edilen radius distal uç kırıklarının %10'unda kusurlu kaynama görülürken, konservatif olarak tedavi edilenlerde bu oran %23.5'e yükselir.^[1]

Radius distal uç kusurlu kaynamalarında, sıklıkla eklem dışı ve dorsale açılanmalı deformiteler gelişir.^[2-4] Radyokarpal ve interkarpal eklemlerdeki yük aktarımını bozan bu açılanmalar, bilek hareketlerini kısıtlar ve ilerleyici dizilim sorunlarına neden olur.^[5,6] Radius uzunluğundaki azalmayla interosseöz ligaman da gerilir ve distal radioulnar eklem (DRUE) uyumu bozulur. Sonuç olarak ön kol rotasyonları kısıtlanır.^[5-8] Geçirilen yaralanmayla zarar görmese bile, zamanla, tri-angular fibrokartilaj yapıda gelişen aşınma dejeneratif yırtıklara neden olarak uyum sorunlarının ve ağrının şiddetlenmesine yol açar.^[8]

Ayrıca, radyokarpal eklemden gelişen aşırı aksiyel yüklenmelerle artan yüzey temas baskısı, eklem kırıkdağının yapısında bozulmalara neden olarak artroza zemin hazırlar.^[9] Tüm bu patolojik sürecin "taze kusurlu kaynama" olarak adlandırıldığı dönemde (2-10 ay) engellenmesi ve aktif şekilde müdahale edilmesi önerilir.^[10-13] Hastaların yakınmaları ve beklentileri değerlendirilmeli ve konservatif tedavi yöntemlerinin başarısız kaldığı veya kalacağı öngörüldüğü durumlarda eklem anatomisi ve kinematikini düzenleyici cerrahi yöntemler uygulanmalıdır.^[13] Fernandez'in genel prensiplerini ortaya koyduğu düzeltici osteotomiler bu amaçla uygulanan yöntemlerin başında gelir.^[14-16] Bu yöntemde, kusurlu kaynamaya bağlı eklem dışı deformiteler açılanmanın olduğu radius yüzünde yapılan metafizer açık kama osteotomileriyle düzeltilir. Osteotomiye bağlı olarak gelişen kemik boşluğu otojen kortikal ve spongios kemik greftiyle doldurulur ve plak-vida tespitleri ile dengelenir.^[13-17] DRUE uyumunun düzenlenemediği durumlarda ise ulnar tarafa yönelik cerrahi girişimler tedaviye eklenir.^[13,18] Son yıllarda, düzeltici osteotomilerde kusurlu kaynamanın açılanma yönüne bakmaksızın, volar girişimli sabit açılı plaklarla tedavi edilmesi önerilmektedir. Ancak bu konudaki çalışmalar sayıca çok kısıtlı olduğundan yeni araştırmalara gereksinim vardır.^[19-23]

İleriye yönelik olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, kusurlu kaynayan dorsal açılanmalı distal radius kırıklarında, sabit açılı volar plaklarla uygulanan düzeltici osteotomilerin radyolojik ve işlevsel sonuçları değerlendirildi.

Hastalar ve yöntem

İleriye yönelik olarak, 2005-2009 yılları arasında gerçekleştirilen bu çalışmada, kliniğimize başvuran, dorsal açılanmalı distal radius kırıkları kusurlu kaynamış 17 hasta değerlendirildi. On tanesi erkek, 7'si kadın olan hastaların ortalama yaşı 41 (dağılım: 18-67) idi. Hastaların ilk başvuru radyografilerinde izlenen kusurlu kaynamış kırıklar, AO/ASIF (*Swiss Association for the Study of Internal Fixation*) sınıflandırmasına göre değerlendirildi.^[4] Bu sınıflamaya göre kırıkların; 5'i Tip C (%29.4), 2'si Tip B (%11.8) ve 10'u Tip A (%58.8) idi. Kırıkların 11'i sol (%64.7), 6'sı sağ (%35.3) tarafta olup, 8'i (%47) baskın kullanılan el bileğindeydi. Bir hastada (%5.8) dinamik skafolunat ayrışma ve 1 hastada (%5.8) radyokarpal artroz deformitelere eşlik eden patolojilerdi. Kırıkların tümü düşme nedeniyle olup, cerrahi tedavi öncesi geçen süre ortalama 4.4 (dağılım: 2-7) ay idi. Hastaların önceki tedavileri kapalı redüksiyon ve sirküler alçı yöntemiyle gerçekleştirilmişti.

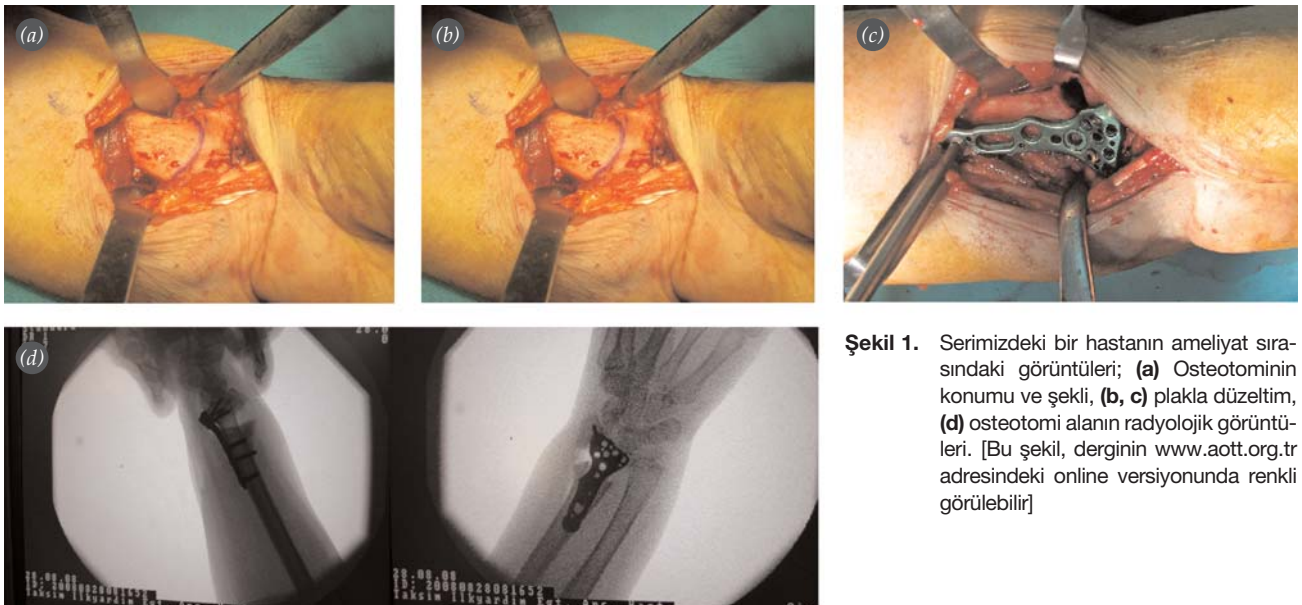
Hastaların çalışmaya kabul edilme ölçütleri, (1) radyokarpal eklem yüzünde ≤ 1 mm basamaklanma; (2) eski kırık bölgesinde $>15^\circ$ kalıcı dorsal açılanma; (3) <20 mm ulnar varyans pozitifliği; ve (4) belirgin olarak fark edilen deformite ve günlük aktiviteleri etkileyen yakınmalar (ağrı, el bileğinde hareket kısıtlılığı ve kavrama kuvvetinde azalma) idi.

Cerrahi öncesi gerekli radyolojik düzeltmenin planlanabilmesi için hastaların karşılaştırmalı iki yönlü el bileği grafileri çekildi. Omuz eklemi 90° abduksiyon, dirsek eklemi 90° fleksiyon ve pronasyonda, el bileği nötral durumda iken çekilen ön-arka grafilerde, radyal inklinasyon açısı ve ulnar varyans değişimleri ölçüldü. El bileği yan greftlerinde radyal tilt açıları ölçüldü.^[24] Cerrahi sonrası erken dönem radyolojik kontrolleri, birinci günden başlayarak 6 haftalık aralarla radyolojik kaynama tamamlanmaya kadar gerçekleştirildi. Radyolojik kaynama için osteotomi bölgesindeki dorsal ve volar korteksin kesintisiz olarak devamı esas alındı. Tedavi sonrası radyografik ölçümlerde 12. ayda çekilen radyografiler kullanıldı. Hastaların işlevsel olarak değerlendirilmesinde Q-DASH (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Quick form*) anketinin Türkçe uyarlaması (Kol, Omuz ve El Sorunları kısa formu) kullanıldı.^[25] İşlevsel takiplere osteotomi sahasında kaynamanın sağlanmasından sonra başlandı. Takip kontrolleri 3, 6 ve 12.

aylarda yapıldı. Çalışmanın değerlendirme sürecinin tamamlandığı 2009 yılı Ağustos ayında, hastalar son bir işlevsel ve radyolojik değerlendirme için çağrıldı. Radyokarpal eklemi tutan dejeneratif değişimlerin değerlendirilmesinde Knirk ve Jupiter ölçütleri kullanıldı.^[26] Cerrahi öncesi ve takip süresi boyunca hastaların el bileği fleksiyon/ekstansiyon, radyal/ulnar deviasyon, ön kol supinasyon/pronasyon hareketleri goniometre ile ölçüldü. Her iki elin kavrama kuvvetleri dinamometre ile (Jamar; Therapeutic Equipment Corp, Clifton, NJ, ABD) ölçüldü. Üç azami kavrama girişiminin ortalaması alınarak değerlendirmede kullanıldı.

Uyguladığımız cerrahi yöntem, genel olarak Prommersberger ve Lanz'ın^[15] tanımladığı yönteme benzemektedir. Radiusun distaline Henry'nin^[23] volar girişimiyle ulaşıldı. Brakioradyalis kası, girişimi kolaylaştırmak için radyal stiloide yapışma yerinden kısmi olarak gevşetildi. Cerrahi öncesi planlanan osteotomi bölgesine –eski kırık sahası veya eklem hattının 2.5 cm proksimali– ulaşıldı. Osteotomi plağı planlanan osteotominin proksimal kısmına en az üç vida uygulanacak şekilde belirlendi. Sabit açılı volar plak, ön-arka planda eklem hattına paralel olarak pronator çukura yerleştirildi ve distali K-tellerinin yardımıyla geçici olarak sabitlendi. Distal yerleşim yeri belirlenen plağa vida kılavuzu yerleştirilerek osteotomi distalinde merkezi bir vida deliği açıldı. Daha sonra plak cerrahi sahanın dışına alındı. K-teli ve

2.0 mm matkap ucu yardımı dorsal kortekse doğru delikler açılarak her iki korteks zayıflatıldı ve osteotomlar kullanılarak hilal şeklinde osteotomi gerçekleştirildi. Dorsal periost, periost elevatörü yardımıyla gevşetilerek osteotominin distal kısmı hareketli hale getirildi. Ardından, plak kemiğe yerleştirildi ve vidalandı. Radyoskopi kontrolü altında, plak bir kumanda kolu gibi kullanılarak, osteotomi sahasındaki sagittal ve frontal plan düzeltmeleri denendi (plağın anatomik yapısı radyal tilt açısının kolayca düzeltilmesini sağlarken, ulnar deviasyonda yapılan traksiyon sayesinde radius uzunluğu ve inklinasyon düzenlenebilir). Bu esnada en proksimaldeki ve uzun vida deliğinin konumu K-teli veya cerrahi kalemle işaretlendi. Bu esnada aynı taraf iliak kanattan alınan süngerimsi kemik greftleri, oluşan osteotomi boşluğuna yerleştirildi. Daha sonra, plak kemik üzerine konumlandırılarak, önceden işaretlenen proksimal vida yerine uygun boyda tek korteks vida yerleştirildi. Floroskopi kontrolünde radius uzunluğunun yeterince sağlanmadığı durumlarda proksimal vida çıkarılarak, düzeltme manevrası tekrarlandı (Şekil 1). Diğer vidaların yerleştirilmesini takiben, fleksör karpi radyalis kasının radyal tarafından yaklaşılarak, geri kalan kemik greftleri osteotomi alanına yerleştirildi. Daha sonra sırasıyla pronator kuadratus kası ve diğer doku katmanları onarıldı. Tüm hastalara otolog kemik grefti olarak, krista iliaka'dan alınan süngerimsi kemik grefti kullanıldı. Bu çalışmada sabit açılı-



Şekil 1. Serimizdeki bir hastanın ameliyat sırasındaki görüntüleri; **(a)** Osteotominin konumu ve şekli, **(b, c)** plakla düzeltim, **(d)** osteotomi alanın radyolojik görüntüleri. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki online versiyonunda renkli görülebilir]

lı volar plak olarak 2.4 mm LCP® Distal Radius system (Synthes, Paoli, PA, ABD) ve 2.3 mm Acu-loc® (Acumed, Hillsboro, OR, ABD) kullanıldı.

Cerrahiden sonra dikişlerin alınmasına kadar geçen iki haftalık süreçte el bileği alçı atel tespitinde tutuldu. Süre sonunda atel çıkartılarak, eklem hareket açıklığı egzersizleri verildi. El bileği pasif fleksiyon/ekstansiyon hareketlerine dört haftanın sonunda, dirence karşı güçlendirme hareketlerine ise 6 ila 8 hafta sonra başlandı.

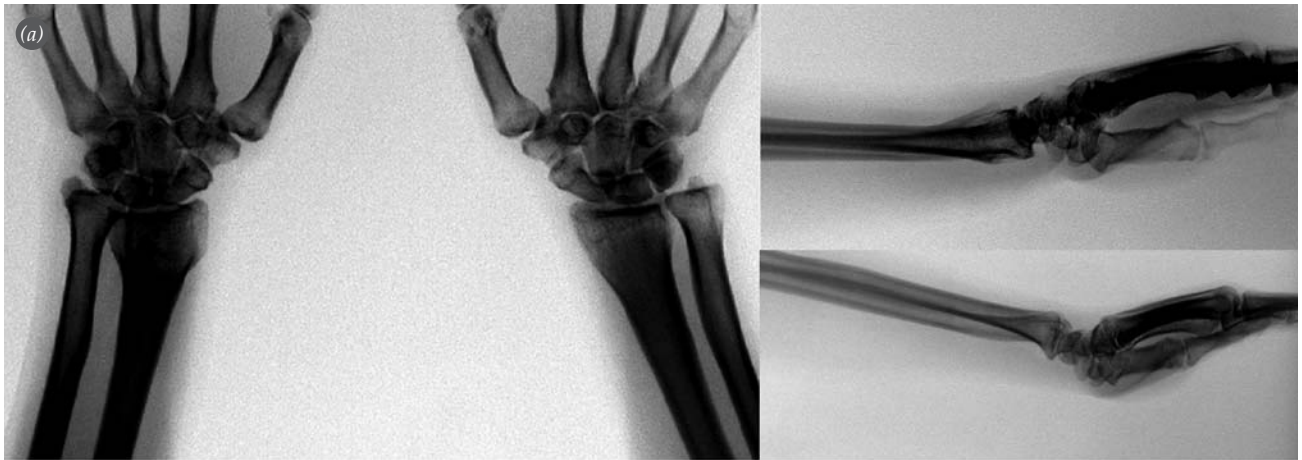
Çalışma verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Medcalc 10.0 (www.medcalc-turkey.com) yazılım programında Student t-testi kullanıldı. Sonuçlar aritmetik ortalama, dağılım ve standart sapma (SS) olarak verildi. İstatistiksel açıdan $p<0.05$ değeri anlamlı olarak kabul edildi.

Bulgular

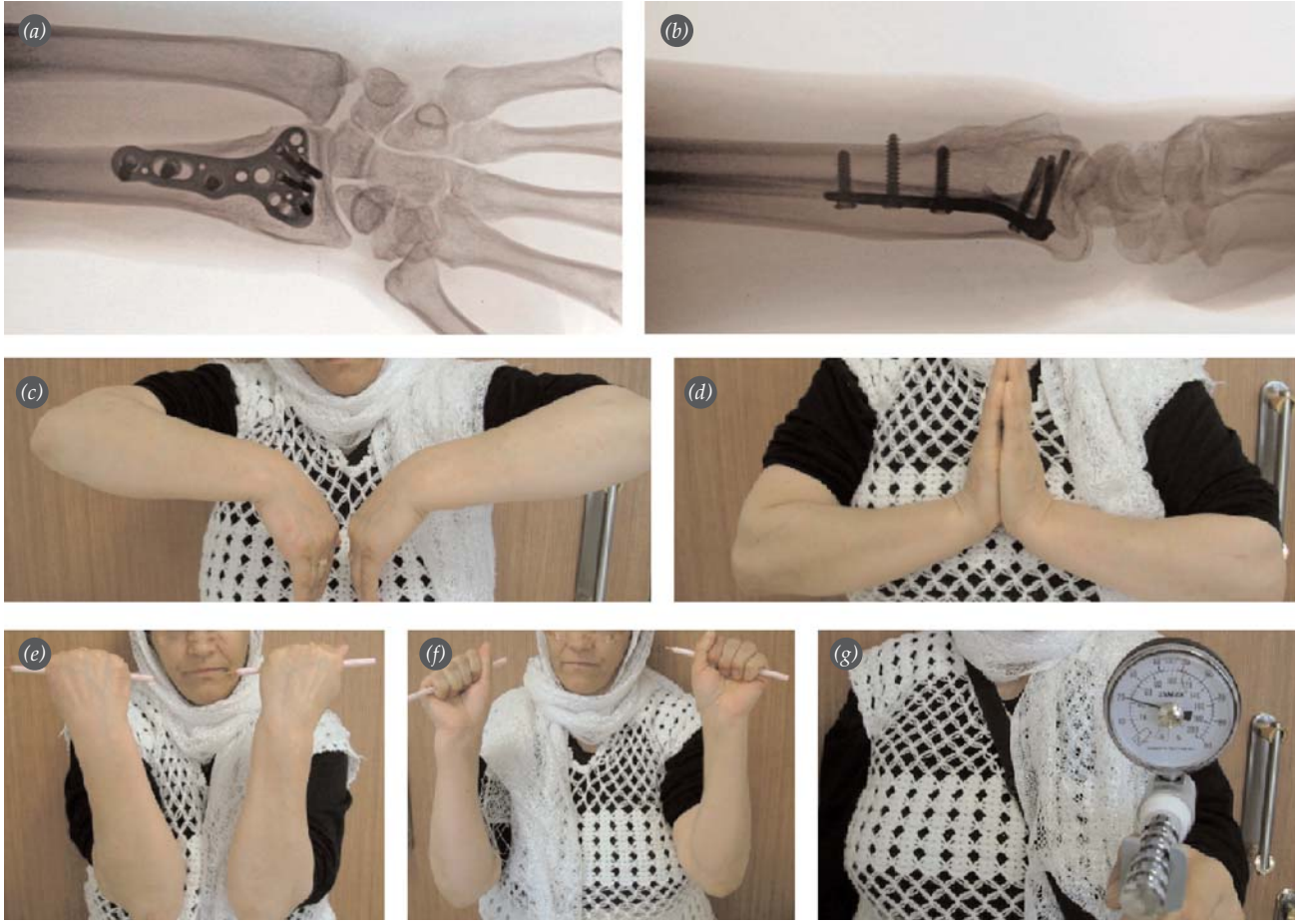
Osteotomi bölgesi hastaların tümünde ortalama 12.2 (dağılım: 12-16) haftada radyolojik olarak kaynadı. Hastalar ortalama 20.4 (dağılım: 12-38) ay süre ile takip edildi.

Cerrahi öncesi dönemde tespit edilen ulnar varians ortalama 12.1 (SS: 3.8) mm pozitif iken, düzeltici osteotomi sonrasında sadece 4 hastada (%23.6) ortalama 1 (SS: 2) mm pozitiflik saptandı ($p<0.001$) (Şekil 2 ve 3). Son kontrollerde elde edilen radius tilt açısı 3.4 (SS: 2.3) derece ile sağlam taraf 2.2 (SS: 2.5) derece arasında istatistiksel anlamlılıkta bir fark gözlenmedi ($p=0.24$). Ancak cerrahi tedavide -27.4 (SS: 9.7) derece olan tilt açısında anlamlı bir düzelme gözlendi ($p<0.0001$). Radiusun inklinasyon açısı ise sağlam tarafta 25 (SS: 2.5) derece, deformiteli tarafta 18.4 (SS: 6.3) derece iken, cerrahi sonrasında 22.5 (SS: 2.1) dereceye geriledi ($p<0.01$) (Tablo 1).

Son kontrollerde elde edilen eklem hareket açıklıkları Tablo 2’de gösterilmiştir. Cerrahi öncesi 17.5 kg (SS: 6.9; sağlam tarafa göre %59.7) olan kavrama kuvveti, son kontrolde 24.4 kg (SS: 8.2; sağlam tarafa göre %83.2) olarak ölçüldü. Her iki ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0.012$). Cerrahi öncesi 26.5 (SS: 8.9) puan olan Q-DASH anketi, tedavi sonucunda 5.7 (SS: 8.3)



Şekil 2. Serimizdeki bir hastanın; (a) Cerrahi öncesi karşılaştırmalı radyografileri, (b) cerrahi sonrası radyografileri.



Şekil 3. Şekil 2’de grafiği görülen hastanın cerrahi sonrası son kontroldeki; (a, b) İki yönlü radyografileri, (c-g) el bileği işlevleri. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki online versiyonunda renkli görülebilir]

puana geriledi ($p=0.001$). Cerrahi öncesi 14 hastanın (%82.3) Q-DASH puanı 20’nin üzerinde iken, tedavi sonrasında sadece 2 hasta (%11.7) bu değerin üzerinde kaldı. Takip süresinin sonunda 3 hastada (%17.6) Evre 2 radyolojik osteoartrit bulguları saptandı. Bir hastada (%5.8) fleksör pollicis longus tendinitine bağlı yakınmalar görüldü. Bu hastaların cerrahi materyalleri cerrahiden sonra 6. ayda çıkarıldı.

Tartışma

Radius distal uç kırıkları, sık görülmelerinin yanı sıra cerrahi tedavisinde yaşanan gelişmelerle gündemde olan kırıklardır.^[27] Günümüzde ideal tedavi sonuçlarının azami anatomik düzeltme ile sağlanabileceği konusunda görüş birliği vardır.^[3] Ancak, gerekli tedavinin gecikmesi, uygunsuz ve/veya yetersiz yapılması sonucu gelişen kusurlu kaynamalar, halen çok sayıda erişkinin günlük yaşamını kısıtlamaktadır.^[28]

Tablo 1. Hastaların radyolojik verileri.

	Cerrahi öncesi ortalama±SS	Cerrahi sonrası ortalama±SS	Sağlam tarafta ortalama±SS	p değeri Student t-testi
Ulnar varyans (+) (mm)	12.1±3.8	<1 mm±2	0	0.001
Radius tilt açısı (°)	-27.4±9.7	3.4±2.3	2.2±2.5	0.14
Radius inklinasyon açısı (°)	18.4±6.3	22.5±2.1	25±2.1	0.01

Tablo 2. Hastaların işlevsel verileri.

	Cerrahi öncesi ortalama±SS	Cerrahi sonrası ortalama±SS	Sağlam tarafta ortalama±SS	p değeri Student t-testi
El bileği fleksiyonu (°)	42±12	51±14	62±9.8	0.01
El bileği ekstansiyonu (°)	58.8±7.3	55.9±10	82±8	>0.05
Ön kol pronasyonu (°)	60.5±3.5	78.5±10.5	87.3±4	0.001
Ön kol supinasyonu (°)	58.2±10.4	78.2±10.5	87.3±4.3	0.001
Radyal deviasyon (°)	6±3	6.3±2	17±6	>0.05
Ulnar deviasyon (°)	16±2	21±4	22±3.5	0.01
Kavrama kuvveti (kg)	17.5±6.9	24.4±8.2	29.3±8.2	0.01
Q-DASH (puan)	26.5±8.9	5.7±8.3	0	0.001

Radius distal uç kusurlu kaynamalarının tedavisinde osteotomilerin uygulandığı geçen seksen yıllık süreçte özellikle osteotominin planlanması ve şekli konusunda önemli gelişmeler yaşanmıştır.^[2-4,12,14,17,29,30]

Ancak osteotominin uygulandığı radius yüzünün belirlenmesinde ve osteotominin tespiti konusunda geleneksel uygulama hala geçerlidir. Buna göre açılma yönüne göre dorsal veya volar yüzde yapılan osteotomiler konvansiyonel plaklarla tespit edilir.^[2-4,14]

Bu yöntemde mekanik desteğe, yani kortikal spongiöz grefte ve kaynama sağlanıncaya kadar alçı gibi ek tespitlere gereksinim duyulmaktadır. Ayrıca dorsal osteotomilerin daha kısıtlı bir cerrahi görüş alanında uygulanması ve tespit materyallerinin çevresel yumuşak doku ile uyumunda yaşanan sorunlar yöntemin en önemli sıkıntılarıdır.^[2,3,10,13] Eksternal fiksator uygulamaları ise daha az yumuşak doku hasarı yaratması ve aşamalı uzatmaya olanak vermesi avantajlarına rağmen, teknik zorlukları ve yaşanan tespit kayıpları nedeniyle daha az oranda tercih edilmektedir.^[2,31-35]

Radius distal uç kırıklarının sabit açılı volar plaklarla tedavisi yaygın olarak kullanılmaktadır.^[27] Bunun en temel nedeni, plakların yüksek biyomekanik direnci ve volar girişimin sağladığı avantajlardır.^[19,36] Yöntemin kusurlu kaynamaların düzeltilmesinde kullanılması ise daha kısa bir geçmişe sahiptir.^[20-23] Kısıtlı sayıda hastayı kapsayan bu çalışmalar, sabit açılı volar plakların dorsal açılma ile kusurlu kaynayan distal radius kırıklarının osteotomilerle tedavisine katkı sağlayabileceğine işaret etmektedir.

Bu çalışmaları genel olarak değerlendirdiğimizde sonuçları şöyledir: (1) Yüksek tespit dengesi sayesinde kortikal spongiöz greftlerle sağlanan mekanik

desteğe olan gereksinimi azaltır. Böylece greft gereksinimi spongiöz veya yapay greftlere indirgenebilir.^[19-22] (2) Cerrahi sonrası ek tespit gereksinimini azaltır ve erken harekete izin verir.^[23] (3) Volar girişim daha geniş cerrahi görüş açısı ve örtüm kolaylığı sağlar.^[21]

Bu çalışmada sabit açılı kilitli plaklar kullanılarak yapılan düzeltici osteotomilerden sonra özellikle radius eklem yüzünün anatomisinin bozulduğu kusurlu kaynamalarda radyolojik ve işlevsel açıdan başarılı sonuçlar alındı. Ancak geçirilmiş eklem içi kırık (n=2; AO/ASIF Tip C) ve dinamik skafolunat ayrışması (n=1) olan 3 hastada (%17.6) el bileği eklem anatomisi yeniden düzenlenmesine rağmen işlevsel kayıpların ve dejeneratif artrit gelişiminin engellenmediği görüldü. Ancak yumuşak doku uyum sorunlarının nispeten daha az olduğu ifade edilen bu yöntemle tedavi ettiğimiz bir hastada plak tahrişine bağlı fleksör pollisis tendiniti görüldü ve erken dönemde materyal çıkartıldı.

Bu çalışmanın temel zayıflıklarından birisi, farklı yaş gruplarındaki hastaların incelenmesi ve kontrol grubu içermemesidir. Bir diğer zayıf noktası ise kırıkların rotasyonel deformitesinin değerlendirilmeye alınmaması olabilir.

Sonuç olarak, dorsal açılmalı radius distal uç kırıklarının kusurlu kaynaması sonucu gelişen deformitelerin düzeltici osteotomilerle tedavisinde sabit açılı plaklar, sağladıkları uygulama kolaylığı ve tespit dayanıklılığı ile iyi bir tespit seçeneğidir. Bu bakımdan geleneksel düzeltici osteotomi tekniklerine alternatif olabilir.

Çıkar Örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

- Amadio PC, Botte MJ. Treatment of malunion of the distal radius. *Hand Clin* 1987;3:541-61.
- Bushnell BD, Bynum DK. Malunion of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg* 2007;15:27-40.
- Slagel BE, Luenam S, Pichora DR. Management of post-traumatic malunion of fractures of the distal radius. *Orthop Clin North Am* 2007;38:203-16.
- Ruch DS. Fractures of the distal radius and ulna. In: Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown C, editors. *Rockwood and Green's fractures in adults*. Vol. 1, 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2006. p. 909-88.
- Short WH, Palmer AK, Werner FW, et al. A biomechanical study of distal radial fractures. *J Hand Surg Am* 1987;12:529-34.
- Kihara H, Palmer AK, Werner FW, Short WH, Fortino MD. The effect of dorsally angulated distal radius fractures on distal radioulnar joint congruency and forearm rotation. *J Hand Surg Am* 1996;21:40-7.
- Pogue DJ, Viegas SF, Patterson RM, et al. Effects of distal radius fracture malunion on wrist joint mechanics. *J Hand Surg Am* 1990;15:721-7.
- Jenkins NH, Mintowt-Czyz WJ. Malunion and dysfunction in Colles' fracture. *J Hand Surg Br* 1988;13:291-3.
- Adams BD. Effects of radial deformity on distal radioulnar joint mechanics. *J Hand Surg Am* 1993;18:492-8.
- Ring D. Treatment of the neglected distal radius fracture. *Clin Orthop Relat Res* 2005;(431):85-92.
- Jupiter JB, Ring D. A comparison of early and late reconstruction of malunited fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:739-48.
- Posner MA, Ambrose L. Malunited Colles' fractures: Correction with a biplanar closing wedge osteotomy. *J Hand Surg Am* 1991;16:1017-26.
- Graham TJ. Surgical correction of malunited fractures of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg* 1997;5:270-81.
- Fernandez DL. Correction of post-traumatic wrist deformity in adults by osteotomy, bone-grafting, and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:1164-78.
- Prommersberger KJ, Lanz UB. Corrective osteotomy of the distal radius through volar approach. *Techn Hand Surg* 2004;8:70-7.
- Flinkkilä T, Raatikainen T, Kaarela O, Hämäläinen M. Corrective osteotomy for malunion of the distal radius. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000;120:23-6.
- Abramo A, Tägil M, Geijer M, Kopylov P. Osteotomy of dorsally displaced malunited fractures of the distal radius: No loss of radiographic correction during healing with a minimally invasive fixation technique and an injectable bone substitute. *Acta Orthop* 2008;79:262-8.
- Gaebler C, McQueen MM. Ulnar procedures for post-traumatic disorders of the distal radioulnar joint. *Injury* 2003;34:47-59.
- Müller LP, Klitscher D, Rudig L, Mehler D, Rommens, Prommersberger KJ. Locking plates for corrective osteotomy of malunited dorsally tilted distal radial fractures: a biomechanical study. *J Hand Surg Br* 2006;31:556-61.
- Malone KJ, Magnell TD, Freeman DC, Boyer M, Placzek JD. Surgical correction of dorsally angulated distal radius malunions with fixed angle volar plating: a case series. *J Hand Surg Am* 2006;31:366-72.
- Peterson B, Gajendran V, Szabo RM. Corrective osteotomy for deformity of the distal radius using a volar locking plate. *Hand* 2008;3:61-8.
- Osada D, Kamei S, Takai M, Tomizawa K, Tamai K. Malunited fractures of the distal radius treated with corrective osteotomy using volar locking plate and a corticocancellous bone graft following immediate mobilisation. *Hand Surg* 2007;12:183-90.
- Henry M. Immediate mobilisation following corrective osteotomy of distal radius malunions with cancellous graft and volar fixed angle plates. *J Hand Surg Eur Vol* 2007;32:88-92.
- Steyers CM, Blair WF. Measuring ulnar variance: a comparison of techniques. *J Hand Surg Am* 1989;14:607-12.
- Düger T, Yakut E, Öksüz Ç, Yörükkan S, Bilgütay BS, Ayhan Ç, et al. Reliability and validity of the Turkish version of Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) Questionnaire. [Article in Turkish] *Fizyoterapi Rehabilitasyon* 2006;17:99-103.
- Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68:647-59.
- Ay Ş, Akıncı M, Bektaş U. Distal radius kırıklarının cerrahi tedavisinde plak ve vida uygulamalarında güncel yaklaşımlar. *TOTBİD Dergisi* 2005;4:15-23.
- Henry HM. Distal radius fractures: current concepts. *J Hand Surg Am* 2008;33:1215-27.
- Ladd AL, Heune DS. Reconstructive osteotomy for malunion of the distal radius. *Clin Orthop Relat Res* 1996;(327):158-71.
- Athwal GS, Ellis RE, Small CF, et al. Computer-assisted distal radius osteotomy. *J Hand Surg Am* 2003;28:951-8.
- Melendez EM. Opening-wedge osteotomy, bone graft, and external fixation for correction of radius malunion. *J Hand Surg Am* 1997;22:785-91.
- McQueen MM, Wakefield A. Distal radial osteotomy for malunion using non-bridging external fixation. Good results in 23 patients. *Acta Orthop* 2008;79:390-5.
- Lubahn JD, Hood JM, Nechleba J, Williams DP, Green T. Gradual reduction of distal radial malunion using distraction osteogenesis. *J Hand Surg Am* 2007;32:795-800.
- Arslan H, Subasi M, Kesemenli C, Kapukaya A, Necmioglu S. Distraction osteotomy for malunion of the distal end of the radius with radial shortening. *Acta Orthop Belg* 2003;69:23-8.
- Pennig D, Gausepohl T, Mader K. Corrective osteotomies in malunited distal radius fractures: external fixation as one stage and hemicallotaxis procedures. *Injury* 2000;31:78-91.
- Gesensway D, Putnam MD, Mente PL, Lewis JL. Design and biomechanics of a plate for the distal radius. *J Hand Surg Am* 1995;20:1021-7.