



## Erişkin önkol kırıklarında kilitli plak ile temel tespit prensipleri

### The basic principles of fixation with locking plates in adult forearm fractures

Ömür Çağlar,<sup>1</sup> Gürsel Leblebicioğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara;

<sup>2</sup>Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, El Cerrahisi Bilim Dalı, Ankara

Anatomik redüksiyon ve stabil internal tespit, erişkin önkol kırıkları sonrasında iyi fonksiyonel sonuçların elde edilmesinde etkili bir yöntemdir. Konvansiyonel temas yüzeyi az dinamik kompresyon plağı ile yapılan mutlak stabilite prensiplerinin uygulandığı tespitler sonrası, özellikle basit önkol diyafiz kırıklarında, yüksek oranda başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Kilitli plaklar ise, biyolojik tespite imkan veren biyomekanik olarak daha güçlü implantlardır. Kilitli plaklar ile tespit sonrası plak altındaki kemiğe kompresyon uygulanmadığı için, kan dolaşımında bozulma ve periosteal hasar nedeniyle kemik nekrozu daha az görülür. Bununla birlikte, basit transvers veya kısa oblik önkol kırıklarında optimum iyileşme için kırık hattında maksimum kompresyon, çektirme vidası veya vidaların kombine deliğine egzantrik yerleştirilmesi ile sağlanabilir. Kırık yüzeyinde kompresyon sağlandıktan sonra, kilitli vidalar, nötralizasyon amacı doğrultusunda tespite eklenir. Çok parçalı kırıklarda ise kilitli plaklar, köprü plaklama tekniğine göre yerleştirilebilir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, kilitli plakların, özellikle önkol diyafiz kırıklarının tedavisinde, geleneksel plaklara üstünlüğü bulunmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, kombine delikleri sayesinde hem kırık hattında kompresyona, hem de daha stabil bir tespite imkan sağlarlar. Temel tespit prensiplerine uygun olarak yapıldığında, erişkin önkol kırıklarının tedavisinde, kilitli plaklar ile konvansiyonel plaklara benzer sonuçlar alınmaktadır.

Anahtar sözcükler: Erişkin; önkol kırığı; kilitli plak; prensipler.

Anatomic reduction and stable internal fixation are effective methods for achieving optimal functional results in adult forearm fractures. High success rates of union were reported with absolute stability using conventional low-contact dynamic compression plating, particularly in the treatment of simple forearm diaphyseal fractures. Locking plates are biomechanically stronger implants, allowing biological fracture fixation. As fixation with the locking plates does not result in a compression force on the bone beneath the implant, the incidence of bone necrosis due to interruption of the blood supply and periosteal damage is lower. However there is still need maximum compression for optimal healing in simple transverse or short oblique fractures, using lag screws or positioning the screws into the combined hole eccentrically. After the achievement of the compression at the fracture surface, locking screws are added to the fixation within the purpose of neutralization. Locking plates can be placed using bridge plating technique for the treatment of comminuted fractures. Recent studies have shown that locking plates have no superiority to conventional plates, particularly in the treatment of diaphyseal forearm fractures. However, compression in the fracture zone with more rigid fixation is possible with locking plates thanks to their combined holes. When applied in accordance with the basic principles of fixation, locking plating may offer similar results to those of conventional plating in the treatment of adult forearm fractures.

Key words: Adult; forearm fractures; locked plates; principles.

Radius ve ulna cisim kırıkları gerek her iki kemiğin birbirleri ile olan ilişkileri, gerekse kırıkların dirsek ve el bilek eklemine etkileyebilmesi nedeniyle diğer diyafiz kırıklarından ayrılır. Erişkin yaşta önkol kırıkları, çoğu kez belirgin olarak yer değiştirdiği ve stabil

olmadığı için cerrahi tedavi gerektirir. Genellikle, önkolun bir çeşit eklem olarak kabul edilmesi nedeniyle, tedavide eklem içi kırık tedavi prensiplerine benzer şekilde anatomik redüksiyon ve mutlak stabilite amaçlanır.<sup>[1]</sup>

• İletişim adresi: Dr. Ömür Çağlar, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, 06100 Sıhhiye, Ankara.  
Tel: 0312 - 305 17 93 Faks: 0312 - 310 01 61 e-posta: ocaglar@hacettepe.edu.tr

• Geliş tarihi: 01 Kasım 2010 Kabul tarihi: 30 Haziran 2011

İyi yapılmayan redüksiyon ve tespit sonrasında el bileği ve dirsek ekleminde fonksiyonel kayıp olabilir. Özellikle radius ve ulnanın açısız ve rotasyonel yanlış kaynamalarının fonksiyonel eksikliklere neden olabileceği unutulmamalıdır. Redüksiyon sırasında kemiğin uzunluğunun sağlanması, appozisyonu ve aksiyel diziliminin onarımı ile birlikte rotasyonel ilişkinin sağlanması pronasyon ve supinasyon açısından önemlidir. Bu nedenle bu kırıkların ve eşlik eden ek yaralanmalarının tedavisi dikkatli yapılmalıdır.

Erişkin yaştaki önkol kırıklarında konservatif tedavi sonrasında yeterli redüksiyon sağlansa bile kuvvetli kas gruplarının deforme edici etkileri nedeni ile uygun dizilimin alçı ile korunması zordur. Proksimal kesimde supinatör ve biceps, orta kesimde pronator teres ve distalde pronator kuadratus kaslarının rotasyonel yer değiştirmeye neden olan etkileri nedeniyle konservatif tedavinin başarı şansı düşüktür. Literatürde, konservatif tedavi sonrası, %70'e varan oranlarda çoğunluğunu kaynamama ve hareket kısıtlılığının oluşturduğu komplikasyonlar bildirilmiştir.<sup>[2,3]</sup>

Bu derleme yazıda, erişkin önkol kırık tedavisinde minimal invaziv osteosentez ve kilitli plakların yeri ile uygulama prensipleri anlatılmaktadır.

### Belirti ve Bulgular

Erişkin hastalarda önkol kırıkları genellikle ulna ve radiusun ayrılmış kırıkları şeklinde olduğu için hastalar çoğu zaman acil serviste ağrı, şişlik ve deforme nedeniyle değerlendirilir. Mutlaka dikkatli nörovasküler muayene yapılmalıdır. Basit önkol kırıkları ile nörolojik yaralanmalar sık değildir fakat radial, ulnar veya median sinir lezyonu görülebilir. En sık posteriyor interosseöz sinir (PIN) lezyonu, özellikle Monteggia kırıklı çıkıkları ile beraber bildirilmiştir. Sıkı uygulanmış alçılama sonrasında anteriyor interosseöz sinir (AIN) hasarı da literatürde mevcuttur.<sup>[4]</sup> Çoğu sinir yaralanması, kontüzyon veya kompresyona bağlı nöropraksi şeklindedir ve kendiliğinden iyileşme gösterir.<sup>[5]</sup> Erişkinlerde ameliyat öncesinde sinir hasarı mevcut ise ameliyat sırasında sinirin eksplorasyonu ve gerekirse de onarımı düşünülmelidir.

**Kompartman sendromu:** Önkol kırıkları sonrasında kompartman sendromu insidansı literatürde %3.1 olarak belirtilmiştir. Artmış kompartman içi basınç zamanla kapiller kan akımının azalmasına ve kaslarda iskemi ile miyonekroza neden olacaktır.<sup>[6]</sup> Önkolda dört adet kompartman vardır. Dorsal (el bilek ve parmak ekstansörleri), yüzeysel volar (fleksör karpi ulnaris, fleksör karpi radialis, fleksör digitorum superficialis), derin volar ve mobil bölge (brakiyoradialis

ve ekstansör karpi radialis longus ve brevis) olarak adlandırılır. Fleksör digitorum profundus ve fleksör pollicis longus derin yerleşimlerinden dolayı en ciddi etkilenen kaslardır. En sık volar derin yerleşimi nedeniyle median ve AIN etkilenirse de özellikle şiddetli iskemilerde ulnar sinir ve dorsal kompartman veya mobil bölgenin etkilendiği durumlarda radial sinir ve PIN de etkilenir.<sup>[6]</sup> Kırık ile uygunsuz derecede şiddetli ağrı veya parmakların pasif ekstansiyonu ile ağrının artması uyarıcı olmalıdır. Solukluk, şişlik, parestezi ve nabızsızlık geleneksel belirtiler olarak sayılsa da nabızsızlık tipik olarak geç veya son dönemde karşımıza çıkar; her zaman tabloya eşlik etmek zorunda da değildir. Şüphe durumunda sıkı alçı veya atel hemen çıkarılmalı, eğer ciddi kırık parçalarında belirgin yer değiştirme var ise geçici redüksiyon uygulanmalıdır. Taniya destek amacıyla intrakompartmantal basınç ölçülebilir. 30 mmHg üzeri basınç veya diastolik kan basıncı ile aradaki farkın 20 mmHg'nın altında olması tanı koydurucudur. Tanı halinde acil fasyotomi endikasyonu mevcuttur. Antekübital bölgeden başlayarak el bileğine uzanan volar insizyon karpal tüneline dekompresyonunu sağlayacak şekilde uzatılarak fasyotomi yapılabilir.<sup>[6]</sup>

Galeazzi kırığı "radiusun orta-distal 1/3 izole kırığı ile beraber distal radio-ulnar eklem (DRUE) çıkığı" her zaman akılda olmalıdır ve tanı için el bileği mutlaka değerlendirilmelidir. Erken tanı ve tedavi, kronik DRUE instabilitesi gelişmemesi açısından önemlidir. Radiusun tespiti sonrasında eklem instabil veya redükte olmuyor ise açık redüksiyon yapılmalıdır.<sup>[5]</sup>

Monteggia kırıklı çıkığı proksimal ulna kırığı ile beraber olan radius başı çıkığı olarak tanımlanabilir.<sup>[5]</sup> İlk kez Monteggia tarafından 1814 yılında tanımlanmıştır. Bado<sup>[7]</sup> tarafından dört ayrı tipte sınıflandırılmıştır. Tip I'de radius başı anteriyorda, tip II'de radius başı posteriyorda, tip III'de radius başı lateralde ve tip IV'de dislokasyon ile beraber her iki kemiğin kırığı mevcuttur.<sup>[7]</sup> Ulna doğru rotasyon ve uzunlukta tespit edilince, genellikle radius başı kendiliğinden redükte olur. Kırığın tespitinin sağlanması sonrasında kontrollerde mutlaka dirsek eklemi de izlenmelidir. Kronik Monteggia lezyonunda posteriyor interosseal sinir tuzaklanması ve düşük el gelişebilir (Şekil 1).<sup>[8]</sup>

### Sınıflandırma

Önkol kırıkları kırığın yeri, kırık şekli, parçalanma derecesi ve eşlik eden yaralanmalara göre sınıflandırılabilir. Kırığa eşlik eden komşu eklem yaralanmaları olabileceği için mutlaka önkol grafisi dirsek ve el-bileğini içine alacak şekilde çekilmeli ve distal ve proksimal radio-ulnar eklemler incelenmelidir. Sık kullanılan sınıflandırmalardan birisi Müller



**Şekil 1.** On yedi yıl önce Monteggia lezyonu ve devam eden radyokapitellar dislokasyonda posteriyor interosseal sinir lezyonu ve düşük el.

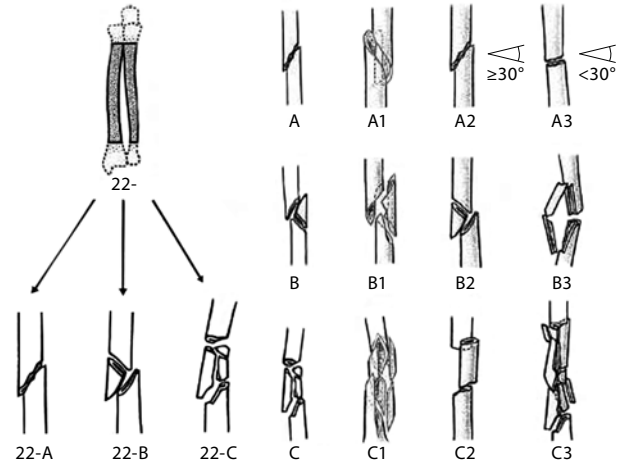
AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) sınıflandırmasıdır. Sınıflandırma, tedaviyi yönlendirmesi ve implant seçimini, tespit yöntemlerini etkilemesi açısından önemlidir.

Müller AO sınıflandırmasına (Şekil 2) göre tip A kırıklar ulnanın, radiusun veya her ikisinin birden basit kırıklarıdır. Tip B kırıklar kama şeklinde kırıkları ifade eder. Tip C kırıklar ise kompleks çok parçalı kırıkları tanımlar.<sup>[1,5,9]</sup>

### Tedavi

Radius ve ulna her ne kadar iki ayrı kemik olsa da bunlar tek bir fonksiyonel ünite gibi hareket ederler. Proksimal ve distal radio-ulnar eklem, dirsek ve el bileği eklemi ile yakın ilişkidir. İnterosseöz membran ise her iki radio-ulnar eklemi birleştirir ve stabilize eder. Lifleri distal ulnadan proksimal radiusa doğru oblik olarak ilerler ve stabilitenin %70'inden sorumludur.<sup>[10]</sup> Önkol rotasyon derecesini radiusun ulna çevresindeki rotasyon yeteneği belirler. Bu nedenle radiustaki herhangi bir açısal veya rotasyonel dizilim bozukluğu önkol rotasyonunu direkt olarak etkileyecektir.<sup>[5]</sup>

Bir veya her iki kemikte yaklaşık 10 derecelik bir açılanmanın pronasyon ve supinasyon genişliğinde yaklaşık 20 derecelik bir kayba neden olacağı unutul-



**Şekil 2.** Radius ve ulna cisim kırıklarında AO sınıflandırması.<sup>[9]</sup>

mamalıdır. Yirmi derecelik bir açılanma ise önkolun pasif rotasyonunda ciddi kayba neden olacaktır.<sup>[11]</sup> Özellikle orta 1/3 önkol kırıklarında radial eğim daha fazla etkileneceği için açılanmanın hareket kısıtlılığına etkisi artabilir.<sup>[5,11]</sup> Rotasyonel yanlış dizilimler de ameliyat sonrasında hareket kısıtlılığına neden olabilir. Ulnanın supinasyonda yanlış kaynamasının önkol rotasyonları üzerine minimal etkisi var iken özellikle radiusun 60 derece üzerinde supinasyonda kaynaması önkol rotasyonlarını belirgin olarak kısıtlamaktadır. Radius ve ulnanın aynı yönde rotasyonel yanlış kaynamaları, hareket genişliğini radiusun tek başına yanlış kaynamasına benzer oranda etkilerken; bir kemiğin pronasyonda diğerinin supinasyonda kaynaması en ciddi hareket kısıtlılığını oluşturmaktadır.<sup>[12]</sup> Bu nedenle cerrahi tedavi sonrasında tam anatomik redüksiyon, doğru rotasyon ve radial eğim sağlanmalıdır.

Cerrahi yaklaşım olarak radiusa ulaşmak için Henry'nin anterior yaklaşımı veya Thompson dorso-lateral yaklaşımı (özellikle orta 1/3 önkol kırıklarında) cerrahin seçimine bağlı olarak kullanılabilir.

Anterior yaklaşım, radiusun anterior yüzünün tüm uzunluğu boyunca görülebilmesine izin veren genişlemeye elverişli bir yaklaşımdır. Distalde sinirler arası plan brakiyodialis (radial sinir) ve fleksör karpı radialis (median sinir); proksimalde ise brakiyodialis ile pronator teres (median sinir) kasları arasındadır. Radius 1/3 proksimal kesiminin eksplorasyonu sırasında posteriyor interosseöz sinire dikkat edilmelidir. Supinatörün radiustan sıyrılması sırasında önkol mutlaka tam supinasyonda olmalıdır. Radial arter ve yüzeysel radial sinir de anterior yaklaşım sırasında korunması gereken yapılardır. Radial arter iki kominikan ven ile beraber brakiyodialis kası altında önkolda seyreder. Yüzeysel radial

sinir yaralanmaları, ağrılı sinir iltihabına (nörom) veya his kaybına neden olabileceğinden ekartasyon dikkatli uygulanmalıdır. Cerrahi yaklaşım sırasında fleksör pollisis longus, pronator kuadratus veya yerleşim yerine göre supinatör kasların plağın uygun olarak yerleştirilmesi için radiustan dikkatli kaldırılması gereklidir. Plak tespiti sonrasında güç kaybının önlenmesi açısından yeniden bu kaslar tespit edilmelidir.<sup>[5,13]</sup>

Dorsolateral yaklaşım radiusun posteriyor kesimine yaklaşıma olanak sağlar ve özellikle  $\frac{1}{3}$  orta önkol kırıkları için uygundur. Proksimalde sinirler arası plan ekstansör karpı radialis brevis (radial sinir) ve ekstansör digitorum communis (posteriyor interosseöz sinir); distalde ekstansör karpı radialis brevis (radial sinir) ile ekstansör pollisis longus (PIN) arasındadır. Distal ve proksimal kesimde genişlemeye daha az elverişlidir. Proksimalde posteriyor interosseöz sinirin tanınması ve korunması gereklidir. Distalde ise abdükör pollisis longus ve ekstansör pollisis brevis kasları cerrahi alanı çaprazlarlar ve dikkatlice kaldırılmalıdır.<sup>[5,13]</sup>

Literatürde özellikle proksimal radius kırıklarında anterior interosseöz sinir yaralanmaları tanımlanmıştır. Sinirin radiusa yakın seyretmesi nedeniyle özellikle kemik forsepsleri ile redüksiyon sırasında hasarlanabileceği kadavra çalışması ile gösterilmiştir. Forsepslerin sub-periosteal olarak yerleştirilmesi önemlidir.<sup>[14]</sup>

Ulnaya yaklaşım kemiğin yüzeysel yerleşimi nedeniyle daha kolaydır. Plan, fleksör ve ekstansör karpı ulnaris kasları arasındadır. Distalde diseksiyon ulnar sinirin dorsal dalının cerrahi sahayı çaprazlaması nedeniyle dikkat edilerek yapılmalıdır.<sup>[5]</sup>

## ERİŞKİN ÖNKOL KIRIKLARININ TEDAVİSİNDE PLAK İLE TESPİT

Önkolun daha önce de değinilen pek çok özelliğinden dolayı eklem kırıklarına benzer şekilde anatomik olarak redükte edilmesi ve mümkün olduğunca -kırık tipine de bağlı olmakla beraber- rijit tespit yapılması önemlidir. Plak, özellikle 1960'lı yıllarda İsviçre'den AO grubunun kompresif plak prensipleri ile beraber önkol kırıklarının tedavisinde çığır açmıştır. Anderson ve ark.<sup>[15]</sup> 330 akut önkol diyafiz kırığında %97'nin üzerinde kaynama elde etmişlerdir. Fonksiyonel olarak yalnızca %11'inde kötü sonuç bildirmişlerdir. İzleyen pek çok çalışmada da kompresyon sağlayacak şekilde plaklamanın önkol kırıklarında çok başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir.<sup>[16,17]</sup>

Önkol kırıklarının tedavisinde çok başarılı sonuçlar veren kompresyon sağlayan plaklama güncel olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemde tespitin stabi-

litesi, her bir uygulanan vidayla plağın kemiğe kompresyonuna dayanır. Aksiyel kuvvetler kompresyon sonrasında plak ile kemik arasında oluşan sürtünme kuvveti ile karşılanır. Kompresyon; plak altında nekroza, osteoporoz ve geç dönemde ise kemik kaybına neden olur, bu da vidalarda gevşeme ve tespit yetmezliğine neden olabilir. Bu nedenle özellikle biyolojik tespit kavramının gelişmeye başlaması ile birlikte plak ile temas eden kemik yüzeyinin azaltılması gündeme gelmiştir. Yaklaşık olarak temasın %50 azaldığı, 'temas yüzeyi az dinamik kompresyon plağı' ile başarılı sonuçlar bildirilmiştir.<sup>[18]</sup> İzleyen dönemde de "nokta temas fiksator (PC fix; Point Contact Fixator)" kilitli plakların öncülü olarak ortaya çıkmıştır.

Kilitli plaklarda vidanın plak üzerindeki aksiyel uyumu kontrol edildiğinde, vida-plak ve kemiğin tek bir birim olarak çalışması sağlanır ve öğeler arasında hareket olmaz.<sup>[19]</sup> Yük altında, tek birim yapılar, öğeleri arasında hareket olan yapılara göre daha güçlüdür.<sup>[20]</sup> İnternal fiksator olarak kilitli plaklar, plak ile kemik arasındaki sürtünme kuvvetinden bağımsız olarak hareket ederler. Bu nedenle plağın kemiğe maksimum olarak komprese edilmesi gerekmez, bu da plak altındaki kan akımının korunmasına ve teorik olarak daha hızlı kemik iyileşmesi ile beraber enfeksiyon, kemik yıkımı, kaynamama riskinin azalmasına neden olur.<sup>[21,22]</sup> Kilitli plaklar için en iyi endikasyonlar kompleks periartiküler kırıklar ve parçalı metafizodiyafizer bölge kırıklarıdır. Eklem hattına uzanan tibia üst uç ve distal femur kırıkları en iyi endikasyonlar arasındadır.<sup>[23,24]</sup> Distal radius ve proksimal humerus kırıklarında da yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>[25,26]</sup> Önkol kırıklarında ise kilitli plak kullanımı halen tartışmalıdır. Özellikle basit diyafizer kırıklarda kompresyon ve primer kırık iyileşmesi çok iyi sonuçlar sağlamaktadır, fakat parçalı kırıklarda köprü plaklama yöntemi kullanılacaksa özellikle osteoporotik kırıklarda kilitli plak tercih edilmelidir.

## CERRAHİ TEKNİK

Önkol kırıklarında kompresyon sağlayan geleneksel plak kullanımı ile çok başarılı sonuçlar alınmıştır.<sup>[17]</sup> Bugün teknik önkol kırıklarında iyi bir tedavi seçeneği olarak yerini korumaktadır. Bununla beraber son yıllarda popülerize olan kilitli plak uygulamaları ve biyolojik tedavi yaklaşımı önkol kırık tedavisinde de sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle kombine delikli, hem kompresyona olanak sağlayan dinamik deliği hem de kilitli vida deliğini bir arada bulandıran, kilitli kompresyon plakları önkol kırıkları için öncelikle seçilmelidir.

Uygun açılım ve kırığın anatomik redüksiyonunu takiben kemik klempleri ile plak kemiğe geçici olarak

tespit edilmelidir. Basit, "Müller AO" sınıflandırmasına göre; tip A önkol kırıkları, 3.5 mm kilitli kompresyon plağının kompresyon plağı olarak kullanılması ve -eğer olanak varsa- kırık fragmanlar arasında çekirtilme vidasıyla kompresyon yapılmasıyla tespit edilebilir. Burada kompresyon, kırık transvers bir kırık ise cihaz yardımıyla veya vidaların egzantrik olarak yerleştirilmesiyle sağlanmalıdır. Kırık basit bir kırık ve kırık parçaları arası boşluk 2 mm'den az ise çalışma uzunluğunun artırılması; kırığa yakın ilk delik boş bırakılarak konstraktın hem kompresyon hem de torsiyon altında daha fleksibl olması sağlanmalıdır.<sup>[27]</sup> Tercihen uygun redüksiyonu takiben ilk vida distalde bikortikal olarak konulmalı fakat tam sıkılmamalıdır. İkinci aşamada ikinci vida kırığın karşı yüzüne egzantrik olarak yerleştirilmeli ve plağı kemiğe tespit eden klemler de gevşetildikten sonra kompresyon sağlayacak şekilde sıkılmalıdır. Eğer kırık kısa oblik ve çekirtilme vidası yerleştirmeye uygun ise kırık parçalar arası çekirtilme vidasıyla kompresyon sonrası kilitli plak nötralizasyon plağı olarak yerleştirilmelidir. Bu iki vida sıkıldıktan sonra kırığa yakın her iki tarafa bir adet çift korteks kilitli vida konulması yeterli olacaktır. Bu kırıklarda önkolda torsiyonel kuvvetlerin hakim olması nedeniyle en az sekiz delikli plak kullanılmalı ve kırığın her iki tarafında kemiğin kalitesi iyi ise dört; fakat ileri yaşta veya osteoporotik hastalarda altı-sekiz korteks tutturulmalıdır. Kırığın pozisyonu izin verdiği takdirde çekirtilme vidasının plak üzerinden gönderilmesi tercih edilmelidir. Bu durumda önce kırığa yakın

plak üzerinden birincisi nötral; diğeri egzantrik olmak üzere iki adet vida ile kırık hattında kompresyon sağlanır, ardından plak üzerinden kırık hattına dik olacak şekilde interfragmanter kompresyon sağlamak amacıyla çekirtilme vidası yerleştirilir.<sup>[1,28,29]</sup>

İki kemiğin de kırıldığı hastalarda ilk olarak basit kırıktan başlamak önkol uzunluğunun sağlanması açısından yardımcıdır. Rotasyon tam olarak düzeltilmez ise bu kırık geçici olarak tespit edilir ve ikinci kemik tespitine başlanır. İki kemiğin de kırıldığı önkol kırıklarında, her bir kemiğin anatomik redüksiyonu gerekli değildir. Bunun yerine kemiğin diziliminin, uzunluğunun ve rotasyonunun onarılması yeterlidir. Tip C parçalı kırıklarda kilitli plak, köprü plaklama prensiplerine uygun olarak çok parçalı kesimi köprüleyecek şekilde yerleştirilebilir. Radius kırığının redüksiyonu ve radial eğimin sağlanması için genellikle açık yaklaşım gereklidir. Ulna için ise uygun redüksiyon sağlanabilir ise subkutan yüzüne plak minimal invaziv plak osteosentez prensiplerine uygun olarak distal ve proksimalden açılan insizyonlardan yerleştirilebilir. Köprü plaklama tekniğinde en az 10-12 delikli plaklar kullanılmalıdır. Parçalı olan segmentin üzerinde en az iki delik boş bırakılmalıdır. Eğer yeterli uzunluk sağlanamaz ise geçici bir vida plağın 1.5-2 cm proksimaline yerleştirildikten sonra plak ile vida lamina açıcı ile ayrıştırılarak uzunluk sağlanmaya çalışılabilir. Takiben kırığın her iki ucuna birer çift korteks kilitli vida yerleştirilebilir. Bu sırada redüksiyonun kontrolünü takiben



**Şekil 3.** Altmış iki yaşında kadın hasta. Düşme sonrasında radiusta kısa oblik parçalı, ulnada segmenter kırık (a) ön arka ve (b) yan grafisi.



**Şekil 4. (a, b)** Radiusa kompresyon delikleri kullanılarak kompresyon sonrası kilitli delikler ile tespit, ulnaya ise köprü plaklama yöntemi uygulandı.

her iki tarafta en az üç vida kullanılmalı, tercihen bunlardan ikisi kırığa yakın olarak yerleştirilmeli ve tespit edilmelidir.<sup>[1,27-29]</sup>

Tespit sonrasında eğer uygun şekilde plaklama ile yeterli stabilite sağlanabilir ise ek korumaya gerek olmaz; bununla beraber hastanın ağrı kontrolü ve yara bakımı amacı ile atelleme yapılabilir. Bu dönemde hastanın parmak hareketlerini yapmasına ve dirseğini hareket ettirmesine izin verilmelidir. Genellikle ilk ameliyat sonrası kontrolde yedi gün içinde atel çıkarılır ve takiben rotasyonlara, aktif ve pasif hareketlere başlanır. Kırığın tespit sonrasındaki iyileşmesine de bağlı olarak, 6 ile 12 hafta arasında kaynama sağlanana kadar ağırlık kaldırma kısıtlanmalıdır (Şekil 3a, b; 4a, b).<sup>[29]</sup>

Radio-ulnar sinostoz sık olmasa da rotasyonel kısıtlamaya neden olduğu için önemli bir komplikasyondur. Literatürde sıklığı %2-6.6 olarak bildirilmiştir ve özellikle tip IV Monteggia kırıklı çıkığı ve önkol çift kırığında daha siktir. Eşlik eden kafa travması bu sıklığı artırmaktadır. Yüksek enerjili açık kırıklar, enfeksiyon, tam olmayan redüksiyon sonrasında interosseöz mesafenin azalması, greftleme ve vida boylarının uzun olması suçlanmaktadır. Cerrahi eksizyon ile beraber interpozisyonel kas veya yağ greftleri uygulanması tedavide önerilmektedir.<sup>[5,30-32]</sup> Kaynama sonrasında plak çıkarılmasını izleyen dönemde yeniden kırık oluşması önkol kırıkları için hiç de az değildir.

Yeniden kırık olması %4-25 arasında bildirilmiştir.<sup>[33]</sup> Bu konuda kilitli plaklar ile ilgili veriler daha kısıtlıdır. Henle ve ark.<sup>[28]</sup> çalışmalarında kilitli plakların çıkarılmasının konvansiyonel plaklara göre çok daha zor olduğunu ve özel araçlara gerek olabileceğini belirtmişlerdir. Çok geniş vidaların kullanılması veya vidaların bir yıldan önce çıkarılması yeniden kırık için yüksek risk olarak kabul edilmektedir.<sup>[5]</sup> Tek korteks vidaların kullanılması sonrasında yeniden kırık riski, kilitsiz kortikal vidalarla benzer oranda (%4) bulunmuştur.<sup>[18]</sup> Bu nedenle yakınması olmayan hastalarda özellikle 18 aydan önce plak çıkarılması sorgulanmalıdır.

Erişkin önkol kırıklarında standart tedavi yaklaşımı kompresyon plaklama ise de kilitli plaklar, gün geçtikçe dinamik kompresyon plağının veya temas yüzeyi az kompresyon plaklarının yerini almaktadır. Doğru cerrahi yaklaşım ve teknik uygulandığında, önkol kırıklarında kaynama oranı %95 ile %98 olarak bildirilmiştir.<sup>[5]</sup> Fonksiyonel sonuçların korunabilmesi için mutlaka anatomik redüksiyon sağlanmalıdır. Kilitli plaklar biyolojiye daha saygılı ve biyomekanik olarak daha sağlam tespit sağlayan implantlardır. Literatürde bugün için kilitli plakların konvansiyonel plaklara önkol kırıklarının tedavisinde üstünlüğü gösterilememiştir.<sup>[5,18,28]</sup> Bununla birlikte kilitli plakların kullanımı gün geçtikçe artmaktadır, ancak bu plakların doğru şekilde uygulanmasına özen gösterilmesi gerekir.

## KAYNAKLAR

1. Wagner M, Frigg R. Radius and ulna shaft fractures. In: Wagner M, Frigg R, editors. AO manual of fracture management internal fixators concepts and cases using LCP and LISS. Stuttgart: Thieme; 2006. p. 401-17.
2. Knight RA, Purvis GD. Fractures of both bones of the forearm in adults. *J Bone Joint Surg [Am]* 1949;31A:755-64.
3. Crenshaw AH. Fractures of the shoulder, arm and forearm. In: Beaty JH, Canale ST, editors. Campbell's operative orthopaedics. St. Louis: Mosby; 2003. p. 2985-3069.
4. Casey PJ, Moed BR. Fractures of the forearm complicated by palsy of the anterior interosseous nerve caused by a constrictive dressing. A report of four cases. *J Bone Joint Surg [Am]* 1997;79:122-4.
5. Chow SP, Leung F. Radial and ulnar shaft fractures. In: Buchholz RW, Cort Brown CM, Heckmann JD, Tornetta P III, editors. Rockwood and green's fractures in adults. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. p. 882-906.
6. Friedrich JB, Shin AY. Management of forearm compartment syndrome. *Hand Clin* 2007;23:245-54.
7. Bado JL. The Monteggia lesion. *Clin Orthop Relat Res* 1967;50:71-86.
8. Holst-Nielsen F, Jensen V. Tardy posterior interosseous nerve palsy as a result of an unreduced radial head dislocation in Monteggia fractures: a report of two cases. *J Hand Surg Am* 1984;9:572-5.
9. Anwar R, Tuson KWR, Khan SA. Upper limb diaphyseal fractures of radius and ulna. In: Anwar R, Tuson KWR, Khan SA, editors. Classification and diagnosis in orthopedic trauma. 1st ed. New York: Cambridge University Press; 2008. p. 88-97.
10. 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;14:256-61.
11. Matthews LS, Kaufer H, Garver DF, Sonstegard DA. The effect on supination-pronation of angular malalignment of fractures of both bones of the forearm. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:14-7.
12. Dumont CE, Thalmann R, Macy JC. The effect of rotational malunion of the radius and the ulna on supination and pronation. *J Bone Joint Surg [Br]* 2002;84:1070-4.
13. Hoppenfeld S, deBoer P. Surgical approaches in orthopedics: the anatomical approach. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
14. Hope PG. Anterior interosseous nerve palsy following internal fixation of the proximal radius. *J Bone Joint Surg [Br]* 1988;70:280-2.
15. Anderson LD, Sisk D, Tooms RE, Park WI 3rd. Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg [Am]* 1975;57:287-97.
16. Wright RR, Schmeling GJ, Schwab JP. The necessity of acute bone grafting in diaphyseal forearm fractures: a retrospective review. *J Orthop Trauma* 1997;11:288-94.
17. Hertel R, Pisan M, Lambert S, Ballmer FT. Plate osteosynthesis of diaphyseal fractures of the radius and ulna. *Injury* 1996;27:545-8.
18. Leung F, Chow SP. A prospective, randomized trial comparing the limited contact dynamic compression plate with the point contact fixator for forearm fractures. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003;85-A:2343-8.
19. Egol KA, Kubiak EN, Fulkerson E, Kummer FJ, Koval KJ. Biomechanics of locked plates and screws. *J Orthop Trauma* 2004;18:488-93.
20. Gautier E, Perren SM, Cordey J. Effect of plate position relative to bending direction on the rigidity of a plate osteosynthesis. A theoretical analysis. *Injury* 2000;31 Suppl 3:C14-20.
21. Perren SM, Cordey J, Rahn BA, Gautier E, Schneider E. Early temporary porosis of bone induced by internal fixation implants. A reaction to necrosis, not to stress protection? *Clin Orthop Relat Res* 1988;139-51.
22. Eijer H, Hauke C, Arens S, Printzen G, Schlegel U, Perren SM. PC-Fix and local infection resistance--influence of implant design on postoperative infection development, clinical and experimental results. *Injury* 2001;32 Suppl 2:B38-43.
23. Kregor PJ, Stannard J, Zlowodzki M, Cole PA, Alonso J. Distal femoral fracture fixation utilizing the Less Invasive Stabilization System (L.I.S.S.): the technique and early results. *Injury* 2001;32 Suppl 3:SC32-47.
24. Cole PA, Zlowodzki M, Kregor PJ. Less Invasive Stabilization System (LISS) for fractures of the proximal tibia: indications, surgical technique and preliminary results of the UMC Clinical Trial. *Injury* 2003;34 Suppl 1:A16-29.
25. Chung KC, Watt AJ, Kotsis SV, Margaliot Z, Haase SC, Kim HM. Treatment of unstable distal radial fractures with the volar locking plating system. *J Bone Joint Surg [Am]* 2006;88:2687-94.
26. Rose PS, Adams CR, Torchia ME, Jacofsky DJ, Haidukewych GG, Steinmann SP. Locking plate fixation for proximal humeral fractures: initial results with a new implant. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:202-7.
27. Stoffel K, Dieter U, Stachowiak G, Gächter A, Kuster MS. Biomechanical testing of the LCP-how can stability in locked internal fixators be controlled? *Injury* 2003;34 Suppl 2:B11-9.
28. Henle P, Ortlieb K, Kuminack K, Mueller CA, Suedkamp NP. Problems of bridging plate fixation for the treatment of forearm shaft fractures with the locking compression plate. *Arch Orthop Trauma Surg* 2011;131:85-91.
29. Morgan SJ. Forearm fractures: open reduction internal fixation. In: Morrey BF, editor. Master techniques in orthopedic surgery fractures. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. p. 143-56.
30. Vince KG, Miller JE. Cross-union complicating fracture of the forearm. Part I: Adults. *J Bone Joint Surg [Am]* 1987;69:640-53.
31. Bauer G, Arand M, Mutschler W. Post-traumatic radioulnar synostosis after forearm fracture osteosynthesis. *Arch Orthop Trauma Surg* 1991;110:142-5.
32. Garland DE, Dowling V. Forearm fractures in the head-injured adult. *Clin Orthop Relat Res* 1983;190-6.
33. Deluca A, Lindsey RW, Ruwe A. Refracture of bones of the forearm after the removal of compression plates. *J Bone Joint Surg [Am]* 1988;70:1372-6.