



Radius alt uç instabil kırıklarının volar yerleşimli kilitli plakla tespiti

Volar locking plate fixation of unstable distal radius fractures

Ayhan KILIÇ, Yavuz KABUKÇUOĞLU, Ufuk ÖZKAYA, Murat GÜL, Sami SÖKÜCÜ, Ümit ÖZDOĞAN

Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

Amaç: Volar yerleşimli kilitli plak vida tespitleri ile tedavi edilen instabil radius alt uç kırıklarının radyografik ve işlevsel sonuçları değerlendirildi.

Çalışma planı: Radius alt uç instabil kırığı nedeniyle volar yerleşimli kilitli plak tespiti uygulanan 27 hasta (15 erkek, 12 kadın, ort. yaş 45; dağılım 18-77) incelendi. AO sınıflamasına göre kırıkların 22'si (%81.5) tip C, beşi (%18.5) tip B idi. İki hastada (%7.4) tip I açık kırık vardı. Kırıkların 21'inde (%77.8) dorsal, altısında (%22.2) volar açılma vardı. Dört hastada (%14.8) kırığa dirsek çıkığı ve/veya kırık eşlik etmekteydi. Dokuz hastada (%33.3) distal radioulnar eklem sorunları vardı. On hastada (%37) kırık tespitine ek olarak otolog krista iliya grefti kullanıldı. Hastaların hareket açıklıkları, kavrama kuvvetleri ölçüldü, Stewart ölçütlerine göre radyografik değerlendirmeleri yapıldı. Fonksiyonel değerlendirmede Quick-DASH-T (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand-Türkçe) sorgulaması ve Gartland-Werley değerlendirme formu kullanıldı. Ortalama takip süresi 18 ay (dağılım 12-34 ay) idi.

Sonuçlar: Kırıkların tümü ortalama 6.5 haftada (dağılım 6-8 hafta) sorunsuz kaynadı. Yirmi bir hastada (%77.8) ulnar varyans, 13 hastada (%48.2) radial inklinasyon açısı, sekiz hastada (%29.6) radial tilt açısı, 11 hastada (%40.7) radial yükseklik sağlam tarafla eşitlendi. Stewart ölçütlerine göre ortalama radyografi puanı 0.5 (dağılım 0-3) bulundu. Tedavi edilen tarafta kavrama gücü, sağlam tarafın ortalama %72.4'ü (18 kg) idi. Quick-DASH-T skoru ortalaması 8.3 (dağılım 0-70.5), Gartland-Werley puanı ortalaması 4.7 (dağılım 0-16) bulundu. Gartland-Werley değerlendirmesine göre, 12 hastada (%44.4) mükemmel, 12 hastada iyi, üç hastada (%11.1) ise orta sonuç alındı. İki hastada dizilim kaybı ve bir hastada çevre dokularda uyumsuzluk olmak üzere üç (%11.1) hastada komplikasyon görüldü.

Çıkarımlar: Volar yerleşimli kilitli plak uygulamaları radius alt uç anatomisinin düzeltilmesinde ve korunmasında etkilidir.

Anahtar sözcükler: Kemik plağı; kırık tespiti, internal/enstrümantasyon; radius kırığı/cerrahi; el bileği eklemi.

Objectives: We evaluated radiographic and functional results of volar locking plate fixation of unstable distal radius fractures.

Methods: The study included 27 patients (15 males, 12 females; mean age 45 years; range 18 to 77 years) who were treated with volar locking plate fixation for unstable distal radius fractures. Twenty-two patients (81.5%) had AO type C and five (18.5%) had type B fractures. Two patients (7.4%) had type I open fractures. Dorsal and volar angulation were present in 21 (77.8%) and six (22.2%) fractures, respectively. Four patients (14.8%) also had elbow dislocation and/or fracture and nine patients (33.3%) had disruption of the distal radioulnar joint. Autologous iliac crest graft was used in 10 patients (37%). Postoperative assessments included range of movement and grip strength measurements, and radiographic parameters using the Stewart criteria. Functional results were assessed using the Q-DASH (Quick-Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) questionnaire and the Gartland-Werley scale. The mean follow-up was 18 months (range 12 to 34 months).

Results: All fractures united without a problem within a mean of 6.5 weeks (range 6 to 8 weeks). The following parameters became equal to the unaffected side: ulnar variance (n=21, 77.8%), radial inclination angle (n=13, 48.2%), radial tilt angle (n=8, 29.6%), and radial height (n=11, 40.7%). The mean radiographic Stewart score was 0.5 (range 0 to 3). The mean grip strength of the operated side was 72.4% (18 kg) of the normal side. The mean Q-DASH and Gartland-Werley scores were 8.3 (range 0 to 70.5) and 4.7 (range 0 to 16), respectively. According to the Gartland-Werley scale, the results were excellent in 12 patients (44.4%), good in 12 patients, and moderate in three patients (11.1%). Three complications (11.1%) occurred, including loss of alignment in two patients, and screw-related discomfort in one patient.

Conclusion: Volar locking plate fixation is an effective treatment in the anatomical and functional restoration of unstable distal radius fractures.

Key words: Bone plates; fracture fixation, internal/instrumentation; radius fractures/surgery; wrist joint.

Yazışma adresi / Correspondence: Dr. Ayhan Kılıç, Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, 34433 Beyoğlu, İstanbul. Tel: 0212 - 252 43 00 / 1403 e-posta: kilicayhan@yahoo.com

Başvuru tarihi / Submitted: 07.11.2008 **Kabul tarihi / Accepted:** 07.04.2009

© 2009 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği / © 2009 Turkish Association of Orthopaedics and Traumatology

Radius alt uç kırıkları üst ekstremitede en sık rastlanan kırıklardır. Tedavisinde anatomik bütünlüğün ve fonksiyonların yeniden düzenlenmesi temel hedefdir. İnstabil eklemi kırıklarda el bileğini oluşturan eklemlerin yüzey bütünlüğünün sağlanması ve radius uzunluğunun korunması çoğu zaman kapalı yöntemlerle gerçekleştirilemez. Açık yerleştirmenin gerekli olduğu bu durumlarda çeşitli cerrahi yöntemler ve tespit materyalleri kullanılabilir.^[1-6] Son yıllarda yapılan çalışmalarla el bileği anatomisinin ve işlevlerinin daha iyi anlaşılması ve artan hasta beklentileri cerrahi tedavinin sınırlarını genişletmektedir. Öte yandan, tespit yöntemlerindeki gelişmeler de yeni olanaklar sunmaktadır.^[7-9]

Radius alt uç bölgesinin AO sınıflandırmasına göre B ve C grubuna giren kırıkları, eklemi ve instabil yapıları nedeniyle cerrahi olarak tedavi edilirler. Günümüzde yaygın kabul gören cerrahi yöntem ise açık yerleştirme ve plak vida tespitidir.^[2,5,6] Bu yöntemde kullanılan konvansiyonel destek plaklarının yerini ise giderek kilitli plaklar almaktadır. Plak ve vidanın birbirine kilitlenebildiği anatomik yapılı bu plaklar, dolaylı yerleştirmeyi kolaylaştırdığı gibi kırık yüzeylerine etkili olan kuvvetlere karşı biyomekanik açıdan daha dayanıklıdır.^[8-10] Kilitli plaklar bu özellikleri ile ostoporotik ve çokparçalı kırıklarda sıklıkla tercih edilir.^[5,6,11] Radius alt ucuna ulaşmak için seçilecek girişim ve plağın yerleşimi konusunda ise bir fikir birliği yoktur. Son yıllardaki yaygın uygulama ise volar girişiminin kullanılması yönündedir.^[7,8,12-15]

İleriye dönük bu çalışmada, volar yerleşimli kilitli plaklarla tedavi edilen radius alt uç instabil kırıklarının radyografik ve fonksiyonel sonuçları değerlendirildi.

Hastalar ve yöntem

Kliniğimizde, 2004-2007 yılları arasında radius alt uç instabil kırığı tanısıyla 36 hastaya volar yerleşimli kilitli plak uygulandı. Bu grupta yer alan ve en az bir yıllık takibi olan 27 hasta (15 erkek, 12 kadın, ort. yaş 45; dağılım 18-77) çalışmaya alındı. Kırık el bileklerinin 14'ü (%51.9) baskın kullanımlıydı. AO sınıflamasına göre kırıkların üçü (%11.1) tip B2, ikisi (%7.4) B3, ikisi (%7.4) C1, 14'ü (%51.9) C2, altısı (%22.2) C3 idi. Tüm kırıklar düşme sonucu oluşmuştu. Kırıklara ilk girişim olarak acil redüksiyon ve sirküler alçı uygulandı. Acil girişim öncesi açılanma derecesi ortalama 30° (20°-45°) idi. Kırığın distal parçası 21 el bileğinde (%77.8) dorsale, altısında (%22.2) ise volara yönelim göstermekteydi. Dokuz el bileğinin

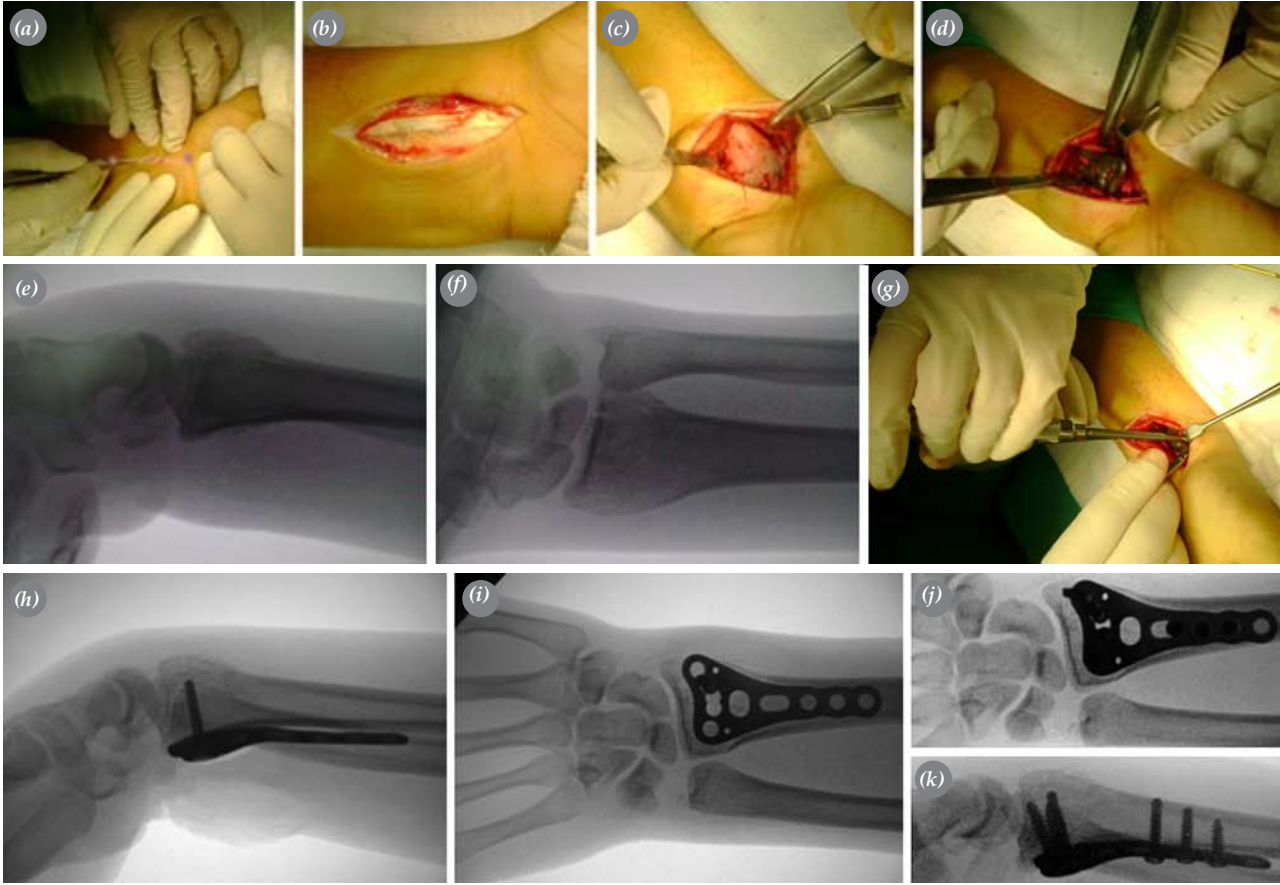
(%33.3) distal radioulnar eklem sorunları vardı. Dört hastada (%14.8) kırığa ek olarak dirsek çıkığı ve/veya kırık vardı.

On dereceyi aşan volar açılanma, 15° altına düşen radial inklinasyon açısı, radius yüksekliğinde 10 mm'den fazla kayıp, 2 mm'den fazla eklemi basamaklanma, eşlik eden ulna kırığı, radius dorsal korteksinde aşırı parçalanma ve alçılı tedavideki yerleştirme kayıplarına bağlı başarısızlık cerrahi tedaviyi gerekli gördüğümüz durumları.^[4,16-18] Ayrıca, hastaların yaşı, mesleği, hobileri ve eşlik eden lezyonlar tedavi seçimimizi etkileyen diğer önemli faktörlerdi. İnstabil ve eklem uzanımlı bu kırıklarda anatominin yeniden düzenlenebilmesi ve kırığın tespiti için açık yerleştirme ve plak vida tespitine karar verildi. Biyomekanik avantajları ile erken harekete olanak sağlayan kilitli plak sistemleri tercih edildi. Kilitli plak olarak 2.4 mm LCP Distal Radius Plağı (Synthes, Paoli, PA, ABD), 2.3 mm Acu-Loc (Acumed, Beaverton, OR, ABD), 3.5 mm Vario (Königsee, Allendorf, Almanya) kullanıldı.

Ameliyat öncesi süre ortalama 4 gündü (dağılım, 1-8 gün). Cerrahi girişimlerin tümü turnike altında volar yaklaşım ile yapılırken, eklem hattının düzenlenmesinde radyoskopi kullanıldı (Şekil 1).

Radius uzunluğunu sağlamak ve metafizer alanındaki kemik stoğu desteklemek amacıyla 10 hastada (%37) krista iliykadan alınan kortikospongöz greft uygulandı. Distal radioulnar eklemde dizilim sorunu olan iki hastada geçici Kirschner teli tespiti uygulandı. Ulna stiloidi kırık hastalarda ameliyat sırasında yapılan değerlendirmede distal radioulnar eklem stabil ise ek bir kemik tespiti uygulanmadı. Cerrahi sonrası dönemde 20 gün süreyle kısa kol alçı atel uygulandı ve bu sürenin sonunda aktif el bileği hareketlerine başlandı. Radyografik ve klinik kaynamanın sağlanmasından sonra eklem hareket açıklığını ve kas kuvvetlerini artırıcı egzersizlere başlandı. İki hastada (%7.4) saptanan Gustillo tip I açık kırığa, açık kırık tedavi protokolü uygulandı. Dört hastadaki (%14.8) dirsek çıkığının ikisi kapalı, diğerleri açık olarak yerleştirildi. Açık yerleştirme yapılan hastalarda çıkığa eşlik eden koronoid çıkıntı ve radius boyun kırıkları da cerrahi olarak tedavi edildi.

Ameliyat sonrası ön-arka ve yan iki yönlü kontrol graflerine ek olarak gerçek ön-arka ve gerçek yan el bileği grafleri alınarak distal vidaların eklemle ilişkisi değerlendirildi (Şekil 2).



Şekil 1. Dorsal açılanmalı AO tip C2 kırıkta yapılan dolaylı yerleştirme ve cerrahi tespit tekniği. (a-d) Volar kesiyi takiben pronator kuadratus kası kesilerek radiusun distaline ulaşıldı. Daha sonrasında (e, f) radyoskopi ile dizilim kontrol edildi ve (g-j) plak yerleştirilerek distal vidalama yapıldı. (k) Dolaylı yerleştirmeyi takiben proksimal vidalama yapıldı.

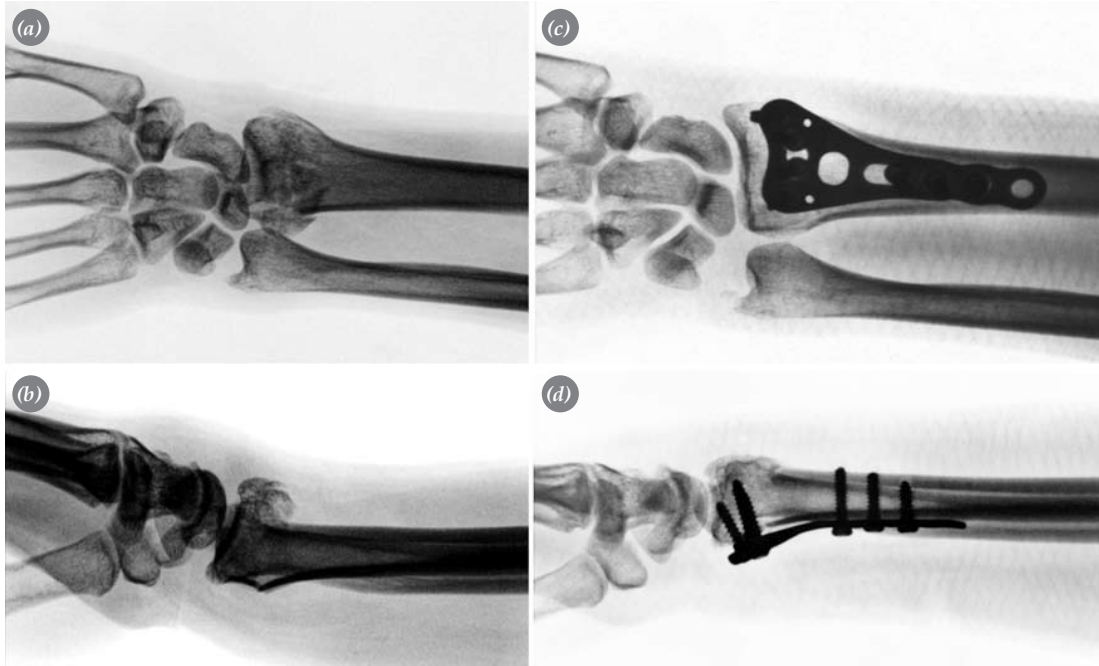
Hastalarda kırık sahasında palpasyonla ağrının olmaması klinik olarak kaynama kabul edildi. Hastaların takipleri, erken dönemde ikinci ve altıncı haftalarda yapılırken, daha sonra üçüncü, altıncı ve 12. aylarda yapıldı. Radyografik kontroller için sağlam tarafla kıyaslamalı olarak ön-arka, yan ve gerçek ön-arka ve gerçek yan grafiler çektilirdi. Radius tilt açısı, radial inklinasyon açısı, radial yükseklik ve ulnar varyans ölçüldü ve Stewart ölçütlerine göre değerlendirildi.^[16]

Standart gonyometre ile eklem hareket açıklıkları ölçüldü. Dinamometre (Sammons Preston Inc, Bolingbrook, IL, ABD) ile kavrama güçleri ölçüldü ve sağlam tarafla karşılaştırıldı. Hastaların fonksiyonel durumlarını değerlendirmede ise Quick DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire) sorgulamasının Türkçe uyarlaması ve Gartland-Werley değerlendirme formları kullanıldı.^[19] Ortalama takip süresi 18 ay (dağılım 12-34 ay) idi.

Tüm verilerin istatistiksel analizleri SPSS 11.5 paket programı ile yapıldı. Verilerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U-testi ve Pearson korelasyon testi kullanıldı.

Sonuçlar

Kırıkların tümü ortalama 6.5 haftada (dağılım 6-8 hafta) sorunsuz kaynadı. Stewart ölçütlerine göre hesaplanan radyografi puanı ortalama 0.5 (dağılım 0-3) bulundu. Yirmi bir hastada (%77.8) ulnar varyans eşitlendi. Altı hastada (%22.2) ortalama 0.4 mm (dağılım 0-3 mm) ulnar varyans pozitifliği saptandı. Radial inklinasyon açısı hastaların yarıya yakınında sağlam tarafla eşitlendi. Radial inklinasyonun eşitlenmediği 14 hastada (%51.9) sağlam taraf açısı 26.8° (dağılım 22°-30°), ameliyatlü taraf açısı 24.8° (dağılım 20°-28°) ölçüldü. Radial tilt açısı sekiz hastada (%29.6) sağlam tarafla eşitlendi. Diğer hastalarda radial tilt açısı sağlam tarafta 6.2° volar (dağılım 1°



Şekil 2. Düşme sonucu sol el bileğinde AO tip C2 kırık oluşan 20 yaşındaki erkek hastanın (a, b) ameliyat öncesi ve (c, d) ameliyat sonrası ön-arka ve yan radyografileri. Tedavi sonucunda eklem yüzeylerinde ve radius boyunda sağlanan düzenlemeler görülmekte.

dorsal- 14° volar) iken, ameliyatlı tarafta 3° volar (dağılım 10° dorsal-18° volar) bulundu. Radial yükseklik 11 hastada (%40.7) eşit olurken, diğer hastalarda ameliyatlı tarafın yükseklik kaybı 1.3 mm (dağılım 0-5 mm) oldu. İki hastada (%7.4) radiokarpal eklemden 1 mm'den fazla basamaklanma ölçüldü.

Hastaların son kontroldeki hareket açıklıkları şöyledi: fleksiyon 55° (dağılım 0°-70°), ekstansiyon 40° (dağılım 35°-70°), radial deviyasyon 18° (dağılım 10°-26°), ulnar deviyasyon 30° (dağılım 15°-34°), pronasyon 86° (dağılım 0°-90°), supinasyon 83° (dağılım, 0°-90°). İki hastada (%7.4) sinostoz geliştiği ve önkol rotasyonlarının kaybedildiği gözlemlendi. Bu hastalardan birinde ihmal edilmiş dirsek çıkığı ve radius başı kırığı, diğerinde ise distal radioulnar eklem dizilimi yetersiz çokparçalı kırık vardı.

Dinamometrik ölçümlerde kavrama gücü, sağlam tarafın ortalama %72.4'ü (18 kg; dağılım 5-30 kg) olarak ölçüldü. Quick-DASH-T skoru ortalama 8.3 (dağılım 0-70.5) bulundu. Gartland-Werley puanı ortalaması 4.7 (dağılım 0-16) idi. Gartland-Werley değerlendirmesine göre 12 hastada (%44.4) mükemmel, 12 hastada iyi, üç hastada (%11.1) ise orta sonuç alındı. Quick-DASH-T puanları en yüksek iki hastada radius alt uç instabil kırığına dirsek kırıklı çıkığı eşlik etmekteydi.

On hastada (%37) plak tespitine ek olarak kortikospongiöz krista greftiyle metafizer boşluklar desteklendi. Diğer hastalarda ise destek veya osteoindüktif amaçlı greftleme gereksinimi olmadı.

İki hastada (%7.4) tespit yetersizliğine bağlı eklem diziliminde bozulma, bir hastada (%3.7) ise erken evrede, kullanılan vidaların çevresel dokuları rahatsız etmesine bağlı yakınmalar görüldü. Kırık kaynamasını takiben tespit materyalleri çıkartıldı. İkincil olarak yapılan bu cerrahi işlem sırasında plağın alt ucundaki vidalardan ikisi, vida kilitlenme mekanizmasının açılmaması nedeniyle boyun kısmından kesilerek çıkartıldı.

Cerrahi öncesi ve sonrasının kıyaslanmasında radial tilt açısı, inklinasyon açısı ve radial yükseklik açısından anlamlı fark görülürken ($p<0.05$), sağlam tarafla karşılaştırıldığında radial tilt açısı dışında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). Stewart radyografik skorlarının artmasının Gartland-Werley fonksiyonel sonuç puanlarını olumsuz etkilediği ($r=0.35$, $p<0.01$) ve DASH-T puanlarında artışa neden olduğu ($r=0.53$, $p<0.01$) saptandı. Ayrıca, hastaların Quick-DASH-T puanları ile Gartland-Werley değerlendirme puanları arasında anlamlı ilişki olduğu gözlemlendi ($r=0.827$, $p<0.001$).

Kas kuvvetlerinin sağlam tarafla kıyaslanmasında anlamlı fark bulunurken ($p<0.05$), eklem hareketleri

(ekstansiyon dışında) sağlam tarafla karşılaştırıldığına anlamlı farklılık göstermedi ($p>0.05$).

Tartışma

Çalışmamıza konu olan kırıkların tamamında, Stewart ölçütlerine göre etkin bir radyografik düzeltme sağlandı. Ortalama bir yıllık takip sonunda tedavi edilen el bileğinin hareket açıklığı sağlam tarafın ortalama %80'i kadar olurken, kavrama kuvvetlerinin %72.4'ü sağlanabildi. Günlük işlevlerin ölçümünde kullanılan Quick-DASH-T sorgulamasında ortalama puan 8.3 bulundu. Gartland-Werley değerlendirme sistemine göre ise 12 hastada mükemmel, 12'sinde iyi, üçünde ise orta sonuç alındı. Ayrıca, hastaların %60'ında greft kullanılmadı.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan kilitli plaklar radius alt uç bölgesinde, özellikle tedavisi sorunlu olan eklemiçi instabil kırıklarda başarılı sonuçlar sunmaktadır.^[1,5,11,14,15] Anatomik dizilimin sağlanmasında etkin olan bu yöntem, yüksek tespit dayanıklılığı sayesinde eklem hareketlerine erken dönemde izin verir.^[16,20] Eklem yüzüne yakın yerleştirilebilmesi ve farklı planlarda vidalama yapılması biyomekanik üstünlükleridir. Volar girişim ise radius alt ucuna minimal cerrahi travma ile ulaşmayı sağladığı gibi çevresel dokular ile daha uyumlu bir tespite izin verir.^[5,6,8,11,12,14,21,22] Bu çalışmadaki olgularda da volar girişimle, kırık açılanma yönüne bakılmaksızın başarılı bir anatomik dizilim sağlandı. Çoğunluğunu genç erişkin hastaların oluşturduğu olgular kısa sürede ve %90 başarı ile günlük aktivitelerine döndüler.

Radius alt uç kırıklarının açık yerleştirme ve plaklar ile tedavisinde en sık karşılaşılan erken dönem komplikasyonları, eklem yüzeyinde dizilim kaybı ve çökme ve tespit materyallerinin çevre dokuları rahatsız etmesidir.^[4-7,21,22] Çalışmamızda da, ikisinde dizilim kaybı, birinde de çevre dokulara uyumsuzluk olmak üzere üç hastada (%11.1) komplikasyon görüldü.

Bu çalışmanın radius alt uç eklemiçi instabil kırıklarının tedavisine bilgi ve tecrübe katkısı sağlayacağını düşünmekteyiz. Hasta sayısının kısıtlılığı ve takip süresinin kısalığı ise çalışmamızın yetersizlikleridir.

Sonuç olarak, radius alt uç anatomisinin düzeltilmesinde ve korunmasında kilitli plaklar etkilidir. Bu yolla, eklem hareketlerinin ve günlük fonksiyonların geri kazanımı daha kısa sürede sağlanmaktadır.

Kaynaklar

1. Arora R, Lutz M, Fritz D, Zimmermann R, Oberladstätter J, Gabl M. Palmar locking plate for treatment of unstable dorsal dislocated distal radius fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005;125:399-404.
2. Ay Ş, Akıncı M, Bektaş U. Distal radius kırıklarının cerrahi tedavisinde plak ve vida uygulamalarında güncel yaklaşımlar. *TOTBİD Dergisi* 2005;4:15-23.
3. Hove LM, Nilssen PT, Furnes O, Oulie HE, Solheim E, Mölster AO. Open reduction and internal fixation of displaced intraarticular fractures of the distal radius. 31 patients followed for 3-7 years. *Acta Orthop Scand* 1997;68:59-63.
4. Rizzo M, Katt BA, Carothers JT. Comparison of locked volar plating versus pinning and external fixation in the treatment of unstable intraarticular distal radius fractures. *Hand* 2008;3:111-7.
5. Simic PM, Weiland AJ. Fractures of the distal aspect of the radius: changes in treatment over the past two decades. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003;85:552-64.
6. Trumble TE, Culp R, Hanel DP, Geissler WB, Berger RA. Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. *J Bone Joint Surg [Am]* 1998;80:582-600.
7. Khanduja V, Ng L, Dannawi Z, Heras L. Complications and functional outcome following fixation of complex, intra-articular fractures of the distal radius with the AO Pi-Plate. *Acta Orthop Belg* 2005;71:672-7.
8. Willis AA, Kutsumi K, Zobitz ME, Cooney WP 3rd. Internal fixation of dorsally displaced fractures of the distal part of the radius. A biomechanical analysis of volar plate fracture stability. *J Bone Joint Surg [Am]* 2006;88:2411-7.
9. Sobky K, Baldini T, Thomas K, Bach J, Williams A, Wolf JM. Biomechanical comparison of different volar fracture fixation plates for distal radius fractures. *Hand* 2008;3:96-101.
10. Levin SM, Nelson CO, Botts JD, Teplitz GA, Kwon Y, Serra-Hsu F. Biomechanical evaluation of volar locking plates for distal radius fractures. *Hand* 2008;3:55-60.
11. Orbay JL, Touhami A. Current concepts in volar fixed-angle fixation of unstable distal radius fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2006;445:58-67.
12. Musgrave DS, Idler RS. Volar fixation of dorsally displaced distal radius fractures using the 2.4-mm locking compression plates. *J Hand Surg [Am]* 2005;30:743-9.
13. Schmelzer-Schmied N, Martini AK, Jung M. The palmar fixed angle plate in distal radius fractures-advantages and disadvantages. [Article in German] *Obere Extremität* 2007;2:150-5.
14. Ruch DS, Papadonikolakis A. Volar versus dorsal plating in the management of intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]* 2006;31:9-16.
15. Rozental TD, Blazar PE. Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Am]* 2006;

- 31:359-65.
16. 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.
 17. Lafontaine M, Hardy D, Delince P. Stability assessment of distal radius fractures. *Injury* 1989;20:208-10.
 18. Mackenney PJ, McQueen MM, Elton R. Prediction of instability in distal radial fractures. *J Bone Joint Surg [Am]* 2006;88:1944-51.
 19. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med* 1996;29:602-8.
 20. 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.
 21. Kamano M, Honda Y, Kazuki K, Yasuda M. Palmar plating for dorsally displaced fractures of the distal radius. *Clin Orthop Relat Res* 2002;(397):403-8.
 22. Murakami K, Abe Y, Takahashi K. Surgical treatment of unstable distal radius fractures with volar locking plates. *J Orthop Sci* 2007;12:134-40.