

Mini plakla osteosentez uygulanan metakarp kırıklarında ameliyat sonrası erken hareketin fonksiyonel sonuçlara etkisi

Effects of postoperative early motion on the results of osteosynthesis with miniplates in metacarpal fractures

İbrahim Azboy, Celil Alemdar, Abdullah Demirtaş, Emin Özkul, Mehmet Gem, Mehmet Bulut

ÖZET

Amaç: Çalışmamızda mini plakla anatomik redüksiyon ve rijit internal fiksasyon uyguladığımız metakarp kırıklı hastaların fonksiyonel ve radyolojik sonuçlarını değerlendirmeyi amaçladık.

Yöntemler: Çalışmada metakarp kırığı sonrası mini plakla osteosentez uygulanan 11 hasta (10 erkek, 1 kadın) retrospektif olarak değerlendirildi. Hastaların ortalama yaşı 35 (dağılım 25-46) ve ortalama takip süresi 1,4 (dağılım 1,1-2,2) yıldır. Bütün hastalara postoperatif ikinci gün aktif ve pasif eklem hareket açıklığı egzersizleri başlandı. Fonksiyonel sonuçlar total aktif eklem hareket açıklığı (TAEHA) skalasına göre değerlendirildi.

Bulgular: TAEHA skalasına göre 8 hastada (10 metakarp) mükemmel, 2 hastada iyi, 1 hastada orta dereceli sonuç elde edildi. Ortalama 6 hafta (4-7 hafta) içinde bütün hastalarda kaynama görüldü. Redüksiyon kaybı, enfeksiyon, dolaşım bozukluğu, nörolojik araz, osteonekroz, sudeck atrofi gibi komplikasyonlar görülmedi.

Sonuç: Mini-plakla rijit internal osteosentez uygulanan metakarp kırıklı hastalarda, postoperatif erken dönemde aktif ve pasif eklem hareketlerinin başlanması ile tatmin edici radyolojik ve fonksiyonel sonuçlar elde edilebilir.

Anahtar kelimeler: Metakarp kırığı, plak-vida, erken rehabilitasyon

GİRİŞ

Metakarp kırıkları oldukça sık görülen kırıklardır. Kırığın lokalizasyonuna göre bazis kırığı, cisim kırığı, boyun kırığı ve baş kırığı olarak dört grupta incelenirler [1]. Tedavi planı kırığın lokalizasyonu, eklemle ilişkisi, deformite, stabilite, etkilenen metakarp sayısı ve yumuşak doku hasarı gibi parametreler

ABSTRACT

Objectives: In our study, we aimed to evaluate the radiological and functional results of rigid internal fixation with mini plate osteosynthesis in the management of metacarpal fractures.

Methods: In this study, 11 patients (10 males, 1 female) which were treated with mini plate osteosynthesis for metacarpal fracture (n=13) were evaluated retrospectively. The average age of patients was 35 years (range 25-46 years) with a mean follow-up of 1.4 years (range 1.1 to 2.2-years). Rehabilitation program was started on the postoperative second day. Range of motion was assessed according to the total active range of motion (TAROM) scale.

Results: Eight patients (10 metacarpal) had excellent scores, two patients had good scores and one patient had moderate score at final follow-up. Time to union was found an average of 6 weeks (range 4-7 weeks). Complications did not observed such as loss of reduction, infection, circulatory disorders, neurological symptoms, osteonecrosis, sudeck atrophy.

Conclusion: Rigid internal fixation with mini plate osteosynthesis could be performed in patients with metacarpal fractures with satisfactory radiological and functional results along with rehabilitation program contains passive and active joint movements initiated at early postoperative period. *J Clin Exp Invest* 2013; 4 (4): 457-462

Key words: Metacarpal fracture, plate-screw, early rehabilitation

değerlendirilerek belirlenir. Çoğu zaman hasta konservatif yöntemlerle tedavi edilebilir [2]. Ancak çoklu kırıklarda, kapalı yöntemlerle redüksiyonun sağlanamadığı veya devam ettirilemediği durumlarda ve dizilim bozukluğu varlığında açık redüksiyon ve internal tespit önerilmektedir [3]. Metakarpal kırıklara metakarpofalengeal ya da karpometakarpal çıkıklara

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji AD, Diyarbakır, Türkiye

Correspondence: İbrahim Azboy,

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji AD, Diyarbakır, Türkiye Email: ibrahimazboy@hotmail.com

Received: 23.07.2013, Accepted: 24.09.2013

Copyright © JCEI / Journal of Clinical and Experimental Investigations 2013, All rights reserved

rin eşlik ettiği vakalarda instabilite nedeniyle çoğu zaman cerrahi gerekmektedir[4].

El, fonksiyonları açısından çok önemli bir organdır. Bu nedenle el kırıklarında kırığın iyileşmesinden çok elin fonksiyonlarının korunması önemlidir [5]. Yalnızca kırığın kaynaması ve anatomik dizilimin sağlanması hasta açısından tatminkar bir sonuç oluşturmaya yetmez. Hareket açıklığı ve kas gücünün korunması başarılı bir tedavi için şarttır. Plak uygulamalarından sonra yapışıklık geliştiği, bunun da parmak hareketlerini azalttığı ve sonuçta elin fonksiyonlarını olumsuz etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle tedavi sonrası işlevsel bir el için erken başlanan iyi bir rehabilitasyon şarttır.

Çalışmamızda mini plakla anatomik redüksiyon ve rijit internal fiksasyon uyguladığımız ve erken hareket başladığımız hastaların fonksiyonel sonuçlarını değerlendirmeyi amaçladık.

YÖNTEMLER

2009-2011 yılları arasında metakarp kırığı sonrası mini plakla osteosentez uygulanan 11 hastanın (10 erkek, 1 kadın) 13 metakarp kırığı retrospektif olarak değerlendirildi. Hastaların ortalama yaşı 35 (dağılım 25-46) idi. Dokuz hastada tekli metakarp kırığı (2 olgu 1. metakarp, 5 olgu 2. metakarp, 2 olgu 5. metakarp), 2 olguda ise çoklu metakarp kırığı (2. ve 3. metakarp) mevcuttu. Kırıkların 9'u cisim, 4'ü boyun kırığıydı.

Sekiz hastaya (9 metakarp) önce kapalı redüksiyon yapıldı ve alçı uygulandı. Bu hastaların alçı sonrası erken dönemde çekilen kontrol grafilerinde redüksiyon kaybı saptanması üzerine cerrahi tedavi planlandı. Üç hastada (4 metakarp) ise ilk muayene sırasında instabilite tespit edildi ve bu hastalara direk cerrahi tedavi uygulandı. Kapalı olarak düzeltilemeyen veya redüksiyonu korunamayan kırıklar, çoklu metakarp kırıkları, eklem içi kırıklar, kabul edilen değerlerin üzerinde açılanma gösteren kırıklar (boyun kırıklarında: 1 ve 2. için 15 derece, 4. metakarp için 40 derece ve 5. metakarp için 60 derece üstü açılanmalar; gövde kırıklarında 1 ve 2. metakarp için 10 derece, 4. metakarp için 20 derece ve 5. metakarp için 30 derece üstü açılanmalar) ile rotasyonel deformitelerin varlığı cerrahi endikasyonlar olarak kabul edildi [6]. Cerrahi yaklaşımda dorsal insizyon kullanıldı. Cilt ve cilt altı geçildikten sonra ekstansör tendonlara ulaşıldı ve tendonlar split geçilerek kırık hattı ortaya kondu. Kırık hattı temizlendi ve yıkama yapıldı. Kemik kaybının olmadığı kırıklarda anatomik redüksiyon uygulandı. Parçalı kırıklarda uzunluk, dizilim ve rotasyon düzeltilerek plak uygulandı. Plak kemiğe dorsalden yerleştirildi ve

kırık hattının distaline ve proksimaline 2-3'er adet vida yerleştirilerek operasyon sonlandırıldı. Parçalı kırıklara 10 gün süreyle atel uygulandı.

Ameliyat sonrası 2. günde aktif ve pasif eklem hareket açıklığı egzersizleri başlandı. Operasyon sonrası 2, 4 ve 6. haftalarda kontrol radyografileri çekildi. Kaynama radyolojik ve klinik bulgularla değerlendirildi. Radyolojik olarak 3 korteks devamlılığı, klinik olarak da ağrısız el hareketleri kaynama lehine yorumlandı. Cerrahi sonrası tüm kontrollerde fonksiyonel durum göz önüne alınarak rehabilitasyon programı düzenlendi.

Fonksiyonel sonuçlar total aktif eklem hareket açıklığı (TAEHA) skalasına göre değerlendirildi. Buna göre metakarpofalangeal eklem (normal aralık 0-85 derece), proksimal interfalangeal eklem (normal aralık 0-110 derece) ve distal interfalangeal eklem (normal aralık 0-65 derece) hareket açıklıkları ölçülerek toplandı ve 260-220 derece arası mükemmel, 219-180 derece arası iyi, 179-130 derece arası orta, 130 derecenin altında ki sonuçlar ise kötü olarak değerlendirildi [7].

BULGULAR

Kaynama süresi ortalama 6 hafta (dağılım 4-7 hafta) olarak bulundu (Şekil 1). Son kontrollerde total aktif eklem hareket açıklığı (TAEHA) skalasına göre 8 hastada (10 metakarp) mükemmel, 2 hastada iyi, 1 hastada orta derece sonuç elde edildi (Tablo 1).

Tablo 1. Toplam aktif eklem hareket açıklığı skalasına göre sonuçlar

Hasta	Etkilenen metakarp	TAEHA puanı	Sonuç
1	1	220	Mükemmel
2	1	245	Mükemmel
3	2	235	Mükemmel
4	2	162	Orta
5	2	255	Mükemmel
6	2	195	İyi
7	2	225	Mükemmel
8	5	245	Mükemmel
9	5	210	İyi
10	2	240	Mükemmel
	3	235	Mükemmel
11	2	235	Mükemmel
	3	225	Mükemmel

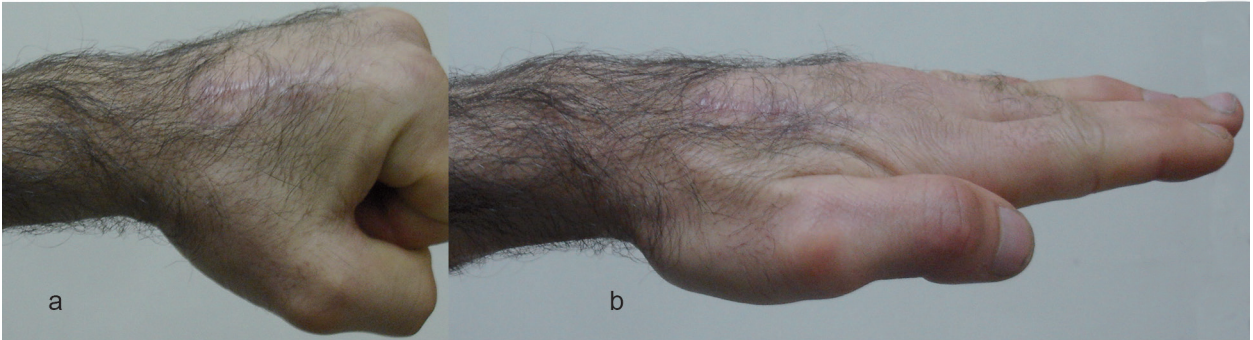
TAEHA: Toplam aktif eklem hareket açıklığı

Eklem hareketlerinde kısıtlılık gelişen 1 olguda metakarpofalangeal, proksimal interfalangeal ve distal interfalangeal eklemlerde toplam 100 derece fleksiyon kısıtlılığı gelişti. Hastanın rehabilitasyon programına uymadığı anlaşıldı ve kısıtlılığın sebebi buna bağlandı. Hasta tekrar operasyona alındı ve gevşetme yapıldı. Sonraki takiplerinde fleksiyon kısıtlılığı 30 derece olarak ölçüldü. Eklem hareket

kısıtlılığı gelişen diğer iki hastamızdan birinde toplam 25 derece fleksiyon, diğerinde de toplam 40 derece ekstansiyon kısıtlılığı gelişti. Bunlara yönelik herhangi bir müdahale düşünülmüdü. Diğer 8 hastada hareket kısıtlılığı gelişmedi (Şekil 2). Hastalarımızda kaynamama, redüksiyon kaybı, enfeksiyon, dolaşım bozukluğu, nörolojik araz, osteonekroz, su-deck atrofisi gibi komplikasyonlar görülmedi.



Şekil 1. İnstabil 2. metakarp kırığı olan hastanın preop ve postop 5. ay grafileri. **a-** Ameliyat öncesi el anteroposterior (AP) grafisi, **b, c-** Ameliyat sonrası 5. haftada el AP ve yan grafisi



Şekil 2. 2. metakarp kırığı sonrası cerrahi uygulanan hastanın ameliyat sonrası 5. haftada el hareketleri. **a-** fleksiyon, **b-** ekstansiyon

TARTIŞMA

El, şekli ve fonksiyonları açısından özellikli oluşturan önemli ve hassas bir organdır. Kırıkların sık görüldüğü elin tubuler kemikleri ise küçük yapılı olmalarına rağmen, kırık sonrası yetersiz tedavileri ciddi fonksiyonel ve kozmetik sorunlar oluşturabilir. Travma sonrası kırık hattında kaynama elde edilse bile parmak hareketlerinin kaybı ile sonuçlanan, hekimi ve hastayı rahatsız eden kötü bir tablo ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle tedavinin asıl amacı hassas el hareketlerinin ve kavrama gücünün korunmasıdır.

Başta tendonlar olmak üzere eldeki yapılar deformite, ödem ve yapışıklık nedeniyle oluşan patolojik ortamdan olumsuz etkilenirler ve fizyolojik yeteneklerini belli ölçüde kaybederler. Bu durumun

uzun sürmesi rehabilitasyonu zorlaştırır ve kalıcı sekellere neden olabilir. Kırığa yönelik tedavi ile eklem hareketlerine yönelik fizik tedavi programının beraber yürütülmesi iyi sonuç almada ve gelişebilecek komplikasyonları önlemede anahtar rol oynar. El travması geçiren hastalarda kırık tespit edilmesi durumunda elin bir bütün olarak değerlendirilmesi ve fiksasyon için seçilecek yöntemin buna göre belirlenmesi daha iyi sonuçlar ortaya çıkaracaktır.

Nondeplase ya da minimal deplase metakarp kırıkları ağırlıklı olarak konservatif yöntemlerle tedavi edilir [8]. Konservatif tedavi yaklaşımları arasında alçı, atel ve bandaj sayılabilir. Cerrahi tedavide ise mini plak osteosentezi, perkütan pinleme, kablolama, gergi bandı, intramedüller pinleme ve eksternal fiksasyon uygulanabilir [9]. Son zamanlarda yapı-

lan çalışmalarda metekarpın anatomik yapısının korunmasının işlevsellik açısından önemli olduğu ortaya konmuştur. Kozmetik açıdan sorun teşkil etmeyecek açılanma, rotasyon ve kısalık fonksiyonel açıdan sorun oluşturabilmektedir. Bu parametreler hastaya uygulanacak konservatif ya da cerrahi müdahale kararında önemlidir. Eğer bir metakarp kırığında konservatif yöntemlerle açılanma, rotasyon ve kısalık engellenemiyorsa cerrahi tedaviden kaçınılmamalıdır [10].

Açılanma sonrası ekstansiyon kısıtlılığı ve atrofiye bağlı güç kaybı oluşabilmektedir. Rotasyonel deformiteler el hareketleri, kavrama ve parmakların birbiriyle uyumunu bozmaktadır. Kısalık ise interosseoz ve lumbrikal kasların moment kolunu kısalttığı için elin kavrama yeteneğinde ve gücünde azalmaya neden olur. Konservatif tedavi yöntemleri daha az maliyetli, travmatik ve kolay uygulanabilir olmalarına karşın instabilite ve deplasman açısından daha risklidirler [11].

Cerrahi tedavide farklı teknikler uygulanabilir (12-17) Önemli olan hasta için en uygun yaklaşımın belirlenmesidir. Kırığın tipi, etkilenen metakarp sayısı, eşlik eden ek yaralanma ya da yumuşak doku hasarı göz önüne alınarak rehabilitasyon sürecini olumsuz etkilemeyecek ve redüksiyonun korunabileceği bir yaklaşım tercih edilmelidir.

Perkütan pinleme sık kullanılan bir yöntemdir. Kırık metakarpa uygulanabileceği gibi intermetakarpal uygulamalarda mevcuttur [12]. Pinler metakarp kırıklarında intramedüller olarak da fiksasyon amaçlı kullanılabilir [13]. Lieber ve ark. [14] 66 pediatrik hastada intramedüller elastik pin uygulaması sonrası bütün olgularda sorunsuz iyileşme elde ettiklerini bildirmişlerdi. Başka bir çalışmada cilt altına gömülen intramedüller pinlerin transvers uygulanan pinlere göre etkinlik ve enfeksiyon oranını azaltmada daha başarılı olduğu bildirilmiştir [15]. Cerrahi süresinin kısa olması, çoğu zaman kapalı redüksiyonla girişimin tamamlanabilmesi, enfeksiyon ihtimalinin düşük olması ve ek cerrahi gerektirmeden poliklinik şartlarında pinlerin çıkarılabilmesi önemli avantajlarıdır. Ancak redüksiyon kaybı, pin dibi enfeksiyonu, kullanılan tellere bağlı kondral hasar gibi komplikasyonlar daha fazla görülür. Kısalığa sebep olabilen ezilme tarzı yaralanmalarda ve parçalı kırıklarda çoğu zaman kısalık önlenemediği için perkütan pinleme uygun değildir. Pinler ayrıca erken ve güvenli harekete izin verecek kadar stabil fiksasyon sağlamazlar [16,17].

External fiksatörler yumuşak doku yaralanması veya parçalı kırığı olan hastalarda geçici tespit amaçlı ya da kalıcı tedavi amaçlı kullanılabilir [18]. Özellikle kemik kaybı olan hastalarda metakarp

uzunluğunun korunması ve sonrasında greftle aradaki defektin doldurulması amacıyla uygulanabilen etkili bir yöntemdir. Kullanılan çiviler rehabilitasyonu zorlaştırabilir ve çivi dibi enfeksiyonuna neden olabilir. Marsland ve ark [19] 8 hastada yaptıkları çalışmada rolendo kırığında statik eksternal fiksatör uygulaması sonucu 3 hastada pin dibi enfeksiyonu ile karşılaştıklarını, buna karşın mükemmel fonksiyonel sonuç elde ettiklerini bildirmişlerdir. Pehlivan ve ark [20] trapezium ve 1. metakarp kırıklı genç bir hastaya eksternal fiksatör uygulamışlar ve kısa dönem sonuçlarının başarılı olduğunu bildirmişlerdir.

Cerrahi gereken metakarp kırıklarında plak uygulaması son zamanlarda artan oranda tercih edilmektedir. Açık redüksiyon ve rijit internal osteosentez sayesinde kırık fragmanların tam anatomik redüksiyonuna imkan vermekte ve güçlü tespit yöntemi sağlayarak redüksiyon kaybı ihtimalini azaltmaktadır. Özellikle parçalı, ekleme ulaşan, yumuşak doku yaralanmasının eşlik ettiği ve instabil olan kırıklarda başarılı bir yöntemdir. Açık cerrahi olması, diğer uygulamalara kıyasla cerrahi süresinin daha uzun olması ve plağı çıkartmak için ikinci bir cerrahi gerektirmesi plak uygulamasının başlıca dezavantajlarıdır.

Kemik defekti sözkonusu olduğunda unikortikal vidalama da yeterli fiksasyon sağlanabilir. Ancak bikortikal uygulamanın daha etkin olduğu deneysel osteotomi modelinde biyomekanik olarak gösterilmiştir [21]. Benzer bir çalışmada in vivo şartları oluşturmak için deneysel kırık modeli kullanılmış ve yine burada bikortikal vidalama lehine anlamlı fark olduğu görülmüştür [20].

Fujitani ve ark [18] 30 hastada intramedüller çivi ile düşük profilli plak uygulamasını karşılaştırmışlardır. Yazarlar plak uygulanan hastalarda el fonksiyonlarının daha iyi olduğunu, buna karşın intramedüller çivileme uygulanan hastalarda ise parmak hareket açıklığının daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Soni ve ark [19] ipsilateral multiple metakarp kırıklı hastalarda plak-vida uygulaması ile başarılı sonuçlar elde ettiklerini ve rijit fiksasyon sonrası erken hareketin etkili tedavide temel unsur olduğunu bildirmişlerdir.

Literatürde incelediğimiz çalışmaların bir kısmında el kırıkları adı altında metakarp ve falanks kırıklarında plak vida uygulaması sonuçları beraber incelenmektedir. Ancak anatomik farklılıkları nedeniyle metakarp ve falanks kırıklarının aynı çalışmada ortak değerlendirmeye tabi tutulması yanıltıcı ve yanlış yargıların ortaya çıkmasına sebep olabilir. El kırıklarında sonuçların güvenilirliğini artırmak için çalışmanın sınırları iyi çizilmelidir. Bu amaçla mini

plak uyguladığımız diğer el kırıklarını çalışmaya dahil etmedik.

Elin kişiye sağladığı yarar fonksiyonel yeterlilik esas alınarak belirlenir. Hangi yöntem uygulanırsa uygulansın metakarp kırıklarında fonksiyonel değerlendirilmede parmak hareket açıklığı esas alınır [3]. Metakarp kırıklarından sonra yapışıklık gelişmesi ve buna bağlı olarak eklem hareket kaybının ortaya çıkması kötü bir senaryodur. Kaybedilen el fonksiyonların geri kazanılması çok zor bazen imkansız olabilmektedir. Bu nedenle parmak hareketlerinin baştan itibaren korunması çok önemlidir. Erken başlanan eklem hareketi yapışıklıkların önüne geçer, ödemi azaltır ve kas atrofisini engeller. Böylece hem rehabilitasyon süresi kısılır hem de hastanın aktif olarak rehabilitasyon programına katılması sağlanmış olur.

Kömürücü ve ark [16] düşük enerjili ateşli silah yaralanması nedeniyle metakarp ve falanks kırığı gelişen hastalarda plak-vida, eksternal fiksasyon ve tel ile erken fiksasyon uygulamışlar ve sonuçları değerlendirmişlerdir. Yazarlar plak uygulanan grupta eklem hareket açıklığı skorunun anlamlı ölçüde yüksek olduğunu, yetmezliğin ise en fazla tel uygulanan grupta geliştiğini, ayrıca en iyi fonksiyonel sonuçların da plak-vida uygulamasında elde edildiğini bildirmişlerdir.

Mumtaz ve ark [17] 40 hastada yaptıkları çalışmada instabil metakarp ve falanks kırıklarında mini plak uygulayıp 3 yıllık takip sonrası sonuçları bildirmişlerdir. Yazarlar stabil fiksasyon sayesinde komşu eklemlere erken hareket başladıklarını ve hastaların %78,5'inde iyi, %19'unda orta derece ve %2,5'inde kötü sonuç elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda parmak hareketleri total aktif eklem hareket açıklığı (TAEHA) ölçülerek değerlendirildi. Buna göre sonuçlar 8 hastanın 10 metakarpında mükemmel, 2 hastada iyi, 1 hastada orta dereceli olarak değerlendirildi. Orta sonuç aldığımız hastanın verdiğimiz egzersiz programını uygulamadığı anlaşıldı. Tekrar opere edilerek gevşetme uygulandı ve erken hareket başlandı. Eklem hareket açıklığı TAEHA skalasına göre iyi sonuç seviyesine ulaştığı gözlemlendi. Hareket kısıtlılığı dışında (kaynamama, redüksiyon kaybı, sudeck atrofisi vb.) herhangi bir komplikasyonla karşılaşılmadı. Literatürde plak-vida uygulamalarında postoperatif enfeksiyonun sık görülen bir komplikasyon olduğunu bildiren çalışmalar bulunsa da [20] biz hastalarımızda enfeksiyonla karşılaşmadık.

Sonuç olarak metakarp kırıklarında başarılı sonuç alınmasında erken hareket başlamanın önemli bir etken olduğunu düşünürüz. İnstabil, rotasyo-

nel deformiteli, parçalı, çok sayıda metakarpın etkilendiği, kısıklık gelişen ve yumuşak doku yaralanmasının eşlik ettiği kırıklarda mini plakla rijit internal osteosentez uygulamasını ve operasyon sonrası erken dönemde pasif ve aktif eklem hareketlerini içeren rehabilitasyon programına başlanmasını öneriyoruz.

KAYNAKLAR

1. Ada S, Bal E. El Kırıklarının Tedavisi. TOTBİD Derg 2004;3:1-11.
2. Kiliç A, Sökücü S, Basilgan S, et al. Outcomes of four distinct fixation methods in the conservative treatment of fifth metacarpal neck fractures. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg 2012;18:167-170.
3. Nalbantoğlu U, Gereli A, BY Uçar, et al. Treatment of metacarpal fractures with open reduction and low-profile plate and screw fixation. Acta Orthop Traumatol Turc 2008;42:303-309.
4. Frick L, Mezzadri G, Yzem I, et al. Acute carpometacarpal joint dislocation of the long fingers: study of 100 cases. Chir Main 2011;30:333-339.
5. Kömürücü M, Botanlıoğlu H, Kutay Özturan EK. Metakarp Kırıkları. Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci 2006;2:32-36.
6. Gereli A, Nalbantoğlu U, Türkmen M. Sporcularda görülen metakarp ve falanks kırıkları. TOTBİD Derg 2012;1:220-227.
7. Freeland AE, Orbay JL. Extraarticular hand fractures in adults: a review of new developments. Clin Orthop Relat Res 2006;445:133-145.
8. Fufa DT, Goldfarb CA. Fractures of the thumb and finger metacarpals in athletes. Hand Clin 2012;28:379-388.
9. Kamath JB, Vardhan H, Naik DM, et al. Modified bone tie: a new method to achieve interfragmentary compression in unstable oblique metacarpal and phalangeal fractures. Tech Hand Up Extrem Surg 2012;16:42-44.
10. Potenza V, Caterini R, De Maio F, et al. Fractures of the neck of the fifth metacarpal bone. Medium-term results in 28 cases treated by percutaneous transverse pinning. Injury 2012;43:242-245.
11. Lai Z, Shi SY, Wei W, et al. Case-control study on two different methods in the treatment of Bennett fractures. Zhongguo Gu Shang 2011;24:479-481.
12. Bennani A, Zizah S, Benabid M, et al. The intermetacarpal double pinning in the surgical treatment of Bennett fracture (report of 24 cases). Chir Main 2012;31:157-162.
13. Sammer DM. Discussion: Prospective multicenter trial of modified retrograde percutaneous intramedullary Kirschner wire fixation for displaced metacarpal neck and shaft fractures. Plast Reconstr Surg 2012;129:704-706.

14. Lieber J, Härter B, Schmid E, et al. Elastic Stable Intramedullary Nailing (ESIN) of Pediatric Metacarpal Fractures: Experiences with 66 Cases. *Eur J Pediatr Surg* 2012;22:305-310.
15. Sletten IN, Nordsletten L, Husby T, et al. Isolated, extra-articular neck and shaft fractures of the 4th and 5th metacarpals: a comparison of transverse and bouquet (intra-medullary) pinning in 67 patients. *J Hand Surg Eur Vol* 2012;37:387-395.
16. Kömürçü M , Alemdaroğlu B , Kürklü M , et al. Hand-gun injuries with metacarpal and proximal phalangeal fractures: early definitive treatment. *Int Orthop* 2008;32:257-262.
17. Mumtaz MU, Farooq MA, Rasool AA, et al. Unstable metacarpal and phalangeal fractures: treatment by internal fixation using AO mini-fragment plates and screws. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2010;16:334-338.
18. Walter FL, Papandrea RF. A mini external fixator for hand and finger fractures constructed from readily available materials. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2011;15:215-218.
19. Marsland D, Sanghrajka AP, Goldie B. Static monolateral external fixation for the Rolando fracture: a simple solution for a complex fracture. *Ann R Coll Surg Engl* 2012;94:112-115.
20. Pehlivan P, Cilli F, Mahirogullari M, Ozyurek S. Management of Combined Open Fractures of Thumb Metacarpal and Trapezium (Surgical Tip). *Hand*. 2007; 2: 48-50.
21. Afshar R, Fong TS, Latifi MH, et al. A biomechanical study comparing plate fixation using unicortical and bicortical screws in transverse metacarpal fracture models subjected to cyclic loading. *J Hand Surg Eur Vol*. 2012;37:396-401.
22. Ochman S, Vordemvenne T, Paletta J, et al. Experimental fracture model versus osteotomy model in metacarpal bone plate fixation. *ScientificWorldJournal* 2011;11:1692-1698.
18. Fujitani R, Omokawa S, Shigematsu K, Tanaka Y. Comparison of the intramedullary nail and low-profile plate for unstable metacarpal neck fractures. *J Orthop Sci* 2012;17:450-456.
19. Soni A, Gulati A, Bassi JL, et al. Outcome of closed ipsilateral metacarpal fractures treated with mini fragment plates and screws: a prospective study. *J Orthop Traumatol* 2012;13:29-33.
20. Paulus C, Suero EM, Schütz L, et al. Outpatient treatment of metacarpal and phalangeal fractures leads to similar outcomes compared to inpatient treatment. *Z Orthop Unfall* 2011;149:550-553.