



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Humerus cisim kırıklarında minimal invaziv perkütan plak osteosentezi (MIPPO)

Minimal invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) in humeral shaft fractures

Buğra Kundakçı¹, Ömer Sunkar Biçer¹, Gazi Huri², Mustafa Tekin¹, Melih Bağır¹, M.Ali Deveci³, Akif Mirioğlu¹

¹Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Adana, Turkey

²Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Ankara, Turkey

³Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, Turkey

Cukurova Medical Journal 2022;47(2):555-562

Abstract

Purpose: We aimed to evaluate the radiological and functional results of humeral shaft fractures treated with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) in our clinic.

Materials and Methods: Data of 21 humeral shaft fractures of 20 patients treated with MIPPO were evaluated retrospectively. Demographic data, type of injury, fracture classification according to AO classification and fracture location, smoking, radial nerve injury were recorded. Radiographically, the union at 6th month and alignment were evaluated. Objective results were evaluated in terms of shoulder and elbow range of motion. Subjective results were assessed by the American Shoulder and Elbow Society Score (ASES), University of California, Los Angeles (UCLA) score, Mayo Elbow Performance Index (MEPI), the Disability of The Arm, Shoulder and Hand (DASH) Score and Constant Shoulder Score.

Results: The average elbow motion was $131.4^{\circ} \pm 19.8^{\circ}$. The mean ASES and UCLA scores were 88.5 ± 16.4 and 32.1 ± 5.2 , respectively. The mean MEPI and DASH scores were 93.1 ± 11.3 and 11.8 ± 20.0 , respectively, and the Constant score was mean 9.1 ± 15.3 . Nonunion was observed in two patient at 6th month.

Conclusion: We believe that MIPPO is a successful technique for the treatment of humeral shaft fractures with minimal soft tissue damage, intact shoulder and elbow motion function.

Keywords: MIPPO, humeral fractures, minimal invasive surgical procedures, fracture fixation.

Öz

Amaç: Kliniğimizde minimal invaziv perkütan plak osteosentezi (MIPPO) ile tedavi edilen humerus cisim kırıklarının radyolojik ve fonksiyonel sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: MIPPO ile tedavi edilen 20 hastanın 21 humerus cisim kırığına ait verileri retrospektif olarak değerlendirildi. Hastaların demografik verileri, yaralanma şekilleri, AO sınıflaması ve bölgesine göre kırık sınıflaması, sigara kullanımı, radial sinir yaralanması kaydedildi. Radyografik olarak 6. ayda kaynama durumu ve dizilim değerlendirildi. Hastaların son kontrollerinde omuz ve dirsek hareket açıklığı ile objektif, Amerikan Omuz ve Dirsek Derneği (ASES) skoru, California Üniversitesi Los Angeles (UCLA) skoru, Mayo dirsek performans indeksi (MEPI), Kol Omuz El Engellilik (DASH) skoru ve Constant omuz skoru ile subjektif değerlendirme yapıldı.

Bulgular: Hastaların ortalama omuz fleksiyonu $169,5^{\circ} \pm 26,4^{\circ}$, abduksiyonu $169,5^{\circ} \pm 26,4^{\circ}$ idi. Ortalama dirsek hareket arki $131,4^{\circ} \pm 19,8^{\circ}$ bulundu. Ortalama ASES ve UCLA skorları sırasıyla $88,5 \pm 16,4$ ve $32,1 \pm 5,2$, MEPI ve DASH skoru sırasıyla $93,1 \pm 11,3$ ve $11,8 \pm 20,0$, ortalama Constant skoru $9,1 \pm 15,3$ bulundu. İki hastada 6. ayda kaynamama gözlemlendi.

Sonuç: MIPPO yöntemi humerus cisim kırıklarının tedavisinde; minimal yumuşak doku hasarı, korunmuş omuz ve dirsek fonksiyonları ile başarılı bir tekniktir.

Anahtar kelimeler: MIPPO, humerus kırıkları, minimal invaziv cerrahi işlemler, kırık tespiti

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Buğra Kundakçı, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Adana, Turkey E- mail: bugrakundakci@hotmail.com

Geliş tarihi/Received: 30.11.2021 Kabul tarihi/Accepted: 15.03.2022

GİRİŞ

Humerus cisim kırıkları oldukça yaygın görülmekle birlikte, tüm kırıkların yaklaşık % 3'ünü, humerus kırıklarının ise % 20'sini oluşturur ve üretkenlik kaybı ve maddi kayıplarla topluma önemli bir yük getirir^{1,2}. Araç ve motosiklet kullanımı, spor aktivitelerinin insan hayatında daha fazla yer tutması ve artan insan ömrü ile sıklığı artan kırıklardan biri olmuştur³.

Günümüzde hala humerus cisim kırıklarında konservatif tedavi altın standart tedavi yöntemidir⁴. Bununla birlikte bu yöntem yanlış kaynama, kaynamama gibi yetersiz sonuçlara neden olabilmektedir⁵. Cerrahi tedavi; açık kırıklar, politravma hastaları, obez hastalar, kontralateral humerus cisim kırıkları, eşlik eden önkol kırıkları, eşlik eden alt ekstremitte kırıkları ve konservatif tedavide yetersiz dizilim gibi bazı özel durumlarda endikedir⁶. İdeal cerrahi tedavi ile ilgili günümüzde tartışmalar devam etmekte birlikte, minimal invaziv cerrahi, diğer seçenekler olan intramedüller çivi ve konvansiyonel plaklamaya göre daha biyolojik ve tercih edilebilir bir tespit yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır⁷.

Birçok yazar açık redüksiyon ve internal fiksasyonun güvenilir bir yöntem olduğunu ileri sürmektedir. Dirsek ve omuz fonksiyonlarını etkilemese de bu teknik ile yumuşak doku yaralanması ve periosteal kan dolaşımının bozulması, kaynamama ve iyatrojenik radial sinir felci görülebilmektedir⁸. İlk olarak femur kırıkları için tanımlanan MIPPO tekniği günümüzde humerus kırıkları için de kullanılan yenilikçi bir yöntemdir ve klasik açık cerrahi yöntemlere göre, daha az yumuşak doku diseksiyonu, daha düşük kaynamama oranları ve daha düşük iyatrojenik radial sinir paralizisi riski vardır^{9,10}. Omuz ve distal humerus girişli tasarımları olan diğer bir minimal invaziv cerrahi yöntem de intramedüller humerus çivisidir. Plak uygulamalarında omuz ve dirsek eklemine daha az müdahale edildiği için, intramedüller çivi tekniğine göre daha yüksek postoperatif hareket sağlanmaktadır¹¹.

MIPPO yöntemi, birçok avantajı olmasına rağmen önemli damar sinir yapılarına yakınlığı ve anatomik engeller ve kapalı redüksiyon zorluğu nedeniyle ortopedi cerrahlarının çekindiği bir yöntemdir. Bu tekniğin, sanılanın aksine oldukça güvenli bir yöntem olduğunu, enfeksiyon ve kaynamama oranlarının düşük olduğunu ve fonksiyonel olarak yüz güldürücü olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamızın amacı, minimal invaziv perkütan plak osteosentezi

(MIPPO) ile tedavi edilen humerus cisim kırıklarının radyolojik ve fonksiyonel sonuçlarını incelemek, tedavi etkinliğini ve güvenliliğini araştırmak ve bu konuda literatüre katkı sağlamaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Tıpta uzmanlık tezinden yapılan bu çalışma için 6 Ekim 2017 tarihinde T.C. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 69/1 sayılı kararı ile araştırma etiği yönünden uygunluk alınmıştır. Çalışmamıza Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi Acil Servisine ya da Ortopedi Travmatoloji Polikliniğine Ekim 2010-Temmuz 2017 tarihleri arasında herhangi bir travmayla başvurmuş hastaların içinden, kliniğimizde MIPPO yöntemi ile tedavi edilen, humerus cisim kırığı hastaları alındı. Hastaların değerlendirilmesi hasta dosyalarından ve radyolojik görüntülemelerinden retrospektif olarak yapıldı ve 3. ve 6. aylarda kaynama durumu değerlendirildi, ayrıca fonksiyonel değerlendirme için hastalar son kontrole çağırıldı.

Örneklem

Çalışmamızda dijital ameliyat kayıt sistemimizden humerus cisim kırığı nedeniyle opere edilen hastalar taranarak 67 hasta verilerine ulaşılmıştır. Bu hastalar arasından kemik gelişimini tamamlamayan hastalar, humerus kırığı için; açık redüksiyon yapılan hastalar, plak yerleşimi anterior olmayan hastalar, intramedüller çivi ve eksternal fiksator ile tedavi edilen hastalar, açık kırığı ve patolojik kırığı olan hastalar ve radial sinir eksplorasyonu yapılan hastalar çalışmamızdan dışlanmıştır. Son değerlendirme sırasında kalan 26 hastanın 27 humerusu içerisinde; beş hasta ölüm nedeniyle, 1 hasta brakial pleksus yaralanması nedeniyle, fonksiyonel değerlendirme yapılamayacağı için çalışmamızdan dışlanmıştır. Çalışmamıza 16 yaş üzerinde, kemik gelişimini tamamlamış, MIPPO yöntemi ile kapalı redüksiyon ve anterior plak uygulaması yapılan kapalı humerus cisim kırığı hastaları dahil edilmiştir. Kriterlere uyan 20 hastanın 21 humerusu değerlendirmeye alınmıştır.

Uygulama

Hastaların 13'ünde (%65) çoklu travma nedeniyle yoğun bakım yatışı bulunmaktaydı. Bu 20 hastanın 10'unda (%50) cerrahi endikasyon olarak eşlik eden alt ekstremitte kırığı vardı. 6 hastada (%30) kontrollerde pozisyon kaybı, 1 hastada (%5)

segmental kırık, 1 hastada (%5) obeziteye bağlı konservatif tedavide uygun dizilim sağlanamaması, 1 hastada (%3,8) bilateral humerus cisim kırığı olması, 1 hastada (%3,8) yüzen dirsek cerrahi endikasyon olarak belirlendi. Ameliyatlar iki ayrı cerrah tarafından yapılmıştır.

Hastalarda ameliyat öncesi dönemde, ameliyat sırasında ve ameliyat sonrası 1 yıllık dönemde komplikasyon oluşup oluşmadığı, radyolojik olarak kaynama durumu, radial sinir hasarı varlığı ve kırık hattında açılma miktarı retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Komplikasyonlar ve radial sinir hasarı varlığı hasta dosyaları taranarak elde edilmiştir. Radyolojik değerlendirme iki ortopedi uzmanı tarafından yapılmıştır. En az 3 planda kallus görülmeyen ve klinik olarak ağrısı olduğu belirtilen hastalarda kaynama yetersiz kabul edilmiştir.

Fonksiyonel değerlendirme ölçekleri

Hastalar 2017-2018 yılları arasında kontrole çağınarak son muayeneleri yapılmış, bu kontrollerde omuz ve dirsek hareket açıklıkları, ağrı olup olmaması, omuz ve dirsek eklemine yönelik fonksiyonel durumları değerlendirilmiştir. Fonksiyonel değerlendirme Türkçe geçerlilikleri de olan; Constant omuz skoru, DASH skoru, MEPI skoru, UCLA omuz değerlendirme skalası, ASES değerlendirme formu kullanılarak yapılmıştır^{12,13,14,15,16}. Değerlendirme bağımsız bir ortopedi uzmanı tarafından yapılmıştır. Constant omuz skoru için >30 değerler kötü, 21-30 arası değerler orta, 11-20 arası değerler iyi, <11 değerler mükemmel sonuç olarak kabul edilmiştir. MEPI skoru için >90 değerler mükemmel, 75-90 arası değerler iyi, 60-74 arası değerler orta, <60 değerler kötü sonuç olarak değerlendirilmiştir. UCLA skoru için >27 değerler iyi, <27 değerler kötü sonuç olarak değerlendirilmiştir.

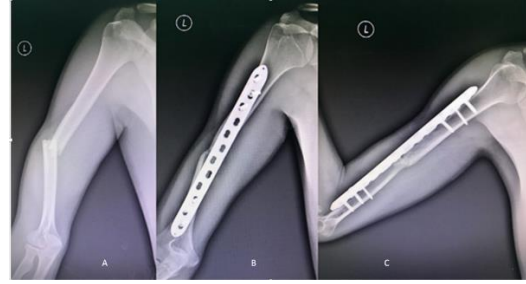
Cerrahi teknik

MIPPO yöntemi için distal ve proksimal olmak üzere 2 anterior insizyon kullanıldı. Proksimal insizyon, deltobicipital aralıktan 3-5 cm uzunluğunda yapıldı. Distal insizyon, distal biceps lateral sınırı boyunca antekübital krizin 5mm proksimaline kadar 3-5 cm uzunluğunda yapıldı (Şekil 1). Muskülökütan sinire dikkat ederek biceps ve brakialis kas aralığı belirlendi, radial sinirden uzak kalmak için önkol supinasyona alındı ve brakialis kası longitudinal olarak açılarak humerus anterior kortekse ulaşıldı. Hastaların hepsinde plak olarak 4,5 mm kilitli kompresyon plağı

(LCP) kullanıldı ve anterior kortekse kırık hattı açılmadan yerleştirildi (Şekil 2). Cerrahi sonrası ameliyathanede velpau omuz bandajı uygulandı.



Şekil 1. Distal ve proksimal insizyonlar



Şekil 2 A: Ameliyat öncesi humerus cisim kırığı. B: Ameliyat sonrası dönem ön-arka humerus grafisi. C: Ameliyat sonrası dönem yan humerus grafisi ve anterior yerleşimli LCP plak

İstatistiksel analiz

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS 23.0 (Version 23.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanıldı. Cinsiyet, sigara kullanımı gibi kategorik ölçümler sayı ve yüzde olarak, fonksiyonel skorlamalar gibi sürekli ölçümlerse ortalama ve standart sapma (normal dağılım olan değerlerde ortalama standart sapma, normal dağılımın gözlenmediği verilerde ortanca ve minimum-maksimum kullanılmıştır) olarak özetlendi. Fonksiyonel değerlendirme ve kırık seviyesi karşılaştırılmasında dağılımlar kontrol edildi, parametrik dağılım ön şartı sağlanmadığından Kruskal Wallis testi kullanıldı. Tüm testlerde istatistiksel önem düzeyi 0,05 olarak alındı.

BULGULAR

Çalışmaya alınan hastaların klinik ve demografik özelliklerinin dağılımları incelendiğinde (Tablo 1); 20

hastanın yaş ortalaması $31,7 \pm 18,2$ dir. Hastaların 6'sı (%30) kadın, 14'ü (%70) erkekti. Hastaların 6'sı (%30) sigara kullanıyor, 14'ü (%70) kullanmıyordu. Bir hastanın ilk muayenesinde radial sinir arazi mevcuttu.

Tablo 1. Hastaların demografik verileri, kırık sınıflaması ve eşlik eden yaralanmalar

	Cinsiyet	Yaş	Taraf	Yaralanma Şekli	AO Sınıflaması	Eşlik Eden Yaralanmalar
1.	Erkek	19	Sağ	Motosiklet kazası	12A2	Odontoid kırığı
2.	Erkek	20	Sol	Motosiklet kazası	12A3	Sol femur cisim kırığı
3.	Kadın	30	Bilateral	Araç içi trafik kazası	12A3/12B2	Sağ klavikula, skapula, femur cisim, 5. Metakarp kırığı
4.	Erkek	33	Sağ	Araç içi trafik kazası	12B1	Yok
5.	Erkek	26	Sol	Araç içi trafik kazası	12C2	Yok
6.	Erkek	22	Sağ	Araç içi trafik kazası	12B1	Pnömotoraks, bilateral tibia cisim kırığı
7.	Erkek	84	Sol	Basit Düşme	12A3	Yok
8.	Erkek	41	Sol	İş kazası	12A3	Hemotoraks, T9-T10 vertebra burst kırığı
9.	Erkek	17	Sol	Motosiklet kazası	12A3	L2 vertebra burst kırığı, sol femur cisim kırığı
10.	Kadın	17	Sağ	Araç dışı trafik kazası	12B2	Kafa travması, küneiform kırığı
11.	Erkek	49	Sağ	İş kazası	12C1	Yok
12.	Kadın	33	Sol	Yüksekten düşme	12A3	Yok
13.	Kadın	42	Sağ	Araç içi trafik kazası	12B1	Yok
14.	Erkek	17	Sol	Motosiklet kazası	12A3	Mandibula kırığı
15.	Erkek	16	Sağ	Araç içi trafik kazası	12A3	Kafa travması, maksilla kırığı
16.	Erkek	16	Sol	Motosiklet kazası	12A3	Kafa travması, maksilla ve zigoma kırığı, sol ön kol çift kemik kırığı, sol femur cisim kırığı
17.	Kadın	42	Sol	Araç içi trafik kazası	12A3	Sol suprakondiler femur kırığı
18.	Erkek	28	Sol	Araç dışı trafik kazası	12B1	Sağ patella kırığı
19.	Erkek	17	Sağ	Araç içi trafik kazası	12A2	Yok
20.	Kadın	66	Sağ	Basit Düşme	12C1	Yok

AO- Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (kırıkların tespiti için çalışma grubu)

Tablo 2. Hastaların Etkilenen Üst Ekstremitelerinin Fonksiyonel Bulguları

	n	Ortalama	Ortanca Değer	Min-Maks
Constant Skoru	21	$9,1 \pm 15,3$	2,0 (13)	0-57
DASH Skoru	21	$11,8 \pm 20,0$	2,5 (7,1)	0-70,8
MEPI Skoru	21	$93,1 \pm 11,3$	100 (15)	65-100
UCLA Skoru	21	$32,1 \pm 5,2$	34 (3)	16-35
ASES Skoru	21	$88,5 \pm 16,4$	98,3 (21,7)	41,6-100
Omuz Fleksiyon	21	$169,5 \pm 26,4$	180 (0)	90-180
Omuz Abdüksiyon	21	$169,5 \pm 26,4$	180 (0)	90-180
Dirsek Hareket Arkı	21	$131,4 \pm 19,8$	140 (5)	60-140

*n: sayı, †Min-Maks: minimum-maksimum, ‡DASH: Kol, omuz ve el engelliliği, §MEPI: Mayo dirsek performans indeksi, ||UCLA: California Üniversitesi Los Angeles, ¶ASES: Amerikan omuz ve dirsek derneği.

Hastaların üst ekstremitte fonksiyonel skorlamaları; Constant Skoru ($9,1 \pm 15,3$), DASH Skoru ($11,8 \pm 20,0$), MEPI Skoru ($93,1 \pm 11,3$), UCLA Skoru ($32,1 \pm 5,2$), ASES Skoru ($88,5 \pm 16,4$) bulundu. Hastaların ortalama omuz ve dirsek eklem hareket açıklıkları şu şekilde tespit edildi; omuz fleksiyonu ($169,5^\circ \pm 26,4$), omuz abduksiyonu ($169,5^\circ \pm 26,4$), dirsek hareket arki ($131,4^\circ \pm 19,8$) bulundu (Tablo 2). Constant omuz skorunda; 15 üst ekstremitede (%71,4) mükemmel, 3 üst ekstremitede (%14,3) iyi, 1

üst ekstremitede (%4,8) orta ve 2 üst ekstremitede (%9,5) kötü sonuçlar elde edildi. MEPI skorunda; 14 üst ekstremitede (%66,7) mükemmel, 5 üst ekstremitede (%23,8) iyi, 2 üst ekstremitede (%9,5) orta sonuçlar elde edildi, hiç kötü sonuç yoktu. UCLA Skoru; 18 üst ekstremitede (%90,5) iyi, 2 üst ekstremitede (%9,5) kötü sonuçlar elde edildi.

Cerrahi sırasında hiçbir hastada radial sinir explore edilmedi ve sinir hasarı gelişmedi. Preoperatif dönemde radial sinir paralizisi olan bir hasta takip

sonrası tam olarak iyileşti. Hiçbir hastada enfeksiyon ya da implant yetmezliği izlenmedi. Hastaların çekilen grafilerinde 2 humerusta 10° varus, 2 humerusta 5° varus, 3 humerusta 5° valgus pozisyonu izlenirken, 14 humerusta koronal planda açılma izlenmedi. Hiçbir hastada sagittal planda açısal deformite veya rotasyonel yanlış dizilim yoktu, 4 hastada 3. ay kontrollerinde kaynama yetersiz izlendi.

Kaynama gecikmesi olan hastalardan 2'sinde 6.ay, 3.'sünde 9. ay kontrollerinde ek girişim olmadan kaynama sağlandı, kaynama sağlanamayan hasta önerilen ek girişimleri reddetti. Çalışmaya dahil edilen humeruslarda kırık bölgesinin fonksiyonel skorlara ve eklem hareket açıklıklarına etkisi araştırıldı, ancak istatistiksel anlamlı bir ilişki saptanmadı (Tablo 3).

Tablo 3. Hastaların Klinik Sonuç ve Kırık Bölgesi İlişkisi Dağılımı

	Distal (n=4)	Orta (n=14)	Proksimal (n=20)	
	Ortanca değer	Ortanca değer	Ortanca değer	p
Constant Skoru	5,5	2,0	1,0	0,639
DASH Skoru	5,9	2,5	3,0	0,785
MEPI Skoru	85,0	100,0	92,5	0,702
UCLA Skoru	34,0	34,0	33,0	0,836
ASES Skoru	80,0	100,0	99,2	0,503
Omuz fleksiyon	180,0	180,0	180,0	0,539
Omuz abduksiyon	180,0	180,0	180,0	0,539
Dirsek hareket arki	140,0	140,0	140,0	0,618

*p: Kruskal Wallis test, †n: sayı, ‡DASH: Kol, omuz ve el engelliliği, §MEPI: Mayo dirsek performans indeksi, ||UCLA: California Üniversitesi Los Angeles, ASES: Amerikan omuz ve dirsek derneği.

TARTIŞMA

Humerus cisim kırıklarının tedavisinde en çok tercih edilen tedavi yöntemi konservatif tedavidir^{4,17}. Bununla birlikte, tüm humerus cisim kırıkları, konservatif tedavi için uygun değildir. Cerrahi tedavi için mutlak ve göreceli endikasyonlar tanımlanmıştır. Literatürde fonksiyonel ve cerrahi tedavi sonuçları ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır, fakat bu iki yöntemi karşılaştıran çalışma sayısı sınırlıdır¹⁸.

Humerus cisim kırıklarının açık redüksiyon internal tespiti, humerus cisim kırıklarının cerrahi tedavisinde standart kabul edilmekteydi. Bu tedavi şekli üzerine geniş bir derleme, %88 ile %100 arasındaki iyileşme oranları bildirmektedir, fakat yüksek oranlarda iyatrojenik radial sinir yaralanması ve olguların %3-7'sinde enfeksiyon bildirilmiştir^{19,20,21}. Geniş yumuşak doku diseksiyonu ile açık redüksiyon ve plak tespiti, belirtildiği gibi yüksek komplikasyon oranlarına açıktır. Minimal invaziv perkütan plak osteosentezi, humerus cisim kırıklarında daha az yumuşak doku hasarına neden olarak kaynamayı hızlandırmak, enfeksiyon ve iyatrojenik radial sinir felci gibi komplikasyonları azaltmak için geliştirilmiş ve son yıllarda hızla yaygınlaşmıştır¹⁷.

Humerus cisim kırığı ile ilgili yapılan geniş epidemiyolojik çalışmalarda en sık neden %60'larda basit düşmedir, trafik kazalarına bağlı kırıklar %17 ile görece seyrek görülmektedir^{3,4,22}. Bizim çalışmamızda

bu durumun aksine çalışmaya alınan hastaların %47'sini trafik kazaları oluştururken, sadece %11'ini basit düşmeler oluşturmaktadır. Bu durum, büyük oranda mutlak cerrahi endikasyon almış, yüksek enerjili travma geçirmiş hastaları opere etmemizden kaynaklanıyor olabilir. MIPPO yapılan birçok çalışmada bu oranlar, çalışmamızla paralellik göstermektedir^{9,18}.

İyatrojenik radial sinir felci, humerus açık redüksiyon ve plak tespitinde %0-12 oranında görülür^{23,24}. Anterior yaklaşım ile yapılan MIPPO yönteminde ise radial sinir için daha az yaralanma riski bulunmaktadır. Livani ve arkadaşları, Jiang ve arkadaşları, Benegas ve arkadaşları, Numbela ve arkadaşları, Ziran ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalarda iyatrojenik radial sinir felci görülmezken, Pospula ve arkadaşlarının, Huri ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalarda kısa sürede düzelen birer iyatrojenik radial sinir felcine rastlanmıştır^{17,25,26,27,28,29}. Bu durum kapalı redüksiyon sırasındaki manipülasyondan kaynaklanabilir. Apivatthakakul ve arkadaşları, humerus cisim kırıklarının tedavisinde anterior yaklaşımlı MIPPO yönteminde; önkol tam supinasyonda iken plağın lateral sınırı ile radial sinir arasında ortalama 3,2 mm'lik bir mesafe olduğunu ortaya koymuş ve bu tekniğin radial sinir açısından güvenilirliğini göstermiştir¹⁰. Bizim çalışmamızda iyatrojenik sinir

yaralanması olmamış ve bu görüşle paralellik göstermiştir.

Uzun kemik kırıklarında uygulanan MIPPO'nun sık görülebilecek bir komplikasyonu hatalı dizilimdir. Concha ve arkadaşları çalışmasında ortalama 4° varus ve 7 hastada 10°'nin üzerinde varus, Jiang ve arkadaşlarının çalışmasında olguların %95'inde 5°'nin altında açılanma, Numbela ve arkadaşlarının çalışmasında olguların %72'sinde 5°'den daha az açılanma bulunmuş, Pospula ve arkadaşlarının çalışmasında olgularda 15°'nin üzerinde açılanma olmadığı belirtilmiştir^{19,25,28,30}. Çalışmamızda en fazla 10° olmak üzere 3 humerusta varus açılanması mevcuttu, 3 humerusta ise 5° valgus açılanması mevcuttu. Humerus, 20°'ye kadar olan koronal plan açılanmalarını dahi işlev kaybı olmaksızın tolere edebilmektedir³¹. Bu değerler oldukça küçük değerler olduğu için, omuz ve dirsek fonksiyonlarını etkilememekte, hastalarda kozmetik görünüm açısından problem oluşturmamaktadır. Çalışmamızda rotasyonel dizilim bozukluğu olmamıştır. Fjalestad ve arkadaşları, fonksiyonel breys tedavisini değerlendirdiği çalışmasında %38 oranında dış rotasyon kaybı bulmuşlardır³². Bu dış rotasyon kaybı ciddi fonksiyonel problemlere neden olmasa da MIPPO yönteminin konservatif tedaviye bir üstünlüğü kabul edilebilir.

MIPPO yönteminin açık redüksiyon plak tespit yöntemine göre en önemli avantajlarından biri, kırık iyileşmesini hızlandıran, enfeksiyon oranını düşüren yumuşak dokuyu ve periostal dolaşımı koruyan bir yöntem olmasıdır. Çalışmamızda yumuşak dokuya bağlı yara problemi ya da enfeksiyon görülmezken, 4 hastada 3. ayda yetersiz kaynama mevcuttu. Bu hastalardan 2'sinin kırıkları AO sınıflamasına göre parçalı segmentli kırıklar (12C3) kategorisindeydi ve 6. ayda kaynama sağlandı. Diğer iki hasta ise sigara kullanıcısıydı. Birinde ilerleyen dönemde kaynama sağlandı. Sonuçta nonunion gelişen tek hasta 85 yaşında, sigara için, koroner arter hastalığı ve KOAH'ı olan, periferik dolaşımı bozuk bir hastaydı. Livani ve arkadaşlarının çalışmasında 15 hastada 1, Concha ve arkadaşlarının çalışmasında 35 hastada 1, Jiang ve arkadaşlarının çalışmasında 19 hastada 2, Oh ve arkadaşlarının çalışmasında 29 hastada 1 kaynamama gelişmiştir^{17,19,25,33}. Jiang ve arkadaşlarının çalışmasında yüksek enerjili travma nedeniyle oluşan parçalı kırıkların kompleks doğası göz önüne alındığında, görece artmış kaynamama oranlarının ve kaynama gecikmesinin kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir²⁵. Bizim çalışmamızda da

kaynaması geciken iki hastanın parçalı kırık olması bu çalışmayla benzerlik göstermektedir. Literatürde açık yöntemle %12'ye ulaşan kaynamama oranları belirtilmiştir¹⁹. Zhiquan ve arkadaşlarının karşılaştırmalı çalışmasında MIPPO yönteminde kaynama süresi ortalama 15 hafta, açık cerrahi yönteminde ortalama 21 hafta bulunmuştur¹⁴.

Dirsek hareket açıklığı ile ilgili literatüre baktığımızda; Concha ve arkadaşlarının çalışmasında ortalama 114°, Jiang ve arkadaşlarının çalışmasında 119°, Ziran ve arkadaşlarının çalışmasında 129°, Livani ve arkadaşlarının çalışmasında 134°, Zhiquan ve arkadaşlarının çalışmasında 133°, Huri ve arkadaşlarının çalışmasında 134° dirsek hareket açıklığı bulunmuştur^{9,17,19,25,27,29}.

Çalışmamıza katılan hastaların son takiplerinde dirsek hareket arki ortalaması literatürle benzer şekilde başarılı ve 131,4° bulunmuştur. Dirsek fonksiyonlarını değerlendiren MEPI Skoru ortalama 93,1 bulundu. 14 mükemmel, 5 iyi, 2 orta sonuç mevcuttu. Benzer şekilde MEPI Skoru Oh ve arkadaşlarının çalışmasında (97,6), Huri ve arkadaşlarının çalışmasında (93,6), Jiang ve arkadaşlarının çalışmasında (99,4) bulunmuştur^{25,29,33}. Çalışmamızda MEPI skoru orta olan bir hastada hareket arki 60° izlendi. Bu hastada kafa travması ve beyin parankim hasarı nedeniyle uzun süreli yoğun bakım yatış öyküsü ve eşlik eden ön kol çift kemik kırığı mevcuttu. Hastanın takiplerinde dirsek ve kalça eklemlerinde heterotopik ossifikasyon gelişti ve bu duruma bağlı olarak kısıtlanmış dirsek hareketi görüldü. MEPI skoru kötü olan diğer hasta kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), koroner arter hastalığı ve periferik arter hastalığı olan ve kaynamama gelişen hastaydı, geçmeyen ağrıya bağlı olarak görece düşük dirsek fonksiyonu elde edildi. Bu iki hasta dışında son derece iyi sonuçlar elde etmiş bulunmaktayız.

Omuz fleksiyonu; Huri ve arkadaşlarının çalışmasında 163,9°, Jiang ve arkadaşlarının çalışmasında 164°, Kobayashi ve arkadaşlarının çalışmasında 180° ölçülmüştür^{25,29,34}. Bizim çalışmamızda ortalama omuz fleksiyon ve abduksiyonu 169,5° ölçüldü. UCLA omuz değerlendirme skalası ortalama 34 bulundu, 19 iyi, 2 kötü sonuç elde edildi. Huri ve arkadaşlarının çalışmasında UCLA skoru (31,8), Zhiquan ve arkadaşlarının çalışmasında (34,7) bulunmuştur^{9,29}.

İntrameduller çivilerde giriş yerine göre dirsek veya omuz hareketlerinde kısıtlılık olabilmektedir.

Chapman ve arkadaşlarının çalışmasında çivi tespit yapılan hastaların %29'unda omuz impingement problemi görülmüş, plak tespiti yapılan hastalarda ise bu oran %4 bulunmuştur³⁵. Yuan ve arkadaşlarının intramedüller çivi ve MIPPO yöntemini karşılaştırdığı çalışmasında kaynama ve sinir fonksiyonlarında anlamlı fark olmadığı fakat MIPPO yöntemiyle daha iyi omuz ve dirsek fonksiyonları elde edildiği görülmüş³⁶.

Çalışmamızda, olgu sayısının azlığı, kontrol grubunun olmayışı, cerrahi işlemin iki cerrah tarafından uygulanması, hastaların belirlenen tarihlerde düzenli olarak kontrole gelmemesine bağlı kaynama zamanının net olarak belirlenememesi olmak üzere bazı kısıtlılıklar vardı. Daha büyük örneklemli çalışmalar ve randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, bu çalışmada MIPPO tekniğinin, humerus cisim kırıklarının cerrahi tedavisinde stabil fiksasyon, minimal yumuşak doku hasarı, korunmuş omuz ve dirsek fonksiyonu, düşük iyatrojenik radial sinir hasarı riski ile başarılı ve güvenli bir cerrahi tedavi yöntemi olduğunu düşünmekteyiz.

Yazar Katkıları: Çalışma konsepti/Tasarımı: ÖSB, BK; Veri toplama: BK, AM; Veri analizi ve yorumlama: MT, MB; Yazı taslağı: BK, ÖSB; İçeriğin eleştirel incelenmesi: ÖSB, MT, AM; Son onay ve sorumluluk: BK, ÖSB, GH, MT, MB, MAD, AM; Teknik ve malzeme desteği: BK; Süpervizyon: GH, MAD; Fon sağlama (mevcut ise): yok.

Etik Onay: Bu çalışma için Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulundan 06.10.2017 tarih ve 69/1 sayılı kararı ile etik onay alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

Author Contributions: Concept/Design : ÖSB, BK; Data acquisition: BK, AM; Data analysis and interpretation: MT, MB; Drafting manuscript: BK, ÖSB; Critical revision of manuscript: ÖSB, MT, AM; Final approval and accountability: BK, ÖSB, GH, MT, MB, MAD, AM; Technical or material support: BK; Supervision: GH, MAD; Securing funding (if available): n/a.

Ethical Approval: For this study, ethical approval was obtained from the Non-Interventional Ethics Committee of Çukurova University Faculty of Medicine by its decision No. 69/1 dated 06.10.2017.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Financial Disclosure: Authors declared no financial support

KAYNAKLAR

- Walker M, Palumbo B, Badman B, Brooks J, Gelderen JV, Mighell M. Humeral shaft fractures: a review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20:833-4.
- Igbigbi PS, Manda K. Epidemiology of humeral fractures in Malawi. *Int Orthop.* 2004;28:338-1.
- Tytherleigh-Strong G, Walls N, McQueen MM. The epidemiology of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80:249-3.
- Sarmiento A, Zagorski JB, Zych GA, Latta LL, Capps CA. Functional bracing for the treatment of fractures of the humeral diaphysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:478-6.
- Toivanen JA, Nieminen J, Laine HJ, Honkonen SE, Järvinen MJ. Functional treatment of closed humeral shaft fractures. *Int Orthop.* 2005;29:10-3
- Epps CH Jr, Grant RE. Fractures of the shaft of the humerus. In: Rockwood CA Jr, Green DP, Bucholz RW, editors. *Rockwood and Green's fractures in adults.* 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams; 1991.
- Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84:1093-110.
- Brumback RJ, Bosse MJ, Poka A. Intramedullary stabilization of humeral shaft fractures in patients with multiple trauma. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68:960-9.
- Zhiqian A, Bingfang Z, Yeming W, Chi Z, Peiyan H. Minimally invasive plating osteosynthesis (MIPO) of middle and distal third humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma.* 2007;21:628-33.
- Apivatthakakul T, Arpornchayanon O, Bavornratanavech S. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of the humeral shaft fracture. Is it possible? A cadaveric study and preliminary report. *Injury.* 2005;36:530-8.
- Bhandari M, Devereaux PJ, McKee MD, Schemitsch EH. Compression plating versus intramedullary nailing of humeral shaft fractures-a meta-analysis. *Acta Orthop.* 2006;77:279-84.
- Çelik D. Turkish version of the modified Constant-Murley score and standardized test protocol: reliability and validity. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2016;50:69-75
- Düger T, Yakut E, Öksüz Ç, Yörükhan S, Bilgütay BS, Ayhan Ç et al. Kol, omuz ve el sorunları (Disabilities of the arm, shoulder and hand – DASH) anketi Türkçe uyarlamasının güvenilirliği ve geçerliliği. *Fizyoterapi Rehabilitasyon.* 2006;17:99-107
- Çelik D. Psychometric properties of the Mayo Elbow Performance Score. *Rheumatol Int.* 2015;35:1015-20
- Özcan A, Tulum Z, Bacakoğlu K. Omuz sıkışma sendromunda fonksiyonel durum ve yaşam kalitesi ölçekleri arasındaki ilişki. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2003;37:219-25
- Çelik D, Atalar AC, Demirhan M, Dirican A. Translation, cultural adaptation, validity and reliability of the Turkish ASES questionnaire. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21:2184-9
- Livani B, Belangero WD. Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures. *Injury.* 2004;35:587-95.
- Matsunaga FT, Tamaoki MJS, Matsumoto MH, Netto NA, Faloppa F, Belloti JC. Minimally invasive

- osteosynthesis with a bridge plate versus a functional brace for humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99:583-92.
19. Concha JM, Sandoval A, Streubel PN. Minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures: are results reproducible? *Int Orthop.* 2010;34:1297-305.
 20. Jawa A, McCarty P, Doornberg J, Harris M, Ring D. Extra-articular distal-third diaphyseal fractures of the humerus. A comparison of functional bracing and plate fixation. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:2343-7.
 21. Singiseti K, Ambedkar M. Nailing versus plating in humerus shaft fractures: a prospective comparative study. *Int Orthop.* 2010;34:571-6.
 22. Ekholm R, Adami J, Tidermark J, Hansson K, Törnkvist H, Ponzer S. Fractures of the shaft of the humerus. An epidemiological study of 401 fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:1469-73.
 23. Bell MJ, Beauchamp CG, Kellam JK, McMurtry RY. The results of plating humeral shaft fractures in patients with multiple injuries. The Sunnybrook experience. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67:293-6.
 24. Shao YC, Harwood P, Grotz MR, Limb D, Giannoudis PV. Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:1647-52.
 25. Jiang R, Luo CF, Zeng BF, Mei GH. Minimally invasive plating for complex humeral shaft fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007;127:531-5.
 26. Benegas E, Neto AAF, Gracitelli MEC, Malavolta EA, Assuncao JH, Prada FDS et al. Shoulder function after surgical treatment of displaced fractures of the humeral shaft. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23:767-74.
 27. Ziran BH, Belangero W, Livani B, Pesantez R. Percutaneous plating of the humerus with locked plating: technique and case report. *J Trauma.* 2007;63:205-10.
 28. Pospula W, Abu Noor T. Percutaneous fixation of comminuted fractures of the humerus: Initial experience at Al Razi Hospital, Kuwait. *Med Princ Pract.* 2006;15:423-6.
 29. Huri G, Biçer ÖS, Öztürk H, Deveci MA, Tan İ. Functional outcomes of minimal invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) in humerus shaft fractures: a clinical study. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2014; 48:406-12.
 30. Numbela BX, Aceves LH, Gonzalez AB, Castro CT. Minimally invasive surgery in diaphyseal humeral fractures with helicoidal plate. One year result in seven patients. *Acta Ortop Mex.* 2007; 21:239-46.
 31. Klenerman L. Experimental fractures of the adult humerus. *Med Biol Eng.* 1969;7:357-64.
 32. Fjalestad T, Strömsøe K, Salvesen P, Rostad B. Functional results of braced humeral diaphyseal fractures; why do 38% lose external rotation of the shoulder? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2000;120:281-5.
 33. Oh CW, Byun YS, Oh JK, Kim JJ, Jeon IH, Lee JH et al. Plating of humeral shaft fractures: Comparison of standard conventional plating versus minimally invasive plating. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012;98,54-60.
 34. Kobayashi M, Watanabe Y, Matsushita T. Early full range of shoulder and elbow motion is possible after minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma.* 2010;24:212-6.
 35. Chapman JR, Henley MB, Agel J, Benca PJ. Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: intramedullary nails versus plates. *J Orthop Trauma.* 2000;14:162-6.
 36. Yuan H, Wang R, Zheng J, Yang Y. Comparison between intramedullary nailing and minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis in treatment of humeral shaft fractures. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2019;29:942-5.