

Kilitli Humerus Plağı ile Osteosentez Uyguladığımız 60 Yaş Üstü Proksimal Humerus Kırıklı Hastalarımızın Sonuçları

Results of Our Patients with Proximal Humerus Fractures above 60 Years of Age, in which We Applied Osteosynthesis with Locked Humerus Plate

Bülent Kılıç, Mustafa Çalışkan, Anıl Agar, Deniz Gülabi

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Küçükçekmece/İstanbul/Türkiye

Özet

Amaç: 60 yaş üstü hastalarda proksimal humerus kırığının (PHK) tedavisi konusunda tartışmalar vardır. Özellikle parçalı ve ileri deplasmanlı kırıklar için cerrahi düşünülmelidir. İleri yaşta dolayı oluşan osteoporoz gibi faktörlerden dolayı, kemik tutulumu iyi olan kilitli proksimal humerus plakları tercih edilmektedir. Çalışmamızda 60 yaş üstü PHK'ları için uyguladığımız kilitli proksimal humerus plaklarının sonuçlarını inceledik.

Gereç ve Yöntem: 60 yaş üstü PHK'lı hastalar çalışmaya alınmıştır. Hastalara, deltopektoral insizyonla açık redüksiyon ve kilitli proksimal humerus plağı ile osteosentez uygulandı. Hastalar radyolojik ve klinik olarak en az 1 yıl takip edilmiştir. 1.yıldan sonra, hastalarımız Constant-Murley omuz skorlamasına (CMOS) göre değerlendirilmiştir ve komplikasyon takipleri yapılmıştır.

Bulgular: Çalışmamıza PHK'lı tarafımızdan opere edilmiş 31 hasta alınmıştır (25 kadın, 6 erkek). Yaş ortalaması 71.22 (62-87) dir. Hastalarımızın; Neer sınıflamasına göre 1'i 1 parçalı, 13'ü 2 parçalı, 12'si 3 parçalı, 5'i 4 parçalı ve 3'ü kırıklı çıkıktır. Ortalama takip süresi:13.9 (12-18) ay. Ortalama kaynama süresi:13.55 hafta (12-20). Ortalama CMOS 49.74 (23-98) olarak bulunmuştur. 70 yaş üstü ve altı olan hastaların CMOS'ları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Neer tip 1,2 ve tip 3,4 hastaların CMOS'ları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Sonuç: 60 yaş üstü PHK'lı hastalarda kilitli humerus plağı uygulamasının komplikasyona açık ve fonksiyonel sonuçları zayıf olduğu için bu hastaların alternatif tedavi seçenekleri de gözönünde bulundurulup ameliyatların ona göre planlanmasının uygun olacağı kanaatindeyiz.

Anahtar Kelimeler: Humerus kırığı; kilitli plak; yaşlı hasta; avasküler nekroz; deltoid atrofisi.

Abstract

Introduction: There is controversy about the treatment of proximal humeral fracture (PHF) in elderly patients. Surgery should be considered especially for comminuted and advanced displacement fractures. Due to factors such as osteoporosis caused by advanced age, locked proximal humeral plates (LPHP) with good bone involvement are preferred. We examined the results of the LPHP that we applied for PHF over 60 years of age.

Materials and Methods: Patients with PHF over the age of 60 were included in the study. Patients underwent open reduction with a deltopectoral incision and osteosynthesis with a LPHP. Patients are followed up for at least 1 year radiologically and clinically. After the first year, our patients were evaluated according to the Constant-Murley shoulder score (CMSS) and complications were followed up.

Results: 31 patients with PHF who were operated on by us were included in our study (25 females, 6 males). The mean age is 71.22 (62-87). Our patients; According to the Neer classification, 1 has 1-part, 13 has 2-part, 12 has 3-part, 5 has 4-part and 3 has fracture-dislocations. Mean follow-up time: 13.9 (12-18) months. Average union time: 13.55 weeks (12-20). The mean CMSS was found to be 49.74 (23-98). There was no significant difference between the CMSS of patients aged above and below 70 years. No significant difference was found between the CMSS of Neer type 1,2 and type 3,4 patients.

Conclusion: Since locked humeral plate application in patients with PCC over 60 years of age is prone to complications and poor functional results, we think that it would be appropriate to plan the surgeries accordingly by considering alternative treatment options for these patients.

Key Words: Humeral fractures; internal fixators; aged patients; humeral head necrosis; deltoid muscle atrophy.

Giriş

Proksimal humerus kırıkları (PHK), yaşlı hastalarda sık görülmektedir ve özellikle ayrışmış kırıklardaki tedavi yaklaşımı konusunda kesin bir yaklaşım yoktur. PHK, tüm kırıkların %5 ini

oluşturur (1). PHK, osteoporoz nedeniyle yaşlı hastalarda en sık görülen 3. kırık tipidir (2,3). PHK'nın büyük çoğunluğu konservatif yöntemlerle tedavi edilebilmektedirler (4-6). Neer kendi sınıflamasına göre; 2 ana kırık parçası arasındaki açılma $> 45^\circ$ veya deplasman > 1

*Sorumlu Yazar: Bülent Kılıç Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Atakent Mahallesi, Turgut Özal Bulvarı, No:46/1, 34303 Küçükçekmece/İstanbul. Tel: 0212 404 15 00, E-mail: drbulentk@hotmail.com Orcid: Bülent Kılıç 0000-0001-8101-804X, Mustafa Çalışkan 0000-0003-4426-844X, Anıl Agar 0000-0003-2344-7801, Deniz Gülabi 0000-0002-4131-7536

Geliş Tarihi:18.05.2021, Kabul Tarihi:23.11.2021

cm, geçtiği takdirde cerrahi tedavi uygulamasını önermiştir (7). PHK'nda açık redüksiyon ve plak-vida osteosentezi endikasyonları; 2-3-4 parçalı, baş veya tüberosit deplasmanı ile beraber olan kırıklardır (8). Yeterli fiksasyon ve redüksiyon sağlanamayan parçalı kırıklarda, başın dolaşımının bozulduğu kırıklarda, başın parçalanmasına bağlı olarak rekonstrüksiyonu zor kırıklarda primer artroplastı önerilmektedir (9). İlerleyen yaşla birlikte, kemik kalitesinde azalma oldukça, implantların kemik tutulumu tecrübelerimize göre güçleşmektedir. Kilitli plaklar kullanıma girdikten sonra, proksimal humerus kırıklarında sık tercih edilmişlerdir, ancak avasküler nekroz (AVN), vida migrasyon sorunları gibi komplikasyonları fazladır (10-12). Çalışmamızda; proksimal humerusta, kilitli spongiöz vidalarıyla tutunum sağlayan humerus plağının, 60 yaş üstü hastalardaki uygulama sonuçlarını ortaya koymayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Çalışmamıza, Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından, KAEK/2021.05.161 karar no ile etik kurul onayı verilmiştir. Hastanemiz acil servisine başvuran ve PHK nedeniyle kilitli plak ile osteosentez uygulanan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Altmış yaşının altındaki hastalar, aynı ekstremitede önceden geçirilmiş kırığı bulunan hastalar, multiple kırıklı hastalar ve rutin poliklinik takiplerine gelmeyen hastalar çalışma dışında bırakılmıştır. Hastalar, hastaneye yatırımlarının ardından genel durumları ve medikal kondisyonlarının müsaade ettiği en kısa zamanda opere edilmiştir. Cerrahi işlemde hastalarımız genel anestezi altında, beach-chair pozisyonunda, skopi altında ve deltopektoral insizyon kullanılarak opere edilmiştir. Tüm hastalarımıza profilaktik i.v. sefazolin sodium uygulanmıştır. Hastalarda cerrahi işlemde deltoid kası ve damar-sinir paketleri korunmuştur. Kırık fragmanlarının kan dolaşımına zarar vermemek için, skopi ile redüksiyon sağlandıktan sonra geçici kirschner telleri ile tespit yapılmıştır. Toplam 6 hastada kırık hattına chip allograft ile grefonaj uygulanmıştır. Kilitli proksimal humerus plağı uygun pozisyonda yerleştirildikten sonra; plağın distali kortikal vidalarla tespit edilip, skopi kontrolünde plağın proksimali kilitli vidalarla tespit edilmiştir (Resim 1A,1B,1C). Ameliyat sırasında, tüm vidaların pozisyonları, eklem yüzeyi ve kırık redüksiyonu skopi ile kontrol edilmiştir. Rotator manşet yaralanması olan hastalar için, sutür kullanılarak güçlendirme yapılmıştır. Omuz eklemi hareketleri ve kırık hattının stabilitesi, kontrol edildikten

sonra, 1 adet hemovak dren yerleştirilerek cerrahi sonlandırılmıştır. Tüm hastalarımıza fizyoterapist eşliğinde ameliyat sonrası 2. gün, pasif eklem hareket açıklığı egzersizi başlanmıştır ve ortalama 4.haftadan sonra aktif eklem hareket açıklığı egzersizlerine başlanmıştır. Tüm hastaların 2.hafta, 4.hafta, 6.hafta, 3.ay, 6.ay, 1.yıl ve sonrasında yıllık poliklinik takipleri yapılmıştır. Hastalar Constant-Murley omuz skorlaması (0-55 puan: kötü, 56-70 puan: orta, 71-85 puan: iyi, 86-100 puan: çok iyi); tüm yönlerdeki omuz hareketleri, ağrı ve günlük aktivitelerini yapma durumlarına göre değerlendirilmiştir (13). Değerlendirmeye ameliyattan sonra 1. yılını dolduran hastalar alınmıştır.

İstatistik analiz: Üzerinde durulan özelliklerden sürekli değişkenler için tanımlayıcı istatistikler; Ortalama \pm Standart Sapma olarak ifade edilirken, Kategorik değişkenler için sayı ve yüzde olarak ifade edilmiştir. Hesaplamalar için SPSS (ver:21) istatistik paket programı kullanılmıştır.

Bulgular

2016-2020 yılları arasında acil polikliniğimize müracaat eden 39 hastadan dahil edilme kriterlerine uyan 31 (25 kadın, 6 erkek) proksimal humerus kırıklı hasta çalışmamıza dahil edilmiştir. Hastalarımızın yaş ortalaması 71.22 (62-87) dir. 19 hastamızın sağ ve 12 hastamızın sol humerusunda kırık mevcuttu. Tüm hastalarımıza direkt grafi ve bilgisayarlı tomografi çekilmiştir. Neer sınıflamasına göre; 1 hasta 1 parçalı, 13 hasta 2 parçalı, 12 hasta 3 parçalı, 5 hasta 4 parçalı kırık mevcuttu, ilave olarak 3 hasta fraktür dislokasyon mevcuttu. Hastalarımızın ortalama takip süresi 13.9 (12-18) aydır. Hastalarımızın grafi takiplerine göre, ortalama kaynama süresi 13.55 hafta (12-20) olarak bulunmuştur. 2 (%6.45) hastamızda humerus başında avasküler nekroz gelişmiştir, bu hastalarımız ilave müdahaleyi kabul etmemiştir. 1 (%3.22) hastamızda implantın erken gevşemesi nedeniyle, daha uzun bir kilitli plak ile revizyon yapılmıştır. 1 (%3.22) hastamızda kaynama elde edilemeyince parsiyel omuz protezi ameliyatı uygulanmıştır. Grafi takiplerinde; 4 (%12.9) hastanın diğer omuzlarına göre, humerus boyunlarında kılma, 4 (%12.9) hastada plağın subakromial sıkışmaya sebep olduğu, 5 (%16.12) hastada glenohumeral eklem komşuluğunda heterotrofik ossifikasyon (HO) geliştiği, 4 (%12.9) hastanın plağında kilitli vidanın gevşediği, 3 (%9.67) hastada ameliyat sonrası dönemde humerus başındaki 1 (%3.22) vidanın eklem girdiği, 1 (%3.22) hastada plağın humerusla

Tablo 1: Çalışmaya katılan hastaların demografik bilgileri, kırıklarının Neer sınıflaması, takip ve kaynama süreleri, komplikasyonları, Constant-Murley skorları.

Demografik Bilgiler		Hasta sayısı (n=31)
Yaş	Min-Max (Ortalama)	62-87 (71.22)
Cinsiyet	Erkek/Kadın	6/25
Kırık taraf	Sağ/Sol	19/12
Neer Sınıflamasına Göre Hastalar		
1 parçalı		1
2 parçalı		13
3 parçalı		12
4 parçalı		5
Fraktür dislokasyonlu		3
Takip Süresi	Min-Max (Ortalama)	12-18 (13.9)
Kaynama Süresi	Min-Max (Ortalama)	12-20 (13.55)
Komplikasyonlar		
Humerus başı avasküler nekrozu	Sayı(Yüzdesi)	2 (%6.45)
İmplant gevşemesi	Sayı(Yüzdesi)	1 (%3.22)
Kaynamama	Sayı(Yüzdesi)	1 (%3.22)
Humerus boyun kısalması	Sayı(Yüzdesi)	4 (%12.9)
Plağa bağlı subakromial sıkışma	Sayı(Yüzdesi)	4 (%12.9)
Heterotrofik ossifikasyon	Sayı(Yüzdesi)	5 (%16.12)
Vida gevşemesi	Sayı(Yüzdesi)	4 (%12.9)
Vidanın ekleme girmesi	Sayı(Yüzdesi)	3 (%9.67)
Plak uyumsuzluğu	Sayı(Yüzdesi)	1 (%3.22)
Humerus başının varusta kaynaması	Sayı(Yüzdesi)	14 (%45.16)
Deltoid atrofisi	Sayı(Yüzdesi)	14 (%45.16)
Constant-Murley Skoru	Min-Max (Ortalama)	23-98 (49.74)
Çok iyi skor	Sayı	2 (%6.45)
İyi skor	Sayı	3 (%9.67)
Orta skor	Sayı	5 (%16.12)
Kötü skor	Sayı	21 (%67.74)

uyumunun bozuk olduğu, 14 (%45.16) hastada humerus başının varus pozisyonunda kaynadığı, 14 (%45.16) hastada klinik olarak deltoid kasında ileri atrofi olduğu tespit edilmiştir. 3 hastamızın ekleme migre olan vidaları, kısa vida ile revize edilmiştir. Plağa bağlı subakromial sıkışma olan 4 hastamıza ilave uygulama yapılmamıştır. Ortalama Constant-Murley omuz skoru 49.74 (23-98) olarak hesaplanmıştır. 2 (%6.45) hastada çok iyi, 3 (%9.67) hastada iyi, 5 (%16.12) hastada orta, 21 (%67.74) hastada kötü olarak hesaplanmıştır.(Tablo 1) 5 (%16.12) hastamızda, kırık hattındaki kemik kayıpları nedeniyle, kırık alanına allogreft ile greftonaj uygulanmıştır. Bu hastaların tamamında yeterli kaynama 12.8 haftada

(12-13) elde edilmiştir. Bu hastalarımızın ortalama yaşı 69.8 (63-75) dir. 70 yaş altı (n=13) ve üstü (n=18) hastaların Constant-Murley omuz skorları arasında, Mann Whitney U testine göre anlamlı bir fark bulunamamıştır (P:0.567). Neer tip 1,2 hastalar (n=14) ve Neer tip 3,4 hastaların (n=17) Constant-Murley omuz skorları arasında, Mann Whitney U testine göre anlamlı bir fark bulunamamıştır (P:0.769). Hastalarımızda enfeksiyon, damar ve sinir hasarı gelişmemiştir.

Tartışma

Çalışmamızda elde ettiğimiz çıkarıma göre ileri yaşlı PHK nedeniyle kilitli plak ile osteosentez uygulanan hastalar komplikasyona meyillidir ve



Resim 1A. 64 yaşında basit düşme sonucu oluşan Neer 3 parçalı proximal humerus fraktür dislokasyonlu, kilitli humerus plağı ile osteosentez uyguladığımız kadın hastamız. Hastanın ameliyat öncesi grafisi



Resim 1C. Hastanın postoperatif kontrol grafisinin görüntüleri



Resim 1B. Hastanın ameliyat öncesi bilgisayarlı tomografi görüntüleri

fonksiyonel olarak kötü sonuçlarla iyileşmektedirler. İleri yaş hastalarda, proksimal humerus kırıklarının tedavisinde çeşitli yöntemler uygulanabilir. Proksimal humerus kırıklarının tedavisi ile ilgili olarak literatürde bir görüş birliği yoktur (14). Özellikle ileri deplasmanlı ve parçalı kırıklarda, cerrahi seçenekler tercih edilebilir (15). İleri yaş grubundaki hastalarda, proksimal humerustaki kemik kalitesindeki düşüklük nedeniyle, kilitli spongiöz vidalı plakların tercih edilmesi faydalı olabilir. Proksimal humerus osteoporozun en çok etkilediği bölgelerdendir ve yaşla kemik kalitesinde azalma artmaktadır (16,17). Kilitli plakların biyomekanik olarak aksial güçlere karşı kemiğe tutulumu güçlüdür (18). Proksimal humerus kırıklarının kilitli plaklar ile tedavisinde, özellikle erken dönemde; vidaların humerus başında ilerlemesi, osteonekroz, kaynamama, heterotrofik ossifikasyon, implant gevşemesi gibi komplikasyonlar görülebilir (19).



Resim 2. Proksimal humerus kilitli plağının yerleşim bozukluğuna bağlı subakromial sıkışma olan hastamızın grafisi.

Özellikle 3 ve 4 parçalı kırıklar için uygulanan kilitli plak cerrahilerinde; vidaların eklem girme, vidaların gevşemesi, humerus başında avasküler nekroz (AVN) gelişmesi ve iyileşmenin gecikmesi ihtimali artar (20). Subakromial sıkışma ve donuk omuz gelişmesi, özellikle 4 parçalı kırıklar için uygulanan kilitli plak cerrahilerinde daha sık görülür (11). Bir hastamızda implant gevşemesi, 1 hastamızda yeterli kaynama elde edilemeyip parsiyel protez uygulamamız, 4 hastamızdaki vida gevşemesi, 3 hastada vidanın eklem penetrasyonu gibi komplikasyonlarımız literatürle benzerdir.

Literatürde, travma sonrası AVN gelişme oranları %1-34 arasında olarak bildirilmiştir (21,22). Mevcut çalışmamızda 2 hastada AVN gelişmiştir, bu hastalarımızın fraktür dislokasyonlu olmaları, AVN açısından ayrıca risk oluşturmuştur. Bizim çalışmamızda bulduğumuz %6.45 lik oran, literatürle uyumludur ve yüksek değildir. Kilitli plakların, proksimal humerus kırıklarında humerus başının kan dolaşımına zarar vermediğini düşünebiliriz. 4 hastamızda (%12.9) plağın subakromial bölgede sıkıştığını tespit ettik, bu durumun plağın yerleşimi (proksimale yakın veya humeral adaptasyonunun bozuk olması) ile alakalı olduğunu tespit ettik, hastalarımızın günlük yaşamına ciddi olumsuzluk oluşturmadığından müdahale etmedik (Resim 2). Proksimal humerus

kırıklarının plak-vida ile osteosentezinde, komplikasyon oranı %20-60 arasında değişmektedir. En sık komplikasyonlar; vida sorunları, kaynamama, impingement, heterotrofik ossifikasyon, implant gevşemesi gibi sorunlardır (23). Hastaların yaşları ve ek hastalıkları arttıkça özellikle osteoporoz, komplikasyon oranları artmaktadır (24). Çalışmamızdaki hastaların yaşlarının ileri olmasının komplikasyon oranlarını arttırdığını ve hastaların osteoporoz için kemik yoğunluğu ölçülmemesinin çalışmamızın zayıf noktası olduğunu düşünüyoruz. 5 (%16.12) hastamızda HO gelişmiştir (Resim 3).



Resim 3. Proksimal humerus kilitli plağı uyguladığımız hastamızda gelişen heterotrofik ossifikasyon görünümü.

Erkek hastalarda ve travma anında dislokasyon gelişen hastalarda heterotrofik ossifikasyon riski artmaktadır (25). Çalışmamızda, HO gelişen hastaların erkek ve çoğunluğunun fraktür dislokasyonlu hastalar olduğunu tespit ettik. Grefonaj uyguladığımız hastaların kaynama süresinin daha kısa olması nedeniyle, bu hastalarda, özellikle kemik kaybı olan vakalarda, greftleme düşünülebilir. 70 yaş üstü hastalar ve 70 yaş altı hastalar arasında Constant-Murley omuz skorlarının anlamlı farklı olmaması, ayrıca Neer tip 1,2 ve tip 3,4 hastalarında Constant-Murley omuz skorları arasında da anlamlı fark olmaması; 60 yaş üstü hastalarda uygulanan kilitli humerus plağı ile osteosentez yönteminin kırık tipi ve yaştan bağımsız olarak benzer sonuçlar verdiğini

göstermektedir. Sonuç olarak; 60 yaş üstü PHK'lı hastalarda kilitli humerus plağı uygulamasının komplikasyona açık ve fonksiyonel sonuçları zayıf olduğu için bu hastaların tedavisinde hemiarthroplasti, total omuz protezi ve ters omuz protezi seçenekleri de gözönünde bulundurulup ameliyatların ona göre planlanmasının uygun olacağı kanaatindeyiz.

Çıkar çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Finansal destek: Yazarlar herhangi bir finansal destek sağlanmadığını beyan ederler.

Etik onam: Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından, KAEK/2021.05.161 karar no ile etik kurul onayı verilmiştir.

Yazar katkıları: Bülent Kılıç: Veri toplama ve işleme, literatür taraması, makale yazımı Mustafa Çalışkan: Literatür taraması, veri işleme, tasarım ve dizayn Anıl Agar: Veri işleme, literatür taraması Deniz Gülabi: Veri toplama, veri işleme.

Kaynaklar

1. Horak J, Nilsson BE. Epidemiology of fracture of the upper end of the humerus. *Clin Orthop* 1975; (112): 250-53.
2. Lauritzen JB, Schwarz P, Lund B, McNair P, Transbol I. Changing incidence and residual lifetime risk of common osteoporosis-related fractures. *Osteoporos Int* 1993; 3(3): 127-32.
3. Seeley DG, Browner WS, Nevitt MC, Genant HK, Scott JC, Cummings SR. Which fractures are associated with low appendicular bone mass in elderly women? The study of osteoporotic fractures research group. *Ann Intern Med* 1991; 115(11): 837-842.
4. Launonen AP, Lepola V, Flinkkila T, Laitinen M, Paavola M, Malmivaara A. Treatment of proximal humerus fractures in the elderly: a systemic review of 409 patients. *Acta orthopaedica*. 2015; 86(3): 280-285.
5. Sarmiento A, Zagorski JB, Zych GA, Latta LL, Capps CA. Functional bracing for the treatment of fractures of the humeral diaphysis. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 2000; 82(4): 478-486.
6. Pappasoulis E, Drosos GI, Ververidis AN, Verettas DA. Functional bracing of humeral shaft fractures. A review of clinical studies. *Injury* 2010; 41(7): 21-27.

7. Neer,CS, 2nd: Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J. Bone Jt Surg* 1970; 52(6):1077-1089.
8. Strohm PC, Helwig P, Konrad G, Sudkamp NP. Locking plates in proximal humerus fractures. *Acta Chir. orthop Traum. Cech* 2007; 74: 410-415.
9. Jaeger M, Maier D, Izadpanah K, Strohm P, Sudkamp NP. Limitations of reconstruction prostheses. *Unfallchirurg* 2011; 114: 1068-1074.
10. Duralde XA, Leddy LR. The results of ORIF of displaced unstable proximal humeral fractures using a locking plate. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19(4): 480-488.
11. Yang H, Li Z, Zhou F, Wang D, Zhong B. A prospective clinical study of proximal humerus fractures treated with a locking proximal humerus plate. *J Orthop Trauma* 2011; 25(1): 11-17.
12. Sproul RC, Iyengar JJ, Devic Z, Feeley BT. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Care Inj* 2011; 42: 408-413.
13. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987; (214): 160-164.
14. Handoll HH, Gibson JN, Madhok R. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003; (4): CD000434.
15. Mills HJ, Horne G. Fractures of the proximal humerus in adults. *J Trauma* 1985; 25: 801-805.
16. Huopio J, Kroger H, Honkanen R, Saarikoski S, Alhava E. Risk factors for perimenopausal fractures: a prospective study. *Osteoporos Int* 2000; 11: 219-227.
17. Kannus P, Palvanen M, Niemi S, et al. Osteoporotic fractures of the proximal humerus in elderly Finnish persons: sharp increase in 1970-1998 and alarming projections for the new millennium. *Acta Orthop Scand* 2000; 71(5): 465-470.
18. Walsh S, Reindl R, Harvey E, Berry G, Beckman L, Steffen T. Biomechanical comparison of a unique locking plate versus a standard plate for internal fixation of proximal humerus fracture in a cadaveric model. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2006; 21: 1027-1031.
19. Egol KA, Ong CC, Walsh M, Jazrawi LM, Tejwani NC, Zuckerman JD. Early complications in proximal humerus fractures (OTA Types 11) treated with

- locked plates. *J Orthop Trauma* 2008; 22(3): 159-64.
20. Sun JC, Li YL, Ning GZ, Wu Q, Feng SQ. Treatment of three- and four-part proximal humeral fractures with locking proximal humerus plate. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013; 23(6): 699-704.
21. Hessmann M, Baumgaertel F, Gehling H, Klingelhoefter I, Gotzen L. Plate fixation of proximal humeral fractures with indirect reduction: surgical technique and results utilizing three shoulder scores. *Injury* 1999; 30: 453-462.
22. Sturzenegger M, Fornaro E, Jakob RP. Results of surgical treatment of multifragmented fractures of the humeral head. *Arch Orthop Trauma Surg* 1982; 100: 249-259.
23. Tepass A, Rolauffs B, Weise K, Bahrs SD, Dietz K, Bahrs C. Complication rates and outcomes stratified by treatment modalities in proximal humeral fractures: a systematic literature review from 1970-2009. *Patient Saf Surg* 2013; 7(1): 34.
24. Petrigliano FA, Bezrukov N, Gamradt SC, SooHoo NF. Factors predicting complication and reoperation rates following surgical fixation of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2014; 96(18): 1544-1551.
25. Cirino CM, Chan JJ, Patterson DC, Jia R, Poeran J, Parsons BO, et al. Risk factors for heterotopic ossification in operatively treated proximal humeral fractures *Bone Joint J.* 2020; 102-B(4): 539-544.