



İnternal Fiksasyon Amacı ile Kullanılan Plaklar Kırık İyileşmesi Süresince Metal Yapı ve Özelliklerini Ne Ölçüde Koruyabiliyor?

Do Plates Used for Internal Fixation During Fracture Healing Maintain Their Metal Structure and Function?

Barış Yılmaz,¹ Baran Kömür,² Evrim Şirin,³ Erdem Aktaş,⁴ Cevat Yılmaz,⁵ Nurettin Heybeli⁶

ÖZET

Amaç: Ekstremitte kırık fiksasyonu için kullanıldıktan sonra çıkarılan düz Dinamik Kompresyon Plaklar (DCP), üst (Grup 1) - alt (Grup 2) ekstremitelerde kullanımlarına göre 2 gruba ayrıldılar. Kullanımları sürece metalik yapı ve özellikleri radyografik, penetrant ve kimyasal analizleri yapılarak değerlendirildiler.

Yöntem: Gruplara göre olguların cinsiyet, yaş ortalamaları, taraf dağılımları ve çıkarılma süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Bulgular: Tüm plakların radyolojik ve penetrant değerlendirmelerinde hiçbir mikrokırığa rastlanmadı. Aynı zamanda plakların kimyasal metal analizlerinde hiçbir metal kaybı ya da metal oran değişikliği gözlenmedi. Sonuçta plakların işlev gördükleri süreç içinde zarar görmemiş olması, yapılan tedavilerde metal bileşiminde dayanıklılık açısından ek bir kazanç sağlamadığını göstermiştir.

Sonuç: Yüke maruz kalan bölgede zarar görmeyen plakların aynı dayanıklılıkta yüke maruz kalmayan bölgede de kullanılıyor olması bu bölgeler için dayanıklılık özelliklerini kaybetmeden daha az metalik içerikli, ince profilli ve daha ucuza mal edilebilir plaklar üretilmesi yönünde çalışmalar yapılabilir.

Anahtar sözcükler: İnternal fiksasyon; metal yapı; plak.

ABSTRACT

Objectives: Dynamic compression plates used in fracture fixation were divided into 2 groups according to the location of use: upper extremity (Group 1) and lower extremity (Group 2). The metallic structure and properties of the plates were evaluated using radiographic, penetrant, and chemical analysis.

Methods: There was no statistically significant difference between the 2 groups in terms of patient sex, mean age, side distribution, or removal time (p>0.05).

Results: No instance of microfracture was observed in the radiological and penetrant analysis of the plates. There was no metal loss or metal ratio change observed in the chemical analysis. There appears to be no additional benefit of durability based on the metal compound and no damage was observed during an appropriate period of use.

Conclusion: The successful use of plates in weight-bearing areas as well as non-weight-bearing areas with no damage may lead to further research and the production of lower cost alternatives that are equally durable.

Keywords: Internal fixation; metal structure; plate.

¹Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul
²Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul
³Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul
⁴TOBB Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara
⁵İstanbul Teknik Üniversitesi, Metalürji Fakültesi, İstanbul
⁶Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Edirne

Atıf için yazım şekli:

Yılmaz B, Kömür B, Şirin E, Aktaş E, Yılmaz C, Heybeli N. İnternal Fiksasyon Amacı ile Kullanılan Plaklar Kırık İyileşmesi Süresince Metal Yapı ve Özelliklerini Ne Ölçüde Koruyabiliyor? Bosphorus Med J 2019;6(1):18-21.

Başvuru tarihi: 02.09.2018

Kabul tarihi: 22.02.2019

Yazışma Adresi:

Dr. Barış Yılmaz, Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, 34752 İstanbul, Turkey

Tel:

+90 216 578 30 00/3276

e-posta:

drbyilmaz@yahoo.com

Kırıkların plak-vida yöntemi ile tespit edilmesi 1886 yılında Hansmann'ın ilk plağıyla başladı.^[1] Arkasından 1895 yılında Lane metal plakla kırık tespitine ilişkin tecrübelerini açıkladı. Bu dönemlerde yapılan tespitlerde en önemli sorun; cerrahi tedavinin yüksek komplikasyon oranlarına eşlik eden implantın korozyon ve yetmezlik sorunuydu. Sonrasında yapılan çalışmalarda farklı metalurjik alaşımlar kullanılarak korozyon direnci arttırılmaya çalışılmıştır.^[1] Ancak bu sorun uzun yıllar devam etmiştir.^[2]

İlk plak tecrübesinden üzerinde bir asırdan fazla zaman geçmiş olup, artık plak-vida ile tespit, kırık tedavisinde ortopedistlerin en iyi silahlarından birisi haline gelmiş ve bu tespit yöntemine ait temel prensipler ortaya konulmuştur.^[3] Günümüzde plak vida ile kırık tespitinde karşılaşılan ilk sorunların artık çok ötesinde bulunsak da, ilk başlarda fark bile edilmeyen başka bazı sorunlar günümüzde öncelikli sorun haline gelmiştir. Bunlardan biri olan biyoyumlu materyal ile tespit sorunu büyük ölçüde ortadan kalkmış olsa da en iyi metal alaşımı, en iyi dizayn, en uygun kalınlık gibi daha bir çok özellik için arayışlar halen devam etmektedir.

İnsan vücudunda kırık iyileşmesi için internal fiksasyon amacıyla kullanılmış olan dinamik kompresyon plaklarının (DCP) kırık iyileşmesi sağlanana kadar işlev gördükleri süre boyunca kullanıldıkları bölge ve süreye göre, metal yapı ve özelliklerinde değişimlerini değerlendirmeyi amaçladık.

Yöntem

Ekstremitelerde kırık fiksasyonu için 2010 ile 2013 yılları arasında kullanımlarının 1. yılı (12-14 ay) dolduktan sonra çıkarılan plaklar (DCP) çalışma kapsamına alındılar. Bu plaklar insan vücudunda çıkarıldıkları yerler bakımından üst (Grup 1) - alt (Grup 2) ekstremitelerde kullanılan plaklar olarak 2 gruba ayrıldılar. Çalışma tamamen plaklar üzerinde yapılmış bir çalışma olup, plakların kullanıldığı hastaların demografik özellikleri ve hastalara ait bilgiler çalışma kapsamına alınmamıştır. Plaklar ile ilgili olarak üst ve alt ekstremitelerde dışındaki vücut bölgelerinde kullanılan plaklar ile çıkarılırken zorlamaya bağlı hasar gören plaklar çalışma kapsamına alınmadılar. Tüm plaklar sadece hastaların istemesi sonucunda ökarıldılar, her hangi bir iritasyon, enfeksiyon ve benzeri olumsuzluklar nedeni ile çıkarılan plaklar çalışmaya dahil edilmediler.

Bu şekilde kullanılan plakların aynı süreçte vücutta yük taşıdıkları ve taşımadıkları bölgelerde kullanımları sürece metalik yapı ve özellikleri AS 9100 belgesine sahip, kulla-

nılan hiçbir plağın üretiminin yapılmadığı bağımsız bir hasas döküm fabrikasında radyografik, penetrant ve kimyasal analizleri yapılarak değerlendirildiler. Tüm cihazlar İstanbul Teknik Üniversitesi Metalürji Mühendisliği standart ölçüm kontrolünde ve kalibrasyon denetiminde yer alan cihazlar olup, yine aynı kurumun değerlendirme sonuçlarına çalışmada yer verilmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile değerlendirilmiş ve parametrelerin normal dağılım gösterdiği saptanmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma, frekans) yanısıra niceliksel verilerin değerlendirilmesinde Student t Test, niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Continuity (yates) düzeltmeli ki-kare test kullanıldı. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

Bulgular

Çalışma yaşları 20 ile 61 arasında değişmekte olan, 16'u (%63.3) erkek, 11'i (%36.7) kadın olmak üzere toplam 30 olgu üzerinde yapılmıştır. Bu olgulardan grup 1 de 9 erkek, 6 kadın toplam 15 ve grup 2 de 10 erkek, 5 kadın toplam 15 olgu yer almakta olup gruplara göre olguların cinsiyet dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$).

Olguların genel yaş ortalaması 38.10 ± 10.77 yıldır. Gruplara göre yaş ortalamaları değerlendirildiğinde ise grup 1 yaş ortalaması 38.0 ± 9.58 ve grup 2 yaş ortalaması 38.2 ± 12.19 olup, grupların yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$).

Olguların 18'i (%60) sağ tarafından (9'u grup 1 ve 9'u grup 2 de), 12'si (%40) sol tarafından (6'sı grup 1 ve 6'sı grup 2 de) kırık nedeni ile plak fiksasyon operasyonu yapılmıştır. Plakların 15'i (%50) üst ekstremiteden, 15'i (%50) alt ekstremiteden çıkarılmıştır. Grupların taraf dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$).

Plakları çıkarılma süreleri 12 ile 17 ay arasında değişmekte olup, ortalaması 12.87 ± 1.41 aydır. Gruplara göre plakların çıkarıldıkları süre ortalamaları değerlendirildiğinde grup 1 ortalaması 12.93 ± 0.96 ay ve grup 2 ortalaması 12.80 ± 1.78 ay olup, gruplara göre plakların çıkarılma süre ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamakta-

Tablo 1. Plak çıkartılan ekstremitelere ilişkin değerlendirmeler

	Üst ekstremiteler			Alt ekstremiteler			p
	n	%	Ort.±SS	n	%	Ort.±SS	
Yaş			38.0±9.58			38.2±12.19	¹ 0.961
Süre			12.93±0.96			12.80±1.78	¹ 0.801
Cinsiyet							
Erkek	9	60		10	66.7		
Kadın	6	40		5	33.3		² 1.000
Taraf							
Sağ	9	60		9	60		
Sol	6	40		6	40		² 1.000

¹Student t-test. ²Continuity (yates) düzeltmeli ki-kare testi. Ort.: Ortalama; SS: Standart sapma.

dır (p>0.05). Tüm bu sonuçlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tüm plakların kimyasal analiz raporlarında uluslar arası standartlarda vücut ile uyumlu uygun metal oranları ile üretildiği rapor edildi. Hem üst hem de alt ekstremitelerde kullanılan plakların radyolojik ve penetrant değerlendirmelerinde hiçbir mikrokırığa rastlanmadı. Aynı plakların kimyasal metal analizlerinde hiçbir metal kaybı ya da metal oran değişikliği gözlenmedi.

Tartışma

Kırık fiksasyonunda plak uygulamasının başlaması ve yaklaşık bir asırlık çalışmaların sonucunda 1960'lı yılların sonunda stabil tespit, korozyona direnç, yeterli plak sağlamlığı ve kırık hattında kompresyon, dinamik kompresyon plağı (DCP) ile başarılı.^[4] Plağın adı dinamik kompresyon plağı olsa da plak sadece bir kez statik bir kompresyon uyguluyordu.^[5] Sonuçta bu plakla daha stabil bir tespit ve interfragmanter kompresyon ile primer kemik iyileşmesi sağlanıyordu fakat ortaya çıkan geç kaynama, plak çıkartılması sonrasında tekrar kırık oluşması, plak altında kalan kortikal kemiğin zayıflaması sorun yaratıyordu. Bu sorunlara plak ve kemik temasına bağlı kortikal kemikte oluşan nekrozun neden olduğunu ileri sürülmüştür.^[6] Gerçekten de DCP sistemi kemik parçalarını vidaların kemik ve plak arasında oluşturduğu sürtünme gücü ile tespit ediyordu ve bu kortikal kemik üzerinde çok yüksek basınç oluşturuyordu. Bu şekilde kortikal kemik dolaşımı bozuluyordu. Bu sorunların üstesinden gelmek için geliştirilen "Limited contact dynamic compression plate" (LCDCP) isimli plaklar ile temas yüzünü azaltarak kortikal dolaşımın korunmasına çalışıldı. Ancak Field ve ark.nın^[7] kadavra kemikleri üzerinde yaptıkları çalışmalarda DCP ve LCDCP plaklarının temas miktarlarının, biyo-

mekanik özelliklerinin farklı olmadığını gösterirken Jain ve ark.^[8] hayvan deneylerinde bu plaklar altında kalan kemik dolaşımının farklı olmadığını lazer doppler flowmetri ile gösterdiler. Klinik sonuçlarda da bu çalışmalar gibi önemli bir fark gösterilemedi.^[4,9]

Plaklar ile ilgili bir başka sorun da kırık tespitindeki stabilite sorunlarıydı ve özellikle kemik kalitesinin düşük olduğu osteoporotik kemiklerde yoğunlaşmıştır. Bu tip kemiklerde en büyük sorun vida çevresinde oluşan gevşemeye bağlı olarak vidaların plak kemik arasında oluşturduğu sıkıştırma gücünün azalmasıydı. Vidalarda sıyrılma olması ile plak kemik arasındaki sürtünme gücünün ortadan kalkması sistemin stabilitesini bozuyordu. Bu sorun geliştirilen Locking Compression Plate (LCP) kullanılarak çözülmeye çalışılmıştır. Bu sistemlerde sabit plak-vida ilişkisi ile DCP gibi sabit açılı olmayan plaklardakinden farklı bir mekanizma ile kırık tespit ediliyordu. Sabit açılı olmayan plaklar aksiyel yüklere vidaların sıkılması ile oluşturulan plak ile kemik arasındaki sürtünme gücü sayesinde karşı koyuyorlardı.^[10] Yüksek yüklerde ve kırık hattının yeterli komprese edilemediği durumlarda bu sürtünme gücü aşıyor ve vidaların kemik içindeki yuvalarında yapacağı sallanma hareketi vidaların tutunma güçlerini azaltıyor ve yükün yönünün değişmesi ile vidalar plağı bırakıyordu. Eğilme kuvvetlerine karşı ise tutunma vidaların yivleri sayesinde sağlanıyor ve vidanın tutunma kuvveti aşılmıca vidalar kemikten kurtularak sistem yine dağılıyordu. LCP sisteminde ise sabit plak vida açısı olduğu için eğilme kuvvetleri ve aksiyel yönde uygulanan kuvvetler kemik vida arasında makaslama kuvvetlerine yol açıyor ve bu kuvvetler sayesinde kemik parçaları yeterli sabit pozisyonda tutuluyordu. Bu şekilde vidalar kemikten gevşese de vidalar kemik korteksini tamamen kesip çıkıncaya kadar kararlılık sağlamaya devam ediyordu. Bu şekilde

özellikle vida tutunmasının büyük problem olduğu osteoporotik kırıklarda bu sistem oldukça başarılıydı.^[11] Fakat bu zayıf kemiklerde de sabit açılı vidaların korteksi kesip kemikten ayrılması riski mevcuttu.^[12]

Günümüzde yeni geliştirilen plaklar sayesinde artık %95'in üzerinde kaynama oranları bildirilmiştir.^[10,13] Ancak sorunlar çözüldükçe daha başka sorunlar çözülmek üzere gün yüzüne çıkmaktadır. Plak tasarımında yapılan çalışmalar; kanlanmayı bozmamak, plak kemik sirtunme kuvveti ile sağlanan stabiliteyi plak-vida bileşkesine kaydırmak, sağlamlığını ve stabilite yaratıcı etkisini kaybetmeden daha düşük profilli plaklar geliştirmek gibi bir çok yönde yapılmaktadır. Bu noktada aslında plağın insan vücudunda yarattığı olumlu-olumsuz etkiler bir çok kez incelenmiştir. Ancak vücutta kaldıkları süre içerisinde plaklara ne olduğuna yönelik literatürde yer alan çalışmalar yok denecek kadar azdır. Genelde de bu çalışmalar plak yetmezliğine yol açan sorunu, uygulama hatası ya da hastaya ait klinik sorunlardan kaynaklandığı gibi plak dışı nedenlere bağlamaktadır. Ancak literatürde halen plakların gerek metal alaşımlarının, gerek profillerinin gerekse de sağlamlıklarının yük taşıyan ve taşımayan, üst ve alt ekstremiteler gibi kullanıldıkları yere göre tasarlanmalarına yönelik çalışma eksikliği halen devam etmektedir.

Sonuç olarak çalışmamız az sayıda hasta ile yapılmış olma sınırlılığına sahip olsa da literatürde önemli bir tartışmayı gündeme getirmektedir. Yine literatürde benzer bir çalışma yer almamaktadır. Çalışmamızda elde edilen verilere göre vücut ile uyumlu olarak kullanılan tüm plakların işlev gördükleri süreç içinde zarar görmemiş olması, yapılan tedavilerde metal bileşiminde dayanıklılık açısından ek bir kazanç sağlamadığını göstermiştir. Buradan çıkarılabilecek sonuç olarak yüke maruz kalan bölgede zarar görmeyen plakların aynı dayanıklılıkta yüke maruz kalmayan bölgede de kullanılıyor olması bu bölgeler için dayanıklılık özelliklerini kaybetmeden daha az metalik içerikli, ince profilli ve daha ucuza mal edilebilir plaklar üretilmesi yönünde düşünce üretilebilir. Bununla birlikte bu çalışma karşılaşılan plak yetmezliklerinin ne ölçüde hastaya ve uygulama şekline bağlı olduğu yönünde bizleri düşünmeye sevk etmesi bakımından da önemlidir.

Açıklamalar

Finansman: Yazarlara bu makalenin araştırması ve/veya yazarı için hiçbir maddi destek verilmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Bildirilmemiştir.

Yazarlık Katkıları: Konsept – B.Y., B.B., E.Ş., E.A., C.Y., N.H.; Dizayn – B.Y., E.A., N.H.; Denetim – E.Ş., E.A., N.H.; Meteryal – B.Y., B.B., E.Ş.C.Y.; Veri toplama veya işleme – B.Y., B.B., C.Y.; Analiz ve yorumlama – B.Y., C.Y.; Literatür arama – E.A., E.Ş., N.H.; Yazan – B.Y., B.B.; Kritik revizyon – N.H.

Kaynaklar

1. Bagby GW. Compression bone-plating: historical considerations. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59:625–31. [\[CrossRef\]](#)
2. Uthoff HK, Poitras P, Backman DS. Internal plate fixation of fractures: short history and recent developments. *J Orthop Sci* 2006;11:118–26. [\[CrossRef\]](#)
3. Muller ME, Allgower M, Willenegger H. Compression fixation with plates. In: technique of internal fixation of fractures. Berlin: Springer 1992;8–12. [\[CrossRef\]](#)
4. Gupta R, Raheja A, Sharma V. Limited contact dynamic compression in diaphyseal fractures of the humerus: good outcome in 51 patients. *Acta Orthop Scand* 2000;71:471–4. [\[CrossRef\]](#)
5. Perren SM, Russenberger M, Steinemann S, Müller ME, Allgower M. A dynamic compression plate. *Acta Orthop Scand Suppl* 1969;125:31–41.
6. Perren SM, Cordey J, Rahn BA, Gautier E, Schneider E. Early temporary porosis of bone induced by internal fixation implants. A reaction to necrosis, not to stress protection? *Clin Orthop Relat Res* 1988;139–51. [\[CrossRef\]](#)
7. Field JR, Hearn TC, Caldwell CB. Bone plate fixation: an evaluation of interface contact area and force of the dynamic compression plate (DCP) and the limited contact-dynamic compression plate (LC-DCP) applied to cadaveric bone. *J Orthop Trauma* 1997;11:368–73. [\[CrossRef\]](#)
8. Jain R, Podworny N, Hupel TM, Weinberg J, Schemitsch EH. Influence of plate design on cortical bone perfusion and fracture healing in canine segmental tibial fractures. *J Orthop Trauma* 1999;13:178–86. [\[CrossRef\]](#)
9. Anderson LD, Sisk D, Tooms RE, Park WI. Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57:287–97. [\[CrossRef\]](#)
10. McKee MD, Seiler JG, Jupiter JB. The application of the limited contact dynamic compression plate in the upper extremity: an analysis of 114 consecutive cases. *Injury* 1995;26:661–6. [\[CrossRef\]](#)
11. Gardner MJ, Brophy RH, Campbell D, Mahajan A, Wright TM, Helfet DL, et al. The mechanical behavior of locking compression plates compared with dynamic compression plates in a cadaver radius model. *J Orthop Trauma* 2005;19:597–603.
12. Owsley KC, Gorczyca JT. Fracture displacement and screw cutout after open reduction and locked plate fixation of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2008 Feb;90:233–40. [\[CrossRef\]](#)
13. Chapman MW, Gordon JE, Zissimos AG. Compression-plate fixation of acute fractures of the diaphyses of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:159–69. [\[CrossRef\]](#)