

KÖPEKLERDE RADİUS-ULNA VE FEMUR KIRIKLARININ DİNAMİK KOMPRESYON PLAKI İLE SAĞALTIMLARININ KLİNİK VE RADYOGRAFİK YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ *

Assessment of Dynamic Compression Plate Application for the Treatment of Radius-Ulna and Femur Fractures by Clinic and Radiographic Methods in Dogs

Ünal YAVUZ¹, Gültekin ATALAN²

Özet: Sunulan çalışmada, köpeklerde radius-ulna ve femur kırıklarının sağaltımında dinamik kompresyon plakı uygulamalarının klinik ve radyografik bulguları değerlendirilerek, iyileşme sonuçları ve komplikasyonların araştırılması amaçlandı.

Çalışmada, JAKEM Komutanlığı hayvan hastanesine özel veteriner kliniklerinden sevk edilen ve Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi kliniklerine getirilen diğeri iki ırk, yaşı ve cinsiyetteki 18 hasta köpek kullanıldı. Radius-ulna kırığı bulunan 9 (olgu 1, 2, 4, 6, 10, 12, 13, 14, 16) ve femur kırığı bulunan 9 olguya (olgu 3, 5, 7, 8, 9, 11, 15, 17, 18) dinamik kompresyon plakı uygulandı. Olguların operasyon sonrası en az 35 gün süreyle klinik ve radyografik muayeneleri gerçekleştirilerek sağaltım sonuçları karılaştırıldı.

Dinamik kompresyon plakı uygulanan radius-ulna kırıklarından 8 olguda (olgu 1, 2, 4, 6, 10, 12, 13, 14) fonksiyonel iyileşme ve 1 olguda hafif topallık (olgu 16) tespit edildi. Femur kırıklarında ise 3 olguda (olgu 5, 17, 18) fonksiyonel iyileşme izlenirken 1 olguda (olgu 3) hafif topallığın devam ettiği gözlemlendi. Aynı grupta 3 olgu (olgu 7, 8, 15) takip edilemedi ve 1 olguda (olgu 9) operasyon sonrası 1. haftada plak vidasında gevşeme belirlendi.

Sonuç olarak dinamik kompresyon plakı radius-ulna ve femur kırıklarında güvenle uygulanan ve rijit bir fiksasyon sağlayan etkin bir sağaltım seçeneği oldu u kanısına varıldı.

Anahtar Kelimeler: Köpek, femur-radius ulna kırığı, dinamik kompresyon plakı

Summary: The purpose of this study was to evaluate the clinical and radiographic findings of dynamic compression plate application for the treatment of radius-ulna and femur fractures in dogs, and to assess treatment results and complications encountered.

In this study, 18 dogs were used from various breeds, ages and gender referred by private clinics in suspicion of broken leg to JAKEM Commandership Animal Hospital and Erciyes University, Faculty of Veterinary Medicine. Dynamic compression plate was applied to nine dogs (cases 1, 2, 4, 6, 10, 12, 13, 14, 16) with radial fracture and nine dogs (cases 3, 5, 7, 8, 9, 11, 15, 17, 18) with femoral fracture. Postoperative clinic and radiographic examinations for each patient were performed for at least 35 days and treatment results compared.

Eight dogs with radial-ulnar fractures on which dynamic compression plate applied fully recovered (cases 1, 2, 4, 6, 10, 12, 13, 14) except a dog with slight lameness (case 16). Three of the nine dogs with femoral fractures were fully recovered (cases 5, 17, 18), but one (case 3) had slight lameness. In the same group, three dogs (cases 7, 8, 15) were not followed postoperatively. Moreover, a loosed plate screw occurred in dog (case 9) in the first week postoperatively.

As a result, it was deduced that dynamic compression plate applications were reliable for rigid fixation, was a selective method for the radius-ulna and femur fractures treatment.

Keywords: Dog, femur-radius ulna fracture, dog, dynamic compression plate

¹ Dr. JAKEM Komutanlığı, Hayvan Hastanesi, Nevşehir

² Prof. Dr. Erciyes Ün. Vet. Fak. Cerrahi AD, Kayseri

Geliş Tarihi : 08.02.2013 Kabul Tarihi : 01.08.2013

*Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TSD-10-3017 kodlu proje ile desteklenen "Köpek ve Kedilerde Ekstremitelerde Uzun Kemik Kırıklarının Dinamik Kompresyon Plakı ve Akrilik Eksternal Fiksasyon ile Sağaltımının Klinik ve Radyografik Yöntemlerle Karılaştırılması" isimli doktora tezinden özetlenmiştir.

Kemik doku bütünlüğünün bozulmasıyla ortaya çıkan lezyonlara genel olarak kırık adı verilmektedir (1). Trafik kazaları, künt travmalar, yüksekten düşmeler, keskin cisimlerle yaralanmalar, ateşli silah yaralanmaları ve hayvanların birbirleriyle olan kavgaları kırığın nedenleri arasında sayılabilir. En yaygın kullanılan travmatik etkinin trafik kazaları ile olduğu bildirilmektedir (2-5).

Veteriner ortopedide yapılan kırık sağ altındaki ilk hedef, hayvana normal ekstremit fonksiyonlarını en kısa sürede kazandırarak yürümesini sağlamaktır (6-8). Bu nedenle günümüze kadar bir çok fiksasyon tekniği geliştirilmiştir (9-12) ve hala bu alanda çalışmalar durmaksızın devam etmektedir. Irk farklılıkları, yaş, kırığın bulunduğu bölge, kırığın ekli ve tipi farklı osteosentez yöntemlerinin geliştirilmesine sebep olmuştur (13,14). Ancak bütün kırık tiplerine uygulanabilir bir fiksasyon yöntemi bulunmamaktadır. Kırık fiksasyonunda kullanılacak olan yöntemin ya da materyalin seçimi; kırığın yeri ve ekleme, kırık hattının büyüklüğüne, hayvanın yaşı ile mizacına ve hasta sahibinin ekonomik gücüne göre olmalıdır (13,15). Hiçbir materyal ya da teknik kırık sağ altında mükemmel değildir. Değişik kırık fiksasyon yöntemlerinin kendilerine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (16).

Kırık onarımında bir çok sağ altım yöntemi kullanılmaktadır (9,12,17-20). Bu yöntemler arasında, klasik kafes istirahati (1), bandaj (21-23), serklateli (11,24) intramedüller pin uygulamaları (12,13,25,26), vida, çivili plak (10,25,27,28) ve eksternal fiksator uygulamaları sayılabilir (6,29-31).

Kemik plakları veteriner cerrahide uzun kemiklerin diyafizer, parçalı ve segmental kırıklarında kullanılmaktadır (32-34). Plaklar, değişik büyüklük, tip ve ekillerde bulunabilirler (34). Doğru plak seçimi birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörler: kemik için gerekli olan mekaniksel kuvvetin miktarı, hayvanın aktivite düzeyi, kırık fragmanlarının büyüklüğü, kırığın ekli ve uygulama metodu gibi faktörlerdir (34,35).

Veteriner ortopedide kullanılan kemik plakları 3 ana başlık altında incelenmektedir.

Nötralizasyon Plakları

Destek veya Köprüleme Plakları

Kompresyon Plakları

- Dinamik Kompresyon Plakları (DCP)

- Az Temaslı Dinamik Kompresyon Plakları (LC-DCP)

- Kilitli Kompresyon Plakları (LCP) (24,36,37) olarak üçe ayrılır.

Dinamik kompresyon plakları kullanımı ile fragmentler arası kompresyon sağlanır ve hareket minimuma indirilir. Bu sayede primer kemik iyileşmesi elde edilir (32).

Dinamik kompresyon plaklarının en önemli özelliği vida deliklerinin eklidir. Bu özelliğinden dolayı kırık hattını kendiliğinden sıkı tıran plak olarak adlandırılmaktadır (1). Plaklarının yüzündeki plak delikleri ovaldir ve vida sıkı tırıldıkça plak deliklerinin özelliği nedeniyle kemik fragmentleri kırık hattına yaklaşırlar (32). Bu plak türü ASIF (Association for the Study of Internal Fixation) tarafından sferik kayma prensibine göre geliştirilmiştir. Vida, sıkı tırıldıkça delik içerisinde kayarak plakın en dip kısmına ulaşmaya kadar deliğin ortasına doğru gelir (38,39).

Kemiklerin laterali distraksiyon veya gerilme kuvvetlerine, mediali kompresif güçlere maruz kalır. Plakların, kemiklerin distraksiyon veya gerilme kuvvetine en çok maruz kaldığı tarafa yerleştirilmesi çok önemlidir (24). Plak uygulanma yüzeyleri femurun laterali, tibianın medial veya kranial yüzeyi, humerusun kranial veya lateral yüzeyi ve radiusun kranial veya kranial yüzeyidir (24,40). Plak femurun laterale uygulandığında, bütün gerilme kuvvetlerine karşı koyar ve kırık hattında kompresif kuvvet oluşturarak rijit internal fiksasyon sağlar. Eğer plak medial yüzeye uygulanırsa, ağırlık yükümlü kuvvetine maruz kalacağından dolayı uzun süreli fiksasyon sağlamaz ve yorgunluk kırığına neden olur (17,24).

implantın boyutuna karar verilirken kırığın ekleme yeri, yaşı, aktivite, kemiğin büyüklüğü, vücut ağırlığı ve yumuşak dokunun durumu gibi faktörler dikkate alınır. Bununla birlikte, implant yerleştirme ile ilgili temel bilgiler göz önüne alındığında implant boyutunun seçiminde en tutarlı faktör hayvanın canlı ağırlığıdır (24,36,41,42).

Bu çalışmada, köpeklerde radius-ulna ve femur kırıklarının sağaltımında dinamik kompresyon plak uygulamalarının klinik ve radyografik bulguları değerlendirilerek, iyileşme sonuçları ve komplikasyonların araştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma materyali, JAKEM Komutanlığı hayvan hastanesine özel kliniklerden kırık şüphesiyle sevk edilen köpekler ile Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi kliniklerine getirilen hastalardan oluştu. Bu kapsamda klinik ve radyografik incelemeler sonucu kırık tanısı konulan dişi ik ırk, yaş ve cinsiyetteki 18 köpek (radius-ulna kırığı bulunan; olgu 1, 2, 4, 6, 10, 12, 13, 14, 16 ve femur kırığı bulunan; olgu 3, 5, 7, 8, 9, 11, 15, 17, 18) tedavi altına alındı.

Detaylı bir anamnez bilgisinden sonra, olgular ağrı, topallık, hematoma, anormal oynaklık, lokal duyarlılık, krepitasyon, fonksiyon kaybı ve deformasyon yönünden değerlendirildi. Her bir hayvanın A/P (anterio posterior) ve M/L (mediolateral) olmak üzere iki yönlü radyografileri alınarak kesin tanı konuldu. Radyografik muayene bulguları ışığında plak kalınlığı, uzunluğu, vida sayısı belirlendi.

Operasyondan 30 dk önce bütün olgulara 0,04 mg/kg dozda Atropin sülfat (Atropin % 2, Veta) SC yolla uygulandı. Premedikasyon 2 mg/kg dozda ksilazin HCl'nin (Alfazine % 2, Egevet) M uygulanmasıyla gerçekleştirildi. Anestezi induksiyonu 10 mg/kg dozda ketamin HCl'nin (Alfamine % 10, Egevet) M enjeksiyonuyla sağlandı. Bütün olgularda operasyon bölgesi, kırığın bulunduğu kemiğin alt ve üst eklemi içine alacak şekilde traş ve dezenfekte edilerek hazırlandı. Hayvanlar lateral pozisyonda operasyon masasına alındı.

Radius-Ulna Kırıklarında Dinamik Kompresyon Plaklarının Uygulanması

Radius-ulna kırığı bulunan dokuz olguya dinamik kompresyon plağı uygulaması yapıldı. Radiusda her bir olguya uygun olarak 2,7, 3,5 ve 4,5 mm çaplı dinamik kompresyon plak ve kortikal vidalar kullanıldı. Vücut ağırlığı 15 kg altında olan olgulara 2,7 mm'lik ve 15 kg üzerinde olan olgulara 3,5 mm'lik dar ve 40 kg üzerinde olanlara ise 4,5 mm'lik dinamik kompresyon plakları uygulandı. Bütün olgularda dinamik kompresyon plakları radiusun anterior yüzeyine uygulandı.

Operasyonlarda antebrachium'a lateral ensizyonla yaklaşım uygulandı. Proksimal veya distal kırıklarda ise ensizyon hattı proksimal veya distale doğru genişletildi. Bölgeye ulaıldıktan sonra uygun büyüklükte plak seçildi. Daha sonra "L" eklemindeki plak bükücülerden biri plağın bir ucuna, diğeri karşı uca yerleştirilerek plak kemik yüzeyi ile tam temas sağlayacak şekilde büküldü. Kırık redüksiyonu yapıldıktan sonra plak üzerine yerleştirildi ve kemik klempleri ile sabitlendi. 2,7 mm'lik vidalar için 2,0 mm çapında, 3,5 mm'lik vidalar için 2,5 mm ve 4,5 mm'lik vidalar için 3,2 mm çapında diriller kullanılarak vida delikleri açıldı. Uygulanacak vidanın tam uzunluğunu tespit etmek için drill ile açılan delikten derinlik ölçer gönderildi ve derinlik ölçerinin turnikası kemik korteksin periostuna takılarak deliğin uzunluğu ölçüldü. Bu işlemle uygulanacak vidanın tam uzunluğu belirlendi. Vida çapı ile aynı ölçüde olan bir yiv açıcı ile deliğe yiv açıldı. Kırığın yeri ve ekleme göre kırık hattının bir tarafına en yakın deliğe birinci vida yerleştirildi. Daha sonra karşı fragmentteki kırık hattına en yakın deliğe ikinci vida uygulandı. Üçüncü vida yerleştirilirken ilk yerleştirilen vida biraz gevretilerek üçüncü vida sıkıldı. Ardından birinci vida tekrar sıkılarak plağın kemik üzerinde kaymasıyla kırık hattında dinamik bir kompresyon oluşması sağlandı. Dinamik kompresyon plağı ile fiksasyon yapılan tüm olgularda alt ve üst fragmente en az iki vida uygulandı. Plak üzerine tüm vidalar yerleştirildikten sonra operasyon bölgesi kuralına uygun olarak kapatıldı.

Femur Kırıklarında Dinamik Kompresyon Plaklarının Uygulanması

Femur kırığı bulunan dokuz olguya dinamik kompresyon plağı uygulandı. Plak seçimi radius-ulna kırıklarında anlatıldığı şekilde yapıldı. Plaklar bütün olgularda femurun lateral yüzeyine uygulandı.

Deri ensizyonu femurun kranialateral kenarı boyunca, *trochanter major*'un distalinden başlayarak patella düzeyine kadar gerçekleştirildi. Plak femurun lateral yüzeyine uygulandı. Plak üzerine tüm vidalar yerleştirildikten sonra operasyon bölgesi kuralına uygun olarak kapatıldı.

Olguların tamamına postoperatif olarak 7 gün süreyle sefazolin sodyum (Sefazol® 1g, Mustafa Nevzat) ve 3 gün süreyle meloksikam (Maxicam®, Sanovel) enjeksiyonu yapıldı. Postoperatif 7 gün süreyle PVC bandaj uygulandı. Gerekli durumlarda Elizabeth yakalı kullanıldı.

Olguların tümü postoperatif bir hafta boyunca hospitalize edildi. Postoperatif radyografik kontrollerin yapılabilmesi için bütün olgular 7, 14, 21, 28 ve 35. günlerde tekrar çağırıldı. Uygulanan plaklar iyileme sağlandıktan sonra yerinde bırakıldı. Operasyon sonrası en az 35 gün süreyle yapılan kontrollerde Bergmann ve ark. (43)'lerinin bildirdiği topallık skorlaması ile iyileme durumları değerlendirildi (Tablo I).

Operasyondan hemen sonra alınan radyografi ile kemiğin düzlemi, redüksiyonun yeterliliği ve implantın uygulama ekli kontrol edildi. Postoperatif 7, 14, 21, 28 ve 35. günlerde olabilecek hatalı kaynama, kırık uçlarının keskinliği, redüksiyon kaybı, kallus oluşumu, kortikal devamlılık, ve kırık çizgisi gibi muhtemel postoperatif komplikasyonlar yönünden kontroller yapıldı.

BULGULAR

Olguların ırk, yaşı, cinsiyet, kırık nedeni, kırığın yeri ve ekli ile sağ altım sonuçlarına göre dağılımı Tablo II'de, topallık skorlama sonuçlarının günlere göre dağılımı ise Tablo III'de verildi.

Radius-ulna kırığı olan olguların postoperatif 21. gün kontrollerinde plaka uygulanan vida uçlarının kırık korteksten çıkmasına bağlı olarak ekilen kemik üremeleri radius ile ulna arasında sinostoz (kemik köprülenmesi) oluşumuna neden oldu. Ancak uzun dönem kontrollerde sinostozisin ekstremitte fonksiyonlarına yönelik herhangi bir olumsuz etkisi görülmedi.

Radius-Ulna kırığı olan olgulara uygulanan plak vidaların uygulandığı bölgede 10-21. günler arasında lokal ısı artışına neden oldu. Yirmi birinci günden itibaren azalmaya başlayan bu bulgu 26-32. günlerde tamamen ortadan kalktı. Uygulama sonrası sekiz olguda (olgu 1, 2, 4, 6, 10, 12, 13, 14) fonksiyonel iyileme ve bir olguda hafif topallık (olgu 16) tespit edildi.

Tablo I. Topallık değerlendirme skalası (43)

SKOR	DEĞERLENDİRME
0	Normal şekilde kalkıp yürür
1	Normal şekilde kalkar, yürürken hafif topallık vardır
2	Normal şekilde kalkar, yürürken belirgin topallık vardır
3	Normal şekilde kalkamaz, yürürken hafif veya belirgin topallık vardır
4	Ağır topallık verilmeyen topallık vardır

Tablo II. DCP'de olguların da ılımı TÇK: Türk Çoban Köpe i

Olgu nu	İrk	Ya	Cinsiyet	Kırık nedeni	Kırık yeri ve ekle	Sonuç
1	Rottweiler	11 Aylık	Erkek	Yüksekten Dü me	Diafizer Transversal Radius-Ulna Kır ı, Radius'ta Distoke Olmama Sivri Uçlu Kama ekilli Parça Mevcut	Fonksiyonel yile me
2	Melez	4 Aylık	Erkek	Trafik Kazası	Proksimal Diafizer Transversal Radius-Ulna Kır ı	Fonksiyonel yile me
3	TÇK	6 Aylık	Erkek	Yüksekten Dü me	Diafizer Transversal Femur Kır ı	Hafif Topallık
4	Akba	1 Ya	Di i	Trafik Kazası	Diafizer Transversal Radius-ulna Kır ı	Fonksiyonel yile me
5	Melez	8 Aylık	Di i	Trafik Kazası	Diafizer Oblik Femur Kır ı	Fonksiyonel yile me
6	TÇK	12 Aylık	Erkek	Trafik Kazası	Diafizer Transversal Radius-Ulna Kır ı	Fonksiyonel yile me
7	Melez	2 Aylık	Di i	Trafik Kazası	Diafizer Transversal Femur Kır ı, Alt Fragmentten Oblik Parça Aynılması Mevcut	Takip Edilemedi
8	TÇK	3 Aylık	Di i	Trafik Kazası	Diafizer Oblik Femur Kır ı	Takip Edilemedi
9	TÇK	8 Aylık	Erkek	Trafik Kazası	Diafizer Transversal Femur Kır ı	Redüksiyon kaybı (Operasyon tekrarı)
10	Terrier	8 Aylık	Erkek	Trafik Kazası	Distal Diafizer Transversal Radius-Ulna Kır ı	Fonksiyonel yile me
11	.Setter	1 Ya	Erkek	Trafik Kazası	Diafizer Transversal Femur Kır ı	Tekrar kırılma
12	Malinoa	1 Ya	Di i	Ate li Silah	Proksimal Diafizer Redikte Edilemez Parçalı Radius-Ulna Kır ı	Fonksiyonel yile me
13	Pitbull	1,5 Ya	Erkek	Trafik Kazası	Diafizer Transversal Radius-Ulna Kır ı	Fonksiyonel yile me
14	TÇK	5 Aylık	Erkek	Trafik Kazası	Distal Diafizer Transversal Açık Radius-Ulna Kır ı	Fonksiyonel yile me
15	Melez	3Aylık	Di i	Trafik Kazası	Diafizer Transversal Femur Kır ı	Takip Edilemedi
16	Rottweiler	1 Ya	Di i	Yüksekten Dü me	Diafizer Transversal Radius-ulna Kır ı, Radius'ta Proksimal Fragmentten Ayrılan Kama ekinde Parça Mevcut	Hafif Topallık
17	Rottweiler	1Ya	Di i	Yüksekten Dü me	Distal Diafizer Transversal Femur Kır ı	Fonksiyonel yile me
18	TÇK	6 Ya	Di i	Bilinmiyor	Suprakonditiler Transversal Femur Kır ı	Fonksiyonel yile me

Tablo III. Olguların topallık skorlama sonuçlarının günlere göre dağılımı

Olgular	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7. gün	1	1	1	1	2	1	1	-	1	1	1	2	1	2	-	2	1	1
14. gün	0	0	1	1	1	1	-	-	-	1	1	2	0	1	-	1	1	1
21. gün	0	0	1	1	1	0	-	-	-	0	1	1	0	1	-	1	0	0
28. gün	0	0	1	0	0	0	-	-	-	0	1	1	0	0	-	1	0	0
35. gün	0	0	1	0	0	0	-	-	-	0	1	0	0	0	-	1	0	0

0: Normal ekilde kalkıp yürür

1: Normal ekilde kalkar, yürürken hafif topallık vardır

2: Normal ekilde kalkar, yürürken belirgin topallık vardır

3: Normal ekilde kalkamaz, yürürken hafif veya belirgin topallık vardır

4: A ırlık verilemeyen topallık vardır (43)



Resim I. Olgu 6'nın preoperatif radyografik görünümü (A/P ve M/L)



Resim II. Olgu 6'nın postoperatif 28.gün radyografik görünümü (A/P ve M/L)



Resim III. Olgu 12'nin preoperatif radyografik görünümü (M/L ve A/P)



Resim IV. Olgu 12'nin postoperatif 35. gün radyografik görünümü (A/P ve M/L)

Plak uygulaması yapılan olgu 6'nın operasyon öncesinde alınan radyografisi Resim I'de verilmiştir. Olgunun 28. gününde alınan radyografisinde (Resim II) kırık hattının neredeyse kaybolduğu, yeterli düzeyde kallus ekildiği ve kortikal köprülenmenin ekildiği belirlendi. Olgunun 35. gününde çok rahat bir şekilde ekstremitelerini kullanabildiği ve yürüyebildiği tespit edilmiştir.

Olgu 12'de ateşli silah yaralanması sonucu proksimal diafizler redükte edilemez parçalı radius-ulna kırığı tespit edildi (Resim III). Olgunun 35. gün radyografisi Resim IV'de verilmiştir. Bu olguda da çok parçalı kırık olmasına rağmen plak uygulamasından başarılı sonuç alınmış olgunun 40. gününde ekstremitelere üzerine bastırılarak gözetilmiştir.

Femur kırıklarında ise üç olguda (olgu 5, 17, 18) fonksiyonel iyileşme izlenirken bir olguda (olgu 3) hafif topallığın devam ettiği gözlemlendi. Aynı grupta üç olgu (olgu 7, 8, 15) takip edilemedi ve bir olguda (olgu 9) operasyon sonrası ilk haftada plak vidasında geveme belirlendi.

Olgu 11'de hasta sahibinin postoperatif bakım artlarına dikkat etmemesinden dolayı hastanın tekrar travmaya maruz kaldığı öğrenildi. Radyografide femur'un proksimal fragmentinin longitudinal olarak kırıldığı ve en üstteki vidanın boyun kısmından geçerek boşa çıktığı tespit edildi. Bu olgu intramedüller fiksasyon yöntemiyle tekrar opere edildi.

Olgulardan hiçbirinde hatalı kaynama ekillenmez.

ken üç olgu (olgu 7, 8, 15) operasyon sonrası takip edilemedi. Plak uygulanan diğer olgularda redüksiyon kaybı ekillenmedi. Kırık uçlarının keskinliğinin ve kırık çizgisinin yaklaşık olarak 14-21. günlerde kayboldu u gözlemlendi. Olgularda 7. günde kallus oluşumunun yeterli düzeyde olduğu ancak bir olguda (olgu 3) ta kın kallusun ekillendi i gözlemlendi. Remodelizasyonun 28 ve 35. günlerde başladığı görüldü.

Dinamik kompresyon plağı uygulanan on sekiz olgunun hiçbirinde plak uzakla tırması yapılmadı. Plakın uzakla tırılmamasıyla ilgili hiçbir komplikasyonla karşılaşmadık ancak iyileşme sürecinde ve uzun dönemde hasta sahipleriyle yapılan telefon görüşmelerinde sorun havalarda geçici topallık eklendi i belirlendi. Genç hayvanlarda epifiz plakında erken kapanmaya yönelik olumsuz etki gözlenmedi.

TARTI MA

Çalılı mada, dinamik kompresyon plağı kullanılarak iki ırk, ya ve cinsiyetteki on sekiz olgunun klinik ve radyografik de erlendirmelerine göre kırık sa altımı yapıldı. Çalılı ma materyalini dokuzu radius-ulna, dokuzu femur, kemiklerine ait kırıklar oldu.

Radius-ulna kırıklarında bölgeye ulaşım yeri radius'da kemiğin lateral veya mediali, femur'da kemiğin kranio laterali olarak aktarılmı tır (24,44). Radius-ulna kırıklarında medial yaklaşımla ulna'ya ulaşım güç oldu u için lateral enziyonla bölgeye ulaşıldı. Femur kırıklarında medialde femoral arter ve ven olduğundan kranio lateral yaklaşım yolu tercih edildi. Hiçbir olguda kırık fragmentlerine yaklaşım konusunda güçlükle karşılaşmadık.

Kırık sa altımında implant seçimi; cerrahın tercihi, deneyimi, kırığın ekli ve yeri, ekipman maliyeti ve fiksasyon yöntemine bağlıdır (45). Plak boyutuna karar verilirken, kırığın ekli, yeri, kemiğin büyüklüğü, vücut ağırlığı ve yumuşak dokunun durumu gibi etkenler dikkate alınmaktadır. Bununla birlikte, plak yerleştirme ile ilgili temel bilgiler göz önüne alındığında plak boyutunun seçiminde en

tutarlı kural hayvanın canlı ağırlığının olduğu aktarılmaktadır (41,42,46). Ayrıca literatür verilerde bildirildiği gibi kırık sa altımında tercih edilecek yöntemin belirlenmesinde en önemli faktör hayvan sahibinin ekonomik durumudur. Kırığın ekli ve lokalizasyonu dikkate alındığında rijit bir fiksasyon isteniliyorsa en iyi tercihlerden birisinin dinamik kompresyon plağı uygulaması olduğu bu çalışmamızla ortaya konulmuştur. Literatür verilerine benzer olarak bu çalışmada plak seçiminde öncelikli olarak hasta canlı ağırlığı dikkate alınmıştır.

Gerilme, makaslama ve aksiyal kuvvetlere maruz kalan kemiğe yük taşıma kapasitesinin tekrar kazandırılması amacıyla plaklar kemiğin gerilme yüzeyine uygulanmalıdır (47,48). Biyomekaniksel bir çalışmada, plak radius'un medial ve anterior yüzeyine yerleştirilmi ve biyomekanik açıdan medial ve anterior yüzey arasında istatistiksel bir fark olmadığı ortaya konulmuştur (49). Çalışmada uygulanan plaklar gerilme yüzeyleri olan radius'da anterior ve femur'da lateral yüzeye uygulandı. Olguların hiçbirinde plak kırılması ile karşılaşmadık.

Dinamik kompresyon plağı uygulamalarında kırık hattında mükemmel bir aksiyal ve dinamik kompresyon oluştur (32,35,47). Bu çalışmada da literatür verileriyle uyumlu olarak radius ve femur kırıklarında istenilen düzeyde aksiyal ve dinamik kompresyon oluşturulmuş olarak direkt iyileşme gözlemlendi.

Intramedüller çiviler kırık hattına etki eden bükülme kuvvetlerini nötralize ederken rotasyonel kuvvetlere karşı koyamamaktadırlar. Ancak intramedüller çivilerin bu dezavantajı interlocking çivilerin kullanımını engellenmiştir (50,51). Intramedüller çivi uygulamalarında, kırık bölgesinin minimal hareketlerine bağlı olarak kırık stabilizasyonunun bozulduğu bildirilmekle birlikte (19), düzensiz kas hareketlerine de yol açtığı ve oblik, spiral ve parçalı kırıklarda fiksasyonun başarısız olduğu tespit edilmiştir (19,52). Çalışmamızda, postoperatif süreçte alt ve üst kırık fragmentinin uzunlamasına düzlemde sağa veya sola doğru rotasyona uğramadığı, kırık stabilizasyonunun bozulmadığı ve parçalı veya oblik kırık olgularında plakların başarı ile uygulanabileceği gözlemlendi.

Schwandt ve Montavon (53), genç hayvanlarda

kemi in periostal kan akı ının iyi geli mi olmasına rağmen, eri kin hayvanlarda medüller kan akımının daha iyi geli ti ini bildirmektedir. Tepic ve Perren (54), periosta yönelik olan hasarın önlenmesi ve kan akı ının korunmasında LCP uygulamasının dinamik kompresyon pla ı uygulamasına göre daha üstün oldu unu bildirmektedir. Çalı mamızda, pla ın kemikle olan temas yüzeylerinde periostal üremeler gözlemlendi. Bunun pla ının kemi e tam olarak temas ederek periosta zarar vermesinden dolayı olabilece i dü ünüldü.

Piermattei (24), kırık hattı ve vida deli i arasındaki mesafenin en az 4–5 mm veya en azından kullanılan vidanın çapına e it olması gerekti ini bildirmektedirler. Plak uygulaması yapılırken ilk önce kırık hattının bir tarafına, kırık çizgisine en yakın deli e birinci vida yerle tirilir. Daha sonra karşı tarafta kırık hattına en yakın deli e ikinci vida yerle tirilir. Üçüncü vida yerle tirilirken ilk yerle tirilen vida biraz gev etilerek üçüncü vida yerle tirilir, sonra birinci vida tekrar sıkılır. Yapılan bu işlemdeki amaç pla ın kemik üzerinde kayarak kırık hattında dinamik bir kompresyon olu turulmasıdır (36). Benzer olarak çalı mada, ilk vidanın kırık hattına en az 4-5 mm uzakta olmasına dikkat edildi ve üçüncü vida yerle tirilirken ilk yerle tirilen vida, biraz gev etilerek üçüncü vida tekrar sıkıldı. Bu şekilde kırık hattında istenilen düzeyde bir kompresyon sa landı.

Plak uygulamalarında dikkat edilecek noktalardan biri, özellikle femur ve humerus gibi kemiklerin düzgün bir anatomik yüzeye sahip olmamalarından dolayı pla ın kemi e tam adaptasyonu için pla ın kemik yüzeyine göre bükülme zorunlulu udur. Bu işlem yapılmadı nda plak-kemik ve plak-vida arasındaki adaptasyon bozulur ve çe itli komplikasyonlar ortaya çıkabilir (41,55). Bu çalı mada femur'a uygulanan plaklar femur'un yüzeyine uyacak şekilde plak bükücüler ile büküldü. Radius'un ön yüzeyinin düz bir yüzeye sahip olmasından dolayı plak direk olarak kemi e uygulandı. Femur'a bükülerek uygulanan dinamik kompresyon plaklarının kemi e çok iyi adapte oldu u ve rijit bir fiksasyon olu turdu u gözlemlendi.

Kaya (10), dinamik kompresyon pla ı uyguladı ı

diyafizer tibia kırıklarının, postoperatif klinik kontrollerinde hızlı bir iyile me sa ladıklarını ve 7-8. haftalarda yapılan radyolojik kontrollerde kırık iyile mesinin tamamlandı mı bildirmektedir. Larsen ve ark. (56), dinamik kompresyon pla ı uyguladıkları radius ve ulna kırıklarında, bütün olguların postoperatif radyolojik kontrollerinde iyile menin iyi düzeyde oldu unu aktarmaktadırlar. Bu çalı mada, radius'a plak uygulanan dokuz olgunun postoperatif klinik ve radyolojik kontrollerinde, sekizinde (olgu 1, 2, 4, 6, 10, 12, 13 ve 14) kırık iyile mesinin yaklaşık 4-6. haftalarda ekillendi i ve bu olguların fonksiyonel iyile me sa landı ı belirlendi. Femur'a plak uygulanan dokuz olgunun, postoperatif klinik ve radyolojik kontrollerinde ise üç olguda (olgu 5, 17 ve 18) fonksiyonel iyile me, bir olguda hafif topallık (olgu 3) gözlenirken, üç olgu (olgu 7, 8 ve 15) takip edilemedi.

Dinamik kompresyon pla ı uygulamalarında karşı lanılan hatalar; pla ın çok küçük veya büyük seçilmesi, plak uygulamasındaki teknik başarısızlık ve pla ın hatalı pozisyonudur. Plak uygulamalarında yetersiz sayıda kemik vidası kullanılması ile ilgili hatalara da sık rastlanılmaktadır (17,57). Larsen ve ark. (57), dinamik kompresyon pla ı uyguladıkları radius kırıklarında 29 olgudan 5'inde kalıcı bacak deformitesi, bu olgulardan ikisinde plak kırılması ve birinde plaktan vidanın ayrılması ve pla ın yer de i tirmesine ba lı olarak tekrar kırık olu umu gözlemlenmiştir. Yine aynı çalı mada pla ın büyüme pla ına yakın yerle tirilmesinden dolayı karpal valgus olu tu u bildirilmektedir. Bu çalı mada, radius'a plak uygulanan olgulardan olgu 14'de, plak distal büyüme pla ına yakın yerle tirilmesine rağmen herhangi bir fonksiyon bozuklu una yol açmadı ı belirlendi. Olgu 9'da distal fragmentteki plak vidalarının iki tanesinde gev eme ekillendi ve redüksiyon kaybı olu tu, bu yüzden olgu tekrar opere edildi. Olgu 11'de, hayvanın postoperatif tekrar travmaya maruz kalmasından dolayı aynı kemikte tekrar kırık olu tu. Bu olgu tekrar opere edildi. Bütün olguların pla ı iyi tolere ettikleri ancak özellikle radius'a plak uygulanan olgularda, hayvan sahipleri tarafından so uk havalarda hayvanların hafif topalladı ı bildirildi.

Olmstead (47), kırık hattında bir vida deli inin bo

bırakılmasının, plak rijiditesini % 35, iki vida deliğinin bo bırakılmasının % 60 oranında azalttığını bildirmektedir. Diğer bir çalımda, vida deliği açmak için kemiğin diril ile delinmesinin bükülme kuvvetine karşı % 30-40 oranında kemiğin direncini azalttığını aktarılmaktadır. Bu nedenle kompresif kuvvetlerin bu noktada yoğunlaşmasından dolayı kemik kırılmalarının özellikle bu bölgelerde olduğu bildirilmektedir (58). Çalımamızda, dinamik kompresyon plağı uyguladığımız olguların bazılarında, kırığın ekleme göre bir veya daha fazla vida deliği bo bırakıldı. Ancak, vida deliğinin bo bırakılmasına bağlı olarak, dinamik kompresyon plağı uygulanan hiçbir olguda postoperatif süreçte kırığın stabilizasyonunda bozulma meydana gelmedi ve yeniden kırık ekillenmedi.

Bach ve ark. (59), insanlarda açık kırıkların onarımında plak uygulamaları ile linear tip eksternal fiksasyon uygulamalarını karşılaştırmaları ve her iki yöntemde kırık iyileşmesi bakımından mükemmel sonuçlar elde etmişlerdir. Komplikasyon oranını eksternal fiksatörde plak uygulamalarına göre daha düşük olduunu ve açık kırıklarda eksternal fiksatörün primer stabilizasyon yöntemi olarak tercih edilebileceğini aktarmışlardır.

Dinamik kompresyon plağı uygulanan radius-ulna kırıklarında iyileşme süresi sonunda radius ile ulna arasında sinostoz (kemik köprülenmesi) olduğu fakat bu köprülenmenin ekstremitte fonksiyonlarına herhangi bir olumsuz etki oluşturmadığı görülmüştü ve bu bulgu literatür verileriyle uyumlu bulunmuştur (46). Ateşli silah yaralanması sonucu parçalı radius-ulna kırığı bulunan olguda 12' de radius ve ulna arasında yoğun sinostozis oluşmasına rağmen ekstremitesini çok iyi kullanabildiği görüldü.

Kırık iyileşmesinin komplikasyonları; osteomyelit, kaynama gecikmesi, kaynama yokluğu, kötü kaynama, prematür epifiz kapanması ve kırık başlı sarkomadır (47,60-63). Johnson ve Schaeffer (62),

değişik konfigürasyonlarda eksternal fiksator uyguladıkları 108 radius ve tibia kırığından üç olguda kaynama yokluğu, üç olguda gecikmiş kaynama, iki olguda osteomyelitis ekillenmediğini bildirmektedirler. Özak ve ark. (31), çeşitli uzun kemik kırığı bulunan 22 köpekten iki olguda kaynama yokluğu ve bir olguda osteomyelit gözlemlendiğini aktarmaktadırlar. Çalımamızda, dinamik kompresyon plağı uygulanan olguların hiçbirinde kırık iyileşmesi ile ilgili bir komplikasyonla karşılaşmadık.

Çalımamızda plak uygulanan olgulara postoperatif ekstremitte hareketlerini kısıtlamak ve plak üzerine binen yükü azaltmak amacıyla 7 gün süresince PVC ile destekli bandaj uygulaması gerçekleştirildi. Dinamik kompresyon plağı uygulanan olgular genelde postoperatif 18-22. günlerde ilgili ekstremitelerini fonksiyonel olarak kullanmaya başladıkları gözlemlendi. Radius'a plak uygulaması yapılan olguların sonuç havalarda hafif topalladığını bildirdi.

Radyografik açıdan değerlendirildiğinde, kırık çizgisi ve kırık uçlarının keskinliği yaklaşık olarak postoperatif 14-21. günlerde kaybolmaya başladıkallus oluşumunun ortalama 7. günden itibaren başladığı gözlemlendi. Bütün olgularda remodelizasyon yaklaşık olarak 35. günde başladı.

Sonuç olarak, kırık onarımında dinamik kompresyon plağı kullanımı maliyetinin diğer uygulamalara göre yüksek olduğu, uygulama için bölgenin tamamen açığa çıkartılması gerektiği gözlemlenirken yöntemin çok iyi stabilizasyon sağladığını tespit edildi. Kırık onarımında dinamik kompresyon plağı uygulamalarının seçkin bir yöntem olabileceğine kanıtına varıldı.

KAYNAKLAR

1. Aslanbey D. *Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji*. Özkan Matbaacılık Ankara 2002, ss 1-150.
2. Bruce WJ. *Radius and ulna* In: Coughlan A, Miller A (eds), *BSAVA Manual of Small Animal Fracture Repair and Management*. 1st ed. Bsava, United Kingdom 1998, pp 197-215.
3. Denny HR. *The Humerus*. In: Coughlan A, Miller A. (eds), *BSAVA Manual of Small Animal Fracture Repair and Management*. 1st ed. Bsava, United Kingdom 1998, pp 170-195.
4. Tomlinson JL. *Fractures of the humerus*. In: Slatter D (ed), *Textbook of Small Animal Surgery*, 3rd. ed. W.B. Saunders Philadelphia, 2003, pp 1905-1918.
5. Süer C, Sa lam M. Köpeklerde arka ekstremitte travmatik lezyonlarının dağılımı ve stabilizasyonu üzerine klinik çalışmaları. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2006; 53: 15-23.
6. Özsoy S, Altunatmaz K. *Treatment of extremity fractures in dogs using external fixators with closed reduction and limited open approach*. *Vet Med-Czech* 2003; 48:133-140.
7. Aron DN. *Practical techniques for fractures*. In: Bojrab M.J. (ed.): *Current Techniques in Small Animal Surgery*. 4th ed. Philadelphia 1998: pp 934-941.
8. Shahar R. *Relative stiffness and stress of type I and type II external fixators: Acrylic versus stainless-steel connecting bars-a theoretical approach*. *Vet Surg* 2000, 29: 59-69.
9. Roush JK. *Management of fractures in small animals*. *Vet Clin Small Anim* 2005; 35: 1137-1154.
10. Kaya Ü. Köpeklerde tibia kırıklarının minimal invaziv plak osteosentezi ile stabilizasyonu. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2003; 50: 19-23.
11. Boudrieau RJ, Sinibaldi KR. *Principles of long bone fracture management*. *Semin Vet Med Surg (Small Anim)* 1992; 7: 44-62.
12. McLaughlin R. *Internal fixation, intramedullary pins, cerclage wires and interlocking nails*. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1999; 29: 1097-1116.
13. Ünlüsoy , Bilgili H. Köpeklerde intrameduller çivileme teknikleri ve uygulama alanları. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2005; 52: 85-91.
14. Bilgili H, Aslanbey D. *Uzun kemiklerin epifizer bölge kırıkları: Bölüm II Kedi ve köpeklerde epifizer kırıkların sınıflandırma metodları*. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 1999; 5: 78-84.
15. Clements DN, Gemmill T, Cord SA, et al. *Fracture of the proximal tibial epiphysis and tuberosity in 10 dogs*. *J Small Anim Pract* 2003; 44: 355-358.
16. Lillich JD, Roush JK, DeBowes RM, et al. *Interlocking intramedullary nail fixation for a comminuted diaphyseal femoral fracture in an alpaca*. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1999; 12: 81-84.
17. Beale B. *Orthopedic clinical techniques femur fracture repair*. *Clin Tech Small Anim Pract* 2004; 19: 134-150.
18. Gül YN. *Bioabsorbable ve biodegradable implantların özellikleri ve kırık stabilizasyonunda kullanımı*. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 2000; 6: 108-111.
19. Schrader SC. *Complications associated with the use of Steinman intramedullary pins and cerclage wires for fixation of long-bone fractures*. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1991; 21(4): 687-703.
20. McCartney WT. *Use of an acrylic external fixator with an intramedullary tie-in pin for the treatment of tibial fractures in 85 dogs*. *Vet Rec* 2007; 27: 596-597.

21. Milovancev M, Ralphs CS. Radius-ulna fracture repair. *Clin Tech Small Anim Pract* 2004; 19: 128-133.
22. Weinstein J, Ralphs SC. External coaptation. *Clin Tech Small Anim Pract* 2004; 19: 98-104.
23. Nispet ÖH, Çaptug Ö, Bilgili H. Uzun kemik kırıklarında sa altım seçenekleri. Bölüm I: Bandajın endikasyonları, çeşitleri ve temel uygulama prensipleri. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 2006; 13: 97-106.
24. Piermattei DL, Flo GL, DeCamp CE. Brinker, Piermattei and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair. 4th ed. Saunder Philadelphia, 2006, pp 1-790
25. Yurdakul M, Sa lam M. Kedi ve köpeklerde ekstremite uzun kemiklerinin diyafizer kırıklarının sa altımında uygulanan biyolojik osteosentez tekniklerinin klinik de erlendirilmesi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2009; 56: 31-36.
26. Court-Brown CM. Intramedullary nailing of open tibial fractures. *Curr Orthopaed* 2003; 17: 161-166.
27. Necas A, Proks P, Urbanova L, et al. Radiographic assesment of implant failures 3.5 LCP vs. 4.5 LCP used for flexible bridging osteosynthesis of large segmental femoral diaphyseal defects in a miniature pig model. *Acta Vet Brno* 2010; 79: 599-606.
28. Johnson K. Locking plates-The ultimate implant? *Vet Comp Orthop Traumatol* 2009; 2: 1-2.
29. Mutlu Z, Özsoy S. Köpeklerin ekstremitelerinde ilizarov eksternal fiksator uygulamaları üzerine klinik çalı malar. *stanbul Üniv Vet Fak Derg* 2003; 29: 119-135.
30. Beck JA, Simpson DJ. Type 1-2 hybrid external fiksator with tied-in intramedullary pin for treating comminuted distal humeral fractures in a dog and a cat. *Aust Vet J* 1999; 77: 18-20.
31. Özak A, Yardımcı C, Nisbet HÖ, ve ark. Treatment of long bone fractures with acrylic external fixation in dogs and cats: retrospective study in 30 cases (2006-2008). *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 2009; 15: 615-622.
32. Stiffler KS. Internal fracture fixation. *Clin Tech Small Anim Pract* 2004; 19: 105-113.
33. Seaman JA, Simpson AM. Tibial fractures. *Clin Tech Small Anim Pract* 2004; 19: 151-167.
34. Durmu AS, Köm M, Çobano lu B. Köpeklerde radius'un deneysel diyafizer kırıklarının intramedüller pin, plaka ve sirküler eksternal fiksator ile sa altımlarının kar ıla tırılması. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 2003; 9: 9-14.
35. Newton CD. Etiology, classification, and diagnosis of fractures. In: *Textbook of Small Animal Orthopaedics*, Newton CD and Nunamaker DM (eds), International Veterinary Informations Service (www.ivis.org), 1985. Eri im Tarihi: 20.01.2012
36. Koch D. Implants: description and application (screw and plates) In: Johnson AL, Houlton J. (eds), *AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat*. AO Publishing, Switzerland, 2005; pp 26-52.
37. Denny HR, Butterworth SJ. *A Guide to Canine and Feline Orthopaedic Surgery* 4th Ed. Blackwell, UK 2006; pp 299-600.
38. Rosen H. Principles and application of bone plates. *Vet Clin of North Am Small Anim Prac* 1975; 5: 229-240.
39. Boudrieau RJ. Principles of screw and plate fixation. *Semin Ved Med Surg (Small Anim)* 1991; 6: 75-89.
40. Holz U, Murphy WM. Reduction and Fixation Techniques. In: *AO Principles of Fracture Management*. In: Rüedi TP, Murphy WM (eds), AO Publishing, Davos, Switzerland 2000; 139-185.
41. Conzemius M, Swainman S. Fracture fixation with screws and bone plates. *Vet Clin North*

- Am Small Anim Pract* 1999; 29: 1117-1134.
42. Bilgili H. Mini-Titanyum Plakların Karnivorların Ekstremitte Eklemlerindeki Ekleme Yakın Kırıklarında Osteosentez Aracı Olarak Kullanım Olanaklarının Ara tırılması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü 1995.
 43. Bergmann HM, Nolte I, Kramer S. Comparison of analgesic efficacy of preoperative or postoperative carprofen with or without preincisional mepivacaine epidural anesthesia in canine pelvic or femoral fracture repair. *Vet Surg* 2007; 36: 623-632.
 44. Piermattei DL, Johnson KA. *An Atlas of Surgical Approaches to the Bones and Joints of the Dog and Cat*. Okumu (4th ed) Çeviri: Kılıç N. Bölüm: Ön Bacak. Kitap: Kedi ve Köpeklerde Kemik ve Eklemlere Cerrahi Yaklaşım Atlası. Medipres Matbaacılık, Malatya 2011; ss 214-218.
 45. De Tora M, Kraus K. Mechanical testing of 3,5 mm locking and non-locking bone plates. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2008; 21: 318-322.
 46. Özak A. Köpeklerin Antebrachium Kırıklarında Radius'un Osteosentezinde Dinamik Kompresyon Pla ı (DCP) ve ntramedüller Çivileme Yöntemi ile Sa lanan Sonuçların Kar ıla tırılması De erlendirilmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2000; ss 1-88.
 47. Olmstead ML. Complications of fractures repaired with plates and screws. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1991; 21: 669-686.
 48. Sardinias JC, Montavon PM. Use of a medial bone plate for radius and ulna fractures in dogs and cats: areport of 22 cases. *Vet Surg* 1997; 22: 135-147.
 49. Wallace MK, Boudrieau RJ, Hyodo K, et al. Mechanical evaluation of three methods of plating distal radial osteotomies *Vet Surg* 1992; 21: 99-106.
 50. Endo K, Nakamura K, Maeda H, et al. Interlocking intramedullary nail method for the treatment of femoral and tibial fractures in cats and small dogs. *J Vet Med Sci* 1998; 60: 119-122.
 51. Çaptu Ö, Bilgili H. Treatment of long bone fractures by interlocking nailing fixation technique in 5 cats. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 2006; 12: 36-44.
 52. Hulse D, Hyman B. Biomechanics of fracture fixation failure. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1991; 21: 647-668.
 53. Schwandt CS, Montavon PM. Locking compression plate fixation of radial and tibial fractures in a young dog. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2005; 18: 194-198.
 54. Tepic S, Perren SM. The biomechanics of the Pc-Fix internal fixator. *Injury* 1995; 26: 5-10.
 55. McDuffee L, Strover SM, Taylor KT. An in vitro biomechanical investigation of the mechanical properties of dynamic compression plated osteotomized adult equine tibiae. *Vet Surg* 1997; 26: 126-136.
 56. Canpolat , Bulut S, Kılıç S ve ark. Kırıkların yarım pin yöntemi uygulanarak akrilik barlı eksternal fiksasyonla sa altımında pin ve vida kullanılmasının kar ıla tırılması. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 1997; 3: 32-36.
 57. Larsen LJ, Roush JK, McLaughlin RM. Bone plate fixation of distal radius and ulna fractures in small and miniature-breed dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1999; 35: 243-250
 58. Johnston SA, Lancaster RL, Hubbard RP, et al. A biomechanical comparison of 7 hole 3,5 mm broad and 5 hole 4,5 mm narrow dynamic compression plates. *Vet Surg* 1991; 20: 235-239.
 59. Bach AW, Hansen ST. Plates versus external fixation in severe open tibial shaft fractures. A randomized trial. *Clin Orthop Relat Res* 1989;

- 241: 89-94.
60. Willson JW. Vascular supply to normal bone and healing fractures. *Semin Vet Med (Small Anim)* 1991; 6: 26-38.
61. Dudley M, Johnson AL, Olmstead M, et al. Open reduction and bone plate stabilization, compared with closed reduction and external fixation, for treatment of comminuted tibial fractures: 47 cases (1980-1995) in dogs. *J Am Vet Assoc* 1997; 211: 1008-1012.
62. Boudrieau RJ. Fractures of the Tibia and Fibula. In: Slatter D (Ed), *Textbook of Small Animal Surgery*, 3rd ed, WB Saunders, Philadelphia 2003, pp 2144-2157.
63. Nolte DM, Fusco JV, Peterson ME. Incidence of and predisposing factors for nonunion of fractures involving the appendicular skeleton in cats: 18 cases (1998-2002). *J Am Vet Med Assoc* 2005; 226: 77-82.