

KÖPEKLERDE DENEYSEL TİBİA DEFEKTLERİNİN ONARIMINDA SİRKÜLER EKSTERNAL FİKSATÖRÜ KULLANILARAK YAPILAN KEMİK KAYDIRMA TEKNİĞİ UYGULAMASI*

Mustafa KÖM

Sait BULUT

Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı Elazığ-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 18.07.2001

The Application of the Bone Transport Technique Using of Circular External Fixator in the Reconstruction of Experimental Tibial Segmental Defects in Dogs

Summary

In this study, bone transport technique using circular external fixator was used to repair experimentally induced tibial segmental defects in dogs. The results were evaluated on the basis of clinic, radiographic, and histopathologic findings.

Eighteen crossbred dogs of different races, ages and sexes were used. After fixator was inserted, 20 mm long bone segment was removed from the diaphysis of the tibia. Corticotomy was performed on the cranial aspect of the proximal tibia, preserving the periosteum. Following a six days latency period, bone transport was performed at a rate 0.5x12 mm/hours for 20 days, then compression-distraction, consolidation and dinamisation were performed for 7, 40 and 17 days, respectively.

The fixators were well tolerated by these cases. Superficial pin track infections were the most common complications. The cases used their extremities partially in the second postoperatif weeks and then fully fourth weeks. Edema in legs were observed during first two weeks. The muscles of the left extremity was showed moderate sings of atrophy.

Collogen fibers in the distraction area were seen 2th weeks after distraction and new bone are organized in the direction of the distraction. Bone development in the distraction areas and distal bone union was seen normally in all cases. It was observed in three cases incomplete corticotomy, in three cases deviation, and refracture in two cases in the distal bone region

Bone transport technique used circular external fixator can be satisfactorily used for the recontraction of large tibial defects in dogs.

Key words: Circular external fixator, bone transport techniques, segmental bone defect, tibia, dog

Özet

Bu çalışmada, köpeklerde sirküler eksternal fiksator kullanılarak kemik kaydırma tekniği ile deneysel oluşturulan tibia defektlerinin onarımı yapıldı. Sonuçlar klinik, radyografik ve histopatolojik olarak değerlendirildi.

Değişik ırk, yaş ve cinsiyette 18 adet sokak köpeği kullanıldı. Sirküler eksternal fiksatorü yerleştirildikten sonra tibianın diyafizinden 20 mm'lik kemik parçası çıkarıldı. Kortikotomi, tibianın proksimal kranialinden periost korunarak yapıldı. Altı günlük bekleme periyodundan sonra kemik kaydırma işlemi 0.5 mm x 12saat oranında 20 gün süreyle uygulandı. Daha sonra yedi gün kompresyon-distraksiyon, 40 gün konsolidasyon ve 17 gün dinamizasyon uygulandı.

Olgular fiksatöre kolay uyum sağladılar. Yüzeysel pin yolu enfeksiyonu en yaygın komplikasyondur. Olgular ekstremitelerini postoperatif 2. haftada kısmen, 4. haftada tamamen kullandılar. Bacaklarda ilk 2 hafta ödem gözlemlendi. Sol ekstremitelerdeki kas atrofisi orta derece idi.

* Bu çalışma Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu (FÜNAF 299) tarafından desteklenmiş olan doktora tezinden özetlenmiştir.

Distraksiyon aralığındaki ilk kollojen fibriller, distraksiyonun 2. haftasında ve yeni kemiğin distraksiyon yönünde organize olduğu görüldü. Bütün olgularda distraksiyon aralığı ve distal kaynama bölgeleri normal gelişim gösterdi. Üç olguda tam olmayan kortikotomi, üç olguda deviasyon ve iki olguda ise hedef bölgede kırık gözlemlendi.

Sirküler eksternal fiksatorü kullanarak yapılan kemik kaydırma tekniği ile tibia'nın diyafizer defektlerinin onarımı güvenle yapılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sirküler eksternal fiksator, kemik kaydırma tekniği, segmental kemik defekti, tibia, köpek

Giriş

Günümüze kadar trafik kazaları ve ateşli silah yaralanmaları, kemik enfeksiyonu ve tümör rezeksiyonları sonucunda uzun kemiklerin geniş defektlerinin tedavisinde pek çok yöntem kullanılmış olmasına rağmen, ortopedinin bu önemli sorununa kesin bir çözüm getirilememiştir. (1,8).

Ekstremité uzatma çalışmalarında; İlizarov'un 1950'li yıllarda sirküler eksternal fiksator kullanarak ortaya koyduğu distraksiyon osteogenezisinin temel esasları, ortopedide büyük bir çığır açmıştır (15,17). Sirküler eksternal fiksatorleri veteriner ortopedide ilk Ferretti tarafından kullanılmıştır. Daha sonra kullanımı gittikçe yaygınlaşan bu fiksator ve distraksiyon osteogenezisi konusunda birçok çalışma yapılmıştır (11,20-24,33). Bu teknik ülkemizde ilk 1996 yılında Olcay ve Bilgili tarafından uygulanmış ve çeşitli çalışmalar yapmışlardır (4,5,25,27). Veteriner ortopedide sirküler eksternal fiksatorü, kırık fiksasyonu, deformite düzeltmeleri ve kemik defektlerinin onarımında büyük ilgi görmüştür (23,25-27,36).

Ekstremité boyunun uzatılmasına "eksternal", ekstremité uzunluğunda değişiklik yapmadan defekti ortadan kaldırmak için kemiğin yumuşak dokular arasından uzatılmasına "internal" uzatma denir. Uzunluk kaybı ile birlikte kemik defekti varsa internal ve eksternal uzatma birbiri ardına veya aynı anda uygulanabilir. Tek düzlemde kompresyon-distraksiyon "monofokal", bir düzlemde distraksiyon ikinci düzlemde kompresyon "bifokal", iki kortikotomi bölgesinde distraksiyon ve defekt bölgesinde kompresyon için "trifokal" tedavi terminolojisi kullanılır. Trifokal yönteminin avantajı tedavi süresini yarıya indirmesidir (1,3,5,28,29). Kemik transportasyon tekniğinde proksimal veya distal fragmana uygulanan kortikotomiye takiben defekt yönünde yumuşak dokular arasından internal uzatma uygulanması ile defekt ortadan kaldırılabilir. Böylece kaydırılan kemiğin hem distraksiyon osteogenezisi ve hem de transformasyonel osteogenezisi ile iyileşmesi sağlanır. Transportasyon işlemi sonucunda hedef bölgede transformasyonel osteogenezisi başlatmak için kompresyona başlanır (1,6,13,26,28).

Sirküler eksternal fiksasyon uygulama teknikleri tam olarak bilinmeden yapılan operasyonlar sonrasında, birtakım istenmeyen sonuçların ortaya çıkması kaçınılmazdır (6,15-17,20,24,37).

Bu çalışmada köpeklerde deneysel oluşturulan tibia'nın diyafizer defektlerinde, sirküler eksternal fiksatorü ile kemik kaydırma tekniği uygulanarak, sonuçların klinik, radyografik ve histopatolojik olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Deneme materyalini; sağlıklı, değişik ırk, cinsiyet ve ağırlıkları 20-32 kg arasında değişen, 18 adet yetişkin köpek oluşturdu.

Sirküler eksternal fiksator setinde; dure alüminyumdan yapılmış iç çapı 100 mm, dış çapı 120 mm olan tam ve 5/8 halkalar, 1.5 mm' lik Kirschner telleri (K-teli), bağlantı çubukları (rod), somun, civata, pul, kirschner tutucu, pin gerdirici ve 10 mm'lik ingiliz anahtarları bulunmaktaydı.

Preoperatif dönemde rod boyları ve halka çapları belirlenmek amacıyla tibia'nın radyografisi alındı. Sirküler eksternal fiksatorü kurulurken 3 adet tam ve 1 adet 5/8 yarım halka, 3 adet 6 mm' lik rod, 8 adet 1.5 mm 'lik K-teli, 16 adet K-tutucu ve 40 adet somun kullanıldı.

Operasyonun 12 saat öncesinden köpekler aç bırakıldı. Köpeklerin sol bacağı, genu eklemine üstünden tarsal eklemine altına kadar tıraş edildi.

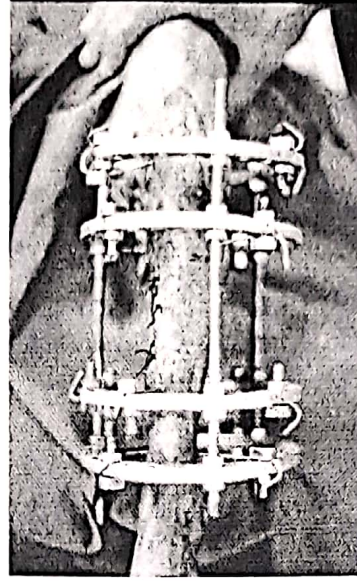
Olgulara 0.1ml/kg dozunda Rompun (xylazine hydrochlorid, 23.32 mg/ml, Bayer) ve 10 mg/kg dozunda Ketanes (ketamin hydrochlorür, 100 mg/ml, Alke) im enjeksiyonu ile indüksiyon sağlandıktan sonra, %1.5 oranında Halothan (Halothan, Hoechst) verilerek inhalasyon anestezisi'ne alındı. Anesteziye alınan olgular operasyon masasına tespit edildi ve operasyon bölgesi Baticon solusyonu ile (polyvinylpropolidone iod %10'luk, Adeka) dezenfekte edilerek steril serviyetlerle sınırlandırıldı.

Sirküler eksternal fiksatorün bacağı uygulanmasında, her halka düzleminde 2 adet K-teli

bölgesel anatomik yapının olanak verdiği ölçüde 60-90° açı ile ve pin geçme düzeyleri dikkate alınarak yerleştirildi. Tellerin dokulardan geçirilmesi, kemiğe ulaşınca kadar elle, karşı korteksi delinceye kadar düşük devirli matkapla ve daha sonra da çekiç ile vurularak karşı yumuşak dokularda ilerletildi. Bu işlem sırasında kortikal kemikte oluşan ısı nekrozlarına karşı, teller alkolle ıslatılmış gazlı bez ile tutularak soğutulmaya çalışıldı. Kemik kaydırma işleminin yapılacağı transport halkasına yerleştirilen tellerin radyografik kontrollerinin daha kolay yapılabilmesi için bunlar, kaydırılan kemik parçasının 1/3 distal kısmına yerleştirildi. K-tutucularına yerleştirilen tellerin proksimal halkadan başlanarak bütün halka düzleminde somunları sıkıldı. Karşı taraftan K-tutucularına yerleştirilen tellere gerilim uygulandı ve somunları sıkıldı. Sirküler eksternal fiksator, eklem hareketlerini kısıtlamadan tibianın anatomik aksı doğrultusunda, halkalara yerleştirilen tellerin kemiğin uzun eksenine dik ve aynı halka düzleminde olmasına dikkat edildi. K-tellerinin uzun uçları çevreye zarar vermemesi için kesilerek kıvrıldı.

Tibianın orta diyafizer bölgesinden rutin cerrahi kurallara uygun olarak, 20 mm uzunluğunda kemik parçası çıkarıldı. Tibianın proksimal metafizer bölgesine kranio-lateral yaklaşımla 3 cm' lik deri ensizyonu yapıldı. Kortikotomi, derialtı dokular ayrıldıktan sonra periost korunarak lateral, medial ve kaudal kortekslerin kesilmesi ile tamamlandı. Daha sonra kortikotomi ve defekt bölgesindeki operasyon yaraları rutin cerrahi kurallarla kapatıldı (Şekil 1). Olgulara yedi gün süreyle günde 1 flakon sefazolin sodyum im olarak (Cefamezin 1000 mg, Eczacıbaşı) uygulandı.

Yara ve pin bakımları günlük olarak yapılan olguların fiksatöre uyumu, topallık, pin yolu enfeksiyonu, eklem hareketleri, ödem, pin gevşemesi, fiksator stabilitesi ve nörovasküler yaralanmaları kontrol edildi. Pin yolu enfeksiyonları için pinlerin giriş ve çıkış yerleri ayrı ayrı değerlendirildi. Bekleme periyodundan sonra transport halkası her 12 saatte 0.5 mm oranında distale doğru kaydırıldı. Kaydırılan kemik parçası hedef bölgeye ulaşıncaya, yedi gün 0.5 mm oranında kompresyon-distraksiyon, 40 gün konsolidasyon ve daha sonra 17 gün süre ile dinamizasyon uygulandı. Alınan radyografilere göre kortikal kemik oluşumu görülünce, sirküler eksternal fiksatorler sedasyon altında çıkarıldı.



Şekil 1. Kapatılmış operasyon yaraları ve fiksatorün son görünümü.

Bütün olguların düzenli radyografik incelemelerinde; distraksiyon aralığında ilk kemik dokusunun oluşumu, gelişimi ve kaydırılan kemiğin hedef bölgeye yönelimi ve distal kaynama bölgesi incelendi.

Altmış, 120 ve 180. günlerde, 6'şar hayvan yüksek dozda anestezik madde verilerek ötenazi edildi. Olguların distraksiyon aralığını ve distal kaynama bölgesini içeren kemik dokusu örnekleri histopatolojik olarak incelendi.

Karşılaşılan problemler sorun, engel ve komplikasyon olarak değerlendirildi. Tedavi sırasında gözlenen ve operasyona gerek kalmadan düzeltilebilenler sorun, operasyonla düzeltilebiliyorlarsa engel, sonucu etkileyenler ise komplikasyon olarak değerlendirildi.

Bulgular

Olguların sirküler eksternal fiksatorünü çok iyi tolere ettikleri görüldü.

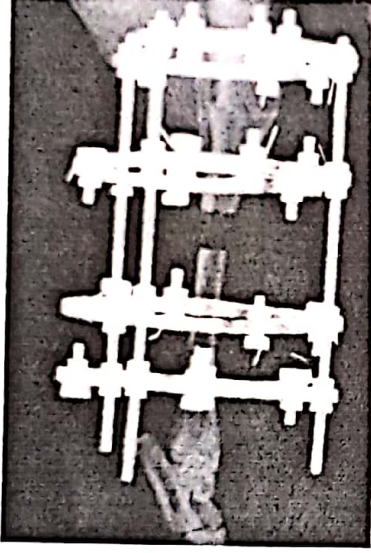
Bütün olgulara ait klinik, radyografik ve histopatolojik bulgular, Tablo 1'de özet olarak verilmiştir.

Hiçbir olguda 3. haftaya kadar pin yolu enfeksiyonu görülmedi. Üçüncü haftadan sonra bütün olgularda değişik oranlarda pin yolu enfeksiyonu gözlemlendi. Sekizinci haftada bazı olgularda kemikte osteolizise neden olan teller çıkarılarak farklı yerden yenileri yerleştirildi.

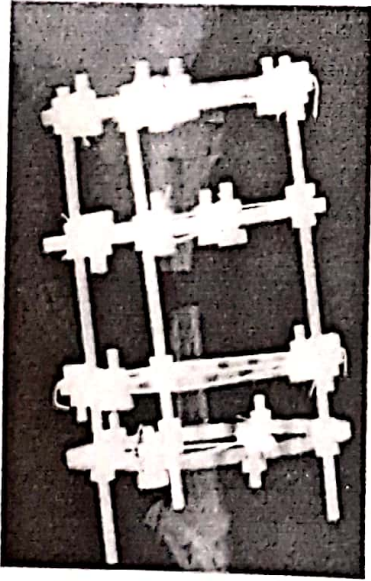
Bütün olgularda genu ekleminden başlayarak ekstremitenin distaline doğru yayılan bir ödem gözlemlendi.

Postoperatif dönemin ikinci haftasında, yedi olgunun bacaklarını askıda tuttukları, diğer olguların ise hafifçe kullandıkları görüldü. Bütün olgularda kasların değişik derecede atrofiye oldukları gözlemlendi.

Prematür kallus dokusunun oluşumu için kortikotomi hattında distraksiyona başlamak amacıyla postoperatif altı günlük bir bekleme periyodunun yeterli olduğu görüldü (Şekil 2).



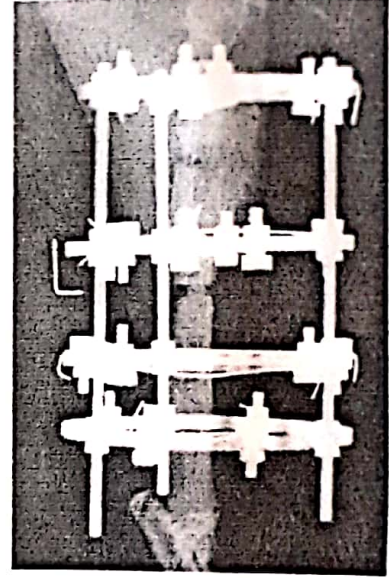
Şekil 2. Distraksiyon öncesi radyografik görünüm.



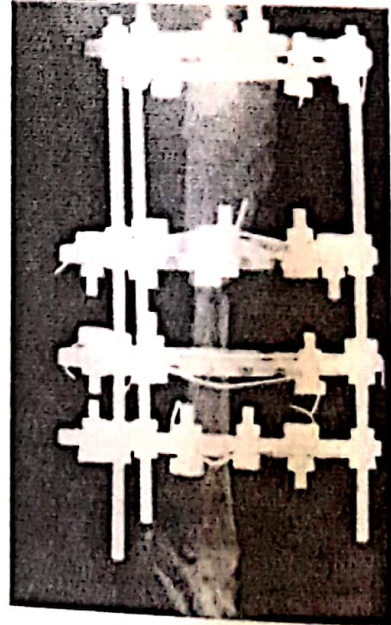
Şekil 3. Distraksiyon sonrası 7. günündeki radyografik görünüm.

Distraksiyonun aralığının radyografik incelemelerinde; distraksiyonun 7. gününde minimal opasite (Şekil 3), 14. gününde distraksiyon yönüne paralel periost kökenli kollojen fibrillerin oluştuğu (Şekil 4),

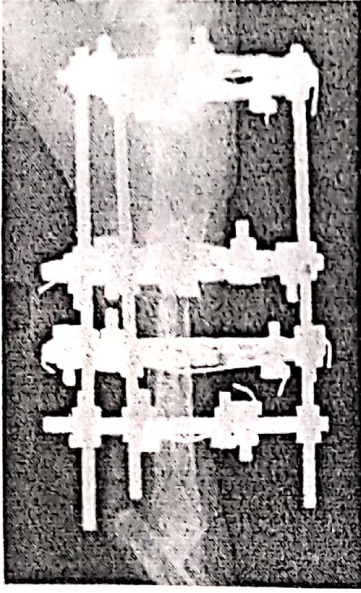
30. günde ise distraksiyon sırasında kortikotomi hattının proksimal ve distalinden başlayan radyodens bölgelerin, distraksiyon sonunda birleştiği ve distraksiyon aralığının ortasında bulunan radyolüsent fibröz interzon hattının kapandığı görüldü (Şekil 5). Postoperatif 60. günde proksimal ve distal sklerotik alanlar ve kemiksel köprülenme (Şekil 6), 90. günde korteks oluşumu (Şekil 7), 120. günde distraksiyon aralığının kemiksel formasyonla dolduğu (Şekil 8), 180. günde ise kortikalizasyonun tamamlanmış ve remodelizasyonun devam ettiği gözlemlendi (Şekil 9).



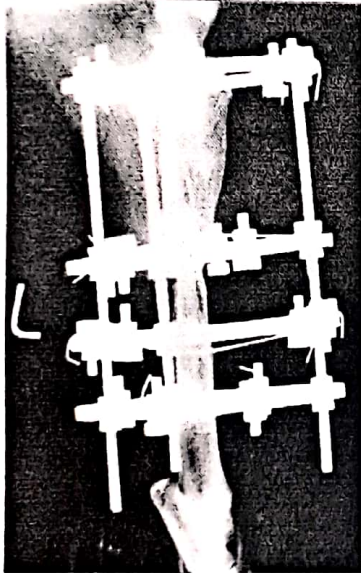
Şekil 4. Distraksiyon sonrası 14. günündeki radyografik görünüm.



Şekil 5. Distraksiyon sonrası 30. günündeki radyografik görünüm.



Şekil 6. Distraksiyon sonrası 60. gündeki radyografik görünüm.



Şekil 7. Distraksiyon sonrası 90. gündeki radyografik görünüm.

Distal kaynama bölgesinin postoperatif 30. ve 60. günlerinde; kemik defektinin kapanmasıyla kallus ve kortikal kemik oluşumunun başlaması (Şekil 5, 6), 90. günde korteks oluşumu (Şekil 7), 120. günde belirgin kortikal kemik devamlılığı (Şekil 8), 180. günde remodelizasyonun devam ettiği saptandı (Şekil 9).

Postoperatif 60. gündeki distraksiyon aralığında; kırık uçlarından başlayıp genç mezenşimal hücrelerden köken alan fibrosit ve fibroblastlardan oluşan damarlı bir fibröz dokunun varlığı ile kollojen

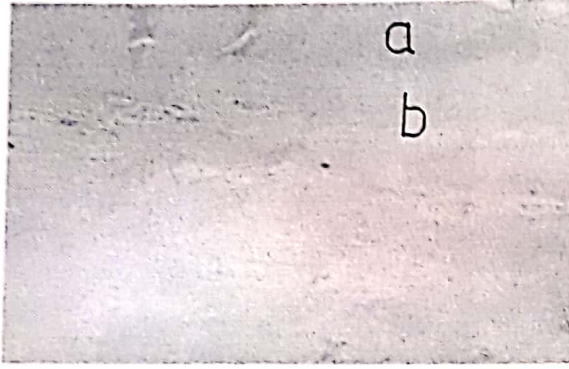
fibrillerin distraksiyon yönüne paralel oldukları gözlemlendi (Şekil 10). Distal bölgede, periosttan köken alan, ortasında çok sayıda dilate ve konjesyone damar yapıları içeren fibröz doku alanı yanısıra fibröz dokudan kaynaklanan yeni kemik dokusu görüldü. Fibröz bağ dokudaki kollojen fibrillerin kemiğin uzun eksenine dik olduğu, eksternal kallus içinde az sayıda kırık adacıkları olan minimal bir nekroz, medüllada fibröz bağ dokusu ve hemorajik alanlar oluştuğu gözlemlendi (Şekil 11).



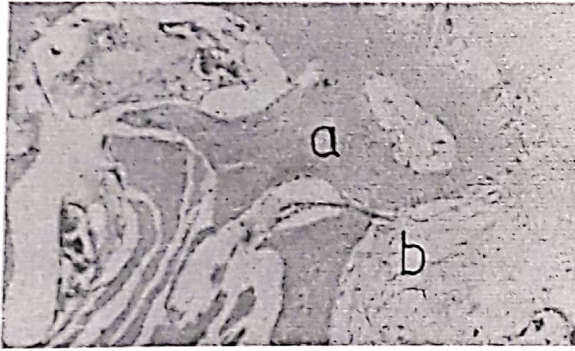
Şekil 8. Distraksiyon sonrası 120. gündeki radyografik görünüm.



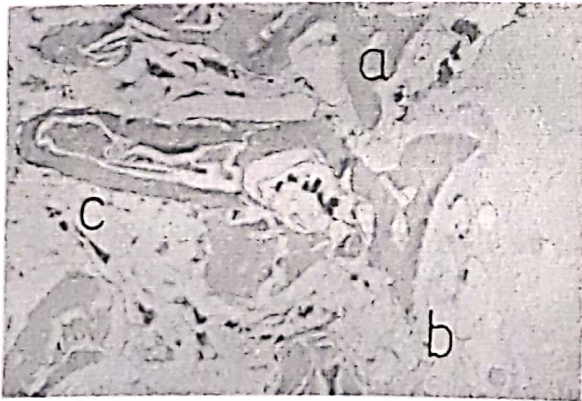
Şekil 9. Distraksiyon sonrası 180. gündeki radyografik görünüm.



Şekil 10. Distraksiyon aralığının 60. günündeki histopatolojik görünümü. Distraksiyon yönüne paralel yeni kemik trabekülleri (a), trabeküller arasında damardan zengin fibröz ve yağ dokusu (b). HEx100



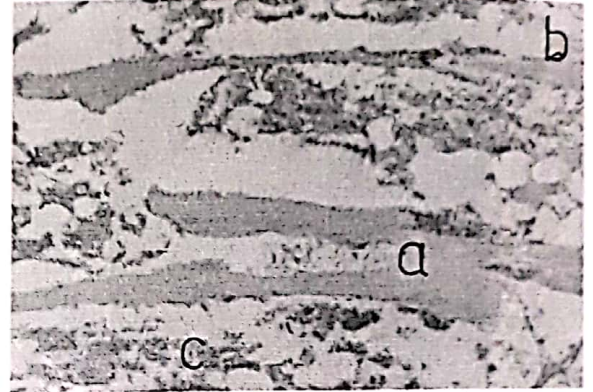
Şekil 11. Distal bölgenin 60. günündeki histopatolojik görünümü. Yeni kemik trabekülleri (a) ile fibröz ve yağ dokusu (b). HE x40



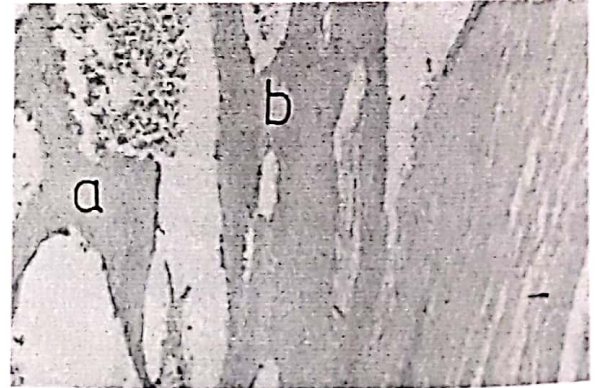
Şekil 12. Distraksiyon aralığının 120. günündeki histopatolojik görünümü. Yeni kemik trabekülleri (a) arasında gevşek fibro-adipöz doku (b) ile yeni kemik iliği (c). HEx100

Postoperatif 120. günündeki distraksiyon aralığında; fibroblastik ve kondroblastik aktivitelerin, yerini osteoblastik ve osteoklastik aktiviteye bıraktığı, bazı alanlarda osteokondral ve hemen hemen bütün alanlarda kemiksel kaynama olduğu gözlemlendi (Şekil 12). Distal bölgede her iki kortikal kemik arasında

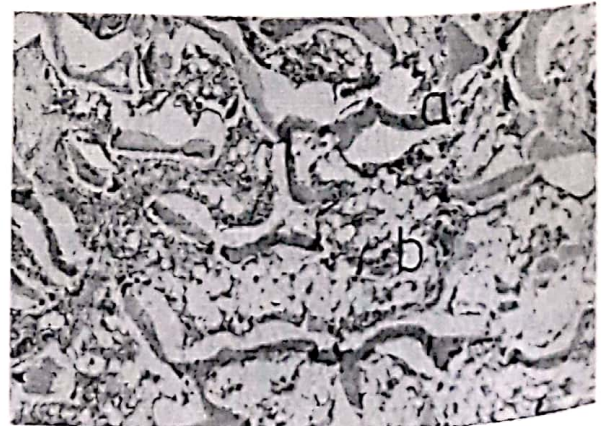
trabeküler kemiğin birleştiği, eksternal kallusun azaldığı, trabeküler yapının daha sıkı bir dizilim gösterdiği, trabeküller arası boşlukta hemen hemen tümü ile gevşek bir fibröz-adipöz doku ile dolu yağlı kemik iliği saptandı (Şekil 13).



Şekil 13. Distal bölgenin 120. günündeki histopatolojik görünümü. Yeni kemik trabekülleri (a) arasında gevşek fibro-adipöz doku (b) ve yeni kemik iliği (c). HEx40



Şekil 14. Distraksiyon aralığının 180. günündeki histopatolojik görünümü. Yeni kemik dokusu (a) ile birlikte korteksin olgunlaşması (b). HEx100



Şekil 15. Distal bölgenin 180. günündeki histopatolojik görünümü. Olgun kemik trabekülleri (a) arasında yağlı kemik iliği (b). HEx40

Postoperatif 180. gündeki distraksiyon aralığında; kemik korteksinin oluşumu ve olgun kemik dokusu alanları gözlemlendi (Şekil 14). Distal bölgede kortikal

kemikleşme ile birlikte medüller kanalın açıldığı ve yoğun yağlı kemik iliği ile dolu olduğu görüldü (Şekil 15).

Tablo 1. Olguların klinik, radyografik ve histopatolojik bulgulara ait özet bilgiler

Olgu No	Yaş, Cinsiyet, Ağırlık, Irk	Takip Süresi (Gün)	Klinik Bulgular (Topallık)	Sorun, Engel ve Komplikasyon (S-E-K)	Radyografik ve Histopatolojik Bulgular	Sonuç
1	1 Yaş, Erkek, 20 kg, Alman Melezi	60	++	PDE (S) % 62.50 Deviyasyon (S) Tam olmayan kortikotomi (S)	Kaynama tamamlanmamış	Orta
2	2 Yaş, Dişi, 26 kg, Alman Melezi	60	++	PDE (S) % 68.75 Deviyasyon (S)	Kaynama tamamlanmamış	Orta
3	1.5 Yaş, Erkek, 30 kg, Kangal Melezi	60	+	PDE (S) % 62.50	Kaynama tamamlanmamış	Orta
4	1.5 Yaş, Dişi, 25 kg, Alman Melezi	60	+	PDE (S) % 56.25	Kaynama tamamlanmamış	Orta
5	2 Yaş, Erkek, 32 kg, Kangal Melezi	60	++	PDE (S) % 56.25 PDE (E), Deviasyon (S) Hatalı pin yerleştirilmesi (E)	Kaynama tamamlanmamış	Orta
6	1 Yaş, Erkek, 20 kg, Alman Melezi	60	-	PDE (S) % 50.00 Dikiş açılması Tam olmayan kortikotomi (S)	Kaynama tamamlanmamış	İyi
7	2 Yaş, Erkek, 21 kg, Alman Melezi	120	-	PDE (S) % 43.75 PDE (E)	Kaynama tamamlanmış	İyi
8	3 Yaş, Erkek, 28 kg, Kangal Melezi	120	+++	PDE (S) % 43.73 PDE (E), Yeniden kırılma (K)	Distal bölgede kaynama sağlanamadı	Kötü
9	1 Yaş, Erkek, 21 kg, Alman Melezi	120	-	PDE (S) % 37.50 Tam olmayan kortikotomi (S)	Kaynama tamamlanmış	İyi
10	2 Yaş, Dişi, 24 kg, Alman Melezi	120	-	PDE (S) % 37.50 PDE (E)	Kaynama tamamlanmış	İyi
11	2 Yaş, Dişi, 26 kg, Kangal Melezi	120	+++	PDE (S) % 31.25 PDE (E), Yeniden kırılma (K)	Distal bölgede kaynama sağlanamadı	Kötü
12	2 Yaş, Erkek, 21 kg, Alman Melezi	120	-	PDE (S) % 31.25 PDE (E)	Kaynama tamamlanmış	İyi
13	2 Yaş, Dişi, 25 kg, Alman Melezi	180	-	PDE (S) % 25.00	Kaynama tamamlanmış	İyi
14	1 Yaş, Erkek, 27 kg, Kangal Melezi	180	+	PDE (S) % 12.50 Pin değişimi (E) Tam olmayan kortikotomi (S)	Kaynama tamamlanmış	Orta
15	2 Yaş, Erkek, 25 kg, Kangal Melezi	180	-	PDE (S) % 18.75	Kaynama tamamlanmış	İyi
16	1 Yaş, Erkek, 26 kg, Kangal Melezi	180	-	PDE (S) % 18.75	Kaynama tamamlanmış	İyi
17	1 Yaş, Dişi, 21 kg, Kangal Melezi	180	-	PDE (S) % 12.50	Kaynama tamamlanmış	İyi
18	2 Yaş, Erkek, 23 kg, Alman Melezi	180	-	PDE (S) % 6.25	Kaynama tamamlanmış	İyi

- : Topallık yok + : Hafif ++ : Orta +++ : İleri
Sorun (S) Engel (E) Komplikasyon (K)
PDE: Pin Dibi Enfeksiyonu

Tartışma

Ateşli silah yaralanmaları, enfeksiyon, psödoartroz, travma ve kemik tümörünün geniş rezeksiyonları sonucunda oluşan maddi kayıplı kırıkların onarımı, ortopedistlerin yeni çözüm teknikleri aradıkları en önemli sorunların başında gelmektedir. Kemikteki maddi kayıplı bölgeyi doldurmak için bölgeye otojen, allojen, ksenojen greftleri ve çeşitli inorganik maddelerin uygulaması teknikleri ortopedik cerrahinin önemli bir bölümünü oluşturur (1,3,8).

Sirküler eksternal fiksatorü kullanılarak yapılan kemik kaydırma tekniğinin diğer tekniklere oranla enfekte psödoartrozlu bölgelerin geniş bir alanının rezeke edilebilmesi, kaynama yokluğu bölgelerinin aksiyel dinamizasyon etkisiyle kan sirkülasyonun ve osteoblastik aktivitenin artması, aynı anda yumuşak doku defektlerinin onarılabilmesi, ekstremitenin erken dönemde kullanılmasına olanak vermesi sonucunda çeşitli problemlerin daha az görülmesini sağlaması, kemik ve yumuşak dokuları daha az travmatize etmesi biçiminde üstünlüklerinin olduğu bildirilmiştir (13,27,28,37).

Birçok araştırmacı (6,7,13,24), sirküler eksternal fiksator ve distraksiyon osteogenezisinde hastaların tedaviye uyumunun, başarılı sonuca ulaşmadaki en önemli faktörlerden biri olduğunu bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar (10,20,32), hayvanların sirküler eksternal fiksatorleri çok iyi tolere ettiklerini ve herhangi bir sorunla karşılaşmadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, köpeklerde sirküler eksternal fiksatorü uygulaması ve kemik kaydırma sırasında, çalışmayı etkileyebilecek herhangi bir sorunla karşılaşmadı. Köpeklerde sirküler eksternal fiksatorlerin güvenle kullanılabilmesi kanısına varıldı.

Sirküler eksternal fiksatorün ve distraksiyon osteogenezisinin özelliklerinin çok iyi bilinmesi, operasyon öncesi planlamanın hastaya göre iyi yapılması, operasyonda önemli prensiplere dikkat edilmesi ve hastaların postoperatif yakın takibi ile başarılı sonuçların alınmasının mümkün olduğu bildirilmektedir (13,15,37). Pablos ve ark (27), sirküler eksternal fiksator sistemi yapısının kompleks, uygulanmasının zor, ağır ve zaman alıcı olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışma süresince aynı ekiple çalışma olanağı olmadığından sirküler eksternal fiksatorün montajı, operasyon süresini ve operasyon sırasında karşılaşılabilecek sorunları en aza indirmek için operasyondan önce yapıldı. Dure alüminyumdan

yapılan halkaların ve diğer komponentlerinin ağırlık bakımından bir sorun yaratmadığı gözlemlendi.

Bazı araştırmacılar (14,24,37), sirküler eksternal fiksatorün modüler yapısı, yeterli aksiyel mikro hareketlere izin vermesi, uzaysal 3 boyutlu rijit fiksasyon sağlaması ve ince tellerin kullanılmasıyla da yumuşak doku hasarının daha az olması gibi avantajlarını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, hedef bölgeden sapma gösteren olgularda, fiksatorün modüler yapısından dolayı kemik uçları karşı karşıya getirilerek hedef bölgeye ulaşması sağlandı. İnce 1.5 mm lik teller çıkarıldığı zaman kemik hasarının az olduğu, otuz kg.'a kadar ağırlıktaki köpeklerde güvenle kullanılabilmesi kanısına varıldı.

Birçok araştırmacı (1,2,17,36,37), distraksiyon osteogenezisinde metafizer bölgeden yapılan kortikotomi tercih ettiklerini bildirmektelerdir. İllizarov (14,16), kemik rejenerasyonu için metafizer bölgeden kortikotomi yapmayı tercih etmekte, fizise yakınlığı nedeniyle bu bölgedeki yumuşak dokuların distraksiyona daha iyi uyum sağladığını ileri sürmektedir.

Bu çalışmada distal kırık bölgesine kaydırılacak olan kemik parçası daha fazla bir yüzey alanı oluşturmak için, proksimal metafizer bölgeden yapılan kortikotomi ile oluşturuldu.

Birçok araştırmacı (11,14,31,33), distraksiyon osteogenezisinin en önemli teknik özelliklerinden birinin de kortikotomi tipi olduğunu bildirmişlerdir. İllizarov (14,15), kortikotomi sırasında medullaya zarar verilmemesini ve periost ile endost'un korunmasının büyük önem taşıdığını bildirmişlerdir. Kojimoto ve ark. (18), endost ve kemik iliğinin yeterli kallus oluşumu için zorunlu olmadığını periostun korunmasının daha önemli bulunduğunu bildirmektelerdir. Delloye ve ark. (7), osteotomi ile kortikotomi arasında kırık iyileşmesi ve yeni oluşan kemik miktarı açısından belirgin bir farkın olmadığını bildirmektelerdir. Frierson ve ark.(11). İllizarov'un tanımladığı posterior korteksin rotasyon ile kırılmasının, genellikle güç ve deplasmanının kaçınılmaz olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada kortikotomi sırasında periostu travmatize etmemeye özen gösterildi. Periostun kesildiği bölgenin konsolidasyon fazındaki radyografilerinde kortikal kemikte gecikme saptandı. Endost ve medüller kanalın travmatize edilmesi sonrasında kortikal kemikte bir konsolidasyon sorunu ile karşılaşmadı. Bu da distraksiyon osteogenezisinde periostun, endost ve medüller kanalın

korunmasından daha önemli olduğunu ve periostun mutlak korunması gerektiğini doğrulamaktadır. Halkaların bağlantısının eşit aralıkta 3 bağlantı rodu ile sağlanması sonucu halka yüzeyinde daha fazla kullanım alanını kaldığı, fiksator kurulumunun kısa sürede ve kemik kaydırma işleminin daha kolay yapıldığı görüldü. Bütün halkaların uzun üç rodla kurulması rotasyonel osteoklazinin gerçekleştirilmesi sırasında bütün rodlarının açılması gibi bir dezavantajı da beraberinde getirmektedir.

Operasyondan sonra distraksiyonun başlamasına kadar geçen 2-14 günlük bekleme periyodunun; periost, endost ve kemik iliği ile yumuşak dokuların rekanalizasyonuna olanak sağlaması dışında, kemik uçları arasında yeterli osteoblastik aktivitenin oluşmasında yol açtığı bildirilmiştir (7,16,23,30,33, 34,37). De Bastiani ve ark., 7-14, İizarov, 5-7, Kojimoto ve ark., 10, Lewis ve ark., 2-6, Marcellin-Little ve ark., 2-3, Olcay ve ark., 2-6 günlük bekleme periyodunu önermektedirler (1,5,16,18,21-23). Alho ve ark., 1 mm/hafta, De Bastiani ve ark., 0.25 mm/12 saat, Delloye ve ark., 0.8 mm/36 saat, Peltonen ve ark., 0.5-1.8 cm (%3.3-%12) arasında olduğunu bildirmişlerdir (1,7,30). İizarov (16), 0.50 mm'lik günlük distraksiyon oranının osteogenezisin uzatma hızına erişeceğini ve prematür konsolidasyona yol açabileceğini, 2.0 mm'lik oranın ise periost yumuşak dokuların hasar görmesine ve yetersiz kemik dokusu oluşumuna neden olabileceğini, 4 eşit frekansa bölünmüş 1.0 mm'lik distraksiyon hızının iyi sonuç verdiğini bildirmektedir. Bazı araştırmacılar (4,9,19,25,26,32,35), veteriner ortopedideki uygulamalarında, 2 ve 4 defa da olmak üzere, günlük toplam 1 mm lik distraksiyon oranı uyguladıklarını bildirmektedirler.

Bu çalışmada, operasyondan sonra alınan radyografik görümlere göre prematür kallus dokusu için 6 günlük bekleme periyodu yeterli oldu. Uygulanan 2 seansta günlük 1.0 mm'lik distraksiyon oranının radyografik ve histopatolojik incelemeler sonucunda optimal oran olduğu görüldü.

Distraksiyon osteogenezisine ait histolojik çalışmalarda hem endokondral ve hemde intramembranöz kemik iyileşmesi olduğu belirtilmiştir. Distraksiyon sırasında gelişen kallus dokusunun, yavaş aksiyel distraksiyon ile büyüme plağına benzediği ve doku uzamasının sadece merkezdeki bölgeden olduğu ve bu bölgedeki longitudinal fibrillerin diziliminin kuvvet vektörüne paralel dizildiği görülmüştür (7,12,14,16,17,30,37). Kojimoto ve ark. (18), günde 2 defada 0.25 mm'lik distraksiyon oranı ile önceki iki sklerotik zon, 4 haftada 3. sklerotik zon bulunduğu, radyolüsent zonda longitudinal dizilmiş kırık ve fibröz doku,

sklerotik zonda ise kansellöz kemik olduğunu, ve sonuçta endokondral ossifikasyon ile kemik gelişiminin meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada histopatolojik incelemeler sonucunda kemik trabekül oriyantasyonunun gerilim-stres vektörüne paralel olarak geliştiği, osteoid dokunun paralel kolonları, sentral bölgeden her iki yöne doğru lameller kemiğe dönüştüğü, sentral büyüme tabakasının osteoid formasyon için hızla kollojen fibrilleri yapan elonge fibroblastik hücreleri içerdigi belirlendi.

Birçok araştırmacı (6,13,28,29), sirküler eksternal fiksasyonun diğer tekniklerden farklı olarak, cerrahi işlem sonuçlandığı zaman tedavinin sonuçlanmadığını, fiksatorün takılı olduğu sürece tedavinin devam ettiğini, uygulamaya başlandığı zaman bir öğrenme döneminin olduğunu, ilk vakalarda komplikasyon oranı % 120-150 arasında iken, öğrenme döneminin ardından komplikasyon oranının düştüğünü bildirmektedir. Dahl ve ark. (6) tekniği uygulamaya yeni başlayan hekimlerin, uygulamaya başlamadan önce teorik ve pratik kurallarını iyi öğrenmelerini, uzmanlardan uygulama tekniklerini bizzat görmelerini ve başlangıçta basit olguların seçilmesi gerektiğini bildirmektedir. Bazı araştırmacılar (1,6,29) komplikasyonları; aksiyel dizilim bozukluğu, eklem lüksasyonu, kas kontraktürü, eklem sertliği, uzunluk kaybı, tel gevşemesi, nörolojik ve vasküler yaralanma, pin dibi enfeksiyonu, yumuşak doku enfeksiyonu, prematüre ve gecikmiş konsolidasyon olarak belirtilmişlerdir.

Bu çalışmada, en sık ortaya çıkan problem pin yolu enfeksiyonuydu. Bütün olgularda değişik derecede pin yolu enfeksiyonu görülmesine rağmen uygun tel bakımları ile bir kısmı kontrol altına alındı. Tellerin çıkarılmasına kadar tel bakımlarının günlük yapılmasının en iyi yöntem olduğu ve gazlı bezlerin konulması ile deri-tel arasındaki hareketi en aza indirdiği saptandı. İnce ve gerilmiş tellerin kullanılması sonucunda yüzeysel olan bu enfeksiyonlar, fiksator konfigürasyonunun proksimal halkalarında daha şiddetli derecede olduğu gözlemlendi. Bu bölgede oluşmasının nedeni, yumuşak dokulardan zengin olması, pin bakımlarının kolayca yapılamamasına ve ilk olgularda matkabın yüksek devirle kullanılmasına bağlandı. İlk olgularda pin yolu ve diğer problemler yüksek oranda iken olgu sayısı arttıkça oran azaldı. Fiksatorün mekanik aksında bozulma, eklem sertliği, kas kontraktürü, erken ve gecikmiş kemik konsolidasyonu görülmedi.

Transkortikal pin uygulaması sırasında pin geçme düzey ve prensiplerine uyulmaması sonucunda nörovasküler yaralanmaların kaçınılmaz olduğu

bildirilmiştir (4,19,24). Bazı araştırmacılar (4,10,24), sirküler eksternal fiksasyon uygulamalarında en önemli sorunlardan birinin de pin yerleştirme tekniği ve güvenli pin geçme düzeylerinin seçilmesi olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada pinler, tibia için pin geçme düzey ve pozisyonlarına ilişkin Bilgili ve arkadaşlarının hazırladıkları atlas dikkate alınarak yerleştirildi. Pin uygulamasına bağlı nörovasküler yaralanmaya rastlanmadı. Bu sonuç, tibia bölgesindeki kesitsel anatomiye göre pin yerleştirme tekniğine uyulmasına bağlandı.

Birçok araştırmacı (1,9,13,26,28), kemik transportasyonunda en sık karşılaşılan problemin "docking site" olarak tanımlanan kaydırılan kemiğin ulaştığı hedef bölgesindeki kaynama sorunu olduğunu açıklamıştır. Bazı araştırmacılar (13,26,28), İlizarov'un greftlemeyi doğru bulmamasına rağmen, greftlemenin kemik kaydırma tekniğinin ayrılmaz bir

parçası olduğunu; kemik transportasyonu uyguladıkları kemik defektlerine ait klinik çalışmalarında kompresyon ile kırık uçlarını birleştirmeden önce kemik uçlarının açılarak bölgenin greftlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir

Bu çalışmada, İlizarov'un prensipleri benimsenerek distal kaynama bölgesine greft uygulaması yapılmadı. Ancak distal bölgesinin greftlenmesi ile yapılan çalışmalardaki iyileşme indeksleri karşılaştırıldığında bu çalışmadaki iyileşme indeksinin yüksek olduğu belirlendi.

Sonuç olarak, köpeklerde deneysel tibia defektlerinin sirküler eksternal fiksatorü kullanılarak yapılan kemik kaydırma tekniği ile onarımlarının, sistemin temel teknik ve prensiplerine uyularak ortaya çıkabilecek sorunların artan bilgi ve deneyim ile aşılabileceği ve uygulamaların güvenli yapılabileceği kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

1. Alonso JE. and Regazzoni P. The use of the concept with the AO/ASİF tubular fixateur in the treatment of segmental defects. *Orthop Clin North Am* 1990; 21, (4): 655-665.
2. Aronson J, Johnson E, and Harp J. Local Bone transportation for treatment of intercalary defects by the ilizarov technique. *Biomechanical and Clinical Considerations CORR* 1989; 243: 70-79.
3. Aronson J. Cavitory osteomyelitis treated by fragmentary cortical bone transportation. *CORR* 1992; 280: 153-160.
4. Bilgili H, Çakır A, and Olcay B. An atlas for the safe insertion for transcortical wires using Ilizarov's Circular External Fixation System in a tibia model for dogs. *Vet Cer Derg* 1998; 5, (3-4): 109-113.
5. Bilgili H, Kürüm B, ve Olcay B. İlizarov'un sirküler eksternal fiksasyon sistemi. Bölüm II: Distraksiyon osteogenezi. *Vet Cer Derg* 2000; 6, (1-2): 95-100.
6. Dahl MT, Gulli B, and Berg T. Complication of limb lengthening. A learning curve. *CORR* 1994; 301: 10-18.
7. Delloye C, Delefortrie G, Couelier L, et all. Bone regenerate formation in cortical bone during distraction lengthening. *CORR* 1990; 250: 34-42.
8. Durmuş AS. Köpeklerde Deneysel Maddi Kayıplı Femur Kırıklarında Koral ve Spongiyöz Otogref Uygulamalarının Karşılaştırması. Doktora Tezi, FÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2000.
9. Elkins AD, Morandi M, and Zembo M. Distraction osteogenesis in the dog using the ilizarov external ring fixator. *JAAHA* 1993; 29,(5): 419-426.
10. Ferretti A. The application of the ilizarov technique to veterinary medicine. In: A.Bianchi-Maiocchi A, Aronson J, Editors. *Operative principles of ilizarov*. Milan. *Surgical Medi Video*, 1991; 551-570.
11. Frierson M, İbrahim K, Boles M, et all. Distraction osteogenesis. A Comparison of corticotomy techniques. *CORR* 1994; 301: 19-24.
12. Gil-Albarova J, Pablos J, Franzeb M, et all. Delayed distractin in bone lengthening. Improved healing in lambs. *Acta Orthop Scan* 1992; 63 (6): 604-606.
13. Green SA, Jackson JM, Wall DM, et all. Management of segmental defects by the ilizarov intercalary bone transport method. *CORR* 1992; 250: 136-142.
14. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part I. The influence of the stability of fixation and soft-tissue preservation. *CORR* 1989; 238: 249-281.
15. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. *CORR* 1989; 239: 263-285.
16. İlizarov GA. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *CORR* 1990; 250: 8-26.
17. Karaharju EO, Aalto K, Kahri A, et all. Distraction bone healing. *CORR* 1993; 297: 38-43.
18. Kojimoto H, Yasui N, Goto T, et all. Bone lengthening in rabbits by callus distraction. The role of periosteum and endosteum. *JBJS* 1988; 70/B, (4): 543-549.
19. Latte Y. 75 Application of the Ilizarov method. (Part 2). *Euro J Comp Anim Pract* 1997; 7,(1): 64-84.

20. Lesser AS. Segmental bone transport for the treatment of bone deficits. *JAAHA* 1994; 30, (4): 322-330.
21. Lewis DD, Radasch RM, Beale BS, et al. Initial clinical experience with the IMEX circular external skeletal fixation system-part II: Use for bone lengthening and correction of angular and rotational deformities. *VCOT* 1999; 12,(3): 118-127.
22. Marcellin-Little DJ, Ferretti A, Roe SC, et al. Hinged Ilizarov external fixation for correction of antebrachial deformities. *Vet Surg* 1998; 27: 231-245.
23. Marcellin-Little DJ. Fracture treatment with circular external fixation. *Vet Clin North Am: Small Anim Pract* 1999; 29, (5):1153-1170
24. Olcay B, ve Bilgili H. I. İlizarov Kursu. Kurs Notları. Afyon. 15-17 Eylül 2000.
25. Owen MA. Use of the Ilizarov Method to manage a septic tibial fracture nonunion with a large cortical defect. *J Small Anim Pract* 2000; 41 (3): 124 -127.
26. Özsoy S, ve Mutlu Z. Bir köpeğin tibia'sındaki maddi kayıplı defekt'in İlizarov Tekniği kullanarak lokal kemik nakli ile sağaltımı. *Vet Cer Derg* 1998; 4 (1-2): 45-49.
27. Pablos J, Barrios C, Alfero C, et al. Large experimental bone defects treated by bone transportation with monolateral external distractors. *CORR* 1994; 198: 259-265.
28. Paley D, Catagni MA, Argnani F, et al. Ilizarov Treatment of tibial nonunions with bone loss. *CORR* 1989; 241: 146-165.
29. Paley D. Problems, obstacles and complications of limb lengthening. In: Bianchi-Maiocchi A, Aronson J, Ed. *Operative Principles of Ilizarov. Surgical Medi Video. Milan. 1991; 352-366.*
30. Peltonen J, Karaharju E, Aalto K, et al. Leg lengthening by osteotomy and gradual distraction: an experimental study. *J Pediatr Orthop* 1988; 8: 509-513.
31. Peltonen J, Kahri AI, Heikkilä PS, et al. Bone formation after distraction osteotomy of the radius. *Acta Orthop Scand* 1992; 63: 599-603.
32. Thommasini MD, Ehrhart N, Ferretti A, et al. Bone transport osteogenesis for limb salvage. Following resection of primary bone tumors: Experience with six cases (1991-1996). *VCOT* 2000; 13: 18-22.
33. White SH, and Kenwright J. The timing of distraction of an osteotomies. *JBJS* 1990; 72/B, (4): 356-361.
34. White SH, and Kenwright J. The importance of delay in distraction of osteotomies. *Orthop Clin North Am* 1991, 22,(4): 569-580.
35. Yanoff SR, Hulse DA, Palmer RH, et al. Distraction osteogenesis using modified external fixation devices in five dogs. *Vet Surg* 1992, 21, (6): 480-487.
36. Yasui N, Kojimoto H, Shimizu H, et al. The effect of distraction upon bone, muscle and periosteum. *Orthop Clin North Am* 1991; 22, (4): 563-568.
37. Yasui N, Kojimoto H, Sakaki K, et al. Factors affecting callus distraction in limb lengthening. *CORR* 1993; 293: 55-60.