

T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

ÇEVRESEL TEL TESPİTİNİN KORTİKAL KEMİK KAN
AKIMINA AKUT ETKİSİ

DR. Mehmet Akif CİNGÖZ
UZMANLIK TEZİ

SİVAS

2006

T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

ÇEVRESEL TEL TESPİTİNİN KORTİKAL KEMİK KAN
AKIMINA AKUT ETKİSİ

DR. Mehmet Akif CİNGÖZ

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

PROF.DR. Okay BULUT

SİVAS

2006

Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Kurulunun 12/03/2002 tarih ve 2002/1 sayılı kararı ve Cumhuriyet Üniversitesi Rektörlüğü' nün 28/03/2002 tarih ve 463 sayılı yazısı ile uygun görülen “Tez Yazım Kılavuzu’ na” göre hazırlanmıştır.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

● TEŞEKKÜR.....	iii
● ÖZET.....	iv
● İNGİLİZCE ÖZET.....	v
● SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
● TABLOLAR.....	vii
● ŞEKİLLER.....	vii
● GİRİŞ.....	1
● GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. KEMİĞİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ.....	2
2.2. KEMİĞİN KAN AKIMI.....	3
2.3. FEMURUN KANLANMASI.....	4
2.4. SERKLAJ TELİ.....	5
2.5. LAZER DOPPLER FLOWMETRE.....	6
2.5.A. LDF Ölçümlerinden Elde Edilen Veriler.....	7
2.5.B. LDF'nin Avantaj ve Dezavantajları.....	10
● GEREÇ VE YÖNTEM.....	12
3.1. DENEY HAYVANLARININ SEÇİMİ.....	12
3.2. ÇALIŞMA PLANININ OLUŞTURULMASI.....	12
3.2.A. DENEKLERİN HAZIRLANMASI.....	13
3.2.B. LDF CİHAZININ HAZIRLANMASI.....	13
3.2.C. FEMURDAN LDF İLE ÖLÇÜM ALINMASI.....	15
3.2.D. İSTATİSTİKSEL YÖNTEM.....	18
● BULGULAR.....	19
4.1. KORTİKAL KAN AKIMINDAKİ DEĞİŞİKLER.....	19
4.2. SONUÇLARIN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ.....	21
● TARTIŞMA.....	23
● SONUÇ VE ÖNERİLER.....	34
● KAYNAKLAR.....	36

TEŞEKKÜR

İyi bir ortopedist olma isteğiyle başladığım bu uzun ve zahmetli yolu, bu tez çalışmasıyla noktalamış bulunmaktayım. Uzmanlık eğitimim boyunca iyi bir ortopedist olmam için elinden geleni yapan ve bize evlatları gibi davranan değerli hocam Prof.Dr.Tansel ÜNSALDI'ya, tecrübelerini ve bilgi birikimini bizimle paylaşan ve bize etik değerleri unutturmayan bölüm başkanımız Prof.Dr.Okay BULUT'a, geldiği günden itibaren bize hep destek olan ve ufukumuzu genişleten hocam Doç.Dr.Gündüz TEZEREN'e, el becerimin gelişmesinde önemli katkısı olan hocam Yrd.Doç.Dr.Hayati ÖZTÜRK'e ve yeni uzmanımız Yrd.Doç.Dr. Zekeriya ÖZTEMÜR'e teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında yardımını esirgemeyen ve aynı zamanda tez danışmanlığımıda yapan Prof.Dr.Okay BULUT'a ayrıca teşekkür ederim.

Tezimin farklı aşamalarında yardımcı olan tüm asistan arkadaşlarıma özellikle Dr.Turan TAŞ'a, Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinden Dt.Doç.Dr.Serkan POLAT ve Dt.Yakup GÜLNAHAR'a, İstatistik A.D.'dan Yrd.Doç.Dr. Ziyet ÇINAR'a ve Nöroşirurji A.D.'dan Doç.Dr.Mustafa GÜRELİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Beni yetiştiren ve bu günlere gelmemi sağlayan anne ve babam'a, yoğun tempomdan dolayı belkide yeteri kadar ilgilenemediğim fakat bana hep destek olan eşim ve kızım'a teşekkür ederim.

Ayrıca tezde kullanılan deneklerin ve malzemelerin teminindeki katkılarından dolayı Doğu medikal'e teşekkür ederim

ÖZET

Kemik kanlanması üzerinde daha çok çalışma yapılabilecek, ortaya çıkarılmamış birçok soruya sahip, tezat bulgular içeren geniş bir konudur. Kemiğin kanlanması ve içten tespit materyallerinin kanlanmaya etkileri ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve yeni materyaller piyasaya sunulmuştur. Fakat çevresel tel tespitinin kortikal kemiğin kanlanmasına akut etkisi Lazer Doppler Flowmetre (LDF) ile daha önce hiç ölçülüp değerlendirilmemiştir.

Biz yaptığımız bu çalışmada çevresel tel tespitinin femoral kortikal kan akımına akut etkisini deneysel köpek modelinde araştırdık.

Çalışmamızda 1-3 yaşında iskelet olarak matur 6 adet sokak köpeği kullandık. Bu köpeklerin sağ femur diyafizine 2x2 cm periostal pencere açıp LDF (Periflux 4001 Master, Perimed) ile ilk ölçümü aldıktan sonra ölçülen noktanın 1 cm proksimaline çevresel tel uygulayıp 2. ölçümü aldık, bu noktanın 1 cm distaline 2. bir çevresel tel yerleştirilip aynı noktadan ölçümü tekrarladık. Köpekleri çalışma sonunda doğal ortamlarına geri bıraktık.

Sonuçlar Friedman ve Wilcoxon testi kullanarak istatistiksel olarak değerlendirdi. Değerlendirme sonucunda ortalama bazal femoral kortikal kan akımında (26.87 ± 8.24 pü), ilk çevresel tel tespitinden sonra (9.98 ± 3.40 pü) ve 2. çevresel tel tespitinden sonra (3.69 ± 1.44 pü) belirgin azalma tespit edildi. Bunun da istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gördük ($p < 0.05$).

Sonuçta; kemiğin medüller, periosteal veya her ikisinin dolaşımın bozulduğu herhangi bir durumda, çevresel tel tespitinin gecikmiş kaynama, kaynamama veya enfeksiyon riskini arttıracığı düşüncesindeyiz. Bu konuda yapılacak yeni çalışmaların konunun daha da aydınlatılmasını sağlayacağını ve belki de bu sayede yeni materyallerin piyasaya sürülebileceğini söyleyebiliriz.

Anahtar kelimeler: Serklaj teli, Lazer Doppler Flowmetre (LDF), kortikal kan akımı, medüller dolaşım, sokak köpeği.

SUMMARY

The Acute Effect to Cortical Bone Blood Flow of The Circumferential Wire Fixation

Bone blood flow is a large subject which is still open for further analysis. There are a lot of unanswered questions and contradictive findings about this subject. Although there are a lot of research and development effort accomplished in the area of bone blood flow and the effects of internal fixation materials on it, the acute effect of the circumferential wire fixation on the cortical bone has not been researched yet with the help of Laser Doppler flowmetry (LDF).

In this study, the acute effect of the circumferential wire fixation on femoral cortical blood flow is researched with an experimental model using dogs as cavies.

During this research, 6 different 1 to 3 years-old stray dogs with mature skeleton structure have been examined. As a first step, a 2x2 cm periosteal window has been opened on the right femur diaphysis of the dogs and first measuring value has been obtained by LDF using a custommade probe (Periflux 4001 Master, Perimed). The second measuring value has been obtained by applying a circumferential wire to 1 cm proximal of the first point. As a next step, second circumferential wire is implanted to 1 cm distal of this point and the same measurement has been repeated. After examination, the dogs have been released to their natural environment.

The results have been evaluated statistically by using Friedman and Wilcoxon test. As a result of this evaluation, it has been observed that the average basal femoral cortical blood flow (26.87 ± 8.24 μ) has decreased significantly after first (9.98 ± 3.40 μ) and second (3.69 ± 1.44 μ) circumferential wire fixation application. Since p-value of Gaussian distribution is under the critical value ($p < 0.05$), the conclusion, that the circumferential wire fixation application causes significant deduction of average basal femoral cortical blood flow, is accepted as a valid statement.

In conclusion; in the situation of any perfusion disturbance of bone's medullary or periosteal, or that of both we believe that the circumferential wire fixation will increase the risk of delayed union, nonunion and infection. It can be stated that further analysis in this context would enable that this subject is enlightened more detailed and thus new materials are emerged in the related market.

Key words: Cerclage wire, Laser Doppler flowmetry (LDF), Cortical bone perfusion, medullary perfusion, stray dog.

SİMGELER ve KISALTMALAR

®	Ticari kayıtlı marka
ACL	Anterior Cruciate Ligament
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
CMBC	Concentration of Moving Blood Cell
cm	Santimetre (10^{-2} metre)
dk	Dakika
gr	Gram
Hz	Hertz
İM	İntra musküler
kg	Kilo Gram (10^3 Gram)
KHz	kilo Hertz (10^3 Hertz)
LCDCP	Low-contact Dynamic Compression Plate
LDF	Lazer Doppler Flowmetre
LISS	Less Invasive Stabilization System
mg	Mili Gram (10^{-3} Gram)
ml	Mili Litre (10^{-3} Litre)
mW	Mili Wolt (10^{-3} Wolt)
PC-Fix	Point Contact Fixatör
PCL	Posterior Cruciate Ligament
PÜ	Perfüzyon Ünitesi
sn	Saniye
TB	Total Backscatter
V	Velocity

TABLULAR

	Sayfa No
Tablo 4.1. LDF ile yapılan ölçüm sonuçları	19
Tablo 4.2. Ölçülen değerlerin ortalaması ve standart sapması	22
Grafik 4.1. Ölçülen değerlerin çizgi grafik üzerindeki görünümü	20
Grafik 4.2. Ölçülen perfüzyon değerlerinin her köpek için ayrı olarak sütun grafikte görünümü	21
Grafik 4.3. Ölçülen değerlerin ortalamalarının ve standart sapmalarının grafikte karşılaştırılması	22

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Femurun kanlanması	5
Şekil 2.2. LDF cihazının ölçüm prensibi	6
Şekil 2.3. LDF 'nin şematik düzeni	7

RESİMLER

Resim 2.1. LDF ile ölçülen değerlerin monitörde grafiksel izlenmesi	8
Resim 3.1. Kullanılan LDF cihazı	14
Resim 3.2. Mikroskoptan yapılan prob sabitleyici(Mikromanüplatör)	14
Resim 3.3. Hayvanların çalışmaya hazırlanması	15
Resim 3.4. Periostal pencerenin ve ilk serklajın sıkıldıktan sonraki görünümü	16
Resim 3.5. İkinci serklajın sıkılıp ölçümün tekrar edilmesi	17
Resim 3.6. Cilt suture edildikten sonraki görünüm	17

GİRİŞ

Günümüzde artan yüksek enerjili travmalar sonucu uzun kemik kırıklarında belirgin bir artış gözlenmektedir. Bu kırıkların çoğunun tedavisinde içten tespit materyalleri (plak, vida, serklaj, intramedüller çivi, vs.) kullanılmaktadır. Bu materyallerin kullanımında bir takım sorunları beraberinde getirmektedir.

Güncel sorunların başında bu materyallerin kemiğin kan dolaşımına olumsuz etkilerinin nasıl giderileceğidir. Bu konuda da bir çok çalışma yapılmış yenilikler her geçen gün kullanım alanı bulmaya başlamıştır.

Plaklar üzerinde yapılan çalışmalar sonucu kemiğe daha az temas eden yani periosteal dolaşımı bozmayan veya daha az bozan plaklar (LCDCP, İnternal fiksator) temas yüzeyini azaltarak kemiğin kan akımına olan olumsuz etkilerini minimize ettikleri söylenerek piyasaya sürülmüştür.

Diğer bir içten tespit materyali olan intramedüller çivilerin kemik kan akımına olan etkileri üzerine de bir çok çalışma yapılmış ve medüller perfüzyona daha az zarar verdiği söylenen oymasız intramedüller çiviler riskli vakalarda önerilmeye başlanmıştır.

Bu çalışmalar ışığında geçmişten beri sıkça ana veya yardımcı materyal olarak kullanılan çevresel tel tespitinin kortikal kemiğin kan akımına olan akut etkisinin ne olacağı sorusu bizi bu çalışmaya yöneltmiştir.

Bu çalışmadaki amacımız; tıpta daha yeni sayılabilecek bir kullanıma sahip olan lazer Doppler flowmetri cihazının yardımıyla, kullanımı çok eskilere dayanan serklaj telinin, deneysel olarak köpeklerin femur kemiklerinde kortikal kan akımına olan akut etkisini belirlemek ve elde edilen bulguları sunmaktır.

GENEL BİLGİLER

2.1.-KEMİĞİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Mikroskopik seviyede kemiğin iki tipi mevcuttur;

- 1-İmmatür kemik
- 2-Lamellar kemik

İmmatür kemik normalde embriyoda, yenidoğan bebekte, kırık kallusunda, büyüyen kemiğin metafizlerinde, tendon ve ligamanların kemiğe bağlandığı bölgelerde, kranial kemiklerin sütürlerinde bulunur. Birim hacimde içerdiği hücre sayısı lamellar kemiğe göre 4 kat daha fazladır. Üretimi ve metabolizması çok daha hızlıdır. İmmatür kemiğin mineralizasyonu düzensizdir ve radyolojik olarak da düzensiz görülür. Lameller kemik doğumdan bir hafta sonra görülmeye başlar. Dört yaşında immatür kemiğin yerini hemen hemen bütünü ile lameller kemik almıştır. Lameller kemik bir çok yapısal ve fonksiyonel sistemler içerir;

- 1- Trabeküler lameller
- 2- İnterstisyel
- 3- Osteonlar

Osteon lameller kemiğin bir formudur. Kemiğin boyuna uzunlamasına dizilmiş silindir şeklindedir ve ortasında Havers kanalı bulunur. Havers kanalı kan damarları, lenf damarları ve sinir yapıları içerir. Çevresinde osteositler sirküler şekilde yerleşmiştir. Osteositlerin yerleştiği bölgelere lakuna denir. Lakunalar kanaliküller aracılığıyla Havers kanalı ve diğer lakunalar ile birleşir. Mineralize kemik matriksinde difüzyon sınırlıdır. Osteositler bu kanaliküller aracılığıyla metabolik olaylarını yaparlar. Lameller kemik yapısal organizasyonuna göre iki tiptir; 1- Spongioz, 2- Kortikal. Spongioz kemikler uzun kemiklerin metafizlerinde, epifizlerde ve küboid kemiklerde bulunur. Kortikal kemik küboid kemikleri sarar ve uzun kemiklerin diafizlerini oluşturur. Kortikal kemiğin 3 tipi vardır; 1- Kompakt, 2-

Pleksiform, 3- Haversian. Küçük hayvanlarda kortikal kemiğin özel damar iletişimi yoktur. Kortikal kemik basit lameller kemik tabakalarından oluşur, bu tip kemiğe kompakt kemik denir. Daha büyük hayvanlarda hızlı büyüme ile kortikal kemik, lameller kemik ve immatür kemik tabakalarından oluşur. Vasküler kanallar immatür kemik tabakalarına yerleşmiştir. Bu tip kemiğe pleksiform kemik denir. Periost sinoviyal eklemler, tendonların kemiğe bağlandığı bölgeler, ligamanlar, interosseöz membranlar bölgesi hariç kemiğin dış yüzeyini örten zardır. İki tabakası mevcuttur. 1- Dış tabaka (Fibröz tabaka), 2- İç tabaka (kambiyum ya da osteojenik tabaka). İç tabaka daha damarsal ve hücreden zengindir. İçerdiği hücreler osteoblastlara dönüşebilir, ayrıca bu hücreler uygun koşullarda hyalin kıkırdak üretebilirler. Kırık iyileşmesinde kemik dışı bölgelerde kallus oluşturabilirler. Periost hücrelerinin diğer bir özelliği de yaşam boyu kemik yapabilme yeteneğine sahip olmalarıdır (1).

2.2.- KEMİĞİN KAN AKIMI

Kemiğin üç adet ayrı fakat birbiri ile ilişkili dolaşım sistemi vardır;

1-Nutrisyonel sistem

2-Metafizyel kompleks

3-Periosteal kapiller

Nutrisyonel sistem major arterini sistemik dolaşımdan alır. Arter kemiğe diyafizden girer. Her uzun kemiğe giren arter sayısı farklıdır. Medüller kanalda nutrisyen arter inen ve çıkan arterlere ayrılır. Bu arterlerde arteriollere ayrılır. Bu arterioller de endosteal yüzeyi delerek kemiğin diyafizini beslerler. Normal şartlarda periost ile örtülü kemiğin tamamını bu arter besler. Kan akımı medulladan kemiğin dış yüzeyine doğrudur. Bu özellik kemiğe fasyal bağlanma bölgelerinde farklıdır. Bu bölgelerde periosteal damarlar korteksin 1/3 dış kısmını beslerler. Bazı araştırmacılara göre korteksin dış % 15-20' sini fasyal bağlanma bölgesi olmasa da periosteal damarlar beslemektedir (1).

Metafizyel kompleks, periartiküler pleksustan beslenir. Periartiküler pleksustan gelen arterler metafiz bölgesindeki ince korteksi delerek metafizi beslerler. Bu arterler diafizden gelen arterler ile anastomoz oluştururlar. Bu üç sistem

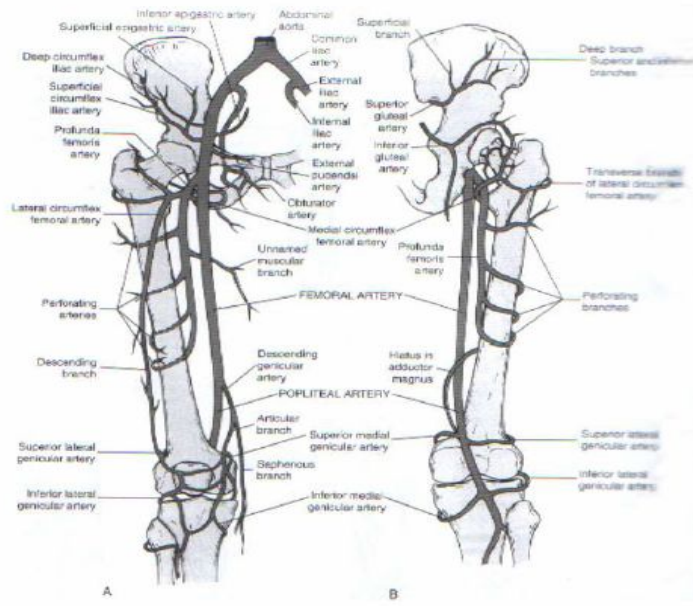
birbiri ile ilişkilidir. Örneğin; medüller arter yaralandığında periosteal sistem baskın hale geçerek diafizyel korteksin revaskülarizasyonunu sağlar (1).

2.3.-FEMURUN KANLANMASI

Femurun kan dolaşımı tüm uzun kemiklerde olduğu gibi periosteal, metafizial ve endosteal yolla gerçekleşir. Femoral arter; arteria iliaca eksternanın ligamentum inguinalis altından geçerek femoral üçgene girmesiyle bu ismi alır. Femoral üçgenin içinde verdiği en önemli dal a. profunda femoristir ve inguinal ligamentin yaklaşık 4 cm altında dışa doğru ayrılır. A. profunda femoris; femoral arterin önce dış, sonra arkasında biraz indikten sonra m. adduktor longusun arkasından uyluğun arka lojuna geçer, harmstring kaslarının derininde aşağıya doğru iner ve burada 3-4 adet perforan dalını verir. En önemli iki dalı ise femoral üçgende verdiği a. sirkumfleksia femoris medialis ve lateralistir (Şekil 2.1), (2, 3).

A. sirkumfleksia femoris medialis; iliopsoas ve iliopectineus kaslarının arkasına geçer, femur boyun ve başının hemen hemen tamamının beslenmesini sağlar. Femoral arter hiatus adduktoriusa kadar adduktor kanalda seyreder. Femoral arter hiatus adduktorius seviyesinde lateral ve posteriora yönelir. Femoral arter yaralanmaları genellikle bu seviyede olur. Çünkü çevre yumuşak doku desteği azalmıştır (Şekil 2.1), (2, 3).

Femurun nutrisyen arteri çoğunlukla tektir ve femurun üst yarısından linea asperanın yanından giriş yapar. Nutrisyen arter a. profunda femorisin dalıdır. Laing'in adult kadavra çalışmasında on kadavranın altısında tek nutrisyen arter tespit etmiştir. Üç kadavrada iki nutrisyen arter tespit etmiş ve her iki nutrisyen arterin de femurun üst 1/3 ünden giriş yaptığını tespit etmiştir. Sadece bir tanesinde nutrisyen arter distal 1/3 ten giriş yapmıştır. Çalışmada tüm nutrisyen arterlerin linea aspera yanından giriş yaptığı görülmüştür (4). Periostal arterler de femura linea aspera yanından girerler ve kortikal yüzeye dik ilerler. Korteksin dış 1/3' ünü beslerler, iç 2/3' ünü ise endosteal damarlar besler. Cerrahi sırasında linea asperanın sıyırılması beslenmeyi bozarak kaynama gecikmesine yol açar (5). Anterior grup kaslar femoral sinirden, posterior grup kaslar siyatik sinirden, adduktor grubu kaslar ise obturator sinirden innerve olurlar (2, 5, 6).



Şekil 2.1: Femurun kanlanması (2,3)

2.4.-SERKLAJ TELİ

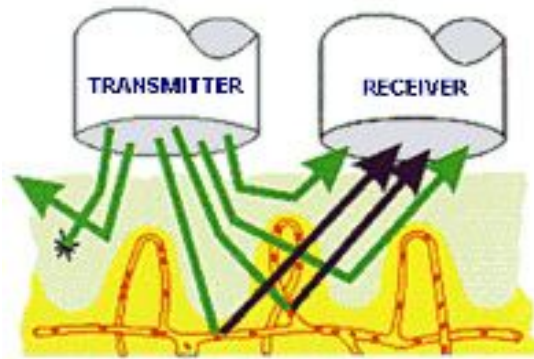
Çevresel tel tespiti ortopedi ve travmatoloji’ de kırık tespitinde ana veya yardımcı materyal olarak geçmişten beri sıkça kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem özellikle uzun kemiklerin oblik ve spiral kırıklarında, patella, olekranon, malleol, klavikula kırıklarında tek başına veya gergi bandı yöntemi şeklinde akromioklavikular çıkıklarda ve protik kırıklarda sıklıkla kullanılmaktadır. İlk kez 1877’ de Lister gümüş telle patella kırığını tespit etmiştir. Thunold 1969’ daki bir yayınında 18 tibia oblik kırığını serklaj teli ile tespit ettiğini, hiç refraktür olmadan iyileştiğini bildirmiştir. Charnley 1968’ de çevresel tel tespitinin periostal kallus’a engel olduğunu bildirmiştir. Rhinlander 1958’ de periostun uzunlamasına bir damarla değil bir çok damarla beslendiği için telin periost damarlanmasını bozmadığı, buna karşın tel etrafında gelişen aşırı kallusa güvenilemeyeceğinden uzun tespit gerektiğini bildirmiştir. Ama bilinen bir gerçek bu çevresel tel tespitinin fiziki ve elektrolitik etkilerle, uzun kemikleri yüzük veya halka gibi eritmeleri (ring nekrosis) ve psödoartroza neden olmaları sık görülen bir komplikasyondur (7).

2.5.-LAZER DOPPLER FLOWMETRE

Hareket halindeki bir nesneden yansıyan ışığın frekansında Doppler etkisi ile bir değişim olur. Bu değişime Doppler kayması denir. LDF sıvı mekaniği dalında, sıvı içindeki hareket eden küçük partiküllerin oluşturduğu Doppler kaymasına duyarlı olan ölçüm tekniğidir. Lazer Doppler Velocimetre ve Lazer Doppler Anemometre gibi terimler eş anlamlı olarak kullanılmaktadır.

LDF, küçük doku parçalarındaki kan akımının, devamlı, gerçek zamanlı ve noninvazif bir şekilde ölçülmesini sağlar. Çeşitli organlarda; deride, kemik ve kas dokusunda, karaciğer ve akciğerde, nazal ve intestinal mukozada, böbrekte, diş ve diş etinde, serebral dokuda ve spinal korda kan akımını ölçen bir tekniktir (8,9,10). LDF diğer metotlardan farklı olarak yüksek bir rezolüsyona sahiptir (11).

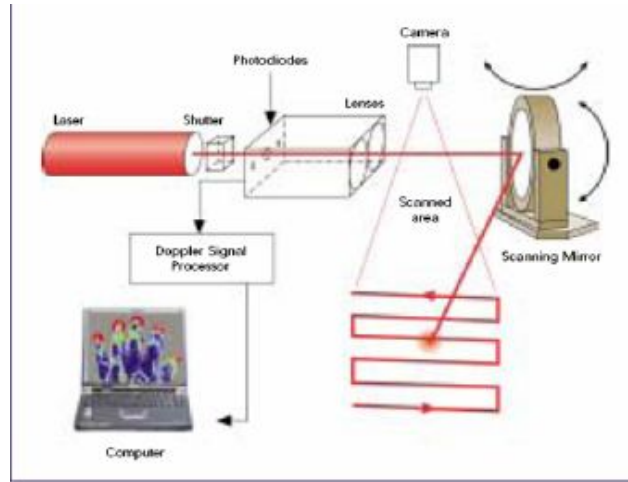
Düşük güçlü yaklaşık 1 mW monokromatik lazer ışını taşıyan, bir optik prob kullanılır (12). Ölçüm probu içerisinde, ışını dokuya taşıyan verici fiber ve dokudan geri saçılan ışınları fotodedektöre (diod) taşıyan toplayıcı fiber bulunmaktadır. Işın demeti proba dokuya iletildiğinde, ışının bir kısmı dokuda absorbe olurken, büyük bir kısmı dokudan yansır (şekil 2.2). Işığı yansıtan statik nesnelere dalgaboyunu değiştirmezken, ışığı yansıtan hareketli kan hücreleri Doppler kaymasına neden olur (11). Hareketli hücrelerden (başlıca eritrositler) geri dönen ve frekansı değişmiş olan lazer ışığı prob içindeki detektör lifler tarafından alındıktan sonra, amplifiye ve analiz edilir.



Şekil 2.2: LDF cihazlarının ölçüm prensibi (13)

Laser diyoddan gelen infrared ışık yaklaşık 1 mm^3 genişliğindeki doku alanını kapsar ve bu alana infrared ışık yollar. Geri yansıyan ışığın analizi eritrosit hızıyla orantılı olan Doppler frekansını vermektedir. Geri yansıyan ışığın frekansındaki Doppler kayması doğrusaldır ve ortalama hızları incelenen doku bölğündeki kapiller yatağın konumuna ve yoğunlaşmasına bağlı olarak değişen hareketli eritrositlerle doğru orantılı bir ilişkiye sahiptir. Dalga boyundaki bu değişimlerin büyüklüğü ve frekans dağılımı, direkt olarak kan hücrelerinin sayısı ve hızıyla ilişkilidir. Fakat hücrelerin hareket yönlerini göstermez. Bunun sebebi, ışığın doku içindeki diffüz saçılımıdır (12,14,15).

Hemoglobinin maksimum absorpsiyon dalga boyunun üzerinde, suyun maksimum absorpsiyon dalga boyunun altında (genellikle 600-780 nm) bir monokromatik lazer ışığı fleksibl fiber optik bir kablo ile yaklaşık 1 mm^3 lük bir dokuya ulaştırılır ve dokudan yansıyan ışık tekrar alınır (11,16). Lazer ışını, lens aracılığı ile dokuya iletilir (şekil 2.3). Sinyal işlemci ise fotodetektörden gelen sinyali, anlamlı verilere dönüştüren kısımdır (12).



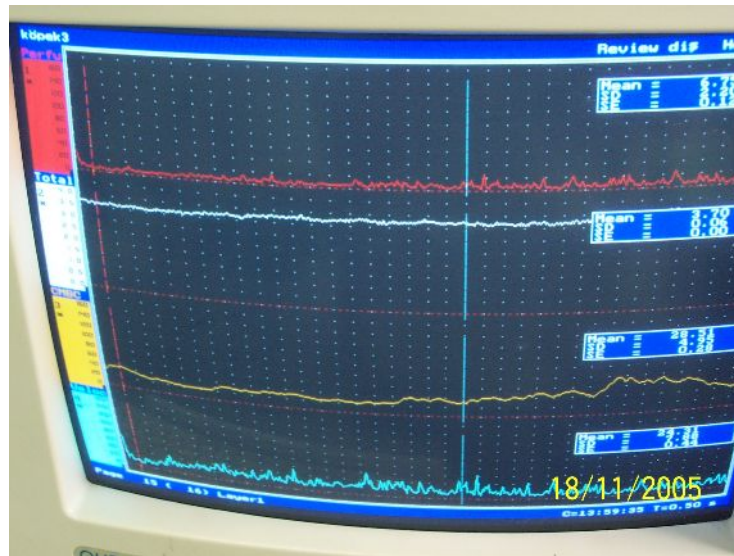
Şekil 2.3: LDF'nin şematik düzeni (17)

2.5.A.-LDF Ölçümlerinden Elde Edilen Veriler:

- a. *Concentration of Moving Blood Cells (CMBC)*: Hareketli kan hücrelerinin konsantrasyonu olup doku boyunca normal hızda

hareket eden kan hücrelerinin sayısı ile orantılıdır. Doppler kayması oluşturan tüm hücreleri ifade eder. CMBC değeri hücrelerin sayısı ile doğrusal ilişkili olarak artar (9,14).

- b. *Velocity* (V): Hücrelerin ortalama hızıdır.
- c. *Perfüzyon Ünitesi* (PÜ): Ölçümler aletin kendine özgü PÜ ile ifade edilir. Perfüzyon ile eş anlamlı olarak kullanılan diğer bir terim de flux'dır. LDF monitörü kan akımını, perfüzyon ünitesi olarak ölçmektedir. PÜ, ölçülen hacimdeki CMBC ile V' nin değerlerinin çarpımı olarak tanımlanır.
- d. *Total Backscatter* (TB): Fotodetektöre geri dönen ışığın miktarıdır ve Level olarak da bilinmektedir. TB değerinin yüksek olması, daha düşük arka plan gürültüye neden olacak ve böylece daha temiz bir sinyal üretilebilecektir.



Resim 2.1: LDF ile ölçülen değerlerin monitörde grafiksel izlenmesi

Derinin kan perfüzyonu ısı bağımlı olduğundan, farklı zamanlarda yapılan ölçümlerin karşılaştırılabilmesi için gerekli olan şey, eşit bir ısı ortamıdır. Bu, en iyi şekilde ısı kontrollü bir oda kullanılarak elde edilebilir.

Dış ortamdaki ışık yoğunluğu LDF' nin elde edilen değerlerinde %30' a kadar varan değişikliklere yol açabilmektedir (8,11,12). Işığa bağlı artefakt dış ortamın ya da ölçüm yapılacak alanın aydınlatılması kısıtlanarak önlenir. Cihaz

prob ucuna göre oluşan tüm hareketleri kaydettiği için, probun ölçüm yapıldığı sırada hareketsiz kalması önemlidir. Aksi takdirde, kan hücrelerinden başka yapılar da Doppler kayması oluştururlar (11).

Probdaki pozisyon değişiklikleri LDF ile ölçülen değerlerde önemli değişikliklere yol açabilmektedir (8). Mikro bölgedeki arteriol veya kapiller yapılar, lokal hematokrit değerleri gibi etkenler LDF değerlerini değiştirebilmektedir. Ramsay, Artun ve Martinen' in 1991 yılında yaptıkları bir çalışmada, LDF probunun konumun ölçüm sonuçlarını etkileyip, etkilemediğini ve aynı bölgeden yapılan ölçüm değerlerinin zamanla değişip değişmediğini incelemişlerdir. Farklı noktalardan yapılan ölçümler arasında fark olurken, aynı noktalardan farklı zamanlarda yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı belirtilmiştir (18).

Kalibrasyon her zaman standart olmalıdır. Standardizasyonu sağlamak önemlidir. Bu amaçla, ilk kez Perimed firması tarafından Motility Standart önerilmiştir. Motility standart özel bir süspansiyondur. Bu süspansiyon, 20°C' de %0.5 yoğunluktaki 0.48µ çaplı polystyrene mikrokürecikleri içerir. Bu mikrokürecikler sürekli hareket halindedir. Bu harekete Brownian hareketi denir ve aynı standarttaki tüm süspansiyonlar için eşit değerdedir. Firma bu hareketi 250 PÜ olarak tanımlamıştır ve fizyolojik bir anlamı yoktur. Bu yüzden, perfüzyon değerleri başka cihazlarla karşılaştırılabilir, fakat mutlak değildir (9).

Çalışma tarzına örnek verilecek olursa; avitalize ve sağlam kemikteki perfüzyon değerlerini ölçüp karşılaştırmak istediğimizde, bir bireyin avitalize kemiğinden elde edilen perfüzyon değerini, aynı bireyin sağlam kemiği ile karşılaştırmak uygun olabilir. Fakat, farklı bir kişinin kemiğinin perfüzyon değeri ile karşılaştırmanın bir anlamı yoktur.

Farklı kullanım alanlarına yönelik olarak çeşitli prob tipleri geliştirilmiştir. Kortikal kan akımı ölçümlerinde prob genellikle korteksin yüzeyine bir mikromanüplatör yardımı ile sabitlenip ölçüm alınmalıdır.

Cihaz probun ölçüm sahası içindeki hareketli nesnelere ölçer. Ölçülen derinlikte sadece mikrovasküler hareket yani temelde eritrositler ölçülür. Ancak

lökositler ve plateletler de ölçülebilir. Cihaz kan plazması gibi uniform kırılma indeksine sahip sıvı akımına duyarlı değildir. Damar duvarları ve membranlar gibi “hatalı” hareket komponentleri mevcuttur. Ancak normal şartlar altında, bunlar anlamlı sayılmayacak kadar küçüktür (11,14).

Bu yüzden, eğer kandaki hücrelerin yoğunluğu değişmeden kalırsa, ölçülen Doppler frekansının gücü kapiller yatak içindeki kan hücresi akımıyla doğru orantılı olacak ve gerçek zamanlı olarak kan akımının tahmin edilmesine olanak sağlayacaktır (11).

2.5.B.-LDF’ nin Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları minimal invaziv olabilmeleri, kullanım kolaylığı ve devamlı veya belirli aralıklarla kayıt sağlamalarıdır (9,12,16).

Cihaz bilgisayara bağlanarak, özel yazılımı vasıtasıyla veriler grafikler halinde izlenebilir ve istatikselsel olarak analiz edilebilir (Resim 2.1). Çeşitli tıbbi ve biyolojik uygulamalara teknik olarak adapte edilebilir.

Çalışılan dokuya bağlı olarak hem noninvaziv hem de invaziv kullanılabilir. Sipariş üzerine amaca yönelik özel problemler de üretilebilmektedir. Çoklu problemler sistemler ile perfüzyon ölçümleri aynı anda birden fazla bölgede yapılabilmektedir (12).

LDF’ nin diğer ölçüm yöntemleriyle olan doğru korelasyonu ve değerini gösteren çalışmalarda vardır. LDF, mikrosfer tekniği, hidrojen klerens tekniği, pial arteriolar çap ölçümü, termal difüzyon, C iodoantipiridin otoradyografi ve Xe klerens metodları ile karşılaştırılmıştır. Devamlı ve gerçek zamanlı olarak kan akımı hakkında bilgi verebilmesi, kullanımın kolay olması, küçük ve taşınabilir olması gibi özellikler nedeniyle diğer birçok teknikten örneğin; xenon dilüsyon tekniği gibi kompleks bir teknikten, pozitron emisyon tomografisi gibi pahalı ve komplike bir teknikten çok üstündür (9,10,11,19).

Temel dezavantaj elde edilen çıkış değerlerinin mutlak olmaması ve her zaman kan akımı ile doğrusal ilişkiye sahip olmamasıdır. Örneğin, çıkış sinyal değerinin %100 artması, kan akımının %100 arttığı anlamına gelmeyebilir (8,15,20).

LDF ile bir dokunun baz değeri, probun konumu, değişim alanı ve genişliği ile oldukça farklılık gösterebilmektedir. Mutlak kan akım değerleri, probun yer değişimine ve pozisyonuna yüksek derecede bağımlıdır. LDF' nin bir zorluğu da mutlak akım değerleri için kalibrasyon güçlüğüdür. LDF, artefaktlara ve değişen farklı koşullara oldukça duyarlıdır. Lazer stabilitesindeki bozukluk ve çevreden gelen ışınlar ölçüm hatasına neden olabilir (8,11).

Hareket, ölçümlerde dalgalanmalara neden olan artefaktlardan birisidir. Optik fiberler, hatalı sinyallere neden olabilecek şekilde duyarlıdır (12). Bu artefaktlar ölçüm yapılacak alanın ve probun tespit edilmesiyle önlenir (21).

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.- DENEY HAYVANLARININ SEÇİMİ

1-3 yaşında 6 adet, ortalama 27 kg ağırlığında (22-34 kg) erişkin, 2 erkek, 4 dişi, sokak köpeği çalışma kapsamına alındı. Deneklere yapılacak işlemler konusunda Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Hayvan Etik Kurulunun 10.11.2005 tarihli ve 67 sayılı onayı alındı. Deneyle Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Deneysel Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirildi. Tüm denekler için ısı ve nem gibi çevre koşulları aynıydı. Bütün invaziv işlemler genel anestezi altında yapıldı.

3.2.-ÇALIŞMA PLANININ OLUŞTURULMASI

LDF ile kortikal kan akımı ölçümü almak için köpeklerin sağ femurlarının kullanılması kararlaştırıldı. Bunun nedeni femur diyafizinin anatomisinin çevresel tel tespiti için uygun bir alan olması düşüncesi idi. Hayvanlar gruplara ayrılmadı. İlk ölçülen değer kontrol, işlem sonrası ölçümler deney sonucu olarak karşılaştırmalı olarak analiz edildi. Çalışmanın planlanmasında aşağıdaki sıralama izlendi.

- A. Deneklerin çalışmaya hazırlanması
- B. LDF cihazının hazırlanması
- C. Femurdan LDF cihazı ile ölçüm alınması
- D. Sonuçların karşılaştırılıp istatistiksel olarak değerlendirilmesi

3.2.A.- DENEKLERİN HAZIRLANMASI

Çalışmada kullanılacak tüm köpekler Cumhuriyet Üniversitesi Hayvan Laboratuvarında temizlendi. İç ve dış parazitlerinden arındırılıp, kuduz aşıları yapıldı. Hayvanlar uygun ışık ve ısının sağlandığı ortamda, ayrı kafeslerde muhafaza edildi. Kafeslerde su bulunuyordu ve hepsi günlük yiyecek ihtiyaçlarını alacak şekilde beslenme rejimine tabi tutuldular.

3.2.B.-LDF CİHAZININ HAZIRLANMASI

Deneylerde kullanılan LDF cihazı Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinden temin edildi. Kullanılan LDF cihazının band genişliği 20Hz.-20kHz, ve prob çıkış gücü 1mW idi (Periflux 4001 Master, Perimed AB, Sweden), (Resim 3.1). 90 derece açılı, ucunda stoper bulunan özel bir prob (415-159) kullanıldı. Çalışma öncesi cihazın kalibrasyonu lateks partikülleri içeren kolloid suspansiyonu ile 20°C’ de 250 PU olacak şekilde yapıldı. LDF probunu sabitlemek amacıyla Doç. Dr. Mustafa GÜRELİK (NRŞ. A.D. Cumhuriyet Üniv. Tıp Fakültesi) tarafından mikroskoptan geliştirilen bir mikromanüplatör kullanıldı (Resim 3.2). Bu mikromanüplatör, mikroskop sayesinde yukarı aşağı, öne arkaya ve yanlara hareket edebiliyordu. Yapılan ölçümlerin verileri, LDF cihazına bağlı olan bilgisayar ekranında anında görüntülenmiştir. Ölçüm sırasında elde edilen sinyalin kalp atış traselerini gösterdiğinden emin olunmuş ve her bölgeden yaklaşık 10 sn’ lik kayıtlar alınmıştır. Bu kayıtlardaki perfüzyon değerinin (PU) ortalamaları, kullandığımız LDF cihazı için özel olarak geliştirilmiş olan bir yazılım (Presoft, versiyon 5.1, Gastrosoft Inc.) aracılığıyla hesaplanmıştır.



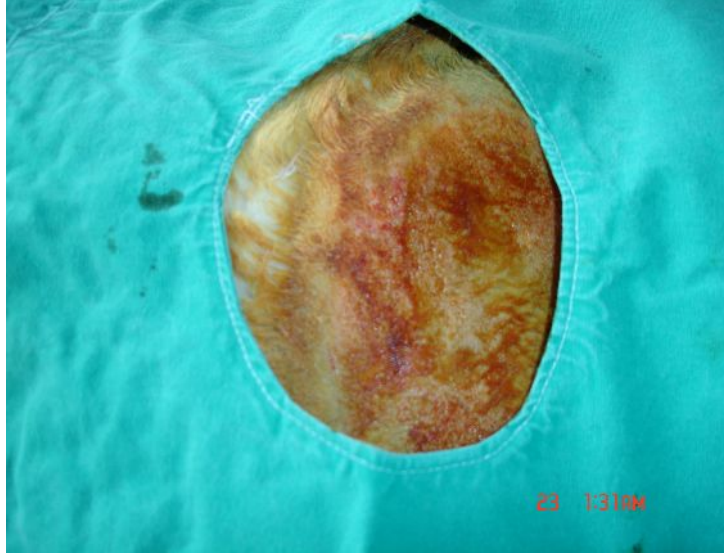
Resim 3.1: Kullanılan LDF Cihazı (Periflux 4001 Master, Perimed) ve bilgisayar-monitör sistemi



Resim 3.2: Mikroskoptan yapılan prob sabitleyici (Mikromanüplatör)

3.2.C.- FEMURDAN LDF CİHAZI İLE ÖLÇÜM ALINMASI

Köpeklere 3 mg/kg xylazin hydrochlorid (Rompun %2 50 cc, ®;Bayer) ve 10 mg/kg ketamine hydrochloride (Ketalar ® 50 mg/ml ,Pfizer) intramusküler (İM) ile genel anestezi yapıldı. Gerektiğinde ketamin dozu tekrarlandı. Antibiyotik profilaksisi için 50 mg/kg/gün sefazolin Na (Sefazol ® 1 gr, Mustafa Nevzat) IM yapıldı. Yanyatar pozisyonda insizyon bölgesindeki kıllar tıraş edildi. %10' luk polyvinylpyrrolidone-iodine (Poviiodeks® 1000 ml, Kimpa) ile insizyon bölgesinin temizliği yapıldı. Steril örtülerle örtüldü (Resim 3.3).



Resim 3.3: Hayvanların çalışmaya hazırlanması

Lateral insizyonla girilip (Tüm hayvanlarda trokanter major ve lateral kondil palpe edilip femur cisminin ortasına ulaşılacak yaklaşık 8cm' lik longitudinal insizyon yapıldı) cilt, cilt altı, vastus lateralis geçilerek femura ulaşıldı. Seviye kontrol edildikten sonra korteksten ölçüm almak için periost'a periostal elevatörle yaklaşık 2x2 cm' lik pencere açıldı. Açılan pencereden (diyafizinin yaklaşık olarak orta noktasından) kontrol için LDF ile ölçüm alınıp kayıt edildi. Ölçümler sırasında hareketleri önlemek ve ölçüm hatasını minimize etmek için prob mikromanüplatöre bağlandı. Daha sonra ölçüm yapılan noktanın yaklaşık 1cm

proksimaline deschamps yardımıyla no:18 paslanmaz çelik tel çevre dokulara zarar vermeden geçirildi. Tel boşluğu alındıktan sonra gerdirilip beş tur pense yardımıyla sıkıldı. 3 dakika beklenip aynı noktadan tekrar ölçüm alınarak kaydedildi. (Resim 3.4.).



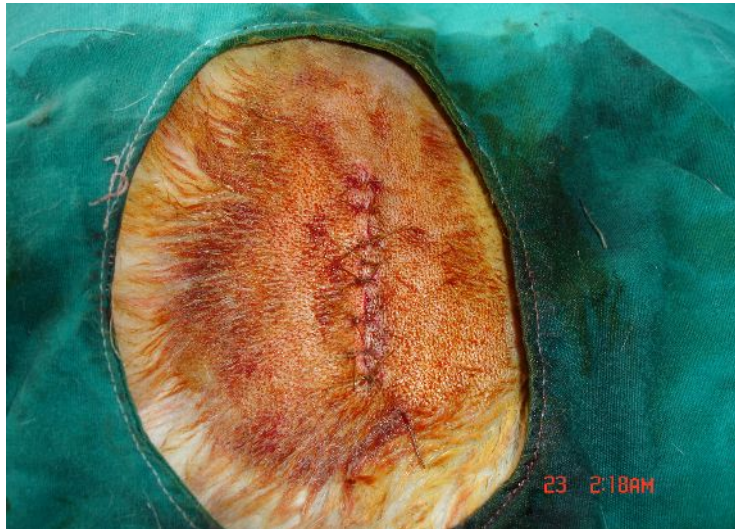
Resim 3.4: Periostal pencerenin ve proksimal çevresel tel tespitinin görünümü

Aynı işlem ilk serklajın yaklaşık 2 cm distaline (Ölçüm alınan noktanın yaklaşık 1cm distaline) yeni bir serklaj geçirilerek tekrarlandı.Yine aynı yerden 3 dakika sonra ölçüm tekrarlanıp kaydedildi (Resim 3.5.).



Resim 3.5: İkinci serklajın sıkılıp ölçümün tekrar edilmesi

Kanama kontrolü ve ortamın serum fizyolojik ile yıkanmasından sonra katlar uygun şekilde kapatıldı. Cilt 3/0 katkülle suture edildi. Pansumanı yapıldı (Resim 3.6.).



Resim 3.6: Cilt suture edildikten sonraki görünüm

Deneklere analjezi için işlem sonrasında başlanarak günde bir kez 4 mg/kg cilt altı carprofen, (Rimadyl® flakon, Pfizer) flakon yapıldı. Serklaj telleri başka bir çalışmada kronik dönemdeki kan akımını değerlendirmek için çıkarılmadı. Hayvanlar 2 hafta laboratuvarında muhafaza edilip yaraları kontrol edildi. Yarası iyileşen hayvan doğal ortamına bırakıldı.

3.2.D.-İSTATİSTİKSEL YÖNTEM

Çalışmamızın verileri IBM uyumlu bir bilgisayarda SPSS (Ver:13.0) programına yüklenerek, Friedman testi ve Wilcoxon testi kullanılarak değerlendirildi. Veriler tabloda ortalama \pm standart sapma şeklinde belirtilip yanılma düzeyi 0.05 olarak alınmıştır.

BULGULAR

6 adet erişkin sokak köpeği ile çalışmaya başlandı. Tüm köpekler çalışmayı sağ olarak tamamladı ve hepsi çalışmaya dahil edildi. Hiçbirinde komplikasyon gelişmedi ve hiçbir köpek sakrifiye edilmedi. Çalışma sonunda tedavileri biten tüm köpekler doğal ortamlarına bırakıldılar.

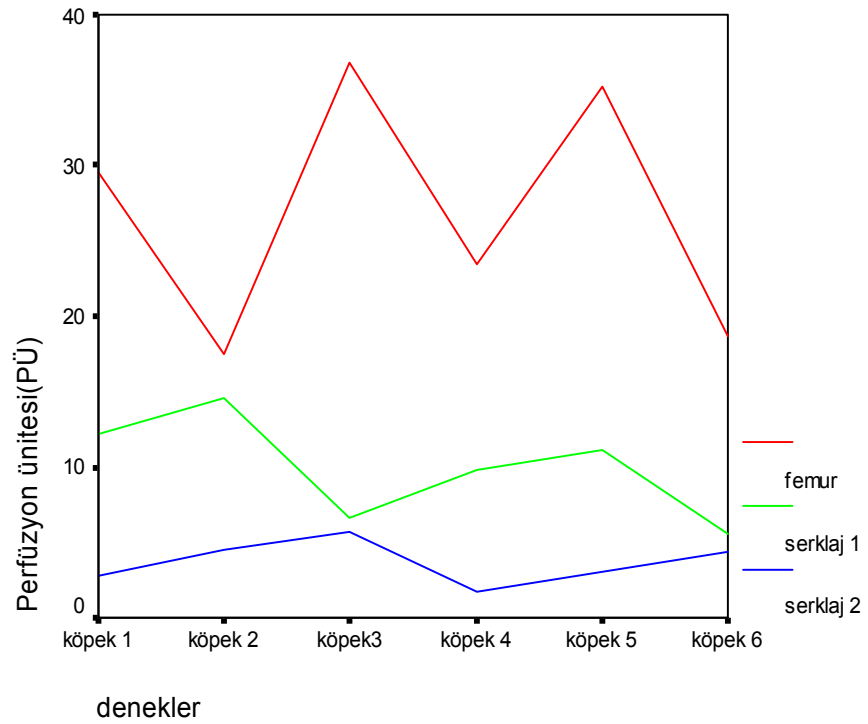
4.1.- KORTİKAL KAN AKIMINDAKİ DEĞİŞİKLİKLER

Çalışmamızda 6 köpeğin sağ femurundan elde edilen çevresel tel tespiti öncesi, sonrası ve 2. çevresel tel tespiti sonrası değerler tablo 4.1.' de görülmektedir. Bu değerlerden de anlaşıldığı gibi çevresel tel tespiti sonrası özellikle 2. tespitten sonra kortikal kan akımında belirgin azalma görülmüştür.

Tablo 4.1: LDF ile yapılan ölçüm sonuçları (PÜ=Perfüzyon Ünitesi)

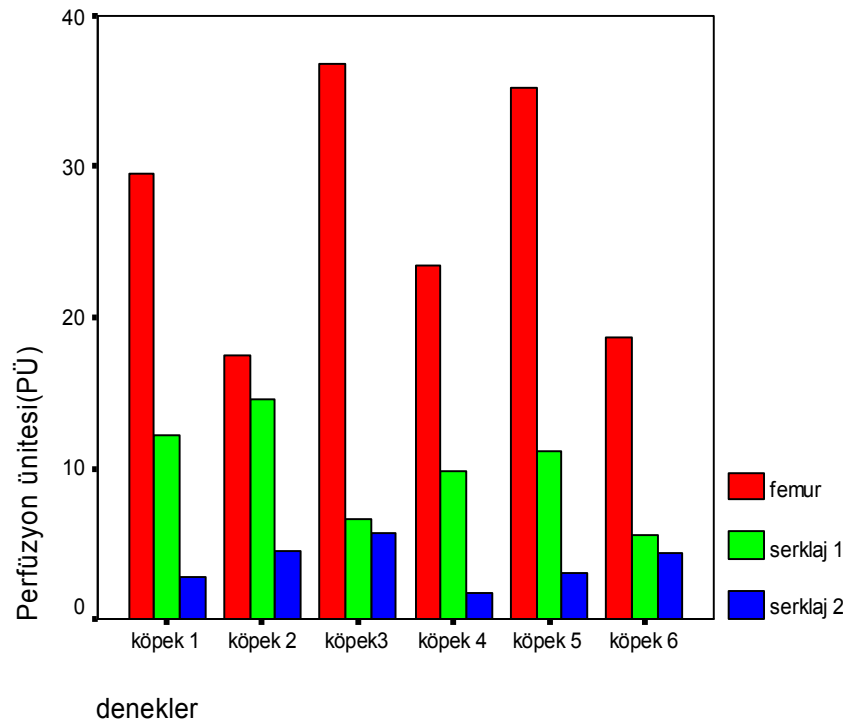
	Femur	Serkla1	Serkla2
Köpek1	29.57	12.21	2.81
Köpek2	17.52	14.52	4.50
Köpek3	36.79	6.67	5.75
Köpek4	23.43	9.81	1.69
Köpek5	35.18	11.19	3.10
Köpek6	18.73	5.53	4.33

Köpekler ayrı ayrı değerlendirildiğinde aşağıdaki çizgi grafik ortaya çıkmaktadır (Grafik 4.1.).



Grafik 4.1: Ölçülen değerlerin çizgi grafik üzerinde görünümü

Aşağıdaki sütun grafikte görüldüğü gibi her köpek ayrı ayrı değerlendirildiğinde 1. ve 2. çevresel tel tespitinden sonra femoral kortikal kan akımında belirgin azalma dikkati çekmektedir (Grafik 4.2.).



Grafik 4.2: Ölçülen perfüzyon değerlerinin her köpek için ayrı olarak sütun grafikte görünümü.

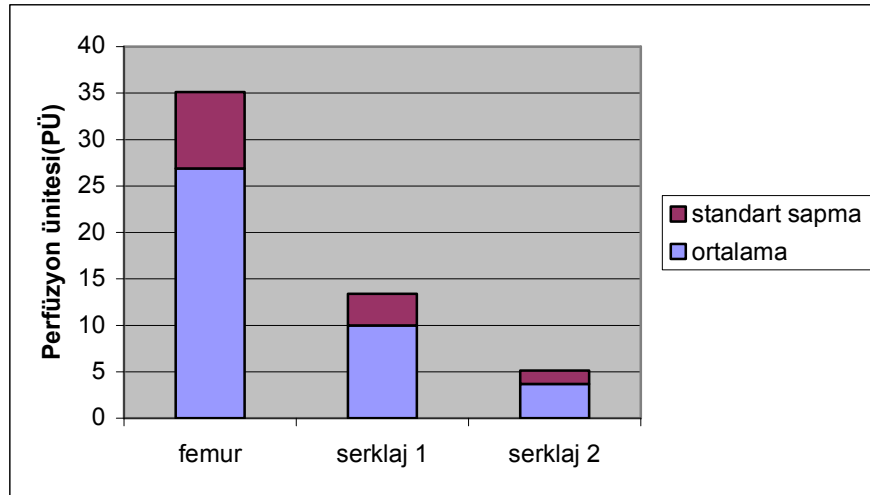
4.2.SONUÇLARIN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

Tüm deneklerde prob femur diyafizine yerleştirildikten sonra femurun bazal kortikal kan akımı değeri kaydedildi. Ortalama bazal femoral kortikal kan (femur) akımı 26.87 ± 8.24 pü idi. Tüm deneklerde çevresel tel tespiti yapıldıktan sonra kortikal kan akımında belirgin bir azalma görüldü. İlk çevresel tel tespitinden (serklaj1) sonra ortalama kortikal kan akımı 9.98 ± 3.40 pü, ikinci tespitten (serklaj2) sonra ortalama kortikal kan akımı 3.69 ± 1.44 pü idi. 6 hayvanda da ölçülen bu değerler karşılaştırıldığında ölçümler arası farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ölçümler ikiyeşerli olarak karşılaştırıldığında femur-serklaj1, femur-serklaj2, serklaj1-serklaj2 arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (Tablo 4.2.), ($p < 0.05$).

Tablo 4.2: Ölçülen değerlerin ortalaması ve standart sapması

	X±S
Femur	26.87±8.24 pü
Serklaj 1	9.98±3.40 pü
Serklaj 2	3.69±1.44 pü
	$\chi^2=12.00$
	$p=0.002$
	$p<0.05$

Tablo 4.2.' de görülen değerler de anlaşılacağı gibi çevresel tel tespiti sonrası kortikal kan akımındaki azalma belirgin bir şekilde görülmektedir. Bu aşağıdaki sütun grafikte daha anlaşılır şekilde görülmektedir (Grafik 4.3.).

**Grafik 4.3:** Ölçülen değerlerin ortalamalarının ve standart sapmalarının grafikte karşılaştırılması

TARTIŞMA

Günümüzde kemik üzerine yapılan girişimlerin ve travma sonucu meydana gelen kırıkların kemiğin kan akımına olan etkilerinin ne olduğu ve konulan materyallerin kan akımını nasıl etkilediği, dolayısıyla da kırık iyileşmesindeki olumlu ve olumsuz etkilerinin ne olduğu sorusu hep güncelliğini korumuştur. Bu konu üzerinde bir çok çalışma yapılmış ve hala yapılmaktadır.

Kemik kanlanması ortopedistlerin hep ilgisini çekmiş hatta piyasaya sürülen birçok materyal kanlanmadaki olumlu yönleri vurgulanarak popülerize edilmiştir. Peki gerçek nedir ? Sorusunun yanıtını aramaya öncelikle kemiğin kanlanması ile ilgili çalışmaları inceleyerek başlayalım.

Branemark ve arkadaşları tavşan kortikal kemiğinde medüller arterlerden kaynaklanan kapillerlerin Haversian kanallar içine girdiğini, bu kapillerlerin korteksi beslediğini ve sonra kemik iliği sinuzoidlerine girdiklerini göstermişlerdir (22).

Trueta ve Caladias kortikal kemiğin iç 2/3' ünün nutrient arterden kaynaklanan dallardan, dış 1/3' ünün periosteal arterlerden beslendiğini ileri sürmüşlerdir. Nutrient arterin kesilmesi diyafizyel kemikteki osteositlerin canlılığı için önemli bir etkiye sahip değildir (23).

Ariyan periosteal kan desteği ile transplante edilen kosta greftinin viabilitesi ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Kemiğin dolaşım sisteminin fizyolojisi ile ilgili çalışmalar teknik açıdan oldukça zorluklar içerir, deneysel bilgiler ve deney sonuçlarının yorumları arasında önemli farklılıklar mevcuttur. Kemik yoğun vasküler bir organ olarak tanımlanmıştır. Haversian kanallar arasında yoğun bağlantılar vardır. Medüller kavitenin içinden gelen nutrient arterler önemli dolaşımı sağlarlar. Haversian damarların dallanmasının hem periosteal hem de endosteal lamelladan olduğu gösterilmiştir. Korteksin iç 2/3' ünün medüller arterler tarafından, dış 1/3' ünün periosteal damarlar tarafından beslendiği gösterilmiştir. Endosteal ve periosteal damarlar arasında birçok bağlantı gösterilmiştir ki intramedüller çivileme

sonrasında endosteal kan desteğinde yoğun tahribat olur ve sonra korteksin beslenmesi tamamen periosteal damarlardan olur. Periosteal damarlardan endosteal damarlara olan yönde kan akımının büyük basınç gradyenti vardır. Korteks içine olan normal kan akımı bloklandığında, periosteal arterioller; fonksiyon ve proliferasyon açısından medüller arteriollere göre daha fazla kapasiteye sahiptirler. Bu nedenle kan akımının yönü ters döner ve içeriye doğru olur. Ariyan çalışmasının sonucu olarak kosta segmentinde endosteal kanlanmanın yokluğunda periosteal kan desteğinin devam ettiğini belirtmiştir (24).

Bahsedilen üç çalışmada da anlaşıldığı gibi kemiğin kanlanması görüldüğü kadar basit değildir ve kanlanmayı etkileyen bir çok faktör mevcuttur. Bu yapılan çalışmalar ışığında çevresel tel tespitin kortikal kemiğin kan akımına etkisinin olup olmayacağı sorusunun yanıtını araştırmaya karar verdik. Bu konuda yapılan çalışmaların çok oluşu fakat çevresel tel tespitin kemiğin kanlanmasına akut etkisinin LDF cihazıyla hiç çalışılmamış olması bu çalışmaya bizi yönlendirdi. Kemiğin kanlanmasına değişik materyallerin etkileri araştırılmış ve çıkan sonuçlar gerçekten bu konunun neden karmaşık olduğunun kanıtı olmuştur.

Field ve arkadaşları cerrahi travmanın kemik kan akımına olan etkilerini araştırmışlardır. Dört erişkin koyunun tibia ve metatarsların korteksinin 5 cm' lik alanına medialden laterale uzanan 3.2 mm matkap ucuyla 3 delik açmışlar ve kemikteki kan akımı değişikliklerine intravasküler doku boyası (disulphine mavisi) ve Spalteholz spesmeni (Hindistan mürekkebi) kullanarak bakmışlardır. Her iki yöntemde de benzer olarak deliklerin etrafında segmental iskemi bulgularına rastlamışlardır. Radyokontrast barium sulfat verildiğinde vasküler yapılarda kesinti ve delik etrafında hemostaza bağlı birikim görülmüş ve yapılan histopatolojik çalışma ile bulguların uyumlu olduğu görülmüştür. Bu bulguların plak uygulamalarından sonra vida deliklerinde meydana gelen travmaya bağlı olarak kortikal kan akımındaki kısa dönem azalma nedeniyle adaptasyon osteopenisi gelişimini desteklediği kanısına varmışlardır (25). Bu çalışmada da görüldüğü gibi kemik kanlanması travmaya karşı oldukça duyarlıdır ve bizim çalışmamız da olduğu gibi cerrahi travma kanlanmayı olumsuz etkilemiştir.

Kemik kan akımı birçok yöntem kullanılarak ölçülebilir. Bunlar; laser Doppler flowmetri, mikroanjiografi, radioaktif işaretli mikrosfer, strontium tutulum

ve temizlenmesi yöntemi, intravasküler vital boyalar ve radionükleer anjiyografi' dir. Bizim bu yöntemler içinden LDF'yi tercih etmemizin sebebi non-invaziv, pratik ve güvenilir bir teknik olması ve en önemlisi ileride ameliyathane ekipmanına monte edilerek kolayca kullanılabilen bir cihaz olduğunu düşündüğümüzdür. Herzog ve arkadaşlarının belirttiği gibi, LDF ile kayda değer ilk çalışma 1972 yılında tavşan retinasında kan akımı ölçmeleri ile Riva ve arkadaşları tarafından yapılmış ve bu tarihten itibaren tıpta birçok alanda kullanım alanı bulmuştur. Cihaz; diş, dişeti, kemik dokusu, kulak, burun, kas, deri, mide bağırsak sistemi, akciğerler, böbrekler, karaciğer, spinal kord ve sinirlerde kullanılmıştır. Kemikte kullanımı ilk olarak Swiontkowski tarafından 1988' de kronik inflamasyon ve avital kemikte perfüzyondaki farklılıkları göstererek başlamıştır (26). 1991 yılında Wannfors ve Gazelius tarafından kronik osteomyelitli çene kemiğinde kan akımı ölçmeleriyle devam etmiştir. Bu çalışmada osteomyelitli kemik ve simetrik kemik arasındaki, kan akımı farkını değerlendirmişlerdir. Hastalar, hastalığın klinik aktivitesine göre iki gruba ayrılmışlardır. Hastalığın başlangıç ve inflamatuvar alevlenme safhası ile birlikte artmış kan akımı mevcutken, non-aktif safhalar boyunca belirgin derecede azalmış kan akımı kaydedilmiştir. Ayrıca, çene kemiğinin uzun süreli lokal inflamasyonu süresince de kan akımında sürekli bir azalma saptanmıştır. 12 sağlıklı bireyde sol çenedeki kan akımı, sağ çenedeki kan akımı ile karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmüştür (27).

Bu ilk çalışmalardan sonra kemik perfüzyonu üzerine LDF ile birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar cihazın kemik kan akımını ölçmede güvenilirliği konusunda çok faydalı olduğunu göstermiştir.

Herzog ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 80 tavşanda, 2.5x0.8 cm çapında kortikal kapak kaldırıp açık tibia kırığı oluşturmuşlar; yumuşak dokuyu, periostu kapakla beraber kaldırmışlar, medullayı oymuşlar ve kapağı daha sonra vidayla tespit etmişlerdir. Tavşanları 2 gruba ayırıp bir gruba 3. gün diğer gruba 7. gün lokal gastrokinemius flebi yapmışlardır. Kortikal kapak, kortikal kemik ve kas akımı LDF ile ölçülmüştür. 1, 2, 4, 8, 16. haftalarda her gruptan 8 tavşanı öldürmüşler ve histopatolojik olarak analiz etmişlerdir. Sonuçta 3. gün flep yapılan gruptaki kortikal kapak, kortikal kemik ve kas akımları, 7. gün flep yapılanlara göre anlamlı derecede fazla olarak bulmuşlar ve histopatolojik bulgularda bu bulgulara korele olarak

çıkıştır. Ayrıca 3. günden sonra flep yapılan grupta nekroz ve osteomyelit oranı diğer grupla kıyaslandığında daha düşük bulunmuştur. Son olarak LDF' nin güvenilirliği kanıtlanmış, avitalize dokuları tespit eden, deneysel alanda vital kemik dokuları gösteren bir yöntem olarak tanımlamışlardır (26). Bu düşünceye zıt olarak Hinsley ve arkadaşlarının yaptığı çalışma gösterilebilir. Bu çalışmada 6 adet erişkin koyunun sağ tibialarının medialini standart olarak ateşli silah' la vurmuşlardır. Oluşan yarayı explore etmişler ve periostu ayrılmış ve sağlam olanları ayırıp, aynı zamanda kırığın 5 cm distaline proksimal tibia' ya 2x2 cm' lik periostal pencere açıp hem fragmanlardan hemde bu pencereden 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8,10 ve 12. saatlerde LDF ile ölçüm almışlardır. Ölçüm bittikten sonra (12. saatten sonra) aynı taraf eksternal iliak arter kullanılarak baryum sülfat eşliğinde anjiyografi yapılmıştır. Son olarak hayvanlar fragmanlardaki baryum tutulumu araştırılmak üzere Na pentobarbiturat ile öldürülmüştür. Çalışmanın sonuçları LDF' nin spesivitesi ve sensitivitesi açısından önemlidir. Sonuçta proksimal tibiya ile periostu sağlam (LDF ile vaskülarize) ve olmayan (non-vaskülarize) fragmanlar karşılaştırıldığında tüm zamanlarda kan akımındaki azalma anlamlı bulunmuş fakat fragmanlar arasındaki akım karşılaştırıldığında sonuç anlamlı olarak bulunmamıştır. Çıkarılan 24 (18 tanesi periostu sağlam ve 8 tanesi periostu ayrılmış) fragman baryum tutulumu açısından değerlendirildiğinde; 18 periostu sağlam fragmanın 10 tanesinde baryum saptanmış, 8 tanesinde baryum saptanamamıştır. Diğer yandan periostu sağlam olmayan yani LDF ile non-vaskülarize olarak değerlendirilen fragmanların 1 tanesinde baryum tutulumu varken 5 tanesinde tutulum görülmemiştir. Bu sonuçlar ışığında;

$$\text{LDF spesivitesi} = \frac{\text{Baryumu tutan (vaskülarize) fragman}}{\text{Periostu sağlam fragman}} = \%55$$

$$\text{LDF sensitivitesi} = \frac{\text{Baryumu tutmayan (non-vaskülarize) fragman}}{\text{Periostu ayrılmış fragman}} = \%83 \text{ 'dür.}$$

Sonuçta açık kırıkların kemik fragmanlarının canlılığının tayininde LDF kullanılmasını önermemişler ve açık kırıklarda fragman eksizyonunu yapmak için tecrübeli ve travma eğitimi almış ortopedik cerraha gereksinim olduğu kanısına varmışlardır (28).

Hempfung ve arkadaşları Bernese'nin periasetebular osteotomisi boyunca kan akımını intraoperatif olarak takip etmişler. Sonuçta yumuşak dokuların korunmasına azami özen gösterilmesine rağmen supraasetebular kan akımında belirgin azalma gözlenmiş fakat fragman yerleştirildikten sonra fragman kan akımında belirgin artış gözlenmiştir. Operasyondan 8 hafta sonra tüm vakalar iyileşmiştir. Buda LDF'nin güvenilirliğinin başka bir kanıtıdır (29).

LDF ortopedide kemik fragmanlarının canlılığını belirleme dışında da kullanım alanı bulmuştur. Ferrell ve arkadaşları lateral epikondilitli hastalarda doku perfüzyonundaki değişiklikleri görmek için kullanmışlar ve bulgular klinikle uyumlu çıkmıştır. LDF'nin sensitivitesi yüksek olarak bulunmuştur (30). Yine Ferrel'in yaptığı çalışmada LDF ile Romatoid artritli hastaların metakarpofalangial eklemleri görüntülemiş ve sinovit evresinin erken döneminde eklemlerdeki perfüzyon artışını göstermiştir (31).

Kırık tespitinde kullanılan materyallerin periosteal ve medüller kan akımına zarar verip vermedikleri LDF ile değerlendirilmiştir.

Intramedüller çivilerin köpek tibia kırığında kas perfüzyonuna etkilerini LDF ile Hupel ve arkadaşları araştırmıştır. Oymalı ve oymasız intramedüller çivi muskuler kan akımında azalmaya yol açar mı ? sorusuna cevap aramışlardır. On dokuz adult köpek tibiasını osteotomize edip kırık oluşturmuşlardır. Bir gruba oymalı diğer gruba oymasız kilitli intramedüller çivi uygulamışlar, kas perfüzyonunu anterior kompartman kaslarından LDF aracılığı ile ölçmüşlerdir. Sonuçta oymalı grupta musküler perfüzyon oymasız gruba göre anlamlı derecede daha fazla bulunmuştur (32). Buna benzer bir çalışmada ElMaraghy ve arkadaşları retrograd femoral oymalı çividen sonra çapraz bağ ve femoral kan akımını köpek femurunda LDF ile değerlendirmişlerdir. Otuz iskelet olarak matur melez köpekte retrograd femoral oymalı çividen önce ve sonra LDF ile femurdan 3 alandan (trochlear alan, lateral ve medial kondil) ve ACL (Ön çapraz bağ), PCL (Arka çapraz bağ)' den ölçümler almışlar ve sonuçları değerlendirmişlerdir. Kemikte işlemden önceki değerler sonraki ile kıyaslandığında kan akımında önemli artma, PCL ve ACL değerlerinde önemli azalma bulmuşlardır (33). Bu çalışmalarda oymalı intramedüller çivileme sonrası muskuler ve periosteal dolaşımında artma olduğu görülmektedir. Bu da bilindiği gibi medüller kan akımındaki bozukluğa periosteal dolaşımın verdiği bir

cevaptır (24). Peki medüller dolaşım nasıl etkileniyor? Bu konuda Chapman'ın yaptığı çalışmada oymalı intramedüller sonrası medüller içeriğın sistemik dolaşıma geçtiğı ve kortikal kan akımının da %30-80 azaldığını belirtmiştir. Bu çalışmada oymasız yapılan çivilemede kan akımın korunduğı ancak oymalı yapılanlarda ise daha iyi tespit yapıldığını bildirmiştir (34).

Bilinen bir gerçekte intramedüller çivileme ile korteks arasında damarsal yapılanma için yeterli boşluk bırakılırsa 6-8 haftalık sürede medüller kan akımın normale döndüğüdür (35).

Serkraj ve intramedüller çivilemenin kombine kullanıldığı durumlarda kortikal kan akımı nasıl etkilenmektedir? Bu konu da yapılan çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Johnson ve arkadaşların yaptığı çalışma belki bize ilerisi için fikir verebilir. Bu çalışmada traksiyon, serklaj ve standart intramedüller çivileme ve kilitli intramedüller çivilemenin kaynamaya olan etkileri karşılaştırılmıştır. Sonuçta traksiyonda 18.4 haftada, kilitli intramedüller çivilemede 13.8 haftada ve serklaj ve standart intramedüller çivilemede ise 34 haftada kaynama saptanmıştır. Sonuçları değerlendirdiklerinde traksiyonla tedavi edilenlerin %66' sı, serklaj ve intramedüller çivi ile tedavi edilenlerin %39' u ve kilitli intramedüller çivileme yapılanların %4' ünde komplikasyon geliştiğini bildirmişlerdir (36). Bu çalışmada görüldüğü gibi serklaj ve intramedüller uygulanan grupta kaynama çok geç olmuş ve %39 gibi yüksek oranda komplikasyon gelişmiştir. Bunların sebebinin kemik kan akımına verilen zarardan mı yoksa başka nedenlerden mi kaynaklandığının sorusunun cevabını bize ileride yapılacak çalışmalar verecektir.

Özellikle kemiğın periosteal dolaşımının bozulduğı ve medüller kanlanmasında kesintiye sebep olan (25) plak ve vida uygulamalarında kan akımı nasıl etkilenmektedir.

Jain ve arkadaşlarının on adet erişkin köpekte yaptığı çalışmada tibia' da spiral cisim kırığı oluşturduktan sonra bir grubu sekiz delikli titanyum LCDCP diğer grubu çelik LCDCP (3.5mm kalınlığında 316L) ile tespit etmişler ve iki grup arasındaki mekanik ve vasküler özellikleri karşılaştırmışlardır. Kemik kan akımı LDF ile kırık öncesi, kırık sonrası, plaklama sonrası ve plaktan 10 hafta sonra ölçmüşlerdir. Köpekleri 10. hafta sonunda öldürüp plağı çıkarıp karşı tibia ile biyomekanik olarak karşılaştırmışlardır. Sonuçta her iki grupta kırık sonrası kortikal

kan akımında önemli azalma görülmüştür. Plaklamadan 10 hafta sonraki kortikal perfüzyon plaklamadan hemen sonrasında karşılaştırıldığında her iki grupta kan akımındaki artma önemli bulunmuştur. 10 hafta sonra iki grup arasında kortikal kan akımı ve biyomekanik özellikler açısından fark bulamamışlardır (37). Yine Jain ve arkadaşlarının yaptığı diğer bir çalışmada DCP plakla LCDCP plağı benzer deneysel modelde karşılaştırmışlardır. Sonuçta iki grup arasında 10 hafta sonra vasküler ve mekanik açıdan fark bulamamışlardır (38).

Serkraj telinin kemik kan akımına olan etkileri ile ilgili çalışmalar araştırıldığında, bunların sayısının çok fazla olmadığı, hatta birkaç tane olduğu görülmektedir.

Wilson ve arkadaşları yaptığı çalışmada yavru köpeklerde serklaj telinin periostal kemiğe olan etkilerini araştırmıştır. Bu çalışmada 6 adet 22 haftalık köpeğin femurunun 3 bölgesine çevresel tel tespiti uygulamıştır. Serklaj telini bir grupta periostun altına diğer grupta üstüne yerleştirmişlerdir. Serklaj telinin büyümeye, yeni kemik oluşmasına ve vaskülariteye olan etkilerini 3. ve 8. haftalarda karşılaştırmışlardır. Serklaj teli periostun altına yerleştirilen grupta periostal yeni kemik diffüz olarak oluşmuştur. Bunun medüller ve periosteal mikrovasküleritede artmaya bağlı olduğu düşünülmüştür. Periostun üstüne yerleştirilen grupta diffüz büyümenin görülmemesi kortekse giren damarların zarar görmesine bağlanmıştır. Uygulamadan 8 hafta sonra her iki grupta büyümenin diffüz ve uygun olduğu görülmüştür. Sonuçta serklaj telinin devitalize immatür kemikte büyümede kısıtlılığa yol açmayacağı kanısına varmışlardır (39).

Nyrop ve arkadaşları at radiusunun serklaj teline vasküler cevabını araştırmışlardır. 6 yetişkin midillide yaptıkları bu çalışmada radiusa 2cm aralarla 3 adet serklaj teli yerleştirmişler ve karşı radiusu kontrol grubu olarak kullanmışlardır. Vasküler cevabı hayvanları 4 ve 8. haftada öldürerek mikroanjiyografi ile kontrol etmişlerdir. Sonuçta atlarda da insan ve köpeklerdeki gibi çok sayıda meduller arterin mevcut olduğunu ve kan akımını sentrifugal olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda serklaj telinden sonra kan akımında bir değişiklik olmadığını tespit etmişlerdir (40).

Kirby ve Wilson yaptıkları çalışmada çevresel bantların kortikal vaskülarite ve canlılığa olan etkilerini araştırmışlardır. Serklaj teli kortikal vasküler kısıtlılığa yol

açmazken, çevresel bandlar düz ve geniş olduğu için kortikal vaskülaritede kesintiye dolayısıyla kırık sonrası nonunion' a sebep olur fikrini kanıtlamaya çalışmışlardır. 4 matür köpeğin her iki femurunun diyafizine 1cm aralarla bir tarafa 4 boy paslanmaz çelik bant, diğer tarafa 5 boy naylon bant yerleştirmişlerdir. Çalışmaya 2 adet köpek dahil edip bunların femurunun bir tarafına 3cm alana 5 mm aralarla 18- no serklaj, diğer femura nylon bant yerleştirmişlerdir. Postoperatif 7. gün köpekler öldürülüp mikroanjiyografik ve histolojik incelemeye tabi tutulmuştur. Kortikal vaskülarizasyon açısından hiçbir boy, tip ve serklaj arasında fark bulunamamıştır. Sonuçta serklaj telinin sağlam kemikte kortikal kan akımında azalmaya neden olmayacağı kanısına varmışlardır (41).

Biz yaptığımız çalışmada çevresel tel tespitinin deneysel köpek modelinde femoral kortikal kan akımına olan akut etkisini araştırdık. Tekrarlı ölçümlerde ki deney düzeneğine dayalı olan bu çalışmamızda; örneklem büyüklüğüne karar verirken yanılma düzeyi ($\alpha=0.05$; $Z_{\alpha/2}=1.96$) ve testin gücü ($\beta=0.90$; $Z=1.282$) alınarak konuya uygun formülün kullanılması sonucu 6 adet büyük baş hayvan ile deneyin yapılması uygun görüldü (42).

Bu çalışmada köpekleri kullanmamızın sebebi; hem matür kemiğe sahip olmaları hem de korteks kanlanmasının insaninkine benzer olmasındandı. Fakat köpekleri deney hayvanı olarak seçmenin özellikle de sokak köpeklerini seçmenin getirdiği bir takım dezavantajlar çalışmanın başlangıcında tespit edildi. Bunlar hayvanların aşılansması, iç ve dış parazitlerden arındırılması vs. idi. Bu sorunlar giderilip köpekler çalışmaya hazır olunca çalışmaya başlandı.

Femur diyafizini seçmemizin sebebi ise çevresel tel tespiti uygulamasına anatomik olarak en uygun kemik olduğunu düşünmemizden kaynaklandı. Ayrıca femurun kanlanmasının yapılan çalışmalarda gösterildiği gibi özellikle proksimalden giren nutrisyonel arterden olduğu çok nadirde olsa bazen distaldende bir nutrisyonel arterden olması bizi femura yönlendiren nedenlerdi.

Tüm ölçümler Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinden temin edilen Periflux 4001 Master LDF cihazı ve bu cihaza uygun özel yapılmış 90 derece açılı, ucunda stopur bulunan prob ile yapıldı. Prob harekete bağlı artefaktları önlemek amacıyla mikromanüplatöre (Doç. Dr. Mustafa GÜRELİK tarafından mikroskoptan yapılan) bağlandı. Bu manüplatör bize x, y, z eksenlerinde hareket

olanağı sağladı. Böylece femura proba rahatça ulaşmamıza ve istediğimiz noktadan artefakt oluşturmadan ölçüm almamıza yardımcı oldu. Belki ileride LDF cihazının klinik kullanım alanları bulmasıyla kemikte kullanıma olanak sağlayan daha ergonomik mikromanüplatörler geliştirilebilir.

İlk ölçüm kontrol olarak kabul edildi. Belki sol femur kontrol olarak eş zamanlı açılıp çift çıkışlı LDF ile ölçülebilirdi. Fakat bizim cihazımız ve şartlarımız buna uygun değildi. Her iki femuru çalışmada ayrı ayrı kullanmamamızın sebebi ise çevresel şartların yanlış ölçüm sonuçlarına neden olacağı düşüncesiydi.

Tüm köpeklerin femur diyafizlerine ulaşıp periostal elevatörle 2x2 cm pencere açıldı ve ilk ölçüm buradan alındı. Bu aldığımız ölçüm her köpek için femoral kortikal kan akımının bazal değerini yansıttı ve kontrol olarak kabul edildi. Ölçülen değerler arasında ufakta olsa farklılıklar saptandı bu çevresel şartlara ve her köpeğin kendine özgü biyodinamisine bağlandı.

Periostu sıyırmadan ölçüm aldığımız noktanın 1 cm proksimaline çevresel tel tespiti uygulandı. Bunun amacı femurun beslenmesinin önemli bir parçasını oluşturan ve femura proksimal 1/3'den linea asperaya yakın yerden giren ve kadavra çalışmalarında da ispat edilen (4) nutrisyonel arterin kemiği kanlandırmasını engellemektir. Çalışmamızda çıkan sonuçlarda bunu destekler tarzdaydı özellikle ilk telden sonra femoral kortikal kan akımında belirgin bir azalmayı gözlemledik.

Telin sıklığı ve bu sıklığın standardizasyonu sağlamak için her tel uygulamasında telin boşluğunu alıp penseyle 5 tur sıkarak uygulandı. Burda belki telin gerim kuvvetini ölçmeye yarayan torklu sıkıcılardan biri kullanılabilirdi. Bu dezavantaj sıklığa karar vermede operasyon tecrübesi kullanılarak bir miktar giderildi.

Bizim amacımız kortikal kan akımı ölçmek olduğu için tüm deneklerde periostal kan akımına zarar vermemeye özen gösterdik zaten yapılan çalışmalarda periosteal dolaşıma zarar vermek için Kowalski ve arkadaşlarının söylediği gibi periostun çepeçevre %50' den fazla sıyırılması gerekmektedir (43). Biz 2x2 cm'lik pencere açarak periosteal dolaşımı ölçüm aldığımız noktada bozmadık ve aynı zamanda sadece kortikal kan akımını ölçmeye özen gösterdik.

Daha sonra aynı noktanın 1cm distaline 2. çevresel tel tespitini uygulayarak yapılan çalışmalarda nadir de olsa femurun distalinden giriş yapan nutrisyonel arterin

femoral kan akımına olan katkısını engellemeye çalıştık ve aynı noktadan ölçümü tekrarladık (2,5,6). Çevresel tel tespitini uyguladıktan sonra ölçümleri tüm deneklerde 3 dk bekleddikten sonra alıp kaydettik. Bu bekleme süresinde nutrisyonel arterden gelen kan akımı engellendiği için kemikte kalan bir miktar kanın venüllere gitmesini ve yanılma payını minimele indirgemeyi amaçladık. Çalışmamızın sonuçlarından da anlaşılacağı gibi bu sürenin yeterli olduğu düşüncesindeyiz.

Sonuçta kortikal kanlanmada belirgin azalma ama medüller kanlanmanın devam etmesinden dolayı bir miktarda olsa perfüzyonun devam ettiğini gördük. Belki köpeklerin sol femurların medüllası oyulup, medüller kan akımı bozulduktan sonra periost çepe çevre sıyrılıp çevresel tel tespiti uygulanırsa kanlanmanın tamamen durup durmadığı veya sağ tarafla karşılaştırılması yapılabilirdi.

Bizim çalışmamızın sonuçları akut dönemde çevresel tel tespiti uygulamasının kortikal kemiğin kan akımında belirgin azalmaya neden olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalar sonucu gelinen nokta kemiğin kanlanmasına daha az zarar veren materyaller ve yöntemlerin giderek arttığı ve artacağını göstermektedir. Biyolojik fiksasyon şuan için ortopedistler için popüler yöntemlerin başını çekmektedir. Bu yöntem hem kemiğin kanlanmasını minimal etkilemekte hemde kırık kaynaması için oluşan şartları bozmamaktadır. Bu yöntemle materyale binen yük paylaşıldığı için implant yetersizliği engellenmektedir. Bu yöntem plakla uygulanabildiği gibi, eksternal fiksasyon, kapalı ve oymasız intramedüller çivilerle ya da çocuklarda esnek intramedüller tespit yöntemleri kullanılarak yapılabilir. Yöntemin sıklığın artması ve başarılı sonuçların yayınlanması sonucu bu konuda da kullanılmak üzere yeni materyaller hemen piyasaya sürülmüştür. Önceleri AO grubu tarafından periosteal kan akımının korunması amacıyla LC-DCP tasarımı geliştirilmiş, ancak son yıllarda internal atelleme yöntemi gündeme gelerek PC-Fix (point contact fixatör) adı verilen ve kemiğe tek noktadan temas eden plak tasarımı ve ondan sonra son olarak LISS (Less Invasive Stabilization System) piyasaya sürülmüştür. Bu yeni yöntemler primer kırık iyileşmesi şeklinde değil de indirekt kırık iyileşmesiyle kırık kaynamasını sağlamaktadır. Sonuç olarak bu yöntem kemiğin medüller ve kırık bölgesindeki dolaşımını bozmaması, yüksek kaynama oranları ve düşük enfeksiyon oranları ile; özellikle multitravmalı, pulmoner ve kardiyovasküler sistemi risk altında olan hastalarda ve sorunlu parçalı, segmenter

diyafizyal ya da metafizyal kırıklarda tercih edilecek alternatif yöntemlerden birisi olduğu söylenmektedir (44). Bu konu daha yeni gündeme geldiği için karşılaştırmalı çalışmalara gerek duyulduğu kanısındayız. Bizim çalışmamızın sonuçlarından da anlaşılacağı gibi kemiğin biyolojisinin korunmasına yönelik yeni yöntemler ve materyallerin ortaya çıkmasının kaçınılmaz olduğu düşüncesindeyiz. Çevresel tel tespiti uygulamasının ve tel tasarımının buna dayanarak ilerde değişebileceği fikrindeyiz.

Bir sonraki aşamada kemiğin medüller kan akımını bozan oymalı intramedüller çivilerle veya periosteal dolaşımı bozup kan akımında kesinti yapan plak+vida ile serklaj teli beraber kullanılıp kan akımına etkilerine kısa ve uzun dönemde bakılabilir. Johnson (36) ve arkadaşların yaptığı çalışma, diğer çalışmalar ve bizim yaptığımız çalışma sonucunda bu yapılacak kombine çalışmaların kemiğin kan akımı bozacağını ve uzun dönemde geç kaynama, kaynamama veya enfeksiyon riskini arttıracığını düşünmekteyiz.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Ortopedi ve Travmatoloji’de kırık tespitinde ana veya yardımcı materyal olarak sıkça kullanılan çevresel tel tespitinin kortikal kemik kan akımına olan akut etkisini LDF kullanarak araştırdık. Elde ettiğimiz sonuçlar özetle:

- Çevresel tel tespitinden sonra ortalama bazal femoral kortikal kan akımı 26.87 ± 8.24 pü, ilk serklaj’ dan sonra kortikal kan akımı 9.98 ± 3.40 pü, ikinci serklajdan sonra 3.69 ± 1.44 pü olarak ölçüldü ve kortikal kan akımında akut dönemde ilk ve ikinci çevresel tel tespitinden sonraki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu.
- Kırık tespitinde, kemik kan akımı açısından riskli durumlarda mümkün olduğunca çevresel tel tespitinden kaçınılmalı, yinede uygulanması zorunlu ise nutrisyonel arterlere ve periost’ a zarar verilmemelidir.
- Özellikle açık kırıklarda, avitalize olduğu düşünülen fragmanların tespitinde mümkün olduğunca çevresel tel tespitinden kaçınılması gerektiğini düşünmekteyiz.
- Parçalı kırıklarda medüller kanalın dolaşımını bozan intramedüller çivileme yapılırken fragmanların tespitinde özellikle arada dar segment bırakacak şekilde iki serklaj teli uygulamasının kemiğin kan akımına olumsuz etkilerinin olacağı, belki de kaynama sorunlarının bundan kaynaklandığı düşüncesindeyiz.
- Kemiğin medüller, periosteal veya her ikisinin dolaşımının bozulduğu durumlarda çevresel tel tespiti uygulaması sonucu enfeksiyon, kaynama ve gecikmiş kaynamaya sebep olabileceği düşüncesindeyiz.
- Bir sonraki adım; piyasada kullanılan tüm tellerin diğer materyallerle kombine edilerek veya tek başına, kemik kan akımına kısa ve uzun dönemde etkilerinin ne olduğu araştırmak olabilir.

- Bu çalışma sonucu kırık tespitinde kullanılacak ve kortikal kemik kan akımına daha az zarar verecek yeni teller geliştirilmesi gerektiğini düşünüyoruz.

KAYNAKLAR

1. Bostom M., Yang X., Koutras I.: Biologics in bone healing. *Curr Opin Orthop.* 11:403-12, 2000
2. Dere F.: *Anatomi*, Adana, Aydođdu Ofset, s:10-15, 1990
3. Kuran O.: *Femur Anatomisi; Sistematik Anatomi*, İstanbul, Filiz Kitabevi; s:76-9, 1983
4. Laing, P.G.: The blood supply of the femoral shaft: Anatomical study. *J Bone Joint Surg.* 35(1): 462-6, 1953
5. Star A.J., Bulcholz R.W.: Fractures of the shaft of the femur, *Rockwood and Greens Fractures of Adults*; Ed: James H. Beaty, M.D., James R. Kasser, M.D.; 5th. ed., Vol. 2, Chapter 41, pg: 1686-90, Lippincott Williams Wilkins, 2001
6. Netter F.H.: *Musculoskeletal System*, The CIBA Collection of Medical Illustration, Vol:8, Part:1, CIBA Geigy Corporation. pg:76-9
7. Ege R.: *Travmatoloji Kırıklar Eklem ve Diğer Yaralanmalar*, Ankara, Bizim Büro Basımevi; 5. baskı, Cilt:1, Bölüm:16, s:452-53, 2001
8. Eyre J.A., Essex T.J.H., Flecknell P.A., Bartholomew P.H., Sinclair J.I.: A comparison of cerebral blood flow in the rabbit using laser Doppler spectroscopy and radionuclide labelled microspheres. *Clin Phys Physiol Meas.* 9:65-74, 1988
9. Lindsberg P.J., O'Neill J.T., Paakari I.A.: Validation of laser Doppler flowmetry in measurements of spinal cord blood flow. *Am J Physiol.* 257:674-80, 1989
10. Frerichs K.U., Feuerstein G.Z.: Laser-Doppler Flowmetry: A review of its application for measuring cerebral and spinal cord blood flow. *Mol. and Ch. Neuropathology.* 12:55-70, 1990

11. Öberg P.A.: Laser-Doppler Flowmetry. Critical Reviews in Biomedical Engineering. 18(2):125-163, 1990
12. Erdem M.: Klinik Tanıda Laser Doppler Flowmetry Metodundan Yararlanılması. Doktora Tezi. G.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara, 1997
13. Perimed AB. Theory of laser Doppler.:<http://www.perimed.se>. Perimed 2004
14. Vongsavan N., Matthews B.: Some aspect of the use of laser Doppler flowmeters for recording tissue blood flow, Experimental Physiology. 78:1-14, 1993
15. Leahy M.J., de Mul F.M., Nilsson G.E., Manievski R.: Principles and practice of the laser Doppler perfusion technique. Technology and Health Care. 7:143-162, 1999
16. Matthews B., Vongsavan N.: Advantages and Limitations of laser Doppler flowmeters. Int Endot J. 26(1):9-10, 1993
17. Moor Instruments. Basic theory and operating principles of laser Doppler blood flow monitoring and imaging (LDF&LDI), Issue 1.: <http://www.moor.co.uk>. Moor Instruments 2006
18. Ransay D.S., Artun J., Martinen S.S.: Reliability of pulpal blood-flow measurements utilizing laser Doppler flowmetry. J Dent Res. 70(11):1427-30, 1991
19. Arbit E., Diresta G.R.: Application of laser Doppler flowmetry in Neurosurgery. Cerebral Blood Flow. 7(4):741-48, 1996
20. Ahn A., Lindhagen J., Nilsson G.E., Selarud E.G., Jodal M., Lundgren O.: Evaluation of Laser Doppler Flowmetry in the assessment of intestinal blood flow in cat. Gastroenterology. 88:951-57, 1985
21. Gürelik M., Karadağ Ö., Gürelik B.: Nöroşirurji'de Lazer Doppler Flowmetrinin Kullanımı. Türk Beyin Damar Hastalıkları Dergisi. 9(3):107-110, 2003
22. Branemark P.: Vital microscopy of bone marrow in rabbit. Scandinavian J Clin and Lab Invest Supp. 38:62-6, 1959

23. Trueta J., Caladias A.: A study of blood supply of the long bones. *Surg Gynec and Obstet.* 118:485-98, 1964
24. Ariyan S.: The viability of rib grafts transplanted with the periosteal blood supply. *Plast Recons Surg.* 65:140-51, 1980
25. Field J.R., Geoffrey Summer-Smith.: Bone blood flow response to surgical trauma. *Injury, Int. J. Care Injured.* 33:447-51, 2002
26. Herzog L., Huber F.X., Meeder P.J., Muhr G.: Laser Doppler flow imaging of open lower leg fractures in animal experimental model. *J of Orthopaedic Surgery.* 10(2):114-19, 2002
27. Wannfors K., Gazelius B.: Blood flow in jaw bones affected by chronic osteomyelitis. *British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery.* 29:147-153, 1991
28. Hinsley D.E., Hobbs C.M., Watkins P.E.: The role of laser Doppler flowmetry in assessing the viability of bone fragments in an open fracture. *Injury, Int. J. Care Injured.* 33:435-38, 2002
29. Hempfing A., Leunig M., Nötzli H.P., Beck M., Ganz R.: Acetabular blood flow during Bernese periacetabular osteotomy: an intraoperative study using laser Doppler flowmetry. *J of Orthopaedic Research.* 21:1145-150, 2003
30. Ferrell W.R., Balint P.V., Sturrock R.D.: Novel use of laser Doppler imaging for investigating epicondylitis. *Rheumatology.* 39:1214-217, 2000
31. Ferrell W.R., Balint P.V., Egan C.G., Lockhart J.C., Sturrock R.D.: Metacarpophalangeal joints in Rheumatoid Arthritis: Laser Doppler Imaging- Initial experience. *Radiology.* 220:257-62, 2001
32. Hupel T.M., Aksenov S.A., Schemitsch E.H.: Muscle perfusion after intramedullary nailing of the canine tibia. *J Trauma.* 45(2):256-62, 1998
33. ElMaraghy A.W., Schemitsch E.H., Richards R.R.: Femoral and cruciate blood flow after retrograde femoral remaining: a canine study using laser Doppler flowmetry. *J Orthop Trauma.* 12(4):253-8, 1998

34. Chapman M.W.: The effect of reamed and nonreamed intramedullary nailing on fracture healing. *Clin Orthop.* 355:230-38, 1998
35. Johnson K.: Femoral shaft fractures. In *skelatal Trauma.* ed. by Browner B.D. et all. First ed. Vol:2, pg: 1525-1641. W.B. Saunders Company, 1992
36. Johnson K.D., Johnston D.W.C., Parker B.: Comminuted femoral shaft fractures: Treatment by roller traction, cerclage wires and an intramedullary nail, or an interlocking intramedullary nail. *J Bone Joint Surg.* 66-A:1222-35, 1984
37. Jain R., Podworny N., Hearn T., Anderson G.I., Schemitsch E.H.: Effect of stainless steel and titanium low-contact dynamic compression plate application on the vascularity and mechanical properties of cortical bone after fracture. *J Orthop Trauma.* 11(7):490-5, 1997
38. Jain R., Podworny N., Hupel T.M., Weinberg J., Schemitsch E.H.: Influence of plate design on cortical bone perfusion and fracture healing in canine segmental tibial fractures. *J Orthop Trauma.* 13(3):178-86, 1999
39. Wilson J.W., Rhinelander F.W., Stewart C.L.: Microvasculer and histologic effect of circumferential wire on appositional bone growth in immature dogs. *J of Orthop Research.* 3(4):412-17, 2005
40. Nyrop K.A., DeBowes R.M., Ferguson H.R., Leipold H.W., Wilson J.W., Guffy M.M.: Vascular response of the equine radius to cerclage devices. *Vet Surg.* 19(4):249-53, 1990
41. Kirby B.M., Wilson J.W.: Effect of circumferential bands on cortical vascularity and viability. *J Orthop Res.* 9(2):174-9, 1991
42. Sümbüloğlu V., Sümbüloğlu K.: Örnekeme, Ankara s:141-42, 2005
43. Kowalski M.J., Schemitsch E.H., Kregor P.J., Senft D., Swiontkowski M.F.: Effect of periosteal stripping on cortical bone perfusion: A Laser Doppler study in sheep. *Calcif Tissue Int.* 59:24-26, 1996
44. Muratlı H.H., Can M., Biçimoğlu A.: Kırık tespitinde güncel yaklaşım: İnternal atelleme. *Totbid dergisi,* 2 (1-2), s:44-51, 2003

