

## Kallotasis metoduyla ekstremite uzatılması

(Köpeklerde deneysel çalışma)

Ali Bakır<sup>(1)</sup>, Azmi Hoplamaz<sup>(2)</sup>, Turhan Ökten<sup>(3)</sup>, Eyüp S. Karakaş<sup>(4)</sup>, C. Yıldırım Türk<sup>(5)</sup>

*Çalışmamızda; osteotomiyi takiben "bilateral freymli" eksternal fiksator kullanarak kallotasis yoluyla ekstremitte uzatma işleminin başarı durumunun belirlenmesi ve bu uzatma işleminde, osteotominin metafiz ya da diafizden yapılmasının, sonuçlara etkisinin araştırılması amaçlandı.*

*Altı köpeğe metafizer, altı köpeğe diafizer osteotomi yapılarak on gün beklendi. Daha sonra 40 gün süreyle 12 saatte bir 0.25 mm'lik kallotasis metoduyla uzatma işlemi uygulandı. Osteotomiden hemen sonra, 3, 5, 7 ve 10 haftalarda röntgen filmleri çekildi. 10 haftalık deney sonunda 12 femur önce makroskopik ve radyolojik olarak incelendi. Daha sonra bunlardan 6'sı (3'ü metafizer, 3'ü diafizer) histolojik, altısında (3'ü metafizer, 3'ü diafizer) biyomekanik incelemeye alındı. Uzatma sonrası kazanılan ortalama uzunluk 2 cm (% 11) olup, metafizer veya diafizer osteotomi yapılan gruplar arasında belirgin bir fark yoktu. Fakat röntgenografik, histolojik ve biyomekanik inceleme sonuçları, metafizer osteotomi yapılan grup lehine daha başarılı idi. Tüm osteotomilerde yeterli kaynama temin edildi ve önemli bir komplikasyon görülmedi.*

*Biz yukarıdaki bulguları gözönüne alarak, kallotasis metoduyla yapılacak olan ekstremitte uzatmalarındaki; metafizer osteotomi tekniğinin diafizer osteotomilere göre daha başarılı sonuçlar vereceğini ve ekstremitte uzatma ameliyatlarında kallotasis işleminin çok az komplikasyonları olan, güvenilir bir metod olduğunu düşünmekteyiz.*

**Anahtar kelimeler:** ekstremitte uzatılması, kallotasis

### The callotasis method of limb lengthening (Experiment in dogs)

*In this study, our aim was to determine the success of extending extremity by the method of callotasis, using external fixator with "bilateral frame" following osteotomy and also to investigate the effect of the level of osteotomy on to the results whether applying it on the metaphysis or on diaphysis.*

*We applied the osteotomy on 6 dogs at the level of metaphysis and on 6 dogs at the level of diaphysis. After waiting for 10 days, we have carried out distraction about 0.25 mm long in every twelve hours throughout 40 days. We took roentgenograms at the third, fourth, seventh and tenth weeks of osteotomy. At the end of tenth week, we made macroscopic and radiographic evaluation of 12 femurs. Later, we examined six of these femurs histologically (three of them were metaphyseal and three of them were diaphyseal) and the other six femurs biomechanically (three of them were metaphyseal and three of them were diaphyseal). The average length increase was 2 cm (11%) and there was no significant difference between these two osteotomies. But the roentgenographic, histological and biomechanical evaluations were more successful in the favor of the metaphyseal osteotomy. We were successful to unite all of the bones without any complications.*

*We may suggest according to our findings which we have mentioned above, that the metaphyseal osteotomy technique will give better results than diaphyseal osteotomies on extending extremities with the method of callotasis. Furthermore we think that callotasis is a reliable method with lesser complications in the operations of extending extremities*

**Key words:** Limb lengthening, callotasis

Ekstremiteler arasındaki eşitsizliğin düzeltilmesi uzun yıllar ortopedistleri meşgul etmiştir. Çünkü toplumda ortalama % 0.5 civarında bu tür rahatsızlığı bulunan hasta mevcuttur (2, 5, 21). Ekstremitte kısalıkları sadece ortopedik değil aynı zamanda psikolojik ve sosyal problemlere de yol açmaktadır. Daha önceleri

birçok konservatif yaklaşımlar denenmişse de, beklenen başarının elde edilememesi nedeniyle cerrahi uygulamalar ve bunların değişik şekilleri son yıllarda üzerinde en çok çalışılan konulardan birisi olmuştur (1, 2, 7, 8).

(1) Erciyes Üniv. Tıp Fak. Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Doçenti

(2) Erciyes Üniv. Tıp Fak. Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Uzmanı

(3) Erciyes Üniv. Tıp Fak. Patoloji Anabilim Dalı Doçenti

(4) Erciyes Üniv. Tıp Fak. Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Profesörü

(5) Erciyes Üniv. Tıp Fak. Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Asistanı



Uzun olan ekstremitenin kısaltılması yoluyla ekstremitte eşitlemeyi sağlayan epifizyodez ve kısaltma osteotomileri artık önemini yitirmiştir. Kısa olan ekstremitenin uzatılması çalışmaları bu yüzyılın başından itibaren değişik otörler tarafından uygulanmışsa da bu sahada ki ilk başarılı çalışmalar Wagner tarafından yayınlanmıştır (5, 17, 21, 22). Wagner'in diafizer osteotomisi metoduyla yaptığı klasik uzatma ameliyatlarında çok fazla komplikasyon görülmesi nedeniyle, son zamanlarda yeni metodlar uygulama alanına girmiştir. Bunların içinde çoğu otörlerce kabul edilen ve halen üzerinde önemli araştırmalar yapılmakta olan iki önemli metod mevcuttur. Bunlar; epifiz plağının tedrici uzatılması esasına dayanan "epifizeal distraksiyon" ve teşekkül etmiş olan taze kallusun yavaş uzatılmasına dayanan "kallotasis" metodlarıdır (1, 2, 7, 8, 10).

Kallotasis metodu ilk defa 1987 yılında De Bastiani tarafından uygulanmıştır (8). Sentez edilen kallus dokusunun tedrici distraksiyonu ile gerçekleştirilen kemik uzatma metodu olarak tarif edilebilir. Bu metodun en önemli özelliği değişik osteotomi tekniği olması ve uzatmaya başlamadan önce belli bir süre beklenmesidir. Bu bekleme süresinde, iki kemik segmenti arasında "kemik kallus köprüsü" oluşur. Distraksiyona başlandıktan sonra germe ile birlikte kallus dokusunda uzama ve aynı zamanda kemikleşme birlikte gelişir.

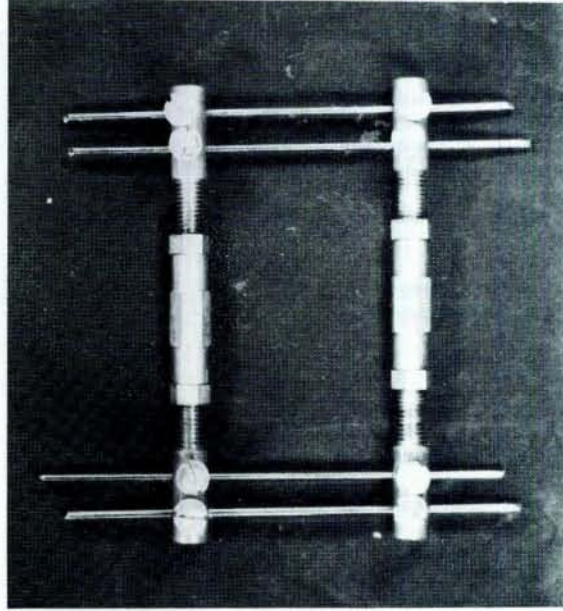
Biz bu çalışmamızda; osteotomiyi takiben "bilateral freymli" eksternal fiksator kullanarak kallotasis metoduyla yaptığımız uzatma işleminin başları durumunu belirlemeyi ve bu uzatma işleminde, osteotominin metafiz ya da diafizden yapılmasının, sonuçlara etkisini araştırmayı amaçladık.

## Gereç ve yöntem

Bu çalışma Mart 1989-Eylül 1989 tarihleri arasında Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı ve Cerrahi Araştırma Laboratuvarı imkanları ile gerçekleştirildi.

Bu çalışmada Mongreal tipi ağırlığı ortalama 20.5 kg olan 12 erişkin köpek kullanıldı. Aseptik şartlar altında köpeklere 20 mg/kg Thiopental sodium (pentothal sodium<sup>R</sup>) intravenöz verilerek genel anestezi uygulandı. Periost korunarak horizontal femoral osteotomi yapıldı, ancak arka korteks kesilmedi, manipülasyonla kırıldı. Altı köpeğe diafizer, altı köpeğe metafizer osteotomi uygulandı. Osteotomi için elektrikli testere kullanıldı. Ameliyat sırasında tarafımızdan özel olarak hazırlanan eksternal fiksasyon aleti kullanıldı (Resim 1).

Osteotominin üst ve alt uçlarına birbirine paralel, 1.5 cm aralıklarla ikişer adet 2.4 mm kalınlığında Kirschner telleri yerleştirildi. Fiksator deliklerinden Kirschner telleri iki taraflı geçirilerek osteotomize femur nötral pozisyonda tesbit edildi. Osteotomi ve tesbit sonrasında, 2-0 atravmatik krome katkıle dikilerek periostun bütünlüğü korundu. Fascja ve cilt atravmatik sütürlerle kapatıldı.



Resim 1: Bilateral freymli uzatma cihazı

di. Köpeklere ameliyatın bir gün öncesinden başlamak üzere sefazolin sodium (sefazol<sup>R</sup>) 75 mg/kg/gün dozunda üç gün süreyle intramüsküler olarak verildi.

Diafizer ve metafizer osteotomiler eksternal fiksator sisteminde 10 gün süreyle tesbit edildi. Sonra tedrici olarak distraksiyona başlandı. Altı hafta müddetle 12 saatte bir 0.25 mm olacak şekilde uzatmaya devam edildi.

Osteotominin hemen sonrasında, 3, 5, 7 ve 10. haftalarda bütün köpeklerin düzenli olarak iki yönlü femur grafileri çekildi. Bu grafilerde kallus oluşumu radyolojik açıdan takip edildi. Altı hafta uzatma yapıldıktan sonra üç hafta daha beklendi. Radyolojik olarak yeterli kaynama görüldükten sonra 40 mEq potasyum intravenöz verilip, bütün köpekler öldürülerek eksternal fiksasyona son verildi. Radyolojik değerlendirme; Lane ve Sandhu (16) tarafından geliştirilen radyolojik puanlama sistemi kullanılarak yapıldı (Tablo 1).

Köpeklerin uzatılan femurları araştırma grubu ve uzatılmayan femurları kontrol grubu olarak kullanıldı. Hem deney grubu hem de kontrol grubu femurlar bütün yumuşak dokularından temizlendi. Oniki femurun hepsi de önce makroskopik olarak incelendi. Milimetrik cetvelle uzunluk ölçümleri yapıldı. Sonra oniki femurdan altısı histolojik inceleme için ayrıldı. Geri kalan altı femur kontrolüyle birlikte biyomekanik çalışma için ayrıldı. Biyomekanik çalışma için ayrılan femurlar -20°C'de derin dondurucuya konuldu. Histolojik ve biyomekanik çalışma yapılan femurlar 3'ü metafizer osteotomi uygulananlar ve 3'ü diafizer osteotomi uygulananlar olmak üzere alt gruplara bölündü.

Histolojik inceleme için tüm osteotomi ve kallotasis



Kemik oluşumu	Puanlar
Kemik oluşumu yok 0	0
Defektin % 25'ini dolduran kemik oluşumu	1
Defektin % 50'sini dolduran kemik oluşumu	2
Defektin % 75'ini dolduran kemik oluşumu	3
Defektin tamamen kemik oluşumu ile dolması	4
Kaynama: (proksimal ve distal ayrı ayrı değerlendirildi)	
Kaynama yok	0
Kaynama başlangıcı	1
Tam radyolojik kaynama	2
Remodeling:	
Remodeling yokluğu	0
Intramedüller kanalın remodelingi	1
Korteksin tam remodelingi	2
Herbir kategori için maksimum toplam puanlar:	
Kemik oluşumu	4
Proksimal kaynama	2
Distal kaynama	2
Remodeling	2
Maksimum toplam puan	10

Tablo 1: Radyografik puanlama sistemi (16)

alanını içine alacak şekilde 0.5x2x3 cm ebadında longitudinal kemik parçaları alındı. Yirmidört saat formalinde tesbit edilip, % 5'lik Nitrik asitle dekalsifiye edildikten sonra parçalar distile suda yıkandı. Rutin doku takibinden sonra mikrotomla 5 mm'lik longitudinal kesitler alındı. Hematoxylen-Eosin ile boyandı, ışık mikroskopunda değerlendirildi. Histolojik değerlendirme; Heiple ve arkadaşları (12) ile Lane ve Sandhu (16) tarafından geliştirilen histolojik puanlama sistemi kullanılarak, preparatların kod numaraları hakkında bilgi sahibi olmayan bir patalog tarafından yapıldı (Tablo 2).

Biyomekanik inceleme için deney grubundan ve kontrol grubundan altı'şar vakada kallus dokusunun dayanıklılığını ve kalitesini tesbit için normal ve opere femurlara torsiyon testi uygulandı. Bu test için Torsiyon-Testing Machine (SMI Tecquipment, England) kullanıldı.

Kallotasis alanı tam ortada olacak şekilde methylnmethacrylate yardımı ile femurlar aletin çenelerine tesbit edildi. Maksimum tork (kemikte tam kırılma meydana getiren torsiyonel kuvvet) değerleri Newton-metre (Nm) ve maksimum anguler deplasman değerleri derece olarak skaladan okundu. Ara değerler de okunarak grafik eğrileri oluşturuldu. Enerji absorpsiyonu Newton-metre, stifnes (sağlamlık)değerleri de Newtonmetre/derece olarak angular deformasyona karşı ortaya çıkan torsiyon (dönme) eğrilerinden oluşturulan grafiklerden hesaplandı. Bu çalışmamızda bulgular değerlendirilirken, Mann-Whitney U testi ve Student T testi kullanıldı.

	Puanlar
Kaynama: (Proksimal ve distal ayrı ayrı değerlendirildi)	
Kaynama belirtisi yok	0
Fibröz kaynama	1
Osteokondral kaynama	2
Kemiksel kaynama	3
Kemiğin tam reorganizasyonu	4
Spongioza:	
Kemikte hücrel aktivite yok	0
Erken yeni kemik oluşum devresi	1
Aktif yeni kemik oluşum devresi	2
Reorganize spongioza oluşumu	3
Tam olarak reorganize spongioza	4
Korteks:	
Korteksin yokluğu	0
Erken görülməsi	1
Şekillenmeye başlamışsa	2
Çoğu yeniden organize	3
Tam şekillenme	4
Kemik iliği:	
Hiç bulunmaması	0
Görülmeye başlaması	1
Defektin yarısından fazlasını kaplama	2
Kırmızı kemik iliği ile tam kaplanma	3
Olgun yağlı ilik	4
Herbir kategori için mümkün olan maksimum puanlar:	
Proksimal kaynama	4
Distal kaynama	4
Spongioza	4
Korteks	4
Kemik iliği	4
Maksimum toplam puan	20

Tablo 2: Histolojik puanlama sistemi (12, 16)

## Bulgular

Çalışmamızın yapıldığı 12 erişkin köpekte metafizer ve diafizer osteotomi sonuçları;

- Makroskopik,
- Radyolojik,
- Mikroskopik,(histolojik)
- Biyomekanik olarak değerlendirildi.

A. Makroskopik inceleme: Metafizer osteotomi bölgesinde oluşan kallus dokusu diafizer osteotomi bölgesindeki kallusa göre daha belirgindi. Her iki tür osteotomi uygulanan femurlarda da milimetrik cetvelle yapılan ölçümlerde ortalama 2 cm'lik (yaklaşık % 11) uzama sağlandığı tesbit edildi. Metafizer ve diafizer osteotomi yapılan köpeklerde, uzama miktarı bakımından istatistik olarak önemli bir fark belirlenemedi (P>0.05, Tablo 3).

Grup	Uzatılan femur (cm)	Kontrol femur (cm)	Kazanılan uzunluk cm	%
Metafizer (n=6)	20.9 ± 1.71	18.9 ± 1.66	2.01 ± 0.11	10.7 ± 0.88
Diafizer (n=6)	20.8 ± 1.22	18.8 ± 1.21	2.00 ± 0.09	10.6 ± 0.79

Değerler, ortalama ± standart sapma (ort±SD)

Tablo 3. Makroskopik ölçümlerde elde edilen uzatma sonuçları



B. Radyolojik değerlendirme: Radyolojik bulgular hem metafizer hemde diafizer osteotomilerden sonra 3, 5, 7 ve 10. haftalarda çekilen grafilerle tesbit edildi (Resim 2, 3).

Radyolojik incelememizde üçüncü haftada metafizer ve diafizer osteotomilerde yeni kemik oluşumuyla birlikte proksimal ve distalde kaynamanın başladığı gözlemlendi. Yeniden şekillenme her iki grup osteotomide de gözlenmedi. Beşinci haftada kemik oluşumunun ve kaynamanın metafizer osteotomilerde diafizer osteotomilere göre daha belirgin olduğunu tesbit ettik. Remodelling sadece metafizer osteotomilerde görüldü. Diafizer osteotomilerde henüz remodelling yoktu. Yedinci haftada metafizer osteotomilerde yeni kemik oluşumu daha da belirgindi. Proksimal ve distalden kaynama daha bariz olarak görülmekteydi. Intrameduller kanalın remodellingi her iki grup osteotomilerde de gözlemlendi.

Onuncu haftada; metafizer osteotomilerde defekt alanının tamamına yakını kaplayan kemik oluşumu ve korteksin yeniden teşekkülü gözlemlendi. Diafizer osteotomilerde ise, puanlama metafizer osteotomilere göre daha düşüktü ve kortikal yenileme henüz yeterli değildi.

Radyolojik puanlama sistemine göre üçüncü haftada metafizer ve diafizer osteotomiler arasındaki fark is-

	Metafizer osteotomi	Diafizer osteotomi		
	X ± SD	X ± SD	t	P
3. hafta	3.33 ± 0.816	2.66 ± 0.816	1.42	>0.05
5. hafta	5.66 ± 0.816	4.66 ± 0.516	2.56	<0.05
7. hafta	6.50 ± 0.836	5.16 ± 0.750	2.97	<0.05
10. hafta	8.66 ± 1.360	7.00 ± 0.367	2.51	<0.05
X ± SD:	Ortalama ± standart sapma			

Tablo 4. Radyolojik sonuçlar (n=6).

statistiksel açıdan önemli değildi (P>0.05). Beş, yedi ve onuncu haftalarda radyolojik sonuçlar arasındaki farklar metafizer osteotomiler lehine istatistiksel açıdan anlamlı bulundu (P<0.05, Tablo 4).

C. Histolojik inceleme: Metafizer osteotomilerde, osteotomize kemik uçlarını köprüleyen yeni kortikal kemik yapımı mevcuttu. Uzatma alanının orta bölgesinde kollojenize bağ dokusu görüldü. Kemik uçlarında kolonlar halinde kırık hücreleri dizilmişti. Yağlı kemik iliği ve damarlanma belirgin olarak gözlemlendi.

Diafizer osteotomilerde ise yeni kortikal kemik yapımı adacıklar halindeydi. Kırık dokusu daha yaygın olarak gözlemlendi. Uzatma alanının orta bölgesinde kollojenize bağ dokusu mevcuttu. Kemik iliği ve damarlanma metafizer osteotomilere göre daha az belirgindi. Metafizer ve diafizer osteotomi yapılan toplam 6 vakanın histolojik puanlama sistemine göre değerlendirme sonuçları karşılaştırıldığında, istatistiki olarak metafizer osteotomiler lehine anlamlı fark olduğu görüldü (P<0.05, Tablo 5).

D. Biyomekanik inceleme: Biomekanik test sonuçlarını gösteren grafikler (Şekil 4 ve 5) incelendiğinde ;

	Metafizer osteotomi puanlar	Diafizer osteotomi puanlar
1	17	13
2	16	14
3	17	14
X ± SD	16.66 ± 0.57	13.66 ± 0.57
U=9, P<0.05		

Tablo 5. Histolojik sonuçlar (n=3).

Metafizer Osteotomi Değerleri (n=3)			
	Uzatılan Femur	Kontrol Femur	%
1	17	22	77.3
2	14	19	73.7
3	16	24	66.7
X ± SD	15.66 ± 1.52	21.66 ± 2.51	72.3
Diafizer Osteotomi Değerleri (n=3)			
	Uzatılan Femur	Kontrol Femur	%
1	11	28	39.3
2	15	30	50.0
3	12	33	36.4
X ± SD	12.70 ± 2.08	30.33 ± 2.51	41.8
U=9, P<0.05			
X ± SD: Ortalama ± standart sapma			

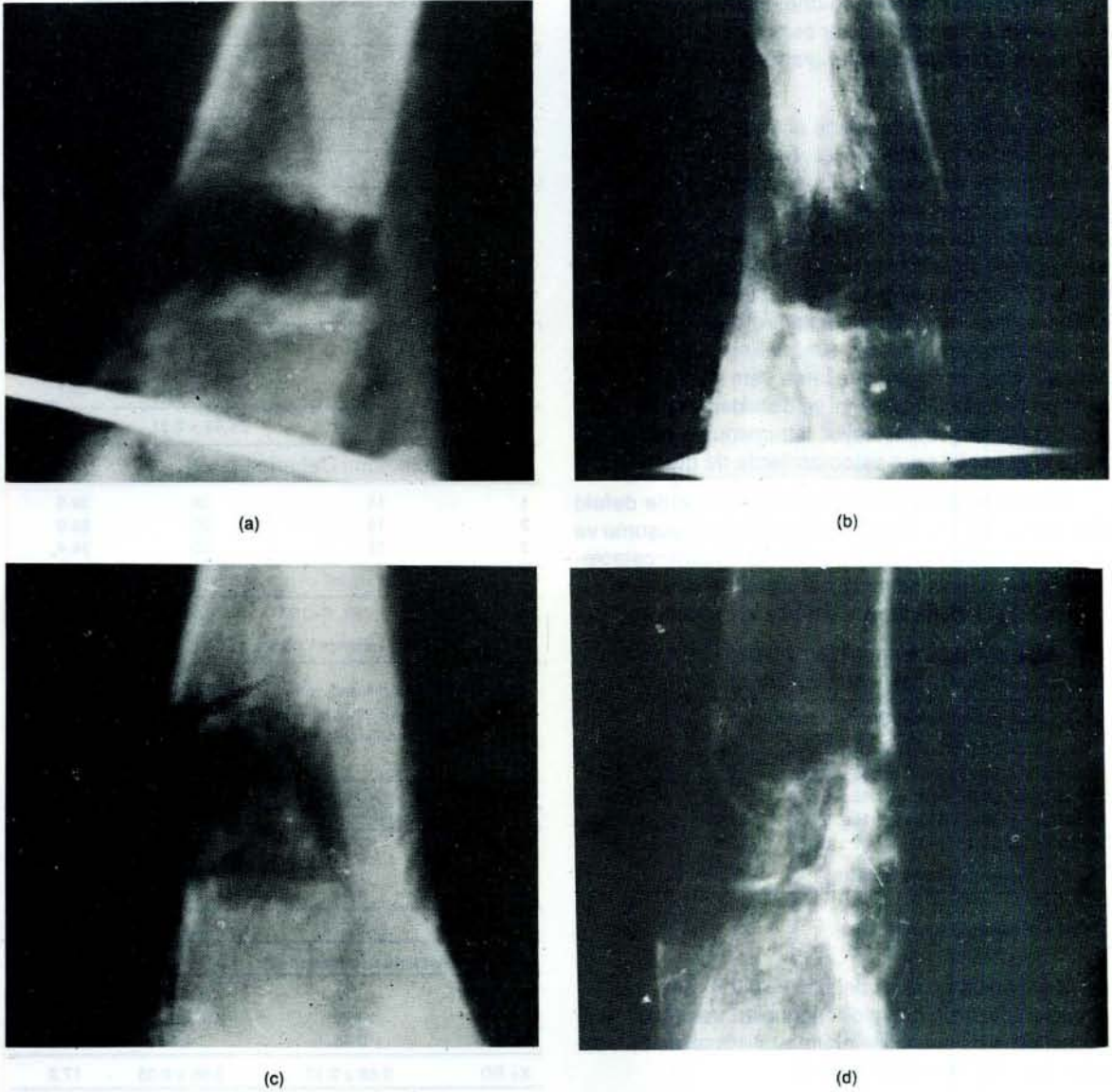
Tablo 6. Biyomekanik test sonuçları. Uzatma yapılan femurların kontrol femurlara göre maksimum tork değerlerinin karşılaştırılması (Nm=Newton-metre olarak).

Metafizer Osteotomi Değerleri (n=3)			
	Uzatılan Femur	Kontrol Femur	%
1	1.13	2.44	46.3
2	1.17	2.71	43.2
3	0.94	2.18	43.1
X±SD	1.15±0.45	2.44± 0.26	44.3
Diafizer Osteotomi Değerleri (n=3)			
	Uzatılan Femur	Kontrol Femur	%
1	0.73	3.5	20.9
2	0.79	4.0	19.8
3	0.48	4.4	10.9
X± SD	0.68 ± 0.17	3.96 ± 0.35	17.2
U=9, P<0.05			
X ± SD: Ortalama ± standart sapma			

Tablo 7. Biyomekanik test sonuçları. Uzatma yapılan femurların kontrol femurlara göre stifnes (sağlamlık) derecelerinin karşılaştırılması (Nm/derece=Newton-metre/derece)

maksimum tork ve stifnes değerlerinin osteotomize femurlarda kontrollerine göre belirgin olarak azalmış olduğu görülmektedir. Metafizer osteotomi yapılarak uzatma uygulanan femurlarda tam kırılma oluşturan maksimum torsiyonel kuvvetin sağlam tarafın % 72'si olduğu görülürken, bu oran diafizer osteotomi yapılanlarda % 42'si kadardı. Aynı şekilde stifness (sağlamlık) açısından mukayese yapıldığında da; metafizer osteotomilerin bu değerleri normal tarafın % 44'ü kadarken diafizer osteotomi yapılan femurlarda % 17'si kadardı. Gerek maksimum tork, gerekse stifnes değerlerini iki grupta karşılaştırıldığında, metafizer osteotomi lehine





Resim 2. Metafizer osteotomi yapılan bir deney hayvanından radyolojik görünümüler.  
( a: 3. hafta, b: 5. hafta c: 7. hafta, d: 10. hafta)

anlamlı fark olduğu görülmektedir (Tablo 6, 7). Bu durum biyomekanik sağlamlık kazanma bakımından, uzatma ameliyatlarının metafizden yapılmasının diafizden yapılmaya göre daha avantajlı olduğunu göstermektedir.

### Tartışma

Kallotasis metoduyla disktraksiyona başlamadan önce eksternal fiksator uygulamasını takiben bekleme dönemi olarak kabul edilen 10-15 günlük bir periyodun; periost kemik iliği yumuşak dokuların gelişmesine imkan verdiği ama bunun asıl amacının iki kemik segmenti arasındaki osteoblastik aktivitenin geliştiği bölgede açıklık bırakmamak olduğu değişik klinik ve deneysel

çalışmalarda bildirilmiştir (2, 3, 8, 14, 18). Alho ve arkadaşları (3) bu sürenin 15 ila 20 gün arasında olması gerektiğini rapor etmişlerdir. De Bastiani (8)'ye göre bu süre 10-15 gündür. Peltonen ve arkadaşları (18), kendi deneysel çalışmalarında bu süreyi 1 hafta olarak belirtmişlerdir. Biz bu süreyi on gün olarak kabul ettik ve sürenin yeterli olduğunu çalışmamız esnasında gözledik.

Klinik ve deneysel çalışmalarda osteotomi sonrasında yapılacak olan günlük uzatma miktarına ait değişik görüşler vardır (2, 3, 7, 8, 18, 19, 22). Deneysel çalışmalarda uzatma miktarını; Alho ve arkadaşları (3) 1 mm/hafta, De Bastioni ve arkadaşları (7, 8) 0.25 mm/12 saat olarak uygulamışlar, klinik çalışmalarda ise De Bastioni ve arkadaşları (7) 0.25 mm/12 saat, Smith ve arkadaşları (19) 0.5 mm/gün, Wagner (22) 1.5 mm/gün





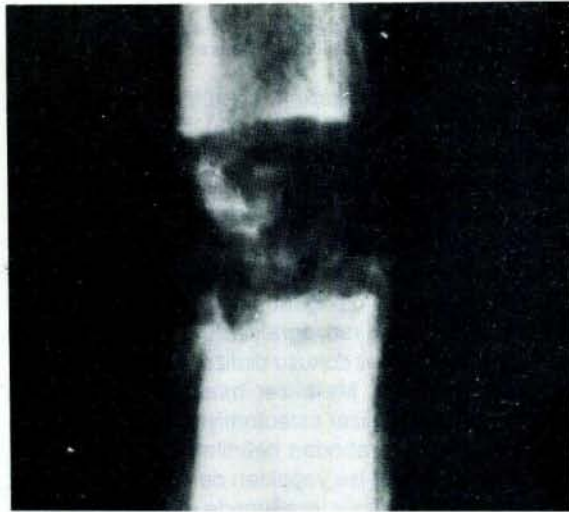
(a)



(b)



(c)



(d)

Resim 3. Diáfizer osteotomiyle uzatma yapılan bir deney hayvanından radyolojik görünümeler.  
(a: 3. hafta, b: 5. hafta, c: 7. hafta, d: 10. hafta)

olarak uygulamışlardır. Bize göre de 0.25 mm/12 saat uzatma miktarı (yavaş distraksiyon metodu) en güvenilir metoddur.

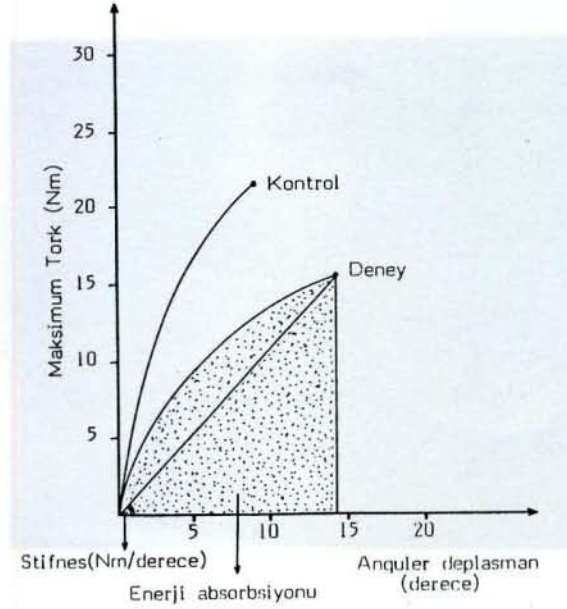
Klinik serilerde günde 1.5 mm'lik uzatma ile ortalama kazanılabilecek uzunluğun normal tarafın % 10 ila 20'si arasında olabileceği belirtilmektedir. Deneysel çalışmalarda bu miktarı; Alho ve arkadaşları (3) % 11, Peltonen ve arkadaşları (18) % 3.3 - % 12 arasında bulmuştur. Bizim çalışmamızda metafizer ve diáfizer osteotomiler arasında kazanılan uzunluk yönünden fark bulmadık. Deney süresi sonunda kazanılan ortalama uzunluk miktarı % 10 - %11 arasında değişiyordu.

Yapılan deneysel çalışmalarda epifizyolizis metodunun epifiz plağı üzerine olumsuz etkileri olabileceği belirtilmiştir ( 7, 10). Bu nedenle metafizer ve diáfizeros-

teotomi sonrası yapılacak kallotasis daha emin bir tekniktir. Aldegheri ve arkadaşları (1) dört farklı uzatma tekniğini kullanmışlar, sonuçta diáfizer osteotomilerin ve epifizyolizisin komplikasyonlarının metafizer osteotomilere göre daha fazla olduğunu görmüşlerdir. Aldegheri (2) ve De Bastioni (8) submetafizer kortikotomiye ait başarılı sonuçlar bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da metafizer osteotominin, diáfizer osteotomiye göre daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Aldegheri (2)'ye göre kemiğin kortikalizasyonu 30-40 gün arasında oluşmaktadır. Alho ve arkadaşları (3) osteotomiden 4 hafta sonra kaynamanın belirginleşmeye başladığını görmüşler ve yeterli kaynamanın 6-7 haftada olduğunu bildirmişlerdir. Korkala ve arkadaşları (15) ameliyattan 5 hafta sonra distraksiyon bölgesinde



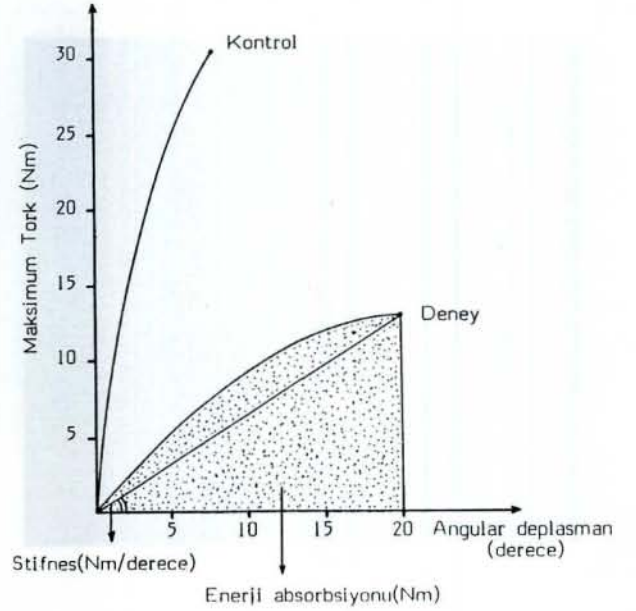


Şekil 1. Metafizer osteotomi uygulanan femurların, kontrollerine göre biyomekanik değerlerini gösteren grafik.

osteotomize kemik uçlarının köprülendiğini belirtmişlerdir. Peltonen ve arkadaşları (18) distraksiyona başladıktan üç hafta sonra yeni kemik oluşumunu radyolojik olarak gözlemişler, 5 hafta ile 16 hafta arasında kaynama olduğunu tesbit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da 10 haftalık deney süresi sonunda hem metafizer hem de diafizer osteotomilerde radyolojik olarak tam yakın kaynama olduğunu tesbit ettik. Beş, yedi ve onuncu haftalardaki radyografilerde metafizer osteotomilerde oluşan kallus dokusu diafizer osteotomilere göre daha belirgindi. Metafizer osteotominin, uzatma ameliyatlarında diafizer osteotomiye tercih edildiği birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (1, 8, 18). Steen ve Fjeld (20) ise yaptıkları deneysel çalışmada; her ne kadar radyolojik incelemede metafizer osteotomi lehine erken kemikleşme ve osteojenik potansiyel olduğunu görmüşlerse de biyomekanik testlerde osteotominin metafiz ya da diafizden yapılması arasında belirgin bir fark bulmamışlardır. Bizim çalışmamızda histolojik bulgularında radyolojik ve biyomekanik bulgularla uyumlu olması sonuçları daha güvenilir hale getirmektedir. Biz metafizer osteotomilerde kaynamanın iyi olmasını, metafizer bölge dolaşımının diafizer bölgeye göre daha iyi olmasına, spongios kemik dokusu açısından daha zengin olmasına ve osteotomize kemik uçları arasındaki temas yüzeyinin fazlalığına bağlamaktayiz.

Aldeghe (2)'ye göre distrakte bölgede yeni kemik oluşumunun ana kuralı periostal aktivasyondur.

Kawamura ve arkadaşlarının (13) deneysel çalışmaları, Smith ve arkadaşlarının (19) klinik çalışmaları göstermiştir ki, kemik çapında büyüme ve yumuşak doku hipertrofisi distrakte bölgede artan dolaşıma bağlıdır. Korkala ve arkadaşları (15) klinik çalışmalarında distraksiyon yapılan bölgedeki periostal dokunun köpürleşmede önemli olduğunu bildirmişlerdir. Peltonen ve



Şekil 2. Diafizer osteotomi uygulanan femurların kontrollerine göre büyüme konik değerlerini gösteren grafik.

arkadaşları (18); distraksiyon esnasındaki kemik oluşumunun medüller yapıardan kaynaklanan osteogenezis, endosteal kallus ve periosteal proliferasyon yoluyla meydana geldiğini bildirmişlerdir. Biz çalışmamızda, distraksiyonun bitiminden üç hafta sonra yaptığımız histolojik inceleme sonucunda; metafizer osteotomilerde osteotomize kemik uçlarını köprüleyen, diafizer osteotomilerde ise köprülemeyen enkondral kemikleşmeye ait yeni oluşumlar tesbit ettik. Distraksiyon bölgesinde kollojenize bağ dokusu içinde metafizer osteotomilerde daha belirgin olmak üzere yağlı kemik iliği ve damarlanma gözledik. Metafizer osteotomilerdeki histolojik yapının normale daha yakın olduğunu gördük.

Son zamanlardaki çalışmalar oluşan kemik yapının kalitesini tesbit etmenin belirlenmesinde biyomekanik testlerin önemli bir yeri olduğunu vurgulamaktadır (4, 6, 9, 11, 23). Yapılan deneysel çalışmalarda kırık iyileşmesinin 4 biyomekanik devresi kaynama ve geç kaynamaları belirleyebilmek için objektif bir kriter olarak kullanılmaktadır (23).

Deneysel çalışmamızda; biyomekanik inceleme sonucunda, metafizer osteotomilerde maksimum tork (kemikte tam kırılma meydana getiren torsiyonel kuvvet) normal tarafın % 72'si ve stifnes (sağlamlık) normal tarafın % 44'ü olarak tesbit edildi. Maksimum tork ve stifnes değerleri metafizer osteotomilerde diafizer osteotomilere göre sağlam kemiğe daha yakın olarak bulundu (Şekil 1, 2).

Literatürde osteotomiye takiben yüksek oranda komplikasyonlar bildirilmiştir. Aldeghe ve arkadaşları (2) 140 hastalık klinik serilerinde % 13.3, De Bastiani ve arkadaşları (8), Wagner metoduyla yaptıkları klinik çalışmalarda % 26, Wagner kendi tekniğiyle % 44.8 komplikasyon bildirmiştir. Bizim çalışmamızda gerek me-



tafizer gerekse diafizer osteotomilerde herhangi bir komplikasyona rastlamadık.

Sonuç olarak; metafizer osteotomiyi takiben "bilateral freymli" eksternal fiksator ile yapılan tedrici distraksiyon (kallotasis), ekstremitte uzatılmasında güvenilir bir metoddur. Çünkü kallotasis sonucunda elde edilen yeni kemik dokusunun makroskopik, mikroskopik (histolojik), radyolojik ve biyomekanik incelemelerimiz sonucunda sağlam kemiğe daha yakın özellik gösterdiğini tesbit ettik. Diğer ekstremitte uzatma metodları ile karşılaştırdığımızda komplikasyon yüzdesinin daha düşük olduğunu ve oluşabilecek komplikasyonların da ciddi problemler yaratmayacağını düşünmekteyiz.

### Kaynaklar

1. Aldegheri R, Trivella G, Brivio RL, et al: Lengthening of the lower limbs in achondroplastic patients: A comparative study of four techniques. J. Bone Joint Surg. 70-B: 69-73, 1988.
2. Aldegheri R, Brivio RL, Agostini S: The callotasis method of limb lengthening. Clin Orthop 241: 137-146, 1989.
3. Alho A, Bang G, Karaharju E, et al: Filling of a bone defect during experimental osteotaxis distraction. Acta Orthop. Scand 53: 29-34, 1982.
4. Bakır A, Karakaş ES, Ökten T, et al: The Comparison of deep freezing and immunosuppression on transplantation on decalcified allogenic bone matrix. Hacettepe Medical Journal 23 (1): January 1990 (Bask)
5. Beaty JH: Congenital anomalies of lower extremity. In Crenshaw AH (ed): Campbell's Operative Orthopaedics. CV Mosby Co, St Louis 1987, pp 2623-2712.
6. Bolander ME, Balian G: The use of demineralized bone matrix in the repair of segmental defects. J Bone Joint Surg. 68-A: 1264-1274, 1986.
7. De Bastiani G, Aldegheri R, Brivio RL, et al: Limb lengthening by distraction of the epiphyseal plate: A comparison of two techniques in the rabbit. J Bone Joint Surg 68-B: 545-549, 1986.
8. De Bastiani G, Aldegheri R, Brivio RL, et al: Limb lengthening by callus distraction (Callotasis). J Pediatr Orthop 7: 129-134, 1987.
9. Einhorn AT, Bonnarens F, Burstein AH: The contributions of dietary protein and mineral to the healing of experimental fractures. A biomechanical study. J Bone Joint Surg 68-A: 1389-1395, 1986.
10. Gülşen M, Karakaş ES, Ökten T, et al: Experimental epiphyseal distraction. Hacettepe Medical Journal 21: 249-257, 1988.
11. Halloran PF, Lee HE, Langer F, et al: Orthotopic bone transplantation in mice. Transplantation 27: 414-419, 1979.
12. Heiple KG, Goldberg WM, Powell AE, et al: Biology of cancellous bone grafts Orthop Clin North Am 18: 179-185, 1987.
13. Kawamura B, Hosono S, Takahashi T, et al: Limb lengthening by means of subcutaneous osteotomy. Experimental and clinical studies. J Bone Joint Surg 50: 851-878, 1968.
14. Kojimoto H, Yasui N, Goto T, et al: Bone lengthening in rabbits by callus distraction. J Bone Joint Surg 70-B: 543-549, 1988.
15. Korkala O, Karaharju E, Grönblad M, et al: Experimental lengthening of tibial diaphysis: Gap healing with or without gradual distraction. Arch Orthop Trauma Surg 107: 172-175, 1988.
16. Lane JM, Sanchu HS: Current approaches to experimental bone grafting. Orthop Clin North Am 18: 213-225, 1987.
17. Marsh CH, Regan MW: Late positional correction of uniting femoral fractures using the Wagner external fixator. Injury 17: 248-250, 1986.
18. Peltonen J, Karaharju E, Aalto K, et al: Leg lengthening by osteotomy and gradual distraction: An experimental study. J Pediatr Orthop 8: 509-512, 1988.
19. Smith RJ, Brushart TM: Allograft bone for metacarpal reconstruction. J Hand Surg 10-A: 325-334, 1985.
20. Steen H, Fjeld TO: Lengthening osteotomy in the metaphysis and diaphysis. Clin Orthop 247: 297-305, 1989.
21. Tachdjian MO: Leg length inequality. In: Tachdjian MO, ed Pediatric Orthopedics. Philadelphia, WB Saunders Co, pp: 1469-1514, 1972.
22. Wagner H: Operative lengthening of the femur. Clin Orthop 136: 125-142, 1975.
23. White III AA, Panjabi MM, Southwick WD: The four biomechanical stages of fracture repair. J Bone Joint Surg 59-A: 188-193, 1977.

Doç. Dr. Ali Bakır  
Erciyes Üniv. Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji  
Anabilim Dalı Kayseri