



## Akrilik kemik çimentosu enjeksiyonu kemik doku desteğini yitirmiş interkalar kemiklerde oluşan çökmeyi önleyebilir

### *The injection of acrylic bone cement prevents bone collapse in the intercalar bones lacking bony support: an experimental sheep semilunar bone model*

Murat ÜNSAL, Cihangir TETİK, Bülent EROL, Cengiz ÇABUKOĞLU

*Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı*

**Amaç:** Kemik doku desteğini yitirmiş interkalar kemiklerde oluşan çökmenin akrilik kemik çimentosu enjeksiyonu ile önlenebileceğini koyun semilunar kemik modelinde göstermek.

**Çalışma planı:** Çalışmada sekiz koyunun 16 bacağı kullanıldı. Ön bacaklardaki karpal eklemlerin, basılı pozisyonda ameliyat öncesinde ön-arka ve yan grafileri çekildi. Koyunlar dört gruba ayrıldı. Grup 1’de (n=3) sağ semilunar kemiklere cerrahi işlem uygulanmadı; aynı koyunların sol semilunar kemiklerinin periyostu sıyrılarak bırakıldı (grup 2; n=3). Bunlar kontrol gruplarını oluşturdu. Grup 3’te (n=5) sol semilunar kemiklerin içi boşaltıldıktan sonra akrilik kemik çimentosuyla dolduruldu; aynı koyunların sağ semilunar kemiklerinin içi boşaltılarak bırakıldı (grup 4; n=5). Denekler üç ay süreyle izlendi. Üçüncü ay sonunda çekilen karpal eklem grafilerinde semilunar kemiklerde çökme oluşup oluşmadığı değerlendirildi. Yaşamları sonlandırılan deneklerin semilunar kemikleri eksize edilerek, biyomekanik ve histolojik incelemeler yapıldı; semilunar kemiklerin kompresif kuvvetlere dayanıklılığı, osteonekroz ve kırık hasarı araştırıldı.

**Sonuçlar:** Grup 4’te semilunar kemiklerde çökme olduğu radyolojik olarak gösterildi ( $p<0.05$ ). Grup 3’te çimentonun çökmeyi engellediği saptandı; ameliyat öncesi ve sonrası ortalama semilunar kemik yükseklik farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p>0.05$ ). Biyomekanik testler sonucunda grup 4’te kompresif kuvvetlere dayanıklılığın diğer gruplara göre düşük olduğu saptandı ( $p<0.05$ ). Histolojik olarak osteonekroz ve kırık hasarı sadece grup 4’te görüldü.

**Çıkanmlar:** Akrilik kemik çimentosunun kemik doku desteğini yitirmiş koyun semilunar kemikte çökmeyi engellediği, osteonekroz ve kırık hasarı oluşturmadığı görüldü.

**Anahtar sözcükler:** Biyomekanik; kemik çimentosu; karpal kemikler/yaralanma; osteonekroz/cerrahi/radyografi; semilunar kemik/fizyopatoloji/cerrahi; koyun; el bileği eklemi/yaralanma/cerrahi.

**Objectives:** In a sheep semilunar bone model, we investigated whether collapse in the intercalar bones lacking bony support could be prevented by the injection of acrylic bone cement.

**Methods:** The study included 16 limbs of eight sheep. Preoperatively, anteroposterior and lateral views of the carpal joints in the fore limbs were obtained. The animals were divided into four groups. In group 1 (n=3) no surgical procedure was performed in the right semilunar bones, whereas the periosteum on the contralateral side was elevated (group 2; n=3). The first two groups were left as controls. In Group 3 (n=5) the left semilunar bones were filled with acrylic bone cement following decancellation of the bone, while the right semilunar bones were left decancellated (group 4; n=5). The sheep were monitored for three months. Radiographs of the carpal joints were obtained to evaluate collapse occurrence in the semilunar bones. Thereafter, the animals were sacrificed and the semilunar bones were excised for biomechanical and histological examinations. Osteonecrosis and cartilage damage were sought and resistance to compressive forces was investigated.

**Results:** Radiologically, the extent of collapse was statistically significant in the semilunar bones in group 4 ( $p<0.05$ ). The use of acrylic bone cement was found to prevent collapse in group 3, with no significant difference being noted between preoperative and postoperative semilunar bone heights ( $p>0.05$ ). Biomechanically, the least resistance to compressive forces was measured in group 4 ( $p<0.05$ ). Histologically, cartilage damage and osteonecrosis were only seen in group 4.

**Conclusion:** Our data suggest that the use of acrylic bone cement prevents collapse in the semilunar bones, without inducing any cartilage damage or osteonecrosis.

**Key words:** Biomechanics; bone cements; carpal bones/injuries; osteonecrosis/surgery/radiography; semilunar bone/physiopathology/surgery; sheep; wrist joint/ injuries/surgery.

7. Türk El ve Üst Ekstremitte Cerrahisi Kongresi’nde serbest bildiri olarak sunulmuştur (19-22 Mayıs 2000, İstanbul).

**Yazışma adresi:** Dr. Cihangir Tetik, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, 81190 Altunizade, İstanbul.  
Tel / Faks: 0216 - 325 45 82 e-posta: ctetik@prizma.net.tr

**Başvuru tarihi:** 31.08.2000 **Kabul tarihi:** 16.12.2002

Lunatum avasküler nekrozu, ağrı ve hareket kısıtlılığı ile seyreden bir el bileği hastalığıdır.<sup>[1]</sup> Tanısı radyolojik olarak konur; lunat kemikte sklerozdan başlayan, çökme ve fragmentasyona kadar ilerleyen bulgular vardır.<sup>[1-4]</sup> Histolojik olarak, lunat kemikte nekroz ile birlikte granülasyon dokusu ve enkondral kemikleşme saptanmıştır.<sup>[5]</sup> Tedavisi iki gruba ayrılmıştır. Birinci gruptaki işlemler hastalığın erken evrelerinde uygulanır ve komprese edici kuvvetleri azaltarak lunat kemiğin revaskülarizasyonunun sağlanması amaçlanır. Bu gruptaki tedavi yöntemleri ulnar uzatma/radyal kısaltma,<sup>[6,7]</sup> kapitatum-hamatum füzyonu veya kapitatum kısaltmasıyla birlikte kapitatum-hamatum füzyonudur.<sup>[8]</sup> Lunatumda çökmenin görüldüğü ileri evrelerde uygulanan ikinci grup tedavi yöntemleri ise, lunat kemiğin eksizyonu,<sup>[9]</sup> protez ile lunat kemiğin replasmanı,<sup>[10-12]</sup> pediküllü kemik greftleri,<sup>[13]</sup> proksimal sıra karpektomisi<sup>[14]</sup> ve el bilek artrodezidir.<sup>[15]</sup>

Akrilik kemik çimentosunun yaygın kullanım alanı vardır; özellikle kemiğin dev hücreli tümörlerinde, anevrizmal kemik kistinde ve uzun kemiklerin metafizyel defektlerinin tedavisinde küretaj ve çimentolama uygulanır.<sup>[16-20]</sup> Stabilizasyon, erken mobilizasyon ve lokal adjuvan terapi sağlaması uygulamanın avantajlarıdır.<sup>[16]</sup> Akrilik kemik çimentosunun özellikle termal etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, oluşan ısının eklem kıkırdağına nekrotik etkisinin olmadığı gösterilmiştir.<sup>[21]</sup>

Çalışmamızda, kemik doku desteğini yitiren interkalar kemiklerde çökme oluşturmaya yönelik bir hayvan modeli yaratılmaya çalışıldı. Literatürde böyle bir modele rastlanmadı. Koyunların ön bacaklarındaki karpal eklemlerde bulunan semilunar kemiklerin hem yük taşımaları, hem de anatomik olarak lunatuma benzemeleri nedeniyle, bu model için uygun olabilecekleri düşünüldü. Çeşitli nedenler sonucu (avasküler nekroz gibi) kemik doku desteğini yitiren interkalar kemiklerde oluşabilecek çökmenin, akrilik kemik çimentosu enjeksiyonu ile önlenilebileceği, koyun semilunar kemik modelinde gösterilmesi amaçlandı. Bu yöntem hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda başarılı olursa, kolay bulunabilir kemik çimentosu ile var olan lunatum kemiğini koruyacağı ve cerrahi süresini kısaltacağı için lunatumun avasküler nekrozuna bağlı çökmenin görüldüğü evre III'ün tedavisinde alternatif olarak uygulanabilecektir.

## Gereç ve yöntem

Çalışma için Tıp Fakültesi Hastanesi etik kurulundan izin alındı. Deneyde sekiz koyunun 16 bacağı kullanıldı. Koyunlar grup 1 (n=3), grup 2 (n=3), grup 3 (n=5) ve grup 4 (n=5) olmak üzere dört gruba ayrıldı. Tümü dişi ve erişkin (3-4 yaşlarında) olan koyunların ortalama ağırlıkları 42.5 kg idi. Hayvanlar, İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi büyük hayvan ağılına yerleştirildi ve sistemik hastalık açısından üç hafta süreyle veteriner hekim kontrolü altında izlendi. Bu süre sonunda ameliyatları gerçekleştirilen koyunların üç ay süreyle aynı yerde bakımları sürdürüldü.

## Cerrahi girişim

Ameliyatlar Veterinerlik Fakültesi Jinekoloji ve Obstetrik Anabilim Dalı ameliyathanelerinde gerçekleştirildi. Hayvanlara ameliyat sırasında ve sonrasında beşinci güne kadar sefazolin sodyum 1 gr/gün ile antibiyotik profilaksisi uygulandı. Xylazine HCl (0.01 ml/N im) ile sedasyon anestezisi, intraartiküler 5 ml citanest enjeksiyonu ile lokal anestezi uygulandı. Aseptik cerrahi için povidin-iyot ile boyama, steril örtüler ile örtüm işlemi yapıldı. Karpal eklem 3 cm proksimalinden karpometakarpal bileşkenin 2 cm distaline kadar uzanan 6 cm uzunluğunda, orta hattın 5 mm medialinden geçen longitudinal insizyon uygulandı. Cilt, cilt-altı katları geçildikten sonra ekstensör karpi radyalis tendonu laterale devrilerek cilt insizyonu ile aynı hatta olacak şekilde eklem kapsülü açıldı. Daha sonra, medialde yer alan semilunar kemiklerin periyostu sıyrılarak bırakıldı. Üç koyunun sol ön bacak karpal eklemlerine uygulanan cerrahi girişim bu aşamada sonlandırıldı (grup 2). Aynı koyunların sağ ön bacaklarına herhangi bir cerrahi girişim uygulanmadı (grup 1). Grup 1 ve 2 kontrol gruplarını oluşturdu. Diğer gruplardaki beş koyuna aynı cerrahi prosedürün uygulanmasının ardından, semilunar kemiğin anterior yüzünden 2 mm çaplı matkap ile girildi; 5 mm'lik küret ve burr yardımıyla, yaklaşık 2-3 mm kalınlığında subkondral kemik kalana kadar kemiğin içi boşaltıldı. Uygun teknikle hazırlanan akrilik kemik çimentosu (CMW, CMW Laboratuvarları Ltd., Exeter, Devon, İngiltere) 10 ml'lik bir enjektör ile, yaratılan tüm boşluğu dolduracak şekilde (yaklaşık 2 ml) sağ semilunar kemiklere yerleştirildi (grup 3). Sol semilunar kemiklere ise, içleri boşaltıldıktan sonra herhangi bir işlem uygulanmadı (grup 4). Uygulanan cerrahi işlemin basamakları Şekil 1'de gösterildi.

Koyunların ameliyat sonrasında basmalarına hemen izin verildi. Ameliyat sonrası 3, 7 ve 10. günler pansuman yapıldı. Cilt dikişleri 14. günde alındı. Hiçbir koyunda yara veya enfeksiyon ile karşılaşmadı.

### Radyolojik testler

Koyunların her iki ön bacak karpal eklemlerinin, basılı pozisyonda ameliyat öncesi ön-arka ve yan grafileri çekildi. Çalışmada Siemens Heliophos 4 E (Erlangen, Germany) cihazı 55 kv, 0.8 mAs ve FFD: 100 cm doz ve tüp örnek mesafesi kullanıldı. Aynı grafiler, ameliyat sonrası 3. ayın sonunda deneklerin yaşamı sonlandırılmadan önce yeniden çekildi (Şekil 2). Bu grafiler karşılaştırılarak, semilunar kemikte çökme olup olmadığı değerlendirildi. Çökmenin de-

ğerlendirilmesinde %100 büyütme grafilerde ölçülen semilunar kemik yükseklikleri kullanıldı.

### Örneklerin alınması

Koyunların yaşamı, 3. ay sonunda ketalar anestezisi altında sonlandırıldı. Karpal eklem 5 cm proksimalinden itibaren tüm yumuşak dokular korunarak, ön bacaklar testere ile kontrollü bir şekilde kesildi. Koyunların ön bacaklarındaki eski insizyon yerlerinden girildi. Karpal eklem diseksiyonunun ardından, semilunar kemikler eksize edildi. Preparatlar serum fizyolojik içinde korundu.

### Mekanik testler

Mekanik testler İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya ve Metalurji Mühendisliği, Metalurji Bilim Dalı Instron (elektrohidrolik model 1321B Canton, MA) Laboratuvarları'nda yapıldı. Testler oda sıcaklığında gerçekleştirildi. Mekanik testler, örnek alındıktan hemen sonra aynı gün içinde yapıldı. Preparatlar serum fizyolojik içinde saklandı. Preparatlar, semilunar kemiklerin yüzeyinin düz olmaması nedeniyle kompresyon kuvvetlerini her tarafa eşit olarak yansıtmak amacıyla, bir yüzeyi düz, diğer yüzeyi kemiği tam içine alacak şekilde konunun uzmanlarına danışılarak tasarlanmış, plastik aparatlara yerleştirildi. Bu aparatlar, daha sonra aksiyel yüklenmeye (kompresyon) izin verecek şekilde instron makinasına yerleştirildi. Instron 50 mm/dk kompresyon hızına ayarlandı. Kompresyon çökme oluşana kadar devam etti. Elektronik sistem ile grafik kağıdı üzerinde zaman-güç (N) eğrisi oluşturuldu. Bu eğride gücün tepeye ulaştıktan sonra düşmeye başladığı nokta, çökme noktası olarak kaydedildi.

### Histolojik inceleme

Histolojik incelemeler Haydarpaşa Numune Hastanesi Patoloji Kliniği'nde yapıldı. Preparatlar ışık mikroskopunda 40x, 100x, ve 200x büyütme ile incelendi. Osteonekroz oluşup oluşmadığı, subkondral kemikte ve kırık dokuda akrilik kemik çimentosuna bağlı hasar ve çökme gelişip gelişmediği değerlendirildi. Osteonekrozun belirlenmesinde, osteositlerdeki boş lakuna sayısı ölçüt alındı. Boş lakuna sayısının hesaplanması için her preparatta rasgele beş alan sayıldı. Boş lakuna sayısının toplam lakuna sayısına bölünmesiyle, boş osteosit lakuna oranı elde edildi.

### İstatistiksel değerlendirme

Grupların değerlendirilmesinde ANOVA ve çoklu karşılaştırmalı Dunnet t-testi, grup içi değerlendirme-



**Şekil 1.** Cerrahi teknik. (a) Cilt-altı ve ekstensör karpi radyalisin görünümü; (b) semilunar kemiğin periostunun sıyrılmış görünümü; (c) semilunar kemiğin içi boşaltılmış görünümü. Subkondral kemik korunmuş halde. (d) Kemiğin çimento ile doldurulmuş görünümü ve çimento uygulaması.

lerde Student t-testi kullanıldı.  $P < 0.05$  şeklindeki değerler, istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## Sonuçlar

Hayvanların hepsi ameliyat sonrasında rahat hareket ederek, ameliyat edilmiş ekstremitenin üzerine tam yük verebildiler. Ameliyat sonrası erken ve geç dönemde yara enfeksiyonu veya genel durum bozukluğu gözlenmedi. Hayvanlar normal olarak beslendiler ve kilo aldılar.

## Radyolojik değerlendirme

Semilunar kemikte yükseklik kaybı (çökme) olup olmadığı, çalışmanın içinde olmayan kişiler tarafından üçüncü ay sonunda çekilen grafilerde değerlendirildi. Grup 1 ve 2’de ameliyat sonrası çökme gözlenmedi. Bu gruplarda semilunar kemik yüksekliği, ameliyat öncesi ve sonrası ortalama 7.3 mm (+/-0.3) olarak ölçüldü. Grup 4’te semilunar kemikte yükseklik kaybı gözlemlendi; yüksekliğin ameliyat öncesinde ortalama 7.6 mm (+/-0.3) iken ameliyat sonrasında 6.6 mm (+/-0.1) olduğu görüldü ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p < 0.05$ ). Grup 3’te yükseklik kaybı saptanmadı; yüksekliğin ameliyat önce-

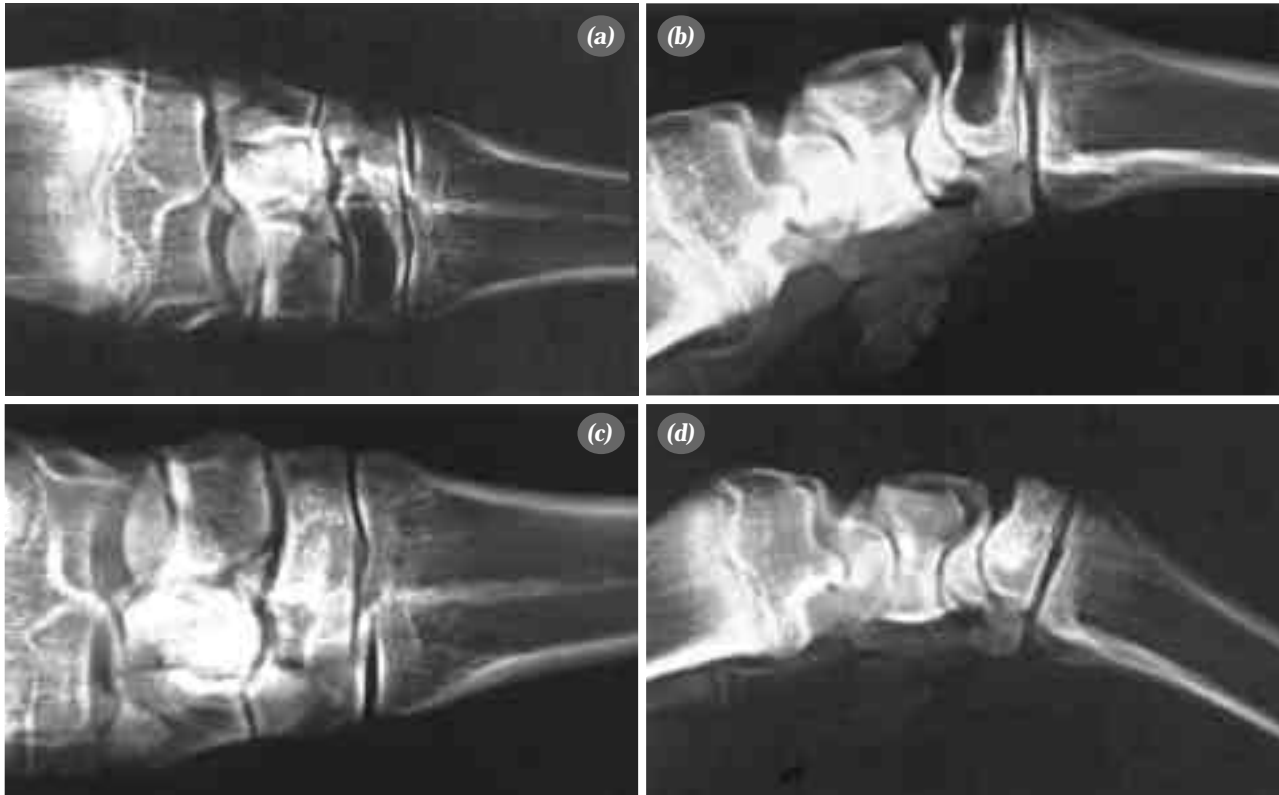
sinde ortalama 7.6 mm (+/-0.3) iken, ameliyat sonrasında 7.4 mm (+/-0.1) olduğu görüldü ve fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı ( $p > 0.05$ ). Koyunların ameliyat öncesi ve sonrası semilunar kemik yükseklikleri Tablo 1’de gösterildi.

## Mekanik testlerin değerlendirilmesi

Tablo 1’de tüm deney gruplarındaki semilunar kemiklerin kompresif kuvvetlere dayanma potansiyelleri gösterildi. Kompresif kuvvetlere dayanma potansiyelleri ortalaması grup 1’de 363 N (+/-7), grup 2’de 313 N (+/-2), grup 3’te 304 N (+/-4), grup 4’te 258 N (+/-7) bulundu. Grup 1 ve 2’nin kompresyona dayanıklılıkları arasında anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0.05$ ). Grup 2 ve 3 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken ( $p > 0.05$ ), grup 3’ün kompresif kuvvetlere dayanma potansiyelinin grup 1’e göre anlamlı olarak azaldığı belirlendi ( $p < 0.05$ ). Grup 4’ün kompresyona dayanıklılığında, diğer tüm gruplara göre belirgin bir azalma saptandı ( $p < 0.05$ ).

## Histolojik değerlendirme

Preparatların üçüncü ayın sonundaki histolojik incelemesinde aşağıdaki sonuçlar elde edildi:



**Şekil 2.** Ameliyat sonrası üçüncü ay sonunda çekilen ön-arka ve yan karpal eklem grafileri. (a, b) içleri boşaltılmış olan semilunar kemikler (grup 4); (c, d) içleri akrilik kemik çimentosu ile doldurulmuş olan semilunar kemikler (grup 3).

**Tablo 1.** Radyolojik ve biyomekanik testlerden elde edilen sonuçlar

Grup	Semilunar kemik yüksekliği (mm)		Basınç (N/m)
	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası 3. ay	
1	7.33±0.57	7.33±0.57	363±7
2	7.33±0.57	7.33±0.57	313±3
3	7.6±0.54	7.4±0.41	304±4
4	7.6±0.54	6.6±0.41	258±7.5

Grup 1- Cerrahi prosedür uygulanmayan kemiklerin incelenen üç preparatında, boş osteosit lakuna oranı ortalama %4 bulundu.

Grup 2- Periostu sıyrılarak bırakılan kemiklerin incelenen üç preparatında, boş osteosit lakuna oranı ortalama %4 bulundu ve osteonekroz ile uyumlu olmadığı görüldü. Kıkırdak nekrozu ve çökme saptanmadı.

Grup 3- Çimentolanmış kemiklerin incelenen beş preparatında, kemik-çimento bileşiminde kollajenize olmuş granülasyon dokusu gözlemlendi. Boş osteosit lakuna oranı ortalama %10 bulundu ve osteonekroz ile uyumlu olmadığı görüldü. Kollajen dokusunun hemen altında, kortikal kemiğe yakın bir kalınlıkta, yeni kemik oluşumu görüldü. Kıkırdak nekrozu ve çökme saptanmadı.

Grup 4- Çimentolanmadan, boş bırakılan kemiklerin incelenen beş preparatında, boş osteosit lakuna oranı ortalama %35 bulunarak osteonekroz olarak değerlendirildi. Örneklerde kıkırdak nekrozu ve çökme alanları gözlemlendi.

Grupların histolojik değerlendirme sonuçları Tablo 2'de gösterildi.

## Tartışma

Lunat kemiğin radyolojik görünümüne dayandırılan Lichman'ın lunatum avasküler nekrozu sınıflaması, dört evreye ayrılmıştır. Evre I'de kemiğin yapısı ve yoğunluğu normaldir. Evre II'de kemik yoğunluğunda değişiklik başlamıştır; ancak karpal çökme oluşmamıştır. İkiye ayrılan evre III'te karpal çökme vardır: Evre III A'da karpal çökme oluşmamıştır (karpal yükseklik normaldir), evre III B'de ise karpal çökme (karpal yükseklik bozulmuştur) ve karpal migrasyon vardır. Evre IV'te ise dejeneratif değişiklikler görülür.<sup>[22]</sup> Evre I ve II'de lunatuma bi-

**Tablo 2.** Grupların histolojik değerlendirme sonuçları

	Grup 1/Grup 2	Grup 3	Grup 4
Boş lakuna oranı	%4	%10	%35
Kıkırdak nekrozu	Yok	Yok	Var
Çökme	Yok	Yok	Var

nen yükü azaltarak daha ileri hasar (çökme) oluşumunu önlemeye yönelik koruyucu yöntemler tercih edilirken;<sup>[6-8]</sup> evre IV'te proksimal sıra karpektomisi ve el bilek artrodezi gibi kurtarma (salvage) ameliyatları yapılmaktadır.<sup>[14,15,22]</sup>

Evre III'ün tedavisinde tam bir görüş birliği oluşmamıştır. Lunatumun eksizyonunun ardından vitallium, akrilik, silikon gibi implantlarla<sup>[2,12,23]</sup> veya biyolojik dokularla (kapsül, tendon)<sup>[10,11,22,24]</sup> replasman artroplastisi uygulanmış; ancak karpal migrasyon önlenememiş ve sağlam el bileğinin hareket açıklığına ulaşamamıştır. Ayrıca, silikon sinoviti gibi sorunların görülmesi, bu implantların kullanımını önemli ölçüde azaltmıştır.<sup>[22]</sup> Evre III'ün tedavisinde uygulanan bir başka yöntem de lunat kemiğin revaskülarizasyonudur.<sup>[4,22]</sup> Kısa dönemde başarılı sonuçlar bildirilmekle birlikte, bu yöntemin uzun dönem takibi gerekmektedir.

Jefferiss ve ark.<sup>[21]</sup> PMMA'nın (polimetilmetakrilat) termal etkisinin eklem kıkırdığına zarar vermediğini araştırmışlar; kıkırdak nekrozu oluşmadığını ve çimentonun kenarında osteoblastik aktivite görüldüğünü saptamışlardır. Bu durum, osteojenik potansiyel hücrelerin çimentodan etkilenmediğini gösterir. Çalışmamızda, çimento enjeksiyonu yapılan grupta benzer sonuç alınmıştır. Jefferiss ve ark.<sup>[21]</sup> aynı çalışmada, akrilik kitlenin iyi bir iletken olmadığını, oluşan ısının kısa sürede kaybolduğunu gözlemlemişler ve kemik-çimento birleşiminde kıkırdak nekrozuna yol açacak kadar yüksek ısılarla ulaşamayacağını bildirmişlerdir.

Kemik avasküler nekrozu için birçok hayvan modeli geliştirilmiştir. Bunların hemen hepsi femur başı avasküler nekrozu oluşturulmasıyla ilgili ve genellikle etiyojiye yönelik modellerdir. Steroide bağlı avasküler nekroz geliştirilmesi en sık uygulanan modeldir.<sup>[25,26]</sup> Bu çalışmalarda boş osteosit lakuna oranı osteonekroz ölçütü olarak alınmıştır. Tavşanlar üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda, steroid verilmesinin ardından boş osteosit lakuna oranında istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu gösteril-

miştir.<sup>[27,28]</sup> Cruess ve ark.<sup>[29]</sup> yaptıkları benzer çalışmada, steroid verilen grubun boş osteosit lakuna oranında, kontrol grubuna oranla %13 ve üzerinde artış saptamışlardır.

Çalışmamızda yapılan histolojik incelemede, semilunar kemiklerin periyostlarının sıyrılarak bırakılmasının, avasküler nekroz gelişimi için yeterli olmadığı; bu gruptaki (grup 2) boş osteosit lakuna oranının, hiçbir cerrahi girişimin yapılmadığı grup 1'deki oranla aynı olduğu görülmüştür. Grup 4'te yer alan, içi boşaltılarak bırakılmış semilunar kemiklerin boş osteosit lakuna oranında ise grup 1'e göre %31 oranında artış saptanmış ve bu durum avasküler nekroz olarak değerlendirilmiştir. Bu kemiklerde aynı zamanda kırık nekrozu da saptanmıştır. Bunun, çökme sonucu ekleme binen yükün azalması ve kırıkta zaman içinde beslenme bozukluğunun oluşmasına bağlı geliştiğini düşünüyoruz. Boş kemikteki kemik ve kırık yapılarında yük azalmasına bağlı hızlı bir kayıp olurken, yük altındaki kemik ve kırık dokular yapısal bütünlüklerini korumaktadır. Nitekim, kemik çimentosu uyguladığımız grup 3'teki semilunar kemiklerin boş osteosit lakuna oranının, grup 1'e göre sadece %6 oranında arttığı saptanmış, avasküler nekroz veya kırık hasarı görülmemiştir. Histolojik incelememizde hafif derecede revaskülarizasyona rastladık. Zaten amacımız kemik dokuyu eksizetmeden yüksekliğini korumaktır.

Radyolojik incelemelerde, içi boşaltılan semilunar kemiklerde (grup 4) üçüncü ay sonunda çökme saptanırken, kemik çimentosu enjeksiyonu yapılan grup 3'te semilunar kemik yüksekliklerinde istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmamıştır. Bu sonuç, çimentolan kemiklerde çökme oluşumunun engellendiğini göstermektedir. Dört gruba uygulanan biyomekanik testler sonucunda, grup 4'ün kompresif kuvvetlere dayanma potansiyeli, diğer gruplarla karşılaştırıldığında belirgin olarak düşük çıkmıştır. Grup 4'ün, grup 3 ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunması, kemik çimentosu enjeksiyonunun bu açıdan bir yarar sağladığını göstermiştir. Grup 1 ile 3 arasında saptanan istatistiksel farkın hem hastalık etkeninden, hem de çimentonun kemik üzerindeki kısmi zararından kaynaklandığını düşünüyoruz. Çimento sonrasında, kemik dokusunun aslı kadar sağlam olması beklenmemelidir.

Bu çalışmada, akrilik kemik çimentosunun, kemik doku desteğini yitirmiş koyun semilunar kemik-

lerde çökmeyi engellediği, osteonekroz ve kırık hasarı oluşturmadığı gösterilmiştir. Yaratılan modelde olduğu gibi, kemik doku desteğini yitiren interkalar kemiklerde oluşabilecek çökmenin önlenmesinde akrilik kemik çimentosu enjeksiyonunun, daha ileri klinik ve deneysel çalışmaların ardından, alternatif bir tedavi yöntemi olarak kullanılabilirliğini düşünüyoruz.

## Kaynaklar

1. Beckenbaugh RD, Shives TC, Dobyns JH, Linscheid RL. Kienbock's disease: the natural history of Kienbock's disease and consideration of lunate fractures. *Clin Orthop* 1980;(149): 98-106.
2. Gelberman RH, Szabo RM. Kienbock's disease. *Orthop Clin North Am* 1984;15:355-67.
3. Almqvist EE. Kienbock's disease. *Clin Orthop* 1986;(202): 68-78.
4. Alexander AH, Lichtman DM. Kienbock's disease. *Orthop Clin North Am* 1986;17:461-72.
5. Yoshida T, Tada K, Yamamoto K, Shibata T, Shimada K, Kawai H. Aged-onset Kienbock's disease. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990;109:241-6.
6. Armistead RB, Linscheid RL, Dobyns JH, Beckenbaugh RD. Ulnar lengthening in the treatment of Kienbock's disease. *J Bone Joint Surg [Am]* 1982;64:170-8.
7. Weiss AP, Weiland AJ, Moore JR, Wilgis EF. Radial shortening for Kienbock disease. *J Bone Joint Surg [Am]* 1991;73: 384-91.
8. Horii E, Garcia-Elias M, Bishop AT, Cooney WP, Linscheid RL, Chao EY. Effect on force transmission across the carpus in procedures used to treat Kienbock's disease. *J Hand Surg [Am]* 1990;15:393-400.
9. Kawai H, Yamamoto K, Yamamoto T, Tada K, Kaga K. Excision of the lunate in Kienbock's disease. Results after long-term follow-up. *J Bone Joint Surg [Br]* 1988;70:287-92.
10. Carroll RE. Long-term review of fascial replacement after excision of the carpal lunate bone. *Clin Orthop* 1997;(342): 59-63.
11. Nahigian SH, Li CS, Richey DG, Shaw DT. The dorsal flap arthroplasty in the treatment of Kienbock's disease. *J Bone Joint Surg [Am]* 1970;52:245-52.
12. Alexander AH, Turner MA, Alexander CE, Lichtman DM. Lunate silicone replacement arthroplasty in Kienbock's disease: a long-term follow-up. *J Hand Surg [Am]* 1990;15: 401-7.
13. Guo J. Vascular bundle implantation into bone for aseptic necrosis of the lunate. *Ann Plast Surg* 1996;36:133-8.
14. Inglis AE, Jones EC. Proximal-row carpectomy for diseases of the proximal row. *J Bone Joint Surg [Am]* 1977;59:460-3.
15. Watson HK. Limited wrist arthrodesis. *Clin Orthop* 1980;(149): 126-36.
16. Leeson MC, Lippitt SB. Thermal aspects of the use of polymethylmethacrylate in large metaphyseal defects in bone. A clinical review and laboratory study. *Clin Orthop* 1993;(295): 239-45.
17. Mermelstein LE, McLain RF, Yerby SA. Reinforcement of thoracolumbar burst fractures with calcium phosphate cement. A biomechanical study. *Spine* 1998;23:664-70.
18. Hernigou P, Bachir D, Galacteros F. Avascular necrosis of

- the femoral head in sickle-cell disease. Treatment of collapse by the injection of acrylic cement. *J Bone Joint Surg [Br]* 1993; 75:875-80.
19. Ozaki T, Hillmann A, Lindner N, Winkelmann W. Cementation of primary aneurysmal bone cysts. *Clin Orthop* 1997;(337): 240-8.
20. Bini SA, Gill K, Johnston JO. Giant cell tumor of bone. Curettage and cement reconstruction. *Clin Orthop* 1995;(321): 245-50.
21. Jefferiss CD, Lee AJ, Ling RS. Thermal aspects of self-curing polymethylmethacrylate. *J Bone Joint Surg [Br]* 1975;57: 511-8.
22. Amadio PC, Taleisnik J. Fractures of the carpal bones. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, editors. *Green's operative hand surgery*. Vol. 1, 4th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 1999. p. 809-64.
23. Agerholm JC, Goodfellow JW. Avascular necrosis of lunate bone treated by excision and prosthetic replacement. *J Bone Joint Surg [Br]* 1963;45:110-6.
24. Froimson AI. Tendon arthroplasty of the trapeziometacarpal joint. *Clin Orthop* 1970;(70):191-9.
25. Gold EW, Fox OD, Weissfeld S, Curtiss PH. Corticosteroid-induced avascular necrosis: an experimental study in rabbits. *Clin Orthop* 1978;(135):272-80.
26. Warner JJ, Philip JH, Brodsky GL, Thornhill TS. Studies of nontraumatic osteonecrosis. Manometric and histologic studies of the femoral head after chronic steroid treatment: an experimental study in rabbits. *Clin Orthop* 1987;(225): 128-40.
27. Fisher DE, Bickel WH, Holley KE, Ellefson RD. Corticosteroid-induced aseptic necrosis. II. Experimental study. *Clin Orthop* 1972;(84):200-6.
28. Jaffe WL, Epstein M, Heyman N, Mankin HJ. The effect of cortisone on femoral and humeral heads in rabbits. An experimental study. *Clin Orthop* 1972;(82):221-8.
29. Cruess RL, Ross D, Crawshaw E. The etiology of steroid-induced avascular necrosis of bone. A laboratory and clinical study. *Clin Orthop* 1975;(113):178-83.