



Posterior spinal füzyon oluşturmada otogreft, koral greft ve ksenogreft etkinliklerinin karşılaştırılması

Comparison of autograft, coralline graft, and xenograft in promoting posterior spinal fusion

Turgut Nedim KARAİSMAİLOĞLU, ¹ Yılmaz TOMAK, ¹ Alper ANDAÇ, ² Emin ERGÜN ¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı,

²Sağlık Bakanlığı, Osmaniye Devlet Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

Amaç: Kemik greftleme işlemleri, ortopedik cerrahinin önemli bir parçasını oluşturur. Bu işlemler özellikle torakolumbal spinal cerrahi uygulanan hastalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Kemik tercihlerinden üçünü otogreft, koral greft ve ksenogreft oluşturmaktadır. Bu çalışmada otogreft, koral greft ve ksenogreftin etkinlikleri değerlendirildi.

Çalışma planı: Otuz altı Yeni Zelanda albino tavşanı, dokuzarlı dört gruba ayrıldı. Tüm tavşanların torakal 10-12. vertebralarının posterior elemanları dekortike edildi. Kontrol grubu olarak seçilen grup I'de herhangi bir greft materyali kullanılmadı. Grup II'de otolog iliak kanat grefti, grup III'de koral greft, grup IV'de ise solventlerle dehidrate edilmiş ksenogreft kullanıldı. Ameliyatı izleyen sekizinci hafta sonunda tavşanların yaşamları sonlandırıldı ve manuel, radyolojik, histolojik ve biyomekanik açılarından değerlendirildi.

Sonuçlar: Kontrol grubunda manuel ve radyolojik olarak füzyon izlenmedi. En düşük histolojik ve biyomekanik değerler grup I'de görüldü. Grup II'de palpasyonla %85.7, radyolojik olarak %78.5; grup III'de hem palpasyon hem de radyolojik olarak %61.1, grup IV'de ise palpasyonla %55.5, radyolojik olarak %50.0 füzyon saptandı.

Çıkarımlar: Koral greft ve ksenogreftin, posterior spinal füzyon oluşturmada uygun ve etkili oldukları ve otogreftlere alternatif olarak kullanılabilecekleri sonucuna varıldı.

Anahtar sözcükler: Biyouyumlu materyaller; kemik matriksi/transplantasyon; kemik transplantasyonu; psödoartroz/etioloji; tavşan; omurga/cerrahi; spinal füzyon/yöntem; transplantasyon, otolog.

Objectives: Bone grafting constitutes a vital component in many reconstructive orthopaedic surgical procedures. They are widely used in patients undergoing thoracolumbar spinal surgery. The three choices of bone are autograft, coralline graft, and xenograft. The purpose of this study was to evaluate the contribution of autograft, coralline graft, and xenograft to spinal fusion.

Methods: Thirty-six New Zealand albino rabbits were divided into four groups of equal size. Decortication of posterior structures of the thoracal 10-12. vertebrae was performed in all rabbits. No graft material was used in group I (controls). The remaining three groups received autologous iliac crest bone graft, coralline graft, and xenograft dehydrated by solvents, respectively. The rabbits were sacrificed eight weeks postoperatively for manual, radiologic, histologic, and biomechanical evaluations.

Results: Manual and radiologic evaluations showed no fusion in the control group in which the lowest histologic and biomechanical scores were obtained. Manually and radiologically, fusion was found in 85.7% and in 78.5% with autologous iliac crest bone graft; in 61.1% and 61.1% with coralline graft, and in 55.5% and 50.0% with xenograft, respectively.

Conclusion: Our data substantiates the use of coralline graft and xenograft as appropriate and efficient materials alternative to autografts in obtaining posterior spinal fusion.

Key words: Biocompatible materials; bone matrix/transplantation; bone transplantation; pseudarthrosis/etiology; rabbits; spine/surgery; spinal fusion/methods; transplantation, autologous.

Yazışma adresi: Dr. Turgut Nedim Karaismailoğlu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, 55139 Kurupelit-Samsun.

Tel: 0362 - 457 60 00 / 2361 Faks: 0362 - 457 60 41 e-posta: tnedimk@hotmail.com

Başvuru tarihi: 09.04.2001 **Kabul tarihi:** 21.09.2001

Spinal füzyon, ilk kez Amerika Birleşik Devletleri'nde 1911 yılında Hibbs ve Albee tarafından eş-zamanlı ve birbirinden bağımsız olarak bildirilmiştir.^[1] Sonraki yıllarda spinal cerrahide sağlanan gelişmelerle spinal füzyon endikasyonları giderek artmıştır. Spinal füzyon oluşturmak için biyolojik ve mekanik faktörlere gerek vardır. Biyolojik faktörler, eklem kırıkdağı eksizyonu, dekortikasyon, greftleme ve immobilizasyondur. Mekanik faktörler, vertebra-yı tespitite kullanılan rodler, plaklar, teller, kancalar, vidalar, alçı, korse, breys gibi eksternal tespit araçlarıdır. Mekanik faktörler füzyonu kolaylaştırmakla birlikte, biyolojik faktörler olmaksızın tek başlarına füzyon oluşturamazlar.^[2]

Literatürde spinal füzyon ameliyatlarından sonra %5-35 arasında değişen oranlarda psödoartroz bildirilmiştir.^[2-5] Spinal füzyonun rijit internal fiksasyonla mekanik olarak güçlendirilmesi, psödoartroz oluşmasını tamamen ortadan kaldıramamıştır. Bu yüzden biyolojik faktörler giderek önem kazanmaktadır. Spinal füzyonu güçlendirmek için en sık başvurulan yöntem kemik greftlerin kullanılmasıdır.

Bu deneysel çalışmada, tavşanda posterior torakal füzyon oluşturmak amacıyla yapılan dekortikasyon ardından otogreft, koral greft, ksenogreft uygulamalarının spinal füzyon oluşturmadaki etkinlikleri araştırıldı. Sonuçlar palpasyon ile ve radyolojik, biyomekanik ve histolojik olarak değerlendirildi.

Gereç ve yöntem

Çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Cerrahi Araştırma Merkezi'nde yapıldı. Çalışmada cinsiyet ayrımı yapılmaksızın 9-12 aylık, ortalama ağırlıkları 3000 gr (2800-3200 gr) olan Yeni Zelanda albino cinsi 36 adet tavşan kullanıldı.

Deney gruplarının tanımlanması: Deney hayvanları dokuzarlı dört gruba ayrıldıktan sonra, birinci grupta 10, 11, 12. torakal vertebraların spinöz süreçlerinin eksizyonunun ardından, laminalar dekortike edildi. Birinci grup, kontrol grubu olarak kullanıldı. Grup II'de dekortikasyonun ardından oluşan dekortike sahaya her iki iliak kanattan alınan kortikospongios otogreft, grup III'de korallin hidroksiapatit granüller (Pro Osteon® 500, Int. Inc), grup IV'de solventlerle dehidrate edilmiş insan kaynaklı allogreftler (Tutoplast®, Biodynamics Int. Inc) ksenogreft olarak kullanıldı.

Cerrahi teknik

Ameliyatlar İM ketamin hidroklorid (Ketalar) 25 mg/kg ve İM ksilazin (Rompun) 3 mg/kg anestezisi altında yapıldı. Proflaktik olarak ameliyattan önce cerrahi uygulanacak saha traş edildi ve antiseptik solüsyonla yıkandı. Yüzde 10'luk polivinilpirolidon solüsyonu ile boyanmanın ardından steril örtülere sarılan denekler cerrahi uygulamaya hazır hale getirildi.

Anestezi uygulanan tavşanlar yüzyüsty pozisyonunda masaya tespit edildi. On ikinci kosta izlenerek 12. vertebra belirlendi; 10, 11 ve 12. vertebralar üzerinden longitudinal insizyon yapıldı. Cilt altı dokular geçildikten sonra künt diseksiyonla musküler yapılar uzaklaştırıldı. Spinöz süreçler ve dorsal ark açığı çıkarıldı. Spinöz süreçler ronger ile eksize edildi. Elektrikli tur cihazı ile posterior ark üzerine dikkatli yüzyel dekortikasyon yapıldı.

Greftlerin hazırlanması: Grup II'deki tavşanların her iki posterior iliak kanadı üzerinden iki taraflı paramedian insizyon yapılarak posterior iliak kanatlar açığı çıkartıldı. Toplam 3.5 cm³ kortikospongios otogreft elde edildi. Donör kemik sahaya bone-wax uygulandıktan sonra fasya ve cilt sıkı şekilde kapatıldı. Alınan greft materyali yumuşak dokulardan arındırılarak alıcı sahaya bekletilmeden yerleştirildi.

Grup III'deki tavşanlara, alıcı sahaya 3.5 cm³ mercan kaynaklı (Koralin) hidroksiapatit granülleri (ProOsteon® 500) serum fizyolojik içerisinde 10 dakika bekletildikten sonra yerleştirildi (Şekil 1).

Grup IV'deki tavşanlara implante edilecek 3.5 cm³ solventlerle dehidrate edilmiş insan kansellöz



Şekil 1. Greft materyalinin dekortike edilmiş alana yerleştirilmesi.

kemik greftleri (Tutoplast®), yarım saat serum fizyolojik içerisinde rehidrate edildikten sonra alıcı sahaya yerleştirildi.

Greftler yerleştirildikten sonra dokular retrograd olarak uygun bir şekilde kapatıldı. Cerrahi işlem sonrasında tavşanlara immobilizasyon uygulanmadı. Sekizinci hafta sonunda deneklerin yaşamı, yüksek doz anestezi ile sonlandırıldı. Füzyon uygulanan vertebralar, bir üst ve alt vertebra ile birlikte blok halinde çıkartıldı ve nötral formalin solüsyonu içerisinde kondu.

Radyolojik değerlendirme: Füzyon kitlelerinin lateral grafipleri 90 cm uzaktan 45 kV 5.5 mAS'de 23 msec süresi içinde çekildi. Her bir interlaminar uzaklık ayrı ayrı değerlendirildi. Posterior devamlılığın her iki interlaminar uzaklıkta izlendiği örneklerle 2 puan, bir interlaminar uzaklıkta izlendiği örneklerle 1 puan, her iki uzaklıkta da kaynama gerçekleşmemiş ise 0 puan verildi.

Palpasyonla değerlendirme: Radyolojik değerlendirmenin ardından, füzyon uygulanan vertebraların her bir intervertebral aralığı ayrı ayrı incelendi ve hareketsiz solid kitle varlığı araştırıldı. Hareketsiz solid kitle saptanmışsa 2 puan, herhangi bir aralıkta hareket saptanmışsa 1 puan, her iki aralıkta da hareket varsa 0 puan verildi.

Biyomekanik değerlendirme: Biyomekanik değerlendirme Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü'nde uniaksiyel deney düzeneğinde yapıldı. Deney düzeneği, tespit düzeni, dijital göstergeli (analog ve dijital çıkışlı) kuvvetölçer, hareket iletim sistemi, interface donanımlı multimetre, bilgisayar ve yazıcıdan oluşmaktaydı.

Blok halinde çıkartılmış vertebra cisimlerinden posteriora yakın lateral düzlemde 3.2 mm'lik Kirschner telleri geçirildi. Disk mesafeleri insize edilerek vertebraların anterior stabiliteleri bozuldu. Alttaki Kirschner teli alt tespit düzenine tespit edilerek üstteki zincir aracılığıyla kuvvetölçere bağlandı.

Örneklere 0.15 mm/sn hızında dikey düzlemde çeki kuvveti uygulandı. Uygulanan kuvvet, kuvvetölçerin analog çıkışından milivolt (mV) düzeyinde gerilim değerleri olarak, saniyede bir veri aktaran multimetre aracılığı ile bilgisayara aktarıldı. Cihazın kalibrasyonu için kuvvet değerlerine karşılık, multimetreden okunan kuvvet değerlerine karşılık, multimetreden okunan mV değerleri saptanarak regres-

yon denklemi oluşturuldu. Daha sonra bilgisayara yüklenen mV değerleri belirlenerek regresyon denklemi ile gerçek değerlerine dönüştürüldü. Kuvvetin en yükseğe ulaştığı değer, o örneğin en yüksek gerilme kuvveti olarak kaydedildi. Bu değere ulaşan gerilme kuvvetinden sonra örneğin bütünlüğünün bozulduğu ve kuvvet- zaman eğrisinde ani bir düşüş olduğu gözlemlendi.

Deney düzeneğinin kuvvet uygulama hızından her saniye için displasman miktarı belirlenerek bir kuvvet-displasman grafiği elde edildi. Bu grafiğin gösterdiği en yüksek kuvvetin %50-75 değerleri arasındaki doğrusal ilişkinin eğimi katılık olarak hesaplandı.

Histolojik değerlendirme: Histolojik değerlendirme Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı'nda yapıldı. Biyomekanik çalışmayı takiben intakt olan interlaminar uzaklığı içeren bloklar %10'luk nitrik asit içerisinde dekalsifiye edildi. Örneklerden longitudinal olarak alınan kesitler parafinde bloklandı. Beş mikron aralıkla alınan kesitler hematoksilin ve eozin ile boyandı. Füzyon kitlesinin histolojik değerlendirilmesi Emery ve ark.'nın⁽⁶⁾ tanımladığı ölçütlere göre yapıldı (Tablo 1).

Analizlerden elde edilen veriler, istatistiksel olarak Kruskal-Wallis varyans analizi, Mann-Whitney U-testi ve ki-kare testi kullanılarak değerlendirildi.

Sonuçlar

Radyolojik bulgular: Radyolojik değerlendirme ile grup I'de füzyon oluşmadığı gözlemlendi. Grup II'de %78.5 (Şekil 2a), grup III'de %61.1 (Şekil 2b), grup IV'de %50.0 (Şekil 2c) oranlarında füzyon oluşumu saptandı ve bu oranlar kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı bulundu. Füzyon gözlenmeyen intervertebral aralıkta psödoartroz, vertikal radyolusen bir hat şeklinde izleniyordu (Şekil 2d-f).

Palpasyonla elde edilen sonuçlar: Elle değerlendirmede, grup I'de füzyon oluşmadığı görüldü. Intervertebral aralıkların temel alındığı grup II'de %85.7, grup III'de %61.1, grup IV'de %55.5 oranlarında ve kontrol grubuyla anlamlı farklılık derecesinde füzyon görüldü.

Histolojik sonuçlar: İntakt olan intervertebral aralıkların histolojik olarak değerlendirilmesinden sonra elde edilen skorların dağılımı Tablo 1'de sunulmuştur. Histolojik incelemede, grup I'de vasküler

Tablo 1. Emery ve ark.nın histolojik derecelendirme ölçütlerinin gruplara göre dağılımı

| No | Grup 1 | Grup 2 | Grup 3 | Grup 4 |
|----|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | Sadece fibröz doku | Fibrokartilaj > Fibröz doku | Sadece kemik doku | Sadece fibröz doku |
| 2 | Sadece fibröz doku | Fibrokartilaj > Kemik doku | Kemik doku > Fibrokartilaj | Fibrokartilaj > Kemik doku |
| 3 | Fibrokartilaj > Fibröz doku | Sadece fibrokartilaj | Kemik doku > Fibrokartilaj | Kemik doku > Fibrokartilaj |
| 4 | Sadece fibröz doku | Kemik doku > Fibrokartilaj | Fibröz doku > Fibrokartilaj | Kemik doku > Fibrokartilaj |
| 5 | Sadece fibröz doku | Sadece fibrokartilaj | Kemik doku > Fibrokartilaj | Fibrokartilaj > Fibröz doku |
| 6 | Sadece fibröz doku | Belirgin defekt | Kemik doku > Fibrokartilaj | Fibröz doku > Fibrokartilaj |
| 7 | Fibrokartilaj > Fibröz doku | Kemik doku > Fibrokartilaj | Fibröz doku > Fibrokartilaj | Sadece fibröz doku |
| 8 | Fibröz doku > Fibrokartilaj | Sadece kemik doku | Sadece fibröz doku | Fibrokartilaj > Fibröz doku |
| 9 | Sadece fibröz doku | Belirgin defekt | Kemik doku > Fibrokartilaj | Sadece fibrokartilaj |

yapılardan orta derecede zengin bir bağ dokusu proliferasyonunun geliştiği, ancak deneklerin hiçbirinde belirgin kırık ya da kemik dokusunun oluşmadığı görüldü. Grup II'de varlığını iyi korumuş kemik grefti parçacıkları çevresinde aşırı vaskülarize bağ dokusu proliferasyonu ve proliferatif bağ dokusu sahalarında kırık ve kısmen organize olmuş yoğun kemik dokusu gelişimi dikkat çekti (Şekil 3a). Grup III'de çok iyi vaskülarize olmuş bağ dokusu proliferasyonunun olduğu izlendi. Bu bağ dokusu içinde bir yandan osteoblastik ve kondroblastik dönüşüm sahalarında kemik ve kırık dokusu, diğer yandan endokondral tipte kemikleşme gelişmişti (Şekil 3b). Grup IV'de kısmen rezorbe olmuş ve çevresinde Grup III'e göre daha az yoğunlukta olmasına karşın, iyi vaskülarize bağ dokusu proliferasyonu oluşmuştu. Proliferatif olan bu bağ dokusu hücrelerinin kondroblastik ve osteoblastik transformasyonu ile kırık ve kemik dokusunun geliştiği izlendi (Şekil 3c).

En yüksek histolojik skorlar otogreft grubunda elde edildi; bunu koral greft, ksenogreft ve kontrol grubu izlemektedir.

İstatistiksel açıdan histolojik skorlar grup II'de ($p < 0.001$), grup III'de ($p < 0.01$) ve grup IV'de ($p < 0.05$)

Tablo 3. Grup I, II, III ve IV'te belirlenen en yüksek gerilme kuvveti (MGK) ve katılıkların ortalamaları

| Grup | En yüksek gerilme kuvveti (N) (Ort.±standart hata) | Katılık (N/cm) (Ort.±standart hata) |
|------|---|--|
| I | 57.56 ± 9.86 | 115.07 ± 19.97 |
| II | 226.27 ± 15.17 | 335.5 ± 49.76 |
| III | 223.25 ± 23.35 | 315.52 ± 39.92 |
| IV | 162.56 ± 26.08 | 238.48 ± 33.25 |

kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu; ancak bu grupların kendi aralarında anlamlı farklılık yoktu ($p > 0.05$).

Biyomekanik sonuçlar: Biyomekanik değerlendirme sonrası her grup için elde edilen en yüksek gerilme kuvveti (MGK) ve katılık (Ka) değerlerinin ortalamaları Tablo 2'de sunulmuştur.

En yüksek MGK ve katılık değerleri otogreft grubunda elde edildi. Koral greft grubu, ksenogreft grubu ve kontrol grubunda bu değerlerin sıra ile azaldığı izlendi.

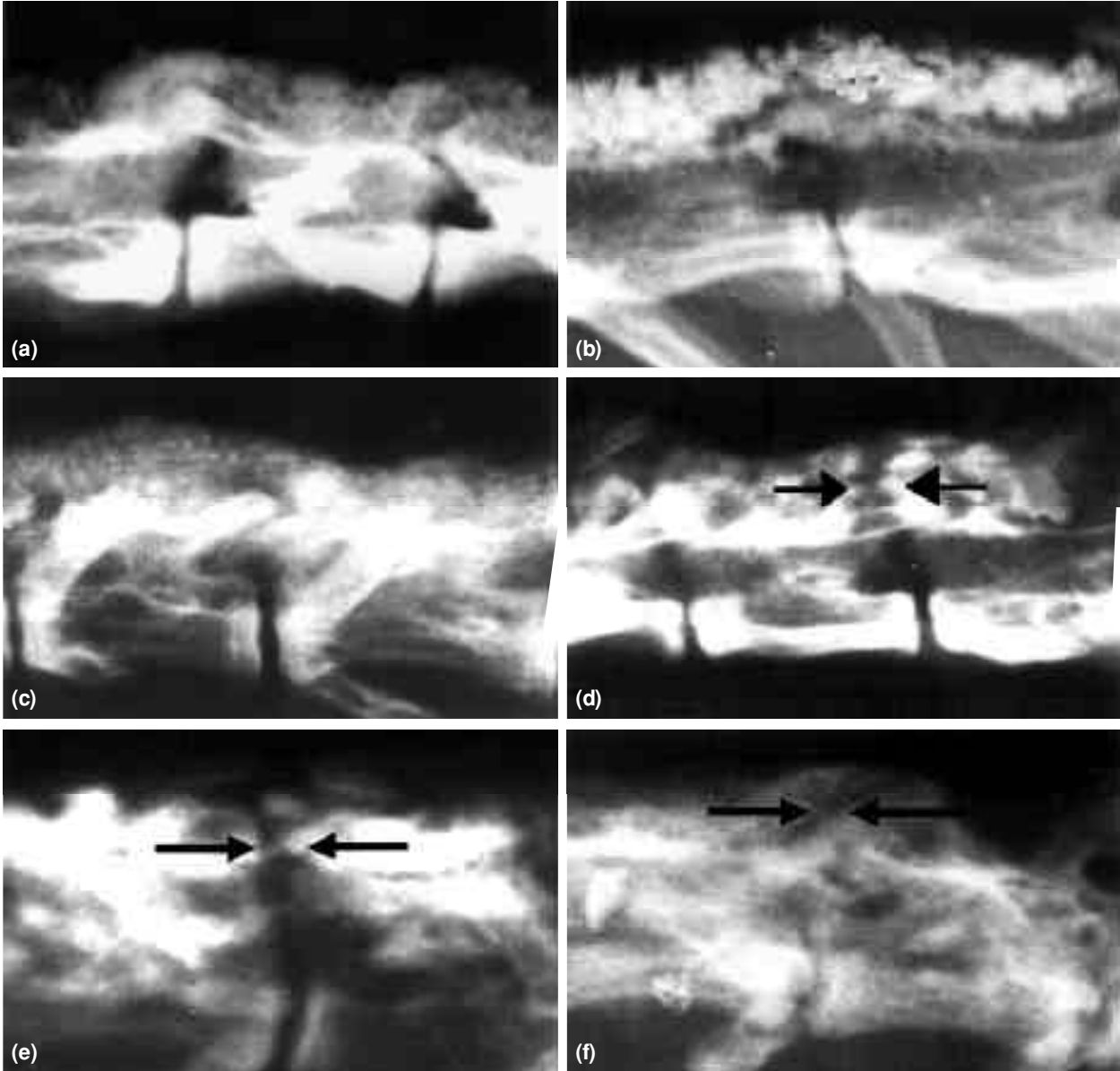
İstatistiksel açıdan grup II, grup III ve grup IV'de elde edilen en yüksek gerilme kuvveti değerleri ($p < 0.001$) ve katılık değerleri ($p < 0.01$) kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek idi. Grup II, grup III ve grup IV'de elde edilen MGK ve katılık değerleri arasında anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$).

Tartışma

En sık uygulanan spinal cerrahi prosedürlerden biri olmasına karşın spinal füzyonun halen tartışmalı birçok yönleri bulunmaktadır. Albee ve Hibbs tarafından aktarılan ilk füzyon uygulamalarından sonra giderek artan sıklıkta uygulanan bu ameliyatlarda %5-35 arasında değişen psödoartroz oranları bildirilmiştir.^[2-5] Bu oranı çeşitli faktörler etkilemektedir. Bunlar, alıcıya ait metabolik faktörler, grefte ait faktörler (greftin kaynağı, tipi, miktarı) ve lokal biyomekanik faktörlerdir. Psödoartroz gelişen hastalarda spinal kolonun şeklinin bozulması, instabilite, ağrı ve potansiyel nörolojik defisit gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Spinal füzyon ameliyatlarının başarılı sonuçlanmasına etki eden her bir faktörü klinik olarak ayrı ayrı araştırmak zor olduğu kadar pratik de değildir. Bu yüzden, spinal füzyonu araştırmak amacıyla

yaygın şekilde hayvan modelleri kullanılmakta ve greft materyalleri, farklı değerlendirme ölçütlerine göre karşılaştırılmaktadır.^[7-9] Biz greft materyallerini manuel, radyolojik, histolojik ve biyomekanik değerlendirme ölçütlerine göre karşılaştırdık. Manuel ve radyolojik değerlendirme daha basit puanlama ölçütleri içerdiği için elde edilen sonuçlar sadece yüzde değer olarak verilmiştir.

Literatür incelendiğinde, spinal füzyonun araştırıldığı hayvan modellerinde füzyonun enkontral kemikleşme ile oluştuğunu ileri süren görüşlerin yanında,^[10-12] kıkırdağın füzyon sürecinin bir parçası olmadığını savunan görüşler de vardır.^[13] Histolojik olarak, tüm gruplarda yaygın vaskülarize bağ dokusu içerisinde yer yer osteoblastik ve kondroblastik aktivite sonucu oluşmuş kıkırdak ve kemik dokusu



Şekil 2. (a) Her iki intervertebral aralıkta füzyonun olduğu bir örnek (grup II, skor 2). (b) Her iki intervertebral aralıkta füzyonun olduğu bir örnek (grup III, skor 3). (c) Her iki intervertebral aralıkta füzyonun olduğu bir örnek (grup IV, skor 2). (d) Bir intervertebral aralıkta füzyon gözlenirken, diğerinde oklarla işaretli bölgede psödoartroz dikkati çekmekte (grup II, skor 1). (e) Bir intervertebral aralıkta füzyon gözlenirken, diğerinde oklarla işaretli bölgede belirgin psödoartroz hattı izleniyor (grup III, skor 1). (f) Bir intervertebral aralıkta füzyon izlenirken, diğerinde kısmi psödoartroz bölgesi dikkat çekiyor (grup IV, skor 1).

gözlemlendi. Bu durum bize, greft inkorporasyonu sırasında gelişen füzyonun enkontral kemikleşme ile gerçekleştiğini düşündürdü.

Osteojenik kapasitesi en yüksek greft materyali otogreft olmasına karşın, otogreft kullanılan hastalarda %30'a ulaşan komplikasyon oranları bildirilmiştir.^[2] En sık görülen komplikasyonlar arasında artmış kan kaybı, transfüzyona ait riskler, ikinci bir ameliyatın cerrahi riskleri, donör sahada enfeksiyon, ağrı, cerrahi süresinde uzama ve maliyet artışı sayılabilir. Bazı durumlarda otogreft miktarı yeterli olmayabilir. Bu sorunlar yüzünden spinal füzyon için yeni greft kaynaklarının aranmasına gerek duyulmuştur. Kemik otogreftlerinden sonra ilk akla gelen ve kullanıma girenler allogreft, ksenogreft ve koral greft gibi sentetik greft materyalleridir.

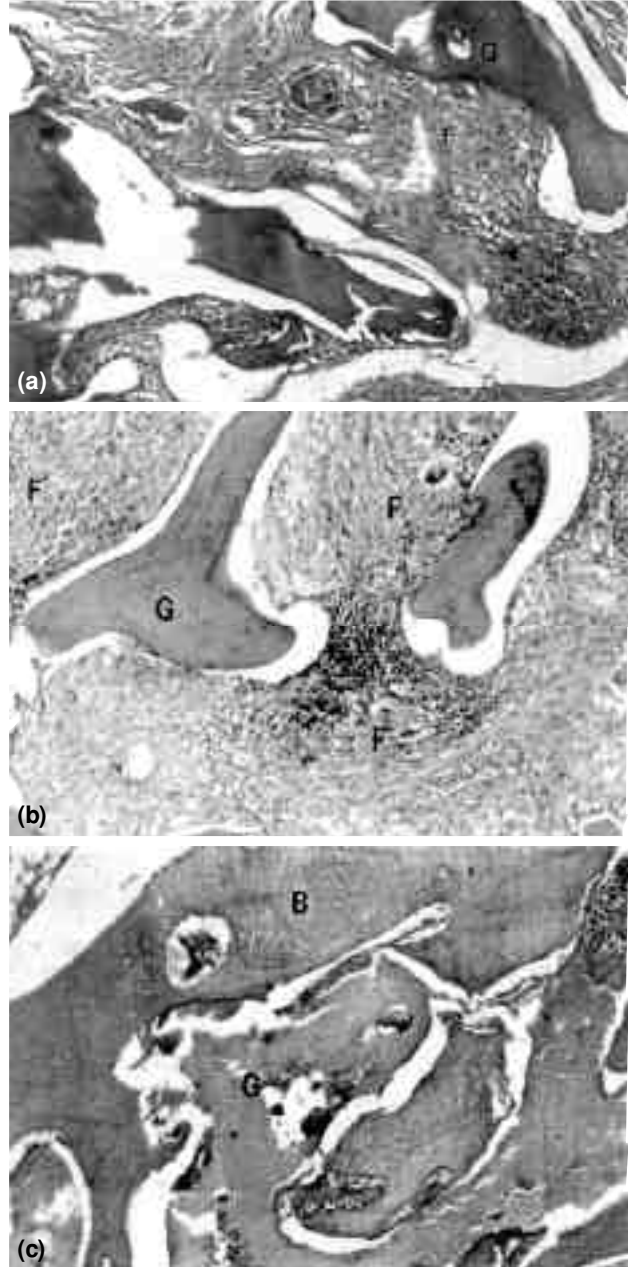
Çalışmamızda, literatürde bildirilen hayvan modellerinde olduğu gibi, en yüksek oranda füzyon otogreft grubunda elde edildi. Otogreft kullanılan tavşanlarda palpasyonla %85.7, radyolojik olarak %78.5 oranında füzyon sağlandığı görüldü. Histolojik skorlama ve biyomekanik değerlendirmede en yüksek skorlar yine otogreft grubunda bulundu.

Son yıllarda otogreft dışındaki kemik greftlerinin sağlanması, hazırlanması ve saklanmasında yaşanan gelişmelerin etkisiyle, bunların spinal cerrahide kullanımları giderek artmıştır. Yaygın olarak kullanılan allogreft ve ksenogreft tipleri, derin dondurulmuş ve dondurulup kurutulmuş olanlardır. Bunların kullanımı, otogreftlere ait bir kısım sorunları çözmesine karşın, gecikmiş greft inkorporasyonu, rezorbsiyon, zayıf mekanik özellikler, immünolojik ve mikrobiyolojik sorunlar gibi bazı komplikasyonları ortadan kaldıramamıştır.^[14-16]

Bu çalışmada ksenogreft olarak kullanılan solvent dehidrate insan allogreftleriyle sağlanan spinal füzyon palpasyonla %55.5, radyolojik muayene ile %50.0 bulundu. Histolojik ve biyomekanik olarak en düşük skorlar, kontrol grubundan sonra bu grupta elde edilmiştir.

Dehidrate kemik greftler hakkında yeterli deneysel çalışma yoktur. Günther ve ark.^[17] tavşan femoral kondillerinde defekt oluşturarak dehidrate kansellöz insan greftlerini, solvent dehidrate sığır kansellöz greftlerini ve dondurulmuş tavşan kansellöz allogreftlerini karşılaştırmışlar, dehidrate kansellöz ksenogreftler ile dondurulmuş allogreftler arasında in-

korporasyon süreci içinde anlamlı histolojik fark bulamamışlardır. Dehidrate ksenogreft implante edilen grupta ikinci hafta gözledikleri yoğun yeni kemik yapımının, dördüncü haftada greft merkezine doğru ilerlediğini ve osteoklastik aktivite ile başlayan remodeling süreci ile 8-12. hafta sonunda defekte lamellar kansellöz kemik görüldüğünü bildirmişlerdir. Defektin tamamen canlı kansellöz kemik ile dolma-



Şekil 3. (a) Otogreft (G) etrafında iyi vaskülarize olmuş bağ dokusu (F) proliferasyonu; (b) ksenogreft (G) etrafında proliferasyon bağ dokusu; (c) koral greft (G) etrafında yeni kemik (B) formasyonu (H-E x 200).

sı 26. ve 52. haftalarda gerçekleşmiştir. Bizim dehidrate ksenogreft implante ettiğimiz grupta, sekizinci hafta sonunda kısmen rezorbe olmuş greft materyeli çerçevesinde vaskularize bağ dokusu içerisinde kondroblastik ve osteoplastik aktivite sonucu kırık ve kemik dokusu gelişmişti. Bu çalışmada greft reddine ait immünolojik reaksiyona rastlanmadı.

Çalışmamızda, Goniopora türü mercanlardan elde edilen 500 µm por çapı olan ve porlar arası kanalları 260 µm olan, yapısal olarak kansellöz kemiğe benzeyen korallin hidroksiapatit (CHAG) granülleri kullanıldı. Yapılan araştırmalarda bu greftlerin biyoyumlulukları, geç biyodegradasyona uğrayarak uygun osteokondüktif etki gösterdikleri, inkorpore olduktan sonra artan mekanik özellikleri belirtilmiştir.^[18] Bu grefti kullandığımız grupta palpasyon ve radyolojik muayene ile %61.1 oranında füzyon gözledik. Histolojik ve biyomekanik değerlendirmelerde otogreft grubundan sonra en yüksek değerler bu grupta bulundu.

Çalışmamızda, sekizinci hafta sonunda, CHAG'nin herhangi bir yabancı cisim reaksiyonu oluşturmaksızın, inkorpore olarak alıcıdan kaynaklanan yeni kemik yapımının greftin gözenekli yapısı içerisinde ilerlediği gözlemlendi. Sartoris ve ark.^[19] greftte izlenen hafif derecedeki yapısal bozulmayı greftin inkorporasyonu olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada da radyolojik olarak radyodens, yapısal olarak belirginliğini koruyan greft materyali, histolojik olarak alıcı sahayla bütünleşmişti.

Biyomekanik değerlendirmede füzyon uygulanan seviyeler için uniaksiyel kuvvet ölçümü yapıldı. Black ve ark.^[20] tavşan fibula osteotomisinin ardından izlenen kırık iyileşmesini, uniaksiyel tensil kuvvet uygulayarak değerlendirmişler, bunun kallus matürasyonu ile yakından ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Biyomekanik değerlendirmede elde ettiğimiz en yüksek gerilme kuvveti ve katılık değerlerinde kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı artışlar görüldü. En yüksek değerler otogreft grubunda, daha sonra koral greft grubunda ve ksenogreft grubunda saptandı.

Sonuç olarak, bu çalışmada en yüksek füzyon oranları palpasyonla %85.7, radyolojik olarak %78.5 olmak üzere otogreft grubunda elde edildi. Palpasyon ve radyolojik muayene ile %61.1 oranında füzyon belirlenen koral greft grubunda, sonuçlar otogreft grubundan sonraki en yüksek değerlerde

idi. Ksenogreft olarak kullandığımız solventlerle dehidrate edilmiş insan allogreft grubunda ise palpasyonla %55.5, radyolojik olarak %50.0 füzyon izlendi. Histolojik değerlendirmelerimiz ve biyomekanik çalışmadan elde ettiğimiz değerler de palpasyon ve radyolojik muayene ile saptanan bulgularımızla paralellik gösterdi.

Bu çalışmada gösterildiği gibi, posterior spinal füzyon oluşturmak için tek başına dekortikasyon yeterli olmamaktadır. Kemik greftlerinin kullanılması gereklidir. Otojen kemik greftleri osteojenik, osteokondüktif ve osteoindüktif etkileri ile posterior spinal füzyon oluşturmada en uygun greft materyelidir. Koral greftler ve solventlerle dehidrate edilmiş ksenogreftler de posterior immün reaksiyon oluşturmaksızın spinal füzyon oluşturmada etkindirler. Bu greftlerin osteokondüktif etkileri vardır. Hazırlanmaları sırasında kemik matrikse zarar verilmemesi nedeniyle osteoindüktif etkileri de olabilir. Bu etkiyi göstermek için daha fazla deneysel çalışmaya gerek vardır. Posterior spinal füzyon ameliyatlarında otogreft alternatif olabilecek materyallerden olan doğal koral greftler ve solventlerle dehidrate edilmiş ksenogreftlerin güvenilir ve başarılı bir şekilde, avantajları ve dezavantajları da göz önünde bulundurularak kullanılabilirliği düşüncesindeyiz.

Kaynaklar

1. Edmonson AS. Arthrodesis of spine. In: Crenshaw AH, editor. Campbell operative orthopaedics. Vol. 5, 8th ed. St. Louis, Missouri: Mosby Year Book; 1992. p. 3583-603.
2. Boden DS. Bone growth enhancing substances for spinal fusion. In: Garfin SR, Vaccaro AR, editors. Orthopaedic knowledge update spine. 1st ed. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1997. p. 63-73.
3. Dawson EG, Clader TJ, Bassett LW. A comparison of different methods used to diagnose pseudarthrosis following posterior spinal fusion for scoliosis. J Bone Joint Surg [Am] 1985;67:1153-9.
4. Aurori BF, Weierman RJ, Lowell HA, Nadel CI, Parsons JR. Pseudarthrosis after spinal fusion for scoliosis. A comparison of autogeneic and allogeneic bone grafts. Clin Orthop 1985;(199):153-8.
5. Steinmann JC, Herkowitz HN. Pseudarthrosis of the spine. Clin Orthop 1992;(284):80-90.
6. Emery SE, Brazinski MS, Koka A, Bensusan JS, Stevenson S. The biological and biomechanical effects of irradiation on anterior spinal bone grafts in a canine model. J Bone Joint Surg [Am] 1994;76:540-8.
7. Tay BK, Le AX, Heilman M, Lotz J, Bradford DS. Use of a collagen-hydroxyapatite matrix in spinal fusion. A rabbit model. Spine 1998;23:2276-81.
8. Morone MA, Boden SD. Experimental posterolateral lumbar spinal fusion with a demineralized bone matrix gel. Spine 1998;23:159-67.
9. Steffen T, Marchesi D, Aebi M. Posterolateral and anterior

- interbody spinal fusion models in the sheep. *Clin Orthop* 2000;(371):28-37.
10. Schimandle JH, Boden SD. Spine update. The use of animal models to study spinal fusion. *Spine* 1994;19:1998-2006.
 11. Oikarinen J. Experimental spinal fusion with decalcified bone matrix and deep-frozen allogeneic bone in rabbits. *Clin Orthop* 1982;(162):210-8.
 12. Holmes R, Mooney V, Bucholz R, Tencer A. A coralline hydroxyapatite bone graft substitute. Preliminary report. *Clin Orthop* 1984;(188):252-62.
 13. Muschler GF, Huber B, Ullman T, Barth R, Easley K, Otis JO, et al. Evaluation of bone-grafting materials in a new canine segmental spinal fusion model. *J Orthop Res* 1993;11:514-24.
 14. Kış M, Akalın S, Benli T, Tüzüner M, Çıtak M, Özlü S. Kemik bankalama ve erken klinik deneyimlerimiz. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1993;27:100-3.
 15. Şener N, Özger H. Kemik greftleri ve kemik bankaları. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1995;29:335-8.
 16. Tomak Y, Dabak N, Kökçü C, Gülman B, Karaismailoğlu TN, Andaç A. Allogreft kullanımı ve kemik bankası üzerine deneyimlerimiz. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2000;32:163-9.
 17. Günther KP, Scharf HP, Pesch HJ, Puhl W. Osteointegration of solvent preserved bone transplants in an animal model. *Osteologie* 1996;5:4-12.
 18. Korkusuz F, Korkusuz P. Kalsiyum hidroksiapatit seramiklerin ortopedide kullanımı. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1997; 31:63-7.
 19. Sartoris DJ, Holmes RE, Resnick D. Coralline hydroxyapatite bone graft substitutes: radiographic evaluation. *J Foot Surg* 1992;31:301-13.
 20. Black J, Perdigon P, Brown N, Pollack SR. Stiffness and strength of fracture callus. Relative rates of mechanical maturation as evaluated by a uniaxial tensile test. *Clin Orthop* 1984;(182):278-88.