

Porus Polietilen Laminoplastinin Peridural Fibrozisi Azaltmadaki Etkinliği

The Effectiveness of Porous Polyethylene to Decrease Peridural Fibrosis

SERDAR KAHRAMAN, MEHMET DANAYEMEZ, FERRUH GEZEN, NACİ SEBER

Gata Askeri Tıp Fakültesi, Etlik, Ankara

Özet: Laminektomiye takiben oluşan peridural fibrozis, tekrarlayan radiküler ağrıların en önemli nedenlerinden biridir. Bu çalışmada Sprague Dawley cinsi ratlarda uygulanan laminektomiye takiben peridural fibrozisin azaltılması amacıyla deneysel olarak porus polietilen laminoplasti yapıldı. Porous polyethylene (Medpor-Porex Inc.,USA), yüksek biyo-uyumluluk gösterdiği bilinen ve birçok cerrahi alanda başarıyla kullanılan bir materyaldir. İki hafta sonra sakrifiye edilen ratlar makroskopik olarak mikrodiseksiyon yöntemiyle ve ayrıca histopatolojik olarak incelendi. Kontrol grubunda yapılan total laminektomi sonuçları ile karşılaştırıldığında, Medpor laminoplastinin ratlarda epidural fibrozisi önemli derecede azalttığı görüldü. Peridural fibrozisin, paravertebral kasların laminektomi sahasına ilerleyerek fibroblast göçünü artırması ile meydana geldiği öngörülmektedir. Lomber disk hernisi cerrahisinde tedavi sonucunu kötü yönde etkileyen peridural fibrozisin engellenmesi gereklidir. Bu sonuçlar Medpor laminoplastinin insanlardada laminektomi sonrası peridural fibrozisin azaltılmasında etkili olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler : Laminoplasti, Medpor, peridural fibrozis

Abstract: One of the most important cause of recurrent radicular pain is epidural fibrosis following laminectomy. Experimental Porous Polyethylene (Medpor-Porex Inc.,USA) laminoplasty has been performed in 25 adult Sprague Dawley rats following lumbar total laminectomy to reduce peridural fibrosis. Medpor has a high biocompatibility and good results in a lot of surgical procedure. All rats were sacrificed two weeks later and dissected under the operating microscope. Peridural fibrosis has significantly reduced in Medpor laminoplasty group in comparison with control laminectomy group. Peridural fibrosis may occur due to migration of fibroblasts from paraspinal musculature which progress in laminectomy field. Peridural fibrosis affected badly to the result of surgery of lumbar disc hernia, so this condition should be prevented. These results suggest that Medpor laminoplasty may effectiveness on reducing the postlaminectomy peridural fibrosis.

Key Words : Laminoplasty, Medpor, peridural fibrosis

GİRİŞ

Lomber disk hernisi günümüzde aktif çalışan insan grubunu etkileyen en önemli bel ağrısı nedenlerinden biridir. Ülkemizde kesin bir araştırma yapılmamış olmasına rağmen, diğer ülkelerin istatistikleri göz önüne alındığında %2-5 arasında

çalışan insan bu hastalıktan etkilenmekte ve sonuçta cerrahi tedaviye kadar giden bir süreç içinde sosyo-ekonomik kayıplar oluşmaktadır(8,10,25,32).

"Failed Back" cerrahi sendromu, uygulanan spinal cerrahi sonrası hastanın şikayetlerinin aynı şekilde devam etmesi veya artış göstermesi olarak

tanımlanabilir. Bu sendromun en önemli nedenleri yanlış tanı ve uygun olmayan cerrahi tedavidir. Diğer nedenler ise cerrahi komplikasyonlar ve psikososyal problemlerdir. Failed back sendromlu birçok hastada ağrının spesifik nedeni teşhis edilmeyebilir. Teşhis edilebilen en önemli nedenler şunlardır; lateral recess sendromu, spinal stenoz, adheziv araknoidit, nüks disk hernisi, peridural fibrozis, spinal instabilite, sinir kökü yaralanması, kronik mekanik ağrı, transizyonel sendrom, psödoartrozis, yabancı cisim, yanlış seviye veya taraftır(3,9,11,16,20,23,27). Ancak en önemli neden ise cerrahi tedavinin doğal sonucu olan postoperatif fibrozis ve adhezyonlardır. Laminektomi-diskektomi operasyonu geçiren bir hastada ortaya çıkan tekrarlayan radiküler ağrılar, kontrastlı lumbosakral MRI ile çok net bir şekilde gösterilebildiği gibi, postoperatif dönemde oluşan peridural fibrozis ve dural adhezyonlara bağlı sinir kökü basısı nedeniyle olabilmektedir. Bu da çoğunlukla tekrarlayan cerrahi tedavi yaklaşımının seçilmesi anlamına gelmektedir. Bu tablonun engellenmesi ya da nüks disk hernisi gibi nedenlerle tekrar cerrahi tedavi uygulanması gerektiğinde skatrisyel dokuların normal anatomik planı etkilememesi çok önemlidir. Öyleyse postoperatif peridural fibrozis ve dural adhezyonları engellemek için ne yapabiliriz ? Klinik olarak en çok uygulanan yöntemlerden biri epidural mesafeye serbest yağ greftlerinin konulmasıdır. Yapılmış birçok klinik ve deneysel araştırma içinde bugün için etkili kabul edilen tek materyal ise ADCON®-L , anti adhezyon bariyer jelidir.

Bu çalışmanın amacı da postoperatif peridural skatrisyel doku oluşumunu engellemek ya da azaltmaktır. Biz de bu deneysel çalışmada peridural fibrozis ve adhezyonların azaltılması için laminektomi defektinin kapatılmasını ve paravertebral kas dokusunun ve kanamaların epidural mesafeye ilerleyerek skatris dokusunu artırma olasılığını ortadan kaldırmayı amaçladık. Bunun için yüksek derecede biyouyumluluk gösterdiği deneysel ve klinik olarak kanıtlanmış ve birçok cerrahi branşta geniş kullanım alanı olan Medpor porus polietileni seçtik. Medpor, yüksek yoğunlukta delikli polietilenden üretilmiş bir cerrahi implant olup, birçok klinik alanda halen geniş kullanım alanı olan ve yüksek biyouyumluluk gösterdiği kanıtlanmış bir materyaldir. Çeşitli amaçlarla kullanımı için değişik boy ve kalınlıklarda steril olarak üretilen Medpor' un delik büyüklükleri ortalama 100-200 mikrometre civarındadır. Bu delikli yapı, dokunun içine ilerlemesine ve vaskülarizasyona izin vererek dokuyla bütünleşmesini ve stabilitesini sağlamaktadır.

Rezorbe olma ve etrafındaki dokularda, özellikle kemik dokuda rezorbsiyon oluşturma riski yoktur. Medpor sıcak serum ile ısıtılarak kolayca şekillendirilebilir ve kolay uygulanır, istenildiğinde çıkarılabilir. Yabancı cisim reaksiyonu oluşturmaz ve enfeksiyon riski çok düşüktür. Amerika Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onaylanmıştır. Bu deneysel çalışmada amaç Medpor laminoplastinin lomber laminektomi sonrası peridural fibrozis oluşumunu azaltmadaki etkinliğini araştırmaktır

GEREÇ VE YÖNTEM

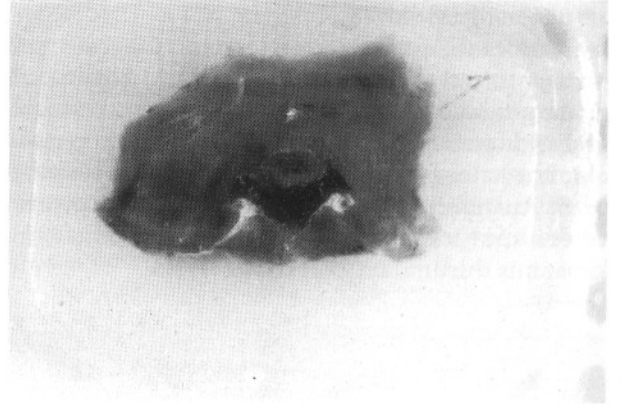
Bu çalışmada 25 adet Medpor laminoplasti grubu ve 10 adet kontrol laminektomi grubu olmak üzere toplam 35 adet Sprague-Dawley cinsi rat kullanılmıştır. Ratların ortalama ağırlıkları 200 ± 30 gram arasındadır. Her rat ayrı ayrı numaralanarak 35mg/kg intramusküler ketamin (Ketalar Parke-Davis) anestezisi altında prone pozisyonda sırt bölgesi traşlanarak operasyona hazırlandı. Sakroiliak krester palpe edilerek lomber 1'den sakruma kadar uzanan cilt insizyonu yapıldı. Otomatik ekartör yerleştirilerek x16 büyütme altında Zeiss Operasyon mikroskobu kullanılarak 15 no'lu bistüri ile lomber fascia orta hattan spinöz çıkıntıların üstünden açıldı. Daha sonra yine bistüri yardımıyla paravertebral kaslar bilateral olarak diseke edilerek sakruma kadar dört seviye içeren vertebral kolon ortaya kondu. Kanamalar bipolar koter yardımıyla kontrol altına alınarak iyi bir hemostaz sağlandı. Otomatik ekartör yeniden yerleştirilerek görüş açısı genişletildi. Lomber 4 vertebra bulunarak mikrocerrahi teknikle dikkatli bir şekilde total laminektomi uygulandı. Ligamentum flavum mikrodisektör yardımıyla kaldırılarak eksise edildi. Dural sak ve sinir kökleri korunarak nörolojik defisit oluşmaması sağlandı . Steril serum fizyolojik ile laminektomi sahası yıkanarak spongostan hemostatik köpük ve bipolar koterle tekrar iyi bir hemostaz sağlandı. Önceden antibiyotikli steril serum içinde hazırlanarak bekletilen Medpor mesafeye uygun şekillendirilerek, mikroskop altında laminektomi sınırlarına oturacak şekilde yerleştirildi ve paravertebral kaslar yardımıyla tespit edildi. Katlar sırasıyla 4/0 ipekle kapatılarak operasyon sonlandırıldı . Ratlar iki hafta süre ile takibe alındı. Bu süre içinde ratlarda herhangi bir nörolojik defisit, enfeksiyon ya da başka bir komplikasyon görülmedi.

Mikrodiseksiyon yöntemi ile epidural fibrozisin değerlendirilmesi için ikinci haftanın sonunda ratlar sakrifiye edildi. Gross değerlendirme

için Medpor laminoplasti grubundan 10 ve kontrol grubundan 5 rat mikrodiseksiyonla epidural fibrozisin değerlendirilmesi için incelendi. Buna göre çok az disseksiyonla dural saka ulaşılan ve spinal sinir kökleri bulunan denekler (+) epidural fibrozis grubuna, künt disseksiyon gerektirenler (++) epidural fibrozis grubuna ve keskin alet disseksiyonu gerektirenler (+++) epidural fibrozis grubuna ayrıldı. Diğer 20 rat sakrifiye edildikten sonra laminektomi bölgesini içine alacak şekilde vertebral kolon kaba makasla çıkarıldı ve %10' luk formalin solüsyonuna konarak histopatolojik inceleme için patoloji laboratuvarına gönderildi. Her denekten laminoplasti ve laminektomi defektine uyan bölgeden transvers kesitler alınarak %10' luk formik asit solüsyonunda 5-10 gün bekletildi. Bu dekalsifikasyon işlemi takiben rutin 5-6µ (mikron) preparatlar hazırlandı. Hazırlanan preparatlar hematoksilin eozin boyası ile boyanarak mikroskopik incelemeye alındı. Kontrol laminektomi grubunda histopatolojik inceleme ile peridural fibrozis ve anatomik planlar arasındaki yapışıklıklar değerlendirildi. Laminoplasti grubunda ise histopatolojik laminoplasti materyali ile epidural mesafe arasındaki granülasyon ve fibrozis dokusu değerlendirildi. Az hücre yoğunluğunda fibrozis dokusu bulunan grup (+), orta derecede yoğunlukta fibrozis dokusu bulunan grup (++) ve son olarak çok yoğun fibrozis dokusu içeren grup (+++) olarak değerlendirildi.

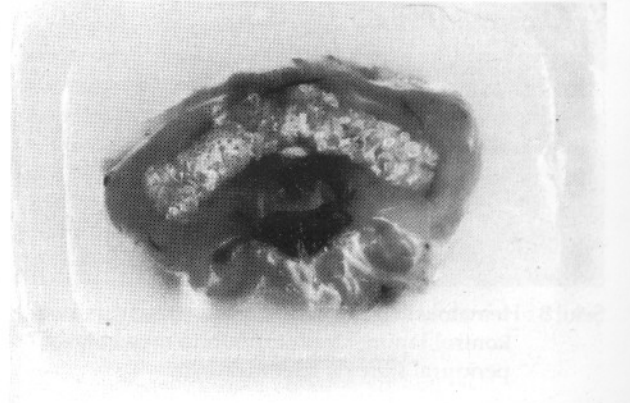
SONUÇLAR

Makroskopik olarak mikrodiseksiyon yöntemi ile incelenen birinci gruptaki kontrol laminektomi grubu ratları (+++) epidural fibrozis grubu içinde yer aldı. Mikrodiseksiyon ancak keskin aletler kullanılarak ve dural yaralanma riski ile yapıldı. Anatomik bütünlük kaybolmuştu ve epidural planın bulunması çok zordu. Mikrodiseksiyonun her safhası çok zor gerçekleştirildi. Epidural mesafede çok yoğun granülasyon ve fibrozis dokusu vardı (Şekil 1). Bu fibrotik dokunun dural yapıyı tamamen sararak epidural boşluğu doldurduğu ve spinal sinir köklerinin görülmesinin mümkün olmadığı gözlemlendi. Ancak Medpor laminoplasti uygulanan 10 ratın mikrodiseksiyon ile epidural fibrozis değerlendirilmesinde ise 8 rat (+) epidural fibrozis grubunda ve 2 rat (++) epidural fibrozis grubunda yer aldı. Medpor laminoplasti, üstündeki dokuyla bütünleşip stabil yapı olarak dural yapıyı koruyordu. Bu plana kadar mikrodiseksiyon güvenli bir şekilde yapıldı. Daha sonra Medpor laminoplasti epidural mesafede önemli derecede granülasyon ve fibrozis olmadığı için rahatça kaldırıldı. Bu işlem sırasında



Şekil 1: Kontrol grubundaki laminektomi yapılan bir ratın makroskopik transvers kesiti

kesinlikle keskin disseksiyon yapılmasına gerek olmadı. Epidural bölgede çok az yada orta derecede granülasyon ve fibrozis dokusu olduğu, dural yapıya disseksiyon sırasında zarar verme riski olmadığı görüldü. Medpor laminoplasti ile, paravertebral kasların ve hemostaz dışında kalan sızıntıların epidural bölgeye inmesini ve duraya yapışmasını engellemiştir. Granülasyon ve fibrozis dokusu, kontrol grubundaki deneklere göre çok daha az meydana gelmişti (Şekil 2). Epidural mesafe anatomik olarak rahatlıkla ayırt edilebiliyor ve spinal sinir kökleri rahatça görülebiliyordu. Makroskopik inceleme grubu sonuçları Tablo I'de özetlenmiştir.



Şekil 2: Medpor laminoplasti yapılan ratın makroskopik transvers kesiti

Tablo I: Mikrodiseksiyon grubu epidural fibrozis değerlendirme bulguları

	(+) Çok az	(++) Orta derecede	(+++) Yoğun
Medpor laminoplasti	8	2	-
Kontrol	-	-	5

İkinci grubda yer alan 5 kontrol ve 15 Medpor laminoplasti uygulanan toplam 20 rat ise, histopatolojik olarak değerlendirildi. Kontrol grubundaki bütün ratlarda çok yoğun fibrozis grubunda yani (+++) grubu içinde yer aldı. Bu grupta oldukça kalın bir granülasyon ve fibrozis dokusu vardı. Anatomik yapılar birbirine tamamen yapışmış ve epidural mesafe fibrozis dokusu ile tamamen kapanmış durumdaydı (Şekil 3).



Şekil 3 : Hematoksilen Eozin boyama ile transvers kesitte kontrol laminektomi grubunda meydana gelen peridural fibrozis izlenmektedir

Medpor laminoplasti grubunda ise 12 rat (+) epidural fibrozis ve 3 rat (++) epidural fibrozis grubunda yer aldı. Epidural mesafe korunmuş ve çok az yada orta derecede yoğunlukta fibrozis dokusu vardı. Paravertebral kas dokusu laminoplasti materyalinin içindeki porlara ilerleyerek laminoplasti stabilitesini sağlamış ancak bu bariyerin altına geçememişti (Şekil 4). Peridural mesafede granülasyon ve fibrozis dokusu azalmış anatomik yapılar arasındaki yapışıklıklar meydana



Şekil 4: Hematoksilen Eozin boyama ile transvers kesitte medpor laminoplasti grubunda peridural fibrozisin önemli derecede azaldığı ve epidural mesafenin korunduğu izlenmektedir

gelmemiştir. Sonuç olarak histopatolojik inceleme bulguları Medpor laminoplastinin epidural fibrozis oluşumunu azalttığını destekler görünümündedir. Histopatolojik inceleme bulguları Tablo II'de özetlenmiştir.

TARTIŞMA

Lomber disk hernisi cerrahisi sonrası istenilen sonucun alınmaması durumunda ortaya çıkan klinik tablo "Failed Back Sendromu" olarak

Tablo II: Histopatolojik epidural fibrozis yoğunluğunu inceleme bulguları

	(+) Çok az	(++) Orta derecede	(+++) Yoğun
Medpor laminoplasti	12	3	-
Kontrol	-	-	5

tanımlanmaktadır (3,6,11,22,23,27,32). Failed Back sendromunun önemli nedenlerinden biri olan post operatif peridural fibrozis ise cerrahinin doğal bir sonucudur(3,9,15,27). Aşırı derecede fibrozis oluşumu birçok cerrahi alanda, dokular arasında istenmeyen yapışıklıklar ve komşu anatomik yapılara yoğun fibrotik skarın neden olduğu basılar yaratabilir. Peridural fibrozis ve dural adhezyonlar, lomber disk hernisi cerrahisi sonrası ortaya çıkan radiküler ağrıdan sorumlu olabilirler (26,30,37). Yapılan klinik çalışmalar epidural fibrozis oranı ile tekrarlayan radiküler ağrılar arasında direkt bir ilişki olduğunu göstermiştir (26,30,32,36). Peridural fibrozisin neden olduğu dural ve radiküler bası günlük aktivite ile dura ve sinir kökünde gerilmeye yol açarak nukleus pulposus kaynaklı fosfolipaz A2 salınımına, ardından arşidonik asit zincirinin aktivasyonuna neden olur(12,31).Sonuçta kronik enflamasyon zemininde ortaya çıkan prostaglandinler ve lokotrienler enflamasyonu artırarak ağrıya neden olur(11,23,27).

Peridural fibrozisin oluşumunda paraspinal kaslar ve kanamanın rolü çok önemlidir (3, 9, 28, 33). Eritrositler ve trombositlerin parçalanması ile ortaya çıkan kemotaktik faktörler ve paraspinal kaslardan kaynaklanan fibroblastik hücre göçü, laminektomi sonrası oluşan peridural fibrozisin kaynağıdır. Peridural fibrozisin oluşturduğu basıyı kaldırmak amacıyla yapılacak tekrarlayan operasyonlar fibrozisin artışına neden olabileceğinden ilk operasyonda bunu engellemeye çalışmak daha doğru bir yoldur. Bu amaçla birçok deneysel ve klinik çalışma yapılmıştır. Silastik, dacron, metakrilat, kemik greftleri sentetik membranlar, steroid ya da steroid emdirilmiş köpükler gibi ilâç ve serbest yağ dokusu kullanılmıştır (1,2,4,16,20,21,24,26,28,33). Bunlar paraspinal kasların laminektomi sahasına ilerlememesi için fiziki bir engel olarak, ya da fibroblast göçünü ve enflamasyonu engellemeye yönelik ilâç tedavileri olarak kullanılmışlardır. Ancak sonuçları yüz güldürücü olmamıştır. Peridural fibrozis ve dural adezyonların engellenmesinde bugün için etkili olduğu deneysel ve klinik çalışmalar ile gösterilmiş olan tek materyal Adcon-L Gliatech Inc. (anti adezyon bariyer jel)'dir (9,13,26,32,36). Laminektomi sonrası peridural mesafeyi ve sinir kökünü içine alacak şekilde jel formunda uygulanan Adcon-L dört hafta içinde rezorbe olmaktadır, ancak rezorbsiyon sonrası yeni skar dokusu oluşmamaktadır.

Bizim çalışmamızda peridural fibrozisi ve adhezyonları azaltmak amacıyla laminoplasti

uygulanmıştır. Laminoplasti, peridural fibrozisin önemli nedeni olan paravertebral kasların ve hemorajik sızıntıların laminektomi defektine ilerlemesine engel olmaktadır. Bu amaçla otogreftler allogreftler ve sentetik membranlar kullanılmıştır (1, 2,16,17,19,20,21,24,28,33). İnterpozisyon membranları adı altında kullanılan bu materyallerden klinik uygulamada en çok kabul göreni serbest yağ greftleri olmuştur.

Biz deneysel çalışmamızda laminoplasti materyali olarak porus polietileni kullandık. Bu materyali seçmemizde en önemli neden, yüksek biyoyuymululuk gösteren bir materyal olmasıdır (5,7,14,18,29,34). Medpor porus polietilen yaklaşık 100-200 mikron büyüklükte porlar içermektedir. Bu delikli yapı, üstündeki dokunun içine ilerlemesine ve vaskülarizasyonuna izin vererek dokuyla bütünleşmesini ve stabilitesini sağlamaktadır. Ancak doku bu materyali geçememektedir. Bu özellik enfeksiyon oluşma riskini de azaltmaktadır. Ayrıca rezorbe olma ve etrafındaki dokularda, özellikle kemik dokuda rezorbsiyon oluşturma riski yoktur (7,14,29,34,35).

Bu deneysel çalışma sonucunda gözlenen bulgular, porus polietilen laminoplastinin peridural fibrozis ve adhezyonların oluşumunu azaltmada etkili bir yöntem olduğunu desteklemektedir. Bu sonuçlar porus polietilenin, laminoplasti materyali olarak ve mikroyöntemler sonrası oluşturulan foraminotomi sonrası fibrozisi engelleyebilecek uyumluluğu yüksek bir materyal olarak klinik uygulamada da kullanılabilmesi ve bu alanda prospektif klinik bir çalışma yapılabileceğini göstermektedir.

Yazışma Adresi: Mehmet Daneyemez
GATA Lojmanları Rieder Apt. D: 38
06010 Etilik / Ankara
Tel : 0-312-3045312
Fax : 0-312-3232999
E-mail : mkd@gata.edu.tr

KAYNAKLAR

1. Barbera J, Gonzalez J, Esquerdo J. : Prophylaxis of the laminectomy membrane. An experimental study in dogs. J Neurosurg 49:419-424, 1978
2. Bryant MS, Bremer AM, NguyenTQ : Autogenic fat transplants in the epidural space in routine lumbar spine surgery. Neurosurg 13:367-370, 1983
3. Benoist M, Ficat C, Baraf P, Cauchoix J : Postoperative lumbar epiduro-arachnoiditis: diagnostic and

- therapeutic aspects. *Spine* 5:432-436, 1980
4. Cabezudo JM, Lopez A, Bacci F :Symptomatic root compression by a free fat transplant after hemilaminectomy. Case report. *J Neurosurg* 63:633-635, 1985
 5. Carr NJ, Rosenberg AE, Yaremchuk MJ :Chondromyxoid fibroma of the zygoma. *J Craniofac Surg* 3:217-222, 1992
 6. Cauchoix J, Ficat C, Girard B : Repeat surgery after disc excision. *Spine* 3:256-259, 1978
 7. Couldwell WT, Chen TC, Weiss MH, Fukushima T : Cranioplasty with the medpor porous polyethylene flexblock implant. *J Neurosurg* 81:483-486, 1994
 8. Davis RA : A long-term outcome analysis of 984 surgically treated herniated lumbar discs. *J Neurosurg* 80:415-421, 1994
 9. de Tribolet N, Robertson JT : Lack of postdiscectomy adhesions following application of Adcon-L: A case report. *Eur Spine J* 5(1):18-20, 1996
 10. Dvorak J : The outcome of surgery for lumbar disc herniation. *Spine* 13:1418-1422, 1988
 11. Fager CA, Freidberg SR : Analysis of failures and poor results of lumbar spine surgery. *Spine* 5:87-94, 1980
 12. Franson RC, Saal JS, Saal JA : Human disc phospholipase A₂ is inflammatory. *Spine* 17:129-132, 1992
 13. Frederickson RCA : Adcon-L: A review of its development, mechanism of action, and preclinical data. *Eur Spine J* 5(1):7-9, 1996
 14. Goldberg RA, Dresner SC, Braslow RA : Animal model of porous polyethylene orbital implants. *Ophtal Plast Reconstr Surg* 10:104-109, 1994
 15. Hueftle MG, Modic MT, Ross JS, Masaryk TJ : Lumbar spine: PostoperativeMR imaging with Gd-DTPA. *Radiology* 167:817,824, 1988
 16. Jacobs RR, McClain O, Neff J : Control of postlaminectomy scar formation: An experimental and clinical study. *Spine* 5:223-229, 1980
 17. Keller JT, Dunsker SB, McWhorter JM : The fate of autogenous grafts to the spinal dura. An experimental study. *J Neurosurg* 49:412-418, 1978
 18. Lacey M, Antonyshyn O : Use of porous high density polyethylene implants in temporal contour reconstruction. *J Craniofac Surg* 4:74-78, 1993
 19. Langenskjold A, Valle M : Epidurally placed free fat grafts visualized by CT scanning 15-18 years after discectomy. *Spine* 10:97-98, 1985
 20. Lee CK, Alexander H : Prevention of postlaminectomy scar formation. *Spine* 9:305-312, 1984
 21. MacMillan M, Stauffer ES : The effect of omental pedicle graft transfer on spinal microcirculation and laminectomy membrane formation. *Spine* 16:176-180, 1991
 22. McCarran RF, Wimpee MW, Hudkins PG, Laros GS : The inflammatory effect of nucleus pulposus. *Spine* 12:760-764, 1987
 23. North RB, James CS, Campbell JN : Failed back surgery syndrome:5 year follow-up in 102 patients undergoing repeated operation. *Neurosurg* 28:685-690, 1991
 24. Nussbaum CE, McDonald JV, Baggs Rb : Use of vicryl (polyglactin 910) mesh to limit epidural scar formation after laminectomy. *Neurosurg* 26:649-654, 1990
 25. Pappas CTE, Harrington T, Sonntag VKH : Outcome analysis in 654 surgically treated lumbar disc herniations. *Neurosurg* 30(6):862-866, 1992
 26. Petrie JL, Ross JS : Use of Adcon-L to inhibit postoperative peridural fibrosis and related symptoms following lumbar disc surgery: A preliminary report. *Eur Spine J* 5(1):10-17, 1996
 27. Robertson JT : Role of peridural fibrosis in the failed back: A review. *Eur Spine J* 5(1):2-6, 1996
 28. Robertson JT, Meric AL, Dohan FC, Schweitzer JB : The reduction of postlaminectomy peridural fibrosis in rabbits by a carbohydrate polymer. *J Neurosurg* 79:89-95, 1993
 29. Romans JJ, Lliffl NT, Manson PN : The use of Medpor porous polyethylene implants in 140 patients with facial fractures. *J Craniofac Surg* 4:142-147, 1993
 30. Ross JS, Robertson JT, Frederickson RCA, Petrie JL : Association between peridural scar and recurrent radicular pain after lumbar discectomy.: Magnetic resonance evaluation. *Neurosurg* 38:855-861, 1996
 31. Saal JS, Franson RC, Dobrow R, Saal JA : High levels of inflammatory phospholipase A₂ activity in lumbar disc herniations. *Spine* 15:674-678, 1990
 32. Schwicker D : Cost effectiveness of lumbar disc surgery and of a preventive treatment for peridural fibrosis. *Eur Spine J* 5(1):21-25, 1996
 33. Shanbhag A, Friedman HI, Augustine J, VonRecum Af: Evaluation of porous polyethylene for external ear reconstruction. *Ann Plast Surg* 24:32-39, 1990
 34. Spengler DM, Freeman CW : Patient selection for lumbar discectomy. *Spine* 4:129-134, 1979
 35. Weisz GM : The value of CT in diagnosing postoperative lumbar conditions. *Spine* 11(2):164-166, 1986
 36. Wellisz T : Clinical experience with the Medpor porous polyethylene implant. *Aesth Plast Surg* 17:339-344, 1993
 37. Yong-Hing K, Reilly J, de Korompay V : Prevention of nerve root adhesions after laminectomy. *Spine* 5:59-64, 1980