

Laminektomi Sonrası Epidural Yapışıklığın Önlenmesinde Silikon Mesh Kullanımı

The Use of Silicon Mesh for Prevention of Postlaminectomy Epidural Adhesions

ALPARSLAN ŞENEL, AHMET GÖKYAR, SANCAR BARIŞ, FAHRETTİN ÇELİK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji (AŞ, AG, FÇ) ve Patoloji (SB) Anabilim Dalları, Samsun

Özet: Bu çalışmada laminektomi sonrası epidural yapışıklıkların önlenmesinde silikon *mesh* ve serbest yağ greftlerinin etkinliği karşılaştırıldı. Gruplarda yapılan diseksiyonda lumbosakral fasiya ve paravertebral adele arasında oldukça yoğun ve yapışık fibröz dokunun olduğu, orta derecede yeni kemik dokusu oluşumu gözlemlendi ancak laminalar arası füzyon izlenmedi. Diseksiyon bulguları değerlendirildiğinde silikon *mesh* ile yağ grefti ve kontrol grubu arasında anlamlı fark olduğu gözlenirken ($p < 0.05$), yağ grefti ile kontrol grubu arasında anlamlı fark gözlenmedi ($p > 0.05$). Mikroskopik değerlendirmede gruplarda enfeksiyon bulgusu ve nekroz yoktu. *Dura mater üzerinde fibröz doku kalınlığı, yapışıklık ve yayılım* değerlendirildiğinde silikon *mesh* grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı istatistikî fark ($p < 0.05$) saptanmış olup silikon *mesh* ile yağ grubu ve yağ grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı fark gözlenmedi ($p > 0.05$).

Anahtar Sözcükler: Epidural fibrozis, laminektomi, yapışıklık

Abstract: In this study, we compared the effectiveness of silicon mesh and free fat grafts in preventing dural adhesions after laminectomy. In all groups, dense and adhesive fibrous tissue formed in the lumbosacral fascia and paravertebral muscles, moderate amount of new bone tissue formation was noted, complete interlaminar fusion was absent. When the findings of dissection were evaluated, there were significant differences in the silicon mesh group as compared to free fat graft, and control groups ($p < 0.05$), but there was no significant differences between free fat graft and control groups ($p > 0.05$). In the microscopic evaluation, there were no findings of infection or necrosis in the groups. When the thickness of the adhesion, and extent of fibrous tissue on *dura mater* was assessed, we found that there were significant differences between silicon mesh and control groups ($p < 0.05$), but no significant differences between the silicon mesh and fat grafts group and free fat graft group with control group ($p > 0.05$).

Key Words: Adhesion, epidural fibrosis, laminectomy

GİRİŞ

Epidural fibrozis, ekstradural fibrotik dokuda şekillenerek *dura* ve sinir köklerine, posteriora erektor spina adelerine, anteriora da disk ve vertebra korpusuna yapışmayla ortaya çıkar.

1974'te MacNab ve La Rocca epidural fibrozisin büyük kısmının erektor spina adelerinden kaynaklanan fibroblastların epidural mesafedeki

hematom içine geçerek yoğun skar dokusu oluşturmasıyla geliştiğini bildirmiştir. Fibroblast göçünü uyarıcı faktörler kırmızı kan hücrelerinin parçalanmasıyla salınmaktadır. Buna göre skar dokusunun miktar ve yoğunluğunun azaltılması için cerrahi doku diseksiyonunun az, hemostazın yeterli olması ve bir engel kullanımı gerekli olup engelin tipi halen tartışmalıdır (13,15).

Lomber disk cerrahisi sonrası peridural skar dokusu ve yapışıklık oluşumu ameliyat sonrasında ağrı nedeni olarak görülmektedir. Ayrıca nüks disk cerrahisinde de epidural adezyonun cerrahi zorluğu artırdığı bildirilmiştir (6).

Deneyssel çalışmalarda laminektomi defektlerinde skar dokusu ve yapışıklık oluşumunu önlemede değişik sentetik ve organik malzemeler kullanılmıştır. *Poliglaktik asit zarı, silastik, dokran, metil metaksilot, jelfom, aviten, vikilağı mikropor teyp, kiel kemik grefti ve otolog serbest yağ dokusu* bunlardan bazılarıdır (1,3,4,8,9,12,14,15). Katı malzemelerin epidural skar dokusu oluşumunu azalttığı ve anlamlı etkisi olduğu, ancak bu katı malzemelerin kalıcı yabancı cisim reaksiyonu oluşturarak dirençli enfeksiyon gelişimine yol açtığı bildirilmiştir (8,14). Deneyssel çalışmalarda otojen yağ greftlerinin epidural skar ve dural yapışıklıkları azalttığı ancak hacimlerinin % 50'sini kaybettiği nekroz, kist, migrasyon ve doğrudan kauda basısı oluşturduğu bildirilmiştir (4,10).

Silikon bir *dimethylpolysiloxane* polimeridir. Son zamanlarda silikon elastomer kılıflar yapışıklığın önlenmesinde özellikle plastik cerrahi alanında biyoreaktivitesinin sınırlı olması nedeniyle yaygın kullanım alanı bulmuştur (7).

Nispeten katı bir materyal olan silikon *mesh* ile otolog serbest yağ greftinin epidural skar ve yapışıklık üzerine etkisi tavşan üzerinde çalışılarak silikon *mesh*'in epidural skar oluşumunun önlenmesinde mekanik engel olarak otojen serbest yağ grefti ve kontrol grubu ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metod:

Bu çalışmada oniki adet Yeni Zelanda tipi beyaz erkek tavşan kullanıldı. Ameliyat öncesi ağırlıkları 3-4 kg. arasında değişen erişkin deney hayvanları numaralandırılarak 35 mg/kg i.m. Ketamin HCl ile sedatize edilip eter ile uyutuldu. Ameliyat öncesi intramüsküler penisilin (30.000 Ü/kg.) uygulandı. Denekler yüzüstü durumda hafif lomber fleksiyon verilerek ameliyat masasına alındı. Torakalden sakruma kadar yaklaşık 15 cm'lik alanın traştan sonra % 10 Povidon-iyod solusyonu ile cilt temizliği sağlandı, saha steril kompreslerle örtüldü. Deneklerde altı adet lomber vertebra bulunmaktadır ve *crista iliaca anterior superior'* dan geçen transvers hat yaklaşık L₄ lamina seviyesinden geçer. Lomber

bölgede yaklaşık 12 cm'lik orta hat kesisiyle cilt, cilt altı geçildi. Yüzeysel kanamalar ünipolar koterle kontrol edildi. Fasya iki taraflı açılarak paravertebral adaleler subperiostal olarak sıyrıldı. Sırasıyla L₆, L₄, L₂ vertebralara tam laminektomi uygulandı. Aralarda kalan vertebra laminaları sağlam bırakıldı. Yaklaşık 5X10 mm ebatlarında üç adet laminektomi sahası oluşturuldu. Epidural yağ dokusu kaldırıldı. Laminektomi yapılan sahalardan birincisi (L₂) kontrol mesafesi olup boş bırakıldı. İkinci (L₄) mesafeye yaklaşık 7X10 mm ebadında 0.3 mm kalınlığında silikon *mesh* laminektomi defekt kenarından içeride omuriliği saracak şekilde arka ve yan yüzeyleri kapatıldı. Üçüncü mesafeye (L₆) cilt altından alınan serbest yağ grefti konarak tüm mesafelerde kanama kontrolü yapılarak paravertebral adale, fasya ve cilt altı 4-0 *vikril* cilt 3-0 ipekle kapatıldı. Ameliyat sonrasında rutin olarak her deneğe analjezi amacıyla 2 mg/kg meperidin ve yaklaşık 24 saat sonra da 30.000 Ü/kg penisilin i.m. tek doz verildi. Ameliyat sonrasında genel durum, nörolojik bulgular, hayvanın hareketliliği ve enfeksiyon bulguları kaydedildi.

Denekler 8 hafta normal diyetle beslendi. Üç denekte ameliyat sonrası parapleji gelişti, bunlar erken dönemde enfeksiyon ve diğer nedenlerle öldü. Deneye dokuz tavşanla devam edildi. Yaklaşık 8 hafta sonra denekler Ketamin HCl ile sedatize edilip eter anestezisi ile uyutuldu. Torakotomiyi takiben sol ventriküle önce heparin, ardından serum fizyolojik verildi. Sağ atrium açılarak kan boşaltılırken sol ventriküle doku tespiti için %10' luk formalin eriyiği infüzyonu yapıldı. Denekler feda edildikten sonra laminektomi sahasındaki eski kesileri açılarak L1 - S1 arası vertebral paravertebral adaleler ile birlikte blok halinde çıkarılarak %10' luk formalin eriyiğine kondu. Doku tespitini takiben spesmenler 5 hafta süreyle %5' lik formik asit solüsyonunda dekalsifiye edildi. Mikroskopik inceleme için preparat hazırlanmasını takiben Hemotoksilen-Eozin (HE) ile boyandı. Preparatlar Tablo I ve Tablo II deki puanlama sistemlerine göre değerlendirildi.

Tablo I: Epidural Fibrozis Gros Puanlama Tablosu (Robertson Puanlaması) (16)

Puan	Açıklama
0	Yapışıklık yok, anatomik yapı bozulmamış
1	Minimal yapışıklık, çok ince skar tabakası
2	Orta derecede skar dokusu ve yapışıklık
3	Yoğun ve duraya çok sıkı yapışık

Tablo II: Epidural Skar Dokusunun Duraya Yapışıklıklarının Mikroskopik Olarak Puanlanması

Puan	Açıklama
1	Dura serbest, kanal intakt
2	Durada kısmi yapışıklıklar, kanal intakt
3	Durada tam yapışıklık, spinal bası yok
4	Durada tam yapışıklık, spinal bası var

SONUÇLAR

Denekler feda edilmeden önce hepsi sağlıklıydı, biri hariç diğerlerinde nörolojik bulgu yoktu. Bu denek hafif paraparetikti. Ortalama ağırlıklarında belirgin bir değişiklik yoktu. Kesi alanlarında enfeksiyon bulgusuna rastlanmadı ve hepsi yaklaşık bir hafta içerisinde iyileşti.

Dokuz deneğin 8 hafta sonra diseksiyon ve mikroskopik bulguları değerlendirildi.

Diseksiyon Bulguları:

Cerrahi mikroskop (Zeiss 100-127 V) altında diseksiyon yapılarak laminektomi sahasında dura ve sinir kökleri görüldü. Epidural skar dokusunun değerlendirilmesi için Robertson puanlaması kullanıldı (Tablo I).

Dokuz denekte 8 hafta sonra yapılan mikrodiseksiyonla cilt, cilt altı ve lumbosakral fasya incelendiğinde dokuların oldukça kalın ve yapışkan bir skar dokusu ile kaplandığı, enfeksiyon bulgularının olmadığı, ciltaltı ve fasyadaki vikril dikişlerin tamamen emildiği gözlemlendi.

Boş bırakılan kontrol mesafelerinin hepsinde paravertebral adaleler arası ve laminektomi sahasında oldukça yoğun ve yapışık skar dokusu gözlemlendi. Sekiz denekte oldukça yoğun ve duraya yapışık (3 puan), 1 tanesinde minimal yapışık ve ince skar dokusu görüldü. Dura üzenle olmalı üzerine belirgin bası gözlenmedi. Yedi, 8, 9 numaralı deneklerde orta derecede yeni kemik oluşumu, 2 ve 4 numaralı deneklerde minimal kemik oluşumu gözlemlendi.

Yağ konulan mesafelerde intervertebral kas dokusu arası oldukça yoğun fibröz doku ile dolmuştu. Altı denekte oldukça kalın ve duraya yapışık (3 puan), 2 'sinde orta derecede (2 puan), 1 tanesinde ince skar dokusu ve minimal yapışıklık (1

Tablo III: Laminektomi Sahalarının Gros Değerlendirme Sonuçları

Denek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ortalama+Standart hata
Silikon	1	1	3	1	1	1	1	2	3	1.56 ± 0.29
Yağ	2	1	3	3	2	3	3	3	3	2.56 ± 0.24
Kontrol	3	3	3	1	3	3	3	3	3	2.78 ± 0.22

puan) gözlemlendi. Dört numaralı denekte omuriliğe bası olduğu görüldü. Dört denekte orta derecede yeni kemik oluşumu (4,7,8,9) vardı, laminalar arası tam füzyon gözlenmedi.

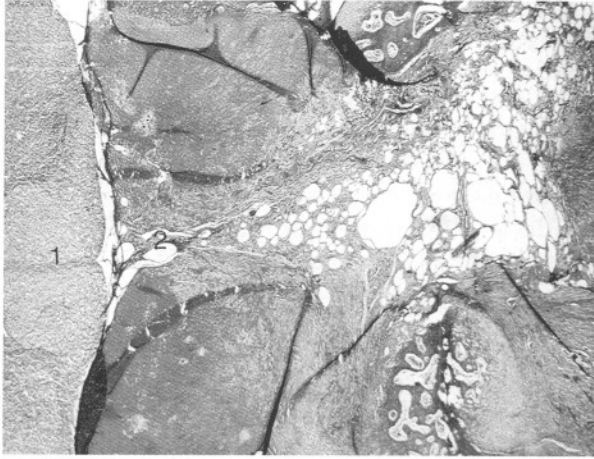
Silikon mesh konulan mesafelerde ise yine paravertebral adaleler arasında oldukça yoğun ve yapışık skar dokusu olduğu, enfeksiyon olmadığı, omuriliğe bası olmadığı görüldü. İki denekte orta derecede yeni kemik oluşumu (8,9) vardı laminalar arası tam füzyon gözlenmedi. İki denekte oldukça kalın ve yoğun (3 puan), bir denekte orta (2 puan), altı denekte ise ince (1 puan) skar dokusu oluşumu olup silikon mesh ve dura yüzeyinde belirgin bir yapışıklık olmadığı görüldü. Silikon mesh' in diseksiyonu sırasında duradan kolayca ayrılabilirdiği, silikon mesh üzerinde hiç yapışıklık olmadığı saptandı. Anatomik değerlendirme puanları Tablo III'te gösterilmiştir.

Mikroskopik Bulgular:

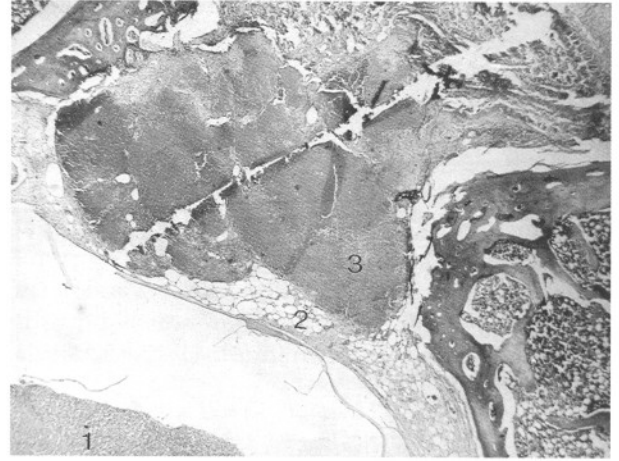
Kontrol için boş bırakılan laminektomi bölgesinde fibröz dokunun doldurduğu alanda ara ara lenfositler de görüldü. Enfeksiyon ve nekroz bulgusu yoktu. Fibröz dokunun duraya oldukça (8 olguda tam, 1 olguda kısmen) yoğun bir şekilde yapıştığı ve fibröz doku içinde ikisinde minimal olmak üzere beş mesafede yeni kemik oluşumu olduğu görüldü. Duraya bası gözlenmedi (Şekil 1).

Laminektomi alanının otojen serbest yağ grefti ile örtüldüğü grupta ise yağın kalınlık olarak azalmasına rağmen iki denekte dura serbestti; üç denekte kısmen, üç denekte tam yapışıklık ve bir denekte de tam yapışıklıkla birlikte duraya bası vardı. Enfeksiyon ve nekroz gözlenmedi. Dört denekte yeni kemik oluşumu ile konulan yağ hacminde azalma olduğu görüldü (Şekil 2).

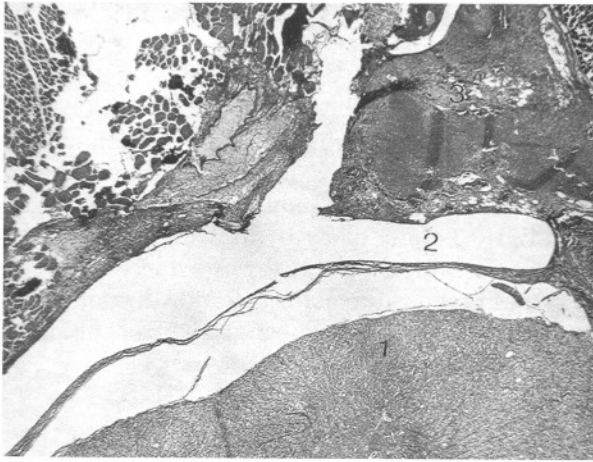
Silikon mesh ile kapatılan mesafelerde fibröz dokunun laminektomi mesafesini doldurduğu ancak silikon üzerinde yapışıklık olmadığı, bir denekte kısmen ince bir fibröz dokunun geliştiği, bir denekte durada tam yapışıklık olduğu ve iki denekte ise tam



Şekil 1: İyileşmeye bırakılan kontrol laminektomi sahası. Postoperatif 8. hafta spinal kanala ilerleyen granülasyon dokusu izlenmekte, X25 HE (1: M. Spinalis. 2: Granülasyon Dokusu).



Şekil 3: Silikon mesh ile kapatılan laminektomi sahası. Postoperatif 8. hafta, X25 HE (1: M. Spinalis 2: Silikon mesh'e ait boşluk 3: Granülasyon Dokusu).



Şekil 2: Otojen yağ grefti dokusu ile kapatılan laminektomi sahası. Postoperatif 8. hafta, X25 HE (1: M. Spinalis 2: Yağ Dokusu 3: Granülasyon Dokusu).

yapışıklıkla birlikte yeni kemik oluşumu olduğu görüldü. Duraya bası bulgusu gözlenmedi. Enfeksiyon, nekroz ve yabancı cisim reaksiyonu olmadığı gözlemlendi (Şekil 3). Mikroskopik değerlendirme puanları Tablo IV'te gösterilmiştir.

Tablo IV: Laminektomi Sahalarının Mikroskopik Değerlendirme Sonuçları

Denek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ort +Standart hata
Silikon	1	1	3	1	1	3	1	2	3	1.78 ± 0.32
Yağ	2	1	3	4	1	3	3	2	2	2.33 ± 0.33
Kontrol	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2.89 ± 0.11

SONUÇLAR

Anatomik inceleme sonuçları Kruskal Wallis varyans analizi ve Mann-Whitney U testi ile değerlendirildi. Laminektomi sahasının puanlaması değerlendirildiğinde silikon mesh grubu ile yağ grubu arasında belirgin fark olduğu ($p < 0.05$), yine silikon mesh grubu ile kontrol grubu arasında fark olduğu ($p < 0.05$), ancak yağ konulan mesafelerle kontrol mesafeleri arasında anlamlı fark olmadığı gözlemlendi ($p > 0.05$).

Mikroskopik sonuçlar Mann-Whitney U testi ile karşılaştırıldığında silikon mesh grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı fark gözlemlenmiş olup ($p < 0.05$), diğer silikon mesh grubu ile yağ grubu ve yine yağ grubu ile kontrol grubu arasındaki fark anlamlı değildi ($p > 0.05$).

TARTIŞMA

Bu çalışmada tavşanlarda laminektomi sonrası ortaya çıkan epidural fibrozisin değişik gruplarda skar oluşumu ve duraya olan yapışıklığı, anatomik mikrodiseksiyon ve mikroskopik bulguları literatür eşliğinde değerlendirildi.

Epidural fibrozis modellerinde daha çok tavşan ve köpek kullanılmış olup tavşanlar küçüklüğü, anesteziye kısmen dayanıksızlığı, konus medullarisin L5 segmentine kadar uzanması ve epidural mesafenin darlığı nedeniyle küçük travmalara bağlı

omurilik hasarının daha fazla görülmesi nedeniyle ikinci sırada tercih edilir.

Boot ve Hughes, peridural fibrozisi tavşanlarda incelemişler ve yaklaşık 4 hafta içerisinde laminektomi defektinin kapanmaya başladığını 12 haftada ise skar dokusunun tam olarak eridiğini bildirmişlerdir (3). Diğer bir çok rapor ameliyat sonrası 9 haftada önemli derecede kemik oluşumu ile yaklaşık 8 haftadan daha kısa sürede skar dokusu geliştiğini ve bu modelin uygunluğunu bildirmiştir (2,11,13). Biz de çalışmamızı 8 haftada sonuçlandırdık.

Serbest yağ greftleri bir çok deneysel çalışmada değerlendirilmiş, skar formasyonunu engellemediği ancak dura ile çevre doku arasında çok iyi bir anatomik alan oluşturarak yapışıklığı azalttığı gösterilmiştir. Yine bu çalışmalarda ameliyat sonrası uzun dönemde mesafeye bırakılan yağ greftinin %50 oranında hacim kaybı ile birlikte kist oluşabileceği ve semptomatik sinir kökü basısı gelişebileceği bildirilmiştir (5).

Barbera ve ark., 1978 yılında oksisel, silastik ve dakron gibi emilebilen malzemelerle beraber metil metakrilat ve kiel kemik grefti gibi malzemeler kullanmışlar, emilemeyen malzeme kullanımında yabancı cisim dev hücrelerinin ve reaktif granülasyon dokusunun geliştiğini ancak duraya kadar yayılım olmadığını bildirmişlerdir (1).

Kuivila ve ark., 1988'de köpeklerde laminektomi sahasında heparinli aviten, heparinli sörcisel ve kollajen jel kullanmışlar ve heparinle kontrol grubu arasında fark olmadığını gözlemişlerdir (11).

Robertson ve ark., 1993'te tavşanlarda karbonhidrat polimeri GT 1587 kullanarak epidural fibrozis gelişiminin azaldığını ve GT 1587'nin negatif yüklü olup fibroblastların cerrahi sahaya migrasyonunu önlediğini iddia etmişlerdir (16).

Bilgilerimize göre yaptığımız bu çalışmada epidural fibrozisi önlemek için silikon *mesh*'i ilk olarak biz kullandık. Silikon bir *dimethylpolysiloxane* polimeridir. Sıvı, jel ve katı formları bulunmaktadır. Silikon polimerleri içerisinde biyolojik bozunumu önleyen güçlü silikon-oksijen bağları vardır. Katı formu daha az toksiktir. Silikon, biyolojik etkinliğinin sınırlı olmasından dolayı yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Son zamanlarda silikon elastomer kılıflar skar tedavisi

için kullanılmaktadır ve *polytetrafluoroethylene* ile birleştirilmesiyle güçlü ve dayanıklı formları üretilmektedir. Silikonun değişik fiziksel formları farklı doku reaksiyonları oluşturmaktadır. Elastomer kabukla baş dokusu arasında oluşturduğu sınırda daha az harabiyetin olması nedeniyle kapsül oluşumunda belirgin azalma görülmektedir. Bu da özellikle klinik seviyede kapsüller kontraktür oluşumunda azalma ile sonuçlanmaktadır (7).

SONUÇ

Serbest yağ greftlerinin fiziksel engel olarak kullanılması mantığından hareketle ameliyat sonrası dönemde kan ve seröz sıvı birikimini önleyici olarak silikon *mesh* kullanarak dura üzerinde yabancı cisim reaksiyonunun olmadığı, yapışıklık oluşumunda yağ greftleri ile arasında mikroskopik olarak istatistiki anlamlı bir fark olmasa da en az yağ greftleri kadar etkin olduğu gözlemlendi. Yağ greftlerine ait bildirilen komplikasyonların her iki grupta da olmadığı sonucuna varıldı.

Plastik cerrahide oldukça yoğun olarak kullanılan silikon *mesh*'in bu amaçla kullanımı için deneyi gerçekleştirme aşamasında en büyük sorun kalınlık (0,3 mm) problemidir. Silikon *mesh*' in kalınlığı 0,1 mm olsaydı duranın arka ve yan yüzeylerini saracak şekilde yerleştirmek daha kolay ve komplikasyonsuz olabilirdi. Bunun dışında klinik uygulama konusunda herhangi bir problemle karşılaşılmayacağı düşüncesindeyiz.

Yazışma Adresi: Alparslan Şenel
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Tıp Fakültesi Nöroşirürji AD
55139 Samsun

KAYNAKLAR

1. Barbera J, Gonzales J, Esguero J, Broseta J, Barcia-Salero JL: Prophylaxis of the laminectomy membrane. An experimental study in dogs. J Neurosurg 49: 419-424, 1978
2. Benoist M, Ficat C, Baraf P, Chauoix J: Postoperative lumbar epiduro-arachnoiditis. Diagnostic and therapeutic aspects. Spine 5: 432-436, 1980
3. Boot DA, Hughes SPF: The prevention of adhesions after lumbar laminectomy. Adverse results of xenoderm implantations into laminectomy sites in rabbits. Clin Orthop 215: 296-302, 1987
4. Bryant MS, Bremer AM, Nguyen TQ: Autogenic fat transplants in the epidural space in routine lumbar spine surgery. Neurosurgery 13: 367-370, 1983
5. Burton CV: Avoiding failed back surgery syndrome,

- Cauthen JC (ed), Lumbar Spine Surgery: Indications, Techniques, Failures and Alternatives, ikinci baskı, Baltimore: Williams & Wilkins, 1988: 331-341 içinde
6. Chaucoix J, Ficat C, Girard B: Repeat surgery after disc excision. Spine 3: 256-259, 1978
 7. George JP, Munish BK, Mc Grath MH: Biomaterials in Plastic Surgery. Georgiade GS, Riefkohl R, Levin LS (ed), Georgiade Plastic, Maxillofacial and Reconstructive Surgery, üçüncü baskı, Baltimore: Williams and Wilkins, 1997: 75-86 içinde
 8. Gill GG, Sakovich L, Thompson E: Pedicle fat grafts for the prevention of scar formation after laminectomy. An experimental study in dogs. Spine 4: 176-186, 1979
 9. Jacobs RR, McClain O, Neff J: Control of post laminectomy scar formation. An experimental and clinical study. Spine 5: 223-229, 1980
 10. Kiviluoto O: Use of free fat transplants to prevent epidural scar formation. An experimental study. Acta Orthop Scand Suppl 164: 3-75, 1988
 11. Kuivala TE, Berry JL, Bell GR, Steffe AD: Heparinized materials for control of the formation of the laminectomy membrane in experimental laminectomies in dogs. Clin Orthop 236: 166-174, 1988
 12. Langenskiöld A, Kiviluoto O: Prevention of epidural scar formation after operation on the lumbar spine by means of free fat transplants. Clin Orthop 115: 92-95, 1976
 13. La Rocca H, Macnab I: The laminectomy membrane: Studies in its evolution, characteristics, effects and prophylaxis in dogs. J Bone Joint Surg 56 B: 545-550, 1974
 14. Le CK, Alexander H: Prevention of post laminectomy scar formation. Spine 9: 305-312, 1984
 15. Madden JW, Arem AJ: Wound healing, Sabiston DC (ed), Textbook of Surgery, ondördüncü baskı, Philadelphia: WB Saunders, 1991: 164-175 içinde
 16. Robertson JT, Meric AL, Dohan FC, Schweitzer JB, Wujek JR, Ahmad S: The reduction of postlaminectomy peridural fibrosis in rabbits by a carbohydrate polymer. J Neurosurg 79: 89-95, 1993