

Peridural Fibrozis Histopatogeneğine Yönelik Paravertebral Kas Fıtıklaşması Modeli

Paravertebral Muscle Herniation: A Model For The Histopathogenesis Of Peridural Fibrosis

BİLGEHAN BİLGE, SERHAT ERBAYRAKTAR, ALP KILIÇALP, ARIF ÖSÜN, ÜMİT ACAR

Özel Yücelen Hastanesi, Bodrum, Muğla (BB), Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı (SE, AÖ, ÜK, ÜA), Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı (AK), İzmir

Geliş Tarihi: 5.5.1998 ⇔ Kabul Tarihi: 3.8.1999

Özet: Bu çalışmamızda, lomber spinal cerrahi izleyen dönemde cerrahi sırasında oluşturulan lamina defektleri arasına paravertebral adalelerin bir bölümünün negatif basınç nedeniyle yer değiştirip bir sıkışma ile karşı karşıya kaldıklarında ne gibi histolojik değişiklikler gösterebileceğini araştırmaya çalıştık. Bu amaçla 15 kobay kullanıldı. Bunların tümünde sol paravertebral adalelere sadece 20'şer dakikalık ekartasyon uygulanarak kontrol grubu oluşturuldu. Sağ paravertebral adalelerin bir bölümü ise ikinci grubu oluşturan 8 denekte fıtık boynu oluşturacak ligatüre edilirken, üçüncü grubu oluşturan 7 denekte açılan bir lamina defekti arasından epidural mesafeye küçük bir pediküllü flep şeklinde yerleştirildiler. Yapılan histopatolojik değerlendirmeler sonucunda üçüncü grup kasların biopsilerinde beslenmesi tamamen ortadan kaldırılan ikinci grup kaslarınkine benzer şekilde 1. günde yerel iskemi, 7. günde koagülasyon nekrozu ve 6. haftanın sonunda da fibrotik bir iyileşme bulguları gözlemlendi. Bu bulgular paravertebral adalelerin bir bölümünün cerrahi sırasında oluşturulan lamina defektleri arasına sıkıştıklarında yerel bir iskemi ile nekroza uğrayabileceklerini ve bunu takip eden dönemde de vertebral kanal içindeki nöral elemanlara çok yakın bir konumda fibrozis ile iyileşebileceklerini göstermektedir. Böylelikle, sınırlı genişlikte lamina defekti olan olgularda peridural fibroze daha sık rastlanılmasını, bu dar kemik açıklık içine paravertebral adalelerin bir bölümünün fıtıklaşarak kolaylıkla sıkışıp fibrotik bir değişikliğe uğraması ile açıklayabilmekteyiz. Peridural fibrozisteki histolojik görünüme miyofibroblastların hakim olması bu tip bir mekanizmanın da varolabileceğini desteklemektedir.

Abstract: In this study, we tried to investigate the histological changes that occur in the paravertebral muscles, when a portion of it is under compression in the event of herniation through the lamina defect during the postoperative period. For this task, we used 15 rats. In all, a retraction lasting 20 minutes was applied onto the left paravertebral muscles as the control group (Group I). While a herniation neck was formed with the ligature of a portion of the right paravertebral muscles in 8 rats (Group II), a pedicled muscle flap was transposed into a laminotomy defect in the other 7 rats (Group III). The histological examination of the muscle biopsies of the third group revealed similar findings with the second group. They exhibited local ischaemiae in the first day, coagulation necrosis in the seventh day, and fibrous healing at the end of the sixth week. These findings suggest that the paravertebral muscles may demonstrate the features of a local ischaemiae with subsequent necrosis, and a fibrotic healing which is very close to the neural structures, when a portion of it is compressed within a surgically created lamina defect. So, we may explain the high incidence of peridural fibrosis after narrow laminotomy procedures with the fibrosis of the herniated and compressed part of paravertebral muscles. The fact that the myofibroblasts dominate the histologic appearance in peridural fibrosis, may support the validity of this mechanism.

Anahtar Kelimeler: Adezyon, disektomi, peridural fibrozis, skar oluşumu,

Key Words: Adhesion, disectomy, peridural fibrosis, scarring.

GİRİŞ

Başarısız bel cerrahisi sendromu ile % 8-25 oranında karşılaşılmaktadır(15,16,18). Bu tabloya yol açan önemli nedenlerden biri bel bölgesi cerrahilerinden sonra % 3-5 oranında izlenebilen peridural fibrozistir(14,15,16,18,22,28). Peridural fibrozis gelişimine önceleri operasyon sahasına dökülen talk ve pamuk lifleri gibi yabancı cisimler sorumlu tutulmuşsa da daha sonraları gelişen histopatolojik değişikliklerin yabancı cisim reaksiyonu şeklinde olmaması(28) nedeniyle erken postoperatif dönemde epidural mesafede biriken kanın fibroblastik aktiviteyi uyardığına inanıldı(13). Ancak 1974'te La Rocco ve McNab'ın fibrotik doku içindeki bu fibroblastlarda kontraksiyon bantlarını göstermelerinden(40) sonra bunların kas kökenli miyofibroblastlar oldukları anlaşıldı(85). Bu nedenle de son yıllarda kas zedelenmesinin en az olduğu birçok perkütan diskektomi(2,20,21) ve mikrodiskektomi(31) teknikleri yanında lamina açıklığını kapatmak üzere çeşitli cerrahi yöntem ve materyal geliştirildi. Görüntüleme tekniklerinin gelişmesi ile fibrozis gelişen olgularda postoperatif erken dönemde peridural mesafede paravertebral adaleler ile kesintisiz olarak devam eden, ancak adaleye oranla bilgisayarlı tomografide hipodens(9,29) ve yine manyetik rezonans görüntülemeye hipointens(6,26) bir dokunun bulunduğu bildirilmeye başlandı. Biz de buradan yola çıkarak etyopatogeneze yönelik olan bu deneysel çalışmamızı planladık. Bu çalışmada, operasyon sırasında zorunlu olarak oluşturulan lamina defektlerinin negatif basınç nedeniyle epidural mesafeye fıtıklaşacak adale dokusunu sıkıştırarak iskemik nekroza ve sonuçta da fibroze yol açabileceği şeklindeki hipotezimizi doğrulamaya çalıştık.

GEREÇLER VE YÖNTEM

Bu çalışmada aynı cins ve benzer yapı özellikleri gösteren 320±20 gr ağırlığında ve % 79 homojeniteye sahip 15 kobay (guinea pig) kullanıldı. İntraperitoneal enjeksiyon ile 8 mg/100 gr dozunda ketalar (di 2(0-chlorophenil)-2-(methyramino) cycloheksan hydrochloride) ile genel anestezi sağlandı. Denekler prone pozisyonda dorsolomber bölgesi traşlandıktan sonra povidin iodine ile antisepsi sağlandı. Vertikal orta hat cilt ve ciltaltı insizyonunu takiben mikroşirürjikal olarak dorsolomber fasya spinöz çıkıntıların hemen yanından kesilerek açıldı. Paravertebral adaleler her iki tarafta künt diseksiyon ile laminalardan

sıyrıldıktan sonra 3 farklı cerrahi işlem gerçekleştirildi. Tüm deneklerde sol paravertebral adalelere sadece 20'er dakikalık bir ekartasyon uygulandı (Grup I). Deneklerin sağ tarafında ise paravertebral adalelerin bir bölümü 8 denekte ikiye adet monofilament polypropylen (prolen) sütür materyali ile fıtık boynu oluşturacak şekilde ligatüre edilirken (Grup II) diğer 7 denekte 15 no'lu bistüri ile lomber vertebraya açılan 3 mm genişliğindeki bir lamina defekti arasından küçük bir pediküllü flep şeklinde epidural mesafeye mobilize edilerek kas fıtıklaşması modelini oluşturacak şekilde yerleştirildi. Cerrahi işlem sırasında elektokoter ya da hemostatik materyal kullanılmadı. Fasya 4.0 vicryl ve ciltaltı ile cilt 5.0 vicryl ile kapatılarak işlemler sonlandırıldı. Opere edilen kobaylar işlem sonrası ikiye gruplar halinde doğal yaşam şartlarına uygun çevreyi sağlayan kafeslerde gözlem altına alındı.

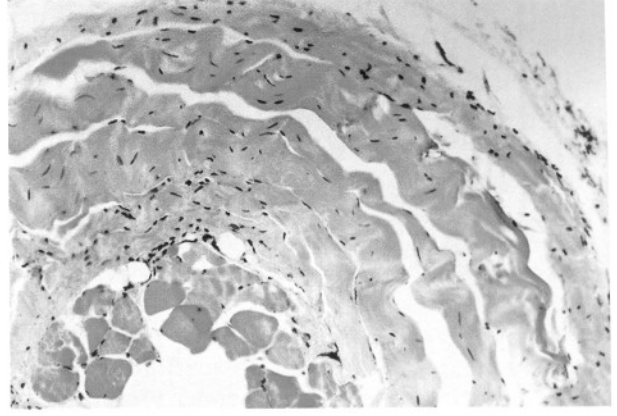
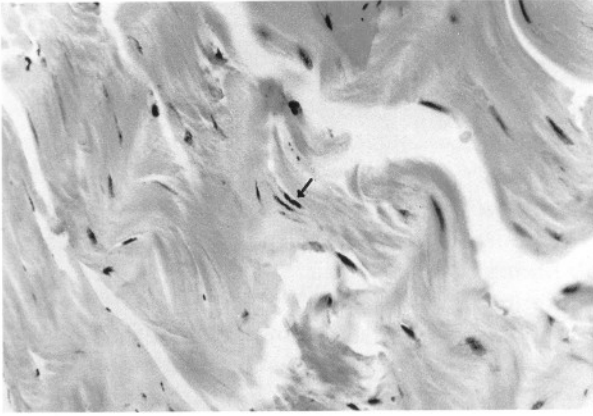
Daha sonra denekler 5'erli gruplar halinde işlemin 1. günü, 7. günü ve 6. haftanın sonunda ilk müdahalelerindeki anestezi protokolü izlenerek reopere edildiler. Kontrol grubu olarak seçilen 1. grupta ekartasyon uygulanan adalelerden alınan biopsi alınırken, 2. grupta fıtık boynunu oluşturan sütür materyalleri bulunarak arasında kalan adale dokusundan biopsi alındı. 3. grupta ise lamina defekti içine yerleştirilen kas dokusu diseke edilerek epidural yüzüne yakın kısımlarından biopsi alındı. Alınan biopsiler Hematoksilen ve Eosin ile boyanarak ışık mikroskopisinde incelendiler.

SONUÇLAR

Birinci gün alınan biopsilerde;

Sadece ekartasyon uygulanan birinci grup adalelerde bazı bölgelerde miyozitlerde düzensizlik, ılımlı hiperkromazi, az sayıda nükleer pleomorfizm ve yine sınırlı sayıda kros-striasyon kaybı gözlemlendi. Fıtık boynu oluşturulan ikinci grup adalelerde ise miyozitlerdeki düzensizlik belirgin olup dalgalı bir görünüm mevcuttu. Ayrıca nükleer hiperkromazi, kondanzasyon ve kromatoliz ile sarkoplazmik şişme ve dejenerasyon yanısıra miyozitlerin tümünde kros-striasyon kaybı ile beraber giden fibriller değişiklikler izlenmekteydi (Şekil 1A). Benzer değişiklikler epidural mesafeye pediküllü flep şeklinde yerleştirilen üçüncü grup kas dokularında izlendiyse de ikinci grup kas dokularında bulgular daha yaygın ve belirgindi (Şekil 1B).

Yedinci gün sonunda alınan biopsilerde;



Şekil I: a) Mutlak iskemiyeye maruz kalan ikinci gruptaki kasların 1. günkü biopsilerinde miyozitlerde düzensizlik, dalgalı görünüm ve kros-striasyon kaybı yanı sıra nükleer hiperkromazi, kondanzasyon ve kromatoliz (ok) tespit edildi. (H&E X20), b) Üçüncü gruptaki lamina defekti arasında sıkışan adalelerin biopsilerinde de iskemiyi destekleyen benzer ancak daha hafif bulgular izlendi. (H&E X10)

Yalnızca ekartasyon uygulanan kontrol grubundaki iskelet kaslarında belirgin değişiklikler saptanmazken diğer iki farklı işleme maruz kalan adalelerde benzer histopatolojik özellikler gözlemlendi. Doku içi kanama odakları yanı sıra miyozitlerin birçoğunda koagülasyon nekrozunu destekleyen fibriler dejenerasyon izlendi. Ayrıca fibroblastik aktivitenin arttığı ve fibroblastlardaki işi görünümünün kaybolarak makrofajlara benzer bir görünüm aldığı saptandı (Şekil 2A ve B).

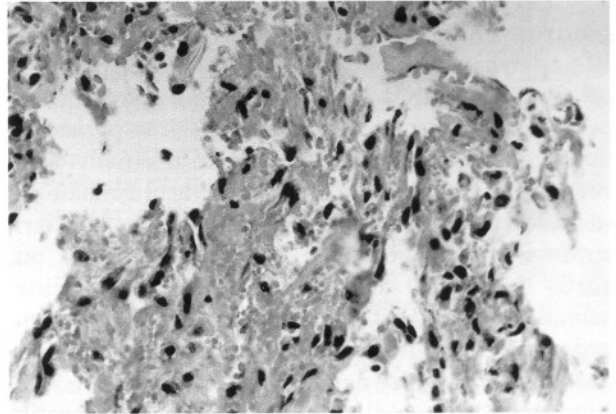
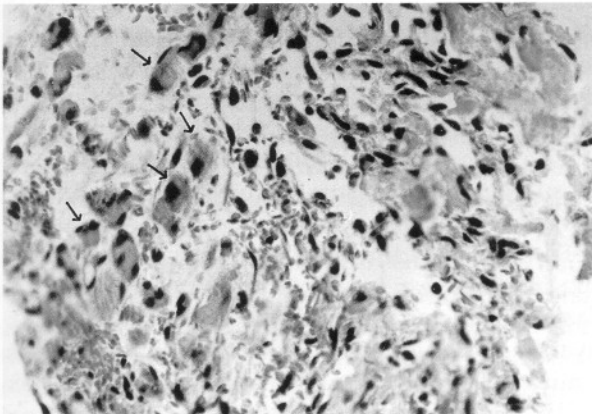
Altıncı hafta sonunda alınan biopsilerde;

Kontrol grubunda bant şeklinde seyrek fibrotik alanlar ve kas morfolojisinde hafif değişiklikler izlendi (Şekil 3A). Fitik boynu oluşturulan adalelerde

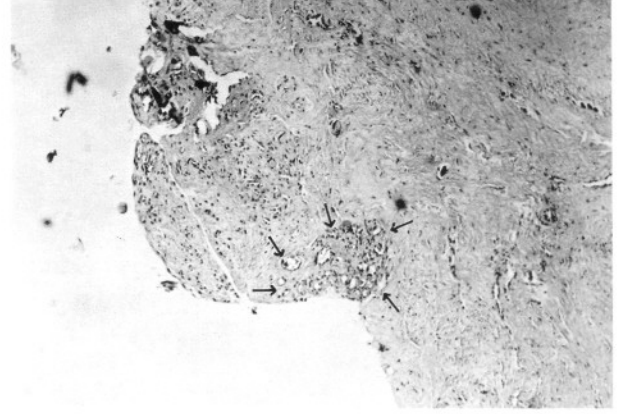
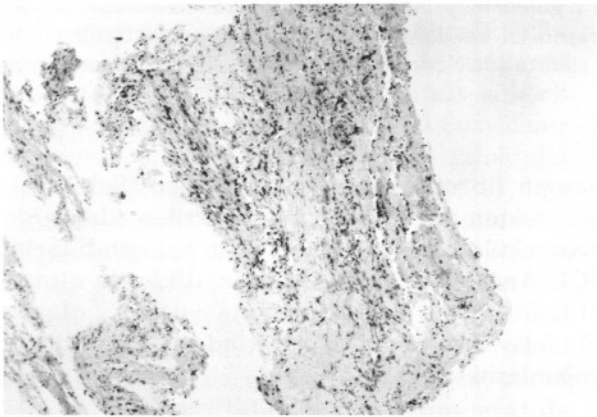
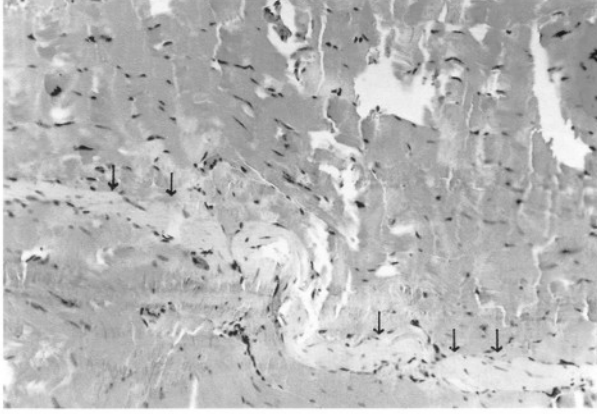
yaygın fibrotik cevap mevcut iken (Şekil 3B), laminektomi defekti içine yerleştirilen adalelerde neovaskülarizasyon alanları daha belirgindi (Şekil 3C). Ancak her iki grupta özellikle de alınan biopsilerin dış kısımlarına yakın olarak fibroblastların fibrotik doku içinde adalar şeklinde yoğunlaştıkları gözlemlendi.

SONUÇ

Ligatüre edilerek iskemiyeye bırakılan 2. grup kaslardaki histopatolojik değişiklikler, lamina defekti arasından epidural mesafeye pediküllü flep şeklinde yerleştirilen 3. grup kaslardakiler ile benzer özellikler göstermiştir. Her iki grupta iskemik koagülasyon nekrozu tipinde nekroz gelişmesi epidural mesafeye



Şekil II: a) İkinci grup ve b) üçüncü grup adalelerin 7. gün alınan biopsilerinde de doku içi kanama odakları yanı sıra miyozitlerin birçoğunda koagülasyon nekrozunu destekleyen fibriler dejenerasyon izlendi. Bunlara ek olarak fibroblastik aktivite artışı ve kimi miyozitlerde makrofajlara benzer bir görünüm (oklar) geliştiği saptandı. (H&E X20)



Şekil III: a) Sadece ekartasyon uygulanan kontrol grubu kaslarda 6. hafta sonunda alınan biopsilerde kas morfolojisinde belirgin bir değişiklik gözlenmezken nadir bant tarzı fibrotik alanların (oklar) geliştiği gözlemlendi. (H&E X10) b) Fıtık boynu oluşturularak mutlak iskemi oluşturulan kasların biopsilerinde ise yaygın fibrotik doku yanıtı izlendi. (H&E X10) c) Üçüncü grup kaslarda ise yoğun fibrotik doku yanında neovaskülarizasyon alanları (oklar) da görüldü. (H&E X10)

yerleştirilen kas dokusunun da belli bir oranda iskemiye uğradığını göstermiştir. Sonuçta iskemik nekrozun gelişmediği kontrol grubunun aksine hücre ölümü ile nekrozun geliştiği diğer iki grupta fibroblastik aktivitenin uyarıldığı saptandı.

TARTIŞMA

Peridural fibrozis başarısız bel cerrahisi sendromunda reoperasyonların ortalama % 20'sinden sorumlu bir patolojidir(11,15,16,18,24,30). Günümüzde kabul gören en önemli görüşe göre peridural fibrozis paravertebral adaleler ve periostun fibröz tabakasında gelişen postoperatif kanamaların yoğun bir fibröz dokuya dönüşmesiyle oluşmakta ve sonrada vertebral kanal içinde dura ve sinir kökleri etrafına yayılım göstermektedir(11,13). Ancak bu görüş iki önemli noktayı cevaplamada yetersiz kalmaktadır. Bunlardan biri gelişen fibrotik dokunun neden hep epidural bölge ve kanal içine yayılım gösterdiği, diğeri ise neden olguların sadece % 3 ile 5'inde meydana geldiğidir. Bu noktada aşırı fibrotik reaksiyonun ancak bazı koşullar gerçekleştiğinde kanal içinde ve epidural mesafede lokal olarak başlamasına yol açabilecek bir model açıklanmaya çalışılmalıdır.

Kliniğimizde 1000 olguyu içeren geriye dönük bir değerlendirmede lamina defektinin büyüklüğü ile peridural fibroze bağlı reoperasyonların ters bir ilişki gösterdiğini saptadık(17,23). Literatürde de benzer şekilde reoperasyon nedeni olarak peridural fibroze total laminektomilerde, hemilaminektomi ve standart laminotomilere göre daha az sıklıkla rastlanıldığı bildirilmektedir(4,7,28). Yine erken postoperatif dönemde çekilen görüntüleme yöntemlerinde epidural mesafede paravertebral adaleler ile kesintisiz olarak devamlılığı olan ancak adaleden bilgisayarlı tomografide daha hipodens(9,29) ve manyetik rezonans görüntülemesinde de daha hipointens(6,26) olarak izlenen bir yumuşak dokunun varlığı sıkça karşılaşılan bir bulgudur. Bu iki gözlem arasında bir bağlantı kurulmaya çalışıldığında ise peridural fibrozisin gelişmesine yol açan faktörün, negatif basınç nedeni ile lamina defektinden epidural aralığa fıtıklaşarak burada sıkışıp iskemiye giden küçük bir kısım paravertebral kas dokusu içinde miyofibroblastların yerel olarak uyarılması olduğu varsayılabilir. Ameliyatla geniş lamina defekti oluşturulan olgularda fibrozisin çok nadir gelişmesinin nedeni bu geniş lamina açıklığında paravertebral adalelerin bir bölümünün sıkışamaması ve yerel iskemik değişikliğe uğrayamaması ile açıklanabilir. Diğer taraftan, cerrahi işlem süresince uygulanan adale

ekartasyonundan bağımsız olarak küçük lamina defektleri arasına fıtıklaşarak sıkıştığı varsayılan paravertebral adalelerde iskemik nekroz gelişebileceğinin kanıtlanması gerekmektedir. Bu sorulara cevaplar aradığımız çalışmamızda, kas ekartmanının tek başına iskemik nekroza yol açmadığını, buna karşın lamina açıklıklarına yerleştirilen adale pediküllerinde işlem sonrası 1. günde iskeminin ortaya çıktığını ve 7. günde de literatür(27) ile uyumlu olarak iskemi zemininde koagülasyon nekrozunun geliştiğini gözlemledik. Altıncı hafta sonunda da kas ligatürü ile daha ağır ve kesin bir iskemik nekrozun yaratıldığı gruptaki adalelerle benzer şekilde yaygın fibrotik aktivite geliştiği tespit edildi. Bu bulgular, lomber disk cerrahisi geçiren olgularda küçük lamina defektleri arasında çalışmamızdakine benzer kas herniasyonları meydana geldiğinde iskemik kas hasarına bağlı olarak yerel fibrozisin direkt olarak epidural mesafede gelişebileceğini işaret etmektedir. Daha önce fibrozisi önlemek için yapılmış teknik uygulamaların sonuçları da bu düşüncemizi desteklemektedir. Bunlardan en başarılı olanları yağ greftleri(12,25), ekspanze politetrafloroetilen(8) ve de son zamanlarda karbonhidrat polimerleri(10) ile elde edilen sonuçlardır. Yağ grefti mekanik bir engel oluşturamayacak kadar kaygan ve şekil değiştirebilen bir yapıda olmasına rağmen epidural mesafe ile paravertebral bölge arasındaki basınç farkını ortadan kaldırıp kas fıtıklaşmasını engelleyerek yada fıtıklaşmış kas dokusunun redüksiyonunu kolaylaştırarak etkisini gösterdiği düşünülebilir. Ekspanze politetrafloroetilenin de mekanik bir bariyer oluşturarak hem skar dokusunu sınırlandırabileceği hem de lamina defektlerindeki kemik rejenerasyonuna yardım edebileceği bildirilmektedir. Karbonhidrat polimer jeli ise diğer ikisinden farklı olarak fibroblastlara özel bir bariyer olup bazal membran görevi görmekte ve buna bağlı olarak peridural fibrozis ve adezyon gelişimini engellemektedir. Bir başka önemli özelliği de birkaç hafta içinde tamamen rezorbe olabilmesidir. Açılan laminektomi defektlerini kapatmak için mekanik bir bariyer olarak kullanılan diğer biyolojik ve biyolojik olmayan birçok materyal(1,3,5,8,12,19) ile elde edilen başarısız neticelerin sebepleri ise çevrelerinde kendilerine karşı gelişen yabancı cisim reaksiyonu ve skar dokusu gibi adaleden bağımsız etkenlerdir. Sonuçta, daha önce yapılan klinik ve deneysel çalışmalar gözden geçirildiğinde fibrozisi önleyen en etkili yöntemlerin lamina defektinin kapatıldığı yada basınç farkı bulunan epidural ve paravertebral bölgeler arasındaki ilişkiyi kesmek için mekanik bir bariyerin kullanıldığı çalışmalar olduğu anlaşılmaktadır.

SONUÇ

Kobaylarda cerrahi olarak oluşturulmuş lamina deketleri arasına yerleştirilen paravertebral adalelerde iskemik nekroz ve bunu takip eden dönemde de fibrozisin geliştiği bir iyileşme meydana gelmektedir. Buradan yola çıkıldığında, lomber disk cerrahisinde paravertebral adalelerin diseksiyonu sırasında adale dokusunun bütünlüğünün korunmasına son derece önem verilmesinin, oluşturulan lamina defektinin faset eklem fonksiyonunu bozmayacak şekilde aksiyal planda olabildiğince geniş tutulmasının ve epidural yağ dokusunun korunmasının peridural fibrozis gelişiminin engellenmesi açısından en az riskli, fakat en etkili ve ucuz faktörler oldukları anlaşılmaktadır.

Yazışma Adresi: Serhat Erbayraktar
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi
Nöroşirürji ABD, 35340,
Balçova/İzmir.
Tel: 0/232/2595959
Faks: 0/232/2787595

KAYNAKLAR

1. Adegbite AB, Paine KWE, Rozdilsky B: The role of neomembranes in formations of hematoma around silastic dure substitute. J Neurosurg 58:295-297, 1983
2. Ascher PW. Application of the laser in Neurosurgery. Lasers Surg Med 2:91-97,1986
3. Barbera J, Gonzalez J, Esquerdo J, Broseta J, Barcia Salorio J: Prophylaxis of the laminectomy membrane. An experimental study in dogs. J Neurosurg 49:419-424, 1978
4. Brodsky AE: Post-laminectomy and post-fusion stenosis of the lumbar spine. Clin Orthop 115:130-139, 1976
5. Boot DA, Hughes SPF: The prevention of adhesions after laminectomy. Adverse results of Zenoderm implantations into laminectomy sites in rabbits. Clin Orthop 215:296-302, 1987
6. Bundschuh CV, Modic MT, Ross JS, Masaryk TJ, Bohlman H: Epidural fibrosis and recurrent disk herniation in the lumbar spine: MR imaging assessment. AJNR 9:169-178, 1988
7. Caputy AJ, Luessenhop AJ: Long-term evaluation of decompressive surgery for degenerative lumbar stenosis. J Neurosurg 77:669-676, 1992
8. DiFazio FA, Nichols JB, Pope MH, Frymoyer JW: The use of expanded polytetrafluoroethylene as an interpositional membrane after lumbar laminectomy. Spine 20:986-991, 1995
9. Firooznia H, Kricheff II, Rafii M, Golimbu C: Lumbar spine after surgery: examination with intravenous contrast-enhanced CT. Radiology 163:221-226, 1987

10. Frederickson RCA: ADCON-L: a review of its development, mechanism of action, and preclinical data. *Eur Spine J* (Suppl 1), 7-9, 1996
11. Fritsch EW, Heisel J, Rupp S: The failed back surgery syndrome. Reasons, intraoperative findings and long-term results. A report of 182 operative treatments. *Spine* 21:626-633, 1996
12. Gill GG, Sakovitch L, Thompson EC: Pedicled fat grafts for the prevention of scar formation after laminectomy. An experimental study in dogs. *Spine* 4:176-186, 1979
13. La Rocca H, MacNab I: The laminectomy membrane. Studies in its evaluation, characteristics, effect and prophylaxis in dogs. *Clin Orthop* 236:166-174, 1988
14. Law JD, Lehman RAW, Kirsch WM: Reoperation after lumbar intervertebral disk surgery. *J Neurosurg* 48: 259-263, 1978
15. Long DM, Filtzer DL, BenDebba M, Hendler NH: Clinical features of failed back syndrome. *J Neurosurg* 69:61-71, 1988
16. Long DM: Failed back surgery syndrome. *Neurosurg Clin N Am* Oct, 112-131, 1991
17. Mertol T, Bilge B, Yücesoy K, Ösün A: Correlation of epidural fibrosis and the size of lamina defect performed on operation. *The Journal of Turkish Spinal Surgery* 7:22-25, 1995
18. North RB, Campbell JN, James CS, Conover-Walker MK, Wang H, Piantadosi S, Rybeck JD, Long DM: Failed back surgery syndrome: 5-year follow-up in 102 patients undergoing repeated operation. *Neurosurgery* 28:685-691, 1991
19. Olmarker K, Rydevik B, Nordborg C: Autolog nucleus pulposus induces neurophysiologic and histologic changes in porcine cauda equina nerve roots. *Spine* 11:1425-1432, 1993
20. Onik G, Helms CA, Ginsberg L, Hoaglund FT, Morris J: Percutaneous lumbar discectomy using a new aspiration probe. *AJR Am J Roentgenol* 144:1137-1140, 1985
21. Onofrio BM: Injection of chymopapain into intervertebral discs; Preliminary report on 72 patients with symptoms of disc disease. *J Neurosurg* 42:384-388, 1975
22. Öner K, Övül İ, Tunçbay E: Lomber disk herniasyonlarında reoperasyon. *Nörolojik Bilimler Dergisi* 8:216-219, 1991
23. Ösün A, Yücesoy K, Yüksel Z, Mertol T, Güner M, Acar Ü: Lumbar disc surgery: A report of 1384 cases. *The Journal of Turkish Spinal Surgery* 6:76-79, 1995
24. Pappas CTE, Harrington T, Sonntag VKH: Outcome analysis of 654 surgically treated lumbar disc herniations. *Neurosurgery* 30:862-866, 1992
25. Prusick VR, Lint DS, Bruder WJ: Cauda equina syndrome as a complication of free epidural fat grafting. A report of two cases and review of the literature. *J Bone Joint Surg (Am)* 70:1256-1258, 1988
26. Ross JS, Masaryk TJ, Modic MT, Delamater R, Bohlman H, Wibur G, Kaufman B: MR imaging of lumbar arachnoiditis. *AJNR* 8:885-892, 1987
27. Smuckler EA, James JL: Irreversible cell injury. *Pharmacol Rev* 36:778, 1984
28. Sybert GW, Arpin-Sybert EJ: Nonneoplastic lumbar spine disorders, in *Reoperative Neurosurgery*, Little JR, Awad IA (eds), Williams & Wilkins, Baltimore, 1992, pp157-182
29. Tepleck JG, Haskin ME: Intravenous contrast-enhanced CT of the postoperative lumbar spine: improves identification of recurrent disk herniation, scar, arachnoiditis, and diskitis. *AJR* 143:845-855, 1984
30. Weir BKA, Jacops GA: Reoperation rate following lumbar discectomy: An analysis of 622 lumbar discectomies. *Spine* 5:366-377, 1980
31. Williams RW: Microlumbar discectomy: A surgical alternative for initial disc herniation. In: Cauthen JC ed. *Lumbar Spine Surgery*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1988, 171-183