

Lomber Spinal Stenozun Cerrahi Tedavisinde Unilateral Yaklaşımla Bilateral Dekompresyon

Unilateral Approach for Bilateral Decompression in the Treatment of Lumbar Spinal Stenosis

ÖZ

Unilateral yaklaşımla bilateral dekompresyon lomber spinal stenozlu hastalarda tatmin edici sonuçlar sağlayan minimal invaziv bir cerrahi girişim tekniğidir. Lomber stabiliteyi bozmaması, komplikasyon oranının düşüklüğü, ameliyatta minimal kan kaybı, hastanede yatış süresinin kısalığı diğer avantajlardır. Bu yöntem, literatürde bildirilen klinik çalışmalarda özellikle ileri yaş grubu ve ameliyat öncesi belirgin instabilitesi olmayan hastalarda ilk planda düşünülmesi gereken avantajlı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte ameliyat öncesi dönemde radyolojik ve klinik olarak ileri lomber spinal instabilitesi gösterilen hastalarda total laminektomiye ilaveten stabilizasyon ve füzyon halen konvansiyonel bir cerrahi teknik olarak yerini korumaktadır. Bu makalede, ameliyatın ayrıntıları ve diğer cerrahi tedavi yöntemlerine olan avantajları tartışılmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Lomber spinal stenoz, Unilateral yaklaşım, Bilateral dekompresyon, İnstabilite

ABSTRACT

Unilateral approach for bilateral decompression of the spine in the treatment of lumbar spinal stenosis, is a minimal invasive surgical method achieving satisfactory results. Low complication rate and hospitalization time, minimal blood loss and not to cause instability are advantages of this method. It appears as an advantageous and priority method in the selection of surgical treatment modalities of lumbar spinal stenosis patients in clinical series. However, total laminectomy and stabilization and fusion is still relevant method as a conventional technique in the surgical treatment of patients with severe lumbar spinal instability which is demonstrated with preoperative radiologic investigations and physical examination. The details of the method and its advantages over other methods are discussed in this review.

KEY WORDS: Lumbar spinal stenosis, Unilateral approach, Bilateral decompression, Instability

Alper KAYA

Şişli Etfal Eğitim Araştırma Hastanesi,
Nöroşirürji Kliniği, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi : 18.09.2009

Kabul Tarihi : 02.11.2009

Yazışma adresi:

Alper KAYA

E-posta: alpkaya67@yahoo.com

TANIM ve TARİHÇE

Lomber spinal stenoz adından da anlaşılacağı üzere omurilik kanalında daralma ve buna bağlı bir dizi semptomların oluşturduğu bir hastalıktır. Nöral kanalın birçok bölgesinde ve seviyesinde lateral reseslerin ve foraminaların stenozu, jeneralize sistemik bir hastalığın parçası olarak da karşımıza çıkabilir. Stenoz kemik hipertrofisi, ligamentoz hipertrofi, ve/veya disk protrüzyonu sonucu oluşabilir. Bazı hastalar omurilik kanalında ileri darlık olmasına rağmen asemptomatik iken, bazı hastalar hafif darlık da dahi semptomatik olabilmektedirler.

Lomber stenozun neredeyse bir yüz yıllık geçmişi mevcuttur. Yirminci yüzyılın başlangıcında Sachs ve Fraenkel (11), Bailey ve Casamajor (3), Elsberg ve Dyke (7) lomber stenoz tanımını ilk defa yapmışlardır. 1950'li yıllarda ise Schlesinger ve Taveras (12) disk herniasyonunda lomber stenozun önemini tarif etmişlerdir. Verbiest (14,15) ilk defa nörolojik klaudikasyonun ve lomber stenozun anatomik ve klinik manasının sistemli tanımını yapmıştır.

Lomber stenoz genel olarak sinir kök kanallarının ya da intervertebral foraminaların darlığı gibi spinal kanalın her türlü darlığı için kullanılan bir ifadedir. Bu güne kadar lomber stenoz için birçok sınıflama tarif edilmiştir. Bunlarda en popüler olan Arnoldi (1) sınıflamasına göre lomber stenoz iki major gruba ayrılır: konjenital ve kazanılmış stenoz. Konjenital stenoz kendi içinde de idiopatik ve akondroplastik olmak üzere iki gruba ayrılır. Kazanılmış stenoz ise dejeneratif, kombine konjenital ve dejeneratif, spondilolitik ve spondilolistetik, iatrojenik, posttraumatik, ve metabolik (Paget hastalığında olduğu gibi) şeklinde altgruplara ayrılabilir. Stenoz anatomik olarak da spinal kanalın ortasında, lateral reseslerde (pedikülün medialinde artiküler proses altında) ya da sinir kök kanallarında şeklinde sınıflandırılabilir.

Dejeneratif spondiloz genellikle ileri yaşlarda gelişmesi ve yaşlı nüfusun giderek artması nedeniyle, bu hastalık için daha minimal invaziv cerrahi yöntemlerin kullanılması arzulanmaktadır. Minimal invaziv yöntemin amacı operasyon zamanının, intraoperatif dural ve radiküler komplikasyonların, kanamanın, genel morbiditenin ve hepsinden önemlisi uzun dönemde daha iyi

fonksiyonel sonuçlar getirecek instabilite gelişme oranının azaltılmasını içermelidir. Bütün bu amaçlar için günümüzde kullanılan lomber spinal stenozda unilateral yaklaşımla bilateral dekompresyon yöntemi ilk defa Young (18) ve ark. tarafından 1988 yılında tanımlanmış, daha sonra McCulloch (9) tarafından modifiye edilerek nöroşirürji pratiğine girmiştir.

ETİYOLOJİ

Yaşla birlikte diskler dejeneratif değişikliklere uğrar ve vertebra kenarlarından osteofit çıkıntılar oluşur. Disk dejenerasyonu arttıkça osteofitlerin büyüklüğü de artar. Osteofit oluşumu vertebranın her yerinde olmasına karşın, en çok anterolateral kısmında olur ve özellikle posterolateral osteofitler lateral stenozdan sorumludurlar.

Osteofit oluşumu özellikle disk dejenerasyonu sonrası omurganın eğilme hareketleri ile oluşur. Eğilme hareketleri esnasında periostun vertebra kenarlarında sürtünmesi yeni kemik formasyonunu stimüle eder. Bununla birlikte, anulusun dış tutunma bölgelerinde fibrositlerdeki kondrositik değişikliği takiben endokondral ossifikasyon meydana gelir. Sonuçta progressif osteofit formasyonuna yol açan bu kondroid metaplaziyi neyin stimüle ettiği bilinmemektedir.

Osteofit formasyonuna neden olan bu kemik remodelizasyonu yaş ilerledikçe vertebra korpuslarının kanselöz kemiğindeki değişiklikler sonucu meydana gelir. Birçok insanda yaşlanmayla birlikte kanselöz kemik hacminde tedrici bir azalma meydana gelir. Bu durum özellikle kadınlarda menopoza başlar ve erkeklere oranla daha belirgin olarak devam eder. Eğer bu kemik kaybı ciddi seviyede osteoporoz dediğimiz durum gelişir ve osteofit formasyonu azalır.

Eğer osteoporoz yoksa ve belirgin disk dejenerasyonu mevcutsa posterior intravertebral eklemlerde değişiklikler meydana gelir. Bu değişiklikler osteoartrit olarak isimlendirilir ve subkondral kemik yüzeylerinde meydana gelir. Artiküler kartilaj dokunun kaybıyla giden osteoartrit değişikliklerle de osteofit formasyonu meydana gelir. Mekanik stres altındaki değişikliklerle kemikte remodelizasyon olur. Bütün bu osteoartrit değişiklikler spektrumu – kartilaj kaybı ve kist formasyonu, dejeneratif disk hastalığı, ve sonunda osteofit formasyonu- lomber stenoz

neden olur. Bu değişikliklerle aynı zamanda psödoartroz ve posterior intervertebral eklemlerde subluksasyon meydana gelir.

Dejeneratif süreç aynı zamanda eklem kapsülünde ve sinir kökü etrafını saran osteofitik çıkıntılar üzerindeki ligamentum flavumda reaktif proliferasyona neden olarak sinir dokusundaki mikrosirkülasyonu bozar. Bu değişiklikler sonuçta ödeme, sinir kökü etrafında skar dokusu gelişimine, ve muhtemelen küçük damarlara minör travmalar sonucu fibrin depozisyonuna neden olur.

KLİNİK BULGULAR

Lomber spinal stenoz farklı durumlarda karşımıza çıkabilir. Kronik bel ağrısı genellikle dominant bulgudur. Ağrı yürümekle ve bel ekstansiyonu ile artar. Ağrı aşağı her iki alt ekstremiteye doğru yayılır ve kuvvetsizlik gelişebilir. Bazı hastalarda önce bel ağrısı gelişir. Aktivitenin durması, belin fleksiyonu ya da oturma ile ağrı kaybolur. Ayakta durma ağrının artmasına neden olabilir.

Bazı hastalarda radiküler semptomlar daha ön plandadır ve ağrı süreklilik gösterirken, bazılarında intermitent ağrı mevcuttur. Çoğu hastada radiküler ağrıya ek olarak bel ağrısı ve alt ekstremitelerde hipoestezinin eşlik ettiği kombine semptomlar mevcuttur. Yürümeyle bu semptomların artması (nörolojik klaudikasyon) bazen hastanın oturup dinlenme ihtiyacı duymasına neden olur. Bununla birlikte, şikayetlerin istirahat halindeyken bile devam ettiği hasta sayısı oldukça çoktur.

Spinal medüller kompresyonlu hastalarda tek taraflı ya da bilateral hiperrefleksi, parezi, spastik parapleji, klonus, Babinski pozitifliği ya da hiperestezi, kord kompresyonu altında anestezi, mesane disfonksiyonu gibi birinci motor nöron bulguları olur. Vasküler intermitent klaudikasyoda da kramp benzeri ağrı olur. Bu durumda bir ya da birden fazla periferik nabızda kayıp ya da zayıflama olur ve beraberinde ekstremitelerde daha belirgin trofik bozukluklar mevcuttur. Hafif derecede vasküler tıkanıklığı olan hastalarda, durumun nörolojik mi yoksa vasküler mi olduğunun ayırt edilmesi zor bir durumdur. Lumboradiküler klaudikasyoda anahtar farklılık yürümekle artan semptomların oturmakla hemen kaybolmasıdır. Lumboradiküler klaudikasyonu hastalarda ayakta durmakla bel ya da radiküler ağrı artar. Hastalarda

nabızlar mutlaka kontrol edilmelidir. Ağır vasküler tıkanıklıkta nabız kaybolur ve ekstremitelerde belirgin deri değişiklikleri görülür.

RADYOLOJİK BULGULAR

Lomber spinal stenoz hikayesi olan bir hastada radyolojik inceleme klasik olarak direkt grafiler ve bilgisayarlı tomografi taraması ile başlar. Lomber spinal kanalın sagittal çapı 15-20mm dir, 12mm ve altı stenotik olarak değerlendirilir. Miyelografi sonrası CT taraması pedikül, faset ve laminayı da içeren hipertrofik kemik ve yumuşak dokunun anatomik özellikleri hakkında detaylı bilgi verir. CT ile görüntüleme intervertebral foraminal stenozu ve spinal kanaldaki darlığın disk ya da kemik çıkıntıyla mı olduğunu ayırt ettirir. Bununla birlikte, magnetik rezonans inceleme son yıllarda miyelografi ve postmiyelografi incelemelerin yerini almış durumdadır. MR hem yumuşak dokudaki değişiklikleri hem de kemik yapıdaki değişiklikleri ayrıntılı olarak ortaya koymasına rağmen, eğer kemik doku ile ilgili daha detaylı inceleme gerekirse CT tarama incelemeye eklenebilir.

Bel ağrısı ile birlikte nörolojik klaudikasyon ve radiküler ağrısı olan lomber spinal stenozlu hastalarda instabilite açısından dinamik direkt grafiler, hatta dinamik MR mutlaka incelemeye katılmalıdır.

TEDAVİ ENDİKASYONLARI

Spinal stenozda kesin endikasyon mesane ya da barsak disfonksiyonu ve giderek artan kuvvetsizliktir. Yatak istirahati ve fleksiyon egzersizleri gibi konservatif tedavi yöntemleri tolere edilebilir bir ağrı ve nonprogressif bir nörolojik defisit söz konusu ise tercih edilmelidir. Ağrı tolere edilemez durumdaysa ve hastanın mobilitesini engelliyorsa foramen, faset resesleri ve spinal kanal çapını dekomprese edecek bir cerrahi yöntemin endikasyonu vardır.

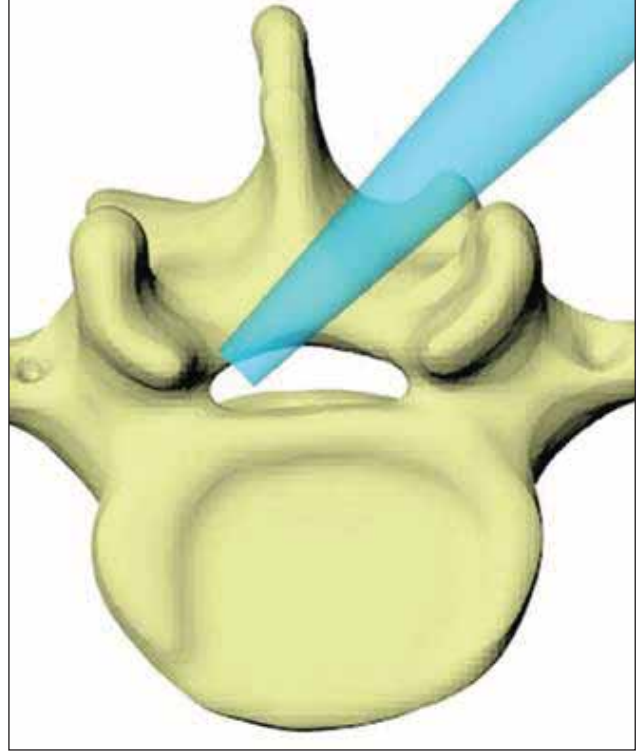
Ağır egzersizle ortaya çıkan orta düzeyde semptomlar ya da semptom olmaksızın radyolojik bulgular cerrahi için kriter değildir. Böyle hastalar klinik olarak takip edilmelidir. Ancak semptomlar çok şiddetlendiğinde radyolojik çalışmalar tekrar edilmelidir.

Yaş cerrahi için bir kontrendikasyon değildir. Birçok olguda ameliyat iyi tolere edilir, semptomlar ortadan kalkar ve hatta nörolojik defisitte düzelme

gözlenebilir. Unilateral yaklaşımla bilateral dekompresyon minimal invaziv bir girişim olması nedeniyle instabilitesi olmayan ve bel ağrısı ön planda olmayan özellikle yaşlı hastalar için öncelikli düşünülmesi gereken bir dekompresyon yöntemidir.

CERRAHİ YÖNTEM: UNİLATERAL YAKLAŞIMLA BİLATERAL DEKOMPRESYON

Hasta genel anestezi altında prone pozisyonda ameliyata alınır. İşlemin yapılacağı bölge C kolu röntgen cihazı ile tespit edildikten sonra, stenotik seviye büyüklüğüne bir orta hat insizyonu yapılır. Genellikle 2-4 seviye uzunluğundaki bir stenoz için, 2-6cm uzunluğunda bir insizyon yeterli olacaktır. Hastanın şikayetlerinin en fazla olduğu taraftan lineer paramedian fascia insizyonu yapılır ve paraspinal kaslar subperiostal tarzda sıyrılarak mini Taylor vasıtasıyla ekarte edilir. Bu aşamada mikroskop ameliyat sahasına çekilerek yüksek devirli drill ve Kerrison rongeur kullanılarak aynı taraf total hemilaminektomi ve ligamentum flavum eksizyonu yapılır. Bu işleme aynı taraf sinir kökleri ortaya çıkıncaya ve foramende çıkışlarının rahatladığından emin oluncaya kadar devam edilir. Hipertrofik faset altından gene Kerrison rongeur yardımıyla stenoza neden olan ve lateral açıklığı daraltan kemik doku temizlenir ve aynı taraf kanal dekompresyonu tamamlanır. Faset eklemi üçte birinden fazlasının, pars interartikularis ve faset eklemi korumak adına alınmaması gerekir. Eğer gerekli ise mesafeye girilerek diskektomi de yapılır. Daha sonra, mikroskoba medial yönde açı verilir ve nöral kanal karşı tarafın maksimum görülebilmesi amacıyla ameliyat masası karşı tarafa doğru mümkün olduğunca yatırılır (Şekil 1). Bu aşamada instabilite yaratmamak için interspinöz ve supraspinöz ligamanların alınmamasına dikkat edilir ve bu ligamanlar kök ekartörü ile ekarte edilir. Karşı taraf ve medial ligamentum flavum disektör ile sıyrıldıktan sonra, yüksek devirli drill ile spinöz çıkıntı altı ve laminanın kranial ve kaudal kısmı rezeke edilir. Böylece nöral kanal orta hat ön arka çapı dekompresyonu sağlanır. Ligamentum flavum rezeksiyonu orta hat kemik dekompresyonu sağlandıktan sonra yapılır. Böylece yüksek devirli drill spinöz çıkıntı altında kullanılırken, dura ve drill arasında ligamentum flavum koruyucu bir bariyer olarak kalır. Kontralateral ligamentum flavum rezeksiyonu da Kerrison ve küretler yardımıyla



Şekil 1: Spinöz çıkıntı altından hasta karşı tarafa yatırılarak ve mikroskopun açısı mediale yönlendirilerek karşı foramen ve karşı lateral reses görüntülenir.

sağlandıktan sonra, gene kontralateral faset medial yüzeyleri de lateral resesler yeteri kadar açılıncaya kadar alınır. Karşı taraf sinir kökü ve foramen çıkışı dekompresyonundan emin olunduktan sonra, gerekiyorsa karşı taraf disk mesafesine de girilerek diskektomi yapılır. Bu işlem darlığın mevcut olduğu diğer mesafeler için de aynı şekilde tamamlandıktan sonra katlar anatomisine uygun kapatılarak ameliyata son verilir.

TARTIŞMA

Lomber kanal stenozu genellikle ileri yaş hastalığıdır. Tipik semptomlar kalçalara yayılan kronik bel ağrısı, bacak ağrısı ya da 'siyatalji', hareketle artan nörolojik klaudikasyodur. Bu hastalar uzun mesafe yürüyüşleri uyusukluk ve alt ekstremitelerdeki yorgunluk nedeniyle yapamamalarına rağmen kısa bir süre dinlenmeyle tekrar yürüyüşe devam edebilirler. Bilgisayarlı tomografi ve magnetik rezonans ile açılan nöroradyolojik incelemelerde spinal kanal midsagittal çapının 12mm altında olduğu ve/veya lateral reseslerin ya da intervertebral foramenlerin daraldığı gözlenir.

Lomber spinal stenoz, instabilite ya da spondilolistezis gibi ağır dejeneratif deformite ile birlikte olduğunda, dekompresyonu takiben stabilizasyon ve füzyon tavsiye edilir. Bununla birlikte, belirgin spondilolistezis ve instabilite olmayan stenozlarda cerrahi tedavinin temel amacı dekompresyondur. Son yıllarda lomber spinal dekompresyon için değişik yöntemler tanımlanmıştır. Semptomatik lomber spinal stenozun cerrahi tedavisinin amacı yeterli nöral dekompresyonla semptomların düzelmesini sağlamak ve aynı zamanda lomber kolumna vertebralisteki anatominin ve biomekanik fonksiyonun korunmasıdır.

Lomber spinal stenozda geleneksel tedavi yöntemi total laminektomi, faset medial yüzlerinin lateral resesler açılıncaya kadar alınması ve geniş foraminotomidir. Bu cerrahi yöntem nöral dekompresyon için her ne kadar son derece tatmin edici olsa da, özellikle lomber instabilitesi ve bel ağrısı ön planda olan hastalarda postoperatif dönemde vahim sonuçlar doğuracaktır. Çünkü bu cerrahi yöntem nöral dekompresyonu sağlarken, arka kolonun tamamını yok eder. Dolayısıyla ameliyat öncesi instabilitesi olan hastalarda ve hatta instabilitesi olmasa da dejeneratif diskrit, skolyoz ya da benzeri segmental fonksiyon bozukluğuna neden olacak herhangi bir patolojisi olanlarda, bu tarz dekompresyon yönteminden sonra stabilizasyon ve füzyonun cerrahi yönetime ilave edilmesi şart olacaktır. Bütün bu yöntemler (laminektomi, faset medial yüzlerinin rezeksiyonu, foraminotomi, vidalar ile stabilizasyon, füzyon) kabul edileceği üzere hayli invaziv, komplikasyon oranı yüksek komplike bir cerrahi tedavi şeklidir. Lomber spinal stenozdaki hasta popülasyonunun genellikle ileri yaş grubundaki hastalar olmasını da göz önünde bulundurursak böyle bir cerrahiden sonra peroperatif ya da postoperatif dönemde sorunlarla karşı karşıya kalmak hiç de şaşırtıcı olmayacaktır. Bu sorunlar nedeniyle nöroşirürjiyenler stabiliteyi bozmayacak ya da minimum düzeyde etkileyecek ama aynı zamanda tatmin edici düzeyde dekompresyonu sağlayacak yöntemler geliştirmeye çalışmışlardır. Bilateral fenestrasyon ve foraminotomi, spinöz çıkıntılar ortadan ayrılarak her iki tarafın yüksek devirli drill ile dekompresyonu, unilateral yaklaşımla mikroskop altında bilateral dekompresyon bu yöntemlerin başlıcalarıdır.

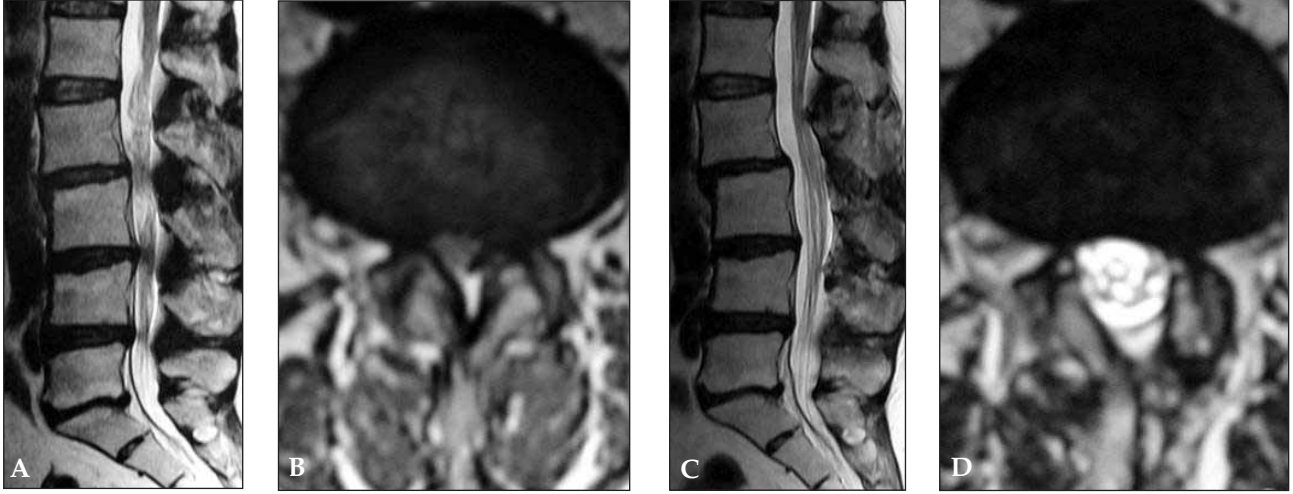
Bilateral fenestrasyon ve foraminotomi yöntemini uygulayan bir çok araştırmacı %80-90 civarında başarı oranı elde ettiklerini yayınlamışlardır(2,8,10,16,17). Thomé ve arkadaşları yayınladıkları prospektif randomize çalışmada bilateral fenestrasyon ve foraminotominin total laminektomiye istatistiksel olarak anlamlı oranda üstün olduğunu göstermişlerdir (13). Bu yöntem her ne kadar total laminektomiye seçilmiş hastalarda üstün gibi gözükse de, her iki taraf lomber adalelerin sıyrılmaması sonucu paraspinal kasların denervasyonu ve atrofisi, spinöz prosesler altında orta hattın yeterli dekompresyona edilememesi, bu yöntemin dezavantajlarını oluşturur.

Transspinöz çıkıntı osteotomiler ise kanalı orta hattan yeterli dekompresyona etmeye olanak tanırsa da, foraminotomi ve diskektomi yapılamaması bu yöntemin en önemli dezavantajlarını oluşturur. Diğer yandan, sadece midsagittal hat darlığı olan hastalarda minimal invaziv teknikler içerisinde faydalı bir yöntem olarak yerini korumaktadır (4,5).

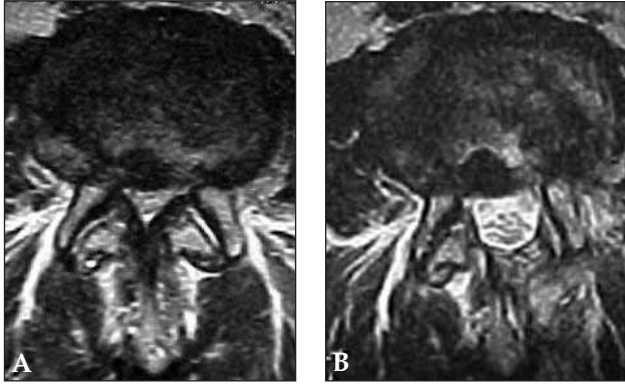
Unilateral yaklaşımla bilateral dekompresyon yöntemi ise her iki taraf lateral reseslerin, foramenlerin ve orta hat darlığının dekompresyonunda son derece tatmin edici bir yöntemdir. Bütün bunlara ek olarak, paraspinal kasların her iki taraflı denervasyonu ve atrofisine neden olmadığı için ve arka spinal kolonun bütünlüğünü minimal düzeyde bozması nedeniyle instabiliteye neden olmaması bu yöntemin en önemli avantajlarını oluşturur. Ameliyat esnasında minimal kan kaybı, hastanede yatış süresinin kısalığı, komplikasyon oranının son derece düşük olması diğer avantajlarıdır. Çavuşoğlu (6) ve ark. yaptığı çalışmada yaklaşık 6 yıllık bir takip süresinde hastaların SF36 skorlamasına göre yapılan klinik değerlendirmede ameliyat öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı çok iyi düzeyde klinik düzelme ve kanal çapı ölçümlerinde ameliyat öncesine göre yaklaşık 4-6 kat artma gösterilmiştir (Şekil 2A,B,C,D 3A,B). Literatürde bu yöntemin uygulandığı randomize klinik çalışmalarda son derece yüz güldürücü tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir.

SONUÇ

Unilateral yaklaşımla bilateral dekompresyon lomber spinal stenozlu hastalarda tatmin edici sonuçlar sağlayan minimal invaziv bir cerrahi girişim tekniğidir. Lomber stabiliteyi bozması,



Şekil 2: Lomber spinal stenoz preop sagittal A ve axial B Postop sagittal C ve axial D.



Şekil 3: Lomber dar kanal preop axial T2MR A, postop T2 MR B.

komplikasyon oranının düşüklüğü, ameliyatta minimal kan kaybı, hastanede yatış süresinin kısalığı diğer avantajlarıdır. Bu yöntem literatürde bildirilen klinik çalışmalarda özellikle ileri yaş grubu ve ameliyat öncesi belirgin instabilitesi olmayan hastalarda ilk planda düşünülmesi gereken avantajlı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte ameliyat öncesi dönemde radyolojik ve klinik olarak ileri lomber spinal instabilitesi gösterilen hastalarda total laminektomiye ilaveten stabilizasyon ve füzyon halen konvansiyonel bir cerrahi teknik olarak yerini korumaktadır.

KAYNAKLAR

1. Arnoldi CC, Brodkey AE, Cauchoix J: Lubar spinal stenosis and nevre root enlargement syndromes: Definition and classification. Clin Orthop 115:4-5, 1976
2. Aryanpur J, Ducker T: Multilevel lumbar laminotomies: An alternative to laminectomy in the treatment of lumbar stenosis. Neurosurgery 26:429-433, 1990
3. Bailey P, Casamajor L: Osteoarthritis of the spine as a cause of compression of the spinal cord and its roots, with a report of five cases. J Nevre Ment Dis 38:588, 1911
4. Banczerowski P, Vajda J, Veres R: Exploration and decompression of the spinal canal using split laminotomy and its modification , the 'archbone' technique. Neurosurgery 62(5 suppl 2): 432-40, 2008
5. Cho DY, Lin HL, Lee WY, Lee HC: Split-spinous process laminotomy and discectomy for degenerative lumbar spinal stenosis: A preliminary report. J Neurosurg Spine 6(3):229-239, 2007
6. Çavuşoğlu H, Kaya RA, Türkmenoğlu ON, Tuncer C, Çolak İ, Aydın Y: Midterm outcome after unilateral approach for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis: 5-year prospective study. Eur Spine J 16:2133-2142, 2007
7. Elsberg CA, Dyke CG: The diagnosis and localization of tumors of the spinal cord by means of measurements made in x-ray films of the vertebrae and the correlation of the clinical and x-ray findings. Bull Neurol Inst NY 3:359-394, 1934
8. Grob D, Humke T, Dvorak J: Degenerative lumbar spinal stenosis. Decompression with and without arthrodesis. J Bone Joint Surg Am 77:1036-1041, 1995
9. McCulloch JA: Microsurgical spinal laminotomies in the adult spine: Principles and practice. J.W. Frymoyer (ed). New York: Raven Pres, 1991
10. Nakai O, Ookawa A, Yamaura I: Long-term roentgenographic and functional changes in patients who were treated with wide fenestration for central lumbar stenosis. J Bone Joint Surg Am 73: 1184-1191, 1991
11. Sachs B, Fraenkel J: Progressive ankylotic rigidity of the spine (pondylose rhizomelique). J Nevre Ment Dis 27:1, 1900
12. Schlesinger EB, Taveras JM: Factors on the production of 'cauda equina' syndromes in lumbar discs. Trans Am Nurol Assoc 8:263-265, 1953
13. Thomé C, Zevgaridis D, Leheta O, Bätzner H, Pockler-Schöniger C, Wöhrle J, et al: Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: A randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy. J Neurosurg Spine 3:129-141, 2005

14. Verbiest H: Pathomorphologic aspects of developmental lumbar stenosis. *Orthop Clin North Am* 6:177, 1975
15. Verbiest H: Results of treatment of idiopathic developmental stenosis of the lumbar vertebral canal: A review of twenty-seven years of experience. *J Bone Joint Surg (Br)* 59:181-188, 1977
16. Yamazaki K, Yoshida S, Ito T, Toba T, Kato S, Shimamura T: Postoperative outcome of lumbar spinal canal stenosis after fenestration: Correlation with changes in intradural and extradural tube on magnetic resonance imaging. *J Orthop Surg (HongKong)* 10:136-143, 2002
17. Yone K, Sakou T: Usefulness of Posner's definition of spinal instability for selection of surgical treatment for lumbar spinal stenosis. *J Spinal Disord* 12:40-44, 1999
18. Young S, Veerapen R, O'Laoire SA: Relief of lumbar canal stenosis using multilevel subarticular fenestrations as an alternative to wide laminectomy: Preliminary report. *Neurosurgery* 23(5):628-633, 1988