



Servikal Spondilotik Miyelopatilerde Posterior Cerrahi Teknikler

Posterior Surgical Techniques in Cervical Spondylotic Myelopathy

Ali ŞAHİN¹, Ahmet KÜÇÜK¹, Ahmet DAĞTEKİN², Rahmi Kemal KOÇ¹

¹Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye

²Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye

Yazışma adresi: Kemal KOÇ ✉ kocrk@erciyes.edu.tr

ÖZ

Erişkinlerde omurilik bası semptomlarının sık nedenlerinden biri servikal spondilotik miyelopatidir (SSM). Sıklıkla, alt ekstremitelerde predominant olan ve yavaş ilerleyen spastik bir tetraparezi hâkimdir. Karakteristik semptomları yürüme ve denge bozukluğu, ataksi, el becerilerinde azalma, dizestezi ve yazı yazmada zorluktur. Temelde anterior, posterior ve kombine yaklaşımlar ile pek çok farklı yöntem tanımlanmış olmakla birlikte hangi yöntemin en doğrusu olduğu konusunda fikir birliği yoktur. SSM için posterior cerrahi tedavi seçenekleri; tek taraflı hemilaminektomi ile bilateral dekompresyon, laminoplasti, laminektomi, laminektomi ve füzyon ve arkokristektomidir. Tüm yöntemlerin SSM tedavisinde etkili olduğu gösterilmiştir. Laminoplasti ile laminektomi ve füzyon, çok seviyeli SSM tedavisi için en yaygın posterior tekniklerdir. Bu bölümün amacı, SSM tedavisinde posterior cerrahi tekniklerin avantaj ve dezavantajlarını tartışmaktır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Arkokristektomi, Laminektomi, Laminoplasti, Servikal spondilotik miyelopati

ABSTRACT

Cervical spondylotic myelopathy is the most common cause of spinal cord dysfunction in adults. Disease progress is predominant at the lower extremity with slowly progressive spastic tetraparesis. Characteristic symptoms include walking difficulties, balance impairment, ataxia, reduction in hand skills, dysesthesia, and writing difficulties. Basically there is no consensus on which method is the most accurate, with anterior, posterior and combined approaches and many different methods being described. Posterior surgical treatment options for cervical spondylotic myelopathy include posterior bilateral decompression with hemilaminectomy, laminoplasty, laminectomy, laminectomy with fusion, and arcocristectomy. All methods have been shown to be efficacious in the treatment of cervical spondylotic myelopathy. Laminoplasty and laminectomy with fusion are the most common posterior techniques for the treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy. The goal of this chapter is to discuss the advantages and disadvantages of posterior surgical techniques for the treatment of cervical spondylotic myelopathy.

KEYWORDS: Arcocristectomy, Laminectomy, Laminoplasty, Cervical spondylotic myelopathy

■ GİRİŞ

Servikal spondilolitik miyelopati (SSM); posterior longitudinal ligamanın ossifikasyonu (PLLÖ), ligamentum flavumun ossifikasyonu, spondilolistezis ve dejeneratif disk hastalığı gibi patolojilerin omurilikte bası oluşturması sonucu nörolojik fonksiyonlarda bozulma ile seyreden progresif ve dejeneratif bir hastalıktır. Karakteristik semptomları yürüme ve denge bozukluğu, ataksi, el becerilerinde azalma, dizestezi ve yazı yazmada zorluktur. Erişkin popülasyonda omurilik disfonksiyonunun en sık nedenidir (22). Ayrıca, 55 yaşından büyük yetişkinlerde, miyelopatinin de en yaygın nedenidir (52).

55 yaş ve üzerindeki yetişkinlerin %50'sinde manyetik rezonans görüntüleme (MRG) radyolojik olarak servikal spondiloz izlense de, ancak yaklaşık olarak %10'u SSM ile uyumlu klinik göstermektedir (28). Olguların çoğunda çok seviyeli bası görülürken, en sık etkilenen bölge C5-6 seviyesidir (42).

Cerrahi tedavinin temel amacı nörolojik fonksiyonlardaki bozulmanın ilerlemesini durdurmak ve nörolojik kaybı tekrar kazanmaktır (11,53). SSM cerrahi tedavisinde hedef; omuriliğin dekompresyonu, servikal instabilitenin önlenmesi, servikal lordotik dizilimin sağlanması olarak belirtilmiştir (22,33).

SSM'yi tedavi etmek için çeşitli cerrahi yaklaşımlar geliştirilmiştir. Ancak hangi ameliyatın en az komplikasyonla en iyi klinik sonuçları verdiği konusunda tartışmalar mevcuttur. Cerrahi planlanan olgularda uygun yaklaşımı seçerken basının yeri, bası seviyesinin uzunluğu, kanal basısı oranı, hastanın yaşı, servikal dizilim (lordotik, kifotik ya da düz), kemik kalitesi, instabilite varlığı gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır (55).

Cerrahi yaklaşım; anterior yaklaşım, posterior yaklaşım, combine anterior ve posterior yaklaşım şeklinde uygulanabilmektedir.

Bu bölümde posterior cerrahi yaklaşımda kullanılan hemilaminektomi ve bilateral dekompresyon, laminektomi, laminoplasti ve arkokristektomi tekniklerinden bahsedilecektir.

■ SERVİKAL HEMİLAMİNEKTOMİ İLE BİLATERAL DEKOMPRESYON

Tek taraflı hemilaminektomi ile bilateral dekompresyon, SSM'li olgular için yeni bir cerrahi tekniktir ve yaygın anterior ve posterior yaklaşımlara alternatif olarak düşünülmelidir. Lomber dar kanalda olduğu gibi tek taraftan bilateral dekompresyon yapılmasıdır. Servikal bölgede ilk kez Hidai ve ark. tarafından tanımlanmıştır (17). Tek taraflı hemilaminektomi ile bilateral dekompresyon, posteriordan omurilik basısı olan olgular için daha uygun bir cerrahi tekniktir. Kifotik servikal omurgada veya spinal kanal çapının %50'den fazla azaldığı durumlarda önerilmemektedir (39).

Cerrahi Teknik

Genel anestezi altında, çivili başlık ya da ay başlık ile pron pozisyonda baş hafif fleksiyonda sabitlenir. Ancak pozisyon verilirken aşırı fleksiyondan kaçınılmalıdır. Cerrahi alan temizliği ve steril kapamayı takiben posterior orta hat cilt insizyonu yoluyla servikal fasyaya ulaşılır. Fasya açılarak tek taraflı

(semptomların daha şiddetli olduğu taraf) olarak paravertebral kaslar subperiosteal olarak sıyrılır. Diğer taraftaki paravertebral kaslar korunur. Skopi ile mesafe tayini yapıldıktan sonra mikroskop eşliğinde; sıyrılan taraftaki lamina, yüksek hızlı drill kullanılarak spinöz süreçlerin bazal kısmından parsiyel çıkarılır. Kontralateral taraftaki laminanın iç katmanı da, dikkatlice drillenerek; tüm dış korteks ve az miktarda spongioza yerinde kalacak şekilde iç lamina dural kesenin karşı kenarına kadar çıkarılır. Bu aşamada duranın şişmesini önlemek için lig. flavum çıkarılmaz. Lateral drilleme, lamina faset sınırı boyunca bir çizgide yapılır. Son olarak ligamentum flavum dikkatlice çıkarılarak spinal kanalın hemilaminektomi ile bilateral dekompresif cerrahisi tamamlanır (Şekil 1).

Endikasyonlar

- Posteriordan omurilik basısı

Kontrendikasyonlar

- Servikal kifoz
- Servikal instabilite
- Anteriordan omurilik basısı
- Bilateral radikülopati (foraminal stenoza bağlı)
- Spinal kanal çapının %50'den fazla azaldığı durumlar
- Pron pozisyonu tolere edemeyecek hastalar

Komplikasyonlar

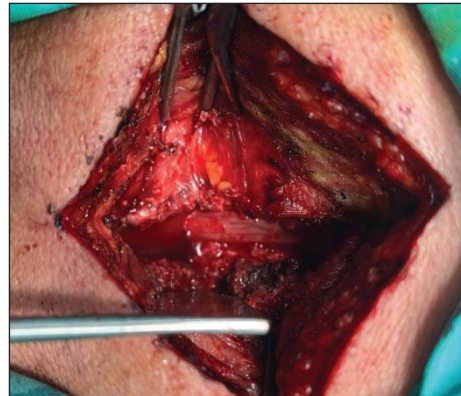
- Dura hasarı
- Beyin omurilik sıvısı (BOS) fistülü
- Kanama

Avantajlar

- Kasların tek taraflı sıyrılması
- Enstrüman ve füzyon kullanılmaması
- Daha kısa operasyon süresi
- Ucuz olması

Dezavantajlar

- Bilateral foraminotomi yapılamaması



Şekil 1: Hemilaminektomi ve bilateral dekompresyon.



Şekil 2: 63 y, E: 1 yıldır yürüme bozukluğu, Modifiye JOA skoru 12p. C4-5-6 hemilaminektomi ve bilateral dekompresyon yapıldı. Postop 6.ay Modifiye JOA skoru 15p.

Bu cerrahi teknik ile omuriliğin dekompresyonunun mümkün olduğu; ayrıca tek taraflı kas sıyırılması ile invaziv girişimden kaçınılması, implant kullanımına gerek olmaması ve daha kısa operasyon sürelerinin olması gibi diğer posterior cerrahi tekniklere göre avantajları olduğu belirtilmektedir (Şekil 2). Bununla birlikte; bilateral foraminotomi yapılamaması, instabilite durumunda lateral mass vidalar ile unilateral stabilizasyonun yeterli olmaması gibi dezavantajları da mevcuttur (39,45).

Karademir ve ark'nın çalışmasında SSM tanıılı 42 olgu hemilaminektomi ve laminoplasti ile opere edilmiş ve her iki cerrahi tekniğin postoperatif iyileşme oranları, ameliyat öncesi ve sonrası kanal çapı, ameliyat öncesi ve sonrası spinal kanal alanı ve ameliyat sonrası sagittal dizilim açısından karşılaştırılmasında teknikler arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Aksiyel boyun ağrısını değerlendiren vizüel analog skala (VAS), hemilaminektomi grubundaki olgularda laminoplasti grubundaki olgulara göre anlamlı olarak daha düşük olarak saptanmıştır (23). Farklı bir çalışmada hemilaminektomi ile bilateral dekompresyon yapılan SSM olgularında, laminoplasti ile karşılaştırılabilir ölçüde servikal spinal kanalda istatistiksel olarak anlamlı hacimsel kazanç (dekompresyon) sağlanabildiği ve aynı zamanda istatistiksel olarak anlamlı klinik iyileşme olduğu belirtilmektedir (16).

Yeni bir teknik olarak, uzun dönemli takip verileri hâlâ eksiktir, ancak teorik avantajların benzer veya daha iyi sonuçlara dönüştüğüne inanılmaktadır.

■ SERVİKAL LAMİNEKTOMİ

Laminektomi SSM'yi tedavi etmek için yıllardır kullanılmıştır. SSM cerrahisindeki en eski yöntemdir. Daha çok lordozu normal olan posterior basılı olgularda uygundur. Ayrıca belirgin bir anterior basının olmadığı, dar bir kanal üzerine gelişmiş çoklu seviyede dejenerasyon mevcutsa uygulanabilir.

Cerrahi Teknik

Genel anestezi altında, çivili başlık ya da ay başlık ile pron pozisyonda baş nötr veya hafif fleksiyonda sabitlenir. Cerrahi alan temizliği ve steril kapamayı takiben posterior orta hat cilt insizyonu yoluyla servikal fasyaya ulaşılır. Fasya açılarak paravertebral kaslar iki taraflı olarak spinöz çıkıntılardan, laminalardan ve yan kitlelerden subperiostal olarak sıyırılır. Skopi ile mesafe tayini yapıldıktan sonra bilateral laminalarda faset sınırı boyunca yüksek hızlı drill ile laminektomi oluşturulur. Aradaki bağları ve flavumu çıkarmak için küçük bir Kerrison rongeur kullanılır. Daha sonra supraspinöz çıkıntı ve lamina, flavumla birlikte yavaşça kaldırılır. Laminektomi bitince daha lateraller de alınarak spinal kanal çapı genişletilir ve omurilik dekompresse edilir. Gerekirse foraminotomiler yapılabilir. Fasetin medial 1/3'ünden fazlası alınmamalıdır.

Endikasyonlar

- Servikal lordotik kurvaturun korunduğu hastalarda
- Konjenital dar kanalı olan SSM olguları
- Ligamentum flavum hipertrofisine bağlı SSM olguları

Kontrendikasyonlar

- Pron pozisyonu tolere edemeyecek hastalar
- Aktif posterior enfeksiyon
- Posterior servikal bölgeye yapılmış olan cerrahi/radyoterapi öyküsü
- Servikal kifoz
- Servikal instabilite

Komplikasyonlar

- C5 paralizisi
- Dura hasarı
- BOS fistülü
- Kanama
- Ani nörolojik kayıp
- Postlaminektomi kifoza
- Postlaminektomi membranı

Avantajlar

- Posterior bası varsa basıya direkt yaklaşım
- Uygulamanın kolay olması

Dezavantajlar

- Artmış postoperatif kifoz
- İlerleyici uzun süreli nörolojik iyileşme kaybı
- Omuriliğin posteriorunun dış etkenlerden korumasız kalması

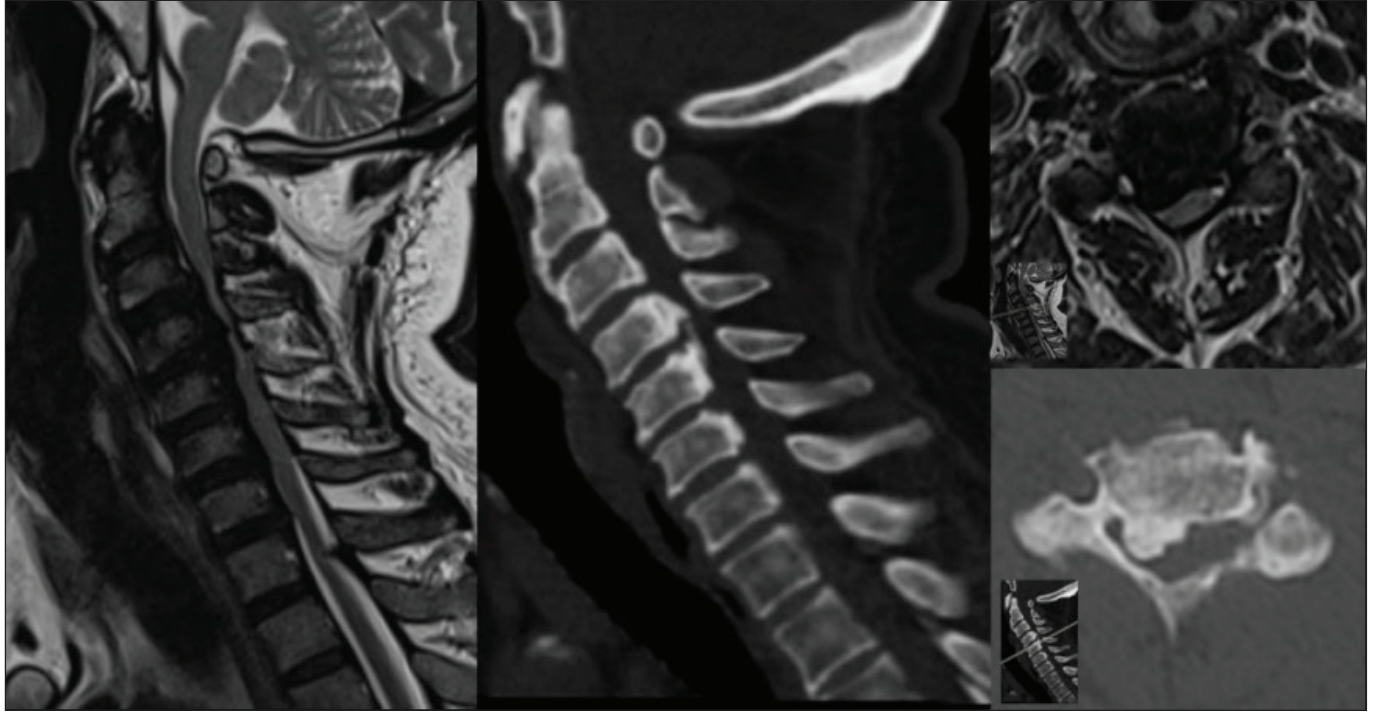
Standart laminektomi uzunluğu 3 ila 5 seviye olmalıdır, çünkü bu, dorsal kompresyonu ortadan kaldırmanın yanı sıra omuriliğin ön yapılardan uzaklaşmasına izin verir. Bu sayıda

laminanın ve spinöz süreçlerin eşzamanlı füzyon olmadan uzaklaştırılmasıyla ilgili endişe, geç kifotik deformite oluşumuna izin veren stabilite kaybıdır (32).

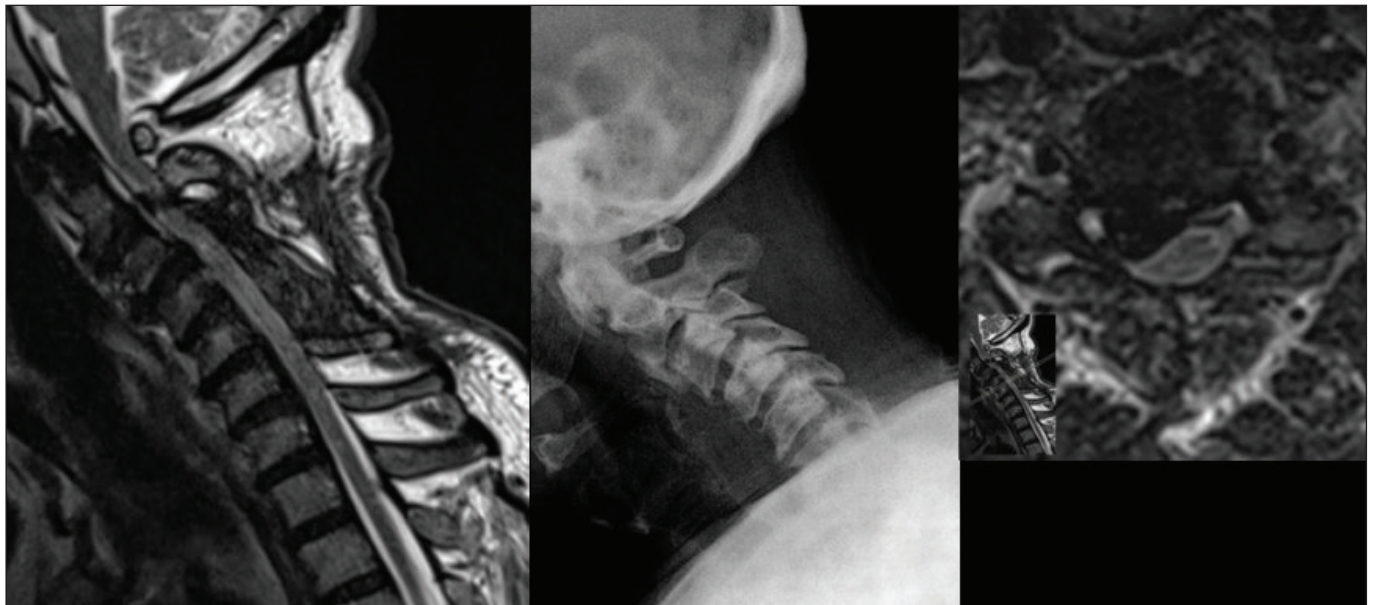
Son yıllarda, büyük ölçüde diğer cerrahi tekniklere kıyasla artan komplikasyon oranı nedeniyle bu tekniğin giderek kullanımını azalmıştır.

Postlaminektomi kifozu en önemli komplikasyondur ve olguların %10-45'inde ortaya çıkabilmektedir (32) (Şekil 3, 4).

Matsunaga ve ark.ları tek başına laminektomi ile laminoplasti uygulanan olguları karşılaştırdıkları çalışmasında; postoperatif kifoz oranlarını laminektomi grubunda %35, laminoplasti grubunda ise sadece %7 olarak belirtmektedir (37). Preoperatif servikal sagittal dizilimi normal olan olgularda laminektomi sonrası düşük postoperatif kifoz oranları görülebilmekle birlikte; preoperatif servikal lordoz kaybı ve/veya kifozu olan olgularda ise postlaminektomi kifoz oranı artmaktadır. İleri derecede dejeneratif değişiklikler, tamamen çökmüş diskler



Şekil 3: 59 y, E. Parkinson +, Modifiye JOA skoru 6 p.



Şekil 4: C3-6 laminektomi yapıldı. Postop 1. yıl modifiye JOA skoru 12 p. Servikal kifoz geliştiği gözleniyor.

ve servikal omurgada hareket azalması olan olgularda bu risk daha düşük olabilmektedir (26,32). Postlaminektomi kifoza beraberinde daha fazla nörolojik bozulmaya da neden olabilir.

Tek başına laminektomi, çoklu radikülopatisi olan olgularda daha az başarılı olabilmektedir. Bunun nedeni, eğer bir füzyon planlanmadıysa, cerrahlar tarafından iatrojenik instabilite oluşturma korkusuyla çok fazla laminektomi yapmakta tereddüt edilmesi olabilir. Yapılan bir biyomekanik çalışmada servikal bölgede faset eklemin sadece %25'lik kısmının eksizye edilmesinin bile instabiliteye yol açtığı gösterilmiştir (43). Bununla birlikte, servikal kökleri yeterince açmak için sıklıkla daha önemli bir fasetektomi gerekmekte, üstelik fasetin %50'sinin eksizyonu ile sinir kökünün ancak 3-5 mm'lik bölümü görünür hâle gelebilmektedir. Bu durumda da segmental instabilite, kifoz ve nörolojik kötüleşme kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenlerle, foraminal dekompresyon gerektiğinde tek başına dekompresif laminektomi yeterli olamamaktadır (9,32).

SSM için dekompresif laminektominin diğer yaygın komplikasyonları arasında ani nörolojik kayıp, postlaminektomi membranı, ilerleyici uzun süreli nörolojik iyileşme kaybı, C5 radikülopati, hematoma ve yara enfeksiyonu yer almaktadır.

Postlaminektomi membranı zamanla dural skar formasyonuna neden olarak omurilik basısına yol açabilmekte ve bundan dolayı geç nörolojik bozulmalara yol açabilmektedir. Skar oluşumu ve psödomembran oluşumu ayrıca posterior servikal revizyon cerrahisi vakalarında dura hasarı ve BOS sızıntısı riskini artırmaktadır (38).

Laminektomi sonrası bildirilen postoperatif yeni başlangıçlı radikülopati oranı ise %0 ila %20 arasında değişmektedir. C5 sinir köküne özel dikkat gösterilmeli ve preoperatif foraminal stenoz olan vakalarında veya spinal rekonstrüksiyondan sonra foraminal stenoz meydana geleceği tahmin edildiğinde C5 paralizisini önlemek için C4-C5 foraminotomi düşünülebilir (8,38).

Laminektomi sonrası erken nörolojik iyileşme sonuçları daha iyi iken; 5 ila 10 yıllık takipte ise bu iyileşmenin ilerleyici kaybı izlenmektedir (13,32). Halvorsen ve ark.'nın çalışmasında olguların %11.6'sının nörolojik fonksiyonlarının ameliyattan hemen sonra bozulduğunu, %41.2'sinin nörolojik fonksiyonunda iyileşme olduğunu ve %47.2'sinin nörolojik fonksiyonunda değişme olmadığını belirtmektedirler (13).

Laminektomi tek başına; fokal posterior veya kombine anterior basıya sahip olan, servikal lordotik kurvaturu korumuş olan ve instabilite riski az olan olgularda kullanılabilir. Literatürde diğer tekniklere benzer başarı oranları belirtildi (5,46); ilerleyici uzun süreli nörolojik iyileşme kaybı ve postlaminektomi kifoza nedeniyle bu teknik diğer tekniklere oranla daha az kullanılmaktadır.

■ SERVİKAL LAMİNEKTOMİ ve FÜZYON

Laminektomi, SSM olgularında spinal kanal dekompresyonu amacı ile oldukça yaygın kullanılan bir yöntemdir. Ancak uzun dönemde instabiliteye ve kifotik deformiteye neden olabileceği için alternatif olarak posterior spinal füzyon ile birlikte kullanılmaya başlanmıştır.

Cerrahi Teknik

Genel anestezi altında, çivili başlık ya da ay başlık ile pron pozisyonda baş nötr veya hafif fleksiyonda sabitlenir. Cerrahi alan temizliği ve steril kapamayı takiben posterior orta hat cilt insizyonu yoluyla servikal fasyaya ulaşılır. Fasya açılarak paravertebral kaslar iki taraflı olarak spinöz çıkıntılardan, laminalardan ve yan kitlelerden subperiostal olarak sıyrılır. Skopi ile mesafe tayini yapıldıktan sonra enstrümantasyon sırasında omurilikte hasara yol açmamak ve yan kitle vidalarını yerleştirirken yönelimlerini kaybetmemek amacı ile laminektomi öncesi enstrümantasyon yapılmalıdır. Yan kitle vidalaması için yan kitlenin ortasının 1 mm mediali en uygun yerdir (Magerl yöntemi). Buradan vida aksiyal planda 25° laterale, sagittal planda komşu faset ekleme paralel olacak şekilde (yaklaşık 30°) kraniale doğru yönlendirilir. Yan kitle vidalaması sonrası stabilizasyon plak ya da rod sistemleri ile sağlanır. Enstrümantasyon sonrasında, bilateral laminalarda faset sınırı boyunca yüksek hızlı drill ile laminektomi oluşturulur. Aradaki bağları ve flavumu çıkarmak için küçük bir Kerrison rongeur kullanılır. Daha sonra supraspinöz çıkıntı ve lamina, flavumla birlikte yavaşça kaldırılır. Laminektomi bitince daha lateraller de alınarak spinal kanal çapı genişletilir ve omurilik dekomprese edilir. Gerekirse foraminotomiler yapılabilir. Fasetin medial 1/3'ünden fazlası alınmamalıdır.

Endikasyonlar

- Instabilite
- Posterior omurilik basısı
- Çok seviyeli patolojiler
- PLLO'lu olgular

Kontrendikasyonlar

- Pron pozisyonu tolere edemeyecek hastalar
- Aktif posterior enfeksiyon
- Posterior servikal bölgeye yapılmış olan cerrahi/radyoterapi öyküsü

Komplikasyonlar

- Sinir kökü yaralanmaları (C5 paralizisi)
- Yara enfeksiyonları
- BOS fistülü
- Kanama
- Psödoartroz
- Enstrümantasyon yetmezliği

Avantajlar

- Çoklu seviye stabilizasyon
- Daha geniş dekompresyonun stabilizasyonla birlikte sağlanması
- PLLO'da stabilizasyon yapılarak progresyonun önlenmesi/azaltılması

Dezavantajlar

- Komşu segment dejenerasyonu
- İmplanta bağlı komplikasyonlar

Laminektomi ile birlikte füzyon uygulanması kifozun lordoza dönüşmesine izin vererek miyelopati tedavisine olanak sağlamaktadır. Ayrıca yeterli düzeyde ventral ve dorsal açılardan dekompresyon sağlamaktadır (3,7,38).

Preoperatif instabilitenin olduğu olgular ile lordoz düzleşmesinin olduğu olgularda füzyon yapılması önerilmektedir (Şekil 5-7).

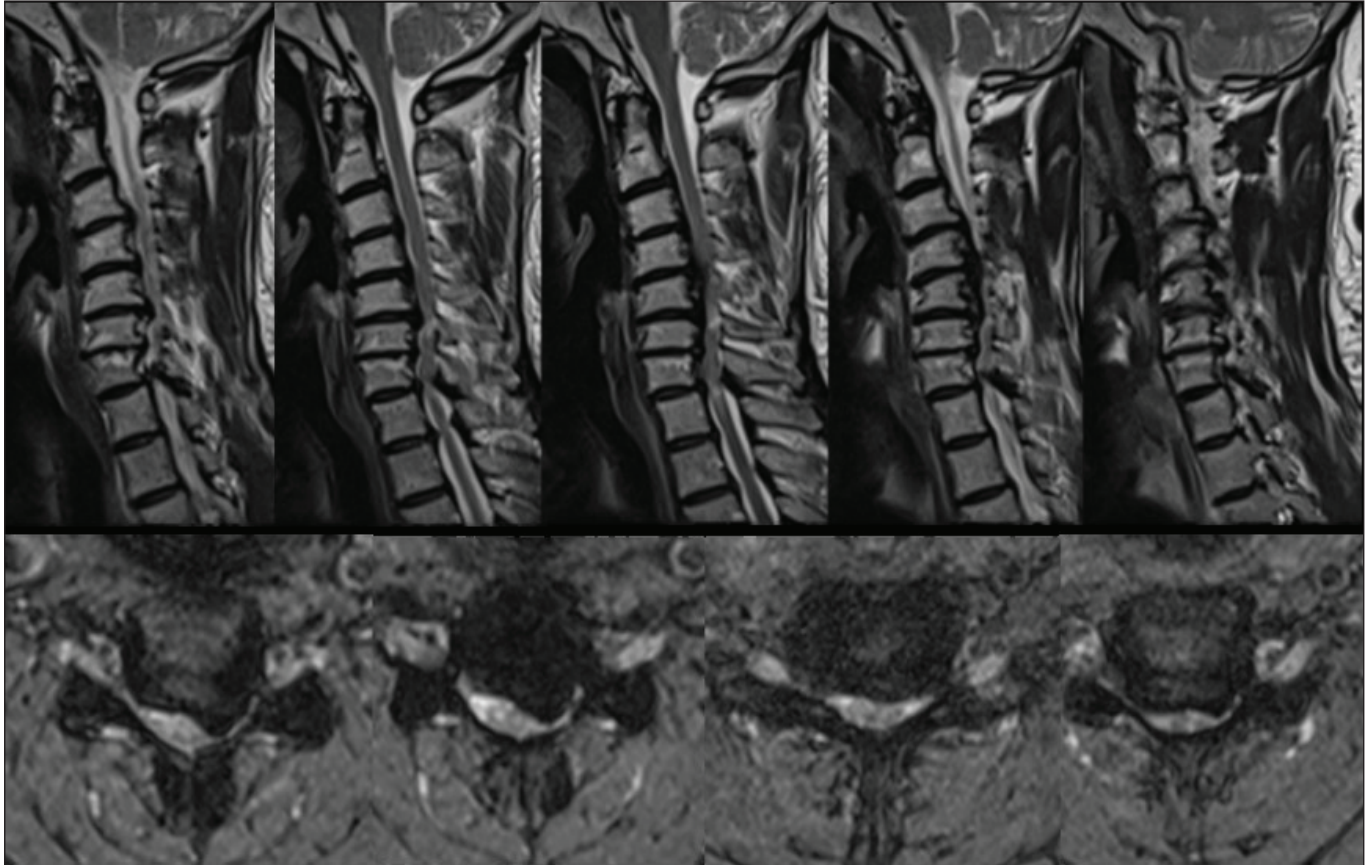
Nörolojik iyileşme; servikal lordotik dizilimi korunan ve daha kısa semptom süresi olanlarda daha iyi iken, kifotik deformite, 70 yaşından büyük yaş, şiddetli miyelopati ve daha uzun semptom süresi olanlarda daha yetersizdir (38,40).

Posterior füzyon için daha önce kosta veya iliak greftin fasete telle tutturulması uygulanmıştır. Bugün için laminektomi ile birlikte kullanılan en uygun posterior stabilizasyon yöntemi ise lateral kitle vida ve rod/plak uygulamasıdır (Şekil 8). Böylece instabilite riski olmadan sinir kökleri dekomprese edilebilecek kadar laminektomi uygulanabilmektedir. Lateral kitle vida kullanılarak enstrümente edilmiş SSM olguları için yüksek füzyon oranları bildirilmektedir (25,38). Biyomekanik çalışmalar ile servikal omurgada pedikül vida fiksasyonunun diğer inter-

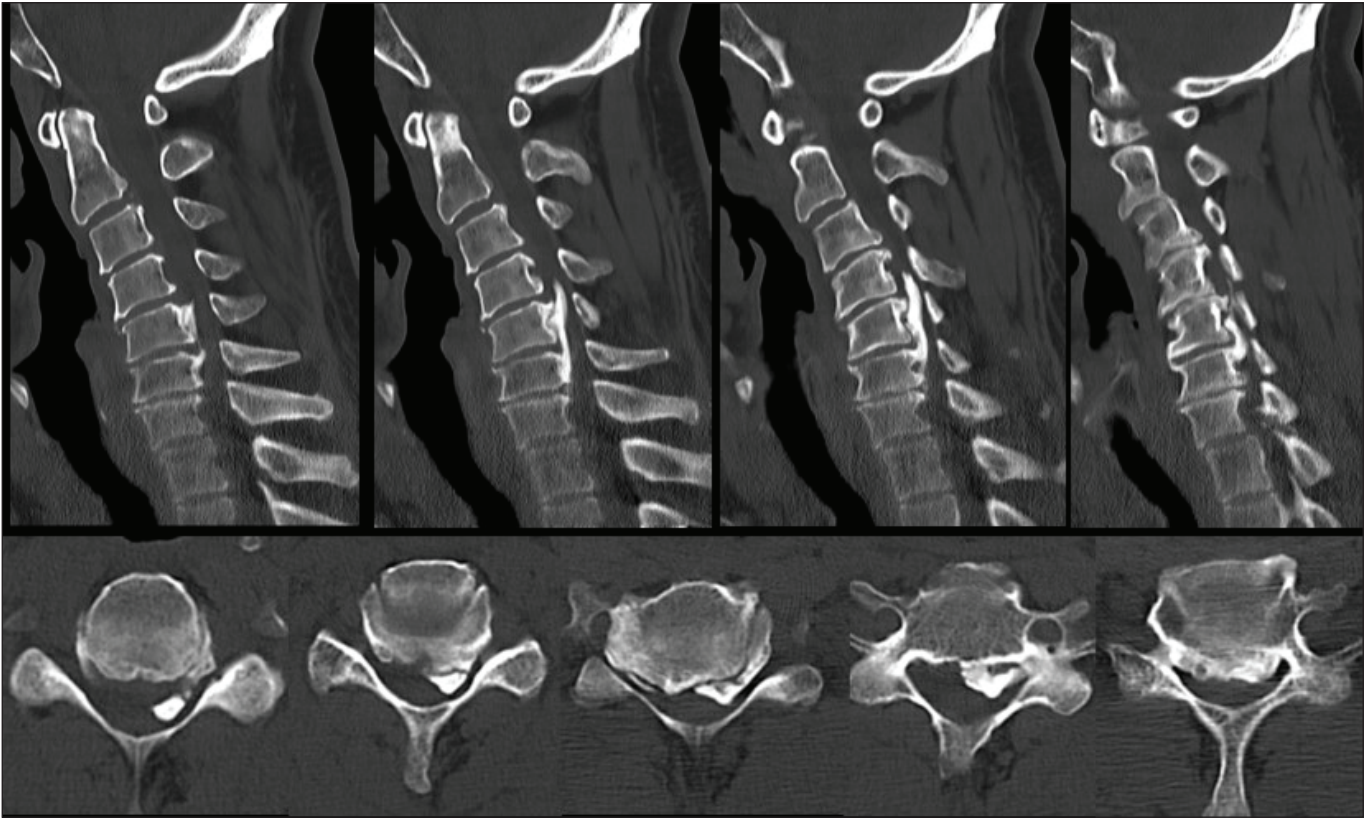
nal fiksasyon prosedürlerine göre daha üstün stabilize edici etkisi ortaya konulmakla birlikte, vertebral arter ve sinir kökü yaralanması dahil olmak üzere nörovasküler komplikasyonlar görülebilmektedir (1). Laminektomide anterior kolon bütünlüğü korunduğu için lateral kitle enstrümantasyon ile yeterli stabilizasyon sağlanabilir. Bu yöntemlerin dezavantajları füzyon uygulandığı için komşu segment dejenerasyonu, implanta bağlı komplikasyonlar (psödoartroz, enstrümantasyon yetmezliği) ve greft donör bölge komplikasyonlarıdır.

Postoperatif C5 paralizi, servikal laminektomi ve füzyon cerrahisinin komplikasyonları arasında önemli bir yer tutmaktadır. İnsidansı %11.3'tür (12). Dekompresyondan sonra omuriliğin posteriora kaymasından kaynaklanan aşırı sinir gerilimine bağlı olabileceği belirtilmektedir. Klement ve ark. laminektomi genişliği ile felç şiddeti arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmada; posterior servikal laminektomi genişliği ile felç gelişimi arasında ilişkili bulunmadığını ve laminektomi miktarını azaltma girişimlerinin olguların sonuçlarını tehlikeye atabileceğini belirtmektedir (27).

Servikal laminektomi ve füzyon ile tedavi edilen SSM olgularının takibine ilişkin birçok çalışma yapılmış ve tek başına laminektomide görülenden daha iyi (%75-90 arasında) bir nörolojik iyileşme oranı ortaya koyulmuştur. Geç nörolojik kötüleşmeyi ve postlaminektomi kifozunu önleme açısından füzyonun tek başına laminektomiye üstünlüğü belirtilmiştir (29,32,38).



Şekil 5: 55 y, E: 15 gündür yürüme bozukluğu, El sıkma bilateral 3/5, bastonla yürüyor. Modifiye JOA skoru 8 p.



Şekil 6: BT'de miks tip PLLO ile uyumlu görüntü.

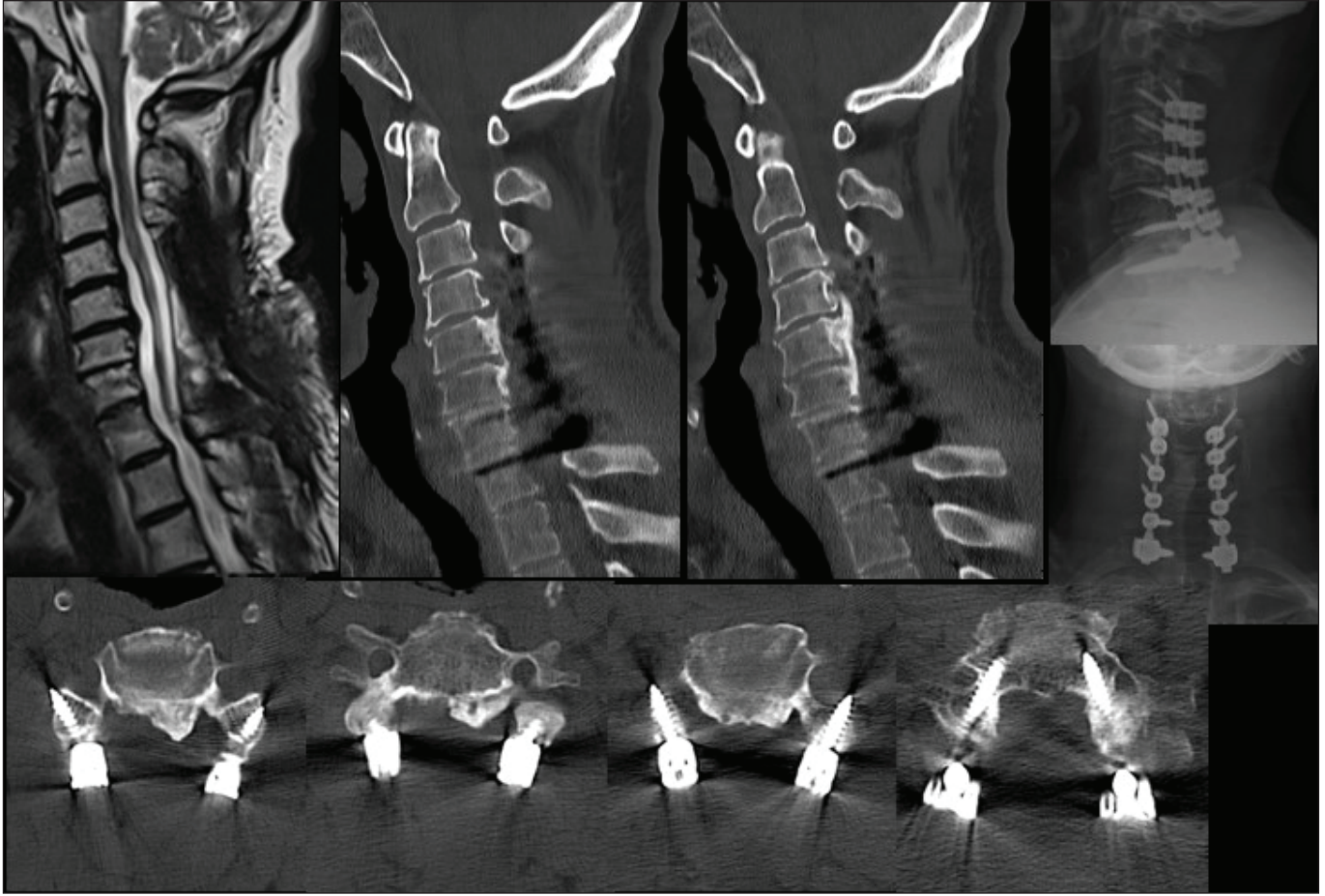


Şekil 7: Düz yan grafide K-line çizgisi. PLLO nun K-line çizgisini geçtiği görülüyor.

SSM tedavisinde laminoplastinin laminektomiye karşı tercih edilmesini öneren herhangi bir kılavuz yoktur. SSM tedavisinde laminoplasti ile füzyonlu veya füzyonsuz laminektominin endikasyonlarını/etkinliğini karşılaştıran literatürün gözden geçirildiği bir çalışmada; laminektomi ve laminoplasti grupları arasında, ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası Japanese Orthopedic Association (JOA) skorları, VAS skorları ve servikal hareket açıklığı gibi kriterler açısından anlamlı fark olmadığı belirtilmektedir (46). SSM tedavisinde laminektomi ve füzyon ile servikal laminoplastinin etkinliğini ve güvenliğini karşılaştırmak amaçlı yapılan diğer bir çalışmada da; SSM tedavisinde laminoplasti ve laminektomi ile füzyon prosedürlerinin benzer şekilde etkili olduğu belirtilmektedir (56).

SSM'li olgular için, laminektomi ve füzyon cerrahisinin biraz daha fazla kan kaybı ve daha yüksek uzun vadeli komplikasyon oranına sahip olduğu, ancak laminoplastiden daha fazla nörolojik iyileşme sağladığı belirtilmektedir. Ayrıca benzer postoperatif servikal lordoz ve sagittal dizilimi olan olgularda boyun ağrısı insidansı ve şiddeti, laminoplasti veya laminektomi ile füzyon uygulanan olgularla benzer saptanmıştır (31).

Bir prosedürü (laminoplasti/laminektomi) diğerine tercih ederken göz önünde bulundurulması gereken faktörler; olguların preoperatif klinik durumu, SSM tipi, yeterli bir servikal lordotik dizilimin olup olmadığı ve PLLO'nun varlığı olmalıdır. Ayrıca cerrahların her olguyu ayrı ayrı ele almalı ve her prosedürle ilgili kendi deneyimlerini dikkate alarak karar vermeleri önerilmektedir (46,56). Benek ve ark. laminoplasti ve füzyonlu



Şekil 8: Hastanın yaşının genç olması, mikstip olması nedeniyle füzyon cerrahisi tercih edildi. C3-7 laminektomi, C2-T1 enstrümantasyon, interartiküler füzyon yapıldı. PO 1. yıl: JOA skoru 12 p. Omurilik basısı yok.

laminektominin SSM tanısı alan olgularda nörolojik fonksiyonları iyileştirdiğini, ameliyat öncesi aksiyal ağrısı olan hastaları tedavi ederken füzyonlu laminektominin tercih edilmesi gerektiğini, kifotik deformite yokluğunda ise tedavide tercih edilen yöntemin laminoplasti olması gerektiğini belirtmektedir (6). Ayrıca laminektomi ile füzyon ve laminoplastinin finansal değerlendirmelerinin yapıldığı bir çalışmada da, laminektomi ile füzyon cerrahisinin laminoplastiye oranla ortalama olarak en az 2,4 kat daha maliyetli olduğu belirtilmektedir (11).

■ SERVİKAL LAMİNOPLASTİ

Servikal laminoplasti Japonya'da 1970'li yıllarda geliştirilmiş ve 80'li yıllardan sonra popüler olan bir yöntemdir. 1968 yılında ilk kez Krita tarafından laminoplastinin servikal myelopatide kullanılması tanımlanmıştır (15). Çok çeşitli laminoplasti teknikleri mevcuttur.

Cerrahi Teknik (Open-Door Laminoplasti)

Lezyon seviyesi bir altı ve bir üstünü içine alacak şekilde planlama yapılmalıdır. Genel anestezi altında, çivili başlık ile pron pozisyonda baş hafif fleksiyonda sabitlenir. Cerrahi alan temizliği ve steril kapamayı takiben posterior orta hat cilt insiz-

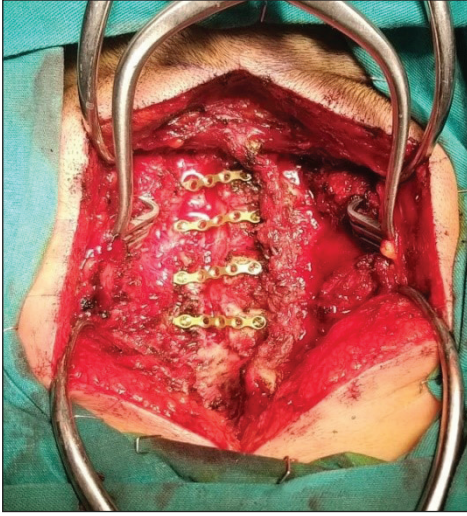
yonu yoluyla servikal fasyaya ulaşılır. Fasya açılarak iki taraflı olarak paravertebral kaslar subperiosteal olarak sıyrılır. Skopi ile mesafe tayini yapıldıktan sonra başlangıçta, klinik olarak semptomların daha fazla olduğu tarafta lamina lateral kitle birleşim yeri yüksek hızlı drill ile tam kat drillenir. Aradaki bağları ve flavumu çıkarmak için küçük bir Kerrison rongeur kullanılır. Karşı taraf lamina lateral kitle birleşimi yüksek hızlı drill ile iç korteks sağlam kalacak şekilde drillenir. Daha sonra menteşe tarafına doğru yeşil ağaç kırığı oluşturmak için yavaşça kaldırılır ve spinal kanal çapı genişletilir. Servikal laminoplasti plağı, laminaya ve lateral kitlelere birer vida ile sabitlenir. Tüm servikal seviyelere bir laminoplasti plağı uygulandıktan sonra, cerrahi saha katmanlar hâlinde kapatılır (Şekil 9).

Endikasyonlar

- Servikal stenoz
- Çoklu seviye bası
- Omuriliğe posteriodan bası
- PLLO'lu yaşlı hastalar

Kontrendikasyonlar

- Aktif posterior enfeksiyon



Şekil 9: Open-door laminoplasti.

- Posterior servikal bölgeye yapılmış olan cerrahi/radyoterapi öyküsü
- Servikal kifoz
- Servikal instabilite
- Boyun ağrısı

Komplikasyonlar

- Boyun ağrısı
- Sinir kökü yaralanmaları (C5 paralizi)
- Kifotik deformite gelişimi/lordoz kaybı

Avantajlar

- Posterior elemanların korunması
- Postlaminektomi membranının olmaması
- Restenozisin önlenmesi
- Radikülopatide posterior foraminotomi yapılabilmesi
- Füzyon olmaması
- Komşu seviye disk dejenerasyonu insidansının düşük olması
- Çoklu seviyede uygun olması
- Anterior yaklaşımın komplikasyonlarının olmaması (disfaji, ses kısıklığı, nonunion, enstrümantasyon yetmezliği)

Dezavantajlar

- Sınırlı posterior dekompresyon
- Anterior basıya posterior dekompresyon
- Geniş adale diseksiyonu
- Geç dönem instabilite
- Boyun ağrısında artış, kifotik deformite
- C5 sinir paralizi

Laminoplasti Teknikleri

1- Z laminoplasti (Z laminoplasty)

Bu teknik Oyama ve ark. tarafından tanımlanmış olan ilk laminoplasti tipidir (44). Bu yöntemde laminalar uzun eksenli boyunca ikiye ayrılarak zayıflatılmakta, daha sonra boyuna Z şeklinde kesilip suture veya tel ile uç uca tutturularak kanal genişletilmektedir. Teknik zor olduğu için yeterli kullanım alanı bulamamıştır.

2- Açık kapı laminoplasti (open-door laminoplasty)

Hirabayashi ve ark. tarafından tanımlanmış olan bir yöntemdir (19). Açık kapı laminoplasti yönteminde; faset lamina bileşkesinden laminanın bir tarafı yüksek devirli drill ile tam kesilirken, diğer taraf sadece dış korteks inceltir. Tam kesilen lamina diğer tarafa doğru kaldırılarak kanal genişletilir. Burada bir kapak gibi açılan lamina bu durumda sabitlenir (54).

Metalle güçlendirilmiş open-door laminoplasti: O'Brien ve Shaffrey tarafından tanımlanan ve açık kapı laminoplastinin implant kullanılarak yapılan tipidir (48).

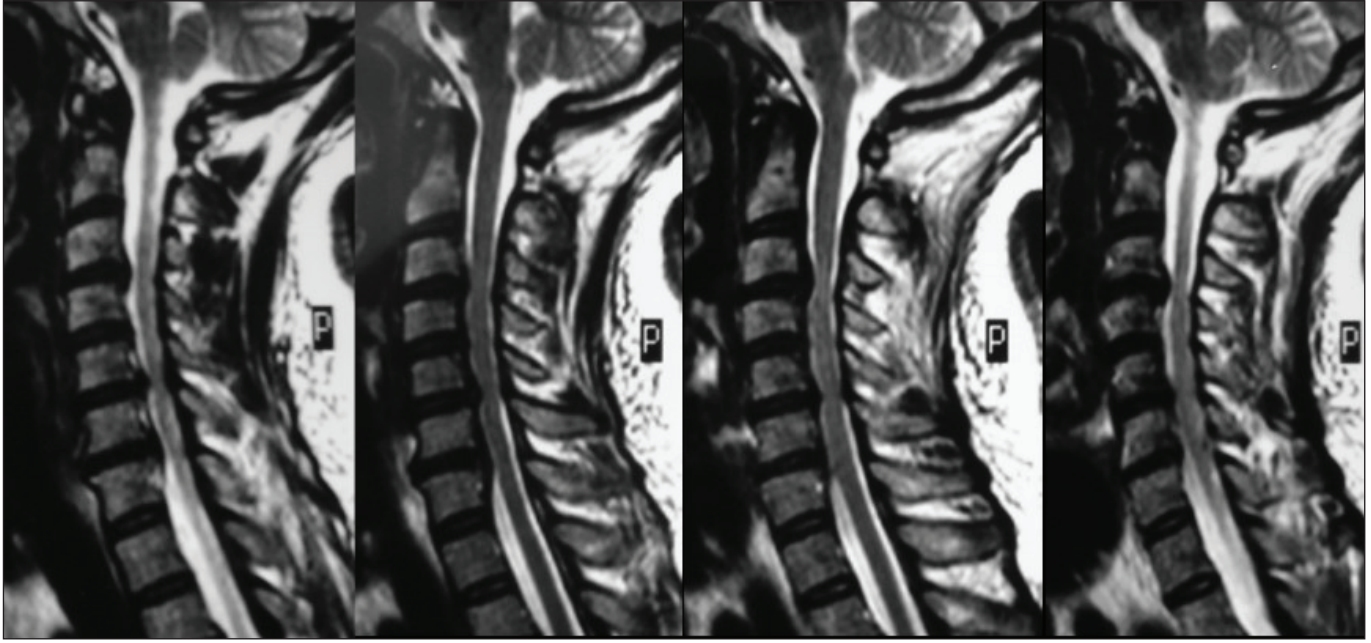
3- Çift kapı laminoplasti (spinous process-splitting laminoplasty, French-door laminoplasty)

Kurokawa ve ark. tarafından tanımlanmış olan bir yöntemdir (30). Açık kapı laminoplastide kanal bir taraftan açılır, diğer taraftan menteşelidir. Bu aslında kanalın asimetrik bir genişlemesini yaratır. Fransız kapı laminoplastisinde ise kapı orta hattan açılarak kanalın simetrik bir şekilde açılması sağlanmaya çalışılır. Genellikle lamina/faset birleşiminden yüksek hızlı drill ile laminaların dış korteksi her iki taraftan inceltir. Daha sonra orta hattan spinöz süreçler kesilerek, laminalar yanlardaki inceltirilmiş lamina olukları üzerine iki tarafa doğru açılır ve spinal kanal genişletilir. İki taraflı açıklık, ortada sallanarak açılan bir Fransız kapısına benzetilmiştir (54).

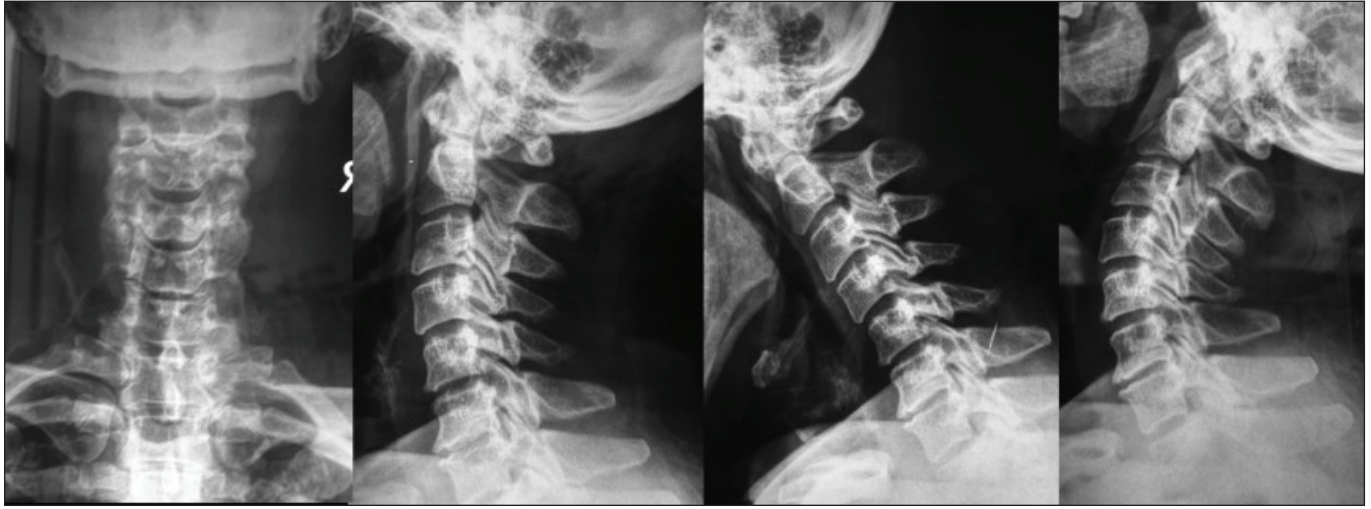
Laminoplasti, servikal laminektomiye alternatif olarak özellikle çok seviyeli SSM'de ve PLLO'da bir tedavi seçeneği olarak geliştirilmiştir (48). Ancak son yıllarda PLLO'lu olgularda sadece ileri yaşlarda kullanılması önerilmektedir.

Servikal laminektomi dar spinal kanalı etkili bir şekilde genişletilirse de; perinöral yapışıklıklar, kifotik deformite, segmental instabilite ve geç nörolojik bozulma gibi ciddi komplikasyonları vardır. Bu nedenlerle laminektomi sonrası posterior servikal enstrümantasyon daha sık uygulanmaya başlanmıştır; ancak maliyet, uzun ameliyat süresi, hareket kısıtlılığı, füzyon ile ilgili problemler de bu yöntemin ciddi sorunları olarak ortaya çıkmıştır (48,53,11). Laminektomiye cerrahi bir alternatif olan laminoplasti yöntemi ise; spinal kanalı genişletmek, kifotik deformiteyi önlemek için posterior yapının korunması, servikal omurganın hareket açıklığının korunması ve postlaminektomi membranının gelişmesini önlemek amacıyla geliştirilmiştir (18,35) (Şekil 10-13).

Kanal çapının %60'dan fazla daraldığı durumlarda, osteofit veya PLLO'nun plato şeklinde kanala bası yaptığı durumlarda, üç veya daha fazla seviyede bası mevcutsa ve servikal omurgada düz veya lordotik dizilimin korunduğu durumlarda özellikle yaşlı hastalarda laminoplasti tercih edilmelidir (21).



Şekil 10: 43 y, K. Modifiye JOA skoru 13p.



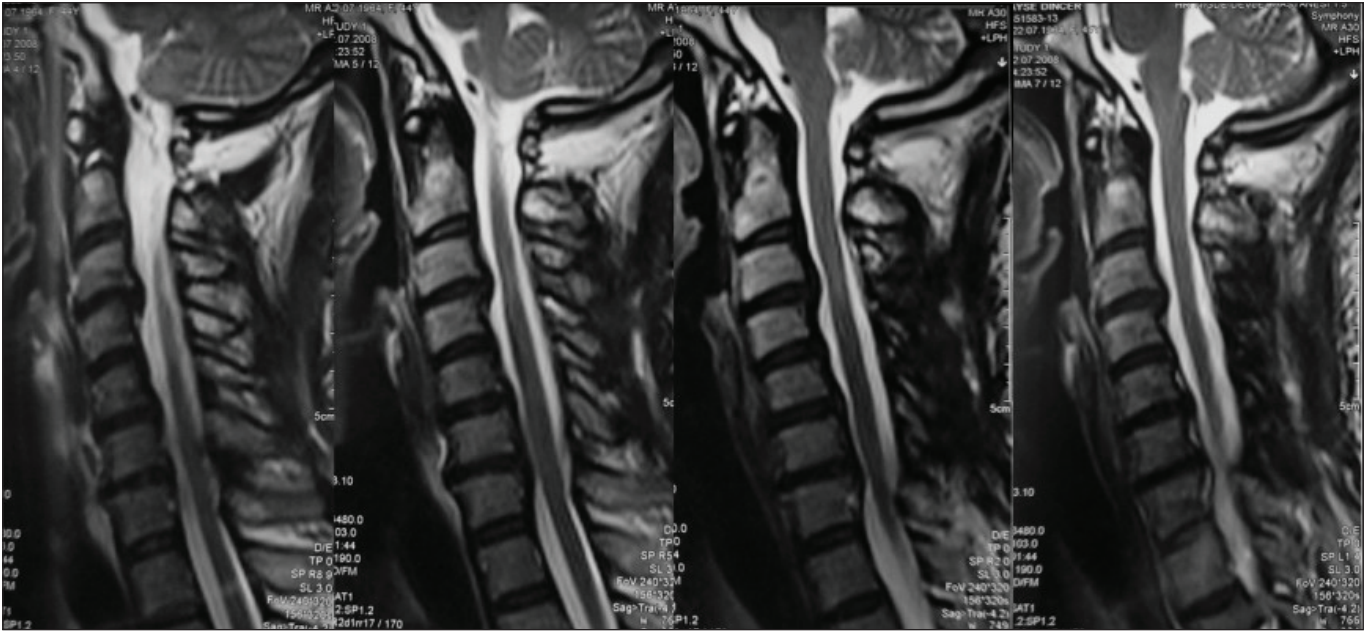
Şekil 11: Preop lordotik açılanma 12°.

Laminoplasti için ideal endikasyonun; spondilolitik aksiyel ağrının minimal olduğu veya hiç olmadığı, lordotik dizilimin korunduğu çok seviyeli miyelopatili (genellikle 3 veya daha fazla hareket segmentini içeren) olgular olduğu belirtilmektedir (53,54).

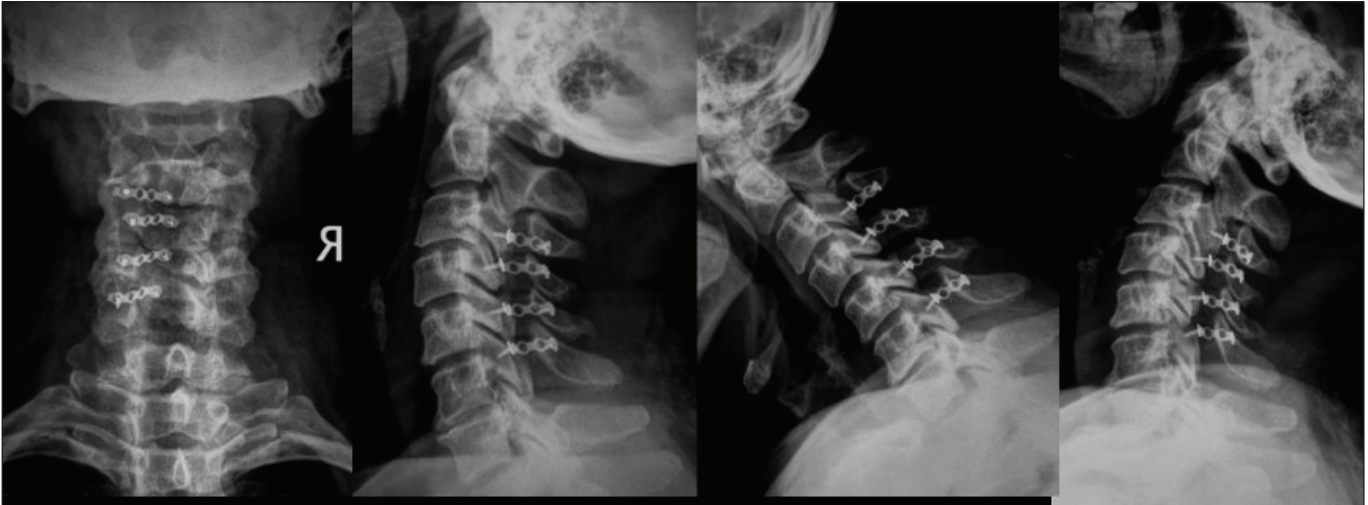
Laminoplasti genellikle servikal instabilite ve kifotik servikal patolojide kontrendikedir. Düz bir omurgada laminoplasti yapmak mümkündür, ancak lordotik bir servikal omurga dizilimi tercih edilir. Ankilozan spondilit (AS) ve romatoid artrit (RA) gibi inflamatuvar artrit de göreceli bir kontrendikasyon nedenidir. Laminoplasti bir veya iki seviyeli olgular için çok uygun değildir. Bu gibi durumlarda sınırlı dekompresyon genellikle omuriliğin yeterli dekompresyonuna izin vermez (48,54). Üstelik bir veya iki seviyeli bası olan olgularda alternatif yöntemler de başarıyla uygulanabilir.

Laminoplasti, füzyonlu veya füzyonsuz laminektomiye göre çeşitli avantajlara sahiptir. Örneğin; komşu segment hastalığı ve psödoartroz gibi artrodez ile ilişkili komplikasyonlara sahip değildir (54). Laminoplasti sonrası sonuçları laminektomi ile füzyonla karşılaştıran yüksek kaliteli veri miktarı sınırlı olsa da, uygun şekilde seçilmiş olgularda laminoplastinin daha az komplikasyon ve daha iyi klinik sonuçlarla ilişkili olabileceği belirtilmektedir (5,14,54,56). Özellikle çoklu seviye omurilik kompresyonu olan olgularda servikal laminoplasti iyi nörolojik sonuçlar sağlamaktadır. Laminektomiye kıyasla aksiyel boyun ağrısı, lordoz veya kifoz kaybı, instabilite ve laminektomi sonrası membran gibi komplikasyon insidansı daha düşüktür (48,50,53).

Tek başına laminektomi ile karşılaştırıldığında, laminoplastide posterior gerilim bandının korunması ile servikal omurganın



Şekil 12: C3-6 en blok laminoplasti, C7 arkokristektomi yapıldı. Postop 3.ay Modifiye JOA skoru 18p. MR da omurilik basısı olmadığı gözleniyor.



Şekil 13: Postop lordotik açılanma 10°.

postoperatif deformitesi önlenebilmektedir. Ayrıca laminoplasti ile dura üzerinde dorsal örtücülüğün sağlanması, laminektomi sonrası membran oluşumunu engellemektedir (50,54).

Laminoplasti sonrası olguların modifiye JOA skorlarında orta derecede bir iyileşme yaşanabileceği belirtilmekle birlikte laminektomi ile füzyon yapılan olgularla karşılaştırıldığında JOA skorlarında belirgin fark bulunmamıştır (5,36).

Laminoplastinin SSM tedavisi için yeterince kullanılmayan bir prosedür olduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur. Lopez ve ark. laminoplasti ve laminektomi ile füzyon operasyonu yapılan SSM tanılı iki olgu grubunu radyolojik olarak değerlendirdikleri çalışmasında; laminektomi ile füzyon operasyonu yapılan

olguların yaklaşık %80'inin aynı zamanda laminoplasti için de uygun olduğunu belirtmişlerdir (34).

Laminoplastinin komplikasyonları arasında gecikmiş yara iyileşmesi, boyun ağrısı, servikal lordoz kaybı, C5 paralizi, nörolojik kötüleşme ve rekürren stenoz yer almaktadır (54).

Laminoplastide dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan birisi C7 seviyesi laminoplastiye dahil edildiğinde boyun ağrısı insidansının belirgin arttığı, bu komplikasyonun önüne geçmek için C7 spinöz uzantılarına yapışan nukhal ligamentlerin korunmasının önemli olduğudur (47,51,53). C6-7 basısında C7 arkokristektomi yapılması daha doğrudur (53). Aynı şekilde C2'ye yapışan semispinalis cervicis kasının korunması postop-

peratif süreçte servikal lordotik yapının korunması açısından önemlidir (53). Tümtürk ve ark. en blok servikal laminoplasti ve arkokristektomi (C6-7 seviyesi ameliyata dahil ise) uygulanan SSM'li olguların retrospektif incelemesini içeren çalışmasında; en blok servikal laminoplastinin posterior yapıyı korurken postoperatif spinal dizilim bozukluğunu ve aksiyel ağrısı önlemede faydalı olduğunu; arkokristektominin ise C6-7 spinal stenozlu olgularda postoperatif aksiyel ağrının önlenmesinde etkili bir teknik olduğunu belirtmektedir (53).

Laminoplasti ile lordoz kaybı meydana gelebilse de, genellikle tek başına çok seviyeli laminektomi sonrası görülebilen ciddi kifoz tipi ile ilişkili değildir (24,50,54,56). Ayrıca servikal lordoz özellikle 50-60 yaş arasında yaşla birlikte azalır. Disk, normal yaşam döngüsü boyunca dehidrasyon nedeniyle fizyolojik olarak elastikiyetini ve esnekliğini kaybeder. Bu durum, lordoz kaybında rol oynayan disklerin yüksekliğini ve şeklini değiştirir. Bu nedenle lordozdaki bu azalma sadece cerrahiye değil, yaşlanmaya bağlı değişikliklere de bağlı olabilmektedir (4,53).

Ek olarak, laminoplasti uygulanan olgularda, daha büyük servikal lordoz (özellikle ameliyat sonrası 20°'den büyük lordozu olan olgular) daha az boyun ağrısı sonuçları bildirilmiştir (31). Posterior gerilim bandının bozulması, faset eklem ve kapsülün %50'sinin rezeksiyonu ve yanlış olgu seçimi (lordotik açısı <10° olan ve kifotik deformitesi olan olgular) postoperatif kifoz ve buna bağlı aksiyel ağrıda önemli rol oynamaktadır (50,53). Servikal laminoplasti sonrası olumsuz radyolojik değişikliklerin ve aksiyel boyun ağrısının çoğunlukla boyun kası tahribatı, özellikle kas inersiyolarının C2 ve C7 spinöz çıkıntılarında ayrılmasından, nukhal ligamana bağlı kasların yaygın atrofisi, omuz kaslarının iskemisi ve faset eklemlerde geç kaynamadan kaynaklandığı belirtilmektedir (20,47,53). Laminoplastinin doğru seçilmiş olgularda kötüleşen aksiyel boyun ağrısına yol açmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur (49,54). Stephens ve ark. preoperatif olarak belirgin diffüz aksiyel ağrısı olmayan ve uygun sagittal dizilimi (C2-7 nötr/lordotik) olan, uygun şekilde seçilmiş bir miyelopatili olgu grubunda, laminoplastinin kötüleşen aksiyel boyun ağrısına yol açmadığı ve diğer klinik ve miyelopati sonuçlarında anlamlı iyileşmeler ile ilişkili olduğunu belirtmektedir (49).

Postoperatif C5 paralizi büyük olasılıkla çok faktörlü olmakla birlikte laminoplasti sonrası görülebilmektedir. Genellikle deltoid ve/veya biceps kaslarının motor disfonksiyon izlenmektedir. Genellikle ameliyattan 1-3 gün sonra deltoid zayıflığı ve omuz ağrısı ile başlar. Bu komplikasyon laminoplastiye özgü değildir ve herhangi bir tip servikal dekompresif operasyondan sonra da ortaya çıkabilir, ancak posterior cerrahilerde görülme sıklığının daha yüksek olduğu konusunda görüş birliği mevcuttur. 630 olgudan oluşan bir seride, toplam C5 paralizi oranı %6.7, laminoplastide %4.8, laminektomi ve füzyonda %9.5'tir (41). Konservatif tedavi ve fizik tedavi ile çoğu olgu ameliyattan 6-9 ay sonra motor fonksiyonlarını yeniden kazanabilmektedir. Bu komplikasyonu önlemek için foraminotomi ve fasetektomi denenmiştir; ancak etkili olup olmadıkları kanıtlanamamıştır (48,54). Tümtürk ve ark. foraminal bası olan seviyelere posterior foraminotomi yapılmasının C5 paralizi oranını belirgin derecede azalttığını bildirmişlerdir (53).

Laminoplasti sonrası rekürren darlık veya erken kapanma ise %10'a varan oranlarda ve en sık olarak C5 veya C6 düzeylerinde bildirilmektedir (54).

Sonuç olarak, laminoplasti, spondiloza bağlı minimal veya hiç aksiyel boyun ağrısı olmayan, sagittal dizilimi uygun olan (nötr/lordotik), çok seviyeli darlığı olan servikal miyelopatili olgularda önerilmektedir. Ameliyat öncesi belirgin boyun ağrısı olan, servikal kifozu olan ve servikal instabilitesi olan olgularda genellikle laminoplastiden kaçınılmalıdır.

■ ARKOKRİSTEKTOMİ

Arkokristektomi, 1972'de ilk kez Breig tarafından SSM tedavisinde bir seçenek olarak tanımlanmıştır. 1991'de ise Pereira SSM tedavisi için çoklu servikal arkokristektomileri tanımlamıştır (2).

Cerrahi Teknik

Genel anestezi altında, çivili başlık ile pron pozisyonda baş hafif fleksiyonda sabitlenir. Cerrahi alan temizliği ve steril kapamayı takiben posterior orta hat cilt insizyonu yoluyla servikal fasyaya ulaşılır. Fasya açıldıktan sonra skopi ile mesafe tayini yapılır. Bundan sonra iki yöntemden birisi seçilmelidir; 1) derin servikal adaleleri korumak, 2) derin servikal adaleleri spinöz çıkıntından diseke etmek. Derin servikal adaleleri koruma yöntemi seçildiğinde; spinöz çıkıntıya yapışan adaleler korunarak periost yardımı ile alttaki spinöz çıkıntı üst yarısı lamina görülene kadar diseke edilerek laminanın üst kısmı ve ligantum flavum ortaya konur. Yüksek devirli drill ve küçük uçlu Kerrison rongeur kullanılarak laminanın üst 1/2 yarısı ve ligantum flavum çıkarılarak spinal kanal genişletilir. Derin servikal adaleler spinöz çıkıntından diseke edilecekse; adaleler tek taraflı sıyılır. C2 ye yapışan adaleler mutlaka korunmalıdır (10) (Şekil 14).

Endikasyonlar

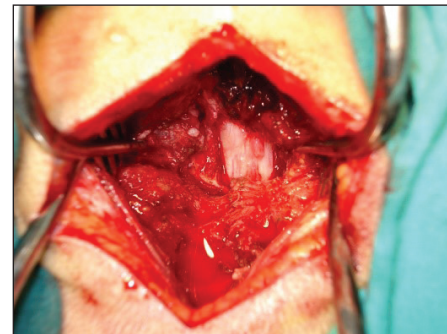
- Ligantum flavum hipertrofisine bağlı SSM

Kontrendikasyonlar

- Kifotik servikal spondilolitik miyelopati
- Segmental instabilite
- Primer şikayeti boyun ağrısı olan hastalar

Komplikasyonlar

- Yara yeri enfeksiyonu
- Kanama

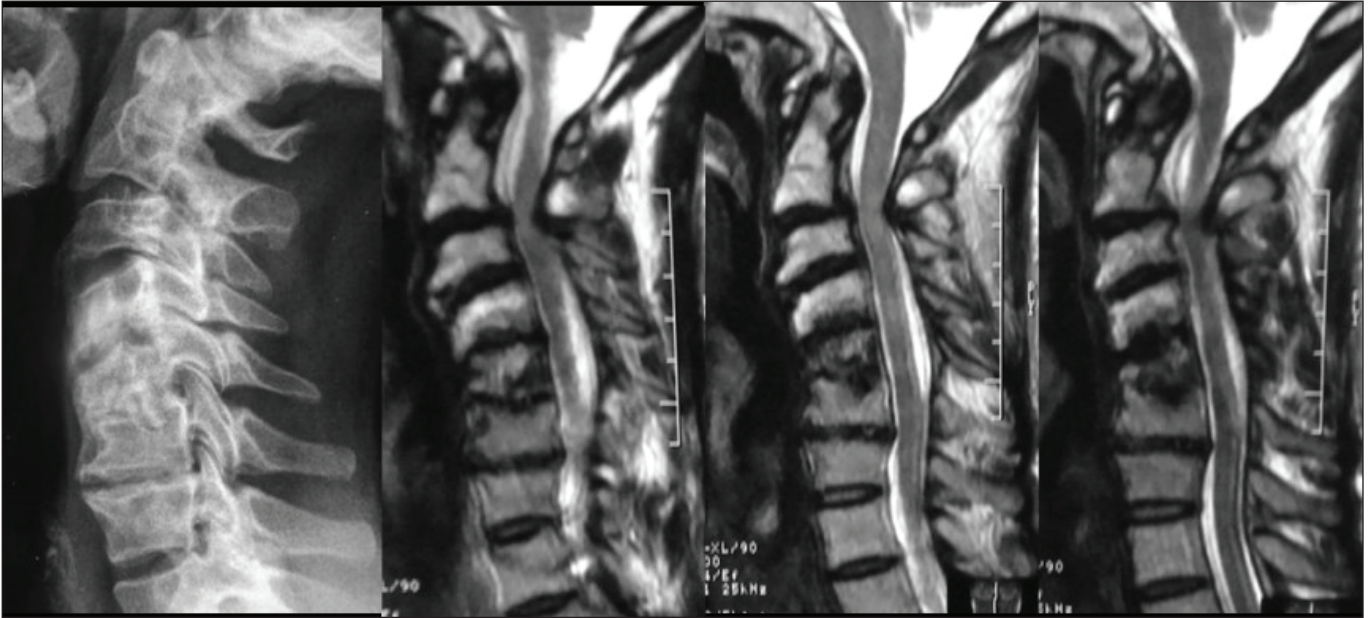


Şekil 14:
Arkokristektomi.

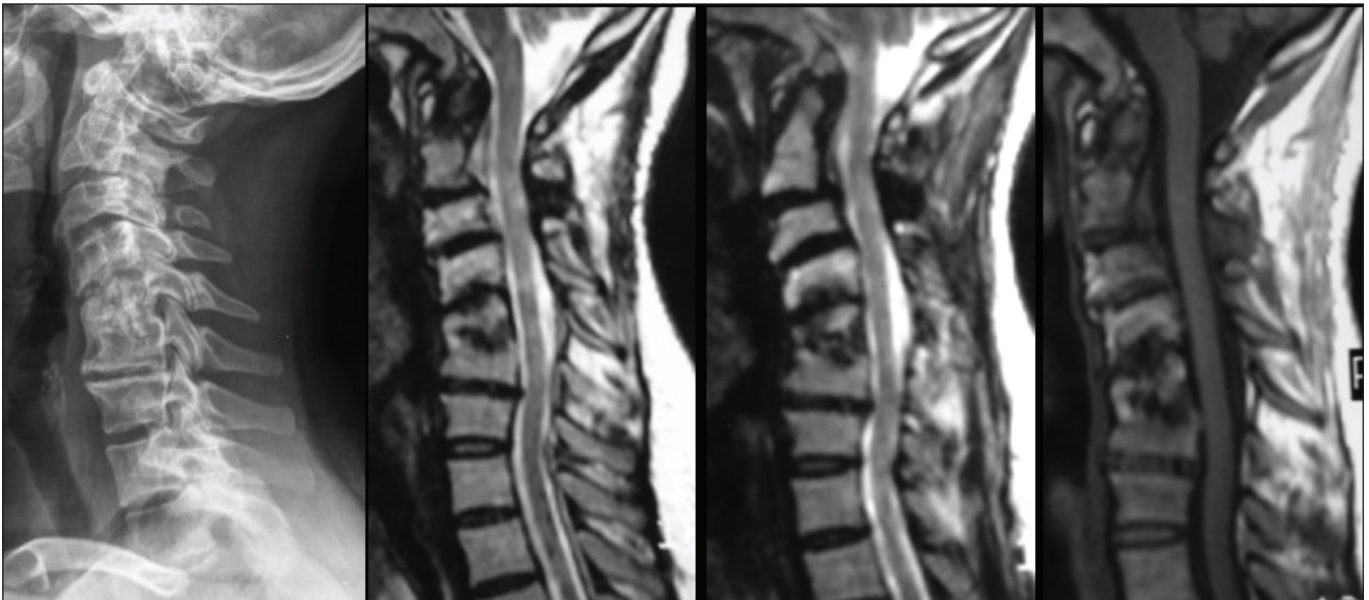
Arkokristektomi, servikal laminanın 1/2 üst yarısı ve ligamentum flavumun çıkarılarak spinal kanalın genişletilmesidir. Tek seviyeden, çoklu seviyeye kadar uygulanabilir. Servikal spondilolitik miyelopatinin tedavisinde arkokristektomi tek başına veya laminoplasti ile birlikte uygulanabilir (53). Arkokristektomide spinöz çıkıntı ve buralara yapışan adaleler mümkün olduğunca korunarak laminanın üst yarısı ve ligamentum flavum çıkarılmakta ve yeterli omurilik dekompresyonu sağlanmaktadır (Şekil 15, 16). Herhangi bir füzyon girişimi veya enstrümantasyon yapılmadığından boyun hareketliliği korunmaktadır. Bu yöntem laminektomi ve laminoplastiye göre daha fizyolojik olup biyomekanik olarak daha avantajlıdır (2).

Eser ve Koç'un çalışmasında servikal arkokristektominin flavum hipertrofisine bağlı SSM'nin tedavisinde diğer posterior yaklaşım tedavilerine göre daha fizyolojik ve biyomekanik olarak avantajlı olduğu belirtilmektedir. Bu yöntem ile olguların tamamında yeterli dekompresyonun yapılabildiği; supraspinöz ve interspinöz ligamanlar ile spinöz çıkıntılarının korunması ve servikal laminanın yarısının sağlam kalması sonucu postoperatif instabilite, kifoz ve boyun ağrısı gelişmediği belirtilmektedir (10).

Laminoplasti planlanan olgulara C6-7'de bası varsa C7'ye laminoplasti önerilmediğinden C7 arkokristektomi yapılabilir



Şekil 15: 34 y, K. 8 yıl önce C5 korpektomi, 4 yıl önce anterior plak çıkarma + anterior foraminotomi yapılmış, 6 aydır el becerilerinde azalma, yürürken instabilite mevcut.



Şekil 16: Postop 3. ay, miyelopati bulguları düzeldi.

(10). Tümtürk ve ark. en blok servikal laminoplasti ve arkokristektomi (C6-7 seviyesinde bası varsa) uygulanan SSM'li olguların retrospektif incelemesini içeren çalışmalarında; en blok servikal laminoplastinin posterior yapıyı korurken postoperatif spinal dizilim bozukluğunu ve aksiyel ağrıyı önlemede faydalı olduğunu; arkokristektominin ise C6-7 spinal stenozlu olgularda postoperatif aksiyel ağrının önlenmesinde etkili bir teknik olduğunu belirtmektedir (53).

■ SONUÇ

Son yıllarda, SSM tedavisinde, geç nörolojik gerileme ve ilerleyici kifotik deformite nedeniyle tek başına dekompresif laminektomi büyük ölçüde terk edilmiştir. Düşük komplikasyon oranları ve gelişmiş nörolojik iyileşme oranları nedeniyle laminektomi ile füzyon ve laminoplasti daha çok tercih edilmektedir. Laminektomi ile füzyon ve laminoplasti arasında karar verirken göz önünde bulundurulması gereken değişkenler arasında preoperatif aksiyel boyun ağrısı skorları, servikal sagittal dizilim ve stenoz derecesi yer almalıdır, çünkü bu tekniklerin her ikisi de benzer olgu sonuçlarına ve komplikasyon profillerine sahiptir. Özellikle posterior omurilik basısı, çoklu bası ya da normal servikal lordoza sahip olan olgularda en blok servikal laminoplasti tarafımızca önerilmektedir. PLLO varlığında genç yaş grubunda cerrahi sonrası progresyon riski nedeniyle füzyon içeren cerrahiler daha uygun olup, yaşlı PLLO'lu grupta laminoplasti yapılabilir. İlave C6-7 stenozu olan olgularda ise, laminoplasti ile birlikte C7 arkokristektomi uygulamasının postoperatif servikal omurga dizilim bozukluğu ve boyun ağrısını önlemede etkili bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz.

■ KAYNAKLAR

1. Abumi K: Cervical spondylotic myelopathy: Posterior decompression and pedicle screw fixation. *Eur Spine J* 24(2): 186-196, 2015
2. Amaral SH, Silva MN, Giraldo M, Viterbo MB, Pereira CA: Multiple cervical arcocristectomies for the treatment of cervical spondylotic myelopathy: Surgical technique and results. *J Neurosurg Spine* 7: 503-508, 2007
3. Anderson PA, Matz PG, Groff MW, Heary RF, Holly LT, Kaiser MG, Resnick DK: Laminectomy and fusion for the treatment of cervical degenerative myelopathy. *J Neurosurg Spine* 11 (2):150-156, 2009
4. Ball JM, Cagle P, Johnson BE, Lucasey C, Lukert BP: Spinal extension exercises prevent natural progression of kyphosis. *Osteoporos Int* 20:481-489, 2009
5. Bartels RHMA, Van Tulder MW, Moojen WA, Arts MP, Peul WC: Laminoplasty and laminectomy for cervical spondylotic myelopathy: A systematic review. *Eur Spine J* 24(2):160-167, 2015
6. Benek B, Akcay E, Yılmaz H, Aydın M, Yurt A: A Comparison of the surgical outcomes of laminoplasty and laminectomy with fusion in the treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy: A retrospective cohort study. *Turk Neurosurg* 31(4):530-537, 2021
7. Chang V, Lu DC, Hoffman H, Buchanan C, Holly LT: Clinical results of cervical laminectomy and fusion for the treatment of cervical spondylotic myelopathy in 58 consecutive patients. *Surg Neurol Int* 5 Suppl 3:S133, 2014
8. Dai L, Ni B, Yuan W, Jia L: Radiculopathy after laminectomy for cervical compression myelopathy. *J Bone Joint Surg Br* 80: 846-849, 1998
9. Edwards II CC, Riew KD, Anderson PA, Hilibrand AS, Vaccaro AF: Cervical myelopathy: Current diagnostic and treatment strategies. *Spine J* 3(1):68-81, 2003
10. Eser O, Koç RK: Servikal arkokristektomi. *Türk Nöroşir Derg* 19:135-138, 2009
11. Goh BC, Striano BM, Lopez WY, Upadhyaya S, Ziino C, Georgakas PJ, Tobert DG, Fogel HA, Cha TD, Schwab JH, Bono CM, Hershman SH: Laminoplasty versus laminectomy and fusion for cervical spondylotic myelopathy: A cost analysis. *Spine J* 20(11):1770-1775, 2020
12. Gu Y, Cao P, Gao R, Tian Y, Liang L, Wang C, Yang L, Yuan W: Incidence and risk factors of C5 palsy following posterior cervical decompression: A systematic review. *PloS one* 9(8): e101933, 2014
13. Halvorsen CM, Lied B, Harr ME, Rønning P, Sundseth J, Kolstad F, Helseth E: Surgical mortality and complications leading to reoperation in 318 consecutive posterior decompressions for cervical spondylotic myelopathy. *Acta Neurol Scand* 123: 358-365, 2011
14. Heller JG, Edwards CC 2nd, Murakami H, Rodts GE: Laminoplasty versus laminectomy and fusion for multilevel cervical myelopathy: An independent matched cohort analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 26:1330-1336, 2001
15. Herkowitz H: A comparison of anterior cervical fusion, cervical laminectomy, and cervical laminoplasty for the surgical management of multiple level spondylotic radiculopathy. *Spine* 13:774-780, 1988
16. Hernández-Durán S, Zafar N, Behme D, Momber M, Rohde V, Mielke D, Fiss I: Volumetric analysis of bilateral spinal canal decompression via hemilaminectomy versus laminoplasty in cervical spondylotic myelopathy. *Acta Neurochir* 162(9): 2069-2074, 2020
17. Hidai Y, Ebara S, Kamimura M, Tateiwa Y, Itoh H, Kinoshita T, Takaoka K, Ohtsuka K: Treatment of cervical compressive myelopathy with a new dorsolateral decompressive procedure. *J Neurosurg Spine* 90(2):178-185, 1999
18. Hirabayashi K, Watanabe K, Wakano K, Suzuki N, Satomi K, Ishii Y: Expansive open door laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy. *Spine* 8:693-699, 1983
19. Hirabayashi K, Miyakawa J, Satomi K: Maruyama T, Wakano K: Operative Results and postoperative progression of ossification among patients with ossification of cervical posterior longitudinal ligament. *Spine* 6:354-364, 1981
20. Hosono N, Yonenobu K, Ono K: Neck and shoulder pain after laminoplasty: A noticeable complication. *Spine* 21:1969-1973, 1996
21. Iwasaki M, Okada S, Miyauchi A, Sakaura H, Mukai Y, Yonenobu K, Yoshikawa H: Surgical strategy for cervical OPLL limitations of laminoplasty and advantages of anterior decompression and fusion. *Nippon Sekitui Sekizui Byo Gakkai Zasshi* 17:41-44, 2006
22. Iyer A, Azad TD, Tharin S: Cervical spondylotic myelopathy. *Clin Spine Surg* 29(10):408-414, 2016
23. Karademir M, Küçük A, Ulutabanca H, Selcuklu A, Menku A, Tucer B: The comparison of hemilaminectomy and laminoplasty procedures in the surgical treatment of cervical spondylotic myelopathy. *Turk Neurosurg* 27(1):74-84, 2017

24. Kato M, Namikawa T, Matsumura A, Konishi S, Nakamura H: Effect of cervical sagittal balance on laminoplasty in patients with cervical myelopathy. *Global Spine J* 7:154-161, 2017
25. Katonis P, Papadakis SA, Galanakos S, Paskou D, Bano A, Sapkas G, Hadjipavlou AG Lateral mass screw complications: Analysis of 1662 screws. *J Spinal Disord Tech* 24:415-420, 2011
26. Kim BS, Dhillon RS: Cervical laminectomy with or without lateral mass instrumentation. *Clin Spine Surg* 32(6):226-232, 2019
27. Klement MR, Kleeman LT, Blizzard DJ, Gallizzi MA, Eure M, Brown CR: C5 palsy after cervical laminectomy and fusion: Does width of laminectomy matter? *Spine J* 16(4):462-467, 2016
28. Klineberg E: Cervical spondylotic myelopathy: A review of the evidence. *Orthop Clin North Am* 41:193-202, 2010
29. Kotter MR, Tetreault L, Badhiwala JH, Wilson JR, Arnold PM, Bartels R, Barbagallo G, Kopiar B, Fehlings MG: Surgical outcomes following laminectomy with fusion versus laminectomy alone in patients with degenerative cervical myelopathy. *Spine* 45(24):1696-1703, 2020
30. Kurokawa T, Tsuyama N, Tanaka H: Enlargement of spinal canal by sagittal splitting of spinous process. *Bessatsu Seikeigeka (Jpn)* 2:234-240, 1982
31. Lau D, Winkler EA, Than KD, Chou D, Mummaneni PV: Laminoplasty versus laminectomy with posterior spinal fusion for multilevel cervical spondylotic myelopathy: Influence of cervical alignment on outcomes. *J Neurosurg Spine* 27(5):508-517, 2017
32. Lawrence BD, Brodke DS: Posterior surgery for cervical myelopathy: Indications, techniques, and outcomes. *Orthop Clin N Am* 43(1):29-40, 2012
33. Lawrence BD, Shamji MF, Traynelis VC, Yoon ST, Rhee JM, Chapman JR, Brodke DS, Fehlings MG: Surgical management of degenerative cervical myelopathy: A consensus statement. *Spine* 38:S171-S172, 2013
34. Lopez WY, Goh BC, Upadhyaya S, Ziino C, Georgakas PJ, Gupta A, Tobert DG, Fogel HA, Cha TD, Schwab JH, Bono CM, Hershman SH: Laminoplasty-an underutilized procedure for cervical spondylotic myelopathy. *Spine J* 21(4):571-577, 2021
35. Machino M, Yukawa Y, Hida T, Ito K, Nakashima H, Kanbara S, Morita D, Kato F: Cervical alignment and range of motion after laminoplasty. *Spine* 37:E1243-E1250, 2012
36. Manzano GR, Casella G, Wang MY, Vanni S, Levi AD: A Prospective, Randomized trial comparing expansile cervical laminoplasty and cervical laminectomy and fusion for multilevel cervical myelopathy. *Neurosurgery* 70:264-277, 2012
37. Matsunaga S, Sakou T, Nakanisi K: Analysis of the cervical spine alignment following laminoplasty and laminectomy. *Spinal Cord* 37(1):20-24, 1999
38. Mayer M, Meier O, Auffarth A, Koller H: Cervical laminectomy and instrumented lateral mass fusion: Techniques, pearls and pitfalls. *Eur Spine J* 24(2):168-185, 2015
39. Mielke D, Rohde V: Bilateral spinal canal decompression via hemilaminectomy in cervical spondylotic myelopathy. *Acta Neurochir* 157(10):1813-1817, 2015
40. Naderi S, Ozgen S, Pamir MN, Ozek MM, Erzen C: Cervical spondylotic myelopathy: Surgical results and factors affecting prognosis. *Neurosurgery* 43:43-49 (discussion 49-50), 1998
41. Nassr A, Eck JC, Ponnappan RK, Zanon RR, Donaldson WF, Kang JD: The incidence of C5 palsy after multilevel cervical decompression procedures: A review of 750 consecutive cases. *Spine (Phila Pa 1976)* 37:174-178, 2012
42. Northover JR, Wild JB, Braybrooke J, Blanco J: The epidemiology of cervical spondylotic myelopathy. *Skeletal Radiol* 41(12):1543-1546, 2012
43. Nowinski GP, Visarius H, Nolte LP, Herkowitz HN: A biomechanical comparison of cervical laminoplasty and cervical laminectomy with progressive facetectomy. *Spine* 18(14):1995-2004, 1993
44. Oyama M, Hattori S, Moriwaki N: A new method of posterior decompression. *Chubuseisaisi* 16:792, 1973
45. Ögden M, Akkaya S, Yüksel U, Dağlı AT, Bakar B, Özveren MF: Servikal miyelopatili hastalarda unilateral yaklaşım ile bilateral dekompresyonun klinik sonuçları. *KÜ Tıp Fak Derg* 20(3):313-320, 2018
46. Paracino R, Fasinella MR, Mancini F, Marini A, Dobran M: Review of laminoplasty versus laminectomy in the surgical management of cervical spondylotic myelopathy. *Surg Neurol Int* 12(4):1, 2021
47. Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, Fujimori T, Iwasaki M, Yoshikawa H: Preservation of muscles attached to the C2 and C7 spinous processes rather than subaxial deep extensors reduces adverse effects after cervical laminoplasty. *Spine* 35:E782-E786, 2010
48. Steinmetz MP, Resnick DK: Cervical laminoplasty. *Spine* 6:274-281, 2006
49. Stephens BF, Rhee JM, Neustein TM, Arceo R: Laminoplasty does not lead to worsening axial neck Pain in the properly selected patient with cervical myelopathy: A comparison with laminectomy and fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* 42:1844-1850, 2017
50. Suk KS, Kim KT, Lee JH, Lee SH, Lim YJ, Kim JS: Sagittal alignment of the cervical spine after the laminoplasty. *Spine* 32:E656-E660, 2007
51. Takeuchi K, Yokoyama T, Aburakawa S, Saito A, Numasawa T, Iwasaki T, Itabashi T, Okada A, Ito J, Ueyama K, Toh S: Axial symptoms after cervical laminoplasty with C3 laminectomy compared with conventional C3-C7 laminoplasty: A modified laminoplasty preserving the semispinalis cervicis inserted into axis. *Spine* 30:2544-2549, 2005
52. Toledano M, Bartleson JD: Cervical spondylotic myelopathy. *Neurol Clin* 31(1):287-305, 2013
53. Tümtürk A, Küçük A, Menkü A, Koç RK: En bloc cervical laminoplasty while preserving the posterior structure with arcocristectomy in cervical spondylotic myelopathy. *Türk Neurosurg* 27(5):790-796, 2017
54. Weinberg DS, Rhee JM: Cervical laminoplasty: Indication, technique, complications. *J Spine Surg* 6(1):290-301, 2020
55. Yağlı ÖE, Temiz C: Servikal spondilolitik miyelopati cerrahi yaklaşım seçimi. *Türk Nöroşir Derg* 28(2):165-170, 2018
56. Yoon ST, Hashimoto RE, Raich A, Shaffrey CI, Rhee JM, Riew KD: Outcomes after laminoplasty compared with laminectomy and fusion in patients with cervical myelopathy: A systematic review. *Spine* 38(22 Suppl 1):S183-194, 2013