



## Derleme

Geliş Tarihi: 10.08.2022  
Kabul Tarihi: 25.08.2022

# Dejeneratif Servikal Spinal Patolojiler ve Tedavi Seçeneklerinde Güncel Yaklaşımlar

## Degenerative Cervical Spinal Pathologies and Current Approaches to Treatment Options

Abdurrahim TAŞ<sup>1</sup>, Abdurrahman AYCAN<sup>1</sup>, Ramazan PAŞAHAN<sup>2</sup><sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, Van, Türkiye<sup>2</sup>İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye

Yazışma adresi: Abdurrahim TAŞ ✉ drabdurrahimtas@gmail.com

## ÖZ

Dejeneratif Servikal Miyelopati, travmatik olmayan omurilik disfonksiyonunun en yaygın nedenidir. Özellikle yaşlı popülasyonda görülmektedir. 65 yaş üstü bireylerin %70'inden fazlası servikal dejeneratif hastalığın patolojik veya radyolojik belirtilerine sahiptir. DSM'nin klinik prezantasyonu, üst ekstremité disfonksiyonu (sakarlık, letarji, parestezi vb.), alt ekstremité bulguları (dengesizlik, yorgunluk, letarji vb.) ve mesane disfonksiyonu (ani idrar kaçırma) ile ilişkili bir sendrom olarak tanımlanabilir. Manyetik Rezonans Görüntüleme, DSM teşhisi için altın standarttır. Bilgisayarlı tomografi görüntüleme; kemikleşmeyi belirlemede ve cerrahi planlamada esastır. Servikal BT, anterior, posterior veya kombine bir yaklaşımı planlamak için vazgeçilmez bir görüntülemedir. Birincil ayırıcı tanılar; amyotrofik lateral skleroz, multipl skleroz, normal basınçlı hidrosefali ve kafa içi hastalıkları içerir. DSM hastalığı için cerrahi tedavi, giderek kötüleşen denge ve beceri ilerlemesi olan hastalar için birincil tedavi seçeneğidir. Anterior, posterior ve kombine yaklaşım şeklinde uygulanabilen cerrahi yaklaşımlarda asıl hedef, omuriliğin açılması, servikal fizyolojik lordozun düzeltilmesi ve stabilitenin sağlanması olmalıdır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Dejeneratif, Servikal spinal patolojiler, Yaklaşımlar

## ABSTRACT

Degenerative Cervical Myelopathy is the most common cause of non-traumatic spinal cord dysfunction. It is especially seen in the elderly population. More than 70% of individuals over 65 have pathological or radiological manifestations of cervical degenerative disease. The clinical presentation of DSM can be defined as a syndrome associated with upper extremity dysfunction (clumsiness, lethargy, paresthesia, etc.), lower extremity findings (imbalance, fatigue, lethargy, etc.), and bladder dysfunction (sudden urinary incontinence). Magnetic Resonance Imaging is the gold standard for DSM diagnosis. Computed tomography imaging is essential in determining ossification and in surgical planning. Cervical CT is an indispensable imaging method for planning an anterior, posterior, or combined approach. The primary differential diagnoses include amyotrophic lateral sclerosis, multiple sclerosis, normal pressure hydrocephalus, and intracranial diseases. Surgical treatment for DSM disease is the primary treatment option for patients with progressively worsening balance and skills. With the surgical approaches that can be applied in an anterior, posterior, or combined manner, the main goal should be to open the spinal cord, correct the cervical physiological lordosis, and provide stability.

**KEYWORDS:** Degenerative, Cervical spinal pathologies, Approaches

## ■ GİRİŞ

**D**ejeneratif servikal miyelopati (DSM), omurilik disfonksiyonunun en yaygın nedenidir (59). DSM, servikal omurgadaki dejeneratif durum nedeniyle servikal kordun sıkışmasıdır. Bu durumlar faset hipertrofisi, posterior longitudinal ligamanın kemikleşmesi, dejeneratif disk hastalığı ve miyelopatiye yol açan osteofitlerdir (59). Bu, travmatik nedenlerin dışında omurilik yaralanmasının en sık nedenidir (Şekil 1 (2,25).

Küresel yaşlanan nüfusla birlikte, DSM dünya çapında giderek daha yaygın hâle geliyor; 65 yaş ve üstü ABD nüfusunun 2010'da %13'ten 2050'de %22'ye çıkması bekleniyor (61). Bu benzer durum gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler örneğin Birleşik Krallık, Japonya, Çin, Brezilya ve Hindistan için de geçerlidir (67). 65 yaş üstü bireylerin %70'inden fazlası servikal dejeneratif hastalığın patolojik veya radyolojik belirtileri taşıyor ve bu kişilerin yaklaşık %25'i omurilik sıkışması semptomları gelişir (16,20).

Gerçekten de, son 10 yılda, bilim ve klinik araştırmalardan elde edilen bilgiler ile DSM'nin tanı ve tedavisini ilerletmiş ve 2017'de kanıta dayalı klinik uygulama kılavuzlarının yayınlanmasıyla sonuçlanmıştır (10,60).

## ■ DSM DOĞAL SEYİR

### Patofizyoloji

Kronik servikal omurilik kompresyonunun patofizyolojisi, intrarankimal omurilik kan akışının kronik olarak azalmasına neden olur (26). Omurilik kanalı boyutlarındaki bu azalma, kanalı oluşturan elementlerin, omurların ve yumuşak dokuların

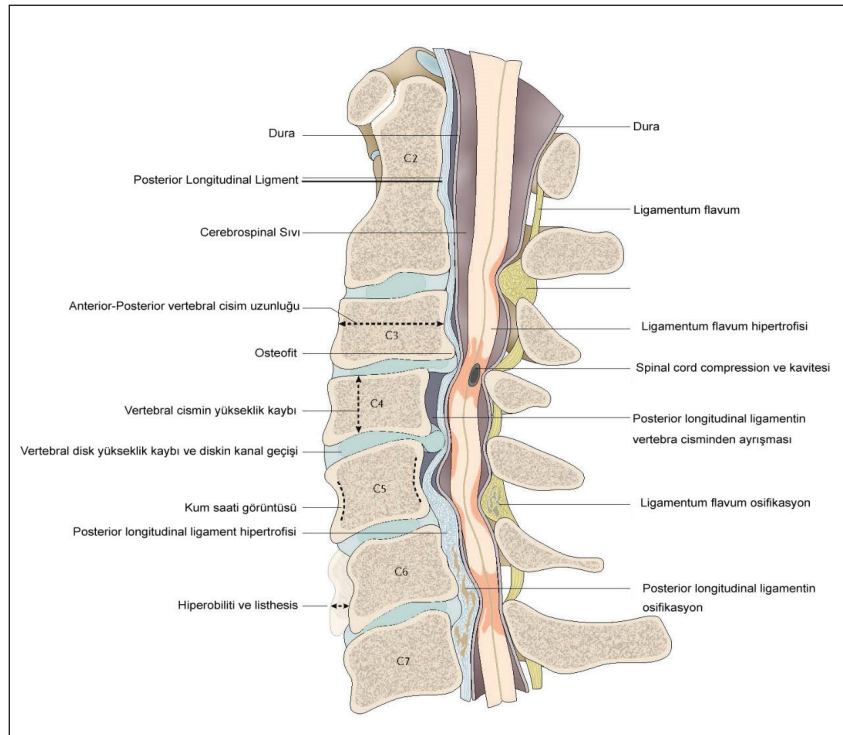
hipertrojisinden kaynaklanır. Spinal bağlar [ligamentum flavum (LF)] ve posterior longitudinal ligament (PLL), arka arkaya disk çökmelerine (21) kadar sertleşir. Posterior longitudinal ligamanın (OPLL) kemikleşmesi gerçekten de tanımlanan kompresyonun ana faktörlerinden biridir (21,41,59). Hiperekstansiyonun, ligamentum flavumun bükülmesine neden olduğu ve omuriliğin anteroposterior düzlemde ani sıkışması ile sonuçlandığı düşünülmektedir (Şekil 2) (2,46).

DSM gelişmesi için tanımlanan risk faktörleri yaş, sigara, erkek cinsiyet ve genetik faktörlerdir. Klippel-Feil ve Down sendromları gibi patolojiler de DSM için önemli risk faktörleridir. Bazı yeni araştırma makaleleri artmış DSM riski ve kötü cerrahi sonuçları ile ilişkili genetik polimorfizmi tanımlamışlar (44,63). İlgili genler esas olarak kemik patofizyolojisi ile ilgilidir, örneğin osteopontin (68), D vitamini reseptörü (52,64), kemik morfojenik proteinleri-4 (62); Veya disk ve bağlar arasındaki kolajen IX triptofan (66), apolipoprotein E (47,48), hipoksi ile indüklenebilir faktör1a dır (65).

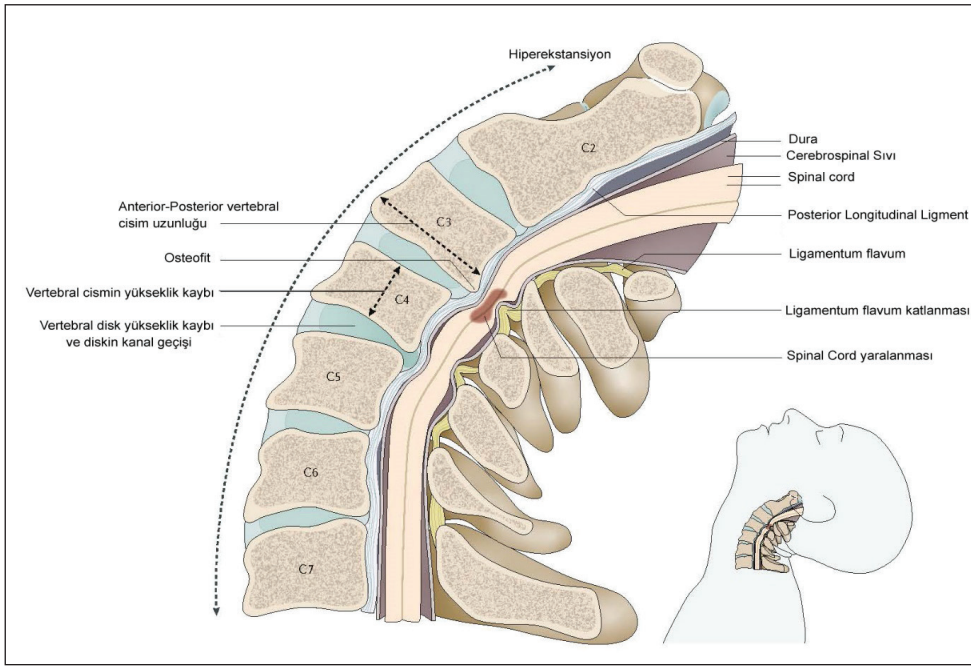
Bu genetik yatkınlıklar, yaşlanan servikal omurgada meydana gelen dejeneratif değişiklikleri daha da kötüleştirir. Disk dejenerasyonu, kendi başına kompresyonu indükleyerek, ancak aynı zamanda proinflatuar yanıtı tetikleyebilir ve instabilitede önemli bir rol oynayabilir (15,41,59). DSM hastalarında sıklıkla izlenen servikal omurganın instabilitesi, tekrarlayan mikrotravma sonrası osteofit artışına katkıda bulunur ve dinamik omurilik kompresyonuna yol açabilir.

### Klinik Tanım

Genel popülasyonda cerrahi DSM prevalansının 100.000 kişide 1.6 olduğu tahmin edilmektedir (5). DSM, erkeklerde (üçte ikisi) daha siktir ve nispeten genç yaşta ortaya çıkar (Fehlings



**Şekil 1:** Dejeneratif servikal miyelopatide servikal spinal kolon ve omurilikte meydana gelen patolojik değişiklikler (2).



**Şekil 2:** Düşme sırasında meydana gelen hiperekstansiyon boyuna yaralanması sırasında, ligamentum flavumun katlanması omurilik kanalında ani bir darlığa neden olur ve omurilikte kompresyon yaralanması ile sonuçlanır (2).

ve ark. 479 hastadan oluşan bir kohortta ortalama yaş 56 bildirmiştir (9).

DSM'de semptomlar son derece değişkendir; bu, DSM'yi en bilinen taklitçi hastalıklardan biri olan sifiliz ile karşılaştırmamıza yol açabilecek boyuttadır. DSM, bir omurilik hastalığı olan miyelopati ile tanımlanır. Bu yüzden DSM, servikal omurgada lokal kompresyona neden olan, servikal ağrı ve radiküler ağrıya yol açan ama nörolojik servikal kord disfonksiyonu olmayan hastaları ifade eden miyelopatik olmayan dejeneratif servikal kord kompresyonundan ayırt edilmelidir. DSM'nin klinik semptomları ilerleyici omurilik disfonksiyonunu yansıtır (15,41):

- ekstremitelerde parestezi;
- günlük yaşam aktivitelerinde ve el becerisi gerektiren işlerde sakarlık;
- üst ekstremitelerde radiküler ağrısı;
- hiperaktif refleksler, ayak bileği veya patellar klonus, spastisite;
- yürürken dengesizlik;
- anormal Babinski ve Hoffmann belirtileri;
- urgenci gaita inkontinansı veya idrar inkontinansı;
- motor güçsüzlük, sıklıkla intrinsik el kaslarında başlar ve kuadriparezi kadar şiddetli olabilir.

DSM'nin klinik prezantasyonu, üst ekstremitelerde disfonksiyonu (sakarlık, uyuşukluk, parestezi...), alt ekstremitelerde bulguları (dengesizlik, yorgunluk, uyuşukluk...) ve mesane disfonksiyonu (idrar kaçırma nedeniyle urgenci idrar kaçırma) ile ilişkili bir sendrom olarak tanımlanabilir. Bazen yaşlı ve komorbid hastalarda, omuz veya kalça artritisi veya arteriyel klodikasyon gibi kafa karıştırıcı şikayetler klinik tabloyu bozabilir ve tanıyı zorlaştırabilir. Alt ekstremitelerde yetmezliğine, inkontinansa ve DSM ile ilişkili piramidal sendromun kaybolmasına neden olan

lomber stenoz da tanıda gecikmeye neden olabilir. Bu nedenle, DSM'yi kaçırmamak için, DSM'yi çağırıştıran bir semptomu olan bir hastanın fizik muayenesi titiz olunmalı ve kafa karıştırıcı koşullar göz önünde bulundurulmalıdır.

Ana ayırıcı tanımlar amyotrofik lateral skleroz, multipl skleroz, normal basınçlı hidrosefali ve intrakraniyal hastalıklardır (38). Servikal radikülopatiler sıklıkla (%52), DSM'nin hiporefleksisini maskeleyen servikal radiküler kompresyonun hiporefleksisine bağlı olarak tanıyı zorlaştırabilen DSM'nin klinik prezantasyonu ile ilişkilidir (8). Özür lülüğü değerlendiren Modifiye JOA (Japon Orthopedic Association) Skorlaması (29), nörolojik bozukluğu değerlendirmek için en sık kullanılan tablodur. DSM'nin doğal seyri ilerleyicidir. Nörolojik semptomların ortaya çıkar veya hâli hazırda olan semptomlar kötüleşir (3). Fehlings ve arkadaşları, DSM'li başlangıçta asemptomatik hastalarda klinik nörolojik semptomların gelişme oranını dört yıllık takipten sonra %24 olarak değerlendirmişlerdir (11). DSM tanısı için ortalama gecikme süresinin güncel tıbbi uygulamada iki yıla kadar olduğu tahmin edilmektedir (38).

DSM'nin en korkulan komplikasyonlarından biri akut dekompansemanstürdür ve bu minör bir travma ile gerçekleşebilir.

### Tanısal Değerlendirme

Fizik muayene sonrası yapılmasında fayda olan ek araştırmalar:

- servikal radyografiler (dinamik grafiler), ek lezyon araştırması için tüm spinal MRG incelemesi,
- servikal kompresyona neden olabilecek anatomik öğelerin (osteofitler vb) araştırılması için servikal (Bilgisayarlı tomografi) BT, klinik vermeyen motor ve duyu defisiti araştırması amacıyla iğneli EMG,

- AML ve karpal tünel sendromu gibi ayırıcı tanıya giren hastalıkların dışlanması için iğnesiz EMG,
- mesane patolojilerinin taranması için ürodinamik tetkikler,
- mJOA skoru, alt ekstremitte için Crockard'ın tariflediği 30 metre yürüme testi, üst ekstremitte için Nine-Hole-Peg testi (NHPT) DSM'nin şiddetini belirlemede faydalı olur (42,51).

## Radyolojik Bulgular

### MRG (Magnetik Rezonans Görüntüleme)

DSM tanısı için altın standarttır. Ayrıca MRG'de hastalığın şiddetinin belirlenmesinde de önemlidir. Semptomların heterojen prezantasyonu yüzünden hastalığın yanlış evrelenmemesi için tüm spinal MRG çekilmesi faydalıdır. DSM servikal stenoz ile karıştırılmamalıdır. DSM hastalarında servikal stenoz mevcuttur ama bununla birlikte myelopati bulguları da eşlik eder. Unutmamak gerekir ki servikal stenoz DSM tanısı için tek başına yeterli değildir. 1200 sağlıklı kişinin %5'inde servikal stenoz saptanmıştır (27). Ayrıca DSM semptomları olan hastaların %55-85'inde T2 sekanslı MRG de spinal kordda sinyal artışı gözlemlenmiştir. Bu sinyal artışı medullar hasarına yönelik bir bulgu olabilir ama DSM için ne spesifik ne de yeterince sensitiftir (40). MRG'deki spinal sinyal değişikliklerinin kantitatif ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler çoğunlukla sagittal düzlemde (omur sayısı veya milimetre cinsinden uzunluk) ve ayrıca sinyal anormalliklerinin nitel değerlendirilmelerinde tanımlanmıştır (40,69).

Konvansiyonel MRG'in haricinde; difüzyon tensor görüntüleme, myelin su fraksiyonu, fraksiyonel anizotropi ve magnetizasyon transfer oranı gibi ileri tekniklere sahip kantitatif mikroyapısal MRG lezyonun niteliklerinin saptanmasında ve cerrahi sonrası prognoz tayininde daha başarılıdır (50).

### Radyografi ve BT

Standart düz grafiler servikal omurganın lordoz açısı, spinokranial açı ve segmental açıların tayininde faydalıdır. Ayrıca cerrahi tedavi yönteminin seçiminde endikasyon belirleyici faktör olan instabilitenin tayininde de dinamik grafiler olmazsa olmazdır.

BT görüntülemeleri ossifikasyon tayini ve cerrahi planlamada önemlidir. Anterior, posterior yada kombine yaklaşım planlamasında servikal BT vazgeçilmez bir görüntüleme değildir. Anterior vertebrada kanala uzanan osteofitlerin varlığında anterior yaklaşım düşünülürken posterior faset eklemleri posterior arkdaki diğer elemanların osteofitleri kanala bası yaparken posterior yaklaşım düşünülmelidir. Ama yine de unutmamak lazım ki kanal kompresyonu genellikle anterior ve posterior etmenlerin kombinasyonu ile olur ve BT görüntüleri diğer metodlarla birlikte değerlendirilmelidir (28).

## ■ CERRAHİ YÖNTEMLER

### Cerrahi Yaklaşımın Seçiminin Arkasındaki Mantık

Cerrahi tedavi, hastalığın hastanın hayatını kayda değer derecede etkilediği hastalarda tercih edilir. Cerrahi, progresif olarak kötüleşen, denge bozukluğu ve el beceri kaybı ilerleyen DSM hastalarda ana tedavi seçeneğidir. Operatif yaklaşımın amacı

spinal kordu dekomprese etmek, servikal fizyolojik lordozu geri kazandırmak ve stabiliteyi sağlamaktır. Cerrahi yöntemler, anterior, posterior ve kombine yaklaşım olarak üçe ayrılır. Omurga cerrahi yaklaşımını seçerken farklı faktörleri gözde almalıdır: sagittal açılanma, kompresyona uğrayan segmentin seviyesi, kaç segmentin etkilendiği, hastanın komorbiditeleri (7). Ek faktörler, ventral kompresyonun uzanımı (K-line +/-) (12,58), radikülopati ağrısı, uyuşması ve zayıflığıdır.

Anterior, posterior ve kombine yaklaşımların vaka bazlı olarak artıları ve eksileri vardır. Özellikle çok seviyeli DSM vakalarına nasıl yaklaşılması gerektiği bir tartışma konusudur. Anterior yaklaşım; servikal disk hernisi, osteofit ve posterior longitudinal ligaman ossifikasyonu varlığında daha avantajlı olarak kabul edilmektedir. Anterior yaklaşım genellikle kifotik hastalarda seçilmektedir. Ancak bazı araştırmalar gösteriyor ki posterior yaklaşım da çoklu seviye DSM hastalarında tercih edilebilir. Rhee ve Basra posterior yaklaşım endikasyonu için bir algoritma önermektedir (Şekil 3) (45).

Anterior yaklaşımla birlikte greft yerleştirme ve füzyon sağlama, 3'den az segmentin komprese olduğu düzleşmiş veya kifoza gitmiş omurgalarda tercih edilir. Bu prosedür kompresyona uğramış kordun ve sinirlerin dekomprese edilmesinde ve semptomların giderilmesinde etkilidir. Ayrıca, anterior yaklaşım DSM ile birliktelik gösteren servikal radikülopati ve orta hat/paramedian kord kompresyonlarının semptomlarının giderilmesinde de etkilidir. Fakat, lordozu olan 3 segmentten daha fazla tutulum gösteren hastalarda ve de posterior ligaman hipertrofisi ve ossifikasyonu kompresyona sebep olan vakalarda posterior dekompresyon tercih edilir (36).

Posterior yaklaşım teknikleri laminektomi, laminektomi ile birliktelikte füzyon ya da laminoplasti 3 seviyeden fazla DSM tutulumu olan hastalarda tercih edilir.

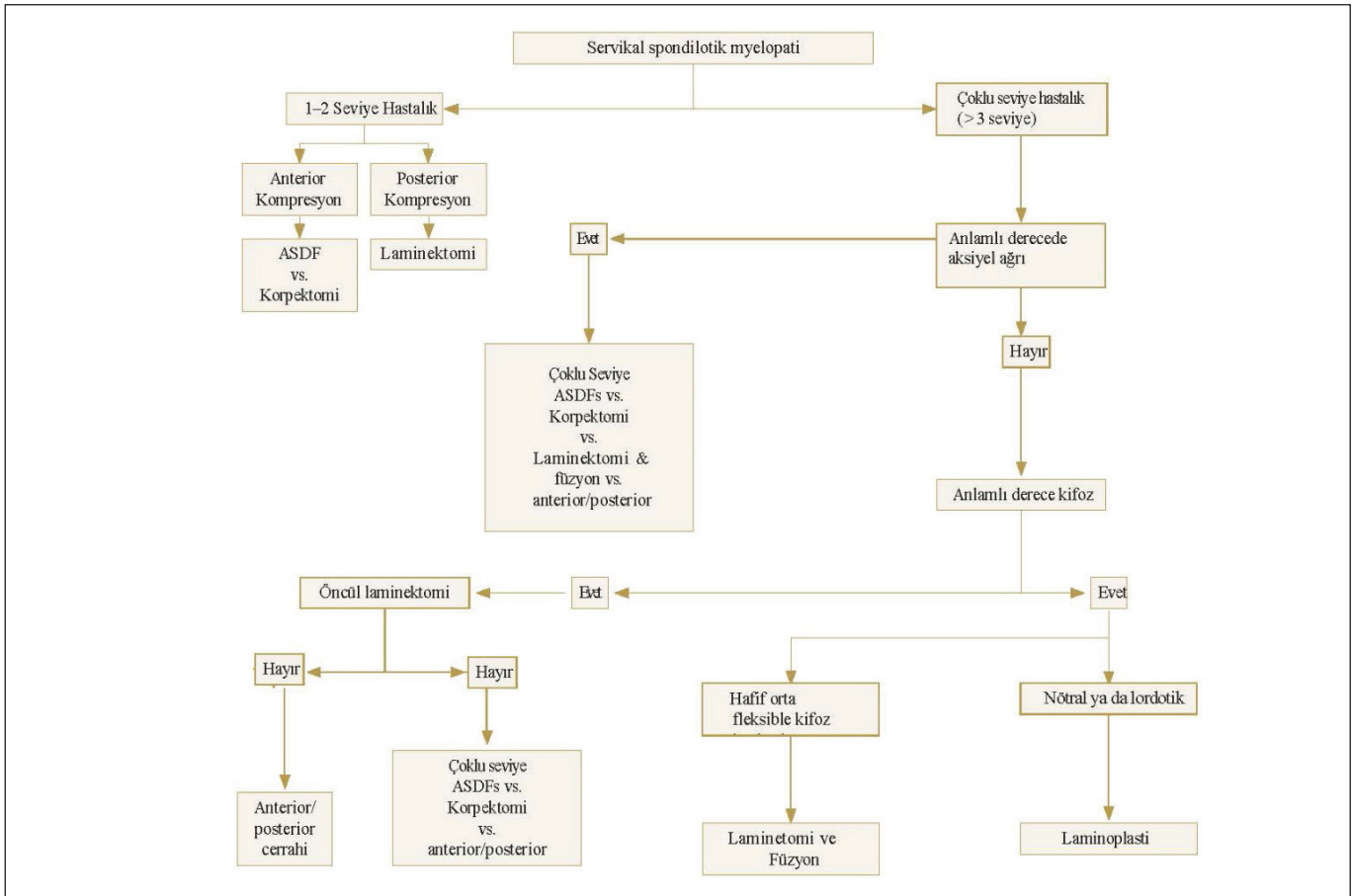
### Anterior Servikal Yaklaşım

Tablo I ve II'de de gösterildiği gibi anterior servikal yaklaşım, 1 veya 2 seviye tutulum olduğu zaman tercih edilen yaklaşımdır. Anterior yaklaşım lordozu düzeltmede posterior yaklaşıma göre daha üstündür. Anteriordan yerleştirilen greftin servikal açılanmayı daha etkili değiştirdiği bu konuda hipotez olarak öne sürülmektedir. Ayrıca anterior yaklaşım daha tatmin edici postoperatif ilk 5 yıllık nörolojik fonksiyon ve yüksek JOA skoru sağlamaktadır (72). Fakat 5 yıldan daha uzun süren çalışmalar da gerekmektedir. Anterior yaklaşımın bazı faydaları: direkt dekompresyon, enstrümantasyonda stabilite sağlama, boyunda aksiyel uzama sağlama. Anterior yaklaşımın bazı kötü yönleri: greft komplikasyonu olarak greftin oynaması ya da yerinden çıkması, operasyon sonrası korse takma zorunluluğu ve hareket kaybı (1,30,35,70,71).

### Posterior Servikal Yaklaşım

#### Sadece laminoplasti

Laminoplasti servikal laminanın alınmasıdır. DSM cerrahisinde en sık uygulanan teknik laminektomidir. Bazı çalışmalar laminektominin postoperatif JOA skorunu artırdığı ve %50 kür oranı sağladığını göstermiştir. Jain ve ark. genç (<57 yaş), hızlı oluşan klinik (<4 ay) ve yüksek JOA skoru (>10) DSM için daha başarılı cerrahi sonuçları öngörmektedir (22).



Şekil 3: Servikal spondilolitik miyelopatinin cerrahi tedavisi için genel kılavuzlar (45).

Tablo 1: Bir Yaklaşımı Diğerine Tercih Eden Faktörler (4)

Etki Eden Faktör	Tercih Edilen Yaklaşım
<b>Sagittal anatomi</b>	
Kifoz	Fikse: Anterior
	Fleksible: Anterior yada posterior füzyon
Doğal ya da lordoz	Posterior (laminoplasti)
<b>Etkilenen segment sayısı</b>	
3 ve daha fazla	Posterior (Laminoplasti)
2 ve daha az	Anterior
<b>Yaş</b>	
Yaşlı	Posterior
Genç	Anterior
<b>Preoperatif ağrı</b>	
Şiddetli	Posterior füzyon ya da anterior
Az	Posterior (laminoplasti) ya da anterior
<b>İnstabilite</b>	
Var	Anterior ya da posterior füzyon
Yok	Posterior (laminoplasti) ya da anterior

Tek başına laminektomi servikal lordozu azaltığı için çocuklarda ve kifozu olan hastalarda önerilmemektedir (22). Laminektomi genellikle servikal stenozu olanlarda, 2'den fazla segment tutulumu olan hastalarda, ligamentum flavumun bası yaptığı hastalarda ve çoklu seviye ossifiye posterior longitudinal ligaman olan hastalarda önerilmektedir. Fakat son yıllarda sadece laminektomi postoperatif kifoz, indirekt dekopresyon, uzun dönem instabilitesi, sinir kökü hasarı başlıca rahatsızlıkları gibi komplikasyonları nedeniyle terk edilmiştir. Tüm ense kaslarını koruyan ve tüm kas-iskelet bağlantılarını vertebranın posterior elemanlarına yeniden başlayan alternatif bir yöntem olan miyoarşitektonik spinolaminoplasti, postoperatif kas-iskelet sistemi şikayetlerini en aza indirirken ense kas sisteminin işlevini korumanın etkili bir yolu olarak önerilir (31).

#### Laminektomi ile birlikte füzyon

Laminektominin kifoz komplikasyonunu önlemek için füzyon ile stabilizasyon sağlanabilir. Füzyon, vertebral cisimler arasında (interbody veya anterior füzyon olarak bilinir), kemik laminasına (posterior füzyon), transvers prosese (posterolateral füzyon) veya bu füzyon tekniklerinin bir kombinasyonu kullanılarak yapılabilir (33). Arka servikal fiksasyon için bazı popüler teknikler: lay greftler, spinöz proses bağlama, faset bağlama ve Halifax'ın interlaminar klempleri (laminektomiden sonra kullanılamaz). Poliaksiyel vida-rod yapıları kullanan late-

**Tablo II:** Servikal Spondilolitik Miyelopatide (SSM) Yaklaşımların Özellikleri (4)

Yaklaşım	Endikasyon	Kontrendikasyon	Avantajlar	Dezavantajlar
ASDF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anterior Patoloji</li> <li>• Kifoz</li> <li>• &lt;3 seviye</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chin on chest deformitesi</li> <li>• Aberran vertebral arter</li> <li>• Kontralateral iatrojenik laringeal sinir hasarı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daha az postoperatif ağrı</li> <li>• Düşük enfeksiyon oranı</li> <li>• Kifozu düzeltebilme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemik grefti komplikasyonu</li> <li>• Yutma güçlüğü</li> <li>• Ses kısıklığı</li> <li>• Disfaji</li> <li>• Özafagus perforasyonu</li> <li>• Psödoartroz</li> </ul>
Korpektomi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventral spinal kordun sirkumferansiyel dekompresyonu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İleri osteoporoz</li> <li>• Çoklu seviye (&gt;3)</li> <li>• Chin on chest deformitesi</li> <li>• Aberran vertebral arter</li> <li>• Kontralateralde iatrojenik laringeal sinir hasarı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daha iyi dekompresyon</li> <li>• Füzyon gereken greft yüzey alanının daha az olması</li> <li>• ASDF ile kombine edilebilirlik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASDF komplikasyonları ve ayrıca:</li> <li>• Vertebral arter hasarı</li> <li>• Komşu segment hastalığı</li> <li>• Artmış intra OP kan kaybı</li> <li>• Daha uzun operasyon</li> <li>• Uzun vadede kifoz gelişimi</li> <li>• C5 radikülopatisi</li> <li>• Dura zedelenmesi</li> </ul>
Sadece Laminektomi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posterior patoloji</li> <li>• Nötralden lordoza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prone pozisyona intolerans</li> <li>• Aktif posterior enfeksiyon</li> <li>• Chin on chest deformitesi</li> <li>• Servikal kifoz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkt yaklaşım</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uzun vadede kifoz</li> <li>• C5 radikülopatisi</li> <li>• Dura zedelenmesi</li> </ul>
Laminektomi ve Füzyon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posterior patoloji</li> <li>• Çoklu seviye CSM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prone pozisyona intolerans</li> <li>• Aktif posterior enfeksiyon</li> <li>• Chin on chest deformitesi</li> <li>• Servikal kifoz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Çoklu seviye stabilizasyonu</li> <li>• Daha iyi dekompresyonu</li> <li>• Takiben stabilizasyon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malpozisyone vida</li> <li>• C5 palsi</li> <li>• Vertebral arter yaralanması</li> <li>• Dura zedelenmesi</li> <li>• Enfeksiyon</li> </ul>
Laminoplasti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Doku koruyucu” cerrahi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prone pozisyona intolerans</li> <li>• Aktif posterior enfeksiyon</li> <li>• Chin on chest deformitesi</li> <li>• Servikal kifoz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arka yapısal elemanların korunması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sınırlı posterior dekompresyon</li> <li>• Geç dönem instabilite</li> <li>• Boyun ağrısında daha az azalma</li> <li>• C5 yaralanması</li> <li>• Boyun ağrısı</li> <li>• Kısıtlanmış boyun hareketi</li> <li>• Kifoz gelişimi</li> </ul>
ASDF + Laminektomi + Füzyon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bariz fokal kifoz</li> <li>• Posterior patoloji</li> <li>• Çoklu seviye dekompresyonu</li> <li>• İnstabilite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prone pozisyona intolerans</li> <li>• Aktif posterior enfeksiyon</li> <li>• Posterior boyunda radyoterapi öyküsü</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daha iyi stabilizasyon</li> <li>• Daha iyi dekompresyon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yukarıdakiler gibi, ayrıca:</li> <li>• Daha zor teknik</li> <li>• Uzamış operasyon süresi</li> <li>• Genelde birden fazla operasyon gereksinimi</li> </ul>

ral mass füzyon teknikleri, uzun yıllardır laminektomi sonrası tercih edilen tedavi olmuştur.

Servikal pedikül vida sabitleme tekniği olmasına rağmen, güvenli vida yerleşimi sağlamak için preoperatif aksiyal BT değerlendirmesi ve navigasyon rehberliği gerektirdiğinden hâlâ yaygın olarak uygulanmamaktadır (65). Füzyon ile laminektomi endikasyonları, çok seviyeli servikal stenotik miyelopati ( $\geq 3$  -seviye hastalık) ile birlikte korunmuş servikal lordozlu veya instabilite belirtileri olan vakalardır (4). Esnek kifozlu hastalara da laminektomi ve füzyon cerrahisi yapılabilir.

Füzyonun çeşitli avantajları vardır; örneğin laminektomi sonrası kifoz oluşumunu önleyebilir ve hasta daha önce laminektomi geçirmişse instabiliteyi iyileştirebilir. Füzyon ayrıca tekrarlayan mikrotravma etkilerini de azaltabilir. Bazı çalışmalarda alt aksiyal ağrısı olan hastalarda füzyonlu laminektominin iyi sonuçları da bildirilmiştir. Nötr servikal dizilimin olduğu çok seviyeli hastalıkta veya indirgenebilir servikal kifozlu hastalarda, bu prosedür bağımsız laminektomi veya laminoplastiye karşı ilgi çekici bir alternatiftir (33,45).

### Laminoplasti

Laminoplasti ilk defa 1970'lerden Japon omurga cerrahları tarafından ortaya atılmıştır ve günümüze kadar hâlâ gelişmekte olan bir cerrahi yöntemdir (18).

Laminoplasti için bazı endikasyonlar: OPLL, çok seviyeli (> 2 vertebra) SSM (Servikal Spondilolitik miyelopati) veya posterior kompresyon ve siringomyeli ile konjenital spinal stenozdur. Laminoplasti, laminektomi gibi prosedürlerin zor olduğu tümörler, damar sorunları ve fonksiyonel cerrahi vakalarında omuriliğe ulaşmaya da yardımcı olur (13). Ancak servikal kifozu ve ameliyat öncesi önemli aksiyal boyun ağrısı olan hastalarda laminoplastiden kaçınılmalıdır (13). Boyun ağrısı kendisi laminoplastinin sık görülen bir komplikasyonu olabilir (13). Bununla birlikte, Stephens ve ark., laminoplastinin, dikkatli seçilmiş bir grup miyelopati hastada, preoperatif belirgin diffüz aksiyel ağrı ve uygun sagittal dizilim olmaksızın kötüleşen aksiyal boyun ağrısına yol açmadığını bildirmiştir (54).

Laminoplastinin faydalarından biri de hareket, stabilite ve omuriliği koruma görevine devam edebilmesi için vertebral kanalı genişletmesidir. Laminoplasti ayrıca genellikle laminektominin neden olduğu postlaminektomi zararının oluşumunu önlemeye yardımcı olur. Dural yırtılma komplikasyonu sayısını da azaltılabilir. Laminoplasti, komşu segmentlerin dejenerasyon riskini de azaltabilir. Gerekirse füzyon ile birlikte laminoplasti de yapılabilir (55).

Birçok laminoplasti tekniği ve varyasyonu tarif edilmiştir, ama yine de hepsi servikal kanalı genişletme ve posterior elemanların bir kısmını veya tamamını koruma prensibini paylaşır. Lamina veya spinöz prosesin kesme bölgesinde değişiklikler yapılmıştır. Daha yakın zamanda önerilen teknikler arasında, cerrahi süreyi azaltabilen ve prosedürün güvenliğini artıran seramik ayırıcılar ve titanyum mini plakaların kullanımı yer almaktadır (23,57). Bu yeni geliştirilen prosedürlerin ayrıca paraspinal kasları ve posterior gerilimi muhafaza etmesi amaçlanmaktadır. Bu yaklaşım, iyi bir hareket açıklığı sağlar ve omurga eğriliğini koruyarak kifoz riskini azaltır.

Laminoplasti için en yeni tekniklerden bazıları open-door laminoplasti, sagittal spinöz proses splitting tekniği ve geniş orta hat treadwire saw (T-testere) tekniğidir (43). Laminoplasti uygulamak için en yaygın yöntemlerden ikisi open-door ve Fransız door teknikleridir. Çeşitli cerrahi modifikasyonlar önerilmiş olsa da, çoğu prosedürün temel kavramları bu iki teknikten birine benzer. Open-door tekniğinde menteşe tek taraflı oluşturulur; Fransız kapı modifikasyonunda menteşe iki taraflı oluşturulur. Açık kapı prosedüründe açma karşı tarafın lateral lateral mass-lamina bileşkesinde yapılır. Fransız door prosedüründe ise orta hatta yapılan genişletmeler omurilik için yeterli alan sağlar (43).

SSM vakalarında optimal cerrahi yaklaşım hâlâ tartışılmaktadır. Her prosedürün endikasyonlarının daha iyi anlaşılması, daha iyi klinik sonuçlar sağlayacaktır. Anterior yaklaşımın avantajı, omuriliği rahatsız etmeden hasarlı diske erişilebilmesi ve doğrudan dekompresyonunu sağlayabilmesidir; insizyon boyunca yapılabilir ve boyun kasları, trakea ve özofagus ekarte edilerek vertebra anterioruna ulaşılabilir, bu da arthrodeze stabilizasyon yapılabilmesini ve boyun ağrısının tedavisini sağlar (32).

Kompresyon esas olarak anteriorda ise ve sadece 1 ila 2 seviyeyi içeriyorsa, anterior yaklaşım seçilmelidir. Anteriorda 2'den fazla seviye opere edildiğinde anterior yaklaşımın komplikasyon oranı artar, bu nedenle posterior yaklaşım düşünülmelidir. Anterior yaklaşımın komplikasyonları arasında greft dislokasyonu, psödoartroz, postoperatif korse ihtiyacı ve hareket kaybı yer alır. Kifoz varsa kombine bir yaklaşım da düşünülebilir. Posterior yaklaşımın daha geniş dekompresyon sağlama avantajı vardır (32).

Shamji ve ark., SSM'li 124 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, JOA skorlarını, Nurick skalasını ve Boyun Yetersizliği İndeksi'ni incelediler (49). Lordozu olan hastalarda anterior yaklaşım veya posterior yaklaşımla tedavi sonuçlarının anlamlı bir farkının olmadığı sonucuna vardılar. Ama kifozlu hastalarda anterior veya kombine yaklaşımla daha iyi sonuçlar elde ettiler. Araştırmalarında kifozlu hastaları değerlendirirken, C2 plumb çizgisi (vertebra korpusunun merkezinden başlayan ve dik bir şekilde aşağı çizilen, yük dağılımı ile ilgili bir çizgi) ile C7'nin posterior superior uç plakası arasındaki sapma olarak hesaplanan, C2-7 sagittal dikey eksen (SVA) ile ilişkili olduğu varsayılan hastalardı (49). Tang ve ark. tarafından yürütülen bir başka çalışmada, çok seviyeli posterior servikal füzyon geçirmiş servikal stenoz, miyelopati ve kifozlu 113 hasta analiz edildi. Engelliliğin 40 mm'lik bir eşikte servikal SVA ile en güçlü şekilde korele olduğunu buldular, bu da omurga cerrahlarının servikal sagittal hizalama açısından en uygun sonuçları verme olasılığı en yüksek olan prosedürü seçmelerine yardımcı olabilir (56). Ayrıca Hardacker ve ark., 100 gönüllünün tamamı için odontoidden C7'ye servikal plumb hatlarının C7 merkezinin önünde dar bir aralıkta ( $16.8 \pm 11.2$  mm) dağıldığını raporladı (17).

Hirai ve ark. füzyon ve laminoplasti ile anterior yaklaşımın 10 yıllık takipte aynı sonuçları verdiği sonucuna varmışlardır (19). Anterior yaklaşım, 10 yıllık bir orta vadeli takipte daha iyi sagittal hizalama sağladı. Ancak anterior yaklaşım grubunda tekrar ameliyat insidansı daha yüksekti. Bir meta analizde, Luo ve ark. çok seviyeli (> 2 düzey) SSM için ön ve arka yaklaşımları karşılaştıran 10 çalışmayı gözden geçirdi (37). Çalışma, anterior yaklaşımın postoperatif 24 aylık daha yüksek bir JOA skoru ve daha iyi bir iyileşme oranı ile ilişkili olduğu sonucuna varmıştır. Revizyon operasyonu oranı, intraoperatif kan kaybı, operasyon süresi ve kalış süresi gibi komplikasyonlar anterior yaklaşımla daha şiddetliydi. Postoperatif nörolojik klinik durum açısından, iki yaklaşım arasında anlamlı bir fark yoktu (37).

### Kombine Yaklaşım

Bazı çalışmalarda, özellikle çok seviyeli SSM'yi araştıranlarda, tek bir operasyonda veya birden çok operasyonda en iyi çözüm olarak kombine anterior-posterior yaklaşım önerilmiştir (34).

Kombine yaklaşım endikasyonları arasında omurganın serbestleşebilmesi için osteotomi, enstrüman yetmezliği riskinin yüksek olması (osteoporozlu yaşlı kişilerde olduğu gibi) ve önceki prosedürlerin komplikasyonları yer alır (24). Güncel literatür, aynı gün içerisinde yapılan cerrahilerin kan kaybı ve kalış süresi açısından daha üstün olduğunu belirtmektedir. Kombine bir yaklaşımın kullanılıp kullanılmayacağını belirle-

nirken, dekompresyon, stabilite ve iyi servikal dizilimin dikkate alınması gerekir. Unutulmamalıdır ki, iki aşamalı ameliyat geçiren hastalar komplikasyonlara daha yatkındır (6).

SSM prosedürlerinde aşağıdaki yaklaşım dağılımı bildirilmiştir: anterior yaklaşım için %51-60, posterior yaklaşım için %35 ve geri kalan vakalarda kombine yaklaşım (14). Tekal kesenin hem anteriordan hem de posteriordan basıldığı vakalarda genellikle kombine bir yaklaşım kullanılır.

Tek bir operasyon ile bütünsel olarak ele alınamayan önemli ventral ve dorsal osteofitik kompresyonu olan hastalarda kombine yaklaşım seçilebilir. Şiddetli osteoporozu olan hastalarda, böbrek hastalığı nedeniyle kemik kalitesi düşük olanlarda veya zayıf kemik füzyonunun beklendiği ağır sigara içicilerinde, kombine bir yaklaşım da bir seçenek olabilir. Belirgin fokal kifoz, posterior patoloji ve çok düzeyli dekompresyon instabilitesi olan hastalarda kombine bir yaklaşım da düşünülebilir (4,39).

Song ve ark., kombine bir yaklaşım uygulanan bir grup ile bir sadece anterior füzyon yapılan grubu karşılaştırmış ve kombine yaklaşımın vakalarda sagittal dizilimin daha iyi korunmasına, daha yüksek füzyon hızına, daha düşük komplikasyon insidansına ve daha iyi klinik sonuç sağladığı sonucuna varmıştır (53). Prone pozisyonu tolere edemeyen, aktif posterior enfeksiyonu olan veya posterior boyuna daha önce radyasyon uygulanmış hastalarda, en azından kombine bir yaklaşım düşünülmelidir (4).

## ■ SONUÇ

DSM, ileri yaş hastalığıdır. İyi bir nörolojik muayene ve radyolojik tetkikler, ayırıcı tanı için çok önemlidir. Cerrahi tedavi endikasyonu konulan hastalarda birçok cerrahi yöntem tanımlanmış olup hastaya en uygun tedavi seçilmelidir.

## ■ KAYNAKLAR

1. Alimi M, Njoku I, Hofstetter CP, Tsiouris AJ, Kesavabhotla K, Boockvar J, Navarro-Ramirez R, Härtl R: Anterior cervical discectomy and fusion (ACDF): Comparison between zero profile implants and anterior cervical plate and spacer. *Cureus* 8:e573, 2016
2. Badhiwala JH, Ahuja CS, Akbar MA, Witiw CD, Nassiri F, Furlan JC, Curt A, Wilson JR, Fehlings MG: Degenerative cervical myelopathy - update and future directions. *Nat Rev Neurol* 16(2):108-124, 2020
3. Badhiwala JH, Wilson JR: The natural history of degenerative cervical myelopathy. *Neurosurg Clin N Am* 29:21-32, 2018
4. Bakhsheshian J, Mehta VA, Liu JC: Current diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy. *Global Spine J* 7:572-586, 2017
5. Boogaarts HD, Bartels RHMA: Prevalence of cervical spondylotic myelopathy. *Eur Spine J* 24:139-141, 2015
6. Bram R, Fiore S, Labiak JJ, Davis RP: Combined anterior-posterior decompression and fusion for cervical spondylotic myelopathy. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 46:E97-104, 2017
7. Bridges KJ, Simpson LN, Bullis CL, Rekito A, Sayama CM, Than KD: Combined laminoplasty and posterior fusion for cervical spondylotic myelopathy treatment: A literature review. *Asian Spine J* 12:446-458, 2018
8. Choi BW, Kim SS, Lee DH, Kim JW: Cervical radiculopathy combined with cervical myelopathy: Prevalence and characteristics. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 27:889-893, 2017
9. Fehlings MG, Ibrahim A, Tetreault L, Albanese V, Alvarado M, Arnold P, Barbagallo G, Bartels R, Bolger C, Defino H, Kale S, Massicotte E, Moraes O, Scerrati M, Tan G, Tanaka M, Toyone T, Yukawa Y, Zhou Q, Zileli M, Kopjar B: A global perspective on the outcomes of surgical decompression in patients with cervical spondylotic myelopathy: Results from the prospective multicenter aospine international study on 479 patients. *Spine* 40:1322-1328, 2015
10. Fehlings MG, Kwon BK, Tetreault LA: Guidelines for the management of degenerative cervical myelopathy and spinal cord injury: An introduction to a focus issue. *Glob Spine J* 7 Suppl 3:6S-7S, 2017
11. Fehlings MG, Wilson JR, Yoon ST, Rhee JM, Shamji MF, Lawrence BD: Symptomatic progression of cervical myelopathy and the role of nonsurgical management: A consensus statement. *Spine* 38:S19-20, 2013
12. Fujiyoshi T, Yamazaki M, Kawabe J, Endo T, Furuya T, Koda M, Okawa A, Takahashi K, Konishi H: A new concept for making decisions regarding the surgical approach for cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: The Kline. *Spine (Phila Pa 1976)* 33:E990-993, 2008
13. Ghasemi AA, Behfar B: Outcome of laminoplasty in cervical spinal cord injury with stable spine. *Asian J Neurosurg* 11:282-286, 2016
14. Ghogawala Z, Coumans JV, Benzel EC, Stabile LM, Barker FG 2<sup>nd</sup>: Ventral versus dorsal decompression for cervical spondylotic myelopathy: Surgeons' assessment of eligibility for randomization in a proposed randomized controlled trial: Results of a survey of the Cervical Spine Research Society. *Spine (Phila Pa 1976)* 32:429-436, 2007
15. Gibson J, Nouri A, Krueger B, Lakomkin N, Nasser R, Gimbel D, Cheng J: Degenerative cervical myelopathy: A clinical review. *Yale J Biol Med* 91:43-48, 2018
16. Gore DR, Sepic SB, Gardner GM: Roentgenographic findings of the cervical spine in asymptomatic people. *Spine* 11(6): 521-524, 1986
17. Hardacker JW, Shuford RF, Capicotto PN, Pryor PW: Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms. *Spine (Phila Pa 1976)* 22:1472-1480, 1997
18. Hirabayashi K, Watanabe K, Wakano K, Suzuki N, Satomi K, Ishii Y: Expansive open-door laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 8:693-699, 1983
19. Hirai T, Yoshii T, Sakai K, Inose H, Yamada T, Kato T, Kawabata S, Arai Y, Shinomiya K, Okawa A: Long-term results of a prospective study of anterior decompression with fusion and posterior decompression with laminoplasty for treatment of cervical spondylotic myelopathy. *J Orthop Sci* 23:32-38, 2018



20. Hughes JT, Brownell B: Necropsy observations on the spinal cord in cervical spondylosis. *Riv Patol Nerv Ment* 86:196-204 1965
21. Inamasu J, Guiot BH, Sachs DC: Ossification of the posterior longitudinal ligament: An update on its biology, epidemiology, and natural history. *Neurosurgery* 58:1027-1039, 2006
22. Jain A, Rustagi T, Prasad G, Deore T, Bhojraj SY: Does segmental kyphosis affect surgical outcome after a posterior decompressive laminectomy in multisegmental cervical spondylotic myelopathy? *Asian Spine J* 11:24-30, 2017
23. Jin SW, Kim SH, Kim BJ, Choi J-II, Ha SK, Kim SD, Lim DJ: Modified open-door laminoplasty using hydroxyapatite spacers and miniplates. *Korean J Spine* 11:188-194, 2014
24. Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, Hsu WK, Patel AA: Management of degenerative cervical myelopathy - an update. *Rev Assoc Med Bras (1992)* 62:886-894, 2016
25. Kalsi-Ryan S, Karadimas SK, Fehlings MG: Cervical spondylotic myelopathy: The clinical phenomenon and the current pathobiology of an increasingly prevalent and devastating disorder. *Neuroscientist* 19:409-421, 2013
26. Karadimas SK, Gatzounis G, Fehlings MG: Pathobiology of cervical spondylotic myelopathy. *Eur Spine J* 24:132-138, 2015
27. Kato F, Yukawa Y, Suda K, Yamagata M, Ueta T: Normal morphology, age-related changes and abnormal findings of the cervical spine. Part II: Magnetic resonance imaging of over 1200 asymptomatic subjects. *Eur Spine J* 21:1499-1507, 2012
28. Kato S, Ganau M, Fehlings MG: Surgical decision-making in degenerative cervical myelopathy – Anterior versus posterior approach. *J Clin Neurosci* 58:7-12, 2018
29. Kato S, Oshima Y, Oka H, Chikuda H, Takeshita Y, Miyoshi K, Kawamura N, Masuda K, Kunogi J, Okazaki R, Azuma S, Hara N, Tanaka S, Takeshita K: Comparison of the Japanese Orthopaedic Association (JOA) score and modified JOA (mJOA) score for the assessment of Cervical Myelopathy: A multicenter observational study. *PLoS One* 10:e0123022, 2015
30. Kavanagh RG, Butler JS, O'Byrne JM, Poynton AR: Operative techniques for cervical radiculopathy and myelopathy. *Adv Orthop* 2012:794087, 2012
31. Kim P, Murata H, Kurokawa R, Takaishi Y, Asakuno K, Kawamoto T: Myoarchitectonic spinolaminoplasty: Efficacy in reconstituting the cervical musculature and preserving biomechanical function. *J Neurosurg Spine* 7:293-304, 2007
32. Klineberg E: Cervical spondylotic myelopathy: A review of the evidence. *Orthop Clin North Am* 41:193-202, 2010
33. Laiginhas ARA, Silva PA, Pereira P, Vaz R: Long-term clinical and radiological follow-up after laminectomy for cervical spondylotic myelopathy. *Surg Neurol Int* 6:162, 2015
34. Li X, Jiang L, Liu Z, Liu X, Zhang H, Zhou H, Wei F, Yu M, Wu F: Different approaches for treating multilevel cervical spondylotic myelopathy: A retrospective study of 153 cases from a single spinal center. *PLoS One* 10:e0140031, 2015
35. Lin Q, Zhou X, Wang X, Cao P, Tsai N, Yuan W: A comparison of anterior cervical discectomy and corpectomy in patients with multilevel cervical spondylotic myelopathy. *Eur Spine J* 21:474-481, 2012
36. Liu JK, Das K: Posterior fusion of the subaxial cervical spine: Indications and techniques. *Neurosurg Focus* 10:E7, 2001
37. Luo J, Cao K, Huang S, Li L, Yu T, Cao C, Zhong R, Gong M, Zhou Z, Zou X: Comparison of anterior approach versus posterior approach for the treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy. *Eur Spine J* 24:1621-1630, 2015
38. Milligan J, Ryan K, Fehlings M, Bauman C: Degenerative cervical myelopathy: Diagnosis and management in primary care. *Can Fam Physician* 65:619-624, 2019
39. Muthukumar N: Surgical management of cervical spondylotic myelopathy. *Neurol India* 60:201-209, 2012
40. Nouri A, Martin AR, Mikulis D, Fehlings MG: Magnetic resonance imaging assessment of degenerative cervical myelopathy: A review of structural changes and measurement techniques. *Neurosurg Focus* 40:E5, 2016
41. Nouri A, Tetreault L, Singh A, Karadimas SK, Fehlings MG: Degenerative cervical myelopathy: Epidemiology, genetics, and pathogenesis. *Spine* 40:E675-693, 2015
42. Olindo S, Signate A, Richech A, Cabre P, Catonne Y, Smadja D, Pascal-Mousselard H: Quantitative assessment of hand disability by the Nine-Hole-Peg test (9-HPT) in cervical spondylotic myelopathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 79:965-967, 2008
43. Park AE, Heller JG: Cervical laminoplasty: Use of a novel titanium plate to maintain canal expansion-surgical technique. *J Spinal Disord Tech* 17:265-271, 2004
44. Pope DH, Davies BM, Mowforth OD, Bowden AR, Kotter MRN: Genetics of degenerative cervical myelopathy: A systematic review and meta-analysis of candidate gene studies. *J Clin Med* 9:282, 2020
45. Rhee JM, Basra S: Posterior surgery for cervical myelopathy: Laminectomy, laminectomy with fusion, and laminoplasty. *Asian Spine J* 2:114-126, 2008
46. Schneider RC, Cherry G, Pantek H: The syndrome of acute central cervical spinal cord injury; with special reference to the mechanisms involved in hyperextension injuries of cervical spine. *J Neurosurg* 11:546-577, 1954
47. Setzer M, Hermann E, Seifert V, Marquardt G: Apolipoprotein E gene polymorphism and the risk of cervical myelopathy in patients with chronic spinal cord compression. *Spine* 33:497-502, 2008
48. Setzer M, Vrionis FD, Hermann EJ, Seifert V, Marquardt G: Effect of apolipoprotein E genotype on the outcome after anterior cervical decompression and fusion in patients with cervical spondylotic myelopathy: Clinical article. *J Neurosurg Spine* 11:659-666, 2009
49. Shamji MF, Mohanty C, Massicotte EM, Fehlings MG: The association of cervical spine alignment with neurologic recovery in a prospective cohort of patients with surgical myelopathy: Analysis of a series of 124 cases. *World Neurosurg* 86:112-119, 2016
50. Shen C, Xu H, Xu B, Zhang X, Li X, Yang Q, Ma X: Value of conventional MRGI and diffusion tensor imaging parameters in predicting surgical outcome in patients with degenerative cervical myelopathy. *J Back Musculoskelet Rehabil* 31:525-532, 2018

51. Singh A, Crockard HA: Quantitative assessment of cervical spondylotic myelopathy by a simple walking test. *Lancet* 354:370-373, 1999
52. Song DW, Wu YD, Tian DD: Association of VDR-FokI and VDBP-Thr420Lys polymorphisms with cervical spondylotic myelopathy: A case-control study in the population of China. *J Clin Lab Anal* 33:e22669, 2019
53. Song KJ, Johnson JS, Choi BR, Wang JC, Lee KB: Anterior fusion alone compared with combined anterior and posterior fusion for the treatment of degenerative cervical kyphosis. *J Bone Joint Surg Br* 92:1548-1552, 2010
54. 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
55. Takayasu M, Hara M, Yamauchi K, Yoshida M, Yoshida J: Transarticular screw fixation in the middle and lower cervical spine. Technical note. *J Neurosurg* 99 Suppl 1:132-136, 2003
56. Tang JA, Scheer JK, Smith JS, Deviren V, Bess S, Hart RA, Lafage V, Shaffrey CI, Schwab F, Ames CP, ISSG: The impact of standing regional cervical sagittal alignment on outcomes in posterior cervical fusion surgery. *Neurosurgery* 71(3):662-669; discussion 669, 2012
57. Tani S, Suetsua F, Mizuno J, Uchikado H, Nagashima H, Akiyama M, Isoshima A, Ohashi H, Hirano Y, Abe T: New titanium spacer for cervical laminoplasty: initial clinical experience. Technical note. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 50:1132-1136, 2010
58. Taniyama T, Hirai T, Yamada T, Yuasa M, Enomoto M, Yoshii T, Kato T, Kawabata S, Inose H, Okawa A: Modified K-line in magnetic resonance imaging predicts insufficient decompression of cervical laminoplasty. *Spine (Phila Pa 1976)* 38:496-501, 2013
59. Tetreault L, Goldstein CL, Arnold P, Harrop J, Hilibrand A, Nouri A, Fehlings MG: Degenerative cervical myelopathy: A spectrum of related disorders affecting the aging spine. *Neurosurgery* 77:S51-67, 2015
60. Tetreault LA, Skelly AC, Dettori JR, Wilson JR, Martin AR, Fehlings MG: Guidelines for the management of degenerative cervical myelopathy and acute spinal cord injury: Development process and methodology. *Glob Spine J* 7 Suppl 3:8S-20S 2017
61. The World Bank. DataBank: Population estimates and Projections. Available from: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=health-nutrition-and-populationstatistics:-population-estimates-and-projections#> (2019).
62. Wang D, Liu W, Cao Y, Yang L, Liu B, Yao G, Bi Z: BMP-4 polymorphisms in the susceptibility of cervical spondylotic myelopathy and its outcome after anterior cervical corpectomy and fusion. *Cell Physiol Biochem* 32:210-217, 2013
63. Wang G, Cao Y, Wu T, Duan C, Wu J, Hu J, Lu H: Genetic factors of cervical spondylotic myelopathy - a systemic review. *J Clin Neurosci* 44:89-94, 2017
64. Wang ZC, Chen XS, Wang DW, Shi JG, Jia LS, Xu GH, Huang JH, Fan L: The genetic association of vitamin D receptor polymorphisms and cervical spondylotic myelopathy in Chinese subjects. *Clin Chim Acta* 411:794-797, 2010
65. Wang ZC, Hou XW, Shao J, Ji YJ, Li L, Zhou Q, Yu SM, Mao YL, Zhang HJ, Zhang PC, Lu H: Hif-1a polymorphism in the susceptibility of cervical spondylotic myelopathy and its outcome after anterior cervical corpectomy and fusion treatment. *PLoS One* 17:e110862, 2014
66. Wang ZC, Shi JG, Chen XS, Xu GH, Li LJ, Jia LS: The role of smoking status and collagen IX polymorphisms in the susceptibility to cervical spondylotic myelopathy. *Genet Mol Res* 11:1238-1244, 2012
67. World Health Organization. World Report on Ageing and Health (WHO, 2015).
68. Wu J, Wu D, Guo K, Yuan F, Ran B: OPN polymorphism is associated with the susceptibility to cervical spondylotic myelopathy and its outcome after anterior cervical corpectomy and fusion. *Cell Physiol Biochem* 34:565-574, 2014
69. Vedantam A, Rajshekhar V: Does the type of T2-weighted hyperintensity influence surgical outcome in patients with cervical spondylotic myelopathy? A review. *Eur Spine J* 22:96-106, 2013
70. Yalamanchili PK, Vives MJ, Chaudhary SB: Cervical spondylotic myelopathy: Factors in choosing the surgical approach. *Adv Orthop* 2012:783762, 2012
71. Zeng J, Duan Y, Yang Y, Wang B, Hong Y, Lou J, Ning N, Liu H: Anterior corpectomy and reconstruction using dynamic cervical plate and titanium mesh cage for cervical spondylotic myelopathy: A minimum 5-year follow-up study. *Medicine (Baltimore)* 97:e9724, 2018
72. Zhu B, Xu Y, Liu X, Liu Z, Dang G: Anterior approach versus posterior approach for the treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy: A systemic review and meta-analysis. *Eur Spine J* 22:1583-1593, 2013