

## Derleme

# Servikal Spondilotik Myelopatide Cerrahi Yaklaşım Seçimi

## Deciding on the Surgical Approach in Cervical Spondylotic Myelopathy

Ömer Emre YAĞLI<sup>1</sup>, Cüneyt TEMİZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Özel Manisa Sekiz Eylül Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Manisa, Türkiye

<sup>2</sup>Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Manisa, Türkiye

## ÖZ

Servikal spondilotik myelopati yetişkinlerde omurilik fonksiyon bozukluklarının en yaygın nedenidir. Radyolojik olarak 50 yaş ve altı olan popülasyonda %20-25, 65 yaş ve üzeri popülasyonda ise %70-95 oranlarında görülmektedir. Yavaş ilerleyen bir hastalık olarak tanımlanmakla birlikte cerrahi dışı tutucu tedavilerle izlenen hastaların %20-62 oranında nörolojik bozulma ile karşılaşılacağı ortaya konulmuştur. Cerrahi tedavinin doğru yaklaşım şekli olduğu ve yeterli dekompresyonun sağlandığı olgularda tutucu tedavilerden daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Temelde anterior, posterior ve kombine yaklaşımlar ile pek çok farklı yöntem tanımlanmış olmakla birlikte hangi yöntemin en doğrusu olduğu konusunda fikir birliği yoktur. En doğru yaklaşımın hasta bazında değerlendirme ile belirlenebileceği, bu hastalıkta cerrahi planlamada etkili faktörlere yönelik bir değerlendirme ortaya konulmaktadır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Cerrahi yaklaşım, Cerrahi yönetim, Servikal myelopati

## ABSTRACT

Cervical spondylotic myelopathy is the most common cause of spinal cord dysfunction in adults. Radiologically, it is observed among 20-25% in the population aged 50 years or less and 70-95% in the population aged 65 years and over. It has been described as a slowly progressive disease, but with neurological deterioration in 20-62% of patients with non-surgical conservative treatment. Surgical treatment seems to give better results than conservative treatment in cases where the correct approach and adequate decompression are used. Basically there is no consensus on which method is the most accurate, with anterior, posterior and combined approaches and many different methods being described. The most accurate approach to this disease can be determined by patient-based evaluation, and we provide an assessment of the factors influencing surgical planning.

**KEYWORDS:** Cervical myelopathy, Surgical approach, Surgical management

### ■ CERRAHİ TEDAVİDE AMAÇ

Servikal spondilotik myelopatide (SSM) cerrahi tedavi yönteminin belirlenmesinde cerrahi tedavide ulaşılmak istenen sonuçların ve amaçların ortaya konulması gereklidir (Tablo I). Cerrahi tedavide amaçlar:

- Nöral dokunun dekompresyonu,

- Servikal omurganın lordotik diziliminin korunması veya lordotik dizilimin yeniden sağlanması,
- Servikal omurgada cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası instabilitenin önlenmesi,
- Cerrahi tedavi amaçlarının olası en düşük komplikasyonlarla sağlanması,

olarak özetlenebilir (17,25).



Yazışma adresi: Ömer Emre YAĞLI

E-posta: dr.omeremre@gmail.com

## Nöral Dokunun Dekompresyonu

SSM'de omurilik yapılarında ortaya çıkan değişiklikler statik, dinamik ve iskemik faktörlere bağlı olarak oluşmaktadır (3,5). Statik faktörler disk, faset eklem yapıları, vertebra cisimleri, posterior longitudinal ligament (PLL) ve ligamentum flavum gibi bağların spondilolitik süreçte normal sagittal kanal çapını 17-18 mm'den daha düşük çaplara indirmesi ile oluşan, 13 mm'nin altına inmesi ile belirginleşen servikal kanal darlığını ifade eder.

Statik faktörlerle etkilenen omurilik hareketlerinin sınırlanması omuriliğin gerilmesi ve boyun hareketleri ile omuriliğin hasarlanması, eşlik eden instabilitenin varlığı dinamik komponentleri ortaya koyar (16). Spondilolitik omurgada omuriliğin bası altında kalması venöz göllenmeye, pial ve intramedüller arteriollerin etkilenerek omuriliğin hipoperfüzyonuna ve hatta anterior spinal arterin basılanması sonucu omurilik iskemisine neden olur. SSM'de progresyonun engellenmesi için patogenezin bu iyi bilinen 3 faktörünün de ortadan kaldırılacağı yeterli dekompresyonun sağlanması ve kanal çapının genişletilmesi gereklidir (21,22).

## Servikal Omurganın Lordotik Diziliminin Korunması veya Lordotik Dizilimin Yeniden Sağlanması

Servikal omurganın normal anatomik dizilimi yan düzlemde lordotik şekildedir. Dejeneratif süreç ilerleyen aşamalarında lordotik dizilimin bozulmasına yol açmaktadır. Servikal dizilimin yan düzlemde değerlendirmesi C2-C7 vertebra korpuslarının posterior-inferior noktalarının birleştirilmesi sonrasında arada kalan vertebraların konumlarına göre yapılmaktadır. Buna göre arada kalan vertebraların posterior kenarları bu çizginin önünde kalıyorsa lordozun korunduğu, arkasında kalıyorsa dizilimin kifoza yöneldiği, bu çizgi üzerinde yer alıyor ise de lordozda düzleşme olduğu kabul edilir (5,18).

## İnstabilitenin Önlenmesi

SSM'nin cerrahi tedavisinde bası altındaki omuriliğin basıdan kurtarılması temel amaç olmakla birlikte dekompresyonun içerdiği vertebral kolon yapılarının uzaklaştırılmasının oluşturabileceği instabilitenin omurilikte gerilmeye, harekete bağlı basılara neden olabileceği bilinmelidir (16).

## Komplikasyonlar

Cerrahi tedavi yöntemlerinden her birinin kendine özgü komplikasyonları vardır (Tablo I). Anterior girişimlerde geçici vokal kord paralizileri, solunum ve yutma güçlükleri, özofagus ve trakea yaralanmaları, karotis ve vertebral arter yaralanmaları posterior girişimlerde ise özellikle enstrümantasyon gereksinimi olan hastalarda enstrüman yerleşim problemleri, sinir kökü zedelenmeleri daha fazla görülmektedir (13,17).

## ■ CERRAHİ TEDAVİ YÖNTEMİNİN SEÇİMİNDE ETKİLİ FAKTÖRLER

### Basının Yeri

SSM'de nöral dokunun dekompresyonu temel amaç olduğuna göre basının yeri basının ortadan kaldırılma şekline yönelik kararda önemli bir belirleyicidir. Basının posteriorda olduğu ve lordozun korunduğu olgularda posterior girişimlerin yapılması

uygundur. Basının anteriorda olduğu olgularda ve iki taraflı basının olduğu olgularda ise omurganın yan düzlemdeki dizilimi ve aşağıda belirtilen diğer faktörler göz önüne alınmalıdır (24).

Bası yerine göre cerrahi yöntemin seçimine yönelik olarak Bapat ve ark. tarafından yapılan sınıflandırmada SSM 5 ayrı radyolojik görünümde sınıflandırılır (Radiological Patterns of Cord Compression-POC) (Şekil 1) (2).

Bu sınıflandırmaya göre POC 1'e uyan olgularda anterior girişimler, POC 2'ye uyan olgularda öncelikle anterior girişimler, ancak yetersiz nörolojik düzelme görüldüğünde posterior ek girişimler, POC 3'e uyan olgularda eğer eşlik eden ek sağlık problemleri yok ise anterior girişimler, eşlik eden ek hastalıklar varlığında ise posterior girişimler önerilir. POC 4 olgularda posterior girişimler, POC 4v olgularda ise öncelikle posterior girişimler, yetersiz nörolojik düzelme varlığında ek olarak şiddetli basının olduğu seviyelere anterior müdahaleler önerilmektedir. POC 5'e uyan olgularda ise kombine anterior ve posterior girişimler birlikte önerilir (Şekil 1).

Anterior ve posterior girişimlere karar verilmesinde basının sadece anterior veya posteriorda olması değil basının hangi segmentlerde olduğu da önem taşır. Üst servikal bölge basılarında anterior girişimlerin ek güçlükler taşıdığı unutulmamalıdır.

## Servikal Dizilim

Servikal omurganın yan düzlemdeki konumu yaklaşım seçiminde hemen tüm olgularda en önemli faktördür. Lordotik konumlanan servikal omurgada hem anterior hem de posterior girişimler gerçekleştirilebilir. Ancak kifotik dizilim gösteren hastalarda arka elemanların uzaklaştırılması arka gerilim bandının bozulmasına ve kifotik deformitenin artışına yol açacaktır. Posterior girişimler basının anteriorda olduğu olgularda yapılan geniş dekompresyon sonrası omuriliğin posteriora doğru yer değiştirmesi sonucunda basıyı ortadan kaldırırlar (9). Kifotik olgularda arka elemanların uzaklaştırılması omuriliğin posteriora yer değiştirmesi gerçekleşmeyeceğinden yeterli dekompresyon sağlayamayacaktır. Servikal dizilimin lordotik olduğu hastalarda anterior ve posterior girişimlerin uygulanması benzer düzelme oranlarını sağlamakla birlikte kifotik dizilimi olan hastalarda anterior-kombine yaklaşımlarla iyi sonuçlar elde edildiği ortaya konulmuştur (1,7,21,23).

## Bası Seviyesinin Uzunluğu

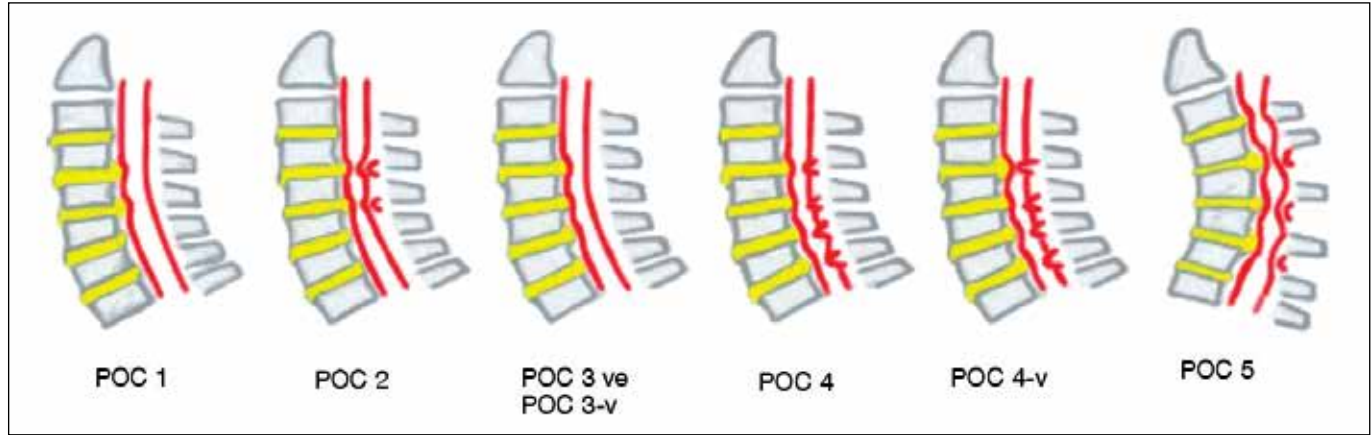
Tek segmente ait basının olduğu olgularda basının yerine göre yaklaşım planlanması ve dekompresyonun gerçekleştirilmesi uygundur. Ancak bası seviyesinin 3 veya daha fazla seviyeyi içermesi durumunda posterior girişimlerin anterior girişimlerden daha üstün olduğu pek çok çalışmada ifade edilmektedir. Üç veya daha fazla segment içeren anterior girişimlerde greft yetmezliğine bağlı komplikasyonlar belirgin artış göstermektedir (1,4,19,21).

## Kanal Bası Oranı

Anterior ve posterior girişimlerin karşılaştırıldığı çalışmalarda spinal kanalın %60'dan daha fazla basılı olduğu olgularda anterior ve kombine girişimlerin posterior girişimlere nörolojik iyileşmede üstünlük gösterdiği gösterilmiştir (12,14).

Tablo 1: SSM'de Cerrahi Teknikler

Cerrahi Teknik	Temel Endikasyonlar	Avantajlar	Dezavantajlar	Yaygın Komplikasyonlar	Kontrendikasyonlar
Anterior Servikal Dissektomi ve Füzyon	Anterior patoloji Kifoz <3 seviyeli patoloji	Düşük postoperatif ağrı Düşük enfeksiyon oranı Kifozu arttırmama Radikülopatiyeye direkt yaklaşım	Üç seviye ve fazlasında artan komplikasyon oranı Kemik greft komplikasyonları Yutkunma güçlüğü ve ses kısıklığı Posterior basıları gidermede yetersizlik	Sinir kökü yaralanmaları Omurluk yaralanmaları Yara hematomaları Ses kısıklığı Yutma güçlüğü Özofagus yaralanmaları Karotis ve vertebral arter yaralanmaları Psödoartroz	Ön boyun bölgesine uygulanmış cerrahi-radyoterapi Girişime engel göğüs duvarı deformiteleri Posterior patolojiler Aberan vertebral arter Önceki girişimlere bağlı karşı taraf laringeal sinir paralizileri
Anterior Korpektomi	Servikal omurluğun ön kesiminde yaygın dekompresyon gereksinimi	Daha geniş dekompresyon Füzyon için geniş greft yüzeyi	Fazla kan kaybı Uzamış operasyon süresi Yüksek komplikasyon oranları	Sinir kökü yaralanmaları Omurluk yaralanmaları Yara hematomaları Ses kısıklığı Yutma güçlüğü Özofagus yaralanmaları Karotis ve vertebral arter yaralanmaları Psödoartroz Duratomi BOS kaçağı Komşu Segment Hastalığı	Şiddetli osteoporoz >3 seviyeli rekonstrüksiyon Aberan vertebral arter Ön boyun bölgesine uygulanmış radyoterapi-cerrahi Girişime engel göğüs duvarı deformiteleri Önceki girişimlere bağlı karşı taraf laringeal sinir paralizisi
Artroplasti	1-2 seviyeli patoloji	Segmental hareketin yeterli stabilizasyonla birlikte korunması	Bası seviyesinde risk taşıyan ek dejeneratif değişiklikler	Yeni ortaya çıkan radikülopati İmplantın yerinden çıkması Ankiloz gelişimi	Servikal kifoz Servikal instabilite Osteoporoz
Servikal Laminektomi	Posterior patolojiler Servikal lordozun korunduğu hastalar	Direkt Yaklaşım	Artmış postoperatif kifoz	C5 radikülopati Duratomi BOS kaçağı	Pron pozisyonu tolere edemeyecek olgular Aktif posterior enfeksiyon Posterior servikal bölgeye yapılmış cerrahi-radyoterapi Girişime engel göğüs duvarı deformitesi Servikal kifoz Servikal instabilite
Servikal laminektomi ve Füzyon	Posterior patolojiler Çok seviyeli patolojiler	Çok seviye stabilizasyon Daha geniş dekompresyonla birlikte sağlanması	Omurluğun önden basılarda basıdan uzaklaşmasına bağlı Enstrümantasyonda yanlış vida yerleşim riski	Sinir kökü yaralanmaları Vertebral arter yaralanmaları Yara enfeksiyonları BOS kaçağı	Pron pozisyonu tolere edemeyecek olgular Aktif posterior enfeksiyon Posterior servikal bölgeye yapılmış cerrahi-radyoterapi Girişime engel göğüs duvarı deformitesi Servikal kifoz
Servikal Laminoplasti	SSM'ye doku koruyucu dekompresyon alternatif	Posterior elemanların korunması	Sinirli posterior dekompresyon Geç dönem instabilite Boyun ağrısında artış	Sinir kökü yaralanmaları Boyun ağrısı Servikal hareket aralığının artması Yeni servikal kifoz gelişimi	Pron pozisyonu tolere edemeyecek olgular Aktif posterior enfeksiyon Posterior servikal bölgeye yapılmış cerrahi-radyoterapi öyküsü Girişime engel göğüs duvarı deformitesi Servikal kifoz Servikal instabilite Boyun ağrısı
Kombine Yaklaşım	Belirgin kifoz ve posterior basının birlikteliği Çok seviyeli dekompresyon gereksinimi Instabilite	Artmış stabilizasyon Geniş dekompresyon	Teknik güçlük Uzamış operasyon süresi Uzamış iyileşme süresi	Posterior ve anterior girişimlerin tanımlanan yaygın komplikasyonları	Pron pozisyonu tolere edemeyen hastalar Aktif saha enfeksiyonu Önceki cerrahi girişim ve radyoterapi öyküsü



**Şekil 1:** POC 1: Anterior bası 1-2 seviyede; POC 2: Anterior ve posterior bası 1-2 seviye; POC 3: Anterior bası 3 seviyede normal kanal genişliği; POC 4: Lordotik-Nötral dizilim, 3 seviye bası ve dar kanal veya 3 seviyeden fazla bası; POC 4v: Lordotik – Nötral dizilim, 3 veya daha fazla seviyeli anterior bası + dar kanal + posterior bası + 1-2 seviyeli şiddetli anterior bası; POC 5: Rijit kifotik deformite, 3 veya daha fazla seviyede şiddetli bası.

**Tablo II:** Cerrahi Yaklaşım Seçimine Etki Eden Faktörler

	Anterior Girişimler	Posterior Girişimler
Kanal Basısı	>%60	<%60
Yaş	Genç - Hastalığın ilerleme riski yüksek hastalar	Yaşlı ve hastalığın ilerleme riski düşük olan hastalar
Eşlik Eden Hastalıklar	Eşlik eden ek hastalıkları olmayan düşük cerrahi riskli hastalar	Ek hastalıkları nedeniyle yüksek cerrahi riskli hastalar
Etkilenen Segment Sayısı	Fokal ya da <3 seviyeli kısa segmentli hastalık	Çok seviyeli hastalık
Omurganın Yan Dizilimi	Kifotik, Düzleşmiş, Lordotik	Lordotik
Geçirilmiş Cerrahi	Önceden geçirilmiş anterior cerrahide ek güçlükler	Önceden geçirilmiş anterior cerrahide daha kolay uygulanabilir
Operatif Pozisyon	Pron pozisyonu verilemeyen hastalarda uygulanabilir	Sadece pron pozisyonu tolere edebilen hastalarda uygulanabilir.
Boyun Ağrısı	Aksiyel boyun ağrısında uygulanabilir	Boyun ağrısı olmayan hastaların tercih edilmesi daha uygun
Osteoporoz	Yeterli kemik yoğunluğuna sahip olan hastalarda	Osteoporozu olan hastalarda da uygulanabilir
Kozmetik	Genelde görülen skar dokusu	Anterior girişime göre daha az görünür skar
Ses	Ses kullanımının önemli olduğu hastalarda rölatif kontrendikasyon	Ses kullanımı ile ilişkili komplikasyon yok

### Aksiyel Ağrı

Aksiyel ağrının eşlik ettiği olgularda anterior girişimlerin artrodez ile birlikte postoperatif ağrı yakınmasının düzelmesinde posterior girişimlere üstünlük gösterdiği gösterilmiştir. Laminoplasti sonrası aksiyel boyun ağrılarının artabileceği bildirilmiştir (4,15).

### Kemik Yoğunluğu

SSM tüm dejeneratif hastalıklar gibi daha çok ileri yaş gruplarını ilgilendirmektedir. Azalmış kemik yoğunluğu anterior

ve posterior fiksasyon cihazları ile yapılacak düzeltmenin devamlılığını sınırlayan bir faktördür. Anterior girişimlerin hemen tamamında hastalarda kemik greft ve enstrümantasyon gereksinimi vardır (6). Kemik yoğunluğu azalmış osteoporotik hastalarda greft komplikasyonları ve füzyon güçlüklerinin daha yüksek oranlarda görüleceği yaklaşım yönü belirlenirken düşünülmelidir (14).

### İnstabilite Varlığı - İatrojenik İnstabilite

Posterior girişimlerin uygulandığı hastalarda laminektomi medial fasetektomilerle kombine edilmeli ve stabiliteyi koru-

mak için foraminotomiler faset eklem 1/4-1/3'ü ile sınırlı tutulmalıdır. %25-33'ü geçen fasetektomilerde instabilite gelişebildiği gösterilmiştir (10). Daha fazla faset eklem alınması gerekeceği öngörülen olgularda posterior girişimlerin enstrümantasyon gereksinimi göstereceği göz önüne alınmalıdır. Preoperatif instabilitenin mevcut olduğu olgularda anterior ve kombine girişimler daha uygun olabilir.

### Yaş

Anterior ve posterior girişimler lordozun korunduğu olgularda benzer nörolojik iyileşmeler göstermekle birlikte posterior girişimlerin 5 yıllık takiplerinde olumlu sonuçların korunduğu 5-10 yıl arasındaki takiplerinde ise nörolojik tablonun kötüleşme gösterebildiği belirtilmektedir. Bu kötüleşmede laminektomi sonrası oluşan ligamentum flavum kalsifikasyonu, postlaminektomi membranı oluşumu, eklenen travmalar, preoperatif nörolojik tablonun kötülüğünün etkili faktörler olduğu düşünülmektedir. Uzun dönemde kötüleşme beklentisi olan olgularda, uzun yaşam beklentisi olan daha genç hasta grubunda anterior girişimlerin tercih edilmesi uygun olabilir (8,11).

### Eşlik Eden Hastalıklar

Anterior girişimlerin posterior girişimlere oranla daha fazla operasyon süresi ve kanama ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Ek sistemik hastalıkların varlığında cerrahi komplikasyon oranlarının artış göstereceği bilinmelidir. Bu komplikasyonlara bağlı ek cerrahi girişim gereksinimlerinin mortalite ve morbiditeyi arttıracığı göz önüne alınmalıdır (20).

## ■ SONUÇ

Anterior ve posterior girişimlerin preoperatif değerlendirmede lordotik dizilim gösteren olgularda nörolojik iyileşme ve/veya nörolojik tablonun korunmasında birbirlerine belirgin üstünlükleri yoktur. Buna karşın anterior girişimlerde daha yüksek komplikasyon oranları bildirilmektedir (Tablo II). Kifotik dizilim gösteren hastalarda ise posterior girişimlerin kifotik deformitenin durdurulacağı ek girişimler olmaksızın uygulanması uygun değildir. Uygun cerrahi yaklaşım şeklinin belirlenmesinde preoperatif değerlendirme ile hastaya özgü faktörlerin ortaya konulması gerekmektedir.

## ■ KAYNAKLAR

- Bakhsheshian J, Mehta VA, Liu JC: Current diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy. *Global Spine J* 7(6):572-586, 2017
- Bapat MR, Chaudhary K, Sharma A, Laheri V: Surgical approach to cervical spondylotic myelopathy on the basis of radiological patterns of compression: Prospective analysis of 129 cases. *Eur Spine J* 17:1651-1663, 2008
- Baptiste DC, Fehlings MG: Pathophysiology of cervical myelopathy. *Spine J* 6 Suppl 6:190-197, 2006
- Cunningham MR, Hershman S, Bendo J: Systematic review of cohort studies comparing surgical treatments for cervical spondylotic myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 35(5):537-543, 2010
- Dadashev VY, Rodts GE: Treatment of disk and ligamentous diseases of the cervical spine. In: Winn HR (ed), *Youmans Neurological Surgery*, 6<sup>th</sup> ed, Vol: 3. Philadelphia:Elsevier-Saunders, 2011:2859-2867
- Emery SE: Anterior approaches for cervical spondylotic myelopathy: Which? When? How? *Eur Spine J* 24 Suppl 2:150-159, 2015
- Epstein JA: The surgical management of cervical spinal stenosis, spondylosis, and myeloradiculopathy by means of the posterior approach. *Spine (Phila PA 1976)* 13 (7):864-869, 1988
- Epstein NE: Laminectomy for cervical myelopathy. *Spinal Cord* 41(6):317-327, 2003
- Epstein NE: The surgical management of ossification of the posterior longitudinal ligament in 43 North Americans. *Spine (Phila PA 1976)* 19(6):664-672, 1994
- Epstein NE, Yonenobu K: Ossification of the posterior longitudinal ligament. In: Benzel EC (ed), *Spine Surgery, Techniques, Complication Avoidance, and Management*, 2<sup>nd</sup> ed, Philadelphia:Elsevier, 2005:729-743
- Fehlings MG, Barry S, Kopjar B, Yoon ST, Arnold P, Massicotte EM, Vaccaro A, Brodke DS, Shaffrey C, Smith JS, Woodard E, Banco RJ, Chapman J, Janssen M, Bono C, Sasso R, Dekutoski M, Gokaslan ZL: Anterior versus posterior surgical approaches to treat cervical spondylotic myelopathy: Outcomes of the prospective multicenter AOSpine North America CSM study in 264 patients. *Spine* 38(26):2247-2252, 2013
- Feng F, Ruan W, Liu Z, Li Y, Cai L: Anterior versus posterior approach for the treatment of cervical compressive myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg* 27:26-33, 2016
- Garrett M, Bartolomei J, Sonntag VK: Anterior approach for cervical spondylotic myelopathy. In: Winn HR (ed), *Youmans Neurological Surgery*, 6<sup>th</sup> ed, Vol: 3. Philadelphia:Elsevier-Saunders, 2011:2876-2887
- Hoh D, Levi AD, Wang M: Ossification of the posterior longitudinal ligament and other enthesopathies. In: Winn HR (ed), *Youmans Neurological Surgery*, 6<sup>th</sup> ed, Vol: 3. Philadelphia: Elsevier-Saunders, 2011:2899-2910
- Hosono N, Yonenobu K, Ono K: Neck and shoulder pain after laminoplasty. A noticeable complication. *Spine (Phila Pa 1976)* 21(17):1969-1973, 1996
- Kawaguchi Y, Rydevik B: Cervical myelopathy. In: Slipman CW, Derby R, Simeone F, Mayer TG (eds), *Interventional Spine an Algorithmic Approach*, Philadelphia:Elsevier-Saunders, 2008:557-572
- Lawrence BD, Jacobs WB, Norvell DC, Hermsmeyer JT, Chapman JR, Brodke DS: Anterior versus posterior approach for treatment of cervical spondylotic myelopathy: A systematic review. *Spine (Phila Pa 1976)* 38(22 Suppl 1): 173-182, 2013
- Leonardi M, Boos N: Degenerative disorders of the cervical spine. In: Boss N, Aebi M (eds), *Spinal Disorders Fundamentals of Diagnosis and Treatment*, Berlin:Springer Verlag, 2008: 429-479

19. 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(8):1621-1630, 2015
20. Macogno A, Liu S, Marascalchi BJ, Yang S, Boniello AJ, Bendo JA, Lafage VC, Passias PG: Perioperative risks associated with cervical spondylotic myelopathy based on surgical treatment strategies. *Int J Spine Surg* 9:24, 2015
21. Matz PG, Pritchard PR, Hadley MN: Anterior cervical approach for the treatment of cervical myelopathy. *Neurosurgery* 60 Supp 1:64-70, 2007
22. Rhee J, Tetreault L, Chapman JR, Wilson JR, Smith JS, Martin AR, Dettori JR, Fehlings MG: Nonoperative versus operative management for the treatment degenerative cervical myelopathy: An updated systematic review. *Global Spine J* 7 (3S):35-41, 2017
23. 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
24. Tetreault L, Goldstein CL, Arnold P: Degenerative cervical myelopathy: A spectrum of related disorders affecting the aging spine. *Neurosurgery* 77 Suppl 4: 51-67, 2015
25. Tetreault L, Rhee J, Prather H, Kwon BK, Wilson JR, Martin AR, Andersson IB, Dembek AH, Pagarian KT, Dettori JR, Fehlings MG: Change in function, pain, and quality of life following structured nonoperative treatment in patients with degenerative cervical myelopathy: A systematic review. *Global Spine J* 7(3S):42-52, 2017