

Yaşar ÜNSAL<sup>1</sup> , Ahmet Gürhan GÜRÇAY<sup>2</sup> <sup>1</sup>Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Ankara, Türkiye<sup>2</sup>Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi AD, Ankara, Türkiye

✉ drgurcay@gmail.com

Derleme / Review

Geliş tarihi: 03.06.2024

Kabul tarihi: 21.10.2024

# Dejeneratif Servikal Miyelopatide Kullanılan Güncel Sınıflamalar ve Tedavi Planlaması Açısından Önemi

## Current Classifications Used in Degenerative Cervical Myelopathy and Their Importance for Treatment Planning

### ÖZ

Dejeneratif Servikal Miyelopati, travmatik olmayan omurilik disfonksiyonunun en yaygın nedenidir. Yaşlı popülasyonda daha sık görülmektedir. DSM'li hastalar klinik olarak, üst ekstremité disfonksiyonu (sakarlık, letarji, parestezi vb.), alt ekstremité bulguları (dengesizlik, yorgunluk, letarji vb.) ve mesane disfonksiyonu (ani idrar kaçırma) şeklinde görülmektedir. DSM teşhisi için altın standart Manyetik Rezonans Görüntülemedir. DSM için en sık kullanılan iki ölçüm yöntemi, mJOA (modifie Japanese Orthopedic Association) skalası ve Nurick derecelendirmesidir. Her ikisi de, nörolojik bulguları ve semptomları, yürümeyi, alt ekstremité fonksiyonlarını, el fonksiyonlarını ve mesane kontrolünü ölçmektedir. DSM hastalığı için cerrahi tedavi, giderek kötüleşen denge ve beceri ilerlemesi olan hastalar için ilk seçilecek 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 miyelopati, Servikal spondilolitik miyelopati, Spondiloz, Sınıflama

### ABSTRACT

Degenerative Cervical Myelopathy is the most common cause of non-traumatic spinal cord dysfunction. It is more common in the elderly population. Patients with DSM clinically present with upper limb dysfunction (clumsiness, lethargy, paresthesia, etc.), lower limb symptoms (imbalance, fatigue, lethargy, etc.) and bladder dysfunction (sudden urinary incontinence). The gold standard for the diagnosis of DSM is Magnetic Resonance Imaging. The two most commonly used measurement methods for DSM are the mJOA (modified Japanese Orthopedic Association) scale and Nurick Grading. Both measure neurological signs and symptoms, gait, lower limb function, hand function and bladder control. Surgical treatment for DSM disease is the first-line treatment option for patients with progressively worsening balance and skill progression. The main goal of surgical approaches, which can be applied as anterior, posterior and combined approaches, should be to open the spinal cord, correct the cervical physiological lordosis and provide stability.

**Keywords:** Degenerative cervical myelopathy, Cervical spondylotic myelopathy, Spondylosis, Classification

### GİRİŞ

Dejeneratif servikal miyelopati (DSM), servikal omurgadaki faset hipertrofisi, posterior longitudinal ligamanın kemikleşmesi, dejeneratif disk hastalığı ve miyelopatiye yol açan osteofitozlardan kaynaklı dejeneratif durum nedeniyle servi-

kal kordun sıkışmasıdır (26). Omurilik disfonksiyonunun en yaygın nedenidir (26). DSM için temel risk faktörü yaşlı, ortalama başlangıç yaşı 50-60 arasındır (16,19) ve erkeklerde kadınlara kıyasla daha fazla görülür (30).

## Patofizyoloji

Dejeneratif servikal miyelopati, statik ve dinamik mekanik faktörlerin beraber kord üzerinde etkisinden kaynaklanır (29). Disk herniasyonu, osteofit, faset eklemin dejeneratif genişlemesi, ligamentum flavum hipertrofisi ve posterior longitudinal ligaman kalınlaşması gibi statik faktörler spinal kanal çapının (<13 mm ön-arka çap) azalmasına ve omurilik basısına neden olur (6). Dinamik mekanik faktörler ise servikal fleksiyon ve ekstansiyon sırasında omurga ve omuriliğe anormal kuvvetlerin etki etmesidir (21). Bası sonucu kan akımının bozulması ve venöz konjesyon gelişmesine bağlı omurilik iskemisi görülebilir (1).

## Klinik

DSM'li hastalarda semptomlar genellikle sinsi başlar. Semptomlar başladığında 1 yıl içinde tedavi edilen hastalarda prognozun daha iyi olduğu gösterilmiştir (25). Semptomlar, dejenerasyon ve bası şiddeti ile basının seviyesine göre değişir. Boyun, sırt, üst ekstremitelerde ağrısı, üst ve/veya alt ekstremitelerde güçsüzlük ve duyu kaybı, alt ekstremitelerde spastisite ve klonus, el beceri kaybı, idrar ve gayta inkontinansı, denge kusuru ve yürüme bozukluğu gibi şikâyetlerle hastalar kliniğe başvurabilir (27). Cerrahi için başvuran hastaların %80'inde fonksiyonel bozulmaya yol açan ellerde duyu bozuklukları bulunmaktadır (15). Spinocerebellar ve kortikospinal yolların etkilenmesi sonucu yürüme bozukluğu, üst ekstremitelerde koordinasyon kaybı ve ince motor beceri kaybı görülür. DSM'li hastalarda parmak addüksiyon ve ekstansiyon kaybı, el kavrama zorluğu ve hızlı bir şekilde bırakma ile karakterize klinik tablo 'amiyotrofik tip miyelopati eli' olarak tanımlanır (20). Miyelopatik el varlığında cerrahinin daha öncelikli düşünülmesi önerilir. Fizik muayenede inspeksiyon, palpasyon, servikal hareket açıklığı, kas kuvveti, duyu, derin tendon refleksleri ve patolojik refleksler ile denge ve yürüyüş değerlendirilmelidir. Hareket kısıtlılığı, kas kuvveti kaybı, üst ekstremitelerde artmış klonus, (Hoffman, Babinski, Chaddock gibi) patolojik refleksler görülebilir. Üst motor nöron tipi etkilenmede alt ekstremitelerde zayıflığı ve vibrasyon kaybı ile birlikte üst ve alt ekstremitelerde duyu kaybı gözlemlenebilir. Patolojik refleksler pozitifdir. Alt ekstremitelerde spastisite, ataksik yürüyüş veya yürüme güçlüğü başvuru şikâyetleri olabilir.

Omuriliğin etkilenen bölgesi ve etkilenme şekline göre DSM klinik sendromları tanımlanmıştır. 1966'da Crandall ve Batzdorf tarafından transvers lezyon sendrom, motor sistem sendrom, santral kord sendromu, Brown Sequard sendromu, brakialji ve kord sendromu şeklinde sınıflandırılmıştır (5). 1983'te Ferguson ve Caplan lateral/radiküler sendrom, medial/miyelopatik sendrom, kombine radikülomiyelopatik sendrom, vasküler sendrom (ağrısız ve akut/subakut başlangıçlı miyelopati) olarak sınıflandırmışlardır (14). Bu sınıflamaya ek olarak alt ekstremitelerde semptom olmadan üst ekstremitelerde ağrısız güçsüzlükten oluşan bir sendrom tanımlanmıştır (2).

Ana ayırıcı tanılar amyotrofik lateral skleroz, multipl skleroz, normal basınçlı hidrosefali ve intrakraniyal hastalıklardır (17).

Fizik muayene sonrası yapılmasında fayda olan ek araştırmalar; servikal radyografiler (dinamik grafiler), 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 tetkiklerdir. DSM tanısı için MRG (Magnetik Rezonans Görüntüleme) altın standarttır. Ayrıca MRG'de hastalığın şiddetinin belirlenmesinde de önemlidir. Semptomların heterojen prezantasyonu yüzünden hastalığın yanlış evrenmemesi için tüm spinal MRG çekilmesi faydalıdır. Konvansiyonel MRG'in haricinde; difüzyon tensor görüntüleme, myelin su fraksiyonu, fraksiyonel anizotropi ve magnetizasyon transfer oranı gibi ileri tekniklere sahip kuantitatif mikroyapısal MRG lezyonun niteliklerinin saptanmasında ve cerrahi sonrası prognoz tayininde daha yararlıdır (23).

## Değerlendirme

Miyelopati ciddiyetini belirlemek ve tedaviyi planlamak için çeşitli ölçekler kullanılmaktadır. En sık kullanılan ölçüm Nurrick gradelemesi ve modifiye Japon Ortopedi Association Skalası (mJOA)dır. Diğer ölçekler ise visual analog skala (VAS), Short Form 36 (SF-36), Health Survey, ve Neck Disability Index (NDI) (12).

Japon Ortopedi Derneği Skalası (Japanese Orthopaedic Association Scale = JOA), motor ve sensöryel fonksiyonlar, üriner otonomik fonksiyon ve günlük aktiviteyi değerlendirmek için 1975'de geliştirilmiştir. 4 bölümden oluşmaktadır. Üst ekstremitelerde fonksiyonu (skala aralığı 0-4), alt ekstremitelerde fonksiyonu (skala aralığı 0-4), sensöryel fonksiyon (üst-alt ekstremitelerde ve gövde; skala aralığı her segmentte 0-2) ve mesane fonksiyonunu (skala aralığı 0-3) içerir. Skor 0'dan 17'ye kadardır (Tablo I). JOA, 1994 yılında revize edilmiştir (9).

Modifiye JOA Skalası Orijinal JOA skalasındaki en büyük dezavantaj, motor disfonksiyonu değerlendirmek için hastanın yemek çubukları (chopstick) kullanım becerisinden faydalanmasıydı. Yemek çubukları kullanımı kültürel olarak Doğu Asya'da yaygın olması sebebiyle, JOA dünyanın geri kalanında uygun şekilde kullanılamamaktaydı. 1991, 1993 ve 1999 modifiye JOA skorlamaları batılı populasyonlarda kullanmak için daha sensitiftirler (9). Bu modifiye JOA skorlamalarından Benzel ve ark. modifiye ettiği skala, 0'dan 18'e kadardır ve klinik temelli bir ölçümlendirmedir (Tablo II) (12,24). Üst ve alt motor fonksiyonları, elin duyu fonksiyonunu ve sfinkter fonksiyonunu içerir. Ayrıca orijinal skorlamada bulunan "çubuklarla yemek yeme" ifadesi "dügmelerini ilikleme" şeklinde değiştirilmiştir. Orta şiddetli ve ileri şiddetli SSM'li hastalar için cerrahi müdahale önerilir. SSM'yi şiddetli (0-11), orta (12-14) veya hafif (15-17) olarak sınıflandırmak için mJOA kullanılır. WFNS Omurga Komitesi tavsiyelerine göre orta şiddetli ve ileri şiddetli SSM'li hastalar için cerrahi müdahale önerilir. Hafif SSM'li hastalara cerrahi müdahale veya rehabilitasyon önerilir. Başlangıçta ameliyatsız tedavi uygulanırsa, semptomların hızlı ilerlemesi durumunda cerrahi müdahale önerilir. Yavaş ilerleyen hastalıklar için nonoperatif tedavi düşünülebilir (22).

**Tablo I:** Japon Ortopedi Birliği Skoru 'Japanese Orthopaedic Association (JOA) Score'

Fonksiyon	Skor
<b>Motor fonksiyon</b>	
<b>Üst ekstremité</b>	
Paralizi	1
İnce motor işlevi büyük ölçüde azalmış	2
İnce motor işlevi yavaşlamış	3
Ellerde veya proksimal kolda güçsüzlük	4
Normal işlev	5
<b>Alt ekstremité</b>	
Yürüyemiyor	1
Düz zeminde yürümede yardıma ihtiyacı var	2
Merdivenlerde tırabzan ihtiyacı var	3
Yürüme yardımı olmadan yürüyebiliyor, ancak yetersiz	4
Normal işlev	5
<b>Duyu fonksiyonu</b>	
<b>Üst ekstremité/ Alt ekstremité/ Gövde</b>	
Belirgin duyu kaybı	1
Minimal duyu kaybı	2
Normal işlev	3
<b>Mesane fonksiyonu</b>	
İdrar retansiyonu	1
Şiddetli disfonksiyon	2
İlımlı disfonksiyon	3
Normal işlev	4
<b>Maksimum toplam skor</b>	<b>17</b>

Nurick Derecelendirmesi SSM hastalarında yürüyüş bozukluğunu değerlendirmek için geliştirilmiştir (Tablo III). 6 derecesi vardır, yürüyüş bozukluğu arttıkça derecesi artar. Singh ve Crockard, Nurick skorlama güvenilirliğinin ve cevaplanabilirliğinin iyi olduğunu bildirmiştir (24).

Boyun Sakatlık İndeksi (Neck Disability Index = NDI) Oswestry Disability Index'in modifikasyonudur. Boyun ağrısını ölçer. Yüksek skor şiddetli güçsüzlüğün göstergesidir. NDI cerrahi yapılan hastalarda geçerlidir. NDI'da değerlendirilen alanlar arasında ağrı şiddeti, kişisel bakım, ağırlık kaldırma, okuma, baş ağrısı, konsantrasyon, iş, araba kullanma, uyku ve dinlenme yer alır (10).

Kısa form 36 sağlık sorgulaması (SF-36 Health Survey) hastanın genel sağlık durumunu ölçümlendirir. 8 alt skalası vardır. Bunlar; zindelik, fiziksel fonksiyonlar, genel sağlık, vücut ağrısı, fiziksel rol, duygusal rol, sosyal rol ve mental sağlıktır. Güçsüzlük arttıkça skor düşer.

Boyun Ağrısı için VAS ağrı düzeyini ölçen tek bir maddedir, hasta puanlama yoluyla ağrı düzeyini belirlemelidir.

Bu testlerin kombine değerlendirilmesi sonrası mJOA değeri düşük, Nurick skoru yüksek, VAS değeri yüksek olan hastalarda öncelikli olarak cerrahi tedavi yapılır.

MRG, SSM tanısında altın standart olarak kullanılan görüntüleme tekniğidir. Dokulardaki sinyal değişiklikleri ile; de-

nerasyonun ve omurilik basısının şiddetini belirlemek, spinal kanalın çapını ölçmek ve omurilik içindeki anormallikleri saptamak amacıyla kullanılabilir (27). MRG'de, omurilikte T2 sinyalinin arttığı görülmesi; omurilik basısı veya myelomalaziye düşündürür (Şekil 1). Birden çok seviyede T2 sinyal değişikliği saptanan hastalarda sıklıkla uzun süreli SSM bulunmaktadır (7). SSM'de, spinal kanal stenozunun maksimum olduğu alanda kontrast madde tutulumu da önemli bir radyolojik özelliktir. Aksiyel MR ve BT myelogramlarda, servikal kordun en dar ön - arka çapının en geniş transvers çapına bölünmesi ile kompresyon oranı ölçülebilir (Şekil 2). < 40 mm<sup>2</sup>'lik bir transvers alan veya < 0,4' lük bir oran, hem klinik hem de histopatolojik myelopati ile güçlü bir şekilde ilişkilidir (13). T2wi Hiperintensite, sinyal yoğunluğunun artışı ve T1wi Hipointensite, sinyal kaybı düşük mJOA skoru ile korele olduğu görüldü ve tedavi planlamasında cerrahi tedavi ön sırada gelir.

Chen'in sınıflaması, MR görüntülemelerine göre yapılmış olan, çalışmalarda en sık kullanılan sınıflamadır (4). Bu sınıflamaya göre Tip 0: Miyelopatik bulguları olan ancak MR'da sinyal değişiklikleri olmayan; Tip 1: Sınırları belirsiz, zayıf T2 hiperintensite sinyal, T1'de sinyal kaybı yok; Tip 2: Keskin sınırlı, belirgin T2 hiperintensite sinyal +/- T1 hipointensite şeklindedir. Yapılan çalışmalarda Tip 1 miyelopati, cerrahi sonrası Tip 2'ye oranla belirgin olarak daha iyi düzelme göstermektedir (28). T2 hiperintensite sinyal artışı cerrahi sonra-

**Tablo II:** Modifiye Japon Ortopedi Birliği Skoru ‘Modified Japanese Orthopaedic Association (JOA) Score’

Fonksiyon	Skor
<b>Üst ekstremitte motor fonksiyon bozukluğu</b>	
Ellerini hareket ettiremiyor	0
Ellerini hareket ettiriyor, ancak kaşıkla yemek yiyemiyor	1
Kaşıkla yemek yiyebiliyor, ancak düğme ilikleyemiyor	2
Düğmeleri büyük zorlukla ilikleyebiliyor	3
Düğmeleri hafif zorlukla ilikleyebiliyor	4
Normal, hiç bozukluk yok	5
<b>Alt ekstremitte motor fonksiyon bozukluğu</b>	
Motor ve duysal fonksiyonda tam kayıp	0
Duyu korunmuş, ancak ayaklarını oynatamıyor	1
Ayaklarını oynatabiliyor, ancak yürüyemiyor	2
Bir destek (baston veya walker ile) kullanarak düz zeminde yürüyebiliyor	3
Bir destekle merdiven inip çıkabiliyor	4
Yürüyüşte orta derecede veya şiddetli instabilite, fakat merdivenleri desteksiz inip çıkabiliyor	5
Yürüyüşte hafif derecede instabilite, fakat yardımsız olarak yürüyebiliyor	6
Disfonksiyon yok	7
<b>Üst ekstremitelerin duysal fonksiyon bozukluğu</b>	
Ellerde tam duyu kaybı	0
Şiddetli duyu kaybı veya ağrı	1
Hafif duyu kaybı	2
Normal	3
<b>Sfinkter fonksiyon bozukluğu</b>	
İstemli idrar yapamama	0
İdrar yapmada belirgin zorluk	1
Hafif veya orta derecede idrar yapma zorluğu	2
Normal	3
<b>Toplam skor</b>	<b>0 - 18</b>

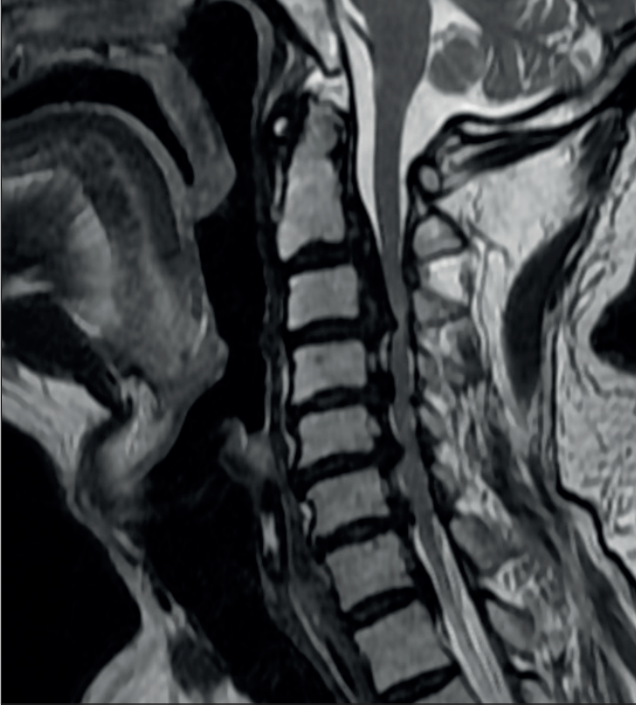
**Tablo III:** Nurick Skalası

Fonksiyon	Skor
Kök tutulumu belirtileri veya semptomları mevcut, ancak spinal kord hastalığı kanıtı yok	0
Spinal kord hastalığı belirtileri mevcut, ancak yürümede zorluk yok	1
Tam zamanlı çalışmayı engellemeyen yürümede hafif zorluk	2
Tam zamanlı çalışmayı veya tüm ev işlerini yapabilmeyi engelleyen, ancak yürümek için başka birinin yardımını gerektirecek kadar şiddetli olmayan yürüme güçlüğü mevcut	3
Sadece bir başkasının yardımıyla veya bir cihaz yardımıyla yürüme	4
Tekerlekli sandalye seviyesinde veya yatalak	5

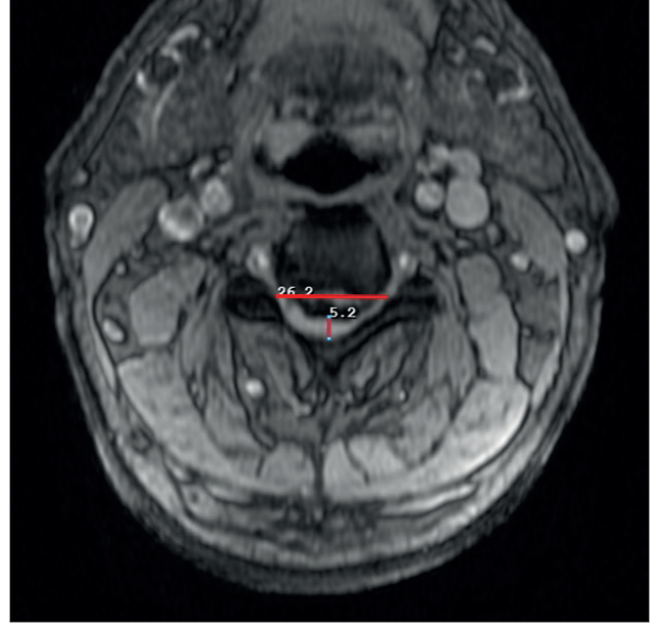
sı geri çevrilebilir ve bu durum nörolojik tabloya yansır. T2 keskin sınırlı yüksek hiperintensite ve multi segmental sinyal değişiklikleri kötü cerrahi sonuçlarla ilişkili olup T1 hipointensite ile ilerlemiş hastalığı, önemli nöronal kaybı işaret eder. Hafif SSM için seçenekler cerrahi ya da yakın takip olsa da beraberinde MR’da T2 hiperintensitesi mevcutsa cerrahi ilk tedavi seçeneği olarak düşünülmelidir.

“Baykuş gözü” veya “kızarmış yumurta” işareti olarak da adlandırılan “yılan gözü” görünümü (SEA) veya işareti, omurlığın ön boynuz hücrelerinde T2 ağırlıklı (T2W) aksiyal MRG

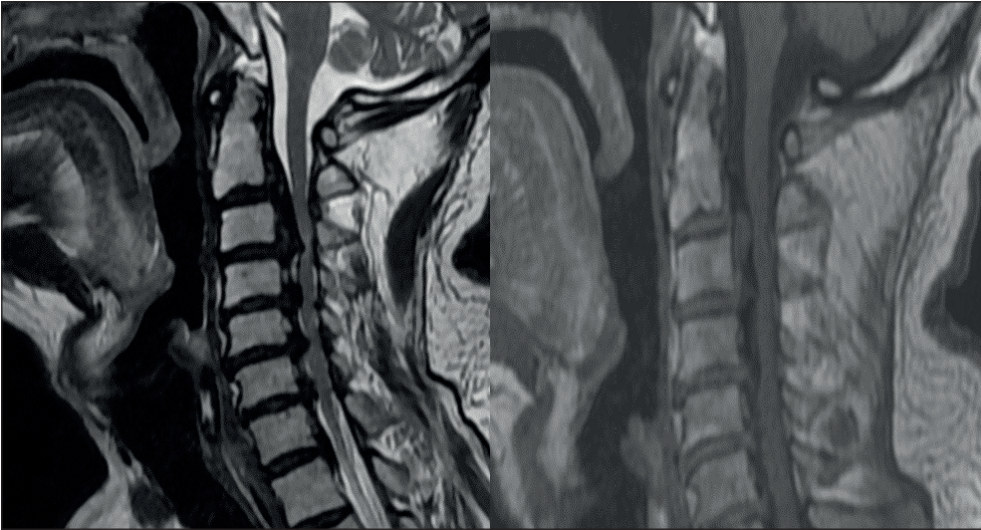
sekanslarında bilateral hiperintens simetrik, dairesel veya oval odaklar şeklinde görülen benzersiz bir radyolojik bulgudur. İlk kez 1986 yılında Jenkins ve Al-Mefty tarafından rapor edilmiştir (11). SEA, ventrolateral arka kolon yakınındaki merkezi gri maddenin birleşim yerindeki kistik nekrozun sonucudur (18). Li ve Remmel SEA’nın geri dönüşü olmayan bir lezyon olduğunu ve kötü prognozun bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir (14). Mizuno ve ark. SEA’nın cerrahi sonrası üst ekstremitte motor kuvvetinin iyileşmesi için olumsuz bir prognostik faktör olduğunu ve bunun ön boynuzdaki nöron kaybıyla ilişkili olduğunu belirtmiştir (18).



**Şekil 1:** OPLL'ye bağlı olarak MRG de T2wi sinyalinde artma ve omurilik basısı görülmekte (AŞH nöroşirürji kliniği arşiv).



**Şekil 2:** Aksiyal MRG de servikal kordun kompresyon oranı ölçüldü (0,19), myelopati ile ilişkilidir (AŞH nöroşirürji kliniği arşiv).



**Şekil 3:** Servikal omurilik sagittal MRG'de T2 hiperintens (sol), T1 hipointens (sağ), şiddetli SSM olarak değerlendirildi (AŞH nöroşirürji kliniği arşiv).

## TEDAVİ

Dejeneratif servikal myelopatide tedavi yöntemini belirlemede hastanın semptomları, bulguları ve progresyon hızı rol oynar. Miyelopati ciddiyeti muayene, görüntüleme ve skorlamalar ile belirlendikten sonra tedavi yöntemi (konservatif veya cerrahi yaklaşım) planlanabilir. 2019 yılında WFNS Omurga Komitesi tarafından mJOA skorlarını göz önüne alarak DSM tedavisi için bir kılavuz geliştirilmiştir (22). Hafif DSM için cerrahi veya rehabilitasyon önerilmektedir. Rehabilitasyon ile iyileşme gözlenmez veya progresyon gözlenirse cerrahi önerilmektedir. Orta ve ağır DSM için cerrahi kuvvet-

le önerilmektedir (Şekil 3). Hasta tercihi veya cerrahi riskin yüksek olduğu durumlarda da konservatif tedaviye devam edilebilir. 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. Cerrahi yöntem belirlenirken servikal vertebraların sagittal açılanması, kompresyona uğrayan segmentin seviyesi, kaç segmentin etkilendiği, hastanın komorbiditeleri ile beraber değerlendirilir (3).

## SONUÇ

DSM, genellikle ileri yaşlarda kendini gösteren, hafif semptomlarla ortaya çıkan, sıklıkla tanıda gecikmeye ve geri dönüşü olmayan nörolojik hasara yol açan dejeneratif bir hastalıktır. Fonksiyonel skalalar, DSM prognozunu belirlemede önemlidir ancak DSM çoklu sebeplerle oluşan ve farklı nörolojik tablolarla kendini gösteren bir hastalık olduğu için tek bir skala ile sınıflandırılması zor olabilir. Bu sebeple geliştirilen her sınıflamanın amacı DSM hastalığının doğal seyrini ya da prognozunu tahmin edebilecek ve tedaviyi yönlendirebilecek olmaktır.

## KAYNAKLAR

1. Baron EM, Young WF: Cervical spondylotic myelopathy: A brief review of its pathophysiology, clinical course, and diagnosis. *Neurosurgery* 60(1):S1-35, 2007
2. Bernhardt M, Hynes RA, Blume HW, White 3rd AA: Cervical spondylotic myelopathy. *J Bone Joint Surg Am* 75(1):119-128, 1993
3. 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(3):446, 2018
4. Chen CJ, Lyu RK, Lee ST, Wong YC, Wang LJ: Intramedullary high signal intensity on T2-weighted MR images in cervical spondylotic myelopathy: Prediction of prognosis with type of intensity. *Radiology* 221(3):789-794, 2001
5. Crandall PH, Batzdorf U: Cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg* 25(1):57-66, 1966
6. de Oliveira Vilaça C, Orsini M, Araujo Leite MA, de Freitas MRG, Davidovich E, Fiorelli R, Fiorelli S, Fiorelli C, Oliveira AB, Pessoa BL: Cervical spondylotic myelopathy: What the neurologist should know. *Neurol Int* 8(4):6330, 2016
7. Donnelly 3rd CJ, Butler AJ, Rush 3rd AJ, Bondar KJ, Wang MY, Eismont FJ: The most influential publications in cervical myelopathy. *J Spine Surg* 4(4):770, 2018
8. Ferguson R, Caplan L: Cervical spondylitic myelopathy. *Neurol Clin* 3(2):373-382, 1985
9. Furlan JC, Craven BC: Psychometric analysis and critical appraisal of the original, revised, and modified versions of the Japanese Orthopaedic Association score in the assessment of patients with cervical spondylotic myelopathy. *Neurosurg Focus* 40(6):E6, 2016
10. Gupte G, Peters CM, Buchowski JM, Zebala LP: Reliability of the Neck Disability Index and Japanese Orthopedic Association questionnaires in adult cervical radiculopathy and myelopathy patients when administered by telephone or via online format. *Spine J* 19(7):1154-1161, 2019
11. Jinkins JR, Bashir R, Al-Mefty O, Al-Kawi MZ, Fox JL: Cystic necrosis of the spinal cord in compressive cervical myelopathy: Demonstration by lopamidol CT-myelography. *Am J Neuroradiol* 7(4):693-701, 1986
12. Kalsi-Ryan S, Singh A, Massicotte EM, Arnold PM, Brodke DS, Norvell DC, Hermsmeyer JT, Fehlings MG: Ancillary outcome measures for assessment of individuals with cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 38(22S):S111-S122, 2013
13. Lebl DR, Hughes A, Gammisa Jr FP, O'Leary PF: Cervical spondylotic myelopathy: Pathophysiology, clinical presentation, and treatment. *HSS J* 7(2):170-178, 2011
14. Li Y, Rempel K: A case of monomelic amyotrophy of the upper limb: MRI findings and the implication on its pathogenesis. *J Clin Neuromuscul Dis* 13(4):234-239, 2012
15. Lyu RK, Tang LM, Chen CJ, Chen CM, Chang HS, Wu YR: The use of evoked potentials for clinical correlation and surgical outcome in cervical spondylotic myelopathy with intramedullary high signal intensity on MRI. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 75(2):256-261, 2004
16. McClelland 3rd S, Marascalchi BJ, Passias PG, Protosaltis TS, Frempong-Boadu AK, Errico TJ: Impact of race and insurance status on surgical approach for cervical spondylotic myelopathy in the United States: A population-based analysis. *Spine* 42(3):186-194, 2017
17. Milligan J, Ryan K, Fehlings M, Bauman C: Degenerative cervical myelopathy: diagnosis and management in primary care. *Can Fam Physician* 65(9):619-624, 2019
18. Mizuno J, Nakagawa H, Inoue T, Hashizume Y: Clinicopathological study of "snake-eye appearance" in compressive myelopathy of the cervical spinal cord. *J Neurosurg Spine* 99(2):162-168, 2003
19. Nakashima H, Yukawa Y, Suda K, Yamagata M, Ueta T, Kato F: Abnormal findings on magnetic resonance images of the cervical spines in 1211 asymptomatic subjects. *Spine* 40(6):392-398, 2015
20. Ono K, Ebara S, Fuji T, Yonenobu K, Fujiwara K, Yamashita K: Myelopathy hand. New clinical signs of cervical cord damage. *J Bone Joint Surg Br* 69(2):215-219, 1987
21. Parke WW: Correlative anatomy of cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 13:831-837, 1988
22. Parthiban J, Alves OL, Chandrachari KP, Ramani P, Zileli M: Value of surgery and nonsurgical approaches for cervical spondylotic myelopathy: WFNS Spine Committee Recommendations. *Neurospine* 16(3):403, 2019
23. Shen C, Xu H, Xu B, Zhang X, Li X, Yang Q, Ma X: Value of conventional MRI and diffusion tensor imaging parameters in predicting surgical outcome in patients with degenerative cervical myelopathy. *J Back Muscul Rehab* 31(3):525-532, 2018
24. Singh A, Crockard H: Comparison of seven different scales used to quantify severity of cervical spondylotic myelopathy and post-operative improvement. *J Outcome Meas* 5(1):798-818, 2001
25. Suri A, Singh Chhabra RP, Mehta VS, Gaikwad S, Pandey RM: Effect of intramedullary signal changes on the surgical outcome of patients with cervical spondylotic myelopathy. *Spine J* 3(1):33-45, 2003

26. 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-S67, 2015
27. Tracy JA, Bartleson JD: Cervical spondylotic myelopathy. *Neurologist* 16(3):176-187, 2010
28. Uchida K, Nakajima H, Takeura N, Yayama T, Guerrero AR, Yoshida A, Sakamoto T, Honjoh K, Baba H: Prognostic value of changes in spinal cord signal intensity on magnetic resonance imaging in patients with cervical compressive myelopathy. *Spine J* 14(8):1601-1610, 2014
29. Zhang L, Zeitoun D, Rangel A, Lazenec JY, Catonné Y, Pascal-Moussellard H: Preoperative evaluation of the cervical spondylotic myelopathy with flexion-extension magnetic resonance imaging: About a prospective study of fifty patients. *Spine* 36(17):E1134-E1139, 2011
30. Zhang RJ, Shen CL, Zhang JX, Zhang XJ, Dong FL, Tao H, Song PW, Ge P, Xu P, Zhang HQ: Clinical features and surgical outcomes of cervical spondylotic myelopathy in patients of different ages: A retrospective study. *Spinal Cord* 56(1):7-13, 2018