

Servikal Spondilotik Miyelopatide Güncel Literatür ve Kanıta Dayalı Veriler

Current Advances and Evidence-Based Medicine in Cervical Spondylotic Myelopathy

Öz

Servikal spondilotik miyelopati erişkinlerde omuriliğin en sık görünen hastalığıdır. Son yıllarda hastalığın doğal seyri, tanı kriterleri, radyolojik incelemelerin ve diğer testlerin değeri ile ilgili karmaşada düzelmeler olmuştur. Hangi hastalara ve nasıl cerrahi gerektiği konusunda da gelişmeler olmuştur. Bu derlemede bu gelişmeler kanıta dayalı tıp verileri ile incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Servikal spondilotik miyelopati, Servikal spondilozis, JOA skoru, Anterior cerrahi, Laminektomi, Laminoplasti

ABSTRACT

Cervical spondylotic myelopathy is the most common disorder of the spinal cord in adults. In recent years, some improvements have occurred in the natural history of the disease, diagnostic criteria, the value of radiologic investigations, and other tests. There have also been some improvements in the indications and types of surgical treatment. This review tries to clarify many points in the light of evidence-based medicine.

Keywords: Cervical spondylotic myelopathy, Cervical spondylosis, JOA score, Anterior surgery, Laminectomy, Laminoplasty

GİRİŞ

Servikal spondilozis, intervertebral diskler, vertebral kolon, faset eklemleri ve ligamanlar üzerinde dejeneratif değişimlere sebebiyet veren progresif bir patolojidir. Genellikle, intervertebral disk mesafesinde baş gösteren dejeneratif değişiklikler ile başlar, daha sonra diğer yapılar da bozulur.

Bu dejeneratif süreçlerin omuriliği etkilemesi neticesinde servikal spondilotik miyelopati (SSM) ortaya çıkar (6). SSM'nin yarattığı omurilik hasarı, afferent ve efferent sinir liflerinin inhibisyonu ile ilişkili nöronal disfonksiyona bağlıdır (30).

Erişkinler arasında en yaygın görülen omurilik hastalığı olan SSM (35,60,63), esas olarak yaşla artan dejenerasyon sonucu meydana gelir. Ortalama görülme yaşı 56 olarak belirlenmiştir.

60 yaş üstü yetişkinlerde radyolojik tarama yapılırsa kişilerin %85 inde servikal spondiloz mevcut olduğu görülmektedir

(29,30). Ancak bunun miyelopatiye yol açması o kadar sık değildir. İleri yaş ve uzun süreli semptomların varlığı SSM'nin olumsuz progresyonu için risk faktörleridir (21,60).

Servikal spondilotik miyelopati, erken evrede klinik bulgu vermeyen, sinsi ilerleyen bir patolojidir (60). Bu hastalık ilerlediğinde, el becerilerinde azalma ve yürüme dengesinde bozulma gibi duysal ve motor fonksiyon kayıplarıyla karakterize ciddi nörolojik morbiditelere yol açabilmektedir.

SSM'nin geri dönüşümsüz omurilik hasarına neden olmadan önce erken tanı konması ve tedavisinin yapılması, hastaların yaşam kalitesinin korunması için kritik önem taşımaktadır. Günümüzde SSM prevalansının artmasıyla paralel olarak SSM'ye yönelik cerrahi girişimlerin sayısında da bir artış gözlemlenmektedir (21). SSM, omuriliğin statik veya dinamik olarak tekrarlanan sıkışması sonucu gelişen bir hastalık olarak tanımlanmaktadır.

SSM'İN KLİNİK BULGULARI

Tipik Bulgular

SSM'nin klinik semptomları Tablo I'de özetlenmiştir (47).

Yakınmalar: SSM de semptomlar genelde muğlaktır. Boyun ağrısı, kol ağrısı, boyunda hareket kısıtlılığı, ince motor kabiliyetlerde azalma (düğme bağlamada zorlanma, el yazısında değişme, anahtar kullanmada zorlanma), yürümede zorluk en sık görülen yakınmadır.

Fiziksel bulgular: Eldeki intrinsik kasların küçülmesi, spastisite, yürümede zorluk genel bulgulardır. Miyelopatik bulgular olarak hiperrefleksi, Babinski refleksi, Hoffman refleksi, klonus, ters brakioradialis refleksi sayılabilir. Provokatif testlerin (Lhermitte belirtisi) pozitif olması da SSM için tipiktir (1).

Gibson ve ark. servikal miyelopatide miyelopatik bulguların prevalansını incelemiştir. Hoffman işaretinin %59 sensitivite ve %84 spesifite, ters brakioradialis refleksinin %51 sensitivite ve %81 spesifite, Babinski pozitifliği ve klonusun %13 sensitivite ve %100 spesifite, hiperrefleksinin ise %72 sensitivite ve %43 spesifite gösterdiğini belirtmişlerdir (28).

Miyelopati bulguları (Hoffman işareti, hiperrefleksi, ters brakioradialis refleksi, Babinski ve klonus) tanı için önemlidir fakat SSM'li hastaların %21'inin bu bulgulara sahip olmadığı gösterilmiştir (74).

Tablo I: Servikal Spondilolitik Miyelopatinin Tipik Klinik Bulguları

Semptomlar	Bulgular
Güçsüzlük	Hiperrefleksi
Yürüyüş bozukluğu	Ters brakioradialis refleksi
Spastisite	Hoffman bulgusu
İdrar Kaçırma	Ayak bileği klonusu
Parestezi	Babinski işareti
Boyun ağrısı	Motor defisit
Kol Ağrısı	Romberg bulgusu
	Lhermitte bulgusu
	Tenar atrofi

Tablo II: Nurick Skala Sistemi (88)

Derece	Belirti ve Semptomlar
0	Omurilik hastalığına dair bir kanıt olmaksızın kök etkilenmesi belirtisi veya semptomu
1	Omurilik hastalığının belirtileri mevcut fakat yürümede zorluk yok
2	Yürümekte hafif zorluk, kişinin tam zamanlı çalışmasını engellemez
3	Yürümekte zorluk, kişinin tam zamanlı çalışmasını veya tüm ev işlerini yapabilme yeteneğini engeller, ancak yürümek için başkasının yardımına ihtiyaç duyacak kadar şiddetli değil
4	Yalnızca başkasının yardımıyla veya bir çerçeve yardımıyla yürüyebilir
5	Sandalyeye bağlı veya yatağa bağlı

Yeterli bir dekompresyonun ile bu miyelopatik bulguların normale dönmesini sağlaması beklenir. Acharya ve ark. (1) Kanalını dekomprese ettiği ağır SSM'li (ortalama Nurick skoru 3 veya daha fazla) hastalarla yaptığı araştırmada, hastaların %38'inin bir yılın sonunda hâlâ en az bir bulgusunun kaldığını göstermiştir. Bu çalışmada, ters brakioradialis refleksi, Babinski ve klonus en çok çözülen bulgular olup, %5'inde pozitif olduğu gösterilmiştir. Hoffman ise diğer bulgulara nazaran pek çözülmemiş, vakaların %38'inde hâlâ pozitif bulunmuştur. Triceps ve biceps refleksinin tüm hastalarda normale döndüğü gösterilmiş fakat buna karşın patella refleksi hastaların %10'unda, aşil refleksi %14'ünde pozitif kaldığı raporlanmıştır. Bu bulguların geneline bakıldığında maksimum iyileşme ameliyattan sonraki ilk 6 ayda görülmüş ve 6 aydan sonra iyileşmenin plato yaptığı sonucuna varılmıştır (1).

Hastalığın Şiddetini Belirleyen Skorlar

Hastalığın şiddetini ölçen çok sayıda sınıflandırma ve ölçüm bulunmaktadır. Bunların içinde en eskisi 1972'de önerilen Nurick myelopati sınıflandırma sistemidir (67) (Tablo II).

Hukuda ve ark. 1985'te SSM için JOA (Japanese Orthopedic Association) skalası kullanılmasını önerdiler (34). 1991'de Benzel ve ark. JOA skalasını modifiye ederek mJOA skorlama sistemini geliştirdiler. mJOA şu an için SSM'de en çok kullanılan skorlama sistemidir (Tablo III) (10).

Nurick ve mJOA sistemleri farklı fonksiyonellik hallerine baktıkları için her zaman korele olmadıkları söylenebilir. Hafif veya orta SSM'de iki sistemdeki skorların korelasyonu, hafif ve ağır SSM'deki skorların korelasyonuna göre daha iyi bulunmuştur. Sonuç olarak, hastaları SSM ile değerlendirirken, hastada fonksiyonun tüm yönlerini gösteren daha kapsamlı bir skorlama sistemi olana kadar hem Nurick ölçeğini hem de mJOA skorunu kullanmaya devam etmeliyiz (72).

SSM'nin DOĞAL SEYRİ

SSM'nin doğal seyri hâlâ iyi bilinmemektedir. Esas olarak üç semptom kompleksi bulunur: Boyun ağrısı, radikülopati, miyelopati. Bunların herhangi bir kombinasyonunu görmek oldukça yaygındır ve eğer miyelopati yoksa bu kliniğin SSM hastalığı olarak adlandırılmasının doğru olup olmadığı da net değildir.

Tablo III: mJOA Skor Sistemi

Kriter	İçerik	Puan	
Üst Ekstremiteler	Elleri hareket ettirememe	0	
	Kaşıkla yemek yiyememe ama elleri hareket ettirebilme	1	
	Gömlek ilikleyememe ama kaşıkla yemek yiyebilme	2	
	Büyük zorlukla gömlek ilikleyebilme	3	
	Hafif zorlukla gömlek ilikleyebilme	4	
	Fonksiyon bozukluğu yok	5	
	Motor	Motor ve duyu fonksiyonunun tam kaybı	0
		Duyu korunumu olmadan bacakları hareket ettirememe	1
		Bacakları hareket ettirebilme ama yürüyememe	2
		Yürüme yardımı (baston veya koltuk değneği) ile düz zeminde yürüyebilme	3
Yardımcı korkuluk kullanarak merdiven çıkıp inebilme		4	
Alt Ekstremiteler	Orta-şiddette ayakta durma zorluğu, ama korkuluk olmadan merdiven çıkıp inebilme	5	
	Hafif ayakta durma zorluğu ama dengeli bir şekilde ve yardımsız yürüyebilme	6	
	Fonksiyon bozukluğu yok	7	
	Duyusal	El duyusunun tam kaybı	0
		Şiddetli duyu kaybı veya ağrı	1
		Hafif duyu kaybı	2
		Duyu kaybı yok	3
Sfinkter Disfonksiyonu	İstemsiz idrar yapamama	0	
	İdrar yapmada belirgin zorluk	1	
	İdrar yapmada hafif-orta derecede zorluk	2	
	Normal idrar yapma	3	
Toplam		18	

Hastalığın normal seyrinde hastalar genellikle uzun ve sabit dönemler geçirirler, bu sürecin içinde yeni semptomlar ve bulgular deneyimledikleri yeni epizodlar yaşarlar (47).

Birçok yazar SSM'nin zamanla ilerleyici bir seyir izlediğini rapor etmesine (82,89) rağmen, aksini iddia eden çalışmalar (49) da bulunmaktadır. Semptomlara baktığımızda, hastalık sürecinde sabit bir hızda progresif olarak semptomlarda artış görülmesi yaygın değildir. Bunun yerine, miyelopatik hastalık, nörolojik fonksiyonda hızlı düşüşlerin aralıklı olduğu sessiz dönemler geçirir (49).

Hastalığın doğal seyrini hastalığın farklı evrelerinde tanımlamak daha seyrin anlaşılmasını kolaylaştıracaktır.

Orta - Ağır SSM Hastaları (mJOA<13): Ciddi ve ilerleyici myelopatisi olan hastaların ameliyat olma gereksinimi açısından genel bir konsensus vardır (89). Fakat hafif myelopati

belirtileri olan ya da hiç myelopati belirtisi olmayan hastalarda en iyi tedavi seçeneği tam bilinmemektedir.

Clarke ve Robinson 120 SSM hastasını içeren yazısında, hastalardan 26'sını konservatif olarak tedavi etmiştir. Çalışmadaki hastaların neredeyse %75'inin önce semptom ilerleme epizodlarının ardından stabil bir dönem göstermiştir. Bunların %20'sinde yavaş bir kötüleşme gösterilmiştir. Hastaların %5'inde ise, ilk semptom ve bulgulardan sonra uzun bir stabil dönem yaşanmıştır. Çalışmadaki konservatif yönetilen hastaların yaklaşık %50'si tanı aldığı vakte göre durumu iyileşmiştir (16).

Hafif SSM Hastaları (mJOA= 13-17): Hafif SSM'li bu hastaların günlük aktivitelerde herhangi bir kısıtlaması yoktur. Bu nedenle, cerrahi müdahalenin optimal tedavi olup olmadığı tartışmalıdır.

Sumi ve ark. konservatif tedavi ile hafif SSM'li 60 hastayı takip etmiş ve cerrahi tedavi olmaksızın hafif SSM'nin sonuçlarının oldukça iyi olduğunu, %70 tolerans oranı ile göstermiştir (79). Matsumoto ve ark. konservatif olarak yönettiği hafif SSM'li hastaların %35'inin semptomlarının ilerlediğini göstermiştir (57).

Bunun yanında, 2 tane sistematik yapılmış incelemede semptomatik myelopatisi olan hastalar eğer cerrahi tedavi yapılmazsa %20-62 oranında kötüleşme gösterilmiştir (39,82).

Motor veya duyu defisiti olmayan, sadece radikülopatisi olan hastaların çoğu konservatif tedavi ile iyileşir (4 haftada %85'i) (33). Motor ve duyu değişiklikleri olan, pür radikülopatiyeye sahip hastaların da iyileşme eğilimi yüksektir (%75-90). En iyi sonuçlar yumuşak disk herniasyonunda ve kısa hastalık öyküsü ile görülür. Sert spondilolitik değişiklikler, uzun öykü durumunda sonuçlar o kadar iyi değildir. Yumuşak disk herniasyonunda kas gücünün geri dönüşü (%60) sert disk herniasyonundaki kas gücü geri dönüşüne (%40) göre daha iyidir.

Kadanka ve ark. cerrahi yapılsın veya yapılmassın, hafif SSM hastalarının %80'inde bulguların iyileşeceğini rapor etmiştir (37). Shimomura ve ark. bu sınıftaki hastaların %80'inin 3.yıl kontrollerinde stabil seyrettiğini göstermiştir (78).

Durum ne kadar stabil görünse de, çoğu analizde konservatif tedavi planı yapılan hastaların %20'sinin takiplerinde cerrahi yapıldığı görülmüştür (59). Ayrıca Murphy ve ark. konservatif tedavi planı yapılan hastalarda, kendini değerlendirme yeteneği ve genel sağlığın zaman içinde kötüleşebildiğini bildirmiştir (61).

Miyelopati Bulgusu Olup Semptomu Olmayan Hastalar: Hastaların %5'inde manyetik rezonans görüntüleme (MRG) belirgin omurilik basısı görülmesine rağmen semptom saptanmaz (42). Bazıları bu duruma NMSCCC (nonmyelopathic spondylotic cervical cord compression) adını verirler (45). Wilson ve ark. servikal omurilik basısı görülmesine rağmen semptomu olmayan hastaların 1. yılda %8'inde, 4. yılda %23'ünde miyelopati geliştiğini göstermiştir (88).

Semptomu Olmamasına Rağmen Belirgin Stenoza Olan Hastalar (Premiyelopatik): Hasta herhangi bir semptom göstermiyorsa ve muayenede miyelopati bulguları da yoksa, takip edilmesi önerilmektedir. Ancak, küçük travmalar bu tür hastaların kötüleşmesine neden olabilir.

Matsunaga ve ark. belirgin servikal stenoza sahip ancak herhangi bir semptom göstermeyen 323 posterior longitudinal ligaman ossifikasyonu (OPLL) hastası rapor etmiştir. Ortalama 17,6 yıllık takip süresi boyunca yalnızca %17'sinde miyelopati geliştiğini bulmuşlardır (58). Genel olarak, semptom göstermeyen ancak belirgin kanal darlığına sahip hastalarda miyelopatide ilerleme oranını inceleyen iki çalışma bulunmaktadır (8,58). Bu iki çalışmanın ışığında, servikal stenoz ile miyelopati geliştirme riski yaklaşık olarak yılda %3 olarak tahmin edilebilir (%1-5) (22).

Sonuç olarak, servikal miyelopatinin klinik seyri oldukça değişkendir. Hafif semptomları olan hastaların çoğunluğunda, konservatif yönetim semptomların stabil kalmasını veya iyileşmesini sağlayabilir (16,39,82). Tek bir hastanın klinik seyrini öngörmek zor olmakla birlikte, elimizdeki bazı kanıtlar genç yaşlardaki hastaların ve hafif semptomları olan hastaların daha çok iyileşme eğiliminde olduğunu göstermektedir (62).

TANISAL TESTLER

1-BT, MRG: Çelişkili kanıtlara rağmen, Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) omurga morfolojik analizi, SSM'nin değerlendirilmesi ve prognoz tahmininde önemli bir role sahiptir ve preoperatif hazırlıkta dahil edilmesi gerekir.

MR kullanılarak değerlendirilen birçok değişkenden – Kompresyon Oranı (CR), Maksimum Kanal Kompresyonu (MCC) ve Transvers Alan (TA) özellikle SSM hastalarında cerrahi sonrası fonksiyonel sonuçlarla önemli derecede korele olurlardır. Her parametrenin kendi güçlü ve zayıf yönleri vardır, bu yüzden MR parametrelerinin kombinasyonu daha büyük bir öngörü verimi sağlar (92).

MRG'de Sinyal Yoğunluğu Değişikliklerinin Değeri İçin Öneriler: Servikal MR'da yoğun omurilik T2 hiperintensitesi, SSM'de daha kötü bir sonuçla korele olabilir. Servikal MR'da T2'de daha hafif sinyal değişiklikleri olan hastalar, SSM'nin cerrahi tedavisinden dışlanmamalıdır. Önerilen derecelendirme sistemlerini doğrulamak veya yeni olanları oluşturmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. T1 hiposinyali, daha ileri hastalık belirtisi olarak kabul edilmeli ve bu durumda daha kötü bir prognoz beklenmelidir (3,14,40,66,81). T1 sinyal değişikliklerinin sagittal ve aksiyal genişliğinin sonuç üzerindeki etkisini değerlendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (92).

2-Elektrofizyoloji: SSM hastalarında kullanılacak elektrofizyolojik testler (yarar sırasına göre) (12): Motor Uyarılmış Potansiyel (MEP), Omurilik Uyarılmış Potansiyel (SCEP), Somatosensoriyel Uyarılmış Potansiyel (SEP) ve Elektromiyografi (EMG).

Rutin elektrofizyolojik testler, SSM'nin diğer nörolojik durumlarla ayırıcı tanısında faydalıdır. Ancak, özellikle hastalığın erken döneminde ayırıcı tanı çok zordur, spesifik testler gereklidir. ALS'nin hafif formları ile polinöropati kolaylıkla ayırlanabilir (27,84).

MEP ve SEP'in SSM cerrahisi sonuçlarını öngörmeye değerli testler olduğu söylenmesine (12,13,18) rağmen, klinik parametrelerden daha değerli olduklarına dair bir kanıt yoktur.

Elektrofizyolojik testler, prognozu MR değişikliklerinden daha iyi tahmin edebilir (7,8,19,36). Elektrofizyolojik testler, alt ekstremité gücünün izlenmesinde çok yararlı değildir ve ACDF cerrahisi sırasında izlemenin değeri şüphelidir (2). Ancak SSM cerrahisi sırasında C5 kök felcinin önlenmesinde EMG ve MEP monitörlemesi faydalı bulunmuştur (68).

İntraoperatif MEP/SEP kötüleşmesi spesifik değildir ve her olayda klinik kötüleşmeyi göstermez. İntraoperatif MEP/SEP

monitörlemesi, nörolojik hasarı mutlaka önlemez ve sonuçları her zaman iyileştirmez.

3-Yeni Görüntüleme Teknikleri: Difüzyon MR, MR spektroskopisi ve dinamik MR (dMRI), konvansiyonel MR dışında SSM tanı protokolü bir parçası olabilir (56). Klinik ve görüntüleme bulgularının veri havuzlanmasıyla, değişiklikler ve kalıcı hasar başlamadan önce hastaları daha iyi seçebilmeyi ve erken tanı koyabileceğimizi umuyoruz.

TEDAVİ

Servikal spondilolitik miyelopati (SSM), genellikle potansiyel olarak tehlikeli sonuçlarla ilerleyen bir hastalıktır. Ancak, SSM'nin doğal seyri belirli bir bireyde öngörülemez. Bu belirsizlik, özellikle hafif SSM'li (modifiye Japon Ortopedik Derneği [mJOA] skoru 15–17) kişilerde doğru yönetim kararlarının alınmasında özellikle bir meydan okumadır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) (ilgisiz veya önemsiz nedenlerle yapılmış) kord kompresyonunu ve/veya kord sinyal değişikliklerini öneren hastaların da bir alt grubu bulunmaktadır. Bu hastaların eşzamanlı radikülopatileri olabilir. Tipik olarak, günlük yaşam aktiviteleri ile büyük ölçüde müdahale etmeyen hafif semptomlarla başvururlar, örneğin uzuvlarda uyuşukluk, alt ekstremitelerde sertlik veya idrara çıkma aciliyeti gibi. Nörolojik muayene, normal veya hızlı derin tendon refleksleri, ekstansör plantar yanıtı ve pozitif Romberg işareti gibi küçük anormalliklerle sonuçlanabilir. Bu durum doğal olarak ameliyatlı veya ameliyatsız yaklaşımın seçimini zor kılar.

Bu nedenle, Dünya Nöroşirürji Dernekleri Federasyonu (WFNS) Omurga Komitesi, SSM'nin yönetimi üzerine küresel uygulanabilir öneriler geliştirmek amacıyla 2018'de bir konsensüs toplantısı düzenlemiştir. Daha önce yayımlanan kılavuzlar (25,64,75) gözden geçirilmiş ve son 10 yıl içindeki literatür taraması ile birlikte konsensüs önerileri üretilmiştir.

WFNS Omurga Komitesi, Fehlings ve ark. nın (25) kılavuzlarını onaylayıp konsensüs sonrası yeni WFNS Omurga Komitesi Önerilerini (69) şu şekilde sıralamıştır:

Orta ve şiddetli SSM'li hastaların cerrahi girişim yapılmalıdır. SSM'yi şiddetli, orta veya hafif olarak sınıflandırmak için modifiye Japon Ortopedik Derneği (mJOA) ölçeğinin kullanılması önerilir.

Hafif SSM'li hastalara (mJOA skoru 15-17) cerrahi müdahale veya rehabilitasyon öneriyoruz. Başlangıçta ameliyatsız tedavi tercih edildiye, semptomların hızlı ilerlemesi durumunda cerrahi müdahale öneriyoruz. Yavaş ilerleyen hastalıkta ise konservatif tedavi düşünülebilir.

Miyelopatik olmayan ancak radikülopati belirti ve semptomları olmaksızın kord kompresyonu bulguları olan hastalara profilaktik cerrahi sunulmamalıdır. Bu hastalar kötüleşme potansiyeli hakkında bilgilendirilmeli, ilerleme belirti ve semptomları hakkında eğitilmeli ve düzenli olarak klinik olarak takip edilmelidir. Basit bir yaralanmanın ardından gelebilecek nörolojik defisitler hakkında bilgilendirilmiş onam alınmalıdır.

Miyelopatik olmayan ancak kord kompresyonu bulguları ve klinik olarak radikülopati kanıtları olan hastalar, kötüleşebilecek ve dolayısıyla yüksek risk taşıyan potansiyel adaylardır ve bu konuda bilgilendirilmelidirler. Bu hastalara cerrahi veya, hasta cerrahiye razı olmazsa, yakın gözlem ile rehabilitasyon önerilir. Miyelopatik belirtiler geliştiklerinde en kısa sürede cerrahiye gitmeleri tavsiye edilir. Basit bir yaralanmanın ardından gelebilecek nörolojik defisitler hakkında bilgilendirilmiş onam alınmalıdır.

Literatürde, servikal miyelopatinin konservatif tedavisinin değeri hakkında yeterli kanıt yoktur. Bu nedenle, çoğu olguda ameliyatsız tedavi seçeneği uygulanmıyor olabilir.

Ameliyatsız tedavi sırasında olası kötüleşmeyi gösteren faktörler arasında: aksiyel MRG'de omurilik kompresyonu, BOS alanının azalması, omurga segmentinin aşırı hareketlilik, kifotik deformite, instabilite, alt segmental lordotik açının azlığı ve OPLL varlığı bulunmaktadır (44,79).

Miyelopati gelişiminin önemli göstergeleri arasında, semptomatik radikülopati varlığı, uzamış MEP ve SEP'ler ve EMG de ön boynuz hücre etkilenmesi (düşük kanıt) yer alır (83).

Semptomların süresi, sonuçlar üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptir. Cerrahi girişimde bir gecikme olursa prognoz kötü olur (71,77). Başka bir deyişle, semptomlarının süresi daha kısa olan hastaların ameliyattan daha iyi sonuç elde etme olasılığı yüksektir.

Hafif SSM'de cerrahi ve konservatif tedavi kararı tartışmalıdır. WFNS Omurga Komitesi, hafif SSM'de cerrahiye karşı ameliyatsız müdahaleleri karşılaştıran randomize kontrollü denemeleri şiddetle teşvik etmektedir (9). Ayrıca, hafif SSM'de maliyet etkinliğini, standartlaştırılmış metodolojiyi ve uzun süreli takibin maliyetlerini analiz etme ihtiyacı da vardır (23).

AMELİYAT ENDİKASYONLARI

SSM hastalarında, cerrahi endikasyonları konservatif tedaviye yanıt vermeyen kalıcı veya tekrarlayan radikülopati (38); ilerleyici nörolojik defisit; sabit nörolojik defisit ile ciddi radiküler ağrının eşlik ettiği, doğrulayıcı görüntüleme (BT, MR) ve klinik-radyolojik korelasyonla ilişkilendirildiğinde şiddetli radiküler ağrıyı içerir (20).

Bir prospektif çok merkezli incelemede, Sampath ve ark. ortalama semptom süresi 29,8 ay olan ve 20'si ameliyat edilen, 23'ü konservatif tedavi edilen miyelopati hastasını karşılaştırmış ve operasyon geçirenlerin fonksiyonel durumlarında, ağrı ve nörolojik semptomlarda önemli bir iyileşme olduğunu bulmuşlardır. Konservatif yönetilen hastaların günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirme yeteneklerinde ve nörolojik semptomlarında önemli bir kötüleşme olmuştur (76). Yoshimatsu ve ark. yaptıkları retrospektif bir çalışmada, cerrahi tedavi gören hastaların (n=32), konservatif yönetilen vakalara (n=69) kıyasla daha iyi durumda olduklarını ve konservatif grubundan 22 vakanın ortalama 32 ay sonra cerrahi dekompresyona gitmek zorunda kaldığını bildirmiştir (91).

CERRAHİ YAKLAŞIMIN SEÇİMİ

SSM hastalarında cerrahi yaklaşım seçimi için dikkate alınması gereken birkaç faktör vardır: sagittal eğrilik, kompresif patolojinin yerleşim yerleri, etkilenen seviye sayısı ve hasta komorbiditeleri (11). Ayrıca anterior ile posterior yaklaşım tercihini etkileyen ek faktörler arasında ventral kompresyonun derecesi (K-hattı +/-) (26,80) ve radikülopati ağrısı, uyusukluk veya güçsüzlük bulunması yer alır.

ANTERİÖR CERRAHİ

SSM hastaları için anterior cerrahinin endikasyonları arasında düzleşmiş omurga veya üç seviyenin altında kompresyon düzeyine sahip kifotik omurga bulunur.

Anterior dekompresyon için birçok seçenek bulunmaktadır; bunlar arasında anterior servikal disketomi ve füzyon (ACDF), anterior servikal korpektomi ve füzyon (ACCF), oblik korpektomi, atlama korpektomi ve hibrit cerrahi yer alır.

Korpektomi, tek seviyeli disk ve osteofit eksizyonunun kordu dekomprese etmek için yetersiz kaldığı, 3 vertebral segmentten az bir ventral kompresyon için SSM hastalarında iyi bir seçenektir. Servikal omurgada kifotik bir deformite durumunda, korpektomi normal lordotik eğrilik hizalamasını geri yükleyebilir.

Bitişik çok segmentli tekal kompresyonlu çok segment hastalığı durumlarında, aradaki omurganın gövdesini intakt tutarken alternatif segment disketomisi/osteofit çıkarılması, bitişik segment disketomisi ile tam korpektomiden biomekanik olarak daha stabil olabilir.

BAŞARI ORANI

SSM için anterior cerrahi sonrası iyileşme %70 ila %80 oranında hastalarda bildirilmiştir. JOA iyileşme oranları yaklaşık %60 ila %70 arasındadır.

ACDF, ACCF ve oblik korpektomi ile başarı oranları arasında önemli bir fark yoktur.

Genellikle ACDF, ACCF'ye kıyasla daha az intra-operatif kan kaybı ve daha az operatif komplikasyon ile ilişkilidir. Fonksiyonel sonuçlar, Odom'un kriterleri, JOA, boyun engellilik indeksi (NDI) kullanılarak aynı olarak rapor edilmiştir.

Bu başlık altındaki ACDF için başarı oranları en az 50 ve üstünde hasta içeren, tek enstitüden yazılmış vaka serileri ve 2 tane meta-analiz ile saptanmıştır (51,53,54,65,70,86,87).

KOMPLİKASYONLARI

SSM için anterior cerrahilerden kaynaklanan bildirilen komplikasyonlar oldukça değişkendir (%1.6 - %31.3 (24,85)) Yaklaşım ile ilişkili komplikasyonlar (disfaji, disfoni, özofagus yaralanması, solunum sıkıntısı vb.) nörolojik ve implant ile ilişkili komplikasyonlardan daha sık görülür. Uygun implant seçimi ve titiz cerrahi teknik ile cerrahi komplikasyonlar nadiren görülmelidir.

ENDOSKOPIK ve PARSİYEL KORPEKTOMİ

Oblik kısmi korpektomi, sagittal kanal çapını önemli ölçüde iyileştirebilir. Ancak, bu prosedür bilateral radikülopati durumlarında gerçekleştirmek zor olabilir. Önemli bir instabilite varsa, oblik korpektomi seçilmemelidir.

Cerrahi tekniğindeki bazı değişikliklerle Horner sendromunun insidansı, sempatik zincirin tek taraflı kesilmesi nedeniyle %5'ten aza düşürülmüştür.

POSTERİÖR YAKLAŞIM

Posterior cerrahi dekompresyon, SSM hastalarının nörolojik fonksiyonlarının iyileştirilmesinde etkili bir tekniktir (5).

SSM için posterior cerrahi teknikleri arasında yalnız laminotomi, füzyon ile laminotomi ve laminoplasti bulunur. Bu teknikler, genellikle üç veya daha fazla seviyede anterior kompresyonlar varsa kullanılır (73). Ancak, 1 veya 2 seviyede önemli posterior kompresyon durumlarında, posterior dekompresif cerrahiler zorunludur.

Farklı posterior dekompresyon tekniklerinin göreceli üstünlüğü iyi belirlenmemiştir. Kifotik vakalarda, özellikle esnek bir kifoz varsa, laminotomi ve posterior fiksasyon ile füzyon tercih edilmelidir. Ancak, rijit kifozda, anterior cerrahi ile birleştirilmiş bir posterior dekompresyon tercih edilmelidir. Lordozun korunduğu durumlarda, laminoplasti iyi bir seçenektir (52). Şiddetli aksiyel boyun ağrısı olan vakalar laminoplasti adayı olmamalıdır. Ancak, düzleşmiş servikal omurga gibi hangi yaklaşımın daha iyi olduğunu kesin olarak bilmediğimiz gri bölge vakaları her zaman vardır.

Tek bir anterior veya posterior cerrahi ile kapsamlı bir şekilde ele alınamayan önemli ventral ve dorsal osteofitik kompresyonu olan hastalarda kombine yaklaşım tercih edilmelidir (50).

Belirli bir hastaya uygun operasyonu belirlerken birden fazla faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Cerrahlar, bu gerçekler hakkında hastaları bilgilendirmek için preoperatif tartışmalarını buna göre şekillendirmelidir.

BAŞARI ORANI

Çalışmaların çoğu, tüm posterior servikal cerrahi işlemleri için nörolojik fonksiyonda iyi bir iyileşme bildirmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan skorlama sistemlerindeki varyasyon nedeniyle, şu anda bir tekniğin diğerlerine üstün olduğunu belirtmek mümkün değildir, örneğin JOA skoru ve Nurick skalası gibi. Çalışma tasarımları sıklıkla farklı olmuştur. Yoon ve ark. (meta-analiz) laminotomi ve füzyon ile laminoplasti arasındaki eşdeğerlik bulmuştur (düşük kanıt seviyesi) (90). Ancak Heller ve ark., iyileşmenin laminoplasti grubunda biraz daha iyi eğiliminde olduğunu ve laminotomi ve füzyonun daha yüksek komplikasyon oranının laminoplastiyi desteklediğini bulmuştur (31). Lau ve ark. füzyonun, Nurick skalası ile ölçüldüğü üzere, nörolojik fonksiyonda iyileşmelere yol açtığını bulmuş, ancak Lee ve ark. bunun lordoz kaybı ve nörolojik iyileşmede her iki durumda da eşit sonuçlara yol açtığını bildirmiştir (46,48).

Laminektomi ile laminoplasti karşılaştırırken, laminoplastinin geleneksel laminektomiye göre daha iyi olduğuna dair bir eğilim var, ancak minimal invaziv atlama laminotomileri gibi daha yeni tekniklerle nispeten eşdeğerdir.

KOMPLİKASYONLARI

SSM için posterior cerrahilerden kaynaklanan komplikasyonlar arasında omurilik ve sinir köklerine zarar, implant ile ilgili komplikasyonlar, C5 felci, laminoplasti sonrası laminanın tekrar kapanması, laminotomi sonrası kifoz sayılabilir (15).

Nörolojik komplikasyonların genel insidansının %0.18 olduğu bildirilmiştir (17). Şiddetli servikal kifoz düzeltme vakalarında daha yüksek oranda (%2.6) görülmektedir (32). Subak-siyal lateral mass vidaları, sinir kökü yaralanması (%1.3) ve lateral massta kırık riski taşır (43).

C5-6-7'de osteofitler nedeniyle kemik ankilozunun olduğu yaşlı hasta gruplarında, SSM özellikle C3-4 seviyesinde ve aynı zamanda daha alt seviyelerde, örneğin C7-T1 seviyesinde, hareket segmentlerinin korunduğu daha yüksek seviyelerde belirti verebilir.

CERRAHİ YAKLAŞIMDA GELECEK

Mevcut bilgi, özellikle çeşitli cerrahi yaklaşımların maliyet-etkinlik analizi, çeşitli teknikler kullanılarak cerrahi yaklaşımların karşılaştırmalı etkinliği ve sonuçları belirlemek için uzun dönem takip konusunda yetersizdir. Bu nedenle, servikal omurga cerrahisi sonuçlarına yönelik devam eden araştırmalar hayati önem taşımaktadır.

Omurga cerrahisinde randomize kontrollü çalışmaların yapılması çok zor olduğundan, uzun dönem takip ile prospektif kayıtlar gelecekteki kararlarımız için önemli olacaktır.

Prognoz

Sondurum Ölçümleri: SSM için kullanılan çeşitli sondurum ölçümleri bulunmaktadır. Fonksiyonel ölçümler olarak, modifiye Japon Ortopedik Derneği ölçeğini (mJOA), Nurick sınıflamasını ve Miyelopati Engellilik İndeksi'nin (MDI) kullanılması önerilir. Yürüme testleri nicel ölçümler için kullanılabilir ve Kısa Form 36 (SF-36), iyi bir fonksiyonel yaşam kalitesi ölçümüdür.

Prognozu Etkileyen Klinik Değişkenler: SSM ile en sık ilişkilendirilen üç klinik değişken yaş, semptomların süresi ve başlangıçtaki miyelopatinin şiddetidir. Yaş ne kadar büyüksse, semptomların süresi ne kadar uzun ve başlangıçtaki semptomlar ne kadar şiddetliyse, cerrahi sonrası daha olumsuz sonuçlar beklenebilir.

Ancak, klinik bulguların prognoz üzerindeki etkisini belirlemek için daha fazla çalışma gerekmektedir. Son durumu etkileyen değişkenler arasında el atrofi, bacak spastisitesi, klonus ve Babinski işareti sayılabilir.

Prognozu Etkileyen Radyolojik Değişkenler: Servikal dizilim parametreleri miyelopatinin şiddeti ile ilişkilidir. Servikal omurganın eğriliği en önemli değişkenlerden biri olarak bulunmuştur (93). Servikal kifoz varlığında daha kötü prognoz

beklenir. Normal servikal lordozlu hastalarda nörolojik iyileşme daha fazladır. Servikal instabilite de prognozu etkiler. Tek segmentli SSM ve instabiliteye sahip hastalarda, semptomların uzun süresi, preoperatif JOA skorunun düşük olması ve daha fazla preoperatif fiziksel belirti, cerrahi prognozun kötü olacağına göstergesidir (55).

Omuriliğin kompresyon oranı, SSM'nin prognozu için kritik bir faktördür. Ancak, spinal kanalın AP çapının klinik anlamı yoktur. Omurilik atrofi is prognozu çok etkilemez. T2 ağırlıklı MR görüntülerinde yüksek sinyal yoğunluğu, prognoz için negatif bir faktördür (4,41).

KAYNAKLAR

1. Acharya S, Srivastava A, Virmani S, Tandon R: Resolution of physical signs and recovery in severe cervical spondylotic myelopathy after cervical laminoplasty. *Spine* 35:E1083, 2010
2. Ajiboye RM, D'Oro ABA, Ashana AO, Buerba RA, Lord EL, Buser Z, Wang JC, Pourtaheri S: Routine use of intraoperative neuromonitoring during ACDFs for the treatment of spondylotic myelopathy and radiculopathy is questionable. A review of 15,395 cases. *SPINE* 42:14-19, 2017
3. Al-Mefty O, Harkey LH, Middleton TH, Smith RR, Fox JL: Myelopathic cervical spondylotic lesions demonstrated by magnetic resonance imaging. *J Neurosurg* 68:217-222, 1988
4. Arvin B, Kalsi-Ryan S, Mercier D, Furlan JC, Massicotte EM, Fehlings MG: Preoperative magnetic resonance imaging is associated with baseline neurological status and can predict postoperative recovery in patients with cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 38(14):1170, 2013
5. Bajamal AH, Kim SH, Arifianto MR, Faris M, Subagio EA, Roitberg B, Udo-Inyang I, Belding J, Zileli M, Parthiban JKBC; World Federation of Neurosurgical Societies (WFNS) Spine Committee: Posterior surgical techniques for cervical spondylotic myelopathy: WFNS spine committee recommendations. *Neurospine* 16(3):421-434, 2019
6. Bakhsheshian J, Mehta VA, Liu JC: Current diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy. *Glob Spine J* 7:572-586, 2017
7. Bednarik J, Kadanka Z, Dusek L, Kerkovsky M, Vohanka S, Novotny O, Urbanek I, Kratochvilova D: Presymptomatic spondylotic cervical myelopathy: An updated predictive model. *Eur Spine J* 17:421-431, 2008
8. Bednarik J, Kadanka Z, Dusek L, Novotny O, Surelova D, Urbanek I, Prokes B: Presymptomatic spondylotic cervical cord compression. *Spine* 29:2260, 2004
9. Benatar M: Clinical equipoise and treatment decisions in cervical spondylotic myelopathy. *Can J Neurol Sci* 34:47-52, 2007
10. Benzel EC, Lancon J, Kesterson L, Hadden T: Cervical laminectomy and dentate ligament section for cervical spondylotic myelopathy. *Clin Spine Surg* 4:286, 1991

11. 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
12. Capone F, Tamburelli FC, Pilato F, Profice P, Ranieri F, Di Iorio R, Iodice F, Musumeci G, Di Lazzaro V: The role of motor-evoked potentials in the management of cervical spondylotic myelopathy. *Spine J* 13:1077-1079, 2013
13. Chang CW, Lin SM: Measurement of motor conduction in the thoracolumbar cord: A possible predictor of surgical outcome in cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 21:485-491, 1996
14. 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* 221:789-794, 2001
15. Cheung JPY, Luk KDK: Complications of anterior and posterior cervical spine surgery. *Asian Spine J* 10(2):385-400, 2016
16. Clarke E, Robinson PK: Cervical myelopathy: A complication of cervical spondylosis. *Brain* 79:483-510, 1956
17. Currier BL: Neurological complications of cervical spine surgery: C5 palsy and intraoperative monitoring. *Spine* 37(5):E328, 2012
18. De Mattei M, Paschero B, Sciarretta A, Davini O, Cocito D: Usefulness of motor evoked potentials in compressive myelopathy. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 33:205-216, 1993
19. Deffereos SN, Kechagias E, Ioakeimidou C, Georganikou D: Transcranial magnetic stimulation but not MRI predicts long-term clinical status in cervical spondylosis: A case series. *Spinal Cord* 53:S16-18, 2015
20. Deora H, Kim SH, Behari S, Rudrappa S, Rajshekhar V, Zileli M, Parthiban JKBC; World Federation of Neurosurgical Societies (WFNS) Spine Committee: Anterior surgical techniques for cervical spondylotic myelopathy: WFNS spine committee recommendations. *Neurospine* 16:408-420, 2019
21. Donnally CJ, Butler AJ, Rush AJ, Bondar KJ, Wang MY, Eismont FJ: The most influential publications in cervical myelopathy. *J Spine Surg* 4:770-779, 2018
22. Fassett DR, Jeyamohan S, Harrop J: Asymptomatic cervical stenosis: To operate or not? *Semin Spine Surg* 19:47-50, 2007
23. Fehlings MG, Jha NK, Hewson SM, Massicotte EM, Kopjar B, Kalsi-Ryan S: Is surgery for cervical spondylotic myelopathy cost-effective? A cost-utility analysis based on data from the AOSpine North America prospective CSM study. *J Neurosurg Spine* 17 Suppl 1:89-93, 2012
24. Fehlings MG, Smith JS, Kopjar B, Arnold PM, Yoon ST, Vaccaro AR, Brodke DS, Janssen ME, Chapman JR, Sasso RC, Woodard EJ, Banco RJ, Massicotte EM, Dekutoski MB, Gokaslan ZL, Bono CM, Shaffrey CI: Perioperative and delayed complications associated with the surgical treatment of cervical spondylotic myelopathy based on 302 patients from the AOSpine North America cervical spondylotic myelopathy study: Presented at the 2011 spine section meeting. *J Neurosurg Spine* 16(5):425-432, 2012
25. Fehlings MG, Tetreault LA, Riew KD, Middleton JW, Aarabi B, Arnold PM, Brodke DS, Burns AS, Carette S, Chen R, Chiba K, Dettori JR, Furlan JC, Harrop JS, Holly LT, Kalsi-Ryan S, Kotter M, Kwon BK, Martin AR, Milligan J, Nakashima H, Nagoshi N, Rhee J, Singh A, Skelly AC, Sodhi S, Wilson JR, Yee A, Wang JC: A clinical practice guideline for the management of patients with degenerative cervical myelopathy: Recommendations for patients with mild, moderate, and severe disease and nonmyelopathic patients with evidence of cord compression. *Glob Spine J* 7:70S-83S, 2017
26. 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 K-line. *Spine* 33(26):E990, 2008
27. Furtula J, Johnsen B, Frandsen J, Rodell A, Christensen PB, Pugdahl K, Fuglsang-Frederiksen A: Upper motor neuron involvement in amyotrophic lateral sclerosis evaluated by triple stimulation technique and diffusion tensor MRI. *J Neurol* 260:1535-1544, 2013
28. 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
29. Gore DR, Sepic SB, Gardner GM: Roentgenographic findings of the cervical spine in asymptomatic people. *Spine* 11:521, 1986
30. Harrop JS, Hanna A, Silva MT, Sharan A: Neurological manifestations of cervical spondylosis: An overview of signs, symptoms, and pathophysiology. *Neurosurgery* 60:S1, 2007
31. Heller JG, Edwards CCI, Murakami H, Rodts GE: Laminoplasty versus laminectomy and fusion for multilevel cervical myelopathy: An independent matched cohort analysis. *Spine* 26(12):1330, 2001
32. Hojo Y, Ito M, Abumi K, Kotani Y, Sudo H, Takahata M, Minami A: A late neurological complication following posterior correction surgery of severe cervical kyphosis. *Eur Spine J* 20(6):890-898, 2011
33. Holly LT, Matz PG, Anderson PA, Groff MW, Heary RF, Kaiser MG, Mummaneni PV, Ryken TC, Choudhri TF, Vresilovic EJ, Resnick DK; Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons: Clinical prognostic indicators of surgical outcome in cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg Spine* 11:112-118, 2009
34. Hukuda S, Mochizuki T, Ogata M, Shichikawa K, Shimomura Y: Operations for cervical spondylotic myelopathy. A comparison of the results of anterior and posterior procedures. *J Bone Joint Surg Br* 67-B(4):609-615, 1985
35. Iyer A, Azad TD, Tharin S: Cervical spondylotic myelopathy. *Clin Spine Surg* 29:408, 2016

36. Kadaňka Z, Bednařík J, Voháňka S, Stejskal L, Smrčka V, Vlach O: Chapter 58 Spondylotic cervical myelopathy: Three aspects of the problem. İçinde: Ambler Z, Nevšimalová S, Kadaňka Z, Rossini PM, (ed). *Supplements to Clinical Neurophysiology*. Elsevier 2024:409-418. (*Clinical Neurophysiology at the Beginning of the 21st Century*; c. 53). Erişim adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567424X09701898>
37. Kadaňka Z, Mareš M, Bednařík J, Smrčka V, Krbec M, Chaloupka R, Dusek L: Predictive factors for mild forms of spondylotic cervical myelopathy treated conservatively or surgically. *Eur J Neurol* 12:16-24, 2005
38. Kadanka Z, Mareš M, Bednarík J, Smrcka V, Krbec M, Stejskal L, Chaloupka R, Surelová D, Novotný O, Urbánek I, Dusek L: Approaches to spondylotic cervical myelopathy: conservative: versus: Surgical results in a 3-year follow-up study. *Spine* 27:2205, 2002
39. Karadimas SK, Erwin WM, Ely CG, Dettori JR, Fehlings MG: Pathophysiology and natural history of cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 38:S21, 2013
40. Karpova A, Arun R, Cadotte DW, Davis AM, Kulkarni AV, O'Higgins M, Fehlings MG: Assessment of spinal cord compression by magnetic resonance imaging—can it predict surgical outcomes in degenerative compressive myelopathy? A systematic review. *Spine* 38:1409, 2013
41. Karpova A, Arun R, Kalsi-Ryan S, Massicotte EM, Kopjar B, Fehlings MG: Do quantitative magnetic resonance imaging parameters correlate with the clinical presentation and functional outcomes after surgery in cervical spondylotic myelopathy? A prospective multicenter study. *Spine* 39(18):1488, 2014
42. 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 1,200 asymptomatic subjects. *Eur Spine J* 21:1499-1507, 2012
43. Katonis P, Papadakis SA, Galanakos S, Paskou D, Bano A, Sapkas G, Hadjipavlou AG: Lateral mass screw complications: Analysis of 1662 screws. *Clin Spine Surg* 24(7):415, 2011
44. Kong LD, Meng LC, Wang LF, Shen Y, Wang P, Shang ZK: Evaluation of conservative treatment and timing of surgical intervention for mild forms of cervical spondylotic myelopathy. *Exp Ther Med* 6:852-856, 2013
45. Kovalova I, Kerkovsky M, Kadanka Z, Kadanka Jr Z, Nemeč M, Jurova B, Dusek L, Jarkovsky J, Bednarik J: Prevalence and imaging characteristics of nonmyelopathic and myelopathic spondylotic cervical cord compression. *Spine* 41:1908-1916, 2016
46. Lau D, Winkler EA, Than KD, Chou D, Mummaneni PV: Laminoplasty versus laminectomy with posterior spinal fusion for multilevel cervical spondylotic myelopathy: Influence of cervical alignment on outcomes. *J Neurosurg Spine* 27(5):508-517, 2017
47. Lebl DR, Hughes A, Cammisa FP, O'Leary PF: Cervical spondylotic myelopathy: Pathophysiology, clinical presentation, and treatment. *HSS Journal* 7:170-178, 2011
48. Lee CH, Lee J, Kang JD, Hyun SJ, Kim KJ, Jahng TA, Kim HJ: Laminoplasty versus laminectomy and fusion for multilevel cervical myelopathy: A meta-analysis of clinical and radiological outcomes. *J Neurosurg Spine* 22(6):589-695, 2015
49. Lees F, Turner JWA: Natural history and prognosis of cervical spondylosis. *Br Med J* 2:1607-1610, 1963
50. 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(10):e0140031, 2015
51. 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(3):474-481, 2012
52. Liu JK, Das K: Posterior fusion of the subaxial cervical spine: Indications and techniques. *Neurosurg Focus* 10(4):1-8, 2001
53. Liu Y, Hou Y, Yang L, Chen H, Wang X, Wu X, Gao R, Wang C, Yuan W: Comparison of 3 reconstructive techniques in the surgical management of multilevel cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 37(23):E1450, 2012
54. Liu Y, Qi M, Chen H, Yang L, Wang X, Shi G, Gao R, Wang C, Yuan W: Comparative analysis of complications of different reconstructive techniques following anterior decompression for multilevel cervical spondylotic myelopathy. *Eur Spine J* 21(12):2428-2435, 2012
55. Lu K, Gao X, Tong T, Miao D, Ding W, Shen Y: Clinical predictors of surgical outcomes and imaging features in single segmental cervical spondylotic myelopathy with lower cervical instability. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res* 23:3697-3705, 2017
56. Martin AR, Aleksanderek I, Cohen-Adad J, Tarmohamed Z, Tetreault L, Smith N, Cadotte DW, Crawley A, Ginsberg H, Mikulis DJ, Fehlings MG: Translating state-of-the-art spinal cord MRI techniques to clinical use: A systematic review of clinical studies utilizing DTI, MT, MWF, MRS, and fMRI. *NeuroImage Clin* 10:192-238, 2016
57. Matsumoto M, Chiba K, Ishikawa M, Maruiwa H, Fujimura Y, Toyama Y: Relationships between outcomes of conservative treatment and magnetic resonance imaging findings in patients with mild cervical myelopathy caused by soft disc herniations. *Spine* 26:1592, 2001
58. Matsunaga S, Sakou T, Taketomi E, Komiya S: Clinical course of patients with ossification of the posterior longitudinal ligament: A minimum 10-year cohort study. *J Neurosurg Spine* 100:245-248, 2004
59. Matz PG, Anderson PA, Holly LT, Groff MW, Heary RF, Kaiser MG, Mummaneni PV, Ryken TC, Choudhri TF, Vresilovic EJ, Resnick DK: Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons: The natural history of cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg Spine* 11:104-111, 2009
60. McCormick JR, Sama AJ, Schiller NC, Butler AJ, Donnally CJ: Cervical spondylotic myelopathy: A guide to diagnosis and management. *J Am Board Fam Med* 33:303-313, 2020

61. Murphy R, Moledina I, McEvoy L: The natural history of cervical myelopathy. *Eur Spine J* 19:517, 2009
62. Nakamura K, Kurokawa T, Hoshino Y, Saita K, Takeshita K, Kawaguchi H: Conservative treatment for cervical spondylotic myelopathy: Achievement and sustainability of a level of "no disability". *Clin Spine Surg* 11:175, 1998
63. New PW, Cripps RA, Bonne Lee B: Global maps of non-traumatic spinal cord injury epidemiology: Towards a living data repository. *Spinal Cord* 52:97-109, 2014
64. Nikolaidis I, Fouyas IP, Sandercock PAG, Statham PF: Surgery for cervical radiculopathy or myelopathy. *Cochrane Database Syst Rev* 2010, Issue 1. Art. No.: CD001466. DOI: 10.1002/14651858.CD001466.pub3.
65. Nirala A, Husain M, Vatsal D: A retrospective study of multiple interbody grafting and long segment strut grafting following multilevel anterior cervical decompression. *Br J Neurosurg* 18(3):227-232, 2004
66. 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
67. Nurick S: The pathogenesis of the spinal cord disorder associated with cervical spondylosis. *Brain* 95:87-100, 1972
68. Oya J, Burke JF, Vogel T, Tay B, Chou D, Mummaneni P: The accuracy of multimodality intraoperative neuromonitoring to predict postoperative neurologic deficits following cervical laminoplasty. *World Neurosurg* 106:17-25, 2017
69. 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* 16:403-407, 2019
70. Pumberger M, Froemel D, Aichmair A, Hughes AP, Sama AA, Cammisa FP, Girardi FP: Clinical predictors of surgical outcome in cervical spondylotic myelopathy: An analysis of 248 patients. *Bone Jt J* 95-B(7):966-971, 2013
71. Rajshekhar V, Kumar GSS: Functional outcome after central corpectomy in poor-grade patients with cervical spondylotic myelopathy or ossified posterior longitudinal ligament. *Neurosurgery* 56:1279, 2005
72. Revanappa KK, Rajshekhar V: Comparison of Nurick grading system and modified Japanese Orthopaedic Association scoring system in evaluation of patients with cervical spondylotic myelopathy. *Eur Spine J* 20:1545-1551, 2011
73. Rhee JM, Basra S: Posterior surgery for cervical myelopathy: Laminectomy, laminectomy with fusion, and laminoplasty. *Asian Spine J* 2(2):114-126, 2008
74. Rhee JM, Heflin JA, Hamasaki T, Freedman B: Prevalence of physical signs in cervical myelopathy: A prospective, controlled study. *Spine* 34:890, 2009
75. Rhee JM, Shamji MF, Erwin WM, Bransford RJ, Yoon ST, Smith JS, Kim HJ, Ely CG, Dettori JR, Patel AA, Kalsi-Ryan S: Nonoperative management of cervical myelopathy: A systematic review. *Spine* 38:S55, 2013
76. Sampath P, Bendebba M, Davis JD, Ducker TB: Outcome of patients treated for cervical myelopathy: A prospective, multicenter study with independent clinical review. *Spine* 25:670, 2000
77. Sarkar S, Rajshekhar V: Long-term sustainability of functional improvement following central corpectomy for cervical spondylotic myelopathy and ossification of posterior longitudinal ligament. *Spine* 43:E703, 2018
78. Shimomura T, Sumi M, Nishida K, Maeno K, Tadokoro K, Miyamoto H, Kurosaka M, Doita M: Prognostic factors for deterioration of patients with cervical spondylotic myelopathy after nonsurgical treatment. *Spine* 32:2474, 2007
79. Sumi M, Miyamoto H, Suzuki T, Kaneyama S, Kanatani T, Uno K: Prospective cohort study of mild cervical spondylotic myelopathy without surgical treatment: Clinical article. *J Neurosurg Spine* 16:8-14, 2012
80. 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* 38(6):496-501, 2013
81. Tetreault LA, Dettori JR, Wilson JR, Singh A, Nouri A, Fehlings MG, Brodt ED, Jacobs WB: Systematic review of magnetic resonance imaging characteristics that affect treatment decision making and predict clinical outcome in patients with cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 38:S89-110, 2013
82. Tetreault LA, Karadimas S, Wilson JR, Arnold PM, Kurpad S, Dettori JR, Fehlings MG: The natural history of degenerative cervical myelopathy and the rate of hospitalization following spinal cord injury: An updated systematic review. *Glob Spine J* 7:28S-34S, 2017
83. Tetreault LA, Kopjar B, Vaccaro A, Yoon ST, Arnold PM, Massicotte EM, Fehlings MG: A clinical prediction model to determine outcomes in patients with cervical spondylotic myelopathy undergoing surgical treatment: Data from the prospective, multi-center AOSpine North America study. *J Bone Joint Surg Am* 95:1659-1666, 2013
84. Veltsista D, Chroni E: Usefulness of cervical root magnetic stimulation in assessing proximal motor nerve conduction. *J Electromyogr Kinesiol* 25:742-748, 2015
85. Wang MC, Chan L, Maiman DJ, Kreuter W, Deyo RA: Complications and mortality associated with cervical spine surgery for degenerative disease in the United States. *Spine* 32(3):342, 2007
86. Wang T, Wang H, Liu S, An HD, Liu H, Ding WY: Anterior cervical discectomy and fusion versus anterior cervical corpectomy and fusion in multilevel cervical spondylotic myelopathy: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 95(49):e5437, 2016
87. Wen ZQ, Du JY, Ling ZH, Xu HD, Lin XJ: Anterior cervical discectomy and fusion versus anterior cervical corpectomy and fusion in the treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy: Systematic review and a meta-analysis. *Ther Clin Risk Manag* 11:161-170, 2015
88. Wilson JR, Barry S, Fischer DJ, Skelly AC, Arnold PM, Riew KD, Shaffrey CI, Traynelis VC, Fehlings MG: Frequency, timing, and predictors of neurological dysfunction in the nonmyelopathic patient with cervical spinal cord compression, canal stenosis, and/or ossification of the posterior longitudinal ligament. *Spine* 38:S37-54, 2013

89. Yarbrough CK, Murphy RKJ, Ray WZ, Stewart TJ: The natural history and clinical presentation of cervical spondylotic myelopathy. *Adv Orthop* 2012:e480643, 2011
90. Yoon ST, Hashimoto RE, Raich A, Shaffrey CI, Rhee JM, Riew KD: Outcomes after laminoplasty compared with laminectomy and fusion in patients with cervical myelopathy: A systematic review. *Spine* 38(22S):S183, 2013
91. Yoshimatsu H, Nagata K, Goto H, Sonoda K, Ando N, Imoto H, Mashima T, Takamiya Y: Conservative treatment for cervical spondylotic myelopathy: Prediction of treatment effects by multivariate analysis. *Spine J* 1:269-273, 2001
92. Zileli M, Borkar SA, Sinha S, Reinas R, Alves ÓL, Kim SH, Pawar S, Murali B, Parthiban J: Cervical spondylotic myelopathy: Natural course and the value of diagnostic techniques – WFNS spine committee recommendations. *Neurospine* 16:386-402, 2019
93. Zileli M, Maheshwari S, Kale SS, Garg K, Menon SK, Parthiban J: Outcome measures and variables affecting prognosis of cervical spondylotic myelopathy: WFNS spine committee recommendations. *Neurospine* 16(3):435-447, 2019