



Servikal Spondilotik Miyelopatide ve OPLL de Kanıta Dayalı Öneriler

Evidence-Based Suggestions on Cervical Spondylotic Myelopathy and OPLL

Mustafa Serdar BÖLÜK, Erhan ŞİMŞEK, Mehmet ZİLELİ

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Yazışma adresi: Mustafa Serdar BÖLÜK ✉ mserdarboluk@gmail.com

ÖZ

Servikal spondilotik miyelopati (SSM) en sık görülen omurilik disfonksiyonudur, erişkinlerde omuriliğin en sık görülen hastalığıdır. 40 yaş üstü populasyonda görülme sıklığı %50 nin üzerindedir ve total morbiditesi %33.8 civarındadır. SSM nin ana nedeni spinal kanalın daralmasıdır ve bu durum intervertebral disk herniasyonu, osteofitler ve PLL'in ossifikasyonundan meydana gelir. SSM nin klinik tanısı karakteristik semptomlar ve öykünün yönlendirdiği ileri tetkik amaçlı görüntülemeler ile konulur. Tedavi yaklaşımları ise oldukça çeşitlidir. SSM ve OPLL de son 10 yıl içinde yapılan kanıt değeri yüksek bazı çalışmalar bu hastalara yaklaşımımızda ve hasta seçiminde bazı netlikler getirmiştir. Ancak yine de hâlâ tartışmalı konular vardır. Ne var ki bunların yakın gelecekte daha berraklaşacağını düşünmekteyiz.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Servikal, Myelopati, Dejenerasyon, Disk herniasyonu, Spondilozis

ABSTRACT

Cervical spondylotic myelopathy (CSM) is the most common cause of spinal cord dysfunction. It is the result of static or dynamic repeated compression of the spinal cord. The main component of the CSM is the narrowing of the spinal canal. It results from a combination of intervertebral disc herniation, osteophytes and ossification of the posterior longitudinal ligament. The clinical diagnosis of CSM relies heavily on the characteristic symptoms and signs elicited during the history and physical exam that prompt further investigation with cervical spine imaging, and various treatment options exist. In the last 10 years, some studies with high evidence value in SSM and OPLL have brought some clarity to our approach to these patients and to patient selection. However, some controversial issues exist. We expect these to become clearer in the near future.

KEYWORDS: Cervical, Myelopathy, Degeneration, Disc Herniation, Myelopathy, Spondylosis

■ GİRİŞ

Servikal spondilotik miyelopati (SSM) en sık görülen omurilik disfonksiyonudur. SSM nin ana nedeni spinal kanalın daralmasıdır ve bu durum intervertebral disk herniasyonu, osteofitler ve PLL'in ossifikasyonundan meydana gelir (53). Posterior longitudinal ligaman ossifikasyonu (OPLL) ve SSM yi

birlikte isimlendirmek ve dejeneratif servikal miyelopati (DSM) demek önerilmiştir (18,19,50). Ancak yıllarca ortak terim olarak kullanıldığı için, dejeneratif servikal miyelopati yerine servikal spondilotik miyelopati terimini kullanmayı tercih edeceğiz. OPLL ise birçok Asya ülkesinde ayrıca bahsedilmemekle beraber, sıklıkla servikal spondilotik değişikliklerle ilişkilendirilir (50).

Literatürde AOSpine, NASS ve AANS-CNS tarafından geliştirilen kanıta dayalı öneriler bulunmaktadır. Fakat son yıllarda WFNS Spine Committee daha yeni bir öneriler paketi yayınlamıştır (4,12,56,78-80).

■ KLİNİK BULGULAR

SSM, erişkinlerde omuriliğin en sık görülen hastalığıdır. 40 yaş üstü popülasyonda görülme sıklığı %50 nin üzerindedir. Total morbiditesi %33.8 civarındadır (57). SSM nin ana semptomları boyun ağrısı, ellerde uyuşukluk ve beceriksizlik, yürüyüş bozukluğu ve sfinkter disfonksiyonudur. Fizik muayenede artmış tonus, DTR de artış, klonus, azalmış yüzeysel refleksler ve patolojik reflekslerin varlığı görülebilir. Spastisite, motor güçsüzlük ve propriyosepsiyon kaybı da bu bulgulara katkı sağlar (Tablo I).

SSM kademeli ilerleme eğilimindedir ve genellikle başlangıç semptomları sinsi seyrederek (48). Ağır etkilenmiş bireyler ilk görüldüğünde tetraparetiktir ve miyelopatik belirtiler (hiperrefleksi, klonus, Babinski pozitifliği, Hoffmann bulgusu, brakyo-radyal refleks alınamaması) görülebilir (1).

Miyelopatik belirtiler tanı için önemlidir. Ne var ki, bu belirtiler yeteri kadar sensitif değildir ve servikal miyelopati hastaların %21'inde görülmemektedir (60). Myelopati işaretlerinin her birinin tüm hastalarda servikal miyelopati tanısını koydurmayacağı bilinmekle birlikte, ağır miyelopatilerde en azından birinin bulunması beklenir. Genel olarak hiperrefleksi en yüksek sensitiviteyi gösterir; ardından sırasıyla Hoffmann işareti, Babinski işareti ve klonus gelir. Uygun dekompresyonun bu belirtileri normale döndürmesi beklenir. En sık geri dönüşlü belirtiler brakyo-radyal refleks alınamaması, Babinski ve klonustur; brakyo-radyal refleks alınamaması, ameliyat sonrası yalnızca %5 olguda pozitif görülmüştür (79).

Hastaların %38 inde 1 yıl sonra da hâlâ en az bir bulgunun varlığı ifade edilmiştir. Maksimal düzelme cerrahi sonrası ilk 6 ayda görülmektedir, 6 ay sonra plato görülür (1).

SSM nin belirtileri hetorejendir, hastalarda farklı düzeylerde farklı fonksiyonlar (bacaklar, yürüyüş, mesane/bağırsak) etkilendir ve bunun sonucu olarak değerlendirme aracı olarak kabul

Tablo I: SSM'de Tipik Klinik Semptom ve Bulgular

Semptomlar	Bulgular
Güçsüzlük	Miyelopatik bulgular
Yürüyüş bozukluğu	Hiperrefleksi
Ellerde uyuşma	Inverted brakioradialis refleks
Spastisite	Hoffmann bulgusu
İnkontinans	Klonus
Paresteziler	Babinski işareti
Boyun ağrısı	Motor defisit
Kol ağrısı	Romberg işareti
	Lhermitte işareti

görebilmesi için tüm hastalık popülasyonunda birden çok sonuç analizi gerekmektedir (78,79,81).

Myelopatik belirtileri olan hastalarda, eğer alternatif bir açıklama yoksa, tedavi kararı, klinik semptom ve görüntülemelerin kombinasyonuna dayanmalıdır. Myelopatik işaretlerin yokluğu SSM nin tanısını ve cerrahi tedavi seçeneğini dışlamaz (79).

■ KLİNİK SKORLAMA

Hastalık şiddetini ölçmek için birden çok sınıflama mevcuttur. En sık kullanılan ölçüm Nurick grade'lemesi (62 çalışma) olup onu sırasıyla modifiye Japon Ortopedi Association Skalası (mJOA) (57 çalışma), visual analog skala (VAS) (27 çalışma), Short Form 36 (SF-36), Health Survey (18 çalışma), ve Neck Disability Index (NDI) (10 çalışma) izlemektedir (34).

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 ekstremité fonksiyonu (skala aralığı 0-4), alt ekstremité fonksiyonu (skala aralığı 0-4), sensöryel fonksiyon (üst-alt ekstremité ve gövde; skala aralığı her segmentte 0-2) ve mesane fonksiyonunu (skala aralığı 0-3) içerir. Skor 0'dan 17'ye kadardır. JOA, 1994 yılında revize edilmiştir (21).

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 ile sınırlı olduğu için, JOA dünyanın geri kalanında isabetli şekilde kullanılamamaktaydı. 1991, 1993 ve 1999 modifiye JOA skorlamaları batılı popülasyonlarda kullanmak için daha hassastırlar (7,21). Bu modifiye JOA skorlamalarında Benzel ve ark. modifiye ettiği skala, 0'dan 18'e kadardır ve klinik temelli bir ölçümlendirme-dir (7,34,65). Üst ve alt motor fonksiyonları, elin duyumsamasını ve miksiyonu içerir. Ayrıca orijinal skorlamada bulunan "çubuklarla yemek yeme" ifadesi "dügmelerini ilikleme" şeklinde değiştirilmiştir (Tablo II).

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 (65).

Miyelopati Sakatlık İndeksi (Myelopathy Disability Index = MDI)

Önceden tanıli romatoid artriti olan SSM'li hastalarda güçsüzlüğün derecelendirmesi için geliştirilmiştir. Çalışmalarda geçerli, güvenilir ve uyumlu bulunmuştur (26). MDI'in hastalığın farklı şiddetlerini ve cerrahi sonrası değişiklikleri tesbit etmede yüksek sensitivitesi olduğu gösterilmiştir (65).

Boyun Sakatlık İndeksi (Neck Disability Index = NDI)

Oswestry Disability Index'in modifikasyonudur. Boyun ağrı-

Tablo II: Modifiye JOA (Japan Orthopedic Association) Skorlaması

A. Üst ekstremit motor fonksiyon bozukluğu
0 ellerini hareket ettiremiyor
1 ellerini hareket ettiriyor, ancak kaşıkla yemek yiyemiyor
2 kaşıkla yemek yiyebiliyor, ancak düğme ilikleyemiyor
3 düğmeleri büyük zorlukla ilikleyebiliyor
4 düğmeleri hafif zorlukla ilikleyebiliyor
5 normal, hiç bozukluk yok
B. Alt ekstremit motor fonksiyon bozukluğu
0 motor ve duysal fonksiyonda tam kayıp
1 duyu korunmuş, ancak ayaklarını oynatamıyor
2 ayaklarını oynatabiliyor, ancak yürüyemiyor
3 bir destek (baston veya walker ile) kullanarak düz zeminde yürüyebiliyor
4 bir destekle merdiven inip çıkabiliyor
5 yürüyüşte orta derecede veya şiddetli instabilite, fakat merdivenleri desteksiz inip çıkabiliyor
6 yürüyüşte hafif derecede instabilite, fakat yardımsız olarak yürüyebiliyor
7 disfonksiyon yok
C. Üst ekstremitelerin duysal disfonksiyon bozukluğu
0 ellerde tam duyu kaybı
1 şiddetli duyu kaybı veya ağrı
2 hafif duyu kaybı
3 normal
D. Sfinkter fonksiyon bozukluğu
0 istemli idrar yapamama
1 idrar yapmada belirgin zorluk
2 hafif veya orta derecede idrar yapma zorluğu
3 normal

Tablo III: Nurick Skorlaması

0 Kök tutuluşunu düşündüren belirti ve semptomlar var, fakat omurilik tutuluşu bulguları yok.
1 Omurilik tutuluşunun belirtileri var, fakat yürüme zorluğu yok.
2 Yürümede hafif zorluk var, fakat günlük aktivitelerini (çalışmasını) engellemez
3 Yürümede ciddi zorluk günlük aktivitelerini (çalışmasını) engelleyecek düzeydedir, yardımcı cihazlar gerekir, fakat yürütücü (walker) gerekmez.
4 Ancak bir diğer kişinin veya yürütücünün yardımıyla yürüyebilir.
5 Tekerlekli iskemleye veya yatağa bağımlıdır.

sını ölçer. Yüksek skor şiddetli güçsüzlüğün göstergesidir. NDI cerrahi yapılan hastalarda geçerlidir. Güncel bir çalışma, NDI ve JOA'nın servikal myelopati ya da radikülopatide güçlü re-test güvenilirliğinin olduğunu göstermiştir (26).

Avrupa Miyelopati Skalası (European Myelopathy Scale = EMI)

Miyelopatiyi değerlendiren bir skaladır. Miyelopatinin şiddetinin değerlendirildiği 5 fonksiyon vardır. (yürüyüş, el fonksiyonu, propriosepsiyon, parestezi ve mesane fonksiyonu) EMS MDI karşısında da değerlendirilmiştir ve EMS'nin değişikliklere daha zayıf sensitivitesi olduğu görülmüştür (34).

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.

30 metre Yürüyüş Testi

Yürüyüş bozukluğunu ölçmek için 1999'da geliştirilen kantitatif ve objektif bir testtir. Bu testte hastanın sandalyeden kalkması, 15 m yürümesi, arkasını dönmesi ve mümkün olduğunca hızlı bir şekilde geri yürümesi gerekir. Toplam harcanan zaman ve atılan adım sayısı güçsüzlüğü ifade eder (25).

Boyun Ağrısı için VAS

Ağrı düzeyini ölçen tek bir maddedir, hasta puanlama yoluyla ağrı düzeyini belirlemelidir.

Güncel olarak, JOA ve Nurick skalaları SSM'nin niceliğini belirlemede en sık kullanılan ölçütlerdir. Her iki skala da ekstremite fonksiyonlarını, yürüyüş ve sfinkter kontrolünü değerlendirirler. Ne var ki, her iki skalada, ılımlı rahatsızlığı olan hastalarda uygun değerlendirme yapamazlar.

SF-36 ve NDI, SSM'lerde girişim sonrası düzelmeyi değerlendirmek için sıklıkla kullanılırlar ve hastaların kendi algılamalarına dayalı bilgi sağlarlar (34).

■ DOĞAL SEYİR

SSM nin doğal seyri ve myelopati bulguları hastalığın farklı evrelerinde rapor edilebilir ve oldukça değişkendir (79):

Orta ağır SSM hastaları

(mJOA skoru 13'ten az): Ağır progresif miyelopati hastaların cerrahi tedavisi konusunda ortak bir görüş vardır. Birçok yazar SSM'nin progresif bir seyri olduğunu bildirmiştir (69,74).

İlimli SSM hastaları

mJOA skorları 13-17 olan hastalar ilimli SSM hastaları olarak kabul edilirler. Bu ilimli SSM hastalarının günlük aktivitelerde kısıtlamaları yoktur, bu nedenle cerrahi girişimin optimal tedavi olup olmadığı tartışmalıdır. Sistemik bir incelemede, semptomatik myelopati olan hastaların 20% ila 62%'sinin cerrahi olarak tedavi edilmezse kötüleştiği bulunmuştur (36,69). En iyi sonuçlar soft disk herniasyonları ve daha kısa süreli öykülerde raporlanmıştır.

Miyelopati bulguları olan ancak semptomu olmayan hastalar

Hastaların yaklaşık %5'inde, herhangi bir semptom olmaksızın, MRG de kaydedeğer omurilik kompresyonu görülür (39). Bazı yazarlar bu durum için "nonmyelopathic spondylotic cervical cord compression" (NMSCCC) terimini kullanır (41).

Belirgin stenozu olan, semptomu olmayan hastalar (premiyelopatik)

Eğer hastanın semptomu ve muayenede myelopati belirtisi yoksa bu hastaları takip etmek büyük oranda kabul görmüştür. Ne var ki, minör travmalar böyle hastaların kötüleşmesine neden olabilir. Servikal stenozu olanlarda myelopati gelişme riski yılda yaklaşık 3% olarak tahmin edilmiştir (17).

Servikal stenozlu hastaların doğal seyri ve miyelopati belirtileri büyük farklılıklar gösterir. Hastalığın ilerlemesi mümkündür, ancak bu hastaların prognozu iyi bilinmemektedir. Bazı hastalar uzun süre stabil kalabilir ve ileri derecede engelli bazı hastalar tedavi olmaksızın iyileşebilir. İlimli semptomu olan hastaların çoğunluğunda, konservatif yaklaşım instabilite ya da semptomların ilerlemesine sebep olabilir (10,36,69).

■ PROGNOZU ETKİLEYEN KLİNİK FAKTÖRLER

Klinik değişkenler tanımlayıcı değişkenler (yaş, cinsiyet,

komorbid durumlar, mevcut semptomların şiddeti gibi hastanın kendi tarafından beyan edilmiş) ve prediktif değişkenler (kas zaafiyeti, hiperrefleksi, klonus, sensoryel etkilenim gibi bulgular ve diğer ilişkili muayene bulguları) olarak ikiye ayrılır. Tanımlayıcı değişkenler hastanın kendi tarafından beyan edilmiş ya da hasta bağımlıken, prediktif değişkenler hastayı muayene eden kişi bağımlıdır. Her iki değişken de radyolojik ve cerrahi değişkenlere göre daha güvenilirdir (Tablo IV).

Tanısal Faktörler

SSM ile sıklıkla ilişkilendirilen üç değişken yaş, semptomların süresi ve myelopatinin şiddetidir.

Yaş

Literatürdeki birçok makale yaşın SSM prognozunda önemli bir faktör olduğunu dikkate alırken, çok az makale yaş ile alakalı bir limit değer belirtmiştir. Ne var ki, bu durum semptomların süresi ile de ilişkili olabilir. 60 yaştan küçük olmanın prognoz için olumlu olduğunu gösteren çalışmalar ile 65 yaştan büyük olmanın negatif prediktif faktör olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (70).

Semptomların süresi

Kronik, uzun süreli omurilik kompresyonu, gri madde nekrozu ve demyelinizasyona bağlı geri dönüşümsüz hasara neden olabilir. Sayısız çalışma göstermiştir ki, semptomların süresinin uzun olması, cerrahinin sonuçlarına negatif etkide bulunmaktadır (13). Ne var ki, sonuçları negatif yönde etkileyecek, belirtilmiş kati bir süre bulunmamaktadır.

Başvuru anında semptomların şiddeti

Litaratürdeki birçok çalışma, başvuru anındaki semptomların şiddetini değerlendirmek için en sık kabul gören JOA skorlaması ve Nurick skorlamasını kullanır.

Komorbid hastalıklar

Diyabet en sık çalışılan komorbid durumdur. Diyabetli hastalarda ekspansif laminoplastinin ardından alt ekstremitelerde sensoryel ve motor fonksiyonların daha zayıf iyileşme gösterdiği öne sürülmüştür (13). Serebral enfarktüs ve kronik böbrek yetmezliğin de prognozu olumsuz yönde etkilediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (62,73).

Mesane/bağırsak disfonksiyonu

Sinha ve Jagetia 2011 yılında mesane/bağırsak disfonksiyonunun SSM'lerde kötü prognozla ilişkili olduğunu öne sürerken, Houten ve Cooper 2003 yılında mesanenin SSM'deki klinik tabloya dahlinin sonuçlar hakkında kaydedeğer bir prediktör olmadığını ifade etmiştir (30,66).

Prediktif Faktörler

El atrofi

El kaslarında atrofi anormal preoperatif MR sinyalleriyle yüksek oranda ilişkilidir ve postoperatif sonuçlarla en kötü ilişkilendirilendir (2).

Bacakta spastisite ve klonus

T2 sekansta yoğun intrameduller sinyal değişikliği gösteren

Tablo IV: SSM ve OPLL de Prognozu Etkileyen Faktörler

1. Hasta Skoları

- CSM sonucu için kullanılan çeşitli ölçütler vardır. İşlevsel ölçümler olarak mJOA, Nurick derecesi ve MDI'yi öneriyoruz.
- Kantitatif ölçümler için yürüme testleri kullanılabilir ve SF-36 iyi bir fonksiyonel yaşam kalitesi ölçümüdür.

2. Klinik Değişkenler

- CSM ile en sık ilişkili olan üç klinik değişken, yaş, semptomların süresi ve başvuru anındaki miyelopatinin şiddetidir. Yaş büyüdükçe, semptomların süresi ne kadar uzun olursa ve başvuru sırasındaki semptomlar ne kadar şiddetli olursa, ameliyat sonrası o kadar olumsuz sonuçlar beklenmelidir.
- Bununla birlikte, muayene bulgularının cerrahinin sonuçları üzerindeki etkilerini doğrulamak için daha ayrıntılı çalışmalar gerektirir. İncelenen ve CSM'deki sonuçları etkilediği düşünülen öngörülebilir değişkenler, el atrofisi, bacak spastisitesi, klonus ve Babinski'nin işaretidir.

3. Radyolojik Değişkenler

- Servikal dizilim parametreleri, genel sağlık skorları ve miyelopati şiddeti ile ilişkilidir. Servikal omurganın eğriliği en önemli değişkenlerden biri olarak bulunmuştur.
- Servikal omurga kifozu daha kötü sonuçlara işaretir. Normal servikal lordozlu hastalarda nörolojik iyileşme belirgindir.
- Servikal omurganın instabilitesi sonuçları öngörmeye yarayan bir faktördür. Stabil olmayan, daha uzun semptom süresi, daha düşük preoperatif JOA skoru ve daha fazla preoperatif fiziksel belirti olan, tek segmental CSM'li hastalarda, kötü cerrahi sonucu yüksek oranda öngörülebilir.
- Omurilik kompresyon oranı, CSM'nin prognozu için kritik bir faktördür. Ancak spinal kanalın AP çapının klinik önemi yoktur.
- Spinal kord atrofisi sonuçları öngermeye yaramaz.
- T2 ağırlıklı MR görüntülerinde yüksek sinyal yoğunluğu, prognoz için olumsuz bir göstergedir.

4. Cerrahi Değişkenler

- Hastalık fokal ise (1 veya 2 seviye) cerrahi anterior veya psoterior yapılmalıdır.
- Ön kompresyon 2 seviyeden fazla ise veya diffüz daralma var ise posterior dekompresyon tercih edilmelidir.
- Çok seviyeli (2'den fazla) CSM'li olgularda karar vermede en önemli faktör servikal SVA'dır. Çoğunlukla greft ve füzyona bağlı olmakla birlikte anterior cerrahinin komplikasyon oranları daha sıktır.

ama klonus ve spastisitesi olmayan hastalar daha iyi cerrahi sonuçlar gösterebilir ve MRG anormallikleri geri dönüşümlü olabilir (2).

Babinski belirtisi

Pozitif babinski işareti ve ilişkili preoperatif MR sinyal değişikliği daha kötü sonuçlar için prediktiftir, ancak bazılarında göre ise babinski işaretinin varlığı daha iyi sonuçlar ile ilişkili bulunmuştur.

■ PROGNOZU ETKİLEYEN ELEKTROFİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER

Elektrofizyolojik testler lezyonun yerleşimini tanımlamada kullanılırlar. Etiyolojik tanıda faydasızdırlar. SSM hastalarında kullanılacak elektrofizyolojik testler (fayda sırasına göre): MEP, SCEP, SEP ve EMG'dir. Bunlar aynı zamanda cerrahi sonrası takip ve rehabilitasyon için de kullanışlı bulunmuştur. SSM de, ayırıcı tanıda ve ılımlı semptomları olan hastalarda erken belirtiler açısından faydalı bulunmuşlardır (79).

Rutin elektrofizyolojik testler, SSM'nin diğer nörolojik durumlardan ayırıcı tanısında faydalıdır. Ancak özellikle hastalığın erken seyrinde ayırıcı tanı çok zordur, spesifik testler gereklidir ve ALS'nin hafif formları ile polinöropati kolayca ayırt edilemeyebilir. MEP ve SEP, SSM cerrahisinin sonuçlarını tahmin etmek için değerli testler olarak bulunmuş olsa da, klinik parametrelerden daha değerli olduklarına dair bir kanıt yoktur.

Elektrofizyolojik testler, sonuçları tahmin etmede MR değişikliklerinden daha iyi olabilir.

Elektrofizyolojik testler alt ekstremitte gücünün izlenmesinde pek kullanışlı değildir ve ACDF cerrahisi sırasında kullanılmasının etkisi tartışmalıdır (79).

Somatosensoryel Uyarılmış Potansiyeller (SEP)

SEP, dorsal kolon fonksiyonunu yansıtır. Asemptomatik ancak anormal SEP'e sahip ve radikülopatisi olan hastalar klinik myelopatiye ilerleme eğilimindedir (19,35).

Motor Uyarılmış Potansiyeller (MEP)

Manyetik ya da elektriksel motor korteks uyarımı ve distal kaslardan kayıt alma MEP'i oluşturur.

EMG ve Sinir İletimi İncelemesi

Servikal radikülopatiler için sensitif testlerdir. SSM'ye benzer klinik sonuçları olan periferik sinir bozukluklarının ayırımında kullanışlıdırlar (79).

Cerrahi Sırasında Elektrofizyolojik Monitorleme**SEP Monitörlemesi**

SEP, omuriliğin fonksiyonel bütünlüğünü değerlendirmede önemli bilgiler sağlar (37). Oldukça basit şekilde alınır, noninvazivdirler, inhaler anesteziyle etkileşime çok girmezler. SEP'in ana dezavantajı posterior yolları yansıtmamasıdır, anterior motor yolları yansıtmazlar.

MEP Monitörlenmesi

MEP ve SEP monitörizasyonu cerrahi sırasında nörolojik yaralanmayı tanıma için sensitif olabilir, ne var ki, intraoperatif MEP/SEP kötüleşmesi spesifik değildir. Bu değişiklikler klinik kötüleşme olmadan oluşabilir ve her zaman nörolojik yaralanmayı önlemezler (51,59,79).

Servikal posterior dekompresyon sırasında, özellikle C4-5 düzeyinde SSM olan hastalar C5 hasarına meyillidir (16). Servikal laminoplasti sırasında EMG ve MEP monitorizasyonu, C5 kök palsisini azaltır (8,16).

■ PROGNOZU ETKİLEYEN RADYOLOJİK FAKTÖRLER

Postoperatif sonuçları belirleyen birçok radyolojik faktör rapor edilmiştir: servikal kurvatür, instabilite bulguları, angulasyon ve kifoz, omuriliğin transvers alanı, spinal kanalın AP çapı, maksimum kompresyon alanındaki vertebral cisim, MR görüntülerinde yüksek sinyal intensitesi, PET MRG bulguları (79). Yakın zamanda ise servikal dizilim parametreleri gündeme gelmiştir. Smith ve ark. tarafından en önemli parametreler aşağıda tariflenmiştir (67).

Servikal Sagittal Vertikal Aksis

Lateral direkt grafide yapılan çok sayıda ölçüm arasında C2 tilt, C2 slope, C7 slope, T1 slope, C2-7 Cobb açısı sayılabilir.

Prospektif, çok merkezli AOSpine North America Cervical Spondylotic Myelopathy çalışmasında, mJOA skorunun C2-7 SVA, C2 tilt ve C2 slope ile negatif korelasyonda olduğu bulunmuştur. mJOA skoru T1 slope ve negatif C2-7 Cobb açısı ile zayıfça koreledir (67). AOSpine Kuzey Amerika çalışma grubunun, servikal radyografik dizilimler ile alakalı özet bir bildirisi vardır (3):

- Servikal sagittal dizilim (servikal SVA ve kifoz) torakolomber spinal pelvik dizilim ve T1 slope ile ilişkilidir.
- Klinik ya da radyografik olarak kaydadeğer bir deformiteden şüpheleniliyorsa, uygun operatif planlanma için skoloz grafileri ile servikal ve tüm spinal dizilim preoperatif olarak değerlendirilmelidir.
- Servikal sagittal dizilim (C2-7 SVA) güçsüzlük, genel sağlık durumu ve myelopati ağırlığı ile koreledir.
- Servikal kifoz ve servikal sagittal imbalans (C2-7 SVA) varlığında, SSM için dekompresif cerrahi yapıldığında, korreksiyon için değerlendirme yapılmalıdır.

Kifotik Servikal Omurga

Servikal omurganın kifotik diziliminde, omurilik anterior vertebral cisim ve disk-osteofit kompleksi tarafından sarılabilir. Miyelopati; 1) longitudinal omurilik geriliminin artması 2) intameduller basıncın artması 3) küçük arteriyel beslenmenin kaybına bağlı olarak kan akımının azalması durumlarına bağlı gelişir.

Eğer servikal dizilim parametreleri anormalse, bu hastalardaki sonuçların vasat olması beklenir. Eğer kurvatür lordotik ise, bu

hastaların cerrahi sonrası sonuçlarının daha iyi olması beklenmektedir. Kifotik servikal dizilime sahip hastalarda, anterior ya da kombine posterior yaklaşım ile korreksiyon sağlanırsa, cerrahi sonrası sonuçlar daha iyi olacaktır.

İnstabilite

Stabilite, nötr grafler ve fleksiyon-ekstansiyon X-ray grafler ile ölçülür. Translasyonel instabilite, bir omurun bitişik bir omurla ilişkili olarak 3,5 mm'den fazla yatay yer değiştirmesi olarak tanımlanır. Rotasyonel instabilite, komşu omurlardan birinin rotasyonel farkının 11°'den fazla olması olarak tanımlanır.

İnstabilite ayrıca dinamik kompresyon adı verilen omurilik hasarına neden olur. Segmental instabiliteye ek olarak, semp-tomların daha uzun sürmesi, daha düşük pre-operatif JOA skoru ve daha fazla preoperatif fiziksel bulgunun daha kötü bir cerrahi sonuca yol açacağı bulunmuştur (45).

Omurilik Kanalının AP Çapı

Kanal çapındaki azalmanın miyelopatiye neden olması beklenmekle birlikte, spinal kanalın AP çapı ile nörolojik sonuçlar ilişkisi için bir kanıt yoktur.

Manyetik Rezonans Görüntüleme

Pre-operatif MRG'deki çeşitli parametrelerin nörolojik durum ve post-operatif sonucu öngördüğü gösterilmiştir (37). Çelişkili kanıtlara rağmen, omurganın MRG morfolometrik analizi, SSM'nin değerlendirilmesinde ve prognozunda önemli bir role sahiptir ve preoperatif çalışmaya dahil edilmelidir (79).

MRG de Transvers Alan

Bir çalışma, omuriliğin transvers alanının (TA) SSM'nin şiddetiyle eşleştiği sonucuna varmış ve cerrahi sonuçları da öngörmüştür. Miyelopatik belirtiler TA ve T1 ile T2 görüntülerindeki sinyal yoğunluğu değişiklikleriyle ilişkilidir (58).

Omurilik Kompresyon Oranı

Omurilik kompresyon oranı, daha kötü sonuçları ayırt etmeye yarayan kritik bir veridir. Kompresyon oranı, ameliyat öncesi manyetik rezonans (MR) görüntülerinden hesaplanabilir. Kompresyon oranı formülü: sagittal omurilik çapı×100 / transvers çap şeklindedir.

Gelişimsel segmental sagittal çap (DSSD) kullanarak servikal spinal kanalın büyüklüğünü değerlendirilmiştir. Bu, omur gövdesinin arka yüzeyinden pedikül seviyesinde spinolaminar hat üzerindeki en yakın noktaya kadar ölçülmüştür ve 10 mm'den küçük DSSD'nin miyelopatiye neden olduğu tahmin edilmiştir (14). Kang ve ark.'nın çalışmasında stenoz derecesinin, nörolojik bozulma ve cerrahi operasyon geçirmiş hasta yüzdesi ile pozitif korelasyona sahip olduğu bulundu (35). Park ve ark. Kang sınıflandırmasını doğrulamış ve SSM'nin klinik belirtiler ile korele olduğunu ifade etmiştir (55). CR (Kompresyon oranı), aksiyal görüntülemeye omuriliğin AP çapı ile enine çapı arasındaki oran olarak tanımlanır (41). CR <0.436 kötü prognoz ile ilişkilidir. Beş makalede spinal kanal kompresyon oranı sonuçları karşılaştırılmış, kompresyon oranının SSM'nin prognozu için kritik bir faktör olduğu sonucuna varılmıştır (47) (sınıf III kanıt).

Diğer bir değişken, aksiyel görüntülerde ölçülen omuriliğin kesit alanıdır (CSA). CSA, miyelopati şiddeti, cerrahi sonrası iyileşme ve patolojik omurilik değişikliklerinin bir göstergesi olarak birçok çalışma tarafından doğrulanmıştır (6,41).

MRG kullanılarak değerlendirilen birçok değişken arasında – kompresyon oranı, maksimum kanal riski ve enine alan, CSM'li hastalarda cerrahi sonrası fonksiyonel sonuçlarla önemli oranda ilişkilidir. Her parametrenin kendi güçlü yönleri ve yetersizliği vardır, bu nedenle MR parametrelerinin birleşik değerlendirmesi daha büyük bir tahmin etme verimine sahiptir (79).

Omurilik Atrofisi

Bu ilişki, düşük transvers omurilik alanlarının kötü cerrahi sonuçla korele olduğu 7 sınıf III çalışmada kanıt olarak sunulmuştur (açıklık <30-45 mm) (49).

Aksiyel MR Görüntülerinde T2 Hiperintensitesi

SSM'nin servikal MRG'de T1 ve T2 sinyal değişikliklerine yol açtığı bilinmektedir (76). You ve ark. MR'da T2 hiperintensitesini 3 tipte sınıflandırmıştır (75). T1WI'de düşük yoğunluklu sinyal, ileri hastalık veya önemli nöral doku kaybının bir işareti olarak kabul edilir (53,68). T1'de hiposinyal, nadiren T2 sinyalinde artış olmadan ortaya çıkar. T2 ağırlıklı MR görüntülerinde servikal omurilikteki çok segmentli yüksek sinyal değişikliklerinin cerrahi sonrası kötü sonucu gösteren bir sınıf III kanıt vardır (13). Ayrıca T1 hipointensitesinin T2 hiperintensitesi ile birleştiğinde daha da kötü bir sonucu gösterdiğine dair bir sınıf III kanıt vardır. Genel olarak, T1 hipointensitesi ve T2 hiperintensitesi, kötü prognoz göstergeleridir. Servikal MRG'de T2'de daha hafif sinyal değişiklikleri olan hastalar, SSM'nin cerrahi tedavisinden dışlanmamalıdır. Önerilen derecelendirme sistemlerinin doğruluğunu onaylamak veya yenilerini oluşturmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (79).

SSM için Yeni Görüntüleme Teknikleri

Konvansiyonel MRG sadece omuriliğin yapısal bilgisini verebilir. Ancak DTI, MWF, manyetizasyon transferi (MT), MR spektroskopisi (MRS) ve fonksiyonel MRI (fMRI) gibi ileri teknikler, omurilik metabolizması ve yapısı hakkında ek bilgiler sağlayabilir (46,80). Klinik bulguların ve görüntüleme bulgularının bir havuzda toplanmasıyla, değişiklikler ve kalıcı hasar oluşmadan önce hastaları daha erken teşhis edebileceğiz ve daha iyi prognoz elde edebileceğiz.

■ TEDAVİ STRATEJİSİ

Ameliyatsız tedaviler arasında fizik tedavi, ilaçlar, enjeksiyonlar, ortezler ve traksiyon vardır. Kanıtların yetersizliği ve servikal miyelopatinin genel olarak ilerleyici doğası göz önüne alındığında, ameliyatsız tedavinin rutin olarak önerilmemesi gerektiği öne sürülmüştür (52,61). Hastaların geniş bir kısmı (%20-60) cerrahi müdahale olmaksızın yapılan cerrahi dışı tedaviler ile nörolojik olarak kötüye gidecektir (kanıt kalitesi: orta) (39). SSM'li hastalarda cerrahi sonuçların en büyük prospektif ve ilk global değerlendirmesinde, Fehlings ve ark., modifiye Japon Ortopedi Birliği Ölçeği tarafından da değerlendirildiği üzere, cerrahinin daha iyi klinik sonuçlar, fonksiyonel durum ve hayat kalitesi ile sonuçlandığını kaydettiler (18).

WFNS Omurga Komitesi, Fehlings ve ark.nın yönergelerini onaylamaktadır. Konsensüs sonrası yeni ve uyarlanmış WFNS Omurga Komitesi tavsiyeleri aşağıda özetlenmiştir (56).

Orta şiddetli ve ileri şiddetli SSM'li hastalar için cerrahi müdahale önerilir. SSM'yi şiddetli, orta veya hafif olarak sınıflandırmak için mJOA veya bölgesel modifikasyonlarını kullanmanızı öneririz.

Hafif SSM'li (mJOA skoru 15-17) hastalara cerrahi müdahale veya rehabilitasyon önermekteyiz. Başlangıçta ameliyatsız tedavi uygulandıysa, semptomların hızlı ilerlemeye başladığında cerrahi müdahalesini öneriyoruz. Yavaş ilerleyen hastalıklar için nonoperatif tedavi düşünülebilir (39).

Radyolojik olarak kord basısı kanıtı olan ancak radikülopati belirti ve semptomları olmayan non-miyelopatik hastalara profilaktik cerrahi önerilmemelidir (19). Bu hastalara potansiyel kötüleşme riski hakkında bilgi verilmeli, progresyonun belirti ve semptomları hakkında eğitim verilmeli ve klinik olarak düzenli olarak takip edilmelidir. Basit yaralanmayı takip edebilecek nörolojik kusurlar hakkında aydınlatılmış bir onam alınmalıdır.

Radyolojik olarak kord kompresyonu ve klinik radikülopati kanıtı olan non-miyelopatik hastalar, kötüleşebilecek ve bu nedenle yüksek risk taşıyabilecek potansiyel adaylardır ve bu nedenle bu konuda bilgilendirilmeleri gerekir. Bu hastaların ameliyat geçirmeleri veya hasta ameliyat olmayı reddederse rehabilitasyonla yakın gözlemlerde bulunmaları önerilir. Miyelopatik belirtilerin gelişmesi durumunda en kısa zamanda ameliyat olmaları tavsiye edilir. Basit yaralanmayı takip edebilecek nörolojik kusurlar hakkında aydınlatılmış onam alınmalıdır.

Literatürde servikal miyelopatinin ameliyatsız tedavisinin değerine ilişkin tutarlı bir kanıt eksikliği vardır. Bu nedenle çoğu durumda ameliyatsız tedavi nihai karar olmayabilir (80).

Ameliyatsız tedavi sırasında olası bir kötüleşmeyi tahmin etmeye yarayan faktörler şunlardır: aksiyel MRG'de çevresel kord kompresyonu, beyin omurilik sıvısı boşluğu çapının küçülmüş olması, spinal segmentin hiper-mobilitesi, açılabilir kenarlı deformite, instabilite, daha büyük vertebral kayma açısı, alt segmental lordotik açı ve OPLL'nin varlığıdır.

Miyelopati gelişiminin önemli belirleyicileri arasında semptomatik radikülopati, uzun süreli motor potansiyelleri ve somatosensoryel uyarılmış potansiyeller ve ön boynuz hücre lezyonlarının elektromiyografi belirtileri bulunur (zayıf kanıt) (80).

Semptomların süresinin sonuçlar üzerinde daha büyük etkisi vardır. Cerrahi tedavideki önemli gecikme, optimal olmayan sonuçlara yol açar. Başka bir deyişle, hastaların semptomları daha kısa sürerse (zayıf kanıt) ameliyattan sonra daha iyi bir sonuç elde etmeleri muhtemeldir (80).

Hafif SSM'de cerrahi ve konservatif tedavi arasında hâlâ klinik bir denge olduğu için, WFNS Omurga Komitesi hafif SSM'de cerrahi ile cerrahi olmayan müdahaleleri karşılaştıran randomize kontrollü çalışmaları şiddetle teşvik etmektedir. Hafif SSM'de maliyet verimini, standart metodolojiyi ve uzun vadeli takibin maliyetlerini analiz etmeye de ihtiyaç vardır (80).

SSM hastalarında operatif müdahale, omuriliği açmayı, sagittal hizalamayı düzeltmeyi ve omurgayı stabilize etmeyi amaçlar.

Bir omurilik cerrahına sunulan tedavi seçenekleri hem anterior hem de posterior yaklaşımlardan oluşur. Omurga cerrahları birkaç faktörü göz önünde bulundurur: 1) sagittal eğrilik, 2) kompresif patolojinin yeri, 3) dahil olan seviyelerin sayısı ve 4) hastanın eşlik eden hastalıkları. Anterior ve posterior yaklaşımın seçimini etkileyen ek faktörler arasında ventral kompresyonun derecesi (K-çizgisi +/-) ve radikülopati ağrısı, uyuşması veya zayıflığı bulunur (20).

Anterior yaklaşım, posterior yaklaşıma göre servikal lordozun daha iyi düzeltilmesini sağlar. Bunun nedeni, anterior yaklaşımın greft yerleştirme ile servikal açının ayarlanmasına izin vermesi olduğu varsayılmaktadır. Anterior yaklaşım aynı zamanda daha iyi bir postoperatif JOA skoru vermiştir, bu da anterior yaklaşımın ilk 5 yılda daha iyi postoperatif nöral fonksiyonlar sağlayabildiğini göstermektedir (77).

Bununla birlikte, 3'ten fazla seviyede kompresyon içeren servikal lordozun tedavisinde ve posterior ligamentöz hipertrofi ve ossifikasyonun kompresif patolojiye katkıda bulunduğu durumlarda posterior dekompresyon tercih edilir (44). Posterior yaklaşım teknikleri tek başına laminektomi, füzyonlu laminektomi ve laminoplastiden oluşur ve sıklıkla 3 veya daha fazla seviye tutulumu olan hastalarda kullanılır.

SSM Tedavisinde Cerrahi Endikasyonlar

SSM'li hastalarda cerrahi endikasyonları konservatif tedaviye yanıt vermeyen kalıcı veya tekrarlayan radikülopati (3 yıl); ilerleyici nörolojik defisit veya sabit nörolojik defisit ilişkili şiddetli radiküler ağrı ile alakalı görüntüleme (bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme) ve klinik-radyolojik korelasyon varlığıdır (12).

SSM'li hastalarda anterior cerrahinin endikasyonları arasında düzleştirilmiş omurga veya kompresyon seviyesi 3'ün altında olan kifotik omurga bulunur (12).

Anterior Cerrahi Teknikler

Anterior yerleşimli patoloji, prolabe disklerden, vertebra korpuslarından kaynaklanan posterior osteofitlerden ve kalınlaşmış veya kemikleşmiş posterior longitudinal ligamentten oluşur.

Yaygın olarak uygulanan anterior ameliyatlardan şunlardır: çok seviyeli anterior servikal diskektomi ve füzyon (ACDF); anterior servikal korpektomi ve füzyon (ACCF) ve varyantları- "atlamalı korpektomi" ve "hibrit cerrahi"; ve füzyonsuz oblik korpektomi (12) Atlamalı Korpektomi, vertebral cismi intakt bırakan 3 seviyeli bir SSM için 2 seviyeli korpektomi içerir. Hibrit cerrahi, ACCF'yi (1 ila 3 seviye) bitişik bir ACDF ile birleştirmeyi içerir. Oblik korpektomi, 1993 yılında George ve ark. tarafından diskin sertleşmesi ve çökmesi nedeniyle ilgili segmentlerin zaten füzyona gittiği yaşlı hastalarda ACCF'ye alternatif olarak önerilmiştir (23). SSM'li hastalarda tek seviyeli disk ve osteofit eksizyonunun kordu açmada yetersiz kaldığı 3'ten az vertebral segmentin ventral kompresyonu için korpektomi iyi bir seçenektir. Servikal omurganın kifotik deformitesi olan vakalarda, korpektomi normal lordotik eğrilik dizilimini eski haline getirebilir (12). Bitişik çok segmentli teka kompresyonu olan çok segmentli bir hastalık durumunda, aradaki omurun gövdesini sağlam tutarken alternatif segment diskektomi/osteofit

çıkarma, bitişik segment diskektomili tam bir korpektomiden biyomekanik olarak daha stabildir (12).

ACDF, ACCF

Huang ve ark. tarafından korpektomi veya diskektomi ile tedavi edilen <3 seviye hastalıkla ilgili yapılan bir incelemede hastanede kalış süresi, Japon Ortopedi Birliği (JOA) skoru, boyun ve kol ağrısı için görsel analog skala skorları, toplam servikal aralık hareketi (ROM), füzyon ROM, füzyon hızı, komşu seviye ossifikasyon ve komplikasyonlar açısından iki operasyon arasında anlamlı bir fark bulunmadı. ACDF genellikle ACCF'den daha az intraoperatif kan kaybı ve daha az operatif komplikasyon ile ilişkilendirildi (27).

Endoskopik ve kısmi korpektomi girişimleri

Oblik parsiyel korpektomi, kompresyona neden olan vertebra gövdesinin sadece kısmen çıkarılması istendiğinde ve disk bozulmadan bırakılabildiğinde endikedir. Böylece omuriliği ve kökü etkili bir şekilde açmak için kullanılabilir. Füzyondan kaçınma ve diskin çoğunu koruma avantajlarına sahiptir ve bu, vertebra gövdeleri arasındaki hareketin korunmasına ve ayrıca komşu segment dejenerasyonunun önlenmesine yardımcı olabilir. Bununla birlikte, Horner sendromu %1-33 arasında değişen oranlarıyla bu işin zayıf noktası olmuştur.

Oblik bir parsiyel korpektomi, sagittal kanal çapını önemli ölçüde iyileştirebilir. Ancak bilateral radikülopatili olgularda bu işlemin uygulanması zor olabilir. Belirgin instabilite varsa oblik korpektomi tercih edilmemelidir (12). Cerrahi teknikte yapılan bazı modifikasyonlar ile sempatik zincirin tek taraflı bozulmasına bağlı Horner sendromu görülme sıklığı %5'in altına düşürülmüştür. C5-6-7'deki osteofitlere bağlı kemik ankilozu olan yaşlı gruplarda, CSM, hareket segmentlerinin bulunduğu daha yüksek seviyelerde, özellikle C3-4 seviyesinde ve ayrıca C7-T1 seviyesi gibi daha düşük seviyelerde ortaya çıkabilir.

Ameliyattan 4 yıl sonra uzun vadeli sonuçlar bildiren SSM için anterior cerrahinin sonuçlarına ilişkin raporların çoğu, hastaların %70'inden fazlasının düzeldiğini bildirmiştir (15,22).

Anterior girişimlerin komplikasyonları

SSM için anterior ameliyatlardan komplikasyon oranı %1,6 ila %31,3 arasında değişmektedir (72). Servikal omurga için anterior ameliyatlardan kaynaklanan rapor edilmiş komplikasyonlar nörolojik ve vasküler yaralanma, özofagus yaralanması, solunum sıkıntısı, implantla ilgili komplikasyonlar, greftin yerinden çıkması, komşu disk dejenerasyonu, beyin omurilik sıvısı (BOS) sızıntısı ve enfeksiyondur. Literatürde anterior servikal plaktama ile ilişkili bildirilen implantla ilgili komplikasyon oranları %0 ila %50 arasında değişmektedir (72). İmplantla ilgili komplikasyonlar arasında psödoartroz, plak/vida gevşemesi, plak veya vida kırılması, greft ve plağın yerinden oynaması ve implant malpozisyonu vardır. Anterior servikal plağın eklenmesi, çok seviyeli vakalarda daha erken füzyona ve daha iyi klinik sonuçlara yol açmaktadır. Yaklaşımla ilgili komplikasyonlar (disfaji, disfoni, özofagus yaralanması, solunum sıkıntısı vb.) nörolojik ve implantla ilgili komplikasyonlardan daha sık görülür. Uygun implant seçimi ve titiz cerrahi teknik ile cerrahi komplikasyonlar nadiren görülür (12).

Postoperatif boyun stabilizasyonu

Postoperatif SSM vakalarında kas spazmını gidermek ve instabiliteyi önlemek için servikal ortez kullanılır. Johnson ve ark. tarafından halo korse, servikotorasik ortez, Somi korse, Philadelphia kollar ve soft kollar kullanılarak sagittal, rotasyonel ve lateral eğilmeyi ölçtüğü nicel bir değerlendirme yapılmıştır (33). Oksipital ve birinci torakal vertebra arasındaki fleksiyon-eks-tansiyon değerlendirirken, halo korse en etkilisiydi, bunu servikotorasik korse (%4-13 harekete izin verir), Somi korse ve Philadelphia kollar (yaklaşık %30 harekete izin verir) ve son olarak soft kollar izlemiştir (Yaklaşık %74 harekete izin verir).

Anterior cerrahilerin başarı oranı

SSM için anterior cerrahi sonrası iyileşme hastaların %70 ila %80'inde bildirilmiştir. JOA iyileşme oranları %60 ila %70 civarındadır (12). ACDF, ACCF ve oblik korpektomi ile başarı oranlarında anlamlı fark yoktur. ACDF genellikle ACCF'den daha az intraoperatif kan kaybı ve daha az operatif komplikasyon ile ilişkilidir. Odom kriterleri, JOA, NDI kullanılan fonksiyonel sonuçlarının aynı olduğu rapor edilmiştir (12).

Posterior Cerrahi Teknikler

SSM'li hastalarda cerrahi yaklaşımın seçiminde birkaç faktör göz önünde bulundurulmalıdır: sagittal eğrilik, kompresif patolojinin yeri, ilgili seviyelerin sayısı ve hastanın komorbiditeleri. Posterior cerrahi dekompresyon, SSM'li hastaların nörolojik fonksiyonlarını iyileştirmek için etkili bir tekniktir. SSM için posterior cerrahi teknikler arasında tek başına laminektomi, füzyon ile laminektomi ve laminoplasti yer alır. Bu teknikler genellikle 3 veya daha fazla anterior kompresyon seviyesi varsa kullanılır. Ancak 1 veya 2 düzeyde belirgin posterior kompresyon olan olgularda posterior dekompresif cerrahi zorunludur. Çeşitli posterior dekompresyon tekniklerinin göreceli değeri net olarak belirlenmemiştir. Kifoz vakalarında -özellikle fleksibl kifoz- laminektomi ve füzyon ile posterior fiksasyon seçilmelidir. Ancak rijit kifozda posterior dekompresyon ile kombine anterior cerrahi tercih edilir. Lordozu korunmuş olgularda laminoplasti iyi bir seçenektir. Şiddetli aksiyal boyun ağrısı olan hastalar laminoplasti adayı olmamalıdır. Ancak düzleşmiş servikal omurga gibi gri bölgeye düşen bazı vakalarda hangi yaklaşımın daha iyi olduğu net değildir. Tek bir anterior veya posterior cerrahi ile bütünsel olarak ele alınamayan önemli ventral ve dorsal osteofitik kompresyonu olan hastalarda kombine bir yaklaşım seçilmelidir. Belirli bir hasta için uygun operasyona karar verirken birden fazla faktör dikkate alınmalıdır. Cerrahların, hastaların bu gerçeklerden haberdar olmalarını sağlamak için ameliyat öncesi tartışmalarını hasta beklentileri ile uyarlamaları gerekir (4).

Tek Başına Laminektomi

Laminektomi, spinal laminanın cerrahi olarak çıkarılmasıdır. SSM tedavisinde en yaygın cerrahi prosedürdür. Son zamanlarda yapılan birkaç çalışma, laminektominin postoperatif JOA skorlarında iyileşme ve %50'den fazla kür oranı sağlayabildiğini bildirmiştir. Çocuklarda veya servikal omurgada zaten kifotik eğriliği olan kişilerde tek başına laminektomi önerilmez. Genel olarak, servikal kanal stenozu, çok seviyeli SSM (>2), ligamentum flavuma bağlı kompresyon ve çok seviyeli OPLL

olan hastalarda laminektomi önerilmiştir. Ancak son on yılda postoperatif kifoz, indirekt dekompresyon, geç dönem instabilite, sinir kökü hasarı ve bağırsak bozuklukları gibi çeşitli komplikasyonlar nedeniyle bağımsız laminektomiden vazgeçilmiştir (11,31).

Füzyonlu Laminektomi

Kifoz gibi bağımsız laminektomi komplikasyonlarını önlemek ve rezidü yapıyı stabilize etmek için füzyonlu laminektomi yapılır. Füzyon, vertebral cisimler arasında (interbody veya anterior füzyon olarak bilinir), kemik laminasına (posterior füzyon), transvers procese (posterolateral füzyon) veya bu füzyon tekniklerinin bir kombinasyonu kullanılarak yapılabilir (42). Füzyonlu laminektomi endikasyonları, korunmuş servikal lordozlu çok seviyeli servikal stenotik miyelopati (≥ 3 seviyeli hastalık) veya instabilite belirtileri olan vakalardır (5). Füzyonun birçok avantajı vardır; örneğin laminektomi sonrası kifoz oluşumunu önleyebilir ve hasta daha önce laminektomi geçirmişse instabilite durumunu iyileştirebilir.

Laminoplasti

Laminoplasti prosedürleri ilk olarak 1970'lerde Japon omurga cerrahları tarafından tanıtıldı ve geliştirilmeye devam ediyor (28). Servikal kanalı genişletme ve posterior elemanların bir kısmını veya tamamını koruma ilkesidir. Laminoplasti için bazı endikasyonlar OPLL, çok seviyeli (>2 vertebra) SSM veya posterior kompresyon ve siringomiyeli ile konjenital spinal stenozdur. Servikal kifoz ve ameliyat öncesi belirgin aksiyal boyun ağrısı olan hastalarda laminoplastiden kaçınılmalıdır (24).

Laminoplasti için en yeni tekniklerden bazıları açık-kapı laminoplasti, sagittal spinöz proces bölme tekniği ve geniş orta hat iplik telli testere (T-aws) tekniğidir (54). Açık kapı tekniğinde menteşe tek taraflı oluşturulur; Fransız kapı modifikasyonunda menteşe iki taraflı oluşturulur. Açık kapı prosedüründe, açma karşı lateral mass-laminer bileşke üzerinde yapılırken, Fransız kapı orta hatta gerçekleştirilir ve omurilik için yeterli alan sağlanır (54).

Seçilen çalışmaların çoğunda, tüm posterior servikal cerrahi prosedürler için nörolojik fonksiyonda belirgin bir iyileşme bildirilmiştir.

Anterior yaklaşımın avantajı, servikal omurganın doğrudan dekompresyonunu sağlayarak hasarlı diske omuriliği bozmadan erişilmesi, artrodez ile stabilizasyonun sağlanması ve aksiyal boyun ağrısının iyi bir şekilde giderilmesidir (40). Kompresyon esas olarak anteriora ise ve sadece 1 ila 2 seviyeyi içeriyorsa, anterior yaklaşım seçilmelidir. Öne 2'den fazla seviye bası yapıldığında anterior yaklaşımın komplikasyon oranı artar, bu nedenle posterior yaklaşım düşünülmelidir. Posterior yaklaşımın daha geniş dekompresyona izin verme avantajı vardır (40).

Posterior yaklaşımın komplikasyonları

Servikal omurganın posterior cerrahisinden kaynaklanan rapor edilmiş komplikasyonlar arasında omurilik ve sinir köklerinin yaralanması, posterior vida fiksasyonu veya enstrümantasyon ile ilgili komplikasyonlar, C5 felci, laminanın geriye yaylanarak kapanması ve postlaminektomi kifozu yer alır (9,11). Nörolojik komplikasyonların genel insidansı %0,18 olarak rapor

edilmiştir ve ciddi servikal kifoz düzeltme vakalarında daha yüksek oranda (%2,6) bildirilmiştir (10,29). C5 disfonksiyonu ameliyatı takiben 20 gün sonra ortaya çıkabilir (71). İyileşme genellikle haftalar, aylar veya 6 yıl gibi uzun sürebilir (63). Prog-resif postoperatif kifoz, geleneksel laminektomiye karşı ana argümanlardan biridir. Çok seviyeli laminektomi sonrası kifoz deformitesi insidansı %20'dir (38). Diğer genel komplikasyonlar arasında yara enfeksiyonu, dural yırtılma ve beyin omurilik sıvısı sızıntısı sayılabilir (9).

Posterior yaklaşımın başarı oranı

Laminektomi ile laminoplastiyi karşılaştırırken, laminoplasti geleneksel laminektomiden daha iyi olma eğilimindedir, ancak büyük ölçüde daha yeni olan minimal invaziv atlamalı laminektomi tekniklerine eşdeğerdir (4).

Kombine Yaklaşım

Özellikle çok seviyeli SSM'yi araştıranlar için, tek bir aşamada veya birden çok aşamada en iyi çözüm olarak kombine bir anterior-posterior yaklaşım önerilmiştir (43). Kombine yaklaşım endikasyonları arasında omurgayı rahatlatmak için osteotomi, enstrüman yetmezliği riski (osteoporozlu yaşlı hastalarda olduğu gibi) ve önceki prosedürlerin komplikasyonları bulunur (32).

Şiddetli osteoporozu olan hastalarda, böbrek hastalığı nedeniyle kemik kalitesi düşük olanlarda veya zayıf kemik füzyonunun beklendiği ağır sigara içicilerinde, kombine bir yaklaşım da bir seçenek olabilir. Belirgin fokal kifozu, posterior patolojisi ve çok seviyeli dekompresyon instabilitesi olan hastalarda da kombine bir yaklaşım düşünülebilir. Yüzüstü pozisyonu tolere edemeyen, aktif posterior enfeksiyon veya boyun dorsal yüzüne daha önce radyasyon uygulanmış hastalarda, kombine bir yaklaşım gözden geçirilmelidir (5).

Çeşitli cerrahi yaklaşımların maliyet-fayda analizi, çeşitli tekniklerin kullanıldığı cerrahi yaklaşımların karşılaştırmalı etkinliği ve uzun vadeli sonuçlar hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır, çünkü bu konuda mevcut bilgiler yetersizdir. Bu nedenle, servikal omurga cerrahisinin sonuçlarıyla ilgili sürekli araştırma yapılması esastır (4). Omurga cerrahisi alanında rastgele kontrollü çalışmaların yapılması çok zor olduğu için, uzun süreli takipli prospektif kayıtlar gelecekteki kararlar için önemli olacaktır (4).

■ PROGNOZU ETKİLEYEN CERRAHİ FAKTÖRLER

Eğer kompresyon 1 veya 2 seviyede ise ameliyat kompresyon bölgesinde yapılmalıdır. Çoğunlukla bir anterior kompresyon vardır ve SSM sadece 1 ila 2 seviye içeriyorsa anterior yaklaşım seçilir. 2'den fazla omur tutulduğunda, anterior yaklaşımın komplikasyon oranı artar, böylece posterior yaklaşım düşünülebilir. Bu durumda karar verici, omurganın eğriliği (veya servikal SVA) ve instabilitenin varlığıdır (64).

■ SONUÇ

SSM ve OPLL de son 10 yıl içinde yapılan kanıt değeri yüksek bazı çalışmalar bu hastalara yaklaşımımızda ve hasta seçiminde bazı netlikler getirmiştir. Ancak hâlâ tartışmalı konular vardır. Bunların yakın gelecekte daha da berraklaşacağını öngörüyoruz.

■ 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 (Phila Pa 1976)* 35:E1083-1087, 2010
2. Alafifi T, Kern R, Fehlings M: Clinical and MRI predictors of outcome after surgical intervention for cervical spondylotic myelopathy. *J Neuroimaging* 17:315-322, 2007
3. Ames CP, Blondel B, Scheer JK, Schwab FJ, Le Huec CH, Massicotte EM, Patel AA, Traynelis VC, Kim HJ, Shaffrey CI, Smith JS, Lafage V: Cervical radiographical alignment: Comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 38(22 Suppl 1):S149-160, 2013
4. 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
5. Bakhsheshian J, Mehta VA, Liu JC: Current diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy. *Global Spine J* 7:572-586, 2017
6. 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
7. Benzel EC, Lancon J, Kesterson L, Hadden T: Cervical laminectomy and dentate ligament section for cervical spondylotic myelopathy. *J Spinal Disord* 4:286-295, 1991
8. Bose B, Sestokas AK, Schwartz DM: Neurophysiological detection of iatrogenic C-5 nerve deficit during anterior cervical spinal surgery. *J Neurosurg Spine* 6:381-385, 2007
9. Cheung JP, Luk KD: Complications of anterior and posterior cervical spine surgery. *Asian Spine J* 10:385-400, 2016
10. Clarke E, Robinson PK: Cervical myelopathy: A complication of cervical spondylosis. *Brain* 79:483-510, 1956
11. Currier BL: Neurological complications of cervical spine surgery: C5 palsy and intraoperative monitoring. *Spine (Phila Pa 1976)* 37:E328-334, 2012
12. 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(3):408-420, 2019
13. Dokai T, Nagashima H, Nanjo Y, Tanida A, Teshima R: Surgical outcomes and prognostic factors of cervical spondylotic myelopathy in diabetic patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 132: 577-582, 2012
14. Edwards WC, LaRocca H: The developmental segmental sagittal diameter of the cervical spinal canal in patients with cervical spondylosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 8:20-27, 1983
15. Emery SE, Bohlman HH, Bolesta MJ, Jones PK: Anterior cervical decompression and arthrodesis for the treatment of cervical spondylotic myelopathy. Two to seventeen-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 80:941-951, 1998

16. Fan D, Schwartz DM, Vaccaro AR, Hilibrand AS, Albert TJ: Intraoperative neurophysiologic detection of iatrogenic C5 nerve root injury during laminectomy for cervical compression myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 27:2499-2502, 2002
17. Fassett DR, Jeyamohan S, Harrop J: Asymptomatic cervical stenosis: To operate or not? *Semin Spine Surg* 19:47-50, 2007
18. Fehlings MG, Ibrahim A, Tetreault L, Albanese V, Alvarado M, Arnold P, Barbagallo G, Bartels R, Bolger C, Defino H, Kale S, Massicotte E, Moraes O, Scerrati M, Tan G, Tanaka M, Toyone T, Yukawa Y, Zhou Q, Zileli M, Kopjar B: A global perspective on the outcomes of surgical decompression in patients with cervical spondylotic myelopathy: Results from the prospective multicenter AOSpine international study on 479 patients. *Spine (Phila Pa 1976)* 40(17):1322-1328, 2015
19. Fehlings MG, Kopjar B, Ibrahim A, Tetreault LA, Arnold PM, Defino H, Kale SS, Yoon ST, Barbagallo GM, Bartels RHM, Zhou Q, Vaccaro AR, Zileli M, Tan G, Yukawa Y, Brodke DS, Shaffrey CI, Santos de Moraes O, Woodard EJ, Scerrati M, Tanaka M, Toyone T, Sasso RC, Janssen ME, Gokaslan ZL, Alvarado M, Bolger C, Bono CM, Dekutoski MB: Geographic variations in clinical presentation and outcomes of decompressive surgery in patients with symptomatic degenerative cervical myelopathy: Analysis of a prospective, international multicenter cohort study of 757 patients. *Spine J* 18(4):593-605, 2018
20. Fujiyoshi T, Yamazaki M, Kawabe J, Endo T, Furuya T, Koda M, Okawa A, Takahashi K, Konishi H: A new concept for making decisions regarding the surgical approach for cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: The Kline. *Spine (Phila Pa 1976)* 33:E990-993, 2008
21. Furlan JC, Catharine Craven B: 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:E6, 2016
22. Gao R, Yang L, Chen H, Liu Y, Liang L, Yuan W: Long term results of anterior corpectomy and fusion for cervical spondylotic myelopathy. *PLoS One* 7:e34811, 2012
23. George B, Zerah M, Lot G, Hurth M: Oblique transcorporeal approach to anteriorly located lesions in the cervical spinal canal. *Acta Neurochir (Wien)* 121:187-190, 1993
24. Ghasemi AA, Behfar B: Outcome of laminoplasty in cervical spinal cord injury with stable spine. *Asian J Neurosurg* 11:282-286, 2016
25. Guilfoyle MR, Seeley H, Laing RJ: The Short Form 36 health survey in spine disease-validation against condition-specific measures. *Br J Neurosurg* 23:401-405, 2009
26. 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* 19:1154-1161, 2019
27. Huang ZY, Wu AM, Li QL, Lei T, Wang KY, Xu HZ, Ni WF: Comparison of two anterior fusion methods in two-level cervical spondylosis myelopathy: A meta-analysis. *BMJ Open* 4:e004581, 2014
28. Hirabayashi K, Watanabe K, Wakano K, Suzuki N, Satomi K, Ishii Y: Expansive open-door laminoplasty for cervical spinal stenotic myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 8:693-699, 1983
29. 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* 20:890-898, 2011
30. Houten JK, Cooper PR: Laminectomy and posterior cervical plating for multilevel cervical spondylotic myelopathy and ossification of the posterior longitudinal ligament: Effects on cervical alignment, spinal cord compression, and neurological outcome. *Neurosurgery* 52:1081-1087, 2003
31. Jain A, Rustagi T, Prasad G, Deore T, Bhojraj SY: Does segmental kyphosis affect surgical outcome after a posterior decompressive laminectomy in multisegmental cervical spondylotic myelopathy? *Asian Spine J* 11:24-30, 2017
32. Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, Hsu WK, Patel AA: Management of degenerative cervical myelopathy - an update. *Rev Assoc Med Bras (1992)* 62:886-894, 2016
33. Johnson RM, Hart DL, Simmons EF, Ramsby GR, Southwick WO: Cervical orthoses. A study comparing their effectiveness in restricting cervical motion in normal subjects. *J Bone Joint Surg Am* 59:332-339, 1977
34. 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 (Phila Pa 1976)* 38(22 Suppl 1):S111-122, 2013
35. Kang Y, Lee JW, Koh YH, Hur S, Kim SJ, Chai JW, Kang HS: New MRI grading system for the cervical canal stenosis. *AJR Am J Roentgenol* 197:W134-140, 2011
36. Karadimas SK, Erwin WM, Ely CG, Dettori JR, Fehlings MG: Pathophysiology and natural history of cervical spondylotic myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 38(22 Suppl 1):S21-36, 2013
37. 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 (Phila Pa 1976)* 39:1488-1497, 2014
38. Kaptain GJ, Simmons NE, Replogle RE, Pobereskin L: Incidence and outcome of kyphotic deformity following laminectomy for cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg* 93 Suppl 2:199-204, 2000
39. 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* 21:1499-507, 2012
40. Klineberg E: Cervical spondylotic myelopathy: A review of the evidence. *Orthop Clin North Am* 41:193-202, 2010
41. Kovalova I, Kerkovsky M, Kadanka Z, Kadanka Jr Z, Nemeš M, Jurova B, Dusek L, Jarkovsky J, Bednarik J: Prevalence and imaging characteristics of nonmyelopathic and myelopathic spondylotic cervical cord compression. *Spine (Phila Pa 1976)* 41:1908-1916, 2016

42. Laiginhas AR, Silva PA, Pereira P, Vaz R: Long-term clinical and radiological follow-up after laminectomy for cervical spondylotic myelopathy. *Surg Neurol Int* 6:162, 2015
43. Li X, Jiang L, Liu Z, Liu X, Zhang H, Zhou H, Wei F, Yu M, Wu F: Different approaches for treating multilevel cervical spondylotic myelopathy: A retrospective study of 153 cases from a single spinal center. *PLoS One* 10:e0140031, 2015
44. Liu JK, Das K: Posterior fusion of the subaxial cervical spine: Indications and techniques. *Neurosurg Focus* 10:E7, 2001
45. 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* 23:3697-705, 2017
46. 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, 2015
47. Matsuyama Y, Kawakami N, Yanase M, Yoshihara H, Ishiguro N, Kameyama T, Hashizume Y: Cervical myelopathy due to OPLL: Clinical evaluation by MRI and intraoperative spinal sonography. *J Spinal Disord Tech* 17:401-404, 2004
48. 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
49. Mummaneni PV, Kaiser MG, Matz PG, Anderson PA, Groff M, Heary R, Holly L, Ryken T, Choudhri T, Vresilovic E, Resnick D, Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons: Preoperative patient selection with magnetic resonance imaging, computed tomography, and electroencephalography: Does the test predict outcome after cervical surgery? *J Neurosurg Spine* 11:119-129, 2009
50. Nagoshi N, Tetreault LA, Nakashima H, Nouri A, Arnold P, Zileli M, Tan G, Kopjar B, Fehlings MG: Do caucasians and East Asians have different outcomes following surgery for the treatment of degenerative cervical myelopathy?: Results from the prospective multicenter AOSpine international study. *Spine (Phila Pa 1976)* 41(18):1428-1435, 2016
51. Nardone R, Höller Y, Brigo F, Frey VN, Lochner P, Leis S, Golaszewski S, Trinka E: The contribution of neurophysiology in the diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy: A review. *Spinal Cord* 54:756-766, 2016
52. Nikolaidis I, Fouyas IP, Sandercock PA, Statham PF: Surgery for cervical radiculopathy or myelopathy. *Cochrane Database Syst Rev* 2010(1):CD001466, 2010
53. 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
54. Park AE, Heller JG: Cervical laminoplasty: Use of a novel titanium plate to maintain canal expansion-surgical technique. *J Spinal Disord Tech* 17:265-271, 2004
55. Park HJ, Kim SS, Chung EC, Lee SY, Park NH, Rho MH, Choi SH: Clinical correlation of a new practical MRI method for assessing cervical spinal canal compression. *AJR Am J Roentgenol* 199:W197-201, 2012
56. Parthiban J, Alves OL, Chandrachi KP, Ramani P, Zileli M: Value of surgery and nonsurgical approaches for cervical spondylotic myelopathy: WFNS spine committee recommendations. *Neurospine* 16(3):403-407, 2019
57. Passias PG, Marascalchi BJ, Boniello AJ, Yang S, Bianco K, Jalai CM, Worley NJ, Horn SR, Lafage V, Bendo JA: Cervical spondylotic myelopathy: National trends in the treatment and perioperative outcomes over 10 years. *J Clin Neurosci* 42:75-80, 2017
58. Rao A, Soliman H, Kaushal M, Motovylyak O, Vedantam A, Budde MD, Schmit B, Wang M, Kurpad SN: Diffusion tensor imaging in a large longitudinal series of patients with cervical spondylotic myelopathy correlated with long-term functional outcome. *Neurosurgery* 83:753-760, 2018
59. Resnick DK, Anderson PA, Kaiser MG, Groff MW, Heary RF, Holly LT, Mummaneni PV, Ryken TC, Choudhri TF, Vresilovic EJ, Matz PG, Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons: Electrophysiological monitoring during surgery for cervical degenerative myelopathy and radiculopathy. *J Neurosurg Spine* 11:245-252, 2009
60. Rhee JM, Heflin JA, Hamasaki T, Freedman B: Prevalence of physical signs in cervical myelopathy: A prospective, controlled study. *Spine (Phila Pa 1976)* 34:890-895, 2009
61. 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 (Phila Pa 1976)* 38(22 Suppl 1):S55-67, 2013
62. Sakaura H, Miwa T, Kuroda Y, Ohwada T: Surgical outcomes after laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy in patients with renal dysfunction and/or aortic arch calcification. *J Neurosurg Spine* 25:444-447, 2016
63. Satomi K, Nishu Y, Kohno T, Hirabayashi K: Long-term follow-up studies of open-door expansive laminoplasty for cervical stenotic myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 19:507-510, 1994
64. 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
65. Singh A, Crockard HA: Comparison of seven different scales used to quantify severity of cervical spondylotic myelopathy and post-operative improvement. *J Outcome Meas* 5:798-818, 2001
66. Sinha S, Jagetia A: Bilateral open-door expansive laminoplasty using unilateral posterior midline approach with preservation of posterior supporting elements for management of cervical myelopathy and radiculomyelopathy-analysis of clinical and radiological outcome and surgical technique. *Acta Neurochir (Wien)* 153:975-984, 2011

67. Smith JS, Lafage V, Ryan DJ, Shaffrey CI, Schwab FJ, Patel AA, Brodke DS, Arnold PM, Riew KD, Traynelis VC, Radcliff K, Vaccaro AR, Fehlings MG, Ames CP: Association of myelopathy scores with cervical sagittal balance and normalized spinal cord volume: Analysis of 56 preoperative cases from the AOSpine North America Myelopathy study. *Spine (Phila Pa 1976)* 38(22 Suppl 1):S161-170, 2013
68. 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 (Phila Pa 1976)* 38(22 Suppl 1):S89-110, 2013
69. 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. *Global Spine J* 7(3 Suppl):28S-34S, 2017
70. Tetreault LA, Nouri A, Singh A, Fawcett M, Fehlings MG: Predictors of outcome in patients with cervical spondylotic myelopathy undergoing surgical treatment: A survey of members from AOSpine International. *World Neurosurg* 81:623-633, 2014
71. Uematsu Y, Tokuhashi Y, Matsuzaki H: Radiculopathy after laminoplasty of the cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 23:2057-2062, 1998
72. 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 (Phila Pa 1976)* 32:342-347, 2007
73. Wang Y, Wang W, Zhu M, Wang J, Zhou Y, Huang K, Wang J, Teng H: Cervical spondylotic myelopathy patients with prior cerebral infarction: Clinical characteristics, surgical outcomes and prognostic value of "prior cerebral infarction". *Clin Neurol Neurosurg* 175:34-39, 2018
74. Yarbrough CK, Murphy RK, Ray WZ, Stewart TJ: The natural history and clinical presentation of cervical spondylotic myelopathy. *Adv Orthop* 2012:480643, 2012
75. You JY, Lee JW, Lee E, Lee GY, Yeom JS, Kang HS: MR classification system based on axial images for cervical compressive myelopathy. *Radiology* 276:553-561, 2015
76. Yu L, Zhang Z, Ding Q, Li Y, Liu Y, Yin G: Relationship between signal changes on T2-weighted magnetic resonance images and cervical dynamics in cervical spondylotic myelopathy. *J Spinal Disord Tech* 28:E365-367, 2015
77. Zhu B, Xu Y, Liu X, Liu Z, Dang G: Anterior approach versus posterior approach for the treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy: A systemic review and meta-analysis. *Eur Spine J* 22:1583-1593, 2013
78. Zileli M: Recommendations of WFNS spine committee. *Neurospine* 16(3):383-385, 2019
79. 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(3):386-402, 2019
80. 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
81. Zileli M, Parthiban J: Cervical Spondylotic Myelopathy and Ossification of Posterior Longitudinal Ligament: WFNS Spine Committee Book. Thieme Publishers, 2021