



Servikal Spinal Dejeneratif Hastalıklarda Radyolojik Değerlendirme

Radiologic Evaluation in Degenerative Disease of the Cervical Spine

Yunus Emre ŞENTÜRK, Ali Yusuf ÖNER

Koç Üniversitesi Hastanesi, Radyoloji Bölümü, İstanbul, Türkiye

Yazışma adresi: Yunus Emre ŞENTÜRK ✉ ysenturk@kuh.ku.edu.tr

ÖZ

Servikal spondiloz, servikal vertebra, intervertebral disk ve ligamentöz yapıların yaşlanmanın potansiyel sonucu olarak progresif dejenerasyonunu anlatan genel bir tanımdır. Erişkin yaş grubunda boyunda rijidite, radiküler ağrı veya myelopati gibi klinik bulguların en sık sebebidir. Ağrı veya nörolojik defisitlerin oluşumunda servikal diskopati, osteofit gelişimi, uncinat proses hipertrofisi, ligament kalsifikasyonu, bozulmuş servikal aks ya da faset hipertrofisinin değişken düzeylerde katkısı olabilir. Bu hastalar bütüncül klinik yaklaşım prensibi ile ele alınıp uygun algoritma ve yeterli teknikte radyolojik görüntüleme ile değerlendirildiklerinde servikal spondiloz katkıda bulunan dejenere olmuş temel anatomik yapılar, nörolojik defisit kökeni ve seviyesini başarılı bir şekilde gösterilebildiği gibi, benzer klinik tabloya sebep olabilen servikal spondiloz dışı etiyolojiler de yüksek güven indeksi ile dışlanabilir. Rutin klinik pratikte görüntüleme yöntemleri giderek artan bir yaygınlık ve sıklık ile servikal spondilozla ilintili myelopati ve benzeri morbiditelerin gerek prognostik değerlendirme, gerekse tedavi yanıtı öngörüsünde kullanılmaktadır. Güncel literatürde, özellikle spondiloz ilintili myelopatilerin prognostik değerlendirme ve tedavi sonrası yeterli klinik yanıt öngörü etkinliğini artırmada, rutin servikal MRG'ye ilave gerçekleştirilen kantitatif MRG tekniklerinin önemini gösterir veriler hızla birikmektedir. Bu bilgiler ışığında, yakın gelecekte kantitatif MRG yöntemlerinin, cerrahi faydanın sorgulanabilir olduğu durumlara veya aşikâr klinik myelopatinin spinal kord görüntüleme bulgularına yansımadağı olguların değerlendirilmesinde yaygınlaşarak, rutin görüntüleme prosedürlerine dahil olacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Servikal vertebra, Spondiloz, İntervertebral disk, Longitudinal ligamentler, Spinal kord, Spinal sinir kökleri, Myelopati

ABSTRACT

Cervical spondylosis is a common term, indicating progressive degeneration of cervical vertebral bodies, intervertebral disc herniation, and thickening of adjacent ligamentous structures as with aging. It is considered to be the main vertebral abnormality causing neck rigidity, discomfort, shooting-type radicular pain as well as myelopathy in adults. Disc herniation and other degenerative changes including uncinat process hypertrophy, osteophyte formation, ligament calcification, cervical malalignment, and facet joint arthrosis can variably contribute to neural foraminal or central canal narrowing. Appropriate cervical MRI with relevant clinical evaluation can elucidate the major anatomic structures involved in spondylosis, and identify the level of the pain generator and source implicated with the concurrent neurologic deficit. Cervical MRI also plays an important role in ruling out non-spondylosis pathologies that might have similar clinical presentations, with a high level of confidence. Furthermore, in addition to conventional cervical MRI, there are new preliminary studies showing the efficacy of multimodality-based quantitative cervical MRI, particularly in the potential clinical outcome and prognosis prediction, by deriving data from implicated cord signal abnormalities. This is thought to be a promising method in cases with equivocal potential surgical benefit or patients with normal spinal cord signal patterns despite overt clinical myelopathy as a presenting symptom.

KEYWORDS: Cervical vertebrae, Spondylosis, Intervertebral disc, Longitudinal ligaments, Spinal cord, Spinal nerve roots, Myelopathy

■ GİRİŞ

Servikal spondiloz, progresif dejeneratif servikal omurga hastalığı olup spinal kord disfonksiyonun bilinen en sık sebebidir (57). 55 yaş ve üstünde hafiften ağıra servikal myelopati veya radikülopatinin en sık sebebi olup hospitalizasyon ve füzyon cerrahisi gerektiren hasta grubu yıllar içerisinde artış göstermektedir (30). Progresif osteokartilajinöz dejenerasyon yaşlanmanın bir sonucu olsa da belirli hasta grubu semptomatik olabiliyor. Popülasyon temelli yapılmış çalışmalarda 50 yaş grubuna ait MRG incelemelerinin, olguların %80 - 90'ında, hafiften ağıra dağılan spektrumda servikal spondiloz bulguları gösterdiği tespit edilmiştir. Servikal spondiloz kaynaklı kronik boyun ağrısı, rijidite, ekstremitelere yayılan radiküler ağrılar, kord myelopatisi ile ilişkili spastisite veya ekstremitelere motor defisitleri, görüntülemeye başvurmadan klinik öykü ve detaylı nörolojik muayeneler ile saptanabilir. Ancak görüntüleme yöntemlerinin kullanılması, nonspondilolitik potansiyel spinal patolojileri saptamak, spondilozun anatomik bileşenlerini detaylandırmak veya gerekli hasta grubunda cerrahi planlamak açısından klinik pratikte oldukça faydalıdır. Persistan boyun, omuz, kol ağrısı olan olgularda; ön-arka, lateral veya dinamik radyografiler ilk görüntüleme basamağı olarak önerilmektedir (15). Kısa ve ucuz bir yöntem olan radyografi; vertebral dizilim anomalisi veya eşlik eden kemik dejenerasyonu haritalandırmada kullanılabilir. Ancak progresif nörolojik defisit veya myelopati düşündürülen en az bir klinik bulgu varlığında, servikal spinal MRG kuvvetle önerilmektedir (45).

Klasik servikal spinal MRG protokolü sagittal ve aksiyal olmak üzere iki temel ekseninde yapılmaktadır. Sagittal ekseninde en kranialde kafa kaidesi, en kaudalde minimum T2 vertebra gövdesi alt sınırı, ventralde özefagus anterior sınırı, dorsalde ise paraspinal kasları ve yumuşak dokuları içerecek şekilde olmalıdır. Sagittal planlarda aerodigestif trakt havasının oluşturduğu manyetik inhomojenite ve vasküler pulsasyonları ortadan kaldırmak için özefagus ventrali sınırını alacak şekilde geniş sagittal saturasyon bandları konulması görüntünün kontrast rezolüsyonunu arttırmak adına önemlidir. Aksiyal planın olabildiğince dar görüntüleme alanında yapılması yüksek uzaysal çözünürlük sağlayabilmek için önemlidir. Klasik spin-eko T2 tekniği BOS pulsasyon artefaktlarına açık olduğundan,

disk patolojilerinin değerlendirilmesinde gradient-eko temelli sekanslar tercih edilmektedir (T2*, T2-FFE vb.). Gradient-eko sekansların sağlayamadığı spinal kord ve kemik iliği/yumuşak doku sinyal bilgisini elde edebilmek için, sırasıyla aksiyal planda kesintisiz T2-SPACE ve sagittal planda STIR (short tau inversion recovery) sekansları servikal spinal MR protokolüne eklenmelidir. Servikal spondiloz için rutin pratikte kullanılan MR protokol örneği Tablo I'de sunulmaktadır. Gereklik durumunda koronal yağ baskılı-T2A, radikülopati veya spinal kök basısı şüphesine yönelik nöral foramenlere ortogonal bilateral oblik T2A seriler rutin protokole eklenebilir.

Servikal Spinal Radyolojik Anatomi ve Dejenerasyonun Bileşenleri

Normal servikal aks lordotiktir. Servikal spinal kanal, ventralde posteryor longitudinal ligament (PLL), dorsalde ligamentum flavum ve lamina, lateralde pediküller tarafından çevrelenir. Servikal spinal kanal çapı yaşa, cinsiyete ve seviyeye göre değişkenlik gösterir. Örnek vermek gerekirse, normal kanal çapı C3-4 disk seviyesinde 2. dekatta 12.7-14.6 mm, 7. dekatta ise 10.8-13.5 mm aralığındadır (22, 42).

'Servikal dejenerasyon', servikal spinal kolonun ana destek yapısını oluşturan intervertebral disk, vertebra gövdesi, unkovertebral prosesler, faset eklemler, posterior longitudinal ligament (PLL), ligamentum flavum (LF) bileşenlerinden herhangi biri veya tümünde morfolojik değişimi kapsayan genel bir terimdir (46). Dejenerasyon fizyolojik servikal lordozda bozulma, uç plaklarda deformasyon, diskin sıvı bileşeninde azalma ve yükseklik kaybı ile başlamaktadır. Dejenerasyon ilerledikçe anulus fibrosus hasarı, takiben disk herniasyonu meydana gelir. Servikal omurganın maruz kaldığı orantısız yük arttıkça osteofit formasyonu ve faset hipertrofisi eklenir. Tariflenen morfolojik değişikliklerin hepsi 'spondiloz' olarak tanımlanmaktadır. Ağır dejenerasyonda bunlara vertebral instabilite ve spondilolistezis ilave olabilir (2,14).

İntervertebral disk hastalığı

İntervertebral disk avaskülerdir. Oksijenasyon ve nütrisyonu vertebra platoları aracılığı ile sağlanır. Yaşlanma ve sigara kullanımı gibi etmenler neticesinde bu destek bozulur ve erken erişkin yaş grubundan itibaren popülasyonda disk santralinde dehidratasyonu düşündürülen MR sinyal özellikleri gözlemlenir

Tablo I: Servikal Spondiloz İçin Rutin MRG Protokolü

Sekans	Düzlem	FOV	Kesit kalınlığı/aralığı
T1A FSE	Sagittal	220x100 mm	3mm/0.3mm
T2A FSE	Sagittal	220x100 mm	3mm/0.3mm
STIR	Sagittal	220x100 mm	3mm/0.3mm
T2*	Aksiyal (disklere yönelik)	180x100 mm	3.5mm/0.5mm
T2-Space	Aksiyal	180x100 mm	2.2mm/0mm
T2A (**)	Sagittal oblik	200x100 mm	2mm/0.2mm
T2A yağ baskılı (**)	Koronal	200x100 mm	2mm/0.2mm

(**)Gerekliklik durumunda.

(35). Dejenerasyonun oluşturduğu benzer görünümünden ayırımı için, tüm radyolojik incelemelerde temel prensip olduğu üzere, görüntüleme bulgularının klinik ile birlikte değerlendirilmesi esastır. Dejeneratif süreçte öncelikle, diskte çok emilimini sağlayan nükleus pulposus dehidre olur, neticede nükleus pulposus ve anulus fibrosus ayrımı kaybolur. Ardından disk mesafesi daralır ve disk materyali sınırları dışına veya kanal içerisine fıtıklaşır. Sağlıklı bireylerde nükleus pulposus, anulus fibrozusa göre T1 ve T2A görüntülerde hiperintensdir. Doğal yaşlanma süreciyle, genellikle 3-4. dekatlarda nükleus pulpozusun jelatinoz proteoglikan matriksi dehidre olur, yerini fibrotik dokuya bırakır (54). Aslında fizyolojik olan bu yaşlanma süreci devam ederek zamanla disk yüksekliğinde azalma, anulus fibrozus yırtığı ve disk materyalinin herniasyonu ile sonuçlanır. Disk materyalindeki bu değişiklikler neticesinde diskte meydana gelen şekil ve konum değişikliklerine ait görüntüleme bulgularının radyolog ile klinisyen arasında ortak bir dil kullanılarak tanımlanması büyük önem arz etmektedir. Bu terminoloji günümüze kadar değişiklikler göstermiş olup, NASS (North American Spine Society), ASSR (The American Society of Spine Radiology) ve ASNR (American Society of Neuroradiology) öncülüğünde, tüm spinal düzlemler için geçerli, ama özellikle lomber bölge disk patolojilerinin adlandırılmasına yönelik kılavuzlar oluşturulmuştur. Günümüzde lomber disk adlandırmasında, bu üçlü ortak çalışma grubuna ait kılavuzun 2014 senesinde gözden geçirilmiş versiyonu kullanılmaktadır (12). Servikal bölge disk patolojilerinin adlandırılması için bu şekilde düzenlenmiş bir kılavuz henüz olmamakla birlikte, bahsi geçen ortak çalışma grubuna ait terminolojinin uyarlanarak kullanılması yaygın kabul görmektedir (Tablo II). Bu terminoloji ile isimlendirilmiş farklı tiplerde servikal disk patolojileri Şekil 1'de örneklendirilmiştir. Önerilen bu sınıflama disk morfolojisi temelli bir adlandırmadır. Bununla beraber rutin güncel servikal MRG ile morfolojinin yanısıra disk içeriği hakkında da bilgi sahibi olmak mümkündür. Bu bilginin klinisyene aktarımı

için, diskin nükleer bileşenin herniye olduğu akut ödemli disk ekstrüzyonları veya diskin kist formasyonu oluşturarak fıtıklaşması gibi durumları tanımlamada morfolojik adlandırmaya ek olarak 'yumuşak disk' tanımlaması kullanılabilir. 'Sert disk' fıtıklaşmaları ise, taşmış diskin kalsifikasyonu veya komşu apofizeal osteofit ile birlikte diskin herniye olduğu durumlarda kullanılabilir (12).

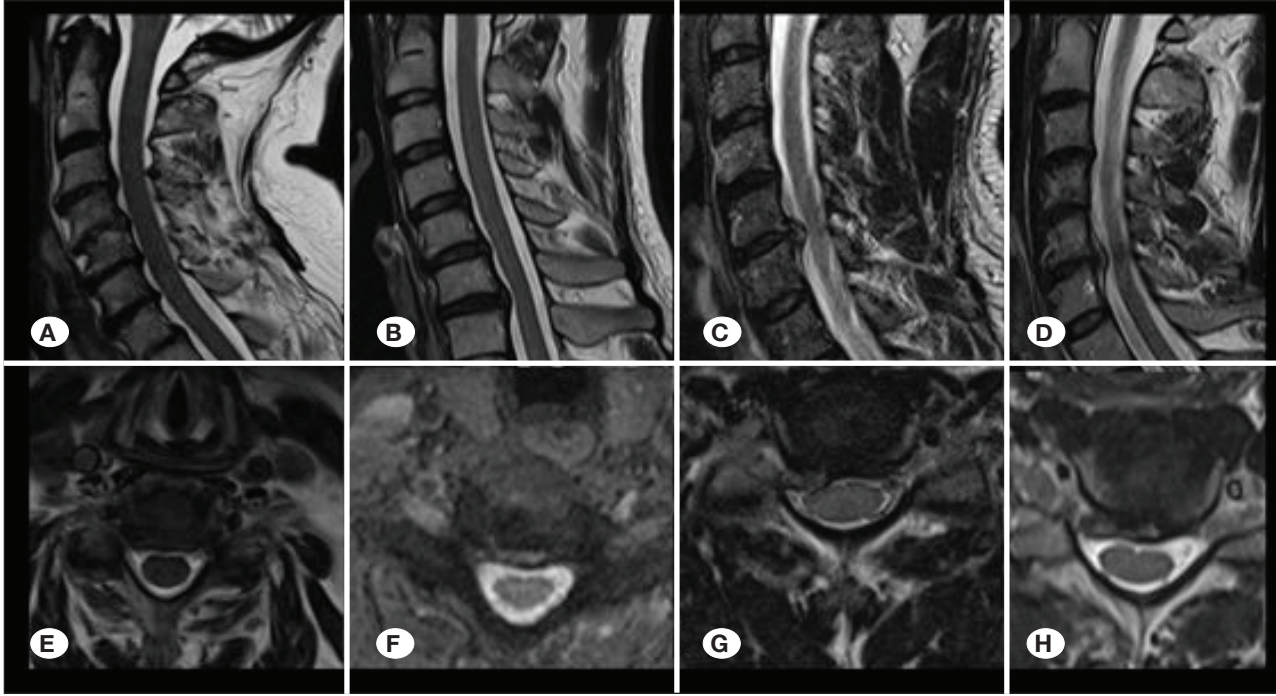
Vertebral kemik ve kemik iliği değişiklikleri

Vertebra gövdesi üzerinde dinamik veya statik kuvvetlerin şiddetli olduğu durumda, öncelikle uç platoların ön-arka uzunluğunda artış ve düzleşme şeklinde remodeling, takiben vertebralarda yükseklik kaybına sebep olur. Uç platolardaki dejeneratif düzleşme ve çap artışı progresyonu sonucunda vertebra köşelerde osteofitik sivrileşmeler meydana gelir. C5-C6 intervertebral disk komşuluğundaki end platolar, servikal omurgada bu değişime en yatkın bölgedir (44). Morfolojik değişimin yanısıra, uç plato matriksindeki içeriksel değişimde MRG ile izlenebilmektedir. Bu değişiklikler, tanımlayan kişiye atfen *Modic sınıflaması* ile tanımlanmaktadır. *Modic Tip-1* değişiklik fibrovasküler dejenerasyon ve inflamasyonu (kemik iliği ödemi), *Modic Tip-2* değişiklik lokal yağ replasmanını, *Modic Tip-3* reaktif osteosklerozu ve karşılık gelen görüntüleme bulgularını betimlemektedir (Tablo III), (40). *Modic Tip-1* inflamatuvar uç plato değişikliğinin akut servikal ağrı sebebi olabileceği noktasında literatürde yeterli kanıt düzeyi yoktur. Bazı olgularda uç platodaki dejenerasyonu sonucunda disk materyalinin uç plak içerisine intravertebral herniasyonu izlenmekte olup Schmorl's nodülü olarak adlandırılmaktadır (36). İntravertebral çentiklenme veya nodüler herniasyon çevresinde sklerotik kenarlarda oluşabilmektedir. Ancak servikal dejeneratif myelopatide klinik önemi halen belirsizdir (65). *Modic tip* değişikliklerin tanınması, benzer sinyal değişiklikleri ile prezante olabilen dejenerasyon harici enfeksiyöz veya infiltratif spinal patolojilerin radyolojik olarak ayırılmasında önem kazanmaktadır. Şekil 2'de

Tablo II: Servikal İntervertebral Disk Hastalığı Terminolojisi

Terim	Tanım
i. Normal Disk	Santralde nükleus pulposus, ve onu tümüyle çevreleyen anulus fibrozus. Kranial ve kaudal sınırları end platolar, en dış sınırları ise vertebra apofizlerinden geçen düzlem tarafından sınırlanmıştır.
ii. Bulging disk	Tüm disk çevresinin en az %25'i oranında geniş tabanlı spinal kanal içerisine disk herniasyonlarında kullanılır.
<i>Simetrik</i>	Bulging disk tüm bileşenleri boyunca difüz taşmış ise kullanılır.
<i>Asimetrik</i>	Bulging disk santral kanala göre sağa ya da sola asimetrik patern gösteriyor ise kullanılır.
iii. Protrüzyon	Herniye disk boynu, tüm disk çevresinin %25'inden az olduğu durumlarda kullanılır.
iv. Ekstrüzyon	Fokal taşmış diskin en az bir boyutu (derinliği), herniye disk boynundan büyük olduğu herniasyonlarda kullanılır.
<i>Migrasyon</i>	Ekstrüde diskin komşu end-plato seviyesini geçerek süperiora ya da inferyora migrasyon göstermesi
<i>Sekestrasyon</i>	Migrasyon göstermiş disk parçasının, disk boynu ile bağlantısının olmaması. Çoğunlukla posteryor longitudinal ligamenti aşarak yer değiştirmesi.
<i>İntratekal migrasyon</i>	Sekestre olmuş diskin intradural kompartmana yer değiştirmesi.

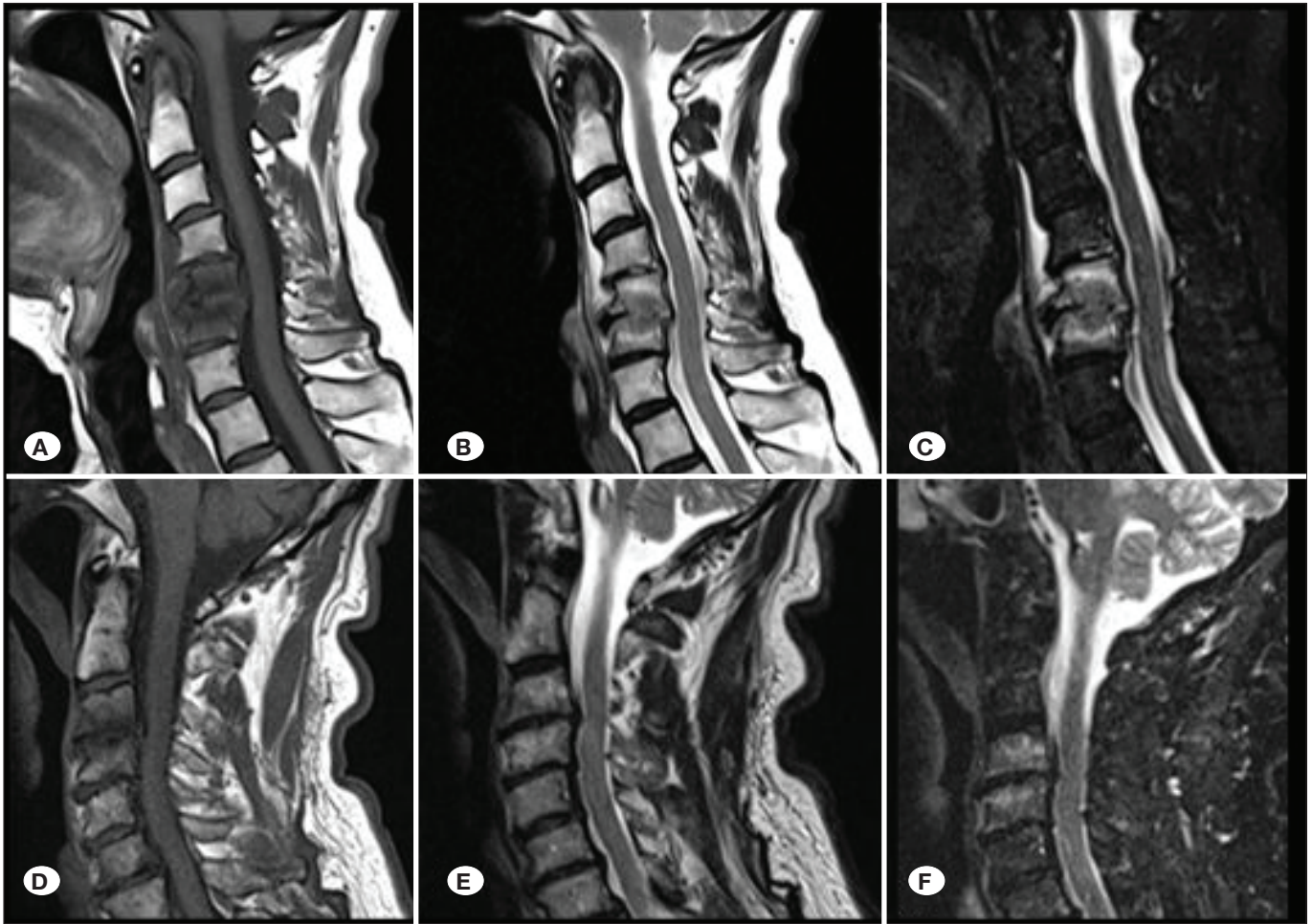
- 12 numaralı referanstan uyarlanmıştır.



Şekil 1: Servikal Diskopati. Dört farklı olguya ait T2A sagittal görüntüler üst sırada, karşılık gelen T2A aksiyal görüntüler ise alt sırada olacak şekilde sunulmaktadır. **(A) ve (E)**, servikal düzeyde çoklu seviyede disk taşmaları izlenirken, bunlardan C5-C6 intervertebral disk bulginginin anterior subaraknoid mesafeyi ve nöral foramenleri daralttığı dikkati çekmekte. **(B) ve (F)**, C6-C7 intervertebral diskinin geniş tabanlı protrüzyonu. Aksiyal serilerde taşan disk bileşeninin disk çevresine oranı %25 sınırının altında olduğu için protrüzyon olarak adlandırılmakta. **(C) ve (G)**, C5-C6 intervertebral diskinin sağ foraminal-subartiküler yumuşak tipte ekstrüzyonu. Aksiyal serilerde **(G)** ekstrüde diskin spinal kord sağ yarısı ventraline teması izleniyor. **(H)**, C5-C6 intervertebral disk sekestasyonu. Ekstrüde diskin sağ C5-C6 nöral foramen çıkışına uzanan sekestre olmuş bileşeni nöral foramen çıkışını daraltmakta. **(D)**, Sekestre diskal yapı posterior longitudinal ligament tarafından çevrelenmiş.

Tablo III: Spondilozda Vertebral Plato Kemik İliği Değişiklikleri ve Modic Sınıflaması

Modic Tip-1 (Ödem ve inflamasyon)			
	T1 hipointens	T2 hiperintens	STIR hiperintens
	Modic Tip-2 (Yağlanma)		
T1 hiperintens		T2 hiperintens	STIR izointens
Modic Tip-3 (Skleroz)			
	T1 hipointens	T2 hipointens	STIR hipointens



Şekil 2: Modic Tip-1 ve pyojenik spondilodiskit. 65 yaşında bakteriel spondilodiskit olgusuna ait, sırasıyla sagittal planda elde olunmuş T1A, T2A ve STIR görüntüleri (**A, B ve C**). C5-C6 diskinde yükseklik kaybı, patolojik sinyal değişikliklerinin yanı sıra, diske komşu vertebrada belirgin T1 hipointensite ve prevertebral silik yumuşak doku ödemi izlenmekte. Aynı seviyede plato ve disk ayrımının tüm serilerde kaybolduğu da dikkat çekmekte. Modic tip-1 dejenerasyon olgusuna ait, sırasıyla sagittal planda elde olunmuş T1A, T2A ve STIR görüntüleri (**D, E, F**). (D,E), C3-C4 diskinde, bir önceki olgu ile benzer şekilde yükseklik kaybı, diskte patolojik sinyal değişiklikleri ve platolarda osteofitik sivrileşmeler izlenmekte. Plato ile disk ayrımının korunması, erozyon yokluğu, STIR görüntülerde platoya komşu lineer hiperintensitelerin tespit edilmesi ve paravertebral, epidural ödem olmaması, olgunun enfeksiyöz etiolojiden uzaklaşarak, Modic Tip-1 kemik iliği değişikliği ile giden servikal spondiloz tanısına olanak vermekte.

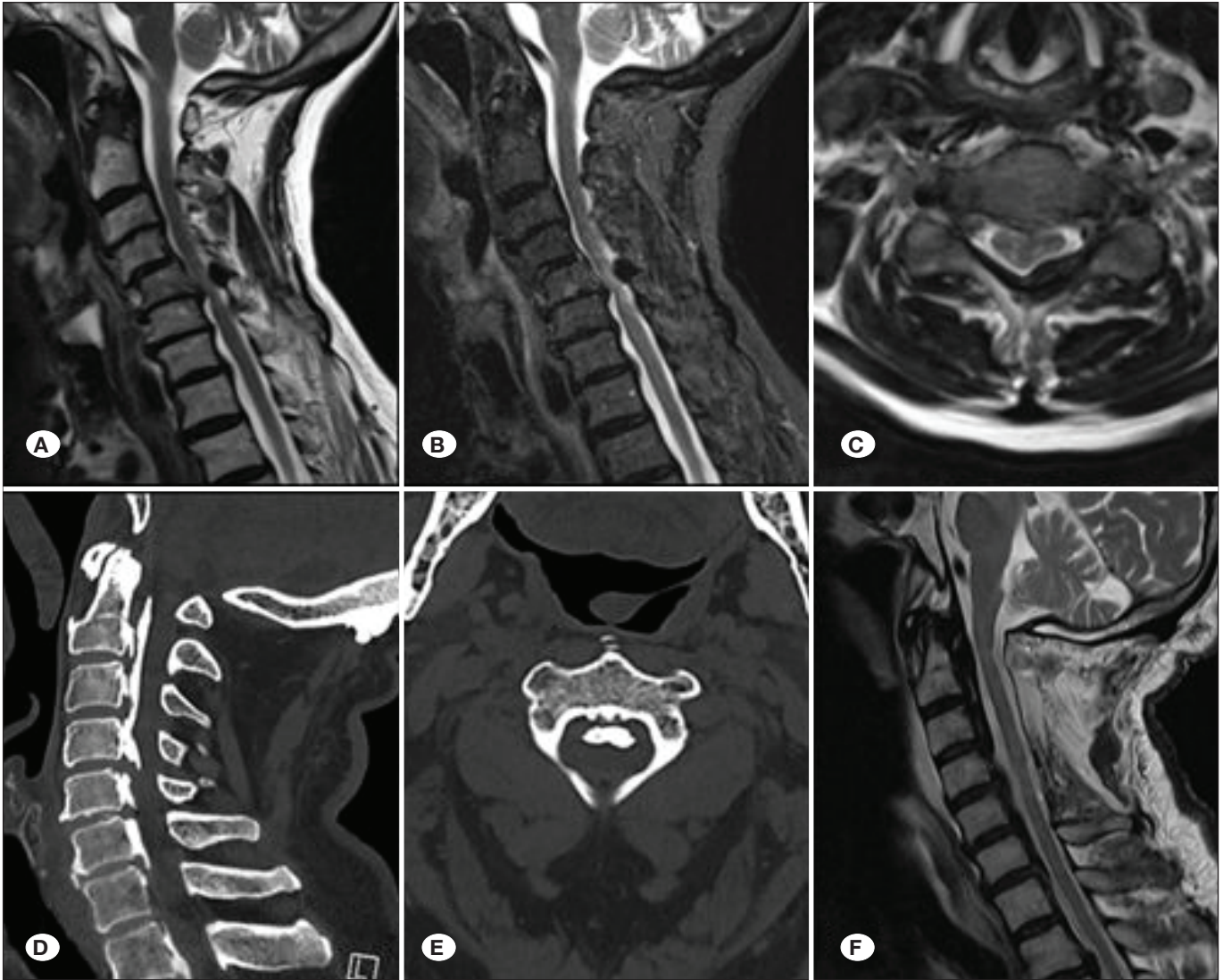
Modic tip-1 değişiklik ve bakteriyel spondilodiskite ait MRG bulguları, benzerlikleri ve ayırmda önemli olabilecek nüanslar gösterilmektedir.

PLL ve LF dejenerasyonu

PLL ve LF, progresif spondiloz sürecinde kalınlaşıp kalsifiye olabilen ana stabilizör ligamentlerdir. Hipertrofi ve osifikasyon sonucunda diskal patolojilerin yanı sıra, santral kanalı daraltan ana bileşen olabilirler (Şekil 3), (46). PLL hipertrofi ve kalsifikasyonu sonucunda spinal kordun anterior kompresyonu meydana gelebilir. Hipertrofiye PLL, T1A ve T2A serilerde vertebra gövdesi posterior konturunun hemen dorsalinde, çoklu seviyede devamlılık gösteren hipointens şerit şeklinde seçilebilir. Ancak MR incelemede PLL kalsifikasyonunu tanımak kolay olmayabilir. İnamasu ve ark. MR incelemenin PLL osifikasyonunu tanımda hassasiyetini %49 olarak tanımlamıştır (21). Servikal spinal kolonda sıkça karşılaşılan diğer

spondilolitik değişiklikler olmadan anterior subaraknoid mesafenin silinmesi veya anterior kord indentasyonu var ise özellikle PLL kalsifikasyonu açısından yüksek şüphe belirtilmelidir. Kesin tanı lateral servikal radyografi ya da tercihan servikal BT ile kolaylıkla konulabilir. PLL dejenerasyon prevalansı etnik farklılıklar göstermekle birlikte Doğu Asya ırkında yüksektir. Asya ırkında 30 yaş altı popülasyonda %1.9-4.3 oranında, genellikle sporadik, hafif kalınlıktan nodüler kalsifikasyona varan PLL değişiklikleri bildirilmektedir (59). PLL kalsifikasyonlarının görüntüleme morfolojik kategorizasyonu çabaları dahilinde Tetreault ve ark. BT görünümünü; *devamlı, kesintili, tepe, plato, kare, yuvarlak, düzensiz*, MR görünümünü ise; *triangular, gözyaşı ve bumerang* benzeri paternler şeklinde tanımlamıştır (61).

PLL kalsifikasyonunun aksine, LF dejenerasyonunun tek başına oluşması nadir olup, genellikle osseoz veya diskal bileşen-



Şekil 3: Ligamentöz dejenerasyon. 61 yaşında erkek olguya ait sagittal planda T2A (A) ve STIR (B) görüntüleri C5-C6 diski seviyesinde spinal kordu posteriordan basılayarak ligamentum flavum kalsifikasyonunu göstermekte. Bu düzlemde geçen T2A aksiyal (C) görüntüde, kordun sol dorsolateralden ağırlıklı olarak basıldığı açıkça izlenmekte. Spinal stenozun kordda kalibrasyon incelenmesi ve myelomalaziye neden olduğu dikkati çekmekte. 65 yaşında myelopatik şikayetleri olan kadın olgunun sagittal (D), aksiyal (E) planlarda kemik penceresinde rekonstrükte BT görüntülerinde kalın cidarlı, kanalı daraltan posterior longitudinal ligament kalsifikasyonu izlenmekte. Aynı hastanın dekompresif cerrahi sonrası sagittal T2A (F) görüntülerinde PLL kalsifikasyonu sinyalsiz olarak izlenirken, kordda dekompresyona rağmen sebat eden myelomalazi ve fokal kalibrasyon incelenmesi şeklinde sekel myelopatik değişiklikler gözlenmekte. Olguda da izlendiği üzere dekompresif cerrahi aday spinal dar kanal vakalarında, tedavi yanıt takibi için olduğu kadar, prognostik öngörü için de preoperatif dönemde olası myelopatik değişikliklerin MRG ile tespiti önem arz etmektedir.

lerde belirli düzeye ilerlemiş spinal dejenerasyon olgularında spinal stenozu katkı sağlayan ek unsur olarak karşımıza çıkar (46). LF ossifikasyonu olgularına ait posteryor dekompresyon cerrahi spesimenlerinde laminal kemik formasyonlarının kartilaj proliferasyonu ve encondral ossifikasyonun farklı aşamaları dikkati çekmiş, LF kalsifikasyonu kollajen bundle arasında tanımlanmıştır. Servikal kolondaki prevalansı torasik kolona göre çok daha az olan LF kalsifikasyonlarının neredeyse tümü C5-C7 seviyeleri arasında görülür (38). Özellikle 6-7. dekat kadınların hastalığı olup, MRG' de T1A ve T2A hipointens sinyal özelliğinde noduler veya plak tarzında LF kalsifikasyonları

dorsal subaraknoid boşluğu silerek statik veya dinamik kord indentasyonu yapabilir (62). LF kalınlaşmasının yanında cerrahi plan açısından kalsifikasyon varlığının bilinmesi ve spesifik olgularda önem arz ettiği unutulmaması gereken bir husustur. Bu durumda başvurulacak en doğru görüntüleme yöntemi servikal BT'dir.

Servikal dizilim (alignment)

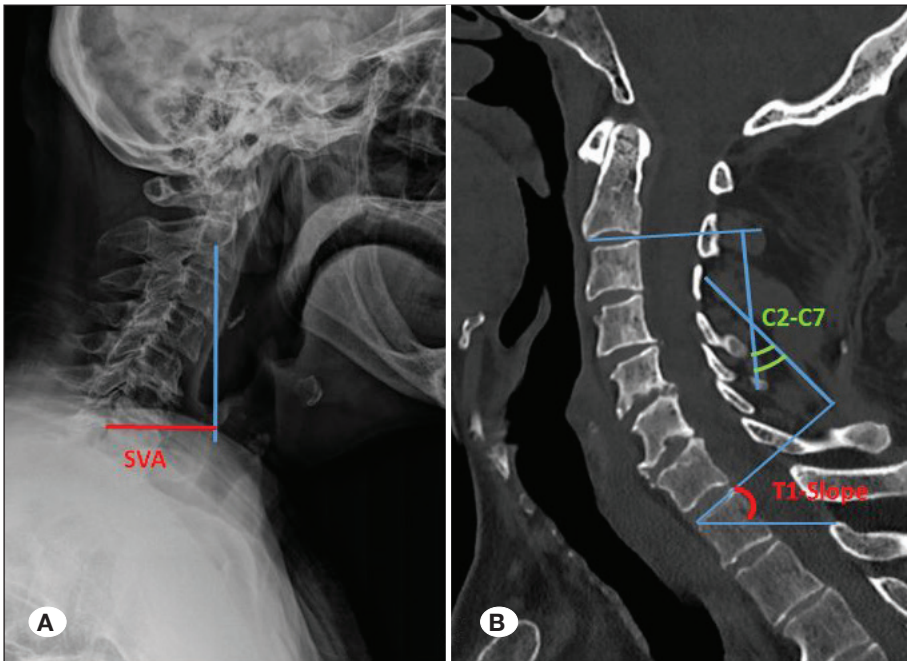
Torakolomber seviyelerin aksine, servikal aksın sagittal planda 'dizilimin' (alignment), dejeneratif myelopati sürecine olan katkısı son yıllarda fark edilmiştir. Servikal düzleşme veya kifo-

zun, myelopati ve hasta maluliyet (disability) skorunu artırdığı bilinmektedir. Servikal kifozun tek başına anterior kord kompresyonu yapabildiği dışında, servikal sinir kökleri ve dentat ligamentlerde 'tethering' etkisi yaparak spinal kordun longitudinal geriminde artış ve myelopatiye de neden olabilmektedir. Bu sebeple dekompresif cerrahi adaylarında servikal dizilimin pelvise göre konum ve kifoz derecesinin, preoperatif dönemde değerlendirilerek ameliyat planının servikal kifozu da düzeltilecek şekilde yapılması cerrahi başarı ve hasta memnuniyeti için önemlidir (9,28).

Servikal vertebra dizilimin radyolojik değerlendirilmesinde önerilen farklı yöntemler bulunmaktadır. Ruangchainikom ve ark. dizilimi görsel olarak "C type" (global), "S type" (sigmoid) ve "R type" (reverse sigmoid) olarak sınıflandırmış, olup niteliksel olması nedeniyle kullanımı yaygınlık kazanamamıştır (51). Torakolomber bölgede alışıldığı üzere, niceliksel özelliği nedeniyle gözlemciler arası tutarlılığı yüksek, güncel pratikte sık başvurulan yöntem servikal Cobb açısı ölçümüdür. Erekt grafilerde Cobb açısı ölçümünün tekrarlanabilirliğinin supin pozisyonda elde olunmuş sagittal MR görüntülerine uyarlanmasının, açı ölçüm tutarlılığına etkisi devam eden bir tartışma konusudur. Kato ve ark. 1200 katılımcı ile Japon toplumunda yaptığı gözlemsel çalışmada C2-7 ortalama lordoz açısını $13 \pm 12.3^\circ$ olarak raporlamıştır (25). Benzer çalışmaların neticesine dayanarak servikal bölgede normal Cobb açısının $20-35^\circ$ arasında olduğu kabul edilse de, Lan Z. ve ark. tek başına Cobb açısı ölçümünün hafif lordotik servikal aksı olan olguları saptamada yetersiz olabileceğini bildirmiştir (31). Bu açığın önüne geçebilmek için tanımlanan *Chin-Brow Vertikal Açısı* (CBVA) ve *T1-slope* metodları da kullanılmaktadır. CBVA, horizontal bakış sırasında çene ve kaş arasındaki lineer hat ile yer düzlemine dik gelen hat arasındaki açıdır. Normal horizontal bakış sırasında bu açının $\pm 10^\circ$ olduğu kabul edilebilir. Bu aralık dışında kalanlar kifotik veya lordotik omurga kabul edilebilir. T1-slope ise T1 üst end-plato'su doğrultusundaki çizgi ile yer düzlemi-

ne paralel çizgi arasındaki açı olarak tanımlanmıştır. Servikal lordoz (CL), C2 ve C7 inferyor end plato düzlemlerine çekilen dik çizgilerin kesişimi neticesinde elde olunan dar açı olarak tanımlanır. Normal olgularda *T1 slope açısı-CL* farkının $16.5^\circ \pm 2$ arasında olması beklenir. Bu aralık dışındaki değerlerde postoperatif boyun maluliyet indeksinin arttığı, dolayısıyla postoperatif sonuçları öngörmek için tutarlı bir ölçüm olduğu kabul edilmiştir (Şekil 4) (53,58). C2-C7 seviyeleri arasında sagittal vertikal aks ölçümü pratikte sıkça kullanılmaktadır. Normal sagittal vertikal aks tanımı için C2 vertebra gövdesinden zemine çekilen vertikal çizginin C7 vertebra posterosüperior köşesine uzaklığı 4 cm'den az olmalıdır. Bu değer üstündeki seviyelerde servikal sagittal malalignment riskinin arttığı, boyun maluliyet indeksinde artış olduğu ve çoklu seviye posterior füzon cerrahisi sonrası SF-36 fiziksel bileşen skoru ile negatif korelasyonu olduğu gösterilmiştir (60).

Spondilolistezis faset eklem ve intervertebral disk instabilitesi sonucunda oluşmaktadır. Servikal MRG, aksi söylenmedikçe, statik bir görüntüleme olup, harekete bağlı dinamik bir süreç olan spondilolistezis gözden kaçabilir. Hayashi ve ark., klinik radikülopati veya myelopati olgularında konvansiyonel statik MR incelemenin ekstansiyonda oluşan servikal spinal kanal stenozların $\%8.3$ 'ünü, fleksiyonda oluşan stenozlarının ise $\%1.3$ 'ünü tanımadığına yetersiz kalabildiğini ortaya koymuştur (17). Her ne kadar dinamik/kinematik MRG ile hareket ilişkili kord kompresyonu gösterilebilse de, şüphe durumunda lateral fleksiyon-ekstansiyon servikal grafileri ucuz, basit ve problem çözücü olmaya devam etmektedir. Spondilolistezis için Meyerding'in 1932'de yaptığı derecelendirme günümüzde de kullanılmaktadır (37). Kawasaki ve ark. göre listezis seviyesinin hemen altında, anormal vertebra ve hemen altındaki normal vertebranın süperior end plato posterior köşelerinden yer düzlemine dik çizgiler arasındaki mesafenin 3 mm'den fazla olması şiddetli listezis ve instabilite göstergesidir (26).



Şekil 4: Servikal aks eksenleri: Sagittal-Vertikal Aks (A), C2 merkezden indirilen dikme ile C7 posteryor-süperior köşesinin mesafesi 4.4 cm ölçülmüş (normal <4 cm) ve lordotik servikal aksı işaret etmekte. (B) C2-C7 servikal Cobb açısı (yeşil renkli çift eğri çizgiler ile gösterilmiş açı), C2 ve C7 alt uç platolarına paralel geçen düzlemlere indirilen dikmeler arasındaki açı 35° olup üst sınırdadır (normal: $20-35^\circ$). (B) T1-slope, (kırmızı eğri çizgi ile gösterilmiş açı), T1 alt uç platosuna paralel düzlem ve yere paralel düzlem arasındaki açı 25° olup normal sınırlardadır ($24^\circ \pm 3^\circ$). C2-C7 açısı ve T1-slope arasındaki fark yaklaşık 10° (normal aralık: $14.5^\circ-18.5^\circ$) olup postoperatif maluliyet (disabilite) riskinin arttığı öngörülmektedir.

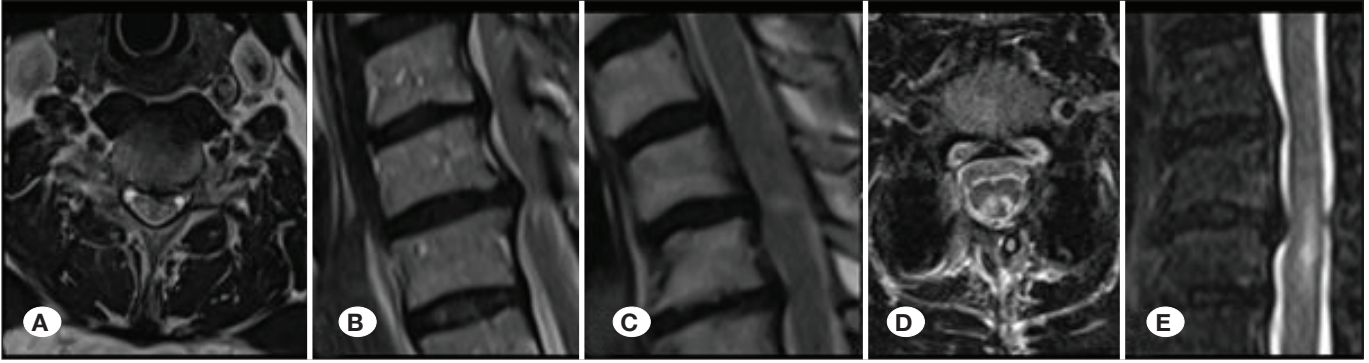
Servikal dejeneratif myelopati

Servikal dejeneratif myelopatinin radyolojik değerlendirmesinde, spinal kanalın kord ile ilişkisinin tayin edilebilmesi MRG'nin temel sağladığı üstünlüklerdendir. Normal popülasyonda kanal boyutu ve kord çapı arasındaki ilişki oldukça varyasyon gösterir. Bununla birlikte dejenerasyon olmaksızın da, kısa pedinkül mesafesinden dolayı konjenital spinal kanal darlığı veya myelopati meydana gelebilir. Kato ve ark. spinal kordun sagittal planda çapının, dural kese sagittal çapına oranını geniş hasta grubunda çalışmış; C5 seviyesinde bu oranın yaklaşık %58 ± 7 saptamıştır. Aynı çalışmada, C5 seviyesinde iki standart saptamanın üzerindeki değere karşılık gelen %75 oranı konjenital spinal stenoz olarak kabul etmiştir (25). Halihazırda servikal kanal stenozu tanısı için konsensüs ile kılavuzlara girmiş tek bir ölçüm yöntemi ya da sınıflama bulunmamaktadır. Dejener servikal omurgada kanal darlığını görsel olarak ifade eden bazı ölçüm ve yöntemler tanımlansa da güncel klinik pratikte yaygın kullanım alanı bulamamıştır. Her ne kadar Fardon ve ark.'nın 'Lumbar Disc nomenclature: version 2.0 Recommendations of the combined task forces of the North American Spine Society, the American Society of Spine Radiology and the American Society of Neuroradiology', uyarlanarak servikal spinal kanal darlık derecelendirilmesinde sıklıkla kılavuz olarak kullanılıyor olsa da, gerçekte servikal kanal darlığı derecelendirmesinde en yüksek gözlemciler arası oranı sağlayan Kang ve ark. sınıflandırmasıdır. Kang ve ark.'nın sınıflamasına göre *Grade-1* subaraknoid boşlukların %50'nin altında oblitere olması, *Grade-2* stenozla eşlik eden kord indentasyonu, *Grade-3* ise bu bulgulara eşlik eden myelopatik sinyal anomalisi olarak tanımlanmıştır. Bu yöntemle, 82 olgunun servikal MRG'si, farklı deneyime sahip 6 gözlemcinin incelemesi sonucunda, gözlemciler arası 0.71-0.80'e ulaşan, iyi ila mükemmel derecede uyum oranı tespit edilmiştir (24).

Literatürde myelopatiyi temsil eden fizik muayene bulguları olan olgularda MRG'de anormal kord sinyal prevalansı %58-%85 aralığında bildirilmektedir (6,34). Kanal darlığı sonucunda oluşan kord sinyal anomalileri ve prognostik karşılıkları, Chen ve ark. tarafından iki ayrı tipe ayrılarak incelenmiştir. Myelopatik sinyal, kord kesit alanını önemli ölçüde etkilemiş, ancak T2A serilerde zayıf hiperintens özellikte, silik sınır gösteriyor ve eşlik eden T1A sinyal anormalliyi yok ise *Tip-1 myelopati* olarak tanımlamıştır. Bu bulguların aksine, spondiloz seviyesinde anormal sinyal kord kesit alanını önemli ölçüde etkilemiş, T2A serilerde belirgin hiperintens, sınırları keskin ve hipointens T1 sinyal paterni mevcut ise *Tip-2 myelopati* olarak kategorize etmiştir. Klinik myelopati bulguları olmasına rağmen kord sinyal paterni normal görüntülenen olguları ise *Tip-0* olarak sınıflamıştır (Şekil 5). Cerrahi dekompresyon sonrası 6. ay kontrollerinde *Tip-1* ve *Tip-2 myelopati* grupları arasında klinik düzelme skorları arasında, *Tip-1* lehine anlamlı farklılık bildirilmektedir (6). MR incelemede kaviteasyon ya da spongiform değişikliğin eşlik ettiği hacim kaybının (*myelomalazi*) ön planda olduğu kompresif myelopatilerde dekompresyon sonrasında radyolojik düzelme yalnızca T2 hiperintens sinyal anomalisinde hafif azalma şeklinde gözlemlenmektedir. Bu değişiklik, kliniğe zayıf düzelme olarak yansımaktadır. Akson kaybı ya da spongiform değişikliği olmadığı, *Tip 1* myelopati sınıf olgularda anterior dekompresyon sonrası intraoperatif

MRG'de %17 hastada hızlı düzelme, geç postoperatif dönemde ise %52 olguda belirgin sinyal rezolüsyonu ve bunu yansıtır şekilde iyi klinik yanıt alınmaktadır (34). 'Snake's eye' myelopati, servikal dejeneratif kord myelopatisinde spinal kord santral gri cevheri ön boynuzda bilateral hiperintens, noktasal ya da ovoid simetrik sinyal anomalisi olarak tanımlanan bir görüntüleme bulgusudur (23). Kronik mekanik kompresyon ve eşlik eden vasküler yetmezlik sonucunda geliştiği düşünülmektedir. Benzer myelopati, posterior servikal duranın hiperfleksiyon ile anterior şift yaparak arteriyel sıkışma yaptığı da gözlemlendiği için, "Snake's eye" görünümünün temelinde esasen vasküler yetmezliğin rol aldığı varsayılmaktadır. 'Snake's eye' tip kord sinyal anomalilerin prognostik önemi literatürde oldukça değişkenlik göstermektedir. Fontanella ve ark. göre 'snake's eye' myelopatinin varlığı cerrahi neticeyi etkilemezken (13), Vedantam ve Rajshekhar yoğun T2 hiperintens tipte 'snake's eye' myelopatilerde cerrahi sonuçların zayıf, silik T2A hiperintens olgularda ise cerrahi sonuçların görece daha iyi olduğunu, ve bu grupta cerrahi sonrası olguların çoğunluğunda kord sinyal değişikliklerinin gerilediğini bildirmektedir (63). Servikal spondilolitik myelopatilerin cerrahi sonrası klinik ve radyolojik seyrini değerlendirmek amaçlı literatürde toplam 22 adet vaka serisi ve orijinal makalenin Vedantam ve Rajshekhar tarafınca metanalizi yapılmıştır. Bu geniş çaplı metanaliz sonucunda Wada ve ark. multisegmental myelopatilerin dekompresyon sonrasındaki sonuçlarının fokal myelopatilere üstün olduğu, ancak cerrahi karar için yeterli prediktif değerinin olmadığını raporlamıştır (64). Ahn ve ark. *tip-2* myelopati olgularını dahil ettikleri çalışmada, çoklu seviyede myelopatik sinyal anomalisini mevcudiyeti ile dekompresyon sonrası düzelme arasında ters orantı olduğunu raporlamıştır (1). Zhang ve ark. myelopatik sinyal intensitesini, C7-T1 düzeyinde normal kordun sinyal intensine oranlamış. Yüksek göreceli sinyal intesite oranına sahip hasta grubu daha kötü preoperatif JOA (Japanese Orthopedic Association) skoru göstermiştir (67). Mizuno ve ark. 'Snake's eye' myelopatisi ilgili 79 hastada yaptığı gözlemsel geniş kapsamlı çalışmada 'Snake's eye' myelopatisi olan ile olmayan grupları karşılaştırmıştır. Bu çalışmada 'snake's eye' myelopati grubunda JOA skorunda düzelme yüzdesi %32, 'snake's eye' olmaksızın myelopati grubunda %47, kontrol grubunda ise %50 oranında ve istatistiksel olarak anlamlı farkta bildirmişlerdir. Bu sonuçlardan özetle, dekompresyon kararı vermeden önce, zayıf klinik yanıt alınabilme ihtimalinden dolayı, kistik veya spongiform 'Snake's eye' myelopatisi varlığının dikkate alınması gerekir (39).

Konvansiyonel MRG yanısıra, kantitatif MRG yöntemleri ile de spinal kord disfonksiyonlarının değerlendirilmesi için yakın geçmişte literatürde pek çok çalışma vardır. Bu çalışmaların bir kısmında bu amaçla difüzyon tensor görüntüleme kullanılarak kompresyon seviyesinde fraksiyonel anizotropi değerlerinde kontrol grubuna göre belirgin azalma kantifiye edilmiştir (4,7). Ellingson ve ark. 2014 ve 2018 yıllarında sırasıyla 48 ve 66 hasta ile yaptığı prospektif kesitsel çalışmada modifiye JOA skoru ile difüzyon tensor parametrelerinde, klasik spinal MRG bulgularından bağımsız olacak şekilde çok yüksek korelasyon saptamıştır. Bu iki çalışmada myelopati veya non-myelopatik spondiloz grupları konservatif tedavi ile takip edilmiştir. Bu olguların takip JOA skorlarında değişim ile fraksiyonel anizot-



Şekil 5: Servikal kompresif myelopati. Aksiyal T2A (A) görüntüde geniş tabanlı sol parasantral protrüzyon ve basıya bağlı “snake eye’s” myelopati. İki farklı olguya ait sagittal T2A (B) ve (C) görüntülerde izlendiği üzere hafif T2 hiperintens sinyal artışı ile karakterize Tip-1 myelopati paterni, disk protrüzyonu ve basısı sonucunda meydana gelebileceği gibi, korda anlamlı bası oluşturmayan spondilozda ikincil hafif kanal darlığında da karşımıza çıkabilir. Ligamentum flavum basısı sebebiyle sol hemilaminektomi uygulanan hastaya ait aksiyal (D) ve sagittal (E) planda T2A görüntüler kord her iki yarımında, dorsolateral yerleşimli, nispeten iyi demarke, kord sol yarımında spongiform değişiklikleri temsil eden kistik alanlar içeren, belirgin hiperintens T2 sinyal özelliğinde Tip-2 myelopati paterni.

ropi arasında gerçekleştirdiği varyans sabiti analizi (coefficient of variance analysis) sonucunda klinik fonksiyonel düzelme ile difüzyon tensor parametrelerinde düzelme arasında oldukça yüksek korelasyon raporlamıştır. Bu hastaların prospektif takibinde difüzyon tensor görüntülemenin kantitatif olmasının yanısıra tekrarlanabilir olduğu da vurgulanmaktadır (10,11). Guan ve ark. ise postoperatif olgularda myelopatik sinyalde değişiklik olmamasına rağmen fraksiyonel anizotropi değerlerinde klinik sonuçlar ile korrele anlamlı yükselme raporlamıştır (16). Bu çalışmalardan da anlaşılacağı üzere difüzyon tensör görüntüleme myelopatik değişikliklerin radyolojik değerlendirilmesinde umut vaat etse de, yöntemine ait teknik zorluklar bu kantitatif ve prediktif yöntemin yaygınlaşmasını şimdilik yavaşlatmaktadır. MRG ve biyoteknolojideki hızlı gelişim ile yakın gelecekte bu engelin de kolaylıkla aşılabacağı kuşkusuzdur.

Servikal nöral foraminal stenoz

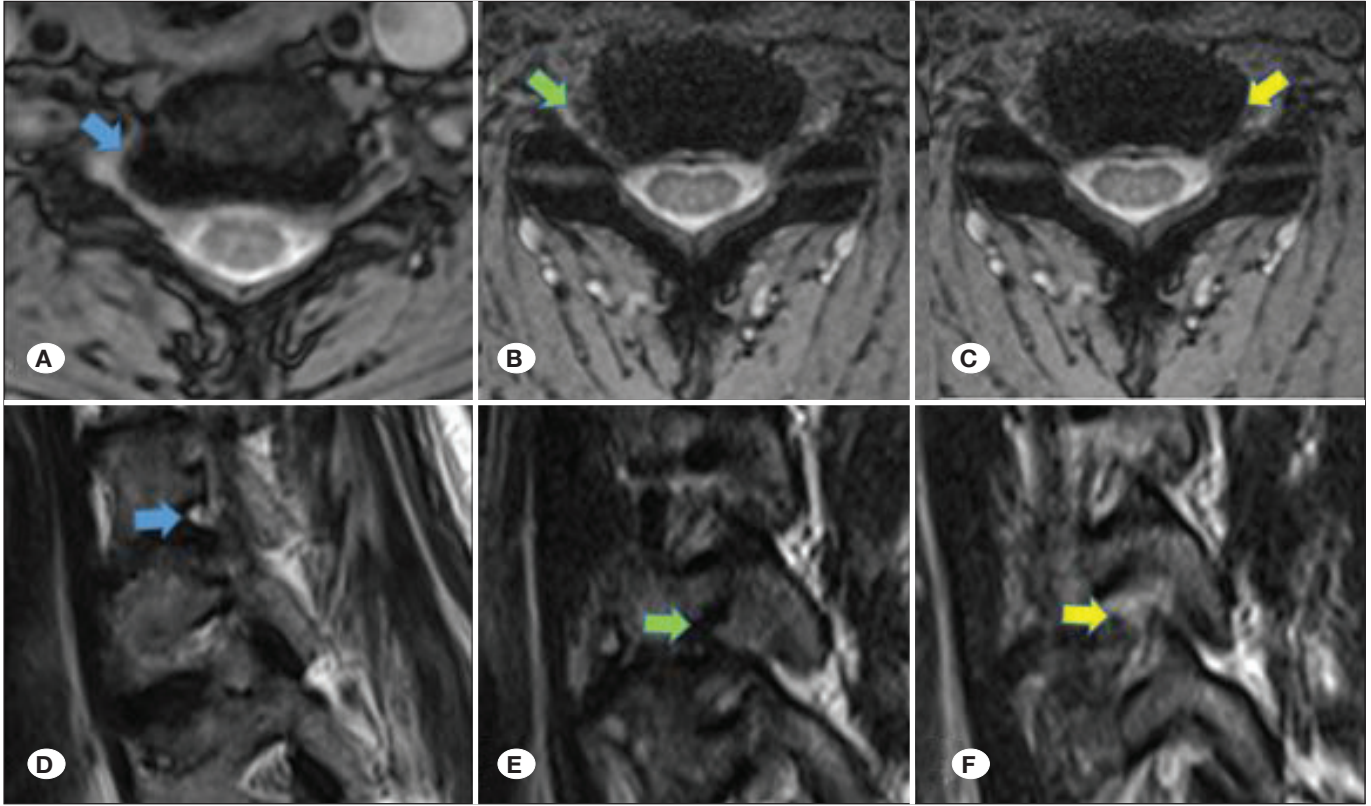
Servikal nöral foraminal stenoz, faset eklem osteoartruzu, lateral disk herniasyonu, ligamentum flavum hipertrofisi gibi dejeneratif proseslerin sonucu olarak nöral foramenlerin daralmasıdır (66). Oluşan darlığın statik veya dinamik etkisi ile spinal sinir köklerin sıkışması; takiben dermatomal ağrı, parastezi, motor defisitlerin oluşması ile karakterize olup; yalnızca fizik muayene ile myelopati bulguları ile oldukça karışabilir. Spondilolitik servikal omurgada, her bir disk seviyesinin radiküler ağrı yapabileceği potansiyeli görüntüleme ile dikkatli değerlendirilmelidir. BT incelemeler foraminal darlıklarının osseöz bileşenini göstermede başarılı olsa da foraminal darlıkların majör sebepleri aslında ligamentöz hipertrofi veya diskal herniasyonlardır. MRG yüksek yumuşak doku rezolüsyonu sayesinde foraminal darlık derecelendirmesinde başarı ile kullanılabilir. Günlük pratikte darlığın derecelendirmesi sıklıkla hafif, orta veya ağır şeklinde yapılmakla birlikte foraminal stenozu nesnel derecelendirme çabaları bulunmaktadır. Bu hususta literatürde henüz konsensus olmasa da genel olarak kabul görmüş iki sistematiği vardır. Bunlardan ilki olan Kim ve ark.’nın zaman içerisinde geliştirdiği Modifiye Kim sınıflamasına göre aksiyal kesitlerde; unkovertbral hipertrofi, disk herniasyonu ve faset artrozların oluşturduğu en dar foraminal segment mesafesinin ekstra-

foraminal düzeyde kanal çıkış uzunluğuna oranı %80’den fazlaysa *grade 0*, %50-80 arasındaysa *grade-1* ve %50’den az ise *grade-2* darlık olarak sınıflandırmıştır (27). Diğerleri olan Park sınıflamasına göre; sagittal kesitlerde; darlık yoksa *grade 0*, perinöral yağ %50’den oblitere ise *grade-1*, perinöral yağ %50’den fazla oblitere ise *grade-2*, basılanmaya bağlı sinir kökünde deformasyon var ise *grade-3* olarak kategorize edilmiştir (Şekil 6). Bu yöntemlerden Park sisteminin kullanılması, rutin MRG protokolüne ilaveten her iki nöral foramen düzlemine uygun oblik sagittal T2A serilerin eldesi gerekmekte ve rutin inceleme süresini uzatmaktadır (47). Hızla gelişen ve yaygınlaşan yapay zekâ uygulamalarının bu ve benzeri ölçüme dayalı sınıflamalarının uygulamasını kolaylaştırarak yaygınlaştıracağı kuşkusuzdur. Diğer yandan foraminal stenozun morfolojik etmenler haricinde görece subjektif bileşenlerinin de olabileceği unutulmamalı ve morfolojik ölçüm temelli tariflenen darlık oranlarının klinik karşılığının değerlendirilmesinin esas olduğu akılda tutulmalıdır (32).

Servikal dejenerasyona eşlik edebilen ve klinik olarak örtüşen hastalıklar

Servikal spinal kord disfonksiyonlarının %90’ı spondiloz zemininde gelişirken, kalan %10’luk grupta spondilodiskit, metastaz, multiple myelom, primer vertebra kökenli benign-ya da malign tümörler, travma sonrası instabilite, aksiyal spondilozartropati sekelleri, spinal vasküler hastalıklar vb. oluşturmaktadır. Bu derlemede her hastalığı tartışmak mümkün değildir. Ancak güncel radyolojik incelemelerde spondiloz ile örtüşen olguların olabileceği akılda tutulmalıdır.

Spondilodiskit iki majör kategoride incelenebilir. Non-enfeksiyöz spinal inflamatuvar hastalıklar ve enfeksiyöz inflamatuvar hastalıklar. Dejeneratif inflamasyon ile enfeksiyöz diskiti ayırmak özel olgularda zor olsa da, yeterli klinik bilgi sağlandığında, MRG’nin enfeksiyöz spondilodiskitleri saptamada sensitivitesi %96, spesifitesisi %92 civarında olup oldukça başarılıdır (33). Servikal spondilozda, yukarıda da bahsedildiği üzere, tıpkı omurganın diğer seviyelerinde olduğu gibi uç plato subkondral yerleşimde Modic tip-1 inflamatuvar ödem



Şekil 6: Servikal nöral foraminal stenoz, (A ve D, mavi oklar). Aksiyal ve sagittal serilerde unkovertebral hipertrofi sonucunda sağ nöral foramende %50 üzeri darlık (modifiye Kim sınıflaması grade-2, Park sınıflaması grade-2). (B ve E, yeşil oklar) Unkovertebral hipertrofi sonucunda sağ nöral foramende %50 üzeri ağır darlık ve sagittal görüntülerde spinal sinir kökü seçilemiyor (modifiye Kim sınıflaması Grade-2, Park sınıflaması Grade-3). (C ve F, sarı oklar) Aynı hastada hafif unkovertebral hipertrofi sonucunda sol nöral foramende %50 altında hafif darlık sagittal görüntüde sinir köküne hafif temas izlenmekte. (modifiye Kim sınıflaması Grade-1, Park sınıflaması Grade-1).

paterni, hemen komşuluğundaki dejenere diskte ise steril inflamasyona bağlı ödematöz sinyal anomalileri izlenebilir (43). Aktif dejenere diskopati proinflamatuvar sitokinlerin salınımı ve uç plakta neovaskülerizasyon artışı da oluşturduğu için subkondral ödem alanları ve kontrastlanma bu değişikliklere eşlik edebilir (5). Enfektif diskit veya Modik tip-1 ayırıcı tanısında diskin sinyal karakteri önemlidir. Kama şeklinde subkondral uç plato ödemi erozyon veya platoya komşu yüzeylerde diskal kontrastlanmanın eşlik etmemesi, dehidrate diskte T2 hipointens sinyalin korunması Modic tip-1 dejenerasyonu destekleyen bulgulardır. Bununla beraber disk kontrastlanması veya konfluen diskal ödem akut disk dejenerasyonunda sık karşılaşılan bir olgudur. Konfluen diskal kontrastlanma (hot-disc sign) varlığında subakut ya da akut spondilodiskiti dışlamak mümkün değildir (50). Bu olgulara komşu uç platlarda yüzeysel ya da derin erozyonlar eşlik ediyor ise dejeneratif diskit ön tanısı oldukça yanıltıcı olabilir. Homagk ve ark. Modic tip-1 dejenerasyonda uç plato konturlarının düzensiz ancak, kalem ile çizilebilir şekilde intakt olduğunu; spondilodiskit olgularında ise erozif uç plato marjinlerinin silikleştiğini belirtmiş ve ayırimda en sensitif bulgu olarak raporlamıştır (20). Disk ve uç plak ödemi arasında sklerozu temsil eden ince T2 hipointens hattın olması öncelikle Modic tip-1 diskopati lehine değerlendirilmelidir (29). Paravertebral yağ planlarında ödem

ya da kontrastlanma, epidural kontrastlanma ve sinyal artışı, epidural abse formasyonu, ödem alanın lamina-pedinküllere uzanması gibi bulgulara diskal kontrastlanma ya da ödem eşlik ettiğinde; spondilodiskit ön tanısı için oldukça yardımcıdır (8). Paravertebral ya da epidural zayıf kontrastlanmaların erken farkına varılması potansiyel spondilodiskit ön tanısı için oldukça kıymetli olup; vertebra destrüksiyonu, abse formasyonu gibi dekompresyon cerrahisi gerektirecek geç komplikasyonların önlenmesini sağlayabilir. Klinik pratikte brusella veya subakut spondilodiskit etkenleri dışında; pyojenik veya fungal spondilodiskitler genellikle aşikâr vertebra destrüksiyonu ve abse formasyonu ile gelmektedir (52). Modic tip-1 ödemi ve spondilodiskit ayırıcı tanısında difüzyon ağırlıklı incelemelerde tariflemiş “claw sign” oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Patel ve ark. 73 hasta ile yapılan ve mikrobiyolojik olarak kanıtlanmış spondilodiskit vakalarında; Difüzyon incelemede ödem sinyali ve normal kemik iliği arayüzünde claw şeklinde difüzyon kısıtlanması hiçbir hastada saptanmamıştır. Buna karşın Modic tip-1 dejeneratif diskit grubunun (53 hasta) hemen hepsinde aşikâr veya olası “claw sign” izlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında, servikal disk ve komşu uç plato ödemi olan olgularda MRG protokolüne difüzyon ağırlıklı görüntüleme sekansının eklenmesi spondilodiskit-dejeneratif diskopati ayırımında faydalıdır (41,48).

Aksiyal spondiloartropatilerin radyolojik bulguları torakolomber omurgada olduğu gibi servikal spondiloz ile karışabilir. Erişkin ve adölesan dönemde uç plaklarda gözlemlenen ödem benzeri sinyal anomalilerinin her zaman Modic-1 dejeneratif inflamatuvar değişiklik olarak değerlendirilmemesi gerekir. Omurgada servikal seviyelerde daha az sıklıkla saptanır. Tipik inflamatuvar ödem vertebra gövdesi köşelerinde başlar (*Romanus lezyonu*). Bu bulgulara uç plak subkondral santral ödemde eşlik edebilir (*Anderson lezyonu*). Sıklıkla pediküllere, kostotransvers, kostovertebral, ve zigoapofiziyal eklemlerde inflamatuvar değişiklikler saptanabilir. Uç plato anterior köşelerindeki inflamasyon zaman içerisinde erozyon, takiben sindesmofit olarak adlandırılan vertikal sklerotik projeksiyonlar oluşturabilir. Arka kolondaki kapsüler-ligamentöz ödem alanları ise kalsifikasyon ve ankiloz ile sonuçlanabilir. Bu değişiklikler arasında temporal heterojenite olabilir (19,55). Aksiyal spondiloartropatilerde radyografik bulgular oluşmadan MR inceleme ile ön tanı yapabilmek mümkündür. Uygun yaş grubunda uç plato anterior köşelerinde, uç plato eksenine dik ödem veya kontrastlanma izleniyorsa *Romanus lezyonu* olabileceği akıldadır tutulmalıdır. Eşlik eden Anterior Longitudinal Ligament veya apofizyal eklem ödemi var ise bu ihtimal daha da kuvvetlenmektedir. Klasik spondilozda Modic-1 subkondral ödem alanı uç plağa paralel veya oblik şekilli olması bu ayrımda faydalı olabilir. Oluşan osteofitik sivrileşmelerin yatay konfigürasyonu, dikey projekte olan sindesmofitlerden ayrımda faydalı olabilir (18).

2. ve 3. dekatta genç erkeklerde özellikle C7-T1 seviyelerinde unilateral kord amyotrofisi olarak da adlandırılan *Hirayama hastalığı*, spondilolitik myelopatinin ayırıcı tanısında yer almaktadır. Etiyolojisi net anlaşılammakla birlikte, hiperfleksiyon-hiperrekstansiyon sonucunda anterior spinal arter mikrosirkülasyonun yukarıda tariflenen seviyelerde bozulması, hipotezlerden en önde gelenidir. Klinik olarak brakioradyalis kasının bulunduğu unilateral kol ve ön kol kas atrofisi ile karakterizedir (49). MR incelemelerde, nonspondilolitik servikal omurga zemininde, C7-T1 seviyelerde asimetrik hemikord atrofisi veya myelopatisi var ise Hirayama ön tanısı düşünülmelidir. Radyolojik şüphe durumunda hiperfleksiyon manevrasında sagittal planda posteryor epidural boşluğun genişlemesi ve kontrast sonrası serilerde posteryor epidural venlerde engorjman olması tanısaldan açıdan faydalı bulgudur (3).

Servikal kolonun primer osteojenik tümörleri, metastazlar, multiple myelom, lenfoma gibi malign etiyojiler radyolojik olarak servikal dejenere myelopatiden ayırmak kolay olsa da; persisten servikal ağrı ve radikülopatisi olan, özellikle yaşlı hasta grubunda malign proseslere bağlı patolojik kırıklar söz konusu olabilir. Ağrının prezantasyon şekli, hareketle ilişkisi, eşlik eden ateş, B-semptomları ve kilo kaybı olan hasta grubunda tek başına radyografik görüntüleme yetersiz veya yanlış yönlendirici olabilir. Bu olgularda çoklu düzlemde rekonstrüksiyonlar ile BT, gerektiğinde kontrast madde enjeksiyonu eşliğinde servikal MRG yapılması, difüzyon sekansının eklenmesi ve tüm bulguların klinik ile birlikte korele değerlendirilmesi, radyolojik ayırıcı tanı başarısını artıracaktır.

Servikal MR incelemelerde kraniyoservikal bileşke konfigürasyonunda detaylı değerlendirilmesi ağrı ve şikayetleri açıklamak adına önemlidir. Erişkin çağda ve yaşlılarda odontoid proses ve C1 anterior prominensi arasındaki rotasyonel eklemde dejeneratif ankilozun olabileceği, kalsiyum pirofosfat artropatisi, gut artropatisi, romatoid artrite bağlı eroziv pannus oluşumu, os odontium, odontoid retrofleksiyon, atlantoaksiyal rotasyonel instabilite gibi kraniyoservikal bileşke anomalilerinin potansiyel ağrı veya myelopati oluşturabileceği akıldadır tutulmalıdır. Romatoid artrit veya kalsiyum pirofosfat artrit özellikle odontoid proste kitlesel görünüm oluşturacak düzeyde lokal erozyonlar oluşturabilir. MR inceleme eklem erozyonlarını ve pannus formasyonlarını başarılı gösterir. Bu olgularda servikal BT kemik yapı bilgisine ek olarak kalsifikasyonların tanınmasında da oldukça faydalı olabilir.

Servikal MRG ve BT'de, vertebral kolon dışında prevertebral veya paravertebral sahaların da değerlendirilmesi rutin uygulama dahilindedir. Boyun ağrısı yapabilecek paraspinal veya ligamentöz hasar ve zedelenmeler tespit edilebilir. Akut şiddetli boyun ağrısının nadir sebepleri arasında longus kolli kalsifik tendiniti'de rapolanmaktadır. Akut longus kolli kalsifik tendiniti, amorf kalsiyum hidroksiapatit kristalinin longus kolli tendonunda birikmesi ve eşlik eden şiddetli reaktif inflamatuvar değişiklikler ile karakterizedir (56,68). Sıklıkla longus kolli kaslarının C1 ve C2 anterior prominenslerine insersiyon olan tendonlarında kalsifikasyon izlenmekle birlikte teorik olarak C4-C5 seviyesine kadar kalsifikasyon izlenebilir. Prevertebral fasyada reaktif efüzyon izlenmekte olup sıklıkla hastalar eşlik eden odinofaji tariflerler (68).

■ SONUÇ

Yaşlanmanın potansiyel sonucu olsa da, diğer etmenlerin eklenmesi ile farklı şekillerde prezante olabilen servikal spondiloz tanısı, tedavi planlaması, tedavi yönlendirilmesi, olgularda kantitatif prognostik öngörü ve tedavi başarı ölçümü için, uygun radyolojik algoritma ve teknik ile gerçekleştirilen görüntüleme yöntemleri vazgeçilmezdir. Nasıl ki görüntüleme bileşeni olmaksızın servikal spondiloz tanısı ve tedavisi başarısız olmaya mahkumdur, sadece görüntüleme bulgularını temel alan bir hekimlik yaklaşımın da hastaya fayda sağlamayacağı aşikârdır. Bu nedenle hasta şikayetine oryante, kişiye özgül şekillendirilmiş yöntemler ile ortaya konulan radyolojik bulgular, refere eden hekim ile iletişim dahilinde, klinik ve diğer bulgular ile korele edilerek bütüncül değerlendirildiğinde sorunu çözmekte en üstün başarıyı sağlayacaktır.

■ KAYNAKLAR

1. Ahn JS, Lee JK, Kim BK: Prognostic factors that affect the surgical outcome of the laminoplasty in cervical spondylotic myelopathy. Clin Orthopedic Surg 2(2):98-104, 2010
2. Baptiste DC, Fehlings MG: Pathophysiology of cervical myelopathy. Spine J 6 Suppl 6:190s-197s, 2006
3. Boruah DK, Prakash A, Gogoi BB, Yadav RR, Dhingani DD, Sarma B: The importance of flexion MRI in hirayama disease with special reference to laminodural space measurements. Am J Neuroradiol 39(5):974-980, 2018

4. Budzik JF, Balbi V, Le Thuc V, Duhamel A, Assaker R, Cotten A: Diffusion tensor imaging and fibre tracking in cervical spondylotic myelopathy. *Eur Radiol* 21(2):426-433, 2011
5. Burke JG, Watson RW, McCormack D, Dowling FE, Walsh MG, Fitzpatrick JM: Intervertebral discs which cause low back pain secrete high levels of proinflammatory mediators. *J Bone Joint Surg Br* 84(2):196-201, 2002
6. Chen CJ, Lyu RK, Lee ST, Wong YC, Wang LJ: Intramedullary high signal intensity on T2-weighted MR images in cervical spondylotic myelopathy: Prediction of prognosis with type of intensity. *Radiology* 221(3):789-794, 2001
7. Cui JL, Li X, Chan TY, Mak KC, Luk KD, Hu Y: Quantitative assessment of column-specific degeneration in cervical spondylotic myelopathy based on diffusion tensor tractography. *Eur Spine J* 24(1):41-47, 2015
8. Dagirmanjian A, Schils J, McHenry M, Modic MT: MR imaging of vertebral osteomyelitis revisited. *Am J Roentgenol* 167(6):1539-1543, 1996
9. Deutsch H, Haid RW, Rodts GE, Mummaneni PV: Postlaminectomy cervical deformity. *Neurosurgical Focus* 15(3):E5, 2003
10. Ellingson BM, Salamon N, Grinstead JW, Holly LT: Diffusion tensor imaging predicts functional impairment in mild-to-moderate cervical spondylotic myelopathy. *Spine J* 14(11):2589-2597, 2014
11. Ellingson BM, Salamon N, Woodworth DC, Yokota H, Holly LT: Reproducibility, temporal stability, and functional correlation of diffusion MR measurements within the spinal cord in patients with asymptomatic cervical stenosis or cervical myelopathy. *J Neurosurg Spine* 28(5):472-480, 2018
12. Fardon DF, Williams AL, Dohring EJ, Murtagh FR, Gabriel Rothman SL, Sze GK: Lumbar disc nomenclature: Version 2.0: Recommendations of the combined task forces of the North American Spine Society, the American Society of Spine Radiology and the American Society of Neuroradiology. *Spine J* 14(11):2525-2545, 2014
13. Fontanella MM, Zanin L, Bergomi R, Fazio M, Zattra CM, Agosti E, Saraceno G, Schembari S, De Maria L, Quartini L, Leggio U, Filosto M, Gasparotti R, Locatelli D: Snake-eye myelopathy and surgical prognosis: Case series and systematic literature review. *J Clin Med* 9(7):2197, 2020
14. Galbusera F, van Rijsbergen M, Ito K, Huyghe JM, Brayda-Bruno M, Wilke HJ: Ageing and degenerative changes of the intervertebral disc and their impact on spinal flexibility. *Eur Spine J* 23 Suppl 3:S324-332, 2014
15. Green C, Butler J, Eustace S, Poynton A, O'Byrne JM: Imaging modalities for cervical spondylotic stenosis and myelopathy. *Adv Orthop* 2012:908324, 2012
16. Guan L, Chen X, Hai Y, Ma X, He L, Wang G, Yuan C, Guo H: High-resolution diffusion tensor imaging in cervical spondylotic myelopathy: A preliminary follow-up study. *NMR Biomed*, 2017 (Online Ahead of Print)
17. Hayashi T, Wang JC, Suzuki A, Takahashi S, Scott TP, Phan K, Lord EL, Ruangchainikom M, Shiba K, Daubs MD: Risk factors for missed dynamic canal stenosis in the cervical spine. *Spine* 39(10):812-829, 2014
18. Hermann KG, Althoff CE, Schneider U, Zühlsdorf S, Lembecke A, Hamm B, Bollow M: Spinal changes in patients with spondyloarthritis: Comparison of MR imaging and radiographic appearances. *Radiographics* 25(3):559-569; discussion 569-570, 2005
19. Hermann KG, Landewé RB, Braun J, van der Heijde DM: Magnetic resonance imaging of inflammatory lesions in the spine in ankylosing spondylitis clinical trials: Is paramagnetic contrast medium necessary? *J Rheumatol* 32(10):2056-2060, 2005
20. Homagk L, Marmelstein D, Homagk N, Hofmann GO: SponDT (Spondylodiscitis Diagnosis and Treatment): Spondylodiscitis scoring system. *J Orth Surg Res* 14(1):100, 2019
21. Inamasu J, Guiot BH, Sachs DC: Ossification of the posterior longitudinal ligament: An update on its biology, epidemiology, and natural history. *Neurosurgery* 58(6):1027-1039, 2006
22. Ishikawa M, Matsumoto M, Fujimura Y, Chiba K, Toyama Y: Changes of cervical spinal cord and cervical spinal canal with age in asymptomatic subjects. *Spinal Cord* 41(3):159-163, 2003
23. Jinkins JR, Bashir R, Al-Mefty O, Al-Kawi MZ, Fox JL: Cystic necrosis of the spinal cord in compressive cervical myelopathy: Demonstration by iopamidol CT-myelography. *Am J Roentgenol* 147(4):767-775, 1986
24. Kang Y, Lee JW, Koh YH, Hur S, Kim SJ, Chai JW, Kang HS: New MRI grading system for the cervical canal stenosis. *Am J Roentgenol* 197(1):W134-W40, 2011
25. 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(8):1499-1507, 2012
26. Kawasaki M, Tani T, Ushida T, Ishida K: Anterolisthesis and retrolisthesis of the cervical spine in cervical spondylotic myelopathy in the elderly. *J Orthop Sci* 12(3):207-213, 2007
27. Kim S, Lee JW, Chai JW, Yoo HJ, Kang Y, Seo J, Ahn JM, Kang HS: A new MRI grading system for cervical foraminal stenosis based on axial T2-weighted images. *Korean J Radiol* 16(6):1294-302, 2015
28. Knott PT, Mardjetko SM, Tschy F: The use of the T1 sagittal angle in predicting overall sagittal balance of the spine. *Spine J* 10(11):994-998, 2010
29. Kuisma M, Karppinen J, Haapea M, Lammentausta E, Niinimäki J, Tervonen O: Modic changes in vertebral endplates: A comparison of MR imaging and multislice CT. *Skeletal Radiol* 38(2):141-147, 2009
30. Lad SP, Patil CG, Berta S, Santarelli JG, Ho C, Boakye M: National trends in spinal fusion for cervical spondylotic myelopathy. *Surg Neurol* 71(1):66-69, 2009
31. Lan Z, Huang Y, Xu W: Relationship between T1 slope minus C2-7 lordosis and cervical alignment parameters after adjacent 2-level anterior cervical discectomy and fusion of lower cervical spine. *World Neurosurg* 122:e1195-e201, 2019
32. Lee JE, Park HJ, Lee SY, Lee YT, Kim YB, Lee KH, Shin H, Kwon YJ: Interreader reliability and clinical validity of a magnetic resonance imaging grading system for cervical foraminal stenosis. *J Comput Assist Tomogr* 41(6):926-930, 2017

33. Maiuri F, Iaconetta G, Gallicchio B, Manto A, Briganti F: Spondylodiscitis. Clinical and magnetic resonance diagnosis. *Spine* 22(15):1741-1746, 1997
34. Mastronardi L, Elsayaf A, Roperto R, Bozzao A, Caroli M, Ferrante M, Ferrante L: Prognostic relevance of the postoperative evolution of intramedullary spinal cord changes in signal intensity on magnetic resonance imaging after anterior decompression for cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg Spine* 7(6):615-622, 2007
35. Matsumoto M, Fujimura Y, Suzuki N, Nishi Y, Nakamura M, Yabe Y, Shiga H: MRI of cervical intervertebral discs in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Br* 80(1):19-24, 1998
36. Mattei TA, Rehman AA: Schmorl's nodes: Current pathophysiological, diagnostic, and therapeutic paradigms. *Neurosurg Rev* 37(1):39-46, 2014
37. Meyerding H: Spondylolisthesis. *Surg Gynecol Obstet* 54:371-377, 1932
38. Miyasaka K, Kaneda K, Sato S, Iwasaki Y, Abe S, Takei H, Tsuru M, Tashiro K, Abe H, Fujioka Y: Myelopathy due to ossification or calcification of the ligamentum flavum: Radiologic and histologic evaluations. *AJNR Am J Neuroradiol* 4(3):629-632, 1983
39. Mizuno J, Nakagawa H, Inoue T, Hashizume Y: Clinicopathological study of "snake-eye appearance" in compressive myelopathy of the cervical spinal cord. *J Neurosurg* 99 Suppl 2:162-168, 2003
40. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR: Degenerative disk disease: Assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology* 166(1 Pt 1):193-199, 1988
41. Muñoz Montoya JE, Pérez Cataño C, Tapicha Cuellar AM, Vargas Osorio MP, Rivero Cano J, Luque Suarez JC, Charry Lopez ML: Utility of the claw sign in spine magnetic nuclear resonance with diffusion to differentiate Modic type I changes for degenerative disease versus infection. *Journal of spine surgery (Hong Kong)* 4(3):616-623, 2018
42. Nagata K, Yoshimura N, Hashizume H, Muraki S, Ishimoto Y, Yamada H, Takiguchi N, Nakagawa Y, Minamide A, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T, Yoshida M: The prevalence of cervical myelopathy among subjects with narrow cervical spinal canal in a population-based magnetic resonance imaging study: The Wakayama Spine Study. *Spine J* 14(12):2811-2817, 2014
43. Nguyen C, Poiraudou S, Rannou F: From Modic 1 vertebral-endplate subchondral bone signal changes detected by MRI to the concept of 'active discopathy'. *Ann Rheum Dis* 74(8):1488-1494, 2015
44. Northover JR, Wild JB, Braybrooke J, Blanco J: The epidemiology of cervical spondylotic myelopathy. *Skeletal Radiol* 41(12):1543-1546, 2012
45. Nouri A, Martin AR, Mikulis D, Fehlings MG: Magnetic resonance imaging assessment of degenerative cervical myelopathy: A review of structural changes and measurement techniques. *Neurosurgical Focus* 40(6):E5, 2016
46. Nouri A, Tetreault L, Singh A, Karadimas SK, Fehlings MG: Degenerative cervical myelopathy: Epidemiology, genetics, and pathogenesis. *Spine* 40(12):E675-693, 2015
47. Park HJ, Kim JH, Lee JW, Lee SY, Chung EC, Rho MH, Moon JW: Clinical correlation of a new and practical magnetic resonance grading system for cervical foraminal stenosis assessment. *Acta Radiol* 56(6):727-732, 2015
48. Patel KB, Poplawski MM, Pawha PS, Naidich TP, Tanenbaum LN: Diffusion-weighted MRI "claw sign" improves differentiation of infectious from degenerative modic type 1 signal changes of the spine. *AJNR Am J Neuroradiol* 35(8):1647-1652, 2014
49. Raval M, Kumari R, Dung Dung AA, Guglani B, Gupta N, Gupta R: MRI findings in Hirayama disease. *Indian J Radiol Imaging* 20(04):245-249, 2010
50. Righi E, Carnelutti A, Muser D, Di Gregorio F, Cadeo B, Melchiorretto G, Merelli M, Alavi A, Bassetti M: Incremental value of FDG-PET/CT to monitor treatment response in infectious spondylodiscitis. *Skeletal Radiol* 49(6):903-912, 2020
51. Ruangchainikom M, Daubs MD, Suzuki A, Hayashi T, Weintraub G, Lee CJ, Inoue H, Tian H, Aghdasi B, Scott TP, Phan KH, Chotivichit A, Wang JC: Effect of cervical kyphotic deformity type on the motion characteristics and dynamic spinal cord compression. *Spine* 39(12):932-938, 2014
52. Ryang YM, Akbar M: Pyogenic spondylodiscitis: Symptoms, diagnostics and therapeutic strategies. *Der Orthopade* 49(8):691-701, 2020
53. Scheer JK, Tang JA, Smith JS, Acosta FL Jr, Protosaltis TS, Blondel B, Bess S, Shaffrey CI, Deviren V, Lafage V, Schwab F, Ames CP, International Spine Study Group: Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications: A review. *J Neurosurg Spine* 19(2):141-159, 2013
54. Schiebler ML, Camerino VJ, Fallon MD, Zlatkin MB, Grenier N, Kressel HY: In vivo and ex vivo magnetic resonance imaging evaluation of early disc degeneration with histopathologic correlation. *Spine* 16(6):635-640, 1991
55. Sieper J, Rudwaleit M, Baraliakos X, Brandt J, Braun J, Burgos-Vargas R, Dougados M, Hermann KG, Landewé R, Maksymowych W, van der Heijde D: The Assessment of SpondyloArthritis international Society (ASAS) handbook: A guide to assess spondyloarthritis. *Ann Rheumatic Dis* ;68 Suppl 2:ii1-44, 2009
56. Silva CF, Soffia PS, Pruzzo E: Acute prevertebral calcific tendinitis: A source of non-surgical acute cervical pain. *Acta Radiologica* 55(1):91-94, 2014
57. Singh A, Tetreault L, Casey A, Laing R, Statham P, Fehlings MG: A summary of assessment tools for patients suffering from cervical spondylotic myelopathy: A systematic review on validity, reliability and responsiveness. *Eur Spine J* 24 Suppl 2:209-228, 2015
58. Staub BN, Lafage R, Kim HJ, Shaffrey CI, Mundis GM, Hostin R, Burton D, Lenke L, Gupta MC, Ames C, Klineberg E, Bess S, Schwab F, Lafage V, International Spine Study Group: Cervical mismatch: The normative value of T1 slope minus cervical lordosis and its ability to predict ideal cervical lordosis. *J Neurosurg Spine* 30(1):31-37, 2018

59. Tanaka H, Nagai E, Murata H, Tsubone T, Shirakura Y, Sugiyama T, Taguchi T, Kawai S: Involvement of bone morphogenic protein-2 (BMP-2) in the pathological ossification process of the spinal ligament. *Rheumatology* 40(10):1163-1168, 2001
60. Tang JA, Scheer JK, Smith JS, Deviren V, Bess S, Hart RA, Lafage V, Shaffrey CI, Schwab F, Ames CP, ISSG: The impact of standing regional cervical sagittal alignment on outcomes in posterior cervical fusion surgery. *Neurosurgery* 71(3):662-669; discussion 9, 2012
61. Tetreault L, Nakashima H, Kato S, Kryshtalskyj M, Nagoshi N, Nouri A, Singh A, Fehlings MG: A systematic review of classification systems for cervical ossification of the posterior longitudinal ligament. *Global Spine J* 9(1):85-103, 2019
62. Van Goethem JW, Maes M, Ozsarlak O, van den Hauwe L, Parizel PM: Imaging in spinal trauma. *Eur Radiol* 15(3):582-590, 2005
63. Vedantam A, Rajshekhar V: Does the type of T2-weighted hyperintensity influence surgical outcome in patients with cervical spondylotic myelopathy? A review. *Eur Spine J* 22(1):96-106, 2013
64. Wada E, Ohmura M, Yonenobu K: Intramedullary changes of the spinal cord in cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 20(20):2226-2232, 1995
65. Williams FM, Manek NJ, Sambrook PN, Spector TD, Macgregor AJ: Schmorl's nodes: Common, highly heritable, and related to lumbar disc disease. *Arthritis Rheum* 57(5):855-860, 2007
66. Yousem DM, Atlas SW, Goldberg HI, Grossman RI: Degenerative narrowing of the cervical spine neural foramina: Evaluation with high-resolution 3DFT gradient-echo MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 12(2):229-236, 1991
67. Zhang YZ, Shen Y, Wang LF, Ding WY, Xu JX, He J: Magnetic resonance T2 image signal intensity ratio and clinical manifestation predict prognosis after surgical intervention for cervical spondylotic myelopathy. *Spine* 35(10):E396-399, 2010
68. Zibis AH, Giannis D, Malizos KN, Kitsioulis P, Arvanitis DL: Acute calcific tendinitis of the longus colli muscle: Case report and review of the literature. *Eur Spine J* 22 Suppl 3(Suppl 3):S434-438, 2013