TÜRK RADYOLOJİ DERNEĞİ

TÜRK RADYOLOJİ SEMİNERLERİ

Trd Sem 2024;12(3):561-80

Spinal Dejeneratif Hastalıklar

Spinal Degenerative Diseases

Melda Apaydın

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Spinal dejeneratif hastalıkların (SDH) patogenezi, kliniği ve değişik görüntüleme yöntemleri ile tanımlanabilmesini sağlamak.
- SDH'lerin spesifik terminolojisini disk fonksiyonu ve morfolojisine bağlı olarak ilgili literatür ve güncel bilgilerle gözden geçirmek.
- Normal ve patolojik durumlar için kullanılan terminolojiyi klinisyen, radyolog ve araştırmacılar tarafından doğru ve net bir şekilde anlaşılmasını sağlamak için patern tanımlaması ve görüntüleme yorum rehberliği yapmak.

Apaydın M. Spinal degenerative diseases. *Trd Sem.* 2024;12(3):561-80.

ÖZ

Spinal dejeneratif hastalıklar (SDH) yaygın bir hastalık olup sosyoekonomik ve medikal öneme sahiptir. Klinik bulguları hafif ağrıdan şiddetli nörolojik semptomlara kadar değişkendir. Omurganın rutin görüntülemesinde sık görülen bir bulgudur. Kısmen fizyolojik yaşlanmaya, kısmen de patolojik bir duruma bağlıdır ve bazen bu ayırım net değildir. Bu derlemede SDH'lerin görüntülemesinde normal ve patolojik durumlar için araştırmacılar tarafından oluşturulan ve lomber disk terminolojisinin klinisyen, radyolog ve araştırmacılar tarafından doğru ve net bir şekilde anlaşılması için kabul edilen en son standart terimler kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bel ağrısı, disk dejenerasyonu, disk herniasyon, görüntüleme

ABSTRACT

Spinal degenerative diseases (SDH) are a common disease and have socioeconomic and medical importance. Clinical findings vary from mild pain to severe neurological symptoms. It is a common finding on routine imaging of the spine. It is partly due to physiological aging, partly to a pathological condition, and sometimes this distinction is not clear. In this review, the latest standard terms created by researchers for normal and pathological conditions in the imaging of SDH are used for a correct and clear understanding of lumbar disc terminology by clinicians, radiologists and researchers.

Keywords: Low back pain, disc degeneration, disc herniation, imaging

İzmir Şehir Hastanesi, Radyoloji Kliniği, İzmir, Türkiye

✉ Melda Apaydın • meldapaydin@gmail.com

Geliş Tarihi: 08.10.2024 • Kabul Tarihi: 01.11.2024

doi: 10.4274/trs.2024.24162

Copyright© 2024 Yazar. Türk Radyoloji Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır.
Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makaledir.

GİRİŞ

Spinal dejeneratif hastalıklar (SDH) yaygın bir hastalık olup sosyoekonomik ve medikal öneme sahiptir. Klinik bulguları hafif ağrıdan şiddetli nörolojik semptomlara kadar değişkendir [1, 2]. SDH'lerde bulgular bireyler arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Genetik yanı sıra kazanılmış faktörlerden (örneğin; yaşam tarzı, obezite, sigara içme, fiziksel olarak yorucu çalışma, psikososyal faktörler) büyük ölçüde etkilenir [3]. Ancak bazen kliniği olmayan olgularda da dejeneratif bulgular olabilir [4]. Yapısal bozukluk sonucu intervertebral disklerde gelişen fonksiyonel yetersizlik sonucu gelişen SDH kişilerin hayat kalitesinde negatif etki oluşabilir [5]. Spinal dejeneratif disk hastalığı, disk dejenerasyonu ve ilişkili semptomlarla kanıtlanan klinik bir durumdur [6].

Spinal dejeneratif hastalıkların görüntülenmesinin bu dejeneratif sürecin patogenezi, farklı görüntüleme yöntemleriyle tanımlanabilmesi gerekmektedir. Bu derlemenin amacı, omurgadaki dejeneratif değişikliklerin patogenezi ile ilişkili olarak omurlar arası diskler, end platolar, kemik iliği değişiklikleri, faset eklemleri ve spinal kanalı içeren radyolojik bulguları gözden geçirmektir. Bulgular, neden olabilecekleri klinik semptomlarla birlikte açıklanmaktadır. Bu derlemede normal ve patolojik durumlar için araştırmacılar tarafından oluşturulan lomber disk terminolojisinin klinisyen, radyolog ve araştırmacılar tarafından doğru ve net bir şekilde anlaşılması için en son kabul edilen standart terimler kullanılmıştır [6].

RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

Radyolojik görüntüleme, lezyonların yaygınlığını, derecesini ve olası komplikasyonları belirlemek için önemlidir. Ancak bazen kliniği olmayan olgularda da dejeneratif bulgular olabilir [4]. Sırt ağrısı analjezik tedaviye rağmen dört haftadan fazla sürdüğünde görüntüleme gerekliliği vardır [3]. Ayrıca ilerleyici nörolojik defisit, ateş, enfeksiyon, yaş (>50 yaş veya <20 yaş), travma, açıklanamayan kilo kaybı, ankilozan spondilit, uyuşturucu veya alkol bağımlılığı, kanser öyküsü, kortikosteroid kullanımı ve hastanın görüntüleme için ısrarcı olması da potansiyel olarak kritik olduğu için görüntüleme önemlidir [7].

Direkt Radyogram

İlk basamak görüntüleme tekniği geleneksel radyografidir. Omurganın radyolojik dejeneratif belirtileri: Simetrik anterolateral osteofitler, disk aralığında, periferik vakum fenomeni, skleroze epifiz halkasıdır. Bu işaretler omurganın tek ön ve yan ayakta görüntülerinde görülebilir. Oblik grafilerde de nöral foremenler iyi görüntülenir. Spinal stabilite ve dizilim anormalliklerinin değerlendirilmesinde ve anormal omurga eğriliği durumlarının tanı ve tedavisinde fleksiyon ve ekstansiyon radyografileri yararlı olabilir (Resim 1) [3]. Anterolistezis ve ayakta ağırlık ile olan radyogramlarda daha iyi ayrımlanır. Transizyonel vertebra tanısında, ağrı nedeni oluşturabilecek Bertolotti sendromuyla ilişkili psödoartikülasyon tanısında, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntülemeye (MRG) göre artefaktlardan az etkilenmesi nedeniyle tanıda katkı sunabilir [8].

Bilgisayarlı Tomografi

Radyografiler ağrı nedenini açıklayamadığında veya altta yatan sistemik hastalığı düşündüren bulgularda endikedir. Hızlı veri edinimi ve reforme imajlar birkaç saniyede optimal görüntüleme sağlar. Optimum kontrast çözünürlüğü; 4 veya 5 mm kesitli tarama ile, yüksek tüp akımı x ekspojur süresi (mAs) tekniği ve yumuşak doku rekonstrüksiyon algoritması kullanılarak, çok iri hastalarda ve L5-S1 düzeyinde hem mAs hem de kV'de artış sağlanarak, daha ince kesitlerle disk konturunu belirginleştirirerek sağlanabilir. Radyasyon ise dezavantajıdır.

End plato sklerozu, kemik harabiyeti, kemik proliferasyonu, flaval ligaman kalsifikayonları, disk osterofit kompleksi, kortikal ve trabeküler kemiğin, osteofitlerin, intradiskal gazın ve kal-

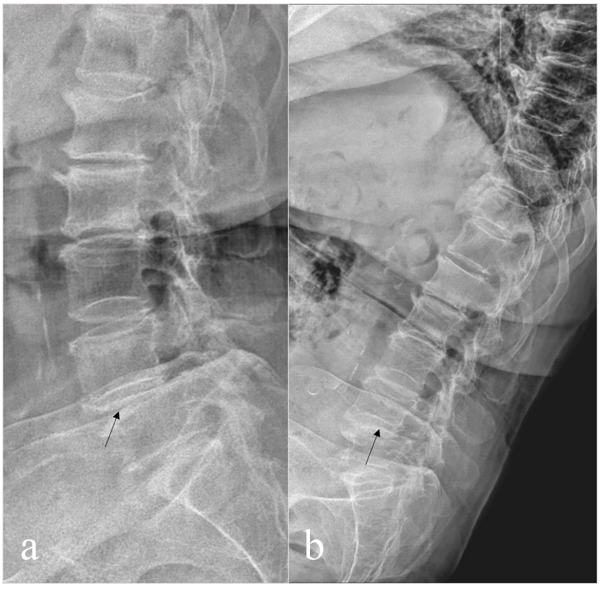
EĞİTİCİ NOKTA

sifikasyonların MRG'ye göre daha üstün bir şekilde görüntülenmesini sağlar [3]. Faset artropatisinde kristal birikimi, kemik proliferasyonu ve kemik hasarı ve yeniden şekillenmesini, spinal stenozun nedenlerini (difüz disk protrüzyonu, fokal herniasyon, flavum ligaman kalınlaşması mineralizasyonu ve/veya ossifikasyonunu) gösterir. İki ya da üç boyutlu rekonstrüksiyonlar tanı ve cerrahi müdahale planlamasında üstünlük sağlar (Resim 2) [8].

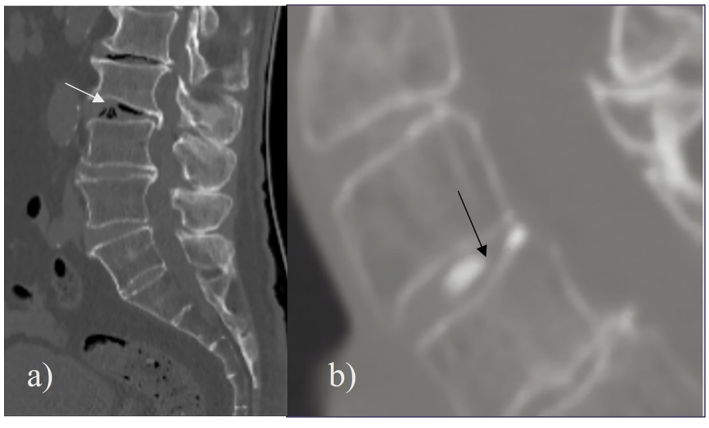
Manyetik Rezonans Görüntüleme

Omurgadaki dejeneratif değişikliklerin görüntülenmesinde tercih edilen yöntemdir. BT ile karşılaştırıldığında üstün yumuşak doku kontrastı vardır. İntervertebral disk, sinir kökleri ve spinal kordu vizualize eder [3]. Radyasyon içermez. Nörolojik defisit, radikülopati ile komplike olan bel ağrısı (LBP), spinal stenoz ile ilgili semptomlar, kauda ekuina ile birlikte radikülopatide görüntülemede altın standarttır [3, 5]. MRG incelemesinde; tetkik omurgaya en az 2 dik planda yapılmalıdır, yüzeyel koiller

EĞİTİCİ NOKTA



Resim 1. (a) Fleksiyon ve (a) ekstansiyon radyogramlarında, L4-5 düzeyindeki anterolistezis özellikle fleksiyon grafisinde daha belirgin görülmektedir.



Resim 2. Koronal reforme BT kesitlerinde disk aralığında (a) hava, (b) kalsifikasyon görülmektedir. BT, bilgisayarlı tomografi.

kullanılmalıdır (satürasyon bandı konulmaz). İnceleme protokolü; sagital T1 ağırlıklı (A) ve T2A olmalı, *short term inversion recovery* (STIR) (medüller kemik iliğini göstermek için) ve aksiyal T2A kesitler alınmalı, servikal omurgada özellikle 3 boyutlu gradyan eko sekans ile 1 mm'den daha az kalınlık ile intervertebral foramina ve sinir kökleri incelenmelidir. Kontrastlı inceleme ve STIR sekansı enflamatuar değişikliği tespit edebilir ve tekrarlayan disk herniasyonu ile post-op skar arasındaki farkı ayırt edebilir [9]. Son zamanda yapılan bir araştırmada SDH MRG bulgularını çeşitli araştırmacılar arasında entegrasyon sağlamak ve standardize etmek için yeni MRG protokolleri önerilmiştir.

Buna göre önerilen minimal sekans protokolü:

a. Sagital T2A FSE (yağ baskılamalı), sagital T1A FSE (yağ baskılamasız), aksiyal T2A FSE (yağ baskılamasız).

Önerilen ek sekanslar:

b. Sagital T2A FSE (yağ baskılamasız), sagital T1A FSE (yağ baskılamasız ve sakroiliak eklemi içerecek şekilde), koronal T1A FSE (yağ baskılamasız ve sakroiliak eklemi içerecek şekilde), aksiyal T1A FSE (yağ baskılamasız), aksiyal 3D T2A 3D lumbosakral pleksus görülmeye yönelik olarak sunulmuştur [10].

Ayrıca SDH'ye ait MRG bulgularının hastalığın doğası gereği subjektif ve gözlemciler arası değişkenliğe bağlı olabileceğini düşünen araştırmacılar için yapay zeka destekli makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmaları ile SDH tanısı güncel bir araştırma konusudur [5]. Tanı koyma yanı sıra ve prognoz tahmini verebileceği öne sürülen yapay zeka kullanımı, MRG'de SDH'nin değerlendirilmesinde son on yılda popüler bir araştırma yöntemi olup otomatik olarak analiz eden yöntemlerin geliştirilmesi ve test edilmesi büyük ilgi görmektedir [9-12].

Doğruluk oranlarıyla özellik çıkarma ve segmentasyon görevleri çoğu çalışmada Sørensen-Dice katsayıları %85'in üstünde bulunmuştur [12]. Fakat çok güvenilir olmasına rağmen, çoğu zaman sonuçları doğrulamak ya da iyileştirmek için kullanıcı denetimi gereklidir. MRG'lerde makina öğrenme ile SDH analizi gelecekte muhtemelen daha fazla araştırılacaktır. Klinik karar vermeye yardımcı olmaya ve iş yükünü azaltmada faydası olabilir [11].

Yeni Tekniklerle Proteoglikan İçeriği Değerlendirilmesi

T2* haritalaması, T1ρ ve T2 relaksasyon haritalaması, difüzyon ağırlıklı ve difüzyon tensör görüntüleme (DTI), gecikmiş kontrastlı kıkırdak MRG, sodyum-MRG, glikozaminoglinoglikan kimyasal değişim satürasyon transferi, ultra-zero tekniği, MR spektroskopi erken dejenerasyon değerlendirmeye imkan veren ümit verici araçlardır [5, 9]. DTI traktografi ile spinal stenoz ve sinir basılarında traktüslerin değerlendirilmesi klinikte kullanım alanı olan bir yöntemdir [13].

Diğer görüntüleme yöntemleri (nükleer tıp yöntemleri, miyelografi ve diskografi) invaziv olmaları ve kolay ulaşılamamaları nedenleriyle nadiren kullanılırlar [3].

Spinal Dejeneratif Değişiklikler

Dejeneratif değişiklikler, end-platolarda vertebra korpuslarında, eklemlerde, ligamanlarda, kaslarda, vertebra aksında/diziliminde ve disk aralıklarında olur.

Dejeneratif değişiklikler nükleus pulposus (NP) içinde başlar (Resim 3). Normal bir NP, yüksek viskozite ve elastikiyete sahip, tip 2 kollajen ve %80 su içeren jelatinimsi bir yapıdır ve normalde T2A hiperintens görünür. Kondrositler anulus fibrozus (AF) için gerekli olan su ve kollajeni sağlayan NP'deki matriks için gerekli proteoglikanları sentezler ve parçalar. Anormallikler diske, AF'ye, end platoya ve komşu vertebranın kemik iliğine ulaşır. İlerleyen dejenerasyon uzak mesafelere de uzanarak faset eklem osteoartrozuna, ligamantum flavum hipertrofisine ve spinal kanal stenozuna yol açabilir [13]. AF, end platolara yapışık 15-40 dens liften oluşan, çekme kuvvetine karşı direnç sağlayabilecek ve güçlü fibrokartilajinöz içerikli, tip 1 kollajen içeren bir yapıdır. T2A ve T1A hipointens görünür. Vertebral end plato kıkırdak

yapıdadır, disk beslenmesini sağlar ve hem T1A hem de T2A hipointens sinyallidir. Sağlıklı NP hidrostatik basıncı eşit olarak Paskal prensipine göre AF ve end platoya iletir. Genetik, yaş, metabolitlerin transport yetersizliği, travma gibi etkenler kombine olarak anormal aksiyal gerilim oluşturarak NP'nin dejenerasyonuna neden olur. NF'nin sıvısı azalır ve bu da intradiskal basıncın azalmasına neden olur. AF üzerindeki mekanik yük artar, bunun sonucunda üzerinde yarık ve çatlaklar oluşur. AF'nin yapısal bütünlüğünün kaybı disk herniasyonuna neden olabilir. Yapısal zayıflığı da diskin anatomik dizilimi ve pozisyonunu koruyamamasına, bu da instabilite ve spondilolistezise doğru ilerlemesine yol açabilir. T2A imajlardaki sinyal kaybı, NP'deki proteoglikan konsantrasyonu azalması ve ilerleyici dejeneratif hastalıkla ilişkilidir [3, 7, 13].

Nükleus pulposus, AF, end plato değişiklikleri ve kemik iliği sinyali değişiklikleri ard arda görülen dejeneratif değişikliklerdir [13].

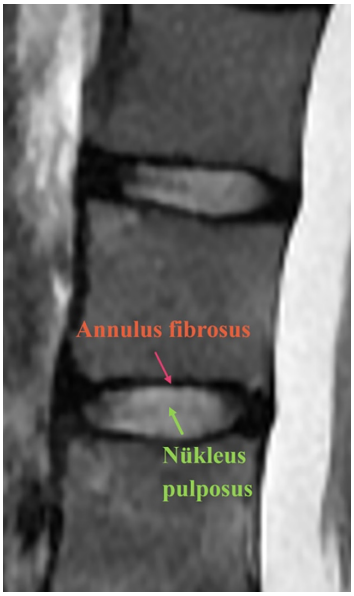
Disk Dejenerasyonu

Dehidrasyon (kuruma), disk aralığında daralma, fibrozis, bulging, intradiskal gaz (vakum fenomeni) ile görülür. Vakum fenomeni nitrojen birikimidir (Resim 2). İntradiskal sıvı ve Modic tip 1 birlikteliği spondilodiskit ile karışabilir. Disk kalsifikasyonları genelde alt torakal düzlemde görülür [13, 14].

Pfirrmann ve ark. [14] tarafından disk aralığı yüksekliği, diskin sinyal intensitesi, nükleus ve anulus ayrımının yapılabilirliği gibi kriterleri kulanan bir "disk aralığı dejenerasyonu sınıflandırılması" yapılmıştır (Tablo 1). Modifiye Pfirrmann sınıflaması ise; 2007 yılında disklerin çoğunun Pfirrmann derece 3 veya 4 olduğu yaşlı hastalarda dejeneratif diskleri daha iyi kategorize etmek için Griffith ve ark. [15] tarafından önerildi (Tablo 2).

Modic Dejenerasyon

End platodaki hasar NP'nin basıncının düşmesi ve iç materyalin vertebra gövdesine migrasyonuna neden olur. Bu bir enflamatuar yanıt ve ödem ortaya çıkarır [3, 7, 13]. Modic ve ark. [16] vertebral end plato ve subkondral kemiğin MRG'deki sinyal intensitelerini 1988 yılında 3 tipte sınıflandırmışlardır. Modic dejenerasyon etiyolojisi net değildir ancak mekanik stresle yakından ilişkili olabilir. Anormal yük ve stres vertebral end platoları etkileyerek vertebral kemik iliğinin mikro ortamını bozar ve bu da MRG'de sinyal değişikliği yapan histolojik değişiklerle sonuçlanır. Pediküllerde de görülebilen üç ana formda olabilir [3, 14, 16, 17].



Resim 3. Nükleus pulposus ve anulus fibrozus.

Modic Tip 1: T1A hipointens/T2A hiperintens sinyal verir. Biyomekanik travma sonucu mikrofraktür gelişir ve ödem sonucu vaskülarizasyon artarak ağrı oluşturan enflamatuar cevap oluşur. Kemik iliği ödemi vaskülarize fibröz dokular varlığında kontrast tutabilir. Sıklıkla lomber ağrı ve instabilite ile ilişkilidir. Modic tip 1 yavaşça Modic tip 2'ye evrilebilir, gerileyebildiğini de bildirenler vardır. Radyolojik bulguları pyojenik diskitisle de karışabilir [13]. Düşük b değerleri ile yapılan difüzyon ağırlıklı görüntülemede end platolardaki Modic tip 1 bulgularının hipointens bulgu verirken, pyojenik diskitis normal vertebraya göre yüksek sinyal bulgusu verdiği bildirilmiştir [18]. Ayrıca yüksek b değeri (≥500 s/mm) ile yapılan difüzyon ağırlıklı incelemede Modic tip 1 değişikliklerin spondilodiskitten ayırt edilmesinde yüksek derecede sensitivitesi olan "pençe işareti" de tanımlanmıştır [13].

EĞİTİCİ NOKTA

Modic Tip 2: Kemik iliğindeki yağlı içeriğe bağlı olarak T1A hiperintens/T2A hiperintens görülür.

Modic Tip 3: Yoğun kemik iliği ve skleroz vardır. Modic tip 3 değişiklikler potansiyel ola-

Tablo 1. Pfirrmann lomber disk dejenerasyonu sınıflandırması

Grade	Strüktür	Nükleus ve anülüs ayrımı	Sinyal intensitesi	Disk yüksekliği
1	Homojen, parlak beyaz	Net	BOS'ye göre iso/ hiperintens	Normal
2	İnhomogen (horizontal bant var ya da yok)	Net	BOS'ye göre iso/ hiperintens	Normal
3	İnhomojen gri	Belirsiz	Ara sinyal	Normal/hafif azalmış
4	İnhomojen gri/siyah	Kayıp	Ara sinyal/hipointens	Orta derecede azalmış
5	İnhomojen siyah	Kayıp	Hipointens	Kollaps

BOS, beyin omurilik sıvısı.

Tablo 2. Modifiye Pfirman sınıflaması

Grade	Nükleus ve anulus iç liflerinden gelen sinyal (T2A)	Diskin arka tarafındaki halkanın iç ve dış lifler arasındaki ayrımı	Disk aralığı yüksekliği
1	BOS gibi	Var	Normal
2	Presakral yağ ile BOS arasında	Var	Normal
3	Presakral yağdan daha hipointens	Var	Normal
4	Dış anulus lifleri hafifçe hiperintens	Yok	Normal
5	Hipointens	Yok	Normal
6	Hipointens	Yok	%30'dan az kayıp
7	Hipointens	Yok	%30-60 arası kayıp
8	Hipointens	Yok	%60'dan fazla kayıp

BOS, beyin omurilik sıvısı.

rak stabildir ve neredeyse her zaman asemptomatiktir. T1A hipointens/T2A hipointens görülür (Resim 4) [3, 7, 13, 16, 17].

Belirgin end plato hasarı ile NP'nin büyük miktarda vertebra korpusuna doğru ilerlemesi ile intravertebral disk herniasyonu olan Schmorl nodüllü oluşur. Çoğu zaman T7 ve L2 arasında ve daha çok alt end platoya olmak üzere bulgu verir. Çoğu zaman asemptomatikse de bazen çok ağrılı da olabilir (Resim 5) [7].

Anüler Fissür

Anüler fibrillerin kendi içinde ya da vertebradaki yapışma yerlerinden ayrılması ve içine mukoid materyal girmesi ile oluşurlar. Konsantrik, radial ya da transvers olabilir. T2A imajlarda hiperintens görülür. Semptomatik ya da asemptomatik olabilir. Çok yaygın olsa da MRG ile de tanımlanamayabilir, birbirinden değişik formları ayırt edilemeyebilir. Granülasyon dokusu içerdiği için tüm olgularda semptomla ilişkisiz olarak mutlaka kontrast tutar [6].

Yüksek intensiteli zon (YIZ), disk dejenerasyonu ile ilişkili iyi bilinen bir bulgu olup, posterior anüler fibriller daha zayıf olduğu için travma ve dejenerasyon nedeniyle de bu bulgu görülebilir. Tipik olarak lomber T2A MRG'de disk arka kenarı boyunca tanımlanır. En sık periferik eş merkezli anüler fissür ve/veya tam kat radyal anüler yırtık ile ilişkilendirilen YIZ'nin LBP ile korele olduğu gösterilmiştir (Resim 6) [6, 7].



Resim 4. Modic 1, 2 ve 3.



Resim 5. (a) STIR ve (b) T2A imajlarda schmorl nodülü. STIR, *short term inversion recovery.*

Eklemlerdeki Dejenerasyonlar

Faset ve Unkal Eklemler, Ligamantum Flavum ve Spinal Kanal Değişiklikleri

Gerçek sinovyal eklemler olan faset eklemler, C1-C2 düzeyi hariç her omurga seviyesinde bulunur. Faset ekleme olan baskı sonucu kraniokaudal subluksasyon, artroz ve osteofitler oluşabilir. Hipertrofik faset eklem osteoartriti sonucu santral kanal, lateral foramina ve lateral reses daralmaları olabilir [13].

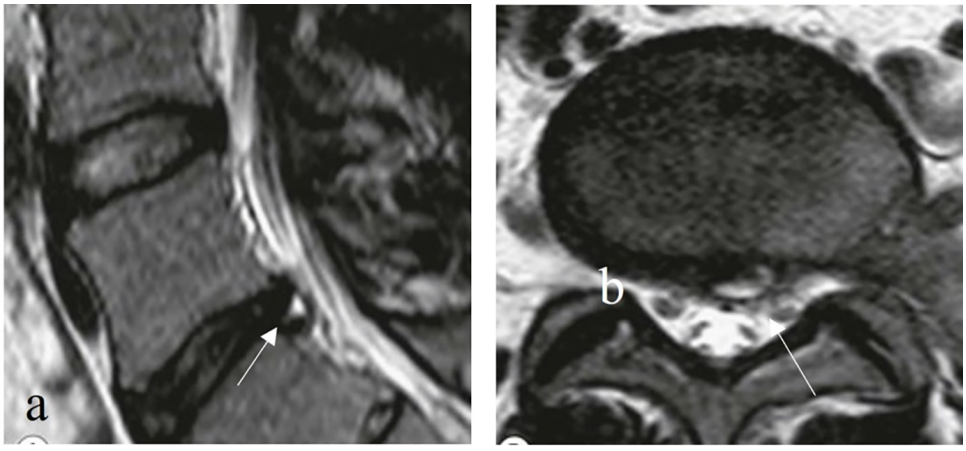
Eklemlerin taşıdığı ağırlık kaudalde ve L4-5 ve L5-S1 seviyelerinde maksimumdur. Faset eklem artrozu boyun ve LBP'nin (%15-40) önemli bir sebebidir. Faset eklem kapsülü, subkondral kemik ve sinovyum zengin bir şekilde innerve edilir. Lomber seviyede sıklıkla disk dejenerasyonundan sonra gelişir.

Faset eklem hipertrofisi sonucu erozyon, subkondral skleroz ve hipertrofik fasetler gelişip lateral reses stenozuna yol açar. MRG'de kıkırdak kaybı ve eklem efüzyon varlığı (T2A) görülür. STIR T2A görüntüler veya C+T1A, eklem, sinovyum, bitişik subkondral kemik ve eklem içindeki enflamatuar yanıtı gösterir (Resim 7) [13].

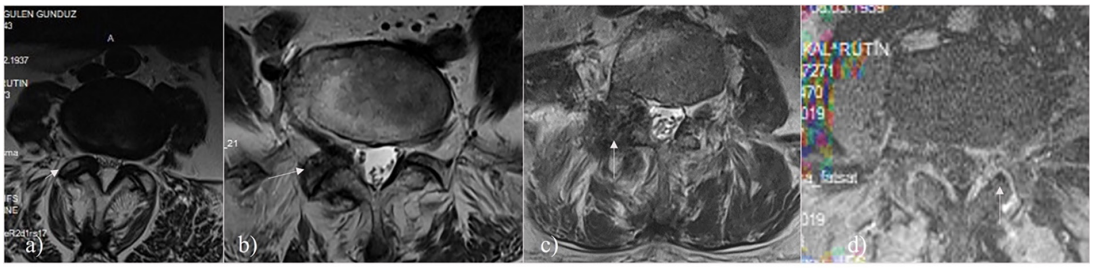
Sinovyumun faset eklem kapsülünden dışarı çıkması, özellikle instabilite varlığında sinoviyal kistlere yol açabilir [7]. Genel olarak intraspinal ekstradural olarak adlandırılırlar. Fibroz faset eklem kapsülündeki defekte sinovyal membranın herniasyonu sonucu gelişirler. Klinik semptomatoloji herniye disk veya spinal stenoza benzeyebilir [7].

Unkovertebral Eklemlerdeki Dejeneratif Değişiklikler

Unkovertebral eklemler C2-3 seviyesinden C6-7 seviyesine kadar vertebranın unsinate proçesinde görülür. Dejenerasyona bağlı disk



Resim 6. T2A (a) sagital ve (b) aksiyel imajda anüler fissür.

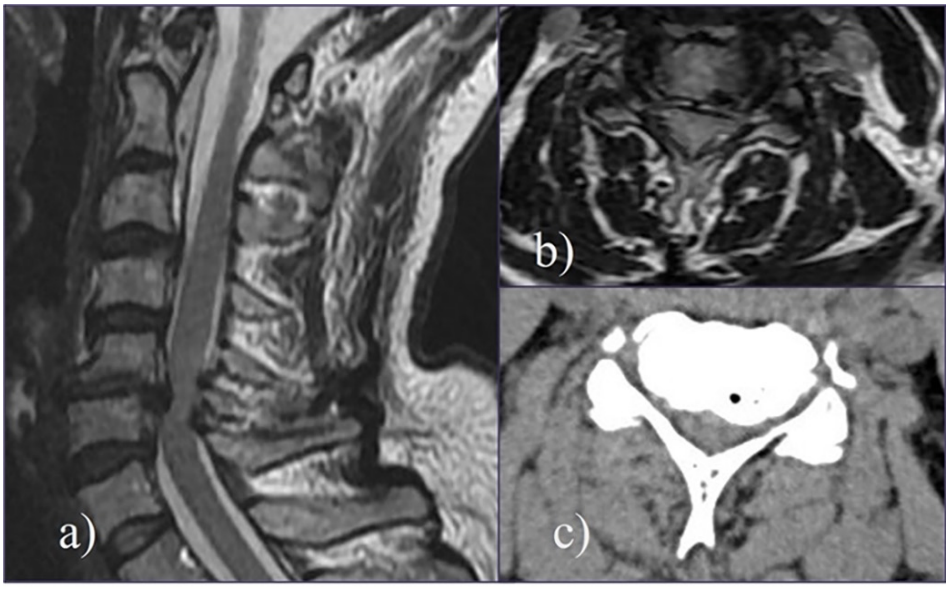


Resim 7. Faset eklem dejenerasyonu (a) grade 1, (b) grade 2, (c) grade 3, (d) kontrastlı imajda kontrastlanma.

aralığında daralma sonucu nöral foremende daralma yapan osteofitler gelişir. Radikülopati ve foraminal stenoz oluşabilir. Oblik, AP ve lateral grafiler ve BT'de tanı konulabilir (Resim 8) [3].

Ligamentum Flavum Hipertrofisi

Ligamentum flavum, sarı elastin içeriği yüksek (%60-70) olan güçlü bir ligamandır. C2 vertebradan S1'e dek uzanır ve ardışık iki laminayı birbirine bağlar. Ligamentum flavum elastik liflerin dejenerasyonu ve tip 2 kolajenin çoğalması ile hipertrofiye olma eğilimindedir. Ligamentum flavum kalınlaşması çoğu zaman disk dejenerasyonu ile ilişkilidir (Resim 9) [13, 19].



Resim 8. (a) T2A sagital, (b) T2A aksiyel ve (c) aksiyel BT imajlarda, spondilotik dar kanal ve unkovertebral eklem hipertrofilerine bağlı spondilotik foraminal stenoz görülmektedir. BT, bilgisayarlı tomografi.



Resim 9. T2A imajda flaval ligaman hipertrofisi ve spinal stenoz.

Spinal Kanal Stenozu

Spinal kanal stenozu, spinal kanal, lateral reses ve nöral foremenlerin daralması ile karakterizedir. Genel olarak gelişimsel ve edinsel olarak ikiye ayrılır. Disk herniasyonu, hipertrofik faset eklem osteoartriti, ligamantum flavum hipertrofisi ve spondilolistezis ile ilişkilidir [3, 13, 20].

Lomber omurgada şiddetli omurilik kanalı stenozu ile kauda ekuina sendromu oluşur. LBP, alt ekstremite zayıflığı, iki taraflı alt ekstremite radikülopatisi, bağırsak ve mesane fonksiyon kaybı, eyer anestezisi, cinsel işlev bozukluğu ve alt ekstremite refleksleri kaybı ile karakterizedir. Servikal ve torakal bölgedeki spinal stenozda ise spinal kord kompresyonu miyelopati olarak bulgu verir (boyun ve sırtta ağrı, uyuşukluk ve güçsüzlük, motor bozukluk) ve spinal kordda enflamasyon, gliozis, miyelomalazi T2 A sinyal yüksekliği olarak görülebilir. Bu bulgunun görülmemesi olmadığı anlamına gelmez, DTI ve difüzyon-ağırlıklı görüntüleme rutin olarak kullanılmasa da bu konuda değerli bilgiler sunar [21]. Faset osteofitleri, korpus vertebra arkasındaki osteofitler ve spondilolistezis gibi, kemik kökenli olabileceği gibi, herniye olmuş, bombeleşmiş diskler, ligamentum flavumun hipertrofisi veya kalınlaşması, sinovyal faset kistleri gibi yumuşak doku kökenli de olabilir. Santral stenoz, lateral reses stenozu, foraminal stenoz (nöral foramen çapında azalma), konsantrik stenoz (spinal kanalın tüm çaplarında daralma) gibi çeşitleri vardır [20, 21]. Değişik araştırmacılar spinal kanal stenozunu değerlendirmek için farklı sınıflamalar öne sürmüşlerdir. Tüm bu önerilen sınıflamalarda: 0 derece stenoz yok, 1 derece hafif darlık, 2 derece orta darlık, 3 derece ise ciddi darlık anlamına gelir [13]. Lomber spinal stenoz için BT'de tanımlanan, spinal kanal AP çapının 10 mm altında sınırının ise yanlış pozitif sonuç verebildiği bilinmektedir. MRG ile yüksek sensitivite ile tanı konulabilmektedir. Ortalama lomber spinal kanal çapı 16,9-18,7 mm ve tekal sak çapı 12,9-15,3 mm'dir. Günlük radyolojik çalışmalarda dural kese mid-sagital ölçümde 12 mm altında ise spinal stenoz olarak değerlendirilir (Resim 10a).

Dural kese aksiyel kesit alanı en dar noktada >100 mm^2 normal, 76-100 mm^2 orta derecede stenotik ve <76 mm^2 ciddi stenotiktir [22]. Fleksiyon/ekstansiyonla açık MRG sistemlerinde ve kinematik tetkiklerle gerçek stenoz tanısı yüksek sensitivite ile konulabilmektedir. Dural kesenin normal formunu yitirip üçgen form alması ve gitgide daralması spinal stenoz bulgusudur. Ayrıca T2A sagital imajlarda



Resim 10. T2A; (a) sagital, (b) aksiyel imajda spinal stenoz.

sinir kökü agregasyon işareti de spinal stenoz tanısında önemli bir bulgudur (Resim 10b). Servikal omurilik kanalının ortalama sagital çapı yaklaşık olarak 13,7-14,1 mm olup sagital ölçümde 13 mm'nin altı hafif spinal stenoz, 10 mm altı ise belirgin spinal stenoz olarak kabul edilir [3]. Lateral, santral ve foraminal stenoz bulguları Tablo 3'te özetlenmiştir.

Spinal Stenozdaki Klinik Bulgular

Santral kanal stenozu ile karşılaştırıldığında subartiküler bölge stenozu sıklıkla klinik semptomlarla ve elektromiyografi (EMG) sonuçları ile daha çok ilişkilidir. Santral kanal darlığından kaynaklanan klaudikasyon iki taraflı kalça ve/veya alt ekstremite semptomları spesifik bir dermatomal model olmadan oluşurken, subartiküler bölge stenozu tipik olarak belirli bir sinir dağılımında radiküler ağrıya neden olur. Darlık arttıkça semptomlar artar. Nöropatiye bağlı kontrast tutulumu olur. Foraminal stenoz EMG bulguları klinik semptomlarla çelişkili bulgular verir, çok ciddi stenozlarda bulgular koreledir. MRG'de sinir kökü ganglionu veya gangliyon sonrası sinir boyut ve intensite artımı semptomatik kompresyon olasılığını artırır. Dorsal kök ganglionu normalde de kan beyin bariyeri içermediğinden kontrastlandığı için patolojik kontrastlanmayı ayırt etmek zordur [8].

Disk Herniasyonu: Vertebra disk materyalinin disk aralığının dışına ve vertebra korpus dışına taşmasıdır. İçinde apofizyal kemik, NP, AF, kartilaj olabilir [23]. Difüz (simetrik veya asimetrik), fokal (protrüzyon, ekstrüzyon, sekestrasyon ile birlikte ekstrüzyon) şeklinde görülebilir. Aksiyal planda anterior ya da posterior olabilir. Santral, parasantral, foraminal ve ekstraforaminal olmak üzere sınıflandırılabilir (Resim 11) [3, 6, 7, 23]. Herniasyon superiora ya da inferiora yön değiştirebilir.

Disk Bulging: Diskin genel olarak apofizyal halka çevresinden >%50 prolapsı olup, kalınlığı sıklıkla 3 mm'den azdır. Asemptomatik olup, genellikle AF, intakt olur. İntradiskal basınç yüksek ve disk aralığı yüksekliği ise normaldir. Hızla artan intradiskal basınç olursa AF'de yırtık ve herniasyon gelişebilir [3].

Anuler Bulging: NP'deki dejenerasyon intradiskal basınç azalmasına ve disk aralığı daralmasına yol açar. Bu AF'de vertikal basınç artımı ve bulginge neden olur. Semptomatik olabilir, disk aralığı dardır ve tedavide disk aralığı restorasyonu uygulanabilir [6].

Fokal Disk Herniasyonu: NP'nin ayrılmış bir parçasının orijinal intradiskal konumundan yer değiştirmesidir. Genelde genç hastalarda intradiskal basınç yüksekliğinde oluşur. Morfolojik ve radyolojik bulgularına göre üç tipte sınıflandırılırlar [13].

a. Protrüzyon: Lokal disk materyal yer değiştirmesi (disk çapının %25'inden azı) olup diskin ön-arka çapı, tabanının çapından daha küçük olmalıdır. AF'de hasar yok ya da çok

Tablo 3. Lomber spinal kanal stenoz sınıflaması

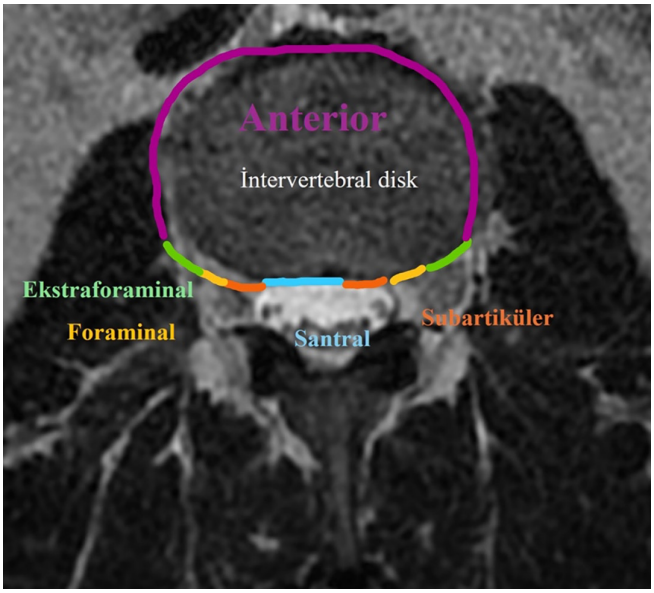
Grade	Santral stenoz	Foraminal stenoz	Lateral stenoz
0	Normal	Normal	Normal
1	Anterior BOS mesafesi orta derecede oblitere ancak kauda ekuniada lifleri birbirinden ayrırt edilmekte	Hafif (<%50)	Kök kompresyonu ya da düzleşmesi olmadan daralma
2	Kauda ekuinada agregasyon var	Orta (>%50)	Kök kompresyonu ya da düzleşmesi ile daralma
3	Kauda ekuina demet haline görülmektedir	Ciddi stenoz (sinir kökü kollapsı)	Ciddi kök kompresyonu, çevre BOS mesafesinde daralma

BOS, beyin omurilik sıvısı.

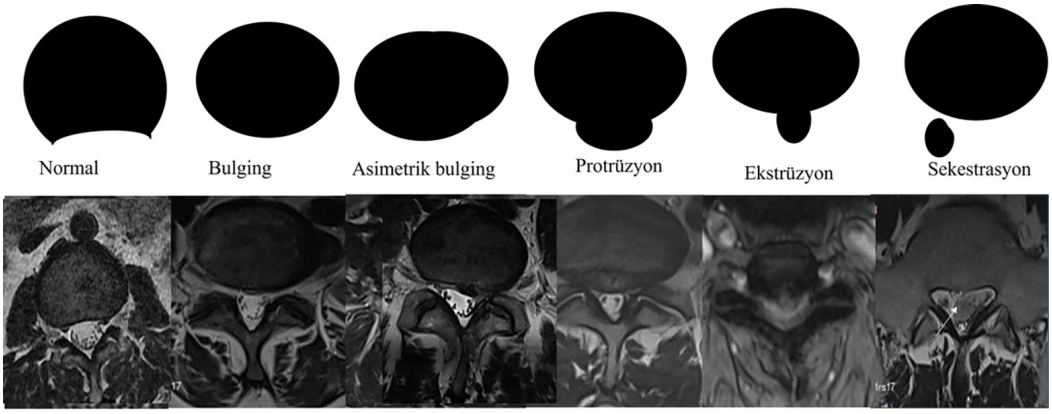
azdır. Posterior longitidunal ligaman intakttır [6, 7].

b. Ekstrüzyon: Herniasyon gösteren diskin ön-arka çapı, tabanının çapından daha büyüktür. AF dış fibrilleri hasarlıdır ancak posterior longitudinal ligaman (PLL) hasarı yoktur. Ekstrüde disk ana disk ile bağlantısını koruyarak vertebra korpusunun arkasında kraniale ya da kaudale ilerleyip PLL'de de gerilme oluşturarak nörolojik semptom ortaya çıkabilir [6]. MRG'de ekstrüde disk, ana disk ile genellikle eş sinyalde olmakla birlikte diskte veya çevresinde gelişen enflamatuar yanıt nedeniyle T2A ve postkontrast T1A görüntülerde yüksek sinyalli izlenebilir [23].

c. Ekstrüzyonla Birlikte Sekestrasyon: Disk aralığından kopmuş ekstrüde disk materyalidir. AF ve PLL'de hasar vardır. Subligamatöz ekstrüde herni, PLL arkasında herniye NP materyalinin yer değiştirmesidir (Resim 3). MRG'de serbest fragman içindeki veya çevresindeki enflamatuar reaksiyon nedeniyle T2A ve postkontrast T1A görüntülerde periferik veya difüz yüksek sinyal intensitesi gösterir. Transligamantöz ekstrüzyonda, PLL ve AF'de hasar sonucu ekstrüde materyal herni disk seviyesi ya da superior veya inferiora ilerleyebilir (Resim 12) [6, 7, 13].



Resim 11. Aksiyal planda posterior disk herniasyon sınıflaması [3].



Resim 12. Disk herniasyonu terminolojisi.

Klinik

Nörolojik bulgulara göre herniasyonlar akut (4 hafta), subakut (4-12 hafta), kronik (12 haftadan fazla semptom vermesine göre) olarak sınıflandırılabilir.

Akut herniasyon disk içi basınçta akut artışlar oluşturan travma veya ağır yük kaldırmaya bağlı olabilir. Hasar nedeniyle NP, AF'deki yırtılma ile yer değiştirir. Hasarlı dokulara gelen yıkım ürünleri olan sitokinlerin artışı ile enflamatuar cevap oluşturur. Subakut disk herniasyonunda disk materyali disk içi basınç nedeniyle periferik olarak hareket eder ve ayakta iken ağrı artar (örneğin; ayakta dururken), ancak intradiskal basınç düştüğünde iyileşir (yatar durumda). AF'nin kalan sağlam lifleri, ekstrüde olan materyali disk aralığına geri getirmeye çalışır. MR ve BT çalışmalarında supin pozisyonda intradiskal basınç azaldığı için görüntüleme bulguları yer değiştiren NP miktarı olduğundan daha az bulunur. Kronik herniasyonda disk materyali diskten kararlı şekilde yer değiştirir. Kronik evre başlangıcında yüksek intradiskal basınç NP'yi dışarı iter, AF daha sonra ileri derecede dejeneratif değişikliklere uğrar ve NF'yi içe geri tepme yeteneği azalır. Artan aksiyal yüklenme NP materyalinin yer değiştirmesine ve bu da AF liflerinde tekrarlayan hasara neden olur. Tüm AF katmanları hasarlandığında ekstrüzyon oluşur. Hareket eden ekstrüzyon, PLL hasarı ve spinal kanalda sekestre disk parçalarına neden olur [13]. Lomber bölgede disk patolojileri %90 oranında aksiyel yüklenmenin en belirgin olduğu L4-5'te görülür. Bu düzlemde foraminal herni L4 sinir basısı, parasantral herni ise L5 sinir basısı olarak bulgu verir [13]. Herniasyon komplikasyonları nörolojik, vasküler veya fokal olabilir. Herhangi bir spinal düzlemde, disk herniasyonundan kaynaklanan akut kalıcı nörolojik defisit cerrahi dekompresyon gerektirebilecek tıbbi bir acil durumdur. Vasküler komplikasyonlar vertebral arterin veya medüller segmental arterin kronik sıkışması sonucu akut veya sekonder olarak gelişir.

Omuriliği besleyen arterler (C5-C7 düzeyinde radikülomedüller; T4-T5'te radikülomedüller; T10'da Adamkiewicz, L4-5'te Deproges-Gotteron'un radikülomedüller arterleri) ciddi nörolojik bozukluğa neden olup müdahale gerektirebilir.

Epidural mesafede yabancı cisim olarak algılanan sekestre disk materyali, otoimmün ve enflamatuar yanıtlar sonucu gelişen enzimatik bozulma ile makrofaj tarafından fagositoza uğrar [24]. Herniasyona bağlı genişleyen epidural venler lomber düzlemde spinal stenoz ya da disk herniasyonunun klinik belirtilerini taklit edebilir [13].

Çok nadir (herniasyonların %0,27'sinde) olarak ve lomber bölgede görülen intradural herniasyon, duranın ventral konturu ve PLL arasında yapışıklıklar olduğunda ortaya çıkan akut sekestrasyon varlığında gelişebilir [25].

Spinal Dejeneratif Hastalık Komplikasyonları ve Diğer Antiteler

İnstabilite ve Spondilolistezis

Biyomekanik olarak vertebral stabilite vertikal (aksiyel) ve transvers (horizontal) planda ele alınır. Aksiyel instabilite vertebra korpusunu etkileyen travma, osteoporoz gibi durumlarda oluşur.

Transvers instabilite, intervertebral veya segmental instabilite olup fonksiyonel spinal ünitedeki anatomik dizelenmeyi sağlayan intervertebral disk, faset eklem ve ligamentöz aparatların dengesizliğinden oluşur. Servikal ve lomber bölgede olur. Kalıcı tek veya multipl instabilite rotasyonel ve translasyonel subluksasyon, bunun sonucunda dejeneratif spondilolistezis oluşur. Zamanla sekonder değişiklikler (bağların hipertrofisi, faset osteoartrozu ve osteofit oluşumu) ile dizelenme bozukluğu ile spinal kanal, lateral reses ve nöral foremen stenozuna neden olabilir [13].

Klinik olarak instabilite, hareketle kötüleşen, aralıklı, spesifik olmayan sırt ağrısıyla kendini gösterir. Spinal instabiliteyi değerlendirmede günümüzde çeşitli görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır. Ön-arka ve yan röntgen, geleneksel MR ve BT fonksiyonel durumu hakkında

sınırlı bilgi sağlar. Ancak aksiyel yüklenme olmadan yatar durumda yapılan incelemelerde tanı koymak güçtür. Fleksiyon ve ekstansiyon grafileri gibi yeni gelişen kinetik MRG gibi fonksiyonel yöntemler tanıda önem taşır (Resim 1). Lomber bölgedeki instabilitede fleksiyon-ekstansiyon radyografilerinde 10 dereceyi aşan sagital rotasyon ve 4 mm'yi aşan sagital translasyon instabilite kriteri olarak kullanılır [23]. Servikal omurganın instabilitesinde fonksiyonel radyografilerde 3 mm'lik bir kayma güvenilir bir kesme noktası gibi görünmektedir [23].

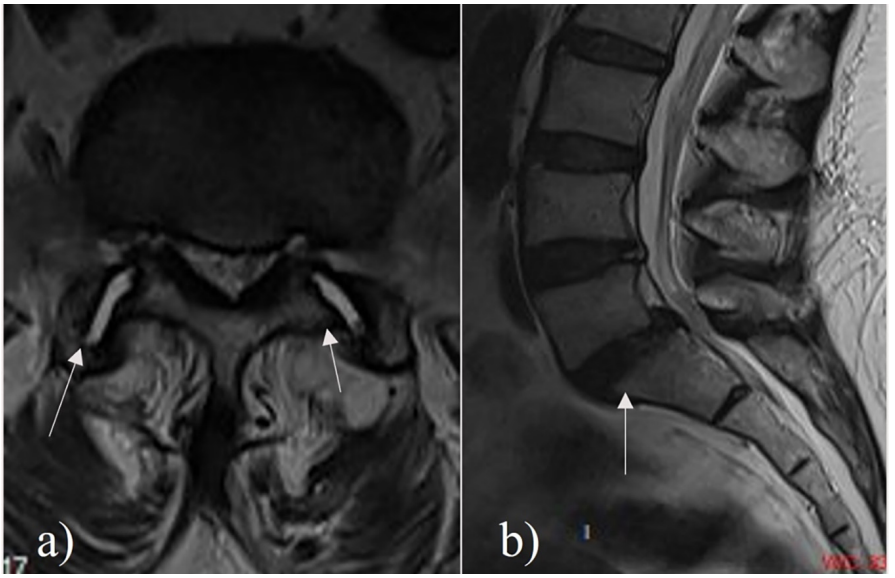
Spondilolistezis

Spondilolistezis korpus vertebranın, komşu vertebraya göre anormal yer değiştirmesidir. Pars interarticularis'teki kemik defekti (istmik spondilolistezis) ya da şiddetli dejeneratif veya enflamatuar faset eklem hastalığı sonucu, eklem yüzlerinin subluksasyonu ile (dejeneratif spondilolistezis) gelişebilir [6, 7]. Lomber bölgede L4-5 düzeyinde daha sık görülmesi faset eklemlerin bu düzeyde diğer düzlemlere göre sagital yerleşimi ve sonucu dejenerasyon ile birlikte öne yer değiştirmenin kolaylaşmasıdır. Yaşlı kadınlarda ve beyaz ırkta daha sık görülür.

Faset eklem sıvısı artışı, spinal kanal çapının daralması gibi bulgular dejeneratif olarak gelişen spondilolistezisde görülen radyolojik bulgulardır (Resim 13). Spondilolistezis yönüne göre; anterolistezis, retrolistezis, rotasyonel spondilolistezis veya lateral spondilolistezis olarak adlandırılır. Spondilolisteziste instabilitenin varlığını düşündüren özellikler faset sıvısı, sinovyal kist, interspinöz sıvı, faset eklem hipertrofisi ve vakum fenomenidir [13]. Nöral foremende ve lateral reseste daralma oluşturabilir [6].

Skolyoz ve Hiperkifoz

Dejeneratif omurgada diskteki asimetrik yüklenme kuvvetleri, lomber lordoz kaybı ve torasik hiperkifoz oluşturur. Dejeneratif skolyoz erişkin çağda ortaya çıkıp lomber bölgede foraminal ve spinal stenoz bulgusu oluşturabilir. Skolyoz; ayakta radyografilerde Cobb metoduna göre laterale doğru 10 dereceden fazla eğrilik olmasıdır**.** Yetişkinlerde torasik hiperkifoz sıklıkla ön tarafta asimetrik disk dejenerasyonuna bağlıdır [3].



Resim 13. T2A aksiyel ve sagital imajlarda; faset eklem sıvısı artışı (a, oklar), spinal kanalda daralma, spondilolistezis (b, ok) bulguları izleniyor.

Baastrup Hastalığı

Artmış lumbal lordoz veya intervertebral disk mesafelerinde aşırı kayıp, spinöz proseslerin birbirine yaklaşmasına ve temasına ("kissing spine") neden olmakta, buna bağlı olarak da spinöz proseslerin süperior ve inferior kısımlarında reaktif skleroz gelişmektedir. Spinöz prosesler belirgin şekilde genişlemekte ve bu durum kronik LBP'ye yol açabilmektedir. BT'de skleroz, kemiğin hipertrofisi, psödoartikülasyon, MR'de ayrıca kemik iliği ödemi ve bursal sıvı görülebilir. Disk dejenerasyonu ve faset eklem dejenerayonu ile ilişkili olup, prevalansı yaşamın dokuzuncu on yılında %81'e ulaşır [8].

Bertolotti Hastalığı

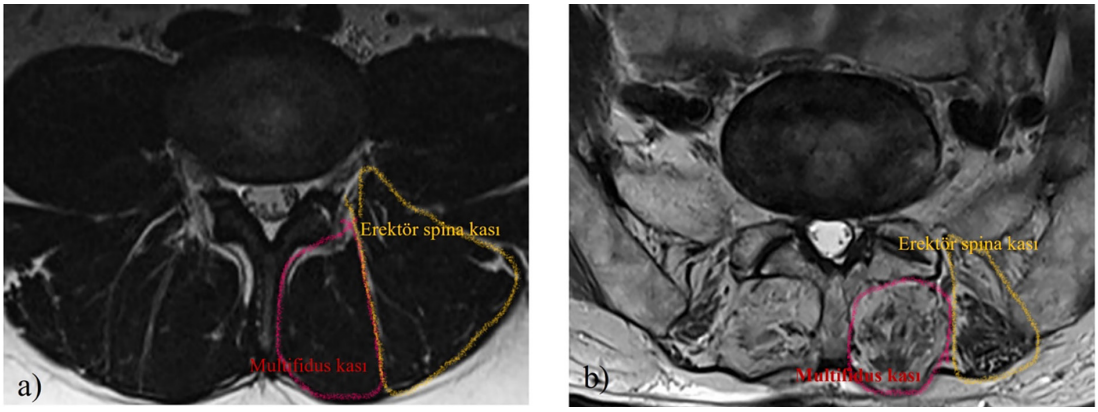
Bertolotti hastalığı transizyonel vertebraya bağlı geniş L5 transvers proçesinin sakrumla oluşturduğu psödoartikülasyon sonucu gelişen lokalize ağrıdır ve genç olgularda da SDH ile ilişkisi tanımlanmıştır [8, 26]. MRG çalışmalarında T2 STIR koronal imajlarda anatomik yapı yanı sıra psödoartikülasyon alanındaki ödem, komşu yumuşak doku değişiklikleri ile tanıda katkı sunar (Resim 14) [26].

Paraspinal Kas Yağlanma ve Atrofisi

Paraspinal kaslar lomber omurganın stabilizasyonunda önemli bir rol oynar. Lomber dejeneratif hastalıklar paravertebral kasların yağ infiltrasyonunun artmasına neden olur. Lomber paraspinal kas atrofisi (özellikle multifidus kası), SDH'la ilgili dejeneratif süreçlerle ilişkilendirilmiştir [27]. Kas önceleri atrofisi için MRG'de kullanılan kalitatif yöntemler yerine günümüzde kantitatif ve gelişmiş tekniklerle yapılan ölçümlerle araştırmalar yapılmaktadır (Resim 15) [28].



Resim 14. STIR koronal imajda L5 her iki transvers proçeslerinin S1 üst yüzeyi ile Castevelli tip 2B sakralizasyon oluşturduğu görülmektedir.



Resim 15. T2A imajda multifidus ve erektör spina kasları; (a) normal bir olguda, (b) paraspinal yağlanma olan bir olguda.

Dipnotlar

Çıkar Çatışması

Yazar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

KAYNAKLAR

[1]. Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain. *Lancet*. 2017; 389: 736-47. [CrossRef]

[2]. Chou R. Low Back Pain. *Ann Intern Med*. 2021; 174: Itc113-itc28. [CrossRef]

[3]. Bellitti R, Testini V, Piccarreta R, Guglielmi G. Imaging of the ageing spine. *Current Radiology Reports*. 2021; 9: 1-33. [CrossRef]

[4]. Adams MA, Roughley PJ. What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? *Spine [Phila Pa 1976]*. 2006; 31: 2151-61. [CrossRef]

[5]. Liawrungrueang W, Park JB, Cholamjiak W, Sarasombath P, Riew KD. Artificial intelligence-assisted MRI diagnosis in lumbar degenerative disc disease: a systematic review. *Global Spine J*. 2024: 21925682241274372. [CrossRef]

[6]. 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 (Phila Pa 1976)*. 2014; 39: 1448-65. [CrossRef]

[7]. Parizel PM, Van Hoyweghen AJ, Bali A, Van Goethem J, Van Den Hauwe L. The degenerative spine: pattern recognition and guidelines to image interpretation. *Handb Clin Neurol*. 2016; 136: 787-808. [CrossRef]

[8]. Balza R, Palmer WE. Symptom-imaging correlation in lumbar spine pain. *Skeletal Radiol*. 2023; 52: 1901-9. [CrossRef]

[9]. Mallio CA, Vadalà G, Russo F, Bernetti C, Ambrosio L, Zobel BB, et al. Novel magnetic resonance imaging tools for the diagnosis of degenerative disc disease: a narrative review. *Diagnostics (Basel)*. 2022; 12: 420. [CrossRef]

[10]. Sollmann N, Fields AJ, O'Neill C, Nardo L, Majumdar S, Chin CT, et al. Magnetic resonance imaging of the lumbar spine: recommendations for acquisition and image evaluation from the BACPAC spine imaging working group. Pain *Med*. 2023; 24: 81-94. [CrossRef]

[11]. D'Antoni F, Russo F, Ambrosio L, Bacco L, Vollero L, Vadalà G, et al. Artificial intelligence and computer aided diagnosis in chronic low back pain: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19: 5971. [CrossRef]

[12]. Oktay AB, Albayrak NB, Akgul YS. Computer aided diagnosis of degenerative intervertebral disc diseases from lumbar MR images. *Comput Med Imaging Graph*. 2014; 38: 613-9. [CrossRef]

[13]. Kushchayev SV, Glushko T, Jarraya M, Schuleri KH, Preul MC, et al. ABCs of the degenerative spine. *Insights Imaging*. 2018; 9: 253-74. [CrossRef]

[14]. Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001; 26: 1873-8. [CrossRef]

[15]. Griffith JF, Wang YX, Antonio GE, Choi KC, Yu A, Ahuja AT, et al. Modified Pfirrmann grading system for lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007; 15: 32: 708-12. [CrossRef]

[16]. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR

imaging. *Radiology.* 1988; 166: 193-9. [CrossRef]

[17]. Tamagawa S, Sakai D, Nojiri H, Sato M, Ishijima M, Watanabe M. Imaging evaluation of intervertebral disc degeneration and painful discs-advances and challenges in quantitative MRI. *Diagnostics (Basel).* 2022; 12: 707. [CrossRef]

[18]. Oztekin O, Calli C, Kitis O, Adibelli ZH, Eren CS, Apaydin M, et al. Reliability of diffusion weighted MR imaging in differentiating degenerative and infectious end plate changes. *Radiol Oncol*. 2010; 44: 97-102. [CrossRef]

[19]. Altinkaya N, Yildirim T, Demir S, Alkan O, Sarica FB. Factors associated with the thickness of the ligamentum flavum: is ligamentum flavum thickening due to hypertroph or buckling? *Spine [Phila Pa 1976*]. 2011; 36: 1093-7. [CrossRef]

[20]. Sąsiadek M, Jacków-Nowicka J. Degenerative disease of the spine: How to relate clinical symptoms to radiological findings. A*dv Clin Exp Med*. 2024; 33: 91-98. [CrossRef]

[21]. Clarençon F, Law-Ye B, Bienvenot P, Cormier É, Chiras J. The degenerative spine. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2016; 24: 495-513. [CrossRef]

[22]. Gopinathan P. Lumbar spinal canal stenosis-special features. *J Orthop.* 2015; 12: 123-5. [CrossRef]

[23]. Şahin H, Çalllı C. Radiological diagnosis in lumbar degenerative diseases. *Turkiye Klinikleri J Neurosurg-Special Topics*. 2010; 3: 22-32. [CrossRef]

[24]. Orief T, Orz Y, Attia W, Almusrea K. Spontaneous resorption of sequestrated intervertebral disc herniation. *World Neurosurg.* 2012; 77: 146-52. [CrossRef]

[25]. Koç RK, Akdemir H, Oktem IS, Menkü A. Intradural lumbar disc herniation: report of two cases. *Neurosurg Rev.* 2001; 24: 44-7. [CrossRef]

[26]. Apaydin M, Uluc ME, Sezgin G. Lumbosacral transitional vertebra in the young men population with low back pain: anatomical considerations and degenerations (transitional vertebra types in the young men population with low back pain). *Radiol Med*. 2019; 124: 375-81. [CrossRef]

[27]. Guven AE, Schönnagel L, Camino-Willhuber G, Chiapparelli E, Amoroso K, Zhu J, et al. Relationship between facet joint osteoarthritis and lumbar paraspinal muscle atrophy: a cross-sectional study. *J Neurosurg Spine*. 2024; 41: 360-8. [CrossRef]

[28]. Yazici A, Yerlikaya T, Oniz A. An evaluation of the efficacy of a four-grade fat infiltration classification method, presented for the first time in literature. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022; 8 : 226. [CrossRef]

Eğitici Noktalar

Sayfa 562

Radyolojik görüntüleme, lezyonların yaygınlığını, derecesini ve olası komplikasyonları belirlemek için önemlidir. Ancak bazen kliniği olmayan olgularda da dejeneratif bulgular olabilir. Sırt ağrısı analjezik tedaviye rağmen dört haftadan fazla sürdüğünde görüntüleme gerekliliği vardır. Ayrıca ilerleyici nörolojik defisit, ateş, enfeksiyon, yaş (>50 yaş veya <20 yaş), travma, açıklanamayan kilo kaybı, ankilozan spondilit, uyuşturucu veya alkol bağımlılığı, kanser öyküsü, kortikosteroid kullanımı ve hastanın görüntüleme için ısrarcı olması da potansiyel olarak kritik olduğu için görüntüleme önemlidir.

Sayfa 563

MRG incelemesinde; tetkik omurgaya en az 2 dik planda yapılmalıdır, yüzeyel koiller kullanılmalıdır (satürasyon bandı konulmaz). İnceleme protokolü; sagital T1 ağırlıklı (A) ve T2A olmalı, *short term inversion recovery* (STIR) (medüller kemik iliğini göstermek için) ve aksiyal T2A kesitler alınmalı, servikal omurgada özellikle 3 boyutlu gradyan eko sekans ile 1 mm'den daha az kalınlık ile intervertebral foramina ve sinir kökleri incelenmelidir. Kontrastlı inceleme ve STIR sekansı enflamatuar değişikliği tespit edebilir ve tekrarlayan disk herniasyonu ile post-op skar arasındaki farkı ayırt edebilir.

Sayfa 564

Dejeneratif değişiklikler nükleus pulposus (NP) içinde başlar. Normal bir NP, yüksek viskozite ve elastikiyete sahip, tip 2 kollajen ve %80 su içeren jelatinimsi bir yapıdır ve normalde T2A hiperintens görünür. Kondrositler anulus fibrozus (AF) için gerekli olan su ve kollajeni sağlayan NP'deki matriks için gerekli proteoglikanları sentezler ve parçalar. Anormallikler diske, AF'ye, end platoya ve komşu vertebranın kemik iliğine ulaşır. İlerleyen dejenerasyon uzak mesafelere de uzanarak faset eklem osteoartrozuna, ligamantum flavum hipertrofisine ve spinal kanal stenozuna yol açabilir.

Sayfa 566

Modic tip 1 yavaşça Modic tip 2'ye evrilebilir, gerileyebildiğini de bildirenler vardır. Radyolojik bulguları pyojenik diskitisle de karışabilir. Düşük b değerleri ile yapılan difüzyon ağırlıklı görüntülemede end platolardaki Modic tip 1 bulgularının hipointens bulgu verirken, pyojenik diskitis normal vertebraya göre yüksek sinyal bulgusu verdiği bildirilmiştir. Ayrıca yüksek b değeri (≥500 s/mm) ile yapılan difüzyon ağırlıklı incelemede Modic tip 1 değişikliklerin spondilodiskitten ayırt edilmesinde yüksek derecede sensitivitesi olan "pençe işareti" de tanımlanmıştır.

Çalışma Soruları

1. Spinal dejeneratif hastalık görüntülemesinde aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
   a. Sırt ağrısı analjezik tedaviye rağmen iki haftadan fazla sürdüğünde görüntüleme gerekliliği vardır.
   b. Direkt radyogramlar transizyonel vertebra tanısında, BT ve MRG'ye göre artefaktlardan az etkilenmesi nedeniyle tanıda katkı sunabilir.
   c. MRG incelemesinde; tetkik omurgaya en az 2 dik planda yapılmalıdır, yüzeyel koiller kullanılmalıdır (satürasyon bandı konulur).
   d. Yapay zeka destekli makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmaları ile SDH tanısında çok önem taşımkta ve kesin sonuçlara ulaşılabilmektedir.
   e. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme, Modic 2 ve spondilodiskit ayrımında tanıda faydalıdır.

2. Spinal stenoz için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
   a. Lomber spinal stenoz için BT de tanımlanan, spinal kanal AP çapının 12 mm altında sınırının ise yanlış pozitif sonuç verebildiği bilinmektedir.
   b. Günlük radyolojik çalışmalarda dural kese mid-sagital ölçümde 13 mm altında ise spinal stenoz olarak değerlendirilir.
   c. Dural kese spinal stenozda normal formunu korur.
   d. Santral stenoz, lateral reses stenozu, foraminal stenoz, konsantrik stenoz gibi çeşitleri vardır.
   e. Ortalama lomber spinal kanal çapı 17,2-19,7 mm ve tekal sak çapı 13,9-15,6 mm'dir.

3. Disk herniasyonu için hangisi doğrudur?
   a. Disk herniasyonu, vertebra disk materyalinin disk aralığının dışına ve vertebra korpus dışına taşmasıdır.
   b. Disk bulging,semptomatik olup, genellikle anulus fibrozus hasarlı olur.
   c. Protrüzyonda, herniasyon gösteren diskin ön -arka çapı, tabanının çapından büyüktür.
   d. Ekstrüzyonda, herniasyon gösteren diskin ön-arka çapı, tabanının çapından daha küçüktür.
   e. MRG'de ekstrüde disk T2A düşük sinyalli izlenebilir.

4. Disk herniasyonu nörolojik semptomları hakkında hangisi yanlıştır?
   a. Akut herniasyon disk içi basınçta akut artışlar oluşturan travma veya ağır ağırlık kaldırmaya bağlı olabilir.
   b. Subakut disk herniasyonunda disk materyali disk içi basınç nedeniyle periferik olarak hareket eder.
   c. Disk herniasyonunda yatar durumda ağrı artar, ayakta ise azalır.
   d. Sekestrasyonlu ekstrüzyonda anulus fibrozus ve posterior longitidunal ligaman hasarı vardır.
   e. Protrüzyonda anulus fibrozus hasarı varken posterior longitidunal ligaman hasarı yoktur.

Çalışma Soruları

5. Spinal dejeneratif hastalık komplikasyonları hakkında hangisi yanlıştır?
   a. Aksiyel instabilite vertebra korpusunu etkileyen travma, osteoporoz gibi durumlarda oluşur.
   b. Transvers instabilite, intervertebral disk, faset eklem ve ligamentöz aparatların dengesizliğinden oluşur.
   c. İnstabilitite en sık torakal bölgede görülür.
   d. Faset eklem sıvısı, sinovyal kist, interspinöz sıvı, faset eklem hipertrofisi ve vakum fenomeni instabilite bulgularıdır.
   e. Lomber paraspinal kas atrofisi (özellikle multifidus kası), SDH'yle ilgili dejeneratif süreçlerle ilişkilendirilmiştir.

Cevaplar: 1b, 2d, 3a, 4c, 5c