

OSTEOPOROTİK OMURGA KIRIKLARI

Tanı Yöntemleri / Ayırıcı Tanı

GİRİŞ

Osteoporotik omurga kırığı (OOK), yaşlı nüfus hastalığı olarak bilinmektedir. Fakat yaşlı insanlarda sırt ağrısının sık görülen bir yakınma olması, öncesinde genellikle belirgin bir travma öyküsünün olmaması, ağrının dejeneratif omurga hastalıklarına atfedilmesi ve %65 oranında belirtilerin şiddetli olmaması, tanının %75 gibi yüksek bir oranda gözden kaçmasına neden olmaktadır (1-6).

OOK hastalarında ağrı mobilizasyon ile şiddetlendiğinden hastalar mobilize olmaktan kaçınmaktadırlar. Bu durum kasların zayıflaması ve sosyal izolasyon ile sonuçlanmaktadır. Diğer yandan; omurganın kifotik açılanması sonucu akciğerin vital kapasitesinin azalması, solunum yolu enfeksiyonları gibi komplikasyonlara dolayısıyla yaşlı insanlarda anlamlı bir morbidite ve mortalite artışına neden olmaktadır (7). Bu kısır döngü; 4 yıllık takiplerde, OOK olan hastaların mortalite oranlarının sağlıklı bireylere göre 3 kat yükselmesi ile sonuçlanabilmektedir (8).

Erişkinde meydana gelen ilk osteoporotik kırık genellikle OOK'dır ve bu durum oluşacak yeni omurga kırıklarının da habercisidir. Sadece bir OOK bile omurga biyomekaniğini bozarak yenilerinin oluşumuna zemin oluşturduğu belirtilmektedir (9,10). 8 yıllık takiplerde, önceden OOK olan bir hastada yenisinin gelişme olasılığının 5 kat, proksimal femur ve kalça fraktürü gelişme olasılığının ise 3 kat arttığı saptanmıştır (11). Kalça fraktürü sonrası ilk 1 yıldaki mortalite oranının %24 olduğu da göz önüne alındığında bu tip hastalarda tanının ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır (12).

Tabi ki her hastalıkta olduğu gibi bu hastalıkta da asıl hedef kırık oluşumunun engellenmesidir, ancak bunun başarılma-

dığı ve tanı konulmasında geç kalınan hastalarda morbidite ve mortalite oranlarının yükseleceği de unutulmamalıdır.

Her ne kadar sık rastlanılan ve radyolojik olarak kolay tanı konulabilen bir hastalık olsa da radyologlar tarafından da sıklıkla gözden kaçabilmektedir (13,14). 2000 postmenopozal kadın üzerinde yapılan bir çalışmada yanlış negatif sonuç oranının %27 ile %45 arasında değiştiği belirtilmiştir (14). Bu durumun sebepleri arasında genellikle radyografinin başka bir sebeple çekilmesi (Akciğer grafisi ya da ayakta direkt batın grafisi gibi) veya direkt radyograflerin genellikle radyologlar tarafından değerlendirilmemesi gösterilmektedir.

TANI

OOK tanısında kullanılan başlıca yöntemler;

- Klinik belirtiler ve muayene bulguları
- Radyolojik tetkikler
- Laboratuvar tetkikleri

Klinik Belirtiler ve Muayene Bulguları

Hastalarda tipik olarak, kırığa yol açabilecek belirgin bir travma öyküsü yoktur. Hastalar bu ağrıyı her zamankinden farklı, aniden başlayan, ayağa kalkmakla ve hatta nefes alıp vermekle artan şiddetli bir sırt ağrısı olarak tariflemektedirler. Hasta bu ani ağrının; aniden ayağa kalkma, bir yere uzanma, sırtta ağırlık taşıma veya şiddetli öksürük ve hapsirik gibi normal bir erişkinde kırığa sebep olmayacak aktivitelerden sonra başladığını belirtebilir.

OOK'nin klinik muayene sırasında %75 gibi yüksek bir oranda gözden kaçmasının sebebi, hastalığın muayene bulgularının sınırlı olması ve bu bulguların diğer hastalıklarla kolaylıkla karışabilecek özelliklere sahip olmasıdır (6).

Hastalarda fokal kifoz gelişimi veya lomber lordozun kaybı hatta multipl vertebra fraktürlerinde belirgin boy kısalığı gelişebilmektedir. 15 derecelik kifoz gelişiminin en az 4 cm'lik yükseklik kaybı ile ilişkili olduğu bilinmelidir. Muayene sırasında ayakta duran bir hastada parmak uçları kalça sınırının altına ulaşıyor ise bu hastada patolojik bir kısalmadan şüphelenilmesi gerekir (16).

Ağrı, akut dönemde her ne kadar kırık bölgesinde lokalize ise de kronik dönemde lumbosakral bölgeye yayılarak tanıyı güçleştirebilmektedir (17). Ağrının kırık bölgesinde lokalize bir hassasiyete neden olması ve spinöz süreçlere basmakla provoke olması hastalık için patognomonik bir bulgudur (18,19).

Radyolojik Tetkikler

OOK'nin radyolojik olarak tespiti genellikle başka sebepler doğrultusunda çekilen grafilerin değerlendirilmesi sırasında, tesadüfen olmaktadır (20).

Tanıda Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), kemik iliği ödemi gösterebilmesi ve malign lezyonlarda ayırıcı tanının yapılabilmesi açısından en önemli tetkik aracıdır. Ancak ulaşılabilirlik, maliyet ve çekim süresi göz önünde bulundurulduğunda tetkik algoritması içinde en başta yer almaz.

1. Direkt Radyografi

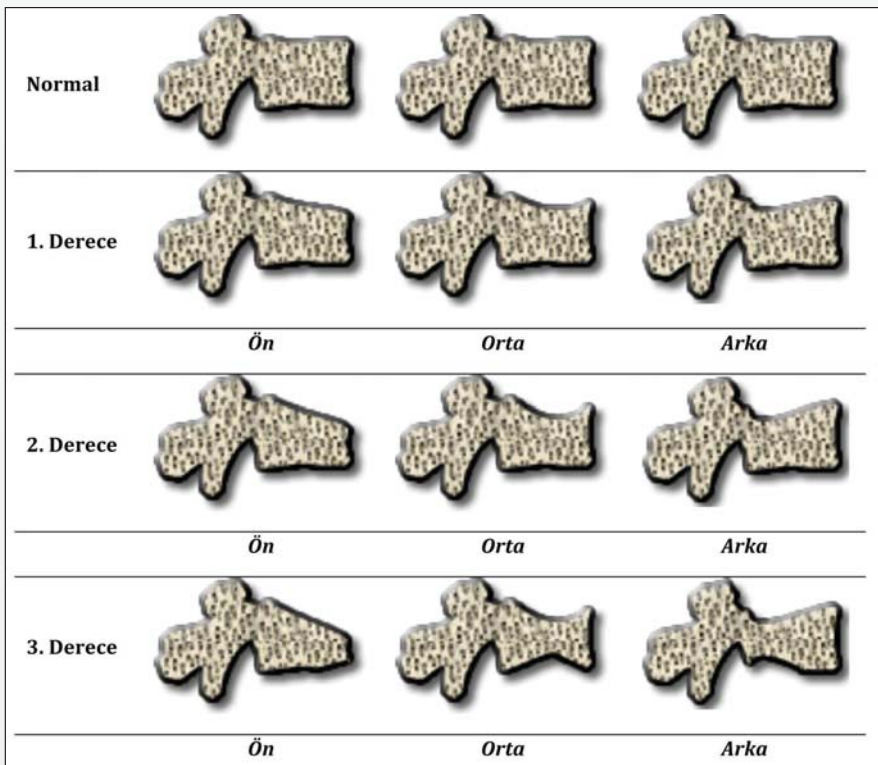
Direkt radyografi ucuz, hızlı ve hemen hemen her klinikte bulunduğu için kolay uygulanabilen bir tetkiktir. Bu özellikler, direkt radyografiyi vertebra fraktürlerinin teşhisinde en iyi tetkik yöntemi sınıfına sokmaktadır, ancak lateral radyografi T4'ün üzerindeki torakal vertebraları değerlendirmede yetersiz kalmaktadır.

Vertebra fraktürleri radyolojik görünümüne göre genel olarak kama, bikonkav ve ezilme fraktürü olmak üzere 3 tipe ayrılabilir (21), tanı ve derecelendirmesinde standardizasyonun sağlanabilmesi için çeşitli metotlar geliştirilmiştir. En sık kullanılan standardize metotlardan biri Genant ve arkadaşlarının tanımladığı yarı kantitatif metottur (22) daha ileri incelemeler için buna tam kantitatif metot (23) ve algoritma tabanlı kantitatif metotta (24) eklenebilir.

a. Yarı Kantitatif Metot

Genant ve arkadaşlarının 1993 yılında tanımladıkları bu metotta vertebra fraktürlerinin şiddeti 3 basamakta değerlendirilmiştir (22).

Kırık bir vertebradaki Ön yükseklik (Ö) Orta yükseklik (O) ve Arka yükseklik (A) değerleri komşu vertebra'ya veya sağlıklı vertebraya oranla %20 - 25 oranında azalmışsa 1. Derece, %25 - 40 oranında azalmışsa 2. Derece, %40'tan fazla miktarda azalmışsa 3. derece fraktür olarak değerlendirilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1: Yarı kantitatif metoda göre çökme derecelendirmesi.

T4 seviyesinden L4 seviyesine kadar elde edilen derece değerlerinin toplamının hesaplanan vertebra sayısına bölünmesi sonucu elde edilen değer ise Spinal Deformasyon İndeksi (SDI) olarak adlandırılmıştır. Genant ve arkadaşlarına göre bu indeks 1'den büyük ise yeni vertebra fraktürü gelişme olasılığı yüksektir. Bu ihtimal değer arttıkça da yükselmektedir.

Midtorasik bölge ile torakolomber bileşkedeki vertebraların fizyolojik olarak daha çok kamalaştığı bilinmektedir. Bu durum bu bölgedeki deformitelerde derecelendirmenin yanlış yapılmasına ve SDI'nin gereksiz yüksek çıkmasına neden olabilir. Bu yüzden bu sınıflamanın özellikle bu bölgelerde yanlış negatif sonuçlar verebileceği unutulmamalıdır (1,25,26).

b. Kantitatif Metot

Bu metotta T4 seviyesinden L4 seviyesine kadar Ö/A oranı, O/P oranı, A/komşu A oranı hesaplanır. Bu değerlerden Ö/A oranı, anterior kontörü hesaplamamızı sağlarken O/P oranı end plate konkavitesini, A/komşu A oranı ise posterior kontörü hesaplamamızı sağlamaktadır. Bu değerlerden birinde %20 den fazla azalma mevcutsa fraktür tanısı konmaktadır.

Bu yöntem sayesinde hastalığın seyri de takip edilebilmektedir; T4 seviyesinden L4 seviyesine kadar olan vertebralarda hesaplama sırasında köşeler ve orta noktalar hem üst endplate hem de alt endplate te işaretlenir, İşaretlenen bu noktalar daha sonra çekilen grafilerle karşılaştırılarak hastalığın seyri takip edilir (Şekil 2) (23).

Kantitatif metot daha ziyade araştırmalarda kullanılan bir yöntem olup pratik hayatta tanı koymada genellikle semi kantitatif metoda başvurulur.

c. Algoritma Tabanlı Kalitatif Metot

Bu tanı metodunda vertebradaki yükseklik kaybından ziyade vertebral endplate patolojisi ve fraktürün özellikleri değerlendirilmektedir.

Bu değerlendirme metodu vertebraları normal vertebra, OOK ve osteoporotik olmayan omurga kırığı (non-OOK) olmak üzere 3 farklı gruba ayırmaktadır. OOK ile non-OOK arasındaki fark endplate'in durumudur. OOK'de yükseklik kaybı olsun olmasın endplate düzensizliği mevcutken non-OOK'lerinde spesifik bir endplate hasarı gözlenmemektedir.

Bu değerlendirme metotları dışında da çeşitli sınıflama sistemleri mevcuttur bunlardan biri Sugita ve arkadaşları tarafından 2005 yılında tanımlanan sınıflamadır (24). Bu sınıflama sisteminde vertebra fraktürleri lateral direkt radyogram aracılığıyla 5 tipe bölünmüştür.

1. Tip Kama şeklindedir ve bu tipte kırık sadece anterior kortekste oluşmuştur.
2. Tip Konkav şeklindedir. Bu tipte superior end plate çökmüş ancak anterior korteks intakttır.
3. Tip Çıkıntı şeklindedir ve bu tipte anterior korteks %50'den daha az oranda öne doğru konveksite yapmıştır.
4. Tip Yay şeklindedir. Bu tipte anterior korteks içe doğru sıkışmış ve superior end plate çökmüştür.
5. Tip Şişmiş ön yüz şeklindedir ve bu tipte anterior korteks öne doğru %50 oranından fazla miktarda bir konveks bir açı yapmıştır.

Prognoz, 1 ve 2. tiplerde iyiyken 4 ve 5. tiplerde kötüdür. Yüksek dereceli kırıklarda, kemik kalitesinin kötü oluşu ve omurga biyomekaniğinde fazla bozulmaya yol açması gibi sebepler yeni OOK gelişme olasılığını arttırmaktadır. Bu durum derecelendirmenin önemini ortaya koymaktadır (27).

OOK'nin akut kronik ayrımını direkt radyogramlar aracılığıyla yapmak güç olsa da, bu konuda bazı nüanslar mevcuttur. Akut fraktürlerde iyi sınırlanmış kırık hattı ile ince bir kortikal hat ve bu hattın belirgin devamsızlığı mevcuttur. Kronik fraktürlerde ise kırık hattında skleroz ile yoğun bir kortikal hat ve kırık sınırında osteofitler mevcuttur. Ayrıca



Şekil 2: Kalitatif metotta işaretleme yöntemi.

vakum fenomeni olarak adlandırılan intravertebral hava oluşumu avasküler nekrozun olabileceği gibi akut fraktüründe habercisi olabilmektedir (28).

Direkt radyografi değerlendirilirken, omurga gövde invazyonu veya interpedinküler mesafe artışı gibi OOK dışındaki patolojileri akla getirecek bulguların olmadığından emin olunmalıdır.

2. BT

Yüksek rezolüsyonlu ve ince kesitli BT görüntüleri artık 3 boyutlu görüntüler elde etmemizi sağlarken kemik yapısı hakkında daha iyi bilgi verir. T4 mesafesinin üzerindeki torakal vertebra ları net olarak değerlendirmesinin yanı sıra mevcut kırığın morfolojisini de daha iyi değerlendirmemizi sağlar. Ancak yüksek radyasyon oranı nedeniyle ilk başvurulacak görüntüleme metodu değildir.

3. MRG

MRG akut ile kronik fraktürlerin ayırımında, osteoperatik omurga kırıkları ile malign patolojilere ikincil gelişen fraktürlerin ayırımında kullanılabilen önemli bir radyolojik tetkiktir.

T1 ağırlıklı sagittal MRG serilerinde kırık bölgesinin hipointens olması T2 ağırlıklı sagittal MRG serilerinde ise hiperintens olması çökme kırığının son iki ay içinde geliştiğini düşündürmelidir (29). Bu sinyal değişikliklerinin nedeni, kemik iliği içinde kırığa sekonder gelişen ödem veya hemorajinin varlığıdır. Kırık hattındaki bu sinyal farklılıkları 2-4 aya kadar devam edebilmekte ve STIR sekanslı MR görüntülerinde kolayca saptanabilmektedir (30). T2 ağırlıklı serilerde lineer bant şeklinde ilerleyen ve hipointens sinyal veren görünümmler callus oluşumlarına aittir (30).

Vertebra içinde yumuşak doku kitlesi saptanmasının ve/veya sinyal değişikliklerinin pediküle uzanması; patolojinin OOK dışında olduğu konusunda kuvvetli şüphe uyandırır (31). Şüphe durumunda bu ayrımı yapabilmek için Diffüzyon MR veya kontrastlı MR çekilebilir. Ancak erken fraktürlerde kontrast tutulumu olabileceği unutulmamalıdır (32).

Bununla birlikte her ne kadar OOK'lerin birçoğuna direkt radyografi aracılığıyla tanı konabilse de akut vertebral ağrıya rağmen direkt radyografi herhangi bir patoloji saptanmaması nondeplase stress kırığına bağlı olabilir. Akut dönemde oluşan bu kontüzyon ve microtrabeküler fraktürler ağrıya sebep olmakta ve MRG sayesinde tespit edilebilmektedir (28,33,34).

4. Kemik Sintigrafisi

Kemik sintigrafisi, kompresyon fraktürleri tanısında oldukça

hassas bir tetkiktir, ancak tutulumun hasardan 2 yıl sonra halen devam ediyor olması, kırığın akut – kronik ayrımının yapılması konusunda yardımcı olamamaktadır (35). Diğer yandan; nükleer çalışmalar artmış radyoaktif tutulum tespiti sayesinde metastatik hastalıkların tespitini de sağlamaktadır (36).

5. Pozitron Emisyon Tomografi (PET)

Tanıdan ziyade ayırıcı tanı için kullanılmalıdır. Fluorine-18 deoxyglucose pozitron emisyon tomografisi vertebra fraktürlerinde benign malign ayırımında başvurulabilecek oldukça verimli bir görüntüleme metodudur (37). Yüksek tutulum malign ve inflamatuvar durumun işaretçisidir.

6. Tek Foton Emisyonlu Tomografi (SPA)

Daha belirgin anatomik detayları görüntüleme imkânı sağlamakta ve rutin kemik taraması sırasında radyonüklid tutulumun tespiti mantığıyla çalışmaktadır (36). Radyasyon kaynağı olarak I kullanılmaktadır. Bu tetkikte yumuşak dokular yanılığa yol açabilmekte o yüzden ölçüm sırasında periferik bölgeler tercih edilmektedir (38).

7. Dual Foton Emisyonlu Tomografi (DPA)

Radyasyon kaynağı olarak Gd kullanılmaktadır. DPA ile omurga ve femur gibi bol miktarda yumuşak doku ile çevrili bölgelerden ölçüm yapılabilmektedir. Ancak vertebra ölçümlerinde osteofitik oluşumlar nedeniyle değerin olması gerektiğinden yüksek bulunabileceği unutulmamalıdır (38).

8. Dual X-Işını Absorbsiyometri (DEXA)

DEXA ilk olarak 1987 yılında kullanıma girmiş ve osteoporozun tanımlanmasında ve değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilmiştir. Hâlihazırda klinik uygulamalarda en yaygın kullanılan tekniktir.

Henüz kırık gelişmeden önce osteoporoz tanısı konulabilir. Kemik mineral yoğunluğundaki değişiklikleri izlemede DEXA değerlendirmesinin en iyi yöntem olduğu belirtilmektedir. Biyomekanik çalışmalar DEXA ile kemik mineral yoğunluğu arasında güçlü bir korelasyon olduğunu göstermektedir (39).

Ölçüm için sıklıkla kullanılan bölgeler; Lomber vertebra (L2 - L4) ile femur boynudur.

9. Kemik Kuantitatif Ultrasonik Ölçümü (QUS)

Periferik kemik dansitesini ölçmekte kullanılan bir başka metottur. QUS, radyasyon olmaması, ekonomik olması ve kolay uygulanabilmesi nedeniyle özellikle polikliniklerde kullanılabilir (40).

Bu tetkikler dışında kemik yoğunluğu ölçümünde nadir de olsa kullanılabilen; Tek enerjili x-ışını absorpsiyometri, Peri-

ferik Dual X-Işını Absorbsiyometri (pDXA), Dijital X-Işını Radyogrametri (DXR) ve Radyografik Absorbsiyometri (RA) gibi tetkiklerde mevcuttur (38,39).

Laboratuvar tetkikleri

Osteoporozun tanısı, kemik mineral yoğunluğunun ölçülmesiyle, fraktürün tanısı ise radyolojik görüntüleme kırıgının gösterilmesiyle konmaktadır; dolayısıyla osteoporoz tanısında biyokimyasal değerlerin birincil bir önemi yoktur.

Kısaca bir göz atacak olursak bu belirteçlerin iki ayrı grupta incelendiğini görürüz: Osteoblastik aktiviteyi gösteren belirteçler arasında Osteokalsin, Prokollajen Peptid, Prokollajen III Peptid ve Kemik Alkali Fosfataz. Osteoklastik Aktiviteyi Gösteren Belirteçler arasında ise Hidroksiprolin, Piridinolin, Deoksiipridinolin sayılır (39,41).

AYIRICI TANI

Vertebranın yapısının ve şeklinin değişmesine sebep olan çok sayıda patoloji mevcuttur ve bu patolojilerin hemen hemen hepsi OOK ile ayırıcı tanı grubuna girmektedir.

- **Dejeneratif Hastalıklar**
 - o Dejeneratif skolyoz
 - o Scheurman hastalığı
 - o Schmorle's nodülleri
- **Travmatik Kırıklar**
- **Kitle İçeren Hastalıklar**
 - o Neoplastik
 - o Hemopoetik
 - o Enfeksiyöz
- **Metabolik Hastalıklar**
 - o Osteomalazi
 - o Pajet hastalığı
- **Gelişme Anomalileri**
 - o Blok vertebra
 - o Kısa vertebra

Radyolojik tetkikler aracılığıyla yapılan ayırıcı tanıdaki en önemli husus endplate'in durumudur. Bir vertebra fraktüründe endplate'ler; genel yapısı, kontür devamlılığı, varsa çökmenin şekli, yeri ve miktarı açısından dikkatlice incelenmelidirler. Çökme nedeniyle hasar görmüş bir vertebrada endplate'ler minör fraktürler dolayısıyla dokusu bozulmuş ve irregüler bir yapıya bürünmüşken, Konjenital hastalıklarda endplate'in şekli yapısal olarak bozuktur. Scheurman

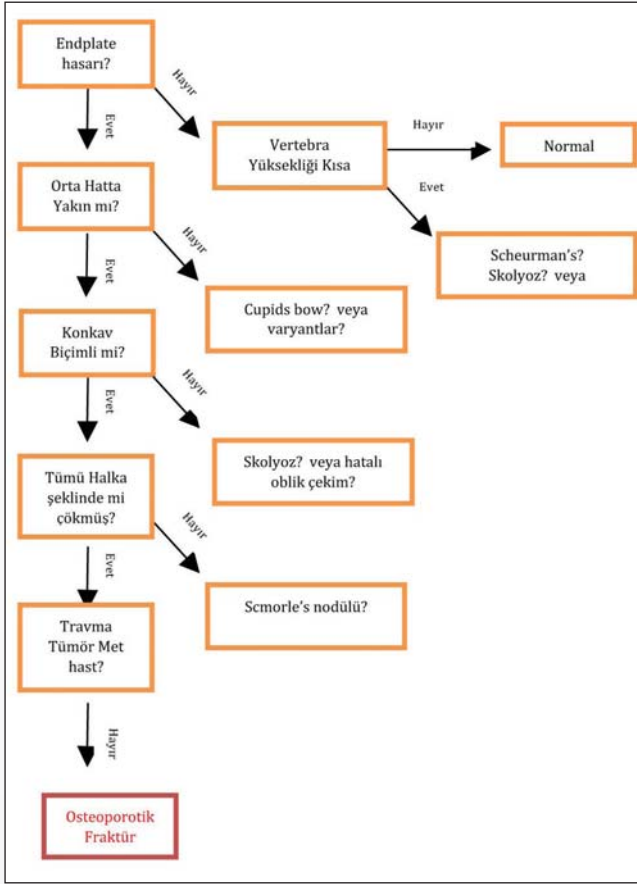
hastalığında ise komşu endplate'lerde de uyumlu bir yapı bozukluğu saptanırken spondiloz'da hafif bir kamalaşma ve yükselme, disk yüksekliğinde azalma ve osteofitik gelişmelerle birlikte schmorle's nodülleri mevcuttur.

Dejeneratif Hastalıklarda Ayırıcı Tanı

- OOK, Dejeneratif skolyoz, Scheurman hastalığı ve Schmorle's nodülleri ile karışabilmektedir. Bu noktada ayırıcı tanı konusunda bize en çok yardımcı olacak yapı Endplate'lerdir.
- Eğer endplate'te çökmenin eşlik etmediği bir vertebra kısalığı mevcutsa akla yapısal kısa vertebra, scheurman hastalığı veya skolyoz gelmelidir.
- Endplate'te çökme mevcut ancak bu çökme merkeze yakın değilse akla Cupid's Bow hastalığı ve anatomik varyantlar gelmelidir.
- Endplate'te çökme mevcut ve bu çökme merkeze yakın ancak konkav değilse akla skolyoz veya çekim hatası gelmelidir.
- Endplate'te çökme mevcut, merkeze yakın, konkav şeklinde ancak halka görüntüsü yoksa schmorle's nodülü olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (42).
- Dejeneratif hastalıklarda ayırıcı tanı kısaca Şekil 3'te özetlenmiştir.

Kitle İçeren Hastalıklarda Ayırıcı Tanı

- Metastatik vertebra tümörleri tüm kemik tümörlerinin %39'udur (43), kanser hastalarında gözlenen fraktürlerin ise 3'te biri benign sebeplerdendir. Dolayısıyla ayırıcı tanı bu hastalıklarda önemli bir yer tutmaktadır (44).
- Tümöral yapıya veya miyeloma ikincil gelişen patolojik fraktürlerde sıklıkla bir kortikal destrüksiyon ve kanala doğru taşma mevcuttur. Bununla birlikte pedikül ve/veya posterior elemanların invazyonunun tümöral patolojiler için patognomonik bir bulgu olduğu unutulmamalıdır. Tümöral patolojiler genellikle T1'de hipointensiteye yol açan homojen invazyona sebep olabilirler (Malign melanomun hemorajik metastazı hariç).
- Ayrıca epidural veya paraspinal yumuşak dokularda kitle saptanması da tümöral lezyonları akla getirmelidir (45).
- Ayırıcı tanıda altın standart kontrastlı MRG ve difüzyon MRG'dir, ancak kontrast tutulumunun tümöral patolojiler dışında kırıkların hiperakut döneminde ve enfeksiyonlarda da oluşabileceği unutulmamalıdır.
- Paravertebral veya epidural bölgede abse ile birlikte seyreden vertebral kollapslarda osteomyelit akla gelmelidir. Tüberküloz veya hematogen yolla yayılan enfeksiyonlara ikincil olarak da vertebra kollapsı gelişebilmektedir (46).



Şekil 3: Dejeneratif hastalıklarda ayırıcı tanı.

- Enfeksiyöz patolojileri diğer lezyonlardan ayıran en önemli özellik diske invaze olma yetenekleridir. Osteoporotik patolojilerin diske invaze olma yetenekleri yoktur (46).
- Kan tetkiklerinde enfeksiyon belirteçlerinin değerlendirilmesi de ayırıcı tanıya yardımcı olabilir.

Metabolik Hastalıklarda Ayırıcı Tanı

- Osteomalazi veya paget hastalığı, OOK ile karışabilmektedir. Osteoporozda, kemiğin hassas ve kırılabilir özellikte ayrıca porlara sahip bir yapıda olduğu; osteomalazide ise kemik yapının yumuşak ancak homojen bir yapıda olduğu bilinmelidir. Bu durum kemikteki mineral/organik materyal oranının bu hastalıklarda değişiklik göstermesine bağlıdır.
- Paget hastalığında, osteoklastik aktiviteyi takip eden yoğun osteoblastik aktiviteler sonucunda gelişen ve osteoporotik vertebralarda gözlenmeyen bozuk, daha büyük yapıda ve vasküler bir kemik ortaya çıkmaktadır (47,48).

- Epidural yağ dokusunda kalsifikasyon, Pagetik intraspinal yumuşak doku gelişimi ve direkt grafide sirküferansiyal ekspansiyon gibi Paget hastalığına spesifik bulguların saptanması ayırıcı tanıyı kolaylaştırmaktadır (47,48).

KAYNAKLAR

1. Grigoryan M, Guermazi A, Roemer FW, et al. 2003. Recognizing and reporting osteoporotic vertebral fractures. European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society 12 Suppl 2:S104-112.
2. Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, et al. 1992. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research 7:221-227.
3. Delmas PD, van de Langerijt L, Watts NB, et al. 2005. Underdiagnosis of vertebral fractures is a worldwide problem: the IMPACT study. Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research 20:557-563.
4. Gronholz MJ. 2008. Prevention, diagnosis, and management of osteoporosis-related fracture: a multifactorial osteopathic approach. The Journal of the American Osteopathic Association 108:575-585.
5. Griffith JF. 2015. Identifying osteoporotic vertebral fracture. Quantitative imaging in medicine and surgery 5:592-602.
6. Cooper C, Melton LJ, 3rd. 1992. Vertebral fractures. BMJ (Clinical research ed) 304:1634-1635.
7. Lips P, van Schoor NM. 2005. Quality of life in patients with osteoporosis. Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA 16:447-455.
8. Kado DM, Browner WS, Palermo L, et al. 1999. Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. Archives of internal medicine 159:1215-1220.
9. Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, et al. 2001. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. Jama 285:320-323.
10. Meunier PJ, Delmas PD, Eastell R, et al. 1999. Diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women: clinical guidelines. International Committee for Osteoporosis Clinical Guidelines. Clinical therapeutics 21:1025-1044.

11. Black DM, Arden NK, Palermo L, et al. 1999. Prevalent vertebral deformities predict hip fractures and new vertebral deformities but not wrist fractures. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research* 14:821-828.
12. Reginster JY, Burlet N. 2006. Osteoporosis: a still increasing prevalence. *Bone* 38:S4-9.
13. Gehlbach SH, Fournier M, Bigelow C. 2002. Recognition of osteoporosis by primary care physicians. *American journal of public health* 92:271-273.
14. Delmas PD, van de Langerijt L, Watts NB, et al. 2005. Underdiagnosis of vertebral fractures is a worldwide problem: the IMPACT study. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research* 20:557-563.
15. Papaioannou A, Watts NB, Kendler DL, et al. 2002. Diagnosis and management of vertebral fractures in elderly adults. *The American journal of medicine* 113:220-228.
16. Glaser DL, Kaplan FS. 1997. Osteoporosis. Definition and clinical presentation. *Spine* 22:12S-16S.
17. Lee YL, Yip KM. 1996. The osteoporotic spine. *Clinical orthopaedics and related research*:91-97.
18. Nevitt MC, Ettinger B, Black DM, et al. 1998. The association of radiographically detected vertebral fractures with back pain and function: a prospective study. *Annals of internal medicine* 128:793-800.
19. Silverman SL. 1992. The clinical consequences of vertebral compression fracture. *Bone* 13 Suppl 2:S27-31.
20. Lenchik L, Rogers LF, Delmas PD, et al. 2004. Diagnosis of osteoporotic vertebral fractures: importance of recognition and description by radiologists. *AJR American journal of roentgenology* 183:949-958.
21. Genant HK, Jergas M, Palermo L, et al. 1996. Comparison of semiquantitative visual and quantitative morphometric assessment of prevalent and incident vertebral fractures in osteoporosis The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research* 11:984-996.
22. Genant HK, Wu CY, van Kuijk C, et al. 1993. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research* 8:1137-1148.
23. Guglielmi G, Diacinti D, van Kuijk C, et al. 2008. Vertebral morphometry: current methods and recent advances. *European radiology* 18:1484-1496.
24. Sugita M, Watanabe N, Mikami Y, et al. 2005. Classification of vertebral compression fractures in the osteoporotic spine. *Journal of spinal disorders & techniques* 18:376-381.
25. Black DM, Cummings SR, Stone K, et al. 1991. A new approach to defining normal vertebral dimensions. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research* 6:883-892.
26. McCloskey EV, Spector TD, Eyres KS, et al. 1993. The assessment of vertebral deformity: a method for use in population studies and clinical trials. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA* 3:138-147.
27. Genant HK, Delmas PD, Chen P, et al. 2007. Severity of vertebral fracture reflects deterioration of bone microarchitecture. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA* 18:69-76.
28. Lin HH, Chou PH, Wang ST, et al. 2015. Determination of the painful level in osteoporotic vertebral fractures-Retrospective comparison between plain film, bone scan, and magnetic resonance imaging. *Journal of the Chinese Medical Association : JCMSA* 78:714-718.
29. Masala S, Schillaci O, Massari F, et al. 2005. MRI and bone scan imaging in the preoperative evaluation of painful vertebral fractures treated with vertebroplasty and kyphoplasty. *In vivo (Athens, Greece)* 19:1055-1060.
30. Kazawa N. T2WI MRI and MRI-MDCT correlations of the osteoporotic vertebral compressive fractures. *European Journal of Radiology* 81:1630-1636.
31. Rupp RE, Ebraheim NA, Coombs RJ. 1995. Magnetic resonance imaging differentiation of compression spine fractures or vertebral lesions caused by osteoporosis or tumor. *Spine* 20:2499-2503; discussion 2504.
32. Baur A, Stabler A, Bruning R, et al. 1998. Diffusion-weighted MR imaging of bone marrow: differentiation of benign versus pathologic compression fractures. *Radiology* 207:349-356.
33. Lucas TS, Einhorn TA. 1993. Osteoporosis: The Role of the Orthopaedist. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 1:48-56.
34. Pizones J, Izquierdo E, Alvarez P, et al. 2011. Impact of magnetic resonance imaging on decision making for thoracolumbar traumatic fracture diagnosis and treatment. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society* 20 Suppl 3:390-396.

35. Kim DH, Vaccaro AR. 2006. Osteoporotic compression fractures of the spine; current options and considerations for treatment. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 6:479-487.
36. Kwok IH, Butler JS, Selvadurai S, et al. 2015. The utility of single photon emission computed tomography/computed tomography (SPECT/CT) fusion imaging in the diagnosis of a vertebral compression fracture in multiple myeloma. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 15:1682-1683.
37. Schmitz A, Risse JH, Textor J, et al. 2002. FDG-PET findings of vertebral compression fractures in osteoporosis: preliminary results. *Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA* 13:755-761.
38. Engelke K, Adams JE, Ambrecht G, et al. 2008. Clinical use of quantitative computed tomography and peripheral quantitative computed tomography in the management of osteoporosis in adults: the 2007 ISCD Official Positions. *Journal of clinical densitometry : the official journal of the International Society for Clinical Densitometry* 11:123-162.
39. Sindel D, Gula G. 2015. Assessment of Bone Mineral Density in Osteoporosis. *Türk Osteoporoz Dergisi* 21:23-29.
40. Gluer CC, Cummings SR, Bauer DC, et al. 1996. Osteoporosis: association of recent fractures with quantitative US findings. *Radiology* 199:725-732.
41. Price CP, Thompson PW. 1995. The role of biochemical tests in the screening and monitoring of osteoporosis. *Annals of clinical biochemistry* 32 (Pt 3):244-260.
42. Kleerekoper M, Nelson DA. 1992. Vertebral fracture or vertebral deformity. *Calcified tissue international* 50:5-6.
43. Hamimi A, Kassab F, Kazkaz G. 2015. Osteoporotic or malignant vertebral fracture? This is the question. What can we do about it? *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine* 46:97-103.
44. Hanrahan CJ, Shah LM. 2011. MRI of spinal bone marrow: part 2, T1-weighted imaging-based differential diagnosis. *AJR American journal of roentgenology* 197:1309-1321.
45. Jung HS, Jee WH, McCauley TR, et al. 2003. Discrimination of metastatic from acute osteoporotic compression spinal fractures with MR imaging. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc* 23:179-187.
46. Cicala D, Briganti F, Casale L, et al. 2013. Atraumatic vertebral compression fractures: differential diagnosis between benign osteoporotic and malignant fractures by MRI. *Musculoskeletal surgery* 97 Suppl 2:S169-179.
47. Chaffins JA. 2007. Paget disease of bone. *Radiologic technology* 79:27-40; quiz 41-23.
48. Seton M. 2013. Paget disease of bone: diagnosis and drug therapy. *Cleveland Clinic journal of medicine* 80:452-462.