

Kalça Avasküler Nekrozunda Nükleer Görüntüleme

Nuclear Imaging in Avascular Necrosis of Hip

Nazlı Pınar Karahan Şen , Recep Bekiş

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Geliş / Received: 08.12.2021 Kabul / Accepted: 27.12.2022 Online Yayın / Published Online: 29.12.2022

Cite as: Karahan Şen N. P., Bekiş R. Kalça Avasküler Nekrozunda Nükleer Görüntüleme
Turk J Hip Surg 2022;2(2):179-183

ÖZET

Kalça avasküler nekrozu, kemiğin kanlanmasında azalma sonucu kemiği kollapse götüren nekroz ile sonuçlanan bir durumdur. Genellikle ağrı ve hareket kısıtlılığı ile seyreden kalça avasküler nekrozunda amaç femur başını korumaktır. Bu nedenle femur başında çökme oluşmadan tanının konulması önemlidir. Hastalığın tanısı koymak için çeşitli görüntüleme yöntemlerine gereksinim duyulmaktadır. Kemik sintigrafisi noninvaziv bir görüntüleme yöntemi olup, kemik lezyonlarını göstermede oldukça duyarlıdır ve avasküler nekroz tanısında sıklıkla kullanılmaktadır. Yazımızda avasküler kalça nekrozu tanısında nükleer görüntüleme yöntemlerinin yeri ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Avasküler nekroz; kalça; nükleer görüntüleme; kemik sintigrafisi

ABSTRACT

Avascular necrosis of the hip is a condition that results in necrosis that leads to bone collapse as a result of decreased blood supply to the bone. In hip avascular necrosis, which usually progresses with pain and limitation of movement, the aim is to protect the femoral head. Therefore, it is important to establish the diagnosis before the collapse of the femoral head. Various imaging methods are needed to diagnose the disease. Bone scintigraphy is a noninvasive imaging method. It is very sensitive in demonstrating bone lesions and is frequently used in diagnosing avascular necrosis. In our article, the role of nuclear imaging methods in the diagnosis of avascular hip necrosis is discussed.

Keywords: Avascular necrosis; hip; nuclear imaging; bone scintigraphy

Sorumlu Yazar / Corresponding Author:

Ass. Prof. Nazlı Pınar Karahan Şen drpinarkarahan@hotmail.com

Karahan Şen N. P. 0000-0002-1562-9085
Bekiş R. 0000-0002-8313-8974

© Telif hakkı Türkiye Kalça Cerrahisi Dergisi'ne aittir. Diamed Ajans tarafından yayınlanmaktadır.
Bu dergide yayınlanan makaleler Creative Commons 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.

© Copyright belongs to Turkish Journal of Hip Surgery. It is published by Diamed Agency.
Articles published in this journal are licensed under a Creative Commons 4.0 International License.

GİRİŞ

Avasküler nekroz (osteonekroz) kemiğin kanlanmasında azalma sonucu kemiği kollapsa götüren nekroz ile sonuçlanan bir durumdur. Kemiği besleyen damarların enfeksiyon, travma, tomboz, emboli, steroid kullanımı gibi nedenler ile bozulması sonucunda gelişmektedir. Sıklıkla femur başında görülmekle birlikte el bileği naviküler kemiği, lunatum kemiği, humerus başı ve ayak bileği talus kemiğinde görülebilir. Genellikle ağrı ve hareket kısıtlılığı ile seyreden hastalığın tanısını koymak çoğunlukla zordur. Bu nedenle hastalığın tanısını koymak için görüntüleme yöntemlerine gereksinim duyulmaktadır⁽¹⁾.

Kalça avasküler nekrozu; erkeklerde, kadınlara göre daha sık görülmektedir ve sıklıkla 35-50 yaş aralığında ortaya çıkar⁽²⁾. Hastalık, kemik hücrelerinin apoptozu ile karakterizedir. Femur başının çökmesine, ardından da üstteki kırıkta lezyona neden olur ve asetabulum ile eklemilen femur başının yuvarlak yüzey şeklinin düzleşmesine ve bu duruma sekonder olarak osteoartriti gelişimine neden olur⁽³⁾.

Kalça avasküler nekrozunda amaç femur başını korumaktır. Bu nedenle femur başında çökme oluşmadan tanının konulması önemlidir. Görüntüleme yöntemleri hastalığın erken tanısının konmasında önemli bir yere sahiptir. Elde edilen klinik ve görüntüleme bulguları ile oluşturulan hastalığın evresi tedavi seçeneklerini belirlemektedir. Evreleme sistemleri arasında Pensilvanya, ARCO ve Ficat-Arlet sınıflamaları tanımlanmıştır. En sık kullanılan sınıflama Ficat-Arlet evreleme sınıflamasıdır (Tablo 1)⁽⁴⁻⁶⁾.

Hastalığın kontrol altına alınmasında en önemli nokta erken tanının konmasıdır. Femur başı kollapsa gitmeden tanıyı koymak ve tedaviye başlamak hastalığın düzgün yönetilmesinde en önemli noktadır. Ancak avasküler nekrozun tanısında kullanılan görüntüleme yöntemleri arasında tek başına %100 güvenilir bir tanı testi yoktur. Direk grafi, bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans (MR), planar kemik sintigrafisi, tek foton emisyon tomografi kemik sintigrafisi (SPECT), pozitron emisyon tomografi (PET) sayılabilir tanıda kullanılabilen görüntüleme yöntemleridir. Bu yöntemler arasında sayılan nükleer görüntülemeler metabolik ve fonksiyonel bilgileri içerdiğinden avasküler nekrozun erken tanısında ayrıntılı bilgi verirler. Ayrıca nükleer modalitelere eklenen bilgisayarlı tomografi (SPECT-BT, PET-BT) ile hem fonksiyonel hem de morfolojik bilgi sağlayarak hastalığın evreleri hakkında ayrıntılı bilgiler elde edilir⁽⁷⁻¹⁰⁾.

Direk grafi

Kalçada ağrı ile gelen bir hastada, ilk yapılan görüntüleme genellikle direk grafidir^(11,12). Direk grafi, her iki kalçayı değerlendirmeye yarayan hızlı ve ucuz bir görüntülemedir. Ancak avasküler nekrozun erken evresinde duyarlılığı düşüktür. Avasküler nekroz direk grafide radyolüsent görülen avasküler alanın çevresinde gelişen skleroz olarak izlenir.

Bilgisayarlı Tomografi

BT, sintigrafisi veya MR görüntülemeye göre hastalığın erken değişikliklerin saptanmasında daha düşük duyarlılığa sahiptir⁽¹³⁾. İleri evre hastalıkta femur başı kollapsı ve kalça eklemine durumu hakkında morfolojik bilgi verir.

Tablo 1: Kalça avasküler nekroz Ficat-Arlet evrelemesi

Evre	Bulgu
Evre 0	Direk grafi normal MR normal Klinik semptom yoktur
Evre 1	Direk grafi normal veya hafif osteopeni MR kemik iliğinde ödem Kemik sintigrafisi artmış aktivite tutulumu Klinik kalçada ağrı
Evre 2	Direk grafi, osteopeni, skleroz, subkondral kist MR, kortikal defekt Kemik sintigrafisi artmış aktivite tutulumu Klinik kalçada ağrı ve kalça sertliği
Evre 3	Direk grafi ve MR subkondral kırık ve kortikal çökme, osteoartrit Klinik kalçada ağrı, kalça sertliği, topallama
Evre 4	Direk grafi ve MR, çökmeye sekonder dejeneratif değişiklikler, şiddetli osteoartrit Klinik kalçada ağrı, kalça sertliği, topallama

Manyetik rezonans görüntüleme

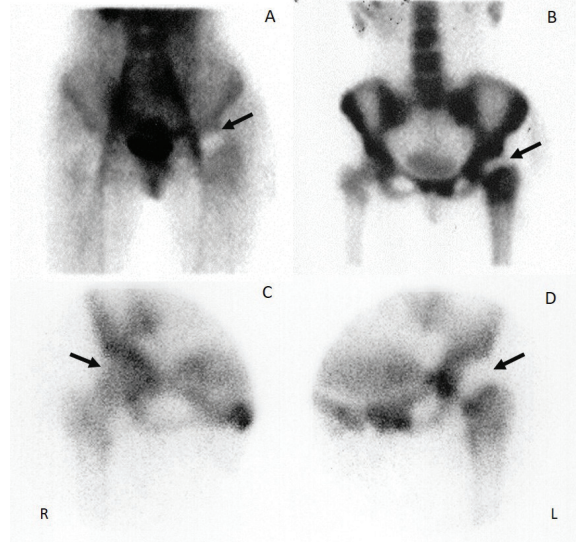
MR avasküler nekrozun tanısında en duyarlı görüntüleme yöntemidir. Yumuşak doku görüntüleme yöntemi ayırteci üstünlüğü nedeniyle tercih edilmektedir⁽¹⁴⁾. Erken dönemde T1 ağırlıklı görüntülerde kemik iliğinde sinyal azalması, yağ baskılı T2 ağırlıklı görüntülerde ise sinyal artışı şeklinde izlenen kemik iliği ödemi görülür. İleri evrelerde T2 ağırlıklı görüntülerde femur epifizinde skleroza bağılı hipointens çizgi ve daha iç kesimde granülasyon dokusuna bağılı hiperintens çizgiden oluşan çift çizgi (double line) bulgusu avasküler nekroz için tipiktir⁽¹⁵⁾. Bu görünüm, hastalığın ileri evrelerinde tipiktir ve hastaların %65-85'inde izlenmektedir. Kalçada metalik fiksator olan hastalarda sintigrafi tercih edilmelidir.

Sintigrafi

Nükleer tıp görüntülenme yöntemleri fonksiyonel ve metabolik bilgi içerir. Bu bilgiyi elde etmek için radyoaktif maddeler ile işaretli moleküllerden oluşan radyofarmasötikler kullanılır. Vücuda muhtelif yollarla verilen radyofarmasötik sintilasyon detektörleri ile saptanarak görünür hale getirilir. Böylece hedef doku hakkında metabolik ve fonksiyonel bilgilere ulaşılır. Radyofarmasötüğün vücuda verilmesinden sonra izlenebilir olması görüntülemelerin dinamik ve statik olarak alınmasına olanak verir. Böylece doku kan akımı, kan havuzu, metabolizması ve fonksiyonu dinamik ve statik olarak izlenebilir.

Kemik sintigrafisi noninvaziv bir görüntüleme yöntemi olup kemik lezyonlarını göstermede oldukça duyarlıdır. Kemik metabolizmasında %5'lik değişiklik bile saptanabilir. Teknesyum 99m (Tc-99m) radyonüklidi ile bağılanan difosfonat bileşikler (metilen difosfonat, hidroksi metilen difosfonat) damar yolu ile verildikten sonra kemikte kan akımı ve osteoblastik aktivite ile doğru orantılı olarak hidroksiapatit kristallerine bağılanırlar.

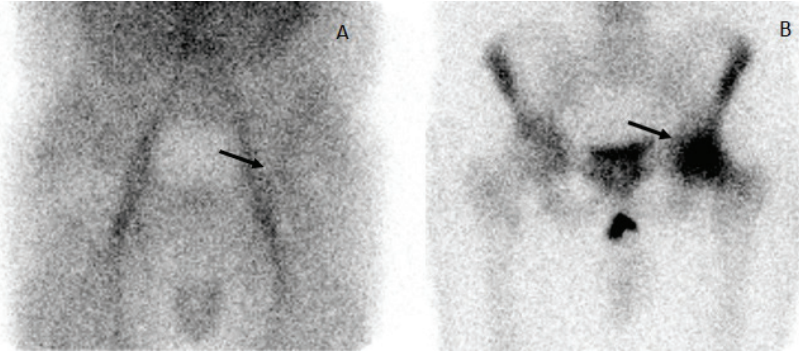
Üç fazlı kemik sintigrafisi kan akımı, kan havuzu ve geç statik olmak üzere 3 aşamalı yapılır. Birinci fazda ilgi alanının kan akımı değerlendirilir. Tc-99m MDP hasta kamera altında yatarken intravenöz yoldan verilmelidir. Radyofarmasötik verilir verilmaz görüntüleme başlamalıdır. Görüntüleme düşük enerjili genel amaçlı kolimatör (LEAP) kullanılarak 2 saniyeden 40 görüntü olacak şekilde dinamik



Resim 1. Erken evre femur başı avasküler nekroza bağılı Tc-99m MDP kemik sintigrafisi. Kan havuzu (A), geç statik (B), sağ ve sol femur başının pinhole kolimatör görüntüsü (C, D). Sol femur başında avasküler nekroza sekonder aktivite azalması (soğuk alan) izlenmektedir. Ayrıca soğuk alan komşuluğunda iyileşme reaksiyonuna ait reaktif kemik değişikliklerine bağılı artmış aktivite tutulumu dikkati çekiyor. Sağ femur başı normal izlenmektedir.

alınmalıdır. İkinci fazda kan havuzu değerlendirilir. Kan akımı görüntüleme süresi biter bitmez başlar ve 5 dakika statik görüntüleme yapılır. Üçüncü fazda ise radyoaktif madde enjeksiyonundan 2-5 saat sonrasında. 10 dakikalık geç statik görüntüleme alınır. Statik görüntüler rezolüsyonu daha yüksek olan pinhole kolimatör ile de alınmalıdır.

Avasküler nekrozun erken tanısında kemik sintigrafisi kan akımı ve osteoblastik aktivitenin değerlendirilebildiği bir tetkik olması nedeniyle değerlidir ve duyarlılığı yüksektir⁽¹⁶⁾. Görüntüleme 3 fazlı kemik sintigrafisi şeklinde yapılarak bölgenin kan akımı, kan havuzu ve geç statik görünümü değerlendirilir. Erken dönemde osteonekrotik alanda kan akımı ve kan havuzunda azalma, geç statik görüntülerde ise aktivite azalması (soğuk alan) izlenir (Resim 1). Ancak hastaları erken dönemde yakalamak zor olabilmektedir bu nedenle bilinen avasküler nekrozu olanlarda normal olan diğer kalçanın erken tanısında çok yararlıdır. Hastalığın geç dönemlerinde ise iyileşme süreci başlar ve sintigrafide tam tersine osteonekrotik alanın çevresinde reaktif osteoblastik değişikliğe bağılı kan akımı ve kan havuzu artışı, geç statik görüntülerde ise aktivite artışı (sıcak alan) gözlenir (Resim 2). Kalça avasküler nekrozunun tanısında 3 fazlı kemik sintigrafisinin duyarlılığı %78-91 civarındadır⁽⁷⁾.



Resim 2. Geç dönem femur başı avasküler nekroz görünümü. Kan havuzu (A) ve geç statik (B) görüntüler. Erken kan havuzu görüntülerinde sol femur başı düzeyinde hafif aktivite artışı izlenirken geç görüntüde sol femur başında osteoblastik aktivite artışı izlenmesi, kanlanmanın düzeldiğini ve iyileşme sürecinin başladığı geç dönem avasküler nekroz ile uyumludur. Sağ femur başı normal izlenmektedir.

Femur boynu kırığı sonrası kan akımının etkilendiği avasküler nekroz vakalarında duyarlılık yüksek iken steroid kullanımı sonrası gelişen avasküler nekroz vakalarında ise düşüktür.

SPECT/SPECT-BT

SPECT görüntüleme ile kesitsel görüntüler elde edilir. Transaksiyel, sagittal ve koronal düzlemde alınan kesitsel görüntüler ile lezyonun derinliği ve komşulukları saptanarak tam lokalizasyonu saptanır. Böylece lezyonlu alanı etkileyebilecek koşu yapıların ve patolojilerin etkisi azaltılmış olur. Statik kemik sintigrafisinde erken evre avasküler nekrozda femur başında izlenen soğuk alan bazen komşu osteoartrit veya inflamatuvar artrit nedeniyle maskelenebilir. Böyle durumlarda SPECT görüntüleme ile elde edilen tomografik görüntüler ile femur başındaki avasküler nekroza sekonder olan soğuk alan komşuluğundaki patolojilerden ayırt edilebilir. SPECT görüntülemeye BT'nin eklenmesi ile yapılan SPECT-BT görüntüleme ise sintigrafide elde edilen fonksiyonel ve metabolik bilgiye ek olarak tomografik görüntülerde elde edilen morfolojik bilginin eklenmesi ile lezyonların kemiğin hangi bölgesinde olduğu da net olarak saptanabilir. Böylece küçük lezyonların daha erken saptanmasına olanak sağlanır⁽¹⁷⁻¹⁹⁾. SPECT-BT ile vasküler nekroz tanısında 100%'e varan duyarlılık ve özgüllük oranları bildirilmiştir⁽²⁰⁾.

PET

PET görüntüleme pozitron yayan radyonüklidlerin kullanıldığı rezolüsyonu yüksek bir kesitsel görüntülemedir. PET kameralar ile elde edilen görüntülerin rezolüsyonu ve duyarlılığı, konvansiyonel gama kame-

ralara göre daha iyidir. Bu nedenle özellikle onkolojik görüntülemelerde PET görüntüleme, statik sintigrafinin ve SPECT görüntülemenin yerini almıştır. Flor 18 (F-18) 2 saate yakın yarılanma ömrü nedeniyle PET görüntüleme için F-18 ile bağlı sodyum florid (F-18 NaF) kullanılır. F-18 NaF damar içine verilmesinden sonra hızla kandan temizlenir ve kemiklerde hidroksiapatit kristallerine bağlanarak fluoroapatit kristallerini oluşturur. Kemiklerde kan akımının ve osteoblastik aktivitenin arttığı bölgelerde F-18 NaF tutulumu artar. Konvansiyonel kemik sintigrafisine göre daha duyarlı ve kemik tutulumu iki kat daha fazladır. Avasküler nekrozun erken evresinde perfüzyon kaybına bağlı izlenen aktivite azlığı (soğuk alan) F-18 NaF PET görüntüleme ile daha net değerlendirilir. Ayrıca F-18 NaF PET-BT görüntüleme BT'den elde edilen morfolojik bilgi ile tetkikin özgüllüğü de artmaktadır.

Erken evre femur başı avasküler nekrozda F-18 NaF PET-BT de tipik olarak nekroz bölgesinde aktivite azalması ve nekroz çevresinde reaktif kemik formasyonlarına ait artmış aktivite (ring sign) alanı izlenir⁽²¹⁻²³⁾.

SONUÇ

Görüntüleme, femur başı avasküler nekroz erken tanısında çok önemlidir. MR'ın avasküler nekrozun tanısında en duyarlı görüntüleme yöntemi olduğu kabul görmektedir ve sıklıkla tercih edilen görüntüleme yöntemidir⁽²⁴⁾. Avasküler kalça nekrozunun tanısında nükleer görüntülemeler arasında en sık kullanılan yöntem olan kemik sintigrafisinin ise özgüllüğü düşük olmakla beraber, tanıda yıllardır kullanılmaktadır.

Özellikle erken klinik dönemde kemik sintigrafisi ile görüntülemenin, hasta değerlendirmesini kolaylaştıracağı ve ayırıcı tanıda katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması: Yoktur

Finansal Destek: Yoktur

Conflict of Interest: None

Funding: None

KAYNAKLAR

1. Sultan AA, Mohamed N, Samuel LT, Chughtai M, Sodhi N, Krebs VE, et al. Classification systems of hip osteonecrosis: an updated review. *Int Orthop*. 2019;43(5):1089-95. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4018-4>.
2. Hsu H, Nallamothu SV. Hip Osteonecrosis. [Updated 2021 Aug 11]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK49954/>
3. Guerado E, Caso E. The physiopathology of avascular necrosis of the femoral head: an update. *Injury*. 2016 Dec;47 Suppl 6:S16-S26. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(16\)30835-X](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(16)30835-X).
4. Jawad MU, Haleem AA, Scully SP. In brief: Ficat classification: avascular necrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(9):2636-9. <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2416-2>.
5. Yoon BH, Mont MA, Koo KH, Chen CH, Cheng EY, Cui Q, et al. The 2019 Revised Version of Association Research Circulation Osseous Staging System of Osteonecrosis of the Femoral Head. *J Arthroplasty*. 2020;35(4):933-40. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.11.029>.
6. Sodhi N, Acuna A, Etcheson J, Mohamed N, Davila I, Ehiorobo JO, et al. Management of osteonecrosis of the femoral head. *Bone Joint J*. 2020;102-B(7_Suppl_B):122-8. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.102B7.BJJ-2019-1611.R1>.
7. Agrawal K, Tripathy SK, Sen RK, Santhosh S, Bhattacharya A. Nuclear medicine imaging in osteonecrosis of hip: Old and current concepts. *World J Orthop*. 2017;8(10):747-53. <https://doi.org/10.5312/wjo.v8.i10.747>.
8. Yıldız C, Koca K, Atilla HA, Ekinci Ş. Femur başı avasküler nekrozunda radyolojik tanı, TOTBİD Dergisi 2013;12(1):62-7. <https://doi.org/10.5606/totbid.dergisi.2013.08>
9. Çevikol C. Avasküler nekrozda manyetik rezonans görüntüleme, TOTBİD Dergisi 2010;9(1):7-18. Available from: <https://docplayer.biz.tr/22032470-Avaskuler-nekrozda-manyetik-rezonans-goruntuleme.html>
10. Zhao D, Zhang F, Wang B, Liu B, Li L, Kim SY, et al. Guidelines for clinical diagnosis and treatment of osteonecrosis of the femoral head in adults (2019 version). *J Orthop Translat*. 2020;21:100-10. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2019.12.004>
11. Ficat RP. Idiopathic bone necrosis of the femoral head. Early diagnosis and treatment. *J Bone Joint Surg Br*. 1985;67(1):3-15. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.67B1.3155745>.
12. Mankin HJ. Nontraumatic necrosis of bone (osteonecrosis). *N Engl J Med*. 1992;326(22):1473-9. <https://doi.org/10.1056/NEJM199205283262206>.
13. Arslanoğlu F, Ömer Serdar Hakyemez, Alperen Öztürk Avasküler nekrozda radyolojik değerlendirme TOTBİD Dergisi 2020;19:860-865. <https://doi.org/10.14292/totbid.dergisi.2020.106>
14. Hauzeur JP, Pasteels JL, Schoutens A, Hinsenkamp M, Appelboom T, Chochrad I, et al. The diagnostic value of magnetic resonance imaging in non-traumatic osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am*. 1989;71(5):641-9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2732252/>
15. Tasu JP, Duboe PO, Florez N, Herpe G. Avascular osteonecrosis of the hip: The vision of the radiologist (radiology, MRI, CT and scintigraphy). *Morphologie*. 2021;105(349):85-93. <https://doi.org/10.1016/j.morpho.2020.12.001>.
16. Mitchell DG, Rao VM, Dalinka MK, Spritzer CE, Alavi A, Steinberg ME, et al. Femoral head avascular necrosis: correlation of MR imaging, radiographic staging, radionuclide imaging, and clinical findings. *Radiology*. 1987;162(3):709-15. <https://doi.org/10.1148/radiology.162.3.3809484>
17. Van den Wyngaert T, Strobel K, Kampen WU, Kuwert T, van der Bruggen W, Mohan HK, et al. The EANM practice guidelines for bone scintigraphy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016;43(9):1723-38. <https://doi.org/10.1007/s00259-016-3415-4>.
18. Collier BD, Carrera GF, Johnson RP, Isitman AT, Hellman RS, Knobel J, et al. Detection of femoral head avascular necrosis in adults by SPECT. *J Nucl Med*. 1985;26(9):979-87. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3875700/>
19. Luk WH, Au-Yeung AW, Yang MK. Diagnostic value of SPECT versus SPECT/CT in femoral avascular necrosis: preliminary results. *Nucl Med Commun*. 2010;31(11):958-61. <https://doi.org/10.1097/MNM.0b013e32833e7732>.
20. Yoon JY, Lee SJ, Yoon KS, Yoon PW. The diagnostic value of SPECT/CT in predicting the occurrence of osteonecrosis following femoral neck fracture: a prospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1):517. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03538-1>.
21. Kubota S, Inaba Y, Kobayashi N, Tateishi U, Ike H, Inoue T, et al. Prediction of femoral head collapse in osteonecrosis using 18F-fluoride positron emission tomography. *Nucl Med Commun*. 2015;36(6):596-603. <https://doi.org/10.1097/MNM.0000000000000284>.
22. Agrawal K, Marafi F, Gnanasegaran G, Van der Wall H, Fogelman I. Pitfalls and Limitations of Radionuclide Planar and Hybrid Bone Imaging. *Semin Nucl Med*. 2015;45(5):347-72. [doi: 10.1053/j.semnuclmed.2015.02.002](https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2015.02.002).
23. Gayana S, Bhattacharya A, Sen RK, Singh P, Prakash M, Mittal BR. F-18 fluoride positron emission tomography/computed tomography in the diagnosis of avascular necrosis of the femoral head: Comparison with magnetic resonance imaging. *Indian J Nucl Med*. 2016;31(1):3-8. <https://doi.org/10.4103/0972-3919.172337>.
24. Malizos KN, Karantanias AH, Varitimidis SE, Dailiana ZH, Bargiotas K, Maris T. Osteonecrosis of the femoral head: etiology, imaging and treatment. *Eur J Radiol*. 2007;63(1):16-28. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2007.03.019>.