



İnfeksiyon Hastalıklarının Tanısında Nükleer Görüntüleme Yöntemleri

Dr.Funda AYDIN

*Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer
Tıp Anabilim Dalı*

İnflamasyon-Enfeksiyon

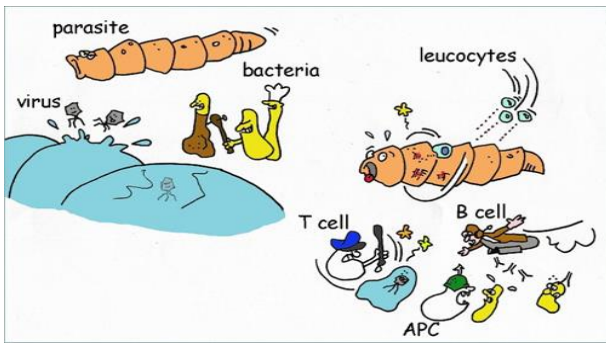
İnflamasyon:

Herhangi bir uyarana karşı (fiziksel, kimyasal, immunolojik, radyasyon) İmmun sisteme ait serum molekül ve/veya hücrelerinin hasar bölgesine gelmesini sağlamak için doku tarafından verilen kompleks yanıt

Enfeksiyon:

Hasar mikroorganizma tarafından oluşuyorsa





Inflamatuvar proses



Lokal kan akımı artışı,
Damar geçirgenliğinde artış

Plazma proteinlerinin transudasyonu (opsonins, antibodies, comploments)
BKH influks



BKH vasküler endotelyuma yapışması
Endotelyum ve bazal membrandan geçiş (diapedesis)
Inflamatuvar odağa göç (chemotaxis)



Akut inflamasyon klasik bulguları (redness-rubor, warmth-calor, swelling-tumor, pain-dolor, impaired function-functio laesa)

Akut enfeksiyon--inflamasyon: PNL

Kronik enfeksiyon--inflamasyon: MNH (lenfosit, monosit, makrofaj)

Enfeksiyon hastalıklarında morbidite ve mortaliteyi önlemek

zamanında tanı-etkin tedavi

Klinik

Laboratuvar

Görüntüleme

(Morfolojik, Moleküler-Fonksiyonel)

Enfeksiyonda tanının önemi

- İleri yaş popülasyonu artması ile ortopedik protez, kardiyak araç, implant ve greft kullanımının artması
- İmmunosupresif hasta popülasyonunda artış
 - HIV
 - Tbc
 - Sitotoksik tedaviler (Kemoterapi, transplantasyon)
- Multidrug resistant

Nükleer Tıp Yöntemlerine Gereksinim

- Diğer modaliteler (Konvansiyonel radyoloji, US, CT, MRI) yalnızca morfolojik değişiklikleri göstermekte
- Enfeksiyon ve inflamasyonun erken döneminde doğrulukları daha düşük
- Enfeksiyon-inflamasyon iyileşme döneminde veya cerrahi sonrası (skar dokusu) aktif proses ile anatomik değişikliklerin ayırımında yetersiz
- Tüm vücut görüntüleme olanağı

Hibrid Görüntüleme
SPECT/CT
PET/CT

Radyofarmasötik ideal özellikler

1. İnfeksiyon alanında kısa sürede tutulmalı ve retansiyona uğramalı
2. Hedef dışı organlardan hızlı klirens (yüksek hedef/hedef olmayan doku)
3. İnfeksiyonda tutulmalı steril inflamasyonda tutulmamalı
4. İnfeksiyon derecesi ile orantılı bir tutulum olmalı, tedaviye yanıt değerlendirilebilmeli
5. Farmakolojik etkisi, immünolojik reaksiyonu olmamalı, tekrarlanabilir olmalıdır
6. İşaretleme zaman alıcı ve komplike olmamalı
7. Tc-99m ile işaretleme olanaklı olmalı
8. Lökosit fonksiyonlarından bağımsız olmalı
9. Fiyat uygun olmalı
10. Radyasyon dozimetri kabul edilebilir sınırlarda olmalı

Klinik onaylanmış

^{67}Ga -citrate

^{111}In -Oxine to label leukocytes
in vitro

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO (Ceretec) to
label leukocytes in vitro

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -anti-NCA-90 Fab'
(LeukoScan) anti-
granulocyte antibody

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -anti-SSEA-1 IgM
(LeuTech) to label
leukocytes in vivo

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ciprofloxacin (Infecton)

Klinik onaylanmış →

Devam eden araştırmalar

^{111}In -DTPA-human IgG
(HIG)

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HYNIC-IgG (HIG)

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -anti-NCA-95 IgG
(BW 250/183)

^{111}In -F(ab)₂-anti-E-selectin
antibody

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Interleukin-8 (IL-8)

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Interleukin-2 (IL-2)

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -labeled chemotactic
peptides

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -labeled
nanocolloids

^{18}F -Fluorodeoxyglucose
(FDG)

^{18}F -FDG-Leukocytes
(labeled in vitro)

Üç Fazlı Kemik Sintigrafisi (ÜFK)

- Dinamik Faz: Kan akımı, perfüzyon artışını göstermekte
- Kan Havuzu: Yumuşak doku fazı, fokal hiperemiye değerlendirmekte
- Geç Statik Faz: Kemik fazı, kemikte patoloji olup olmadığını değerlendirmekte

Üç Fazlı Kemik Sintigrafisi

- ÜFK ile yumuşak doku - kemik tutulumu ayırımı yapılmakta
- Duyarlılığı yüksek özgüllüğü düşük
 - Doğruluk %50-70
- Fraktür, nöropatik eklem değişiklikleri ve enfeksiyon ayırımını yapmada yetersiz

Üç Fazlı Kemik Sintigrafisi

- Enfeksiyonda
 - Duyarlılık: %75-100
 - Özgüllük: %38-59

Keenan et al. Arch Intern Med 149:2262-2266, 1989

Larcos AJR Am J Roentgenol 157:527-531, 1991

Maurer Radiology 151:221-225, 1986



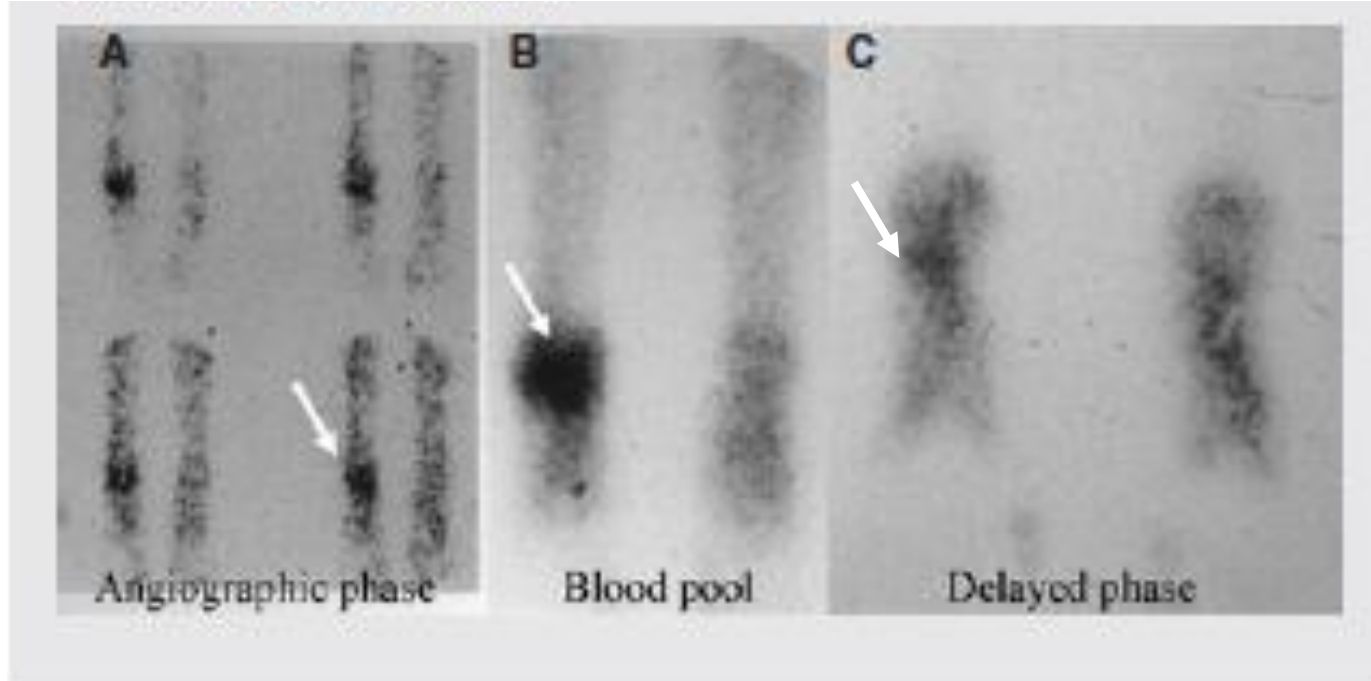
Dinamik faz

Kan havuzu

Geç statik (kemik) faz

ÜFK, sağ ayak 1.parmak lokalizasyonunda vaskularite artışı, geç dönemde bu alanda artmış aktivite tutulumu

62 y, K, DM, sağ ayak bileđinde ağrı.



Dinamik görüntülerde (A) sağ ayak bileğinde tarsal bölgede vaskularite artışı, kan havuzu görüntülerinde (B) bu alanda yumuşak doku tutulumunu (sellil t) gösteren hiperperfüzyon gözlenmekte. Geç görüntülerde ise sağ ayak bileğinde kemik tutulumu gözlenmemekte

Sonuç: Yumuşak doku enfeksiyonu

**Osteomyelit-travmaya sekonder
ayırıcı tanısı için ne yapılabilir?**

İşaretli Lökosit Sintigrafisi (İLS)

- İn vitro olarak lökositlerin radyoaktif madde ile işaretlenmesi
- Enfekte alanda radyoaktif işaretli lökositlerin akumülasyonu
- Enfeksiyon – enflamasyon tanısında **altın standart**
- İşaretlenen hücreler nötrofiller,
- Lenfositler radyasyona daha duyarlı olduğu için işaretlemeden sonra bozulabilmekte
(tüberkuloz vb hastalıklarda duyarlılığı düşük)

İşaretli Lökosit Sintigrafisi

- Apendikuler iskeletteki osteomiyelitler
- Diyabetik ayak
- Ortopedik ve vasküler protez enfeksiyonları
- Nedeni bilinmeyen ateş
- Cerrahi sonrası gelişen abseler
- Akciğer enfeksiyonları
- Endokarditler
- İnflamatuvar barsak hastalıkları
- Nörolojik enfeksiyonlar
- Enfekte santral venöz kateterler ve diğer aparatlar

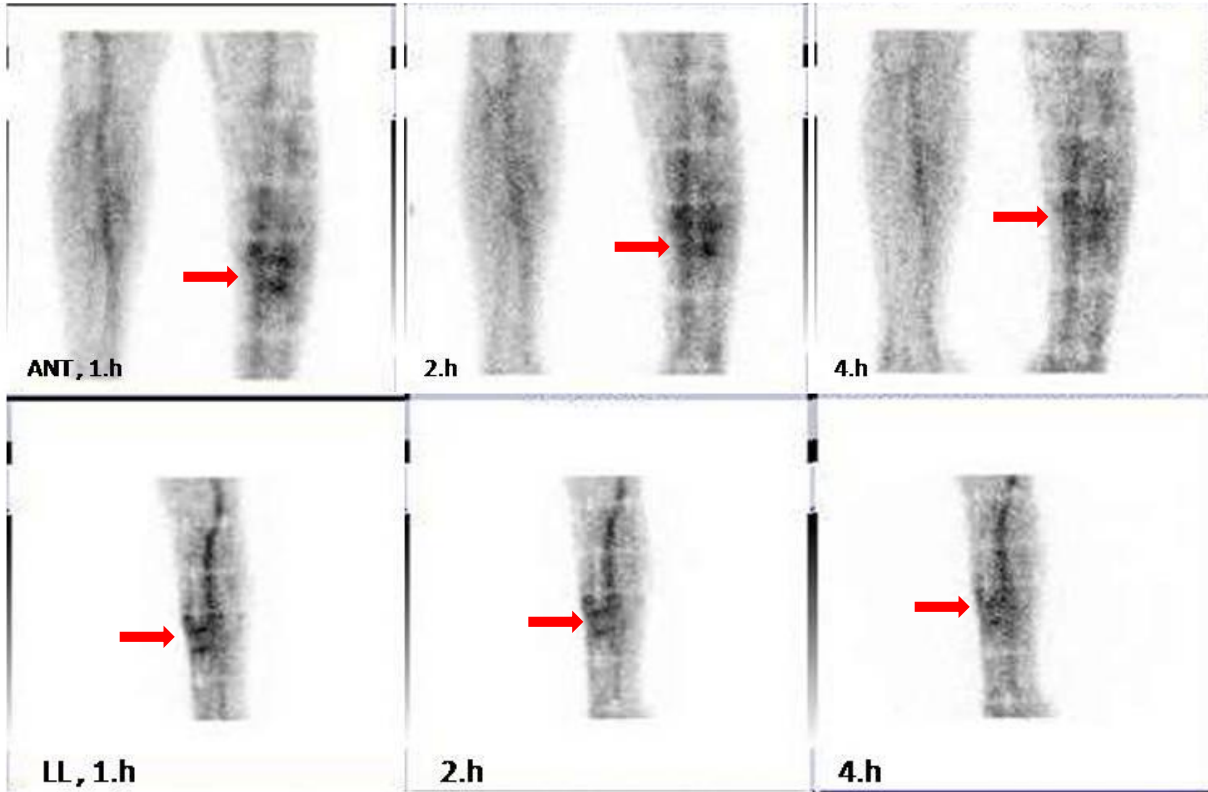
İşaretli Lökosit Sintigrafisi

Osteomiyelit

- ÜFK ile birlikte yapılması lokalizasyon sağlama açısından önemli
- ÜFK + İşaretli lökosit sintigrafisi
Duyarlılık: %92.6
Özgüllük: %97.6

Devillers et al. Eur J Nucl Med 25:132-138, 1998

32 y, E, sol tibia fraktürü nedeniyle external fiksator uygulanmış, operasyon sonrası ağrı, şişlik ve kızarıklık,



İLS'de artmış lökosit akümülayonu, öncelikle reaktif

Sonuç: Reaktif

Metabolizma Hedefli (PET/CT)

- Florodeoksiglukoz (FDG)
- Aktive olan inflamatuvar hücrelerde glikoz metabolizması artar.
- Aktive olan inflamatuvar hücrelerde glukoz transporter içerikleri artar (GLUT 1 ve GLUT 3)

Avrupa Nükleer Tıp Derneği / Nükleer Tıp ve Moleküler Görüntüleme Derneği F18FDG PET/CT'nin enfeksiyon ve enflamasyonda kullanımı konulu ortak kılavuzunda yer alan endikasyonlar

Major Endikasyonlar

- Sarkoidoz
- Periferal kemiklerde osteomyelit (postoperatif hasta veya diyabetik ayak harici)
- Spinal enfeksiyon kuşkusu (postoperatif harici spondilodiskit veya vertebral osteomyelit)
- Nedeni bilinmeyen ateş, postoperatif ateş ve tekrarlayan sepsis, yaratılan veya kazanılmış immün yetmezlikte ateş, nötropenik ateş, izole C reaktif protein veya sedimentasyon yüksekliği
- Metastatik enfeksiyon değerlendirilmesi, bakteriyemi riski yüksek hastalar
- Vaskülitin primer değerlendirilmesinde

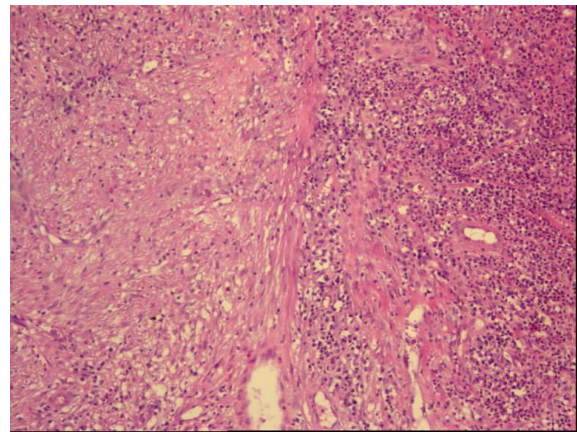
Minör Endikasyonlar

- Polikistik hastalarda potansiyel olarak enfekte olan karaciğer ve böbrek kistlerinin değerlendirilmesi
- İntravasküler cihaz, pacemaker veya kateterde enfeksiyon kuşkusu
- AIDS ilişkili oportünistlik enfeksiyonlar
- Tüberküloz lezyonlarının metabolik aktivitelerinin değerlendirilmesi

Kolorektal kanser



Mart 2010



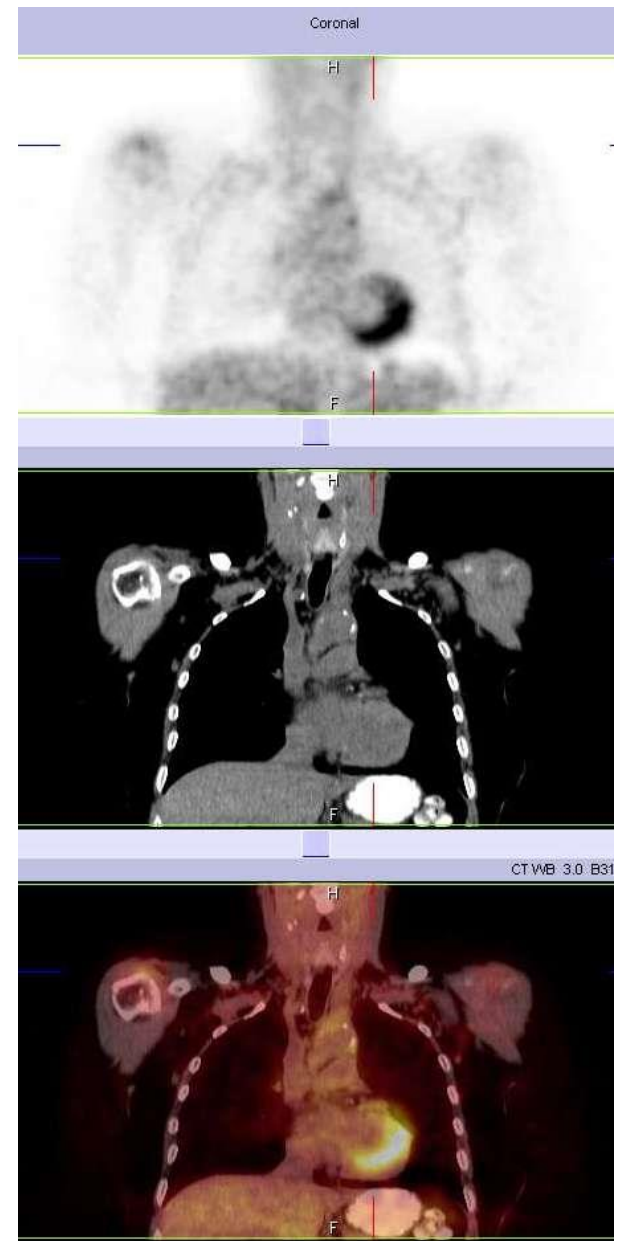
Ağustos 2010

Sonuç: Enfeksiyon



Şubat 2010

Tüberküloz



Ağustos 2010

FDG PET/CT - Osteomiyelit

- Akut osteomiyelit: Klinik, biyokimya, 3 fazlı kemik/ve/veya MR yeterli
- Kronik osteomiyelit: duyarlılık ve özgüllük konvansiyonel yöntemlerden yüksek (Ga-67, işaretli lökosit)
 - Önceden osteomiyelit bilinen ve şüpheli rekürrens
 - 6 haftadan daha uzun süre osteomiyelit semptomları
- İLS;
antibiyoterapiden olumsuz etkileniyor
vertebral lezyon değerlendirilmesinde olumsuz

FDG PET/CT - Osteomiyelit

- Primer osteomi yelit tanısında duyarlılık >%95, özgüllük >%87

MRG ve diğer konvansiyonel görüntülemelerden daha başarılı

Gotthardt M, J Nucl Med Technol 2013;41:157-169

- Kronik-tekrarlayan osteomiyelit tanısında önemli
Deneysel çalışmada doğruluk %93

Chatziioannou S, J Orthop Surg Res 2015;10:132

- Antibiyotik tedavisi sonlandırılması ve tedavi yanıtını değerlendirmedeki rolü ile ilgili yeterli yayın bulunmamakta

FDG PET/CT - Osteomiyelit

- 60 hasta- kronik muskuloskeletal enfeksiyon
 - Duyarlılık: %100, özgüllük: %88, doğruluk: %93
 - İşaretli lökosit sintigrafisinin yerinin tartışmalı olduğu santral iskelet sistemi enfeksiyonlarında FDG PET/CT değerli

Winter F et al J Bone Joint Surg Am 2001

- 30 hasta-aktif kronik osteomiyelit
 - FDG PET santral iskelet sistemi enfeksiyonlarının değerlendirilmesinde İLS'den üstün

Meller J et al 2002 Eur J Nucl Med Mol Imaging

FDG PET/CT - Osteomiyelit

Meta-analiz: Kronik osteomiyelit

Duyarlılık

Özgüllük

Kemik sinti

%82

%25

İşaretli lökosit

%61

%77

Kemik ve işaretli lökosit

%78

%84

MRI

%84

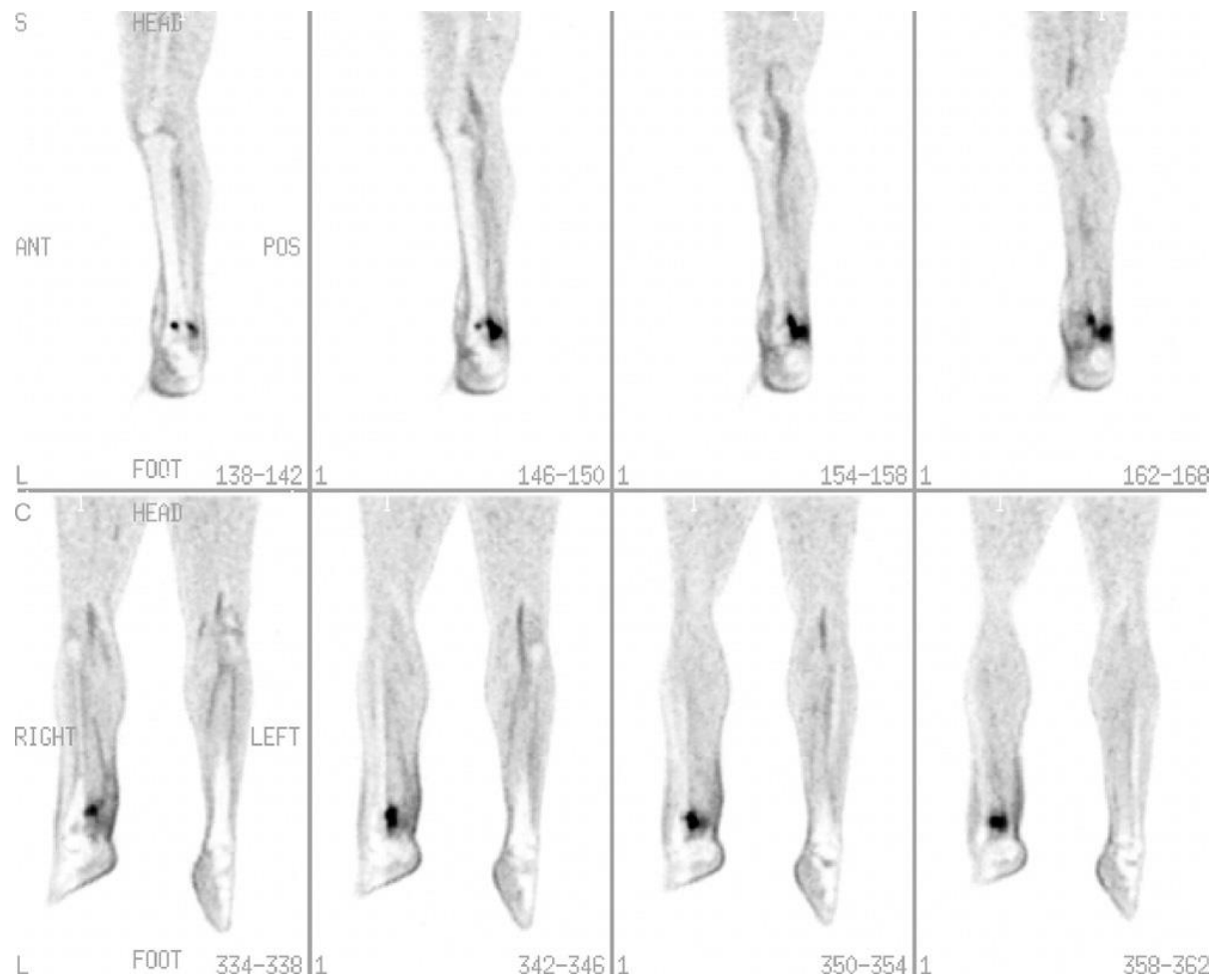
%60

FDG PET

%96

%91

Termaat MF et al J Bone Joint Surg Am 2005



Diyabetik Ayak

Sorunlar:

- Osteomiyelit
- Charcot osteoartropati
- Charcot osteoartropati-osteomiyelit

Diyabetik Ayak

- ÜFK'de fokal hiperperfüzyon, fokal hiperemi ve fokal kemik tutulumu

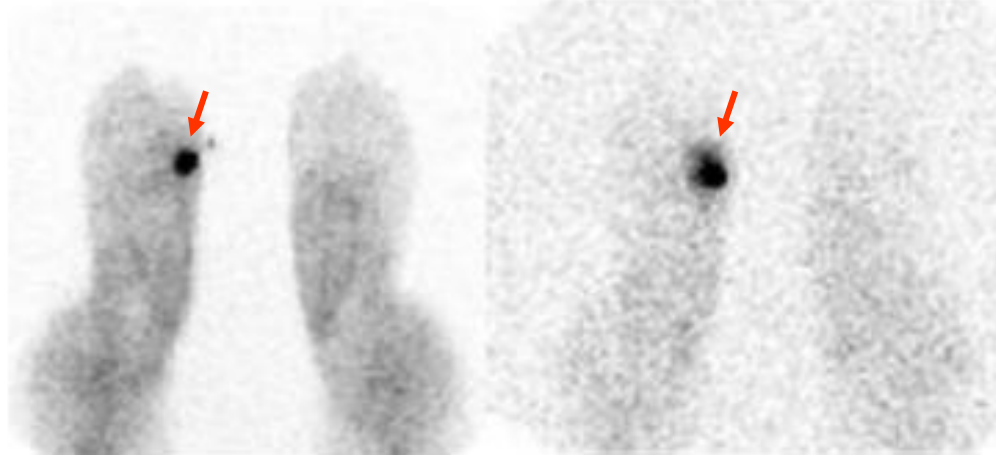
Enfeksiyona özgü bulgular değil, fraktür, nöropatik eklemde de gözlenmekte
Duyarlılık %75-100, özgüllük %0-59

- İLS altın standart moleküler görüntüleme

Duyarlılık %86-100, özgüllük %67-100

Donanımlı personel gerektirmekte, kolay erişilebilir değil, kan ile doğrudan temas gerektirmekte

**DM, sağ ayak 1.metatarsta osteomyelit
düşünülen, ÜFK'de her üç fazda patolojik bulgu
saptanan olgu**



4.sa

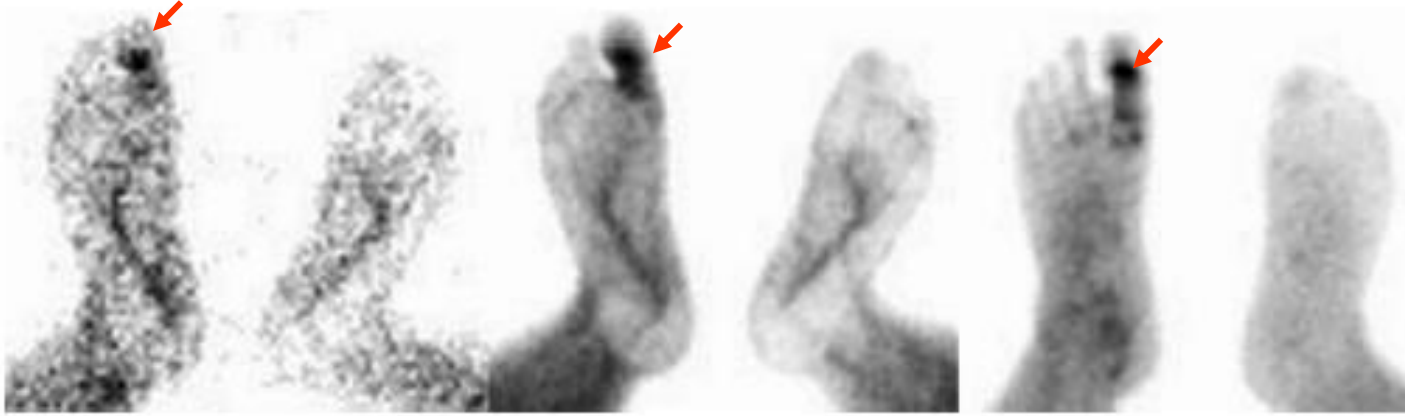
24.sa

Tc-99m HMPAO lökosit sintigrafisi

Sağ ayak 1.metatars lokalizasyonunda enfeksiyon ile uyumlu
patolojik lökosit akumülasyonu

Sonuç: Osteomyelit

DM, E, 55y. Sağ ayak 1.parmakta lezyon. Lezyon alanında kronik travma mevcut. Osteomyelit?

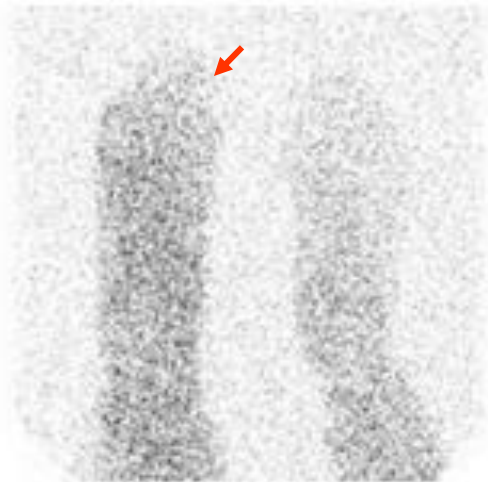


Dinamik faz

Kan havuzu

Geç statik (kemik)
faz

ÜFK sintigrafisinde bu alanda fokal hiperperfüzyon, yumuşak dokuda artmış aktivite ve geç dönemde osteoblastik aktivitede artış izlenmekte

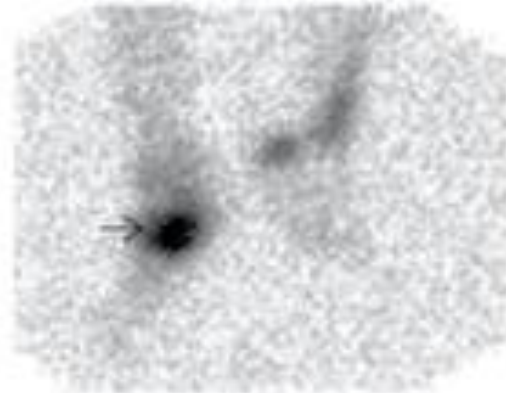


In-111 işaretli lökosit sintigrafisinde tutulum gözlenmemekte

Sonuç: Reaktif kemik

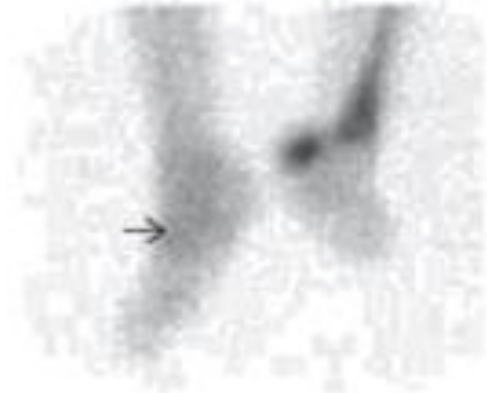


A



¹¹¹In labeled leukocyte

B



^{99m}Tc sulfur colloid

C

Nöropatik eklem osteomyeliti

(A): Direkt grafide ayak orta kesimde yoğun kemik erozyonunun eşlik ettiği düzensizlik, kemikte parçalanma ve debris formasyonu ile karakterli nöropatik eklem görünümü izlenmekte olup bu tabloya eşlik eden bir osteomyeliti dışlamak oldukça zordur. (B): İndium-işaretili lökosit görüntüsünde sağ ayak orta kesimde yoğun artmış aktivite tutulumu (ok) izlenmektedir. (C): Kemik iliği görüntülemesinde bu alanda tutulum gözlenmemesi ile çalışma osteomyelit açısından pozitif olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca sol ayak arka kesimde de hem işaretli lökosit hem kemik iliği çalışmasında artmış aktivite tutulumu dikkati çekmekte olup bu fonksiyonel kemik iliği aktivitesini göstermektedir

Diyabetik Ayak

- İLS'nin doğruluk oranı, zayıf görüntü rezolüsyonu ve değerlendirilen yapıların küçük olması nedeni ile sınırlı
- Kombine yöntem **SPECT/CT** yumuşak doku enfeksiyonu – osteomyelit ayırıcı tanısında, diğer kemik anormalliklerinin belirlenmesinde daha yüksek “reader confidence” ve daha yüksek doğruluk göstermekte

Diyabetik Ayak

- SPECT/CT'nin İLS'ne eklenmesi ile tanısal doğruluk artmakta

Duyarlılık %87.5, özgüllük %71.4, doğruluk %80

Przybylski MM, Int Wound J 2016;13:382-389

- İLS diyabetik enfeksiyonda tedavi yanıtını değerlendirmede önemli

İşaretli lökosit aktivitesinin yoğunluğu, uygun antibiyotik tedavi sonrası 16-34. günlerde azalmakta, 36-54. günlerde normale dönmekte

Newman LG, J Am Med Assoc 1991;266:1246-1251

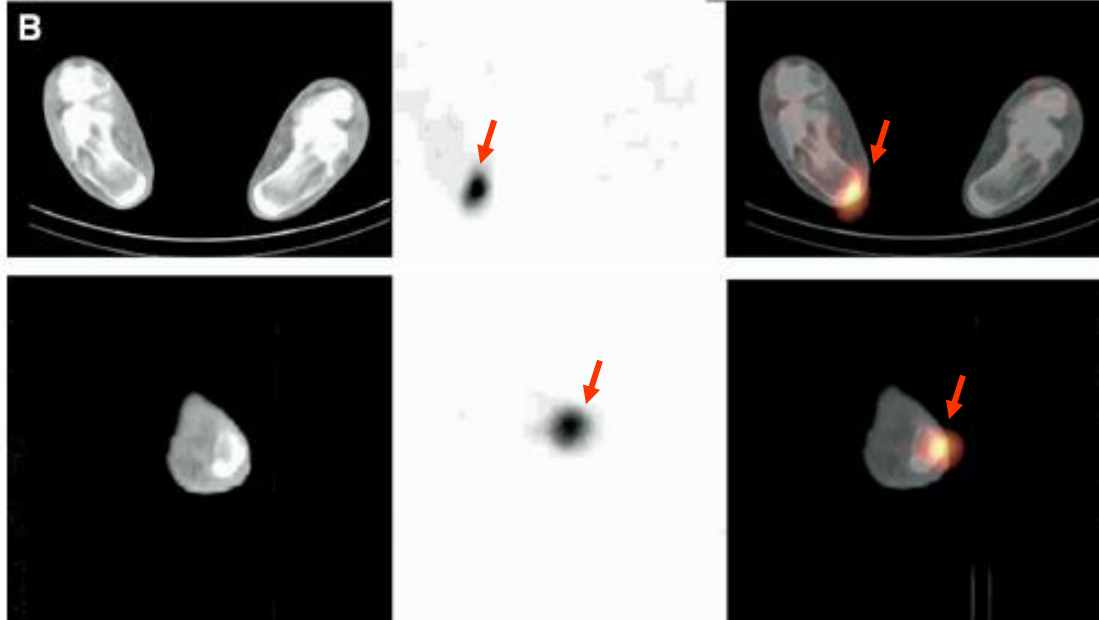
Diyabetik Ayak

- Pedal osteomyelit remisyonunu değerlendirmek amacı ile direkt grafi, ÜFK ve İLS (planar + SPECT/CT) karşılaştırıldığında; duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif öngörü değerleri:
 - Direkt grafi için %80, %33, %20 ve %89
 - ÜFK için %100, %12.5, %15.5 ve %100
 - İLS SPECT/CT için %100, %91.5, %71.5 ve %100
- SPECT/CT'nin tedavi başarısını belirlemede
 - Duyarlılık %90, özgüllük %56, pozitif öngörü değeri %69 ve negatif öngörü değeri %83

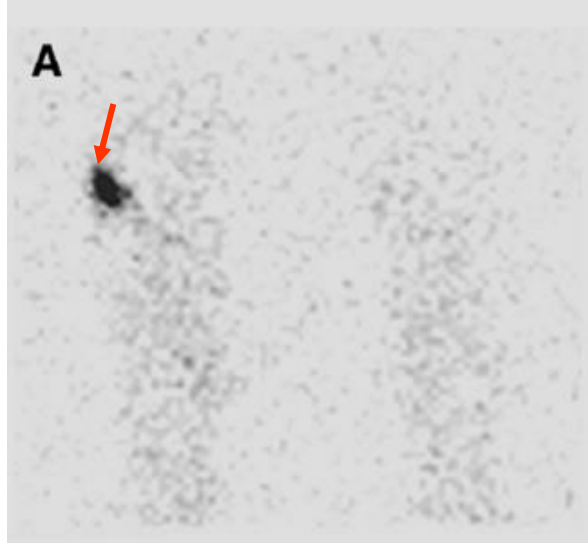
Vouillarmet J, Diabet Med 2014;31:1093-1099

Lazaga F, Int Wound J 2015

**Sonuç: Sağ kalkaneusta
osteomyelit.**



A: Planar işaretli lökosit sintigrafisi, sağ ayak posteriorda yumuşak doku-kemik ayırımı yapılamayan patolojik lökosit akümülyasyonu; B: SPECT/CT görüntüleri, kemikte osteomyelit ile uyumlu patolojik lökosit akümülyasyonu



Sağ ayak 5.metatars ve uç kısımda işaretli lökosit sintigrafisinde patolojik tutulum mevcut, yumuşak doku enfeksiyonu? osteomyelit?

A



**Sonuç: Metatars ve falanks
amputasyonu ve histopatolojik
incelemede reaktif kemik, yumuşak
doku enfeksiyonu**

B

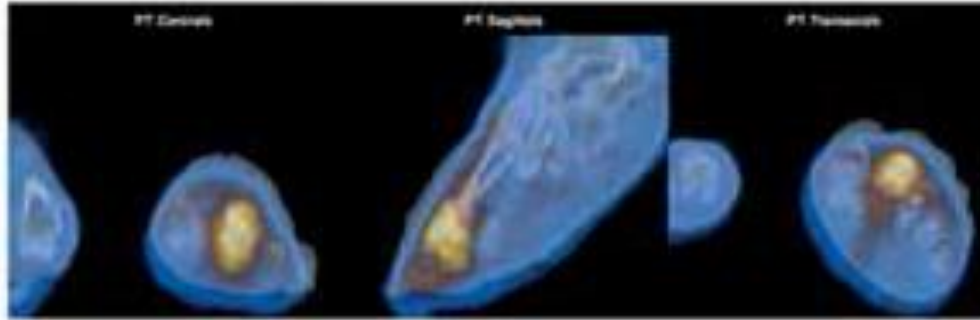
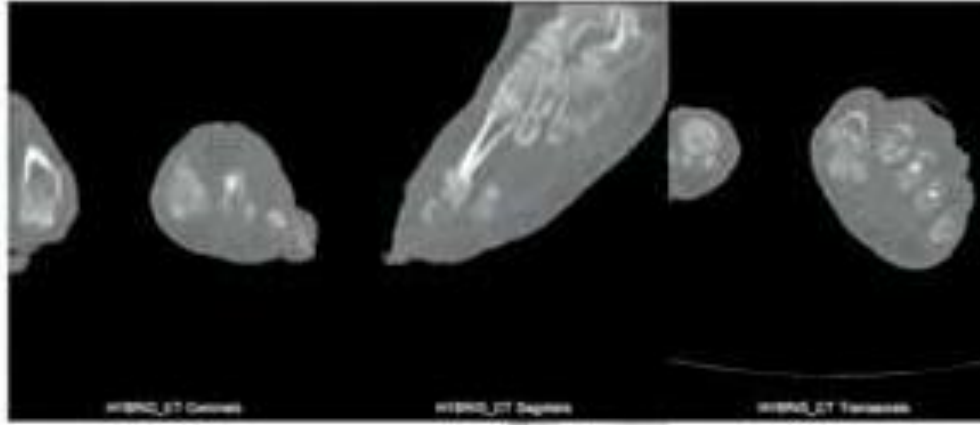


A: Sağ ayak 5.metatars ve uç kısımda işaretli lökosit sintigrafisinde patolojik tutulum mevcut, B: İLS'de koronal SPECT/CT görüntülerinde kemik yapı korunmuş, yumuşak dokuda patolojik lökosit akumülasyonu

Diyabetik Ayak

FDG PET/CT

- FDG perfüzyonu kötü alanlara hızlıca girebilen küçük bir molekül
- Görüntüleme işlemi İLS'ne göre daha kısa sürede yapılmakta
- Bir işaretleme prosedürü gerektirmemekte



Sol ayak ön kesimde osteomiyelit / septik artrit. FDG PET görüntüsünde sol ayak ön kesimde artmış aktivite tutulumu izlenmekle beraber bu alanda kemik tutulumu açısından yorum yapmak oldukça güçtür; PET/CT görüntüsünde aktivite tutulumunun sol 2. distal metatars ve 2. proksimal falanks ile metatarsofalangeal eklem aralığına karşılık geldiği dikkati çekmektedir. (O. Israel, M.D. izniyle)

Diyabetik Ayak FDG PET/CT

midfood

	<u>SUV max (range)</u>	<u>SUV max ort</u>
Charcot	0.7-2.4	1.3 ± 0.4
Kontrol normal	0.2-0.7	0.42 ± 0.12
Unkomplike diyabetik	0.2-0.8	0.5 ± 0.16
Osteomiyelit	2.9-6.2	4.38 ± 1.39

charcot-osteomiyelit-sellülit ayırıcı tanısında

	Duyarlılık	Doğruluk
FDG PET	100	93.8
MRG	76.9	75

Basu S et al Nucl Med Commun 2007

Diyabetik Ayak FDG PET/CT

	Duy	Özg	PÖD	NÖD
FDG PET	78	93	78	93
MRG	95	78	56	98
Radiografi	57	85	57	85

*Pozitif MRG olan olgularda FDG PET özgüllüğü artırır

*MRG kontrendike durumlarda

Nawaz A et al J Nucl Med 2008

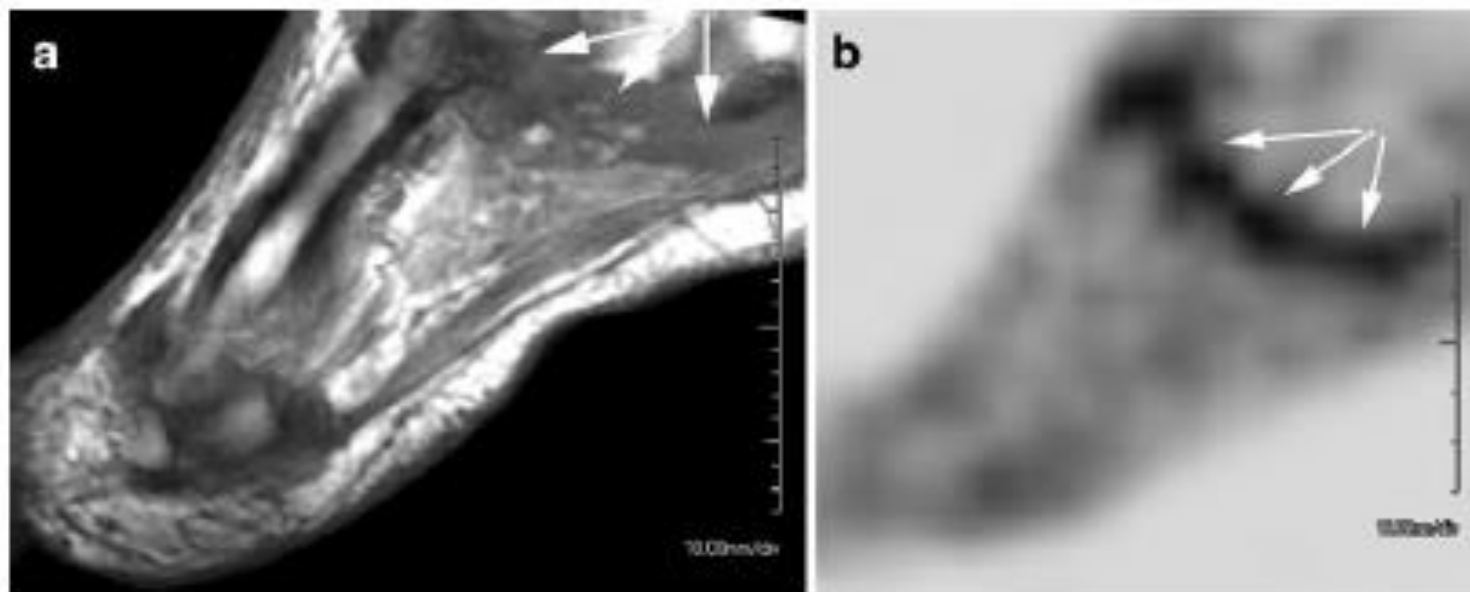


Fig. 1. Sixty-year-old diabetic female with suspected osteomyelitis. **a** Magnetic resonance image shows a linear area of abnormality at the junction of the tarsal metatarsal joint of the right foot suggestive of osteomyelitis. **b** Corresponding to the same site, intense uptake of [18F]-2-fluoro-2-deoxy-D-glucose is seen on positron emission tomography image which is also highly suggestive of infection.

Ortopedik Protez Enfeksiyonları

- Enfeksiyon oranı
 - İlk artroplasti sonrası %1-4
 - Revizyon artroplasti sonrası %25
- Operasyon sonrası %10 olguda şiddetli ağrı; bu olguların %1'i periprostetik enfeksiyon, geri kalanı gevşeme
- Enfeksiyon gelişme süreleri
 - 1/3 ilk 3 ayda
 - 1/3 3 ay-1 yıl
 - 1/3 1 yıldan sonra



Ortopedik Protez Enfeksiyonları

- ÜFK ilk yapılacak moleküler görüntüleme yöntemi
 - Protez enfeksiyonlarında operasyondan sonra 2 yıldan fazla süre geçmesi duyarlılığını arttırmakta
 - Lezyonun anatomik lokalizasyonunun daha iyi sağlanabilmesi için SPECT/CT yapılabilir
 - Tanıdaki doğruluk %50-70

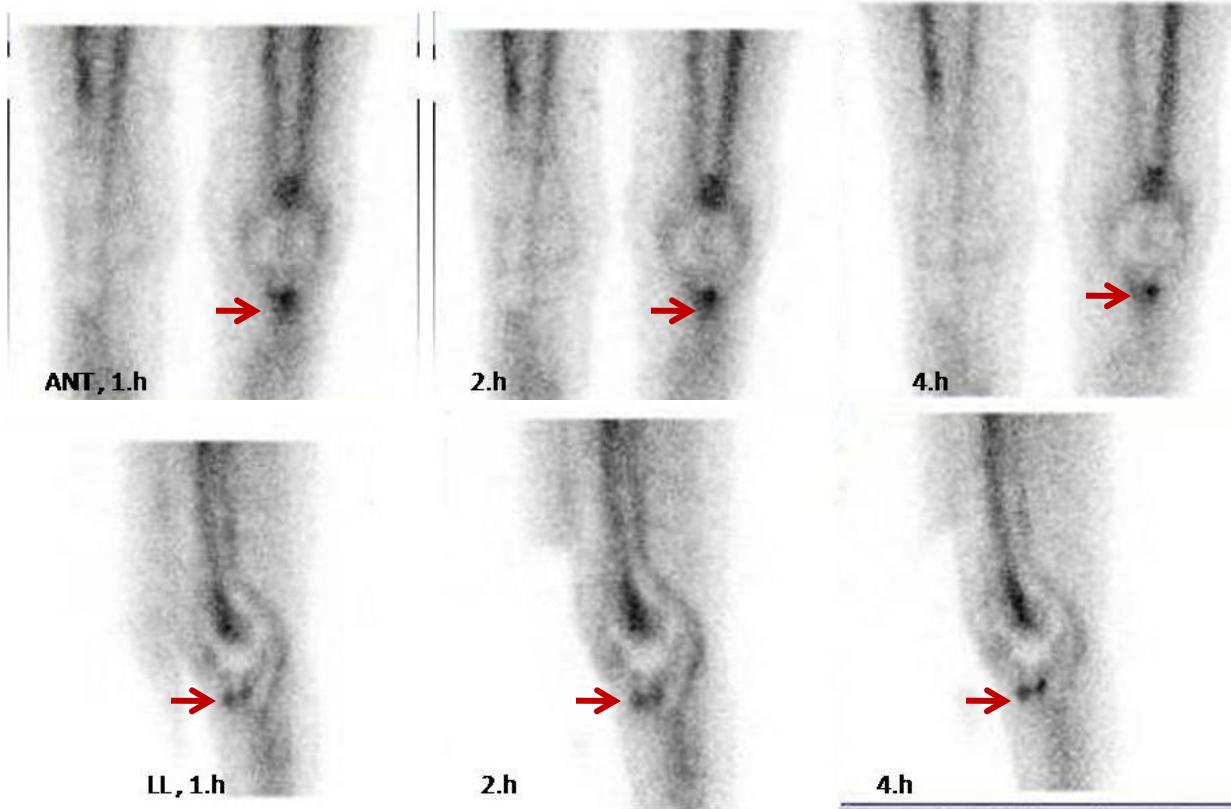
Ortopedik Protez Enfeksiyonları

- İLS protez enfeksiyonu tanısında altın standart
 - İLS ile nötrofiller işaretlenmekte ve enfekte protez bölgesinde ağırlıklı olarak nötrofiller bulunmakta
 - İşaretli lökositler vasküler endotele yapıştıktan sonra bazal membrandan enfekte dokuya geçip akümüle olmakta
 - Kemik iliğinde de akümüle olmaları yorumlamada zorluklara neden olmakta
 - ÜFK ve kemik iliği sintigrafisi bu konuda yol gösterici

Leukocyte/Marrow Scintigraphy in Joint Replacement Infection*

	Prosthesis	Sensitivity	Specificity	Accuracy
Bone	All (150)	52/67 (.78)	31/83 (.37)	83/150 (.55)
	THR (94)	20/34 (.59)	30/60 (.50)	50/94 (.53)
	TKR (56)	32/33 (.97)	1/23 (.04)	33/56 (.59)
Bo/Ga	All (150)	51/67 (.76)	49/83 (.59)	100/150 (.67)
	THR (94)	21/34 (.62)	42/60 (.70)	63/94 (.67)
	TKR (56)	30/33 (.91)	7/23 (.30)	37/56 (.66)
WBC/Ma	All (150)	64/67 (.95)	72/83 (.87)	136/150 (.91)
	THR (94)	32/34 (.94)	53/60 (.88)	85/94 (.90)
	TKR (56)	32/33 (.97)	19/23 (.83)	51/56 (.91)

69y, E, sağ diz protezinde ağrı, hareket kısıtlılığı, enfeksiyon?



İLS'de protezin femoral ve tibial componentinde artmış lökosit akümülayonu (femoral component reaktif, tibial component enfeksiyon)

Sonuç: Tibial componentte osteomyelit

Ortopedik Protez Enfeksiyonları

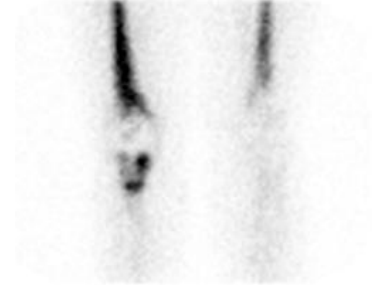
- İLS antibiyotik tedavisi alan ve almayan olgularda yapılabilmekte
 - Tedaviye tetkik öncesinde 2 hf ara verilmesi tanısal doğruluğu arttırmakta
 - Reimplantasyon öncesi İLS ile enfeksiyon olmadığının gösterilmesi konusunda görüş birliği sağlanamamıştır

Hangi diz protezi enfekte?

İL

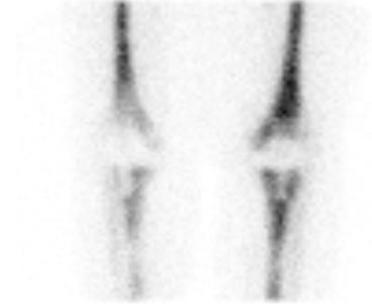
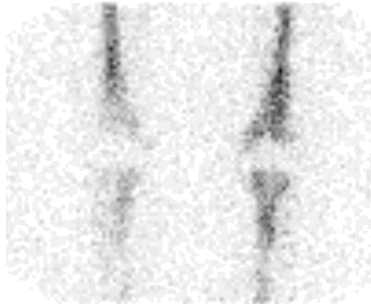
Kİ

Sağ total diz



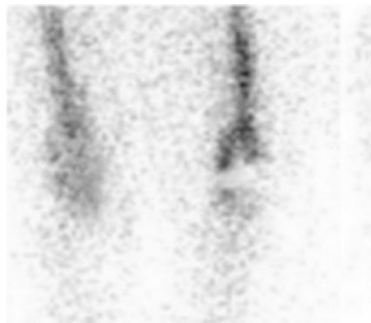
1

Sol total diz



2

Sağ total diz



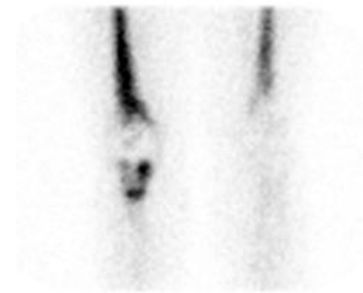
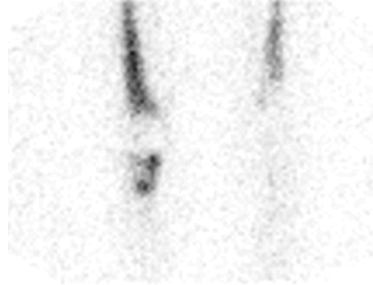
3

3. Protez enfekte

İL

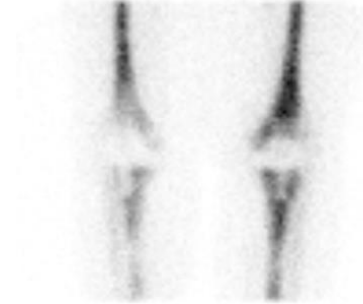
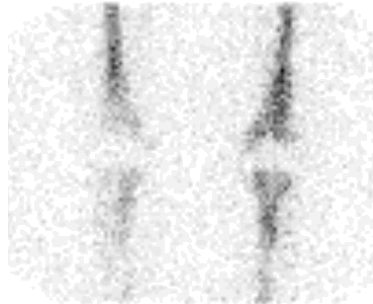
Kİ

Sağ total diz



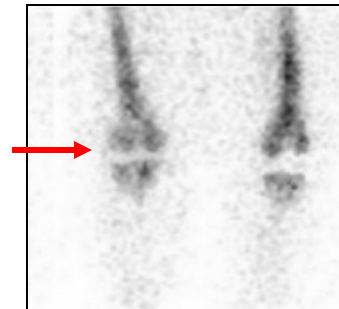
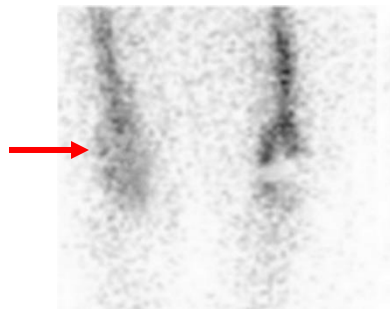
1

Sol total diz



2

Sağ total diz



3

Ortopedik Protez Enfeksiyonları

FDG PET/CT

International Orthopaedics (SICOT) (2009) 33:1–5
DOI 10.1007/s00264-008-0575-2

REVIEW

The role of FDG-PET in distinguishing between septic and aseptic loosening in hip prosthesis: a review of literature

C. Zoccali • G. Teori • N. Salducca

Year	Authors	Patients	Gender (M/F)	Hip	Knee	Minimal time from surgery	Minimal follow-up
2001	Zhuang et al. [16]	62		38	36	1 year	1 year
2002	Chacko et al. [2]	32	20/12	41		1 year	9 months
2003	Vanquickenborne et al. [14]	17	8/9	17		2 years	6 months
2004	Stumpe et al. [12]	35	12/23	35		1 years	6 months
2005	Reinartz et al. [11]	63	32/31	92		1 years	9 months

Authors	PT	THR	TP	TN	FP	FN	SE	SP	AC
Zhuang et al. [16]	62	38	9	25	3	1	90.0%	89.3%	89.5%
Chacko et al. [2]	32	41	11	28	1	1	91.7%	96.6%	95.1%
Vanquickenborne et al. [14]	17	17	7	7	2	1	87.5%	77.8%	82.3%
Stumpe et al. [12]	35	35	3	21	5	6	33%	81%	68.6%
Reinartz et al. [11]	63	92	31	56	3	2	94.0%	95.0%	95.0%

FDG-PET fluorodeoxyglucose positron emission tomography, PT patients, THR total hip replacement, TP true positive, TN true negative, FP false positive, FN false negative, SE sensitivity, SP specificity, AC accuracy

Ortopedik Protez Enfeksiyonları

FDG PET/CT

Test	n	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
FDG-PET	92	95.2	93	80	93
TcSc-Ind BM/WBC	51	50	95.1	41.7	88.6
ESR	92	14.3	47.9	10	65.3
CRP	92	52.4	26.8	20.7	65.5
CRP + ESR	92	93	89	75	99
WBC	92	23.8	97.2	71.4	81.2
Joint aspiration	16	0	93.8	0	100

Pill SG et al. J Arthroplasty, 2006

Ortopedik Protez Enfeksiyonları

FDG PET/CT

- FDG tutulum lokalizasyonu ve paterni önemli, intensite önemli değil
- Prospektif olarak patern belirlenmesi açısından çalışmalara gereksinim var



Sağ TKP, enfekte



Sol TKP, bursit



Bilateral TDP,

sağ enfekte

sol sinovit

Nedeni Bilinmeyen Ateş (NBA)

- FDG'nin nonspesifik bir ajan olması NBA için büyük avantaj
- Nedeni bilinmeyen ateşte enfeksiyon-nonenfeksiyöz patolojiler
- FDG Ga-67 sitrat'a benzer özellikte ve üstün uzaysal rezolüsyona sahip



Common causes of FUO reportedly detected by FDG-PET

Infections	Inflammatory/granulomatous	Neoplasms
Subphrenic abscess	Takayasu's arteritis	Hodgkin's disease
Pneumonia	Rheumatoid arthritis	Non-Hodgkin's lymphoma
Osteomyelitis	Wegener's granulomatosis	Colon carcinoma
Vascular graft infection	Sarcoidosis	Renal cell carcinoma
Tuberculosis	Thyroiditis	Sarcoma
Sinusitis	Enterocolitis	Pheochromocytoma
Mastoiditis	Myositis	
	Gastritis	
	Giant cell arteritis	

Zhuang H et al. Semin Nucl Med 2002
El-Haddad G et al. Semin Nucl Med 2004

Nedeni Bilinmeyen Ateş

- Akciğer grafisi, batın USG ilk yapılan tetkikler, CT ve MRG ikinci basamakta
 - NBA ile ortaya çıkan hastalıklarda erken dönemde anatomik değişiklikler oluşmamakta
- Fonksiyonel görüntüleme önem kazanmakta
 - Morfolojik değişikliklerden önce fokal patolojik değişiklikler saptanabilmekte
 - Tüm vücut görüntüleme olanağı sağlamakta

Nedeni Bilinmeyen Ateş

- **FDG PET/CT NBA' te en yeni tanısal tetkik**
 - Hem tümör hücresi hem de inflamasyon oluşturan hücreler tarafından tutulum gösterebilmekte
 - Diğer morfolojik ve fonksiyonel yöntemlerden daha iyi uzaysal rezolüsyona sahip
 - Kısa sürede görüntüleme sağlamakta
 - Malignite/enfeksiyon-enflamasyon ayırımı güç
Odak belirleme için

Nedeni Bilinmeyen Ateş

Qiu ve ark.'nın derleme sonuçları

Yazar /yıl	Hasta sayısı	Duyarlılık(%)	Özgüllük (%)	PÖD (%)	NÖD (%)
Bleeker-Rovers (2004)	35	93	90	87	95
Bleeker-Rovers (2007)	70	88	77	70	92
Sheng (2011)	48	89	33	80	50
Buysschaert (2004)	74	-	-	-	-
Balink (2009)	68	-	-	-	-
Keidar (2008)	48	100	81	81	100
Federici (2010)	14	-	-	-	-
Lorenzen (2001)	16	-	-	-	-
Ferda (2010)	48	97	75	-	-
Meller (2007)	18	81	86	92	75
Kjaer (2004)	19	50	46	30	67

Nedeni Bilinmeyen Ateş

Kouijzer ve ark.nın F-18 FDG PET için derleme sonuçları

Yazar/yıl	Çalışma tasarımı	Sonuç
Seshadri ve ark. (2012)	Prospektif (n:23) / In-111 granülosit sintigrafisi ile karşılaştırmalı	FDG PET %52 oranında tanıya yardımcı; PÖD: %86, NÖD: %78, duyarlılık: %86, özgüllük: %78
Kutoba ve ark. (2011)	Retrospektif (n:81)	FDG PET %51 oranında tanıya yardımcı; duyarlılık: %81, özgüllük: %75
Bleeker-Rovers ve ark. (2007)	Prospektif, çok merkezli (n:70)	FDG PET %33 oranında tanıya yardımcı; PÖD: %70, NÖD: %92
Buysschaert ve ark. (2004)	Prospektif, (n:74)	FDG PET %26 oranında tanıya yardımcı
Kjaer ve ark. (2004)	Prospektif (n:19) / In-111 granülosit sintigrafisi ile karşılaştırmalı	FDG PET %16 oranında tanıya yardımcı; PÖD: %30, NÖD: %67, In-111 granülosit sintigrafisi tanıya %26 oranında yardımcı
Bleeker-Rovers ve ark. (2004)	Retrospektif (n:35)	FDG PET %37 oranında tanıya yardımcı; PÖD: %87, NÖD: %95
Lorenzen ve ark. (2001)	Retrospektif (n:16)	FDG PET %69 oranında tanıya yardımcı; PÖD: %92, NÖD: %100
Blockmans ve ark. (2001)	Prospektif (n:58) / Ga-67 sintigrafisi ile karşılaştırmalı	FDG PET %41 oranında tanıya yardımcı ve Ga-67 sintigrafisine üstün
Meller ve ark. (2000)	Prospektif (n:20) / Ga-67 sintigrafisi ile karşılaştırmalı	FDG PET %55 oranında tanıya yardımcı, PÖD: %92, NÖD: %75 ve Ga-67 sintigrafisine üstün

Nedeni Bilinmeyen Ateş

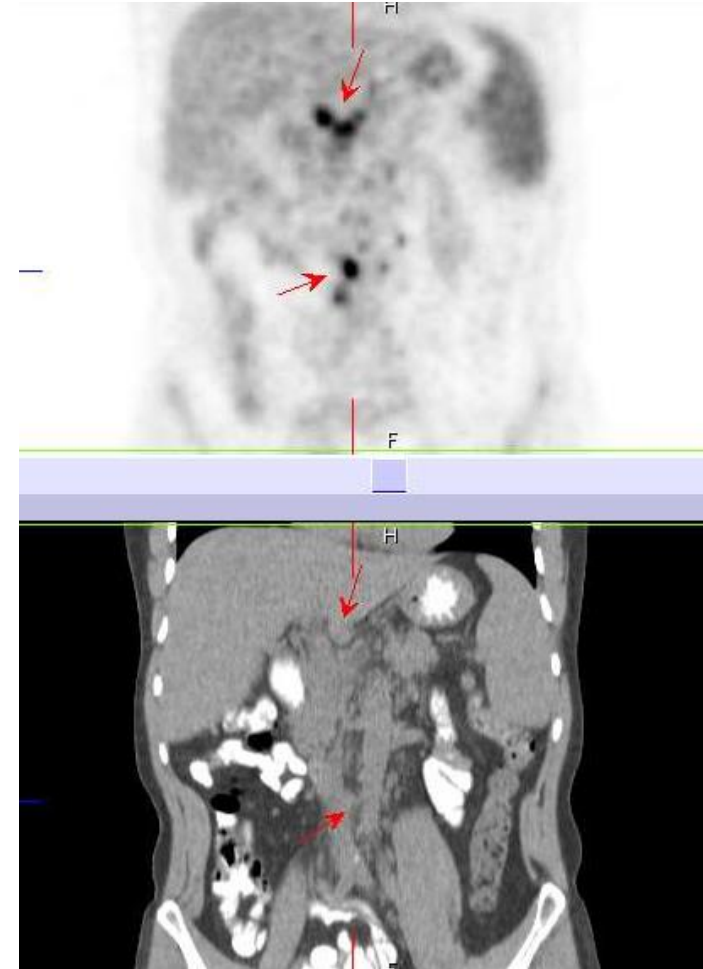
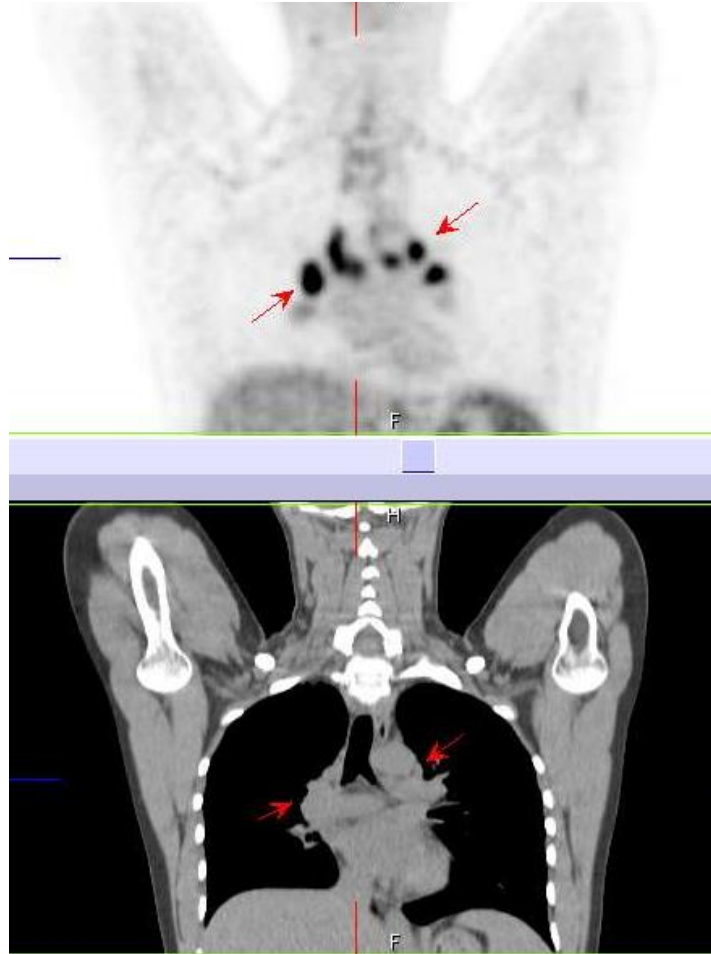
Kouijzer ve ark.nın F-18 FDG PET/CT için derleme sonuçları

Yazar/yıl	Çalışma tasarımı	Sonuç
Kim ve ark. (2012)	Retrospektif (n:48)	FDG PET %52 oranında tanıya yardımcı; duyarlılık: %92, özgüllük: %23
Crouzet ve ark. (2012)	Retrospektif (n:79)	FDG PET %57 oranında tanıya yardımcı; duyarlılık: %98, özgüllük: %87
Pederson ve ark. (2012)	Retrospektif (n:22)	FDG PET %45 oranında tanıya yardımcı; PÖD: %83, NÖD: %50
Pelosi ve ark. (2011)	Retrospektif (n:24)	FDG PET %46 oranında tanıya yardımcı
Sheng ve ark. (2011)	Retrospektif (n:48)	FDG PET %67 oranında tanıya yardımcı; PÖD: %80, NÖD: %50, duyarlılık: %89, özgüllük: %33
Kei ve ark. (2010)	Retrospektif (n:12)	FDG PET %42 oranında tanıya yardımcı
Ferda ve ark. (2010)	Retrospektif (n:48)	FDG PET %54 oranında tanıya yardımcı; duyarlılık: %97, özgüllük: %75
Federici ve ark. (2010)	Retrospektif (n:10)	FDG PET %50 oranında tanıya yardımcı
Balink ve ark. (2009)	Retrospektif (n:68)	FDG PET %56 oranında tanıya yardımcı
Keidar ve ark. (2008)	Retrospektif (n:48)	FDG PET %46 oranında tanıya yardımcı; PÖD: %81, NÖD: %100, duyarlılık: %100, özgüllük: %81

Olgu 1

41y, E, NBA.

Mediastinal, intraabdominal
multiple hipermetabolik lenf
nodları, HSM



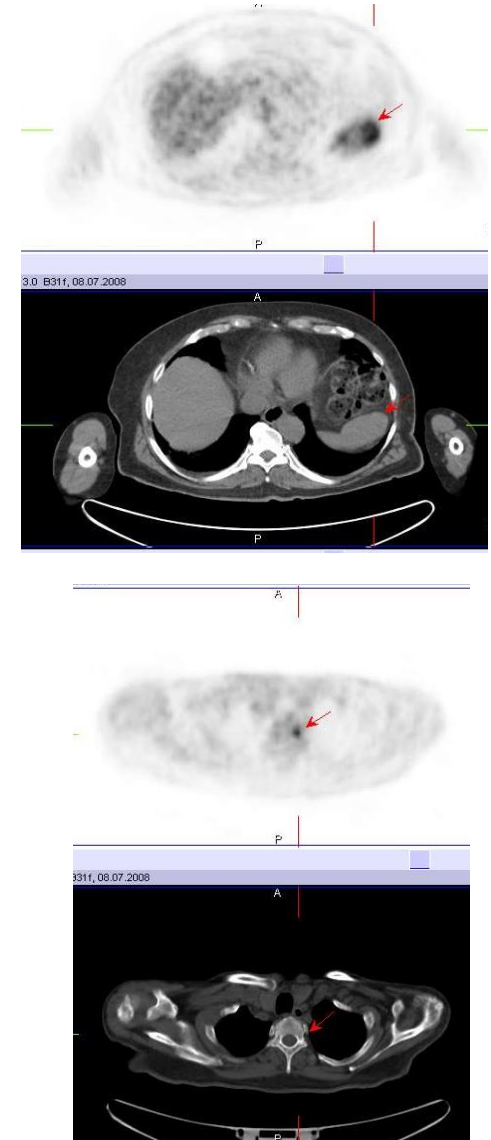
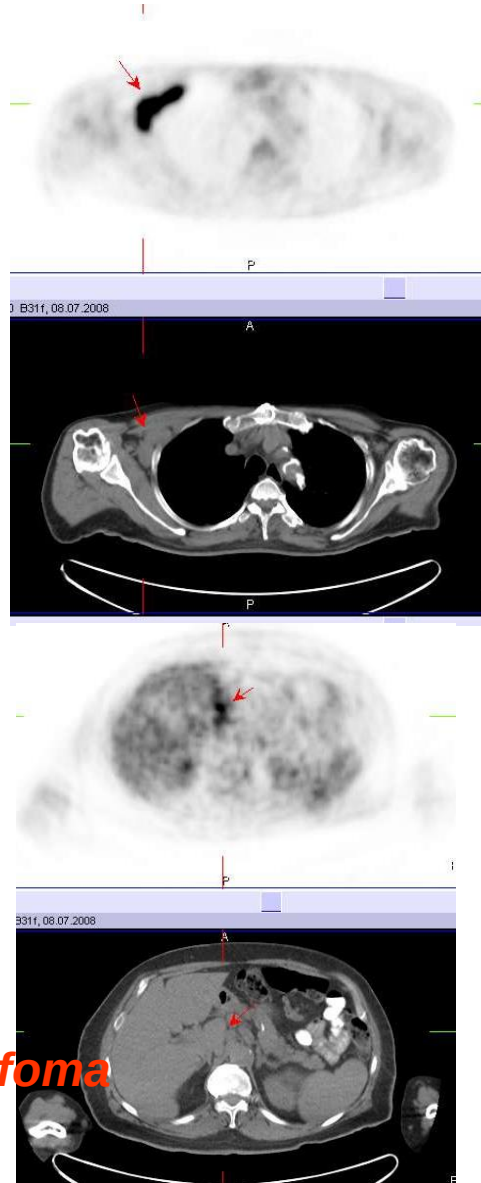
Still Hastalığı

Olgu 2

69y, E, Ateş, üşüme, titreme, kilo kaybı, gece terlemesi (1 aydır)

Sağ aksiller, intraabdominal, multiple hipermetabolik lenf nodları, dalakta , T2 vertebrada tutulum

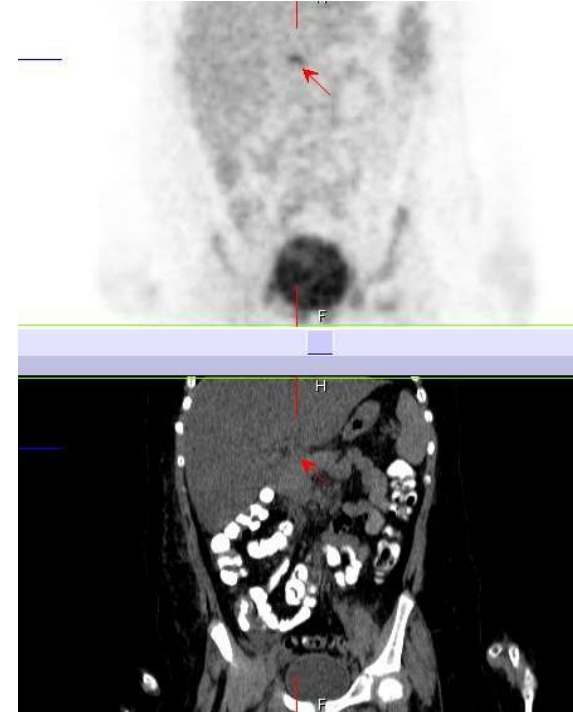
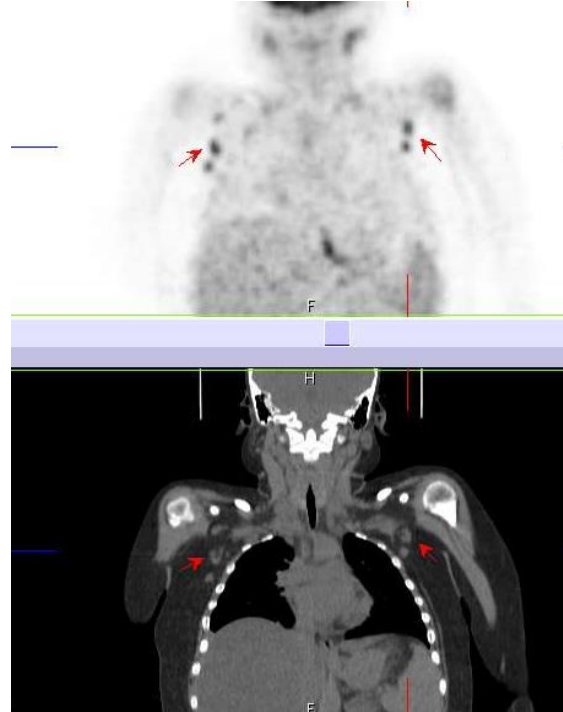
Hodgkin Lenfoma



Olgu 3

4y, E, Ateş, halsizlik

Aksiller, intraabdominal,
inguinal multiple
hipermetabolik lenf nodları



***Salmonella* infeksiyonu**

Olgu 4

56 y, K. Ateş ve yaygın kas ağrısı.
PET görüntüsü. Aorta, aksiller
arterler, subklavian arterler, iliak
arterler ve brakiyosefalik arterlerde
metabolik aktivite artışı.



Büyük damar vaskuliti

SONUÇ



- **İLS nükleer tıp yöntemleri içinde altın standart**
- ÜFK İLS'ne lokalizasyon ve yumuşak doku enflamasyonunu değerlendirme açısından önemli
- İLS'de planar görüntülemeye SPECT/CT'nin eklenmesi tanısal doğruluğu artırmakta
- FDG PET/CT diyabetik ayak enfeksiyonlarında yol gösterici ancak öncelikle ÜFK ve İLS tercih edilmeli
- Ortopedik protez ve diyabetik ayak enfeksiyonlarında gerekli durumlarda kemik iliği – kolloid sintigrafisi tanıya yardımcı olmakta
- FDG PET/CT ortopedik protez enfeksiyonlarında MRG'ye yardımcı
- FDG PET/CT NBA'te oldukça yol gösterici



TEŞEKKÜRLER