



Enfeksiyon Hastalıklarının Tanısında ve Yönetiminde PET/BT Görüntülemenin Yeri ve Önemi

**Dr. Olga Yaylalı
Pamukkale Üniversitesi
Nükleer Tıp AD**

Sunum Planı

- Giriş
- Enfeksiyon Görüntülemeye Nükleer Tıp Yöntemleri ve Radyofarmasötikler
- F-18 FDG PET/ BT Görüntüleme Temel Özellikler
- Endikasyonları, avantajları ve dezavantajları
- İmmünsüprese hastalarda akciğer enfeksiyonlarında PET/ BT görüntüleme
- Spondilodiskit tanı ve yönetiminde PET/ BT

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 cihaz, implant ve greft kullanımının artması
- İmmunosupresif hasta popülasyonunda artış
HIV
Sitotoksik tedaviler (Kemoterapi, transplantasyon)
- Multidrug resistant

Nükleer Tıp Yöntemlerine Gereksinim

- Diğer modaliteler (Konvansiyonel radyoloji, USG, BT, MRG yalnızca morfolojik değişiklikleri göstermekte)
- Enfeksiyon ve inflamasyonun erken döneminde doğrulukları daha düşük
- Enfeksiyon-inflamasyon iyileşme döneminde veya postop inflamasyon ile anatomik değişikliklerin ayırıcı tanısında yetersiz
- Tüm vücut görüntüleme olanağı

- Yöntemin başarısı, mevcut klinik bilgiye ve patolojik bulgunun olduğu vücut alanına göre seçilen uygun radyofarmasötiğe bağlıdır.
- Enfeksiyon görüntülemeye kullanılan radyofarmasötiklerin klinik kullanımda bazı kısıtlılıkları olmakla birlikte bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yöntemlerinin kombine edilerek füzyon görüntüleme ile anatomik detayın da elde edilmesi tanısal doğruluğu arttıracaktır

Hibrid Görüntüleme ***SPECT/BT*** ***PET/BT***

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

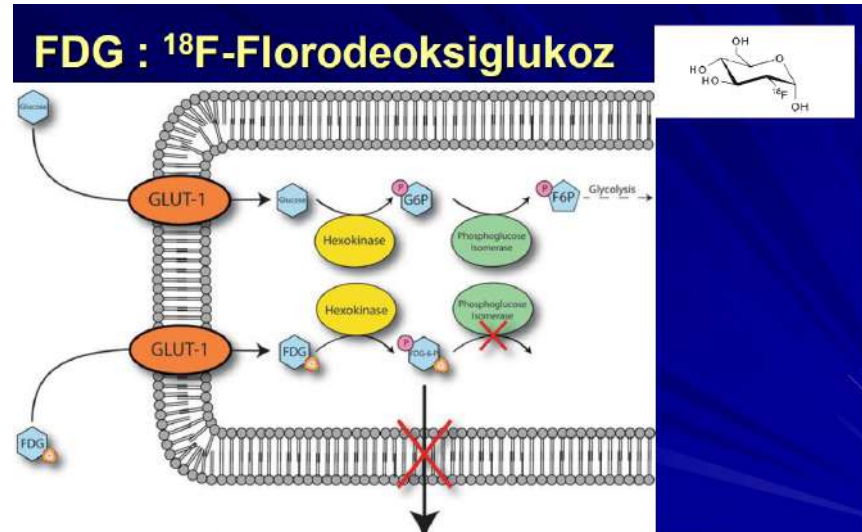
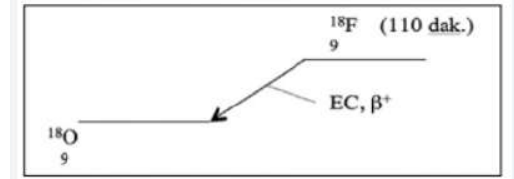
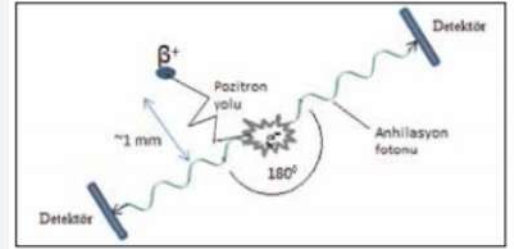
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -labeled
nanocolloids

^{18}F -Fluorodeoxyglucose
(FDG)

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

Metabolizma Hedefli (PET/BT)

- 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 F-18FDG PET/BT'nin enfeksiyon ve enflamasyonda kullanımı konulu ortak kılavuzunda yer alan endikasyonlar

Major Endikasyonlar

- Sarkoidoz
- Periferik kemiklerde osteomyelit (postoperatif hasta veya diyabetik ayak harici)
- **Spinal enfeksiyon (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 ve immünsüpresyon ile ilişkili oportünistlik enfeksiyonlar**
- Tüberküloz lezyonlarının metabolik aktivitelerinin değerlendirilmesi

F-18 FDG PET/ BT Diğer Enfeksiyon Radyofarmasötiklerine Göre Avantajları

- F-18 FDG PET görüntüleme için hasta kanının alınması, radyoaktif işaretleme süreci, elimine edilmiş kan ürünlerinin yeniden infüzyonu gerekmez
- *Görüntülemenin daha hızlı olması (onkolojik görüntüleme ile benzer olarak enjeksiyon sonrası 1. saatte başlar, iki saatte tamamlanır)*
- PET sistemlerinin uzaysal rezolüsyonu SPECT görüntülemeye göre çok daha yüksek
- *Rutin tüm vücut görüntüleme ve kombine PET/ BT standart olarak hızlı şekilde tamamlanır*
- Radyasyon dozu nisbeten düşük
- *F-18 FDG molekülü küçük yapısı ile (kısmen daha büyük olan Ga-67 transferrin kompleksine oranla) daha tercih edilebilir kinetik özelliklere sahip*

Radiation Dosimetry for Adults (121)

Radiopharmaceutical	Administered activity (intravenously)		Bladder (organ receiving largest radiation dose)*		Effective dose	
	MBq	mCi	mGy/MBq	rad/mCi	mSv/MBq	rem/mCi
¹⁸ F-FDG	370-740	10-20	0.13	0.48	0.019	0.070

F-18 FDG

Radiation Dosimetry for Children (5 Years Old) (121)

Radiopharmaceutical	Administered activity (intravenously)		Bladder (organ receiving largest radiation dose)*		Effective dose	
	MBq/kg	mCi/kg	mGy/MBq	rad/mCi	mSv/MBq	rem/mCi
¹⁸ F-FDG	5.18-7.4	0.14-0.20	0.34	1.3	0.056	0.21

Radiation Dosimetry: Adults

Radiopharmaceuticals	Administered activity MBq (mCi)	Organ receiving the largest radiation dose mGy/MBq (rad/mCi)	Effective dose equivalent
			mSv/MBq (rem/mCi)
¹¹¹ In-leukocytes ¹	10-18.5 iv (0.3-0.5)	5.5 Spleen (20)	0.59 (2.2)
^{99m} Tc-sulfur colloid ²	300-370 iv (8-10)	0.077 Spleen (0.28)	0.014 (0.052)

Radiation Dosimetry: Children (5 Years Old)

Radiopharmaceuticals	Administered activity MBq/kg (mCi/kg)	Organ receiving the largest radiation dose mGy/MBq (rad/mCi)	Effective dose equivalent
			mSv/MBq (rem/mCi)
¹¹¹ In-leukocytes ¹	0.15-0.25 iv (0.004-0.007)	17 Spleen (63)	1.8 (6.7)
^{99m} Tc-sulfur colloid ²	4.0-5.3 iv (0.10-0.15)	0.25 Spleen (0.93)	0.041 (0.15)

**In-111
Lökosit**

Radiation Dosimetry for Adults

Radiopharmaceutical	Administered activity MBq (mCi)	Organ receiving the largest radiation dose*† mGy (rad)	Effective dose*†
			mSv (rem)
^{99m} Tc-HMPAO-leukocytes	185-370 i.v. (5-10)	0.15 Spleen (0.56)	0.017 (0.063)

Radiation Dosimetry for Children (5-yr-old)

Radiopharmaceutical	Administered activity MBq/kg (mCi/kg)	Organ receiving the largest radiation dose*† mGy (rad)	Effective dose*†
			mSv (rem)
^{99m} Tc-HMPAO-leukocytes	2.50-5.0 i.v. (0.07-0.14)	0.48 Spleen (1.8)	0.054 (0.20)

**Tc-99m
Lökosit**

Radiation Dosimetry: Adults*

Radiopharmaceuticals	Administered activity MBq (mCi)	Organ receiving the largest radiation dose mGy/MBq (rad/mCi)	Effective dose equivalent
			mSv/MBq (rem/mCi)
⁶⁷ Ga-citrate	150-220 iv (4-6)	0.2 Lower large intestine (0.74)	0.12 (0.44)

Radiation Dosimetry: Children* (5 Years Old)

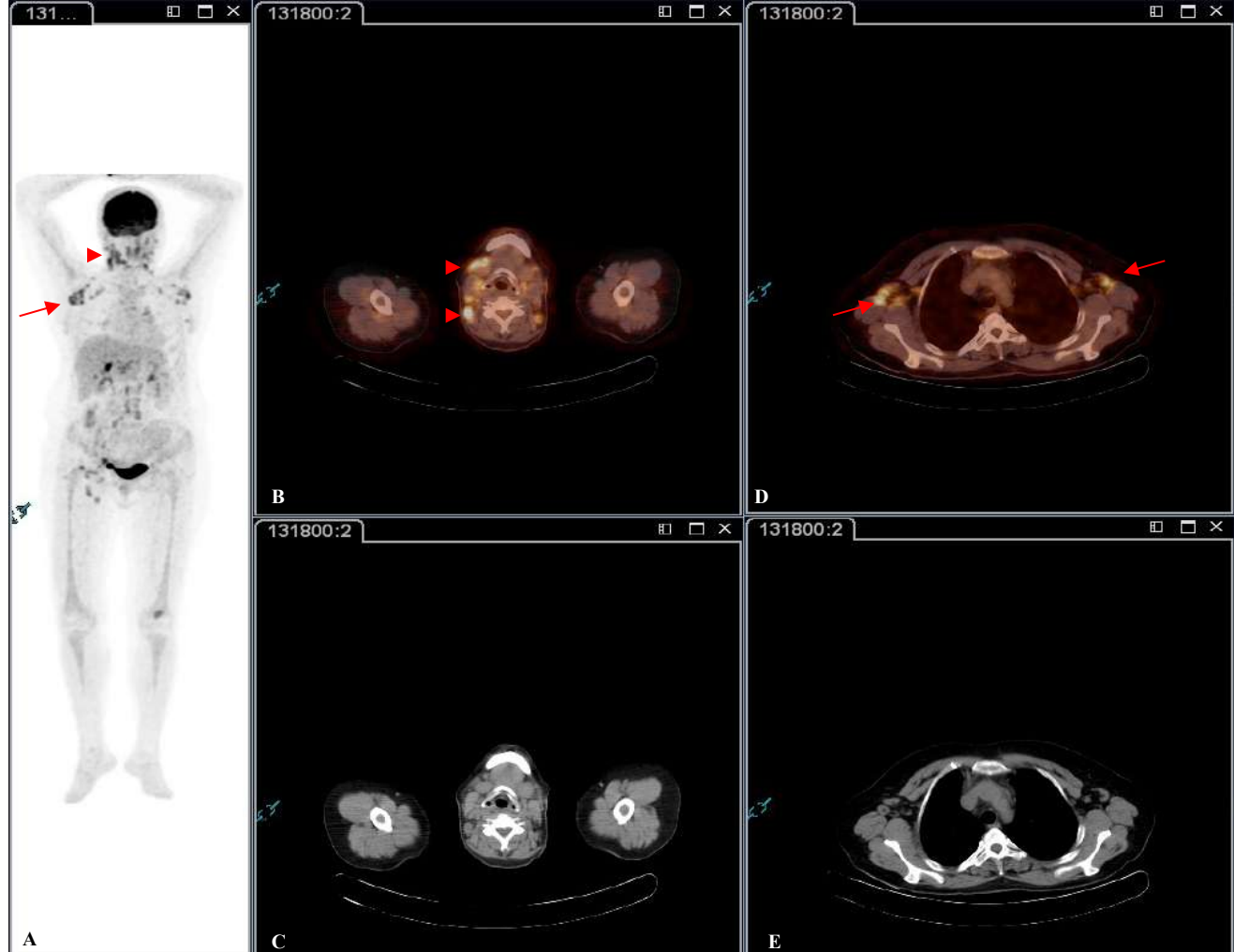
Radiopharmaceuticals	Administered activity MBq/kg (mCi/kg)	Organ receiving the largest radiation dose mGy/MBq (rad/mCi)	Effective dose equivalent
			mSv/MBq (rem/mCi)
⁶⁷ Ga-citrate	1.5-2.6 iv (0.04-0.07)	0.72 Lower large intestine (2.7)	0.40 (1.5)

Ga-67

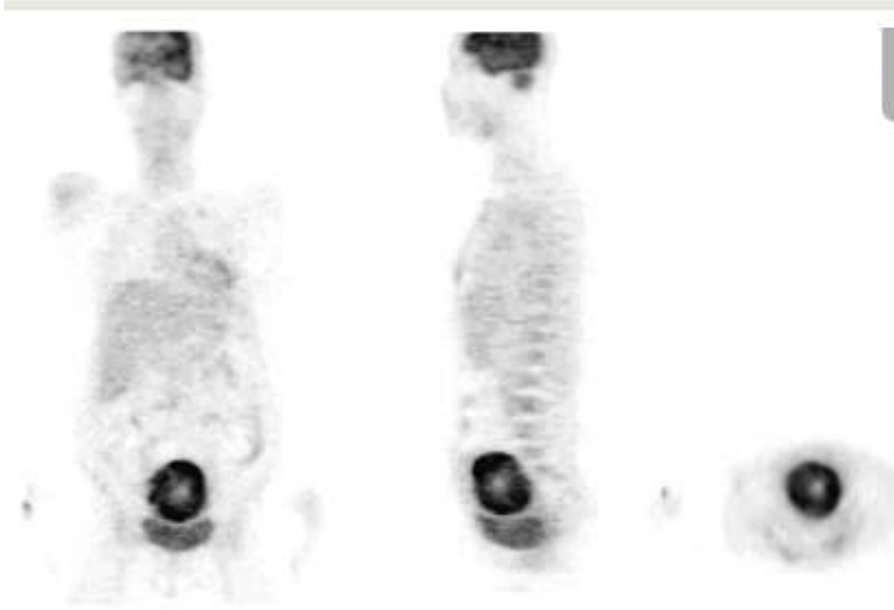
F-18 FDG PET/ BT Diğer Enfeksiyon Radyofarmasötiklerine Göre Dezavantajları

- Enfeksiyona özgü olmaması (Ga-67 sitrat gibi) , inflamatuvar patolojilerde de (kırıklar, postop inflamatuvar süreçler, dejeneratif hastalıklar, ortopedik implantlar, tümör gibi) tutulum olması
- Kontrol altına alınamayan diyabette enfeksiyonun saptanması hiperglisemi nedeni ile daha zor
- Beyin ve miyokard dokusunda izlenen yoğun fizyolojik tutulum ve üriner ekskresyonu nedeni ile bu alanlardaki patolojik odaklar F-18 FDG ile dışlanamayabilir.

F-18 FDG PET/BT muhtemel enfeksiyon odağını saptayarak ileri tanısal yöntemlere kılavuzluk etmektedir.

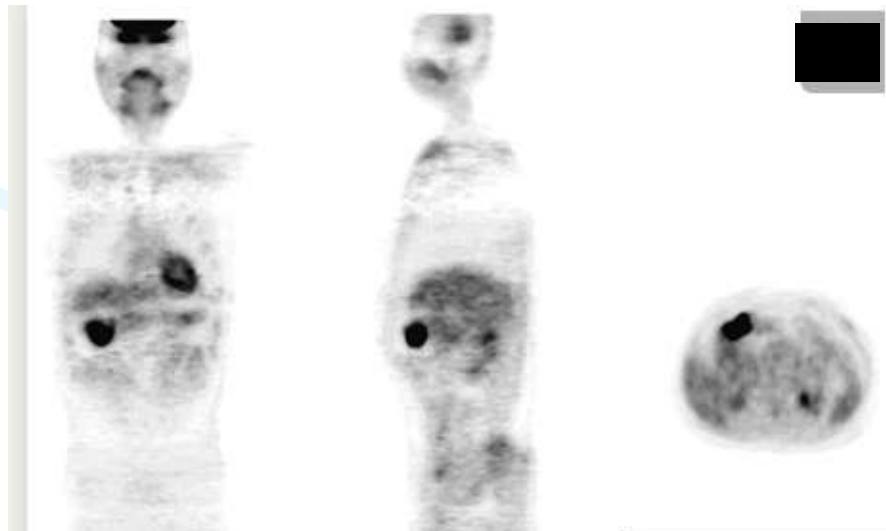


53; K; ateş, otoimmün hemolitik anemi nedeni ile takipte, splenektomili, boyun USG 'de LN'ları nedeni ile PET/BT çalışılıyor; bilateral servikal (sağ SUVmax: 7.87), aksiller (sol SUVmax: 7.00) hipermetabolik multipl LN'ları.



K, 52, NBA, Uterus myom
östanısı ile F-18 FDG PET/BT
ye refere edilmiş;
(SUVmax:15.8)
halka tarzı tutulum. Postop
ateş düşmüş. Sağ serebellar
hemisfer 4 yıl önce vasküler
patoloji öyküsü.

Rabdomyosarkom



E, 62, uzun süren NBA, F-
18 FDG PET/BT sağ kolonik
fleksurada artmış tutulum
Postop ateş düşmüş.

Adenokarsinom

İmmünsüpresif hastalarda fırsatçı pulmoner enfeksiyonlar

- İmmünsüpresif hastalarda şüpheli enfeksiyonların tanısında *işaretli lökositlerin* katkısı kısıtlıdır.
- Viral, parazitik enfeksiyonları tesbit edemez, akciğer enfeksiyonlarında özgüllüğü düşük, aktif lenf nodlarında hassasiyeti çok düşüktür.
- Tüberküloz ve fungal enfeksiyonlarda da yalancı negatif sonuçlar bildirilmiştir.
- Bunlara ilaveten, lökopenik hastalarda teknik olarak da zor olabilir.
- Bakteriyel pnömoni gibi akut piyojenik enfeksiyonlarda In-111 lökosit sıklıkla kullanılır.

Thoracic Infections in Immunocompromised Patients

Table 2 Pathogens with common imaging findings in various immunocompromised states

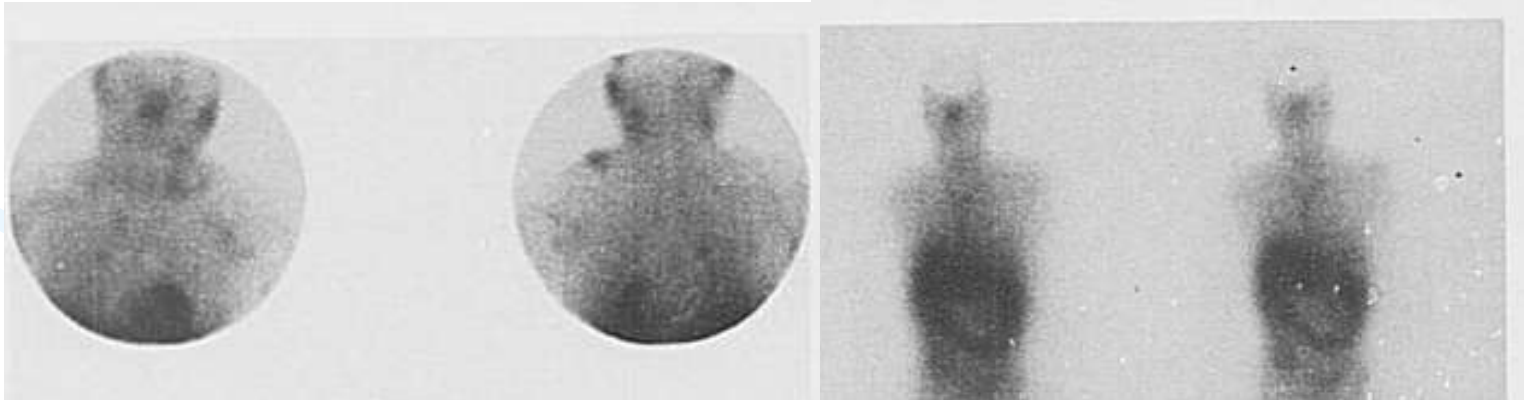
	Ground-glass opacity	Consolidation, masses, nodules ≥ 10 mm	Nodules < 10 mm	Pleural and chest wall infection	Lymphadenopathy
HIV	<i>Pneumocystis</i> CMV <i>H. influenzae</i>	<i>S. pneumoniae</i> <i>H. influenzae</i> <i>P. aeruginosa</i> <i>S. aureus</i> <i>Cryptococcus</i> <i>Nocardia</i> <i>Blastomyces dermatitidis</i> <i>Strongyloides stercoralis</i>	Mycobacteria <i>Coccidioides</i> <i>Histoplasma capsulatum</i>	<i>M. tuberculosis</i> <i>S. aureus</i> <i>Nocardia</i>	Mycobacteria <i>H. capsulatum</i> <i>Coccidioides</i>
HSCT	<i>Pneumocystis</i> CMV Respiratory viruses HSV	<i>Aspergillus</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Nocardia</i> <i>Legionella</i> <i>H. influenzae</i> <i>Enterobacter</i> <i>Candida</i>	<i>Candida</i>		
Solid organ transplant	CMV Respiratory viruses HSV	<i>S. aureus</i> <i>Legionella</i> <i>S. pneumoniae</i> <i>H. influenzae</i> <i>Nocardia</i> <i>Aspergillus</i> <i>Cryptococcus</i> <i>Mucorales</i> <i>B. dermatitidis</i>	Mycobacteria <i>Candida</i> <i>H. capsulatum</i>	Bacteria	<i>H. capsulatum</i> <i>Coccidioides</i> Mycobacteria (uncommon)
CVID	<i>Pneumocystis</i> CMV	<i>S. pneumoniae</i> <i>H. influenzae</i>	Mycobacteria		

HIV human immunodeficiency virus, HSCT hematopoietic stem cell transplant, CVID common variable immunodeficiency

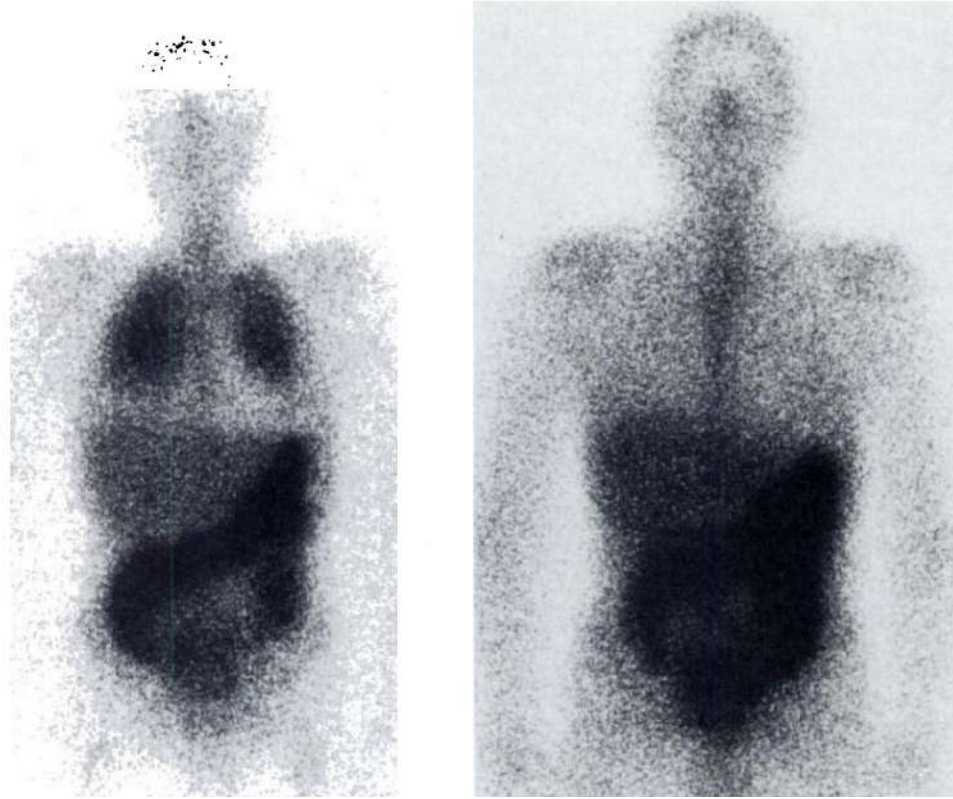
İmmünsüpresif hastalarda fırsatçı pulmoner enfeksiyonlar ve Ga-67 sitrat

- Enfeksiyon tanısında duyarlılığı akut piyogenik yanıtla bağlı olmayan **galyum (Ga-67 sitrat)**, çeşitli opportunistik pulmoner enfeksiyonların, tanı ve değerlendirmesinde kullanılmaktaydı...
- İmmünsüprese hastalarda toraks galyum görüntüleri, güncel göğüs radyografisi ile birlikte değerlendirilip özgüllüğü artırılır. Her ikisinin normal olması enfeksiyonu dışlar.
- Galyum normal, ancak radyografide fokal kitle, infiltrasyon olması durumunda, galyum tutulumunun olmadığı **Kaposi sarkomu** düşünülür. Kaposi sarkomunda talyum-201(Tl-201) tutulumu pozitiftir.

HIV'de en sık görülen malignite Kaposi sarkomu

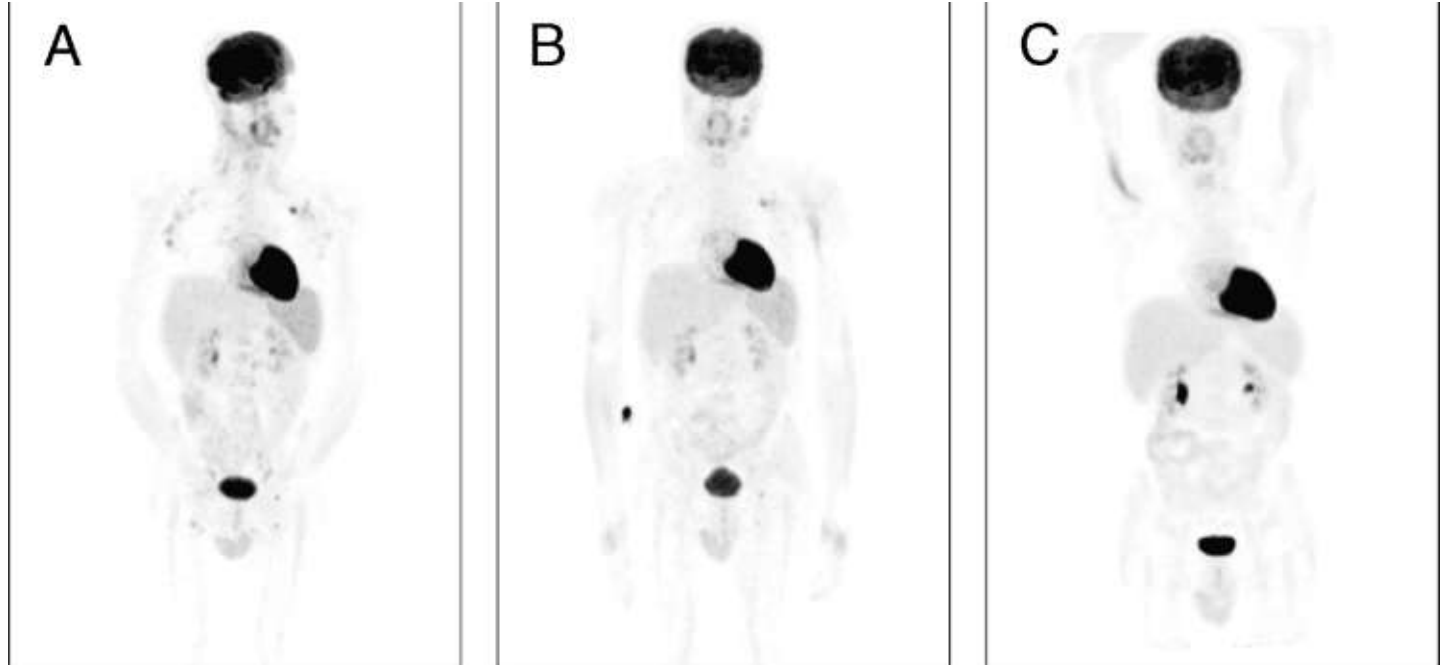


*Bilateral diffüz homojen artmış galyum tutulumunda **pnömosistis karini pnömonisi** düşünülebilir.*

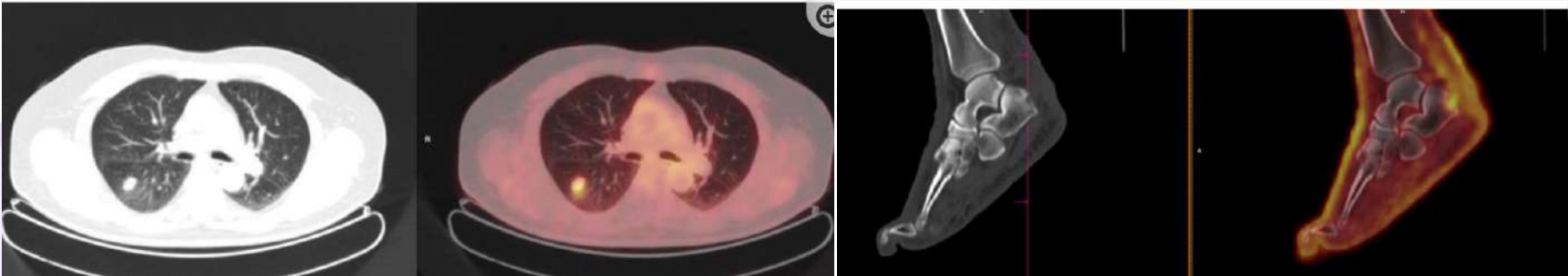


E, 38, AIDS, Ga-67 sitrat PCP; ted öncesi/ sonrası

İmmünsüpresif hastalarda fırsatçı pulmoner enfeksiyonlar ve F-18 FDG PET/ BT



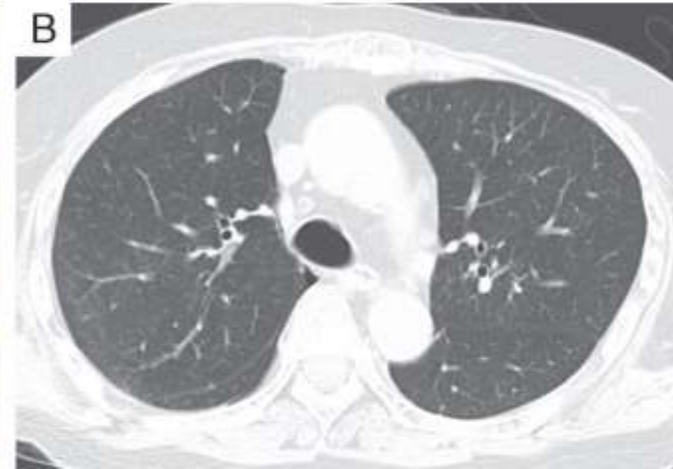
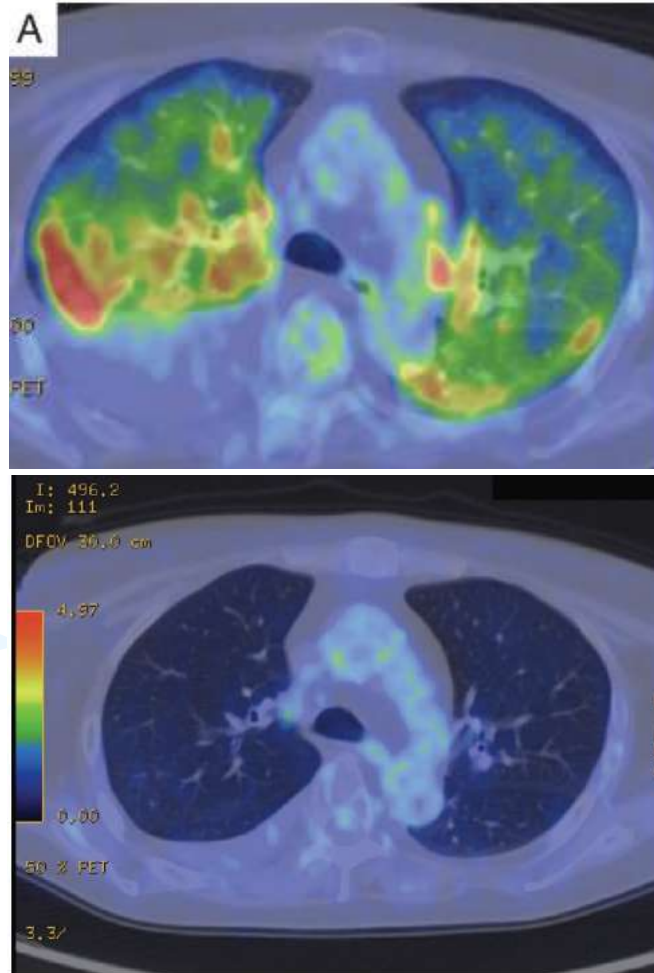
E,46, HIV pozitif, KS, LAP, HSM, kutanöz lezyonlar. F-18 FDG tutulumu mevcut. LN biyopsi sonucu KS gelmiş. Yüksek aktif antivirüs tedavi (HAART; kombine tedavi) ile 7 ay sonra PET kısmi yanıt izlenmiş olup tedaviye KT (lipozomal doksorubisin) eklenmiş ve 4 ay sonra tam yanıt sağlanmış.



Akciğer (SUVmax 5.0), kutanöz, subkutanöz ve kalkaneusta (SUVmax 4.7) lezyon

Pnömosistis Karini Pnömonisi

BT normal olgularda PCP tanısında F-18 FDG PET/ BT tanıya katkı sağlar. Tedavi takibinde faydalı. Klinik olarak:Lökopeni, artmış serum laktat dehidrogenaz, kuru öksürük ve dispne eşlik eder



K,69, dispne ile gelen RA hastası, immünsüpresif tedavi alıyor normal BT 'den 7 gün sonra FDG PET/BT'de (A) bilateral akciğerlerde patolojik tutulum ve plevral effüzyon (Romatik plevrit olması nedeni ile tutulum yok). İki gün sonra tekrar BT (B) plevral effüzyon gerilemiş. Klinik olarak PCP lehine düşünülmüş, β -D-glucan pozitif, PCR sonucu PCP tanısı almış. trimetoprim-sulfametoksazol 3 hafta uygulanmış. Tedavi sonrası dispne düzelmiş, β -D-glucan ve PCR negatifleşmiş.

İmmünsüpresif hastalarda fırsatçı akciğer enfeksiyonları

- İmmünsüprese hastalarda CD4+ T-lenfosit < **400** hücre/mm³ pnömoni insidansı artar.
- CD4+ T-lenfosit < **300** hücre/mm³ rekürrent bakteriyel pnömoni ve nontbc mikobakteriyel enfeksiyon insidansı artar.
- CD4+ T-lenfosit < **200** hücre/mm³ tipik olarak *Pneumocystis jirovecii* pneumonia (PJP; PCP), tüberküloz insidansı artar.
- CD4+ T-lenfosit < **100** cells/mm³, endemik fungal, viral, and parazitik enfeksiyonlar sık görülür.

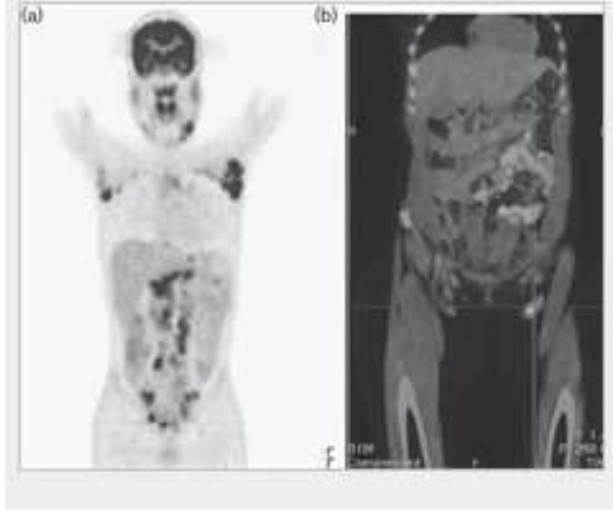
ORIGINAL ARTICLES

Fluorodeoxyglucose uptake by lymph nodes of HIV patients is inversely related to CD4 cell count

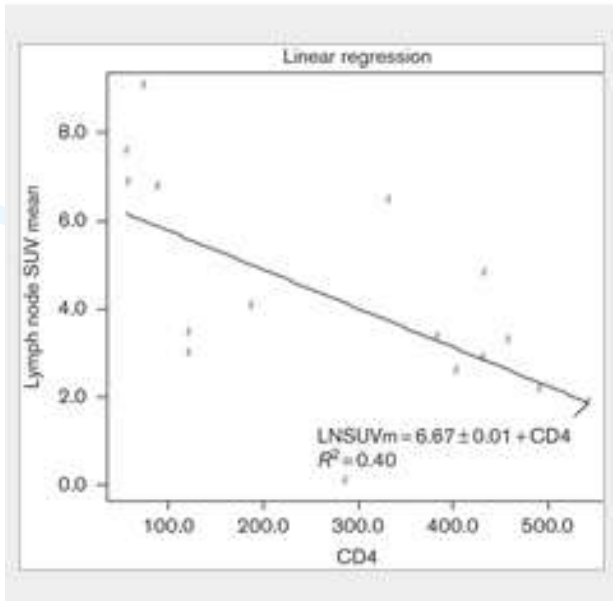
Satheke, Mike^a; Maes, Alex^{a, b}; Kgombo, Mbo^a; Van de Wiele, Christophe^a

Author Information[©]

Nuclear Medicine Communications 31(2):p 137-140, February 2010. | DOI: 10.1097/MNM.0b013e3283331114



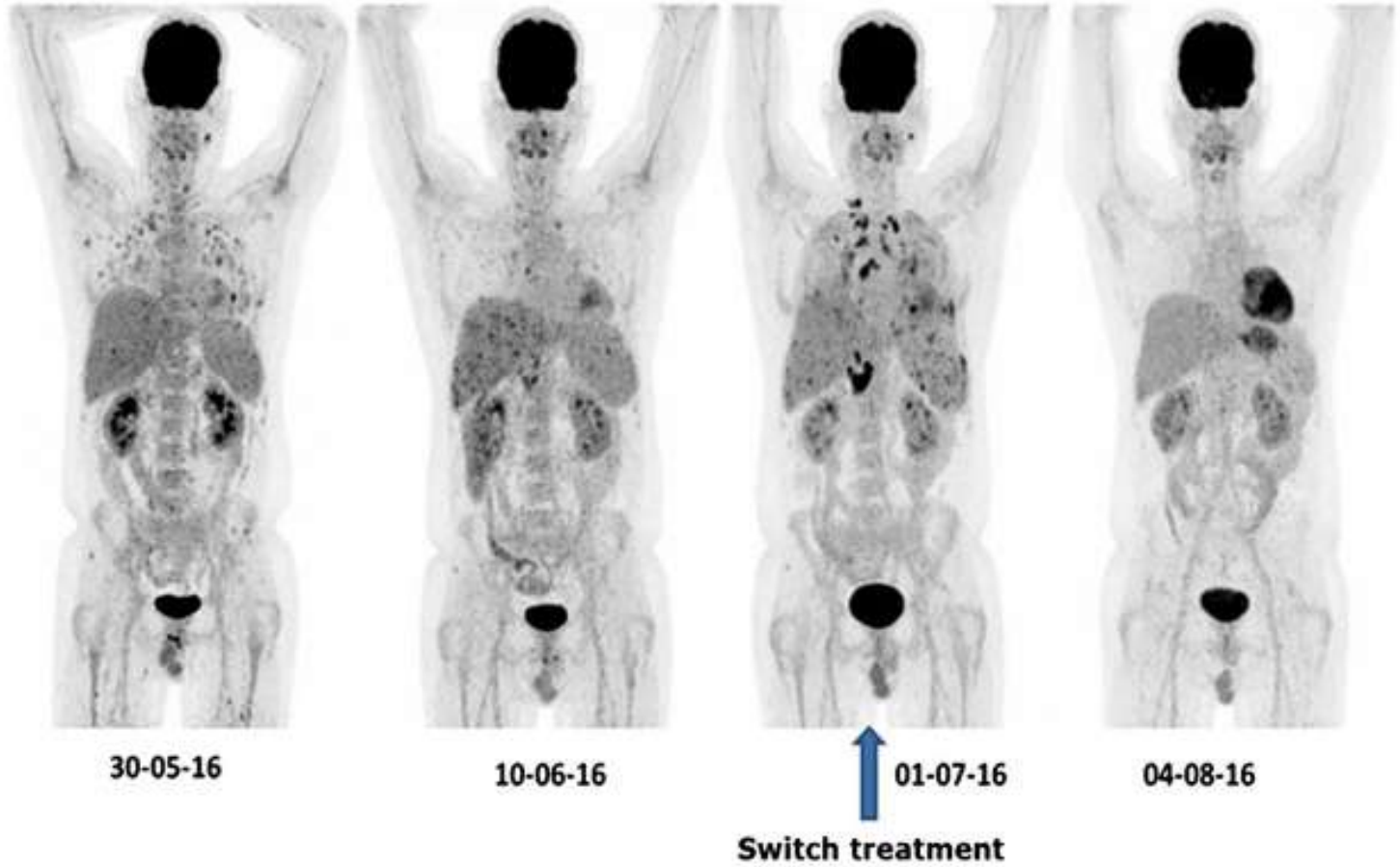
- (a) CD4+ T-lenfosit : 74/ μ l, LN larında artmış F-18 FDG tutulumları;
- (b) CD4+ T-lenfosit : 382/ μ l, inguinal alanda daha düşük FDG tutulumu gösteren LN'ları.



CD4+ T-lenfosit hücre sayısı ile
FDG tutulumu (SUVmax)
arasında ters ilişki

İmmünsüpresif hastalarda fırsatçı enfeksiyon ve F-18 FDG PET/ BT

- İmmünsüpresif hastalarda oportunistik invaziv fungal enfeksiyonların değerlendirilmesi ve tedavi takibinde, konvansiyonel yöntemlerle birlikte, FDG PET/BT'nin doğruluğu % 90 bulunmuştur.
- Kültür ve biopsi ile kesin tanısının konulması gerekir.
- **Esas rolü ise, fungal enfeksiyonun yaygınlığını göstermesi, (özellikle kronik dissemine kandidiazisde) IFH'ta occult lezyonların saptanması ve antifungal tedavi takibidir.**
- Kandidiazis (C Albicans) ve aspergillozis (A Fumigatus) en sık görülen invaziv fungal enfeksiyonlar (IFE) olup immünsüprese hastalarda çok önemli morbidite ve mortalite nedenidir.
- Diyabetik hastalarda ciddi IFE yatkınlığı vardır.
- Mukormikozis, Koksidiomikozis, histoplazmozis, blastomikozis özellikle bazı coğrafi lokalizasyonlarda endemik ve yaygındır.

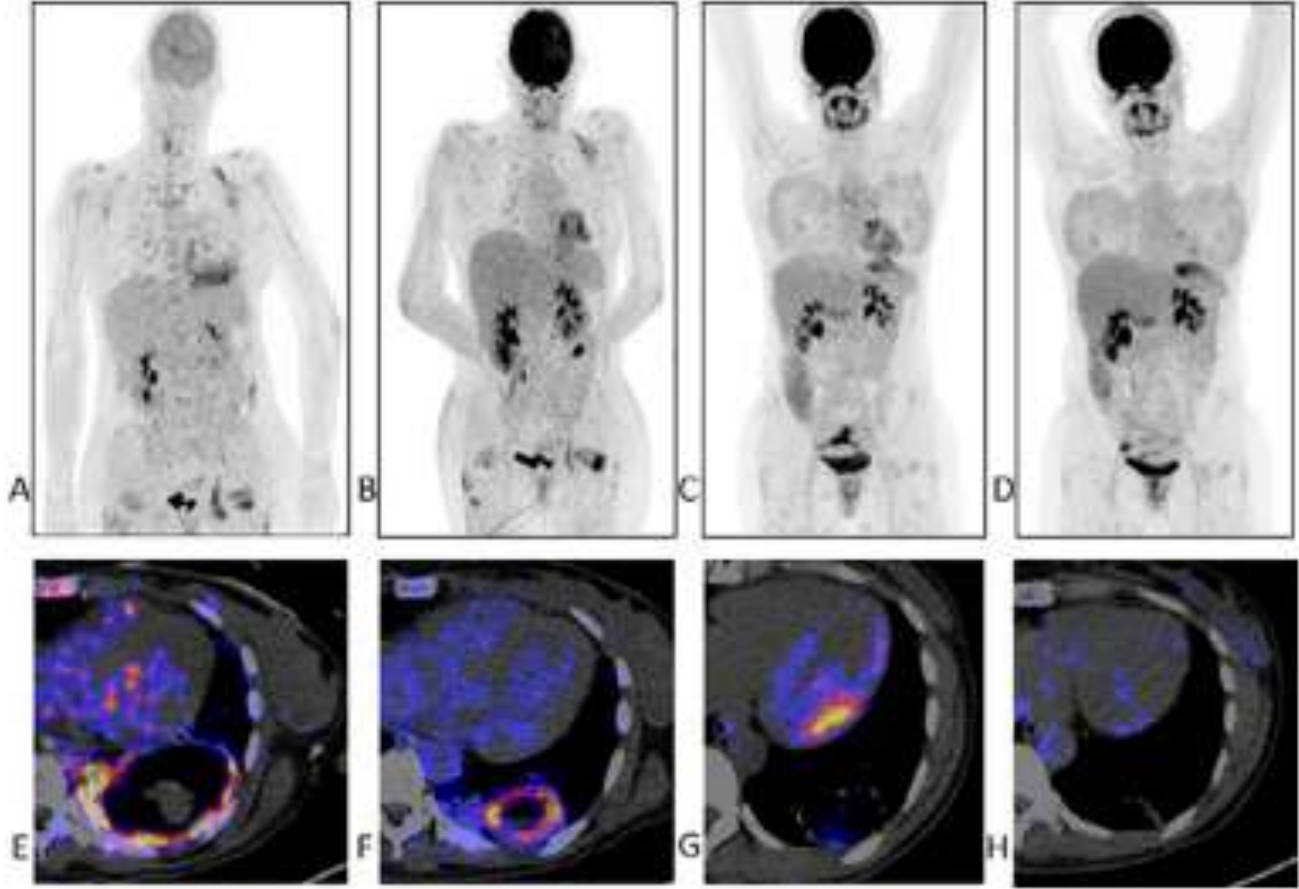


ALL, 38, E, önce bakteriyel enfeksiyon düşünülmüş fakat antibiyotik ted. cevap olmamış, FDG PET ile **invaziv kandidiazis** tanısı konulmuş, takipte tedavi yanıtı iyiymiş. Sonra tekrar ateş gelişmiş, kan kültürü negatif olunca PET/BT tekrarlanmış ve yeni lezyonlar saptanmış. Antifungal tedavi değiştirilmiş ve tam yanıt alınmış.

- Hastalık takibinde, semikantitatif FDG tutulumunun, lezyon boyutundaki morfolojik değişikliklerin gösterildiği anatomik görüntülemekten daha doğru olduğu tanımlanmıştır.
- Primer enfeksiyon tedavi edildikten sonra diğer modalitelerde gösterilen kalıcı yapısal anomalilerdeki inflamasyonun doğrulanmasında yararlı olabilir.
- Tam tersi olarak SUVmax'da artış ise hastalık progresyonunu gösterir.

İmmünsüpresif hastalarda fırsatçı pulmoner enfeksiyonlar ve F-18 FDG PET/ BT

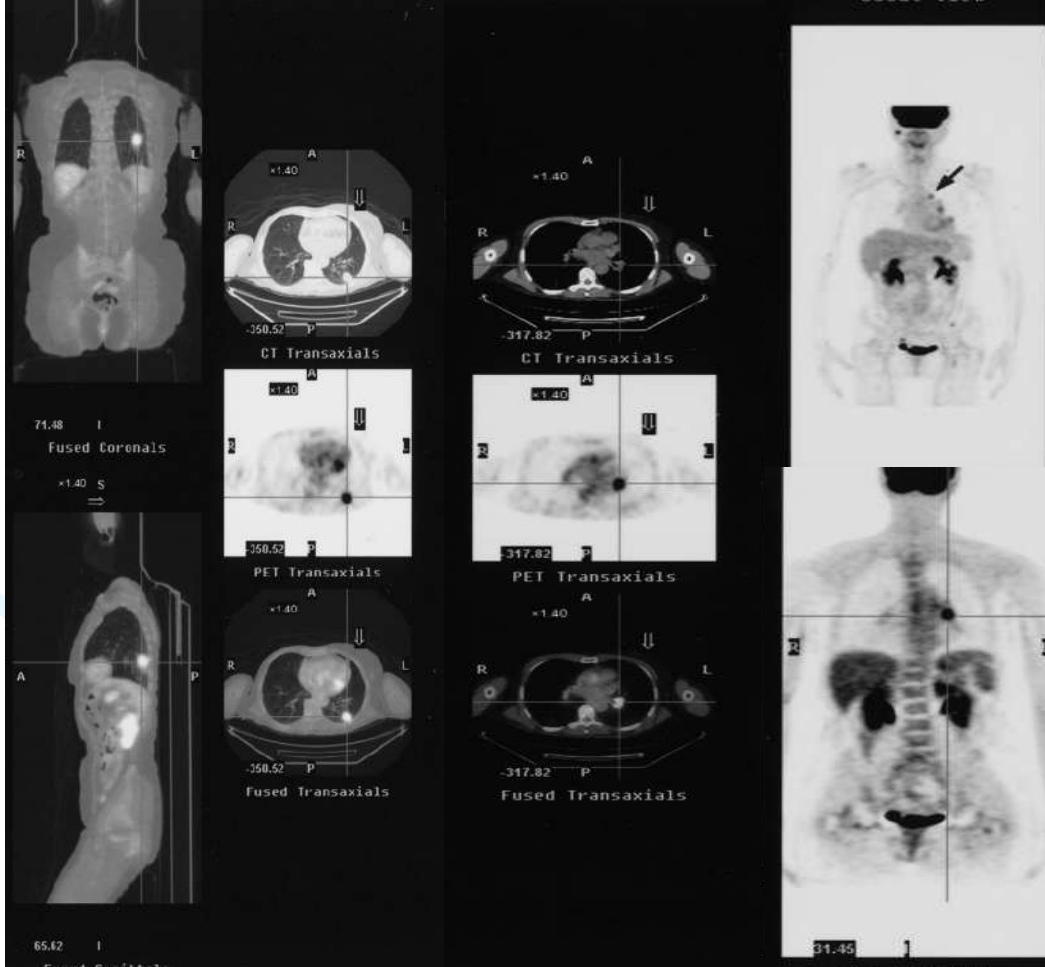
- **Pulmoner Aspergillozis maligniteler ile çok karışır**
- FDG-PET/BT invaziv ve noninvaziv pulmoner aspergilloz ayırıcı tanısını efektif yapabilir (daha yüksek SUVmax).
- İnvaziv aspergillozis multipl hipermetabolik nodüller, noninvaziv aspergillozis, halo içeren soliter metabolik nodül



AML, E, 42, pansitopenik respiratuvar distres sendromu mevcut, BT'de büyük kaviter lezyon **aspergilloma** lehine düşünülmüş. Hastalığın metabolik aktivitesi kavite duvarında izlenmekte olup allojenik kök hücre tx öncesi antifungal tedavi ile göğüsteki lezyonun düzeldiği izlenmekte.

İmmünsüpresif hastalarda fırsatçı pulmoner enfeksiyonlar ve F-18 FDG PET/ BT

- Koksidiomikoziste lezyonun malignite ile ayırıcı tanısı artmış FDG tutulumu nedeni ile zor olmakla birlikte median SUVmax > 5.9 olduğunda daha çok malignite lehinedir.*
- Pulmoner kriptokokkus en çok soliter pulmoner nodül, daha az da kitle benzeri veya bronkopulmoner yayılım şeklinde.
- Malignite ile karışabilir, ancak endemik alanlarda göz önünde bulundurulmalıdır.
- **F-18 FDG PET/ BT esasen hastalığın yaygınlığı ve tedavi takibinde faydalıdır.**



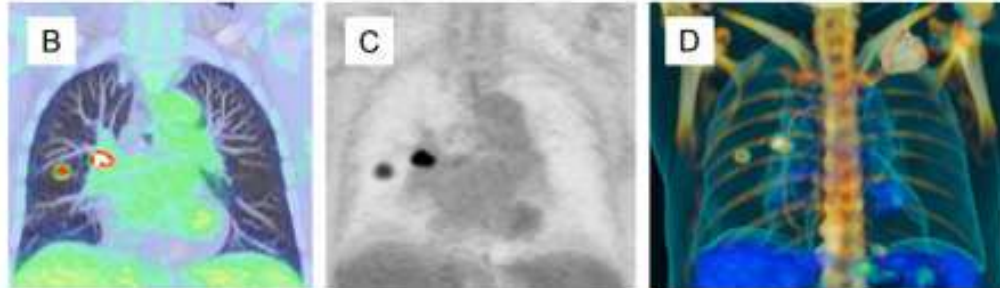
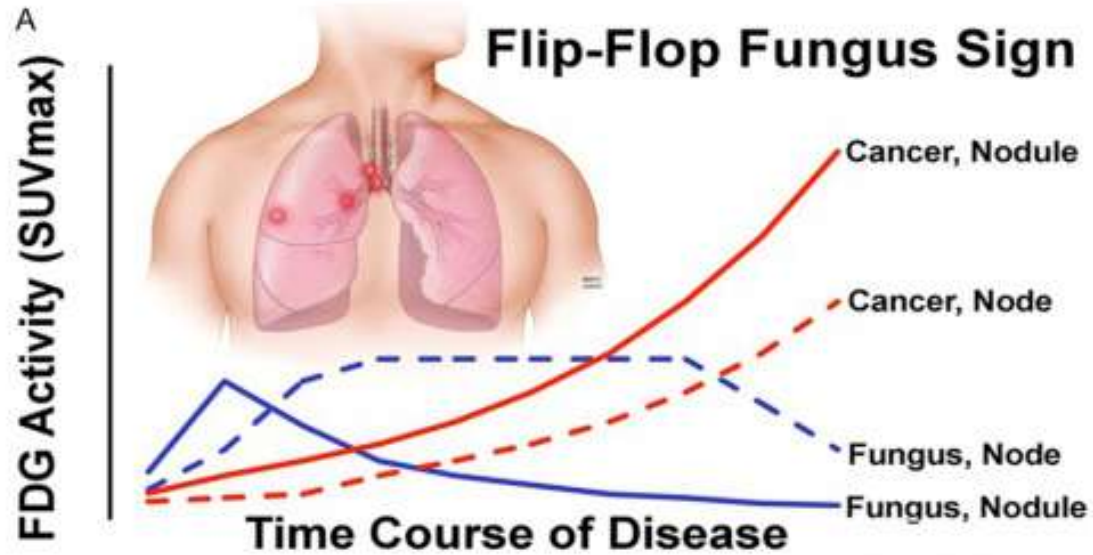
K,63, öksürük, hemoptezi, 43 yıldır sigara ve kıtalar arası seyahat öyküsü var,

sol alt lobda kitle ile mediastinal LAP, biyopsi nondiagnostik gelmiş ve maligniteden şüphelenilmiş, tekrarlanan histopatoloji:

koksidiomikozis

Histoplazmoziste hem lezyon hem de mediastinal/ hiler lenf nodlarında artmış FDG tutulumu olur.

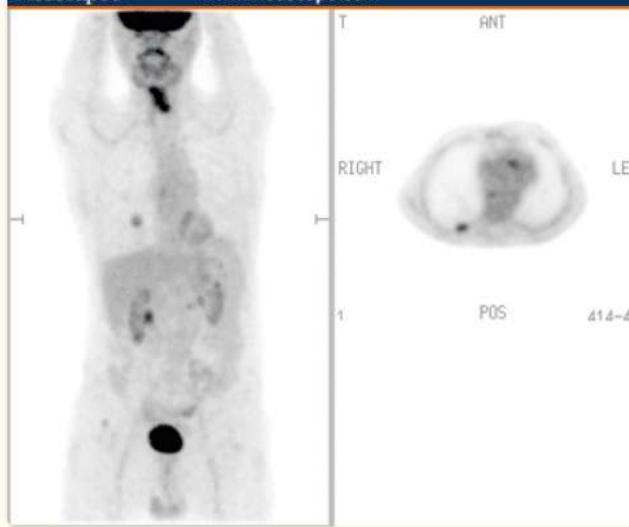
Kronik histoplazmoziste, maligniteden ayırıcı tanısı için, Nagelschneider ve ark., flip flop bulgusu tanımlamış. Gereksiz invaziv girişimi engellemede faydalı.



Fungal Granülamatöz hastalık

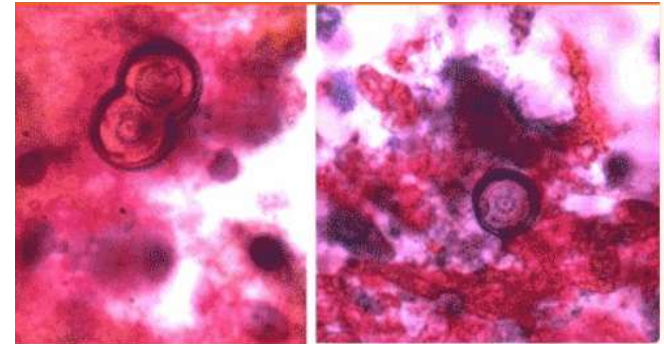
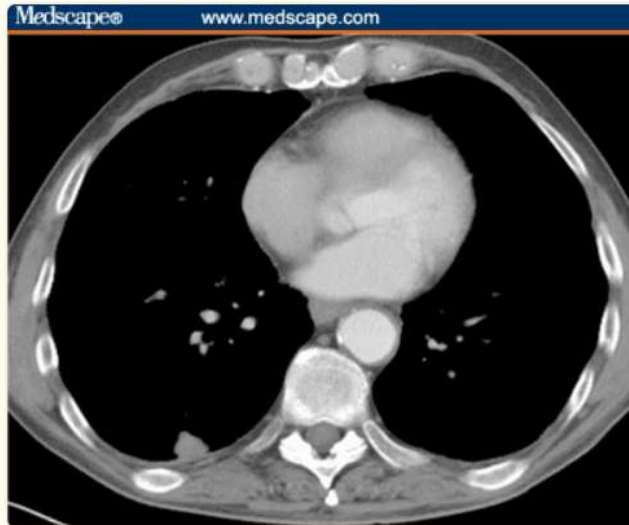
İmmünsüpresif hastalarda fırsatçı pulmoner enfeksiyonlar ve F-18 FDG PET/ BT

- Pulmoner blastomikozis nodüler özellikte olup primer veya metastatik akciğer malignitelerini taklit edebilir.
- FDG tutulumu lenfomadan daha fazladır.
- Pulmoner blastomikozda FDG-PET/ BT, klinik olarak gizli olan hastalık bölgelerini saptayarak aktif enfeksiyonun gerçek boyutunu gösterebilmesidir.



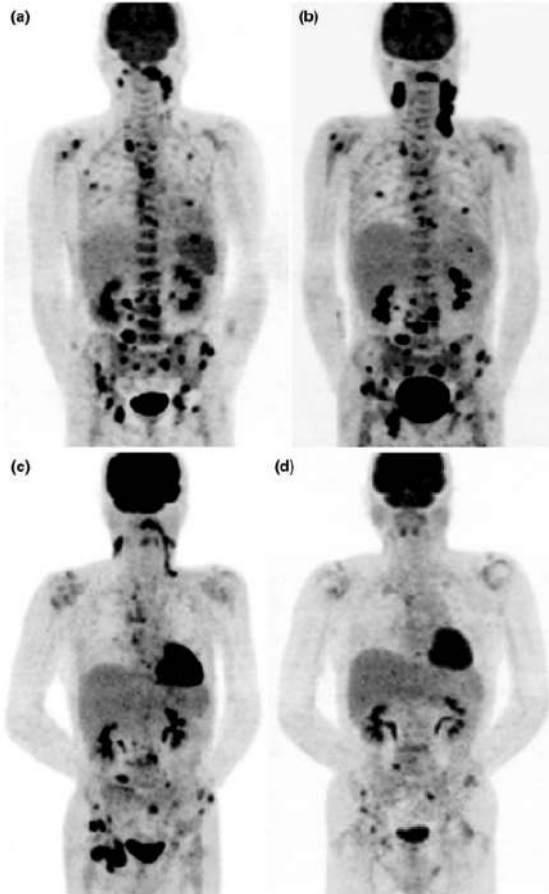
Primer Larinks Ca, sağ akciğerde met düşünölmüş ancak;

Aspiratın sitolojik incelemesi, mayaya benzeyen dağınık büyük, küresel hücreler içeren yetersiz granölatöz materyali ortaya çıkardı. Organizmalar en iyi Papanicolaou boyası ile aspirasyon yaymasında göröldü. Blastomiçes dermatidis için karakteristik.



HIV hastalarında fırsatçı enfeksiyonların en sık görüleni tüberküloz !

- Enfeksiyon %80 akciğerlerde yerleşir. Hematojen, lenfojen ve komşuluk yolu ile her organa yayılabilir.
- F-18 FDG PET, aktif lezyonu inaktif olandan ayırt ettiği için ve küçük lezyonları ve lenf nodlarını saptayabildiği için BT'nin sensitivitesini artırır.
- F-18 FDG hastalığı erken saptayabilir. Aktif lezyona biyopsi rehberliği yapar.



Miliyer Tbc'da küçük nodüller fungal enfeksiyonlardaki nodüllerde daha küçüktür

CD4+ T-lenfosit < 50 hücre/mm³, mikobakteryum avium kompleks enfeksiyon sık görülür.

F-18 FDG PET MIP (a) sonrası tanıda gecikilince . PET'de (b) ilerleme var ancak sonra antitbc tedavi yanıtı izlenebilmiş...

Tüberküloz tedavisi takibinde, yanıtın değerlendirilmesinde kullanılır

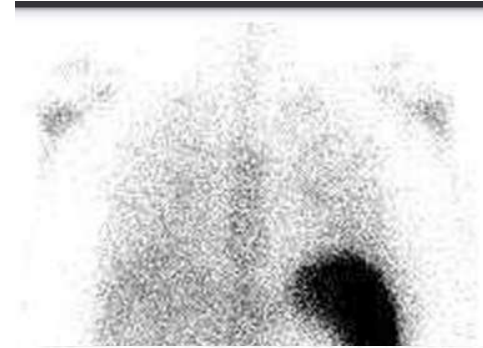
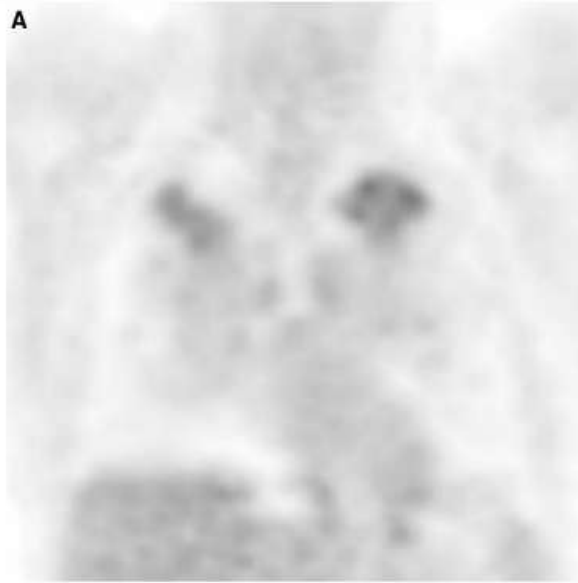


Şubat 2020

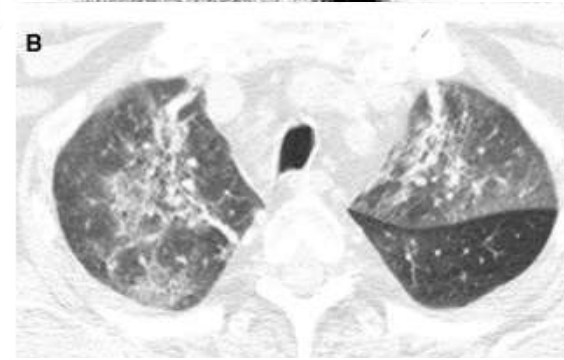


Ağustos 2020

CMV



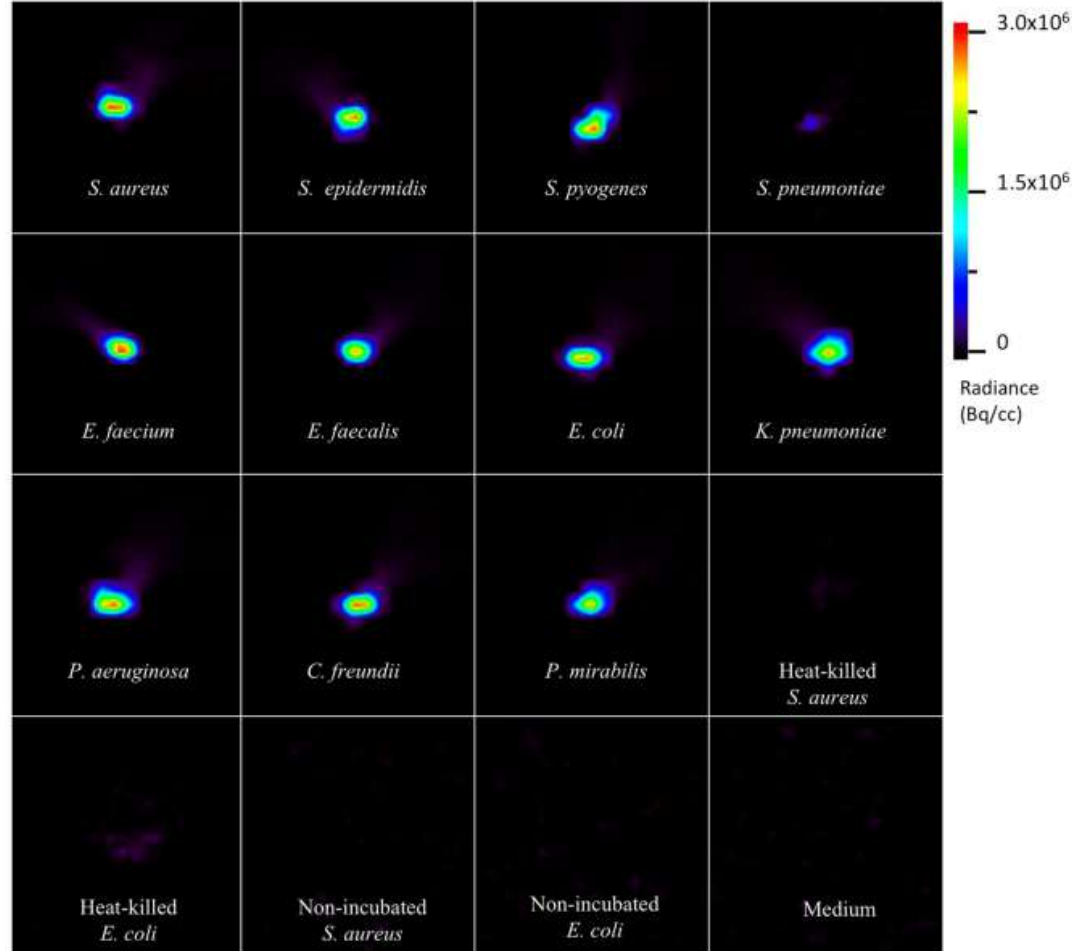
In-111 lökosit
sintigrafisinde
çok hafif diffüz
nonspesifik
tutulum



E,66, farengeal T cell NHL, RT ve KT alıyor immünsüprese hasta, yeniden evreleme için F-18 FDG PET: üst zonlarda daha belirgin olmak üzere heterojen, simetrik parahiler tutulum (oportunistik enfeksiyon lehine). 1-2 hafta önceki X-ray ve BT normal. PET sonrası BT: üst ve orta toraksta buzlu cam görünümleri mevcut olup eşlik eden multipl bilateral nodüller ile CMV düşünülmüş. Bronkoalveoler lavaj viral kültür: CMV izole edilmiş

İmmünsüpresif hastalarda fırsatçı pulmoner enfeksiyonlar ve F-18 FDG PET/ BT

HIV pozitiflerde bakteriyel pnömoni sık görülür: Sıklıkla segmental, lobar, multilober konsolidasyon, küçük veya büyük nodüller, bazen kavitasyon ve sıklıkla plevral effüzyon eşlik eder. *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, and *Staphylococcus aureus* (azalan sıklıkla)



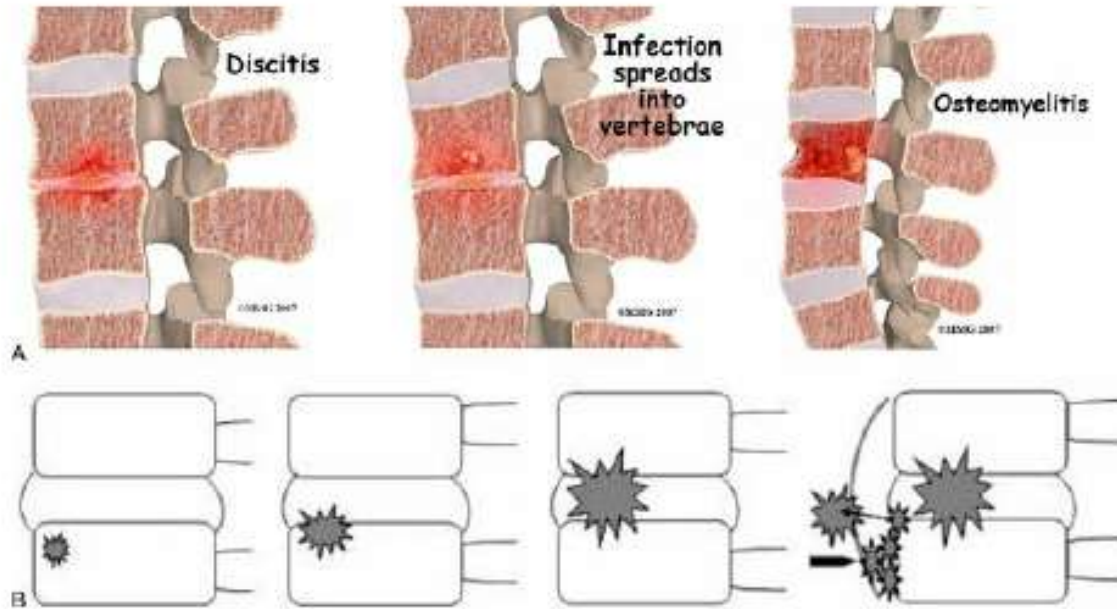
MikroPET ile çeşitli bakterilerde F-18 FDG tutulumları. Isı ile harabiyet sonrasında tutulum izlenmemekte

Spondilodiskit

Spondilodiskit belirtilerinin nonspesifik olabilmesi nedeni ile tanının geç konması önemli **morbidite ve mortaliteye** yol açar

Spondilodiskitlerde ilk seçenek MRG olmakla birlikte tedavi takibinde kısıtlılığı bilinmektedir F-18 FDG spondilodiskitlerde postop durumun değerlendirilmesi ve **tedaviye yanıtın izlenmesinde** katkısı değerlidir

Ancak lökosit ve kemik sintigrafilerinin hiç katkısı ve yeri yoktur



A. Çocuk; diskit ile başlar, komşu vertebra korpusuna atlar.

B. Yetişkin; korpusta subkondral başlar, büyür vertebral yüzeye uzanır, intervertebral aralığa, daha da ilerlerse komşu vertebra korpusuna, subligament ve paraspinal alana yayılır

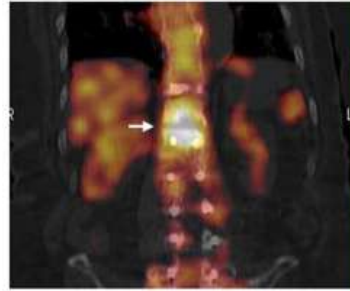
Spondilodiskit



Anterior

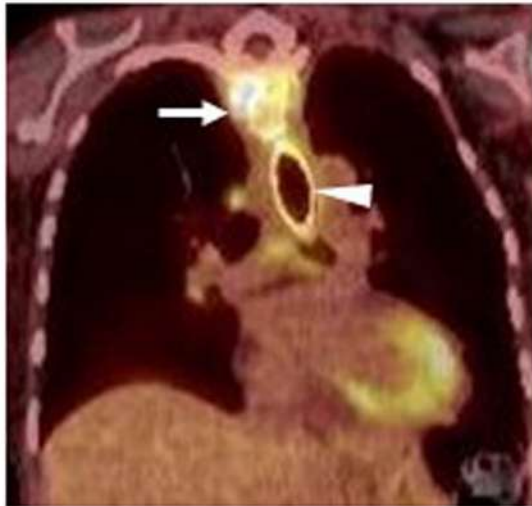
Posterior

Ga-67 post imajda hafif artmış aktivite tutulumu

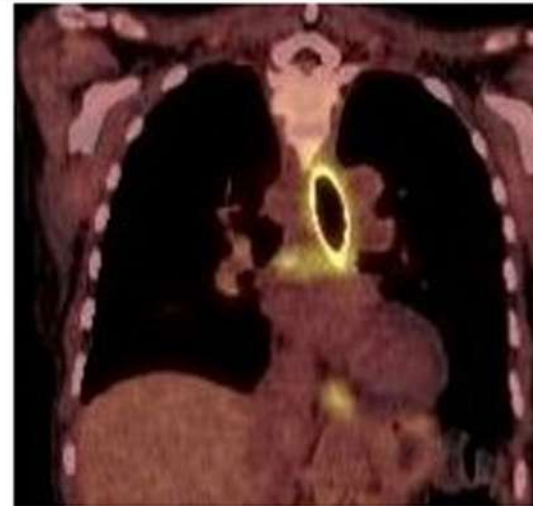


L1-2 vertebrada SPECT/ BT yoğun Ga-67 tutulumu mevcut, hastalığı daha doğru tanımlıyor

Flor-18 FDG görüntüleme, kemik sintigrafisi , Ga-67 ve antigranülosit antikor görüntülemenden daha **iyi performans** gösterir.



Pre-treatment

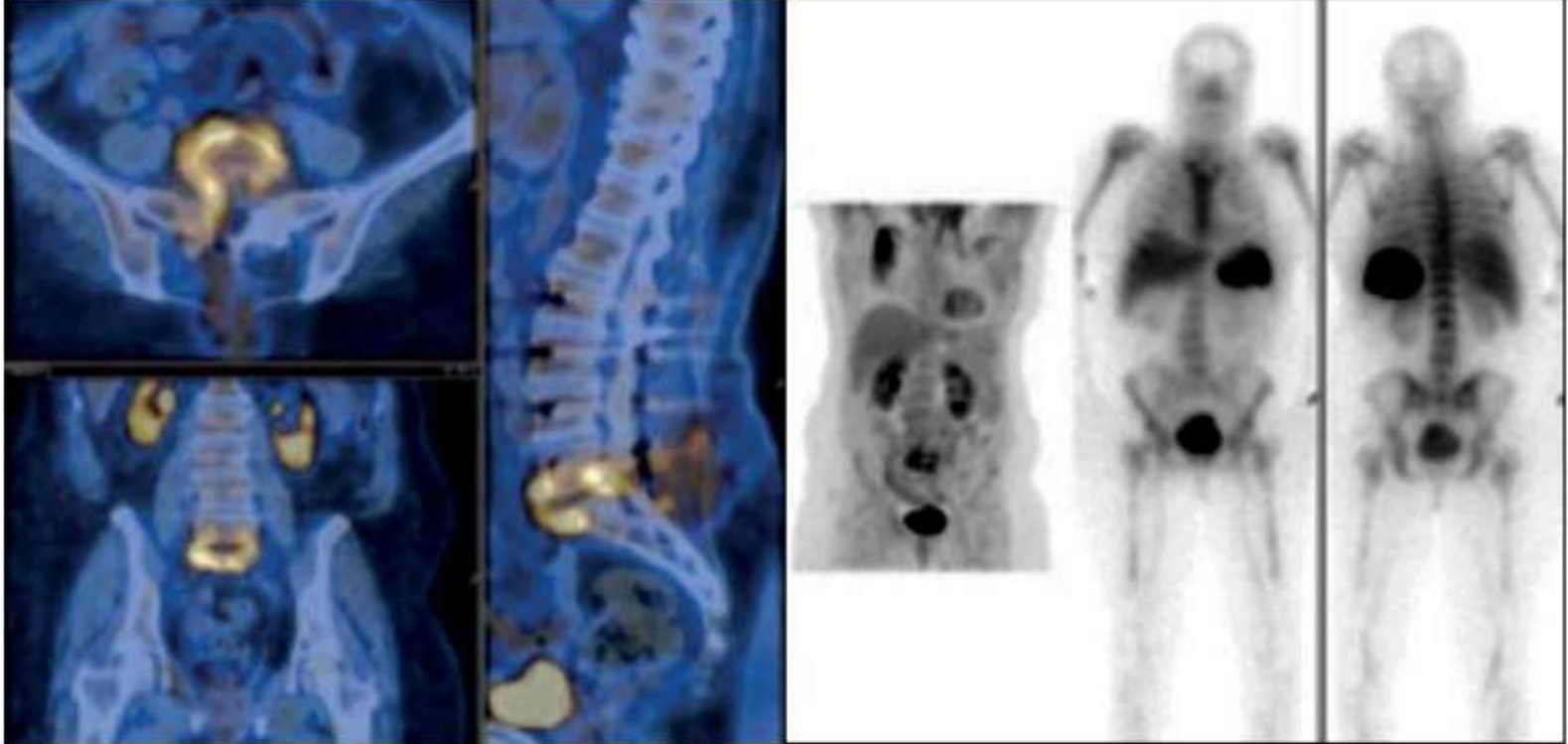


Posttreatment

F-18 FDG PET/BT'nin daha az fayda sağlayabildiği bazı durumlar; tümör ve enfeksiyonu ayırt etmek ve tümör üzerine eklenmiş enfeksiyonu ayırt etmektir

Torakal vertebra spondilodiskit; FDG PET/ BT; T2-3 yoğun artmış metabolizma. Ted sonrası 3. ayda normal metabolizma. Özefageal aktivite stabil (özefagus Ca yabancı cisim reaksiyonu)

Spondilodiskitte işaretli lökosit sintigrafisi yalancı negatifliği nedeni ile kullanılmaz



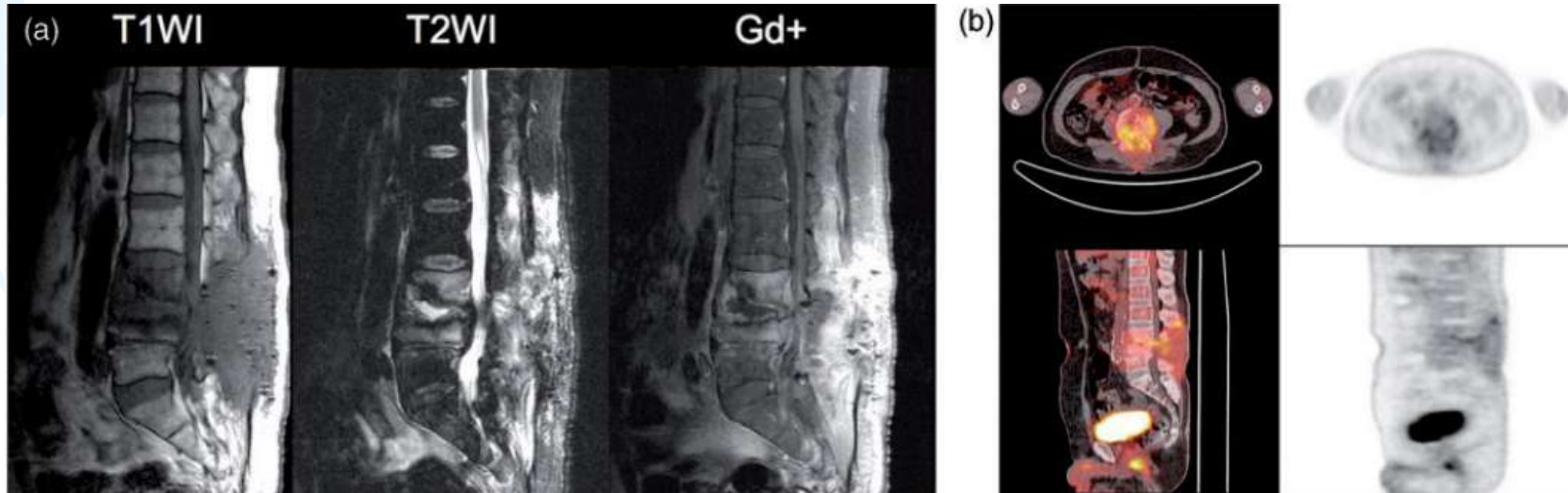
■ Lumbar vertebralarında internal fiksator olan hastada enfeksiyonundan kuşulanılması üzerine uygulanan lökosit sintigrafisi negatif gelmiştir. Klinik ve laboratuvar bulguları enfeksiyonu destekleyen hastada F-18 florodeoksiglukoz PET/BT ile görüntüleme yapılmış olup, F-18 florodeoksiglukoz PET/BT görüntülerinde internal fiksatöre komşu kemik ve disk alanlarında enfeksiyon ile uyumlu yoğun artmış F-18 florodeoksiglukoz tutulumları saptanmıştır

Spondilodiskit ve F-18 FDG PET/ BT

Nakahara ve ark., F-18 FDG PET/BT enfeksiyon alanlarını göstermede ve başarılı **minimal invaziv cerrahiye rehberlik etme** açısından MRG'den daha üstün*

Gratz ve ark., **düşük dereceli spondilodiskitte** F-18 FDG PET'i MRG'den daha üstün bulmuşlar**

Skanjeti ve ark., **tedavi yanıtını değerlendirmede** F-18 FDG PET/BT, MRG'den daha doğru (%90% / %61.5); tanıda ise benzer doğrulukta bulmuşlardır***



MRG: L3/4 ve L4/5 disklerde, L3-5 vertebra korpuslarında, L2-S1 posterior elementlerde anormal
PET/ BT: daha kısıtlı, L3/4 diskler, L2-5 posterior elementlerde artmış F-8 FDG tutulumu
Cerrahi sonrası aktif enfeksiyon sadece L3/4 vertebra ve L4/5 posterior elementlerde saptanmış*

*Nakahara M, et al. Acta Radiol. 2015;56:829-836

**Gratz S, et al. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2002;29:516-524

***Skanjeti A, et al. Q J Nucl Med Mol Imaging. 2012;56:569-576

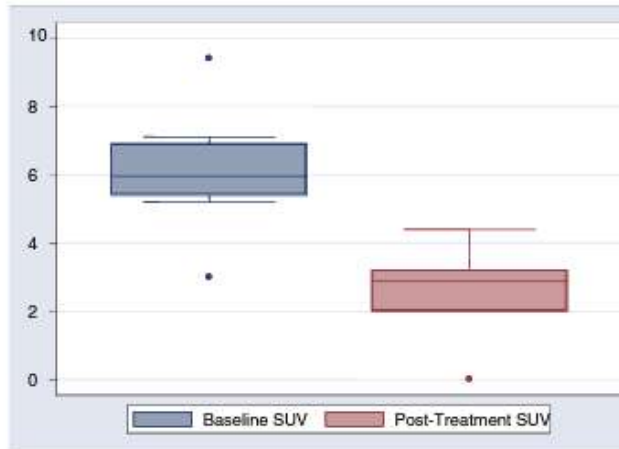
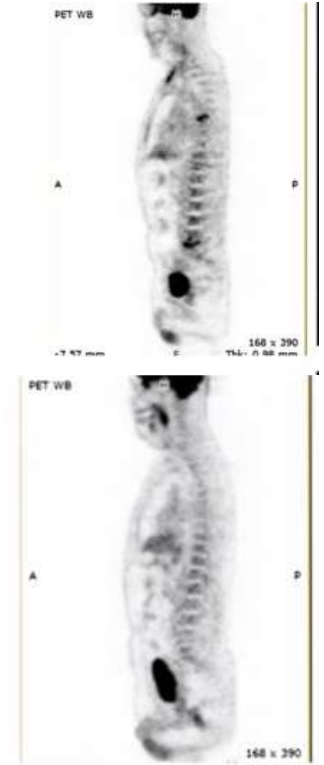
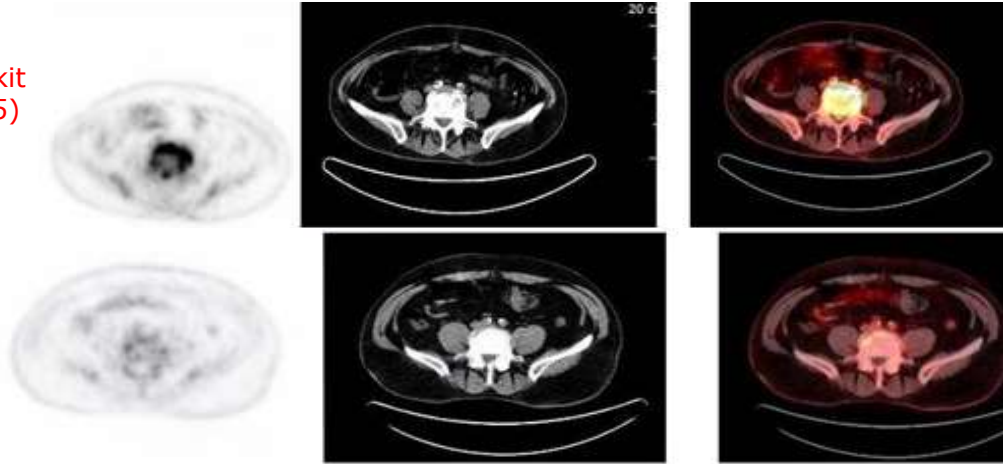
Spondilodiskit ve F-18 FDG PET/ BT

Ioannou et al. BMC Infectious Diseases 2013, 13:73
<http://www.biomedcentral.com/1471-2334/13/73>

Brusella spondilodiskitleri tedavi sonrası FDG tutulumu belirgin azaldığı, tedavi yanıtı değerlendirmede FDG'nin (% 90) doğruluğu MRG'den (% 61.5) yüksek bulunmuştur

Brusella spondilodiskit
tedavi öncesi (T6, L5)

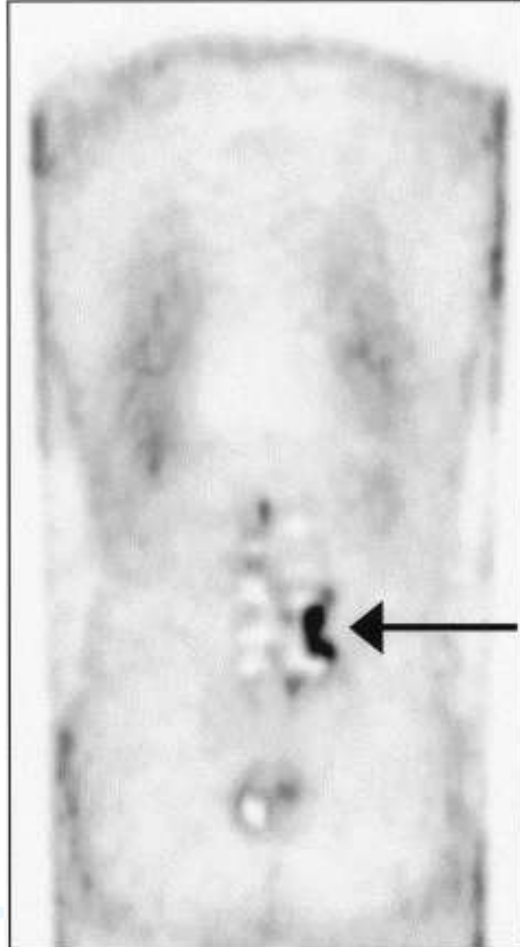
tedavi sonrası



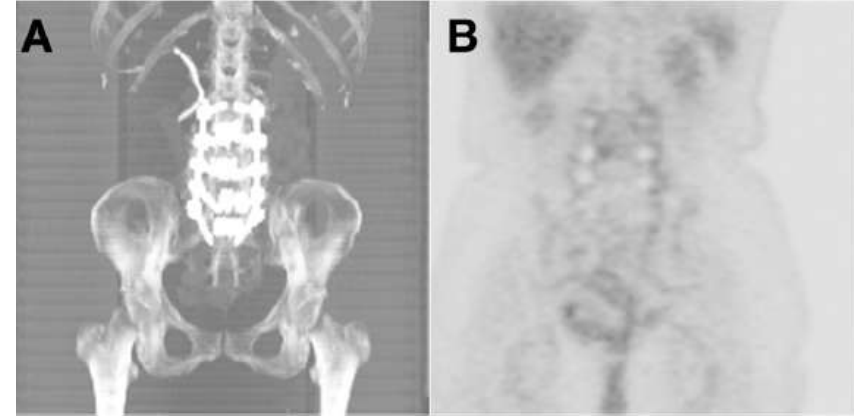
SUVmax at baseline PET/CT scans, before treatment initiation vs. post-treatment PET/CT scan, showing a significant decrease ($p = 0.005$).

Spondilodiskit ve F-18 FDG PET/ BT

Spinal implantlarda yabancı cisim reaksiyonu olarak artmış FDG tutulumu olabilir*



Koronal FDG PET 47 ay önce opere olan hastada artan sırt ağrısı, Metalik implantta yoğun FDG tutulumu. Tekrar opere ediliyor, kültür; S Aureus !



PET/BT lomber spinal implant materyali mevcut; Koronal FDG PET/BT: normal FDG tutulumu nedeni ile enfeksiyon dışlanmış..

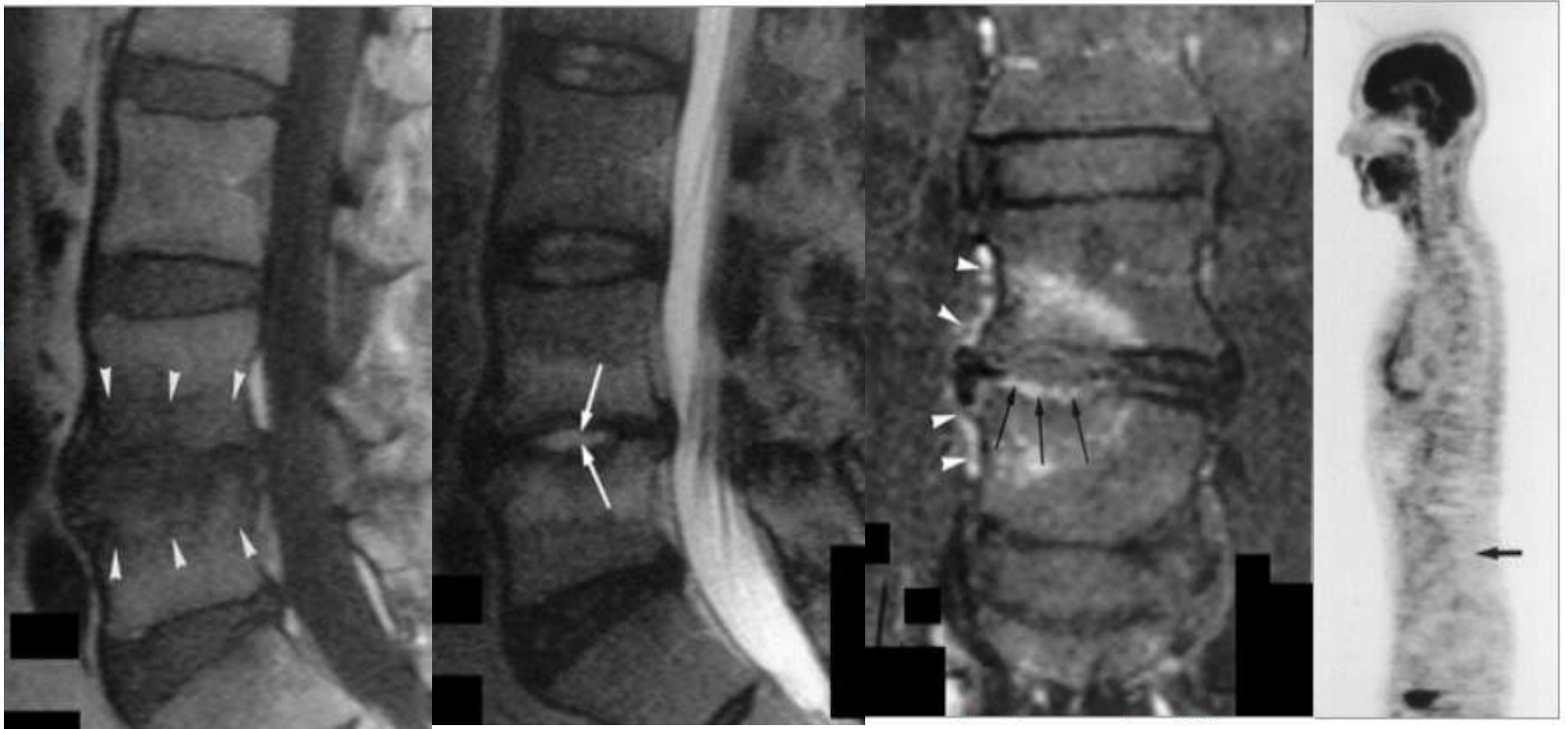
*De Winter. Spine. 2003;28:1314-1319.

Spondilodiskit ve F-18 FDG PET/ BT

Seifen ve ark., duyarlılık, **özgüllük** ve doğruluk **FDG PET/ BT** için %81.8, **%100** ve %89.5; MRG için %75, %71.4 ve %74.1. *

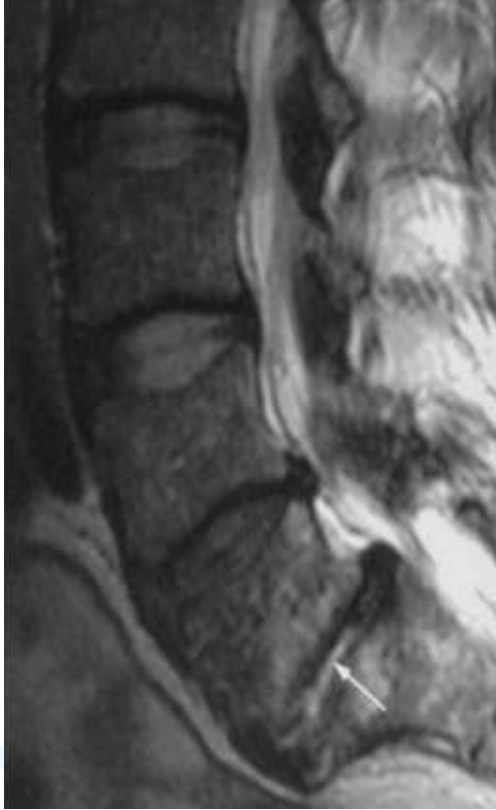
Fuster ve ark., duyarlılık, özgüllük FDG PET/ BT için %83, **%88**; MRG için %94, %38**

Stumpe ve ark., lomber vertebralarda duyarlılık ve özgüllüğü FDG PET için **%100**; MRG için %50/ %96 bulmuşlar.***



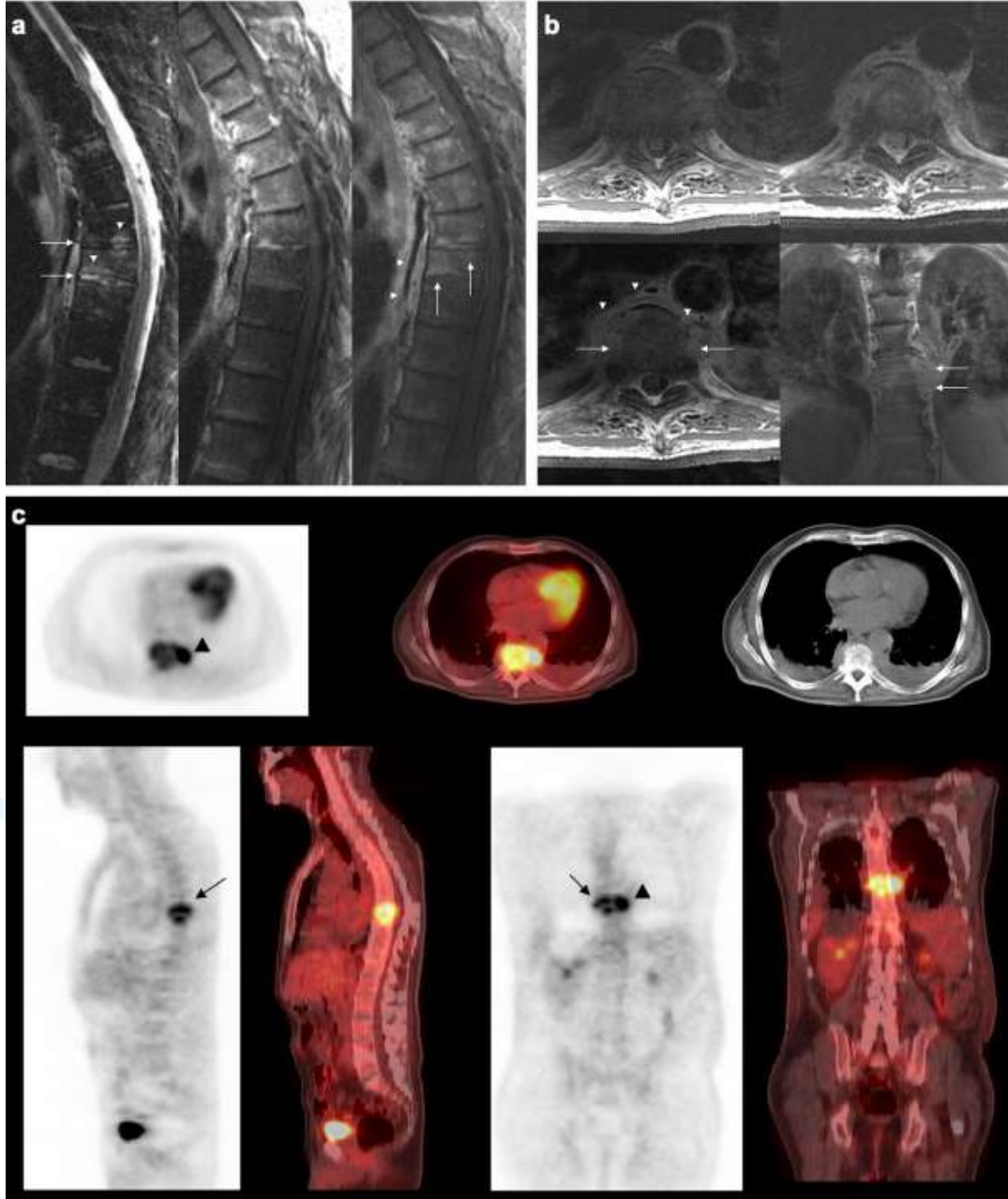
60, E, MRG L4-L5 disk aralığında enfeksiyon bulgusu. Sagittal PET : F-18 FDG tutulumu olmaması enfeksiyonu dışlamış. ***

Spondilodiskit ve F-18 FDG PET/ BT



56, K, MRG L5-S1 disk aralığında sinyal artışı. **Enfeksiyon lehine bulunmamış.** L5 vertebra inferiorunda artmış FDG tutulumu, enfeksiyonu desteklemiş olup kemik ve kan kültürü: **koagülaz pozitif Stafilokokkus**

Spondilodiskit ve F-18 FDG PET/ BT



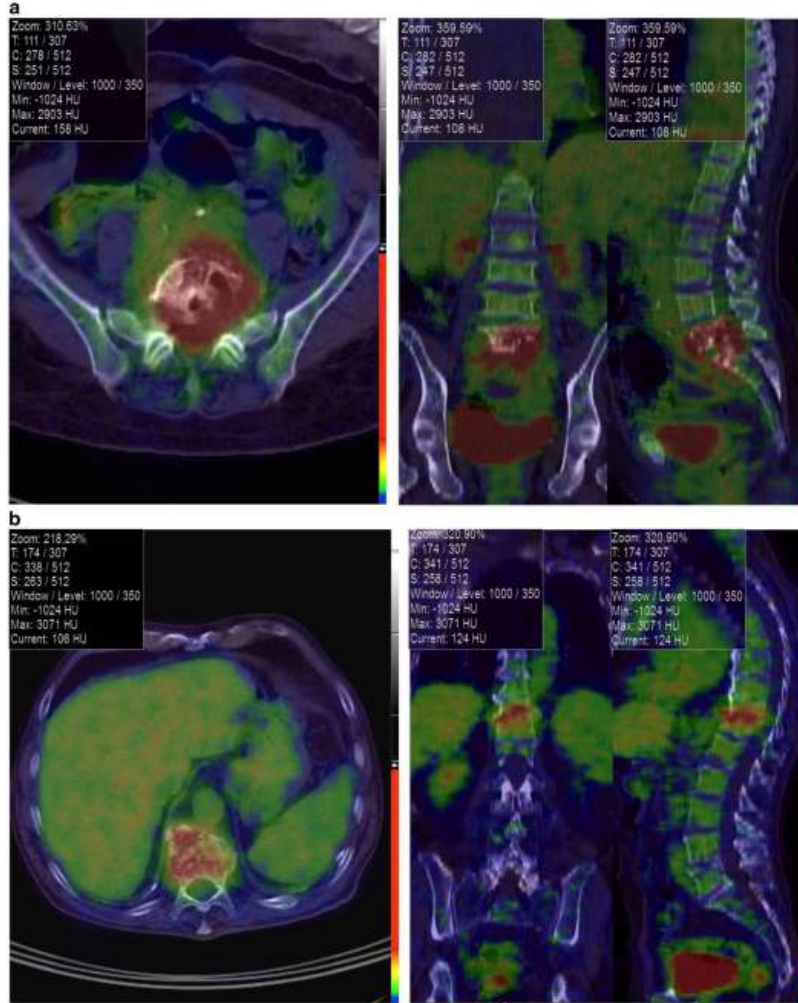
a. sagittal MR T7-9 intervertebral diskde patolojik sinyal (ok), subkondral Kİ ödemi, aynı kesitte subkondral kontrast tutulumu (SE T1W kontrastlı, okbaşı)

b. Aksiyal MR (izo T1) T8-9 vertebral düzlemde erozyon (ok), paraspinal yumuşak dokuların kabalaşması (ok başı), hiperT2 MR koronal planda; iki vertebranın paravertebral yumuşak dokusunda kontrast tutulumu,

c. PET/BT solda daha belirgin olmak üzere paraspinal yumuşak dokuyuda içine alan T8-9 yoğun FDG tutulumu (SUV max:7)

Kültür sonucu: **S Aureus**

Spondilodiskit ve F-18 FDG PET/ BT



a.L4-S1 Tbc spondilodiskit (SUVmax:18.8)

b.T12 piyojenik spondilodiskit (SUVmax:6.6)

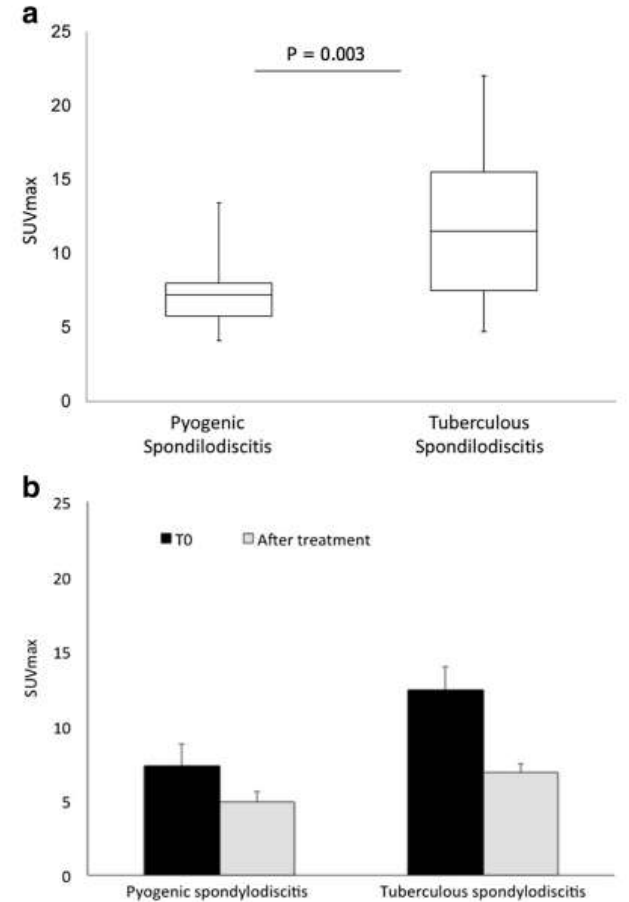
PET-BT Tbc spondilodiskitte tedavi sonrası takipte de faydalı bulunmuştur

Skeletal Radiol (2017) 46:777-783
DOI 10.1007/s00256-017-2615-8

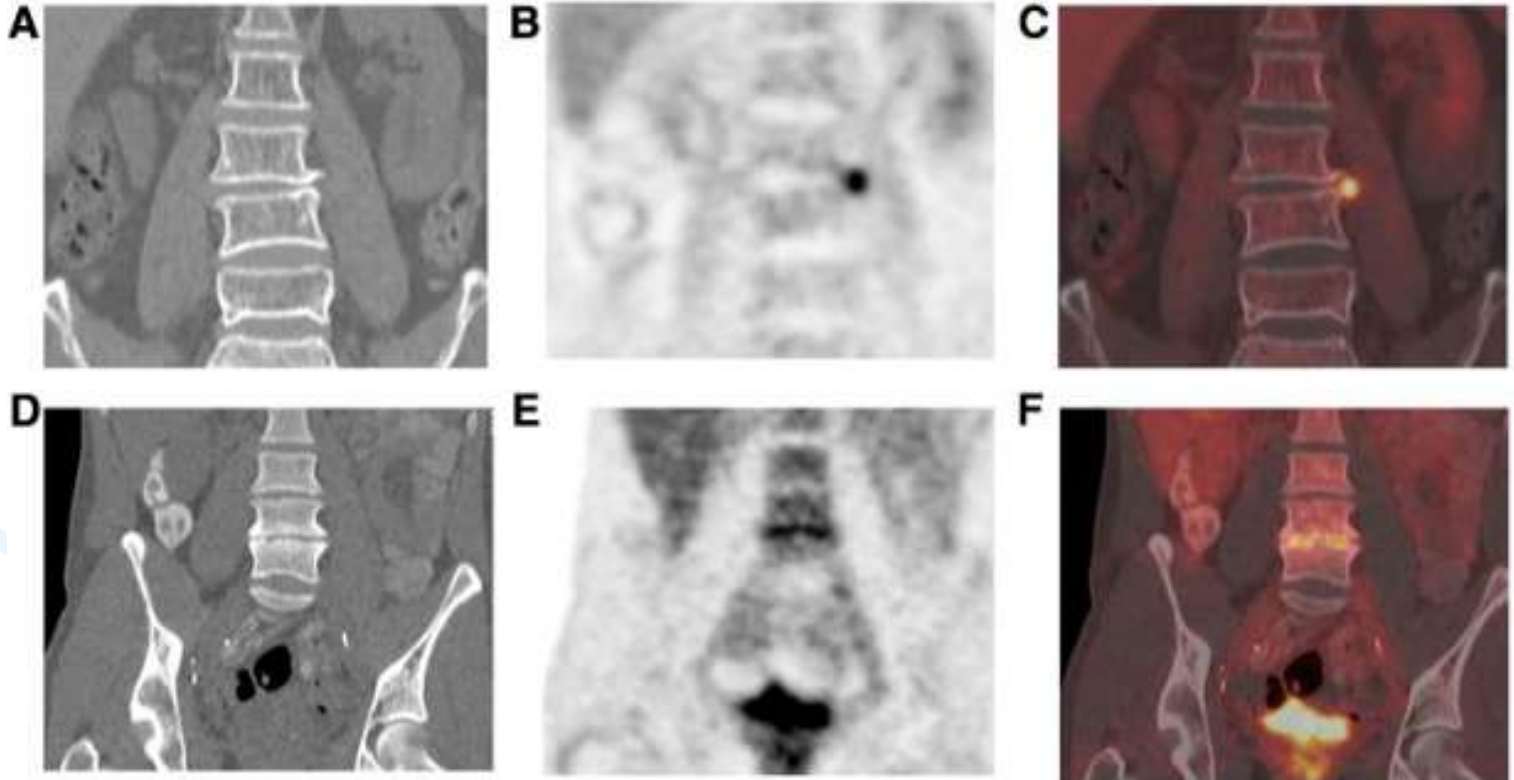
SCIENTIFIC ARTICLE

Higher fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography (FDG-PET) uptake in tuberculous compared to bacterial spondylodiscitis

Matteo Bassetti¹ · Maria Merelli¹ · Fernando Di Gregorio² · Paola Della Siega¹ · Maria Screm³ · Claudio Scarpato³ · Elda Righi¹

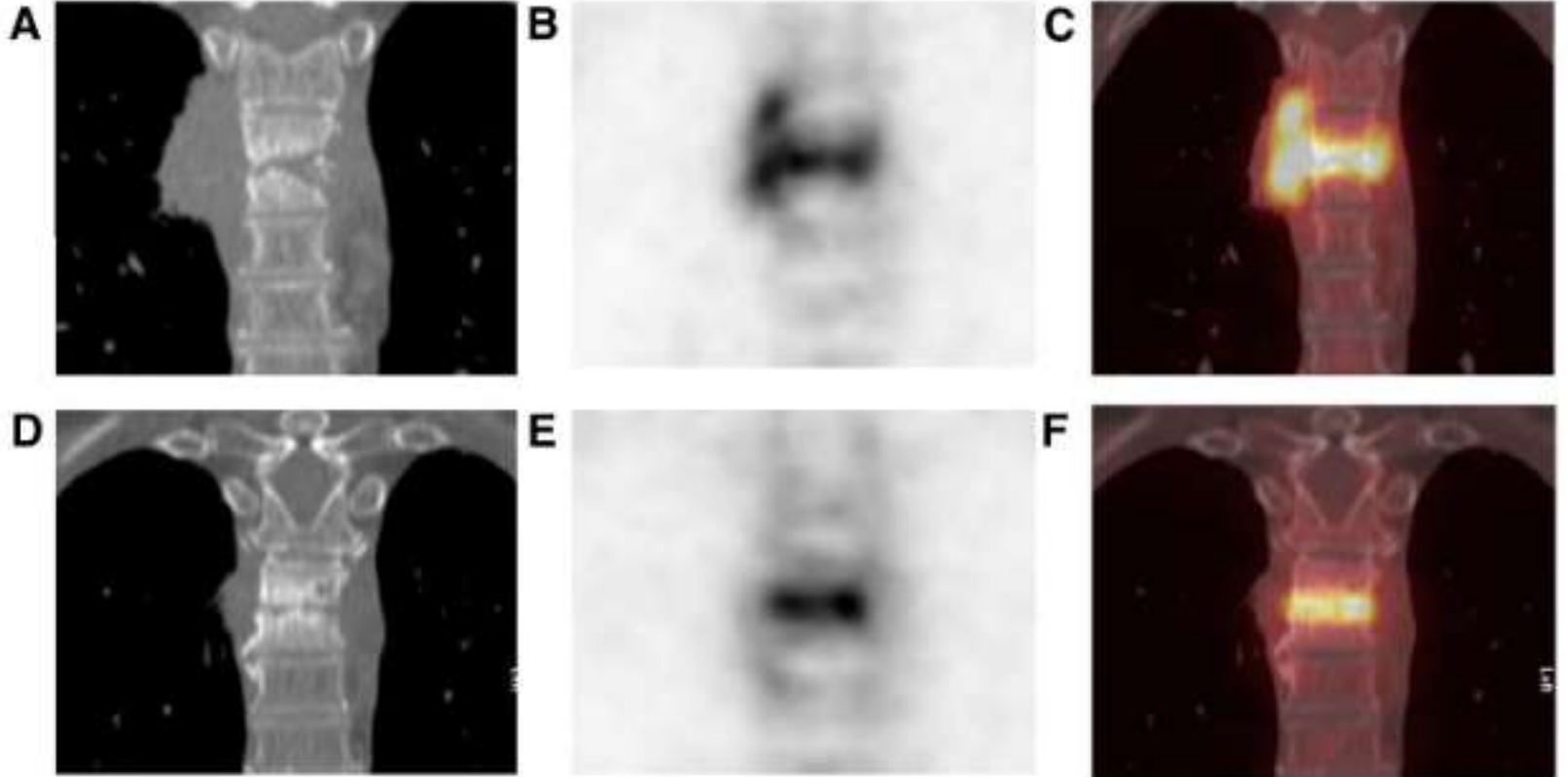


FDG PET, MRG'de saptanan dejeneratif ve enfeksiyöz vertebra anomalilerinin ayırıcı tanısında çok kullanışlı olup aktif (Modic tip 1) dejeneratif vertebra anomalilerinde artmış FDG tutulumu izlenmez. İleri dejenerasyonlarda ise artmış F-18 FDG metabolizması izlenir**



A-C: E, 88 ve D-F: K, 51; Osteodejeneratif değişiklikler ile uyumlu: dejenere diskler, osteofitler ve kemik arası sıkışan alanlar-disk aralığında belirgin olmak üzere artmış FDG tutumları

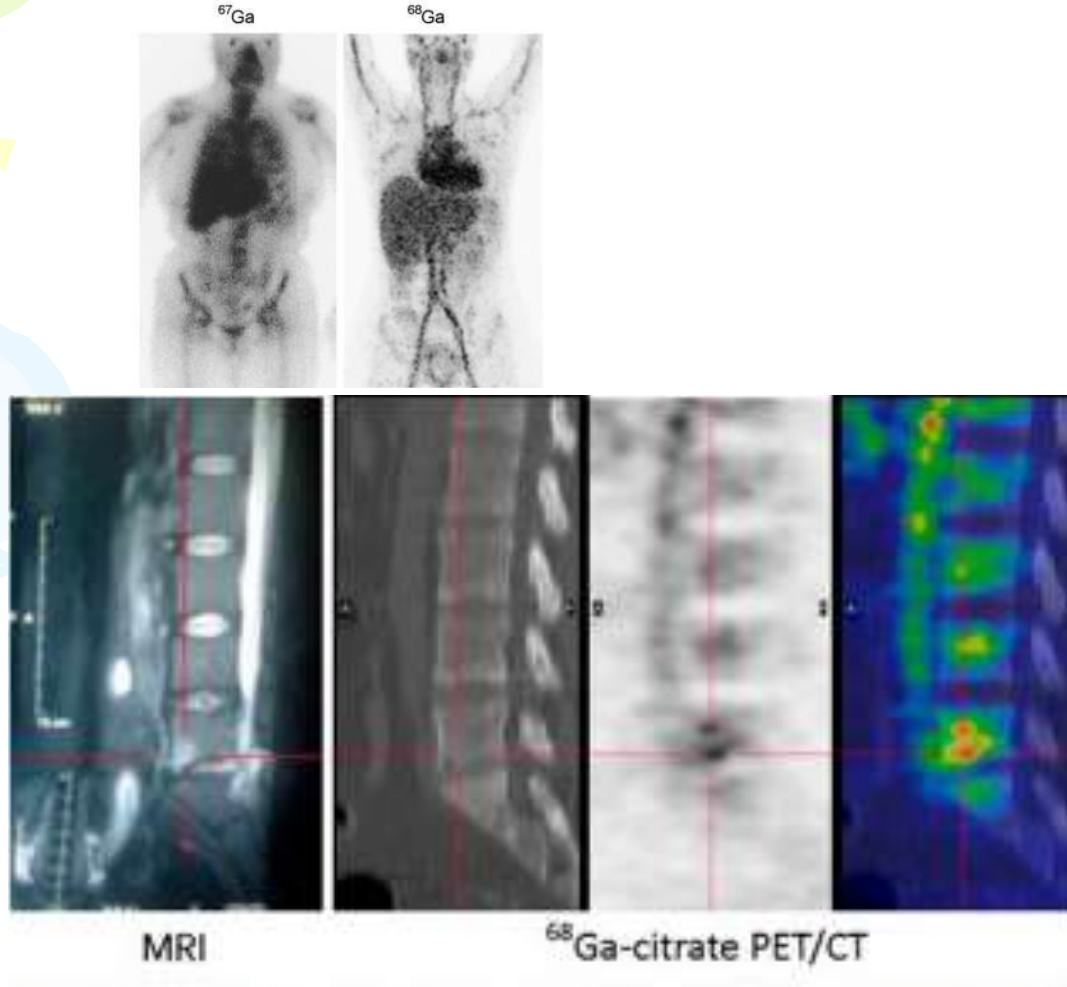
Tedavi sonrasında sadece hasarlı diskin kenarları ile sınırlı FDG tutulumu olması enfeksiyonu göstermez !



K, 68, torakal vertebralar F-18 FDG PET/BT: T5-6 aktif piyogenik vertebral enfeksiyon, yumuşak dokuyu içine alan FDG tutulumu, tedavi sonrası yumuşak doku normal, sadece hasarlı diskde tutulum var. IV antibiyotik tedavisine iyi yanıt (SUVmax: 9., tedavi sonrası SUVmax: 7.4)

Spondilodiskit ve Ga-68 PET/ BT

Spondilodiskit tanısında ^{68}Ga -sitrata ile ilgili veriler sınırlı olup yanlış pozitif sonuçlar tümör ile ilişkilendirilmiştir



Diskitte MRG : L5-S1 anormal sinyal, ^{68}Ga -sitrata PET/BT : inflamasyonla uyumlu (SUVmax: 5.3) artmış **Ga-68= yalancı negatif!**



Ak osteomyelitte Tedaviye tam yanıt !
Bir yıl takipte tekrarlayan ağrı olmamış.

SONUÇ



- **İLS nükleer tıp yöntemleri içinde altın standart ! Ancak;**
- **Spondilodiskitler ve immünsüpresyon durumundaki fırsatçı akciğer enfeksiyonlarında değil !!!**
- **Fırsatçı akciğer enfeksiyonlarında F-18 FDG PET tanıda katkı sağlar ancak esas rolü tedavi yönetimi ve takibidir.**
- **Fungal enfeksiyonun yaygınlığını göstermesi, (özellikle kronik dissemine kandidiazisde) IFH'ta occult lezyonların saptanması ve antifungal tedavi takibidir.**
- **Spondilodiskit ayırıcı tanısında osteodejeneratif vertebralarda F-18 FDG tutulumu dikkate alınmalıdır**
- **Spinal implantlarda yabancı cisim reaksiyonu olarak artmış FDG tutulumu olabilir**
- **Flor-18-FDG PET/BT'nin düşük dereceli spondilodiskitte, minimal invaziv cerrahiye rehberlik etmede ve tedavi takibinde MRG'den daha üstün.... Tanıda ise benzer!**
- **F-18 FDG PET/BT'nin daha az fayda sağlayabildiği bazı durumlar; tümör ve enfeksiyonu birbirinden ayırt etmek ve tümör üzerine eklenmiş enfeksiyonu ayırt etmektir.**



*İlim tercüme ile olmaz,
inceleme ile olur*

TEŞEKKÜRLER