



13^{ème} JOURNÉE ANNUELLE DU CRIOGO

MÉDECINE NUCLÉAIRE ET INFECTIONS OSTÉO-ARTICULAIRES

26/01/2024

Dr LEGOT Floriane
Dr CARSUZAA Thibaut
Service de médecine nucléaire CHRU Tours

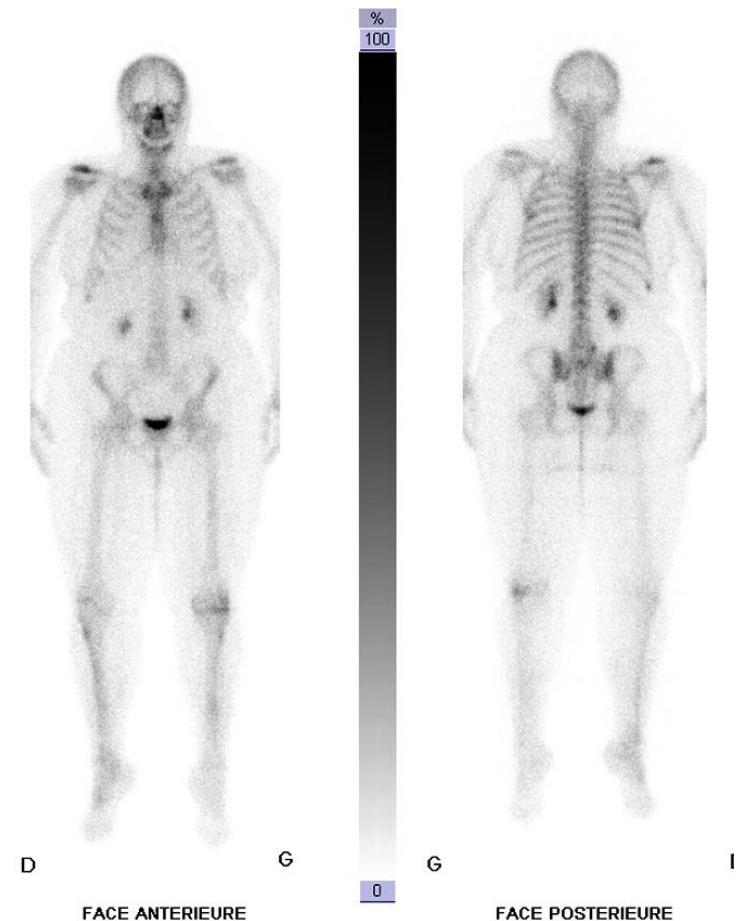


Plan

- PRINCIPAUX EXAMENS DE MÉDECINE NUCLÉAIRE
- INDICATIONS
 - * INFECTIONS RACHIDIENNES
 - * INFECTIONS DU SQUELETTE PÉRIPHÉRIQUE :
 - sans matériel
 - avec matériel

Scintigraphie osseuse (2 ou 3 temps)

- Radiopharmaceutique (IV) : phosphonates marqués au ^{99m}Tc
- Phase précoce (10 minutes) + Phase tardive (> 2 heures) : acquisitions statiques et TEMP-TDM*
- Durée examen : 3-4 heures
- Fixation corrélée :
 - *au flux vasculaire*
 - *et à l'activité ostéoblastique*
- Très bonne Se et VPN
- Spé mauvaise (+++ si matériel)
- Type du matériel et date de pose

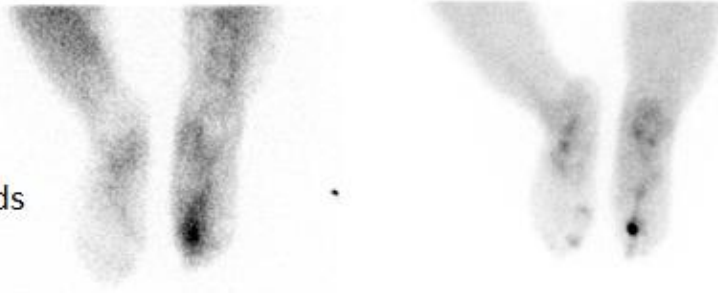


* TEMP : tomographie par émission monophotonique

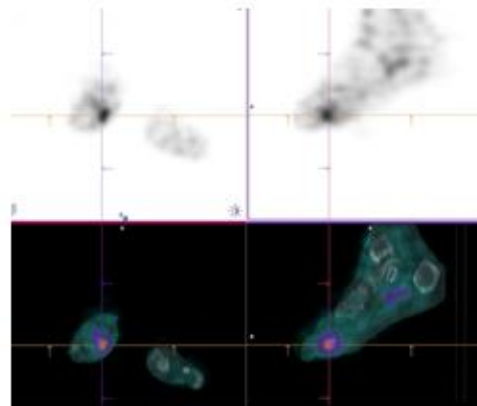
Scintigraphie osseuse (SO)

Homme 70 ans, mal perforant, sans contact osseux,
Pas de signe d'ostéite à la Rx.

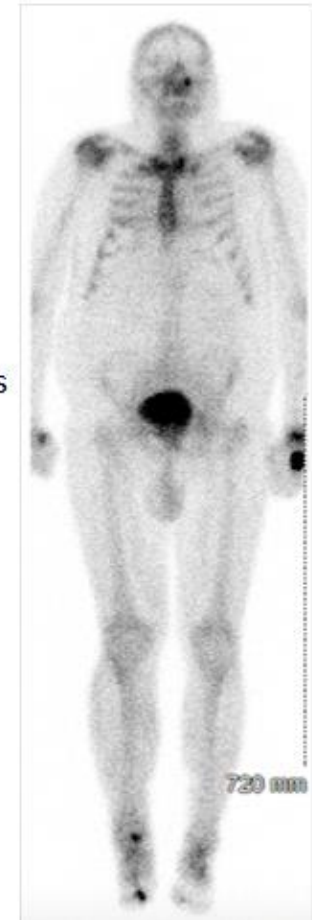
Temps précoce
centré sur les pieds



Temps tardif
Centré sur les pieds



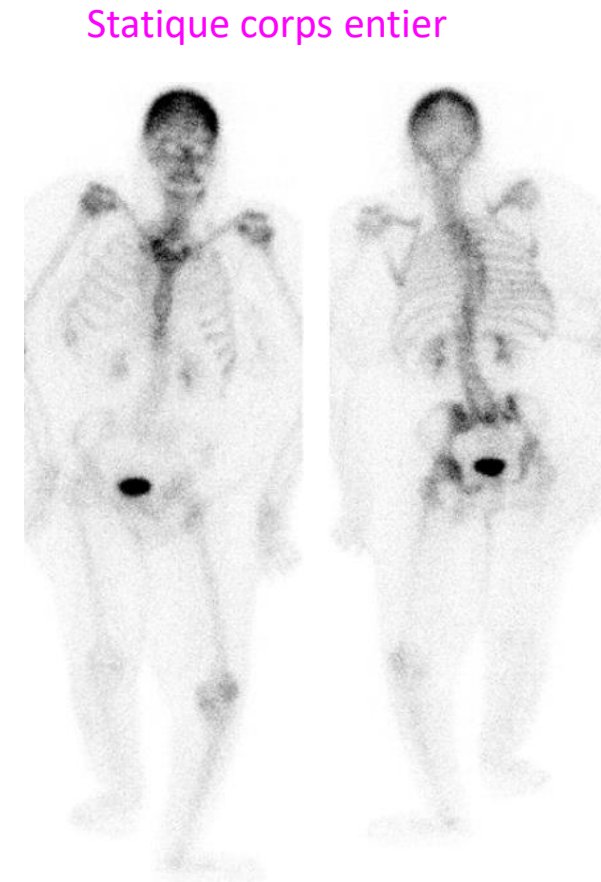
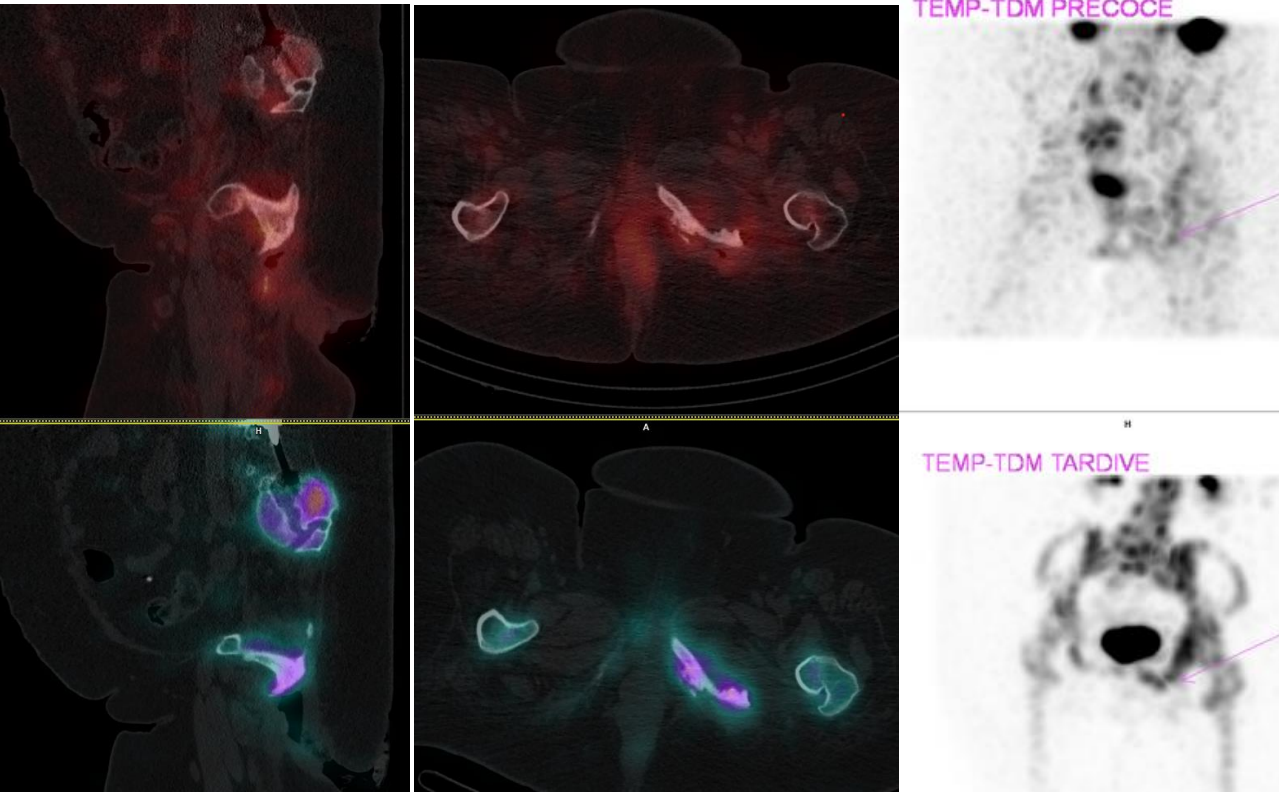
TEMP-TDM centrée
Sur les pieds



Corps entier

Scintigraphie osseuse

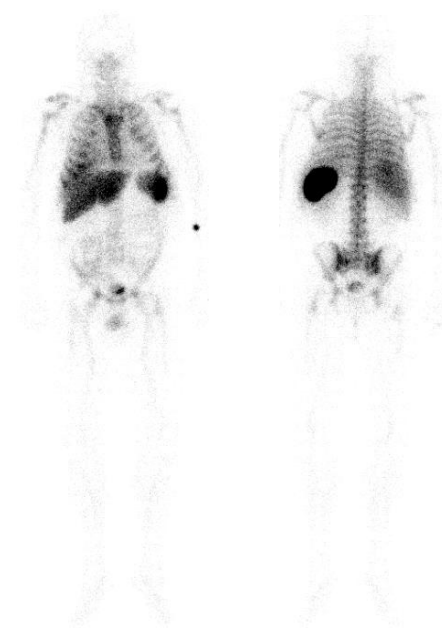
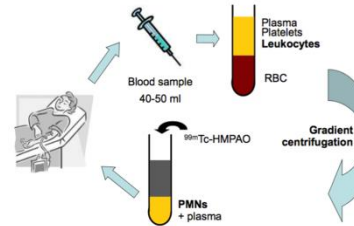
Femme de 25 ans, spina-bifida , escarre ischiatique gauche : ostéite ?



Scintigraphie aux leucocytes marqués

- **Marquage in vitro (PNN*) :**

- Marquage des PNN du patient par un isotope radioactif (99mTc ou 111In) :
 - min 3000 PNN sur NFS
 - durée 3 heures environ ,
 - nécessite équipement spécifique et radiopharmacien (non disponible dans tous les centres)



- Accumulation des PNN* au niveau de la zone infectée et de la moelle osseuse
- Examen de référence

- **Marquage in vivo (Ac anti-leucocytes (Scintimum®)) :**

- Marquage **in situ** des PNN activés via des AC anti-granulocytes d'origine murine marqués 99mTc
- Préparation rapide
- **Risque d'immunisation (AC anti-murine)**
- +/- Se, Spé < PNN marqués in vitro

- **Protocole : Images statiques à H4 et H24 +/- TEMP-TDM de la zone si fixation**

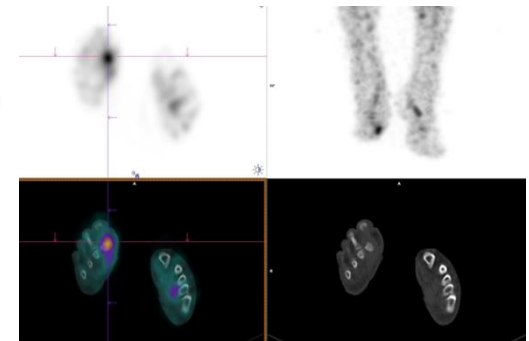
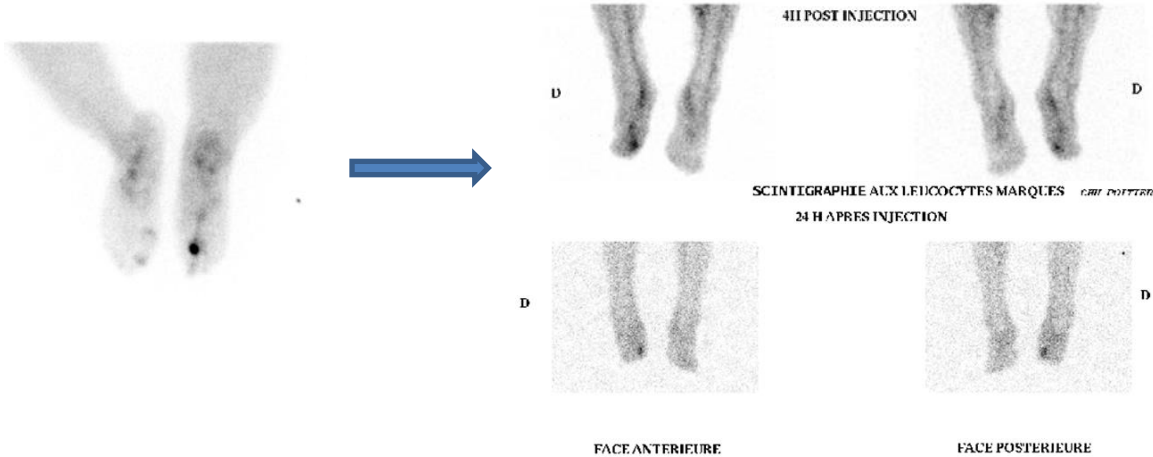
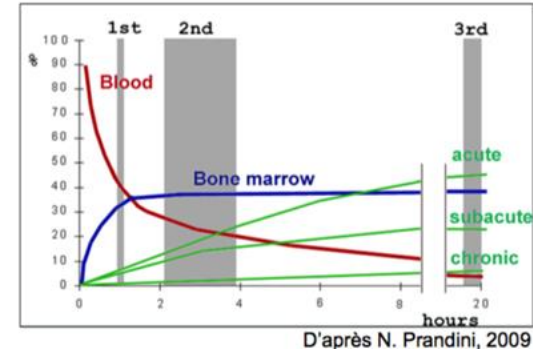
- +/- Couplé à une **scintigraphie médullaire** (notamment si matériel) :
 - Colloïdes marqués au 99mTc, images à H1 sur zone de fixation

Pas d'indication pour le rachis (mauvaises performances)

Scintigraphie aux leucocytes marqués : interprétation

Examen positif si :

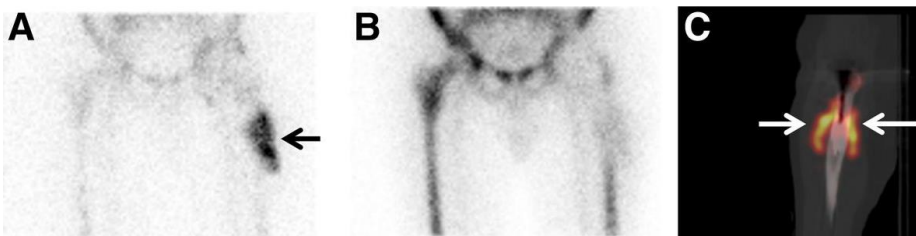
=> **PNN* seul +/- SO** : hyperfixation (stable ou) qui augmente dans le temps



Scintigraphie osseuse

Scintigraphie aux leucocytes marqués

=> **PNN* et scintigraphie médullaire** : infection si zone de mismatch



A et C : scintigraphie leucocytes marqués planaire et TEMP-TDM
B : scintigraphie médullaire

Résultat : infection PTH gauche et fixation ostéoméduleaire péri-prothétique

TEP-TDM au 18FDG

- Radiopharmaceutique :
Analogue du glucose fluoré (T1/2 : 110 minutes)
Activité injectée : 2 à 2,5 MBq/kg
- A jeun/ pas de perfusion glucosée/pas d'injection d'insuline rapide les 4 à 6 heures qui précèdent l'examen +/- 16heures
- Après injection IV, repos strict pendant 1 heure
- Durée acquisition des images : 10 - 20 minutes
- Meilleure résolution mais dosimétrie et coût moins favorable
- Fixation aspécifique du 18FDG : Inflammation/infection/néoplasie



Autres radiopharmaceutiques

- **TEP-TDM au ^{18}FNa** (« super scintigraphie osseuse »)

$^{18}\text{FNaF}$ PET/CT in Presumed Aseptic Pseudarthrosis after Spinal Fusion: Correlation with Findings at Revision Surgery and Intraoperative Cultures

Yacine El Yaagoubi¹ Jean-Edouard Loret² Eric Lioret³ Clément Thomas³ Adrien Simonneau²
Laurent Vinikoff² Caroline Prunier-Aesch¹ Alain Chetanneau¹ Laurent Philippe¹ Maja Ogielska⁴
Louis Bernard⁵

- **TEP-TDM ^{18}FDG -leucocytes :**

- Avantages : spécifique, acquisition TEP (3D, corps entier), confort pour patient
- Inconvénients : radiopharmacie, radioprotection du personnel, $\frac{1}{2}$ vie courte du ^{18}FDG

- **TEP-TDM au ^{68}Ga -Citrate :**

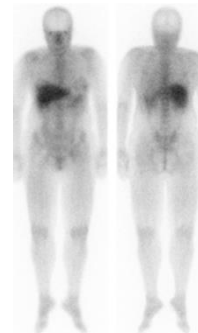
- Avantages : radioprotection, acquisition TEP (3D, corps entier), confort pour patient
- Inconvénients : générateur (cher), spécificité, fixation vx et cardiaque

- **Scintigraphie au ^{67}Ga -Citrate (désuet):**

- *Rachis, otite maligne, sarcoïdose*
- Faible spécificité (infection/inflammation)
- Images à 48 – 72 heures



TEP ^{18}FNa



Anterior Posterior

INFECTIONS DU RACHIS



Infections rachidiennes

European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (2019) 46:2464–2487

<https://doi.org/10.1007/s00259-019-04393-6>

GUIDELINES



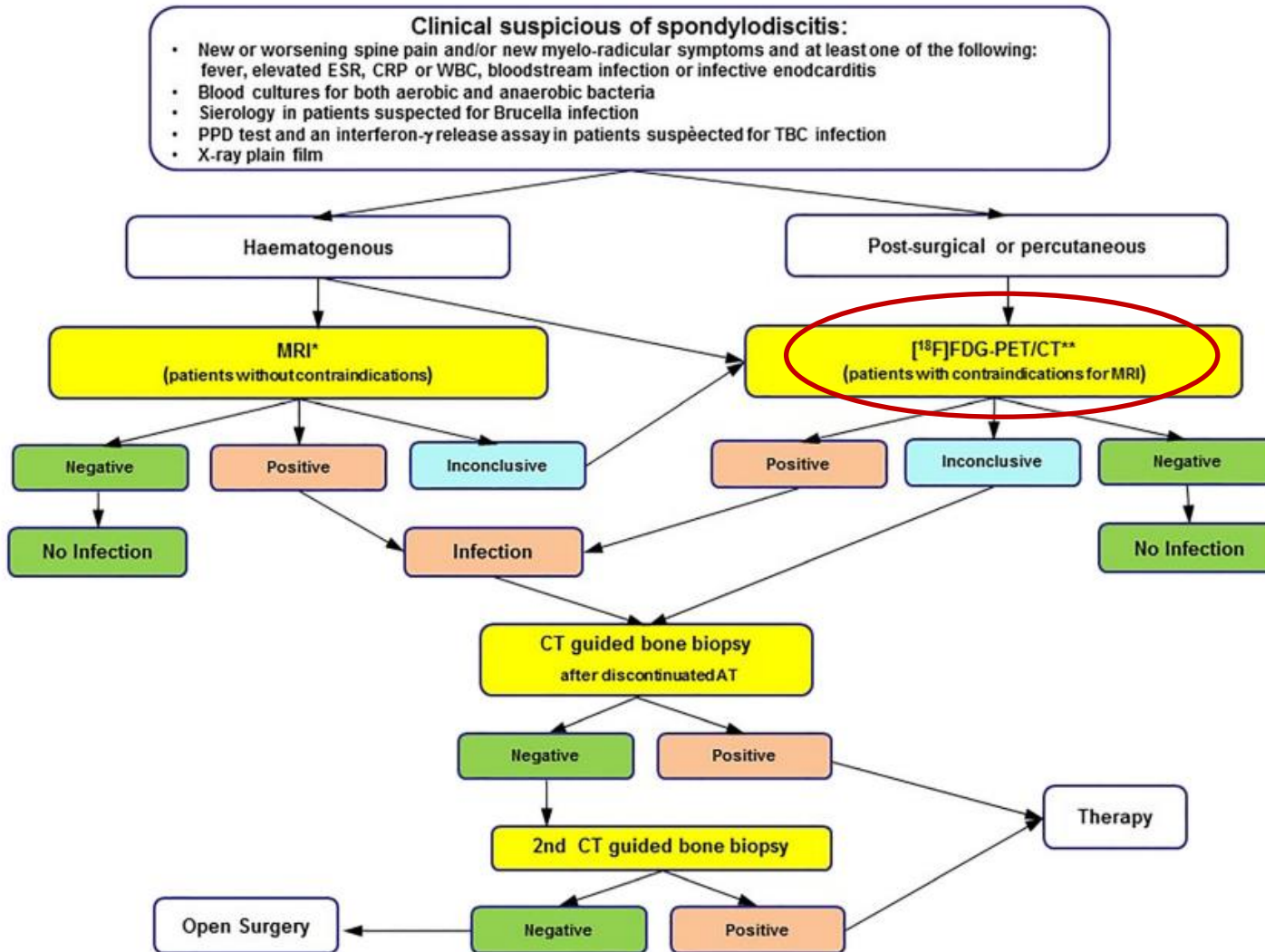
Joint EANM/ESNR and ESCMID-endorsed consensus document for the diagnosis of spine infection (spondylodiscitis) in adults

Elena Lazzeri^{1,2,3}  · Alessandro Bozzao^{4,5} · Maria Adriana Cataldo^{6,7} · Nicola Petrosillo^{6,7} · Luigi Manfrè^{4,8} · Andrej Trampuz^{6,9} · Alberto Signore^{1,10} · Mario Muto^{3,11}

Received: 10 May 2019 / Accepted: 4 June 2019 / Published online: 9 August 2019

© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2019

Infections rachidiennes



**Although indicated, in the case of PET/CT unavailability, MRI can be performed instead, with lower diagnostic accuracy. A combined ^{99m}Tc -MDP + ^{67}Ga -citrate scintigraphy [SPECT/CT] can also be performed.

PET/MRI, if available, can be substituted for PET/CT

Avantages et inconvénients de la TEP-TDM au 18FDG

Avantages :

- VPN très élevée
- Temps d'acquisition court
- Haute qualité d'image

Inconvénients :

- Irradiation, coût, disponibilité
- Spécificité « faible » (35,8 à 87,9 %)



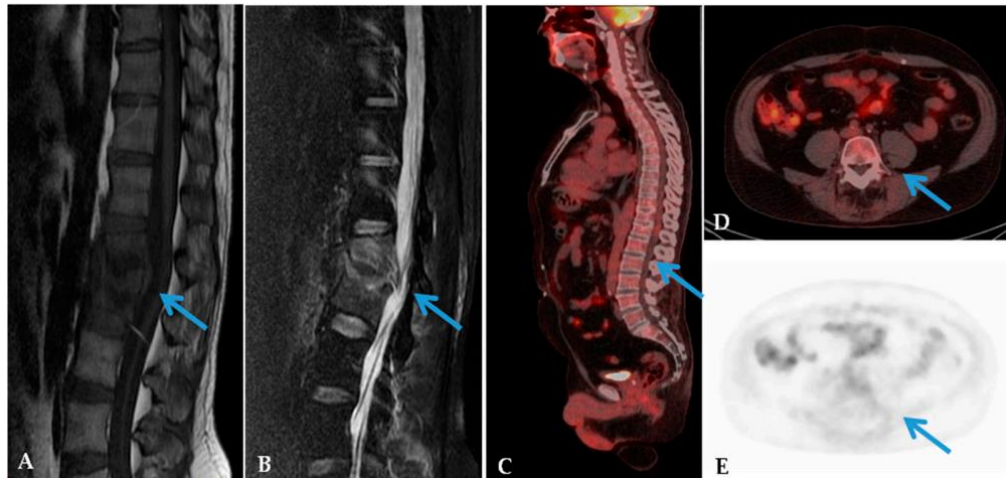
Amélioration spécificité :

- Localisation > intensité de fixation
- Progrès technologique/ imagerie hybride (TDM)

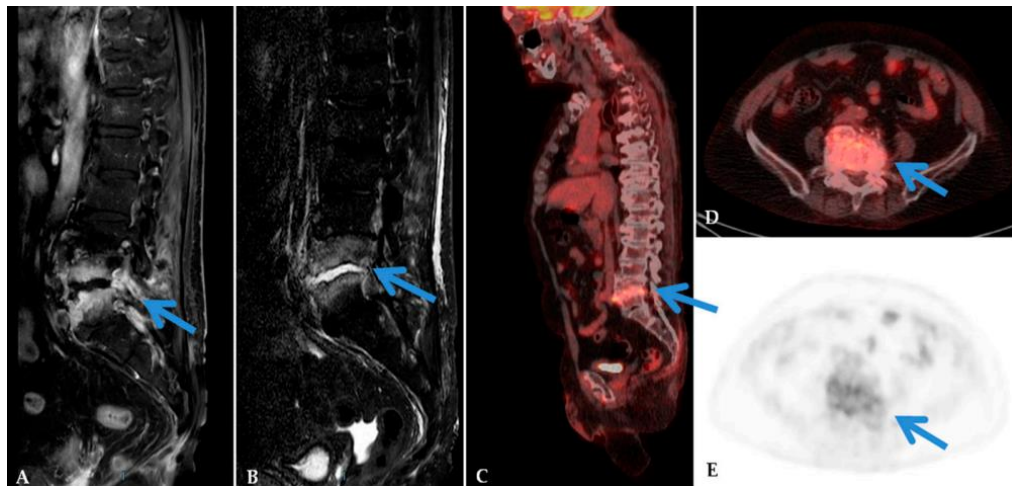
Ex : SP hématoène

Comparison of the Diagnostic Value of MRI and Whole Body ¹⁸F-FDG PET/CT in Diagnosis of Spondylodiscitis

[Corinna Altini](#),¹ [Valentina Lavelli](#),¹ [Artor Niccoli-Asabella](#),² [Angela Sardaro](#),³ [Alessia Branca](#),¹ [Giulia Santo](#),¹ [Cristina Ferrari](#),^{1,*} and [Giuseppe Rubini](#)¹



VN de la TEP-TDM 18FDG
FP de l'IRM



VP de la TEP-TDM 18FDG et de l'IRM

Ex : SP/rachis opéré

[Eur J Nucl Med Mol Imaging](#). 2021; 48(6): 1864–1875.

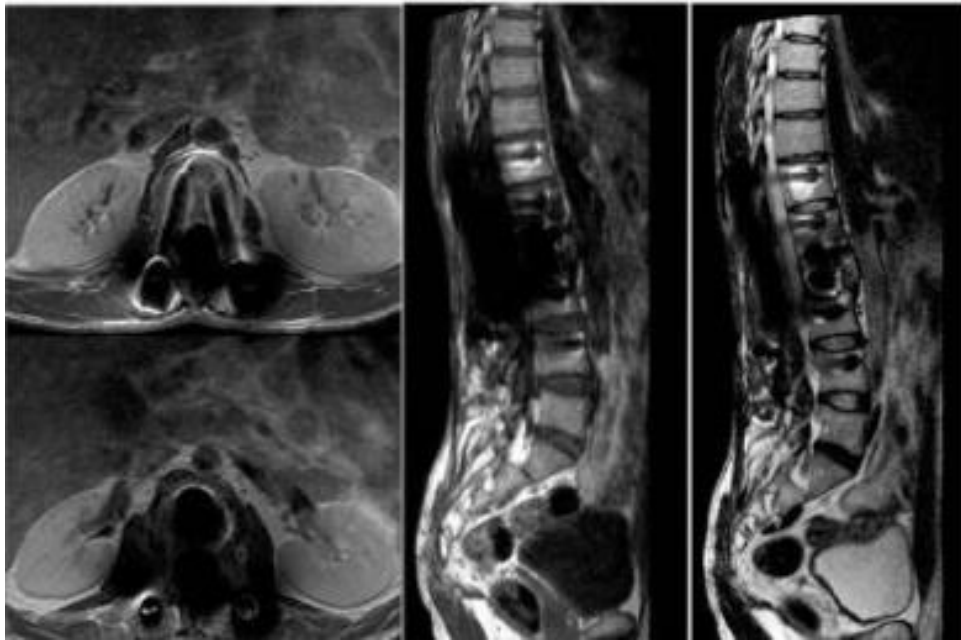
Published online 2020 Nov 18. doi: [10.1007/s00259-020-05109-x](https://doi.org/10.1007/s00259-020-05109-x)

PMCID: PMC8113215

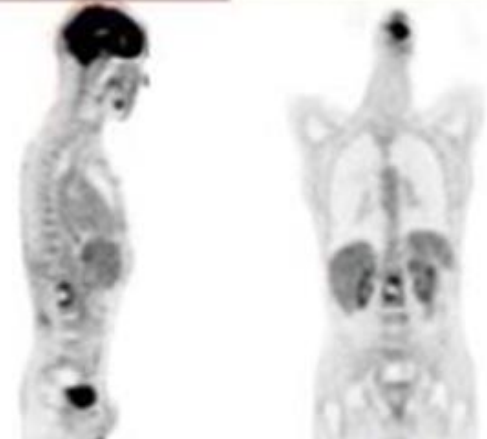
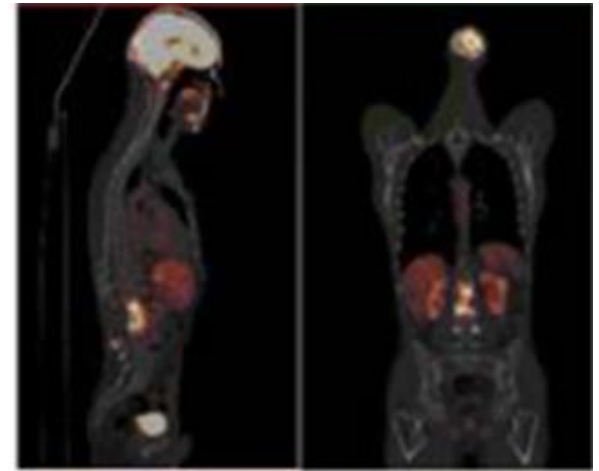
PMID: [33210240](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33210240/)

Comparison of MRI, [¹⁸F]FDG PET/CT, and ^{99m}Tc-UBI 29-41 scintigraphy for postoperative spondylodiscitis—a prospective multicenter study

[Diana Paez](#),¹ [Mike M. Sathekge](#),² [Hassan Douis](#),³ [Francesco Giammarile](#),⁴ [Shazia Fatima](#),⁵ [Anil Dhal](#),⁵ [Sunil K. Puri](#),⁶ [Paola A. Erba](#),⁷ [Elena Lazzeri](#),⁷ [Rodolfo Ferrando](#),⁸ [Paulo Almeida Filho](#),⁹ [Vincent Peter Magboo](#),¹⁰ [Olga Morozova](#),¹ [Rodolfo Núñez](#),^{1,11} [Olivier Pellet](#),¹ and [Giuliano Mariani](#)⁷

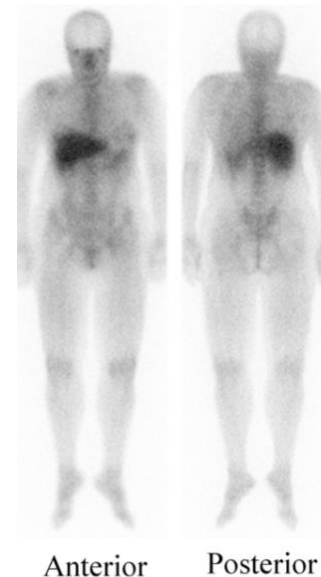


Arthrodèse T12-L4
FN IRM (artéfacts +++) et VP TEP-TDM 18FDG
Infection/biopsie



Infections rachidiennes

- Scintigraphie/SPECT-CT au 99mTc-MDP/HDP et **67Ga citrate** :
=> manque spécificité, désuet



- **Leucocytes marqués** :

=> mauvaises performances (pas indiqué pour le rachis)

Infections rachidiennes : perspectives ?

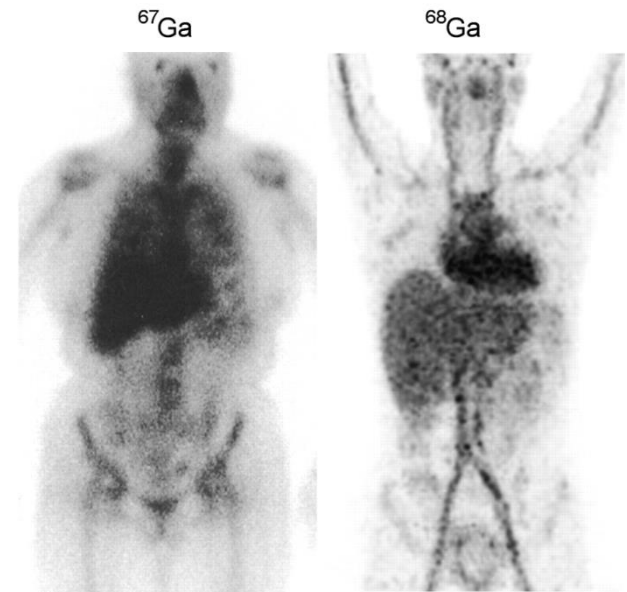
TEP-IRM 18FDG ?

- Meilleure performance que TEP-TDM 18FDG ?
- Peu disponible +++

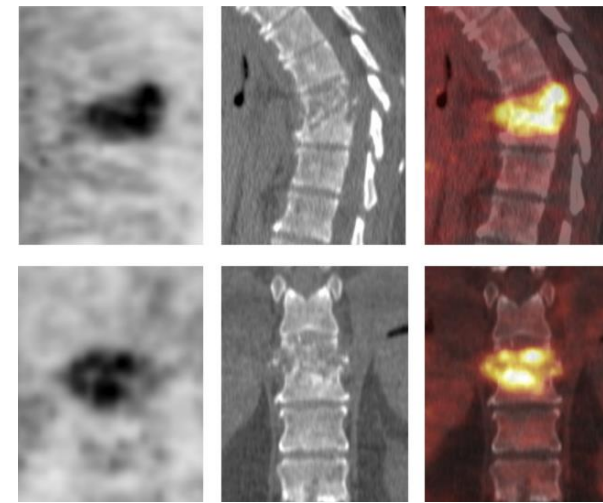
Nouveaux radiopharmaceutiques ?

- (TEP) ^{68}Ga -Citrate
- (Scintigraphie) peptide antimicrobien, ATB ou vitamines radiomarquées

=> Dans les deux cas : manque de données



Infections rachidiennes et médecine nucléaire



Kloiber et Al, 2018

=> TEP-TDM au 18FDG

1/ Diagnostique :

=> spondylodiscite hémotogène : si IRM contre-indiquée ou non concluante
(performances TEP-TDM 18FDG et IRM globalement comparables*)

=> spondylodiscite post-opératoire, surtout si matériel (> 3-4 mois post-opératoire)

=> +/- détection précoce de la spondylodiscite (< 2 semaines)/IRM**

2/ Evaluation (précoce/intermédiaire) de la réponse thérapeutique *** (avec TEP de référence+++)

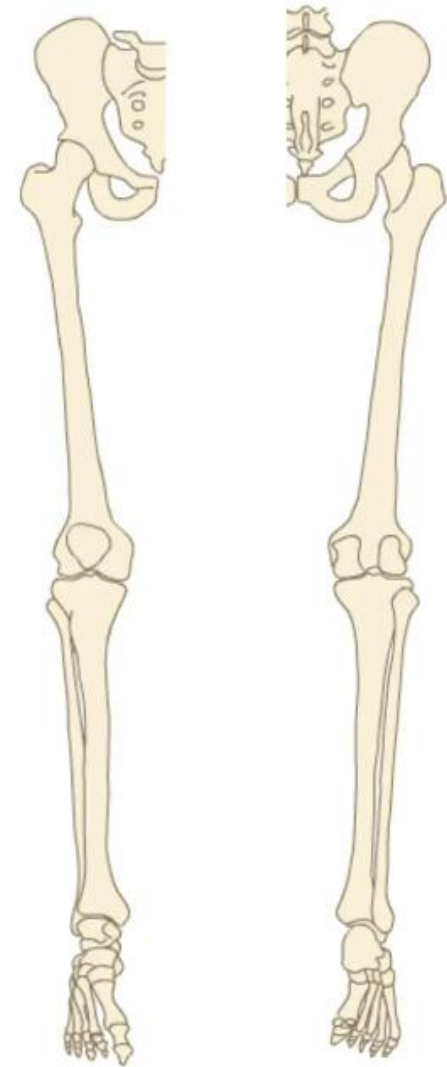
3/ Bilan d'extension des foyers infectieux/ recherche de porte d'entrée

* Altini et Al, Journal of clinical medicine, mai 2020

** Smids et Al, Infection 2017

*** Diagnostic performance of 18F-FDG PET/CT in patients with spinal infection: a systematic review and a bivariate meta-analysis (EJNMMI), 2019

INFECTIONS OSTEO- ARTICULAIRES (IOA) DU SQUELETTE PERIPHERIQUE



Infections du squelette périphérique sans matériel (prothétique)

European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (2019) 46:957–970
<https://doi.org/10.1007/s00259-019-4262-x>

GUIDELINES



Consensus document for the diagnosis of peripheral bone infection in adults: a joint paper by the EANM, EBJIS, and ESR (with ESCMID endorsement)

Andor W. J. M. Glaudemans¹  · Paul C. Jutte² · Maria Adriana Cataldo³ · Victor Cassar-Pullicino⁴ · Olivier Gheysens⁵ · Olivier Borens⁶ · Andrej Trampuz⁷ · Klaus Wörtler⁸ · Nicola Petrosillo³ · Heinz Winkler⁹ · Alberto Signore¹⁰ · Luca Maria Sconfienza^{11,12}

Diagnostic flow chart Peripheral Bone Infection

Standard work-up

Clinical examination

Laboratory tests
CRP, ESR,
leukocyte count

X-ray
(CT in complex
anatomic areas)

Probe-to-
bone test
(if applicable)

In case of suspicion of infection

Bone biopsy and blood cultures
(not sinus tract cultures or
superficial swab cultures)

AND

Advanced diagnostic imaging *

Radiological techniques

MRI
(CT in chronic PBI with
sequester formation)

AND #: in MRI equivocal cases:
go to Nuclear Medicine techniques

OR
(AND #)

** Nuclear Medicine techniques

Patient with high probability of infection

Recent surgery
Recent fracture
Metallic hardware

YES

NO

WBC scintigraphy
+ SPECT/CT
(Alternative: AGA)

FDG-PET/CT

Patient with low probability of infection

Bone scintigraphy

IN CASE OF POSITIVITY

Equivocal results of WBC scan

Bone marrow scintigraphy

Suspicion of dissemination

FDG-PET/CT

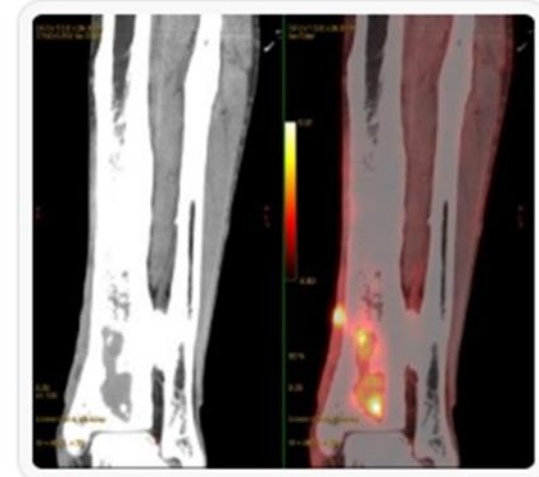
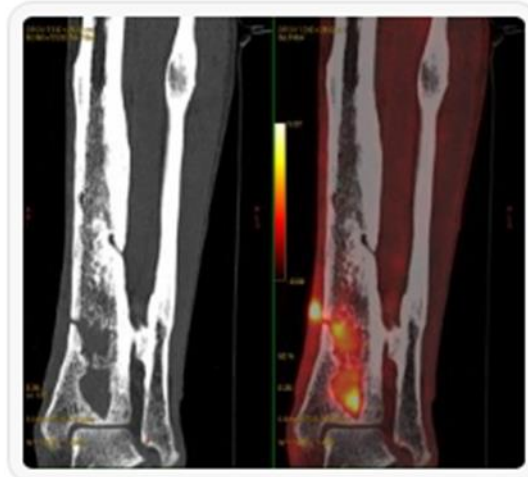
Cas clinique

Homme, 60 ans.

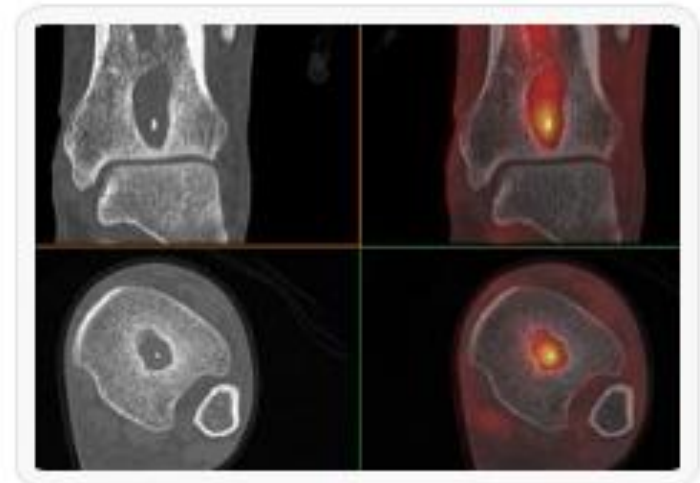
Antécédent : fracture ouverte de jambe gauche ancienne (AVP).

Apparition récente d'une rougeur avec fistulisation et écoulement au niveau de la cicatrice.

=> *Ostéomyélite chronique*



TEP-TDM 18FDG



Pied diabétique et médecine nucléaire

Signes évocateurs d'une ostéite du pied (OPPD)

> Examen clinique :

- Plaie : profondeur > 3 mm et surface > 2 cm², durée de la plaie > 4 semaines malgré des soins de plaie et décharge appropriée sans ischémie du pied
- Contact osseux positif
- Orteil « saucisse »
- Os exposé

> Radiographie standard (RS) anormale en regard de la plaie :

- Erosion ou rupture corticale
- Ostéolyse métaphyso-diaphysaire excentrée, ...

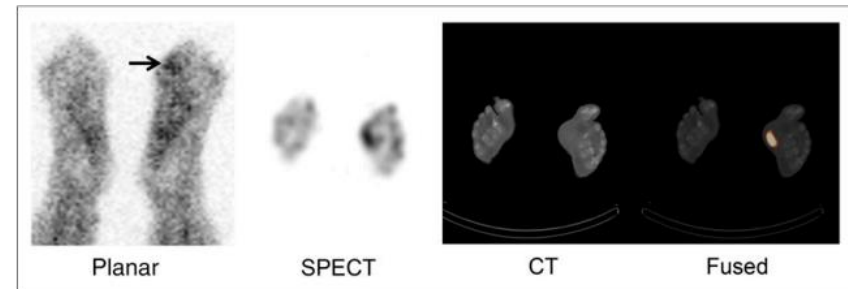
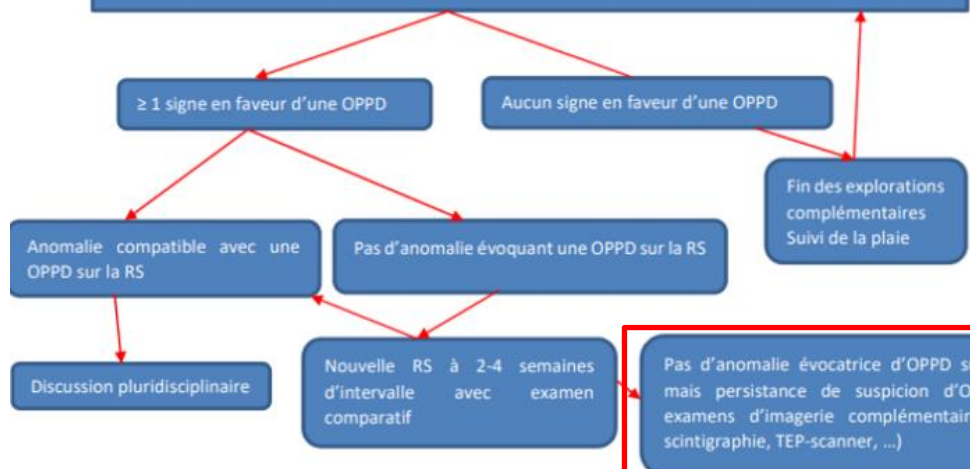


FIGURE 5. Soft-tissue infection of left foot. Increased activity (arrow) underlies left first metatarsal on planar ^{99m}Tc-labeled leukocyte image. There is no way to determine whether this focus extends into bone. Coronal SPECT/CT localizes infection to soft tissue. By precisely localizing areas of radiopharmaceutical uptake, SPECT/CT can guide patient management.

- **Scintigraphie osseuse**
=> intérêt VPN +++ (mais faible spécificité)
- **Scintigraphie aux leucocytes marqués** (avec TEMP-TDM +++)
=> examen de choix (MN)
- **TEP TDM 18FDG**
=> rôle encore incertain (manque de données concordantes)


Infections du squelette périphérique avec matériel (prothétique)

European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (2019) 46:971–988
<https://doi.org/10.1007/s00259-019-4263-9>

GUIDELINES

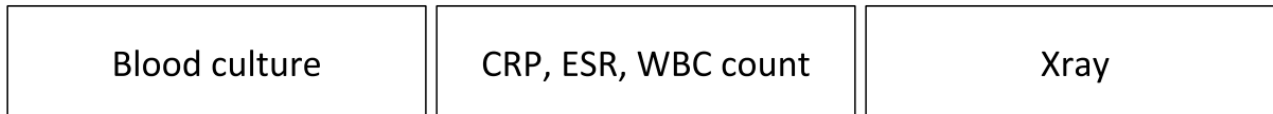


Consensus document for the diagnosis of prosthetic joint infections: a joint paper by the EANM, EBJIS, and ESR (with ESCMID endorsement)

Alberto Signore^{1,5} · Luca Maria Sconfienza^{2,3} · Olivier Borens⁴ · Andor W. J. M. Glaudemans⁵  · Victor Casar-Pullicino⁶ · Andrej Trampuz⁷ · Heinz Winkler⁸ · Olivier Gheysens⁹ · Filip M. H. M. Vanhoenacker¹⁰ · Nicola Petrosillo¹¹ · Paul C. Jutte¹²

Diagnostic Flowchart Prosthetic Joint Infection

Standard Workup:



If suspicion persists:

Consider bone or soft tissue biopsy/
aspiration under imaging guidance



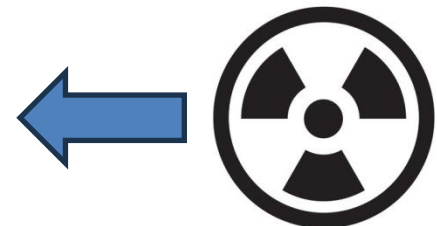
Advanced imaging tests

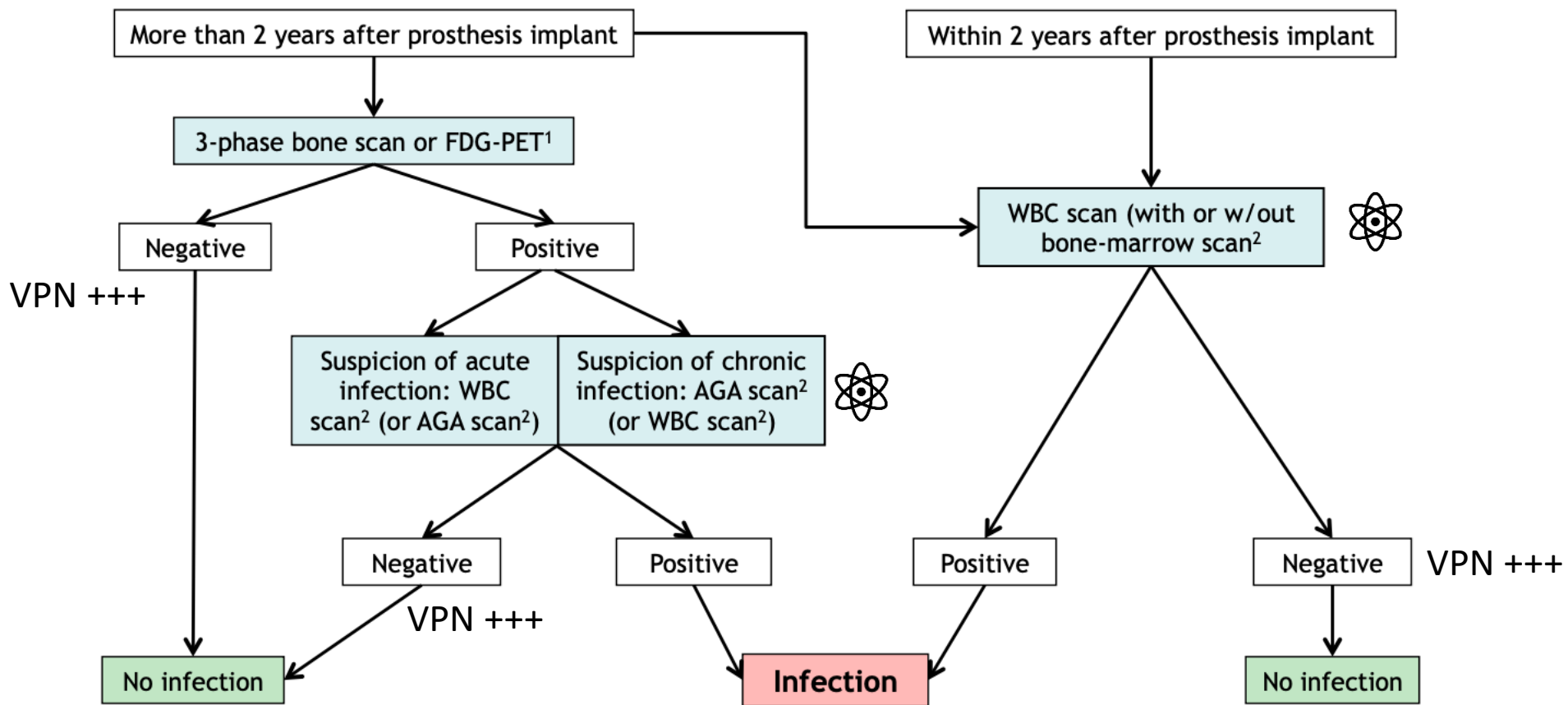


MRI



Nuclear medicine
examinations
(see Figure 2)





 +/- Scintigraphie médullaire

Clinical indications, image acquisition and data interpretation for white blood cells and anti-granulocyte monoclonal antibody scintigraphy: an EANM procedural guideline

A. Signore¹  · F. Jamar² · O. Israel³ · J. Buscombe⁴ · J. Martin-Comin⁵ · E. Lazzeri⁶

2018

Indication : IOA sur matériel

- Descellement septique suspecté
- Pseudarthrose post-traumatique infectieuse suspectée
- Évaluation de l'étendue de l'infection
- Évaluation de la réponse au traitement
- Exclusion de l'infection chez les patients porteurs d'un espaceur antibiotique avant la réimplantation de la prothèse

Examen de référence : leucocytes marqués > AGA

Quid de l'antibiothérapie ?

Dans la littérature, pas d'impact des antibiotiques sur les résultats des leucocytes marqués. Selon les guidelines, fenêtre thérapeutique de 2 semaines avant l'examen et si résultats douteux sous antibiothérapie, reprogrammer l'examen 2 semaines plus tard

Revue systématique du couple SO/leucocytes marquées

The Accuracy of Imaging Techniques in the Assessment of Periprosthetic Hip Infection

A Systematic Review and Meta-Analysis

Verberne, S.J. MD^{1,a}; Raijmakers, P.G. MD, PhD²; Temmerman, O.P.P. MD, PhD¹

→ 351 prothèses de hanche : Se 69% (95% CI: 58%-79%) Sp 96% (95% CI: 93%-98%)

What is the Accuracy of Nuclear Imaging in the Assessment of Periprosthetic Knee Infection? A Meta-analysis

Verberne, Steven J. MD^{1,2,a}; Sonnega, Remko J. A. MD^{1,2}; Temmerman, Olivier P. P. MD, PhD^{1,2}; Raijmakers, Pieter G. MD, PhD³

→ 144 prothèses de genou : Se 80% (95% CI: 66%-91%) Sp 93% (95% CI: 86%-97%)

The use of labelled leucocyte scintigraphy to evaluate chronic periprosthetic joint infections: a retrospective multicentre study on 168 patients

updates

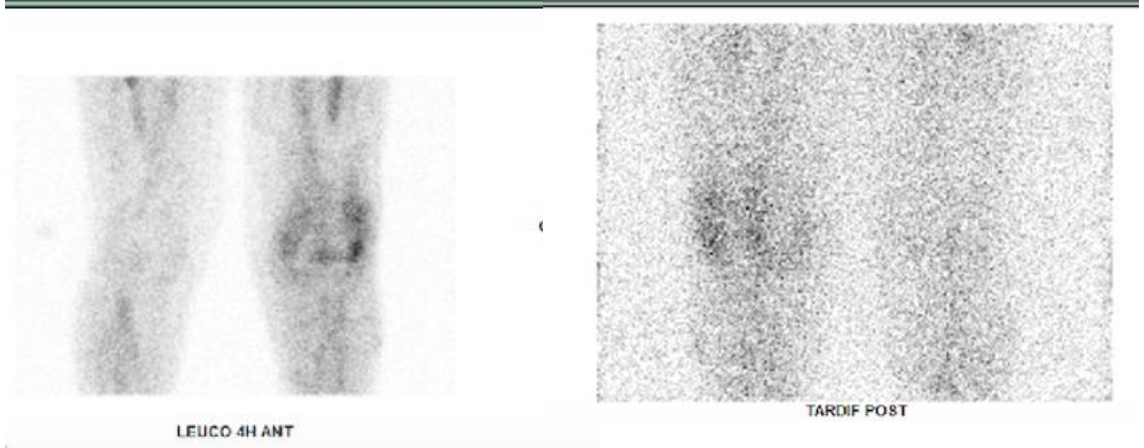
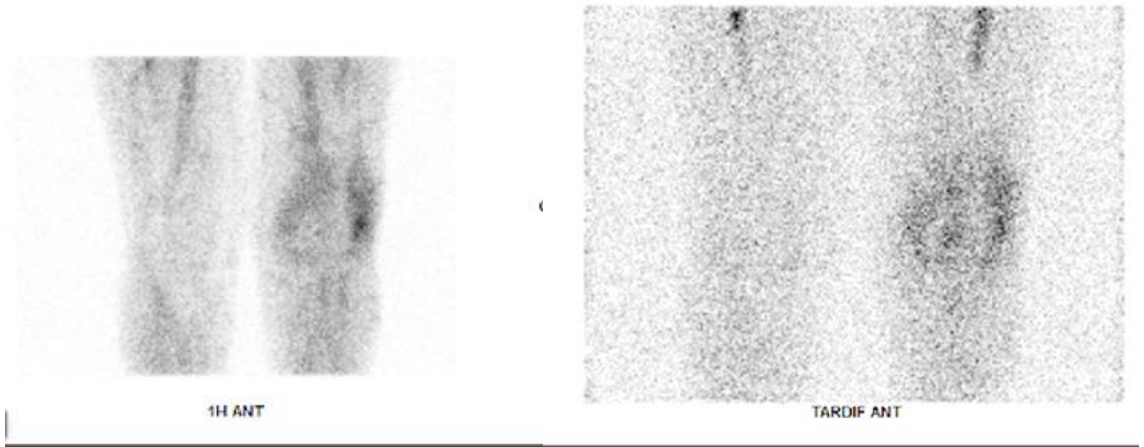
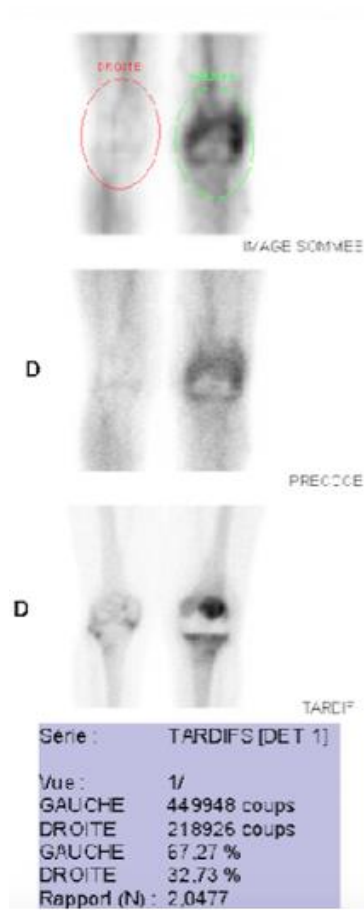
Philippe Blanc^{1,2}  · Eric Bonnet³ · Gérard Giordano⁴ · Jacques Monteil² · Anne-Sophie Salabert^{1,5} · Pierre Payoux^{1,5}

Received: 31 March 2019 / Accepted: 13 May 2019 / Published online: 20 June 2019

© The Author(s) 2019

→ Apport de la TEMP/TDM : amélioration de la SP +++

Cas clinique



Acquisitions 1H et 4H P.I

Acquisitions 24H P.I

Scintigraphie osseuse (3 temps)

Scintigraphie aux leucocytes marqués

Place de la TEP 18FDG dans les infections de PTH et PTG

TEP 18 FDG : métabolisme glucidique

Diagnostic performance of FDG PET or PET/CT in prosthetic infection after arthroplasty: a meta-analysis

Jin H., Yuan L., Li C., Kan Y., Hao R., Yang J.

2014

- Méta analyse portant sur 838 prothèses avec suspicion d'IOA :
→ bonne performance :
Se 86 % et Sp 86 %

Variabilité des performances en fonction de l'articulation évaluée (Hanche > genou)

The Accuracy of Imaging Techniques in the Assessment of Periprosthetic Hip Infection

A Systematic Review and Meta-Analysis

Verberne, S.J. MD^{1,a}; Raijmakers, P.G. MD, PhD²; Temmerman, O.P.P. MD, PhD¹

Se poolée de 86 %
Sp poolée de 93 %
Prothèses de hanches

What is the Accuracy of Nuclear Imaging in the Assessment of Periprosthetic Knee Infection? A Meta-analysis

Verberne, Steven J. MD^{1,2,a}; Sonnega, Remko J. A. MD^{1,2}; Temmerman, Olivier P. P. MD, PhD^{1,2}; Raijmakers, Pieter G. MD, PhD³

Se poolée de 70 %
Sp poolée de 84 %
Prothèses du genou

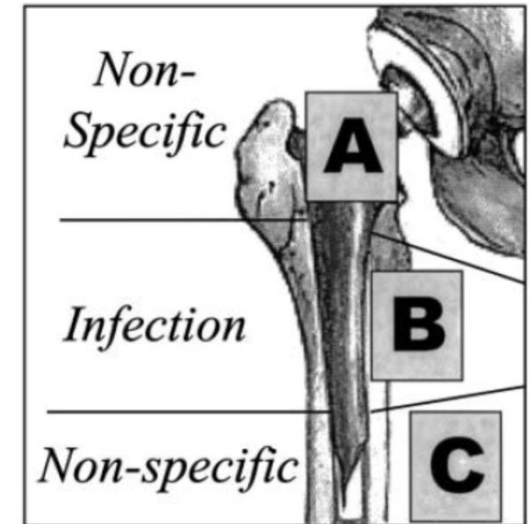
→ risque de faux positif (Guidelines EANM 2019)

Critères d'interprétation

Persistent non-specific FDG uptake on PET imaging following hip arthroplasty

Hongming Zhuang¹, Thomas K. Chacko¹, Marc Hickeson¹, Karen Stevenson¹, Qi Feng¹, Fabio Ponzio¹, Jonathan P. Garino², Abass Alavi¹

2002



Review > Q J Nucl Med Mol Imaging. 2009 Feb;53(1):41-50.

FDG-PET in patients with painful hip and knee arthroplasty: technical breakthrough or just more of the same

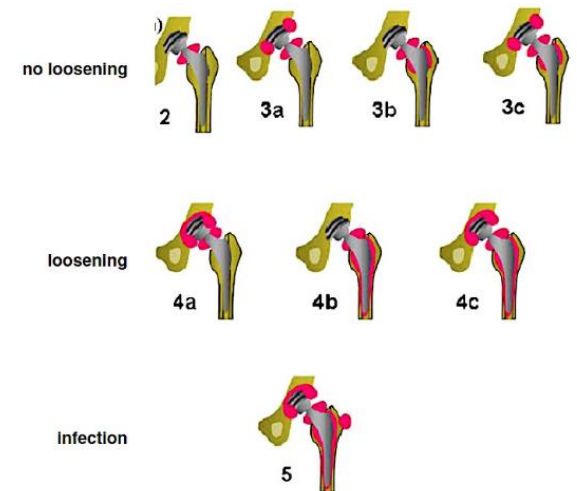
P Reinartz¹

Q J Nucl Med Mol Imaging, 2009

SUV max → pas d'intérêt diagnostique

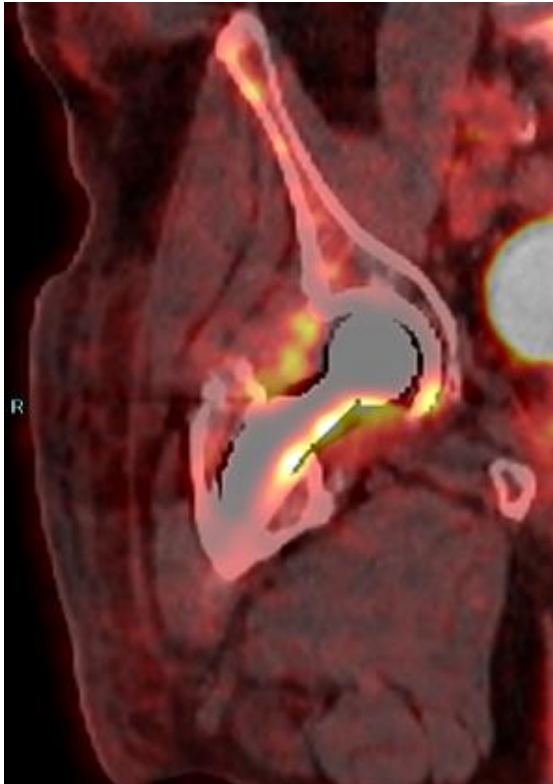
INFECTION

- Fixation à l'interface os/matériel sur la tige fémorale et cotyloïdienne
- ET infiltration des parties molles

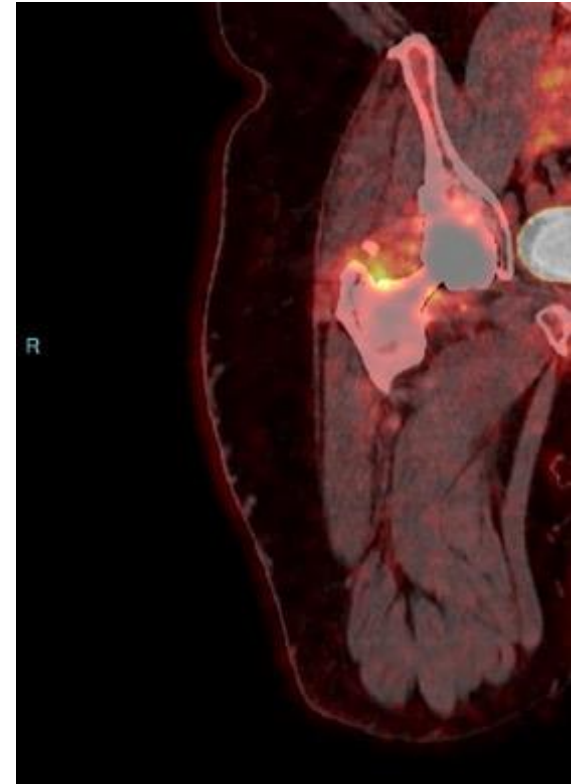


Cas clinique

Patient 1

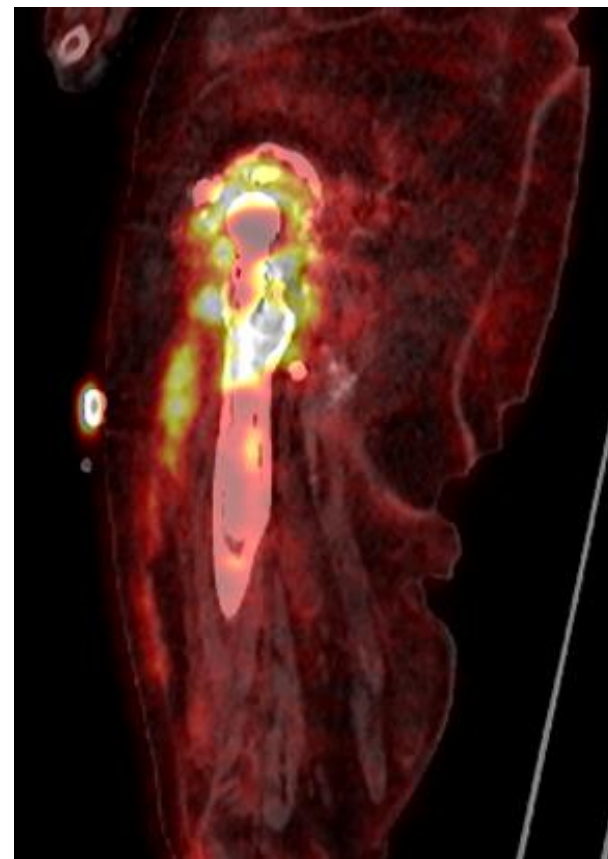
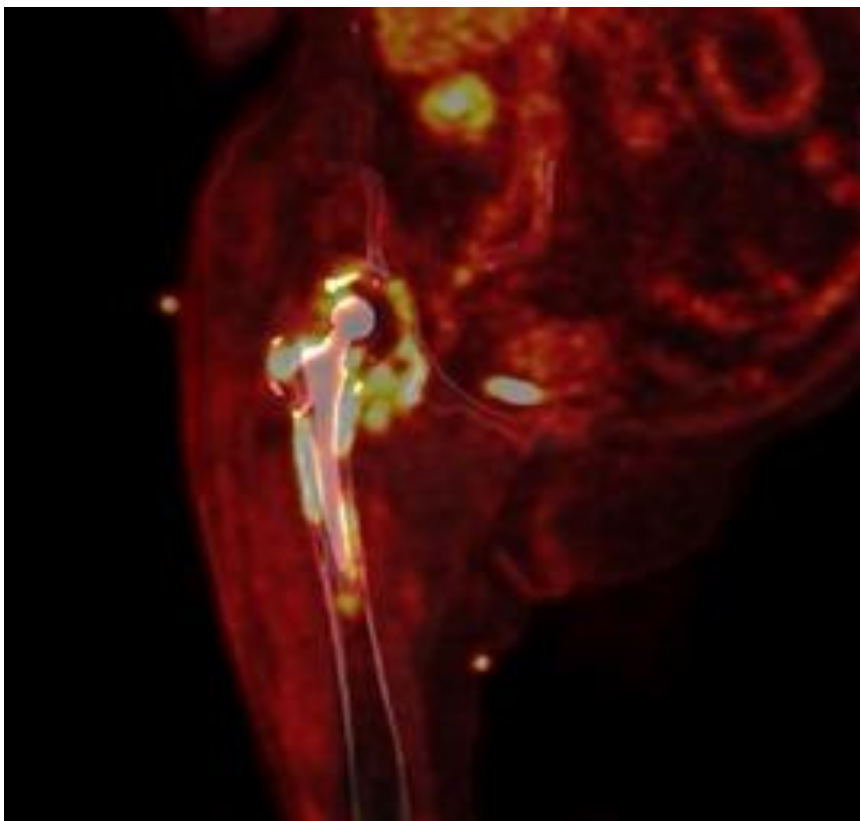


Patient 2



Infection ?

Cas clinique



Patiente âgée de 79 ans, PTH reprise chir en 2020 (première pose en 1988)
Bactériémie à SAMS et cellulite de jambe droite

IOA périphériques sur matériel : résumé

médecine nucléaire --> 2nd intention

- ❖ Importance du CRO, du type et de la date d'implantation du matériel
- ❖ Scintigraphie osseuse et TEP au 18FDG : VPN +++
- ❖ PNN* : très bonne Se et SP s'associant à une excellente VPN => apport de la TEMP/TDM et du couple SO +/- scintigraphie médullaire = améliorent les performances diagnostiques
- ❖ TEP au 18FDG : Bonne performance globale mais risque de FP (baisse en Sp) → précision diagnostique : infiltration des parties molles

Potentiel intérêt de la TEP au 18FDG dans le suivi du traitement (pas de recommandation actuelle)

MERCI DE VOTRE ATTENTION