

Intérêt de la scintigraphie osseuse dans les douleurs ostéoarticulaires fébriles de l'enfant

The bone scintigraphy in the diagnosis and management in children with febrile osteoarticular pain

Imene Yeddes¹, Imen Meddeb¹, Sami Bouchoucha², Ihsen Slim¹, Houda Zgolli¹, Aida Mhiri¹, Med Faouzi Ben Slimene¹.

*1-Institut Salah Azaiez / Faculté de Médecine De Tunis, Université Tunis El Manar
2-Hôpital Bachir Hamza / Faculté de Médecine De Tunis, Université Tunis El Manar*

RÉSUMÉ

Introduction : Les infections ostéoarticulaires sont des affections fréquentes en milieu pédiatrique. Elles posent encore un problème de santé publique en Tunisie. Le diagnostic repose sur un faisceau d'arguments cliniques, biologiques, radiologiques et notamment scintigraphiques.

Le but de ce travail est de préciser l'apport de la scintigraphie osseuse triple phase dans l'exploration des douleurs ostéoarticulaires fébriles de l'enfant.

Méthodes : Il s'agissait d'une étude descriptive, rétrospective réalisée sur une période de 5 ans, colligeant des enfants explorés au service de médecine nucléaire pour suspicion d'ostéomyélite aiguë (OMA), d'ostéoartrite (OA) ou d'arthrite septique (AS). Les dossiers de ces patients ont été étudiés au service d'Orthopédie Infantile. Tous ces patients ont eu, à côté des explorations radiologiques conventionnelles, une scintigraphie osseuse triple phase au HMDP-Tc99m.

Résultats : Nous avons colligé 62 patients. Parmi les diagnostics retenus, on a noté : vingt deux OMA, quatre OA, quatre AS. L'âge moyen des patients était de 5,58 ans avec une prédominance masculine. Le principal motif de consultation était la douleur. La fièvre était $\geq 38^{\circ}\text{C}$ dans 80% des cas. La localisation préférentielle était le membre inférieur (93,5%).

Les anomalies quantitatives et qualitatives objectivées à la scintigraphie osseuse ont permis de poser un diagnostic correct de : dix huit OMA, deux AS et trois OA avec une sensibilité et une spécificité respectives de 76,6% et 90,6% pour toute la population.

Conclusions : La scintigraphie osseuse permet de montrer précocement des anomalies évocatrices d'IOA tout en mettant en évidence le site infectieux et en dressant la cartographie des lésions.

Mots-clés

Ostéomyélite, ostéoartrite, enfant, scintigraphie

SUMMARY

Background: Bone and joint infections are common diseases in pediatrics. They still are a public health problem in Tunisia. The diagnosis is based on clinical, biological, radiological and skeletal scintigraphy arguments.

The purpose of this study is to determine the contribution of triple phase bone scan in the exploration of musculoskeletal pain febrile child.

Methods: This was a descriptive and retrospective study. It was conducted over a period of 5 years. It has interested all children explored in nuclear medicine department with suspected acute osteomyelitis (OMA), osteoarthritis (OA) or septic arthritis (SA) referred from Orthopaedic Infantile service. All these patients had, alongside the conventional radiologic exams, a triple phase bone scan HMDP-Tc99m.

Results: We collected 62 patients. Among the selected diagnoses, there were: 22 OMA, 4 OA, 4 SA. The mean age of the patients was 5.58 years with a male predominance. The main reason for consultation was pain. Fever was $\geq 38^{\circ}\text{C}$ in 80% of cases. The preferential localization was the lower limb (93.5%). The quantitative and qualitative bone scan abnormalities objectified led to a correct diagnosis of: 18 OMA, 3 OA and 2 SA with a respectively estimated sensitivity and specificity of 76.6% and 90.6% in the all population.

Conclusions: Bone scan demonstrates early abnormalities allowing osteoarticular infection diagnosis. It highlights the infection site, and draws a map of the lesions. Currently, imaging modalities differ in their availability, their cost, their input and diagnostic accuracy but they are complementary.

Key- words

Osteomyelitis, osteoarthritis, children, scintigraphy

Les douleurs ostéoarticulaires fébriles de l'enfant sont une cause fréquente d'hospitalisation. Le premier diagnostic évoqué est l'infection ostéoarticulaire (IOA). Elle regroupe les ostéomyélites aiguës (OMA), les arthrites septiques (AS) et les ostéoarthrites (OA) [1].

C'est une urgence diagnostique et thérapeutique. Leur incidence est restée stable entre 0,07 et 0,42/1000 enfants dans les pays industrialisés depuis 20 ans [2]. Elles demeurent des pathologies fréquentes en Tunisie [3].

Mais malgré les progrès en imagerie, le diagnostic à un stade précoce reste difficile. De part sa bonne sensibilité, l'amélioration de sa spécificité et sa précocité, la scintigraphie permet d'orienter le diagnostic tout en précisant la topographie du processus infectieux. Ceci a pour conséquence une prise en charge plus rapide et plus adéquate avec une réduction significative du coût élevé et de la durée du traitement.

Le but de cette étude était de préciser l'apport de la scintigraphie osseuse triple phase dans l'exploration des douleurs ostéoarticulaires fébriles de l'enfant.

MÉTHODES

C'est une étude descriptive, rétrospective, réalisée sur une période de 5 ans (janvier 2009-décembre 2013) au service de médecine nucléaire de l'hôpital Salah Azaïez. Nous avons inclus les enfants âgés de moins de 16 ans hospitalisés au service d'Orthopédie Infantile de l'Hôpital d'Enfants Béchir Hamza de Tunis présentant une symptomatologie évoluant depuis moins de 14 jours comportant une température $\geq 38^\circ$ avec au moins un des signes suivants : une douleur articulaire ou osseuse, une impotence fonctionnelle, des signes inflammatoires, une limitation de la mobilité articulaire et/ou un syndrome inflammatoire biologique.

Nous n'avons pas inclus dans cette étude les suspicions d'ostéomyélite subaiguë (> 14 jours), d'infection sur matériel étranger et les IOA chez les drépanocytaires et les diabétiques.

Nous avons relevé à partir des dossiers, les données cliniques, biologiques, bactériologiques et radiologiques (radiographie standard, échographie et imagerie par résonance magnétique).

Nous avons pratiqué chez tous nos patients une scintigraphie osseuse aux dérivés phosphonates technitiés triple phase (vasculaire, tissulaire et osseuse). Le radiotraceur utilisé était l'hydroxyméthylène diphosphonate marqué au technétium 99 métastable (^{99m}Tc -HMDP) injecté par voie intraveineuse, sur la table d'examen, une dose traceuse de 10MBq/Kg avec une dose minimale de 40MBq.

Le protocole comportait une hydratation et une vessie vide.

L'examen s'est déroulé en trois temps avec un temps vasculaire immédiatement après l'injection, un temps

tissulaire trois à quatre minutes après l'injection et un temps osseux deux à trois heures après. Ce temps tardif a comporté des images statiques pour les comparatifs, complété par un balayage du corps entier à la recherche d'autre foyer de fixation pathologique.

Nous avons utilisé deux gammacaméras (la SMV et la SYMBIA-T) (Tableau n°1)

Tableau 1 : Propriétés physiques et d'acquisition des machines utilisées

| | SMV | SYMBIA |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Cristal NaI | 9 mm (3/8 pouce) | 13 mm (5/8 pouce) |
| Collimateur | LEHR* à canaux parallèles | LEHR* à canaux parallèles |
| Acquisition dynamique | | |
| Matrice | 64 x 64 | 128 x 128 |
| Temps | 30 images de 2 secondes | 60 images de 3 secondes |
| Acquisition précoce | | |
| Matrice | 256 x 256 | 256 x 256 |
| Temps | Image de 3 minutes | Image de 3 minutes |
| Acquisition tardive | | |
| Matrice | 256 x 256 | 256 x 256 |
| Temps | Image de 5 minutes | Image de 5 minutes |
| Balayage du corps entier | | |
| Matrice | 512 x 2048 | 256 x 1024 |
| Vitesse | 12 cm/mn | 12 cm/mn |

LEHR*: Low Energy High Resolution

Une IOA était suspectée devant une zone d'hyperfixation focale anormale aux trois temps de l'examen ou une hypofixation franche.

Un rapport de fixation zone malade/zone saine (M/S) a été calculé chez tous les patients. Si $M/S \geq 1,2$ aux trois temps, le diagnostic d'une IOA était retenu.

Le diagnostic d'OMA était évoqué devant une fixation plus importante au temps osseux alors qu'une fixation plus marquée au temps précoce était en faveur d'une OA ou une AS.

Les données ont été saisies et analysées sur Epi Info 7. Les variables quantitatives ont été décrites par les moyennes (minimum et maximum) et les variables qualitatives par les effectifs et les pourcentages. Les proportions ont été comparées par le test chi-deux ou en cas de non validité de ce dernier par le test de Fisher. Le seuil de significativité était fixé à 5%.

La recherche bibliographique a été réalisée à partir de revues systématiques d'articles originaux et d'abstracts publiés en utilisant les moteurs de recherches suivants : Pub Med, Science direct, Springer et Encyclopédie médico-chirurgicale.

RÉSULTATS

Soixante deux patients ont été colligés. L'âge moyen était de $5,5 \pm 3,93$ ans avec des extrêmes de deux mois et 14 ans avec un pic à 3 ans. Pour l'OMA, l'âge moyen était de $6,95 \pm 4,12$ et pour l'arthrite septique il était de $6,54$

±3,95ans. Le sexe ratio était de 1,38. Aucun antécédent majeur n'a été noté chez les patients. La porte d'entrée a été retrouvée chez 26% des patients dont cinq cas d'OMA. La notion de traumatisme a été notifiée chez neuf patients atteints d'OMA et deux qui avaient une AS.

La douleur, responsable d'une impotence fonctionnelle partielle ou totale, et la fièvre étaient les principaux motifs de consultation avec une température moyenne de 38,5 ±0,6°C. Les infections ostéoarticulaires étaient prédominantes au niveau du membre inférieur (93% des cas) (Tableau n°2)

Tableau 2: Répartition des atteintes selon la localisation

| Localisation | Nombre de localisations | Pourcentage (%) |
|--------------|-------------------------|-----------------|
| Epaule | 4 | 6,5 |
| Hanche | 21 | 34 |
| Genou | 17 | 27 |
| Jambe | 3 | 5 |
| Cheville | 12 | 19 |
| Pied | 5 | 8 |

Le syndrome inflammatoire biologique était présent chez 81% des enfants. Les hémocultures étaient positives chez 13% des patients. Le Staphylococcus Aureus était le germe le plus isolé (83,3%). Une radiographie standard du membre atteint pratiquée chez tous les patients dès l'admission a été pathologique chez trois OMA, une AS, une tuberculose humérale et un rhume de hanche.

Les signes radiologiques identifiés en cas d'OMA étaient une déminéralisation osseuse et une réaction périostée. Dans le cas de l'AS, un élargissement de l'interligne articulaire a été retrouvé.

La tuberculose humérale s'est traduite par un aspect fragmenté de l'épiphyse humérale et le rhume de la hanche par un refoulement du liseré graisseux périarticulaire. L'échographie a montré un décollement périosté chez trois OMA, quatre épanchements articulaires chez 62,5% d'AS et un épanchement articulaire et un décollement périosté dans un cas d'OA coxofémorale gauche. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) réalisée chez 26 patients a conclu à 15 OMA, deux AS, deux OA et une sacroiliite avec une sensibilité de 89,4% et une spécificité de 71,4%.

La scintigraphie osseuse au 99mTc-HMDP, pratiquée après une durée médiane de 7jours après le début de la symptomatologie a permis de poser le diagnostic de 18 OMA, deux AS, trois OA et trois sacroiliites en montrant des anomalies de fixation quantitatives et qualitatives (figures n°1et n°2) (Tableau n°3).

En cas d'atteinte osseuse, nous avons dénombré 29 sites infectieux.

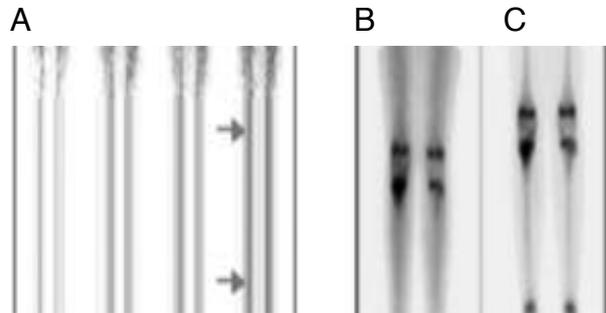


Figure 1 : Ostéomyélite aiguë de l'extrémité supérieure du tibia droit : hyperfixation focale aux 3 temps (vasculaire, tissulaire et osseuse) avec un rapport M/S* =1,9 au temps précoce et =2 au temps tardive.
A : Acquisition vasculaire (dynamique), B : Acquisition tissulaire (précoce), C : Acquisition osseuse (tardive)
* malade/sain

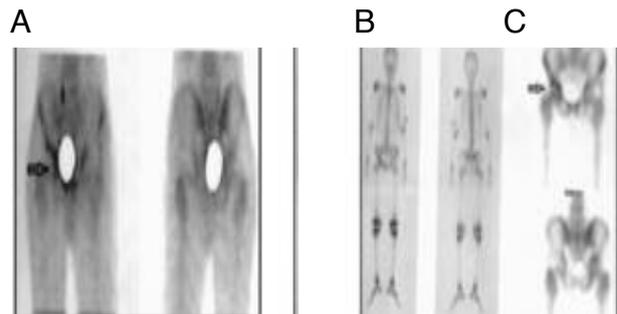


Figure 2 : Ostéoarthrite coxofémorale droite
A : Acquisitions précoces : hypercaptation en regard du cotyle droit (M/S*=1.6)
B et C : Balayage du corps entier et acquisitions tardives statiques : hyperfixation du toit du cotyle droit (M/S*=1.4)
* malade/sain

Tableau 3 : Analyse qualitative et quantitative de la fixation du radiotraceur dans l'ostéomyélite aiguë, l'ostéoarthrite et l'arthrite septique

| | Temps vasculaire | Temps tissulaire | Temps osseux | M /S précoce | M/S tardive |
|---------------|--|--|---|--------------------|--------------------|
| OMA/OA | 26 examens/26sites n =24 hyperhémies focales n =2 normofixations | 26 examens/29sites n =28 hypercaptations focales n =1 normocaptation | 26 examens/29sites n =25 hyperfixations focales n =3 normofixations n = 1 hypofixation | 2,76 (ET= 1,77) | 2,61 (ET= 1,45) |
| AS | n= 5 hyperhémies focales n= 3 normofixations | n= 5 hypercaptations focales n= 3 normocaptations | n= 4 hyperfixations focales n= 1 hyperfixation diffuse n= 3 normofixations | 1,97 (ET= 2,11) | 2,23 (ET= 1,67) |

La sensibilité et la spécificité de la scintigraphie osseuse étaient respectivement de 76,6% et 90,6% pour toute la population. La scintigraphie au cours des OMA avait une sensibilité de 80,7% et au cours des arthrites, elle avait une sensibilité de 62,5%.

Les diagnostics retenus par le clinicien sur un faisceau d'arguments cliniques, biologiques et d'imagerie étaient 22 OMA, quatre OA, quatre AS et 30 autres diagnostics (figure n°3).

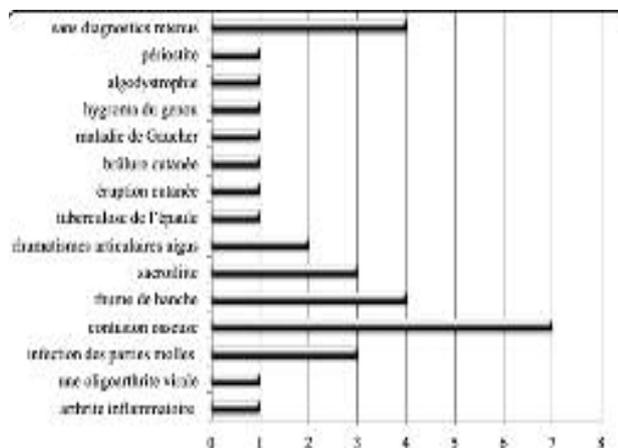


Figure 3 : Répartition des diagnostics autres que les infections ostéoarticulaires

AS : arthrite septique/ OMA : ostéomyélite aigue/OA : ostéoarthrite/ IRM : imagerie par résonance magnétique

DISCUSSION

Les douleurs ostéoarticulaires fébriles chez l'enfant doivent faire suspecter en premier lieu une OMA, une arthrite ou une ostéoarthrite. Si la clinique et la biologie permettent dans de nombreux cas d'avoir une forte suspicion diagnostique, des tableaux plus atténués peuvent se voir surtout dans les formes débutantes. La scintigraphie osseuse aux dérivés phosphonates technitiés permet de mettre en évidence précocement des anomalies évocatrices d'IOA. Il s'agit d'une hyperhémie au temps vasculaire, d'une hypercaptation au temps tissulaire et d'une hyperfixation ou hypofixation au temps osseux. Cependant ces aspects sont peu spécifiques et notre étude a permis de mieux élucider l'apport de la scintigraphie en combinant l'analyse qualitative et quantitative (M/S). En effet, en analysant statistiquement les rapports (M/S) chez toute notre population, nous avons constaté qu'un rapport au temps précoce supérieur à 1,2 et un rapport au temps tardif supérieur à 1,23 étaient fortement évocateurs d'OMA et qu'un rapport au temps précoce supérieur à 1,45 et un rapport au temps tardif supérieur à 1,28 étaient fortement en faveur d'AS (tableau n°4).

Tableau 4 : Les différences scintigraphiques entre les IOA

| Scintigraphie | OMA | OA | AS |
|---------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|
| Qualitative | | | |
| • Temps précoce | Hypercaptation focale et modérée | Hypercaptation focale ou diffuse | Hypercaptation focale ou diffuse |
| • Temps tardif | Hyperfixation focale et intense Ou Hypofixation (abcès sous-périosté) | Hyperfixation focale ou diffuse | Hyperfixation focale ou diffuse |
| Quantitative | | | |
| • Temps précoce | ≥ 1,2 | ≥ 1,2 | ≥ 1,45 |
| • Temps tardif | ≥ 1,23 | ≥ 1,47 | ≥ 1,28 |

Dans notre série, le nombre de cas d'OMA a été significatif et nous a permis de prouver l'apport de la scintigraphie osseuse dans son diagnostic précoce avec une sensibilité de 80,7%, mais l'effectif des AS a été restreint et nous a empêché de mieux préciser cet apport avec une sensibilité scintigraphique de 62,5%, sauf pour la recherche d'une atteinte osseuse associée (OA).

La mauvaise préparation des malades et les localisations difficiles à explorer scintigraphiquement ont biaisé nos résultats.

L'ostéomyélite aigue survient à tout âge, avec un âge moyen de six ans [2, 4, 5]. L'arthrite septique touche aussi toutes les tranches d'âge avec un pic pour les enfants âgés de moins de trois ans [2, 4, 6]. Dans notre série, l'âge moyen était de 5,58 ± 3,93 ans pour toute la population: 6,95 pour l'OMA et 6,54 pour l'AS.

Dans les IOA, la prédominance est masculine [4-6] et il en était de même pour notre étude avec un sexe ratio de 1,38.

La localisation préférentielle des OMA et AS [1, 2, 7] est le membre inférieur. Elle était de 93,5% dans notre série (Tableau n°5).

Tableau 5: Les pourcentages d'atteintes selon les localisations [1, 2]

| Localisations | Ostéomyélite | Arthrite | Notre série |
|------------------|--------------|----------|-------------|
| | aigue | septique | |
| Membre inférieur | 86-75% | 76-86% | 93,5% |
| Fémur/Hanche | 14-35% | 15-38% | 34% |
| Jambe/Genou | 20-34% | 30-33% | 32% |
| Pied/Cheville | 6-18% | 16-18% | 27,5% |
| Membre supérieur | 8-25% | 14-22% | 6,5% |
| Tronc/Ceinture | 10-20% | 5-8% | |
| Bassin | 8-16% | | |
| Vertèbres | 2-7% | | |
| Divers | 1-2% | | |

Jusqu'à 13% des cas peuvent avoir une atteinte multifocale [8-10]. Dans notre étude, on a noté trois cas d'OMA multifocale.

Le traumatisme responsable de l'hématome périlésionnel et les processus inflammatoires vont accentuer le ralentissement circulatoire déjà existant et la colonisation bactérienne précoce. La notion de traumatisme a été retrouvée dans 40% des cas dans la plupart des études [4, 11, 12] et dans 37% des cas d'IOA dans notre série.

Les marqueurs inflammatoires apportent une aide au diagnostic et guident surtout le suivi au cours du traitement. Ils sont généralement perturbés dans les IOA comme dans notre étude mais restent cependant non spécifiques [12, 13].

Le germe des infections ostéoarticulaires de l'enfant a été identifié jusqu'à présent au mieux dans la moitié des cas [13, 14]. Le *Staphylococcus Aureus*, de part son tropisme osseux important, est le plus isolé quel que soit l'âge de l'enfant [3]. Il a été identifié dans 83,3% des hémocultures positives de notre série.

La radiographie centrée sur le membre atteint est un examen de première intention, urgent et systématique. Il permet d'éliminer d'autres étiologies : traumatiques et tumorales. La radiographie est initialement normale. Dans ce contexte, certains considèrent que cette normalité est un argument diagnostique supplémentaire pour penser à une IOA au stade aigue [7, 15]. C'est un examen peu sensible [16]. Dans toute la série on a constaté six anomalies radiographiques dont trois OMA et une arthrite. L'échographie est un examen simple, non invasif, non irradiant, peu coûteux, sensible et disponible, mais il reste opérateur-dépendant. Son intérêt réside dans la détection précoce des abcès sous-périostés afin de pouvoir pratiquer sans délai le drainage chirurgical en cas d'OMA et de mettre en évidence un épanchement et de guider une cytoponction diagnostique en cas d'AS. Dans ce dernier cas, l'échographie permet aussi de rechercher un abcès sous-périosté adjacent qui peut révéler une éventuelle ostéoarthrite [6, 7, 16]. Cet examen a permis d'orienter le diagnostic dans trois cas OMA en montrant trois décollements périostés, chez 62,5% d'AS en mettant en évidence quatre épanchements intra-articulaires et un cas d'OA coxofémorale gauche en objectivant un épanchement intra-articulaires associé à un décollement périosté.

L'IRM est un moyen d'imagerie non irradiant, non invasif mais onéreux. C'est l'examen le plus sensible (76 à 100%). La sensibilité dans l'OMA était de 97% dans l'étude de Mazur et al [16]. La spécificité est variable d'une étude à l'autre, toujours plus faible que la sensibilité. Elle peut varier de 53 à 96% [15, 17-19]. Ces valeurs varient aussi en fonction des séquences utilisées. Dans notre étude, l'IRM a été réalisée chez 26 patients. Sa sensibilité était de 89,4% pour toute la population, 93,3% pour l'OMA et 100% pour l'arthrite. Sa spécificité était de 71,4% pour toute la population et de 100% pour

l'OMA. La scintigraphie osseuse est un examen de grand apport dans le diagnostic des IOA.

Elle permet d'apprécier l'évolutivité et la cartographie du processus infectieux et de distinguer souvent l'infection de l'inflammation [20, 21].

Les dérivés diphosphonates technitiés sont les radiotraceurs les plus utilisés. Ils ont été évalués et mis sur le marché au milieu des années 1970. Ce sont des marqueurs du remodelage osseux et de perfusion osseuse [14, 22, 23].

Même une variation de 5% du remodelage osseux peut être détectée sur la scintigraphie osseuse [24]. En effet, la scintigraphie peut détecter l'anomalie avant l'apparition des variations anatomiques et radiologiques dès les 16 à 48 premières heures de l'infection.

L'examen est réalisé en trois phases : la phase vasculaire qui reflète le flux sanguin dans la région explorée, la phase tissulaire qui reflète l'activité qui s'est extravasée dans les tissus adjacents et la phase osseuse qui reflète l'activité ostéoblastique [25, 26].

La réalisation de la scintigraphie osseuse en trois phases améliore la spécificité de l'examen passant de moins de 50% jusqu'à 96% avec diminution de taux de faux positifs de 25 à 6% [26]. Dans notre étude, la spécificité était de 90,6%. Pour améliorer encore la spécificité de cet examen, il a été conseillé par certains auteurs [27, 28] de pratiquer une quatrième acquisition à la 24ème heure parce que selon eux, l'os infecté continue à fixer le ^{99m}Tc diphosphonate jusqu'à la 24ème heure.

La sémiologie classique de la scintigraphie osseuse au cours de l'IOA est une hyperhémie focale au temps vasculaire, hypercaptation focale au temps tissulaire et une hyperfixation focale au temps osseux [8, 21, 26].

Dans notre étude, les résultats rejoignent la littérature (Tableau n°3). Aucun faux positif n'a été relevé dans notre série. Trois des cinq faux négatifs étaient en rapport avec une mauvaise application du protocole de l'examen et une localisation infectieuse difficilement explorée par les images scintigraphiques planaires.

Pour améliorer notre sensibilité et notre spécificité, on préconise d'utiliser un collimateur à trou sténopéique type pinhole surtout en région juxta-vésicale à cause de l'élimination urinaire du radiotraceur et pour les petites articulations afin de différer toute hyperfixation pathologique de la fixation physiologique du cartilage de conjugaison, de réaliser des images tardives de 24 heures notamment pour les localisations pelviennes, de compléter par une tomographie par émission monophotonique couplées à la tomomodensitométrie (TEMP/TDM) au moindre doute, en particulier dans les localisations rachidiennes [29, 30] et d'encourager l'utilisation des marqueurs spécifiques de l'infection (scintigraphie aux anticorps antigranuleux marqués au ^{99m}Tc « Leukoscan », aux leucocytes marqués à l'¹¹¹Indium ou à l'hexaméthylpropylène-amine-oxime au « ^{99m}Tc-HMPAO »).

CONCLUSIONS

Devant toute suspicion d'IOA, la scintigraphie osseuse triple phase au ^{99m}Tc-HMDP est indispensable au diagnostic initial précoce. Elle permet de mettre en évidence le site infectieux et de faire le bilan de l'étendue des lésions. Si de nos jours, les modalités d'imagerie diffèrent par leur disponibilité, leur coût, leur apport et leur

précision diagnostique, elles demeurent complémentaires.

Une attitude collégiale et homogène permettra d'optimiser la prise en charge initiale des enfants concernés par cette affection et d'augmenter leur chance de guérison.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Références

1. Timsit S, Pannier S, Glorion C, Chéron G. Infections bactériennes ostéoarticulaires du nourrisson et de l'enfant : expérience sur un an. *Arch Pediatr* 2005;12:16-22.
2. Grimprel E, Cohen R. Épidémiologie et physiopathologie des infections ostéoarticulaires chez l'enfant (nouveau-né exclu). *Arch Pediatr* 2007;14:S81-S5.
3. Kaabachi O, Nessib MN, Kechrid A, Jejel C, Ben Gachem M. Profil bactériologique de l'infection ostéoarticulaire du nourrisson : l'expérience de l'hôpital d'enfants de Tunis. *Med Mal Infect* 2001;31:569-70.
4. Cadilhac C, Clavier F, Pannier S, Glorion C, Chéron G. Infections ostéoarticulaires chez l'enfant. *Encycl Med Chir (Elsevier Masson SAS, Paris), Médecine d'urgence*, 2007;1-10.
5. Trifa M, Bouchoucha S, Smaoui H, M. Frikha, S. Ben Marzouk, M. Ben Ghachem, et al. Microbiological profile of haematogenous osteoarticular infections in children. *Orthop Traumatol: Surg Res* 2011;97:186-90.
6. Garcia-Arias M, Balsa A, Martin Mola E. Septic arthritis. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2011;25:407-21.
7. Vial J, Chiavassa-Gandois H. Limb infections in children and adults. *Diagn Interv Imaging* 2012;93:530-46.
8. Bonhoeffer J, Haeberle B, Schaad B, Heininger U. Diagnosis of acute haematogenous osteomyelitis and septic arthritis: 20 years experience at the University Children's Hospital Basel. *Swiss Med Wkly* 2001;131:575-81.
9. Jaramillo D, Treves ST, Kasser JR, Harper M
10. W, Sundel R, Laor T. Osteomyelitis and Septic Arthritis in Children: Appropriate Use of Imaging to Guide Treatment. *Am J Roentgenol* 1995;165:399-403.
11. Connolly LP, Connolly SA, Drubach LA, Jaramillo D, Treves ST. Acute Hematogenous Osteomyelitis of Children: Assessment of Skeletal Scintigraphy-Based Diagnosis in the Era of MRI. *J Nucl Med* 2002;43(10):1310-6.
12. Ben Ghachem M. Quoi de neuf dans les infections ostéoarticulaires hématogènes aiguës de l'enfant ? In: *Conférences d'enseignements*. Paris: Elsevier Masson SAS; 2008;219-38.
13. Gras G, Druon J, Floch S, Bernard L. Infection ostéoarticulaire. *Encycl Med Chir (Traité de médecine) AKOS*. Paris: Elsevier Masson SAS; 2014;1-11
14. Lorrôt M, Fitoussi E, Faye A, Mariani P, Job-Deslandre C, Penneçot G-F, et al. Marqueurs de l'inflammation et infection ostéoarticulaire. *Arch Pediatr* 2007;14:S86-90.
15. Chihara S, Segreti J. Osteomyelitis. *Dis Mon* 2010;56:6-31.
16. Dutronc H, Bocquentin F, Dupont M. Apport de l'imagerie au diagnostic de l'infection ostéoarticulaire. *Med Maladies Infectieuses* 2004;34:257-63.
17. Azoulay R, Alison M, Sekkal A, Sebag G, Adamsbaum C. Imagerie des infections ostéoarticulaires de l'enfant. *Arch Pediatr* 2007;14:113-21
18. Marin C, Sanchez-Alegre M, Gallego C, Ruiz Y, Collado E. Magnetic Resonance Imaging of osteoarticular infections in Children. *Curr Probl Diagn Radiol* 2004;33:43-59.
19. Vittorini E, Del Guidice E, Pizzoli A, Caudana R. MRI versus scintigraphy with ^{99m}Tc-HMPAO-labeled granulocytes in the diagnosis of bone infection. *Radiol Med* 2005;109:395-403.
20. Bhat V, Gupta H. The radiological diagnosis of infection. *Orthopaedics and Trauma* 2014;28(6):409-16.
21. Chrestian P, Vaylet C, Puech B, Nicaud M, Maximin M-C. L'apport de la scintigraphie dans la pathologie de l'appareil locomoteur de l'enfant et de l'adolescent. Regards croisés du clinicien et du scintigraphiste. *Med Nucl* 2012;36:128-39.
22. Alison M, Tanase A, Rega A, Gabor F, Tilea B, Sebag G. Imagerie des infections ostéo-articulaires de l'enfant. *Arch Pediatr* 2014;21:174-5.
23. Rouy JC, Tafani M, Guillet J. Médecine nucléaire et pédiatrie : point de vue radiopharmaceutique. *Med Nucl* 2012;36:124-7
24. Paycha F, Girma A, Granier P, Barré E, Koulibaly PM, Bruna-Muraille C. Guide pour la rédaction de protocole pour la scintigraphie osseuse. *Med Nucl* 2012;36:687-97
25. Brenner AI, Koshy J, Morey J, Lin C, Dipoco J. The Bone Scan. *Semin Nucl Med* 2012;42:11-26
26. Love C, Din AS, Tomas MB, Kalapparambath TP, Palestro CJ. Radionuclide bone imaging: an illustrative review. *Radiographics* 2003;23:341-58.
27. Maurer AH, Chen DCP, Camargo EE, Wong DF, Wagner HN, Alderson PO. Utility of Three-Phase Skeletal Scintigraphy in Suspected Osteomyelitis: Concise Communication. *J Nucl Med* 1981;22:941-9.
28. Goldsmith SJ, Vallabhajosula S. Clinically Proven Radiopharmaceuticals for Infection Imaging: Mechanisms and Applications. *Semin Nucl Med* 2009;39:2-10.
29. El Maghrabi TA, Moustafa HM, Pauwels MK. Nuclear medicine methods for evaluation of skeletal infection among other diagnostic modalities. *J Nucl Med Mol Imaging* 2006;50(3):167-92.
30. Paycha F, Girma A, Granier P. Démarche sémiologique en TEMP/TDM osseuse. Une approche diagnostique intégrée de l'imagerie hybride. *Med Nucl* 2010;34:490-511.
31. Rezungles F, Delavigne K, Charlat I. TEMP/TDM : les preuves de l'efficacité pour les pathologies inflammatoires et infectieuses profondes ; localisation des foyers ectopiques. *Med Nucl* 2007;31:206-13.