

# Processus infectieux

C. Blondet, G. Bierry

## PLAN DU CHAPITRE

<b>Introduction</b>	<b>204</b>
<b>Phase initiale : œdème</b>	<b>204</b>
<b>Phase d'état : abcès</b>	<b>206</b>
<b>Phase séquellaire : modifications structurelles</b>	<b>207</b>
<b>Médecine nucléaire</b>	<b>207</b>



## Objectifs

- Connaître les différents aspects d'une infection débutante en radiographie, TDM, IRM et échographie.
- Connaître les avantages et limites des différentes modalités d'imagerie en pathologie infectieuse.
- Connaître la séméiologie de l'œdème et de l'abcès avec les différentes modalités d'imagerie.
- Connaître les MRP utilisés en médecine nucléaire dans l'exploration de l'infection.

## Introduction

L'infection entraîne d'abord des modifications inflammatoires non spécifiques avec augmentation de l'eau extracellulaire (œdème) et infiltration de cellules inflammatoires, puis des altérations structurelles du tissu atteint.

L'imagerie médicale n'est pas encore capable en routine de démontrer directement la présence des agents pathogènes, mais peut montrer des signes indirects :

- un œdème (phase initiale), présent dans toute réaction inflammatoire, et non spécifique de l'infection;
- un abcès formé par les tissus lésés et les cellules dégradées (phase d'état);
- des modifications structurelles (phase séquellaire).

Toutefois, elle peut révéler l'infiltration précoce des cellules inflammatoires (leucocytes) grâce à des traceurs (MRP) en médecine nucléaire.

## Phase initiale : œdème

L'œdème peut se résumer à une augmentation de la quantité de l'eau extracellulaire dans les tissus. C'est la première manifestation de l'infection, sans être toutefois spécifique. Plus une technique d'imagerie est efficace pour montrer cet œdème, plus elle est capable de révéler les phases initiales d'infection. On parle de sensibilité : certaines techniques comme l'IRM sont très sensibles pour montrer l'œdème, alors que les radiographies le sont moins.

## Radiographies

Les radiographies sont capables de différencier les tissus en les classant selon quatre grandes familles de densité : hydrique (eau, organes pleins, muscles), aérique (air, tissu pulmonaire), grasseuse et osseuse (ou calcifiée) (voir chapitre 3).

Comme l'eau extracellulaire a par définition une densité hydrique, son augmentation est donc plus facile à détecter dans les tissus ayant une densité de base non hydrique (poumon, os) que dans ceux ayant une densité spontanée proche de l'eau (muscles, foie, rein, etc.). De même, l'eau extracellulaire peut prendre la place du tissu grasseux, qui, s'il n'est pas lui-même un organe à proprement parler, enveloppe et ainsi délimite les autres organes. Le remplacement de la densité de la graisse par celle de l'eau est donc un reflet de la présence d'un œdème dans l'organe adjacent.

Parallèlement, l'œdème entraîne un gonflement des structures atteintes, dont la taille va augmenter. Ainsi, même si les modifications de densité sont discrètes, cette augmentation de taille peut révéler la présence d'un œdème dans le tissu concerné.

## Infections des tissus mous et des organes pleins

Les radiographies sont peu sensibles pour la détection de l'œdème dans les tissus mous (muscles, peau) et les organes pleins (foie, rein, etc.). Ainsi, le signe le plus intéressant et le plus facile à détecter est une augmentation de la taille, notamment de l'épaisseur du tissu atteint. Le deuxième signe



Figure 19.1

### Déminéralisation infectieuse du médio-pied en radiographie.

Radiographie oblique du pied droit chez un patient avec une arthrite septique montrant une diminution diffuse de la densité du médio-pied par rapport aux métatarses (flèches) et une mauvaise visualisation des contours des os (perte de définition de l'os cortical).

est l'effacement du tissu graisseux entourant les organes et tissus du fait de la densité hydrique de l'eau extracellulaire.

## Infection osseuse

Les radiographies montrent une diminution de la densité des os : on parle de *déminéralisation* (figure 19.1). Cependant, cette déminéralisation apparaît tardivement par rapport au début des manifestations cliniques. Les radiographies sont ainsi peu sensibles pour la détection des infections débutantes.

## Infection des tissus pulmonaires

L'infection pulmonaire est, de toutes les infections, celle qui est la mieux visible en radiographie car la densité du poumon normal est très basse (aérique, c'est-à-dire proche de celle de l'air). L'œdème et l'infiltrat fibrino-leucocytaire vont remplacer la densité aérique par une densité hydrique, et comme la différence entre les deux densités est importante, l'œdème sera relativement aisé à reconnaître sous forme d'une *opacité* (figure 19.2).



Figure 19.3

### Appendicite en TDM.

TDM abdominale avec injection de produit de contraste montrant un appendice œdématié, élargi (flèche) avec une infiltration de la graisse adjacente, qui apparaît floue et mal limitée (tête de flèche).

## TDM

La TDM repose sur le même principe que la radiographie, mais elle est plus sensible car il s'agit d'une acquisition en coupes et non en projection : elle peut détecter des modifications de densité plus faibles.

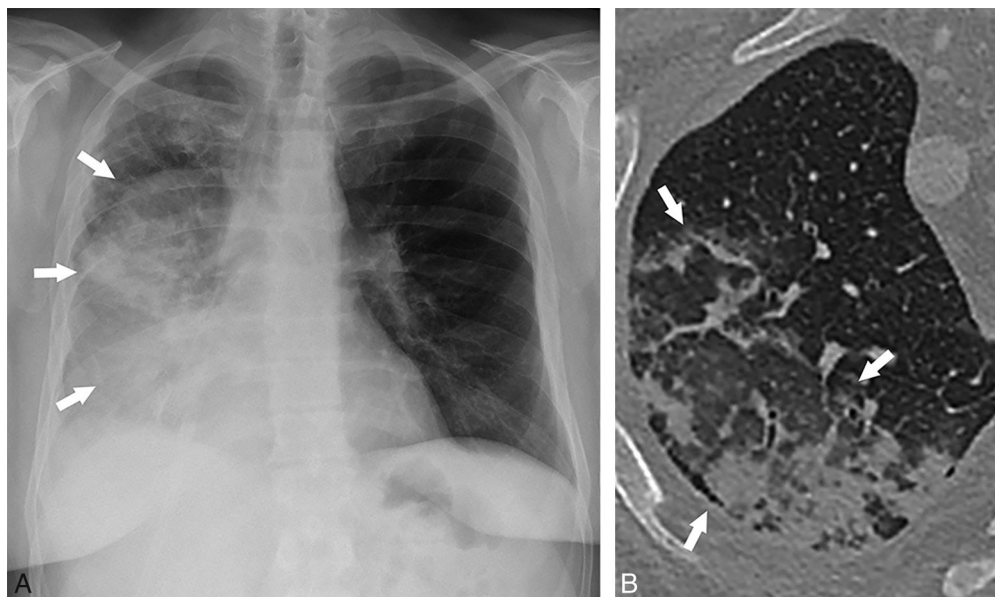


Figure 19.2

### Pneumopathie infectieuse droite.

Radiographie de face (A) et TDM thoracique en coupe axiale (B) montrant des opacités parenchymateuses liées au remplissage des alvéoles par l'œdème (flèches). Le contraste spontané entre air et œdème (densité hydrique) permet la visualisation directe des anomalies pulmonaires aussi bien en radiographie qu'en TDM.

La TDM est notamment supérieure pour voir l'œdème dans les tissus ayant une densité naturelle de type hydrique (organes pleins, muscles, tissus mous, etc.) : l'œdème apparaît alors *hypodense* (figure 19.3).

Dans le poumon, l'œdème apparaît sous forme d'une zone de densité supérieure au parenchyme adjacent mal limitée (voir figure 19.2). Dans les os, l'œdème entraîne une déminéralisation, c'est-à-dire une densité inférieure à celle de l'os adjacent.

## IRM

L'IRM est l'examen d'imagerie médicale de référence pour la détection des modifications de quantité et de distribution de l'eau. Comme l'IRM est très sensible pour la détection de l'œdème, c'est l'examen non isotopique qui montrera le premier les signes débutants de l'infection (figure 19.4). Un tissu œdématié a un signal IRM se rapprochant de celui de l'eau (hyposignal T1, hypersignal T2).

## Échographie

Le tissu œdématié apparaît hypoéchogène (voir chapitre 18). Par ailleurs, l'échographie permet une analyse fonctionnelle directe : l'augmentation de la vascularisation associée à la réaction inflammatoire peut être mise en évidence par le Doppler.



Figure 19.4

**Infection discolaire (spondylodiscite infectieuse) L3/L4.** IRM en coupe sagittale en séquence T1 (A) et T2 (B). L'œdème vertébral leur donne un hyposignal en T1 et un hypersignal T2 (flèches). L'atteinte de deux corps vertébraux adjacents d'un disque avec la présence d'érosions est évocatrice de spondylodiscite infectieuse.

## Phase d'état : abcès

Un abcès est une poche liquidienne néoformée dans un tissu infecté, composée d'agents pathogènes et de leucocytes détruits. L'apparition d'un abcès est la confirmation de la nature infectieuse d'un processus pathologique.

## Radiographies

Les radiographies sont limitées à la détection des abcès pulmonaires où ils apparaissent comme des opacités dans le parenchyme pulmonaire.

## TDM

La TDM montre une formation généralement arrondie, de densité liquidienne. L'abcès est limité par une couronne inflammatoire. L'injection de produit de contraste rehausse cette couronne très vascularisée alors que le centre liquidien reste inchangé : prise de contraste (ou rehaussement) annulaire ou périphérique, caractéristique de l'abcès.

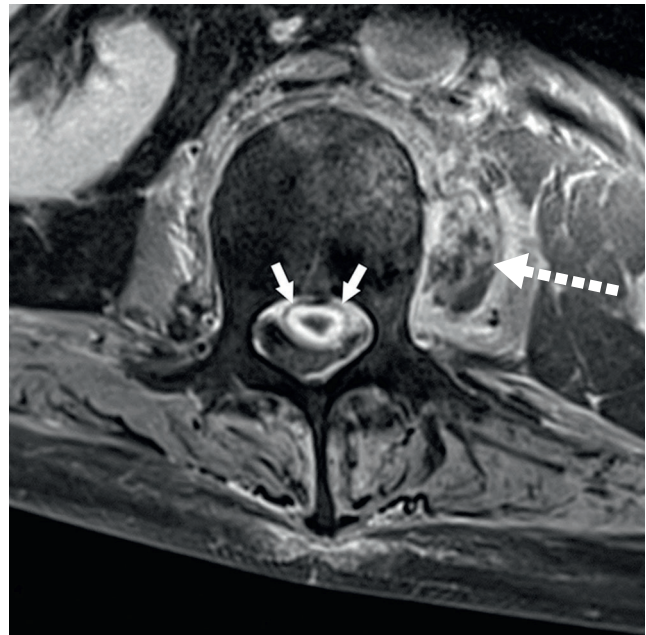


Figure 19.5

**Abcès dans l'espace épidual suite à une spondylodiscite infectieuse en IRM.**

Coupe IRM axiale en séquence T1 avec injection de produit de contraste montrant une formation nodulaire avec un centre en hyposignal (cavité liquidienne) et une prise de contraste périphérique en anneau (flèches) typique d'un abcès; un autre abcès est visible en paravertébral à gauche (flèche pointillée).

## Échographie

L'abcès des parties molles est reconnu en échographie (s'il n'est pas trop profond) comme une formation arrondie hypoéchogène (noir).

## IRM

L'abcès apparaît sous forme d'une lésion arrondie en hyposignal T1 et hypersignal T2 (figure 19.5). Comme en TDM, l'injection de produit de contraste permet de sensibiliser sa détection : sur une séquence T1 après injection, le centre liquidien reste en hyposignal, alors qu'il existe un rehaussement périphérique.

## Phase séquellaire : modifications structurelles

Les modifications structurelles sont des altérations des organes liées à l'action destructrice des agents pathogènes, survenant après ou simultanément à l'œdème. Ces modifications sont plus ou moins irréversibles, selon les capacités de récupération des tissus. Les modifications des tissus mous sont ainsi le plus souvent transitoires et d'aggravation progressive (œdème simple puis formation d'un abcès). Elles peuvent néanmoins être définitives dans les tissus à faible capacité de récupération comme les tissus osseux ou cartilagineux. Ainsi, ces modifications structurelles sont souvent des séquelles définitives.

## Radiographies et TDM

Les modifications structurelles ont le même aspect en radiographie et en TDM; cette dernière est cependant plus performante.

### Atteintes osseuses

Les modifications structurelles les plus fréquemment observées en radiographie sont les atteintes osseuses.

Les os infectés apparaissent initialement déminéralisés puis détruits sur une plage plus ou moins grande; on parle d'*ostéolyse*. Ces modifications sont non spécifiques de l'infection et peuvent se voir également dans les atteintes inflammatoires non infectieuses.

Des zones d'os mortifiés sont visibles sur le site infectieux sous la forme de fragments osseux très denses; on parle de *séquestres*.

Dans les infections articulaires, la destruction du cartilage se manifeste par un pincement de l'interligne articulaire.

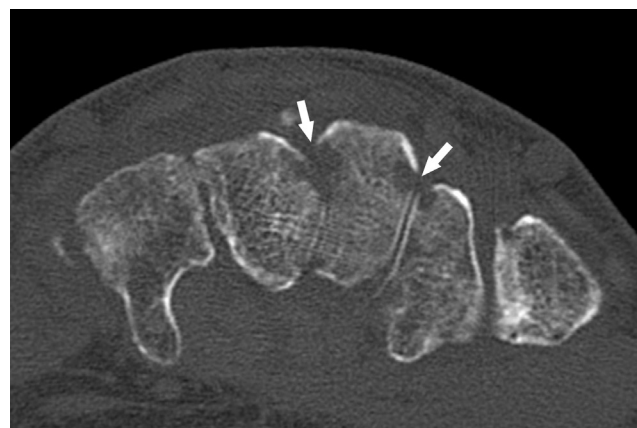


Figure 19.6

### Érosions osseuses en TDM.

TDM du poignet (coupe axiale) montrant des ostéolyses focales (flèches) chez un patient avec une arthrite septique.

Les ostéolyses autour des interlignes articulaires s'appellent des *érosions*, qui sont des zones de résorption secondaire à une atteinte articulaire (par exemple une arthrite septique) (figure 19.6).

### Atteintes pulmonaires

Après une infection, il est fréquent que le poumon ne récupère pas un volume normal. Des adhérences se sont formées dans les lobes et empêchent l'ampliation complète. Des plages de poumon collabé forment ainsi des bandes cicatricielles (*atélectasies* cicatricielles). Des calcifications cicatricielles peuvent être présentes.

### Atteinte des tissus mous

Les tissus mous, mieux vascularisés, ont une meilleure capacité de récupération que les os et les poumons. Les principales séquelles sont des atrophies parenchymateuses focales ou diffuses, ou des rétractions ou oblitérations de canaux (voies biliaires, tube digestif, etc.). Des calcifications cicatricielles peuvent également être présentes.

## IRM

Les modifications structurelles visibles en IRM sont de deux types :

- zones d'atrophie et/ou d'adhérence;
- fibrose (ou sclérose) tissulaire en hyposignal T1 et T2 car la zone séquellaire est déshydratée.

## Médecine nucléaire

Parmi les médicaments radiopharmaceutiques (MRP) disponibles, certains sont généralistes et montrent la distribution de cellules impliquées dans la composante inflammatoire des processus infectieux : le gallium 67 ( $^{67}\text{Ga}$ ), historique, le  $^{18}\text{F}$ -FDG, les leucocytes autologues marqués au  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO, au  $^{111}\text{In}$ -oxinate, voire au  $^{18}\text{F}$ -FDG, et les anticorps antigranulocytaires marqués ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sulesomab ou  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -besilesomab). Quand la demi-vie d'un traceur généraliste le permet (marquage des leucocytes au  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO ou au  $^{111}\text{In}$ -oxinate en particulier), le recueil de sa

distribution tardive (24 heures après injection) reflète plus spécifiquement un processus infectieux évolutif qu'une inflammation non septique : les leucocytes s'accumulent durablement dans un site infecté alors qu'ils ne sont recrutés que transitoirement à l'occasion d'un processus inflammatoire.

D'autres MRP ont une forte spécificité tissulaire et sont utilisés afin de caractériser les conséquences précoces et/ou tardives de l'infection sur un tissu. C'est le cas du  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMDP, traceur ostéotrope (hyperfixation signant la reconstruction en périphérie d'une ostéite) et du  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA, traceur du cortex rénal (lacune de fixation si séquelle de pyélonéphrite).

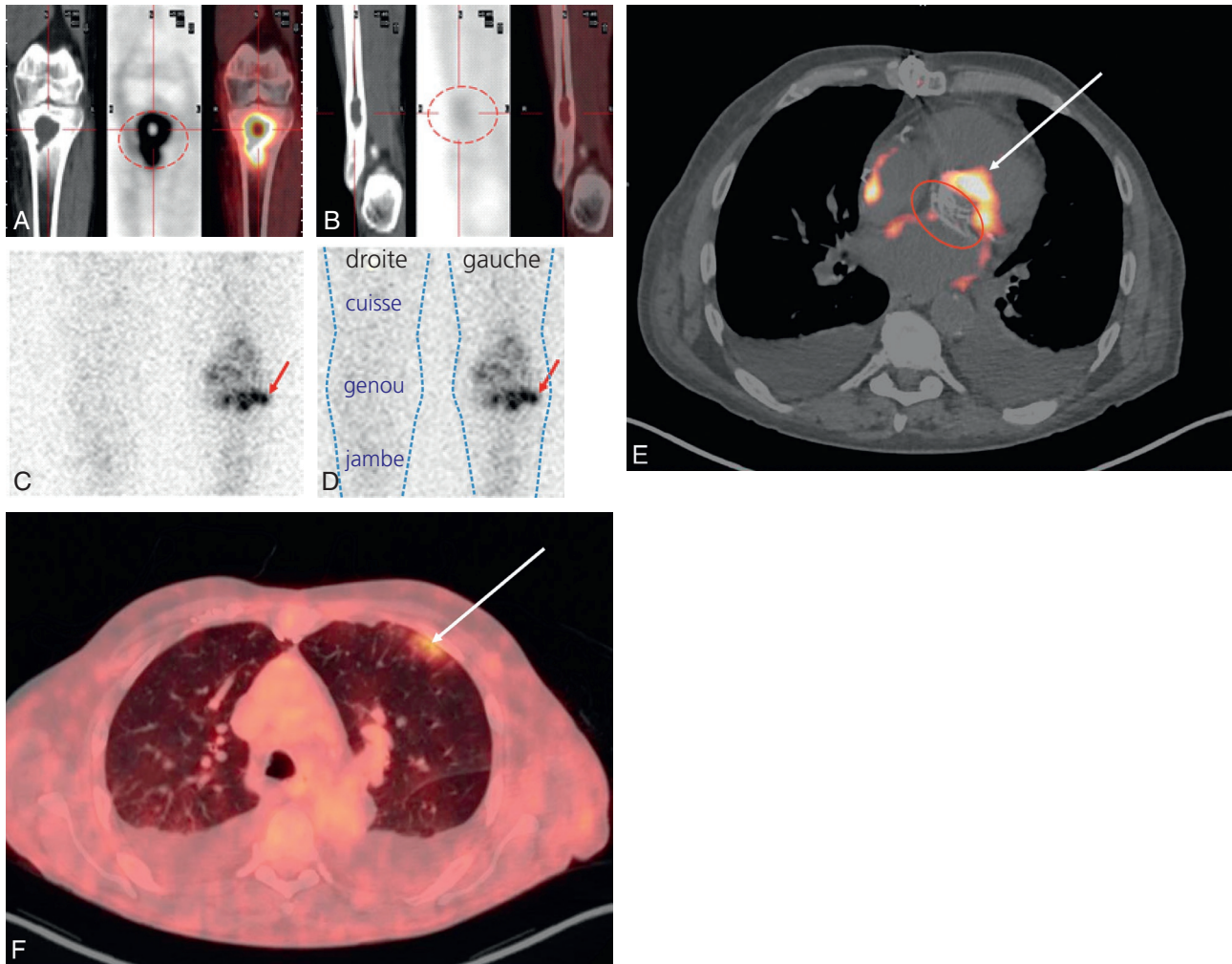


Figure 19.7

### MRP généralistes.

A, B. TEP-TDM au  $^{18}\text{F}$ -FDG. Ostéomyélite bifocale avec récurrence infectieuse chez un enfant. Intense consommation cellulaire de glucose en périphérie de la lacune osseuse de la métaphyse tibiale supérieure gauche (cercle), signant l'évolutivité de l'ostéomyélite à ce niveau (A). Le côté controlatéral (B) ne montre pas de reprise évolutive avec une lacune osseuse séquellaire (cercle). C, D. Scintigraphie aux leucocytes marqués ( $^{111}\text{In}$ -oxinate). Infection de prothèse totale de genou avec accumulation de leucocytes marqués en périphérie de la pièce tibiale de la prothèse (flèche, vue antérieure). E, F. TEP-TDM au  $^{18}\text{F}$ -FDG. Endocardite infectieuse sur prothèses mécaniques valvulaires mitrale et aortique. E. Intense hypermétabolisme glucosé (flèche) au niveau des prothèses mécaniques (ellipse rouge). F. Embolie septique à distance (flèche) dans le parenchyme pulmonaire.

## Médicaments radiopharmaceutiques généralistes ( $^{18}\text{F}$ -FDG, leucocytes marqués, $^{67}\text{Ga}$ )

Communs avec l'exploration de l'inflammation, les MRP non spécifiques ont les caractéristiques suivantes :

- le  $^{18}\text{F}$ -FDG traduit l'hypermétabolisme glucosé des cellules impliquées dans les phénomènes inflammatoires ou infectieux ;
- les leucocytes marqués (soit in vitro, soit in vivo par des anticorps) se distribuent dans les sites de recrutement des cellules de la lignée blanche ;
- le citrate de  $^{67}\text{Ga}$  s'accumule principalement dans les macrophages.

En cas de suspicion clinique ou biologique d'infection évolutive, ces MRP décèlent la mobilisation cellulaire en rapport (figure 19.7), y compris si l'infection évolue à bas bruit, situation fréquente au contact du matériel prothétique orthopédique (prothèses totales de hanche ou de genou). Notons l'intérêt du  $^{18}\text{F}$ -FDG dans les suspicions d'endocardites, notamment sur valve prothétique ou matériel intracardiaque de stimulateur (voir figure 19.7).

## Médicaments radiopharmaceutiques à spécificité tissulaire

Ces MRP sont particulièrement utilisés dans la recherche d'infections évolutives ou de séquelles fonctionnelles d'infection, notamment en pédiatrie.

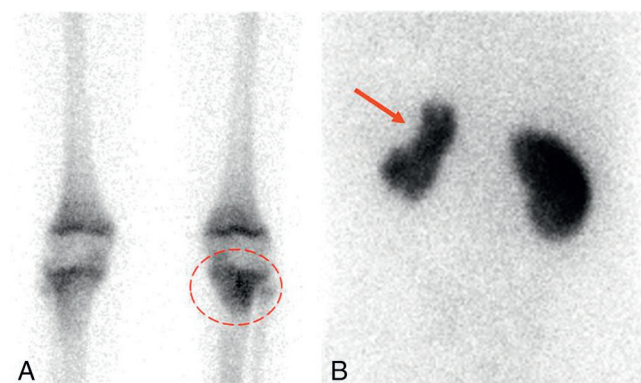


Figure 19.8

### MRP spécifiques.

A. Scintigraphie osseuse au  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMDP. Ostéomyélite tibiale chez un enfant : hyperfixation relative sur la métaphyse tibiale supérieure gauche (entourée, vue antérieure). À noter : la fixation du traceur osseux est également accentuée physiologiquement dans l'ensemble des cartilages de conjugaison. B. Scintigraphie rénale au  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA. Séquelle fonctionnelle de pyélonéphrite : lacune de fixation corticale supéro-externe du rein gauche (flèche, vue postérieure).



### Essentiel à retenir

- L'imagerie est peu spécifique et il est parfois difficile de distinguer une infection d'une inflammation non infectieuse.
- À la phase précoce, les signes indirects sont l'œdème et un épanchement, libre ou dans une cavité séreuse, identifié selon la localisation anatomique par IRM, radiographie, TDM ou échographie.
- L'abcès est une manifestation plus spécifique de l'infection avec un centre liquidien et une couronne vascularisée, prenant le contraste aussi bien en IRM qu'en TDM.
- À la phase tardive, des modifications séquellaires sont présentes avec altérations permanentes de la forme et de la structure du tissu atteint.
- Quelle que soit la phase d'évolution de l'infection, la médecine nucléaire utilise des MRP révélant la présence de cellules impliquées dans l'infection (leucocytes) et/ou des MRP caractérisant la dysfonction du tissu atteint.

### Traceur ostéotrope : $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMDP

L'acquisition précoce (5 minutes après injection) révèle l'hyperhémie des régions infectées, liée à l'inflammation inhérente.

L'acquisition tardive (3 à 5 heures après injection) révèle l'augmentation d'activité des ostéoblastes liée à la reconstruction osseuse qui accompagne la destruction induite par l'infection ; ce temps tardif caractérise par exemple une ostéomyélite (figure 19.8A) ou le descellement septique d'une prothèse ostéoarticulaire. Chez l'enfant, l'infection osseuse, d'origine hémotogène, touche préférentiellement la métaphyse, très vascularisée.

### Traceur du cortex rénal : $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA

De 3 à 6 heures après injection de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA, seul le cortex rénal fonctionnel fixe le traceur. Une lacune corticale de fixation suggère donc une infection aiguë ou une séquelle fonctionnelle de pyélonéphrite (figure 19.8B).

## ENTRAÎNEMENT 19.1 QCM

### QCM 1

Dans quel tissu les radiographies permettent-elles de détecter l'œdème le plus facilement ?

- A Os
- B Rein
- C Poumon
- D Foie
- E Muscle

### QCM 2

Dans quel tissu les radiographies montrent-elles le plus facilement les lésions structurelles ?

- A Os
- B Rein
- C Poumon
- D Foie
- E Muscle

### QCM 3

Quelle est la technique d'imagerie la plus performante pour la détection de l'œdème ?

- A Radiographies
- B TDM
- C Échographie
- D IRM
- E TDM avec injection

### QCM 4

Quel(s) est (sont) le(s) MRP généraliste(s) de l'infection (c'est-à-dire non spécifique d'organe) ?

- A  $^{99m}\text{Tc}$ -HMDP
- B  $^{18}\text{F}$ -FDG
- C Leucocytes marqués
- D Anticorps antigranulocytaires marqués
- E  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA

### QCM 5

Comment se présente un œdème en IRM (deux réponses justes) ?

- A Hyposignal T1
- B Hyposignal T2
- C Hypersignal T1
- D Hypersignal T2
- E Isosignal T2

### QCM 6

Comment se présente un abcès en IRM (deux réponses justes) ?

- A Centre en hyposignal T1 avec prise de contraste périphérique
- B Centre en hyposignal T2
- C Centre en hypersignal T1

D Centre en hypersignal T2

E Centre en hypersignal T1 avec prise de contraste périphérique

### QCM 7

Un tissu œdématié apparaît en échographie :

- A Hyperéchogène
- B Hyperdense
- C Hypo-intense
- D Hypoéchogène
- E Hyperintense

### QCM 8

Quel est, parmi les suivants, le premier signe d'infection osseuse en radiographie ?

- A Condensation
- B Déminéralisation
- C Érosions
- D Pincement de l'interligne
- E Fracture

### QCM 9

Dans quel tissu est-il le plus simple de détecter un abcès en radiographie ?

- A Os
- B Muscle
- C Foie
- D Rein
- E Poumon

### QCM 10

Sous quelle forme l'œdème peut-il se manifester ?

- A Hypersignal T2 en IRM
- B Hypodensité en radiographie
- C Opacité en TDM
- D Déminéralisation en radiographie
- E Hyperéchogénicité en échographie

### QCM 11

Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A Une ostéite évolutive se traduit par une hyperfixation de  $^{99m}\text{Tc}$ -HMDP en périphérie de la lésion.
- B Une endocardite active se traduit par une absence de métabolisme glucosé (c'est-à-dire non-fixation de  $^{18}\text{F}$ -FDG) en regard de l'appareil valvulaire cardiaque.
- C Une accumulation tardive focale de leucocytes marqués oriente vers une infection.
- D Une lacune de fixation de  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA dans le cortex rénal traduit une séquelle de pyélonéphrite ou une pyélonéphrite aiguë.
- E Une accumulation précoce de  $^{99m}\text{Tc}$ -HMDP indique une hyperhémie.