

## L'IRM OSTÉO-ARTICULAIRE EN PRATIQUE PÉDIATRIQUE : COMMENT ?

**Karen Lambot-Juhan**, Hôpital Necker Enfants Malades, Paris, France

karen.lambot@nck.aphp.fr

### INTRODUCTION

L'IRM avec son caractère non irradiant et son excellente résolution tissulaire est un examen de choix dans l'exploration de la pathologie ostéo-articulaire. Ces dernières années les avancées technologiques (machines, antennes, séquences) ont permis d'améliorer la qualité d'image tout en réduisant les temps d'examen, rendant cet examen moins contraignant en pratique pédiatrique.

### TECHNIQUE

Les examens d'IRM en pratique courante sont réalisés majoritairement sur des machines de 1.5 Tesla, les machines de haut champ magnétique (3.0 Tesla), étant beaucoup moins répandues. Cependant l'IRM à 3.0 Tesla se développe en pratique pédiatrique, car sa nette augmentation des résolutions spatiale et temporelle en fait un atout pour explorer l'enfant. En effet, l'augmentation de la résolution spatiale augmente la capacité à imager chez des enfants plus petits des structures anatomiques petites telles que l'oreille interne, le plexus brachial, l'arbre biliaire et le système vasculaire. Les durées d'acquisition plus courtes sont très utiles chez l'enfant qui n'est pas toujours capable de coopérer très longtemps. Les limites et inconvénients de l'IRM 3T concernent la sécurité du patient (taux d'absorption spécifique élevé, niveau de bruit élevé, matériels métalliques implantés) et plus d'artéfacts (B1 inhomogène, augmentation des artéfacts de susceptibilité magnétique et de déplacement chimique). L'imagerie musculo-squelettique émerge comme une des applications cliniques importantes de l'IRM de haut champ qui apparaît performante pour l'analyse du cartilage, des nerfs, des ligaments et des petites articulations. (1-3).

La réalisation d'une IRM ostéo-articulaire chez un enfant nécessite une bonne réflexion au préalable sur les modalités pratiques afin d'optimiser l'examen. Plusieurs paramètres sont ainsi à prendre en compte.

*Le choix de l'antenne* la mieux adaptée à la région à explorer est primordial pour une imagerie de qualité. Chez les grands enfants on peut utiliser une antenne dédiée pour les petites régions anatomiques (cheville, poignet, genou, épaule) ou une antenne de surface pour les régions plus grandes (rachis, bassin, membres inférieurs). Chez l'enfant plus petit, endormi et immobilisé pour l'examen, le choix de l'antenne peut être plus réduit.

*Le positionnement de l'enfant* est également important pour un meilleur signal mais doit être adapté aux capacités des enfants. En effet le signal sera meilleur si la région à explorer est au centre de l'aimant mais certaines positions chez des enfants douloureux peuvent être difficilement envisagées (ex : position superman pour

l'exploration d'un poignet dans le cadre d'une AJI polyarticulaire chez un enfant avec atteinte des épaules)

*L'immobilité* est un préalable indispensable à l'examen. Elle sera obtenue différemment selon l'âge de l'enfant : biberon pour les moins de 6 mois, explications et mise en confiance pour les plus de 5 ans et sédation ou anesthésie générale pour les enfants entre ces 2 âges, en fonction des équipes.

Enfin les *mesures anti-bruits* sont indispensables à mettre en œuvre pour rendre l'examen le moins désagréable possible.

### **SÉQUENCES DE BASE ET NOUVEAUTÉS**

Les séquences de base en pathologie ostéo-articulaire sont les séquences pondérées T2 avec saturation de la graisse et/ou STIR pour visualiser l'œdème osseux et les épanchements liquidiens, les séquences en densité de proton avec saturation de la graisse pour en plus analyser le cartilage, les séquences pondérées T1 dites anatomiques, les séquences pondérées T1 avec injection de produit de contraste et saturation de la graisse pour le bilan des pathologies inflammatoires, infectieuses et tumorales.

#### *Séquences 3D*

Les séquences T1 en écho de gradient et en spin écho, T2\*, en densité de proton avec saturation de la graisse sont maintenant disponibles en *3 dimensions isotropiques*. Elles permettent, en une seule séquence, d'acquérir un volume anatomique et de l'analyser ensuite dans les 3 plans de l'espace, diminuant ainsi la durée de l'examen.

#### *Fusion d'image*

Les machines d'IRM disposent de logiciels performants permettant de faire de la fusion d'image et de superposer différentes séquences, par exemple les images de diffusion avec les images anatomiques 2D ou 3D.

#### *Séquences avec décomposition de l'eau et de la graisse*

La saturation de la graisse peut être inhomogène dans certaines régions anatomiques comme le cou ou les extrémités, pour les images non iso-centrées ou les larges champs de vue et autour de matériel métallique. Ceci est dû à l'inhomogénéité de champ causé par les différences de susceptibilité à l'interface air-tissu et par la géométrie défavorable ou les inhomogénéités, induites par le matériel métallique. Dans ce sens les séquences avec séparation uniforme de l'eau et de la graisse (comme la séquence IDEAL ou Iterative Decomposition of water and fat with Echo Asymmetry and Least-squares Estimation) permettent une information fiable sur l'imagerie de l'eau, l'obtention d'une imagerie de la graisse et réduisent le nombre de séquences refaites pour cause de saturation de graisse inhomogène.

#### *Antennes multi-canaux multi-réceptrices, imagerie parallèle et correction des artéfacts de mouvements (PROPELLER et BLADE)*

Les performances de l'IRM ont été améliorées par l'avènement des antennes multi-canaux multi-réceptrices, l'imagerie parallèle et les séquences corrigeant les

artéfacts de mouvements (PROPELLER ou BLADE). Les antennes multi-canaux multi-réceptrices et l'imagerie parallèle ont permis de considérablement réduire la durée des examens tout en maintenant la résolution spatiale et le contraste de l'image (4,5). Les séquences qui corrigent les artéfacts de mouvement (Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines With Enhanced Reconstruction ou PROPELLER et BLADE) sont une variante de la technique de coupes radiaires, avec un recouvrement des zones centrales et permettent d'améliorer la qualité d'image (6).

#### *Exploration du cartilage articulaire*

L'IRM est la meilleure technique d'imagerie pour l'analyse du cartilage articulaire. Il existe deux catégories de séquences, celles pour l'analyse morphologique et celle pour l'évaluation de la composition du cartilage. Les séquences permettant d'évaluer le réseau collagène et le contenu en protéoglycanes de la matrice cartilagineuse comme le T2 mapping, l'IRM de rehaussement tardif après injection de gadolinium (dGEMRIC), le T1 rho, l'imagerie du sodium et l'imagerie de diffusion, sont plutôt utilisées dans la pathologie dégénérative donc chez l'adulte. Chez l'enfant l'analyse morphologique du cartilage prime et est basée sur des séquences standards en spin-écho (SE) et en écho de gradient (GRE), des séquences SE rapides et des séquences 3D SE et GRE (7,8).

#### *Imagerie de diffusion*

L'imagerie de diffusion, permettant de mesurer les mouvements microscopiques des molécules d'eau, est le reflet à la fois de la cellularité et du contenu en eau des tissus. Les applications en pathologie ostéo-articulaire ont surtout été décrites chez l'adulte (pathologies vertébrales et pathologie de la moelle osseuse, caractérisation des tumeurs des parties molles, pathologie tumorale osseuse primitive) (9,10).

L'imagerie de diffusion corps entier est une technique particulièrement prometteuse chez l'enfant car la plupart des tumeurs malignes pédiatriques sont des tumeurs à cellules rondes avec une diffusion de l'eau réduite (11). Elle est un outil complémentaire intéressant pour déterminer le stade des patients porteurs de lymphome (12,13), mais n'est pas utile pour évaluer les tumeurs à cellules fusiformes ou l'histiocytose Langerhansienne (14).

#### *Perfusion tissulaire*

Les séquences dynamiques T1 après injection de produit de contraste permettent une mesure de la perfusion tissulaire mais donnent également accès à la perméabilité tissulaire. Elles sont notamment utilisées pour explorer la moelle osseuse (15).

#### *IRM corps entier*

Les principales indications de l'IRM corps entier sont l'évaluation d'atteintes multiples ou diffuses dans différentes pathologies osseuses (pathologies inflammatoires rhumatologiques, disséminations métastatiques des tumeurs solides) ou inflammatoires musculaires telles que la dermatomyosite.

En oncologie pédiatrique, l'IRM corps entier a des performances diagnostiques plus élevées que la scintigraphie osseuse et comparables au FDG- PET scan pour la détection des métastases osseuses (11, 16-18).

Le faible nombre de publications sur l'IRM de diffusion dans l'exploration des tumeurs solides, ne permet pas encore de déterminer pour quelle entité elle est la modalité de choix et pour quelles tumeurs elle joue seulement un rôle complémentaire dans la démarche diagnostique (19).

Un étude récente sur l'intérêt de l'IRM corps entier dans le bilan des enfants suspects de maltraitance, révèle que l'IRM a une sensibilité faible (40%) et une spécificité élevée (95%) dans la détection des fractures, avec une sensibilité particulièrement basse pour les lésions métaphysaire (31%) et les fractures de côtes (57%). Elle ne peut pas remplacer les radiographies du squelette mais peut être utile en complément car elle identifie parfois des anomalies des parties molles (œdème musculaire ou épanchements liquidiens intra-articulaires), signes indirects de fractures additionnelles (20).

### **CONCLUSION**

L'IRM est un examen de choix dans l'exploration de la pathologie ostéo-articulaire pédiatrique d'autant plus que les avancés techniques récentes ont diminué les contraintes de sa réalisation.

### **BIBLIOGRAPHIE**

1. Chavhan GB, Babyn PS, Singh M, Vidarsson L, Shroff M. MR imaging at 3.0 T in children: technical differences, safety issues, and initial experience. *Radiographics*. 2009 Sep-Oct;29 (5):1451-66.
2. Dagia C, Ditchfield M. 3T MRI in paediatrics: challenges and clinical applications. *Eur J Radiol*. 2008 Nov;68 (2):309-19.
3. Kuo R, Panchal M, Tanenbaum L, Crues JV 3rd. 3.0 Tesla imaging of the musculoskeletal system. *J Magn Reson Imaging*. 2007 Feb;25 (2):245-61.
4. Heidemann RM, Ozsarlak O, Parizel PM, Michiels J, Kiefer B, Jellus V, Müller M, Breuer F, Blaimer M, Griswold MA, Jakob PM. A brief review of parallel magnetic resonance imaging. *Eur Radiol*. 2003 Oct;13 (10):2323-37.
5. Zuo J, Li X, Banerjee S, Han E, Majumdar S. Parallel imaging of knee cartilage at 3 Tesla. *J Magn Reson Imaging*. 2007 Oct;26 (4):1001-9.
6. Hirokawa Y, Isoda H, Maetani YS, Arizono S, Shimada K, Togashi K. Evaluation of motion correction effect and image quality with the periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reconstruction (PROPELLER) (BLADE) and parallel imaging acquisition technique in the upper abdomen. *J Magn Reson Imaging*. 2008 Oct;28 (4):957-62.

7. Crema MD, Roemer FW, Marra MD, Burstein D, Gold GE, Eckstein F, Baum T, Mosher TJ, Carrino JA, Guermazi A. Articular cartilage in the knee: current MR imaging techniques and applications in clinical practice and research. *Radiographics*. 2011 Jan-Feb;31 (1):37-61.
8. Jazrawi LM, Alaia MJ, Chang G, Fitzgerald EF, Recht MP. Advances in magnetic resonance imaging of articular cartilage. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011 Jul;19 (7):420-9.
9. Bley TA, Wieben O, Uhl M. Diffusion-weighted MR imaging in musculoskeletal radiology: applications in trauma, tumors, and inflammation. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2009 May;17 (2):263-75.
10. Khoo MM, Tyler PA, Saifuddin A, Padhani AR. Diffusion-weighted imaging (DWI) in musculoskeletal MRI: a critical review. *Skeletal Radiol*. 2011 Jun;40 (6):665-81. 12.
11. Goo HW. Regional and whole-body imaging in pediatric oncology. *Pediatr Radiol*. 2011 May;41 Suppl 1:S186-94.
12. Lin C, Luciani A, Itti E, El-Gnaoui T, Vignaud A, Beaussart P, Lin SJ, Belhadj K, Brugières P, Evangelista E, Haioun C, Meignan M, Rahmouni A. Whole-body diffusion-weighted magnetic resonance imaging with apparent diffusion coefficient mapping for staging patients with diffuse large B-cell lymphoma. *Eur Radiol*. 2010 Aug;20 (8):2027-38.
13. Kwee TC, Takahara T, Vermoolen MA, Bierings MB, Mali WP, Nievelstein RA. Whole-body diffusion-weighted imaging for staging malignant lymphoma in children. *Pediatr Radiol*. 2010 Oct;40 (10):1592-602; quiz 1720-1.
14. Goo HW, Yang DH, Ra YS, Song JS, Im HJ, Seo JJ, Ghim T, Moon HN. Whole-body MRI of Langerhans cell histiocytosis: comparison with radiography and bone scintigraphy. *Pediatr Radiol*. 2006 Oct;36 (10):1019-31.
15. Biffar A, Dietrich O, Sourbron S, Duerr HR, Reiser MF, Baur-Melnyk A. Diffusion and perfusion imaging of bone marrow. *Eur J Radiol*. 2010 Dec;76 (3):323-8.
16. Daldrup-Link HE, Franzius C, Link TM, Laukamp D, Sciuk J, Jürgens H, Schober O, Rummeny EJ. Whole-body MR imaging for detection of bone metastases in children and young adults: comparison with skeletal scintigraphy and FDG PET. *AJR* 2001 Jul;177 (1):229-36.
17. Kumar J, Seith A, Kumar A, Sharma R, Bakhshi S, Kumar R, Agarwala S. Whole-body MR imaging with the use of parallel imaging for detection of skeletal metastases in pediatric patients with small-cell neoplasms: comparison with skeletal scintigraphy and FDG PET/CT. *Pediatr Radiol*. 2008 Sep;38 (9):953-62.
18. Punwani S, Taylor SA, Bainbridge A, Prakash V, Bandula S, De Vita E, Olsen OE, Hain SF, Stevens N, Daw S, Shankar A, Bomanji JB, Humphries PD. Pediatric and adolescent lymphoma: comparison of whole-body STIR half-Fourier RARE MR imaging with an enhanced PET/CT reference for initial staging. *Pediatr Radiol*. 2008 Sep;38 (9):953-62.
19. Schaefer JF, Kramer U. Whole-body MRI in children and juveniles. *Rofo*. 2011 Jan;183 (1):24-36.
20. Perez-Rossello JM, Connolly SA, Newton AW, Zou KH, Kleinman PK. Whole-body MRI in suspected infant abuse. *AJR Am J Roentgenol*. 2010 Sep;195 (3):744-50.