

LES STRATEGIES D'EXPLORATION DU GENOU CHEZ L'ENFANT

S Ferey, T Zand, R Vialle

Clinique des Grangettes Genève

Hôpital des enfants Genève

Hôpital Trousseau Paris

Introduction.

Le paysage des équipements d'imagerie a changé ces 10 dernières années, permettant un accès à l'imagerie en coupes facilité. L'arrivée de séquences d'imagerie rapide et 3D à l'IRM ainsi que du multibarrettes au CT et offrent de nouvelles perspectives au radiologue. La technique a ainsi progressé, avec une qualité d'image affinée et un temps d'acquisition rapide. Ces changements ont ils impacté notre pratique ? Peut on définir des « Nouvelle » stratégies de prise en charge des pathologies ostéoarticulaires de l'enfant ?

Le but de ce travail est d'illustrer les possibilités de nouvelles stratégies par des exemples de pathologies du genou.

I les lésions traumatiques

Les lésions traumatiques de l'enfant sont en augmentation ces dernières années du fait de l'intensification et des nouvelles pratiques sportives chez des enfants de plus en plus jeunes (1).

Le genou de l'enfant est une articulation en croissance dont découlent certaines lésions traumatiques spécifiques: fractures-décollements épiphysaires de type Salter, arrachement des insertions ligamentaires. En effet, chez le jeune enfant (avant l'adolescence) les « entorses » correspondent le plus souvent à des arrachements osseux des insertions ligamentaires, l'os étant plus fragile que l'insertion tendineuse (2). Avant la fermeture du cartilage de croissance, les lésions purement ligamentaires (entorses, luxations) existent, mais sont plus rares que les fractures.

Toutefois, certaines lésions méniscales, ligamentaires et osseuses peuvent être communes à l'enfant et à l'adulte.

En fonction de l'âge, par ordre de fréquences les lésions post traumatiques sont : les fractures métaphysaires, puis les fractures-décollements épiphysaires, les fractures ostéochondrales, les fractures des épines tibiales et les lésions ménisco-ligamentaires. L'évaluation de la maturité osseuse est à connaître pour guider le traitement.

La pathologie méniscale traumatique de l'adolescent est identique à celle de l'adulte. Comme chez l'adulte, les lésions méniscales médiales sont les plus fréquentes et peuvent être associées à d'autres lésions ligamentaires (3). Il faut toutefois noter que la vascularisation du ménisque de l'enfant est bien visible et est responsable d'un hyper signal horizontal (contrairement à l'atteinte verticale

habituelle) n'atteignant pas les surfaces articulaires qu'il ne faut pas confondre avec une lésion de grade 2.

La rupture du LCA existe chez l'enfant, en particulier en rapport avec l'augmentation des activités sportives particulièrement en compétition de plus en plus tôt. Le ski, le foot, le basket et les accidents de la voie publique sont pourvoyeurs de lésion du LCA (4). Il peut s'agir de lésions strictement ligamentaires, complètes ou partielles, mais les lésions les plus fréquentes du pivot central chez l'enfant sont des avulsions de l'insertion tibiale du LCA avec fracture de l'épiphyse (« Fracture des épines tibiales »). Les déchirures incomplètes du LCA sont plus fréquentes chez le jeune enfant alors qu'avec la maturation, les ruptures complètes et les lésions associées augmentent en fréquence pour approcher celle de l'adulte.

La fréquence des lésions associées est à souligner : lésions méniscales, fracture épiphysaire fémorale... C'est un élément important dans la stratégie d'exploration en imagerie de ces traumatismes (5).

Le diagnostic différentiel des ruptures du LCA est l'agénésie du LCA (à rechercher en cas d'ectromélie longitudinale externe), avec hypoplasie de l'échancrure condylienne. Une inégalité de longueur des membres avec hypoplasie fémorale et tibiale (parfois discrète) associée à un aspect grêle de la fibula et à une hypoplasie du condyle fémoral médial sont évocateurs de ce type de malformations congénitales.

Les lésions ostéochondrales sont fréquentes chez l'enfant dont le squelette est immature, elles sont recherchées en IRM avec des séquences spécifiques à l'étude du cartilage (6). Il faut souligner l'intérêt des séquences 3D True Fisp dans cette indication, la navigation multi planaire et les reconstructions augmentent les chances de visualiser un fragment intra articulaire. Les localisations les plus fréquentes sont la face antérieure du condyle externe ou le versant interne de la face articulaire de la rotule. Le traumatisme (violent) provoque un conflit de la rotule contre la berge externe de la trochlée responsable de ces arrachements (7,8). Les fragments osseux sont visibles sur la radio standard, mais parfois, la lésion osseuse visible à la radiographie semble minimale alors que la surface cartilagineuse avulsée est très étendue. L'IRM permet alors de mettre en évidence l'arrachement cartilagineux et les éventuels corps étrangers libres (« souris ») intra articulaires. Le CT a également son intérêt dans les fractures complexes, comminutives, ou à fragments libres multiples .

Les facultés de réparation ligamentaire et méniscale de l'enfant sont supérieures à celles de l'adulte. On peut donc observer dans certains cas de lésions partielles méniscales ou du LCA des cicatrises spontanées avec restitution ad integrum de l'anatomie et de la fonction articulaire. Cependant, l'évolution des lésions méniscales ou ligamentaires étendues tout comme celle des lésions ostéochondrales peuvent être sources de séquelles articulaires à l'âge adulte.

2.2 Stratégies d'imagerie

La prise en charge d'un genou traumatique en imagerie passe toujours par les radiographies simples : incidence de face, de profil et axiales de rotules (9).

Il est important de disposer de ces clichés avant d'envisager une IRM.

Ce bilan radiologique permet un bilan osseux des lésions : fractures, décollement épiphysaire, fracture du massif des épines tibiales, lésions rotuliennes en cas de luxation, éventuelle instabilité. Il faut noter la fréquence des variantes du normal qui sont souvent en rapport avec la croissance : irrégularité de la ligne âpre du fémur, ou des épiphyses, fragmentation du noyau rotulien....

La place et le timing idéal de l'IRM est encore sujet à discussion. La littérature orthopédique déplore l'absence de fiabilité de la lecture de l'IRM du genou, ce qui renforce la nécessité d'une lecture systématique de ces examens.

En pédiatrie, l'IRM de genou dans un contexte traumatique concerne essentiellement les préadolescents et les adolescents ne nécessitant pas de sédation pour supporter l'examen.

Dans tous les cas, l'IRM permettra un bilan précis et complet des lésions en un temps : lésions osseuses, ligamentaires, méniscales, cartilagineuses.

Une séquence particulièrement utile dans l'analyse des structures du genou est une variante balancée SSFP (true-FISP, Fiesta, Balanced FFE, ... selon le constructeur). Cette séquence en echo de gradient où l'aimantation résiduelle transversale est volontairement renforcée par un 'gradient rephaseur' et qui renforce les signaux T2 longs. L'équilibrage symétrique des gradients compense les artefacts de mouvements et renforce les liquides en déplacement. L'image obtenue a les qualités d'une image en echo de gradient traditionnel, mais aussi d'un spin echo stimulé et permet des reconstructions tridimensionnelles fines.

En cas de fracture-décollement épiphysaire de type Salter, l'IRM permet de faire le diagnostic de fractures de type Salter V. L'importance et l'étendue de l'atteinte du cartilage de croissance peut même être mise en évidence et étudiée.

Les lésions du LCA, des ménisques, des luxations traumatiques avec importante hémarthrose sont les indications classiques de l'IRM dans les cas des traumatismes (5). Le protocole utilisé dépend des centres, il comprendra toujours des séquences en densité de proton avec saturation de la graisse, des séquences STIR, et T1. Les séquences 3D et les études sur les IRM 3T sont en plein développement (10). L'injection de gadolinium n'a de sens qu'en cas de découverte d'une lésion associée non traumatique : lésions tumorale, infectieuse ou inflammatoire.

Les signes directs de rupture du LCA sont :

- La discontinuité du ligament sur plusieurs coupes
- Un signal anormal du ligament en T1 et hyper signal T2

- Une orientation anormale des fibres par rapport à la ligne inter condylienne de Blumensaat (angle $> 10^\circ$)
- Le signe de l'échancrure vide

Les signes indirects sont :

- Contusion osseuse
- Déplacement antérieur du plateau
- Non couverture du ménisque externe
- Angulation anormalement aigue avec le croisé postérieur

Il peut s'associer des lésions du ligament latéral interne et surtout du ménisque. L'insertion osseuse au versant tibial est arrachée 8 fois sur 10 avant 12 ans.

Les lésions méniscales (ménisque interne et externe) sont associées dans 40% des cas. C'est l'intérêt de l'IRM.

Les luxations rotuliennes, les entorses ligamentaires latérales et les lésions méniscales ont les mêmes caractéristiques en imagerie que chez l'adulte.

L'épiphysiodèse est une complication possible des lésions traumatiques du cartilage de croissance responsable de troubles de la croissance et de déformation du segment incriminé. Le but de l'imagerie est de diagnostiquer et de quantifier ces ponts d'épiphysiodèse, en effet un pont intéressant moins de la moitié du cartilage est susceptible d'être réséqué avec un bon pronostic sur la croissance. L'IRM avec des séquences 3D et des séquences de cartilage est la technique de choix pour évaluer le volume du pont (2).

Le CT scan reste l'examen de choix pour l'analyse des structures calciques du genou. Hormis l'irradiation dont les conséquences sont moindres au niveau des membres que du tronc, une acquisition volumique fine permet d'analyser les structures osseuses calciques dans tous les plans. L'utilisation de filtres durs et de coupes fines permet de déterminer avec précision l'architecture osseuse, principalement de la composante minérale calcique sans signal IRM. C'est un examen d'acquisition rapide qui souffre moins d'artefacts dus au matériel orthopédique ou autres corps étrangers post-traumatiques métalliques par rapport à l'IRM. Dans le contexte d'un traumatisme avec fracture, les fragments osseux sont plus facilement individualisables et les traits de fracture mieux définis la thérapeutique opératoire est ainsi guidée de façon souvent plus explicite.

3. Micro traumatismes répétés

L'ostéochondrite disséquante du genou est une pathologie dont la fréquence augmente chez les enfants et les jeunes adultes, probablement encore une fois du fait de l'intensification de la pratique sportive. La cause exacte de cette pathologie reste inconnue, mais les micro-traumatismes répétés est l'étiologie la plus souvent retenue. Il s'agit d'une pathologie du jeune adolescent, se présentant avec des douleurs, parfois un épanchement (corps étranger), et des blocages intermittents. Rarement il peut s'agir d'une découverte fortuite chez un enfant asymptomatique, dans ce cas, il faut également évoquer une irrégularité d'ossification, en particulier si l'anomalie siège dans une zone non portante (11,12).

On distingue les ostéochondrites du compartiment moyen, antérieur (en avant de la ligne de Blumensaat), et plus rares postérieur (ce sont souvent des variantes d'ossification). La forme la plus fréquente est l'ostéochondrite du compartiment moyen, au niveau de la portion latérale du condyle médial.

Les radios standard avec incidence de face, de profil et de l'échancrure intercondylienne (procubitus, genou fléchi à 30-40°) permettent de porter le diagnostic, il faut également faire un cliché du genou controlatéral du fait de la fréquence des atteintes bilatérales.

Différents stades radiologiques ont été décrits (Bedouelle) :

- Image radio claire sous chondrale
- Fragment osseux avec séquestre
- Image du fragment en grelot
- Fragment osseux libéré dans l'articulation

L'IRM est réalisée avec des séquences de type « cartilage » pour rechercher des arguments pour l'instabilité d'un fragment et vérifier l'intégrité du cartilage articulaire. Les critères d'instabilité ne sont pas consensuels, la taille du fragment semble être l'un de ces critères. De Smet et al proposent 4 critères qui si ils sont présents ensemble signent l'instabilité : ligne hyper T2 entourant le fragment, kyste sous la lésion (>5mm), fissure et défaut focal du cartilage articulaire (11). Les séquences de type 3D True Fisp sont particulièrement performante pour l'étude fine du cartilage articulaire, et des signes d'instabilité.

L'arthro scanner et l'arthro IRM n'ont pas d'indication en pédiatrie.

Chez l'enfant, le risque d'instabilité est moins important que chez l'adulte, et les chances de guérison sans chirurgie sont plus grandes. En cas de lésion stable, sans fragment libre, chez un patient dont le cartilage conjugal est ouvert, un traitement conservateur est la règle.

4. Cas particuliers les apophyses (ou enthésopathies) de traction

Le syndrome d'Osgood Schlatter est une enthésopathie de traction de l'insertion du tendon patellaire sur la tubérosité tibiale antérieure dont le diagnostic est avant tout clinique. Chez l'enfant de 11 à 14 ans, la TTA n'est pas encore ossifiée, et une lésion cartilagineuse peut se produire (tractions répétées). Le diagnostic est clinique et aucune imagerie n'est nécessaire. De plus radiologiquement la TTA a des aspects différents en fonction de la maturation : le noyau d'ossification peut être irrégulier, fragmenté (2).

Une avulsion fracture de la TTA peut par contre survenir lors d'un traumatisme violent avec mise en traction brutale du tendon patellaire. Le plus souvent le diagnostic est évident sur les radiographies du genou de profil qui montrent une avulsion de la tubérosité tibiale antérieure. Le traitement est alors le plus souvent chirurgical. En cas de doute (simple décollement apophysaire à minima) l'IRM permet de faire le diagnostic et le bilan lésionnel complet de l'articulation (8).

La maladie de Sinding Larsen Johnson est plus rare, et est l'équivalent de la maladie d'Osgood Schlatter au niveau de l'insertion du tendon patellaire à l'extrémité inférieure de la patella.

II La pathologie infectieuse

Comme toute articulation, le genou peut être le siège d'une infection : ostéomyélite aiguë, arthrite septique, ostéomyélite chronique. Le but de l'imagerie est de confirmer la suspicion clinique et de confirmer et de localiser une atteinte osseuse, un abcès, et l'épanchement articulaire (12).

En cas de suspicion d'ostéomyélite, devant un genou chaud et douloureux, rouge, une IRM est réalisée en urgence. C'est la méthode d'imagerie la plus sensible, et la scintigraphie n'est plus indiquée lorsque le site anatomique de l'atteinte infectieuse est bien identifié, ce qui est parfois difficile chez le petit. Un examen ciblé, réalisé par un orthopédiste pédiatre augmente sa spécificité. La particularité de l'infection ostéoarticulaire de l'enfant est le risque de séquelles : trouble de croissance localisé, arthrose précoce, nécrose... L'IRM est réalisée de plus en plus tôt par rapport à la survenue des symptômes.

L'atteinte osseuse métaphysaire avec extension vers l'épiphyse apparaît en hyper signal T2, toujours bien visible en STIR et permet de guider le geste chirurgical. L'épanchement intra-articulaire, l'infiltration des plans musculaires péri-articulaires et d'éventuels abcès sont également bien identifiés sur les séquences standards et après injection de gadolinium. On souligne également l'intérêt des séquences 3D en pondération STIR qui permettent une étude précise de l'os, de la moelle osseuse, des espaces articulaires et des tissus mous.

Il faut noter l'émergence de *Kingella kingae* comme agent bactérien pathogène responsable des infections ostéoarticulaires des enfants de moins de 2 ans, dans cette tranche d'âge il devance le *Staphylococcus aureus*. Du point de vue de l'imagerie, il est responsable de lésions plus frustes que le staphylocoque, avec une intensité moindre de l'atteinte des tissus mous.

Les ostéomyélites subaigues se présentent sous la forme d'une lacune osseuse métaphysaire (abcès de Brodie), dont les limites sont nettes. L'IRM permet un bilan des limites de l'atteinte, et son extension.

Les ostéomyélites chroniques sont le plus souvent le résultat d'une ostéomyélite aiguë insuffisamment traitée. L'image typique est celle d'un séquestre osseux, fragment osseux condensé séparé de l'os adjacent. Les constructions osseuses peuvent être exubérantes. En IRM, le séquestre est en hypo signal en T1 et T2, sans rehaussement après injection de gadolinium. Le scanner a également sa place dans cette indication spécifique d'atteinte chronique, pour mieux visualiser les remaniements de la corticale et les appositions périostées.

L'arthrite septique peut survenir à tout âge, il s'agit d'une urgence car la présence de pus dans l'articulation est à haut risque pour le cartilage articulaire. Le pronostic fonctionnel est corrélé à la rapidité de la prise en charge, les complications à long terme étant une arthrose précoce. Le but de l'imagerie est chercher une atteinte osseuse associée (ostéomyélite).

III Pathologie inflammatoire

Lors de la présentation des premiers symptômes, le diagnostic différentiel se pose avec une infection, une tumeur ou une pathologie focale. La radio standard permet de faire le tri parmi ces diagnostics. La présence de géodes, d'un pincement de l'interligne, ou d'une ostéopénie sont des éléments classiques, importants, mais rarement présents lors de la révélation de la maladie. Classiquement la présentation initiale est un épanchement intra-articulaire aspécifique.

L'arthrite juvénile idiopathique est la plus fréquente des arthropathies chroniques de l'enfant.

Radiologiquement les signes vont d'une tuméfaction articulaire, à la déminéralisation osseuse (prenant parfois l'aspect de bandes claires métaphysaires au niveau du genou), et à des destructions osseuses.

Les formes mono articulaires posent le problème du diagnostic différentiel, alors que les formes à début poly articulaires posent moins de questions. Le genou est très souvent atteint dans les formes mono articulaires. L'IRM est très intéressante dans le cadre du diagnostic différentiel et montrera un épanchement intra-articulaire avec une prise de contraste de la synoviale qui est épaissie. Cette imagerie de départ n'est pas spécifique, mais il faut savoir évoquer le diagnostic.

L'IRM corps entier connaît des développements intéressants et semble un outil prometteur au moment du diagnostic pour chercher une atteinte infra clinique, et dans le cadre du suivi et de l'évaluation sous traitement (14). Les séquences 3D en pondération STIR sont une alternative au

protocole classique (coronales T1 et STIR), apportant un potentiel de reconstructions multiplanaires.

L'ostéite chronique multifocale récurrente (OCMR) est possiblement une forme incomplète du SAPHO, rare chez l'enfant. Il s'agit de lésions récidivantes, multifocales, au niveau des métaphyses des os longs, près du cartilage de conjugaison : tibia, tiers interne des clavicules, fibula, fémur. Il s'agit d'une lésion métaphysaire lytique. En cas de découverte d'une lésion symptomatique, il faut chercher d'autres lésions asymptomatiques (IRM corps entier, scintigraphie). La synovite villonodulaire est une pathologie proliférative bénigne de la synoviale histologiquement caractérisée par la prolifération de cellules mononuclées associées à des cellules géantes plurinuclées et à des sidérophages. L'étiologie de cette pathologie reste méconnue. Elle est rare chez l'enfant, son pic d'incidence se situant plutôt vers la quatrième décennie. Deux formes sont décrites : la forme diffuse et la forme localisée. La forme diffuse est caractérisée par une atteinte large de la synoviale articulaire, parfois totale, c'est la plus fréquente. La forme localisée correspond à une masse intra articulaire unique, le genou est l'articulation la plus souvent touchée, surtout dans le compartiment antérieur. Ces deux formes sont histologiquement identiques, mais diffèrent par leur présentation clinique, leur pronostic et leur traitement (15,16).

La symptomatologie de la synovite villonodulaire est aspécifique : douleurs, épanchements, conduisant souvent à des retards diagnostics, en particulier chez l'enfant. Le genou est l'articulation la plus fréquemment touchée.

L'IRM est devenu l'examen d'imagerie de choix pour le diagnostic et le bilan d'extension de la SVN. La présence d'une masse intra-articulaire avec des stigmates de dépôts d'hémosidérine (hypo signal T2) est très évocatrice de la maladie. L'atteinte de la synoviale est affirmée par son aspect inflammatoire et épaissi, ce sont les séquences après injection de gadolinium qui permettent d'affirmer l'épaississement synovial (la synoviale inflammatoire est en hypersignal T2 difficilement dissociable de l'épanchement) et de faire le bilan d'extension de l'atteinte. L'IRM permet un bilan complet de l'articulation avant la prise en charge thérapeutique, en particulier pour le compartiment postérieur parfois difficile à étudier en arthroscopie. Les lésions inflammatoires à un stade précoce peuvent être trompeuses avec moins d'hémosidérine et un hyper signal marqué en T2, orientant le diagnostic vers une arthrite inflammatoire.

Contrairement aux adultes, les érosions osseuses sont rares chez l'enfant.

Devant une masse intra articulaire le diagnostic différentiel peut se poser avec une chondromatose synoviale, ou avec une arthropathie hémophilique (analyse des facteurs de coagulation indispensable si l'épanchement est hématique), alors que le principal diagnostic différentiel de la forme diffuse est l'arthrite juvénile.

Conclusion

Autour d'exemples de 3 groupes de pathologies du genou (traumatique, infectieuse, inflammatoire), se dessine clairement la place que l'IRM prend dans l'exploration des pathologies ostéoarticulaires de l'enfant. Les développements de séquences surtout évaluées chez l'adulte doivent également être appliquées chez l'enfant.

Références

1. Caine D, Di Fiori J, Maffulli N. Physeal injuries in children's and youth sports : reasons for concern ? *Br Sports Med.* 2006;40:749-60
2. Carlloz H, Seringe R. Orthopédie du nouveau né à l'adolescent. Masson (Paris) 2002;185-9
3. Manning M, Sloan J, Draycott S, Barron D. Soft tissue injuries : 5 the knee. *Emerg. Med. J.* 2008;25:832-8
4. Meyers MC, Laurent CM Jr, Higgins RW, Skelly WA. Downhill ski injuries in children and adolescent. *Sports Med* 2007;37(6):485-99
5. Prince JS, Tal L, Bean JA. MRI of anterior cruciate ligament injuries and associated findings in the pediatric knee : changes with skeletal maturation. *AJR* 2005;185:756-62
6. Oeppen RS, Connolly SA, Bencardino JT, Jaramillo D. Acute injury of the articular cartilage and subchondral bone : A common but unrecognized lesion in the immature knee. *AJR* 2004;182:111-7
7. Strahan R. Non-contact paediatric knee injuries, including patellar sleeve fractures. *Journal of Medical imaging and Radiation Oncology* 2009;52:544-9
8. Gottsegen CJ, Eyer BA, White EA, Leach TJ, Forrester D. Avulsion fractures of the knee : imaging findings and clinical significance. *Radiographics* 2008;28:1755-70 1
9. Raby N, Berman L, De Lacey G, Feydy A. Lecture radiologique aux urgences L'indispensable. Elsevier 2005;200-15
10. Ristow O, Steinbach L, Sabo G *et al.* Isotropic 3D fast spin-echo imaging versus standard 2D imaging at 3.0 T of the knee-image quality and diagnostic performance. *Eur Radiol* 2009;19:1263-72
11. Wall EJ, Vouazeris J, Myer GD *et al.* The healing potential of stable juvenile osteochondritis dissecans knee lesions. *J Bone Joint Sur Am* 2008;90:2655-64
12. Kocher MS, Tucker R, Ganley TJ, Flynn JM. Management of osteochondritis dissecans of the knee. *Am J Sports Med* 2006;34:1181- 91
13. Blickman JG, Van Die CE, DE Rooy JWJ. Current imaging concepts in pediatric osteomyelitis. *Eur Radiol* 2004;14:L55-64
14. Darge K, Jaramillo D, Siegel MJ. Whole-body MRI in children : current status and future applications. *Eur J Radiol* 2008;68:289-98
15. Neubauer P, Weber AK, Miller NH *et al.* Pigmented villonodular synovitis in children: a report of six cases and review of the literature. *Iowa Orthop* 2007; J 27:90-4
16. Tyler WK, Vidal AF, Williams RJ *et al.* Pigmented villonodular synovitis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006 14(6):376-85

Livres

Comprendre l'IRM ; B.Kastler, D.Vetter - 6e ed. - 2006 Masson

The Pediatric and Adolescent Knee ; Lyle J. Micheli MD, Mininder Kocher MD
Saunders; 1 edition (March 17, 2006)