

# Exploration par Imagerie chez l'enfant sportif

HUBERT DUCOU LE POINTE

*Service de Radiologie Pédiatrique - Hôpital Armand-Trousseau  
26 avenue du Dr A. Netter - 75012 PARIS*

Les auteurs s'accordent sur l'augmentation des traumatismes sportifs chez l'enfant durant ces dernières décennies. Les pathologies musculo-squelettiques de l'enfant et de l'adolescent sportifs peuvent être liées à des accidents aigus ou à une sollicitation répétée exagérée.

Comme chez l'adulte, les traumatismes aigus peuvent conduire à des fractures ou à des luxations. Plus les enfants sont jeunes moins les luxations sont fréquentes. Les fractures liées le plus souvent à des traumatismes directs ont la particularité de pouvoir intéresser le cartilage de croissance et de survenir sur un squelette doté d'un périoste épais et qui a comme caractéristique d'être composé d'une forte composante cartilagineuse. Les lésions aiguës des tissus mous, les lésions ligamentaires ainsi que les ruptures tendineuses sont plus rares chez l'enfant et demandent une attention toute particulière pour être diagnostiquées (1). La moindre résistance des structures osseuses et des cartilages de croissance par rapport aux structures ligamentaires et tendineuses explique la fréquence différente de ces lésions dans la population pédiatrique. Il faut également se souvenir que les cartilages de conjugaison ont une plus grande fragilité au moment des poussées de croissance et de leur fermeture.

Les lésions liées à des sollicitations exagérées et répétées sur un squelette en croissance sont souvent dues à des entraînements non adaptés à l'enfant et à l'adolescent dans un contexte de compétitions de haut niveau associé à un surinvestissement familial (1).

Les techniques d'imagerie doivent être choisies en fonction du diagnostic suspecté et de la localisation anatomique à étudier. Les techniques d'imagerie permettent d'explorer des structures anatomiques différentes, possèdent des contraintes de réalisation particulières et ont une accessibilité inégale qui rentre en considération dans la prise de décision.

**La réalisation de radiographies simples** est l'examen de première intention réalisable dans toute structure d'imagerie. Elle reste la technique de référence pour l'étude des structures osseuses. Elles doivent être réalisées après un examen clinique qui doit évaluer la justification d'un examen complémentaire. La demande d'imagerie doit être écrite et démontre ainsi le respect du code de la santé publique qui oblige à un dialogue entre le médecin demandeur et le médecin réalisateur de l'acte d'imagerie. Les radiographies simples permettent de confirmer une fracture, de détecter des lésions liées à une sollicitation importante ou bien de réorienter le diagnostic vers une pathologie infectieuse ou tumorale. Les radiographies doivent être de bonne qualité et réalisées après avoir pris en charge la douleur de l'enfant. Elles comportent au moins deux incidences orthogonales éventuellement complétées en fonction des premières constatations par des incidences complémentaires. La réalisation de radiographies comparatives n'est pas recommandée. En cas de doute sur le caractère pathologique d'une image, il faut consulter les ouvrages de référence regroupant les variantes de la normale par zone anatomique. Si le doute est lié à l'âge de l'enfant (aspect des épiphyses et des points d'ossifications), il est préférable de comparer la radiographie suspecte à celles dont disposent les services d'imagerie dans les serveurs d'images (PACS). Le squelette de l'enfant diffère de celui de l'adulte par l'existence notamment de centres d'ossification secondaires qui sont présents autour des épiphyses et au niveau des apophyses. Les cartilages de croissance séparant l'épiphyse de la métaphyse aussi bien que ceux des apophyses ne doivent pas être interprétés comme des fractures. Leur aspect peut être trompeur notamment sur des incidences obliques. De même, l'aspect de certaines synchondroses, points d'ossification secondaires (Fig.1) ou accessoires ainsi que des os sésamoïdes (Fig.2) peuvent être sources d'erreurs diagnostiques (2,3).



**Fig.1 :** A) Radiographie du coude droit de face d'une fille de 6 ans. Aspect normal de l'épicondyle médial à ne pas interpréter comme une fracture.  
 B) Radiographie du coude droit de face d'une fille du même âge. L'épicondyle médial est à distance de l'épiphyse et il existe un œdème des tissus mous ce qui permet de porter le diagnostic de fracture.



**Fig.2 :** Radiographie de la cheville droite d'un garçon de 17 ans. Présence en arrière du talus d'un os trigone.

Parmi les synchondroses, c'est la synchondrose ischio-pubienne qui est la plus souvent source de discussions lorsqu'elle devient symptomatique. L'aspect radiologique qui n'est qu'une simple variante du normal peut parfois témoigner de lésion de stress à ce niveau. Les points d'ossification secondaires peuvent particulièrement au niveau du coude être source d'erreurs. L'âge d'apparition de ces points d'ossification secondaires mérite d'être connu (Tab 1).

**Tab 1 :** Âge d'apparition des points d'ossification du coude

Point d'ossification	Age d'apparition (ans)
Capitellum	1-3
Tête radiale	5-6
Epicondyle médial	5-8
Trochlée	11
Olécrâne	10-13
Epicondyle latéral	10-12

Concernant les points d'ossification secondaires, le bassin est une région anatomique qui regroupe un

bon nombre d'apophyses qui peuvent être le siège d'arrachement aigu ou chronique (Fig.3).



**Fig.3 :** Radiographie centrée sur la hanche droite de face d'un garçon de 14 ans. Présence d'un arrachement aigu du point d'ossification secondaire de l'ischion.

L'âge de visualisation de ces apophyses sur les radiographies est compris entre 13 et 15 ans (4). L'arrachement aigu est de diagnostic assez facile mais quand celui-ci n'est pas diagnostiqué la consolidation s'effectue avec une ossification exubérante qui peut être pris à tort pour une lésion tumorale. Il est donc important de connaître leur âge d'apparition et de fusion. Chaque apophyse est le lieu d'insertions musculaires qui sont sollicitées par des activités sportives spécifiques (Tab 2).

**Tab 2 :** Apophyse du bassin. Insertion musculaire et sport provoquant leur arrachement.

Apophyse	Muscles	Sport
Epine iliaque antéro-supérieure	Sartorius et tenseur du fascia lata	Sprint
Epine iliaque antéro-inférieure	Droit de la cuisse	Football
Tubérosité ischiatique	Semi-membraneux, semi-tendineux et biceps fémoral	Saut, course de haie, gymnastique
Crête iliaque	- Oblique interne et externe - Tenseur du fascia lata - Muscle moyen glutéal - Muscle transverse de l'abdomen	Saut, course gymnastique
Petit trochanter	Muscle ilio-psoas	Saut, danse, gymnastique

Les os accessoires sont particulièrement fréquents au niveau des chevilles et des pieds. Ils ne doivent pas être confondus avec des arrachements osseux. L'absence d'œdème et de réaction périostée sur des radiographies de contrôle sont des arguments pour exclure le diagnostic de fracture.

Si beaucoup de fractures n'ont pas de spécificités avec celles de la vie quotidienne, certaines fractures comme les fractures de fatigue doivent être reconnues sur les radiographies simples. L'extrémité supérieure du tibia est le site principal des fractures de fatigue

chez l'enfant et l'adolescent tandis que le deuxième métatarsien est plus l'apanage de l'adulte. Le trait de fracture est le plus souvent visible sous la forme d'une ligne dense métaphysaire perpendiculaire au grand axe du tibia (Fig.4).



**Fig.4** : Radiographie du tibia gauche de face d'un garçon de 6 ans. La visualisation d'une ligne dense métaphysaire perpendiculaire au grand axe du tibia permet de porter facilement le diagnostic de fracture de fatigue.

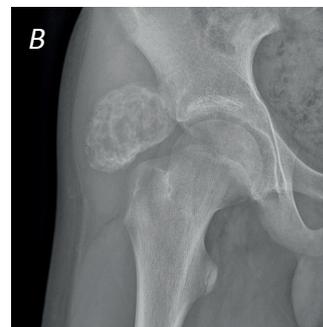
Cette fracture peut s'accompagner d'appositions périostées qui peuvent simuler une forme débutante de sarcome d'Ewing. Le diagnostic peut être plus difficile à réaliser si le trait de fracture n'est pas vu initialement. Une IRM orientée vers ce diagnostic prend alors tout son intérêt.

Il faut également savoir diagnostiquer des lésions qui ne doivent pas être explorées de façon extensive comme les dermoïdes périostées (lésions micro-traumatiques à l'insertion du faisceau du 3<sup>ème</sup> adducteur situé à la face postéro-médiale de la métaphyse fémorale distale) ou des ostéochondroses. Citons les principales ostéochondroses : de la pointe de la rotule (Sinding Larsen), de la tubérosité tibiale antérieure (maladie d'Osgood-Schlatter) (Fig.5), de l'insertion du tendon d'Achille sur le calcaneus (maladie de Sever), de la tête des métatarsiens (maladie de Freiberg), de l'os naviculaire (maladie de Kohler) (5).



**Fig.5** : Radiographie du genou gauche de profil d'un garçon de 13 ans pratiquant le football et ayant des douleurs chroniques mécaniques de la tubérosité tibiale antérieure. Le tendon rotulien est épaissi au niveau de son insertion sur la tubérosité tibiale antérieure. Cet aspect confirme l'hypothèse clinique de maladie d'Osgood-Schlatter.

Certaines lésions micro-traumatiques répétées peuvent être responsables d'ostéochondrite chez l'enfant sportif. C'est notamment le cas des ostéochondrites du coude chez les lanceurs et du genou (5,6). Le diagnostic est facile sur les radiographies. Une exploration complémentaire par IRM voire arthro-scanner peut être utile pour rechercher en cas d'une symptomatologie évocatrice des lésions des cartilages articulaires. De même des lésions répétées au niveau des cartilages de croissance peuvent se traduire par un élargissement irrégulier. C'est le cas au niveau de l'extrémité distale des deux os de l'avant-bras chez les gymnastes (7). Il faut également savoir diagnostiquer sur des radiographies simples une myosite ossifiante circonscrite qui est une prolifération hétérotopique d'os et de cartilage au sein des structures musculaires. Elle est précédée dans la moitié des cas par une lésion traumatique et s'accompagne d'une douleur et d'un œdème. Les radiographies simples peuvent être initialement normales mais se calcifiant rapidement avec une répartition zonale (minéralisation à la périphérie de la lésion et qui progresse vers le centre de la lésion). Ces deux caractéristiques permettent de porter le diagnostic. A la phase initiale, la tomodynamométrie peut s'avérer utile pour mieux mettre en évidence l'effet zonal (Fig.6).



**Fig.6** : A) Coupe de scanner passant par le toit du cotyle droit chez un garçon de 12 ans ayant une tuméfaction inflammatoire sus trochantérienne. La présence de calcifications à disposition périphérique permet devant ce syndrome de masse mal limité du gluteus medius qui efface les fascias graisseux de porter le diagnostic de myosite ossifiante circonscrite.

B) La radiographie de la hanche droite de face réalisée un mois après le scanner confirme le diagnostic par l'effet zonal et la rapide ossification de la lésion.

En IRM, il faudra évoquer le diagnostic sur ces mêmes caractéristiques. Les séquences pondérées T2 en écho de gradient s'avère très utile pour visualiser les ossifications périphériques. L'importance de la réaction inflammatoire ne doit pas faire méconnaître ce diagnostic.

La bonne connaissance de l'imagerie conventionnelle permet d'éviter de considérer comme pathologique des variantes du normal ou de porter à tort un diagnostic de tumeur entraînant des examens complémentaires inutiles voire même des biopsies dont le diagnostic peut être délicat pour l'anatomopathologiste non expert en pathologie ostéoarticulaire. Il faut savoir réitérer les radiographies simples après un arrêt de l'activité sportive voire une immobilisation et un suivi clinique. En revanche, les radiographies simples ne permettent pas de visualiser les structures cartilagineuses et les lésions des tissus mous (tendons, ligaments et muscles).

**La tomодensitométrie** est également une technique assez facilement disponible et ne nécessitant aucune sédation dans la plupart des situations. Certaines zones anatomiques peuvent être d'analyse difficile sur des radiographies simples et nécessitent d'avoir recours dans un deuxième temps à la tomодensitométrie. C'est le cas de la base du crâne, du rachis, du bassin, de l'arrière-pied, de l'épaule et du poignet. Certaines fractures complexes à plusieurs fragments sont également mieux analysées en scanner (8). C'est le cas des fractures triplanes de la cheville (Fig.7).



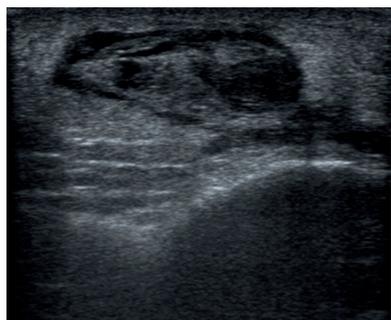
**Fig.7 :** Garçon de 15 ans ayant une fracture triplane de la cheville droite. A) Radiographie de face B) Radiographie de profil C) coupe de scanner en reconstruction coronale D) Coupe de scanner en reconstruction sagittale E) Vue antérieure en reconstruction 3D de la cheville F) Vue latérale 3D en scanner. Les reconstructions multiplanaires et tridimensionnelles permettent une meilleure étude des rapports des différents fragments entre eux et vis-à-vis des surfaces articulaires.

La réalisation du scanner permet ainsi de mieux prévoir le geste chirurgical à réaliser. Elle permet également de rechercher des fragments osseux intra-articulaires. Elle est parfois demandée pour confirmer le diagnostic de fracture de fatigue. Elle peut également s'avérer utile pour diagnostiquer des pathologies d'arrachement du listel marginal postérieur et ainsi les différencier d'une hernie discale qui est rare chez l'enfant et le jeune adolescent. La tomодensitométrie est demandée dans l'étude de malformations vertébrales et des spondylolyses. Si la tomодensitométrie est une technique très performante pour l'étude des corticales osseuses, c'est une technique qui expose à des doses beaucoup plus importantes de rayonnements ionisants que la radiologie conventionnelle. Elle s'avère être de plus un appoint très limité dans l'étude des muscles, des tendons, des ligaments et des cartilages qu'ils soient hyalins ou fibreux. Pour l'étude des cartilages la réalisation d'une arthrographie couplée à la tomодensitométrie s'avère être d'une aide précieuse quand l'IRM ne permet pas d'être formel.



**L'échographie** est considérée comme une technique avec de nombreux avantages : technique très répandue, peu onéreuse, n'exposant pas aux rayonnements ionisants Elle apparait comme le prolongement de l'examen clinique permettant d'examiner en temps réel la zone incriminée et également de réaliser à la fois des manœuvres dynamiques et des vues comparatives.

Elle est très efficace pour mettre en évidence un épanchement articulaire, des hématomes des tissus mous (Fig.8).



**Fig.8 :** Garçon de 16 ans. Coupe axiale en échographie sur le tibia mettant en évidence un hématome de la face antéro-interne du tibia gauche après un match de football.

Elle reste sans doute sous employée car elle nécessite des radiologues entraînés à l'exploration ultrasonore des muscles, des tendons et des ligaments. Les lésions de ces différents compartiments sont plus rares en pédiatrie. La raison principale est que l'os pédiatrique est moins résistant que les structures musculo-tendineuses et que l'insertion tendineuse d'un grand nombre de muscles ne s'effectue pas directement dans l'os mais via une apophyse à cet âge. Bien que rares, les lésions musculaires peuvent être identifiées par l'échographie. La visualisation des lésions est retardée par rapport au traumatisme, elles apparaissent de façon plus aisée après un délai de 24 à 48h. Dans les premières heures, les lésions peuvent rester isoéchogènes ce qui peut être faussement rassurant (9). Les lésions musculaires chez le grand adolescent peuvent être analysées comme chez l'adulte selon le mécanisme lésionnel différenciant les lésions extrinsèques responsables de contusions, d'hématomes et de dilacérations tandis que les causes intrinsèques seront liées à un étirement musculaire. Elles peuvent être responsables soit d'une atteinte du squelette conjonctif allant d'un épaississement des cloisons musculaires à des ruptures des éléments conjonctifs soit d'une atteinte entre le muscle et le squelette allant d'un simple remaniement de l'échostructure musculaire sans désorganisation à des désinsertions voire des décollements et des hématomes (9). L'échographie peut également permettre de grader les lésions (10). Ces informations sont données par des échographistes spécialisés.

L'échographie est demandée par certaines équipes pour apprécier l'importance des lésions ligamentaires et guider la thérapeutique. Cette technique peut parfois permettre de visualiser des fractures mais elle peut également mal interpréter une lésion dont le point de départ est osseux. Il est donc prudent de considérer dans ce domaine l'échographie comme une technique complémentaire de la radiographie.

L'IRM est une technique non irradiante qui par sa bonne résolution spatiale et son excellente résolution en contraste en fait la meilleure technique pour explorer en un seul examen l'ensemble des structures anatomiques quand les examens de premier niveau n'ont pas permis d'aboutir à un diagnostic. Par son excellente résolution en contraste elle peut différencier les différentes structures cartilagineuses (cartilages articulaires, épiphysaire, fibrocartilage et cartilage de croissance). C'est la technique utilisée en routine pour l'étude du genou et tout particulièrement pour rechercher des lésions méniscales (Fig.9) ou tendineuses. Ces lésions ne diffèrent pas de celles de l'adulte. Leur fréquence peut également varier selon le sexe. Les lésions du ligament croisé antérieur sont plus fréquentes chez la fille que chez le garçon (11).



**Fig.9 :** Garçon de 15 ans. IRM en coupe sagittale en densité de proton et suppression du signal de la graisse passant par le ménisque interne. L'IRM met en évidence

une lésion méniscale linéaire atteignant le bord libre du ménisque.

L'IRM permet également de bien visualiser les lésions traumatiques ostéo-cartilagineuses qui sont fréquentes au niveau du genou. Au niveau de la hanche, les lésions osseuses (ostéochondrite, épiphysiolyse) sont bien étudiées mais ne sont pas toujours en relation avec une activité sportive. En revanche, les lésions du labrum sont-elles plus liées à une activité sportive peuvent être également étudiées (12). Toutes les autres localisations peuvent être étudiées. L'IRM est une technique efficace d'exploration du rachis dont l'étude par scanner est utile mais limitée. C'est la technique à réaliser pour explorer la moelle épinière et les racines quand des signes neurologiques sont associés. L'IRM est particulièrement utile pour visualiser les pathologies du disque intervertébral mais également les pathologies du listel et ainsi de ne pas confondre hernie discale et arrachement du listel marginal postérieur.

L'IRM n'est habituellement pas une technique de première intention pour l'étude des muscles mais s'avère utile pour l'étude des muscles des ceintures scapulaire et pelvienne notamment pour les douleurs

de l'aine (13). C'est également la technique de choix quand des douleurs persistent après un arrêt de l'activité sportive. Elle visualise très bien les contusions osseuses et permettent d'expliquer des douleurs chroniques sans autres anomalies décelable (Fig.10).



**Fig.10** : Fille de 16 ans ayant des douleurs du genou droit 3 mois après un traumatisme sans lésion osseuse visualisée. Coupe coronale en séquence pondérée T2 avec suppression du signal de la graisse (STIR). Une contusion osseuse isolée est mise en évidence.

Elle permet d'expliquer les douleurs de la patiente.

C'est également une technique indispensable quand, à l'occasion d'un traumatisme sportif, une lésion agressive est mise en évidence par les radiographies simples. L'IRM doit alors précéder tout geste de biopsie. A contrario, la réalisation d'une IRM sans disposer des radiographies simples peut conduire à des erreurs d'interprétation et des biopsies inutiles avec une analyse difficile en anatomopathologie pouvant conduire à des diagnostics erronés. C'est le cas par exemple des fractures de fatigues ou des myosites ossifiantes circonscrites.

Si l'IRM s'impose maintenant dans un grand nombre de situation, son accessibilité pose encore problème en urgence. Elle nécessite également une bonne coopération de l'enfant car certaines positions peuvent être inconfortables. Cette technique est très sensible et la qualité de l'image peut être altérée par de nombreux artéfacts dont les deux plus fréquents sont les artéfacts de mouvements et les artéfacts liés à la présence de matériel métallique chirurgical. Rappelons l'impérieuse nécessité de rechercher les contre-indications à cette technique (matériel électronique, matériel métallique susceptible de bouger ou de provoquer des brûlures.). La réalisation de l'IRM comportera des séquences pondérées en T1 pour vérifier le signal de la médullaire osseuse qui se modifie de façon physiologique avec l'âge.

Cette modification du signal est liée à la conversion de la moelle hématopoïétique en moelle grasseuse. Les séquences les plus sensibles pour la détection des lésions osseuses et des tissus mous sont les séquences STIR (Short Tau Inversion Recovery). Ce sont des séquences en pondération T2 associées à une saturation du signal de la graisse. La majorité des lésions donneront un hyposignal en séquences pondérées en T1 et un hypersignal sur les séquences en pondérations T2. Les séquences en pondération T2\* permettent une bonne visualisation des cartilages et tout particulièrement les cartilages de conjugaison. Les séquences en densité de proton avec saturation du signal de la graisse sont des séquences utiles à l'étude des différentes composantes articulaires.

L'injection intra-articulaire de produit de contraste ne dispose pas en France d'une AMM pédiatrique ce qui a comme conséquence que les équipes pédiatriques ne souhaitent habituellement pas réaliser des arthro-IRM. L'injection intraveineuse de produit de contraste gadoliné n'est le plus souvent pas nécessaire. Elle peut être utile pour visualiser la perfusion des tissus notamment en cas d'ostéonécrose ou de visualisation de la vascularisation du cartilage de conjugaison ou de pathologie le traversant. Si une anomalie évoquant une pathologie infectieuse ou tumorale est mise en évidence, l'injection intraveineuse de produit de contraste est alors recommandée.

En conclusion, si les techniques en coupes sont devenues indispensables pour explorer un grand nombre de situations cliniques liées à la pratique sportive à l'âge pédiatrique. La réalisation de première intention de radiographies simples doit rester la règle. L'échographie est utilisée pour l'exploration des lésions musculaires et tendineuses mais qui sont plus rares en pédiatrie. La tomodensitométrie n'a plus que des indications limitées. L'IRM par son excellente résolution en contraste et son caractère non irradiant possède de nombreuses indications.

DOI : 10.34814/SOFOP-2020-009