

## Pathologie de la hanche chez l'enfant

### *Diagnosis of hip pain in childhood*

Chantal Job-Deslandre

Service de rhumatologie A, hôpital Cochin, AP-HP, université Paris-Descartes, 27, rue du Faubourg Saint-Jacques, 75014 Paris, France

Accepté le 26 juin 2008

---

*Mots clés* : Hanche ; Douleur ; Enfant ; Adolescent

*Keywords*: Hip pain; Children; Adolescent

---

Chez l'adulte, la pathologie de la hanche est dominée par l'arthrose avec une expression clinique assez monomorphe. En revanche chez l'enfant, d'une part, les modes d'expression sont plus variés, fonction de l'âge et des particularités pédiatriques d'expression de la douleur ; d'autre part, les causes sont multiples.

Nous envisagerons successivement les modalités du diagnostic clinique et paraclinique, puis les étiologies en séparant les pathologies inflammatoires et mécaniques, en excluant les pathologies traumatiques fracturaires ainsi que les maladies osseuses constitutionnelles.

### 1. Éléments du diagnostic clinique

Deux grands types de symptômes, éventuellement associés sont révélateurs d'une pathologie de hanche chez l'enfant : la douleur et la boiterie.

L'interrogatoire (le plus souvent des parents) précisera les circonstances d'apparition (traumatique ou non), l'ancienneté, le caractère mécanique ou inflammatoire de la douleur et le caractère permanent ou intermittent de la boiterie. Si la topographie inguinocrurale est la plus évocatrice, il faut également comme chez l'adulte savoir évoquer une pathologie de hanche devant une boiterie avec douleur projetée au genou. Enfin, les antécédents personnels et familiaux seront répertoriés et les signes d'accompagnement éventuels (notamment infectieux) recherchés.

L'examen clinique doit être méthodique et patient pour obtenir une coopération satisfaisante de l'enfant, examiné pieds nus

et dévêtu. L'analyse de la marche sera soigneuse repérant une anomalie du déroulement du pas mais également un trouble statique du rachis, une attitude vicieuse de la hanche, une amyotrophie, des anomalies cutanées ou sous-cutanées (infectieuses, traumatiques...) ou une asymétrie de longueur des membres inférieurs. La palpation recherche des points douloureux localisés (notamment épiphysaires, iliaques et métaphysaires). Outre la mesure des amplitudes articulaires, l'examen doit être complet avec *testing* neuromusculaire et examen abdominal dans l'hypothèse de douleurs viscérales projetées.

Des radiographies sont indispensables comprenant un bassin de face et un cliché de profil chirurgical des deux hanches (incidence de Lauenstein). Ces clichés permettent l'analyse des noyaux épiphysaires céphaliques (sphéricité, homogénéité), des cartilages de conjugaison, de la morphologie des cols et de leur rapport avec le noyau. Sont également analysées les épiphyses des épines iliaques et les parties molles (recherche d'un bombement de la capsule). Des examens biologiques seront demandés en fonction du contexte, l'hémogramme et la mesure de la vitesse de sédimentation étant cependant quasi-systématiques. Les autres examens : échographie, scintigraphie osseuse, scanner et IRM ne seront demandés que secondairement en fonction de l'orientation diagnostique.

### 2. Pathologie inflammatoire de la hanche

#### 2.1. Pathologie aiguë

##### 2.1.1. Ostéoarthritis septique

Chez le jeune enfant (trois à quatre ans), l'ostéoarthritis infectieuse d'origine hémotogène doit être systématiquement évoquée en premier en raison des risques de dégradation rapide

---

Adresse e-mail : chantal.deslandre@cch.aphp.fr.

des structures ostéoarticulaires en cas de retard diagnostique et par conséquent thérapeutique. Le tableau typique est marqué par la survenue brutale d'une douleur intense nocturne avec impotence fonctionnelle, raideur et fièvre. L'imagerie standard précoce peut montrer un pseudo-élargissement de l'interligne lié à la présence d'un épanchement confirmé par l'échographie. L'hospitalisation est une urgence pour ponction, lavage articulaire, prélèvements bactériologiques des portes d'entrée potentielles, immobilisation et traitement antibiotique parentéral.

Mais le tableau est souvent abâtardi avec une douleur sans franche raideur, un léger décalage thermique, proche de celui d'un banal « rhume de hanche ». Dans ce cas, il faut néanmoins savoir prendre la décision d'une ponction articulaire, geste relativement bénin eu égard au risque de laisser évoluer une arthrite infectieuse à l'origine des lésions épiphysaires irréversibles.

Les germes en cause sont le plus souvent le staphylocoque doré, le streptocoque et *Haemophilus influenza* [1].

### 2.1.2. Synovite aiguë bénigne transitoire ou « rhume de hanche »

Cette entité de mécanisme inconnu est la cause la plus fréquente de pathologie de hanche entre trois et dix ans [2]. L'incidence annuelle est de l'ordre de 0,2/100 enfants avec une prédominance masculine (70 %) et une nette prédominance saisonnière (hiver–printemps). Un facteur viral est envisagé à l'origine de l'hypersécrétion de liquide synovial en raison de la survenue fréquente au décours d'un épisode ORL. Cependant, aucun virus n'a été mis en évidence par les études sérologiques, de même qu'il n'a pas été retrouvé de terrain génétique prédisposant ; les rares études histologiques ne retrouvent pas d'hyperplasie synoviale.

Le tableau clinique est stéréotypé : survenue brutale sans facteur déclenchant souvent le matin au réveil d'une douleur intense plus ou moins bien localisée à un membre inférieur avec impotence fonctionnelle. L'enfant est en bon état général, apyrétique ; la hanche est limitée en abduction et rotation interne. La radiographie standard est normale ou objective un bombement capsulaire. L'échographie [2] confirme la présence d'un épanchement articulaire (Fig. 1). L'étude en IRM ne semble pas apporter d'éléments très spécifiques ; présence d'un signal inflammatoire de la synoviale avec épanchement, parfois bilatéral, sans anomalie de signal médullaire [3]. La biologie standard (hémogramme, vitesse de sédimentation) est normale. Le mode évolutif est un argument diagnostique supplémentaire : régression des symptômes en cinq à huit jours, spontanément, aidée par un repos (le plus souvent relatif) et un court traitement anti-inflammatoire symptomatique.

Toute atypie initiale et/ou évolutive doit obligatoirement conduire à rediscuter le diagnostic et à pratiquer initialement une ponction articulaire [4] (pour exclure une arthrite septique) et ultérieurement une scintigraphie osseuse (pour exclure une ostéochondrite), le diagnostic de synovite aiguë bénigne transitoire restant un diagnostic d'exclusion. À noter que la formule du liquide est inconnue, les patients étant habituellement ponctionnés en contexte d'urgence avec l'indication d'exclure par

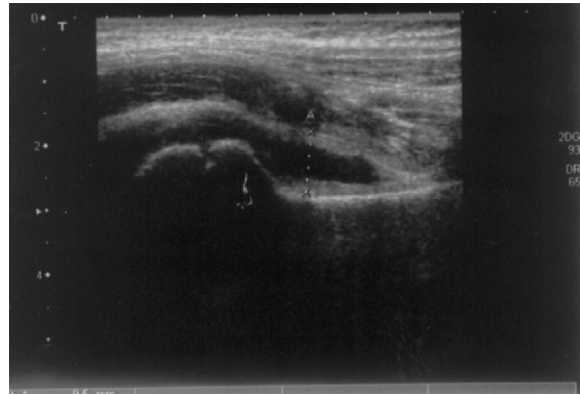


Fig. 1. Échographie de hanche droite au cours d'une synovite aiguë bénigne de hanche droite objectivant la présence d'un épanchement, sans hypertrophie synoviale.

l'examen direct et la culture une arthrite septique. Il faut souligner que des rechutes sont possibles en nombre limité (deux à trois), après des délais variables, homo- ou controlatérales et que pour certains un contrôle d'imagerie à trois mois est systématique pour ne pas méconnaître une ostéochondrite révélée par un épanchement articulaire. Le pronostic reste globalement excellent avec absence de séquelle et d'évolutivité à l'âge adulte [5].

## 2.2. Pathologie subaiguë et chronique

### 2.2.1. Arthrite juvénile idiopathique

La plupart des arthrites juvéniles idiopathiques peuvent comporter une atteinte de la hanche mais c'est surtout dans le cas des spondylarthropathies que l'atteinte de la hanche peut être inaugurale. Il s'agit le plus souvent des garçons entre dix et 12 ans ; la douleur est d'apparition progressive, d'intensité variable, avec un dérouillage matinal (assez long) et rapidement une raideur avec boiterie. Les radiographies et la biologie standards sont le plus souvent normales. L'échographie et/ou l'IRM vont confirmer la coxite avec épanchement et/ou épaissement synovial. Les sacro-iliaques sont le plus souvent normales au stade initial. Le diagnostic repose sur les critères de diagnostic de l'ILAR [6]. Le traitement comporte des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) associés à la rééducation (pour éviter ou réduire l'attitude vicieuse et l'amyotrophie). En cas d'échec ou de résultat partiel, l'injection locale radioguidée d'hexacétone de triamcinolone doit être discutée, pour éviter une évolution vers une destruction progressive cartilagineuse.

### 2.2.2. Ostéite chronique récurrente multifocale

Forme pédiatrique du SAPHO [7], elle est caractérisée par une atteinte inflammatoire métaphysaire de localisation préférentielle aux membres inférieurs, notamment de la métaphyse fémorale supérieure. Le symptôme majeur est la douleur uni ou plurifocale. Les signes cutanés (psoriasis pustuleux, pustulose palmo-plantaire) sont rares chez l'enfant. La scintigraphie osseuse objective le caractère plurifocal des lésions dont l'aspect en radiographie standard est assez stéréotypé (association à des degrés variables selon le stade évolutif de lésions lytiques et

condensantes de topographie juxtamétaphysaire). Le syndrome inflammatoire biologique est inconstant.

Dans les cas atypiques à prédominance lytique et unifocal, la biopsie est nécessaire pour exclure une pathologie infectieuse ou surtout tumorale. Le traitement repose sur les anti-inflammatoires non stéroïdiens.

### 2.2.3. Synovite villonodulaire

Pathologie rare, elle se manifeste par des douleurs, une raideur et une boiterie de façon assez superposable à une coxite inflammatoire. C'est l'IRM qui permet d'en suspecter le diagnostic devant un aspect hyperplasique de la synoviale avec dépôts d'hémossidérine. La certitude est macroscopique et histologique, lors de l'arthroscopie. Le traitement repose sur la synovectomie et nécessite des contrôles ultérieurs réguliers par IRM pour dépister les possibles récives.

### 2.2.4. Ostéome ostéoïde

Il est responsable d'une douleur d'horaires nocturne, spécifiquement et parfaitement calmée par l'acide acétylsalicylique et/ou les AINS, accompagnée en cas de diagnostic retardé par une boiterie et une amyotrophie [8]. L'imagerie standard permet parfois d'évoquer le diagnostic devant une ostéocondensation importante ou l'image lytique cerclée d'os condensé, localisée au niveau du col fémoral, plus rarement au niveau du cotyle. Mais ces images sont tardives et la scintigraphie et le scanner restent les examens clés montrant respectivement une hyperfixation en cocarde et la présence du nidus, entouré d'une zone d'ostéosclérose (Fig. 2). Le traitement repose sur les techniques percutanées d'extraction au trocart sous contrôle tomodynamométrique. La chirurgie (biopsie exérèse) est envisagée dans certaines localisations d'accès difficile (fond du cotyle) et en cas d'échec.

D'autres tumeurs bénignes sont plus rares : le kyste solitaire se traduit par une vaste lacune souvent découverte à l'occasion d'une fracture ; le kyste anévrysmal est d'allure polycyclique, les lacunes contenant du sang ; le granulome éosinophile peut être isolé ou associé à d'autres localisations dans le cadre d'une histiocytose X.



Fig. 2. Ostéome ostéoïde : scanner montrant le nidus entouré d'une zone d'ostéosclérose.

### 2.2.5. Tumeurs malignes et hémopathies

Elles sont rares et responsables de douleurs intenses et permanentes. L'imagerie et la biopsie chirurgicale permettent de les identifier ; le sarcome d'Ewing et le sarcome ostéogénique sont les plus fréquents. Parmi les hémopathies, les leucémies et le lymphome peuvent comporter des localisations osseuses mais elles sont rarement révélatrices.

## 3. Pathologie mécanique de la hanche

### 3.1. Ostéochondrite primitive de la hanche ou maladie de Legg-Calvé-Perthes

Nécrose épiphysaire supérieure du fémur, elle est probablement secondaire à une interruption du réseau artériel circonflexe postérieur. Le mécanisme de ce trouble circulatoire reste l'objet d'hypothèses ; des dispositions anatomiques pourraient prédisposer à l'ostéochondrite [9], notamment une modification du flux vasculaire au niveau du cartilage de croissance de l'épiphyse fémorale supérieure par destruction mécanique progressive des vaisseaux dans la zone de tissu osseux immature située sous le cartilage de croissance.

Elle survient le plus souvent chez le garçon (sex-ratio 5:1) entre quatre et neuf ans [10]. Son évolution se fait en quatre phases : nécrose ischémique du noyau céphalique, fragmentation céphalique, revascularisation et reconstruction, puis guérison avec remodelage. Cette évolution est à l'origine des remaniements osseux visibles sur les radiographies.

Le diagnostic doit être suspecté devant des douleurs à la marche ou en fin de journée, peu intenses mais récidivantes, parfois entrecoupées de phases indolores. La boiterie accompagne les épisodes douloureux. La discrétion relative des symptômes explique le délai diagnostique souvent prolongé. L'examen clinique retrouve une hanche limitée en abduction, en rotation interne de façon isolée, sans autre atteinte articulaire ni anomalie de l'état général. La biologie usuelle est normale.

L'aspect radiographique est différent selon le stade évolutif. Au début le diagnostic peut être difficile devant un aspect discrètement irrégulier et condensé du noyau épiphysaire ; à ce stade, la scintigraphie montrant une hyperfixation céphalique est évocatrice et sera complétée par une IRM. À un stade plus évolué, l'image en coquille d'œuf (surtout visible sur le cliché de profil) est de diagnostic aisé de même que l'aspect dense ou fragmenté du noyau céphalique et la déformation en coxa plana (Fig. 3). Le traitement a pour but de protéger le noyau céphalique et d'obtenir une cicatrisation dirigée. Il comporte une mise en traction pour assouplir la hanche, puis une mise en décharge prolongée (12 à 18 mois). La vitesse de réparation dépend de l'âge et de l'extension de l'atteinte. Le pronostic est généralement favorable avant l'âge de six ans (80 % des cas) ; le type de traitement ne semble pas influencer le pronostic. Les rares cas bilatéraux (possible entité particulière) sont de bon pronostic.

### 3.2. Épiphyseolyse de la hanche

Glissement non traumatique de la calotte épiphysaire sur la métaphyse fémorale supérieure (le plus souvent en arrière et en



Fig. 3. Ostéochondrite de hanche : aspect fragmenté et condensé du noyau épiphysaire.

dedans), c'est une urgence thérapeutique en raison du risque de nécrose définitive de l'épiphyse [11].

Cette affection survient essentiellement en période péripubertaire chez le garçon (deux tiers des cas) et est bilatérale dans 20 % des cas. Un certain nombre de facteurs favorisants est évoqué : déséquilibre hormonal portant sur les hormones sexuelles et l'hormone de croissance, facteurs métaboliques influant sur la structure du collagène, facteurs mécaniques avec rétroversion fréquente du col, facteurs génétiques. Les seuls éléments de certitude sont la constatation d'une fréquence accrue chez les enfants obèses avec retard pubertaire.

La forme chronique progressive est la plus fréquente ; les douleurs siègent à la hanche, parfois au genou et s'accompagnent secondairement d'une boiterie intermittente, puis permanente avec une attitude du pied en rotation externe lors de la marche. À l'examen en décubitus, le membre inférieur est spontanément en rotation externe, flexion de hanche et légère adduction. La hanche est limitée en rotation interne et abduction et la flexion se fait en rotation externe obligatoire.

Des formes aiguës, plus rares, sont marquées par une douleur brutale au décours d'une chute ou d'un faux pas dont l'intensité est superposable à celle d'une fracture du col. À l'examen, la hanche est en rotation externe très douloureuse à la mobilisation. L'interrogatoire peut retrouver la notion de brefs épisodes de boiterie douloureuse dans les semaines précédentes.

L'élément clé du diagnostic est la radiographie standard de face et surtout de profil chirurgical des deux hanches pour objectiver le déplacement épiphysaire (Fig. 4a et b). Les images varient selon le stade. Initialement, simple aspect irrégulier, feuilleté, élargi du cartilage de conjugaison. Au deuxième stade, le glissement postérieur est visible et mesurable sur le cliché de profil ; sur le cliché de face, l'épiphyse est moins haute que du côté sain et la ligne de Klein (tangente au bord supérieur du

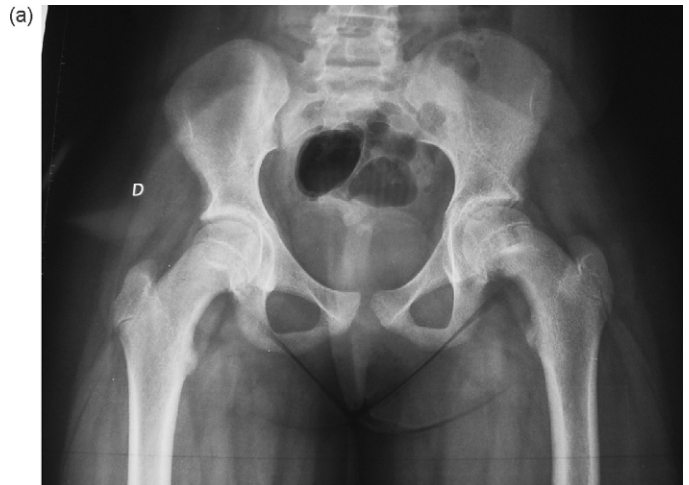


Fig. 4. (a) Épiphyse gauche avec bascule du noyau épiphysaire, bien visible sur le cliché recentré. (b) Épiphyse de hanche gauche, cliché de profil objectivant la bascule du noyau épiphysaire.

col) ne coupe plus le noyau céphalique. Au troisième stade, le déplacement est évident avec moins d'un tiers de la surface du cartilage de croissance restant en contact avec l'épiphyse.

Quel que soit le stade, c'est une urgence thérapeutique avec suppression immédiate de l'appui, traction éventuelle mais purement antalgique et surtout intervention rapide pour fixation par vis et éventuellement intervention préventive controlatérale [12].

### 3.3. Chondrolyse de hanche

Elle peut survenir au décours d'une épiphysiolyse (coxite laminaire) ou de façon primitive (chondrolyse idiopathique). Elle se traduit par un enraidissement douloureux de la hanche avec boiterie et attitude vicieuse en flessum. La fréquence est d'environ 20 % au décours des épiphysiolyse avec des facteurs favorisants : importance du glissement, délai diagnostique et thérapeutique et éventuellement les modalités du traitement par épiphysiodèse extra-articulaire et ostéotomie sous- et intertrochantérienne. La radiographie montre un aspect globalement déminéralisé de la tête et du cotyle, un pincement circonférentiel

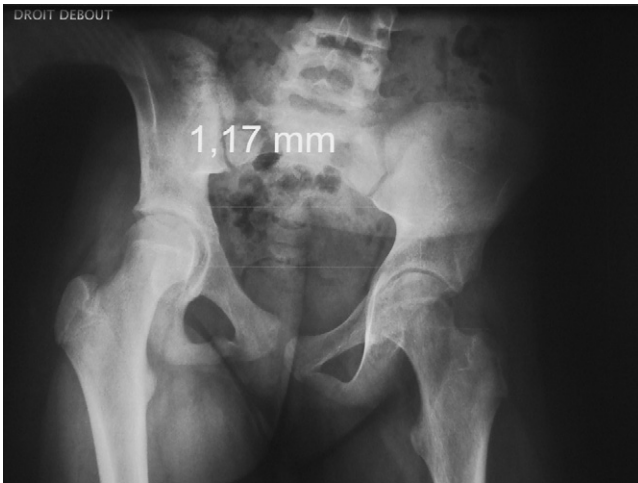


Fig. 5. Chondrolyse idiopathique de hanche gauche : pincement circonférenciel de plus de 80 % de l'interligne articulaire, déminéralisation de la tête fémorale, fusion prématurée des cartilages de conjugaison de l'épiphyse fémorale et du petit trochanter à l'origine d'une asymétrie de longueur des membres inférieurs.

de l'interligne articulaire et une soudure du cartilage de conjugaison (Fig. 5). L'évolution peut se faire vers une récupération lente et progressive de la mobilité dans 10 à 30 % des cas, mais le plus souvent la raideur persiste avec des symptômes douloureux variables et à moyen ou long terme l'arthroplastie totale doit être envisagée.

La chondrolyse idiopathique, souvent associée à une protrusion acétabulaire, est une entité rare et particulière [13,14], plus fréquente chez la fille (neuf à 15 ans) et dans l'ethnie africaine. L'atteinte est fréquemment bilatérale. Son mécanisme reste inexpliqué ; néanmoins dans la plupart des cas, les études en IRM objectivent un épanchement avec de façon inconstante un aspect de synovite hypertrophique. Les prélèvements bactériologiques (liquide articulaire) sont constamment négatifs. La biologie montre en général l'absence de syndrome inflammatoire. De rares études histologiques ont été réalisées et montrent des anomalies de type inflammatoire, subaiguës avec fibrose. Le traitement par infiltration intra-articulaire de corticoïdes suivie de tractions (pour réduire le flessum) et rééducation est habituellement proposé. Le pronostic reste réservé avec stabilité ou aggravation, amenant à la discussion chirurgicale dans un délai variable (fonction de la gêne fonctionnelle).

### 3.4. Ostéonécrose de hanche

Elle peut compliquer une épiphysiolyse, mais s'observe également dans le cadre de maladie lupique sévère corticothérapie et au décours de chimiothérapie (comportant de fortes doses de corticoïdes) pour leucémie aiguë [15,16]. Dans ces deux derniers cas, les ostéonécroses sont volontiers plurifocales et liées à la corticothérapie mais également la pathologie sous-jacente. Le tableau clinique non spécifique comporte douleur et boiterie d'esquive. La fréquence au cours des leucémies aiguës lymphoblastiques est d'environ 10 % avec un délai moyen de 1,7 an entre le diagnostic hématologique et celui d'ostéonécrose, la bilatéralité est fréquente.



Fig. 6. Ostéonécrose bilatérale de hanche au cours de l'évolution d'une leucémie aiguë lymphoblastique : aspect condensé et aplati des têtes fémorales.

Au stade initial, la radiographie peut être d'apparence normale. Le diagnostic repose alors sur la scintigraphie, phase initiale d'hypofixation (ischémie) puis d'hyperfixation et l'IRM. Il s'agit également d'une relative urgence thérapeutique avec essentiellement mise en décharge pour préserver la sphéricité de la tête fémorale. L'évolution se fait vers l'aplatissement du noyau épiphysaire (Fig. 6). Il n'existe actuellement aucune preuve scientifique de l'efficacité des bisphosphonates [17], dont les effets secondaires à moyen et long terme sont inconnus chez l'enfant. Le pronostic fonctionnel est médiocre avec à moyen ou long terme nécessité d'une arthroplastie totale.

### 3.5. Apophysites de croissance

Elles sont liées à une ischémie par traumatisme minime mais récurrent et sur-sollicitation tendineuse et surviennent entre 11 et 15 ans, plus fréquemment chez les garçons sportifs. La symptomatologie est non spécifique : boiterie douloureuse intermittente au décours des activités sportives. Le siège est variable : petit trochanter, insertion des adducteurs, ischion, épine iliaque antérosupérieure et inférieure. La radiographie standard permet le diagnostic : aspect irrégulier de l'épiphyse articulaire. Le traitement comporte la simple suppression des activités sportives pendant une durée de trois à 12 mois.

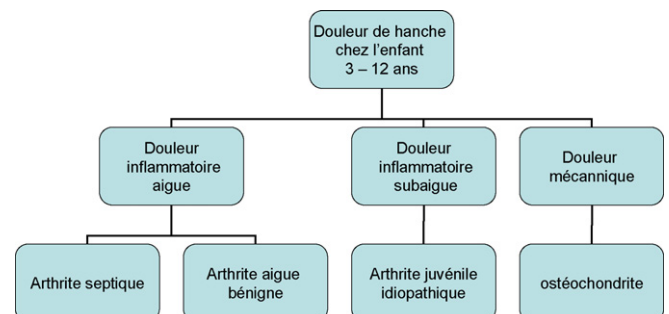


Fig. 7. Principales pathologies de hanche chez l'adolescent.

#### 4. Conclusion

Les pathologies de hanche surviennent à tout âge chez l'enfant. L'arthrite septique et la synovite aiguë bénigne transitoire sont les causes les plus fréquentes chez le jeune enfant, ce second diagnostic devant rester un diagnostic d'exclusion.

Chez l'enfant et l'adolescent (Fig. 7), les pathologies mécaniques sont les plus fréquentes. L'ostéochondrite peut être latente ou paucisymptomatique. En phase péripubertaire, l'épiphysiolyse est la cause la plus fréquente et requiert une prise en charge en urgence pour réduire les risques de complication et séquelles.

Parmi les pathologies inflammatoires, la spondylarthropathie peut se révéler par une atteinte isolée de la hanche. La chondrolyse idiopathique demeure une entité de pathogénie mystérieuse et de pronostic fonctionnel réservé.

#### Références

- [1] Wang CL, Wang SM, Yang YJ, et al. Septic arthritis in children: relationship of consecutive pathogens, complications and outcome. *J Microbiol Immunol Infect* 2003;36:41–6.
- [2] Landin LA, Danielson LG, Wattsgard C. Transient synovitis of the hip. *J Bone Joint Surg* 1987;69 B:239–41.
- [3] Yang WJ, Im SA, Lim GY, et al. MR imaging of transient synovitis: differentiation from septic arthritis. *Pediatr Radiol* 2006;36:1154–8.
- [4] Skinner J, Giancy S, Beattie TF, et al. Transient synovitis: is there a need to aspirate hip joint effusions? *Eur J Emerg Med* 2002;9:15.
- [5] Uziel Y, Butbul-Aviel Y, Barash J, et al. Recurrent transient synovitis of the hip in childhood. Longterm outcome among 39 patients. *J Rheumatol* 2006;33–4.
- [6] Petty RE, Southwood TR, Manners P, et al. International league of associations of rheumatology classification of juvenile idiopathic arthritis: second revision, Edmonton 2001. *J Rheumatol* 2004;31:390–2.
- [7] Job-Deslandre C, Krebs S, Kahan A. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis: 5 years outcome in 14 pediatric cases. *J Bone Joint Surg* 2001;83:245–51.
- [8] Rougerie C, Pidet O, Chevalier X, et al. Apparent hip osteoarthritis in a 16 years old girl. *Ann Rheum Dis* 1997;56:343–5.
- [9] Kandzierski G. Remarks on the etiology and pathogenesis of Perthes' disease: an experiment-based hypothesis. *Ortop Traumatol Rehabil* 2004;30:553–60.
- [10] Rosenfeld SB, Herring J, Chao JC. Legg-calve-perthes disease: a review of cases with onset before 6 years of age. *Bone Joint Surg Am* 2007;89:2712–22.
- [11] Rahme D, Comley A, Foster B, et al. Consequences of diagnostic delays in slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop B* 2006;15:93–7.
- [12] Mullins MM, Sood M, Hashemi-Nejad A, et al. The management of avascular necrosis after slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:1669–74.
- [13] Sherlock DA. Acute idiopathic chondrolysis and primary acetabular protrusion may be the same disease. *J Bone Joint Surg* 1995;77:392–5.
- [14] Adib N, Owers KL, Witt JD, et al. Isolated inflammatory coxitis associated with protrusio acetabuli: a new form of juvenile idiopathic arthritis? *Rheumatol* 2005;44:219–26.
- [15] Korholz D, Bruder M, Engelbrecht V, et al. Aseptic osteonecrosis in children with acute lymphoblastic leukemia. *Pediatr Hematol Oncol* 1998;15:307–15.
- [16] Karimova EJ, Rai SN, Howard SC, et al. Femoral head osteonecrosis in pediatric and young adult patients with leukemia or lymphoma. *J Clin Oncol* 2007;25:1525–31.
- [17] Ramachandran M, Ward K, Brown RR, et al. Intravenous bisphosphonate therapy for traumatic osteonecrosis of the femoral head in adolescents. *Bone Joint Surg Am* 2007;89:1727–34.