

Maladie de Perthes et épiphysiolyse de la hanche

Andreas H. Krieg, Simone Schreiner, Carol C. Hasler, Bâle

Traduction: Rudolf Schlaepfer, La Chaux-de-Fonds

Introduction

Dans cet article seront discutés deux diagnostics importants de la hanche douloureuse de l'enfant et de l'adolescent. Les deux diagnostics ont des limites d'âge claires. Deux diagnostics différentiels de la maladie de Perthes à exclure sont l'arthrite septique du petit enfant (refus de charge, malade, fébrile avec les signes inflammatoires classiques) et la synovite aiguë transitoire, nettement plus fréquente (infection virale anamnestique, courte durée).

Chez l'adolescent il faut penser en outre à l'épiphysiolyse fémorale supérieure et aux blessures de sport dans la région de la hanche et du bassin (arrachements apophysaires), également à l'arthrite septique et plus rarement à une tumeur du fémur proximal ou du bassin.

Maladie de Perthes

La maladie de Perthes a été décrite pour la première fois il y a plus de 100 ans; elle est la conséquence d'une ischémie de la tête du fémur. Il n'a pas été trouvé à ce jour de consensus autour du traitement optimal de cette maladie, la cause de l'ischémie étant toujours inconnue. Il s'agit d'une des rares affections de la hanche dont l'évolution inéluctable des différents stades ne se laisse jusqu'à ce jour que peu influencer⁽¹⁾.

Incidence

L'incidence de la maladie de Perthes est de 8.8/100'000 enfants et adolescents de 0 à 15 ans, les garçons étant touchés 4x plus fréquemment que les filles^{(2), (3)}.

Clinique, diagnostic

Les enfants présentent souvent une boiterie, typiquement unilatérale. Les douleurs dans la hanche sont légères à modérées, parfois la douleur se situant plutôt dans la cuisse ou le genou du côté atteint. À l'examen clinique on constate une boiterie d'esquive ou de raideur, le pied est tenu en légère rotation externe. La mobilité du côté atteint est en général limi-

tée et douloureuse en fin de course – typiquement lors de l'abduction et rotation interne. Contrairement au diagnostic différentiel le plus important – l'arthrite septique – les enfants avec une maladie de Perthes sont afebriles et en parfait état général. On peut déjà constater des modifications à la scintigraphie ou à l'IRM dans les stades précoces, mais ce diagnostic forcé n'a aucune conséquence thérapeutique. De toute manière aucun traitement ne serait entrepris au stade initial d'une maladie de Perthes, si ce n'est de la physiothérapie lorsque la mobilité de la hanche reste limitée plus longtemps que deux semaines, indépendamment du fait qu'il s'agisse d'une maladie de Perthes ou d'une synovite aiguë transitoire. L'échographie de la hanche peut mettre en évidence, au stade précoce de la maladie de Perthes, un discret épanchement; des contrôles échographiques de l'évolution d'une maladie de Perthes ne se sont pas avérés utiles.

La maladie de Perthes sera diagnostiquée sans difficulté six semaines plus tard par les radiographies conventionnelles (bassin de face et incidence de Lauenstein): initialement

ne sont visibles que de discrètes modifications, un léger aplatissement de la tête du fémur et une condensation (noyau hyperdense sous-chondral) ainsi qu'un élargissement de la fente articulaire (*fig. 1+3*). On peut ainsi éviter à l'enfant l'IRM chère et invasive (nécessitant au petit âge souvent une narcose)⁽⁴⁾. Actuellement plusieurs centres testent le moyen de diagnostiquer par IRM l'extension de la nécrose de la tête fémorale plus précocement (classification IRM) que par radiographie, ce qui devrait permettre un traitement opératoire précoce et un meilleur résultat⁽⁵⁾.

Selon notre plan de traitement, les contrôles radiologiques (bassin de face et fémur axial) sont effectués tous les (4)-6 mois pendant 2 ans, ensuite 1x/année.

Les contrôles cliniques devraient être effectués tous les 3 mois afin de vérifier la mobilité de la hanche et ne pas manquer les évolutions compliquées avec subluxation latérale. La limitation progressive de l'abduction est dans ce cas typique.

Classification/stades de la maladie

Les classifications utilisées se basent actuellement sur la radiologie conventionnelle. La classification selon Catterall⁽⁶⁾ décrit le pourcentage de l'étendue de la nécrose et accessoirement les «*head at risk-signs*» (facteurs de risque). La classification la plus utilisée est celle de Herring⁽⁷⁾, fondée sur l'intégrité du pilier latéral de la tête fémorale («*lateral pillar classification*») dans la radiographie de face. On distingue 3 groupes (*fig. 1*):

Critères cliniques et radiologiques	Pertinence
État du pilier latéral ¹	+++
Calcification latérale ²	++
Subluxation («containment») ²	++
Âge (> 6 ans)	+++
Mobilité	++
Sexe (féminin)	++
Étendue de la nécrose ³	+
Atteinte métaphysaire ²	+
Horizontalisation de la zone de croissance ²	-

1 = facteurs de risque selon la classification de Herring; 2 = Facteurs de risque d'après Catterall («*head at risk signs*»); 3 = Classification de Catterall, Salter et Thompson; +++ = grande pertinence

Tableau 1: Facteurs pronostiques et pertinence pour le pronostic du stade final: du point de vue clinique l'âge (> 6 ans) lors du diagnostic de la maladie, une mobilité très réduite et le sexe féminin, du point de vue radiologique l'effondrement latéral de la tête du fémur >50% (Herring C) ainsi que la subluxation et la calcification latérale indiquent un mauvais pronostic

A: pilier latéral non atteint

B: > 50% de la hauteur du pilier latéral conservée

C: < 50% de la hauteur du pilier latéral conservée

Le type C de Herring a un mauvais pronostic, avec excentration latérale de la tête du fémur, pouvant occasionner, lors du stade de reconstruction, la formation d'une bosse («bump») latérale, qui limite la mobilité et sera à l'origine d'une arthrose précoce (fig. 2).

Le tableau 1 résume les facteurs de risque radiologiques et cliniques⁸⁾⁻¹¹⁾.

L'évolution radiologique est divisée en 4 phases. La durée des différentes phases est variable. La maladie évolue en moyenne pendant environ 3 ans: 1. phase de condensation (env. 7 mois), 2. phase de fragmentation (env. 8.5. mois), 3. phase de réparation (env. 18 mois) et 4. phase finale¹²⁾.

Plus tard la maladie débute, plus sévère est en général l'évolution et longue la durée.

Phase de condensation (fig. 3): la tête du fémur est aplatie et hyperdense, la fente articulaire apparaît plus large.

Phase de fragmentation (fig. 4): on constate une désintégration plus ou moins importante de la tête, avec des zones ostéolytiques et de sclérose de l'épiphyse (et métaphyse).

Phase de reconstruction: apparition d'os néoformé; l'image s'harmonise.

Phase finale: image terminale d'une hanche soit normale soit d'une coxa magna (fig. 5) jusqu'à l'incongruence et l'aplatissement de la tête du fémur.

La phase finale peut être subdivisée selon Stulberg¹³⁾ en 5 degrés: plus élevé le degré, plus important le risque de développer une arthrose:

- I. Hanche normale – tête fémorale sphérique
- II. Coxa magna – tête fémorale sphérique (congruence sphérique)
- III. Coxa magna – tête fémorale ovale ou en champignon (fig. 5)
- IV. Tête fémorale aplatie, la congruence avec l'acétabulum est conservée (congruence asphérique)
- V. Tête fémorale aplatie, pas de congruence (incongruence asphérique)



Figure 1: Fracture sous-chondrale avec élargissement de la fente articulaire



Figure 3: Maladie de Perthes à gauche au stade de condensation



Figure 2: Patient avec une maladie de Perthes (stade de fragmentation avancé), type C de Herring et signes de risque importants de la tête fémorale: calcification latérale et subluxation (flèches bleues courtes) et début de formation d'une bosse («bump») (flèche bleue longue)



Figure 4: Hanche de face et incidence axiale au stade de fragmentation initial

Traitement de la maladie de Perthes

Selon l'évolution, le traitement de la maladie de Perthes est conservateur ou chirurgical. Lorsque la maladie débute à un jeune âge, le pronostic est en général plutôt bon, l'âge du patient ayant la plus grande valeur pronostique. La perte de la mobilité de la hanche est un des facteurs de risque les plus importants responsables d'une évolution et d'un résultat final défavorables. La physiothérapie et les exercices à domicile permettent de limiter la perte de mobilité¹⁴⁾.

Les mouvements de la tête du fémur dans l'acétabulum non atteint par la maladie visent à maintenir la forme sphérique de la tête, en prévenant son aplatissement et la formation d'une articulation en charnière au pronostic défavorable. Lorsque les adducteurs sont raccourcis, dans de rares cas peuvent être indiqués l'allongement chirurgical ou l'injection de toxine botulinique dans les adducteurs.

Ces dernières années le concept de «décharge» a été progressivement abandonné. La décharge à l'aide d'une canne ou la prescription temporaire d'un antalgique peuvent être indiqués pendant une phase douloureuse ou en présence d'un épanchement, mais devraient être abandonnés après peu de temps. Une activité sportive adaptée paraît plus raisonnable qu'une interdiction générale. On évitera pourtant des charges conséquentes de la hanche. En font partie le trampoline, les sports comme le saut en longueur, les agrès, les sports de contact et du type stop&go. S'il n'est pas possible de maintenir l'articulation centrée dans l'acétabulum, d'autres me-

sures sont nécessaires pour rétablir la congruence articulaire (*containment*).

Lors de l'abduction la tête du fémur se tourne normalement avec sa partie latérale sous le toit de l'acétabulum, raison pour laquelle le maintien de la mobilité est très important lors d'une maladie de Perthes. Le positionnement correcte de la tête fémorale peut être empêché par une calcification latérale qui forme une protubérance («bump») et heurte le toit acétabulaire, occasionnant ainsi un mouvement en charnière («hinge abduction»). Cela doit absolument être évité (*fig. 6*).

Traitement chirurgical

Le traitement par attelle pour centrer l'articulation n'est pas indiqué, car cela restreint l'enfant pendant des années. Nous privilégions une intervention sur le bassin et/ou le fémur afin d'améliorer la congruence articulaire, de préférence entre 5 et 10 ans, de manière optimale au début de la phase de fragmentation⁴⁾.

Lorsque l'indication est donnée, le traitement chirurgical semble nettement améliorer le pronostic, comparé à l'évolution sans traitement. De bonnes indications sont un pilier latéral du type B/C ou B, une nécrose de > 50% et une couverture acétabulaire de moins de 80%⁸⁾. Malheureusement il n'y a toujours pas de consensus au niveau international concernant l'indication opératoire et le type d'intervention²⁴⁾.

Pour intervenir sur le bassin on peut envisager la triple-ostéotomie (*fig. 7*): cette opération consiste à sectionner la branche de l'ischion/os pubis et l'ilion et à faire pivoter l'acétabu-

lum par dessus la tête du fémur. Cela ne modifie ni la longueur ni l'axe de l'extrémité inférieure, contrairement à la l'ostéotomie par varisation (raccourcissement)¹⁵⁾. Comme l'abduction de la jambe, elle a pour effet un centrage de la tête du fémur¹⁶⁾.

Pour le traitement des séquelles avec «hinge abduction» et formation d'une bosse osseuse latérale («bump») entrent en ligne de compte l'ostéotomie de valgisation qui amène la partie médiale de la tête fémorale dans la zone de charge, ou alors la résection arthroscopique de la bosse osseuse.

Résumé

La maladie de Perthes est une nécrose idiopathique de la tête du fémur. Le diagnostic doit être évoqué chez un enfant de 4-8 ans avec une boiterie unilatérale et des douleurs de la hanche en absence de traumatisme, de fièvre et anamnèse d'infection préalable. Le traitement initial est symptomatique et consiste en physiothérapie et analgésie. Le diagnostic est confirmé radiologiquement (bassin de face et incidence de Lauenstein) généralement 6-8 semaines après l'apparition des premiers symptômes.

Les parents doivent être informés de l'évolution inéluctable et durant des années. Objectif primaire du traitement est la conservation de la mobilité. Un appareillage et décharge prolongée pendant toute la durée de la maladie ne sont pas conseillés.

Dans des cas choisis, en raison du décentrage de la tête du fémur et de l'aspect du pilier laté-



Figure 5: Stade final de maladie de Perthes (degré III d'après Stulberg) avec coxa plana et magna à droite



Figure 6: Hanche gauche 6 semaines après triple-ostéotomie



Figure 7: Fillette de 7 ans avec luxation latérale (petite flèche) et formation d'une bosse («bump») (flèche large) et d'une articulation en charnière («hinge-abduction») (flèche double)

ral, une intervention chirurgicale est raisonnable.

Épiphysiolyse fémorale supérieure

L'épiphysiolyse fémorale supérieure consiste en une modification non traumatique du cartilage de conjugaison entraînant un glissement de la métaphyse fémorale vers antéro-latéral, alors que l'épiphyse reste dans l'acétabulum. Le glissement a lieu pendant la poussée de croissance pubertaire. Après la fermeture de la zone de croissance cette maladie n'est plus possible.

Incidence, facteurs de risque

L'incidence de la maladie est d'environ 9/100'000 adolescents, les garçons étant touchés 1.5x plus que les filles. Dans environ 40% des cas un glissement a lieu aussi de l'autre côté, généralement pendant les 1.5 ans après le premier épisode⁽¹⁸⁾. Une lyse d'emblée bilatérale est possible, mais rare^{(4), (17)}.

Bien qu'il s'agisse souvent de jeunes garçons obèses, hypogonadiques, en pleine poussée de croissance pubertaire, la plupart des épiphysiolyse fémorales supérieures se manifestent sans cause endocrinienne, le risque étant toutefois élevé chez les patients atteints d'hypothyroïdie, d'ostéodystrophie rénale, d'hyperparathyroïdie secondaire, d'hypogonadisme, de trisomie 21 et après irradiation^{(19)- (22)}. Les jeunes sportifs, surtout pratiquant des sports du type stop&go comme p.ex. le foot sont aussi à risque.

Clinique, classification

Il n'est pas rare (jusqu'à 50%) que les adolescents se présentent avec des douleurs à la cuisse ou sur le côté intérieur du genou. Ils ne ressentent pas forcément des douleurs de la hanche, ce qui peut retarder le diagnostic⁽²³⁾. L'examen clinique montre en général une limitation de la rotation interne, parfois aussi de l'abduction de la hanche atteinte. Les patients marchent typiquement avec la jambe en rotation externe et la flexion passive de la hanche est associée à une rotation externe (signe de Drehmann).

La classification se fait selon la durée de l'anamnèse et la capacité de marche. On parle d'épiphysiolyse aiguë lorsque les symptômes durent depuis moins de 3 semaines (env. 15%), et donc de chronique pour une anamnèse de plus de 3 semaines (env. 85%)⁽¹⁸⁾. Parfois l'évolution est «aiguë-post-chronique», c'est à dire que des symptômes sont présents

depuis plus de 3 semaines mais qu'il y a soudainement une aggravation (depuis moins de 3 semaines). La plupart de ces patients sont nettement plus atteints, jusqu'à ne plus pouvoir marcher⁽²⁴⁾. On peut ensuite classer en «stable» et «instable»; dans le premier cas le patient marche, dans le deuxième il n'en est plus capable⁽¹⁸⁾. Cette classification est importante aussi du point de vue pronostic, une situation instable évoluant dans 24-45% des cas vers une nécrose de la tête fémorale^{(18), (25)}.

Imagerie

La suspicion clinique d'épiphysiolyse exige une radiographie du bassin de face et axiale de la hanche touchée. Dans la radiographie de face, l'épiphysiolyse peut facilement échapper: la zone de croissance est un peu plus large et la tête du fémur dépasse un peu moins le côté latéral du col du fémur (fig. 8). Raison pour laquelle l'incidence axiale est nécessaire lorsqu'on cherche une épiphysiolyse; le glissement dorsal de la tête du fémur y est bien visible (fig. 8 à droite)⁽²⁶⁾. L'incidence axiale ou mieux l'incidence «cross-table» permettent de mesurer l'angle de glissement (voir aussi fig. 9) qui sert d'orientation pour le traitement.

Sur les radiographies on cherche également des signes de remaniement de la zone de glissement (formation de cal) dans le contexte d'une évolution chronique. L'échographie permet de visualiser un épanchement et un décalage méta-épiphysaire. Cet examen peut s'effectuer au cabinet médical et est fiable

pour l'examineur expérimenté, la radiographie en deux plans étant néanmoins le gold-standard⁽²⁷⁾.

Lors de formes aiguës d'épiphysiolyse l'IRM donne des informations importantes concernant la vascularisation de l'épiphyse. Dans les formes chroniques elle permet d'apprécier la déformation dans la région du col et de la tête du fémur (*offset* incomplet). La tête du fémur peut alors heurter le bord de l'acétabulum (*cam-impingement*) et favoriser le développement précoce d'une arthrose (fig. 9).

Traitement

La régénération de la partie entre col et tête du fémur d'une épiphysiolyse fémorale supérieure non traitée peut faire retrouver une fonction acceptable de l'articulation. Mais fréquemment l'évolution naturelle de la maladie mène à une coxarthrose⁽²⁴⁾. Le traitement de l'épiphysiolyse sera donc toujours chirurgical.

La forme aiguë ou instable représente une des rares urgences en orthopédie pédiatrique. Dans l'immédiat on décharge par des cannes afin d'éviter tout mouvement abrupt et un glissement ultérieur, puis l'enfant reste couché jusqu'à l'opération. Le repositionnement avec stabilisation se fait en urgence.

Lors d'un angle de glissement jusqu'à 40° nous posons l'indication au repositionnement prudent, fermé (autant que possible) et fixation de l'épiphyse à travers le cartilage de conjugaison (vis, broches ou pins) (fig. 10). Les implants restent en place jusqu'à la fermeture de la zone de croissance^{(28), (29)}.



Figure 8: Radiographie de face d'une épiphysiolyse fémorale supérieure gauche (presque invisible – observez la zone de croissance légèrement élargie!) et axiale avec glissement de la tête du fémur

Lorsque le glissement dépasse 40° nous effectuons une IRM pour déterminer la vascularisation du cartilage de conjugaison. Si elle est perturbée, on n'effectue qu'une fixation du cartilage, pour réaliser une éventuelle correction chirurgicale par la suite.

Lorsque la vascularisation est conservée et l'épiphyse aigüe, nous tentons les repositionnement et fixation prudents fermés. Si ce n'est pas possible, nous procédons à un repositionnement de l'épiphyse afin de rétablir l'offset (rapport tête/col du fémur): ostéotomie trochantérienne, luxation de la hanche après fixation de l'épiphyse in situ, ostéotomie cunéiforme sous-capitale avec raccourcissement discret du col du fémur, résection du cal de réparation (cas aigus-post-chroniques) et repositionnement prudent de l'épiphyse et fixation définitive avec des pins afin de rétablir les conditions anatomiques^{30),31)}.

Vu le risque d'un glissement aussi de l'autre côté, en fonction de l'âge osseux l'épiphyse contra-latérale devrait être fixée à son tour; un âge osseux de 14 ans pour les garçons et 12 ans pour les filles est la limite supérieure approximative pour cette intervention prophylactique.

Complications de l'épiphyse fémorale supérieure/du traitement chirurgical

La complication la plus redoutée, la nécrose de la tête du fémur, peut survenir d'une part suite au glissement mais être aussi iatrogène suite au repositionnement chirurgical de la tête fémorale. Une fermeture précoce de la zone de croissance avec raccourcissement du col du fémur est aussi possible.

Des études à long terme relatent un risque augmenté d'arthrose, en fonction de l'angle de glissement et de la perte de continuité qui s'ensuit³²⁾ (fig. 9).

Les patients à la clinique inapparente ou avec des symptômes sub-cliniques représentent un défi particulier; il s'agit surtout de jeunes sportifs qui subissent un glissement lent de l'épiphyse sans troubles particuliers – la conséquence est une déformation de la jonction tête - col du fémur (*offset* réduit) (voir aussi fig. 9, flèche large); la fréquence d'arthrose est augmentée par rapport à la population moyenne³³⁾. L'évaluation médico-sportive des jeunes sportifs orientés sur la performance, surtout pratiquant des sports stop&go (foot, tennis, etc.) est très importante à titre préventif: la recherche ciblée de

douleurs de l'aine ou de la cuisse et la comparaison de la rotation de la hanche (rotation interne diminuée et externe augmentée) sont utiles à cet égard. Un test précieux est le test de conflit fémoro-acétabulaire (*impingement*): en position couchée, la hanche fléchie à 90°, on effectue une rotation interne et adduction prudente – normalement on sent l'arrêt du col du fémur sur l'acétabulum, qui ne devrait pas être douloureux (test d'*impingement* négatif). La douleur peut indiquer un *offset* diminué avec endommagement du labrum acétabulaire³⁴⁾.

Résumé

L'épiphyse fémorale supérieure est, à côté de l'arthrite septique, une des rares urgences orthopédiques de l'adolescent pubertaire. Les douleurs typiques de la hanche ne sont pas nécessairement présentes, souvent elles se situent plutôt dans la cuisse ou le genou. La rotation interne de la hanche diminuée ou le signe de Drehmann sont, en présence d'une anamnèse correspondante, très suspects d'une épiphysiolysse fémorale supérieure. L'examen clinique doit être complété par la radiographie du bassin de face et axiale, afin de déterminer l'angle de glissement. Il est

impératif de décharger à l'aide de cannes et d'adresser immédiatement le patient dans un centre d'orthopédie pédiatrique. Dans les cas aigus on procède en principe à la stabilisation de la zone de croissance après repositionnement prudent de l'épiphyse par un implant adapté. Cet implant reste en place jusqu'à la fermeture de la zone de croissance. Dans les cas chroniques, avec une épiphysse fixée dans une mauvaise position, on devra procéder à un repositionnement ouvert avec luxation chirurgicale de la hanche. Le glissement du côté opposé est possible et une fixation prophylactique devrait être effectuée en fonction de l'âge osseux. Les parents doivent être informés dans ce sens. Le diagnostic de l'épiphyse chronique, notamment du jeune sportif peu symptomatique, est difficile. Ces jeunes devraient donc être suivis régulièrement et examinés de manière ciblée.

Références

- 1) Hefti F, Clarke N. The management of Legg-Calvé-Perthes' disease: is there a consensus? *Journal of children's orthopaedics* 2007; 1: 19-25.
- 2) Perry DC, Bruce CE, Pope D et al. Perthes' disease of the hip: socioeconomic inequalities and the urban environment. *Archives of disease in childhood* 2012; 97: 1053-7.

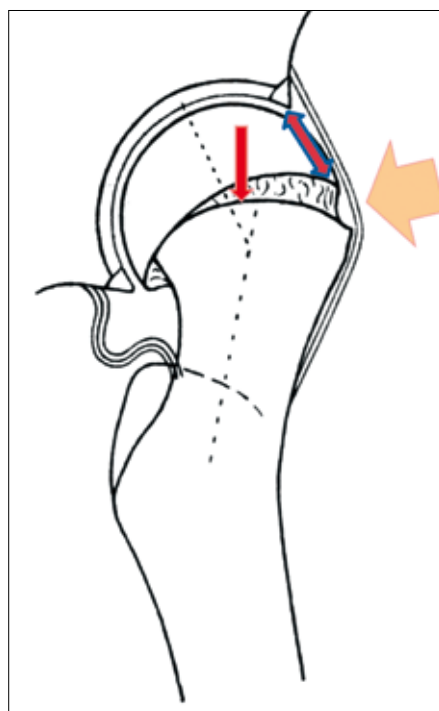


Figure 9: Épiphysiolysse fémorale supérieure avec un angle de glissement de 30° (flèche étroite) et perte de la continuité (*offset*) tête/col (flèche large); risque d'impaction fémoro-acétabulaire lors de la flexion de la hanche (flèche double).



Figure 10: Épiphysiolysse fémorale supérieure du même patient traité avec un clou à crochet (pin de Hansson).

- 3) Wiig O, Terjesen T, Svenningsen S, Lie S. The epidemiology and aetiology of Perthes' disease in Norway A NATIONWIDE STUDY OF 425 PATIENTS. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume* 2006; 88: 1217-23.
- 4) Hefti F. *Kinderorthopädie in der Praxis*. In: Berlin, Heidelberg: Springer Verlag 2015.
- 5) Sankar WN, Thomas S, Castañeda P et al. Feasibility and safety of perfusion MRI for Legg-Calvé-Perthes disease. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2014; 34: 679-82.
- 6) Catterall A. determined by a study of the early radiological appearances, and that such diagnosis allows an effective prognosis and treatment to be advised. 1971.
- 7) Herring JA, Kim HT, Browne R. Legg-Calvé-Perthes disease. Part I: Classification of radiographs with use of the modified lateral pillar and Stulberg classifications. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 2004; 86: 2103-20.
- 8) Wiig O, Terjesen T, Svenningsen S. Prognostic factors and outcome of treatment in Perthes' disease A PROSPECTIVE STUDY OF 368 PATIENTS WITH FIVE-YEAR FOLLOW-UP. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume* 2008; 90: 1364-71.
- 9) Froberg L, Christensen F, Pedersen NW, Overgaard S. Long-term follow-up of a patient cohort with Legg-Calvé-Perthes disease. *Journal of Pediatric Orthopaedics B* 2011; 20: 273-7.
- 10) Herring JA, Kim HT, Browne R. Legg-Calvé-Perthes disease. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86: 2103-20.
- 11) Lee DS, Jung ST, Kim KH, Lee JJ. Prognostic value of modified lateral pillar classification in Legg-Calvé-Perthes disease. *Clinics in orthopedic surgery* 2009; 1: 222-9.
- 12) Joseph B, Varghese G, Mulpuri K et al. Natural evolution of Perthes disease: a study of 610 children under 12 years of age at disease onset. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2003; 23: 590-600.
- 13) Stulberg SD, Cooperman DR, Wallensten R. The natural history of Legg-Calvé-Perthes disease. *J Bone Joint Surg Am* 1981; 63: 1095-108.
- 14) Brech GC, Guarnieri R. Evaluation of physiotherapy in the treatment of Legg-Calvé-Perthes disease. *Clinics* 2006; 61: 521-8.
- 15) Pailhé R, Cavaignac E, Murgier J et al. Triple osteotomy of the pelvis for Legg-Calvé-Perthes disease: a mean fifteen year follow-up. *International orthopaedics* 2016; 40: 115-22.
- 16) Westhoff B, Martiny F, Krauspe R. Aktuelle Behandlungsstrategie des Morbus Perthes. *Der Orthopäde* 2013; 42: 1008-17.
- 17) Burrow S, Alman B, Wright J. Short stature as a screening test for endocrinopathy in slipped capital femoral epiphysis. *Bone & Joint Journal* 2001; 83: 263-8.
- 18) Loder RT, Richards B, Shapiro P et al. Acute slipped capital femoral epiphysis: the importance of physeal stability. *J Bone Joint Surg Am* 1993; 75: 1134-40.
- 19) Mann DC, Weddington J, Richton S. Hormonal studies in patients with slipped capital femoral epiphysis without evidence of endocrinopathy. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 1988; 8: 543-5.
- 20) Razzano C, Nelson C, Eversman J. Growth hormone levels in slipped capital femoral epiphysis. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1972; 54: 1224-6.
- 21) Wells D, King JD, Roe TF, Kaufman FR. Review of slipped capital femoral epiphysis associated with endocrine disease. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 1993; 13: 610-6.
- 22) Wolf EL, Berdon WE, Cassady JR et al. Slipped Femoral Capital Epiphysis as a Sequela to Childhood Irradiation for Malignant Tumors 1. *Radiology* 1977; 125: 781-4.
- 23) Kocher MS, Bishop JA, Weed B et al. Delay in diagnosis of slipped capital femoral epiphysis. *Pediatrics* 2004; 113: e322-e325.
- 24) Aronsson DD, Loder RT, Breur GJ, Weinstein SL. Slipped capital femoral epiphysis: current concepts. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2006; 14: 666-79.
- 25) Zaltz I, Baca G, Clohisy JC. Unstable SCFE: review of treatment modalities and prevalence of osteonecrosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2013; 471: 2192-8.
- 26) Pinkowsky GJ, Hennrikus WL. Klein line on the anteroposterior radiograph is not a sensitive diagnostic radiologic test for slipped capital femoral epiphysis. *The Journal of pediatrics* 2013; 162: 804-7.
- 27) Kallio PE, Paterson DC, Foster BK, Lequesne GW. Classification in Slipped Capital Femoral Epiphysis: Sonographic Assessment of Stability and Remodeling. *Clinical orthopaedics and related research* 1993; 294: 196-203.
- 28) Morscher E, Staubli A, Meyer S, Imhoff A. 5.) 10-year results after epiphyseolysis capitis femoris. A) 10-year results with nails and screws in epiphyseolysis capitis femoris. *Der Orthopäde* 1979; 8: 60.
- 29) Loder RT, Dietz FR. What is the best evidence for the treatment of slipped capital femoral epiphysis? *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2012; 32: S158-S165.
- 30) Leunig M, Slongio T, Kleinschmidt M, Ganz R. Subcapital correction osteotomy in slipped capital femoral epiphysis by means of surgical hip dislocation. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 2007; 19: 389-410.
- 31) Ziebarth K, Zilkens C, Spencer S et al. Capital realignment for moderate and severe SCFE using a modified Dunn procedure. *Clinical orthopaedics and related research* 2009; 467: 704-16.
- 32) Leunig M, Casillas MM, Hamlet M et al. Slipped capital femoral epiphysis: early mechanical damage to the acetabular cartilage by a prominent femoral metaphysis. *Acta orthopaedica Scandinavica* 2000; 71: 370-5.
- 33) Hoaglund FT, Steinbach LS. Primary osteoarthritis of the hip: etiology and epidemiology. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2001; 9: 320-7.
- 34) Tannast M, Goricki D, Beck M et al. Hip damage occurs at the zone of femoroacetabular impingement. *Clinical orthopaedics and related research* 2008; 466: 273-80.

Correspondance

PD Dr. A. Krieg
 Leitender Arzt Orthopädie, Universitätskinderhospital Beider Basel (UKBB)
 Postfach, Spitalstrasse 33
 CH- 4056 Basel
andreas.krieg@ukbb.ch

Les auteurs certifient qu'aucun soutien financier ou autre conflit d'intérêt n'est lié à cet article.