

Devenir à l'âge adulte : La maladie de LEGG-CALVE-PERTHES

DR FRÉDÉRIC SAILHAN¹, DR NATHAN DOLET²

1- Clinique Arago, Paris, France

2 -Chirurgie pédiatrique, CHU de CAEN, Caen, France

Remerciements : Dr Eric MASCARD, Pr Moussa HAMADOUCHE, Pr Christophe GLORION, Pr Joel LE CHEVALLIER et Dr Corinne BRONFEN

Abréviations :

OPH : ostéochondrite primitive de hanche

ATH : arthroplastie totale de hanche.

PAO : Ostéotomie acétabulaire du bassin

I. INTRODUCTION

La maladie de LEGG-CALVE-PERTHES ou ostéochondrite primitive de hanche (OPH) est une pathologie courante de la consultation pédiatrique. Elle a fait l'objet de plusieurs publications, congrès(*), tables rondes et de nombreuses communications. Sa prise en charge autant orthopédique que chirurgicale est encore aujourd'hui source de discussions et de controverse. L'objet de ce travail est d'éclaircir, pour nous les chirurgiens pédiatres, le devenir des ostéochondrites primitives de hanche à l'âge adulte sans rentrer dans les discussions ou polémiques de leurs prises en charge durant les premières années.

Le séminaire de la SoFOP de Rouen (1) a permis de refaire un point exhaustif sur l'histoire, l'état actuel des connaissances, l'étiopathogénie, les outils diagnostiques ainsi que les différents traitements orthopédiques et chirurgicaux à disposition dans la prise en charge de cette pathologie.

Au cours du même séminaire le Pr Cottalorda (2) a analysé un grand nombre d'études rétrospectives, sur le devenir des patients atteints d'OPH, qui rapportent dans l'ensemble des bons résultats pour les différentes techniques chirurgicales. Il ne semblait pas y avoir de différence entre la varisation fémorale proximale et les ostéotomies pelviennes de réorientation. Les méta-analyses ne montraient pas de différence entre le traitement chirurgical et le traitement non chirurgical avant l'âge de 6 ans et retrouvaient des résultats meilleurs avec la chirurgie chez les enfants de plus de 6 ans si l'on choisit comme critère la bonne sphéricité de la tête et à la congruence de la hanche.

Il faut noter cependant que les rares études prospectives à long terme (3-5) ne mettaient pas en évidence de preuve scientifique de l'intérêt de la prise en charge chirurgicale avant l'âge de 8 ans. Seul Herring et al (4) démontrent une supériorité du traitement chirurgical pour les hanches Herring B et B/C après l'âge 8 ans au diagnostic.

La conclusion de Cottalorda (2) a été : « Il reste sans doute quelques indications (en particulier dans les chirurgies de sauvetage) mais elles ne sont peut-être

pas si nombreuses que cela. Il existe un doute réel sur la validité de nos gestes opératoires dans de nombreux cas et seules de nouvelles études prospectives sur un grand nombre de cas et avec un très long recul nous permettront de tirer des conclusions fiables ».

De son côté le Pr Glorion a déploré, à cette SoFOP (*), l'absence de prise en compte de la clinique et de la durée d'évolution des patients dans la littérature, qui est principalement centrée sur les résultats radiologiques. Selon lui, une hanche avec des critères radiologiques péjoratifs associés à une évolution lente doit faire discuter un geste opératoire. Résumer la chirurgie à un sauvetage, « c'est s'exposer à des résultats médiocres si on a laissé passer la période d'une tête fémorale encore sphérique et congruente ».

II. CE QUE NOUS DIT LA LITTÉRATURE :

a. Pédiatrie

Plus de 400 articles ont été publiés dans le domaine de l'OPH depuis la SoFOP de 2017. Nous vous en proposons la synthèse suivante.

Epidémiologie

Pour rappel, l'incidence de l'OPH (6) dépend des zones géographiques avec un pic en Europe du nord et une incidence faible en région équatoriale. Les taux varient entre 0,2 et 19,1 pour 100 000 jeunes de 0 à 14 ans. A notre connaissance, il n'existe pas de cohorte française permettant de fournir une incidence à l'échelle de l'ensemble du territoire.

Les dernières données épidémiologiques fournies par La Greca et al (7), Mullan et al (8) et Wadström et al (9), montrent une diminution de l'incidence de l'OPH et donc une diminution du recours à la chirurgie. Mullan et al (8) constatent une diminution de 61 % de l'incidence des OPH sur les 15 dernières années.

Suivi prospectif

Il existe peu d'études prospectives récentes. Une

étude prospective multicentrique de Singh et al (10) regroupant 25 patients avec un suivi de moins de 10 ans, observe une récupération satisfaisante de la sphéricité de la tête fémorale après varisation proximale. Dans cette étude, les groupes de patients sont hétérogènes et certains patients opérés étaient des Herring A de moins de 8ans.

La cohorte prospective anglaise (11) a présenté ses résultats avec un recul de 2 ans à propos de 371 patients. Ils ne constatent pas de différence significative en ce qui concerne la qualité de vie, la sphéricité et les complications entre les patients opérés et les non opérés. Il est intéressant de noter que la raideur est un des critères cliniques du suivi pour l'ensemble des patients, ce qui permettra à long terme d'avoir une idée de l'évolution en fonction de la clinique initiale. Ils concluent à la nécessité d'une étude randomisée afin de présenter des résultats probants.

Etudes rétrospectives à moyen / long terme

Le nombre restreint de cohortes prospectives oblige à s'intéresser aux études rétrospectives à long et moyen terme, dont le nombre est nettement plus conséquent. Bien qu'il ait été montré que la dégradation clinique des OPH est tardive (vers l'âge de 40 ans) (12), nous nous sommes intéressés à toutes les études avec un suivi à « moyen ou long terme ».

Kaneko et al (13) n'ont pas montré de différence fonctionnelle (mobilité, douleur) à 10 ans dans l'analyse de leur cohorte de 34 patients âgés de 6 à 8 ans, qu'ils aient été pris en charge orthopédiquement ou opérés d'une ostéotomie du bassin.

Regan et al (14), qui ont analysé leurs ostéotomies du bassin faites conjointement à une varisation proximale du fémur chez 14 patients, n'ont pas montré de résultats significativement meilleurs comparativement aux séries non chirurgicales de la littérature. A un recul moyen de 20 ans, quatre patients (28,6 %) ont été réopérés plusieurs fois dont deux ont bénéficié d'une arthroplastie totale de hanche (ATH).

Citlak and al (15) présentent une série rétrospective de 24 hanches Herring B et C opérées entre 6 et 8 ans. Ils ne trouvent pas de différence radiologique à terme (à 15,2 ans de suivi moyen) entre les ostéotomies de varisations proximales d'ouverture ou de fermeture.

Rosello et al (16) ont comparé les résultats radiologiques obtenus à 4,2 ans de recul moyen entre 19 patients ayant eu une triple ostéotomie du bassin et 10 patients ayant eu une ostéotomie de Chiari. Les 2 groupes étaient comparables pour les données cliniques (âge au diagnostic, âge à la chirurgie) et radiologiques. Ils retrouvent de meilleurs résultats radiologiques et cliniques (douleur et Harris Hip Score) à la fin du suivi. On ne retrouve pas dans cette étude de données cliniques pré opératoire sur la mobilité permettant de savoir si les deux groupes sont vraiment comparables.

Dammerer et al (17), dans leur série de 12 Chiari sur des hanches incongruentes à forte déformation (Catarrhal 3 ou 4), retrouvent à 14 ans de suivi des évaluations fonctionnelles (Harris Hip Score) bonnes à très bonnes chez 9 patients (75 %). Leurs résultats radiologiques

sont hétérogènes et difficilement interprétables puisque certains enfants avaient encore un potentiel de remodelage important (âges de la série entre 5,9 et 17 ans). Il faut aussi noter que 3 patients ont eu une varisation fémorale concomitante et que 5 patients avaient déjà eu une intervention avant l'ostéotomie de Chiari (3 valgisations proximales de fémur et 2 varisations). La série est donc particulièrement hétérogène.

Liu et al (18) ont montré, dans une série de 14 patients avec un recul de 4 ans, que les défauts d'axe engendrés par la varisation proximale de la hanche se corrigent avec la croissance jusqu'à ne plus présenter de différence significative avec le coté non opéré. On note que plusieurs des patients décrits présentaient des atteintes minimales, avec une anatomie avant chirurgie peu modifiée.



Figure 1 : Exemple de correction d'axe avec la croissance : Figure 4 de l'article (18)

Nos collègues Egyptiens (19) retrouvent, dans leur série de 36 patients âgés de 8 à 12 ans et présentant une OPH symptomatique à un stade de déformation séquellaire, une amélioration significative des douleurs (score IOWA) et de la boiterie après ostéotomie de valgisation proximale. Le recul moyen est de 9,1 ans. Enfin, deux méta-analyses en rapport avec l'évolution des OPH ont été publiées depuis 2017.

La méta-analyse d'Adulkasen et al (20), portant sur 34 études regroupant 3718 hanches, conclut que la méthode donnant les meilleurs résultats en termes de congruence à l'âge adulte est l'ostéotomie combinée (bassin et varisation fémorale proximale). Leurs analyses secondaires ne retrouvent pas de différence significative de résultat chez les enfants pris en charge avant l'âge de 8 ans, quelle que soit la technique utilisée (chirurgicale ou non chirurgicale). Il faut une fois de plus relativiser cette méta-analyse puisque les études prises en compte sont très hétérogènes, tant sur les populations que sur les indications. Le nombre de patients ayant eu une ostéotomie combinée est aussi très faible par rapport au traitement par varisation et aux traitements non chirurgicaux. De plus, les ostéotomies combinées n'ont été comparées qu'aux

autres traitements chirurgicaux et non aux traitements orthopédiques. Leur conclusion est en désaccord avec les résultats publiés plus récemment par Regan et al (14).

La dernière méta-analyse, publiée par de Santos et al (21), analyse 6 études et montre de meilleurs résultats avec les traitements non chirurgicaux avant l'âge de 6 ans, et de meilleurs résultats avec les traitements chirurgicaux après 6 ans. Cependant, cette étude ne s'intéresse qu'à l'aspect radiologique (classification de Stulberg) à maturité osseuse. De plus, elle n'étudie « que » 300 hanches avec une forte hétérogénéité (1 étude représente 50% de l'effectif et ne porte que sur les traitements non chirurgicaux).

b. De l'enfance à l'âge adulte...

Qualité de vie

Un étude récente s'est attachée à comparer la qualité de vie et les symptômes des patients non opérés d'une OPH (22) avec ceux d'une cohorte comparable de patients sains (évaluation par les scores UCLA, SF36 et HOOS). Sans surprise, les résultats montrent une baisse significative de la qualité de vie à l'âge adulte du groupe des patients ayant eu une OPH. Cette baisse est particulièrement marquée pour les femmes, les patients obèses ou les patients dont la pathologie s'est déclarée après l'âge de 11 ans.

Évolution vers l'arthrose :

Les études rapportant l'incidence des arthroplasties de hanche dans l'évolution des OPH, ainsi que les critères influençant cette évolution, sont peu nombreuses et souvent de faible niveau de preuve (analyse de littérature, étude rétrospective, faible nombre de patients inclus, rares groupes contrôles...).

L'étude canadienne publiée en 2023, (à partir de la base de données du système de santé canadien) (23) regroupe 202 patients présentant une OPH (180 n'ayant pas été opérés), rapportent des taux élevés de conversion en ATH. 39 % des 22 patients opérés ont finalement bénéficiés de la mise en place d'une ATH à l'issue du suivi contre 32 % des non opérés (non significatif). Notons que pour 59% des patients le diagnostic de l'OPH était fait après 9 ans (donc des formes péjoratives). L'âge moyen était de 34 ans au moment de la mise en place de l'ATH chez les opérés contre 46 ans dans le groupe non opéré. Comparativement, le taux de patients opérés d'une ATH dans la tranche d'âge 40-49 ans est de 0,034 % dans la population canadienne sans antécédent d'OPH. D'autres études montrent des taux de conversion en ATH inférieurs ce qui soulève pour la plupart des études la question de la qualité du suivi de ces patients à l'âge adulte. Ainsi, la méta-analyse publiée en 2023 (24) retrouve une incidence de la mise en place d'une ATH dans cette population de 6,79 % chez les patients non opérés et de 6,17 % chez les patients opérés. Il est intéressant de noter que l'incidence de l'ATH était

identique entre les patients non opérés et les opérés pour les patients pris en charge avant l'âge de sept ans (6,79 et 6,17%). En revanche, pour les patients pris en charge après l'âge de sept ans, l'incidence de l'ATH est de 16,97 % pour les non opérés et de 3,61 % pour les opérés (le design de l'étude ne permet pas de comparer ces 2 taux). Enfin, si l'on ne considère que le groupe de patients au plus long recul de 40 ans, l'incidence rapportée de l'ATH est de 23 % pour les non opérés et de 18 % chez les opérés. Cette étude est une méta-analyse qui regroupe des séries présentant des techniques chirurgicales différentes, des groupes de patients d'âges différents et des durées de suivis hétérogènes. L'incidence des arthroplasties de hanche dans cette population semble faible et, de façon assez contre intuitive, ne semble pas dépendre du stade de Stulberg (Tableau 1).

	Popu- lation totale	population opérée		population sans opération	
Taux d'incidence de l'arthroplastie	6,87	5,14		6,8	
		≤ 7 ans	7≥ ans	≤ 7 ans	7≥ ans
		6.17	3.61	6.79	16.97
Taux d'incidence de la douleur	40.13	27.85		66.99	

Tableau 1 : Résultats principaux de la méta-analyse de Zhi et al(24)

En 2012 le revue COOR avait consacré un numéro à l'OPH. La revue de littérature de Hsu et al.(25) y avait retenu 13 études pour analyser les bénéfices de l'acétabuloplastie (de type « shelf arthroplasty ») sur les symptômes (douleurs et amplitudes articulaires) et sur l'évolution potentielle vers une indication d'ATH. Les études regroupaient 348 patients avec un suivi variant de 1,8 à 15 ans et des moyennes d'âge de 8 à 12 ans. L'analyse montre que l'acétabuloplastie améliore les critères radiographiques. En revanche ces études ne permettent pas de conclure à une amélioration significative des symptômes sur le long terme. Elles ne permettent pas non plus de montrer que l'acétabuloplastie a une influence (positive ou négative) sur l'évolution vers l'arthrose.

Dans le même numéro, Albers et al. (26) publiaient une série de 53 patients âgés de 21 ans [7-47 ans]. Diverses interventions ont été réalisées chez ces patients (ostéotomie pelvienne, ostéotomie fémorale, ostéotomies combinées dont une très grande majorité par voie de luxation chirurgicale antérieure) avec un suivi minimum de 5 ans (moyenne de 8.2 ans). Au dernier recul, 10 % des patients ont bénéficié d'une ATH, 25 % présentaient une coxarthrose et 4 % avaient été réopérés (d'un autre geste conservateur). Au total, la probabilité de survie de ces hanches (période sans ré-intervention) n'est que de 61 % à 8 ans. Les auteurs soulignent que ces différentes interventions conservatrices ne permettent pas de

prévenir l'évolution vers l'arthrose. En revanche, elles permettent de réduire les symptômes douloureux et d'améliorer les amplitudes articulaires (chez les 45 patients n'ayant pas été converties en ATH) sur la période de suivi.

Enfin, Siebenrock et al. (27) présentent une série de 11 patients, âge moyen de 13 ans [7-23], et opérés d'une ostéotomie de « réduction » épiphysaire (« Head reduction osteotomy ») avec une suivi de 3 ans. Sept patients ont été réopérés. Il n'y a pas eu d'amélioration du score PMA et des amplitudes articulaires. L'élément positif de l'étude concerne l'aspect radiographique avec une amélioration nette de la sphéricité et de l'excentration de la tête fémorale, assurant des conditions plus favorables pour une éventuelle arthroplastie à l'âge adulte. A contrario, Paley et al. (28) avaient également publié les résultats cliniques de 20 patients opérés selon la même technique et montrant une amélioration de la douleur, des amplitudes articulaires et de la qualité de marche au recul moyen de 2,7 ans.

La luxation chirurgicale est un abord favorisé par certains auteurs pour traiter ces hanches mais les résultats ne semblent pas très encourageants. Une étude rétrospective (29) rapporte les résultats de 29 patients (moyenne d'âge de 17 ans [9-35 ans]) ayant bénéficié d'une ostéochondroplastie de la jonction tête-col par voie de luxation chirurgicale de la hanche. Le suivi ne rapporte aucun cas de nécrose mais trois ATH (à un 1an, 3 ans et 6 ans de suivi). 24% des patients présentaient des douleurs modérées ou sévères au dernier recul. Le taux d'échec est de 14% (3 ATH et 7 autres patients réopérés). Notons que parmi les 18 patients exclus au démarrage de l'étude (pour dossiers incomplets), un a bénéficié d'une ATH à 5 ans de suivi et 2 autres ont été opérés d'ostéotomies pelviennes à 3 ans de suivi. Toutes les études citées dans ce papier rapportent pour cette technique des taux d'échec de 10 à 25 % (ATH, nécrose...). Nepple et al. (30) rapportent également les résultats chez 31 patients (moyenne d'âge de 19 ans) opérés par voie de luxation chirurgicale pour une chirurgie combiné de remodelage épiphysaire et d'ostéotomie péri-acétabulaire. Ils rapportent une amélioration des scores fonctionnels post-opératoires. Au recul moyen de 8,5 ans, 85 % des hanches n'avaient pas été converties en ATH (15% de conversion en ATH). Ces études concernent un petit nombre de patients de tranches d'âge hétérogènes.

Enfin, en 2023, Novais et al (31) retrouvent également 39% d'échec du remodelage épiphysaire avec ostéotomie d'allongement cervical par voie de luxation chirurgicale. Au recul moyen de 10,2 ans, 39/51 (76,5%) patients avaient bénéficié d'un ATH ou avaient un score WOMAC douleur ≥ 10 .

On le constate donc, quelques soient les techniques chirurgicales retenues, les taux de conversion en ATH sont à prendre en compte et sont d'autant plus importants que les patients ont été diagnostiqués tardivement. Les patients doivent être informé de cette éventualité.

Intérêt de la chirurgie arthroscopique :

La plupart des études associent des patients adultes et pédiatriques rendant leur interprétation plus difficile. L'arthroscopie de la hanche et une technique thérapeutique à considérer dans certaines situations spécifiques. Kanatli et al (32) rapportent de bons résultats dans l'extraction d'un fragment ostéochondral mobile intra-articulaire responsable d'une réduction du périmètre de marche, d'une gêne en position assise ou dans les actes de la vie courante en lien avec une perte de mobilité articulaire. L'arthroscopie a été réalisé chez 10 patients. Le suivi était de trois ans, la moyenne d'âge des patients de 12,5 ans.

Une autre étude (33) analyse l'intérêt de l'arthroscopie de hanche à visée thérapeutique dans l'OPH pour traiter un conflit fémoro-acétabulaire inhérent à la déformation épiphysaire. Les auteurs soulignent l'amélioration significative de l'EVA, du score HHS et des amplitudes articulaires dans cette série de 23 patients adultes (moyenne d'âge de 26 ans).

Une série (34) de 22 patients (âge médian de 27 ans) plus hétérogènes rapporte les résultats des patients opérés par arthroscopie dans divers indications : 18 lésions labrales, 17 hypertrophies ou aspect pathologique du ligament rond, 9 lésions chondrales fémorales et 8 lésions chondrales acétabulaires, 5 corps étrangers, 3 défauts ostéochondraux et deux effets cam. A deux ans de suivi, l'évolution a été favorable pour les symptômes (score HHS) à l'exception de deux patients qui ont été réopérés. En revanche, la prise en charge arthroscopie n'a pas modifié l'évolution naturelle de la pathologie. Une méta-analyse (35) retenant 9 études a regroupé 109 patients opérés par arthroscopie. La moyenne d'âge était de 34,8 ans avec des âges très hétérogènes (de 7 à 58 ans). Toutes les études étaient rétrospectives et sans groupe contrôle, avec de petits effectifs (6 à 23 patients) et avec un suivi moyen de 13 à 62 mois. Les indications retenues étaient les douleurs articulaires mal contrôlées par le traitement médical et la raideur articulaire. Les gestes effectués étaient multiples : résection/débridement de lésions labrales, l'extraction de corps étranger ostéochondraux, résection de flaps cartilagineux et des gestes de plasties épiphysaires sur effet cam. Le niveau de preuve est faible quant à l'amélioration postopératoire des amplitudes articulaires et des symptômes douloureux. Le niveau de complications rapporté est faible (infection des points de ponction arthroscopique et atteinte du nerf pudendal).

Les auteurs de ces différents articles rappellent bien que l'objectif du geste arthroscopique est la prise en charge d'un symptôme mécanique, à un instant « t » de l'évolution individuelle de la pathologie, mais qu'elle n'a pas pour objectif de restaurer la congruence ou la sphéricité articulaire sur le long terme. Il n'est pas certain qu'elle modifie l'évolution naturelle de la pathologie.

Enfin, une étude observationnelle (36) compare les résultats de l'I.R.M et de l'arthroscopie exploratrice chez 25 patients âgées de moins de 12 ans. L'indication était une douleur articulaire résistant au traitement

oral de plus de 6 mois. Les résultats montrent une faible sensibilité de l'I.R.M pour détecter les lésions labrales et les corps étrangers libres. En revanche, la valeur prédictive positive et la spécificité de l'I.R.M. étaient bonnes pour identifier les lésions (labrales, corps étranger, épanchement...). La valeur prédictive négative n'était pas bonne pour l'identification d'un épanchement. Les auteurs concluent que l'arthroscopie exploratrice et thérapeutique est intéressante chez des patients douloureux pour identifier des lésions articulaires alors que l'I.R.M. ne paraît pas suffisamment fiable.

Gestes de chirurgie conservatrice à l'âge adulte sur

séquelle d'OPH :

A l'âge adulte, des gestes plus importants dont l'ostéotomie péri-acétabulaire du bassin (PAO) ont également leur place dans les atteintes d'origine acétabulaire plus sévères, notamment dans certaines formes de conflits fémoro-acétabulaires. Les études sont peu nombreuses et regroupent peu de patients (37,38). La seule étude (39) importante, publiée en 2023, a analysé la survie des hanches opérées d'une PAO dans la prise en charge de quatre types de pathologies (des « dysplasies acétabulaires », des rétroversions acétabulaires, des OPH, et enfin des luxations congénitales). 1501 hanches opérées ont été suivies parmi lesquelles 57 sur séquelle d'OPH. Au recul moyen de 7,6 ans, les facteurs de risque de conversion vers une ATH était : un âge de plus de 30 au moment de la PAO, un score arthrosique radiologique de Tonnis ≥ 1 , l'antécédent d'OPH. 26 % des hanches du groupe OPH a été converti en ATH avec un taux de survie sans prothèse de hanche de 66 % à 15 ans. Enfin, si l'on considère la totalité de la cohorte, 48 % des patients ont été réopérés dans les années suivant la PAO. Les patients doivent être informés du résultat attendu de ces interventions à visée conservatrice et de l'évolution potentielle vers une coxarthrose secondaire.

Résultats des arthroplasties sur séquelle d'OPH :

La série de Luo et al. (40) analysent, chez 71 patients présentant une séquelle d'OPH, d'un âge moyen de 50 ans (25–73 ans), 88 hanches opérées d'une ATH par voie postérieure, avec un couple céramique-céramique (dans 89 % des cas). A 10 ans de recul l'étude retrouve une amélioration significative des scores HHS, SF12 et des amplitudes articulaires. L'allongement moyen du côté opéré était de 22mm. Les auteurs rapportent deux fractures peropératoires, deux paralysies sciatiques résolutes (en lien avec des allongements peropératoires de 31mm et de 36mm), une luxation postopératoire précoce sans récurrence et un taux de survie des implants de 98,3 % à 10 ans.

Traina et al (41) trouvent également une survie des implants de 96 % à 15 ans de recul pour une série de patients opérés dans cette indication, en moyenne à 37,8 ans. Lee et al (42) publient également un taux de survie de 100 % à 8.5 ans de recul dans une série de 68 patients (moyenne d'âge 48 ans) opérés d'un ATH dans

ce contexte. Les auteurs rapportent un taux élevé (12 %) de fractures peropératoires, mais aucune luxation et aucune reprise.

Anthony et al (43) notent, dans une étude rétrospective de 61 ATH sur séquelle d'OPH (âge moyen de 42 ans), un taux de survie des implants de 98,4 % au recul moyen de seulement cinq ans.

Lee et al (44) analysent les résultats de 37 patients opérés d'un ATH (43,5 de moyenne d'âge) avec suivi moyen de 10,5 ans. L'étude retrouve également un taux inhabituellement élevé de fractures fémorales peropératoires dans cette indication.

Lim et al. (45) rapportent également un cas de paralysie sciatique lié à l'allongement peropératoire et deux fractures peropératoires sur une série de 23 ATH post-ostéochondrite.

Hasler et al. (46) ont également comparé les voies d'abord des ATH dans cette indication. Avec un suivi minimum de deux ans (moyen de 8.6 ans), 45 patients (moyenne d'âge 42 ans) ont été opérés. 29 d'entre eux ont eu un suivi complet au-delà de 2 ans. Ces patients ont été opérés par voie antérieure ou par une autre voie (postérieure, trans trochantérienne, etc...). Il y a eu trois paralysies sciatiques dans le groupe « antérieur » et trois dans le groupe « autres voies ». Les patients présentant une paralysie sciatique avaient tous eu un allongement peropératoire plus élevé que la moyenne. Toutes complications confondues, elles étaient un peu moins nombreuses dans le groupe « antérieur » (ceci est expliqué par les trois pseudarthroses du trochanter dans le groupe « autres voies ». Il semble également que les patients ayant été opérés par voie antérieure présentaient une coxarthrose moins sévères. Les résultats fonctionnels étaient identiques entre les deux groupes.

Hanna et al. (47) s'intéressaient, dans une revue de littérature, aux difficultés rencontrées pour la mise en place d'une ATH et à la survie des implants dans cette pathologie. La revue collige 245 patients opérés (45,7 ans de moyenne d'âge) et rapporte 11 % de fracture peropératoires, 3% de paralysies sciatiques et 5 % de descellement aseptique au dernier recul avec un taux de reprise toutes causes confondues de 7 % à 7,5 ans de recul moyen ce qui est plus élevé que pour une population d'arthroplasties sur coxarthrose primaire. Les auteurs soulignent par ailleurs les difficultés liées à la correction de l'inégalité de longueur et suggèrent l'utilisation d'un implant sur-mesure dans certains remaniements fémoraux post-chirurgicaux.

Une étude hollandaise plus récente (48) apporte des résultats plus encourageants. Sur une population de 586 patients présentant une coxarthrose sur séquelle d'OPH et ayant bénéficié de la mise en place d'une ATH (moyenne d'âge 40 ans) le risque cumulé de reprise chirurgicale à 10 ans est de 5,1 %. Ce même risque est de 6 % chez les patients ayant bénéficié d'une ATH pour une coxarthrose primitive avant l'âge de 55 ans (dans une population d'âge identique mais sans pathologie articulaire sous-jacente). Il n'y a donc pas de sur-risque d'échec des implants dans la population qui nous intéresse.

Dans le registre Finnois (49) le taux de survie rapporté d'une ATH à 10 ans chez les moins de 55 ans (sur des coxarthroses primitives) est de 72%. Une analyse de la littérature (50) retrouve également un taux compris entre 72 et 86% à 10 ans chez les patients de moins de 60 ans. Mais ces études anciennes concernent des patients n'ayant pas reçu des implants de dernière génération.

En effet, les séries récentes rapportant les taux de survie des ATH dans des populations jeunes, toutes indications confondues, sont bien plus encourageantes. Une étude (51) plus récente rapporte un taux de survie des implants de 93% à 16 ans de recul moyen (10 ans min.) dans une série de patients opérés avant 50 ans (237 patients de 42 ans de moyenne d'âge, souffrant d'une coxarthrose primitive ou d'une ostéonécrose). Ce taux est calculé chez les patients de la série ayant bénéficié d'une cupule avec un polyéthylène hautement réticulé (HXLPE) et d'une tête métal. Un autre série (52) de 82 patients de moins de 50 ans, opérés d'une ATH avec des implants du même type, confirme cet excellent résultat avec un taux de survie à l'usure de la prothèse de 97,8% à 16 ans de recul. Les résultats sont proches avec un couple de frottement en céramique-HXLPE (128 ATH, moyenne d'âge 38 ans) avec un taux de survie de 93,3% à 16 ans selon Youngman et al (53).

L'une des toutes dernières séries (54) rapporte un taux de survie à l'usure et au descellement de 100% (à l'exclusion d'une reprise pour instabilité sans ostéolyse associée) à 20 ans de recul chez 77 patients opérés d'une ATH avec un HXLPE avant 50 ans (moyenne d'âge 41 ans).

Concernant le couple de frottement céramique-céramique, on retrouve très peu d'études sur une population de moins de 50 ans. En 2019 Solarino et al. (55) publiaient les résultats d'une série de 172 patients ayant bénéficié d'une ATH avec un couple céramique-céramique. Ils ne rapportaient aucune reprise pour usure, pour fracture de la céramique ou pour descellement à 15 ans de recul moyen.

Enfin, on pourra citer la série plus ancienne de Hannouche et al. (56), rapportant les résultats de 83 patients (105 hanches) opérés d'une prothèse totale avec un couple céramique-céramique avant l'âge de 20 ans. À 10 ans, le taux de survie des implants était de 90,3% considérant le descellement aseptique.

Nous donc retiendrons de la littérature que :

- avec des implants de dernière génération (couples de frottement céramique-céramique, céramique-HXLPE ou métal-HXLPE), la survie des implants par usure chez les patients opérés d'une ATH post-OPH est très satisfaisante et comparable à celle observée dans une population d'âge identique et pour une coxarthrose sans antécédent d'OPH.
- que certains auteurs rapportent des taux de fractures peropératoires et de paralysies sciatiques supérieurs à ce qui est rapporté pour une population sans antécédent d'OPH. Il existe une sur-risque dans la population post-OPH.

III. LE POINT DE VUE DU PÉDIATRE

La littérature récente (depuis la monographie de nos collègues de Rouen (1)) n'apporte pas de données scientifiques suffisantes pour construire un arbre décisionnel simple et applicable à l'ensemble des cas et montre une fois de plus la complexité de la prise en charge. Comme l'ensemble de mes collègues qui ont eu à se pencher sur le sujet on ne peut que déplorer l'absence de cohorte nationale prospective. Il faut s'inspirer de nos collègues anglais et de leur cohorte national colligeant des données cliniques et radiologiques (11). La diminution actuelle de l'incidence de cette pathologie semble réelle (7) (8) (9).

Si l'on considère l'évolution des ostéochondrites à l'âge adulte il ne semble pas y avoir d'indication à une prise en charge chirurgicale avant l'âge de 8 ans. A partir de 8 ans il y a débat sur la prise en charge pour les hanches Herring B et B/C si l'on considère la qualité radiologique du résultat. Il est intéressant de souligner que la méta-analyse de Zhi et al (24) ne montre pas de différence du risque d'évolution vers l'arthroplastie en fonction du stade de Stulberg. Ceci nous rappelle que l'évolution clinique n'est pas forcément en rapport avec l'évolution radiologique.

Chez nos patients de moins de 8 ans avec une évolution rapide il semble clair que l'abstention chirurgicale soit recommandée. En revanche, dans les formes à évolution lente (supérieur à 1 an) une prise en charge chirurgicale permettrait d'accélérer le retour à une vie « normale » et ne semble pas délétère sur le risque d'arthroplastie future.

Si une intervention est discutée chez un patient de plus de 8 ans, dans les formes symptomatiques associées à des signes radiologiques d'excentration de hanche (sur une hanche congruente) la réorientation du cotyle est probablement à préférer aux gestes de varisation puisque la réalisation des ATH semble plus simple sur un fémur vierge de chirurgie.

Dans le cas des hanches non congruentes, avec une découverte et une déformation importantes, l'ostéotomie de Chiari semble donner des bons résultats fonctionnels. Nous n'avons pas trouvé de travaux comparant cette technique à la réalisation d'une butée de hanche.

Dans les conflits fémoro-acétabulaires secondaires à la déformation épiphysaire ou en cas de fragments ostéochondraux intra-articulaires libres, l'arthroscopie de hanche a sa place et a montré de bon résultats sur la symptomatologie, sans changer l'évolution arthrosique de la hanche.

Avant le passage à l'âge adulte, une sensibilisation des patients et de leur famille sur la surveillance du poids est recommandée (22) (facteur de mauvaise évolution de la qualité de vie).

IV. LE POINT DE VUE DE NOTRE

COLLÈGUE ADULTE :

Le parcours de soin de ces coxarthroses sur séquelle

d'OPH:

Les patients présentant une OPH arrivés à l'âge adulte sont souvent livrés à eux-mêmes pour le suivi de leur pathologie. Ceci est vrai pour cette pathologie comme pour beaucoup d'autres atteintes orthopédiques pédiatriques. Le parcours de soins et de suivi est rarement formalisé et organisé entre professionnels pédiatres et adultes.

Ceci est particulièrement vrai pour les patients bien pris en charge dans l'enfance et l'adolescence et arrivant à l'âge adulte avec une hanche indolore, parfois considérée comme « guérie » par le patient et sa famille, ne voyant pas la nécessité de poursuivre le suivi.

Ainsi, en retraçant le parcours des patients que nous voyons pour une coxarthrose post-OPH, nous retrouvons souvent un schéma de ce type : une interruption du suivi vers un âge compris entre 17 et 20 ans, une longue phase de « perte de vue », de 15 à 30 années, une première consultation auprès du médecin traitant (parfois auprès d'un rhumatologue) vers l'âge de 35 ans et enfin une consultation auprès d'un orthopédiste de proximité entre 35 et 40 ans. Ceci explique que, même dans les centres très spécialisés en chirurgie de la hanche, nous voyions chacun peu de patients à opérer. A cette constatation on pourra opposer quelques exceptions d'équipes pédiatrie-adulte très structurées avec des consultations « de transition ».

Ainsi, les patients vus en consultation adultes pour coxarthrose post-OPH présentent habituellement déjà une coxarthrose secondaire. Nous voyons plus rarement des patients symptomatiques mais sans aucun pincement articulaire.

L'existence d'une collaboration établie entre le chirurgien pédiatre et adulte permet en revanche de proposer le cas échéant un geste de chirurgie conservatrice plus précoce dans l'évolution de la pathologie (gestes conservateurs sous arthroscopie ou d'ostéotomie pelvienne).

Le traitement proposé à ces coxarthroses secondaires post-OPH est un traitement classique, non spécifique de la pathologie. Les étapes habituelles de la prise en charge sont : un traitement médical oral (géré par le généraliste puis par le rhumatologue), infiltratif (peuvent être discutées les infiltrations de corticoïdes, d'acide hyaluronique, plus récemment de Plasma Riche en Plaquettes), une prise en charge en kinésithérapie et enfin un traitement chirurgical en cas d'échec.

Les patients opérés d'une ATH dans ce contexte le sont généralement à un âge jeune, compris entre 35 et 45 ans comme l'a montré l'analyse de la littérature.

Les particularités de la prise en charge :

Ces patients étant jeunes, on s'attachera à s'assurer que le traitement médical a été correctement réalisé et poussé à son terme dans le but de retarder raisonnablement le moment d'une chirurgie prothétique. En effet, certains patients ont parfois bénéficié d'un traitement oral minimaliste (antalgiques de palier I) et d'une « infiltration dans la fesse » par le rhumatologue en cabinet de ville... Ce traitement doit être repris en y associant des antalgiques de palier II, des anti-inflammatoires en cures courtes et enfin une ou plusieurs infiltrations (plusieurs produits peuvent être testés) réalisées sous contrôle scopique ou échographique par un radiologue entraîné. Les infiltrations peuvent permettre de gagner plusieurs années. La kinésithérapie régulière permet de conserver des masses musculaires toniques et actives et d'entretenir les amplitudes articulaires. Le contrôle du poids est un élément essentiel de la préservation articulaire. Ce point doit avoir été discuté dès la fin du suivi pédiatrique. Ainsi, le maintien d'une activité physique régulière est à encourager.

Comme nous l'avons vu dans l'analyse de la littérature le traitement chirurgical conservateur a sa place dans la prise en charge de ces hanches douloureuses encore non arthrosiques. Les auteurs rapportent des résultats intéressants sur les symptômes (amélioration des scores fonctionnels et douleur). L'arthroscopie de hanche en particulier permet de traiter des conflits mécaniques : extraction de corps étranger articulaire, remodelage par ostéochondroplastie à la jonction tête-col dans des CFA par effet cam, traitement d'une lésion labrale, plastie acétabulaire... Nous avons vu que ces gestes sous arthroscopie peuvent être réalisés à l'âge adulte mais qu'ils ont également montré des résultats satisfaisants dans une population pédiatrique.

De même, les gestes d'ostéotomie pelvienne ont certainement une place dans la prise en charge de ces patients si l'indication est retenue au bon moment dans l'histoire évolutive du patient, sur une hanche symptomatique et non arthrosique. Ces gestes doivent être réalisés par des équipes rompues à cette chirurgie exigeante et aux indications rares.

Les spécificités de l'arthroplastie de hanche sur séquelle

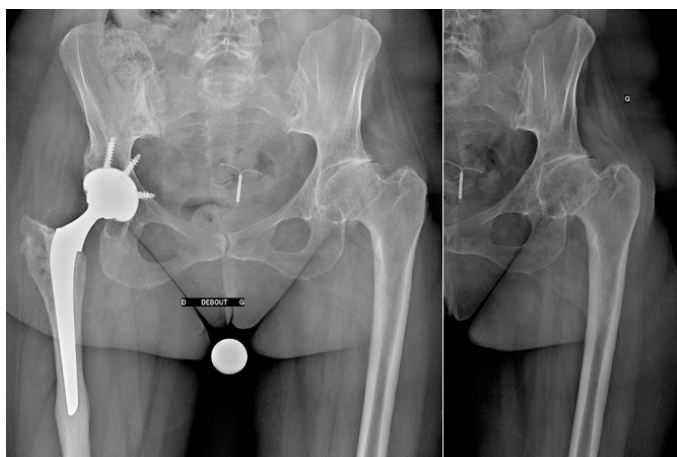
d'OPH :

Les grands principes de l'arthroplastie de hanche sont identiques à ceux d'une hanche standard (sur une coxarthrose primitive). On pourra choisir des implants cimentés ou sans ciment selon les habitudes et les préférences du chirurgien et les conditions anatomiques (stock osseux et qualité osseuse). La discussion sur le couple de frottement n'a plus de raison d'être aujourd'hui : les couples de frottement céramique-céramique, céramique-HXLPE et métal-HXLPE montrent aujourd'hui des taux de survie à l'usure et au descellement tout à fait satisfaisants et comparables (57–59). Pour certains, l'utilisation d'une tige sur-mesure peut, dans certains cas particuliers et rares, faciliter pour le chirurgien le positionnement de

l'implant fémoral sans que cela n'apporte de bénéfices en terme de survie ou de résultat fonctionnel pour le patient. La voie d'abord utilisée pour réaliser l'intervention est laissée à l'appréciation du chirurgien dans cette indication (60).

Les anomalies fémorales post-OPH doivent être prises en compte dans la planification pour la mise en place d'un ATH. Les remaniements en lien avec les ostéotomies fémorales (notamment intertrochantériennes) peuvent représenter une difficulté pour la mise en place de l'implant fémoral. C'est en particulier le cas dans les varus métaphyso-diaphysaire ou en cas de position anormale du grand trochanter pouvant gêner l'exposition fémorale et l'introduction de la tige.

Figure 2 : Patiente de 60 ans (précédemment opérée à droite) présentant une coxarthrose gauche secondaire sur OPH opérée dans l'enfance d'une ostéotomie fémorale.



Radiographies du bassin de face et centrée sur la hanche. On notera l'accourcissement et l'adduction du membre inférieur gauche, la position anormale du grand trochanter obstruant l'accès à la diaphyse. Le « bras de levier » trochantérien en est modifié et la préparation fémorale en sera rendue plus difficile lors de la réalisation de l'ATH.

De même, la présence du matériel d'ostéosynthèse peut poser des difficultés à l'ablation, en particulier si ce dernier est présent depuis plusieurs décennies. Il est parfois plus raisonnable de réaliser l'intervention en deux temps : l'ablation du matériel, puis secondairement la mise en place de la prothèse.

L'inégalité de longueur (accourcissement du côté pathologique) est fréquente, quasi constante dans ces coxarthroses post-OPH, du fait d'une déformation associant un col court et une tête plate et large. Les inégalités pré-opératoires rapportées dans ces coxarthroses vont de 14 à 36mm (42,61,62). On s'attachera à corriger cette inégalité de longueur dans la planification opératoire. Si le membre opposé (sain) n'a pas été opéré d'une épiphysiodèse dans le but de compenser l'inégalité alors l'égalisation est souvent obtenue à la mise en place de l'ATH. Une tige standard permet habituellement de compenser l'accourcissement lié à la coxa vara. Rappelons que

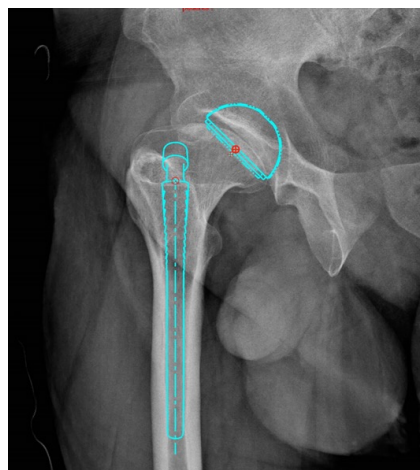
la littérature rapporte plusieurs cas de paralysies sciatiques consécutives à des allongement importants. Le testing peropératoire a donc son importance pour évaluer la réductibilité et la faisabilité de l'allongement planifié avec les implants d'essai. Il peut être plus raisonnable d'accepter un allongement ne corrigeant pas complètement l'inégalité plutôt que de risquer une séquelle neurologique. Les patients doivent être prévenus de ces risques et de la stratégie d'allongement qui a été choisie.

Les anomalies acétabulaires post-ostéochondrites se traduisent habituellement, en particulier chez les patients non opérés, par un cotyle dysplasique « ouvert », peu couvrant et peu creusé. L'analyse au scanner montre souvent des cornes osseuses insuffisamment développées. Néanmoins, la réserve osseuse de fraisage est habituellement suffisante pour assurer la tenue et la bonne couverture du cotyle prothétique (sans ciment ou cimenté). Le repère de la marge inférieure (trou obturateur) est rarement manquant.

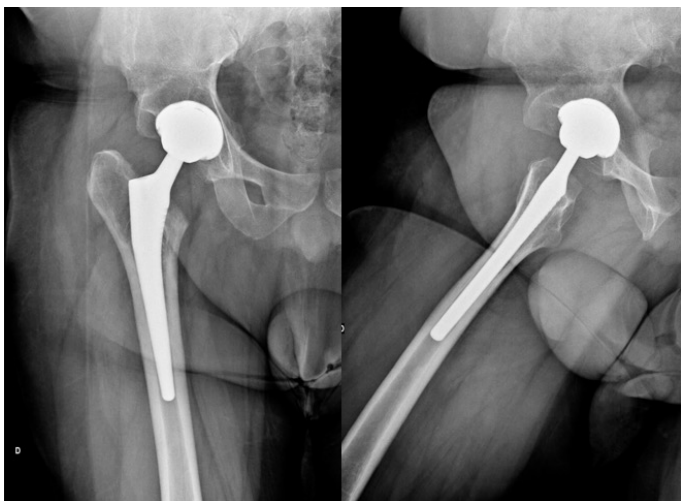
Figure 3 : Patient âgé de 37 ans présentant une coxarthrose droite secondaire sur OIH opéré (ostéotomie du bassin) à 6 ans.



Radiographies de face et de profil préopératoires centrées sur la hanche. Bien que la couverture cotyloïdienne soit insuffisante, la réserve de fraisage permettra de positionner un cotyle au centre de rotation de la hanche. Notez l'absence de remaniement fémoral significatif et un trochanter qui n'obstrue pas l'accès à la diaphyse.



Radiographie avec planification de profil : la planification de face et de profil est essentielle pour anticiper les éventuelles difficultés de préparation et de positionnement de la tige.



Radiographies de face et de profil à un an de recul postopératoire. La qualité osseuse a permis de choisir une tige et d'un cotyle sans ciment avec un couple de frottement céramique-céramique.

Contrairement au fémur, la présence d'un ancien matériel d'ostéosynthèse (vis, broche) est rarement un obstacle au positionnement du cotyle prothétique. Seule une grande dysplasie cotyloïdienne, avec un cotyle très court et plat, peut nécessiter une reconstruction osseuse pour assurer la couverture du cotyle prothétique. Dans ce cas, une butée osseuse visée est habituellement suffisante.

Ainsi, dans la perspective d'une éventuelle arthroplastie totale de hanche à distance, il apparaît logique de privilégier un geste pelvien dans le but d'améliorer la couverture osseuse, si celle-ci était défaillante. A ce titre, du point de vue du chirurgien adulte, un antécédent d'ostéotomie de Chiari n'est pas un obstacle et assure au contraire une couverture osseuse plus que suffisante pour l'implant cotyloïdien dans la planification d'une arthroplastie.

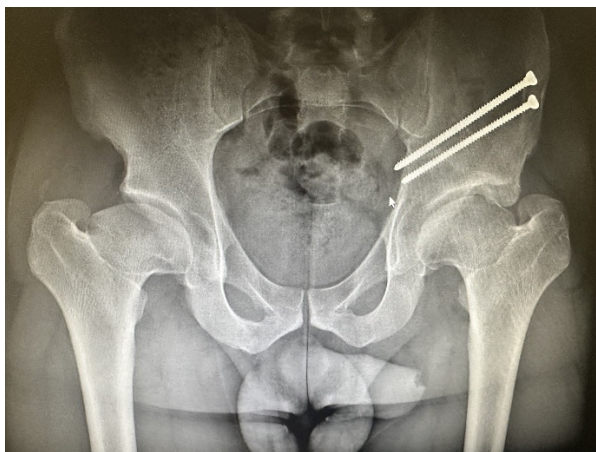


Figure 4 : Radiographie du bassin de face chez un patient âgé de 33 ans, ayant bénéficié d'une ostéotomie de Chiari à gauche à l'âge de 11 ans pour une hanche douloureuse. Non

opéré à droite, mit en traction. Actuellement le patient est quasiment asymptomatique à droite et à gauche. Quelques rares douleurs après la pratique sportive (patient très actif : water-polo, ski, surf, basket). La couverture cotyloïdienne est meilleure à gauche. Les amplitudes articulaires sont moins bonnes à gauche le limitant dans certaines positions. A terme, la mise en place d'une éventuelle arthroplastie totale de hanche ne poserait pas de difficultés particulières (cotyles suffisamment couvrants à droite comme à gauche, pas de déformation fémorale, trochanters bien positionnés).

Enfin, le statut musculaire du patient a son importance dans l'objectif d'obtenir une hanche prothétique fonctionnelle et performante. Une situation très défavorable, parfois rencontrée, est celle de la hanche plusieurs fois opérée, en particulier par différentes voies d'abord. Ces hanches multi-opérées et pluricicatricielles sont accompagnées d'une involution fibreuse des masses musculaires. Ce sont des hanches « fibreuses » difficiles à exposer et qui présentent un potentiel de récupération musculaire très diminué. Il faut donc s'attacher en particulier à préserver les muscles fessiers.

Considérant les difficultés potentielles qui viennent d'être décrites pour la réalisation d'une ATH sur une séquelle d'OPH on peut résumer la situation idéale comme suit, du point de vue du chirurgien adulte : arriver à la chirurgie prothétique avec une coxarthrose...

- sur une hanche centrée,
- avec la meilleure couverture cotyloïde possible,
- sans cal vicieux fémoral proximal (idéalement avec un fémur vierge),
- avec une inégalité de longueur raisonnable (ne dépassant pas les 15-20mm),
- en ayant préservé l'environnement musculaire, (donc idéalement une hanche opérée une seule fois et par un seul abord)
- en ayant retiré le matériel d'ostéosynthèse pendant l'enfance
- et chez un patient sans surpoids

V. CONCLUSION

La littérature rapporte de nombreuses techniques chirurgicales dans la prise en charges des OPH dans l'enfance. La plupart des séries sont inhomogènes dans les populations étudiées (mélangeant parfois des patients adultes et pédiatriques) et/ou dans les techniques chirurgicales rapportées avec un recul souvent insuffisant. Certaines d'entre elles ne rapportent que des résultats radiologiques.

Ainsi, peut-on encore en 2025, comme l'avait fait Jérôme Cottalorda dans sa monographie, citer à nouveau les mots de Herring datant de 1994 : « Most of the studies have simply lacked the controls necessary to allow valid scientific conclusions to be drawn » ? On ne peut en effet tirer de conclusion claire quant au type d'intervention a réalisée pendant l'enfance qui permettrait d'éviter l'évolution vers l'arthrose avec

certitude.

Il semble en revanche assez clair que la prise en charge avant l'âge de 7 à 8 ans soit un facteur protecteur et que le traitement non chirurgical soit à favoriser avant cet âge « charnière ».

La comparaison des résultats entre ostéotomies pelviennes et fémorales (ou combinées) reste difficile et peu conclusive. Ces techniques donnent toutes semble-t-il des résultats cliniques et radiologiques satisfaisants à moyen terme. A l'inverse, les gestes réalisés par voie de luxation chirurgicale semblent délétères.

A l'âge adulte, la chirurgie prothétique dans les coxarthroses sur séquelles d'OPH est une chirurgie efficace, donnant de bons résultats cliniques et d'excellents taux de survie avec les implants de dernière génération. Si les indications spécifiques (et contre-indications) sont respectées, les gestes de chirurgie conservatrice ont leur place dans la prise en charge de certains de ces patients pour soulager leurs symptômes.

On rappellera enfin l'importance de la collaboration entre les services de chirurgie pédiatrique et de chirurgie adulte pour la prise en charge de ces patients. La mise en place d'un suivi longitudinal et prospectif (avec registre) de ces patients paraît indispensable si l'on veut pourvoir tirer des conclusions plus convaincantes à l'avenir sur le devenir des hanches de ces patients.

VI. BIBLIOGRAPHIE

1. S. Abu Amara, J. Leroux, I. Bernardini, J. Lechevalier. La Hanche de l'enfant et de l'adolescent. SAURAMPS MEDICAL, editor. 2017.
2. J. Cottarlorda, D. Louahem, P. Mazeau, F. Alkar, M. Delpont. La Hanche de l'enfant et de l'adolescent. SAURAMPS MEDICAL, editor. 2017. 133–139 p.
3. Wiig O, Terjesen T, Svenningsen S. Prognostic factors and outcome of treatment in Perthes' disease. J Bone Joint Surg Br [Internet]. 2008;90-B(10):1364–71. Available from: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B10.20649>
4. J.A Herring, H.T Kim, R Browne. Legg-Calve-Perthes disease. Part II: Prospective multicenter study of the effect of treatment on outcome. J Bone Joint Surg. 1994; American volume.
5. Fulford GE, Lunn PG, Macnicol MF. A Prospective Study of Nonoperative and Operative Management for Perthes' Disease. Journal of Pediatric Orthopaedics. 1993 May;13(3):281–5.
6. Joseph B, Shah H, Perry DC. Epidemiology, natural evolution, pathogenesis, clinical spectrum, and management of Legg–Calvé–Perthes. Vol. 17, Journal of Children's Orthopaedics. British Editorial Society of Bone and Joint Surgery; 2023. p. 385–403.
7. LaGreca J, Nickel A, Finch M, Martin BD, Laine JC. Declining Rates of Legg–Calvé–Perthes Surgery in the United States: National Trends Using the Kids' Inpatient Database and Pediatric Health Information System. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2023 Jul;43(6):343–9.
8. Mullan CJ, Thompson LJ, Cosgrove AP. The Declining Incidence of Legg-Calve-Perthes' Disease in Northern Ireland: An Epidemiological Study. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2017 Apr;37(3):e178–82.
9. Wadström MG, Hailer NP, Hailer YD. Demographics and risk for containment surgery in patients with unilateral Legg–Calvé–Perthes disease: a national population-based cohort study of 309 patients from the Swedish Pediatric Orthopedic Quality Register. Acta Orthop. 2024 Jun 18;95:333–9.
10. Singh KA, Shah H, Joseph B, Aarvold A, Kim HKW. Evolution of legg-calvé-perthes disease following proximal femoral varus osteotomy performed in the avascular necrosis stage: A prospective study. J Child Orthop. 2020 Feb 1;14(1):58–67.
11. Perry DC, Arch B, Appelbe D, Francis P, Craven J, Monsell FP, et al. The British Orthopaedic Surgery Surveillance study: Perthes' disease The epidemiology and two--year outcomes from a prospective cohort in Great Britain. Bone Joint J. 2022;104(4):510–8.
12. Heesakkers N, van Kempen R, Feith R, Hendriks J, Schreurs W. The long-term prognosis of Legg-Calvé-Perthes disease: a historical prospective study with a median follow-up of forty one years. Int Orthop. 2015 May 19;39(5):859–63.
13. Kaneko H, Kitoh H, Mishima K, Matsushita M, Hattori T, Noritake K, et al. Comparison of surgical and nonsurgical containment methods for patients with Legg-Calvé-Perthes disease of the onset ages between 6.0 and 8.0 years: Salter osteotomy versus a non-weight-bearing hip flexion-abduction brace. Journal of Pediatric Orthopaedics B. 2020 Nov 14;29(6):542–9.
14. Regan CM, Su AW, Stans AA, Milbrandt TA, Larson AN, Shaughnessy WJ, et al. Long-Term Outcomes at Skeletal Maturity of Combined Pelvic and Femoral Osteotomy for the Treatment of Legg–Calvé–Perthes Disease. J Clin Med. 2023 Sep 1;12(17).
15. Citlak A. Long-term follow-up results of femoral varus osteotomy in the treatment of Perthes disease, and comparison of open-wedge and closed-wedge osteotomy techniques: A retrospective observational study. Medicine (United States). 2020;99(7).
16. Rosello O, Solla F, Oborocianu I, Chau E, ElHayek T, Clement JL, et al. Advanced containment methods for

- Legg-Calvé-Perthes disease: triple pelvic osteotomy versus Chiari osteotomy. *HIP International*. 2018 May 10;28(3):297–301.
17. Dammerer D, Braito M, Ferlic P, Kaufmann G, Kosiol J, Biedermann R. Long-term clinical and radiological outcome in patients with severe Legg-Calvé-Perthes disease after Chiari pelvic osteotomy: a mean of 14 years follow-up. *HIP International*. 2022 Nov 1;32(6):807–12.
18. Liu KY, Wu KW, Lee CC, Lin SC, Kuo KN, Chang JF, et al. A Long-Term Study of Alignment Correction Following Proximal Femoral Varus Osteotomy and Pemberton Osteotomy in Children With Legg-Calvé-Perthes Disease and Developmental Dysplasia of the Hip. *Front Pediatr*. 2022 Apr 6;10.
19. Emara KM, Diab RA, Emara AK, Eissa M, Gemeah M, Mahmoud SA. Mid-term results of subtrochanteric valgus osteotomy for symptomatic late stages Legg-Calvé-Perthes disease. *World J Orthop*. 2023;14(5):328–39.
20. Adulkasem N, Phinyo P, Tangadulrat P, Wongcharoenwatana J, Ariyawatkul T, Chotigavanichaya C, et al. Comparative effectiveness of treatment modalities in severe Legg Calvé Perthes disease: Systematic review and network meta analysis of observational studies. Vol. 46, *International Orthopaedics*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2022. p. 1085–94.
21. Santos Santana MA, Bahiense Guimarães L, Correia Mendes L, Leal Varjao L. Effectiveness of therapeutic methods for Legg-Calvé-Perthes disease according to staging, limits of conservative treatment: a systematic review with meta-analysis. *Orthop Rev (Pavia)*. 2024 Aug 15;16.
22. Kim HKW, Almakias R, Millis MB, Vakulenko-Lagun B. How are adults who had Perthes' disease functioning? *Bone Joint J*. 2022 Dec 1;104-B(12):1304–12.
23. Tan J, Sharma A, Bansal R, Tan Q, Prior HJ, McRae S, et al. Rate of Total Hip Replacement after Legg Calvé Perthes Disease in a Canadian Province. *Pediatr Rep*. 2023 Dec 1;15(4):582–90.
24. Zhi X, Wu H, Xiang C, Wang J, Tan Y, Zeng C, et al. Incidence of total hip arthroplasty in patients with Legg-Calve-Perthes disease after conservative or surgical treatment: a meta-analysis. *Int Orthop*. 2023 Jun 1;47(6):1449–64.
25. Hsu JE, Baldwin KD, Tannast M, Hosalkar H. What is the evidence supporting the prevention of osteoarthritis and improved femoral coverage after shelf procedure for Legg-Calvé-Perthes disease? hip. In: *Clinical Orthopaedics and Related Research*. Springer New York LLC; 2012. p. 2421–30.
26. Albers CE, Steppacher SD, Ganz R, Siebenrock KA, Tannast M. Joint-preserving surgery improves pain, range of motion, and abductor strength after Legg-Calvé-Perthes disease hip. In: *Clinical Orthopaedics and Related Research*. Springer New York LLC; 2012. p. 2450–61.
27. Siebenrock KA. Editorial comment: symposium: 2014 Bernese Hip Symposium. *Clin Orthop Relat Res*. 2015 Apr;473(4):1201–3.
28. Paley D. The treatment of femoral head deformity and coxa magna by the Ganz femoral head reduction osteotomy. *Orthop Clin North Am*. 2011 Jul;42(3):389–99, viii.
29. Shore BJ, Novais EN, Millis MB, Kim YJ. Low early failure rates using a surgical dislocation approach in healed Legg-Calvé-Perthes disease pediatrics. In: *Clinical Orthopaedics and Related Research*. Springer New York LLC; 2012. p. 2441–9.
30. Nepple JJ, Freiman S, Pashos G, Thornton T, Schoenecker PL, Clohisy JC. Combined Surgical Dislocation and Periacetabular Osteotomy for Complex Residual Legg-Calvé-Perthes Deformities: Intermediate-Term Outcomes. *J Bone Joint Surg Am*. 2022 May 4;104(9):780–9.
31. Novais EN, Ferraro SL, Miller P, Kim YJ, Millis MB, Clohisy JC. Periacetabular Osteotomy for Symptomatic Acetabular Dysplasia in Patients ≥40 Years Old: Intermediate and Long-Term Outcomes and Predictors of Failure. *J Bone Joint Surg Am*. 2023 Aug 2;105(15):1175–81.
32. Kanatli U, Ayanoglu T, Ozer M, Ataoglu MB, Cetinkaya M. Hip arthroscopy for Legg-Calvé-Perthes disease in paediatric population. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2019 May 1;53(3):203–8.
33. Lee WY, Hwang DS, Ha YC, Kim PS, Zheng L. Outcomes in patients with late sequelae (healed stage) of Legg-Calvé-Perthes disease undergoing arthroscopic treatment: retrospective case series. *Hip Int*. 2018 May;28(3):302–8.
34. Freeman CR, Jones K, Byrd JWT. Hip Arthroscopy for Legg-Calvé-Perthes Disease: Minimum 2-Year Follow-up. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2013 Apr;29(4):666–74.
35. Goyal T, Barik S, Gupta T. Hip arthroscopy for sequelae of legg-calve-perthes disease: A systematic review. Vol. 33, *Hip and Pelvis*. The Korean Hip Society; 2021. p. 3–10.
36. Tiwari V, Gamanagatti S, Mittal R, Nag H, Khan SA. Correlation between MRI and hip arthroscopy in children with Legg-Calve-Perthes disease. *Musculoskelet Surg*. 2018 Aug 12;102(2):153–7.

37. Shinoda T, Naito M, Nakamura Y, Kiyama T. Periacetabular osteotomy for the treatment of dysplastic hip with Perthes-like deformities. *Int Orthop*. 2009 Feb;33(1):71–5.
38. Clohisy JC, Nepple JJ, Ross JR, Pashos G, Schoenecker PL. Does surgical hip dislocation and periacetabular osteotomy improve pain in patients with Perthes-like deformities and acetabular dysplasia? *Clin Orthop Relat Res*. 2015 Apr;473(4):1370–7.
39. Rosendahl Kristiansen A, Holsgaard-Larsen A, Bøgehøj M, Overgaard S, Lindberg-Larsen M, Ovesen O. Hip survival after periacetabular osteotomy in patients with acetabular dysplasia, acetabular retroversion, con-genital dislocation of the hip, or Legg-Calvé-Perthes disease: a cohort study on 1,501 hips. *Acta Orthop*. 2023;94:250–6.
40. Luo ZY, Wang HY, Wang D, Pan H, Pei FX, Zhou ZK. Monobloc implants in cementless total hip arthroplasty in patients with Legg-Calve-Perthes disease: A long-term follow-up. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017 Sep 5;18(1).
41. Traina F, Tassinari E, De Fine M, Bordini B, Toni A. Revision of ceramic hip replacements for fracture of a ceramic component: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am*. 2011 Dec 21;93(24):e147.
42. Lee KH, Jo WL, Ha YC, Lee YK, Goodman SB, Koo KH. Total hip arthroplasty using a monobloc cementless femoral stem for patients with childhood Perthes' disease. *Bone Joint J*. 2017 Apr;99-B(4):440–4.
43. Anthony CA, Wasko MK, Pashos GE, Barrack RL, Nunley RM, Clohisy JC. Total Hip Arthroplasty in Patients With Osteoarthritis Associated With Legg-Calve-Perthes Disease: Perioperative Complications and Patient-Reported Outcomes. *J Arthroplasty*. 2021 Jul;36(7):2518–22.
44. Lee SJ, Yoo JJ, Kim HJ. Alumina-alumina total hip arthroplasty for the sequelae of Legg-Calve-Perthes disease: A comparative study with adult-onset osteonecrosis. *J Orthop Sci*. 2016 Nov;21(6):836–40.
45. Lim YW, Kim MJ, Lee YS, Kim YS. Total Hip Arthroplasty in Patient with the Sequelae of Legg-Calvé-Perthes Disease. *Hip Pelvis*. 2014 Dec 31;26(4):214–9.
46. Hasler J, Flury A, Hoch A, Cornaz F, Zingg PO, Rahm S. Total hip arthroplasty through the direct anterior approach for sequelae of Legg-Calvé-Perthes disease. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2023 Sep 1;143(9):5935–44.
47. Hanna SA, Sarraf KM, Ramachandran M, Achan P. Systematic review of the outcome of total hip arthroplasty in patients with sequelae of Legg-Calvé-Perthes disease. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017 Aug 3;137(8):1149–54.
48. Bus MPA, Gademan MGJ, Fiocco M, Nelissen RGHH, DE WITTE PB. Pediatric hip disorders are not associated with an increased 10-year revision risk after total hip arthroplasty under the age of 55: results from the Dutch Arthroplasty Register. *Acta Orthop*. 2024;95:472–6.
49. Puolakka TJ, Pajamäki KJ, Halonen PJ, Pulkkinen PO, Paavolainen P, Nevalainen JK. The Finnish Arthroplasty Register: report of the hip register. *Acta Orthop Scand*. 2001 Oct;72(5):433–41.
50. Corbett KL, Losina E, Nti AA, Prokopetz JJ, Katz JN. Population-based rates of revision of primary total hip arthroplasty: a systematic review. *PLoS One*. 2010 Oct 20;5(10):e13520.
51. Bryan AJ, Calkins TE, Karas V, Culvern C, Nam D, Della Valle CJ. Primary Total Hip Arthroplasty in Patients Less Than 50 Years of Age at a Mean of 16 Years: Highly Crosslinked Polyethylene Significantly Reduces the Risk of Revision. *J Arthroplasty*. 2019 Jul;34(7S):S238–41.
52. Rames RD, Stambough JB, Pashos GE, Maloney WJ, Martell JM, Clohisy JC. Fifteen-Year Results of Total Hip Arthroplasty With Cobalt-Chromium Femoral Heads on Highly Cross-Linked Polyethylene in Patients 50 Years and Less. *J Arthroplasty*. 2019 Jun;34(6):1143–9.
53. Youngman TR, Verhotz DR, Layon DR, Parilla FW, Pashos GE, Thornton T, et al. Mean 16-Year Results of Total Hip Arthroplasty With Alumina Ceramic Femoral Heads on Highly Cross-Linked Polyethylene in Patients 50 Years or Less. *J Arthroplasty*. 2023 Jul;38(7 Suppl 2):S346–50.
54. Zitsch BP, Cahoy KM, Urban ND, Buckner BC, Garvin KL. Highly Cross-Linked Polyethylene in Patients 50 Years of Age and Younger: A 20-year Follow-Up Analysis. *Journal of Arthroplasty*. 2024 Sep 1;39(9):S145–52.
55. Solarino G, Zagra L, Piazzolla A, Morizio A, Vicenti G, Moretti B. Results of 200 Consecutive Ceramic-on-Ceramic Cementless Hip Arthroplasties in Patients Up To 50 Years of Age: A 5-24 Years of Follow-Up Study. *J Arthroplasty*. 2019 Jul;34(7S):S232–7.
56. Hannouche D, Devriese F, Delambre J, Zadegan F, Tourabaly I, Sedel L, et al. Ceramic-on-ceramic THA Implants in Patients Younger Than 20 Years. *Clin Orthop Relat Res*. 2016 Feb 1;474(2):520–7.
57. Beaupré LA, al-Yamani M, Huckell JR, Johnston DWC. Hydroxyapatite-coated tibial implants compared with cemented tibial fixation in primary total knee arthroplasty. A randomized trial of outcomes at five years. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Oct;89(10):2204–11.

58. Kim YH, Park JW. Eighteen-Year Follow-Up Study of 2 Alternative Bearing Surfaces Used in Total Hip Arthroplasty in the Same Young Patients. *J Arthroplasty*. 2020 Mar;35(3):824–30.

59. Langlois J, Hamadouche M. What have we learned from 20 years of using highly crosslinked PE in total hip arthroplasty? *Orthop Traumatol Surg Res*. 2023 Feb;109(1S):103457.

60. Hasler J, Flury A, Hoch A, Cornaz F, Zingg PO, Rahm S. Total hip arthroplasty through the direct anterior approach for sequelae of Legg–Calvé–Perthes disease. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2023 Sep 1;143(9):5935–44.

61. Luo ZY, Wang HY, Wang D, Pan H, Pei FX, Zhou ZK. Monobloc implants in cementless total hip arthroplasty in patients with Legg-Calve-Perthes disease: A long-term follow-up. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017 Sep 5;18(1).

62. Lee SJ, Yoo JJ, Kim HJ. Alumina-alumina total hip arthroplasty for the sequelae of Legg-Calve-Perthes disease: A comparative study with adult-onset osteonecrosis. *J Orthop Sci*. 2016 Nov;21(6):836–40.