



## Résultats du traitement chirurgical des ostéomes neurogènes de la hanche. À propos de 30 cas

### Heterotopic ossification of the hip. Results of surgery about 30 cases

Bouattour K., Boughamoura H., Mseddi M., Naija W., Siala A., Dahmene J., Ben Ayeche M.L.

Service d'orthopédie, hôpital Sahloul, Sousse, Tunisie

CORRESPONDANCE : **Hatem BOUGHAMOURA**

Service d'Orthopédie et Traumatologie. CHU Sahloul Sousse. Route Ceinture Sahloul 4054 SOUSSE.

E-mail : Hatem.boughammoura@rns.tn

#### RÉSUMÉ

##### Introduction

Nous rapportons dans ce travail rétrospectif les résultats anatomiques et fonctionnels de 30 cas d'ostéomes neurogènes de la hanche chez 21 patients, traités par résection arthrolyse suivie de rééducation.

##### Matériel et méthodes

Il s'agissait de patients jeunes (33 ans en moyenne) avec une hanche ankylosée dans 80% des cas. L'ostéome faisait suite à un coma prolongé pour 18 patients et à une atteinte médullaire pour les 3 autres. L'atteinte de la hanche était bilatérale dans 11 cas (dont 9 ont été opérés des deux cotés), associée à une atteinte du genou (31,5%), ou du coude (25,8%) pour un nombre total d'ostéomes de 89. Le siège de l'ostéome était circonférentiel dans 8 cas. Onze patients (61%) étaient classés stade III de Garland. Les patients ont été opérés après un délai moyen de 36 mois, après maturation de l'ostéome jugée à la scintigraphie. L'intervention a consisté en une résection arthrolyse, associée dans 6 cas à une arthroplastie totale.

##### Résultats

Les résultats ont été analysés à 34 mois de recul moyen. Les complications comportaient 4 fractures proximales du fémur, 2 infections et 4 instabilités dont l'évolution a été favorable. Cependant, un patient est décédé des suites d'une lésion vasculaire. L'ostéome a récidivé chez 3 patients (5 hanches), toujours précocement. Ces 3 patients gardaient des séquelles neurologiques.

Le résultat fonctionnel montre un gain absolu moyen en flexion de 60,5°. Sept des 9 patients grabataires et les 6 patients confinés à la chaise roulante ont pu remarcher.

##### Conclusion

La prise en charge des ostéomes de hanche reste difficile, en particulier les ostéomes circonférentiels. La chirurgie ne doit pas nécessairement attendre la maturation de l'ostéome mais plutôt la stabilisation neurologique.

#### ABSTRACT

##### Introduction

In this retrospective study, we report the anatomic and functional results of 30 cases of hip heterotopic ossification of 21 patients treated by resection arthrolysis followed by rehabilitation.

##### Material and Methods

We report cases of young patients (33 years in average) with non functional hip in 80% of the cases. The heterotopic ossification was discovered after a prolonged coma for 18 patients and a spinal injury for the 3 others. Hips localisation of the heterotopic ossification was bilateral in 11 cases (9 was operated on the two sites), and was associated with knee localisation (31.5%), or elbow localisation (21.8%) for a complete number of 89. The localisation of the heterotopic ossification was circumferential in 8 cases. Eleven patients (61%) were classified grade III of Garland. The surgery was performed after heterotopic ossification maturation proved by scintigraphy (after 36 months in average). The surgery was an arthrolysis resection, associated with a total arthroplasty in 6 cases.

##### Results

The results was analysed after 34 months in average. The complications were: 4 proximal fractures of the femur, 2 deep infections and 4 instabilities which evolution was favourable. One patient died by a vascular injury. The heterotopic ossification was reccured in 3 patients (in 5 hips), and it was always few time after surgery. These 3 patients have developed neurological complication.

The functional result showed an improvement in flexion of 60.5° in average. Seven of the 9 bedridden invalid's patients and the 6 confined to the wheelchair were able to walk again.

##### Conclusion

The coverage of the heterotopic ossification remain difficult, particularly those who are circumferential. We should not necessarily wait for the ossification maturation to perform surgery, but it's important to wait for the neurological stabilisation.



## I. INTRODUCTION

Les para-ostéo-arthropathies neurogènes ou ostéomes neurogènes, sont des ossifications ectopiques, juxta articulaires, apparaissant essentiellement chez des patients paraplégiques ou traumatisés crâniens graves, mais aussi au cours d'affection neurologiques très diverses [12, 13]. Les ostéomes surviennent uniquement dans les territoires atteints neurologiquement et se localisent quasi exclusivement autour des grosses articulations proximales des membres : hanches, coudes, genoux, épaules. Leur retentissement fonctionnel est considérable.

La résection chirurgicale de l'ostéome représente actuellement la seule alternative. Mais il s'agit d'une chirurgie difficile réalisée sur un terrain particulier (séquelles neurologiques, nombre important d'ostéomes). Elle doit être entourée d'une rééducation appropriée.

Peu d'études ont été consacrées aux résultats de la chirurgie des ostéomes de la hanche. La situation profonde de l'articulation, la présence d'attitudes vicieuses et d'ostéomes circonférentiels expliquent aussi les difficultés de prise en charge. Par ailleurs, le risque de récurrence de l'ostéome après traitement chirurgical ainsi que le risque d'instabilité de la hanche, amènent à envisager une stratégie thérapeutique bien codifiée.

Nous avons revu 30 cas d'ostéomes de la hanche, opérés puis suivis en rééducation fonctionnelle, dans le but d'évaluer les résultats anatomiques et fonctionnels et de préciser les facteurs de récurrence.

## II. PATIENTS ET MÉTHODES

### A- Patients

Entre 1992 et 2004, 21 patients ont été opérés pour un ostéome de hanche dont 9 des deux cotés. Il s'agissait de 18 hommes et 3 femmes dont l'âge moyen au moment de l'intervention était de 33 ans (20-50ans).

L'ostéome faisait suite à une atteinte médullaire chez 3 patients (5 hanches) et à un coma prolongé chez 18 patients (25 hanches) : un traumatisme crânien grave dans 14 cas, une thrombophlébite cérébrale dans un cas, un choc septique dans un cas, une méningite tuberculeuse dans un cas et une détresse respiratoire compliquant une myasthénie dans un cas. La durée moyenne du coma était de 35 jours (25-90 jours).

Onze patients avaient une localisation bilatérale (dont 9 ont été opérés, successivement, sur les deux cotés). Les autres articulations étaient aussi concernées par les ostéomes : Le genou (31,5% des patients), le coude (25,8%) et l'épaule (4,5%). Le nombre total d'ostéomes pour les 21 patients était de 89 avec des extrêmes de 1 à 8

par patient.

Les circonstances de découverte de l'ostéome étaient une raideur articulaire ou une ankylose. La mobilité de la hanche était très limitée dans 6 cas (dont 3 dans un secteur non fonctionnel) et nulle (hanche ankylosée) dans 24 cas (80%).

L'évaluation fonctionnelle des blessés médullaires montrait deux patients cotés ASIA «A» et un patient coté ASIA «D».

L'évaluation des patients après coma s'est basée sur le Glasgow coma scale (Tableau 1) et sur la classification de Garland (Tableau 2).

**Tableau 1 : Échelle de Glasgow (Traumatisés crâniens)**

Grade	Handicap
1	Bonne récupération : retour à la vie normale +/- légère déficience motrice ou mentale
2	Handicap modéré (autorisant une indépendance dans la vie quotidienne)
3	Handicap sévère nécessitant l'assistance d'une tierce personne
4	État végétatif
5	Décès

**Tableau 2 : Classification de Garland (Traumatisés crâniens)**

Stade	Déficit
I	Déficit fonctionnel et cognitif minime
II	Déficit fonctionnel modéré. Déficit cognitif minime
III	Déficit fonctionnel sévère. Déficit cognitif minime
IV	Déficit fonctionnel minime ou modéré Déficit cognitif modéré ou sévère
V	Déficit fonctionnel sévère Déficit cognitif modéré ou sévère

En se basant sur le Glasgow coma scale, 10 patients (55%) étaient classés grade 3 soit un handicap sévère avec tierce personne nécessaire pour les gestes de la vie quotidienne et 8 patients (38%) avaient un handicap grade 2 ou modéré. L'évaluation selon la classification de Garland montrait que 7 patients (39%) étaient classés stade II et 11 patients (61%) étaient classés stade III (déficit fonctionnel sévère et déficit cognitif minime).

Au total, six patients gardaient un déficit moteur : paraplégie complète (1 cas), tétra-parésie (1 cas), para-parésie (1 cas) et hémi-parésie (3 cas). Il n'y avait aucune localisation controlatérale au déficit neurologique.

Ainsi, sur le plan fonctionnel, 9 patients étaient grabataires et totalement dépendants d'une tierce personne, 6 patients étaient confinés à la chaise roulante, 5 patients marchaient à l'aide de deux cannes béquilles et 1 patient marchait sans canne mais avec boiterie.

Le siège de l'ostéome a été analysé sur les radiographies standard et sur l'examen tomographique, réalisés dans tous les cas. L'ostéome était antérieur dans 17 cas (57%), postérieur dans 5 cas (17%) et circonférentiel dans 8 cas (26%).

L'interligne articulaire était aminci dans 8 cas.



La maturation de l'ostéome a été jugée sur l'aspect radiologique d'ostéome mature, sur la stabilisation du quotient de captation à la scintigraphie au technétium 99 lors de deux examens espacés de 6 mois et sur la durée d'évolution supérieure à 18 mois.

Aucun patient n'a eu de dosage des phosphatases alcalines, ni de l'hydroxyprolinurie ni de la créatine phosphokinase.

### Technique opératoire

L'intervention a été réalisée après un délai moyen de 3 ans (18 mois - 5 ans).

Dans 24 cas, il a été réalisé une résection de l'ostéome et une arthrolyse (Fig 1).

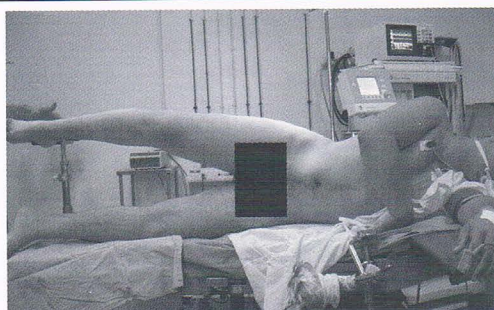


Figure 1 a,b : Ostéome neurogène postérieur de la hanche droite. Difficultés lors de l'installation et ankylose articulaire en position vicieuse

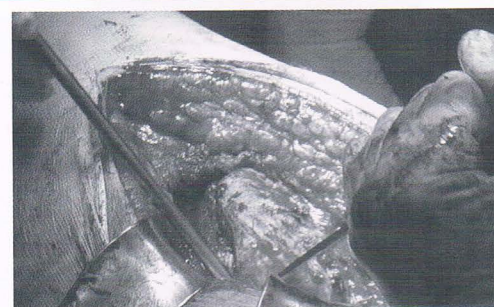
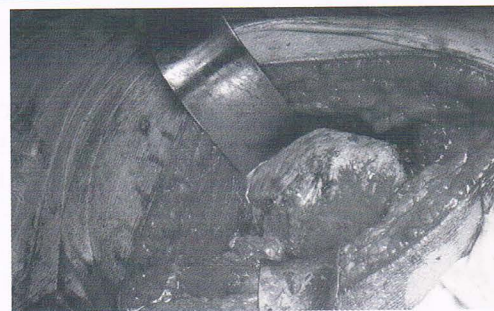


Figure 1 c,d : Délimitation première de l'ostéome puis résection au ciseau à frapper

Dans 6 cas, la résection de l'ostéome a été suivie d'une arthroplastie totale de la hanche.

La voie d'abord était guidée par le siège de l'ostéome (Tableau 3). La voie de Enneking a été utilisée pour les ostéomes circonférentiels 5 fois sur 8. Les localisations antérieures ont été abordées par voie de Smith Petersen 13 fois sur 16.

Tableau 3 : Siège de l'ostéome

Siège	Nombre (%)
Antérieur	17 (57%)
Postérieur	5 (17%)
Circonférentiel	8 (26%)
Total	30 (100%)

Les pertes sanguines per-opératoires ont été estimées en comparant l'hémoglobine pré-opératoire et post-opératoire.

La rééducation passive avec arthromoteur associée à des postures alternées était commencée dès le lendemain de l'intervention. Tous les patients ont été adressés à leur sortie du service au service de rééducation. Les anticoagulants (HBPM) étaient systématiquement prescrits pendant 3 semaines. L'indométacine (100 mg/j pendant 21 jours) dans le but d'éviter les récives n'a été utilisée que chez 8 patients (27%). Aucun patient n'a eu de radiothérapie post-opératoire.

### B- Méthodes

L'analyse des résultats a porté sur les complications précoces, sur l'apparition de récive de l'ostéome et sur le résultat anatomique et fonctionnel évalué à 34 mois de recul moyen (1-10 ans).

Le résultat fonctionnel a été jugé sur :

- Le gain absolu en mobilité, différence entre mobilité pré-opératoire et mobilité au dernier recul.
- La perte de mobilité entre l'état per-opératoire et la mobilité au dernier recul.
- Le score de Postel et Merle d'Aubigné (PMA) évaluant la douleur, la mobilité et la stabilité.

## III. RÉSULTATS

### A- Complications

Dans quatre cas, une fracture per-opératoire est survenue : sous trochanterienne (1 cas), col fémoral (1 cas), tête fémorale (1 cas), tête et paroi antérieure du cotyle (1 cas). Ces fractures ont été traitées par ostéosynthèse sauf la fracture du col qui a été traitée par arthroplastie totale.

Un patient a eu une brèche de l'artère fémorale per-opératoire et est décédé dans un tableau de coagulation intravasculaire disséminée. Il s'agissait d'un traumatisé médullaire qui avait 4 localisations (2 hanches et 2 genoux).

Il n'a pas été relevé de complications nerveuses ou d'hématomes importants. Les pertes sanguines ont été estimées à 2,7 g/dl en moyenne (0,9 - 10,3).

Deux sepsis profonds ont eu une évolution favorable après drainage chirurgical et antibiothérapie prolongée.

Quatre hanches étaient instables en post-opératoire. Il s'agissait de résection d'ostéomes circonférentiels par voie de Enneking, dont 3 avec arthroplastie totale. La réduction et la traction trans osseuse ont permis d'obtenir une hanche stable dans les quatre cas.

Une récurrence de l'ostéome a été notée dans 5 cas (trois patients), toujours précoce (entre 1 et 3 mois).

Deux patients ont eu une récurrence bilatérale : le premier, qui avait 5 localisations d'ostéomes gardait des séquelles neurologiques sévères (stade III de Garland) et s'était compliqué d'un sepsis. Le deuxième gardait une tétra-parésie. L'une des récurrences s'est faite sur prothèse totale (Fig 2).

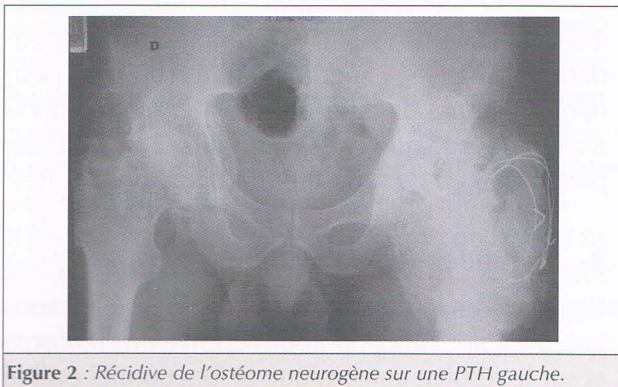


Figure 2 : Récurrence de l'ostéome neurogène sur une PTH gauche.

Le troisième patient a eu une récurrence unilatérale sur hémiparésie séquellaire.

## B- Résultat fonctionnel

Le gain absolu de mobilité était de 60,5° pour la flexion, 14° pour l'abduction et 16° pour la rotation externe (Tableau 4).

Tableau 4 : Résultat sur la mobilité			
Secteur de mobilité	Gain de mobilité en per-opératoire	Gain Absolu (au recul)	Perte de mobilité
Flexion	82° (30-100°)	60,5° (0-100°)	21,5°
Abduction	19° (0-45°)	14° (0-30°)	5°
Rotation externe	20° (0-45°)	16° (0-45°)	4°

La perte de mobilité était de 21,5° pour la flexion, 5° pour l'abduction et 4° pour la rotation externe.

Le score PMA était satisfaisant (>14) dans 46% des cas. Les bons résultats n'étaient pas corrélés au nombre d'ostéomes mais au stade de Garland. Ainsi 8 des 9 cas classés stade II de Garland ont obtenu un résultat (PMA) satisfaisant alors que 7 des 8 résultats médiocres ou mauvais étaient des stades III de Garland.

Au total, le résultat sur la fonction montre que : Sept des 9 patients grabataires ont pu déambuler, à l'aide d'une canne pour quatre et sans canne pour 3 d'entre eux (Fig 3).

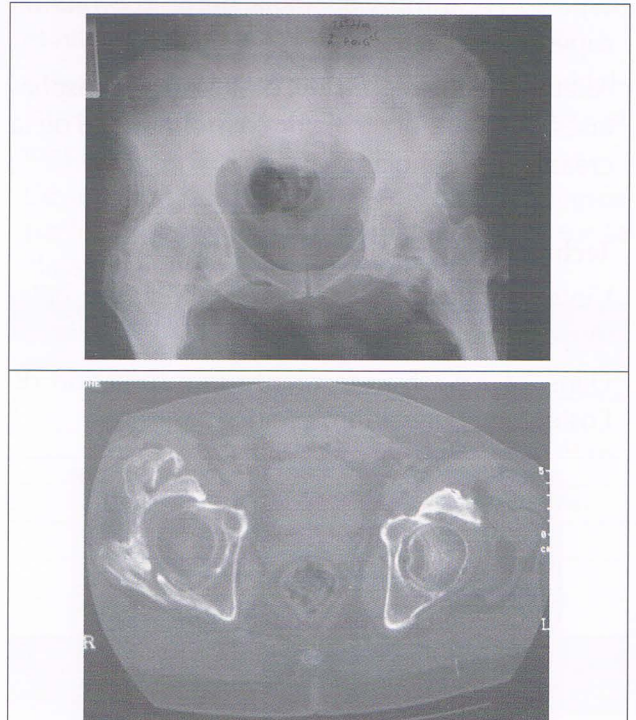


Figure 3 a,b: Ostéome neurogène circonférentiel à droite, antérieur à gauche, chez un patient de 44 ans, grabataire, qui avait 5 localisations d'ostéomes (2 hanches, 2 genoux et coude droit).

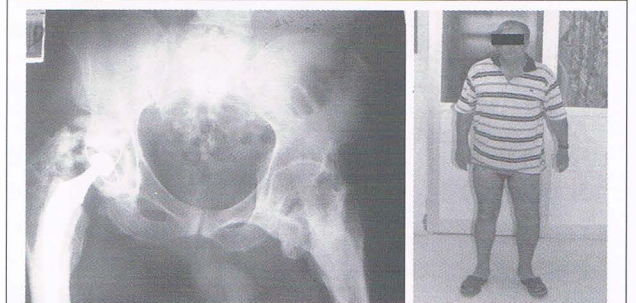


Figure 3 c,d: Aspect radiologique après résection -arthroplastie à droite et résection -arthrolyse à gauche. Résultat fonctionnel à 3 ans. Bon résultat à droite, récurrence de l'ostéome à gauche.

Les 6 patients confinés à la chaise roulante ont pu déambuler, à l'aide de cannes pour trois patients (Fig 4) et sans cannes pour les trois autres.



Figure 4a : Ostéome hanche droite après un coma chez un traumatisé crânien



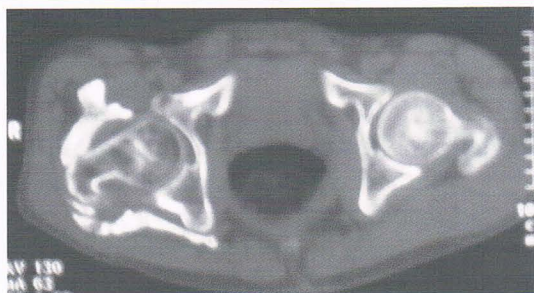


Figure 4 b: Ostéome circonférentiel à la TDM. Avec un ostéome du genou droit, le patient a été confiné à la chaise roulante.

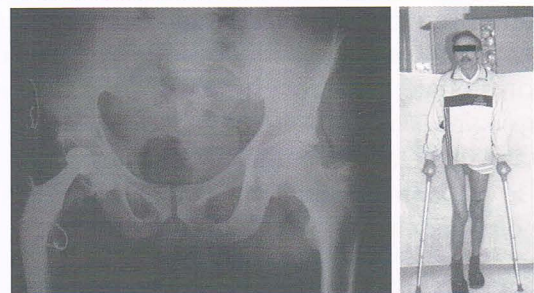


Figure 4 c,d: Libération de la hanche avec arthroplastie, puis libération du genou. Résultat fonctionnel à 2 ans de recul : le patient déambule avec deux cannes.

Les 5 patients qui marchaient avec cannes avant l'intervention ont pu reprendre une marche stable et sans cannes.

#### IV. DISCUSSION

L'étiopathogénie des ostéomes est mal connue. Outre des troubles hormonaux et des troubles de la micro-vascularisation, les facteurs les plus importants seraient des traumatismes locaux et l'immobilisation prolongée. Les traumatismes sont représentés par des mobilisations intempestives capables de provoquer des lésions du tissu conjonctif vasculaire. L'immobilisation constitue le facteur essentiel après un traumatisme neurologique. Elle entraînerait pour Benassy et al. [2] une ischémie puis une calcification des tissus para-articulaires. Les nouvelles voies de recherche concernant l'étiopathogénie des ostéomes semblent intéressantes. Elles concernent le rôle de la leptine [14], de la BMP (bone morphogenic protein) et des prostaglandines [1, 17] ou de facteurs génétiques [4].

L'apparition d'un ostéome de hanche entraîne d'importants retentissements fonctionnels, surtout en cas de localisation bilatérale ou s'il s'associe à d'autres localisations.

La prise en charge de ces patients pose plusieurs problèmes :

- L'importance du déficit fonctionnel, lié aux séquelles neurologiques, à la localisation multiple des ostéomes et à l'importance de la raideur articulaire.
- Le choix de la date opératoire, qui doit tenir compte, classiquement, de la maturation de l'ostéome, mais ceci reste controversé.

- Les difficultés techniques, plus importantes au niveau d'une articulation profonde comme la hanche, surtout en cas d'ostéome circonférentiel. La chirurgie doit concilier une restitution des amplitudes articulaires avec le respect des éléments musculo-tendineux et de la stabilité articulaire.

Le choix du moment de l'intervention chirurgicale est important. Il faut attendre la maturation de l'ostéome et la stabilisation de l'état neurologique. La maturation a été appréciée par la stabilisation du quotient de captation scintigraphique qui semble le critère le plus fiable [6-8]. Mais ceci allonge les délais opératoires à 24 mois pour Rigaux et al. [15], 34 mois pour Denormandie et al. [5] et 36 mois pour notre série. Un délai plus court présente l'avantage de limiter l'attente toujours pénible des patients et de leur entourage mais aussi de limiter l'ostéoporose. Pour John et al. [11] ainsi que pour Berard et al. [3], le traitement chirurgical précoce est conditionné uniquement par la stabilisation de l'état neurologique. Notre orientation actuelle va aussi dans ce sens.

La présence de plusieurs localisations d'ostéomes pose le problème de la programmation des interventions. Celle-ci doit tenir compte de la gêne fonctionnelle relative de chaque ostéome, des possibilités d'installation opératoires et de la rééducation post-opératoire. Ainsi, la libération première du coude ou de l'épaule paraît indispensable afin de permettre la déambulation et l'utilisation de cannes béquilles.

L'arthrolyse avec résection de l'ossification a pour objectif la récupération per-opératoire de la mobilité de la hanche tout en conservant sa stabilité afin de permettre une rééducation immédiate. La résection peut être partielle [6, 8] mais elle doit être faite au bon endroit afin d'obtenir un secteur de mobilité fonctionnel.

Les difficultés commencent souvent dès l'installation du patient, qui doit tenir compte de la voie d'abord mais aussi des attitudes vicieuses de la hanche à opérer, de la hanche controlatérale et des genoux.

La voie d'abord est guidée par le siège de l'ostéome. Les ostéomes antérieurs ont été abordés par voie antérieure et ont posé peu de problèmes du fait de l'absence de rapport étroit avec les éléments vasculo-nerveux.

Les ostéomes postérieurs ont été abordés par des voies postérieures (type Moore ou Kocher). Ils n'ont pas posé de difficulté particulière.

Les principales difficultés ont été rencontrées avec les ostéomes circonférentiels.

Après avoir utilisé, en début d'expérience, une voie externe, nous avons utilisé par la suite la voie de Enneking qui permet d'éviter un double abord antérieur et postérieur et le risque de nécrose du lambeau cutané intermédiaire. Elle permet un jour

satisfaisant mais nécessite une dissection élargie et une désinsertion musculaire importante, ce qui retentit sur la stabilité de la hanche comme en témoigne les 3 luxations de prothèse de la série.

La chirurgie des ostéomes de hanches et en particulier des localisations circonférentielles reste une chirurgie difficile comme en témoigne les complications rapportées dans la série, dont l'une, vasculaire aboutissant au décès du patient. Plusieurs auteurs ont rapporté également des complications vasculaires : une plaie de la veine fémorale pour Garland et al. [7], une plaie de l'artère fémorale dans la série de Mollaret (Thèse, Paris XI, 1991), mais également des hématomes [8], des infections [7, 8] ou des luxations après résection et arthroplastie.

La récurrence de l'ostéome est fréquente : 6 à 35% [6-8], y compris pour des délais de plus de 18 mois. Nous rapportons 5 récurrences d'ostéomes, et ce malgré un délai opératoire important. Toutes les récurrences sont apparues avant le troisième mois confirmant que la récurrence est précoce ou n'est pas [6-8]. Ces trois patients gardaient des séquelles neurologiques sévères, facteur favorisant la récurrence [6-9] et l'un d'eux s'était compliqué également d'une infection profonde. Ainsi, dans les facteurs de récurrence de l'ostéome, le délai d'intervention paraît moins en cause que les séquelles neurologiques.

Malgré les difficultés chirurgicales et le risque important de récurrences, la résection de l'ostéome et l'arthrolyse ont permis une amélioration fonctionnelle appréciable. Même si tous les auteurs rapportent une perte de mobilité comprise entre 15 et 20° entre le moment de l'intervention et l'évaluation au recul, le gain absolu varie entre 40 et 60° pour la flexion.

Le résultat semble lié à la qualité de la prise en charge post-opératoire en rééducation fonctionnelle. Celle-ci doit comporter des mobilisations douces en restant au stade infra-algique, au mieux sur arthromoteur, ainsi que des postures alternées [10, 16].

Le score PMA, certainement peu adapté à ce type de pathologie, ne montre que 44% de résultats satisfaisants. Cependant, l'amélioration fonctionnelle reste mieux appréciée par l'étude des possibilités de marche des patients. Ainsi les patients grabataires ou en chaise roulante ont pu remarquer avec ou sans cannes, et les patients qui utilisaient deux cannes béquilles ont pu récupérer une marche stable et sans aide. Pour les deux patients qui avaient des séquelles neurologiques importantes sur lésions médullaires, la chirurgie a permis l'obtention d'une plus grande autonomie et une position correcte en chaise roulante.

Le pronostic de ces ostéomes semble étroitement lié à la qualité de la restauration neurologique. La persistance de séquelles neurologiques est un fac-

teur de mauvais pronostic sur le gain de mobilité post-opératoire [6-9]. Pour les ostéomes des traumatismes crâniens, Garland [7] avait montré que les patients classés stade I et II de sa classification fonctionnelle avaient un meilleur résultat, ce qu'ont confirmé les résultats de notre série avec 85,7% de résultats satisfaisants chez les patients classés stade II. Les deux mauvais résultats ont été observés chez deux patients classés stade III de Garland.

Pour les blessés médullaires (3 patients, 5 hanches), un bon résultat a été observé pour le patient ayant peu de séquelles (ASIA D) et une récurrence bilatérale a été observée chez un patient tétraplégique (ASIA A). Cependant l'objectif du passage de l'état grabataire à la position assise sur chaise roulante a été atteint (récurrence avec ankylose en bonne position).

## V. CONCLUSION

La prise en charge de patients présentant un ostéome neurogène de hanche est difficile. Cela est dû aux séquelles neurologiques, au déficit fonctionnel et à l'atteinte de plusieurs articulations.

Notre travail montre que les difficultés sont surtout en rapport avec les ostéomes circonférentiels. Ils ont été abordés en majorité par la voie de Enneking qui permet un jour satisfaisant. Cependant, les complications restent fréquentes.

Les résultats dépendent également du stade de Garland, avec de meilleurs résultats pour les stades II.

Enfin, et malgré une perte de mobilité entre le gain per-opératoire et au dernier recul, les résultats fonctionnels étaient satisfaisants avec des améliorations notables chez tous les patients.

La résection arthrolyse des ostéomes de la hanche permet d'obtenir des résultats fonctionnels souvent très satisfaisants et parfois spectaculaires. Le délai opératoire dépend davantage de la stabilisation neurologique que de la maturation de l'ostéome. Il s'agit cependant d'une chirurgie difficile qui demande une certaine expérience, une approche pluri disciplinaire, une stratégie bien établie et une rééducation longue et adaptée.

## VI. RÉFÉRENCES

- 1) Bartlett CS, Rapuano BE, Lorich DG, Wu T, Anderson RC, Tomin E et al.: Early changes in prostaglandins precede bone formation in a rabbit model of heterotopic ossification. *Bone* 2006; 38:322-32.
- 2) Benassy J, Mazabraud A, Diverre JC: L'ostéogenèse neurogène. *Rev Chir Orthop* 1963; 49:95-116.
- 3) Berard E, Cypres A: Chirurgie fonctionnelle précoce des para-ostéo-arthropathies. Collection de pathologie locomotrice. Paris, Masson 1995; 31:161-66.
- 4) Chauveau Ch, Devedjian J Ch, Blary MC, Delecourt Ch,

- Hardouin P, Jeanfils J et al. : Gene expression in human osteoblastic cells from normal and heterotopic ossification. *Experimental and Molecular Pathology* 2004; 76:37- 43.
- 5) Denormandie P, Viguie G, Denys P, Dizien O. Results of excision of heterotopic new bone around the elbow in patients with head injuries. A series of 25 cases. *Chir Main* 1999; 18:99-107.
  - 6) Gacon G, Deidier Ch, Rhenter JL, Minaire P : Possibilité du traitement chirurgical des para-ostéo-arthropathies neurogènes. *Rev Chir Orthop* 1978; 64:375-99.
  - 7) Garlan D E, Hanscom DA, Keenan MA, Smith C, Moore T. Resection of heterotopic ossification in the adult with head trauma. *J Bone Joint Surg* 1985; 67A:1261-9.
  - 8) Guillaumat M. Les ostéomes neurogènes. Cahier d'enseignement de la SOFCOT, Paris 1988; PP:257-79.
  - 9) Guillaumat M, Maury M, Debaud B, Masse P : A propos des para-osteo-arthropathies dans les paraplégies. *Rev Chir Orthop*, 1976; 62:449-62.
  - 10) Ippolito E, Formisano R, Caterini R, Farsetti P, Penta F: Resection of elbow ossification and continuous passive motion in postcomatose patients. *J Hand Surg* 1999; 24A:546-553.
  - 11) John A, Mc Auliffe CA: Early excision of heterotopic ossification about the elbow followed by radiation therapy. *J Bone Joint Surg*, 1997; 79 A:749-55.
  - 12) Kerdoncuff V, Sauleau P, Petrilli S, Duruflé A, Ben Beroukh K, Brissot R et al. : Paraostéoarthropathies dans le syndrome de Guillain-Barré. *Ann Réadapt Med Phys* 2002; 45:198.
  - 13) Kpadonoua GT, Biaoub O, Fioffi-Kpadonou E, Hans-Moevid AA, Alagnidea E, Odoulamid H: Paraostéoarthropathie de la hanche sur lésion du nerf sciatique par injection intramusculaire de quinine. *Ann Réadapt Med Phys* 2007; 50:42-7.
  - 14) Rigaux P, Benabid N, Darriet D, Delecourt Ch, Chieux V, Dudermeil AF et al. : Recherche d'un facteur pathogénique circulant chez les patients cérébrolésés atteints de paraostéoarthropathies neurogènes. *Rev Rhum* 2005; 72:226-30.
  - 15) Rigaux P, Jullien L, Moussaoui R. La chirurgie des POAN chez le traumatisé crânien. In : Pellissier J, Minaire P, Chantraine A : Les para-ostéo-arthropathies neurogènes. Collection de pathologie locomotrice. Paris, Masson 1995, 31:1949-54.
  - 16) Sarafis KA, Karatzas GD, Yotis CL. Ankylosed hips caused by heterotopic ossification after traumatic brain injury: a difficult problem. *J Trauma* 1999; 46:104-9.
  - 17) Tracy A, Balboni A, Gobezie R, Mamon HJ : Heterotopic ossification : Pathophysiology, clinical features and the role of radiotherapy for prophylaxis. *Int J Radiation Oncology Biol Phys* 2006; 65:1289-99.

