



Résultat du traitement chirurgical des ostéomes neurogènes du coude

Heterotopic ossification of the elbow. Results of surgical treatment

Bouabdellah M.¹, Zarrouk A.¹, Abdenaji W.¹, Zitouni K.², Boulma R.¹, Ezzaouia K.¹, Bouzidi R.¹, Kooli M.¹

¹ Service d'Orthopédie et Traumatologie. Hôpital Charles Nicolle. Tunis - Tunisie.

² Service Chirurgie Maxillo-Faciale et Esthétique. Hôpital Charles Nicolle. Tunis - Tunisie.

CORRESPONDANCE : Dr Mohamed BOUABDELLAH.

Service d'Orthopédie et Traumatologie. Hôpital Charles Nicolle. Boulevard 9 avril 1006 Tunis - Tunisie.

E-mail : bouabdellah.mohamed@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Objectif

Le but de ce travail est d'analyser les résultats du traitement chirurgical des ostéomes neurogènes du coude et de préciser les facteurs de risques de récurrence.

Malades et Méthodes

Notre travail consiste en une étude rétrospective et descriptive, portant sur 19 ostéomes neurogènes du coude survenant après un coma prolongé. Les patients ont été opérés devant la présence d'une atteinte fonctionnelle sévère et/ou de signes de compression du nerf ulnaire. La maturation des ostéomes n'a pas été prise en compte dans le choix du délai de la chirurgie. La technique chirurgicale de choix était la résection arthrolyse. Tous les patients ont bénéficié d'un protocole strict de rééducation fonctionnelle. L'indométacine a été prescrite systématiquement en postopératoire.

Résultats

À un recul moyen de 42 mois, et selon les critères de MERLE D'AUBIGNÉ, les résultats étaient très bons et bons dans 14 cas (73%), assez bons dans 3 cas et mauvais dans 2 cas. D'après la classification de la SOFCOT, la raideur articulaire était minime dans 10 cas, modérée dans 4 cas, grave et très grave dans 5 cas.

La pronosupination était limitée dans 5 cas. La libération du nerf ulnaire était satisfaisante dans tous les cas. Aucune instabilité postopératoire du coude n'a été notée.

Un échec total du traitement chirurgical, avec une récurrence de l'ostéome a été noté chez deux patients spastiques. Les résultats étaient équivalents quelque soit le délai de la chirurgie.

Conclusion

Le traitement chirurgical est le seul moyen thérapeutique efficace sur des ostéomes constitués. La maturation des ostéomes possède une valeur pronostique limitée quant au risque de récurrence. L'intégrité neurologique des patients est capitale et doit être atteinte avant d'envisager la chirurgie.

ABSTRACT

Aim

The aim of our work was to analyze the results of surgical treatment of heterotopic ossification of the elbow and to clarify the risk factors for recurrence.

Patients and Methods

Our study is retrospective and descriptive involving 19 heterotopic ossification of the elbow occurring after a prolonged coma. Patients were operated when the presence of severe functional impairment and / or signs of ulnar nerve compression. Maturation of ossification was not taken into account when choosing the time of surgery. The surgical technique of choice was resection-arthrolysis. All patients received a strict protocol of rehabilitation. Indomethacin was prescribed routinely postoperatively.

Results

All patients were reviewed with a mean follow up of 42 months. According to the criteria of MERLE D'AUBIGNÉ, the results were very good and good in 14 cases, fair in 3 cases and poor in 2 cases. According to SOFCOT classification, joint stiffness was small in 10 cases, moderate in 4 cases, severe and very severe in 5 cases. The supination was limited in 5 cases. The release of the ulnar nerve was satisfactory in all cases. No postoperative instability of the elbow was noted.

A total failure of surgical treatment, with a recurrence of osteoma has been noted in two spastic patients. Patients who did not properly follow the protocol of functional rehabilitation, showed a loss of mobility at follow-up. The results were equivalent, whatever the time of surgery.

Conclusion

Surgery is the only effective therapy on osteomas formed. Maturation of heterotopic ossification has limited prognostic value regarding the risk of recurrence. Neurological integrity of patients is paramount and must be achieved before surgery.



I. INTRODUCTION

Les paraostéarthropathies (POAN) sont des formations osseuses ectopiques qui constituent une complication relativement fréquente de la sédation prolongée. L'évolution de cette néoformation osseuse s'étend sur plusieurs mois, tendant à enraidir puis à ankyloser l'articulation en regard. Devant les progrès accomplis en réanimation et l'amélioration du pronostic vital des comateux, on assiste actuellement à une augmentation de l'incidence de cette complication.

Nous présentons une étude rétrospective à propos de 19 ostéomes neurogènes du coude avec pour objectif d'analyser les résultats du traitement chirurgical et de préciser les facteurs de risques de la récurrence.

II. MALADES ET MÉTHODES

Il s'agissait de 14 patients ayant séjourné dans des services de réanimation pour coma prolongé. Ces patients ont présenté secondairement des ostéomes neurogènes au niveau des coudes (19 ostéomes).

A- Évaluation préopératoire :

Tous les patients ont bénéficié d'un interrogatoire minutieux et d'un examen clinique complet. Les différentes plaintes fonctionnelles des patients et le retentissement de l'ostéome sur la mobilité coude ont été notés.

La classification de HASTING et GRAHAM [1] a été utilisée car elle est la seule qui explore les deux secteurs de mobilité du coude (flexion / extension et pronosupination). On distingue 3 classes :

- Classe I : ossification ectopique sans limitation fonctionnelle de la mobilité articulaire (Secteur fonctionnel = $-30^{\circ}/130^{\circ}$; pronosupination = $50^{\circ}/50^{\circ}$)
- Classe II : ossification ectopique avec limitation fonctionnelle subtotale de la flexion / extension et/ou la pronosupination :
 - ♦ II A : limitation fonctionnelle de la flexion / extension
 - ♦ II B : limitation fonctionnelle de la pronosupination
 - ♦ II C : limitation fonctionnelle dans les deux plans
- Classe III : ossification ectopique avec une ankylose articulaire intéressant la flexion / extension et/ou la pronosupination :
 - ♦ III A : ankylose dans le plan de la flexion / extension
 - ♦ III B : ankylose dans le plan de la pronosupination
 - ♦ III C : ankylose dans les deux plans

L'amplitude articulaire a été évaluée selon les critères de la SOFCOT (Tableau 1).

Tableau I : Évaluation de la raideur articulaire selon les critères de la SOFCOT

Raideur	Amplitude articulaire
Très grave	(0 à 30° d'amplitude)
Grave	(31 à 60° d'amplitude)
Modérée	(61 à 90° d'amplitude)
Minime	(amplitude $> 90^{\circ}$)

Nous avons adopté la classification de B d'ANJOU qui prend en considération le secteur fonctionnel du coude, dans l'évaluation de la mobilité; elle comporte 4 groupes :

- Groupe 1 : coude ayant un secteur fonctionnel (déficit d'extension $<30^{\circ}$ et une flexion $>130^{\circ}$)
- Groupe 2 : raideur dans le secteur de flexion (déficit d'extension $<30^{\circ}$ et flexion $<130^{\circ}$)
- Groupe 3 : raideur dans le secteur d'extension (déficit d'extension $>30^{\circ}$ et une flexion $>130^{\circ}$)
- Groupe 4 : raideur mixte (déficit d'extension $>30^{\circ}$ et une flexion $<130^{\circ}$)

A l'examen neurologique, les signes de compression du nerf ulnaire ont été recherchés et la distinction entre spasticité d'origine neurologique et raideur secondaire à l'ostéome a été faite. Un bilan radiologique a été fait chez les 14 patients comportant : des clichés du coude de face, profil et 3/4. Nous avons utilisé la classification radio clinique de GARLAND afin d'établir un lien entre les constatations radiologiques et l'examen clinique (Tableau II). Afin de permettre un diagnostic de précision et analyser davantage le rapport des ostéomes avec les éléments vasculo-nerveux, une TDM du coude a été réalisée pour 15 coudes.

Tableau II : Classification radio clinique de GARLAND

	Stade I	Stade II	Stade III	Stade IV
Aspect Rx	Aspect nuageux avec quelques traces d'ossification	Petite mais bien réelle surface d'ossification	Une grande surface d'ossification	PAON entièrement ossifiée
Aspect clinique	Aucune limitation articulaire	Aucun retentissement fonctionnel	Diminution des amplitudes articulaires	Ankylose complète

B- Évaluation peropératoire :

La chirurgie a consisté en une exérèse de l'ostéome avec dans certains cas des gestes associés : libération du nerf ulnaire, capsulectomie et désinsertion ligamentaire.

Les mobilités articulaires et la stabilité finale du coude ont été évaluées en peropératoire.

C- Évaluation postopératoire :

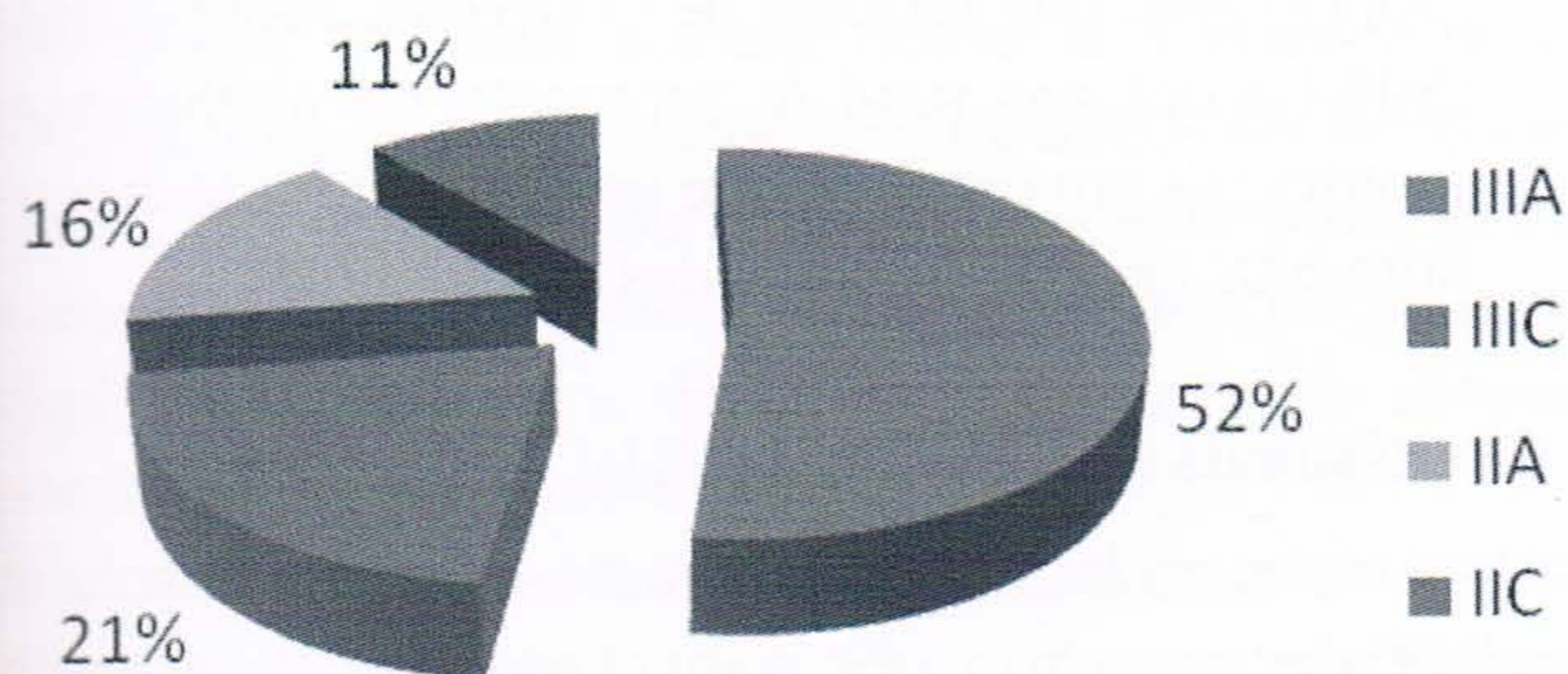
Cette évaluation s'est basée sur les plaintes fonctionnelles des patients et l'autonomie dans les gestes de la vie courante. La mobilité articulaire a été mesurée par un goniomètre et comparée avec les résultats obtenus en peropératoire. L'examen neurologique en particulier du nerf cubital a été réalisé au dernier recul. Des clichés de radiographies standards du coude (face et profil), ont été réalisés au dernier recul afin de mettre en évidence une éventuelle récurrence radiologique.

III. RÉSULTATS

A- Résultats préopératoires :

Il s'agissait de 19 coudes chez 14 patients (10 coudes droits et 9 coudes gauches). L'âge moyen des patients était de 36 ans avec des extrêmes de 20 à 66 ans. La prédominance masculine était nette avec un sex-ratio de 2,5. Tous les patients avaient séjourné dans des services de réanimation intubés ventilés, pendant une durée moyenne de 63 jours. Les 14 patients étaient porteurs de 33 ostéomes neurogènes au niveau des différentes articulations (coude, hanche, genou

et épaule). Le délai de découverte des ostéomes était en moyenne de trois mois après le réveil du coma. Les circonstances de découverte étaient une ankylose articulaire dans 14 cas (73%), un syndrome de compression du nerf ulnaire dans 5 cas (26%) et un syndrome de compression veineuse du membre supérieur dans un cas (5%). Sur le plan fonctionnel, 12 patients (85%) étaient classés aux stades I et II de GARLAND et 2 patients (14%) au stade IV. Tous les coudes présentaient une raideur très grave selon les critères de la SOFCOT avec un arc de mobilité préopératoire de 17°; 14 coudes (73%) étaient classés au stade III de HASTINGS et GRAHAM et 5 coudes (26%) au stade II (Graphique 1). Une spasticité secondaire à une atteinte neurologique (tétraparésie) a été objectivée chez deux patients (14%).



Graphique 1: Répartition des patients selon la classification de HASTINGS et GRAHAM

Les ostéomes étaient surtout postérieurs (57% des cas) et postéro internes (31,5%) (Figure 1).

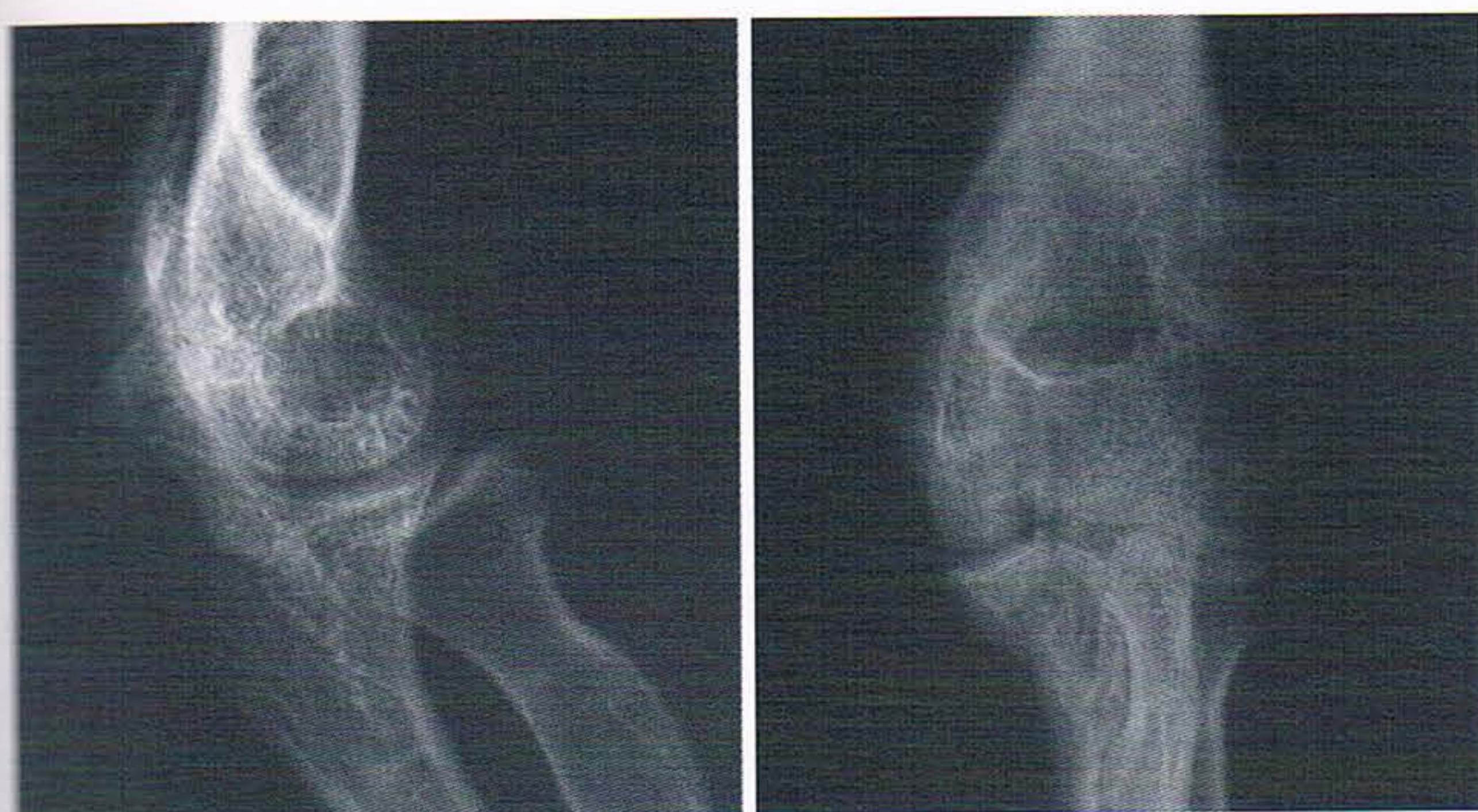


Fig. 1 : Ostéome neurogène coude postéro interne

La tomodensitométrie du coude a mis en évidence des signes typiques (pontage artulaire, englobement du nerf ulnaire) (Figure 2).

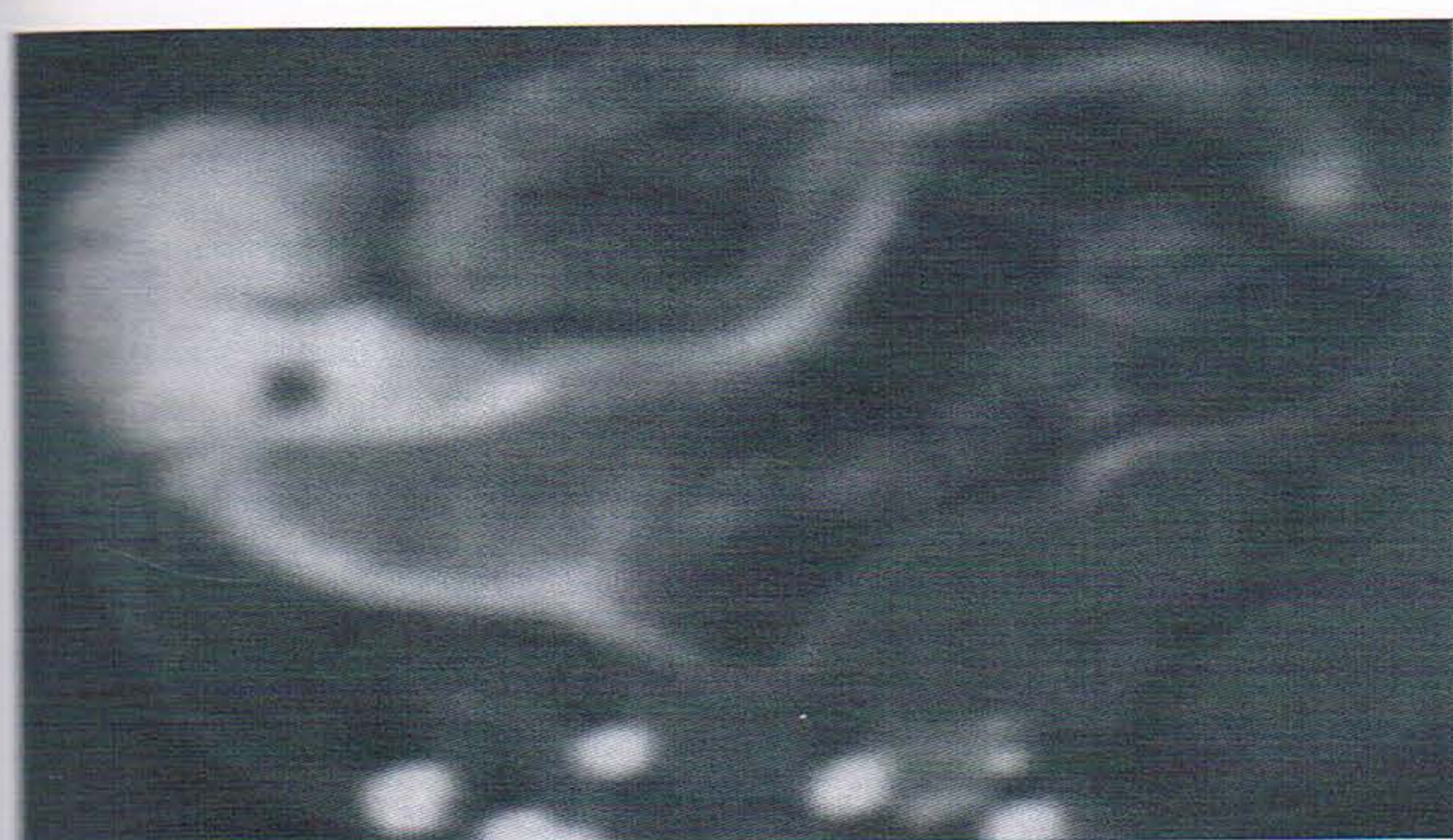


Fig. 2 TDM coude : Nerf cubital englobé par l'ostéome

La scintigraphie osseuse a été faite dans 5 cas (26%), les clichés successifs préopératoires n'ont pas été pratiqués pour évaluer la maturité des ostéomes. Des foyers

d'hyperfixation homogène au niveau des articulations atteintes par l'ostéome ont été mis en évidence.

L'électromyographie a été réalisée dans 5 cas (26%) devant des signes irritatifs du nerf ulnaire et a permis de confirmer la compression nerveuse. Le doppler veineux, pratiqué chez un patient, a confirmé la compression extrinsèque veineuse par l'ostéome.

Le traitement chirurgical a été indiqué devant la gêne fonctionnelle et/ou les signes de compression du nerf ulnaire. De plus, la maturation des ostéomes n'a pas été considérée comme un critère décisif du choix du délai d'intervention chirurgicale. Le consentement et la pleine coopération des patients étaient présents dans tous les cas. Le délai moyen de prise en charge était de 27 mois. Les voies d'abord chirurgicales utilisées étaient : postérieure dans 10 cas (52%), postéro interne dans 6 cas (31%), postéro externe dans 2 cas (10%) et combinée (interne et externe) dans un seul cas (5%). La technique chirurgicale était la résection arthrolyse. L'objectif était d'obtenir une libération articulaire complète, tout en assurant une parfaite stabilité du coude compatible avec une rééducation postopératoire précoce. La résection de l'ostéome était totale dans 10 cas (52%) et partielle dans 9 cas (47%). Des gestes associés ont été souvent réalisés : capsulectomie dans 9 cas (47%), désinsertion des épicondyliens dans un cas (5%) et allongement du triceps brachial dans 2 cas (10%). La compression du nerf ulnaire a été traitée par une neurolyse simple dans 4 cas (21%) et une transposition antérieure dans un seul cas (5%). Le drainage aspiratif était systématique. Le séjour hospitalier moyen était de 8 jours. Une fracture sus et inter-condylienne peropératoire a été notée; elle a été synthésée par deux broches et une vis. La survenue en postopératoire d'une parésie du nerf cubital a nécessité une reprise chirurgicale urgente avec excision d'un pont osseux entre la face interne de l'olécrane et le condyle interne. La récupération était complète en postopératoire.

Un traitement postopératoire à base d'indométacine à une posologie de 75 à 100 mg par jour pendant 3 semaines associé à des antalgiques majeurs à action périphérique et centrale pendant en moyenne 15 jours a été instauré chez tous les patients. La rééducation fonctionnelle était systématique; elle consistait en une mobilisation passive et active aussi bien manuelle qu'avec arthro-moteur. L'utilisation d'attelles de postures alternées (en flexion et en extension) toutes les trois heures en postopératoire immédiat. À la sortie, des ordonnances de rééducation motrice ont été prescrites pour une durée moyenne de 15 semaines.

B- Résultats fonctionnels post opératoires :

Les résultats fonctionnels ont été évalués avec un recul moyen de 42 mois.

Ces résultats ont été évalués selon plusieurs critères :

- le gain de mobilité
- le gain relatif selon MERLE D'AUBIGNÉ



- la gravité de la raideur articulaire selon les critères de la SOFCOT.

1. Évolution de la raideur articulaire :

L'évolution générale du jeu articulaire avant et après chirurgie est résumée dans le tableau 3.

Tableau 3 : Évolution de la mobilité articulaire

	Ankylose	Raideur en extension	Raideur en flexion	Raideur combinée	Mobilité normale
Pré- op	14 (73%)	0	0	5 (27%)	0
Post- op	0	9 (47%)	0	0	10 (53%)
Recul	2 (10%)	9 (47%)	1 (5%)	5 (26%)	2 (10%)

La récupération d'une mobilité articulaire normale n'a été obtenue que dans deux cas. Dans tous les autres cas, on a noté la persistance d'une raideur articulaire, voire une ankylose totale dans 2 cas (9%). Les résultats en fonction des critères de la classification de HASTING et GRAHAM, figurent dans le tableau 4.

Tableau 4 : Répartition selon la classification de HASTING et GRAHAM

Classification	Nombre de cas
Classe I	2 (10%)
Classe II A	10 (53%)
Classe II B	5 (27%)
Classe III C	2 (10%)

2. Gain relatif

Le gain relatif établi par MERLE D'AUBIGNÉ est le rapport du gain absolu sur le gain possible (la mobilité normale du coude étant de 140°). Il comprend cinq niveaux :

- ♦ Excellent (gain > à 70%) : 3 cas (16%).
- ♦ Bon (gain de 40 à 69%) : 11 cas (58%).
- ♦ Moyen (gain de 20 à 39%) : 3 cas (16%).
- ♦ Médiocre (gain de 0 à 19%) : 2 cas (10%).
- ♦ Mauvais (gain négatif) : 0 cas (0%).

Le gain absolu de mobilité était de 65° en moyenne. Le gain relatif moyen était de 48,2%.

3. Gain de mobilité

Les gains moyens dans les secteurs de la flexion, extension, pronation et supination en postopératoire et au recul sont résumés respectivement dans le tableau 5.

Tableau 5 : Gains moyens en postopératoire et au recul

	Gain moyen postopératoire	Gain moyen au recul
Flexion	49°	34°
Extension	55°	25°
Pronation	12°	23°
Supination	43°	21°

4. Évaluation de la stabilité

Chez tous les patients convoqués (15 soit 78%), les coudes ont été jugés stables.

5. Résultats en fonction des critères de la SOFCOT

Les résultats postopératoires selon les critères de la SOFCOT sont illustrés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Résultats en fonction des critères de la SOFCOT

Raideur	Effectifs	%
Très grave (0 à 30° d'amplitude)	2	10
Grave (31 à 60° d'amplitude)	3	16
Modérée (61 à 90° d'amplitude)	4	21
Minime (amplitude > à 90°)	10	53
Total	19	100

Chez 2 patients spastiques, un échec total du traitement chirurgical a été constaté avec une ankylose en rapport avec une récurrence de l'ostéome. Sept patients (50%) n'ont pas suivi le protocole de rééducation motrice; ils ont présenté une perte de mobilité articulaire plus importante au fil des mois.

C- Résultats en fonction du délai de la chirurgie :

On a comparé les résultats, en termes de gain absolu et relatif, des patients opérés avant et après le délai d'un an de la découverte des ostéomes. Le tableau 7 illustre les résultats obtenus.

Tableau 7 : Gain absolu et relatif en fonction du délai de prise en charge (P < 0,003)

Délai de prise en charge	Arc de mobilité au recul	Gain absolu au recul	Gain relatif au recul	Perte mobilité en postop
< à 1 an	73°	63°	47°	48°
> à 1 an	66°	65°	48°	50°
Moyenne	72°	65°	48°	48°

L'analyse des résultats fonctionnels des patients opérés de POAN, ne montre pas de différence significative quelque soit le délai de la chirurgie. En effet, les patients opérés avant le délai d'un an de la découverte des ostéomes, présentaient sensiblement la même mobilité articulaire que ceux opérés après ce délai (Gain absolu au recul : 62° après un an ; 65° avant un an). Les résultats ne semblent donc pas dépendre de la précocité du traitement chirurgical.

IV. DISCUSSION

Les ostéomes neurogènes du coude sont au deuxième rang après les ostéomes de la hanche [2-5]. Dans cette étude, le traumatisme crânien est rencontré dans 10 cas (52,6%). Certains auteurs évoquent un lien de causalité entre la durée, la profondeur du coma (évaluée grâce à l'échelle de GLASGOW) et la survenue des POAN [6-9]. Une corrélation positive a été mise en évidence pour nos patients entre la profondeur du coma et l'apparition des POAN. Néanmoins, d'autres auteurs trouvent que l'aréactivité pupillaire constitue un facteur prédictif positif de l'apparition d'ossifications ectopiques [3].

La combinaison des moyens préventifs paraît indispensable, vu que leurs actions semblent intéresser les différents stades de formation des POAN [10]. On pense, qu'une mobilisation articulaire passive, progressive

et douce des patients comateux peut permettre une meilleure liberté articulaire tout en évitant l'aggravation des ossifications ectopiques déjà présentes et même prévenir leur apparition [11, 12]. Aucun de nos patients n'a reçu d'AINS à titre préventif lors du séjour en réanimation. BANOVA [13], a suggéré un rôle probable de l'indométacine dans la prévention de l'apparition des POAN après traumatisme médullaire.

La survenue d'un syndrome du canal cubital par compression du nerf ulnaire au cours d'une POAN est assez fréquente. La confirmation se fait grâce à l'électromyographie et la tomodensitométrie du coude [14]. L'indication du traitement chirurgical des POAN s'est faite dans toutes les séries aux stades III et IV radio clinique de GARLAND (stades d'ossification péri articulaires importantes et invalidantes). Plusieurs auteurs, notent la fréquence de la localisation postéro-interne (épitrochléo-olécrânienne) des POAN au niveau du coude. Dans notre série, la localisation postérieure était la plus fréquente; ceci pourrait expliquer la faible incidence de la neuropathie ulnaire par rapport à la littérature [15, 16].

À un stade évolué, seule la TDM localise avec précision l'ossification para articulaire au sein des parties molles et permet d'en connaître exactement la morphologie et les rapports avec les éléments anatomiques de voisinage [17, 19].

Plusieurs auteurs [4, 10, 15, 16, 19-21] ont constaté des résultats satisfaisants en opérant des patients précocement, sans prendre en considération les critères de maturation osseuse. Il s'agissait de patients présentant des POAN d'étiologies diverses, chez qui le délai entre la découverte des ostéomes et la chirurgie était inférieure à un an. Ces auteurs affirment qu'il n'existe aucune différence, en terme de mobilité articulaire et de récurrence postopératoire des POAN, quelque soit le délai du traitement chirurgical.

Certains auteurs [15, 19] rapportent un retentissement du déficit neurologique sur le résultat fonctionnel expliqué par la difficulté de la rééducation postopératoire chez des patients qui gardent une spasticité.

La technique chirurgicale la plus utilisée dans la plupart des études est l'arthrolyse avec résection de l'ossification [15, 19, 22, 23]. L'essentiel est de permettre une mobilité optimale du coude en préservant sa stabilité [19, 22].

Avant d'entamer l'exérèse de la masse osseuse et avant tout geste d'arthrolyse, il convient de repérer le nerf ulnaire et de le mettre sur lac afin d'éviter tout traumatisme accidentel lors des manœuvres chirurgicales [16, 19]. En cas de compression du nerf ulnaire par l'ostéome, il est primordial de le libérer afin de permettre un résultat fonctionnel optimal. Plusieurs techniques chirurgicales sont proposées pour le traitement de l'enclavement du nerf ulnaire par l'ostéome; on cite la décompression simple (ou neurolyse simple), l'épicondylectomie médiale et la neurolyse avec transposition antérieure du nerf ulnaire [14]. BIMMLER et al. [24] pensent que la décompression simple peut être recommandée chez tous les patients ne présentant pas de subluxation cubitale du nerf ulnaire, alors que la transposition antérieure transmusculaire est recommandée chez ceux ayant une subluxation du nerf ulnaire. Dans cette étude, nous avons eu à réaliser une

capsulectomie dans 9 cas (totale dans 4 cas, partielle dans 5 cas), sans instabilité articulaire postopératoire.

Plusieurs auteurs [25-28] s'accordent sur le rôle bénéfique d'une capsulectomie antérieure et/ou postérieure sur la mobilité articulaire du coude. Dans notre série, on a réalisé une exérèse complète de l'ostéome dans 10 cas; l'exérèse était partielle dans 9 cas.

Le choix entre résection totale ou partielle de l'ostéome se fait généralement en peropératoire [19]. Il ne faut pas s'acharner à réséquer la totalité de l'ostéome en risquant d'allonger inutilement le temps opératoire et de traumatiser certaines structures nobles du coude [16, 19, 29]. Pour obtenir une mobilité articulaire optimale, il est nécessaire de libérer les fossettes olécrânienne et coronoi-dienne de toute fibrose ou ossification [19].

Dans notre étude, on a constaté une fracture sus et intercondylienne peropératoire, ayant nécessité une réduction et une ostéosynthèse. Dans la littérature, les complications peropératoires lors d'une arthrolyse résection de l'ostéome sont exceptionnelles [26, 28, 30].

La récurrence de l'ostéome constitue une complication redoutable et souvent imprévisible du traitement chirurgical des POAN [15]. Elle s'exprime le plus souvent précocement, dans les semaines suivant le traitement chirurgical [15, 16]. Il semblerait, que la récurrence soit exceptionnelle, passé le délai de trois à six mois après la chirurgie. La kinésithérapie motrice empêcherait alors toute néoformation osseuse ou spasticité susceptibles d'altérer l'amplitude articulaire [26, 30]. L'influence du délai du traitement chirurgical par rapport à la maturité des ostéomes, constitue un sujet de controverse. En effet, si certains auteurs [16, 31] plaident en faveur d'une chirurgie sur ostéomes matures, d'autres auteurs [4, 10, 15, 16, 19-21] trouvent des résultats satisfaisants en opérant des malades précocement sans prendre en compte des critères de maturation des POAN.

V. CONCLUSION

La prise en charge de patients présentant un ostéome neurogène du coude est difficile. Cela est dû aux séquelles neurologiques, au déficit fonctionnel et à l'atteinte de plusieurs articulations. Le traitement des POAN est résolument chirurgical consistant en une résection des ponts osseux sans déstabiliser le coude. L'analgésie et la rééducation postopératoires sont des impératifs du protocole thérapeutique. Les résultats dépendent également du stade de GARLAND, avec de meilleurs résultats pour les stades I et II. Le délai opératoire dépend davantage de la stabilisation neurologique mais non de la maturation de l'ostéome. Il s'agit cependant d'une chirurgie difficile qui demande une certaine expérience et une approche pluri-disciplinaire.

VI. RÉFÉRENCES

- 1) Hastings H., Graham T.J. The classification and treatment of heterotopic ossification about the elbow and forearm. *Hand Clin* 1994; 10:417-37.
- 2) Flin C., Curalucci H., Duvocelle A., Viton J.M. Paraostéarthropathies neurogènes et traumatisme crânien sévère. *Ann Readapt Med Phys* 2002; 45:517-20.
- 3) Bérard E., Artru F., Khoubaz H., Tasseu F. Incidence des para-ostéoarthropathies chez les traumatisés crâniens graves : facteurs de risque et rôle du régime hypocalcique. *Ann Readapt Med Phys* 2000; 43:132-7.



- 4) Fornari J.M., Fournier M., Bruno M. et al. Les paraostéopathies (POA) neurogènes (à propos de 45 cas). Intérêt du traitement chirurgical précoce. *Ann Readapt Med Phys* 2000; 50:42-7.
- 5) Taly A.B., Nair K.P., Jayakumar P.N. et al. Neurogenic heterotopic ossification: a diagnostic and therapeutic challenge in neurorehabilitation. *Neurology India* 2001; 49:37-40.
- 6) Hendricks H.T. Brain injury severity and autonomic dysregulation accurately predict heterotopic ossification in patients with traumatic brain injury. *Clin Rehabil* 2007; 21:545-53.
- 7) Petiot S., Viel E., Benaïm C., Eledjam J. Paraostéopathies compliquant la sédation prolongée. A propos de 12 cas. *Ann Readapt Med Phys* 1999; 134:57-64.
- 8) Dziri C., Ben Salah F., Ben Achour L., Rahali S., Miri H. Devenir des comas traumatiques. Experience du service de médecine physique de l'institut national d'orthopédie M-Kassab (Tunisie). *Ann Readapt Med Phys* 1998; 41:309.
- 9) Sazbon L., Najenson T., Tartakovsky M., Becker E., Grosswasser Z. Widespread periarticular new-bone formation in long-term comatose patients. *J Bone Joint Surg* 1981; 63:120-5.
- 10) Melamed E., Robinson D., Halperin N., Wallach N., Keren O., Grosswasser Z. Brain Injury-Related Heterotopic Bone Formation: Treatment Strategy and Results. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81:670-4.
- 11) Scalzitti D.A. Because of the risk of developing heterotopic ossification, are passive range of motion exercises contraindicated following traumatic injuries? *Phys Ther* 2003; 83:659-67.
- 12) Simonsen L.L., Sonne-Holm S., Krashennikoff M., Engberg A.W. Symptomatic heterotopic ossification after very severe traumatic brain injury in 114 patients: Incidence and risk factors. *Injury* 2007; 38:1146-50.
- 13) Banovac K., Williams J.M., Patrick L.D., Haniff Y.M. Prevention of heterotopic ossification after spinal cord injury with indomethacin. *Spinal Cord* 2001; 39:370-4.
- 14) Gallucci G.L., Gallucci J.L., Carli P.D., Maignon G.D. Entrapment of the ulnar nerve in heterotopic ossification of the elbow: A case report. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; 12:637-40.
- 15) Denormandie P., Viguie G., Denys P., Dizien O., Carlier R. Results of excision of heterotopic new bone around the elbow in patients with head injuries: A series of 25 cases. *Ann Hand Surg* 1999; 18: 99-107.
- 16) Roberts J.B., Pankratz D.G. The surgical treatment of heterotopic ossification at the elbow following long-term coma. *J Bone Joint Surg* 1979; 61:760-3.
- 17) Van Kuijk A., Geurts A.C., Van Kuppevelt H.J. Neurogenic heterotopic ossification in spinal cord injury. *Spinal Cord* 2002; 40:313-26.
- 18) Eric L., Charles S., Richard M., Ronald W. Evaluation of ectopic bone by CT. *Am J Radiol* 1987; 148:931-5.
- 19) Sorriaux G., Denormandie P., Martin J.N., Kiefer C., Judet T. Résultats de la chirurgie des ostéomes du coude chez le cérébro-lésé : À propos de 51 cas. *Rev Chir Orthop* 2005; 91:415-22.
- 20) Plantier D.P., Rulh C., Eyssette M., Bakson J.L., Boisson D. Evolution de la prévalance des para-ostéo-arthropathies chez le blessé médullaire pendant la période 1969 à 1995. Recherche de facteurs prédisposants, à propos de 1103 patients. *Ann Readapt Med Phys* 1998; 41:362.
- 21) Ippolito E., Formisano R., Caterini R. et al. Resection of elbow ossification and continuous passive motion in postcomatose patients. *J Hand Surg* 1999; 24:546-53.
- 22) Pélissier J., Petiot S., Benaïm C., Asencio G. Prise en charge des paraostéopathies neurogènes (POAN) chez le traumatisé crânio-encéphalique : étude de la littérature. *Ann Readapt Med Phys* 2002; 45:188-97.
- 23) Conso C., Bleton R. Arthrolyse arthroscopique pour raideur du coude : étude rétrospective sur 32 cas. *Rev Chir Orthop* 2003; 89:167-82.
- 24) Bimmler D., Meyer V.E. Surgical treatment of the ulnar nerve entrapment neuropathy: submuscular anterior transposition or simple decompression of the ulnar nerve? Long-term results in 79 cases. *Ann Chir Main Memb Super* 1996; 15:148-57.
- 25) Ring D., Jupiter J.B. Operative release of complete ankylosis of the elbow due to heterotopic bone in patients without severe injury of the central nervous system. *J Bone Joint Surg* 2003; 85:849-57.
- 26) Kim P., Grafe M., Rosenwasser M. Elbow stiffness: Etiology, treatment and results. *J Am Society Surg Han* 2005; 5:209-10.
- 27) Jupiter J.B. Comparison of elbow contracture release in patients with and without heterotopic ossification. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16:27-8.
- 28) Darlis N.A., Kaufmann R.W., Sotereanos D.G. Open surgical treatment of post-traumatic elbow contractures in adolescent patients. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15:709-15.
- 29) Edelson G., Ganayem F.M., Obid E. A novel surgical approach to post-traumatic elbow stiffness: Case report and operative technique. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15:37-40.
- 30) Randall W., Douglas P. Early "simple" release of posttraumatic elbow contracture associated with heterotopic ossification. *J Hand Surg* 1999; 24A:370-80.
- 31) Taly A.B., Nair K.P., Jayakumar P.N. et al. Neurogenic heterotopic ossification: a diagnostic and therapeutic challenge in neurorehabilitation. *Neurology India* 2001; 49:37-40.