

La technique modifiée de TIKHOFF-LINBERG pour résection des tumeurs osseuses malignes de l'humérus proximal. Les résections trans-articulaire, extra-articulaire et transépiphysaires

The modified TIKHOFF-LINBERG procedure for resection of malignant bone tumours of proximal humerus. The transarticular, extraarticular and tansepiphyseal resections

Smida M.¹, Sassi Hanachi S.², Douira Khomsi W.³, Jlaïlia Z.¹, Oubiche F.⁴, Trifa M.⁵, Ben Ghachem M.¹

¹ Service d'Orthopédie de l'Enfant et l'Adolescent. Hôpital d'Enfants de Tunis. Tunis – Tunisie.

² Laboratoire d'Anatomie pathologique et de Cytologie. Institut Salah AZAIZ de Cancérologie. Tunis – Tunisie.

³ Service de Radiologie Pédiatrique. Hôpital d'Enfants de Tunis. Tunis – Tunisie.

⁴ Unité d'Oncologie Pédiatrique. Service de Pédiatrie C. Hôpital d'Enfants de Tunis. Tunis – Tunisie.

⁵ Service d'Anesthésie Réanimation. Hôpital d'Enfants de Tunis. Tunis – Tunisie.

CORRESPONDANCE : **Dr Mahmoud SMIDA.**

Service d'Orthopédie de l'Enfant et l'Adolescent. Hôpital d'Enfants de Tunis. 1007 Place Bab Saadoun, Tunis – Tunisie.

E-mail : mahmoud.smida@rns.tn

I. INTRODUCTION

L'humérus proximal est une localisation préférentielle pour l'ostéosarcome, le sarcome d'Ewing et le chondrosarcome [1-5]. Habituellement, ces tumeurs prennent naissance dans la région métaphysaire et présentent une extension en dehors de l'os (extension extra-compartimentale).

La technique de conservation de membre pour les sarcomes osseux de haut grade de la ceinture scapulaire a été décrite en premier par des russes : en 1900 par TIKHOFF puis en 1928 par LINBERG (Photo 1) [6]. En 1977, MARCOVE et coll. [7] rapportent une série de 17 cas de tumeurs malignes primitives et secondaires traités par cette technique, connue sous le nom de TIKHOFF-LINBERG avec des résultats carcinologiques similaires à ceux de la désarticulation inter-scapulo-thoracique. Ces résultats oncologiques préliminaires ont été confirmés ensuite par d'autres études et la conservation des membres est devenue alors la règle pour les tumeurs de haut grade de l'humérus proximal [8-12].

Au début de l'expérience de cette chirurgie de sauvetage de membre, la reconstruction de la ceinture scapulaire n'était pas tentée et les membres supérieurs étaient laissés ballants après la résection [7, 9, 13]. Les patients souffraient alors d'instabilité, de diminution de force de soulèvement et de neuropraxie de traction. Devant ces complications, des fixations par clous centromédullaires attachés en haut [10] et des arthrodèses de l'épaule utili-

sant des péronés vascularisés et/ou des allogreffes ont été faites [14].

Nous allons décrire ici la technique modifiée de résection intra-articulaire pour les tumeurs malignes de haut grade de l'humérus proximal détaillé par MALAWER [5].



Photo 1 : Monsieur Boris Edmundovich LINBERG

II. INDICATIONS DE LA CHIRURGIE DE CONSERVATION

Dans 90 à 95% des tumeurs malignes de haut grade de l'humérus proximal, une conservation de membre peut être faite. La seule contre-indication absolue de cette conservation est l'envahissement des vaisseaux axillaires, du plexus brachial et de la paroi thoracique. La fracture pathologique reste une contre-indication relative [15].

III. PARTICULARITÉS ANATOMIQUES

Pour bien opérer ces tumeurs et mieux poser les indications de la chirurgie de sauvetage, il est nécessaire de connaître l'anatomie de l'épaule et du creux axillaire et le comportement biologique des sarcomes se développant dans cette région.

A- Structures neuro-vasculaires :

Pour réséquer en sûreté les tumeurs de l'humérus proximal, la partie sous claviculaire du plexus brachial et toutes les structures vasculaires importantes doivent être identifiées et bien exposées.

Les vaisseaux axillaires et le plexus brachial entrent dans la partie supérieure du bras en dedans de l'apophyse coracoïde et restent séparés de l'humérus proximal par les muscles subscapularis et latissimus dorsi. Ces muscles protègent alors ces structures vasculo-nerveuses ainsi que le muscle pectoralis major et le chef court du biceps, qui sont importants respectivement dans la préservation de la couverture et la flexion du coude.

Les vaisseaux circonflexes antérieur et postérieur naissent des vaisseaux axillaires au niveau du bord inférieur du muscle subscapularis et attachent en bas ces structures vasculaires avec le plexus brachial à l'humérus proximal. La mobilisation de ces structures vasculo-nerveuses loin de la tumeur nécessite alors la ligature de ces vaisseaux circonflexes.

Le nerf axillaire (circonflexe) naît du tronc postérieur du plexus brachial et passe sous le bord inférieur du muscle subscapularis avec les vaisseaux circonflexes postérieurs, appliqué sur la capsule inférieure et du col huméral. Le nerf radial naît aussi du tronc postérieur du plexus brachial et peut être identifié sous le bord inférieur du muscle latissimus dorsi.

Le nerf musculocutané peut être identifié en dessous de l'apophyse coracoïde.

B- Compartiment fonctionnel de la région de l'épaule :

Dans cette région où on ne trouve pas de vrais compartiments anatomiques, l'espace délimité par les muscles (deltoïde, subscapularis, de la coiffe) et leurs fascias représentent un équivalent de compartiment anatomique [16]. Cet espace appelé compartiment fonctionnel [5] ne reçoit qu'une seule structure neuro-vasculaire : le nerf axillaire et les vaisseaux circonflexes postérieurs qui peuvent être envahis ou englobés par la tumeur.

Ceci implique que la résection tumorale passant au-delà des fascias de ces muscles correspond à une véritable

résection compartimentale [16].

C- Envahissement de l'articulation glénohumérale :

L'envahissement articulaire dans les tumeurs de l'humérus proximal est plus fréquent que dans les autres localisations comme le genou [4].

Cet envahissement articulaire et même la contamination de la scapula se font par l'intermédiaire de :

- la longue portion du biceps qui traverse l'articulation pour se terminer sur le bord supérieur de la glène
- la région métaphysaire qui est intra-articulaire
- la capsule articulaire
- et la coiffe des rotateurs.

IV. ÉVALUATION PRÉOPÉRATOIRE

A- Extension tumorale locorégionale :

L'étude de l'extension tumorale locorégionale se fait par IRM (Imagerie par Résonance Magnétique). Cette étude est importante en permettant de déterminer l'envahissement anatomique exacte (intra osseux et extra osseux) et les rapports de la tumeur avec les structures anatomiques adjacentes particulièrement les éléments vasculo-nerveux (Figure 1). Cette étude permettra ainsi la planification précise de la chirurgie particulièrement le temps de la résection.

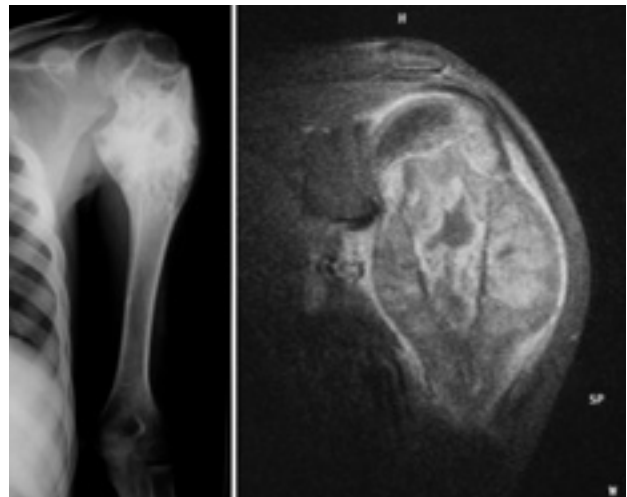


Fig. 1 : Bilan Standard montrant une articulation gléno-humérale et un muscle deltoïde intacts

Cependant, l'analyse IRM de l'envahissement articulaire n'est pas toujours aisée.

B- Biopsie :

Étape essentielle pour le diagnostic, la biopsie doit être faite après la réalisation de l'IRM et par le chirurgien qui fera la résection après. Une biopsie mal faite et inappropriée aggrave souvent le pronostic de ces tumeurs. Pour l'humérus proximal, la biopsie doit être faite à travers le 1/3 antérieur du muscle deltoïde ; le sillon deltopectoral doit être impérativement évité pour ne pas contaminer les muscles subscapularis et pectoralis major et les axes vasculo-nerveux.

V. TECHNIQUE CHIRURGICALE

A- Principes et but :

La résection en bloc de la tumeur, et la reconstruction du defect ostéo-articulaire constituent les principes de cette chirurgie.

Le but essentiel de la résection est le contrôle local de la maladie cancéreuse et la préservation de la fonction de la main et du coude. La reconstruction idéale doit aboutir à une épaule indolore, stable et mobile si possible.

B- Installation :

Sous anesthésie générale, le patient est installé en décubitus dorsal et le membre supérieur concerné est mis sur une table à main latérale. Le membre supérieur en entier et toute la région de l'épaule (faces antérieure et postérieure) doivent être préparés et inclus dans le champ opératoire. Un petit billot est installé sous la scapula homolatérale en laissant libre l'épaule qui doit être facilement mobilisable (Figure 2). Le chirurgien se place en regard du creux axillaire et l'aide en face, du côté de la tête du malade.

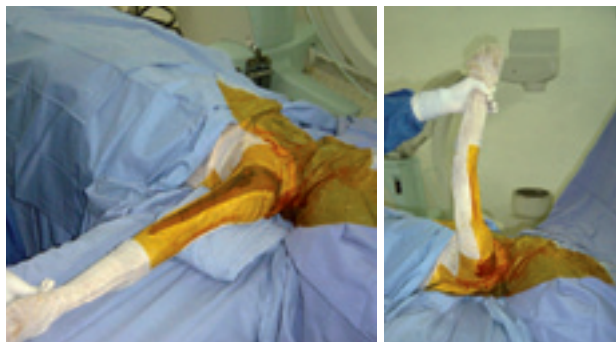


Fig. 2 : Voie d'abord et installation; Epaule libre facilement mobilisable

C- Exposition neuro-vasculaire :

C'est la première étape importante facilitant la résection tumorale en toute sûreté et ménageant toutes les structures anatomiques à préserver. Cette étape est aussi importante dans la décision définitive de la possibilité de résection tumorale. Dans le cas contraire, la conversion en une désarticulation est alors facile. Bien sûr, le malade et sa famille ont été informés de cette éventualité.

Nous utilisons la voie d'abord décrite par MALAWER [5] puis par CAPANNA [9]. On effectue une incision antérieure qui s'étend de la région médio-claviculaire en dedans de l'apophyse coracoïde vers le bras en suivant les troncs neuro-vasculaires dans la région antéro-interne. Cette voie d'abord doit emporter la cicatrice de la biopsie (Figure 2). Cette voie est suffisante pour faire une résection trans-articulaire (type IA de MALAWER [5]).

Pour réaliser une résection extra-articulaire (type VB de MALAWER [5]), cette voie d'abord doit être prolongée en haut puis en postérieur.

Après cette incision cutanée, les lambeaux fascio-cutanés sont alors écartés latéralement et médialement et ceci pour une bonne exposition neuro-vasculaire.

La désinsertion du muscle pectoralis major de son insertion humérale avec une marge de sécurité, représente le temps clé dans cette exposition (Figure 3).

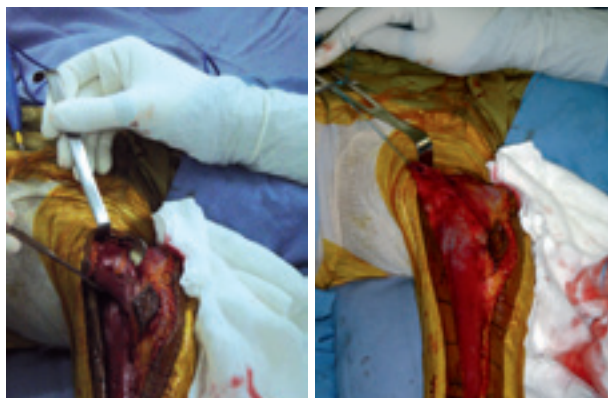


Fig. 3 : Identification et désinsertion du muscle pectoralis major

Le nerf musculocutané est ensuite identifié et disséqué jusqu'à son entrée dans le muscle coracobrachialis et la courte portion du biceps. Ces deux muscles avec le petit pectoral sont alors désinsérés de l'apophyse coracoïde en protégeant le nerf musculocutané (Figure 4).

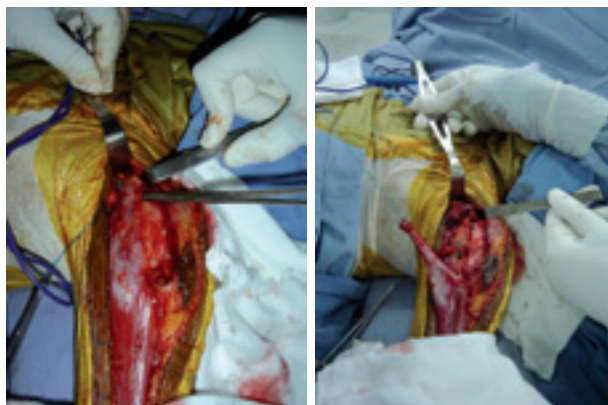


Fig. 4a : Identification et désinsertion des muscles coracobrachialis et la courte portion du biceps

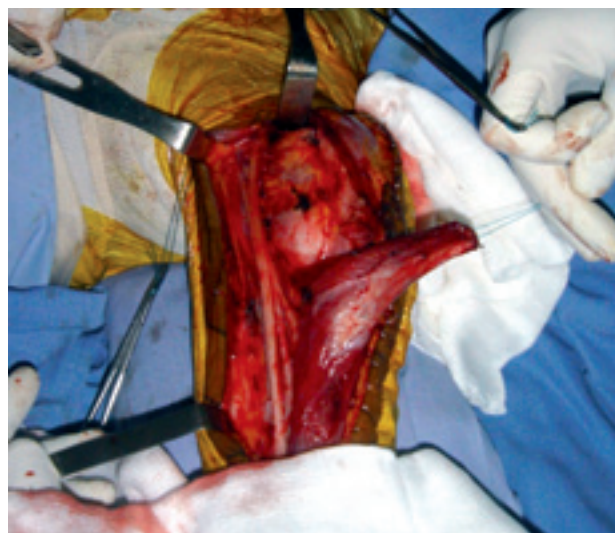


Figure 4b: Nerf musculo cutané

Le plexus brachial et les structures vasculo-nerveuses axillaires sont alors bien visualisés : le nerf axillaire au bord inférieur du muscle subscapularis et le nerf radial,

au bord inférieur du muscle latissimus dorsi. Pour libérer et éloigner les vaisseaux axillaires et le plexus de la tumeur, les vaisseaux circonflexes (Figure 5) doivent être ligaturés et sectionnés. Le nerf axillaire est sectionné avec une marge de sécurité, si il est envahi par la tumeur.

Les muscles latissimus dorsi et teres major sont ensuite désinsérés de l'humérus proximal avec une marge de sécurité et suspendus par un fil (Figure 6).

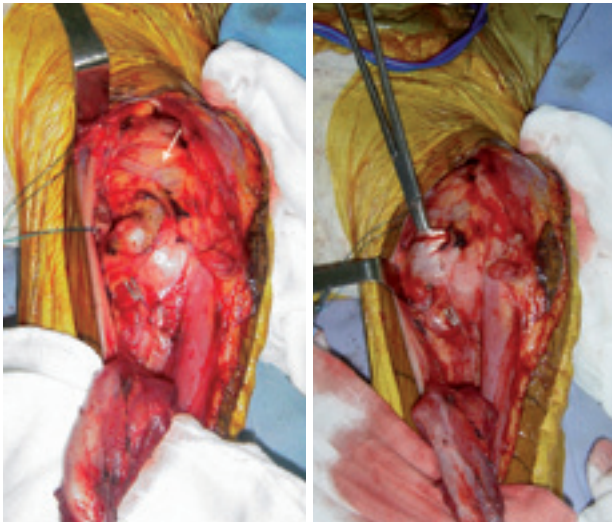


Fig. 5 : Vaisseaux circonflexes antérieurs (flèche blanche) **Fig. 6 :** Désinsertion des muscles latissimus dorsi et teres major

D- Résection tumorale :

1. Résection trans-articulaire

Dans la majorité des cas, le nerf axillaire peut être conservé. Les muscles deltoïde et de la coiffe sont aussi souvent épargnés et désinsérés alors de l'humérus proximal et une certaine abduction de l'épaule peut être alors conservée.

Le tendon du muscle subscapularis est ensuite sectionné avec une marge de sécurité de son insertion humérale (Figure 7). Le tendon du long biceps est sectionné au niveau de sa jonction avec le corps charnu (Figure 8).

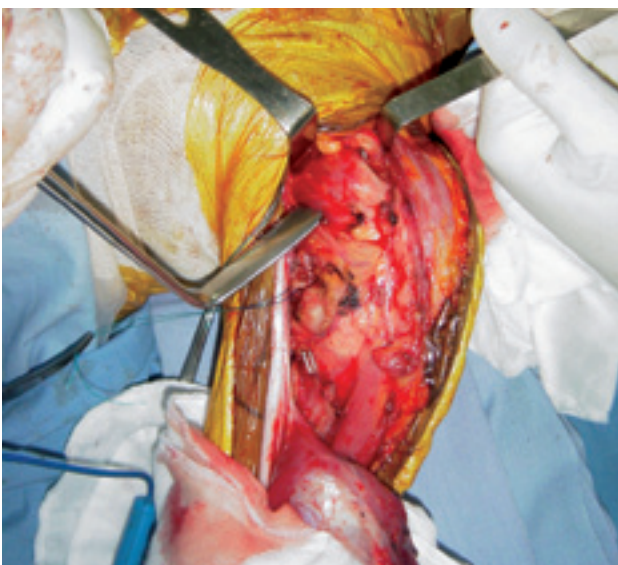


Fig. 7 : Désinsertion du muscle subscapularis



Fig. 8 : Section du long biceps

Quand la tumeur n'est pas volumineuse et le muscle deltoïde a été respecté, on réalise alors une désinsertion de ce muscle de l'humérus avec une marge de sécurité. On libère en bas la diaphyse humérale sur toute sa circonférence et on prépare le niveau d'ostéotomie (Figure 9).

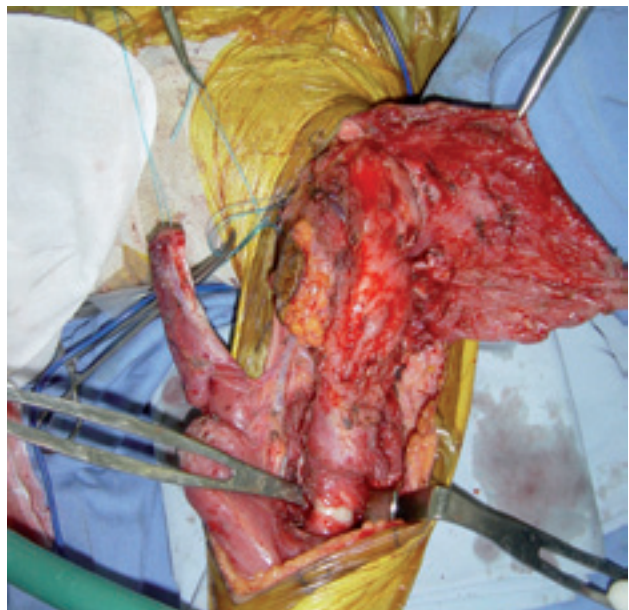


Fig. 9 : Désinsertion du muscle deltoïde et préparation de la coupe section osseuse

Cette étape a été planifiée avant sur les images IRM et l'ostéotomie est faite avec une marge de sécurité de 2cm au moins par rapport au pôle inférieur de la tumeur à l'aide d'une scie oscillante. La moelle osseuse distale est ensuite prélevée pour une étude histologique afin de vérifier le caractère carcinologique de cette section osseuse. Cette section osseuse basse aidera la libération postérieure de l'humérus (désinsertion du muscle triceps) et la résection tumorale en haut (Figure 10) ; on identifiera alors les tendons des muscles de la coiffe (Figure 11) qu'on coupe et on complètera enfin la résection par la section de la capsule en trans-articulaire (Figure 12).



Fig. 10 : Section diaphysaire basse et libération en haut et en postérieur de la tumeur. Noter le nerf axillaire (flèche blanche)



Fig. 11 : Les 3 muscles de la coiffe des rotateurs



Fig. 12 : Résection tumorale complète

2. Résection extra-articulaire

L'incision cutanée est alors prolongée en haut puis en postérieur et ceci en tournant un peu le malade vers le côté controlatéral et le trapèze est ensuite désinséré de la clavicule et de la scapula. La résection tumorale est alors complétée par la section osseuse qui se fera en dedans du col de la scapula à travers

une section en plein corps charnu des muscles de la coiffe en arrière (supraspinatus, infraspinatus, and teres minor) et le subscapularis en avant en faisant attention au plexus et aux vaisseaux.

Dans ce type de résection, on emporte souvent le muscle deltoïde en entier avec la tumeur (Figure 13) et la partie externe de la clavicule qui reste attachée à l'acromion ; le muscle subscapularis ne doit pas être sectionné au début et la capsule reste intacte.

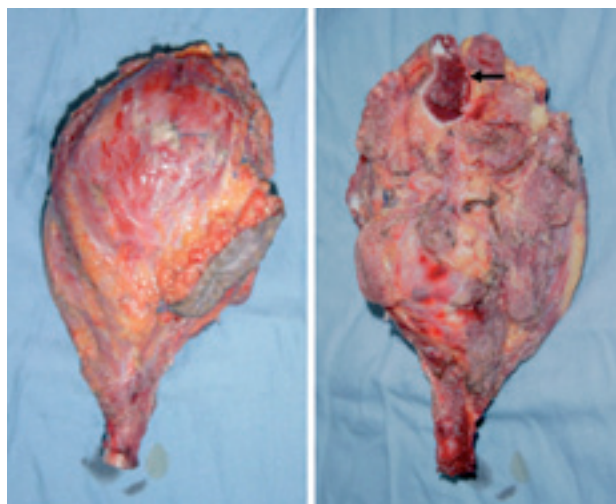


Fig. 13: Résection extra-articulaire emportant le deltoïde en entier (Flèche : Section dans la scapula)

3. Résection intra-articulaire trans-épiphysaire

Comme au niveau du genou et dans des cas particuliers et très bien sélectionnés, nous pouvons faire des résections trans-épiphysaires, en gardant un bout d'épiphyse attaché et vascularisé par la capsule plus au moins les muscles de la coiffe (Figure 14).

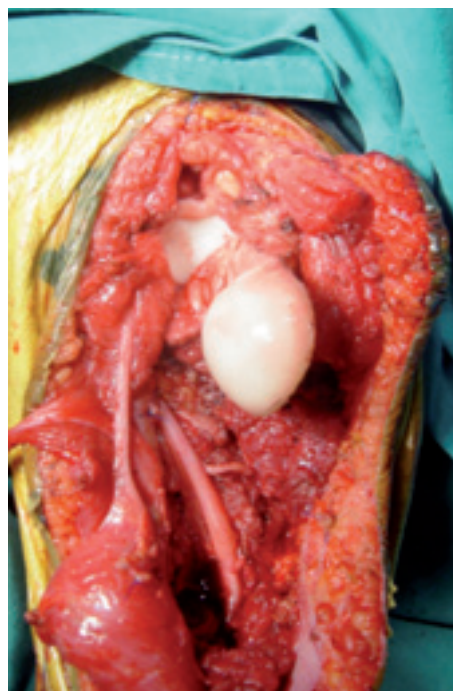


Fig. 14: Résection transépiphysaire laissant en place une épiphysse pédiculée

E- Reconstruction :

Comme dans les autres localisations, plusieurs techniques peuvent être utilisées :

- une arthrodeuse scapulo-humérale en utilisant une autogreffe vascularisée et/ou une allogreffe intercalaire [14]
- stabilisation de l'épaule par l'artifice de MARCOVE [7] : suspension de l'humérus à la clavicule ou à la deuxième côte par l'intermédiaire d'un clou
- reconstruction par un spacer en ciment ou en métal [14]
- prothèse massive inversée ou non [5, 17]
- reconstruction par la clavicule retournée et fixée à l'humérus ou clavicule pro humero [18]...

Cependant et même si le coude et la main conservent une bonne fonction, ils ne peuvent pas être correctement utilisés quand l'épaule reconstruite n'est pas stable. Cette stabilité ne peut pas durer avec un clou ou un spacer. L'arthrodèse, l'allogreffe ostéo-articulaire et la prothèse massive peuvent offrir à l'épaule une stabilité efficace [19, 20].

La technique de la clavicule pro humero est astucieuse mais doit être réservée pour les cas où l'articulation acromio-claviculaire peut être conservée après la résection tumorale.

Dans ce papier, nous n'allons pas détailler ces différentes techniques ni leurs indications mais nous décrivons succinctement la reconstruction intra-articulaire par prothèse massive inversée fabriquée sur mesure.

Après le scellement de la pièce humérale, pose de la pièce glénoïdienne et leur assemblage (Figure 15), on procède à la reconstruction des parties molles.



Fig. 15 : Reconstruction par prothèse inversée

Pour protéger les troncs vasculo-nerveux de la prothèse, on peut les couvrir par la suture du muscle pectoralis minor avec le muscle subscapularis. Les muscles deltoïde, et pectoralis major sont ensuite suturés entre eux et fixés à la prothèse par un fil fort non résorbable.

Les muscles teres major et latissimus dorsi sont ensuite fixés au bord inférieur du muscle pectoralis major. Le corps charnu du long biceps est suturé avec le court biceps qu'on réinsère avec le tendon du muscle coracobrachialis sur la coracoïde.

Pour couvrir latéralement la partie inférieure de la prothèse, on fixera le reste du muscle triceps au bord latéral du muscle biceps.

F- Fermeture :

La fermeture fascio-cutanée se fera sur un redon aspiratif de gros calibre afin d'éviter les hématomes et les oedèmes postopératoires. Le redon est mis sous le lambeau fascio-cutané. Un pansement stérile est mis en place. Le membre est enfin immobilisé coude au corps par une ceinture (Figure 16) ou un Mayo Clinic et ceci pour 3 à 4 semaines, le temps d'une bonne cicatrisation des parties molles.



Fig. 16 : Immobilisation post opératoire

VI. SUITES POSTOPÉRATOIRES

En postopératoire précoce, nous cherchons essentiellement un déficit sensitif et/ou moteur.

La gestion de la douleur postopératoire se fera par des morphiniques pendant les premiers jours relayés après par les antalgiques habituels par voie intraveineuse.

Pour les adultes, une thromboprophylaxie doit être démarrée rapidement par des HBPM et on continuera l'antibioprophylaxie déjà démarrée en préopératoire.

Une surveillance de l'état local et de la température doit être régulière et quotidienne afin de détecter une infection précoce. Devant une suspicion, un bilan biologique inflammatoire est demandé, des hémocultures sont éventuellement faites, de même un écouvillonnage de la plaie opératoire pour une culture bactériologique.

Le redon est enlevé au bout de 3-4 jours.

La mobilisation active du poignet et de la main est encouragée dès le premier jour postopératoire.

La rééducation du coude et de l'épaule commencera 4 semaines après ; on recommandera des exercices passifs au début puis un travail de renforcement musculaire du coude et de l'épaule.

Dans le suivi postopératoire, nous allons surveiller le malade régulièrement à la recherche d'une récurrence tumorale locale ou à distance. Par ailleurs, on surveillera le résultat de la reconstruction par des radiographies standard (Figure 17).

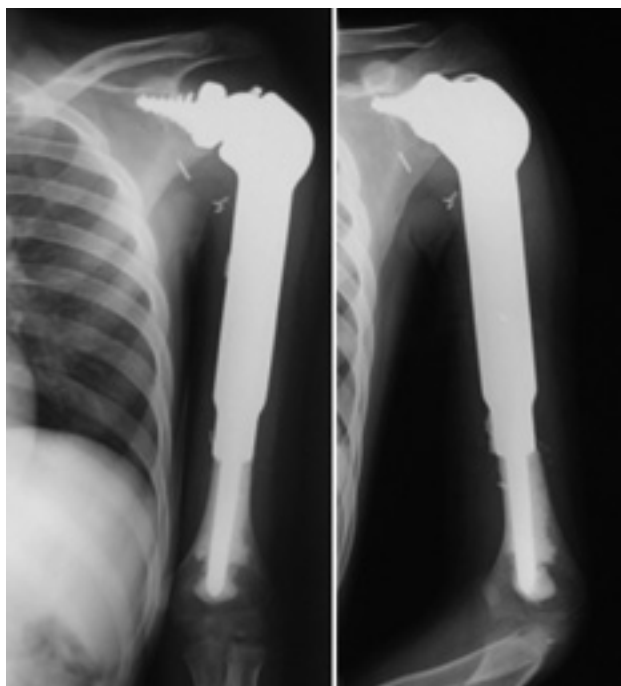


Fig. 17 : Contrôle radiologique de la reconstruction

VII. NOTRE EXPÉRIENCE

Nous avons opérés par cette technique de TIKHOFF-LINBERG modifiée, 11 malades présentant des sarcomes osseux de l'humérus proximal. L'âge variait de 4 à 17 ans. Dans 6 cas il s'agissait d'un sarcome d'EWING et d'un ostéosarcome dans 5 cas dont un chondroblastique et un parostéal. La résection était trans-articulaire dans 6 cas, extra-articulaire dans 3 cas et transépiphysaire dans 2 cas. La reconstruction a été faite par une prothèse inversée dans 2 cas, un spacer en ciment dans 3 cas, un clou attaché à la clavicle dans 2 cas, un péroné dans 4 cas dont 2 vascularisés.

Nous avons observée une récurrence locale précoce après résection d'un ostéosarcome mauvais répondeur avec une fracture pathologique. Une désarticulation interscapulothoracique a été faite et le patient est actuellement vivant sans maladie. Cinq malades sont décédés par métastases pulmonaires. Les 2 malades qui ont eu une résection trans-épiphysaire sont actuellement vivant sans maladie avec un recul minimum de 4 ans et demi. Chez tous les malades, il y avait une bonne main et un bon coude ; cependant l'épaule était fonctionnellement mauvaise.

VIII. CONCLUSION

L'humérus proximal est un siège fréquent pour les tumeurs osseuses malignes primitives. La chirurgie de conservation de membre est actuellement la règle. Sur le plan technique, la résection est difficile par la proximité du plexus brachial et les vaisseaux axillaires. La technique de TIKHOFF-LINBERG modifiée par MALAWER permet une chirurgie de conservation en réséquant en sûreté ces tumeurs grâce à une bonne exposition et une bonne protection des éléments vasculo-nerveux de la région. La résection intra-articulaire, trans-épiphysaire ou extra-articulaire peuvent être faites par la même technique qui

permet différents types de reconstructions.

IX. REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement les patients et leurs parents qui nous ont permis de publier toute l'iconographie dans cet article.

X. RÉFÉRENCES

- 1) Marcove R.C., Mike V., Hajek J.V., et al. Osteogenic sarcoma under the age of twenty-one. *J Bone Joint Surg* 1970; 52A:411-23.
- 2) Marcove R.C., Rosen G. En bloc resections for osteogenic sarcoma. *Cancer* 1980; 45:3040-4.
- 3) Malawer M.M., Meller I. A new surgical classification system for shoulder girdle resection: analysis of 38 patients. *Clin Orthop Relat Res* 1981; 267:33-44.
- 4) Malawer M.M., Sugarbaker P.H., Lampert M., et al. The Tikhoff-Linberg procedure: report of ten patients and presentation of a modified technique for tumors of the proximal humerus. *Surgery* 1985; 97:518-28.
- 5) Malawer M.M. Tumors of the shoulder girdle: technique of resection and description of the surgical classification system. *Orthop Clin North Am* 1991; 22:7-35.
- 6) Linberg B.E. Interscapulo-thoracic resection for malignant tumors of the shoulder joint region. *J Bone Joint Surg* 1928; 10A:344-9.
- 7) Marcove R.C., Lewis M.M., Huvos A.G. En bloc upper humeral interscapulothoracic resection. The Tikhoff-Linberg procedure. *Clin Orthop Relat Res* 1977; 124:219-28.
- 8) Asavamongkolkul A., Eckardt J.J., Eilber F.R., et al. Endoprosthetic reconstruction for malignant upper extremity tumors. *Clin Orthop Relat Res* 1999; 360:207-19.
- 9) Capanna R., Van Horn J.R., Biagini R., et al. The Tikhoff-Linberg procedure for bone tumors of the proximal humerus: the classical "extensive" technique versus a modified "transglenoid" resection. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990; 109:63-7.
- 10) Kaelin A.J., Emans J.B. En-bloc resection for proximal humerus osteogenic sarcoma. *Surg Infancy Childhood* 1985; 40:217-20.
- 11) Rubert C.K., Malawer M.M., Kellar K.L. Modular endoprosthetic replacement of the proximal humerus: indications, surgical technique, and results. *Semin Arthroplast* 1999; 10:142-53.
- 12) Voggenreiter G., Assenmacher S., Schmit-Neuerburg K.P. Tikhoff-Linberg procedure for bone and soft-tissue tumors of the shoulder girdle. *Arch Surg* 1999; 134: 252-7.
- 13) Ham S.J., Hoekstra H.J., Eisma W.H., et al. The Tikhoff-Linberg procedure in the treatment of sarcomas of the shoulder girdle. *J Surg Oncol* 1993; 53:71-7.
- 14) O'Connor M., Sim F.H., Chao E.Y.S. Limb salvage for neoplasms of the shoulder girdle: intermediate reconstructive and functional results. *J Bone Joint Surg* 1996; 78A:1872-84.
- 15) Bacci G., Ferrari S., Mercuri M., et al. Neoadjuvant chemotherapy for extremity osteosarcoma: preliminary results of Rizzoli 4th study. *Acta Oncol* 1998; 37:41-8.
- 16) Wittig J.C., Kellar-Graney K.L., Malawer M.M., Bickels J., Meller I. Limb-sparing surgery for high-grade sarcomas of the proximal humerus. *Techn Shoulder Elbow Surg* 2001; 2:54-69.
- 17) De Wilde L.F., Plasschaert F.S., Audenaert E.A., Verdonk R.C. Functional recovery after a reverse prosthesis for reconstruction of the proximal humerus in tumor surgery. *Clin Orthopaedics and Relat Res* 2005; 430:156-62.
- 18) Winkelmann W.W. Clavícula pro humero. A new surgical method for malignant tumors of the proximal humerus. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1992; 130:197-201.
- 19) Frassica F.J., Sim F.H., Chao E.Y. Primary malignant bone tumors of the shoulder girdle: surgical technique of resection and reconstruction. *Am Surg* 1987; 53:264-9.
- 20) Meller I., Bickels J., Kollender Y., et al. Malignant bone and soft-tissue tumors of the shoulder girdle. *Acta Orthop Scand* 1997; 68:374-80.