



## **Consolidation des tubérosités dans les prothèses inversées d'épaule en traumatologie : utilisation d'un système modulaire de latéralisation avec greffe osseuse**

Thibaut Fortané, Emmanuel Beaudouin, Gabriel Lateur, Pedro Giraudo, Gael Kerschbaumer, Mehdi Boudhissa, Jérôme Tonetti

### **► To cite this version:**

Thibaut Fortané, Emmanuel Beaudouin, Gabriel Lateur, Pedro Giraudo, Gael Kerschbaumer, et al.. Consolidation des tubérosités dans les prothèses inversées d'épaule en traumatologie : utilisation d'un système modulaire de latéralisation avec greffe osseuse. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, 2020, 106, pp.662 - 668. <10.1016/j.rcot.2020.07.029>. <hal-03491484>

**HAL Id: hal-03491484**

**<https://hal.science/hal-03491484v1>**

Submitted on 17 Oct 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC 4.0 - Attribution - Non-commercial use - International License

## Mémoire original

# Consolidation des tubérosités dans les prothèses inversées d'épaule en traumatologie: utilisation d'un système modulaire de latéralisation avec greffe osseuse.

Tuberosity healing in reverse shoulder arthroplasty in traumatology: use of an offset modular system with bone graft.

Thibaut **Fortané**<sup>1</sup>, Emmanuel **Beaudouin**<sup>2</sup>, Gabriel **Lateur**<sup>3</sup>, Pedro **Giraud**<sup>2</sup>, Mehdi **Boudhissa**<sup>1</sup>, Gael **Kerschbaumer**<sup>1</sup>, Jérôme **Tonetti**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Service de chirurgie orthopédique et de traumatologie du sport, CHU Grenoble Nord , 38700, La Tronche, France.  
tfortane@chu-grenoble.fr

<sup>2</sup> Service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, Centre Hospitalier Métropole Savoie, 73000, Chambéry, France.

<sup>3</sup> Service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport , CHU Grenoble Sud , 38130, Echirolles, France .

Auteur correspondant :

**Thibaut Fortané,**

Service de chirurgie orthopédique et de traumatologie du sport, CHU Grenoble Nord , 38700, La Tronche, France

tfortane@chu-grenoble.fr

Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

## Résumé

**Introduction:** la prothèse inversée d'épaule (PTEI) est devenue un traitement courant dans les fractures déplacées de l'extrémité supérieure de l'humérus (FESH) chez les patients âgés en raison des résultats inconstants de l'ostéosynthèse ou de l'hémiarthroplastie. La PTEI permet une bonne élévation antérieure mais les résultats en rotation sont plus aléatoires et dépendent de la consolidation des tubérosités.

**Hypothèse:** l'utilisation d'un système modulaire de latéralisation (OMS) sur la prothèse améliore la consolidation des tubérosités et les résultats fonctionnels.

**Matériel et méthodes:** cette cohorte rétrospective a analysé les résultats radiologiques et cliniques au recul minimum de 1 an après la pose d'une PTEI Humelock II Reversed (Fx Solutions) après une FESH Neer 3 ou 4 déplacée chez des patients de plus de 70 ans. Le critère de jugement principal était la consolidation radiographique des tubérosités avec ou sans l'utilisation du dispositif OMS. Le critère de jugement secondaire était une analyse clinique des amplitudes articulaires active (AAA), élévation antérieure (EA), rotations externe et interne (RE, RI), des scores de Constant, DASH, SSV, EVA selon la consolidation des tubérosités. Nous avons également analysé les complications radiologiques et cliniques.

**Résultats:** nous avons analysé de novembre 2013 à mai 2018 trente-quatre PTEI. L'âge moyen était de 78±5,7 ans, le suivi moyen était de 18±7,2 mois et le taux moyen de consolidation des tubérosités était de 79%. Les AAA moyennes étaient: 117°±24 (EA), 18°±18 (RE) et L2 (RI). Les tubérosités ont consolidé chez 24 (92%) patients avec cage contre 3 (37,5%) sans cage (p <0,005). Il existe une amélioration non significative sur la RE, RI, les scores de Constant, DASH et SSV. Les complications constatées étaient trois ablations de prothèse après infection, une lésion du nerf axillaire, une paresthésie ulnaire et un descellement huméral.

**Conclusion:** l'utilisation de la cage OMS permet une meilleure consolidation des tubérosités mais aucun effet clinique significatif n'a été mis en évidence en raison d'un petit nombre de patients dans l'étude.

**Niveau de preuve:** III, cohorte rétrospective.

**Mots-clés:** fracture humérus proximal ; prothèse d'épaule inversée ; consolidation des tubérosités ; greffe osseuse

# INTRODUCTION

La prothèse d'épaule inversée (PTEI) est devenue un traitement courant des fractures déplacées de l'humérus proximal (FESH) Neer 3 et 4 chez les patients âgés [1]. La raison principale est le résultat décevant des ostéosynthèses qui conduisent à des taux de complications élevés tels que la nécrose de la tête humérale, la pseudarthrose ou lyse tubérositaire, le déplacement du matériel en grande partie à cause de l'ostéoporose [2]. De plus, la fonction de l'épaule après reprise chirurgicale par arthroplastie secondaire est améliorée mais reste modeste comparée à l'arthroplastie de première intention [3,4]. Une autre raison est le résultat inconstant des héli-arthroplastie principalement en raison de la non consolidation des tubérosités et de l'érosion glénoïdienne [1,5]. Même si l'utilisation de tiges spécifique permet une meilleure consolidation, la non-consolidation des tubérosités est peu prévisible et mène à de mauvais résultats [1].

La PTEI permet des résultats bons et constants avec une élévation antérieure possible même sans coiffe des rotateurs ou lyse tubérositaire [5]. Cependant la lyse des tubérosités conduit à des résultats inférieurs avec augmentation des complications (instabilité, descellement huméral) alors que leur consolidation améliore les amplitudes articulaires actives (AAA) en rotation, en particulier en rotation externe [6-10]. Il a été démontré que la greffe osseuse et l'utilisation d'une tige spécifique conduisent à une amélioration de la consolidation [9,11].

L'hypothèse était que l'utilisation de la greffe osseuse fixée à la prothèse à l'aide d'une cage permettrait une meilleure consolidation des tubérosités, et donc un meilleur résultat fonctionnel.

Nous avons effectué une étude radiologique évaluant la consolidation des tubérosités et une étude clinique évaluant les AAA et les scores fonctionnels.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Design de l'étude

L'étude était une cohorte rétrospective bi-centrique. Tous les patients ont été opérés pour une FESH déplacée, Neer 3 ou 4, par mise en place d'une PTEI Humelock II Reversed™ (Fx Solution, Viriat, France) avec ou sans l'utilisation du système de latéralisation des tubérosité (cage OMS, *Offset Modular System*) fixée sur la métaphyse prothétique [12]. Les critères d'inclusion étaient : une FESH Neer 3 ou 4 évalué sur une radiographie et un scanner préopératoires et les constatations peropératoires ; l'utilisation d'une PTEI avec ou sans l'OMS ; un suivi minimal d'un an ; une intervention chirurgicale réalisée dans les trois semaines après le traumatisme.

Nous avons exclu les patients avec une évaluation clinique impossible (démence ou décès avant 1 an de suivi) ; avec résection des tubérosités pendant l'intervention chirurgicale ; les chirurgies de reprise après échec d'ostéosynthèse, d'héli-arthroplastie ou de traitement orthopédique.

Le critère de jugement principal était le résultat radiologique avec consolidation des tubérosités en fonction de l'utilisation de la cage OMS. Les critères de jugement secondaires étaient les résultats cliniques en fonction de la consolidation tubérositaire (AAA, score de Constant, DASH, SSV, EVA) . Nous avons également évalué les complications radiographiques et cliniques.

### Diagramme de flux

### Technique chirurgicale et soins postopératoires

La chirurgie a été réalisée en position semi-assise sous anesthésie générale et bloc interscalénique. Tous les chirurgiens ont utilisé la prothèse Humelock Reversed II (figure 1). Une voie d'abord delto-pectorale ou supéro-externe trans-deltaïdienne était utilisée. La broche guide glénoïdienne était placée 12 mm au-dessus du bord inférieur de la glène et centrée dans le plan antéro-postérieur [13]. L'orientation de la broche était de 90° avec la surface glénoïdienne (tilt de 10° dans la glénosphère). La métaglene était impactée et fixée par deux vis en compression (inférieure et supérieure), puis deux vis verrouillées. Le glénosphère utilisée était de taille 36 ou 40 mm, centré ou excentré (3 mm) avec un tilt inférieur de 10° selon la morphologie du patient. Sur le versant huméral, la rétroversion était de 20° (alignée avec l'axe de l'avant-bras). La hauteur a été trouvée grâce aux critères de Muraschosky, à la réduction des tubérosités, et au contrôle scopique [14]. La tige était cimentée ou verrouillée avec deux vis. Enfin, nous avons utilisé ou non la cage OMS. Le dispositif était vissé sur la métaphyse afin d'améliorer la consolidation anatomique en évitant la lyse, le déplacement secondaire ou la médialisation des tubérosités. Nous avons toujours utilisé une greffe d'os spongieux prélevée au dépend de la tête humérale. L'utilisation du dispositif OMS se faisait à la convenance du chirurgien, de préférence lorsque les tubérosités étaient de mauvaise qualité (comminution, faible épaisseur).

Pour les suites post-opératoires, il était mis en place une simple écharpe pendant 6 semaines. L'utilisation du bras dans les gestes de la vie quotidienne, les mobilités passives et les exercices pendulaires étaient autorisés immédiatement après la chirurgie. La mobilisation active n'était autorisée qu'après 6 semaines.

## Évaluation

Nous avons examiné les patients à 1, 3, 6, 12 mois et chaque année après la chirurgie. Nous avons évalué les amplitudes articulaires passive et active : élévation antérieure (EA), rotation externe et interne (RE, RI) et abduction. Les scores cliniques ont été calculés tous les ans : scores de Constant et Constant ajusté, DASH, EVA et SSV. Les complications cliniques ont été recherchées, en particulier l'atteinte nerveuse axillaire avec amyotrophie du deltoïde, paresthésies des tous les territoires nerveux, hématome, infection, luxation ou fracture.

À chaque consultation, nous avons analysé les radiographies avec des incidences de face et de profil de Lamy. Sur les radiographies préopératoires, nous avons utilisé la classification de Neer et recherché une luxation de la tête humérale fracturée [12]. Sur les radiographies postopératoires immédiates, nous avons analysé la réduction des tubérosités (figure 2). Le tubercule majeur était en position anatomique s'il était visualisé sur l'incidence de face en rotation neutre et non visualisé sur l'incidence de profil comme décrit par Boileau [15]. Ensuite, nous avons analysé la consolidation ou la lyse des tubérosités, en position anatomique ou non (figure 3). Nous avons défini la migration des tubérosités comme une position anatomique sur les radiographies postopératoires immédiates et une consolidation non anatomique les radiographies suivantes (figure 4). Nous avons recherché les complications radiologiques tels que le notch décrit par la classification de Sirveaux, le descellement glénoïdien ou huméral et les ossifications [16].

## Analyses statistiques

L'accord de tous les patients inclus était recueilli. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel Excel version 2019. Un test de Fisher non paramétrique a été utilisé pour les variables qualitatives et un test de Student bilatéral pour les variables quantitatives. Le seuil de significativité était fixé à 0,05.

## RÉSULTATS (annexe 1)

Nous avons examiné les patients opérés entre novembre 2013 et mai 2018. Nous avons inclus 50 patients dans l'étude, 13 ont été perdus de vue, 3 ont eu des complications telles que : hématome, luxation, sepsis et ablation de la prothèse dans l'année suivant la chirurgie. Nous avons donc pu analyser 34 patients avec PTEI, 27 femmes (79%) et 7 hommes avec un âge moyen de  $78 \pm 6$  ans. Le suivi moyen était de  $18 \pm 7,2$  mois (extrêmes 12-40). Le mécanisme de la fracture était une simple chute dans 31 cas (91%). Le score ASA moyen était de  $2,2 \pm 0,5$  ; le score de Parker moyen était de  $8,4 \pm 1,1$ . Le délai moyen avant la chirurgie était de  $6,3 \pm 4,5$  jours. La fracture était classée Neer 3 dans 10 cas contre 24 Neer 4 (71%) et il existait une luxation de la tête humérale associée dans 7 cas (21%). Nous avons utilisé une approche delto-pectorale dans 22 cas (65%), verrouillé la tige par vis dans 31 cas (91%) et un dispositif OMS a été utilisé dans 26 cas (76%). La réduction anatomique des tubérosités a été obtenue sur 28 (82%) radiographies post-opératoires immédiates. Au dernier recul nous avons 27 (79%) consolidations des tubérosités, mais 19 (56%) en position anatomique avec 4 (17%) migrations. Cliniquement, les AAA moyennes étaient de  $117^\circ \pm 24$  en EA,  $18^\circ \pm 18$  en RE et L2 (main-hanche, T7) en RI (cf. Tableau 1). Les scores fonctionnels moyens étaient de  $59 \pm 13$  pour le Constant;  $28 \pm 17$  pour le DASH ;  $67 \pm 25$  pour le SSV. La douleur selon l'EVA a été évaluée respectivement à  $0,9 \pm 1$  et  $2,4 \pm 2,4$  au repos et à l'effort (cf. Tableau 1). Les principales complications que nous avons constatées étaient une lésion du nerf axillaire avec amyotrophie du deltoïde (voie trans-deltoïdienne), une paresthésie isolée ulnaire en cours de récupération au dernier recul et trois ablations de prothèse. Dans le premier cas d'ablation de matériel, un surdosage en Coumadine a entraîné un hématome, une reprise chirurgicale pour lavage puis une infection. Les deux autres ont été secondaires à une instabilité dans les deux mois post opératoire suivis d'une reprise chirurgicale et d'une infection.

Les deux groupes avec et sans dispositif OMS étaient comparables sur les paramètres suivants : âge, sexe, comorbidités (tabac, pathologies cardiovasculaires, diabète, IMC, score ASA, score Parker), score Neer. La réduction initiale des tubérosités semble être meilleure avec l'utilisation du dispositif OMS. Les tubérosités ont consolidé chez 24 (92 %) patients avec cage OMS contre 3 (37,5%) sans ( $p < 0,005$ ). Les résultats sont résumés dans le Tableau 2.

Sur l'analyse des résultats cliniques en fonction de la consolidation des tubérosités, nous avons observé une tendance à l'amélioration des AAA en rotation et des scores fonctionnels. Les AAA étaient avec consolidation tubérositaire de  $116^\circ$ ,  $19^\circ$ , L2 en EA, RE et RI contre  $119^\circ$ ,  $14^\circ$ , L4 avec ostéolyse. De la même manière, les scores cliniques étaient améliorés de façon non significative avec la consolidation des tubérosités. Les résultats sont résumés dans le Tableau 3.

## DISCUSSION

Nous montrons dans cette étude que l'utilisation du dispositif OMS améliore la consolidation des tubérosités autour de la PTEI. Il s'agit de la première étude à analyser spécifiquement la consolidation des tubérosités à l'aide d'un dispositif OMS avec greffe osseuse.

Notre étude n'a pas trouvé d'amélioration significative des AAA et des scores cliniques associées à la consolidation des tubérosités, cependant Boileau et Gallinet ont déjà démontrés ces résultats [10,7]. Cela peut être expliqué en raison du faible nombre de patients sans le dispositif OMS. Cependant, l'utilisation de la cage OMS montre une tendance à améliorer les résultats fonctionnels dans notre étude. Un autre avantage de la consolidation des tubérosités est d'éviter les complications après PTEI en traumatologie. Boileau montre que la résection ou lyse tubérositaire entraîne un taux élevé de complications, en particulier jusqu'à 40% de luxations [10]. De la même manière que la réinsertion du subscapulaire dans les PTEI pour omarthrose excentrée conduit à une meilleure rotation interne et à une diminution des complications telles que les luxations, on peut supposer que la consolidation des tubérosités conduit au même résultat en traumatologie [17-20].

Les résultats cliniques dans notre étude sont très proches des résultats du symposium de la Sofcot de 2016, qui retrouvent des AAA de 115° en EA, 17° en RE et S1 en RI. Les scores fonctionnels sont également proches avec un Constant à 57 et SSV à 70% dans le symposium [21].

Dans notre étude, nous n'observons que peu de notch. Cela peut s'expliquer par le court délai de revu de nos patients. En effet, Cazeneuve [22] montre que le temps moyen d'apparition est de 2 ans pour les encoches de grade 1 et qu'elles sont évolutives dans 50% des cas. Cela peut également s'expliquer par le design de la prothèse et le positionnement bas de la glénosphère déjà tiltée de 10°. Nous utilisons une tige avec un angle cervico-diaphysaire de 145° qui est moins agressif sur le pilier de l'omoplate qu'un angle plus horizontal comme cela a été décrit par Grammont (155°) [23,24].

Le descellement huméral est une complication rare [25]. Notre seul cas de descellement aseptique huméral peut s'expliquer par l'utilisation d'une tige humérale verrouillée alors que la fracture initiale montrait une comminution métaphysaire. Nous pensons qu'il faut utiliser une tige cimentée lorsqu'il existe une telle comminution métaphysaire ou une extension diaphysaire de la fracture. En revanche, en dehors de ces cas particuliers, l'utilisation d'une tige verrouillée peut améliorer la consolidation des tubérosités en évitant l'effet de nécrose osseuse autour du ciment [26]. Un autre avantage à l'utilisation de la tige verrouillée est de faciliter le positionnement en hauteur sous contrôle scopique, qui reste un moment difficile de cette chirurgie en raison de la perte des repères métaphysaires lorsque les tubérosités sont comminutives. Cela rend également la chirurgie de révision moins traumatique lorsque l'implant huméral doit être retiré.

Nous pensons que l'utilisation du dispositif OMS permet aussi d'augmenter l'offset huméral en évitant une consolidation trop médiale des tubérosités. Cela permet une meilleure tension sur les tendons infra-épineux et subscapulaire, en particulier par la possibilité d'utiliser trois tailles différentes de dispositif OMS pour ajuster la latéralisation des tubérosités. Il a été démontré que l'utilisation d'une tige humérale latéralisée augmente la stabilité des PTEI sur omarthrose avec un faible taux de luxation, même sans réinsertion du subscapulaire [17]. Il est certain que la consolidation des tubérosités réduit le taux de luxation puisque lors de l'excision des tubérosité, Cazeneuve retrouve un taux de luxation élevé à 11% [27].

Le taux moyen de consolidation des tubérosités est de 79% dans notre étude et d'environ 70% pour Jain dans sa métaanalyse [28]. Nous pouvons expliquer cette amélioration de la consolidation par l'utilisation de la cage, une bonne technique de suture, et le design de l'implant avec verrouillage diaphysaire et métaphyse non encombrante recouverte d'hydroxyapatite bien adaptée à la traumatologie [1,29-31]. La conception de cet implant répond aux critères définis par Boileau en traumatologie avec l'avantage d'éviter une consolidation médiale des tubérosités suite à la lyse de la greffe par un excès de pression sur celle-ci. Le dispositif OMS améliore également la stabilité de la greffe et donc sa consolidation.

## CONCLUSION

Nous avons observé dans cette étude une amélioration significative de la consolidation des tubérosités avec l'utilisation du dispositif OMS associée à une greffe osseuse. Cliniquement, les rotations externe et interne sont améliorées de façon non significative ainsi que les scores de Constant, DASH et SSV. Nous démontrons qu'il faut utiliser un implant avec une métaphyse non encombrante pour le greffe, mais celle-ci doit également être fixée sur la prothèse à l'aide d'une cage, afin d'augmenter sa stabilité et d'améliorer la consolidation des tubérosités.

Cette étude doit être poursuivie avec nombre de patients et un suivi plus important afin d'évaluer plus précisément les résultats cliniques.

## CONFLITS D'INTERETS

EB : Consultant pour Fx Solutions.

Autres auteurs : pas de conflits d'intérêts et aucun avantage de toute entité commerciale liée à l'objet de cet article.

Sources de financement : Aucune

Contribution des auteurs : T Fortané auteur

E Beaudouin, J Tonetti : revision des opérateurs

P Giraudo G Lateur G Kerschbaumer M Boudhissa : chirurgiens

## Références

- [1] Boileau P, Winter M, Cikes A, Han Y, Carles M, Walch G, et al. Can surgeons predict what makes a good hemiarthroplasty for fracture? *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22:1495–506. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.04.018>.
- [2] Clavert P, Adam P, Bevort A, Bonnomet F, Kempf J-F. Pitfalls and complications with locking plate for proximal humerus fracture. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19:489–94. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.09.005>.
- [3] Jost B, Spross C, Grehn H, Gerber C. Locking plate fixation of fractures of the proximal humerus: analysis of complications, revision strategies and outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22:542–9. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.06.008>.
- [4] Sebastia-Forcada E, Lizaar-Utrilla A, Cebrian-Gomez R, Miralles-Muñoz FA, Lopez-Prats FA. Outcomes of Reverse Total Shoulder Arthroplasty for Proximal Humeral Fractures: Primary Arthroplasty Versus Secondary Arthroplasty After Failed Proximal Humeral Locking Plate Fixation. *J Orthop Trauma* 2017;31:e236–40. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000858>.
- [5] Gallinet D, Clappaz P, Garbuio P, Tropet Y, Obert L. Three or four parts complex proximal humerus fractures: hemiarthroplasty versus reverse prosthesis: a comparative study of 40 cases. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2009;95:48–55. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2008.09.002>.
- [6] Ohl X, Bonnevalle N, Gallinet D, Ramdane N, Valenti P, Decroocq L, et al. How the greater tuberosity affects clinical outcomes after reverse shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27:2139–44. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.05.030>.
- [7] Gallinet D, Adam A, Gasse N, Rochet S, Obert L. Improvement in shoulder rotation in complex shoulder fractures treated by reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22:38–44. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.03.011>.
- [8] Uzer G, Yildiz F, Batar S, Binlaksar R, Elmadag M, Kus G, et al. Does grafting of the tuberosities improve the functional outcomes of proximal humeral fractures treated with reverse shoulder arthroplasty? *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:36–41. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.05.005>.
- [9] Garofalo R, Flanagan B, Castagna A, Lo EY, Krishnan SG. Reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture using a dedicated stem: radiological outcomes at a minimum 2 years of follow-up-case series. *J Orthop Surg* 2015;10:129. <https://doi.org/10.1186/s13018-015-0261-1>.
- [10] Boileau P, Alta TD, Decroocq L, Sirveaux F, Clavert P, Favard L, et al. Reverse shoulder arthroplasty for acute fractures in the elderly: is it worth reattaching the tuberosities? *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28:437–44. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.08.025>.
- [11] Levy JC, Badman B. Reverse shoulder prosthesis for acute four-part fracture: tuberosity fixation using a horseshoe graft. *J Orthop Trauma* 2011;25:318–24. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181f22088>.
- [12] Neer CS. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 1970;52:1077–89.
- [13] Kelly JD, Humphrey CS, Norris TR. Optimizing glenosphere position and fixation in reverse shoulder arthroplasty, Part One: The twelve-mm rule. *J Shoulder Elbow Surg* 2008;17:589–94. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.08.013>.
- [14] Murachovsky J, Ikemoto RY, Nascimento LGP, Fujiki EN, Milani C, Warner JJP. Pectoralis major tendon reference (PMT): a new method for accurate restoration of humeral length with hemiarthroplasty for fracture. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15:675–8. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2005.12.011>.
- [15] Boileau P, Krishnan SG, Tinsi L, Walch G, Coste JS, Molé D. Tuberosity malposition and migration: reasons for poor outcomes after hemiarthroplasty for displaced fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:401–12.
- [16] Sirveaux F, Navez G, Roche O, Molé D, Williams MD. Reverse Prosthesis for Proximal Humerus Fracture, Technique and Results: Tech Shoulder Elb Surg 2008;9:15–22. <https://doi.org/10.1097/BTE.0b013e31815dca3c>.
- [17] Friedman RJ, Flurin P-H, Wright TW, Zuckerman JD, Roche CP. Comparison of reverse total shoulder arthroplasty outcomes with and without subscapularis repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:662–8. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.09.027>.
- [18] Chalmers PN, Rahman Z, Romeo AA, Nicholson GP. Early dislocation after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23:737–44. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.08.015>.
- [19] Cheung EV, Sarkissian EJ, Sox-Harris A, Comer GC, Saleh JR, Diaz R, et al. Instability after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27:1946–52. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.04.015>.
- [20] Matthewson G, Kooner S, Kwapisz A, Leiter J, Old J, MacDonald P. The effect of subscapularis repair on dislocation rates in reverse shoulder arthroplasty: a meta-analysis and systematic review. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28:989–97. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.11.069>.
- [21] Gallinet D, Cazeneuve J-F, Boyer E, Menu G, Obert L, Ohl X, et al. Reverse shoulder arthroplasty for recent proximal humerus fractures: Outcomes in 422 cases. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2019;105:805–11. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.03.019>.

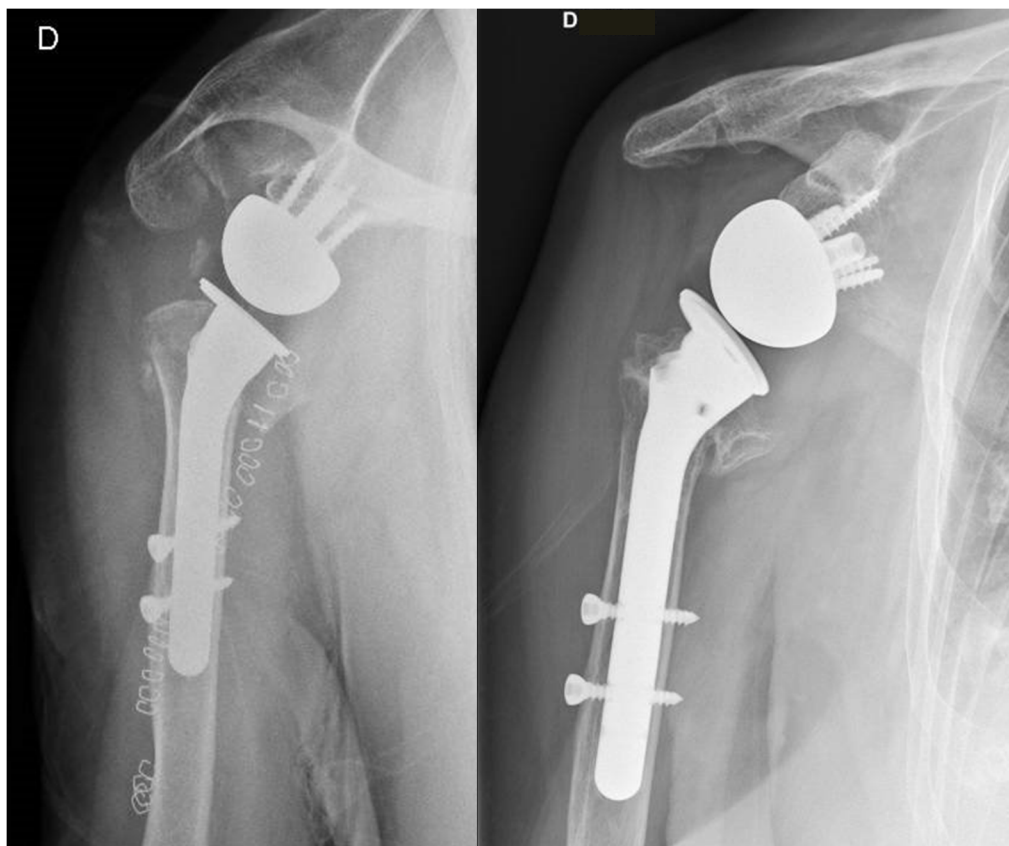
- [22] Cazeneuve J-F, Cristofari DJ. Delta III reverse shoulder arthroplasty: radiological outcome for acute complex fractures of the proximal humerus in elderly patients. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2009;95:325–9. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2009.03.018>.
- [23] de Wilde LF, Poncet D, Middernacht B, Ekelund A. Prosthetic overhang is the most effective way to prevent scapular conflict in a reverse total shoulder prosthesis. *Acta Orthop* 2010;81:719–26. <https://doi.org/10.3109/17453674.2010.538354>.
- [24] Erickson BJ, Frank RM, Harris JD, Mall N, Romeo AA. The influence of humeral head inclination in reverse total shoulder arthroplasty: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24:988–93. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.01.001>.
- [25] Ascione F, Domos P, Guarrella V, Chelli M, Boileau P, Walch G. Long-term humeral complications after Grammont-style reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27:1065–71. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.11.028>.
- [26] Levy JC. Avoiding Cement Bone Necrosis Effect on Tuberosity Healing: The “Black-and-Tan” Technique. *Tech Shoulder Elb Surg* 2013;14:81–4. <https://doi.org/10.1097/01.bte.0000432844.49786.47>.
- [27] Cazeneuve JF, Cristofari D-J. The reverse shoulder prosthesis in the treatment of fractures of the proximal humerus in the elderly. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92:535–9. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.92B4.22450>.
- [28] Jain NP, Mannan SS, Dharmarajan R, Rangan A. Tuberosity healing after reverse shoulder arthroplasty for complex proximal humeral fractures in elderly patients-does it improve outcomes? A systematic review and meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28:e78–91. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.09.006>.
- [29] Frankle MA, Ondrovic LE, Markee BA, Harris ML, Lee WE. Stability of tuberosity reattachment in proximal humeral hemiarthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:413–20.
- [30] Krishnan SG, Reineck JR, Bennion PD, Feher L, Burkhead WZ. Shoulder arthroplasty for fracture: does a fracture-specific stem make a difference? *Clin Orthop* 2011;469:3317–23. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-1919-6>.
- [31] Li F, Zhu Y, Lu Y, Liu X, Wu G, Jiang C. Hemiarthroplasty for the treatment of complex proximal humeral fractures: does a trabecular metal prosthesis make a difference? A prospective, comparative study with a minimum 3-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23:1437–43. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.04.017>.



*Figure 1*

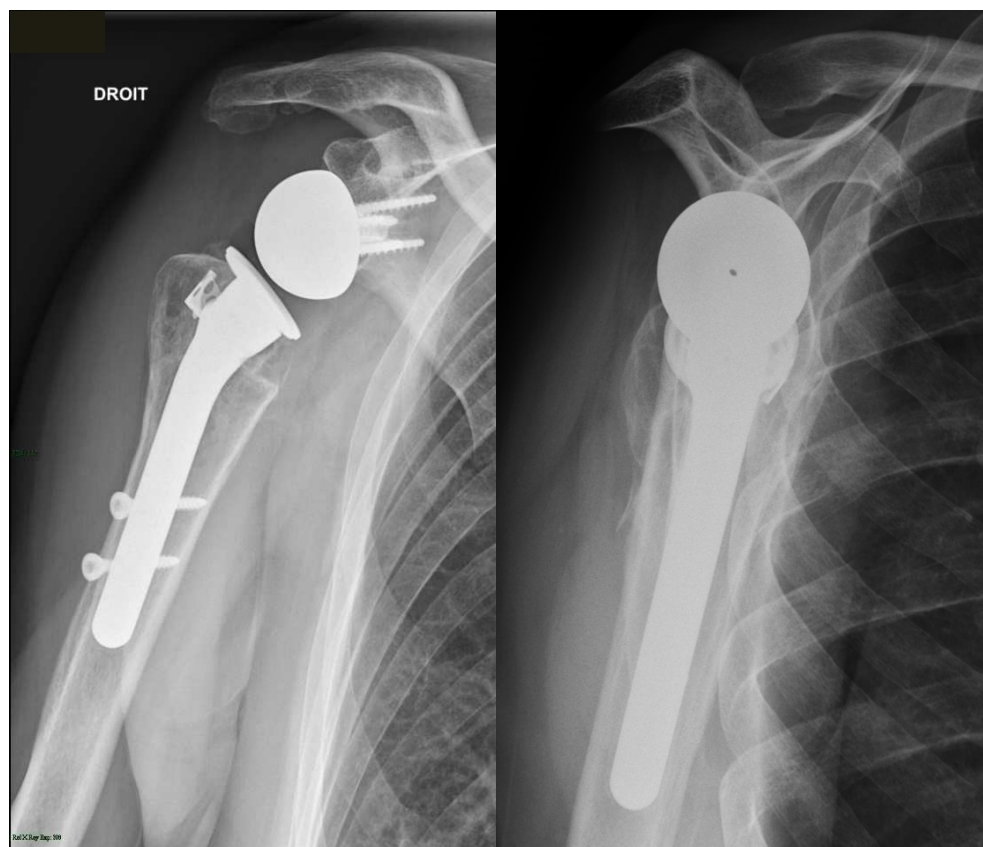
Design de la prothèse Humelock Reversed II Fx Solutions™ avec le système OMS de latéralisation des tubérosités.





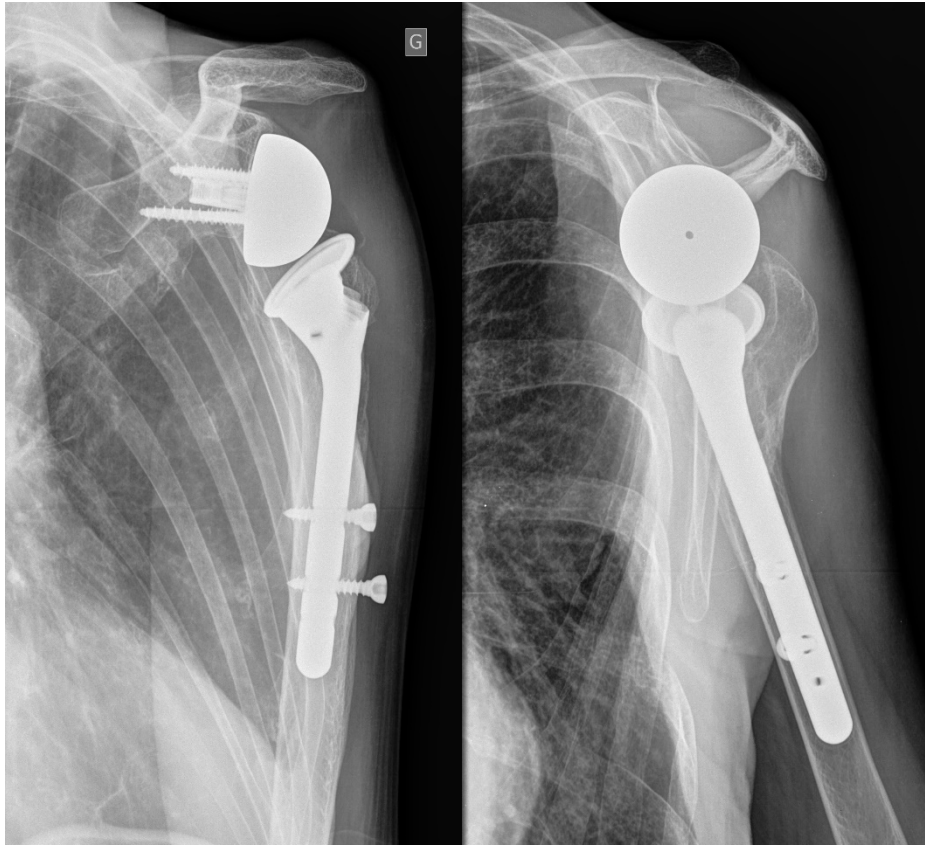
*Figure 2*

Radiographies face et profil trois jours et un an après la chirurgie : réduction anatomique post-opératoire des tubérosités et ostéolyse après un an (sans le système de latéralisation)



*Figure 3*

Radiographies face et profil de Lamy un an après la chirurgie : consolidation anatomique des tubérosités avec le système modulaire de latéralisation.



*Figure 1*

Radiographies face et profil un an après la chirurgie : consolidation non anatomique des tubérosités en position postérieure (sans le système de latéralisation).

Tableau 1- Résultats fonctionnels

Variable	Moyenne $\pm$ écart type (plage)
<b>Mobilité active</b>	
Elévation antérieure	117° $\pm$ 24 (70-160)
Rotation externe	18° $\pm$ 18 (-20-50)
Rotation interne	L2 (main-hanche, T7)
<b>Constant</b>	59 $\pm$ 13 (36-83)
<b>Constant ajusté</b>	88 $\pm$ 18 (54-112)
<b>DASH</b>	28 $\pm$ 17 (0-57)
<b>EVA (repos)</b>	0,9 $\pm$ 1 (0-3)
<b>SSV</b>	67 $\pm$ 25 (20-100)

DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand

EVA: Echelle Visuelle Analogique

SSV: Simple Shoulder Value

Tableau 1- Radiographies et résultats cliniques selon l'utilisation de la cage OMS

Variable	AVEC cage OMS (n=26)	SANS cage OMS (n=8)	p value
<b>Population</b>			
Age (années)	78±5 (69-91)	77±7 (63-85)	0,88
Homme (%)	5 (19%)	2 (25%)	1
Fumeur (%)	10 (38%)	2 (25%)	0,68
Diabétique (%)	8 (31%)	3 (38%)	1
Antécédent cardio vasculaire (%)	11 (42%)	3 (38%)	1
IMC	27±6 (17-44)	25±6 (16-37)	0,38
ASA	2.3±0,5 (1-3)	2.1±0,3 (2-3)	0,48
Score de Parker	8,4±1,2 (4-9)	8,4±0,7 (7-9)	0,92
<b>Chirurgie</b>			
<b>Consolidation des tubérosités (%)</b>	<b>24 (92%)</b>	<b>3 (38%)</b>	<b>0,0035</b>
Neer 3 (%)	8 (31%)	2 (25%)	1
Réduction post opératoire des tubérosités (%)	23 (88%)	5 (63%)	0,13
<b>Suivi</b>			
<b>Mobilité active</b>			
Elévation antérieure	112±23 (70-160)	133±20 (90-160)	0,02
Rotation externe	16±19 (-20-50)	25±15 (0-45)	0,24
Rotation interne	L2 (main fesse-T8)	L2 (main hanche-T7)	0,78
Constant	58±14 (36-83)	60±7 (54-69)	0,77
Constant ajusté	86±19 (54-112)	92±10 (77-107)	0,45
DASH	26±18 (0-57)	35±9 (25-45)	0,24
EVA (repos)	0,9±1 (0-3)	0,8±0,7 (0-2)	0,81
SSV	61±22 (20-100)	69±14 (50-90)	0,48

OMS: Offset Modular System

IMC: Indice de Masse Corporelle

ASA: American Society of Anesthesiologists

DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand

EVA: Echelle Visuelle Analogique

SSV: Simple Shoulder Value

Table 1- Résultats fonctionnels selon la cicatrisation des tubérosités

Variable	Consolidation des tubérosités (n=27)	Lyse des tubérosités (n=7)	p value
<b>Population</b>			
Age (années)	78±5 (69-91)	77±7 (63-85)	0.68
Homme (%)	15	43	0.13
Fumeur (%)	33	29	1
Diabétique (%)	33	29	1
Antécédent cardio vasculaire (%)	37	43	1
IMC	27 (17-44)	24 (16-34)	0.29
ASA	2.2 (1-3)	2.4 (2-3)	0.25
Score de Parker	8.3 (4-9)	8.7 (8-9)	0.44
<b>Chirurgie</b>			
Cage (%)	89	29	<b>0.004</b>
Neer 3 (%)	33	14	0.64
Réduction post opératoire des tubérosités (%)	85	72	0.58
<b>Suivi</b>			
<b>Mobilité active</b>			
Elévation antérieure	116±22 (75-160)	119±29 (70-160)	0.85
Rotation externe	19±19 (-20-50)	14±16 (0-40)	0.46
Rotation interne	L2 (S1-T7)	L4 (hand hip-T10)	0.28
Constant	59±13 (36-83)	57±11 (38-69)	0.72
Constant ajusté	88±18 (55-112)	85±17 (54-107)	0.69
DASH	26±16 (0-57)	34±17 (5-57)	0.32
EVA (repos)	0.9±1 (0-3)	1±0.8 (0-2)	0.85
SSV	63±20 (30-100)	60±25 (20-90)	0.77

OMS: Offset Modular System

IMC: Indice de Masse Corporelle

ASA: American Society of Anesthesiologists

DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand

EVA: Echelle Visuelle Analogique

SSV: Simple Shoulder Value