

# Reverse total shoulder arthroplasty in fresh fractures of the proximal humerus in elderly patients (About 35 cases)

Hamza Lahlou-Charki\*, Jihad Radi, Kamal Lahrach, Amine Marzouki, Fawzi Boutayeb

Service de traumatologie orthopédie A Chu Hassan II, Fès, Maroc

**Abstract :** *The management of displaced 3- and 4-part fractures/fracture-luxations of the proximal humerus in elderly patients over 65 years of age is still a topical issue. Even if the functional demands of this category are reduced, recovering a painless and mobile shoulder remains a therapeutic imperative. This work is a retrospective study concerning 35 elderly patients, carried out within the department of traumatological and orthopedic surgery (A) of the Hassan II University Hospital of Fez, treated for fracture of the proximal end of the humerus by total prosthesis of the shoulder. reversed between 2013 and 2020, of which The average age of our patients at the time of the intervention was 71 years, with extremes of 60 years and 83 years, with a clear female predominance 23 women or (66%), and 12 men is (34%). After an average follow-up of 26.3 months, a clinical and radiological evaluation was carried out. Over 80% of patients were very satisfied, one patient was not satisfied due to septic loosening, and the remainder were satisfied. RTSA has revolutionized the results of the treatment of fractures of the proximal humerus in the elderly. Technical requirements are necessary to ensure the longevity of the implant without complications. Advances in biomedical engineering have allowed the development of implants with stems dedicated to fractures of the proximal humerus.*

**Keywords:** Proximal humeral fractures; reverse shoulder arthroplasty; elderly patient.

## Résumé :

La prise en charge des fractures/ fractures-luxations à 3 et 4 fragments déplacées de l'humérus proximal chez les sujets âgés, de plus de 65ans, constituent un sujet toujours d'actualité. Même si les demandes fonctionnelles de cette catégorie sont réduites, récupérer une épaule indolore est mobile reste un impératif thérapeutique.

Ce travail est une étude rétrospective concernant 35 patients âgés, réalisées au sein du service de chirurgie traumatologique et orthopédique (A) du CHU HASSAN II de Fès, traités pour fracture de l'extrémité proximale de l'humérus par prothèse totale de l'épaule inversée entre 2013 et 2020, dont La moyenne d'âge de nos patients au moment de l'intervention était de 71ans, avec des extrêmes de 60 ans et 83 ans, avec une nette prédominance féminine 23 femmes soit (66%) , et 12 hommes soit (34%)

Après un suivi moyen de 26,3 mois, une évaluation clinique et radiologique ont été réalisées.

Plus de 80% des patients étaient très satisfait, un patient n'était pas satisfait vu le descellement septique, le reste des patients étaient satisfait

La PTEI a révolutionné les résultats du traitement des fractures de l'humérus proximal du sujet âgé. Des impératifs techniques sont nécessaires pour assurer la longévité de l'implant sans complications.

**Mots clés:** Fracture de l'humérus proximal; prothèse inversée de l'épaule; sujets âgés.

## 1-INTRODUCTION

Les fractures de l'extrémité proximale de l'humérus représentent 5 % de l'ensemble des fractures et la 3ème fracture chez les patients de plus de 65 ans [1].

L'arsenal thérapeutique varie en fonction du type de fracture, des demandes du patient, de son état pré-traumatique, des comorbidités et de l'expérience du chirurgien. Allant du traitement fonctionnel à la prothèse totale inversée Récupérer une épaule indolore, stable et mobile après cette fracture chez les patients âgés ostéoporotiques, représente un véritable challenge.

Le développement de la prothèse totale d'épaule inversée (PTEI) par Grammont et Baulot[2] a constitué un véritable tournant dans le traitement de ce type de fractures ainsi que Les échecs, la variabilité des résultats du traitement fonctionnel, de l'ostéosynthèse et des héli-arthroplasties sont à l'origine de l'essor que connaît aujourd'hui la PTEI dans le traitement des fracture à 3 et 4 fragment déplacées chez les sujets âgés [3-4]

Nous rapportons l'expérience du service de Traumatologie « A » CHU Hassan II de Fès, ainsi que les résultats à moyen terme du traitement chirurgical des fractures fraîches de l'extrémité proximal de l'humérus par PTEI chez les patients âgés.

## 2-MATERIELS ET METHODES

Il s'agit d'une étude retrospective descriptive portant sur 35 cas sur une période : Entre janvier 2013 et décembre 2020 au sein du Service de chirurgie traumatologique et orthopédique A au CHU Hassan II de FES.

Critère d'inclusion :

Nous avons inclus dans cette étude les patients présentant les caractéristiques suivantes :

- ☑ Patients âgés de plus de 60 ans.☑ Toutes les fractures de l'humérus proximal traitées par prothèse totale inversée type Arrow®, FH Orthopaedics.
- ☑ Patients ayant une fracture à 3 et 4 fragment déplacée ou fracture luxation.

Critère d'exclusion :

Nous avons exclu de cette étude :

- ☑ Patients âgés de moins de 60 ans.
- ☑ Patient perdus de vue ou ayant bénéficié d'une PTIE suite à une fracture pathologique sur tumeur osseuse.
- ☑ Patients avec une fracture de l'humérus proximal à un ou 2 fragments non déplacée.
- ☑ Les fractures de l'humérus proximal traitées orthopédiquement ou par ostéosynthèse.
- ☑ Toutes fractures diaphysaires ou de l'extrémité inférieure de l'humérus.

Pour évaluer les résultats fonctionnels de nos patients, nous allons utiliser la "

Cotation fonctionnelle de l'épaule selon Constant, associé à un score de satisfaction personnel.

Nos malades ont été évalué à chaque consultation (1 mois, 3 mois, 6 mois) selon la fiche d'évaluation de constant.

Pour réaliser cette étude nous avons utilisé la fiche d'exploitation qui a permis le recueil des différentes données épidémiologiques, cliniques, para cliniques, thérapeutiques et évolutives, afin de comparer nos résultats avec ceux de la littérature.

## 3-RESULTATS :

-La moyenne d'âge de nos patients au moment de l'intervention était de 71ans, avec des extrêmes de 60 ans et 83 ans.

-On note une nette prédominance féminine 23 femmes soit (66%) , et 12 hommes soit (34%)

-Le côté de la prothèse : Le coté droit été atteint chez 25 cas soit 71% des cas ; avec atteinte du coté dominant chez 32 patient soit plus de 90% des cas.

-Au terme du bilan radiologique, on a pu faire le diagnostic de la fracture et la classer : Classification de NEER (7 fractures à 3 fragments, 20 fractures à 4 fragments, 8 fracture-luxations)

-Les patients sont opérés sous anesthésie générale associée à un bloc inter scalénique.

-Une Antibioprophylaxie à base de céphalosporine 2ème génération est administrée chez tous les patients

-L'installation se fait en position demi-assise dite en« Beach chair » avec la tête installée sur têtère et l'épaule a opérée légèrement débordante permettant une rétro pulsion au cours du geste

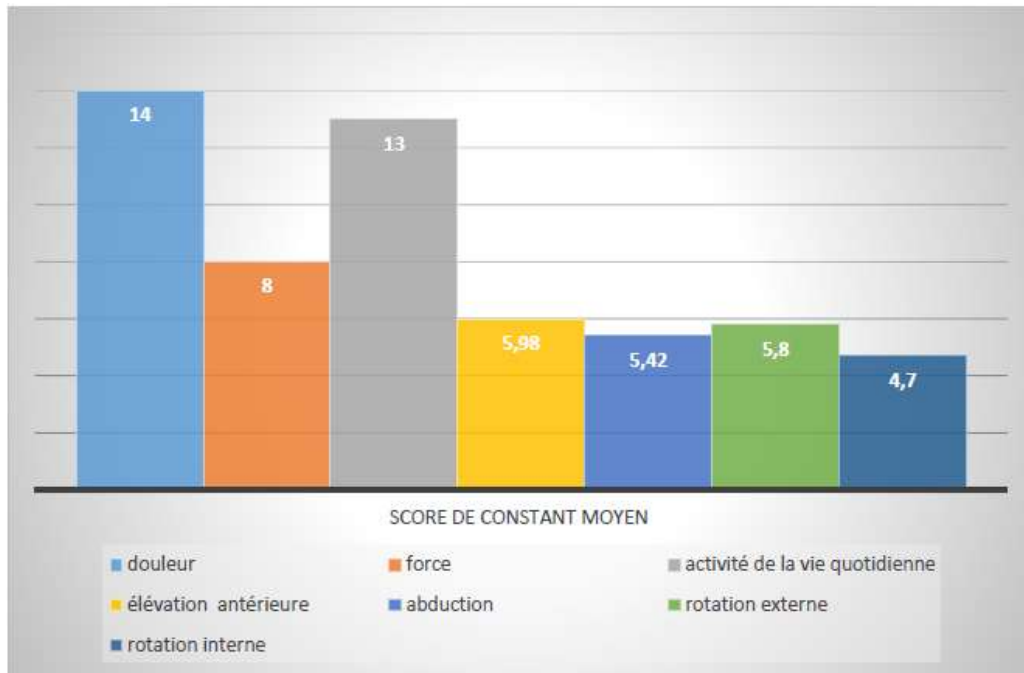
-Deux voies d'abord ont été utilisées dans notre série, la voie supéroexterne trans deltoïdienne (30 cas) et la voie delto-pectoral (5 cas)

-Tous nos patients ont bénéficié d'une rééducation post opératoire

### -Résultats fonctionnels selon le score de constant :

Après un recul moyen de 26,3 mois (16-48), 4 patients ont été perdu de vue dont un décédé. Le score de Constant moyen pour la douleur était de 14 (5-15); le score moyen d'activité de la vie quotidienne à 13 (9-20). Le moyen du score de constant pour la force était de 8 (2-12). L'élévation antérieure moyenne était de 105°, l'abduction moyenne à 90° et la rotation externe moyenne de 11° (coude au corps). Le score de constant pour l'élévation antérieur, l'abduction, la rotation externe et la rotation interne était de 5,98 ; 5,42 ; 5,8 et de 4,7 respectivement.

Au dernier recul Le score de Constant brut était de 57 points.

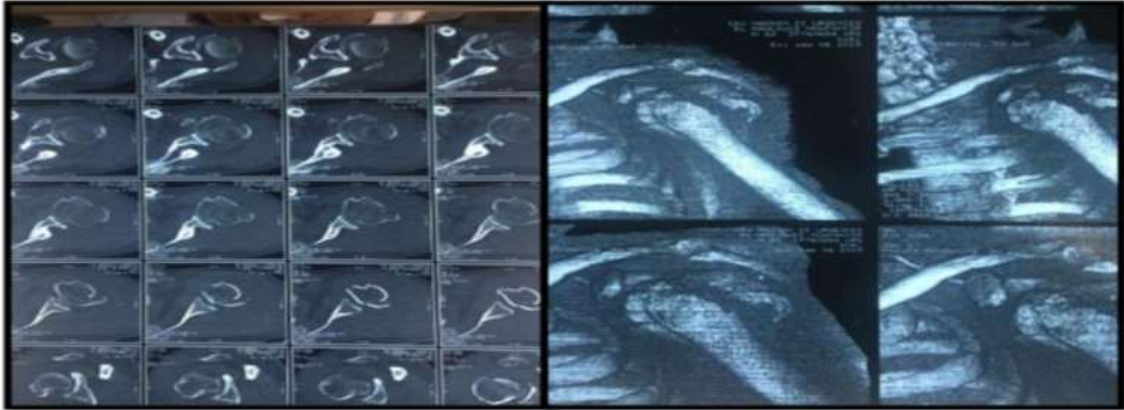


**Graphique 1** : Répartition des résultats fonctionnels en fonction de score de constant

Les complications post opératoires ont été surtout marquées par un cas de descellement septique traité en 2 temps, un cas de parésie axillaire récupéré après 6 mois et un cas d'infection superficielle géré en ambulatoire, par ailleurs nous avons eu 3 cas d'ossifications hétérotopiques, aucun cas de migration de tubérosité, ni d'encoche du pilier de l'omoplate, ni de luxation prothétique n'a été rapporté (Plus de 80% des patients étaient très satisfait, un patient n'était pas satisfait vu le descellement septique, le reste des patients étaient satisfait).



**Figure 1** : Radiographie de l'épaule droite de face, montrant une fracture de l'humérus proximal.



**Figure 2 :** Aspect TDM avec reconstruction 3D montrant la fracture à 4 fragments.



**Figure 3 :** Radiographie de l'épaule gauche de face après la mise en place d'une prothèse inversée.

#### 4-Discussion :

La fracture de l'humérus proximal est la 3ème fracture chez les sujets âgés après les fractures de l'extrémité supérieure du fémur et du poignet ; avec le vieillissement de la population, le taux de fracture de l'humérus proximal risque de triplé en 2030 [5-6]

L'utilisation de la PTEI pour fracture de l'humérus proximal à 3 ou 4 fragments déplacés est souvent réservée à une population de femmes âgées de plus de 65ans [7, 8,14], ce qui est proche de notre moyenne d'âge de 71 ans et de la prédominance féminine. L'augmentation de l'utilisation de la PTEI chez cette catégorie est corrélés aux résultats médiocres et au taux de reprise chirurgicale élevé lors de l'utilisation des autres moyens (Ostéosynthèse et hémi arthroplastie) [9,10], ces auteurs relient ces résultats à la mauvaise qualité de la trame osseuse chez les patients âgés et concluent que la PTEI ne devrait pas être implanté chez le sujet jeune pour éviter la survenue de complications au long terme.

La majorité des études ont rapporté une prédominance féminine notamment celles de Fraser et al [11], Cazeneuve et al [12], Gallinet et al [13], Bufquin et al [14], Bonneville et al [15], Lenarz et al [16], Eythor et al [17] avec un nombre de femmes respectivement de 59 (92.2%), 38 (93%), 13(81%), 41 (95%), 36 (90%), 27 (90%), 39 (95%). Même qu'au décours de notre étude, on note une prédominance féminine avec un taux de 66%, et un sexe ratio de 0.52H/1F.

L'évaluation radiographique est l'outil de diagnostic le plus important pour les fractures de l'humérus proximal

Dans l'étude de Sahnoun et al [18], deux incidences de l'épaule : l'incidence de face et le profil axillaire ont été réalisées.

Dans l'étude de Boughebri et al [19], des radiographies de l'épaule de face et de profil scapulaire ont été réalisées.

Dans l'étude de Idrisi et al [20], ils se sont basés sur des clichés de l'épaule standard de face et profil.

Dans notre étude on a effectué des clichés radiologiques standards de face et de profil.

La tomodynamométrie (TDM) fournit la meilleure analyse des fractures de l'humérus proximal, car elle permet de déterminer l'existence et le type de fracture des tubérosités et la recherche d'enfoncement céphalique, en plus de l'évaluation du col chirurgical. Elle peut indiquer une implication articulaire dans les fractures de la tête humérale, les fractures-luxations chroniques et les fractures du rebord glénoïde [21].

	3 Fragments	4 Fragments
Gallinet et al	21%	79%
Bufquin et al	12%	88%
Notre série	20%	65%

**Tableau 1 :** Répartition des fractures selon la classification de NEER en comparaison avec la littérature

L'arthroplastie inversée de l'épaule est réalisée le plus souvent sous anesthésie générale avec intubation [12], sauf en cas de contre-indications surtout respiratoires où la chirurgie se fera sous anesthésie locorégionale.

Dans la série de 98 cas de Bonneville [15] dont 57 étaient des arthroplasties inversées, tous les patients ont bénéficié d'une anesthésie générale, idem chez tous les 23 cas de Cazeneuve [12].

Dans notre série, toutes nos opérations étaient faites sous anesthésie générale.

Sur le plan technique, Nous avons noté que l'installation des patients dans toutes les séries étudiées portant sur la prothèse inversée d'épaule est faite en position demi-assise « Beach chair », que soit par exemple dans la série de Bonneville [15], de Grant [22] ou de Cazeneuve [12], en plus de notre série. C'est la position la plus adaptée dans les arthroplasties d'épaule qu'elles soient inversées ou anatomiques.

la voie d'abord supéroexterne est préférée lors de la mise en place de PTEI dans cette indication particulière, elle permet d'avoir un bon jour sur la glène et de repositionner les tubérosités de façon anatomique comme décrit par Boileau et al [26] ; cette voie d'abord est la plus utilisée lors de cette indication [23-24] ; cette dernière aurait l'avantage en termes de stabilité postopératoire en raison du respect du tendon scapulaire et des structures ligamentaires antérieures [25]. L'allongement du bras s'imposerait moins, conduisant potentiellement à une diminution de l'incidence de lésions neurologiques, de fractures de l'acromion ou de l'épine de l'omoplate [27].

La voie delto-pectorale est utilisée lors des chirurgies de révision, si la fracture s'étend vers la diaphyse et permettrait de mieux positionner l'implant glénoïdien conduisant à des descellements et des conflits inférieurs moins fréquents avec préservation de la rotation externe [24,25].

Résultats thérapeutiques :

#### a- La douleur :

La majorité des études ont démontré l'effet antalgique réel de la prothèse inversée de l'épaule en s'appuyant sur la nette amélioration de la douleur en postopératoire.

Dans la série de CAZENEUVE [12] de 41 cas, la douleur s'est nettement améliorée passant à 14,2/15 selon le score de douleur de Constant, même dans la série GALLINET [13] après un recul de 12,4 mois dans une série de 19 cas, a noté un score de Constant pour la douleur de 13,1/15 points. Dans l'étude de Bonneville [15] de 41 cas, après un recul de 39 mois, le score de Constant pour la douleur était de 12,1/15. Selon l'étude de Valenti et al [28], le score de Constant était de 13,5/15 chez 27 cas pour un recul de 22.5.

Dans notre série de 35 cas (avec 4 patients qui ont été perdus de vue), nous avons constaté un score de la douleur à 14/15 après un recul moyen de 26.3 mois.

#### b. La mobilité courante :

La mobilité courante est l'activité de la vie quotidienne, elle était estimée à 11/20 dans la série de GALLINET [13], de 14,4/20 chez Cazeneuve [12], de 15,6/20 selon l'étude de Bonneville [15], et dans la méta analyse de Valenti et al

[28] le score était de 14/20. Alors que dans la nôtre elle était cotée à environ 13/20 de selon le score de CONSTANT pour l'activité quotidienne.

#### c. La mobilité active :

Dans la série de Cazeneuve [12], la mobilité active des patients en postopératoire est cotée à 17,2/40, alors que dans la série de Gallinet [13] de 40 cas, elle était de 16,95/40 points.

On a objectivé dans notre série de 35 cas une mobilité active postopératoire estimée à 21/40 selon CONSTANT (pour l'élévation antérieure, l'abduction, la rotation externe et la rotation interne était de 5,98 ; 5,42; 5,8 et de 4,7 respectivement). Nous remarquons qu'on obtient un score de mobilité active qui rejoint celui des séries de littérature.

La réinsertion des tubérosités, sujet de controverse au début, est actuellement bien codifiée ; leurs consolidations au tour de la tige même si elle ne se fait qu'entre 40% et 84% des cas, permet d'obtenir chez cette catégorie de patient une amélioration de l'élévation antérieure, la rotation externe et la satisfaction des patients [23]. Dans notre série, nous avons réalisé la réinsertion des tubérosités chez les patients avec bon stock osseux ; au dernier recul nous n'avons pas remarqué de différence entre les patients avec réinsertion des tubérosités et les autres, ce constat est à réévaluer après, vu le recul pas très important de notre série.

#### d. La force :

Selon le score de Constant, elle était de 14,2/25 dans la série de CAZENEUVE [12], de 8,4/25 chez Gallinet [13], de 6,1/25 dans l'étude de Bonneville [15] et de 4,59 pour Valenti et al [28] alors que dans notre série, la force était estimée à 5.1/25.

Nous constatons que la force dans notre série était de 8/25 et elle est proche de celle de GALLINET mais reste inférieure à celle de CAZENEUVE, du fait que ce dernier avait un recul beaucoup plus important (79 mois).

#### e. Le score de Constant global :

On note que le Constant global brut dans notre série était de 57 points ; ce qui rejoint celui des autres séries de la littérature comme dans la série Gallinet [13] ; le score était 53 points, alors que chez CAZENEUVE [12], le score de Constant brut était de 59 points, chez Valenti et al [28], le score de Constant brut était de 54,9, et dans l'étude de Bonneville et al [15], le score de constant brut était de 54.

#### Complication :

La pose d'une prothèse totale inversée de l'épaule fait appel à une chirurgie très technique qui peut être source de nombreuses complications, dont le taux varie entre 6 et 50% selon des centres de référence pour la chirurgie d'épaule [29,30].

Les complications les plus fréquentes sont les infections, les problèmes glénoïdiens à savoir le descellement et le désassemblage, les instabilités, les fractures de la voûte acromiale et les encoches qui sont parfois considérées comme des complications à part car spécifiques de l'arthroplastie inversée.

La majorité des complications, surtout dans les prothèses inversées de première intention, sont en relation avec une erreur d'indication ou une faute de technique opératoire. Leur traitement nécessite en règle générale une reprise chirurgicale. Au cas où la prothèse peut être retenue, le résultat fonctionnel n'est pas gravement compromis.

En revanche, si l'ablation de la prothèse s'avère nécessaire, il résulte un bras ballant non fonctionnel. [31] Les complications, dont les encoches scapulaires, peuvent, dans la grande majorité, être évitées par une indication et une technique opératoire rigoureuses. [32]

	Nombre de patients	Age moyen	Recul moyen (mois)	Taux de complications
KLEIN 2008(135)	20	75	33	15%
GALLINET 2009(69)	19	74	12	16%
BONNEVILLE 2016(77)	70	78	39	10%
REPETTO 2017(122)	27	71.2	41.7	33%

LUCIANNA 2020 (125)	22	75.5	37	67%
FRASER 2020 (75)	64	75.7	24	11%
CHALMERS 2014 (120)	9	77.6	14.4	11%
GIARDELLA 2017 (124)	21	77.2	24	24%
Notre série	35	71	26.3	17.14%

**Tableau 2** : Taux de complication dans les séries de littérature de prothèses inversées d'épaule.

## 5-Conclusion

Le traitement des fractures de l'humérus proximal à 3 ou 4 fragments déplacés et des fractures luxation chez les sujets âgés de plus de 65 ans devient de plus en plus codifié grâce aux résultats des prothèses inversées.

Poser la bonne indication pour le bon patient est primordial pour avoir de bons résultats fonctionnels.

La pose d'une PTEI est techniquement exigeante, le développement de nouvelle prothèse dédiée aux fractures avec une tige permettant la bonne intégration et la consolidation des tubérosités permet de donner de meilleurs résultats fonctionnels par rapport aux anciens modèles [23].

Notre étude présente plusieurs limites, d'abord la petite taille de notre échantillon bien qu'elle soit comparable à la taille de plusieurs études utilisant la même prothèse [28], le recul moyen ne permet pas de se prononcer sur la survenue ou non de complications au long terme surtout le descellement glénoïdien.

## Conflits d'intérêts :

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

## Contributions des auteurs :

Tous les auteurs ont contribué à cet article, ils ont approuvé la version finale de ce manuscrit

## Référence :

[1] Hasty EK, Jernigan EW 3rd, Soo A, Varkey DT, Kamath GV. Trends in Surgical Management and Costs for Operative Treatment of Proximal Humerus Fractures in the Elderly. *Orthopedics*. 2017 Jul 1;40(4):e641-e647. doi: 10.3928/01477447-20170411-03. Epub 2017 Apr 18. PMID: 28418573.

[2] Grammont PM, Baulot E. Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture. *Orthopedics*. 1993 Jan;16(1):65-8. doi: 10.3928/0147-7447-19930101-11. PMID: 8421661.

[3] Bell JE, Leung BC, Spratt KF, Koval KJ, Weinstein JD, Goodman DC, Tosteson AN. Trends and variation in incidence, surgical treatment, and repeat surgery of proximal humeral fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Am*. 2011 Jan 19;93(2):121-31. doi: 10.2106/JBJS.I.01505. PMID: 21248210; PMCID: PMC3016042.

[4] Chalmers PN, Slikker W 3rd, Mall NA, Gupta AK, Rahman Z, Enriquez D, Nicholson GP. Reverse total shoulder arthroplasty for acute proximal humeral fracture: comparison to open reduction-internal fixation and hemiarthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014 Feb;23(2):197-204. doi: 10.1016/j.jse.2013.07.044. Epub 2013 Sep 27. PMID: 24076000.

[5] van Staa TP, Dennison EM, Leufkens HG, Cooper C. Epidemiology of fractures in England and Wales. *Bone*. 2001 Dec;29(6):517-22. doi: 10.1016/s8756-3282(01)00614-7. PMID: 11728921.

[6] Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J. Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2006 Jan;442:87-92. doi: 10.1097/01.blo.0000194672.79634.78. PMID: 16394745..

[7] Gupta AK, Harris JD, Erickson BJ, Abrams GD, Bruce B, McCormick F, Nicholson GP, Romeo AA. Surgical management of complex proximal humerus fractures-a systematic review of 92 studies including 4500 patients. *J Orthop Trauma*. 2015 Jan;29(1):54-9. doi: 10.1097/BOT.0000000000000229. PMID: 25162974.

- [8] Gallinet D, Ohl X, Decroocq L, Dib C, Valenti P, Boileau P; French Society for Orthopaedic Surgery (SOFECOT). Is reverse total shoulder arthroplasty more effective than hemiarthroplasty for treating displaced proximal humerus fractures in older adults? A systematic review and meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018 Oct;104(6):759-766. doi: 10.1016/j.otsr.2018.04.025. Epub 2018 Jun 30. PMID: 29969722.
- [9] Yahuaca BI, Simon P, Christmas KN, Patel S, Gorman RA 2nd, Mighell MA, Frankle MA. Acute surgical management of proximal humerus fractures: ORIF vs. hemiarthroplasty vs. reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020 Jul;29(7S):S32-S40. doi: 10.1016/j.jse.2019.10.012. Epub 2020 Jan 13. PMID: 31948835.
- [10] Hardeman F, Bollars P, Donnelly M, Bellemans J, Nijs S. Predictive factors for functional outcome and failure in angular stable osteosynthesis of the proximal humerus. *Injury.* 2012 Feb;43(2):153-8. doi: 10.1016/j.injury.2011.04.003. Epub 2011 May 12. PMID: 21570073.
- [11] Fraser AN, Bjørndal J, Wagle TM, Karlberg AC, Lien OA, Eilertsen L, Mader K, Apold H, Larsen LB, Madsen JE, Fjalestad T. Reverse Shoulder Arthroplasty Is Superior to Plate Fixation at 2 Years for Displaced Proximal Humeral Fractures in the Elderly: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2020 Mar 18;102(6):477-485. doi: 10.2106/JBJS.19.01071. Erratum in: *J Bone Joint Surg Am.* 2020 Jun 17;102(12):e63. PMID: 31977825; PMCID: PMC7508281.
- [12] Cazeneuve JF, Cristofari DJ. Grammont reversed prosthesis for acute complex fracture of the proximal humerus in an elderly population with 5 to 12 years follow-up. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2006 Oct;92(6):543-8. French. doi: 10.1016/s0035-1040(06)75911-6. PMID: 17088750.
- [13] 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.* 2009 Feb;95(1):48-55. doi: 10.1016/j.otsr.2008.09.002. Epub 2009 Feb 6. PMID: 19251237.
- [14] Bufquin T, Hersan A, Hubert L, Massin P. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in the elderly: a prospective review of 43 cases with a short-term follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2007 Apr;89(4):516-20. doi: 10.1302/0301-620X.89B4.18435. PMID: 17463122.
- [15] N. Bonneville,\*, C. Tournier bnP. Clavert c, X. Ohl d, F. Sirveaux, D. Saragagliaf, la Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique. Hémiarthroplastie versus prothèse totale d'épaule inversée pour fractures 4- fragments déplacées de l'humérus proximal: étude rétrospective multicentrique
- [16] Lenarz C, Shishani Y, McCrum C, Nowinski RJ, Edwards TB, Gobeze R. Is reverse shoulder arthroplasty appropriate for the treatment of fractures in the older patient? Early observations. *Clin Orthop Relat Res.* 2011 Dec;469(12):3324-31. doi: 10.1007/s11999-011-2055-z. PMID: 21879403; PMCID: PMC3210274.
- [17] Eythor Ö. Jonsson, MD, Carl Ekholm, MD PhD, Björn Salomonsson, MD PhD, Yilmaz Demir, MD, Per Olerud, MD PhD, collaborators in the SAPF study group. Reverse total shoulder arthroplasty provides better shoulder function than hemiarthroplasty for displaced 3- and 4-part proximal humeral fractures in patients *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* Volume 30, Issue 5, May 2021, Pages 994-1006 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.10.037>
- [18] Sahnoun N, Chtourou S, Rebai MA, et al. [Surgical treatment of complex fractures of the upper end of the humerus: a retrospective study of 25 cases]. *Pan Afr Med J.* 2020;36:5. doi:10.11604/pamj.2020.36.5.22729
- [19] Boughebi O, Havet E, Sanguina M, et al. Traitement des fractures de l'extrémité proximale de l'humérus par clou Télégraph®: Étude prospective de 34 cas. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot.* 2007;93(4):325-332. doi:10.1016/S0035-1040(07)90272-X
- [20] Elidrissi M, Bensaad S, Shimi M, Elibrahimi A, Elmrini A. Le traitement chirurgical des fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus : plaque anatomique versus embrochage en palmier, à propos de 26 cas. *Chir Main.* 2013;32(1):25-29. doi:10.1016/j.main.2012.12.001
- [21] Edelson G, Safuri H, Salami J, Vigder F, Militianu D. Natural history of complex fractures of the proximal humerus using a three-dimensional classification system. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008 May-Jun;17(3):399-409. doi: 10.1016/j.jse.2007.08.014. Epub 2008 Feb 20. PMID: 18282724.
-



- [22] Garrigues GE, Johnston PS, Pepe MD, Tucker BS, Ramsey ML, Austin LS. Hemiarthroplasty versus reverse total shoulder arthroplasty for acute proximal humerus fractures in elderly patients. *Orthopedics*. 2012 May;35(5):e703-8. doi: 10.3928/01477447-20120426-25. PMID: 22588413.
- [23] Boileau P, Alta TD, Decroocq L, Sirveaux F, Clavert P, Favard L, Chelli M. Reverse shoulder arthroplasty for acute fractures in the elderly: is it worth reattaching the tuberosities? *J Shoulder Elbow Surg*. 2019 Mar;28(3):437-444. doi: 10.1016/j.jse.2018.08.025. Epub 2018 Dec 18. PMID: 30573429.
- [24] Lädermann A, Lubbeke A, Collin P, Edwards TB, Sirveaux F, Walch G. Influence of surgical approach on functional outcome in reverse shoulder arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2011 Oct;97(6):579-82. doi: 10.1016/j.otsr.2011.04.008. Epub 2011 Sep 8. PMID: 21862432.
- [25] Molé D, Favard L. Omarthrose excentrée [Excentered scapulohumeral osteoarthritis]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2007 Oct;93(6 Suppl):37-94. French. doi: 10.1016/s0035-1040(07)92708-7. PMID: 18033091.
- [26] 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 Sep-Oct;11(5):401-12. doi: 10.1067/mse.2002.124527. PMID: 12378157.
- [27] Lädermann A, Williams MD, Melis B, Hoffmeyer P, Walch G. Objective evaluation of lengthening in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2009 Jul-Aug;18(4):588-95. doi: 10.1016/j.jse.2009.03.012. Epub 2009 May 28. PMID: 19481476.
- [28] Valenti P, Katz D, Kilinc A, Elkholti K, Gasiunas V. Mid-term outcome of reverse shoulder prostheses in complex proximal humeral fractures. *Acta Orthop Belg*. 2012 Aug;78(4):442-9. PMID: 23019775.
- [29] Cristofari D-J., Cazeneuve J-F. Résultats fonctionnels à long terme des prothèses inversées de l'épaule chez le sujet âgé ; *Rev de chirorthop et traumatologie* 2011- 97, 567-73. Doi : 10.1016/j.rcot.2011.08.294
- [30] Wall B, Nové-Josserand L, O'Connor DP, Edwards TB, Walch G. Reverse total shoulder arthroplasty: a review of results according to etiology. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Jul;89(7):1476-85. doi: 10.2106/JBJS.F.00666. PMID: 17606786.
- [31] Djahangiri A, Gerber C. Complications des prothèses totales d'épaule inversées ; Complications after reversed total shoulderarthroplasty ; Prothèse d'épaule : état actuel ; 439- 446. Doi : 10.1016/B978-2-84299-935-3.50043-X
- [32] Delloye C., Joris D., Colette A., Eudier A. and Dubuc J-E. Complications mécaniques de la prothèse totale inversée de l'épaule. *Revue de chirurgie orthopédique* 2002, 88 ; 410-414 Doi : RCO-06-2002-88-4-0035-1040-101019-ART13
- [33] Klein M, Juschka M, Hinkenjann B, Scherger B, Ostermann PA. Treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients with the Delta III reverse shoulder prosthesis. *J Orthop Trauma*. 2008 Nov-Dec;22(10):698-704. doi: 10.1097/BOT.0b013e31818afe40. PMID: 18978545.
- [34] Repetto I, Alessio-Mazzola M, Cerruti P, Sanguineti F, Formica M, Felli L. Surgical management of complex proximal humeral fractures: pinning, locked plate and arthroplasty : Clinical results and functional outcome on retrospective series of patients. *Musculoskelet Surg*. 2017 Aug;101(2):153-158. doi: 10.1007/s12306-017-0451-6. Epub 2017 Jan 24. PMID: 28120283.
- [35] Luciani P, Procaccini R, Rotini M, Pettinari F, Gigante A. Angular stable plate versus reverse shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures in elderly patient. *Musculoskelet Surg*. 2022 Mar;106(1):43-48. doi: 10.1007/s12306-020-00669-5. Epub 2020 Jun 5. PMID: 32504451.
- [36] Chalmers PN, Slikker W 3rd, Mall NA, Gupta AK, Rahman Z, Enriquez D, Nicholson GP. Reverse total shoulder arthroplasty for acute proximal humeral fracture: comparison to open reduction-internal fixation and hemiarthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014 Feb;23(2):197-204. doi: 10.1016/j.jse.2013.07.044. Epub 2013 Sep 27. PMID: 24076000.
- [37] Giardella A, Ascione F, Mocchi M, Berlusconi M, Romano AM, Oliva F, Maradei L. Reverse total shoulder versus angular stable plate treatment for proximal humeral fractures in over 65 years old patients. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2017 Sep 18;7(2):271-278. doi: 10.11138/mltj/2017.7.2.271. PMID: 29264338; PMCID: PMC5725176.
-