

Repère de hauteur et hémi arthroplastie d'épaule pour fracture : mesure de la distance apex tête humérale / grand pectoral

Obert L (2,3), Peyron C (1), Uhring J (2), Jardin E (2), Rochet S (2), Lascar T (4),
Aubry S (1, 3)

1- Service d'Imagerie Ostéo-articulaire, CHU Besançon F 25030 Besançon

2- Service d'Orthopédie, de Traumatologie, de Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Assistance Main & CIC IT 808, C.H.U. Besançon F25030 Besançon

3- EA 4268 Innovation, Imagerie, Ingénierie et Intervention en santé « I4S », IFR 133 INSERM Faculté de médecine et de Pharmacie, Université de Franche Comté

4- Service d'orthopédie hôpital Grâce de Monaco Monaco

Introduction : Les résultats fonctionnels après mise en place d'une prothèse d'épaule pour fracture sont étroitement liés au bon positionnement en hauteur de l'implant. Si des repères fracturaires peuvent aider il existe aujourd'hui des mesures utilisables en peropératoires plus fiables telle la distance apex de la tête humérale / bord supérieur du grand pectoral. Nous avons analysé cette distance sur 200 scanners d'épaule afin de vérifier à grande échelle les mesures afin de les utiliser par voie delto pectorale et par voie supéro externe.

Matériel et méthodes : 200 scanners consécutifs ont été analysés rétrospectivement chez 88 femmes et 112 hommes d'âge moyen de 49,79 ans (15-93). Sur les 137 scanners où le tendon du chef sternal du muscle grand pectoral était identifiable, nous avons mesuré les distances séparant la tangente au bord supérieur du tendon à : l'apex huméral, le bord supérieur du tubercule majeur, le changement de courbure de l'extrémité supérieure de l'humérus et le bord médial du col anatomique.

Résultats : La distance entre le grand pectoral et l'apex était de 67,606 mm (DS : 9,988mm), entre le grand pectoral et le trochiter était de 57,825 mm (DS : 10,317mm), entre le grand pectoral et le changement de courbure du bord externe col huméral 28,701mm (DS : 9,029mm) et avec le col anatomique : 34,146mm (DS : 9,697mm). Les hommes présentaient significativement des distances grand pectoral apex et grand pectoral trochiter plus importantes de 7mm que les femmes.

Le ratio entre les distances grand pectoral-changement de courbure sur grand pectoral-col anatomique était de 0,851 (DS : 0,166). Le ratio grand pectoral-trochiter/grand pectoral-changement de courbure était de 0,489 (DS : 0,098). Le ratio grand pectoral-trochiter sur grand pectoral-trochiter était de 0,584 (DS : 0,102).

Discussion : Les mesures de hauteur doivent aider le chirurgien à positionner les prothèses d'épaule « fracture » sans raccourcissement. Dans 3 études cadavériques Murachovsky en 2006 (2x20 épaules sex ratio 1), Torrens en 2008 (N=20 sex ratio =1) et Hasan (N=38) en 2009, la distance grand pectoral apex était retrouvée égale à 5,5 cm +ou - 5mm, plus faible qu'ici (6,7 cm) mais avec plus d'hommes dans notre échantillon. Greiner (2008) et Lascar (2012) en retrouvaient de meilleurs résultats cliniques après utilisation de ce repère. Cependant cette mesure n'est possible que par voie antérieure. Par voie supéro externe et sous amplificateur de brillance la connaissance d'un nouveau paramètre (distance entre le grand pectoral et le changement de courbure), proche de 3 cm, permet d'éviter des erreurs grossières. Il est possible de quelque soit la voie d'abord de garder un repère de hauteur simple : la tête prothétique doit être placée à 6 cm du bord supérieur du gd pectoral et à 3 cm du changement de courbure latéral du col huméral.

Introduction :

Les résultats fonctionnels après mise en place d'une prothèse d'épaule pour fracture sont étroitement liés au bon positionnement en hauteur de l'implant [1-3]. Si des repères fracturaires peuvent aider, il existe aujourd'hui des mesures utilisables en per opératoire, plus fiables, telle la distance apex de la tête humérale / bord supérieur du grand pectoral [4-6]. Nous avons analysé cette distance sur 137 scanners d'épaule afin de vérifier à grande échelle les mesures rapportées dans des études anatomiques.

Matériel et méthodes :

200 scanners consécutifs d'épaule réalisés entre 2010 et 2011 de patients majeurs ne présentant pas de lésion post traumatique ont été analysés rétrospectivement chez 88 femmes et 112 hommes d'âge moyen de 49,79 ans (15-93).

La population étudiée comprenait 88 femmes et 112 hommes d'âge moyen 49,8±18,5ans (18 - 93 ans. 17,5% des examens montraient des signes d'arthrose (35/200) et 28,5% présentaient une rupture transfixiante de la coiffe des rotateurs (57/200).

Tous les examens ont été interprétés par le même opérateur en reconstruction multiplanaire sur console de post traitement PACS. Pour chacun des 200 scanners (scanners 64 barettes, 140KeV, 350mAs, temps de rotation de 1s, 1mm d'épaisseur de coupe, acquisition de 64 coupes/0,6, pitch 0,8), seuls 137 ont pu permettre l'analyse certaine du chef sternal du grand pectoral. Sur les 137 scanners où le tendon du chef sternal du muscle grand pectoral était identifiable (figure 1), 4 mesures d'étude morphologique ont pu être réalisées. Nous avons mesuré les distances séparant la tangente au bord supérieur du tendon à : l'apex huméral, le bord supérieur du tubercule majeur, le changement de courbure de l'extrémité supérieure de l'humérus et le bord médial du col anatomique (figure 2).

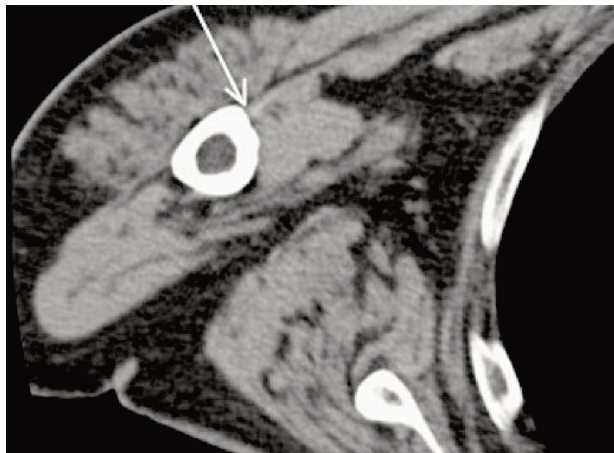


Figure 1: Aspect scannographique de la limite supérieure du grand pectoral sur une coupe horizontale

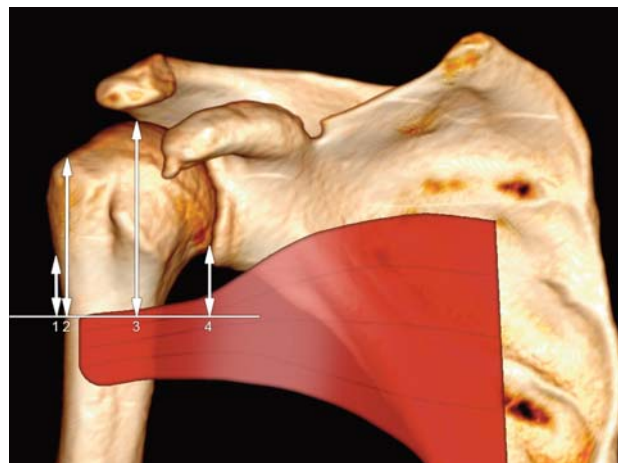


Figure 2: Les 4 mesures réalisées à partir du bord supérieur du grand pectoral

Résultats (figure 3):

La distance entre l'apex et le grand pectoral était de 67,606 mm (DS : 9,988mm), entre le grand pectoral et le trochiter était de 57,825 mm (DS : 10,317mm), entre le grand pectoral et le changement de courbure du bord externe col huméral 28,701mm (DS : 9,029mm) et avec le col anatomique : 34,146mm (DS : 9,697mm).

La distance Apex-Grand Pectoral était de $62,95 \pm 7,9$ mm chez les femmes et de $70,7 \pm 10$ mm chez les hommes. Il existe une différence très significative de cette distance en fonction du sexe : en moyenne 7,8mm de plus chez les hommes ($p < 0,001$). La distance Trochiter-Grand Pectoral était de $53,3 \pm 7,8$ mm chez les femmes et $60,9 \pm 10,7$ mm chez les hommes. Il existait une t différence également très significative en fonction du sexe : la différence moyenne était de 7,6 mm en faveur des hommes ($p < 0,001$). De plus, il existait une corrélation entre la largeur maximale et la distance Grand Pectoral-Trochiter statistiquement significative ($p = 0,003$).

Le ratio entre les distances grand pectoral-changement de courbure sur grand pectoral-col anatomique était de 0,851 (DS : 0,166). Le ratio grand pectoral-trochiter/grand pectoral-changement de courbure était de 0,489 (DS : 0,098). Le ratio grand pectoral-trochiter sur grand pectoral-trochiter était de 0,584 (DS : 0,102).

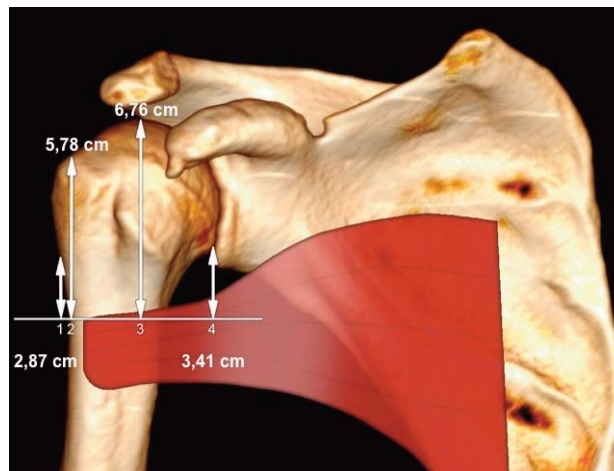


Figure 3 : Résultats des 4 mesures

Discussion :

Critiques

Notre étude présente des biais. Si les mesures de hauteurs humérales ne concernent que 137 cas, c'est qu'il n'a pas été toujours possible de visualiser le tendon du chef sternal du muscle grand pectoral, soit parce que l'hélice d'acquisition du scanner était trop réduite, soit parce que le muscle n'était pas identifiable avec certitude. Par contre, sur cadavre ou en peropératoire il est facile de repérer le bord supérieur du grand pectoral par voie delto pectorale (figure 4). Par ailleurs nous n'avons jamais relevé les mensurations des patients et n'avons donc pas pu corréler cette distance ni aux dimensions du patient ou de l'humérus controlatéral.

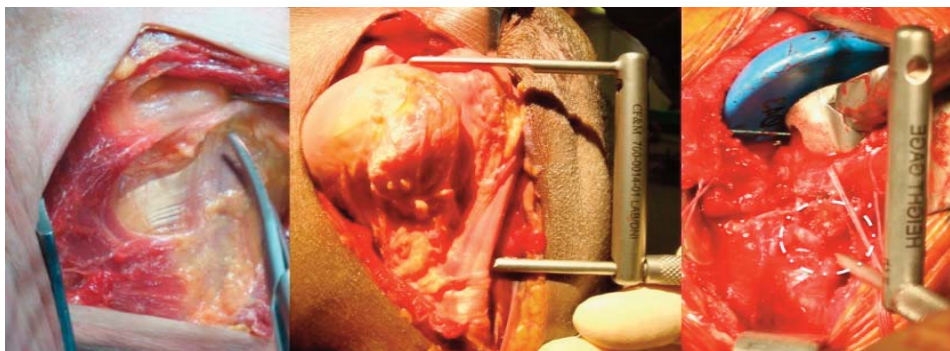


Figure 4 : 3 exemples sur des épaules gauche de la distance apex tête humérale / bord supérieur du grand pectoral : A gauche, on repère aisément le bord supérieur du grand pectoral sur cette dissection anatomique, au milieu on voit la mise au point d'un mensurateur spécifique (écartement 5,5 cm) qui mesure la distance apex tête humérale / bord supérieur grand pectoral, à droite une vue peropératoire du positionnement de l'implant à bonne distance du bord supérieur du grand pectoral (cerclé en blanc).

Pourquoi chercher des repères « en hauteur » ... ?

Les résultats fonctionnels de l'hémiarthroplastie dans les fractures céphalotubérositaires complexes sont corrélés au positionnement en hauteur de l'implant et à la consolidation anatomiques des tubérosités [1-3].

Si la position de la tige humérale est bonne alors les tubérosités seront elles aussi à bonne hauteur. La position optimale des tubérosités est à chercher dans les 3 plans de l'espace mais leur volume respectif, variable d'une fracture à l'autre, rendra difficile une technique reproductible par tous, dans toutes les situations. Il existe un certain nombre de travaux corrélant les résultats de la consolidation des tubérosités et la hauteur de la tige. Dans la série de la Sofcot, sur 175 fractures il existait 64% d'erreur de positionnement et dans une série de 66 patients, Boileau retrouvait 50% de malposition des tubérosités en montrant qu'il existait une corrélation entre excès de longueur de l'implant et malposition des tubérosités [1].

Plus récemment, sur une analyse rétrospective multicentrique de 102 patients, Reuther retrouvait 66% de pseudarthrose des tubérosités, les femmes présentant 11 fois plus de risque de ne pas consolider [2]. Kralinger retrouvait sur une série de 167 fractures traitées par 5 types de prothèses entre 6 et 56% de pseudarthrose des tubérosités [3]. En plus de ces pseudarthroses, il existait un cal vicieux des tubérosités (consolidation avec un défaut de hauteur de plus de 5 mm) dans 8 à 30% des cas. Dans 4 types de prothèses il existait moins de la moitié des cas où les tubérosités consolidaient avec moins de 5mm de déplacement [3]. Ainsi la fixation des tubérosités est d'abord liée au réglage en hauteur de l'implant.

Les repères pour un bon positionnement en hauteur

Diverses techniques ont été décrites pour atteindre une longueur humérale précise. La distance entre le pôle supérieur de la prothèse et le bord supérieur du trochiter doit être égal à 5mm ... mais il est difficile en per opératoire de vérifier cette valeur dans la mesure où les tubérosités se plaquent après la fixation de la tige. Dines a rapporté un test ou après réduction de l'implant une tentative de sublucation de la tête humérale vers le bas, grâce à une traction inférieure ne doit pas découvrir plus du quart ou au maximum la moitié de la glène [7]. De même, d'autres auteurs ont souligné l'importance d'avoir une translation de 50% de l'implant huméral d'essai sur la glène en avant et en arrière [8,9]. Ces tests per opératoires sont sans doute à connaître mais ils se heurtent à plusieurs problèmes : il faut une bonne stabilité de l'implant d'essai ou une fixation de l'implant définitif modifiable, et puis sans la fixation des tubérosités que signifient ce type de déplacement ? Flatow [9], Compito [10] et Boileau [1] ont décrit une méthode de reconstruction en fonction des repères du calcar médial, difficile à appliquer en cas de comminution sévère. Boileau avait aussi proposé l'utilisation d'un ancillaire externe avec planification grâce à l'humérus controlatéral qui s'est révélé reproductible mais peu utilisé par d'autres équipes car un peu lourd à s'approprier sans enlever un certain degré d'incertitude [11]. D'autres ont proposé des hémiarthroplasties où le réglage en hauteur est modifiable en per opératoire : Thomazeau et le groupe GUEPAR avec l'implant Ulyss [12], le groupe FX solutions avec l'implant Humélock [13]. Ainsi, après les premiers résultats décevants des hémiarthroplasties pour fracture à cause d'un manque de repères en hauteur notamment, les travaux anatomiques appliqués sont apparus nécessaires. Et l'utilisation de la distance apex de la tête humérale / bord supérieur du grand pectoral semble devenir « le » repère.

Les travaux anatomiques publiés

Si Mais si cette distance intéresse aujourd'hui les chirurgiens, on retrouve difficilement dans la littérature un intérêt « anatomique » pour cette distance. Ollier [14] semble être le premier à décrire cette distance sur cadavre: Chez un homme de dimensions « supérieures à la moyenne » il avait mesuré son humérus à 365mm avec une distance apex / grand pectoral à 65mm [14]. L'équipe de Warner rapporte la première, en 2001, les résultats utiles de cette mesure grâce à Anne Gerber et Philippe Clavert, dont les travaux seront repris et publiés par Murachovsky [4]. Gerber dans une étude cadavérique, a généré un modèle informatique en 3D pour calculer la distance entre la partie supérieure du tendon pectoral et l'apex de la tête humérale avec un résultat égal à 5,19 cm [15]. Dans 3 études cadavériques SD, 0.5 cm), 36/40 épaules « étaient » entre 5.0 et 6.0 cm, mais dans 3 cas (6 épaules la distance était égale ou supérieure à 6 cm, chez 3 hommes de plus de 1,68 m. 4 cas (8 épaules) seulement avaient une mesure identique de la distance entre les côtés d'un même cadavre. L'étude de mesures scannographiques de Torrens [5] sur cadavre retrouvait une distance égale à 5.64 cm (5.29-5.99) mais surtout démontrait que cette distance représentait 17.55% (16.70-18.39) de la longueur totale de l'humérus.

Prendre cette distance comme repère permettrait d'avoir une erreur de moins de 1 cm dans 85% des cas. Dans l'étude cadavérique d'Hasan portant sur 31 épaules (38 cadavres), 2 mesures faites par scanner sont corrélées : la distance apex/grand pectoral (HP), et grand pectoral /épicondyle latéral (PL). HP est mesurée à 5,77 cm (écart type de 6,10 mm) mais avec 11 épaules (8 cadavres distincts) où la distance HP était supérieure à 6 cm et 2 épaules avec une distance inférieure à 5cm. Dans cette étude, Hasan montre qu'une relation constante existe entre les 2 distances mesurées et dépendante de l'anatomie unique de chaque patient. La formule de cette relation est simple et facile à utiliser en préopératoire. La distance de l'épicondyle latéral à la marge supérieure de l'insertion peut être mesurée, et la formule ($PHP = 0,2323 \times PL$) utilisée pour estimer la distance apex / grand pectoral. L'erreur de prédiction moyenne de 4,11 mm est très acceptable. Hasan rappelle qu'un allongement de 5 mm de et qu'un raccourcissement de 1 cm de l'humérus sont tolérables [6].

Etudes cliniques appliquées :

En 2010 Rouchy [16] avait rapporté une courte étude clinique où une hémiarthroplastie avait été mise en place grâce à ce repère et la longueur de l'humérus opéré était ensuite comparé à l'humérus sain : il existait une différence de 3% au maximum. Greiner en 2008 [17] et Lascar en 2012 [18] retrouvaient de meilleurs résultats cliniques après utilisation de la distance apex tête prothétique / grand pectoral. Greiner a comparé les résultats chez 30 patients d'âge moyen 73 ans et revus avec 22 mois de recul moyen [15]. 21/30 patients avait été opérés avec utilisation de la distance apex /grand pectoral (mesurée entre 5,1 et 5,4 cm) pour positionner l'hémiarthroplastie. L'utilisation de cette distance permettait d'obtenir un score de Constant meilleur de 15 points et un Dash meilleur de 20 points. Lascar a rapporté une double étude, anatomique préliminaire sur 11 cadavres et une clinique prospective multicentrique de 30 patients (31 cas) opérés avec une prothèse dédiée, la tige Humélock FX [18]. Les études anatomique et clinique ont permis de retrouver une distance apex tête/grand pectoral très proches des données de la littérature, validant l'outil de réglage de hauteur mis au point (compas écarté de 5,5 cm) pour cet implant (figure 4). Cependant cette mesure n'est possible que par voie delto pectorale. Par voie supéro externe et sous amplificateur de brillance la connaissance d'un nouveau paramètre (distance entre le grand pectoral et le changement de courbure), proche de 3 cm, permet d'éviter des erreurs grossières et offre encore un autre outil de vérification de la bonne position de la prothèse. Il est possible, quelle soit la voie d'abord, de garder un repère de hauteur simpliste mais qui évitera des erreurs : la tête prothétique doit être placée à 6 cm du bord supérieur du gd pectoral et à 3 cm du changement de courbure latéral du col huméral, s'il n'est pas détruit par la fracture et visible à l'amplificateur de brillance.

Conclusion

Les résultats fonctionnels après mise en place d'une hémiarthroplastie d'épaule pour fracture sont étroitement liés au bon positionnement en hauteur de l'implant. La distance apex de la tête humérale / bord supérieur du grand pectoral est une mesure utile, assez constante et caractéristique de l'individu même si elle peut être différente d'un côté à l'autre. Les différents travaux anatomiques publiés et notre analyse scannographique permettent d'aider l'opérateur à positionner le sommet de la tête prothétique d'un implant huméral pour fracture à au moins 6 cm du bord supérieur du grand pectoral. Plus il s'agira d'un homme, et plus il sera « grand » (plus d'1,8 m), plus cette distance devra se rapprocher de 7cm. La mesure de l'humérus controlatéral et la formule d'Hasan permettront alors aussi d'éviter une erreur de plus de 5mm. Cette mesure permet en plus des autres repères per opératoire d'augmenter les chances d'avoir des résultats fonctionnels acceptables et acceptés par un patient qui n'a choisi ni la fracture, ni sa nouvelle épaule.

Etude	N cadavres N épaules	H/F	Age/ taille	Mesures	Remarques
Murachovsky JSES 2006	N =20 cadavres / 40 épaules	11 M, 9F	1.62 m (1.45- 1.78)	5.6 cm (5.0-7.0 cm; SD, 0.5 cm	36 épaules « étaient » entre 5 et 6 cm Dans 4 cas (10%) la distance dépassait 6 cm Les humérus d'un même patient ne sont pas toujours égaux en taille
Torrens C JSES 2008	N =20 cadavres / 40 épaules Mesures scanner	12 M, 8F	68 ans (54-96) taille non rapportée	5.64 cm (5.29-5.99)	Dans 2 cas la distance était de 4.47 et 3.96 cm et dans un cas 7.35 Cette distance représente 17.55% (16.70-18.39) de la longueur totale de l'humerus Si on prend cette distance l'erreur sera de moins de 1 cm dans 85% des cas
Hasan Orthopedics 2009	N = 31 cadavres /38 épaules mesure distance gd pectoral (HP) rapportée à la longueur de l'humérus (PL)	?	Non rapportée	HP =0.2323xPL	Plus d'épaules non jumelées donc plus de résultats non biaisés La mesure préopératoire de l'humérus controlatéral permet d'extrapoler la distance apex/ grand pectoral avec une erreur de mesure de 4.11 mm.
Greiner SH JSES 2008	Etude clinique N=30 comparative entre 2 groupes de prothèses avec et sans utilisation de la distance		73 ans	5,1 à 5,4 cm	Utiliser ce repère permet une fixation pérenne des tubérosités avec un constant meilleur de 15 points et un Dash meilleur de 20 points
Rouchy Trucs et Astuces 2010	Etude clinique N = 9 avec utilisation de la distance	3H, 6F	1.68 m (1.55-1.78) H :1,76 F :1,64	5,46 cm (5-6)	Mesure de l'écart relatif / côté sain Pas de corrélation rapportée avec le résultat fonctionnel clinique
Lascar T OTSR 12	N= 11 cadavres 11 épaules Etude clinique avec et sans utilisation de la distance	?	Non rapportée	5,5 cm (5-6)	Validation d'un ancillaire pour la pose d'un im- plant dédié Meilleurs résultats en abduction et antéélévation si prothèse positionnée à « au moins 5,5 cm » du grand pectoral
Peyron C OTSR S 13 (à paraître)	N=137mesures scanner /200 épaules	112 H 88 F	Taille non mesurée 49,79 ans (15-93)	6,7 cm H : 7 cm F : 6,3 cm	Première étude avec mesures scanner plus précises, à grande échelle qui corrèle les distances au sexe

Références bibliographiques

1. 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.
2. Reuther F, Mühlhäusler B, Wahl D, Nijs S.
Functional outcome of shoulder hemiarthroplasty for fractures: A multicentre analysis.
Injury. 2010
3. Kralinger F, Schwaiger R, Wambacher M, Farrell E, Menth-Chiari W, Lajtai G, Hübner C, Resch H.
Outcome after primary hemiarthroplasty for fracture of the head of the humerus. A retrospective multicentre study of 167 patients.
J Bone Joint Surg Br. 2004; 86: 217-9.
4. Murachovsky J, Ikemoto RY, Nascimento LG, Fujiki EN, Milani C, Warner JJ.
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.
5. Torrens C, Corrales M, Melendo E, Solano A, Rodríguez-Baeza A, Cáceres E.
The pectoralis major tendon as a reference for restoring humeral length and retroversion with hemiarthroplasty for fracture.
J Shoulder Elbow Surg. 2008 ;17:947-50.
6. Hasan SA, Rauls RB, Cordell CL, Heinzelmann AD, Siegel ER.
Pectoralis major insertional ratio in proximal humerus fractures: a method to reconstruct humeral head height in arthroplasty.
Orthopedics. 2009;32 : (10). orthosupersite.com
7. Dines DM, Warren RF. Modular shoulder hemiarthroplasty for acute fractures.
Surgical considerations.
Clin Orthop Relat Res. 1994; 307:18-26.
8. Mighell MA, Kolm GP, Collinge CA, Frankle MA.
Outcomes of hemiarthroplasty for fractures of the proximal humerus.
J Shoulder Elbow Surg. 2003; 12: 569-77.
9. Flatow E.
Technique of prosthetic replacement for proximal humeral fractures.
Techniques in Orthopaedics. 1994; 9: 154-59.
10. Compito CA, Self EB, Bigliani LU.
Arthroplasty and acute shoulder trauma. Reasons for success and failure.
Clin Orthop Relat Res. 1994; (307):27-36.
11. Boileau P, Walch G.
Shoulder arthroplasty for fractures: problems and solutions.
In: Walch G, Boileau P, eds. Shoulder Arthroplasty. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag; 1999:297-314.
12. Thomazeau H, Ropars M, et le GUEPAR
Prothèses humérales pour fractures
In: Fontaine C, Masméjean E (ed). Prothèses articulaires du membre supérieur Monographie Cours Européen HEGP, Montpellier Sauramps Médical 2009: 39-44
13. Lascar T, Daudet JM, Heraud D, Martin JJ, Obert L
Comment améliorer la fixation des tubérosités dans les fractures céphalo tubérositaires
In: Dubrana F, Gunepin FX D(ed). Trucs et Astuces Tome 6, Montpellier Sauramps Médical 2010: 17-22
14. Ollier L
Résection de l'épaule
In : Traité des résections et des opérations conservatrices qu'on peut pratiquer sur le système osseux Tome 2. Paris, Masson 1888: 82
15. Gerber A, Apreleva M, Harrold F, Warner JJP.
The value of the pectoralis major tendon as an anatomic landmark to determine humeral length and retroversion.
Poster presented at The 8th International Congress of Shoulder and Elbow Surgery (ICSES)2001; Capetown, South Africa.
16. Rouchy RC, Belvisi B, Roudet A, Chirpaz-Cerbat JM
Restauration de la longueur humérale lors des arthroplasties d'épaule pour fracture : utilisation du tendon du grand pectoral comme repère
In: Dubrana F, Gunepin FX D(ed). Trucs et Astuces Tome 6, Montpellier Sauramps Médical 2010: :35-41
17. Greiner SH, Käb MJ, Kröning I, Scheibel M, Perka C,
Reconstruction of humeral length and centering of the prosthetic head in hemiarthroplasty for proximal humeral fractures
J Shoulder Elbow Surg. 2008; 17:709-714.
18. Lascar T, Rochet S, Vidil A, Hery JY, Juvenspan M, Bellumore Y, Peyroux M, Fisher JF, Obert L
Dedicated anatomic prostheses for proximal humerus fracture. Technical solutions to improve tuberosity consolidation, with radiological and clinical analysis of results
OTSR 2012 ; 98S : S68-S72

