Ostéosynthèse des fractures de l'humérus proximal : plaque ou clou?

Résultats d'une étude rétrospective monocentrique

Ouhadi L (1), Georis P (1), Gillet P (1)

Résumé : L'ostéosynthèse par enclouage et par plaque sont répandus dans le traitement des fractures de l'humérus proximal. Il n'y a pas de consensus concernant le traitement chirurgical optimal. Nous avons comparé ces deux techniques. Cette étude rétrospective comprend 97 patients : 51 enclouages, 46 traitements par plaque. Les scores de Constant-Murley absolu et relatif et le Simple Shoulder Test (SST) ont été utilisés pour évaluer la fonction. Le temps de consolidation et les complications ont été évalués. Les fractures 2 fragments ont été préférentiellement enclouées et les 4 fragments traitées par plaque. Il n'y a pas de différence si ce n'est un temps de consolidation plus court après enclouage pour les fractures 2 fragments. Le résultat fonctionnel est similaire, le score de Constant-Murley relatif est de 72,7 ± 0,3 % et le SST de 6,7 ± 3,9 après enclouage. Le score de Constant-Murley relatif est de 65,4 ± 0,3 % et le SST 6,0 ± 3,6 après ostéosynthèse par plaque. Le nombre de complications est équivalent entre le traitement par plaque (67,4 %) et par clou (62,7 %). Nous proposons de favoriser l'ostéosynthèse par enclouage pour les fractures 2 fragments et par plaque pour les fractures 4 fragments. Les fractures 3 fragments peuvent être traitées selon le choix du chirurgien.

Mots-clés : ***Fracture d'humérus proximal - Ostéosynthèse par plaque - Enclouage - étude comparative***

Osteosynthesis for proximal humeral fractures : plate or nail ? Results of a retrospective monocentric study

Summary : Locking intramedullary nails and locking plates are widely used. There is a lack of consensus about optimal surgical treatment. We compare these techniques. This retrospective study included 97 patients : 51 with nail, 46 with plate. Absolute and relative Constant-Murley scores and Simple Shoulder Test (SST) were used to assess postoperative function. Time of fracture union and complications were recorded. Two fragment fractures were preferentially treated by nails and 4 fragment fractures by plates. There is no difference for union except advantage for nails in 2 fragment fractures. The functional outcome is similar, relative Constant-Murley score is 72,7 ± 0,3 %, SST 6,7 ± 3,9 after nailing and relative Constant-Murley score is 65,4 ± 0,3 %, SST 6,0 ± 3,6 after plating. Number of complications is similar after plating (67,4 %) and nailing (62,7 %). We propose to promote nailing for 2 fragment fractures and treatment with plates for 4 fragment fractures. Three fragment fractures can be treated by both techniques.

Keywords : ***Humeral fractures - Bone plates - Bone nails - Comparative study***

Introduction

Les fractures de l'humérus proximal représentent 5 % des fractures. Elles sont plus fréquentes chez la femme et l'incidence augmente avec l'âge. Elles résultent, en général, d'un traumatisme à basse énergie sur un os ostéoporotique ou d'un traumatisme à haute énergie chez le sujet jeune. Quatre-vingt-cinq pour cent de ces fractures sont traitées de façon conservative. Les fractures instables et déplacées nécessitent un traitement chirurgical.

Le choix de la technique dépend du type de patient et de fracture. Les ostéosynthèses par enclouage centromédullaire et par plaque sont largement répandues. Elles font l'objet de ce travail. Le remplacement prothétique est envisagé dans les cas plus complexes, le traitement conservateur a sa place lorsque la chirurgie semble dépassée.

(1) Service de Chirurgie orthopédique, CHU Liège, Belgique.

La littérature ne permet pas de choisir entre ces techniques. On y retrouve peu d'études comparatives. L'ostéosynthèse par plaque permet une fixation spécifique des fragments alors que l'enclouage conserve l'hématome fracturaire et est favorable à la consolidation. Cette étude rétrospective compare ces techniques en termes de résultats fonctionnels, de temps de consolidation et de complications.

Patients/méthodes

Sur une période de 5 ans, 109 patients, dont 72 femmes (âge moyen 66 ans) et 37 hommes (âge moyen 56 ans), ont été opérés pour fracture de l'humérus proximal dans le service d'Orthopédie du CHU de Liège. Les étiologies comprenaient 3 crises d'épilepsie, 1 choc direct, 84 chutes, dont 8 d'une hauteur supérieure à la taille du patient, 17 accidents de moto ou voiture, 4 accidents de vélo ou ski. Ces fractures ont été classées suivant la classification de Neer.

Un enclouage centromédullaire a été réalisé chez 62 patients et une plaque verrouillée a été mise en place chez 47 patients. Pour les deux techniques, le patient a été placé en position semi-assise. Nous avons utilisé une approche

transdeltoïdienne pour l'enclouage, une voie deltopectorale pour l'ostéosynthèse par plaque.

Un protocole de kinésithérapie en trois phases a ensuite été réalisé. Les 7 premiers jours, les exercices passifs assistés ont débuté. A 3 semaines, le patient effectuait des exercices actifs et contre résistance. A 3 mois, le travail en force a été introduit.

Le suivi clinique et radiographique a été effectué à 15 jours, 6 semaines, 3 mois, 6 mois et à plus d'un an. Nous avons évalué la récupération fonctionnelle avec le score de Constant-Murley absolu (SCMA), le score de Constant-Murley relatif (SCMR, ajusté pour l'âge et le genre) et le Simple Shoulder Test (SST). Les résultats fonctionnels ont été évalués à plus d'un an. Nous avons évalué le temps de consolidation clinique et radiographique ainsi que la survenue de complications telles que l'infection, les troubles de cicatrisation, l'ostéonécrose, la raideur, l'algoneurodystrophie, le déplacement secondaire, la pseudarthrose et le syndrome sous-acromial.

Douze patients (11 clous, 1 plaque) ont été perdus de vue durant le suivi. Ainsi, l'étude est composée de 97 patients avec 51 patients traités par clou et 46 par plaque : 41 fractures avec 2 fragments, 38 fractures avec 3 fragments et 18 fractures avec 4 fragments. Les statistiques ont été réalisées au moyen du test de Student sur échantillons non appariés pour comparer les résultats avec les deux techniques.

Résultats

Le type de fracture ne dépendait pas de l'âge du patient. En effet, l'âge moyen des patients avec fractures 2 fragments était de 62,2 ± 17,3 ans, pour les patients avec fractures 3 fragments, l'âge était de 61,5 ± 13,5 ans et chez les patients avec fractures 4 fragments de 61,8 ± 14,8 ans.

Les mécanismes étiologiques à haute énergie (crises d'épilepsie, chute d'une hauteur plus importante que la taille du patient, accidents de véhicule à moteur, chute à ski ou vélo) ont engendré des fractures 2 fragments dans 38,5 % des cas, 3 fragments dans 42,3 % des cas et 4 fragments dans 19,2 % des cas. Les mécanismes à basse énergie (chute de la hauteur du patient ou moins, choc direct) ont causé des fractures 2 fragments dans 43,7 %, 3 fragments dans 38 % et 4 fragments dans 18,3 % (Figure 1). Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes à haute ou basse énergie.

Les fractures suite à un traumatisme à haute énergie ont été encloués dans 53,8 % des cas et traitées par ostéosynthèse avec une plaque dans 46,1 % des cas. En cas de traumatisme à basse énergie, 52,1 % des fractures ont été encloués et 47,9 % traitées par plaque. Le mécanisme étiologique et l'âge du patient n'ont pas eu d'influence statistiquement significative sur le choix du traitement. L'âge moyen des patients avec traitement par clou est de 62,8 ± 17,2 ans, alors qu'il est de 60,8 ± 12,9 ans pour les patients traités par plaque. Par contre, le type de fracture a influencé significativement la décision thérapeutique; les fractures 2 fragments ont été encloués dans 75,6 %, les fractures 3 et 4 fragments ont été traitées par plaque dans 57,9 % et 77,8 %, respectivement (Figure 2).

Le temps de consolidation moyen est de 12,8 ± 5,3 semaines pour tous les patients. Il est de 12 ± 3,8 semaines pour l'enclouage et de 13,6 ± 6,4 semaines pour le traitement par plaque. Il n'y a pas de différence significative entre les deux techniques. Pour les fractures 2 fragments, le temps de consolidation moyen est de 11,4 ± 3,4 semaines avec l'enclouage et de 14,9 ± 8,9 semaines avec l'ostéosynthèse

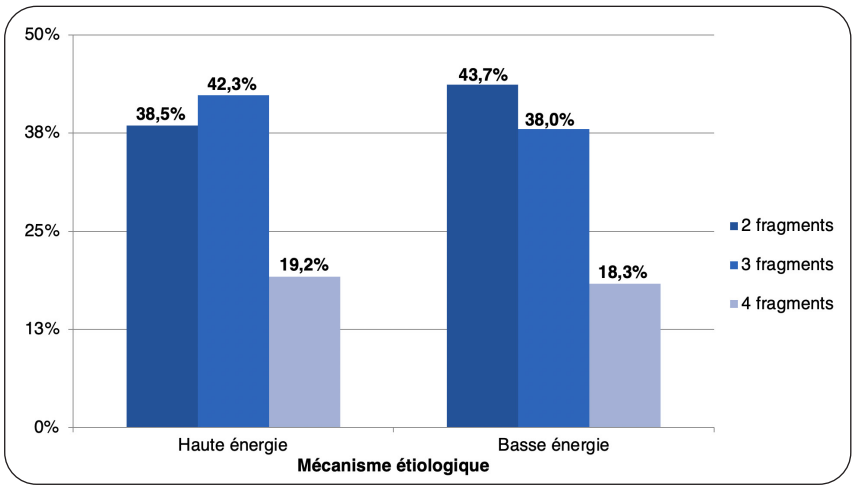

Figure 1. Nombre de fractures (%) de 2, 3 ou 4 fragments en fonction du mécanisme étiologique.

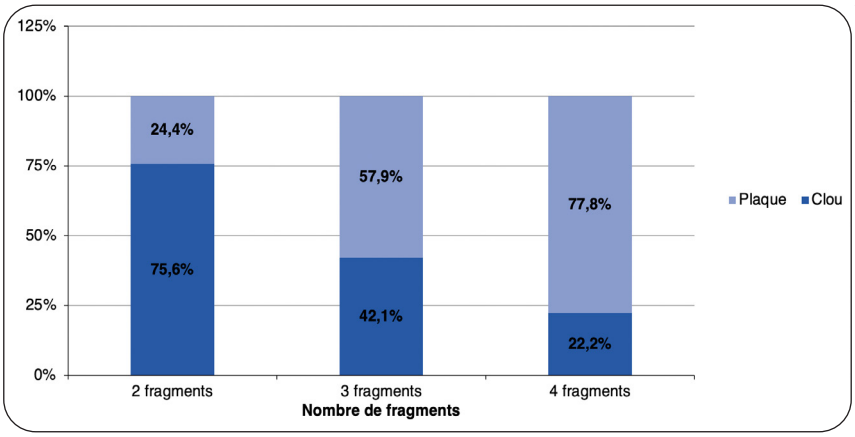

Figure 2. Nombre de fractures (%) opérées par clou ou par plaque en fonction du nombre de fragments

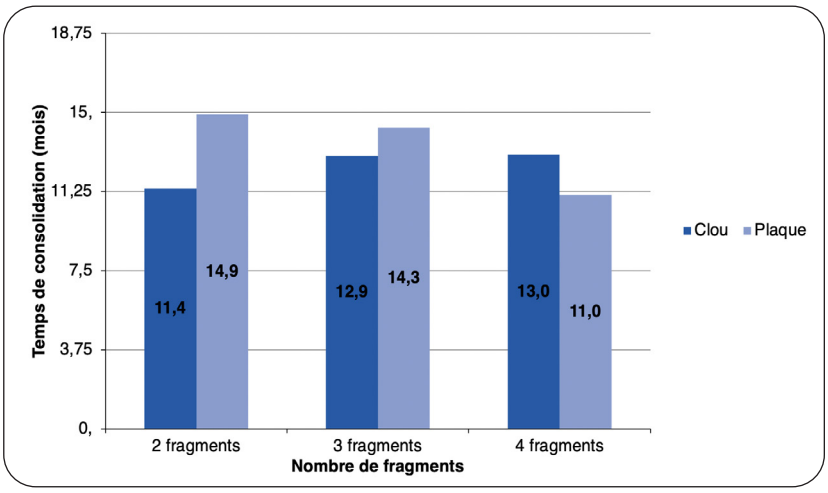

Figure 3. Temps de consolidation (mois) pour les fractures 2, 3 et 4 fragments en fonction du traitement appliqué.

par plaque. Il y a une différence significative en faveur de l'enclouage (p = 0,039). Pour les fractures 3 fragments, le temps de consolidation moyen est de 12,9 ± 4,5 semaines pour l'enclouage et de 14,3 ± 6,3 semaines pour le traitement par plaque, sans différence significative. Pour les fractures 4 fragments, le temps de consolidation moyen est de 13 ± 1,4 semaines après clou et de 11 ± 3,5 semaines pour les plaques. La différence n'est pas significative (Figure 3).

Concernant l'évaluation fonctionnelle, le SCMA est de 52,9 ± 0,2 % pour tous les patients, quel que soit le type de traitement et de fracture. Nous avons calculé le SCMR pour éliminer les différences dues à l'âge et au genre, il est de 68,7 ± 0,3 % pour l'ensemble des patients. Le Tableau I reprend les scores SCMA, SCMR et SST pour les patients encloués, d'une part, et pour ceux traités par plaque, d'autre part. Il n'y a pas de différence significative entre les deux traitements pour l'ensemble des fractures.

Les scores SCMA, SCMR et SST, respectivement pour les fractures 2, 3 et 4 fragments sont repris dans le Tableau II. Il y a une différence significative entre les fractures 3 et 4 fragments : les fractures 3 fragments ont obtenu un meilleur score SCMA et SCMR que les fractures 4 fragments, quel que soit le type de traitement.

Tableau I. Scores fonctionnels pour les fractures traitées par clou et par plaque.

Score	Clou	Plaque	p
SCMA	54,9 ± 0,2 %	51,2 ± 0,2 %	0,326
SCMR	72,7 ± 0,3 %	65,4 ± 0,3 %	0,311
SST	6,7 ± 3,9	6 ± 3,6	0,289

Si on associe type de traitement et type de fracture, la comparaison n'a été possible que pour les fractures 3 fragments en raison de deux groupes similaires. Pour les fractures 3 fragments traitées par enclouage, le SCMA est de 70 ± 0,2 %, le SCMR est de 93,2 ± 0,2 % et le SST de 7,7 ± 4. Pour ce type de fractures traitées par plaque, le SCMA est de 53,0 ± 0,2 %, le SCMR de 70,8 ± 0,3 % et le SST de 5,4 ± 4. Les différences entre les deux traitements ne sont pas significatives.

Trente-deux (62,7 %) complications ont été observées pour l'enclouage et 31 (67,4 %) pour le traitement par plaque. Il n'y a pas de

	2 fragments	3 fragments	4 fragments	p 2 frag. *vs* 3 frag.	p 2 frag. *vs* 4 frag.	p 3 frag. *vs* 4 frag.
SCMA	56 ± 0,2 %	60 ± 0,2 %	38 ± 0,05 %	0,318	0,071	0,018
SCMR	71,3 ± 0,3 %	80,4 ± 0,3 %	46,2 ± 0,06 %	0,237	0,063	0,008
SST	6,9 ± 3,2	6,4 ± 3,9	4,6 ± 3	0,362	0,091	0,175

Tableau II. Scores fonctionnels pour les fractures 2, 3 et 4 fragments.

différence significative. Parmi les patients traités par enclouage, il y a eu 2 ostéonécroses (3,9 %), dont une après 2 mois et une après 3 mois, 3 déplacements secondaires (5,9 %), dont un suite à une chute, 6 déplacements de vis (11,8 %), 16 conflits sous-acromiaux (31,4 %), 2 raideurs (3,9 %), 2 algoneurodystrophies (3,9 %) et une pseudarthrose (2 %). Quinze de ces patients (48,4 %) ont dû subir une seconde opération. Dans le groupe des patients traités par plaque, nous avons noté une infection superficielle (2,2 %), 4 ostéonécroses (8,7 %), dont une après 6 mois, 2 après 12 mois et une après 18 mois, 3 déplacements secondaires (6,5 %), dont un après une seconde chute, 4 déplacements de vis (8,7 %), 8 conflits sous-acromiaux (17,4 %), 4 raideurs (8,7 %), 6 algoneurodystrophies (13 %) et 1 pseudarthrose (2,2 %). Sept de ces patients ont été réopérés (23,3 %) (Figure 4). Le taux de réintervention est significativement moindre avec le traitement par plaque (p = 0,021).

L'évaluation des complications n'a pas montré de différence significative pour les fractures 3 fragments. Cependant, nous avons noté que pour les fractures 2 fragments, une infection superficielle, un déplacement secondaire ou une algoneurodystrophie survenait plus souvent après traitement par plaque (Tableau III). Pour les fractures 4 fragments, il y a eu plus de pseudarthrose suite à l'enclouage. Indépendamment du traitement, nous avons noté plus d'ostéonécrose après une fracture 4 fragments.

Nous avons évalué l'effet des complications sur la fonction. Les scores SCMA, SCMR et SST pour les patients traités par plaque et par clou, avec et sans complication postopératoire, se trouvent dans le Tableau IV. Il n'y a pas de différence significative entre les traitements quant à la récupération fonctionnelle après complication (Tableau IV).

Discussion

Le traitement optimal pour les fractures de l'humérus proximal reste controversé. Il faut garder à l'esprit l'importance du traitement conservateur pour les fractures peu déplacées, en particulier chez le sujet âgé, et pour les fractures excessivement complexes.

Dans notre série, on remarque que le choix du traitement n'a pas été influencé ni par l'âge du patient ni par l'étiologie, mais bien par le type de fracture. Les fractures 2 fragments ont surtout été enclouées alors que les 4 fragments, plus complexes, ont été traitées par plaque.

1) Temps de consolidation

Nous avons retrouvé un temps de consolidation moyen pour l'ensemble des patients de 12 semaines, ce qui est similaire à la littérature. Seules les fractures 2 fragments enclouées ont montré un temps de consolidation plus court. Zhu et coll. (1) ont étudié les fractures

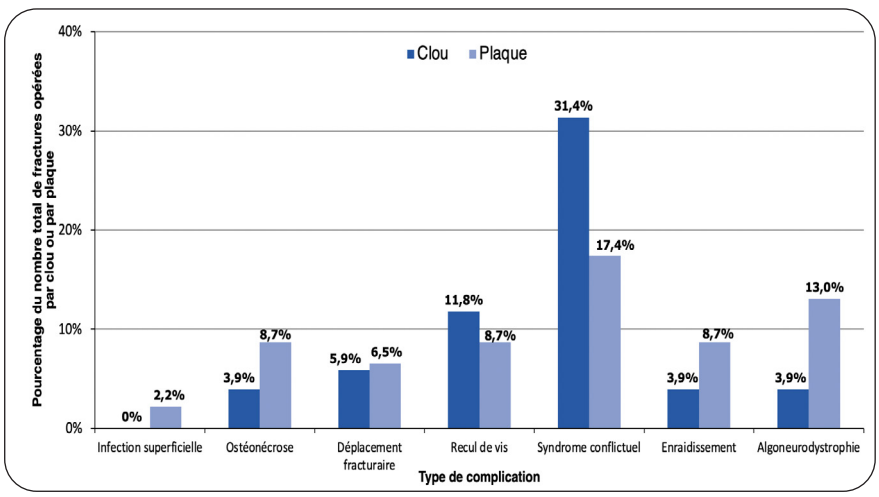

Figure 4. Nombre de fractures enclouées et traitées par plaque (%) pour chaque type de complication.

Tableau III. Pourcentage de complications pour chaque type de fracture et traitement.

Fractures	2 fragments			3 fragments			4 fragments			Total
	Clou	Plaque	p	Clou	Plaque	p	Clou	Plaque	p	p
Infection superficielle	0 %	10 %	0,039	0 %	0 %	/	0 %	0 %	/	0,147
Ostéonécrose	0 %	0 %	/	0 %	4,5 %	0,200	50 %	21,4 %	0,144	0,167
Déplacement secondaire	0 %	10 %	0,039	12,5 %	4,5 %	0,191	25 %	7,1 %	0,173	0,449
Recul de vis	12,9 %	10 %	0,406	12,5 %	4,5 %	0,191	0 %	14,3 %	0,226	0,312
Syndrome sous-acromial	32,3 %	10 %	0,088	31,2 %	13,6 %	0,099	25 %	28,6 %	0,448	0,057
Enraidissement	6,4 %	0 %	0,211	0 %	9,1 %	0,113	0 %	14,3 %	0,226	0,167
Algoneurodystrophie	3,2 %	20 %	0,040	0 %	9,1 %	0,113	25 %	14,3 %	0,318	0,052
Réintervention	25,8 %	10 %	0,153	25 %	13,6 %	0,193	75 %	21,4 %	0,024	0,049

Tableau IV. Scores fonctionnels pour les patients avec et sans complication.

Score	Avec complications		Sans complication		p	
	Clou	Plaque	Clou	Plaque	Clou	Plaque
SCMA	63 ± 0,2 %	48 ± 0,2 %	53 ± 0,3 %	54 ± 0,2 %	0,277	0,312
SCMR	82,3 ± 0,3 %	65 ± 0,3 %	73 ± 0,4 %	65,8 ± 0,2 %	0,337	0,477
SST	7,9 ± 2,8	4,9 ± 3,9	6 ± 4,3	6,9 ± 3,2	0,154	0,128

2 fragments traitées par clou ou plaque et ont observé un temps de consolidation similaire pour les deux groupes; ils n'ont pas démontré d'avantage pour l'enclouage. Denies et coll. (2) et Kesemenli et coll. (3) ont comparé les clous et les plaques pour les fractures 2, 3 et 4 fragments et ont également observé un temps de consolidation identique entre les deux groupes. L'avantage théorique de l'enclouage pour le temps de consolidation peut s'expliquer par la préservation de l'hématome fracturaire. En effet, l'enclouage est une technique chirurgicale à foyer fermé. La présence de cet hématome au sein du foyer fracturaire est une première étape dans la formation du cal osseux.

2) Résultat fonctionnel et récupération

Le résultat fonctionnel après traitement par plaque dans la littérature est similaire à nos résultats (SCMR 65,4 %, SST 6). En effet, Geiger et coll. (4) ont obtenu un SCMR moyen de 67,5 %, Schliemann et coll. (5) de 70 %, Frankhauser et coll. (6) de 74,6 %. Lu et coll. (7), quant à eux, ont noté un SCMR moyen de 87,5 % et un SST moyen de 9,6. Pour l'enclouage, notre SCMR moyen de 72,7 % est similaire aux valeurs trouvées dans la littérature. Kumar et coll. (8) ont obtenu un score moyen de 65 %, Gradl et coll. (9) de 80 %, Mathews et Lobenhoffer (10) de 84 %.

Nous n'avons pas démontré de différence significative entre les deux traitements pour la récupération fonctionnelle, tout comme Gradl et coll. (9), Krivohlakev et coll. (11) et Denies et coll. (2). Néanmoins, Gardl et coll. (9) et Krivohlakev et coll. (11) ont noté un résultat fonctionnel inférieur pour les fractures 4 fragments après enclouage. Dans notre série, cette récupération fonctionnelle a été statistiquement supérieure pour les fractures 3 fragments que pour les fractures 4 fragments, sans considérer le type de traitement.

Les deux traitements permettent donc d'obtenir de bons résultats fonctionnels bien qu'ils aient des caractéristiques techniques très différentes. Un premier élément a déjà été expliqué par la notion de préservation d'hématome fracturaire liée à l'absence d'abord direct du foyer de fracture dans l'enclouage, à l'inverse du traitement par plaque où on aborde directement le foyer en réalisant une plus longue incision. Lors de l'ostéosynthèse par plaque, l'abord direct du foyer permet la réalisation d'une réduction anatomique de la fracture. Par contre, pour l'enclouage, la réduction doit être d'abord réalisée parfaitement avant l'introduction du clou dans le canal médullaire et il n'est guère possible de compléter la réduction une fois le clou introduit. Le point d'entrée du clou est essentiel pour obtenir une stabilité optimale du montage. Il est toutefois à l'origine d'une certaine morbidité liée à l'enclouage. En effet, le point

d'entrée du clou dans l'os se situe à la limite du cartilage articulaire de la tête humérale. L'abord chirurgical implique donc d'inciser le tendon du susépineux. Ceci engendre un risque d'impact fonctionnel négatif suite à l'enclouage, ce que nous n'avons pas retrouvé dans notre étude. Nous avons, lors de l'abord, incisé le tendon dans le sens des fibres et réalisé, en fin d'intervention, une suture optimale, ce qui peut expliquer l'absence d'impact négatif sur la fonction après l'enclouage.

3) Taux de complications

Nous avons rapporté un taux de complications similaire pour les deux traitements. Cependant, la nécessité d'une nouvelle intervention a été significativement plus importante pour les fractures enclouées. Ces complications n'ont pas eu d'effet sur le résultat fonctionnel. Comme pour notre étude, Gardl et coll. (9) ont démontré un nombre de complications similaire entre les deux groupes, sans effet négatif sur le résultat fonctionnel. Par contre, Zhu et coll. (1) ont trouvé un taux de complications supérieur dans le groupe traité par plaque. Denies et coll. (2) ont observé plus de complications après enclouage. Les données dans la littérature sont donc assez diverses et divergentes à ce sujet.

Dans notre étude, pour les fractures 2 fragments uniquement, le déplacement secondaire, l'infection superficielle et l'algoneurodystrophie ont principalement été la conséquence d'un traitement par plaque. Pour les fractures 4 fragments, la pseudarthrose a été plus fréquente avec l'enclouage.

Syndrome sous-acromial

Dans les deux groupes de patients, la complication principale a été le syndrome sous-acromial. Lors de l'enclouage, nous avons réparé le tendon du susépineux et avons également descendu suffisamment le clou dans le canal médullaire pour qu'il ne déborde pas de la surface osseuse afin de limiter la survenue de cette complication. Geiger et coll. (4) et Martinez et coll. (12) ont seulement étudié le traitement par plaque et ont aussi noté le syndrome sous-acromial comme complication principale. Kumar et coll. (8) ont fait le même constat dans leur série d'enclouage, avec des taux similaires aux nôtres.

Ostéonécrose

Cinq des 6 cas d'ostéonécrose sont survenus après fractures complexes 4 fragments, quel que soit le traitement réalisé. Ceci se confirme dans la littérature (13). En effet, les facteurs de risque semblent être la sévérité de la fracture et l'exposition étendue des tissus. Ce dernier facteur a été noté dans la série de Sturzenegger et coll. (14) qui ont rapporté une incidence supérieure à la nôtre dans leur série de plaques. Geiger et coll. (4) ont rapporté des taux proches des nôtres après traitement par plaque. Une incidence plus basse a été rapportée dans d'autres séries, telles que celles d'Agudelo et coll. (15), Hepp et coll. (16), Egol et coll. (17), mais le suivi était seulement de 12 et 16 mois dans les deux premières études. Gardl et coll. (9) ont rapporté un taux plus élevé d'ostéonécrose après enclouage que dans notre série. Aucun cas d'ostéonécrose n'a été noté dans la série de patients traités par enclouage de Koike et coll. (18). Kumar et coll. (8) ont, quant à eux, retrouvé cette complication après enclouage selon une incidence similaire à la nôtre.

Infection

Notre taux d'infection avec le traitement par plaque est en accord avec ce que l'on retrouve dans la littérature (15-17, 19, 20). Koike et coll. (18) ont trouvé un taux d'infection légèrement supérieur que dans notre série d'enclouage puisque nous n'en avons noté aucune. Cette complication a été plus importante suite au traitement par plaque pour les fractures 2 fragments de notre série.

Déplacement secondaire

Concernant le déplacement secondaire de la fracture et du matériel, Gardl et coll. (9) ont observé un taux similaire au nôtre pour les plaques, mais nettement inférieur pour les clous. Röderer et coll. (21) ont rapporté que le déplacement secondaire a été la complication principale suite à une ostéosynthèse par plaque, avec un taux similaire à notre série de plaques. Nous avons noté une incidence plus élevée de déplacement secondaire après traitement par plaque dans les fractures 2 fragments uniquement. Les raisons possibles sont, outre les erreurs techniques, la présence d'un os ostéoporotique, avec un risque de tassement au niveau de la fracture et pénétration des vis, initialement placées dans l'os sous-chondral, en intra-articulaire. Le risque est le développement d'arthrose mais également le risque de douleurs et de mauvaise récupération fonctionnelle. Pour diminuer l'incidence de ces protusions de vis en intra-articulaire, l'idéal est de laisser 3 mm entre le sommet de la vis et la surface articulaire et de contrôler cette distance durant l'intervention par différentes incidences radiographiques.

Pseudarthrose

Le taux de pseudarthrose a été semblable entre les deux groupes dans notre série. Cependant, Kesemenli et coll. (3) ont rapporté un taux de pseudarthrose plus important suite à l'enclouage, contrairement à nos résultats. Cette pseudarthrose peut résulter d'une réduction instable, d'une interposition de tissus mous, d'une immobilisation inadéquate, d'un manque de compliance, d'une physiothérapie agressive ou d'un os de mauvaise qualité. Pour les fractures 4 fragments, la pseudarthrose a compliqué significativement plus l'enclouage.

Conclusion

Notre travail ne permet pas de trancher le débat du choix de la technique d'ostéosynthèse. Les deux techniques permettent d'obtenir des résultats satisfaisants. Toutefois, compte tenu de notre expérience, nous proposons de privilégier l'enclouage pour le traitement des fractures 2 fragments et l'ostéosynthèse par plaque pour les fractures à 4 fragments. Dans les fractures 3 fragments, le chirurgien peut choisir la technique qui lui est la plus familière et qui a sa préférence.

Bibliographie

1. Zhu Y, Lu Y, Shen J, et al. Locking intramedullary nails and locking plates in the treatment of two-part proximal humeral surgical neck fractures : a prospective randomized trial with a minimum of three years follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 2011;**93**:159-68.
2. Denies E, Nijs S, Sermon A, Broos P. Operative treatment of humeral shaft fractures. Comparison of plating and intramedullary nailing. *Acta Orthop Belt* 2010;**76**:735-42.
3. Kesemenli C, Subasi M, Arslain H, et al. Camparison between the results of intramedullary nailing and compression plate fixation in the treatment of humerus fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2003;**37**:120-5.
4. Geiger E, Maier M, Kelm A, et al. Functional outcome and complications following PHILOS plate fixation in proximal humeral fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2010;**44**:1-6.
5. Schliemann B, Siemoneit J, Theisen Ch, et al. Complex fractures of the proximal humerus in the eldery outcome and complications after locking plate fixation. *Musculoskelet Surg* 2012;**96**:3-11.
6. Fankhauser F, Boldin C, Schippinger G, et al. A new locking plate for unstable fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res* 2005;**430**:176-81.
7. Lu Y, Wang MY, Zhu YM, Jiang CY. Complications of the locking plate for displaced proximal humeral fractures. *Chin Med J* 2010;**123**:2671-5.
8. Kumar V, Datir S, Venkateswaran B. Intramedullary nailing for displaced proximal humeral fractures. *J Orthop Surg* 2010;**18**:324-7.
9. Gardl G, Dietze A, Kääb M, et al. Is locking nailing of humeral head fractures superior to locking plate fixation? *Clin Orthop Relat Res* 2009;**467**:2986-93.
10. Mathews J, Lobenhoffer P. The Targon PH Nail as an internal fixator for unstable fractures of the proximal humerus. *Oper Orthop Traumatol* 2007;**19**:255-75.
11. Krivohlavek M, Lukas R, Taller S, Sram J. Use of anglestable implants for proximal humeral fractures : prospective study. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2008;**75**:212-20.
12. Martinez AA, Cuenca J, Herrera A. Philos plate fixation for proximal humeral fractures. *J Orthop Surg* 2009;**17**:10-4.
13. Rockwood CA, Matsen FA, Wirth MA, Lippitt SB. *The shoulder: fractures of the proximal humerus*. Philadelphia:Saunders (Elsevier);2004.
14. Sturzenegger M, Fornaro E, Jakob RP. Results of surgical treatment of multifragmented fractures of the humeral head. *Arch Orthop Trauma Surg* 1982;**100**:249-59.
15. Agudelo J, Schürmann M, Stahel P, et al. Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *J Orthop Trauma* 2007;**2**:676-81.
16. Hepp P, Theopold J, Voigt C, et al. The surgical approach for locking plate osteosynthesis of displaced proximal humeral fractures influences the functional outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 2008;**17**:21-8.
17. Egol KA, Ong CC, Walsh M, et al. Early complications in proximal humerus fractures (OTA Types 11) treated with locked plates. *J Orthop Trauma* 2008;**22**:159-64.
18. Koike Y, Komatsuda T, Sato K. Internal fixation of proximal humeral fractures with a polarus humeral nail. *J Orthopaed Traumatol* 2008;**9**:135-9.
19. Aksu N, Gögüs A, Kara AN, Isiklar ZU. Complications encountered in proximal humerus fractures treated with locking plate fixation. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2010;**44**:89-96.
20. Parmaksizoglu A, Sokucu S, Ozkaya U, et al. Locking plate fixation of three and four-part proximal humeral fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2010;**44**:97-104.
21. Röderer G, Erhardt J, Kuster M, et al. Second generation locked plating of proximal humerus fractures : prospective multicentre observational study. *Int Orthop* 2011;**35**:425-32.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Dr L. Ouhadi, Service de Chirurgie orthopédique, CHU Liège, Belgique.

Email : lorraine.ouhadi@student.uliege.be