

Traitement des fractures complexes de l'humérus proximal par enclouage verrouillé (Telegraph®). Résultats d'une étude prospective préliminaire

Treatment of severe proximal humeral fractures by proximal nailing (Telegraph®).

A prospective preliminary study

M. Jayankura, D. Qui Du Phan, L. Spinato, P. Remy, K. Cermak et F. Schuind

Service d'Orthopédie-Traumatologie, Cliniques Universitaires de Bruxelles, Hôpital Erasme, ULB

RESUME

Le traitement des fractures complexes de l'humérus proximal est le sujet de nombreuses controverses. Cette étude prospective avait pour but d'évaluer les résultats obtenus après réduction et enclouage verrouillé proximal (Telegraph®). Quinze patients âgés de 59 ans en moyenne ont été traités par cette technique pour fracture complexe de l'humérus proximal. À un an, une évaluation radiologique et fonctionnelle par score de Constant, score DASH et Simple Shoulder Test a été réalisée. En complément, la force des muscles de l'épaule a été évaluée par Cybex®. L'amplitude moyenne de mouvement était de 85° (40°- 170°) pour l'élévation antérieure, 82° (40°-170°) pour l'abduction, L3 pour la rotation interne et 34° (10-60°) pour la rotation externe. La douleur était cotée à 3 points (EVA: 0-8 points). Le score de Constant était compris entre 17 et 92 points (moyenne = 47). Les évaluations isocinétiques de la force montraient essentiellement un déficit en abduction même pour les patients présentant une excellente récupération. Statistiquement, les résultats fonctionnels sont liés à la qualité de la réduction chirurgicale mais également à la collaboration des patients. De nombreux traitements ont été proposés pour les fractures complexes de l'humérus proximal. Quand une réduction quasi anatomique est obtenue, l'enclouage proximal verrouillé utilisé dans notre étude permet d'obtenir de très bons résultats fonctionnels chez la plupart des patients. Cette technique doit être envisagée principalement chez les patients jeunes mais peut également être appliquée chez les patients plus âgés où les résultats obtenus sont comparables à ceux des hémiarthroplasties pour les mêmes indications.

Rev Med Brux 2011 ; 32 : S 58-65

ABSTRACT

Treatment of complex fractures of the proximal humerus is still controversial. This prospective study was designed to evaluate the results of open reduction and proximal nailing in complex fractures of the proximal humerus. Fifteen patients aged 39 to 83 years (average : 59 years) presenting severely displaced fractures of the proximal humerus were observed after open reduction and fixation by proximal nailing (Telegraph®) combined with screwing and/or osteosuture of the tuberosities. The patients were evaluated at one year clinically and radiologically. The Constant score, DASH score and Simple Shoulder Test were calculated. Complementarily, patients were submitted to an isokinetic test. At one year follow-up, the average range of motion was 85° (40°-170°) for elevation, 82° (40°-170°) for abduction, L3 for internal rotation and 34° (10-60°) for external rotation. The average visual analog score was 3 points (0-8 points). The Constant score varied from 17 to 92 points (average: 48 points). Isokinetic evaluation showed mostly a strength deficit in abduction even for patients presenting an excellent result. Functional results were related to the quality of the surgical reduction but also to patients' collaboration. Various treatment methods for complex fracture of the proximal humerus are reported in the literature. When a nearly anatomical reduction is achieved, the here-described method of open reduction and proximal nailing permits to obtain good functional results in most patients. This option should be considered for young patients and even in the elderly where results are comparable to that obtained with hemiarthroplasty in the same condition.

Rev Med Brux 2011 ; 32 : S 58-65

Key words : proximal humeral fractures, nailing, Telegraph nail

INTRODUCTION

Les fractures de l'extrémité proximale de l'humérus qui représentent 5 %¹ de toutes les fractures ont vu leur incidence multipliée par cinq au cours des trente dernières années². Il s'agit de la troisième fracture la plus fréquente chez les patients ostéoporotiques où le mécanisme lésionnel est en général un traumatisme à basse énergie. La fracture est souvent peu ou pas déplacée, bénéficiant dans 80 % des cas d'un traitement conservateur³. Chez le sujet jeune, la fracture – fréquemment plus complexe, associée à des lésions des tissus mous – résulte le plus souvent d'un traumatisme à haute énergie.

Si de nombreuses classifications ont été proposées, la plus utilisée de nos jours, en particulier dans les pays anglo-saxons, demeure la classification de Neer. Celle-ci a été proposée en 1970 par Neer⁴, en se basant sur les travaux de Codman qui divise l'extrémité distale de l'humérus en quatre fragments distincts suivant les anciennes lignes de fusion des épiphyses. Cette classification tient compte du nombre (2 à 4) et du déplacement des fragments (Figure 1). Neer y distingue également les luxations associées, les fractures séparation de la calotte (« *head-splitting* ») et les fractures entreprenant la surface articulaire. D'autres classifications ont été publiées depuis : citons la classification très exhaustive de l'AO ainsi que celle de Duparc utilisée plus volontiers par les auteurs francophones.

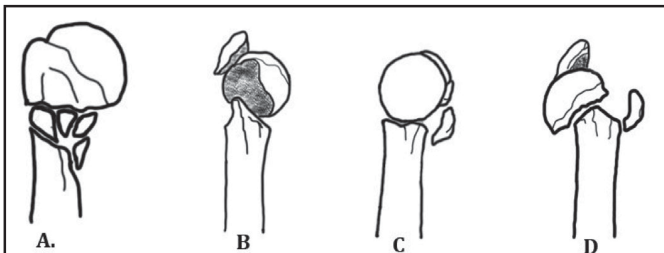


Figure 1 : ce schéma reprend les fractures complexes décrites par Neer qui sont l'objet de notre étude. A : fracture comminutive à 2 fragments (Neer II); B : fracture à 3 fragments emportant le tubercule majeur (Neer III) ; C : fracture à 3 fragments séparant le tubercule mineur (Neer III) ; D : fracture à 4 fragments emportant les 2 tubérosités (Neer IV).

Le traitement conservateur trouve son indication dans les fractures simples et peu déplacées ainsi que chez des patients peu demandeurs sur le plan fonctionnel. Dans les autres situations, différents traitements chirurgicaux ont été proposés. Leurs buts sont d'une part de traiter la douleur et d'autre part de restituer la fonction la plus satisfaisante possible. Dans ce cadre, de nombreuses techniques d'ostéosynthèse ont été proposées : l'embrochage percutané, l'embrochage fasciculé selon Hacketal, les ostéosutures, la fixation externe, les plaques vissées et l'enclouage centromédullaire⁵. Ces techniques peuvent être combinées ; en particulier l'association de l'ostéosuture à d'autres techniques. En cas de fracture trop complexe ou si l'os est de qualité médiocre, l'hémiarthroplastie d'épaule de première intention constitue l'alternative à l'ostéosynthèse.

Malgré la fréquence des fractures proximales de l'humérus, la place respective des différentes techniques chirurgicales est encore à déterminer, en particulier dans les fractures les plus complexes. En effet ces dernières ont un taux non négligeable de complications liées à la nature même de la fracture et à la faible qualité osseuse de la tête humérale chez les patients âgés. On relève des déplacements secondaires, des défaillances d'implants, des pseudarthroses, des cals vicieux, des lésions nerveuses et la nécrose

avasculaire⁶. Il faut aussi rappeler les risques liés à toute anesthésie, qui sont majorés par les comorbidités du patient mais également par le choix de la technique. L'enclouage centromédullaire est par exemple associé à des embolies graisseuses libérées lors de la mise en place du clou et pourrait détériorer davantage une fonction respiratoire déjà déficiente.

Le but de cette étude était d'évaluer les résultats obtenus par enclouage centromédullaire antérograde par le clou Telegraph® dans les fractures céphalotubérositaires complexes de type Neer II comminutives, III et IV et de les comparer aux résultats d'autres méthodes et en particulier à l'hémiarthroplastie.

MATERIEL ET METHODES

Implant

Le clou Telegraph® (FH Orthopedics, Heimsbrunn, France) (Figure 2) est un clou intramédullaire droit en acier inoxydable long de 15 centimètres et existant en trois diamètres différents (7, 8 et 9 millimètres). Il est initialement conçu pour l'ostéosynthèse de fractures de l'humérus proximal simple à deux fragments (Neer II). Le verrouillage proximal est assuré par trois vis autostables passant à travers le clou ; deux vis dans le plan frontal stabilisent le tubercule majeur et une vis sagittale permet de fixer le tubercule mineur à la tête humérale. Le verrouillage distal est assuré par une ou deux vis transversales au niveau du V deltoïdien. On notera qu'il existe également des clous de vingt à vingt-neuf centimètres proposés pour les fractures humérales diaphysaires seules ou associées à une fracture céphalotubérositaire.



Figure 2 : Le clou Telegraph® est un clou intramédullaire droit verrouillable proximement par 3 vis passant à travers les tubérosités et fixées dans la calotte humérale. Distalement, le verrouillage diaphysaire peut être réalisé par deux vis bicorticales.

Techniques chirurgicales⁶

Il existe quatre modalités techniques de mise en place du clou : la technique standard, le bilboquet, la crucifixion et la technique percutanée. Quelle que soit la méthode choisie, le patient est installé en position semi-assise avec le bras maintenu en rétropulsion de 25° par rapport au thorax.

L'amplificateur de brillance est placé de telle manière à obtenir des incidences de face et de profil en mobilisant la diaphyse et la tête humérale.

Technique standard

Par un abord antéro-externe, on obtient à la fois l'ostéosynthèse des fragments et la réparation de lésions de la coiffe. Cet abord permet également de réaliser une hémiarthroplastie en cas de nécessité. L'orifice d'entrée du clou est repéré sous amplificateur de brillance et doit se situer au sommet de la tête humérale, dans la zone musculaire et non tendineuse de la coiffe des rotateurs. Une pointe carrée creuse est utilisée pour créer une brèche dans l'os. Un guide métallique est alors inséré, permettant ensuite d'aléser le trajet du clou dans la tête et la diaphyse humérale (diamètres de 7 à 9 millimètres). L'implant définitif est alors mis en place. Le verrouillage proximal est réalisé avec le viseur du porte-clou. La vis sagittale est mise en place à l'aide d'une extension du système ancillaire. Le verrouillage distal est posé au moyen du viseur porte-clou sur le V deltoïdien. Le muscle deltoïdien est suturé dans le sens de ses fibres. Cette technique est utilisée dans les fractures à trois fragments irréductibles ou pour les fractures impactées à trois ou quatre fragments.

Bilboquet

L'installation et l'abord chirurgical sont identiques à la technique standard, mais il n'y a pas de réduction préalable des fragments. Le clou est posé avec l'ancillaire et est verrouillé en distal à 10 cm. La réduction s'effectue clou en place, les différents fragments sont réduits et stabilisés sur la partie proximale libre du clou par une ou deux vis autostables. Si nécessaire, des ostéosutures des tubérosités sont réalisées entre elles et à la partie proximale de la diaphyse par des fils de Ticron 5. Cette technique est utilisée dans les fractures très déplacées, comminutives à trois ou quatre fragments avec ou sans luxation associée.

Crucifixion

Dans cette technique, une fois la réduction de la tête humérale face à la cavité glénoïde obtenue, celle-ci est maintenue en position anatomique par des broches de Kirschner. Ensuite, le clou est posé et les tubérosités réduites. Cette technique est également utilisée dans les fractures les plus complexes.

Technique percutanée ou mini-invasive

Dans ce cas, la réduction est obtenue au préalable par des manoeuvres externes ou par des broches percutanées qui seront utilisées comme « *joysticks* ». Le point d'entrée est repéré et une courte incision préacromiale d'un centimètre permet l'introduction du clou sur son ancillaire. Les verrouillages proximaux et distaux sont réalisés par de petites incisions avec écartement des tissus mous. Cette technique est utilisée pour la stabilisation des fractures extra-articulaires du col chirurgical associées ou non à une fracture du tubercule majeur. Elle n'est donc pas utilisée habituellement dans les fractures complexes.

Patients

De mai 2003 à octobre 2004, dix-sept patients pour un total de dix-huit fractures ont été traités consécutivement par enclouage centromédullaire (Telegraph®) à l'hôpital universitaire Érasme. Sur les dix-sept patients, nous déplorons un décès et deux patients n'ont pas pu être revus

régulièrement en raison de problèmes médicaux indépendants de leur fracture.

Notre série comporte par conséquent quatorze patients (six hommes et huit femmes) pour quinze fractures qui ont été classées selon Neer⁴ et l'AO⁷, sur base de radiographies réalisées en face strict, en profil de Lamy et en profil axillaire. Dans la majorité des cas, l'utilisation du CT-scan avec reconstruction tridimensionnelle a permis de préciser le type de fracture. Quatre fractures ont été classées Neer III et onze Neer IV. La moyenne d'âge était de 60 ans (39 à 83 ans). Dix fractures sont survenues dans le cadre privé, cinq dans un accident de la voie publique, trois étaient associées à un traumatisme à haute énergie. Huit fractures sont dues à un traumatisme direct sur le moignon de l'épaule et trois à un traumatisme indirect sur chute avec réception sur bras tendu. Trois patients étaient par ailleurs sous l'influence de l'alcool lors de l'accident. Dix lésions concernaient le membre dominant et un patient s'est fracturé les deux épaules. Quatre patients avaient des lésions associées : luxation de l'épaule controlatérale réduite le jour de l'accident, une lésion nerveuse de la branche antérieure du nerf axillaire, un trait de fracture antérieur de l'humérus associé à une lésion du pôle inférieur de la glène ipsilatérale et une fracture non déplacée du cinquième métacarpien. Deux patients présentaient avant l'accident une pathologie symptomatique de l'épaule : une arthrose et une pathologie de la coiffe des rotateurs.

L'indication opératoire prenait comme critère une fracture avec un diastasis interfragmentaire de plus d'un centimètre et une bascule de plus de 45° de la surface articulaire humérale (par rapport aux 130° de référence). Douze patients ont bénéficié de la technique standard et deux du montage en bilboquet. Les interventions ont été réalisées par plusieurs chirurgiens d'expériences variables. Le délai moyen entre le traumatisme et le traitement chirurgical était de 5 jours (1 à 16 jours). Une incision antéro-externe a été réalisée dans tous les cas. Un patient a nécessité un deuxième abord delto-pectoral pour une fracture-luxation irréductible. Une greffe osseuse a été pratiquée chez quatre patients et trois haubanages des tubérosités ont été nécessaires.

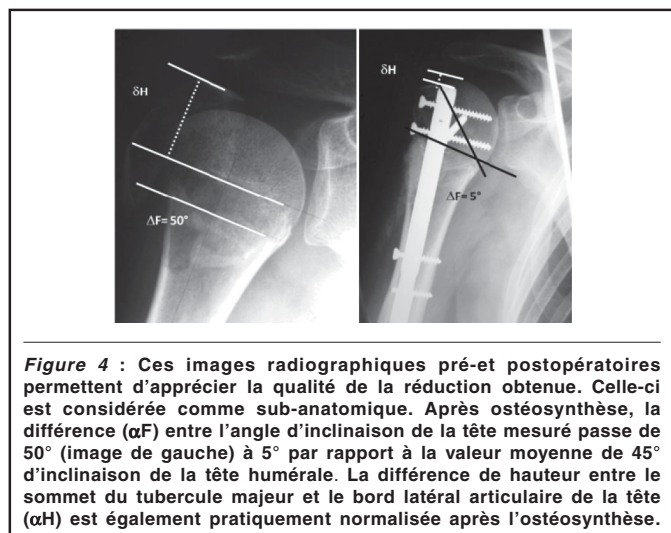
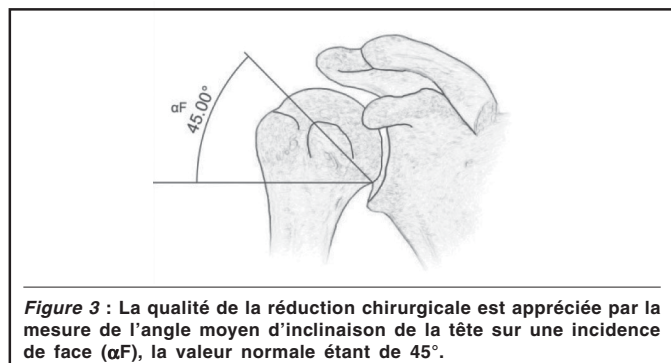
L'épaule fracturée a été immobilisée en moyenne pendant 4 semaines par une écharpe de type Desault (1-8 semaines). La rééducation pendulaire a été réalisée en moyenne dès le 13ème jour postopératoire (1 à 49 jours), la kinésithérapie passive dès le 26ème jour (14-28 jrs) et la kinésithérapie active dès la 6ème semaine (24-55 jours). La durée moyenne totale de la rééducation était de 6 mois et demi.

Suivi

Les patients ont été évalués après un délai minimum de 12 mois (12 à 19 mois). Sur le plan fonctionnel, les résultats ont été objectivés par le score fonctionnel de Constant⁸, comportant quatre critères objectifs et subjectifs qui sont définis pour un total de 100 points : la mobilité, la douleur, la fonction quotidienne et la force ; ainsi que par le Score DASH (*Disability of Arm, Shoulder and Hand*)⁹ permettant une évaluation subjective de la fonction de l'épaule opérée. Nous avons également soumis les patients au *Simple Shoulder Test* (SST)¹⁰ comportant douze questions subjectives concernant la fonction quotidienne de l'épaule. La douleur a été évaluée par l'échelle visuelle analogique ainsi que par la prise d'antalgiques selon les classes respectives de ceux-ci.

Une évaluation isocinétique et isométrique concentrique de la force musculaire a été réalisée sur un appareil Cybex® en comparant épaules saine et lésée. Les mouvements de rotation interne et externe ont été mesurés de façon isocinétique dans le plan scapulaire aux vitesses de 60° et de 120° par seconde. Les mouvements d'adduction et d'abduction ont été testés de façons isocinétique et/ou isométrique aux vitesses de 60° et de 180° degrés par seconde.

Le suivi radiologique postopératoire tient compte, comme proposé par Cuny, de l'angle moyen d'inclinaison de la tête sur une incidence de face (αF) avec une normalité de 45°, la différence de hauteur moyenne entre le sommet du tubercule majeur et le bord externe de la tête (αH) (Figure 3)¹¹. En considérant la normalité de l'angle d'inclinaison de la tête humérale sur l'incidence de face (αF) à 45° et la différence de hauteur entre le sommet du tubercule majeur et le bord externe articulaire de la tête (αH), les résultats obtenus ont été classés en quatre groupes. Dans le premier groupe, les résultats chirurgicaux obtenus sont considérés comme anatomiques si la différence (αF) entre l'angle d'inclinaison mesuré αF et la normalité est égale à zéro et αH est inférieur ou égal à 1 mm. Dans le deuxième groupe, les résultats sont considérés comme subanatomiques (Figure 4) si αF est compris entre un et dix degrés et si αH est compris entre un et cinq millimètres. Dans le groupe trois, les résultats sont considérés comme intermédiaires si αF est compris entre 10 et 20° et αH est compris entre 6 et 10 millimètres. Enfin, dans le quatrième groupe, les résultats sont considérés comme mauvais si αF est supérieur à 20 degrés et αH supérieur à 10 millimètres.



Au dernier recul, un intérêt particulier a en outre été porté à la recherche de signe de nécrose de tête humérale, d'arthrose gléno-humérale ou d'un pincement sous-acromial sur les radiographies de contrôle.

RESULTATS

Douleur

La douleur de fond évaluée par l'échelle visuelle analogique est en moyenne de trois (0-9). La douleur chronique est quant à elle évaluée à 3,1 (0 à 10) ; sept patients ne présentaient aucune plainte douloureuse. La douleur évaluée par le score fonctionnel de Constant donne une moyenne de dix sur un total de quinze points (zéro correspondant à des douleurs sévères et quinze à l'absence de plainte algique). Cinq patients ne prennent aucun antalgique, quatre voient leurs plaintes contrôlées par des antidouleurs de classe I. Six patients nécessitent des antalgiques de classe II et aucun ne prend d'antidouleur de classe III.

Mobilités

La mobilité globale active seule est envisagée, les amplitudes/niveau vertébral figurent dans le Tableau 1. Après un an, l'amplitude moyenne est de 85° (40°- 170°) pour l'élévation antérieure et de 82° (40°-170°) pour l'abduction. La rotation interne permet en moyenne d'atteindre la vertèbre L3 et la rotation externe est de 34° (10-60°).

Tableau 1 : l'ensemble des résultats observés pour les différents scores ainsi que les amplitudes articulaires obtenues un an après l'ostéosynthèse par clou Telegraph sont présentés dans ce tableau en comparaison avec ceux de l'épaule saine.

| | Epaule opérée | Epaule saine |
|---------------------------------|----------------|--------------|
| Score de Constant moyen | 47% (17-92) | 85,7% |
| Score de Constant pondéré | 59% (23-101) | 105% |
| Amplitudes articulaires | | |
| Moyennes: | | |
| Elévation antérieure : | 84,1°(40-170°) | 140° |
| Abduction : | 82,1°(40-170°) | 140° |
| Rotation externe : | 35° | 45° |
| Rotation interne : | L3 | Th12 |
| Force musculaire (peson) | 3 kg | 7 kg |
| DASH score moyen | | 44,4% |
| SST moyen | | 5,9/12 |
| EVA moyen | | 3,1/10 |

Force

La force est testée en statique à l'aide d'un peson attaché distalement à l'avant-bras. Le bras est en abduction à 90°, 30° par rapport au plan coronal, le coude en extension et la paume de la main est dirigée vers le sol. On demande au patient de tenir trente secondes. La manœuvre doit être indolore. La force atteint une moyenne de trois kilogrammes (0-10 Kg) du côté opéré contre sept kilogrammes (4-12 Kg) pour l'épaule saine, soit une moyenne de 43 % de la force du côté sain. Cette donnée est intégrée dans le score de Constant.

Scores fonctionnels

Pour le Constant, le score moyen de l'épaule opérée est de 47 sur 100 (17-92), il est de 85,7 sur 100 pour l'épaule saine. Lorsque le score est pondéré au sexe et à l'âge, la moyenne est de 58,8 (22,8-101,4) contre 105,2 pour l'épaule saine. En comparant avec les tables de Constant, quatre résultats sont évalués comme excellents (de 86 à 100), aucun résultat n'est bon (71 à 85), trois sont moyens (56 à 70) et

huit résultats sont considérés comme mauvais (0 à 55). Le questionnaire DASH donne une moyenne de 44,4 sur 100 (77,5 à 5,8). Dix patients se disent satisfaits du résultat alors que quatre autres ne le sont pas.

Complications

Il n'y a pas eu de complication immédiate de type vasculaire ou infectieuse si ce n'est une hypoesthésie ulnaire difficilement explicable par la chirurgie. Deux patients ont présenté une algodystrophie. Au niveau des complications tardives, on relève deux ostéonécroses avasculaires, une pseudarthrose et une capsulose rétractile.

Au niveau des complications techniques, quatre patients ont présenté un conflit entre le clou et l'acromion ou la coiffe (avec rupture des vis dans trois cas et un déplacement secondaire des tubérosités dans trois cas également). L'ablation du clou a été réalisée dans les quatre cas avec une amélioration chez deux patients et la nécessité de mise en place d'une prothèse inversée chez les deux autres.

Résultats radiologiques

Selon les critères définis précédemment, les résultats radiologiques se répartissent en 2 réductions anatomiques, 4 subanatomiques, 4 intermédiaires et cinq mauvais. Le clou dépassait l'extrémité supérieure de la tête humérale chez 5 patients. Par ailleurs, on relève des erreurs de longueur de vis chez deux patients (une trop longue, une trop courte). On retrouve encore trois bris de vis proximale, une impaction du tubercule majeur, trois avulsions de celui-ci et une impaction résiduelle de la tête humérale chez deux patients.

Statistiques

Force musculaire

Le *Wilcoxon Signed Rank Test* a été utilisé pour comparer les différentes vitesses d'exécution des mouvements et lors de la comparaison des muscles agonistes et antagonistes. Pour comparer épaules saine et opérée, nous avons utilisé le *Wilcoxon Rank Sum Test*. Les résultats sont repris dans le tableau 2. Le déficit de force musculaire, exprimé en pourcentage, est repris dans le tableau 3. Il y a une différence significative entre le moment exercé à 60°/sec et 120°/sec du côté sain en rotation externe. Cette différence n'est pas retrouvée du côté opéré. Ceci s'explique par le déficit de recrutement des fibres musculaires à vitesse élevée du côté opéré. Les tests n'ont été effectués que sur cinq patients pour l'adduction et l'abduction (cette amplitude était trop limitée chez les autres patients). Nous n'avons donc pas appliqué de test statistique vu la taille réduite de l'échantillon. Le mouvement le plus déficitaire est l'adduction, ce résultat s'explique par le fait que certains patients, lors de l'adduction, ne collaboraient plus à l'exercice et laissaient le bras de la machine regagner la position initiale sans résistance. Soulignons également le déficit très important en abduction par rapport au côté sain.

Corrélation entre scores fonctionnels

La régression linéaire a été utilisée pour déterminer la corrélation entre le score de Constant, le score DASH et le SST. Le coefficient de corrélation (r) est une mesure de l'intensité de la relation linéaire entre deux variables. Le r entre le SST et le score de Constant est de 0,9 avec $p < 0,001$ (Figure 5). Le r entre le score de Constant et le score DASH est de 0,8 avec $p < 0,001$. Le r entre SST et le score DASH

Tableau 2 : ce tableau reprend les résultats de l'évaluation musculaire des épaules opérées en comparaison de ceux des épaules controlatérales. On constate un déficit important en abduction et adduction de l'épaule opérée par rapport à l'épaule saine.

| Force musculaire | Epaule opérée | | Epaule saine | |
|------------------|---------------|----------|--------------|----------|
| | 60°/sec | 120°/sec | 60°/sec | 120°/sec |
| Cybex® | | | | |
| Rotation externe | 10,8 Nm | 11 Nm | 16,6 Nm | 16,6 Nm |
| Rotation interne | 19 Nm | 19,5 Nm | 26,3 Nm | 27,6 Nm |
| | 60°/sec | 180°/sec | 60°/sec | 180°/sec |
| Abduction | 20 Nm | 17 Nm | 33,8 Nm | 21,5 Nm |
| Adduction | 32,6 Nm | 26,5 Nm | 30,4 Nm | 25,2 Nm |

Tableau 3 : le déficit moyen de la force musculaire de l'épaule opérée en comparaison avec celle de l'épaule saine mesurée par appareil isocinétique (Cybex®) est présenté dans ce tableau pour chaque mouvement et à différentes vitesses angulaires. A un an, il persiste un franc déficit de force en particulier pour les mouvements d'abduction et d'adduction.

| Vitesse angulaire | 60°/sec | 120°/sec | 180°/sec |
|-------------------|---------|----------|----------|
| Rotation externe | 22% | 39% | - |
| Rotation interne | 33% | 29,7% | - |
| Abduction | 55% | - | 36% |
| Adduction | 66% | - | 51% |

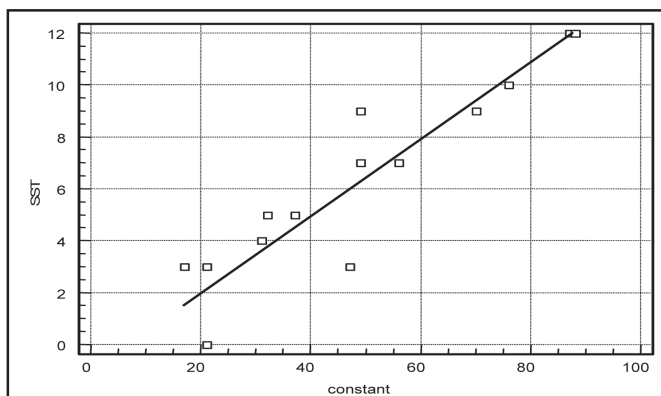


Figure 5 : on constate une corrélation importante entre le SST et le score de Constant avec un r de 0,9 ($p < 0,001$) confirmant qu'il s'agit bien de score spécifique de la fonction de l'épaule à la différence du DASH qui évalue l'ensemble de la fonction du membre supérieur.

est de 0,85 avec $p < 0,001$.

Influence sur le score de Constant

La régression linéaire a permis de déterminer quels paramètres étudiés avaient une influence sur les résultats du score de Constant. Les pathologies associées, l'âge, l'alcool, la douleur, le type de fracture, le délai entre la chirurgie et le suivi ainsi que la différence de hauteur entre le sommet du tubercule majeur (dH) n'ont pas donné de résultats significatifs ($p > 0,05$). Notre série est cependant très petite ce qui limite vraisemblablement ces conclusions. Par contre, la différence de l'angle d'inclinaison (αF) et la normalité de 45° ont une influence légère sur le score de Constant avec un $r = 0,49$ avec $p < 0,05$. Le résultat radiologique global, la motivation du patient lors de la rééducation et l'absence d'insuffisance technique influencent les résultats avec respectivement $p < 0,05$ et $r = 0,59$, $p < 0,05$ avec $r = 0,48$ et $p < 0,004$ avec $r = 0,67$. La motivation du patient est définie par sa participation à la rééducation, aux tâches ménagères pour les femmes âgées et la reprise précoce du travail pour les plus jeunes.

DISCUSSION

Les fractures complexes représentent entre 15 à 20 % des fractures de l'humérus proximal¹². Il existe actuellement de nombreuses techniques d'ostéosynthèse, avec leurs avantages, désavantages et complications⁵. Or, si les critères pour une indication opératoire semblent être relativement bien définis³, le choix de la technique reste controversé; il n'existe actuellement aucun consensus quant à celle à adopter en fonction du type de fracture. Pour tenter de répondre à cette question, de nombreuses classifications ont été publiées. La première est celle de Neer publiée en 1970 (modifiée en 1975), elle est encore largement utilisée dans la littérature, notamment anglo-saxonne, malgré une série de défauts. On lui reproche notamment une mauvaise reproductibilité inter- et intra-observateurs. En effet, Majed *et al.* dans une étude publiée en 2011 montrent un coefficient κ de 0,30 en inter-observateur et de 0,54 en intra-observateur¹². Kristiansen confirme par contre la valeur pronostique de cette classification¹³. Vandebussche et Hutten dans leur chapitre de l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale [EMC]¹⁴ consacré aux fractures de l'humérus proximal soulignent d'une part la confusion entre les termes « segments » et « fragments » menant par conséquent à des erreurs d'interprétation [et donc de classement dans les études]. Ils relèvent d'autre part l'impossibilité de classer certains types de fractures. L'utilisation du CT-scan nous a permis de distinguer certaines fractures identifiées comme des Neer III sur radiographie conventionnelle en Neer IV. Une autre classification fréquemment retrouvée dans la littérature est celle publiée par l'AO. Bien qu'assez exhaustive, elle est complexe et difficile à mettre en oeuvre: il est nécessaire d'avoir l'ensemble de la classification sous les yeux pour étiqueter une fracture en raison du nombre important de sous-groupes⁷. Étant donné qu'elle est couramment utilisée dans la littérature, nous en avons fait usage malgré la difficulté d'application. Toujours dans l'étude de Majed *et al.*, le coefficient κ est en inter et intra-observateur est respectivement de 0,11 et 0,42¹². Ces valeurs pour le coefficient κ semblent peu élevées par rapport à l'étude de Sjöden *et al.*¹⁵ qui décrivent une valeur de κ 0,42 pour la classification de Neer et de 0,31 pour l'AO en inter-observateur et respectivement de 0,45 et de 0,30 en intra-observateur. Dans l'étude de Sidor *et al.*¹⁶, la reproductibilité est encore plus élevée. Cette différence est mise en évidence par Majed *et al.* qui l'expliquent par le niveau d'expertise des chirurgiens impliqués dans les différentes études. Cependant, aucune de ces classifications ne prend en compte la comminution fracturaire et le degré d'ostéoporose, facteurs déterminants en ce qui concerne les possibilités de repositionnement et de consolidation des tubérosités. Actuellement, aucune des classifications n'est capable d'indiquer clairement le choix thérapeutique à adopter dans le cadre des fractures complexes de l'humérus proximal. Le CT-scan, lorsqu'il a été réalisé, nous a permis de mieux appréhender la taille et le déplacement des tubérosités ainsi que la qualité osseuse de la calotte humérale facilitant ainsi le positionnement des vis proximales en peropératoire.

Malgré des débuts historiques parfois difficiles, l'enclouage centromédullaire semble être une bonne option dans l'ostéosynthèse des fractures de l'humérus proximal, notamment avec l'apparition des clous avec de multiples vis verrouillées, permettant une meilleure fixation dans l'os ostéoporotique⁵. Ses propriétés biomécaniques semblent même supérieures aux dispositifs d'ostéosynthèse extraosseux : le clou est plus rigide par rapport aux plaques-vis et assure donc une plus grande stabilité primaire aussi bien dans la région diaphysaire que métaphysaire⁵. Il semble également avoir des qualités biomécaniques supérieures pour

des contraintes de type torsion et cintrage, cependant les résultats sous charges cycliques ne semblent pas montrer de supériorité⁵. Par conséquent il offrirait une possibilité de rééducation plus rapide. Mais à l'inverse des plaques-vis, il existe un certain degré de mobilité interfragmentaire même lorsque les contraintes sur l'articulation sont nulles. Ce problème est d'autant plus important que ce constat a été réalisé sur des modèles de fracture à deux fragments, on peut donc penser que les mouvements sont plus importants dans les fractures comminutives. Or, les fractures non réduites ou mal réduites avec déplacement secondaire sont à l'origine de déformations sévères de l'épaule, de douleurs persistantes qui auront pour conséquence un retard dans la rééducation et un risque d'aggravation du déficit fonctionnel⁵.

Les taux de complications restent non-négligeables: les ostéonécroses avasculaires [AVN] sont fréquentes et varient entre 3,7 % à 50 %^{5,6}. La série réalisée par Cuny publiée en 2008 et utilisant le clou Telegraph® présente 37,5% d'AVN⁶ pour les fractures complexes (C2 ou C3 selon l'AO) dans un suivi à quatre ans. Certains gestes chirurgicaux comme l'ostéosynthèse à foyer fermé ou par un abord limité diminuent le risque. Dans notre série, seuls deux cas ont présenté une AVN soit 13 %. Cependant, comme dans beaucoup d'études sur le sujet, le suivi n'est probablement pas assez long pour une bonne quantification du problème. Il a été reproché au clou Telegraph®, par son point d'entrée médian dans la coiffe des rotateurs dans la partie musculaire et donc vascularisée, de compromettre la revascularisation de la tête humérale. Ce processus appelé « *creeping substitution* » est décrit par Lee : il explique que dans les fractures à grands déplacements, la vascularisation de la tête humérale est interrompue, mais avec revascularisation rapide, sous réserve de l'intégrité de la coiffe des rotateurs associée à un montage rigide¹⁷. Ceci semble être contesté par Gaullier *et al.* qui affirment qu'au contraire, par la mise en place du clou plus médialement dans une zone bien vascularisée de la coiffe, la cicatrisation de cette dernière est bien meilleure et minimiserait les séquelles tendineuses¹⁸. D'autres auteurs soulignent également l'avantage d'un point d'entrée plus médian associé à un design rectiligne du clou, qui diminuerait les risques de fracture secondaire à l'introduction du clou. En effet, les clous au design plus « anatomique », c'est-à-dire plus courbé, ont un point d'entrée plus latéral avec risque de fracture secondaire du tubercule majeur⁵.

Notre série comporte 20 % de complications liées à la technique, dont des bris des vis proximales pouvant entraîner des déplacements secondaires. Pour y remédier, de nouvelles vis ayant une résistance de 80 % supérieure à celles précédemment utilisées ont été proposées tout en conservant leurs qualités de vis à os spongieux⁶. Chez 33 % de nos patients opérés, le clou dépasse de l'extrémité supérieure de la tête humérale avec conflit sous-acromial nécessitant l'ablation du matériel. Il en est de même pour une vis qui est entrée en conflit avec l'acromion lors des mouvements d'abduction. Dans la série de Cuny, on retrouve un taux de 12 % de défaillances liées au matériel⁶ et jusque 30 % dans d'autres séries. Il s'agit d'erreurs techniques peropératoires et il faut donc veiller à ce que le clou soit descendu au moins de cinq millimètres sous la corticale de la tête humérale. Vingt pourcent de nos patients ont présenté une avulsion des tubérosités, aucun d'entre eux n'avait bénéficié d'un haubanage des tubérosités et chez un seul, une allogreffe osseuse avait été mise en place. En comparaison, dans la série d'hémiarthroplasties de Boileau, celui-ci décrit 27 % de malpositions primaires des tubérosités et 23 % de déplacements secondaires¹⁹. Or, le repositionnement adéquat de la coiffe des rotateurs, via les tubérosités, associé à une immobilisation assez longue pour permettre la consolidation

est la clé de la chirurgie traumatique de l'épaule. Il conclut dans son article qu'il est préférable de différer la mobilisation de l'épaule après hémiarthroplastie en cas de repositionnement des tubérosités.

Au vu des nombreuses complications peropératoires et/ou postopératoires précoces, le traitement chirurgical des fractures complexes de l'épaule demeure difficile et nécessite des chirurgiens expérimentés tant sur le plan diagnostique que thérapeutique. Il existe une courbe d'apprentissage ; dans notre étude il s'agit de la première série de pose du clou Telegraph® à l'hôpital Erasme, effectuée par des chirurgiens dont l'expérience était variable. En ce qui concerne les résultats, la douleur, sur l'échelle visuelle analogique, est en moyenne de trois et dans le score de Constant est de 10/15 contre 3,4/15 pour la série d'arthroplasties placées à Erasme en 1995, confirmant un résultat tout à fait satisfaisant au point de vue des douleurs après enclouage. En ce qui concerne la récupération des amplitudes, même si chez certains patients la récupération des amplitudes est pratiquement normale, dans la plupart des cas persiste un déficit de mobilité important. Les amplitudes obtenues sont cependant comparables à celles observées dans d'autres séries ou après hémiarthroplastie (Tableau 4). Au niveau fonctionnel, le score de Constant a été utilisé parce qu'il tient compte de paramètres objectifs et permet de comparer les résultats avec d'autres études. Le score de Constant moyen ajusté au sexe et à l'âge était de 58,8 %, il est inférieur à celui de la série de Cuny (77,5 %). Il faut souligner cependant dans notre étude l'écart important entre les plus mauvais et les meilleurs résultats (23-101) probablement lié à l'expérience inégale des différents opérateurs ou, dans certains cas, à des fractures trop complexes que pour pouvoir obtenir une réduction satisfaisante. Ce score est cependant supérieur à celui obtenu dans la série d'hémi-arthroplasties réalisées dans le Service en 1995 et comparable à celui obtenu dans la série de Boileau¹⁹ (Tableau 4). Le score obtenu dans notre étude est également supérieur à la série de fractures traitées de manière conservatrice par Zyto *et al.*²⁰ pour les fractures de type Neer IV. En se référant à nos analyses radiologiques, il faut souligner que le résultat fonctionnel et la récupération des amplitudes sont d'autant meilleurs que la réduction est anatomique ; nous observons un score de 94,2 % pour les réductions anatomiques contre 63,2 % pour les subanatomiques. En cas de réduction insuffisante, par contre, le résultat fonctionnel est le plus souvent médiocre. Le score DASH est un score fréquemment utilisé dans la littérature pour évaluer de manière subjective la fonction du membre supérieur et pas uniquement de l'épaule. Dans notre étude la corrélation entre le score de Constant et le score SST est supérieure à la corrélation entre le score de Constant et le score DASH. Ceci peut s'expliquer par le fait que le score SST est beaucoup plus spécifique des fonctions liées à l'épaule alors que le score DASH concerne le membre supérieur dans son ensemble, en insistant également sur la fonction de la main. Enfin, en ce qui concerne les résultats fonctionnels, la régression linéaire

que nous avons effectuée montre également l'importance de la motivation des patients dans la rééducation. Ceci souligne donc la nécessité de pouvoir apprécier la compliance des patients au traitement de rééducation, si l'on désire véritablement comparer les résultats obtenus par différentes techniques.

L'appareil Cybex® permet de détecter de manière objective et avec une plus grande finesse les déficits musculaires et les perturbations de la balance agonistes-antagonistes mais nécessite une installation rigoureuse et identique lors des tests successifs²¹. Nous avons trouvé peu de référence à cette méthode de mesure dans la littérature, du moins pour l'évaluation post-traumatique de l'humérus proximal. En effet, la méthode nécessite de la part des patients une grande compliance en termes d'efforts à fournir pour les mesures, et des visites supplémentaires à l'hôpital. D'autre part, une équipe expérimentée doit également être disponible pour effectuer l'examen. Dans notre série, seuls cinq patients ont pu être soumis aux mesures, ce qui limite les interprétations à ce stade. Nous pouvons cependant remarquer que même dans les meilleures situations, à un an, la récupération de la force demeure incomplète par rapport au côté non fracturé.

Notre étude peut être soumise à plusieurs critiques. D'abord, il s'agit d'une étude observationnelle descriptive prospective. Il n'y a pas de groupe contrôle ni de randomisation. La comparaison des résultats avec ceux issus de la littérature permet de classer cette étude parmi les études contrôlées avec groupe historique (niveau de preuve IV). En outre, la taille de notre série est assez réduite et la durée moyenne du suivi post-opératoire est de un an ce qui demeure un peu court au vu des complications tardives potentielles. Enfin, un biais majeur est la participation à cette étude de plusieurs chirurgiens d'expérience très variables.

CONCLUSIONS

Au vu de ce travail préliminaire, l'enclouage centromédullaire par un clou rectiligne (Telegraph®) nous semble une solution valable pour l'ostéosynthèse des fractures complexes de l'humérus proximal de type Neer III et IV, et constitue une alternative à l'hémi-arthroplastie. Les nombreuses techniques disponibles selon la comminution et leurs combinaisons avec d'autres gestes (haubanage, oséoture, embrochage) ainsi que la possibilité de convertir en hémi-arthroplastie, offrent une grande flexibilité pour obtenir une restitution anatomique de l'extrémité proximale de l'humérus. Sous cette condition, nous recommandons cette ostéosynthèse en première intention chez les patients jeunes et motivés. En ce qui concerne les patients plus âgés, notre attitude actuelle consiste à envisager une ostéosynthèse par clou lorsque la réductibilité et la fixation de la fracture paraît envisageable. Dans les autres situations, ou lorsqu'en peropératoire la réduction obtenue est insuffisante, nous n'hésitons pas à recourir à une hémiarthroplastie classique, voire à une prothèse inversée si la coiffe des rotateurs s'avère irréparable.

BIBLIOGRAPHIE

1. Court-Brown CM, Caesar B : Epidemiology of adult fractures : A review. *Injury* 2006 ; 37 : 691-7
2. Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J : Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2006 ; 442 : 87-92
3. Murray IR, Amin AK, White TO, Robinson CM : Current concepts in evaluation and management of proximal humeral fractures. *J Bone JT Surg (Br)* 2011 ; 21 : 435-42

Tableau 4 : ce tableau compare les résultats fonctionnels et les amplitudes entre notre étude et la série d'hémiarthroplastie de Boileau *et al.*¹⁹

| | Boileau P <i>et al.</i> 2002 | Jayankura <i>et al.</i> 2011 |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Follow-up | 27 mois | 12 mois |
| Patients | 66 | 17 |
| Amplitudes articulaires | | |
| <i>Élévation antérieure</i> | 101° | 84,1° |
| <i>Rotation externe</i> | 15° | 35° |
| <i>Rotation interne</i> | L3 | L3 |
| Score de Constant | 56 (20-95) | 59 (23-101) |

4. Neer CS : Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Jt Surg (Am)* 1970 ; 52 : 1077-89
5. Karataglis D, Stavridis SI, Petsatodis G, Papadopoulos P, Christodoulou A : New trends in fixation of proximal humeral fractures : a review. *Injury* 2011 ; 42 : 330-8
6. Cuny C, Scarlat MM, Irrazi M *et al.* : The Telegraph nail for proximal humeral fractures : a prospective four-year study. *J Shoulder Elbow Surg* 2008 ; 17 : 539-45
7. Jakob RP, Kristiansen T, Mayo K, Ganz R, Müller ME : Classification and aspects of treatment of fractures of the proximal humerus. In : Batemen JE, Welsh RP, eds. *Surgery of the shoulder*. Philadelphia, BC Decker, 1984 : 330-43
8. Constant CR, Murley AH : A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987 : 160-4
9. Dubert T, Voche P, Dumontier C, Dinh A : Le questionnaire DASH. Adaptation française d'un outil d'évaluation international. *Chir Main* 2001 ; 20 : 294-302
10. Lippitt SB, Harryman DT, Matsen FA : A practical tool for evaluating function : the Simple Shoulder Test. In : *The shoulder : a balance of mobility and stability*. Rosemont, IL : American Academy of Orthopaedic Surgeons 1993 : 501-18
11. Cuny C, Pfeffer F, Irrazi M *et al.* : Un nouveau clou verrouillé pour les fractures proximales de l'humérus : le clou Telegraph. Technique et résultats préliminaires. *Rev Chir Orthop Rep Appar Mot* 2002 ; 88 : 62-7
12. Majed A, Macleod I, Bull AM *et al.* : Proximal humeral fracture classification systems revisited. *J Shoulder Elbow Surg* 2011
13. Kristiansen B, Christensen SW : Proximal humeral fractures : Late results in relation to classification and treatment. *Acta Orthop Scand* 1987 ; 58 : 124-7
14. Vandenbussche VE, Hutten HD : Fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus. *Encycl. Méd. Chir. (Paris, France), Appareil locomoteur* : 2000 : 20
15. Sjöden GO, Movin T, Guntner P *et al.* : Poor reproducibility of classification of proximal humeral fractures. Additional CT of minor value. *Acta Orthop Scand* 1997 ; 68 : 239-42
16. Sidor ML, Zuckerman JD, Lyon T, Koval K, Cuomo F, Schoenberg N : The Neer classification system for proximal humeral fractures. An assessment of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Bone Joint Surg Am* 1993 ; 75 : 1745-50
17. Lee CK, Hansen HR : Post-traumatic avascular necrosis of the humeral head in displaced proximal humeral fractures. *J Trauma* 1981 ; 21 : 788-91
18. Gaullier O, Rebaï L, Dunaud JL, Moughabghab M, Benaïssa S : Treatment of fresh humeral diaphysis fractures by Seidel intramedullary locked nailing. A study of 23 initial cases after 2.5 years with rotator cuff evaluation. *Rev Chir Orthop Rep Appar Mot* 1999 ; 85 : 349-61
19. 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
20. Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, Törnkvist H : Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br* 1997 ; 79 : 412
21. Codine P, Bernard PL, Pocholle M, Herisson C : Evaluation et rééducation des muscles de l'épaule en isocinétisme : méthodologie, résultats et applications. *Ann Réad Méd Phys* 2004 ; 295 : 1-13

Correspondance et tirés à part :

M. JAYANKURA
 Service d'Orthopédie-Traumatologie,
 Cliniques Universitaires de Bruxelles,
 Hôpital Erasme,
 Route de Lennik 808
 1070 Bruxelles
 E-mail : mjayanku@ulb.ac.be

Travail reçu le 1^{er} août 2011 ; accepté dans sa version définitive le 1^{er} septembre 2011.