

Mémoire original

Analyse des facteurs pouvant influencer les résultats fonctionnels et radiologiques à moyen terme des prothèses bipolaire cimentées de tête radiale – Revue de 41 prothèses sur fractures récentes au recul moyen de 87 mois.

Factors influencing the mid-term radiological and functional outcomes of 41 post-fracture bipolar radial head arthroplasty cases at a mean follow-up of 87 months

Pierre-Sylvain **Marcheix**, Céline **Cuenca**, Guillaume **Vergnenegre**, Christian **Mabit**, Jérémy **Hardy**, Jean-Louis **Charissoux**.

Department of Orthopedic Surgery, Dupuytren University Hospital, 2, Avenue Martin Luther King, 87042 LIMOGES cedex, France

Auteur correspondant:

Pierre-Sylvain Marcheix

Department of Orthopedic Surgery, Dupuytren University Hospital, 2, Avenue Martin Luther King, 87042 LIMOGES cedex, France

psmarcheix@orange.fr

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

Résumé

Introduction

Le traitement des fractures comminutives de la tête radiale ne pouvant être ostéosynthésées de façon stable repose sur le remplacement prothétique. L'hypothèse de notre travail était que les résultats fonctionnels et radiologiques des prothèses bipolaires de TR à cupule mobile n'étaient pas influencés par le recul de la prothèse mais par le bon positionnement de cette prothèse en peropératoire et par la présence de lésions ligamentaires ou osseuses associées.

Matériel et Méthode

Quatre-vingt-deux prothèses de tête radiale ont été posées entre mai 1998 à décembre 2016. L'âge moyen des patients au moment de la pose de la prothèse était de 53 ans (22-81). Des lésions ligamentaires ou osseuses étaient associées à la fracture de tête radiale dans 70% des cas.

Résultats

Quarante et un patients ont pu être revus et inclus dans notre étude statistique final avec un recul moyen de 82 mois (12-228). Le MEPS moyen au dernier recul était de 88,7 (61-100). Il y avait 23 résultats excellents, 9 bons résultats, 9 résultats moyens et aucun mauvais résultat. Le DASH moyen était de 18,7 (0-55). L'EVA moyenne était de 1 (0-5). Cinq patients ont nécessité une reprise chirurgicale (12%), dont 1 changement de l'implant. Notre étude statistique n'a pas mis en évidence de rapport entre le recul de la prothèse et les résultats fonctionnels. L'apparition d'un liseré périprothétique n'était pas influencée par le recul de la prothèse. Les lésions associées ligamentaires ou osseuses augmentaient significativement le risque d'apparition d'un liseré périprothétique, d'une dégradation de l'articulation huméro-ulnaire et de décentrage de la cupule prothétique. L'observation radiologique d'une prothèse suspendue était significativement associée à des résultats fonctionnels altérés.

Discussion et conclusion

Cette étude a permis de confirmer la stabilité à long terme des résultats cliniques de cette prothèse. Il n'a pas été trouvé de lien entre une éventuelle dégradation radiologique de l'implant et le résultat clinique. Cette prothèse ne doit surtout pas être surdimensionnée ou suspendue, le risque étant l'usure précoce du capitulum et la raideur douloureuse du coude opéré.

Niveau de preuve : IV ; systematic retrospective analysis

Mots-clés : fracture tête radiale, prothèse cimenté, bipolaire, évaluation fonctionnelle, évaluation radiologique, moyen terme.

Introduction

Les fractures de la tête radiale (TR) représentent 1/3 des fractures du coude [1] et concernent une population jeune avec une moyenne d'âge de 45 ans [2, 3].

Dans le cas des fractures de la TR comminutives non ostéosynthésables, l'arthroplastie est recommandée [4-7] pour assurer la stabilité du coude et la cicatrisation des lésions ligamentaires associées [3, 7, 8]. En effet, les fractures de TR sont rarement isolées et s'associent dans plus de 75% des cas à d'autres fractures du coude ou à des lésions des tissus péri-articulaires [2, 7, 9]. Il se pose alors la question du choix de l'implant à utiliser. Ainsi deux théories biomécaniques s'affrontent dans le choix de la prothèse. Les implants monoblocs assureraient une meilleure stabilisation du coude traumatisé [10-12]. Les implants bipolaires, quant à eux, permettraient, à l'aide d'une cupule radiale mobile, de diminuer les zones de contraintes articulaires par une meilleur répartition des charges [13, 14]. Ainsi les prothèses bipolaires permettraient d'obtenir une stabilisation articulaire tout en diminuant les contraintes d'hyperpression sur le condyle latéral et donc les risques de dégradation arthrosique de l'articulation huméro-ulnaire et huméro-radiale [15].

L'hypothèse de notre travail était que les résultats fonctionnels et radiologiques des prothèses bipolaires de TR à cupule mobile n'étaient pas influencés par le recul de la prothèse mais par le bon positionnement de cette prothèse en peropératoire et par la présence de lésions ligamentaires ou osseuses associées lors du traumatisme initial.

Notre critère de jugement principal était représenté par l'analyse des résultats fonctionnels au plus long recul évaluée par les scores fonctionnels MEPS et DASH en fonction du positionnement radiologique de la prothèse de tête radiale.

Les critères de jugement secondaires étaient, au plus long recul :

- L'évaluation fonctionnelle de nos patients à l'aide des scores fonctionnels MEPS et DASH et de la force de serrage du côté opéré par rapport au côté controlatéral
- L'évaluation de la satisfaction de nos patients,
- L'évaluation de la douleur au niveau de coude opéré à l'aide de l'échelle visuelle anatomique (EVA)
- L'évaluation fonctionnelle et radiologique de la prothèse en fonction des lésions initiales associées.

Matériel et méthode

Description de l'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective mono-centrique multi-opérateur réalisée dans notre unité d'orthopédie-traumatologie entre mai 1998 et décembre 2016. Les critères d'inclusion étaient : le remplacement prothétique de la tête radiale d'emblée dans le cadre d'un traumatisme aigu du coude, un recul supérieur à 1 an, un âge du patient supérieur à 18 ans, les patients revus pour une évaluation clinique et radiographique. Les critères de non-inclusion étaient : les prothèses de tête radiale posées secondairement (délai supérieur à 15 jours par rapport au traumatisme initial) et les prothèses posées dans le cadre des arthroplasties totales de coude.

Tous les patients inclus dans l'analyse statistique de notre étude ont été revus en consultation par le même examinateur au dernier recul.

Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique de notre institution le 30 janvier 2018 et a reçu l'avis de conformité 243-2018-09.

Procédure chirurgicale et suites post-opératoires

Il s'agissait d'une série multi-opérateurs. L'implant posé était une prothèse de type Judet à Cupule Radiale Flottante II (CRF® - société TORNIER) et tige longue cimentée. L'intervention était réalisable sous anesthésie générale ou sous anesthésie loco-régionale.

Le patient était positionné en décubitus dorsal, avec le bras opéré sur une table à bras, et un garrot de bras était mis en place. La voie d'abord était conditionnée par les éventuelles lésions associées. Elle pouvait être de type postéro-latérale (voie de Cadenat), de type latérale (voie de Kaplan), de type postérieure lorsqu'une ostéosynthèse de l'ulna étaient nécessaire (voie de Boyd) ou combinée (voie latérale + voie postéro-ulnaire, voie latérale + voie médiale).

Les suites post-opératoires n'étaient pas protocolisées. Le choix d'une immobilisation post-opératoire et de son type étaient dépendantes des lésions associées rencontrées. Il en était de même pour la prise en charge rééducative postopératoire qui pouvait être soit immédiate soit retardée, soit réalisée par un kinésithérapeute soit à type d'autorééducation.

Patients

Entre mai 1998 et décembre 2016, 92 prothèses de tête radiale à Cupule Radiale Flottante ont été posées chez 91 patients dans le cadre d'une fracture fraîche de la tête radiale. Il s'agissait de 37 hommes (41%) et de 54 femmes (59%). La tête radiale gauche était atteinte dans 53 cas (58%) contre 39 fractures à droite (42%). Pour 34 patients, le côté dominant était atteint. L'âge moyen au moment de la pose de la prothèse était de 53 ans (22-81). Au moment du traumatisme, 47 patients étaient considérés comme sédentaire ou retraités

(52%), 29 étaient des travailleurs manuels légers (32%) et 15 patients étaient des travailleurs manuels lourds (16%).

Caractérisation de la fracture

Les fractures de la tête radiale ont été classées en fonction de la classification de Mason modifiée par Broberg-Morrey [16]. Les 92 fractures étaient classées Mason 3. Parmi ces 92 fractures, 29 étaient considérées comme isolées (31.5%). Ces patients ont bénéficiés d'une résection-arthroplastie sans gestes associées.

41 fractures étaient associées à des lésions ligamentaires ou équivalent (44.6% - suture des plans collatéraux ou médiaux, capsulorraphie antérieure par réinsertion sur la coronoïde, ostéosynthèse de la coronoïde). 18 fractures étaient associées à des lésions osseuses (19.6% - fractures associées de l'olécrane, de la métaphyse ou de la diaphyse ulnaire, des condyles huméraux ou de la palette humérale) et 4 fractures étaient associées à des lésions mixtes osseuses et ligamentaires (4.3%). Le geste de résection-arthroplastie était alors associé à :

- Une suture du plan collatéral latéral (18 cas) et/ou médial (3 cas)
- Une capsulorraphie antérieure par réinsertion sur la coronoïde (12 cas)
- Une ostéosynthèse de la coronoïde (7 cas)
- Une ostéosynthèse de l'ulna (19 cas)
- Une ostéosynthèse du condyle latéral (2 cas)
- Une ostéosynthèse de la métaphyse proximale du radius (1 cas).

Seuls les patients revus en consultation au dernier recul ont été inclus pour notre étude statistique. La **figure 1** rapporte le flow-chart de notre étude. Tous les patients ont été revus par un opérateur indépendant au dernier recul. L'analyse radiologique a été réalisée par un radiologue indépendant.

Évaluation clinique, satisfaction et scores fonctionnels

La douleur au dernier recul a été évaluée par une échelle visuelle analogique (EVA) allant de 0 à 10. La satisfaction du patient était évaluée en fonction de l'échelle suivante : très satisfait/ satisfait/ peu satisfait / non satisfait/ pas du tout satisfait. Les amplitudes articulaires du coude ont été mesurées à l'aide d'un goniomètre. La mobilité du coude était considérée comme fonctionnelle lorsque la flexion était supérieure à 130° et le déficit d'extension inférieur à 30°. L'évaluation de la stabilité du coude a été faite sur des critères subjectifs (ressenti d'instabilité par le patient) et objectifs (recherche d'une instabilité postéro-latérale par le pivot shift) [17]. La force de serrage maximale a été évaluée par 3 mesures successives à l'aide d'un dynamomètre de JAMAR. Le rapport entre coté opéré et côté non opéré était réalisé. Les scores fonctionnels utilisés étaient le Mayo-Clinic Performance score (MEPS)[18] et le Disability of Arm-Shoulder-Hand (DASH)[19]. Le score de MEPS était considéré comme excellent lorsque le score était compris entre 90 et 100, bon entre 75 et 89, moyen entre 60 et 74 et mauvais si inférieur à 60.

Évaluation radiologique

Le bilan radiologique était composé d'une radiographie du coude de face en extension et de profil à 90° de flexion. Les éléments recherchés étaient un liséré de descellement péri-prothétique comme décrit par Popovic et al. [20] (**Figure 2a**), une prothèse suspendue par la recherche d'une asymétrie de l'interligne huméro-ulnaire (river delta sign)[21] (**Figure 2b**), un décentrage de la cupule radiale (axe diaphysaire radial ne passant pas au centre du capitulum – équivalent à la ligne de Storen) (**Figure 2c**) , une dégradation arthrosique de l'articulation huméro-ulnaire par l'utilisation de la classification de Broberg-Morrey côté comme présent ou absent dans notre étude [22] (**Figure 2d**), une déminéralisation du condyle latéral côté comme présent ou absent dans notre étude [23] et des calcifications hétérotopiques côté comme présent ou absent dans notre étude [24] (**Figure 2d**).

Analyses statistiques

Les résultats des variables quantitatives étaient présentés sous la forme moyenne $\pm$ écart-type, minimum, maximum et médiane, ceux des variables qualitatives étaient exprimés en fréquences et pourcentages. Pour les variables qualitatives, le test du Khi2 a été utilisé selon la méthode Monté Carlo pour l'estimation de la valeur du petit p. Pour les corrélations entre 2 variables quantitatives, une analyse de corrélation par régression linéaire a été réalisée et l'estimation de la significativité a été faite par le test de Pearson.

Pour les comparaisons de variables quantitatives, le test de Mann Whitney avec estimation de la valeur du petit p par la méthode Monté Carlo a été utilisé. Pour la comparaison de groupes en fonction de paramètres quantitatifs, le test non paramétrique de Mann-Whitney ou de Kruskal Wallis a été utilisé. Dans tous les cas la valeur du petit p est estimé par méthode Monté Carlo avec 5000 itérations et un intervalle de confiance de 95%. Le seuil de significativité retenue est $p < 0,05$.

Résultats

41 fractures chez 41 patients ont été revues en consultation, avec un recul moyen de 86.9 mois (min 12- max 228). Il s'agissait de 14 hommes (34%) et de 27 femmes (66%). L'âge moyen au moment de la pose de la prothèse était de 59 ans (24-81). Parmi ces 41 fractures, 11 étaient considérés comme isolées (26.8%). 20 fractures étaient associées à des lésions ligamentaires (48.8%). 10 fractures étaient associées à des lésions ligamentaires et osseuses (24.4%).

Complications et reprises chirurgicales :

Nous avons pu relever 10 complications post-opératoires (29%). Les complications sont rapportées dans le **tableau 1**. Nous avons observé 1 paralysie du nerf interosseux postérieur en post-opératoire immédiat avec une récupération complète à 10 mois post-opératoire.

Résultats cliniques au dernier recul (Tableau 2) :

Le MEPS moyen était de 88.7 (min 61-max 100). Le DASH moyen était de 18.7 (min : 0-max 55). 3 patients ont nécessité un reclassement professionnel (7%). Le rapport de la force de serrage par rapport au côté controlatéral retrouvait une moyenne de 86,9% (20 à 189%). L'EVA moyenne était de 0,78 (min 0- max 5). 26 patients (63%) présentaient un déficit résiduel d'extension moyen de 13° (0- -60°), mais seulement 3 patients étaient dans le secteur de mobilité non fonctionnel (7%). 7 patients avaient un déficit de la pronosupination (17%) : 1 patient avec pronosupination nulle (2%) en rapport avec une fracture des extrémité inférieures du radius et de l'ulna concomitante au traumatisme, 2 patients (5%) avaient un déficit isolé de supination (respectivement 50 et 45° de supination), 4 patients avaient un déficit mixte de pronosupination (10%). 1 patient ressentait une sensation d'instabilité sans signe clinique objectivable. Aucun patient ne présentait d'instabilité objective du coude.

Résultats radiologiques au dernier recul :

Les résultats radiologiques au dernier recul sont rapportés dans le **tableau 2**. La **figure 3** représente l'aspect radiologique d'un patient ayant une prothèse trop haute avec un décentrage de la cupule radiale, une déminéralisation du condyle latéral et une arthrose huméro-ulnaire.

Résultats fonctionnels en fonction du recul de la prothèse :

Les **figure 4, 5 et 6** rapportent les résultats des scores fonctionnels et du rapport de la force de serrage par rapport au côté controlatéral en fonction du recul de la prothèse. L'analyse statistique ne permet pas de mettre en évidence de lien entre les scores de MEPS, DASH, le rapport de force de serrage et le recul de la prothèse de tête radiale (respectivement $p=0.09$, $p=0.7$, $p=0.9$).

Anomalies radiologiques observées en fonction du recul de la prothèse :

Un liseré de descellement était retrouvé pour 10 prothèses (24.4%). Le recul moyen de ces prothèses était de 80 mois (17-218). Les 31 prothèses ne présentant pas de liserés avaient un recul moyen de 82 mois (12-228). L'analyse statistique ne retrouve pas de lien entre l'apparition d'un liseré périprothétique et le recul de la prothèse de tête radiale ($p=0.8$).

Conséquences cliniques et radiologiques au dernier recul des lésions initiales associées (Tableau 3-4) :

La présence des lésions ligamentaires ou osseuses associées à la fracture de la tête radiale engendrait une augmentation significative du risque d'apparition d'un liseré périprothétique, d'une dégradation radiologique de l'articulation huméro-ulnaire et d'un décentrage de la cupule radiale (respectivement $p= 0.03$, $p< 0,0001$ et $p= 0.03$). Notre analyse statistique n'a pas permis de mettre en évidence de conséquence sur les résultats fonctionnels au dernier recul des lésions ligamentaires ou osseuses initialement associées que ce soit pour le score MEPS, le DASH ou la force de serrage (respectivement $p= 0.3$, $p= 0.3$, $p= 0.2$)

Résultats fonctionnels en fonction des anomalies radiologiques observées :

Cependant les observations radiologiques à type de décentrage de la cupule, calcifications périprothétique, déminéralisation du condyle latéral n'influençaient pas les résultats fonctionnels au dernier recul, ni le rapport de la force de serrage au dernier recul par rapport au côté controlatéral (**Tableau 5**).

Le positionnement suspendu de la prothèse était significativement lié à de moins bons résultats fonctionnels (respectivement pour les scores MEPS, DASH et la force de serrage : $p= 0.04$, 0.05 , 0.04) (**Tableau 5**). Dans 86% des cas, une prothèse suspendue engendrait un déficit d'extension du coude opéré (**Tableau 6**). Cependant notre analyse statistique n'a pas

permis de mettre en évidence de lien entre le caractère suspendu de la prothèse de TR est un déficit d'extension. Il en est de même pour le caractère suspendu de la prothèse et l'apparition d'un liseré periprothétique ou l'apparition d'une dégradation arthrosique de l'articulation huméro-ulnaire (**Tableau 6**).

Discussion

Notre étude nous a permis de mettre en évidence une relation étroite entre les résultats fonctionnels des prothèses bipolaires à cupule mobile de type CRF® et le positionnement radiologique de la prothèse. Afin d'améliorer les résultats fonctionnels et de limiter le risque de dégradation radiologique, un bon positionnement de l'implant est fondamental [2, 25-27]. L'objectif est de récupérer la longueur initiale du radius. Un radius trop court est à risque d'entraîner un conflit ulno-carpien secondaire [26]. A l'inverse, un radius trop long est à risque d'engendrer une dégradation arthrosique du condyle latéral et de l'articulation huméro-ulnaire [2, 28]. Il est ainsi conseillé de ne pas avoir de contact entre la prothèse et le condyle latéral tant en flexion qu'en extension [25]. Il est également nécessaire de ne pas surdimensionner la cupule radiale définitive afin de limiter l'encombrement de la cupule prothétique. Cet encombrement doit être soit identique soit légèrement inférieur à la cupule radiale native.

Notre étude permet également de confirmer la stabilité à moyen terme des résultats fonctionnels obtenu après implantation d'une prothèse de tête radiale bipolaire à cupule mobile type CRF® dans le cadre d'un traumatisme récent du coude. Avec un recul moyen de 80 mois, notre étude rapporte, avec un moyen MEPS moyen à 89, 78% d'excellents et bons résultats. Ces résultats fonctionnels sont comparables aux autres séries de prothèses type CRF® de la littérature. Le score de MEPS moyen varie dans la littérature entre 87 à 96 avec

une majorité d'excellents et bons résultats (**Tableau 7**). Ceci est confirmé par le score fonctionnel de DASH qui, dans notre étude, est en moyenne à 18.7 et rejoint les résultats obtenus par Laum et al à 67 mois de recul [7]. Ce type d'arthroplastie permet également de récupérer une force de serrage très satisfaisante avec une force de serrage moyenne à 87% par rapport au côté controlatéral. Ces résultats sont également dans la moyenne des résultats décrits par les autres séries utilisant le même type de prothèse (**Tableau 7**). Ainsi la prothèse de TR bipolaire à tige cimentée CRF permet de restaurer une bonne fonction du membre opéré tout en permettant la cicatrisation des lésions ligamentaires associées tant au niveau du coude que de l'avant-bras [7, 15, 29].

En ce qui concerne l'évolution radiologique, nous avons observé 24% de liseré autour de la tige prothétique. Ce pourcentage est très variable en fonction des séries allant de 0 à 53% des cas [20]. Chanlalit et al. concluent à un taux élevé de descellement (65%) quel que soit le type de fixation de la prothèse de tête radiale utilisée (cimenté vs press-fit) et le dessin de la tige, et ceci sans retentissement clinique majeur et sans progression dans le temps [10]. Delclaux et al. dans sa méta-analyse observent le même pourcentage de liseré que la tige prothétique soit cimentées et non [30]. Kachooei dans sa méta-analyse sur les reprises de prothèses de TR ne conclue pas à la supériorité d'un type d'implant par rapport à un autre sur la longévité ou sur le taux de reprise [31]. Par ailleurs, la littérature comme notre étude ne permettent pas d'établir de relation entre l'apparition d'un liseré autour de la tige prothétique et une altération des résultats fonctionnels au dernier recul [10, 32].

La dégénérescence arthrosique du capitulum et la déminéralisation du condyle latéral est une observation fréquemment rapportée dans la littérature à la suite de la mise en place d'une prothèse de tête radiale [33]. Notre étude rapporte 54% de déminéralisation du condyle latéral. Cependant les prothèses bipolaires à cupule mobile semblent avoir une

meilleure capacité d'adaptation articulaire fasse au condyle latéral permettant de diminuer l'hyperpression en regard du condyle latéral et donc de limiter le risque de dégénérescence arthrosique [15, 29, 33]. Certains auteurs préconisent l'utilisation de tige non cimentée afin de permettre une adaptation de la position de l'implant face au condyle latéral permettant ainsi de réduire l'hyperpression sur le condyle latéral. Cette observation semble être théorique puisque plusieurs auteurs déconseillent l'utilisation de prothèse bipolaire en press-fit et préconise l'utilisation de tiges cimentée [33, 34]. Par ailleurs en ce qui concerne le caractère monopolaire ou bipolaire de la prothèse, Chytas et al. concluent que les prothèses métalliques nonopolaires sont plus à risque d'engendrer une dégradation du capitulum et donc de provoquer une raideur du coude opéré [15]. Cependant l'étude clinique de Marsh et al., portant sur 33 patients traités par une prothèse monopolaire avec un recul moyen de 8 ans, ne rapportent que 22% de déminéralisation du condyle latéral ce qui est inférieur aux résultats que nous avons observé avec une prothèse bipolaire [35]. Notre étude ne nous a pas permis d'établir de lien au dernier recul entre déminéralisation du condyle latéral et dégradation des résultats fonctionnels de nos patients. Plusieurs autres études confirment cette observation quel que soit le type de prothèse utilisée [20, 36].

En ce qui concerne la dégradation arthrosique de l'articulation huméro-ulnaire, notre étude rapporte 63% d'arthrose avec un recul moyen de 80 mois. Ce pourcentage est comparable au 64% retrouvé par Moghaddam et al. qui utilisent une prothèse modulaire monobloc [37]. Selon la littérature actuelle, le type d'implant utilisé ne semble pas, non plus, avoir d'impact sur l'évolution arthrosique de l'articulation huméro-ulnaire à long terme [3, 37].

La prise en charge des fractures comminutives de la tête radiale nécessite un bilan préopératoire approfondi afin de ne pas minimiser les lésions associées. Un scanner préopératoire est souvent nécessaire afin de classer la fracture de tête radiale et de

rechercher une fracture de la coronoïde [7]. Par ailleurs, il est fondamental de rechercher les lésions ligamentaires associées dans le cadre d'une terrible triade du coude ou d'une lésion d'Essex-Lopresti. En effet, la réparation chirurgicale de ces lésions est indispensable afin de limiter le risque d'obtenir de mauvais résultats fonctionnels et radiologiques après implantation d'une prothèse de tête radiale [3]. Pour Vannabouathong et al., le type d'implant utilisé est accessoire, le plus important réside dans le diagnostic et le traitement adapté des lésions ligamentaires associées [3]. Ainsi, aucune étude dans la littérature actuelle ne conclue à une supériorité d'un type de prothèse (6,22–27). En ce qui concerne la stabilité du coude opéré, Yian et al. démontrent, dans une étude in vitro, que les prothèses bipolaires rétablissent aussi bien la stabilité du coude que les prothèses monoblocs et permettent même un meilleur alignement articulaire et donc en théorie diminuent le risque de sub-luxation de la prothèse [38]. Pomianowski et al. démontrent également que les prothèses bipolaires sont aussi efficaces sur la stabilité en valgus que les prothèses monoblocs [39]. Plusieurs autres séries corroborent également cette observation [28, 40]. Cependant d'autres études contredisent ces dernières observations. Ainsi, pour certains auteurs, les prothèses bipolaires ne permettent pas de restaurer une stabilisation articulaire satisfaisante. Les prothèses monoblocs seraient plus efficaces pour la prise en charge d'un coude instable dans le cadre d'une terrible triade par exemple [26, 31, 39].

Cette étude fait partie des séries les plus importantes de la littérature en ce qui concerne les prothèses type CRF® tant du point de vue du nombre de patients que du suivi (**Tableau 7**). Nous avons limité les biais de cette étude en réalisant une évaluation fonctionnelle au dernier recul par un examinateur expérimenté n'ayant pas participé à la prise en charge chirurgicale des patients. L'analyse radiologique a été réalisée par un radiologue indépendant. Cependant cette étude présente les limitations d'une étude rétrospective. Le nombre de

perdu de vue reste important. Nous n'avons pu faire qu'une évaluation fonctionnelle de nos patients au dernier recul ce qui ne nous permet pas de faire un véritable suivi de l'évolution fonctionnelle avec le temps.

Conclusion

Notre étude rapporte de très bons résultats grâce aux prothèses de tête radiale bipolaire à cupule mobile type CRF® dans le cadre de la prise en charge chirurgicale des fractures comminutives de la tête radiale. Grâce à la stabilisation du coude par l'intermédiaire de cette prothèse, nous obtenons des résultats fonctionnels et radiologiques très satisfaisants à moyen terme. Cependant pour obtenir ce type de résultats, il est indispensable de bien analyser la fracture et le traumatisme en préopératoire. La recherche de lésions ligamentaires en peropératoire est également indispensable afin de les traiter. Les résultats fonctionnels et radiologiques de ces prothèses de tête radiale dans un contexte traumatique sont corrélés à la prise en charge adaptée de ces lésions associées et au bon positionnement peropératoire de la prothèse.

Conflit d'intérêt : Les auteurs ne déclarent pas de conflit d'intérêt.

Sources de financement : aucune.

Contribution des auteurs : PSM, CC ont participé à l'élaboration du projet, la collecte des données, les statistiques, la rédaction, les corrections. GV, JH, CM, JLC ont participé aux corrections.

Figures et tableaux

Figure 1 : Flow-chart.

Figure 2 : Observations radiologiques

2a : Aspect radiologique d'un liseré périprothétique

2b : Aspect radiologique d'une prothèse suspendue (river delta sign)

2c : Aspect radiologique postopératoire d'un décentrage de la cupule radiale dans le cadre d'une prothèse trop haute.

2d : Aspect radiologique d'une arthrose huméro-ulnaire débutante et de calcifications périprothétiques.

Figure 3 : Patient 31 présentant une prothèse trop haute avec décentrage de la cupule radiale, déminéralisation du condyle latéral et arthrose huméro-ulnaire.

Figure 4 : Analyse du score de MEPS en fonction du recul de la prothèse de tête radiale.

Figure 5 : Analyse du score DASH en fonction du recul de la prothèse de tête radiale.

Figure 6 : Analyse du rapport de la force de serrage entre côté opéré et côté sain en fonction du recul de la prothèse de tête radiale.

Tableau 1 : Complications au dernier recul.

Tableau 2 : Résultats cliniques et radiologiques au dernier recul.

Tableau 3 : Conséquences radiologiques au dernier recul des lésions initiales associées

Tableau 4 : Conséquences cliniques au dernier recul des lésions initiales associées

Tableau 5 : Résultats fonctionnels en fonction de la présence d'un descellement prothétique, de calcifications périprothétiques, d'un décentrage de la cupule, d'une déminéralisation du condyle latéral ou d'un mauvais positionnement de l'implant.

Tableau 6 : Impact du positionnement de la prothèse sur les constatations radiologique et sur le déficit d'extension.

Tableau 7 : Comparaison aux autres séries de la littérature portant sur les prothèses CRF®.

Références

- [1] Vannabouathong C, Akhter S, Athwal GS, et al. Interventions for displaced radial head fractures: network meta-analysis of randomized trials. *J Shoulder Elbow Surg* 2019.
- [2] van Riet RP, Morrey BF, O'Driscoll SW, et al. Associated injuries complicating radial head fractures: a demographic study. *Clin Orthop Relat Res* 2005;441:351-5.
- [3] Vannabouathong C, Venugopal N, Athwal GS, et al. Radial head arthroplasty: fixed-stem implants are not all equal-a systematic review and meta-analysis. *JSES Int* 2020;4(1):30-8.
- [4] Harrington IJ, Sekyi-Otu A, Barrington TW, et al. The functional outcome with metallic radial head implants in the treatment of unstable elbow fractures: a long-term review. *J Trauma* 2001;50(1):46-52.
- [5] Chen NC. Elbow Fractures with Instability: Evaluation and Treatment Strategies. *Hand Clin* 2018;34(1):75-83.
- [6] Monica JT, Mudgal CS. Radial head arthroplasty. *Hand Clin* 2010;26(3):403-10, vii.
- [7] Laun R, Tanner S, Grassmann JP, et al. Primary cemented bipolar radial head prostheses for acute elbow injuries with comminuted radial head fractures: mid-term results of 37 patients. *Musculoskelet Surg* 2019;103(1):91-7.
- [8] Beingessner DM, Dunning CE, Gordon KD, et al. The effect of radial head excision and arthroplasty on elbow kinematics and stability. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(8):1730-9.
- [9] King GJ, Zarzour ZD, Rath DA, et al. Metallic radial head arthroplasty improves valgus stability of the elbow. *Clin Orthop Relat Res* 1999(368):114-25.
- [10] Chanlalit C, Shukla DR, Fitzsimmons JS, et al. Stress shielding around radial head prostheses. *J Hand Surg Am* 2012;37(10):2118-25.
- [11] Chanlalit C, Shukla DR, Fitzsimmons JS, et al. Radiocapitellar stability: the effect of soft tissue integrity on bipolar versus monopolar radial head prostheses. *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20(2):219-25.
- [12] Schneeberger AG, Sadowski MM, Jacob HA. Coronoid process and radial head as posterolateral rotatory stabilizers of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86(5):975-82.
- [13] Judet T, Garreau de Loubresse C, Piriou P, et al. A floating prosthesis for radial-head fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78(2):244-9.
- [14] Sershon RA, Luchetti TJ, Cohen MS, et al. Radial head replacement with a bipolar system: an average 10-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27(2):e38-e44.
- [15] Chytas ID, Antonopoulos C, Cheva A, et al. Capitellar erosion after radial head arthroplasty: A comparative biomechanical study of operated radial head fractures on cadaveric specimens. *Orthop Traumatol Surg Res* 2018;104(6):853-7.
- [16] Iannuzzi NP, Leopold SS. In brief: the Mason classification of radial head fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(6):1799-802.
- [17] O'Driscoll SW, Bell DF, Morrey BF. Posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73(3):440-6.
- [18] Cusick MC, Bonnaig NS, Azar FM, et al. Accuracy and reliability of the Mayo Elbow Performance Score. *J Hand Surg Am* 2014;39(6):1146-50.

- [19] Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med* 1996;29(6):602-8.
- [20] Popovic N, Lemaire R, Georis P, et al. Midterm results with a bipolar radial head prosthesis: radiographic evidence of loosening at the bone-cement interface. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(11):2469-76.
- [21] Dou Q, Yin Z, Sun L, et al. Prosthesis replacement in Mason III radial head fractures: A meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015;101(6):729-34.
- [22] Broberg MA, Morrey BF. Results of treatment of fracture-dislocations of the elbow. *Clin Orthop Relat Res* 1987(216):109-19.
- [23] Lamas C, Castellanos J, Proubasta I, et al. Comminuted radial head fractures treated with pyrocarbon prosthetic replacement. *Hand (N Y)* 2011;6(1):27-33.
- [24] Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, et al. Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *J Bone Joint Surg Am* 1973;55(8):1629-32.
- [25] Allavena C, Delclaux S, Bonneville N, et al. Outcomes of bipolar radial head prosthesis to treat complex radial head fractures in 22 patients with a mean follow-up of 50 months. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014;100(7):703-9.
- [26] Jones CM, Beredjiklian PK. Radial Head Arthroplasty Understuffing in the Setting of Longitudinal Radioulnar Dissociation: A Case Report. *JBJS Case Connect* 2016;6(4):e81.
- [27] Van Glabbeek F, Van Riet RP, Baumfeld JA, et al. Detrimental effects of overstuffing or understuffing with a radial head replacement in the medial collateral-ligament deficient elbow. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86(12):2629-35.
- [28] van Riet RP, Sanchez-Sotelo J, Morrey BF. Failure of metal radial head replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92(5):661-7.
- [29] Antoni M, Kempf JF, Clavert P. Comparison of bipolar and monopolar radial head prostheses in elbow fracture-dislocation. *Orthop Traumatol Surg Res* 2020.
- [30] Delclaux S, Lebon J, Faraud A, et al. Complications of radial head prostheses. *Int Orthop* 2015;39(5):907-13.
- [31] Kachooei AR, Baradaran A, Ebrahimzadeh MH, v et al. The Rate of Radial Head Prosthesis Removal or Revision: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Hand Surg Am* 2018;43(1):39-53 e1.
- [32] Berschback JC, Lynch TS, Kalainov DM, et al. Clinical and radiographic comparisons of two different radial head implant designs. *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22(8):1108-20.
- [33] Flinkkila T, Kaisto T, Sirnio K, et al. Short- to mid-term results of metallic press-fit radial head arthroplasty in unstable injuries of the elbow. *J Bone Joint Surg Br* 2012;94(6):805-10.
- [34] Laumonerie P, Reina N, Ancelin D, et al. Mid-term outcomes of 77 modular radial head prostheses. *Bone Joint J* 2017;99-B(9):1197-203.
- [35] Marsh JP, Grewal R, Faber KJ, et al. Radial Head Fractures Treated with Modular Metallic Radial Head Replacement: Outcomes at a Mean Follow-up of Eight Years. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98(7):527-35.
- [36] Burkhart KJ, Mattyasovszky SG, Runkel M, et al. Mid- to long-term results after bipolar radial head arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19(7):965-72.

- [37] Moghaddam A, Raven TF, Dremel E, et al. Outcome of Radial Head Arthroplasty in Comminuted Radial Head Fractures: Short and Midterm Results. *Trauma Mon* 2016;21(1):e20201.
- [38] Yian E, Steens W, Lingenfelter E, et al. Malpositioning of radial head prostheses: an in vitro study. *J Shoulder Elbow Surg* 2008;17(4):663-70.
- [39] Pomianowski S, Morrey BF, Neale PG, et al. Contribution of monoblock and bipolar radial head prostheses to valgus stability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83(12):1829-34.
- [40] Hartzler RU, Morrey BF, Steinmann SP, et al. Radial head reconstruction in elbow fracture-dislocation: monopolar or bipolar prosthesis? *Clin Orthop Relat Res* 2014;472(7):2144-50.
- [41] Celli A, Modena F, Celli L. The acute bipolar radial head replacement for isolated unreconstructable fractures of the radial head. *Musculoskelet Surg* 2010;94 Suppl 1:S3-9.
- [42] Dotzis A, Cochou G, Mabit C, et al. Comminuted fractures of the radial head treated by the Judet floating radial head prosthesis. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88(6):760-4.
- [43] Holmenschlager F, Halm JP, Winckler S. Fresh fractures of the radial head: results with the Judet prosthesis. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002;88(4):387-97.
- [44] Smets S, Govaers K, Jansen N, et al. The floating radial head prosthesis for comminuted radial head fractures: a multicentric study. *Acta Orthop Belg* 2000;66(4):353-8.
- [45] Heijink A, Kodde IF, Mulder PGH, et al. Cemented bipolar radial head arthroplasty: midterm follow-up results. *J Shoulder Elbow Surg* 2016;25(11):1829-38.

Figure 1 :

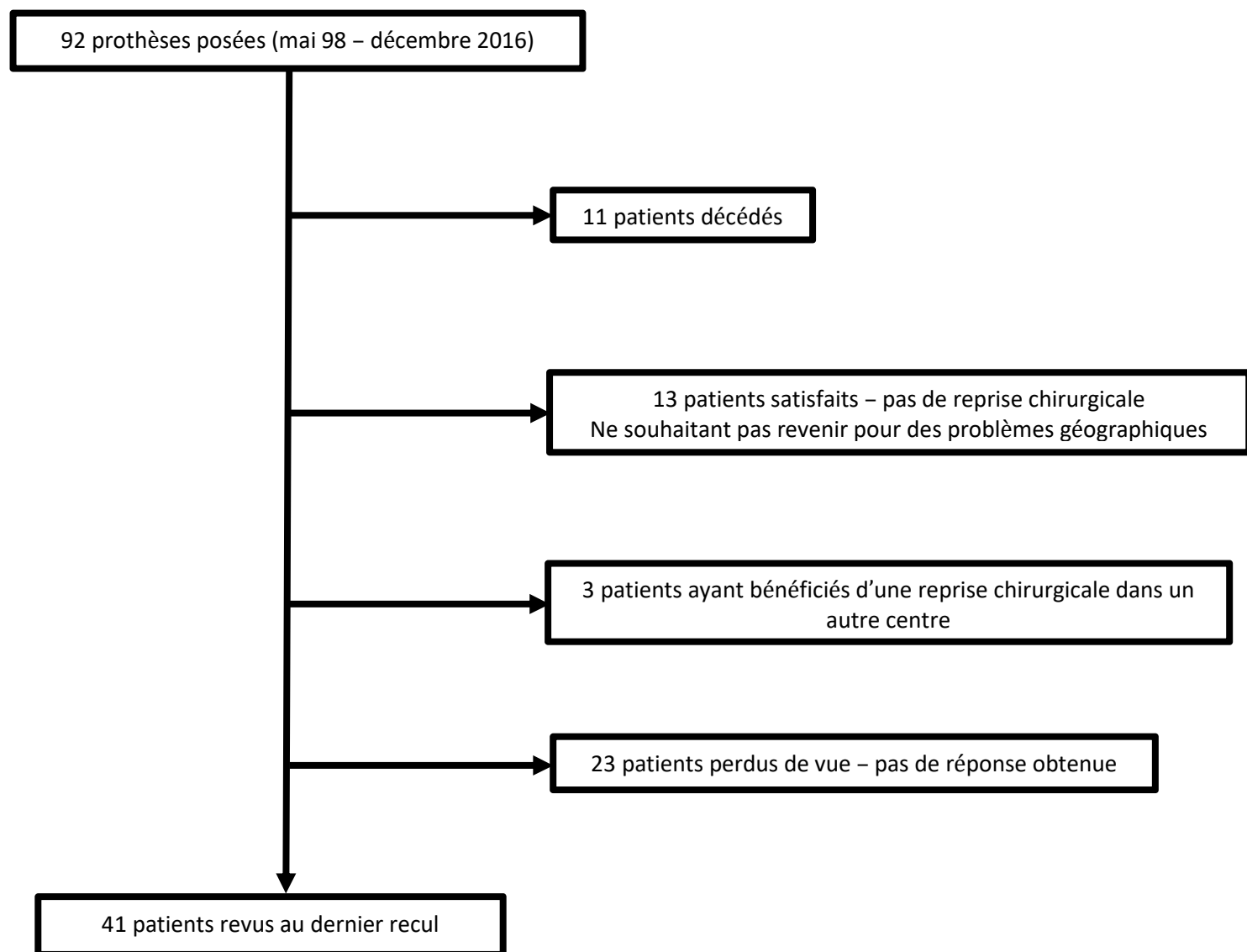


Figure 2 :



Figure 3 :

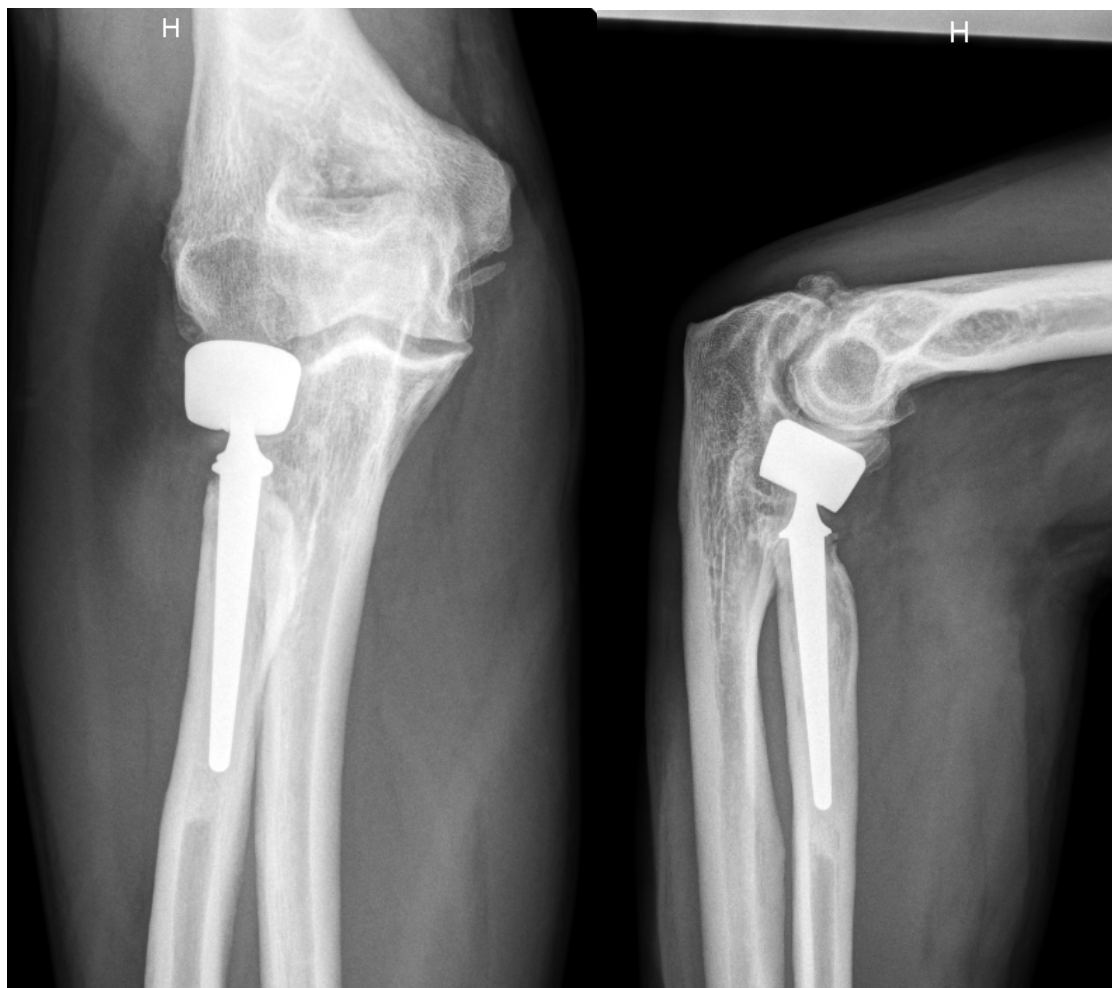
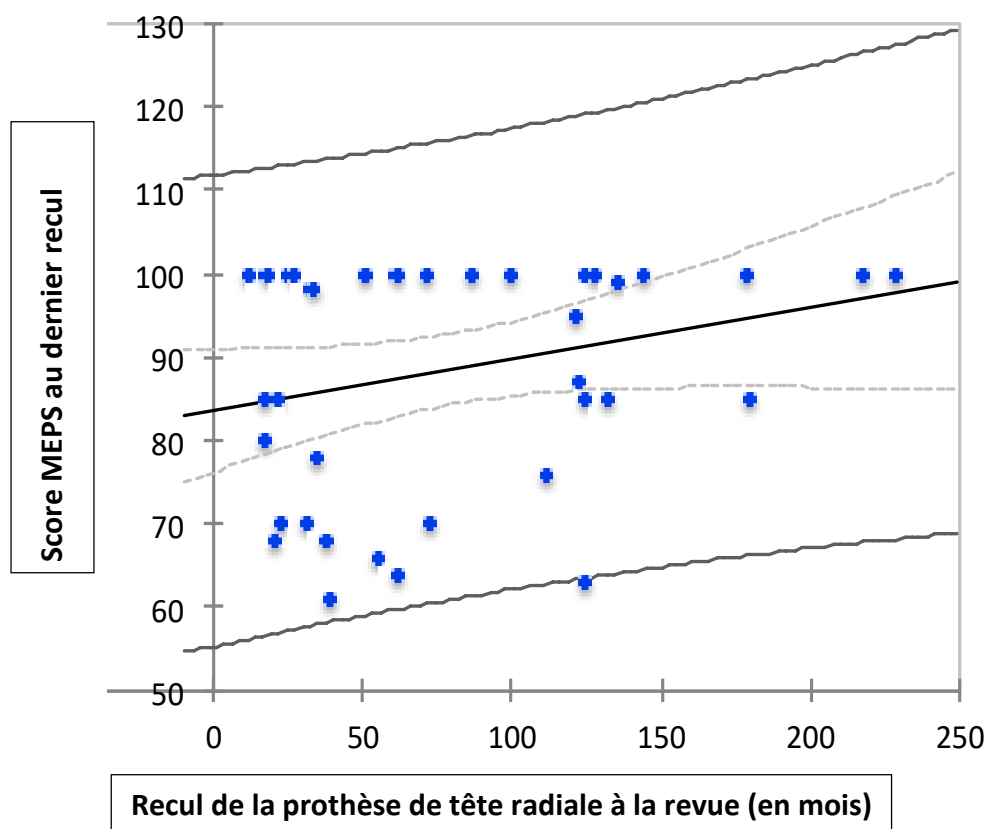


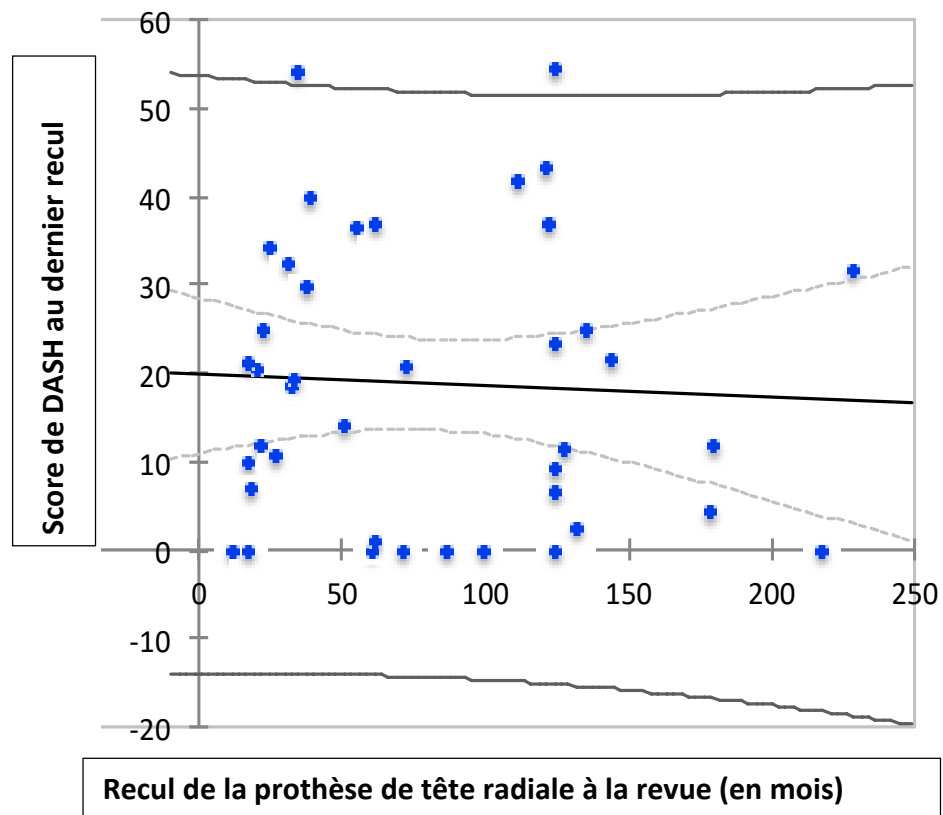
Figure 4 :



Score de MEPS

Significativité de la corrélation	
p (Pearson) =	0,093
R ² =	0,071

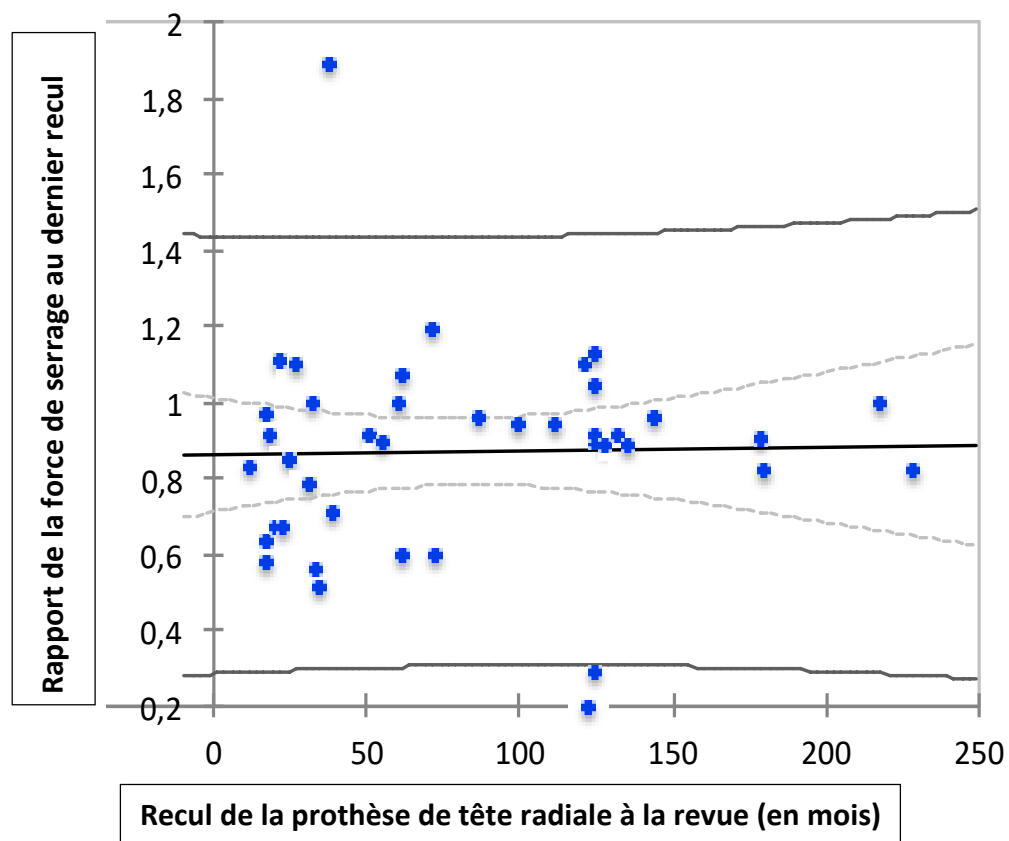
Figure 5 :



Score DASH :

Significativité de la corrélation	
p (Pearson) =	0,762
R ² =	0,002

Figure 6 :



Rapport Force de serrage :

Significativité de la corrélation	
p (Pearson) =	0,886
R ² =	0,001

Tableau 1 : Complications au dernier recul.

Complications, n (%)	10 (24.4%)
Complication sans reprise chirurgicale : - Syndrome régional complexe de type I - Paralysie transitoire du Nerf interosseux postérieur	5 (12.2%) 4 (9.8%) 1 (2.4%)
Complication avec reprise chirurgicale : - Reprise chirurgicale sans changement de l'implant Arthrolyse du coude Sub-luxation huméro-ulnaire persistante Reprise des ostéosynthèses associées - Reprise chirurgicale avec changement de l'implant	5 (12.2%) 4 (9.8%) 1 1 (pose d'un fixateur externe) 2 (1 ablation de plaque ulnaire, 1 décortication-greffe de l'ulna proximal). 1 (2.4%) (Una prothèse suspendue - changement de l'implant).

Tableau 2 : Résultats cliniques et radiologiques au dernier recul.

Dernier recul	Nombre de patients inclus (n =41)
Résultats cliniques	
MEPS moyen (min-max)	88.7 (61-100)
Excellents résultats (pourcentage)	23 (56%)
Bons résultats (pourcentage)	9 (22%)
Résultats moyens (pourcentage)	9 (22%)
Mauvais résultats (pourcentage)	0 (0%)
Satisfaction des patients	
Très satisfait (pourcentage)	25 (61%)
Satisfait (pourcentage)	16 (39%)
EVA moyen (min-max)	0.78 (0-5)
Arc de mobilité (°)	
Flexion (min-max)	139.3° (120°-140°)
Extension (min-max)	-13° (0° - 60°)
Pronation (min-max)	69° (50°-70°)
Supination (min-max)	78.4° (45°-80°)
Résultats radiologiques	
Liséé autour de la tige (pourcentage)	10 (24%)
Décentrage cupule radiale (pourcentage)	15 (37%)
Prothèse suspendue (pourcentage), interligne huméro-ulnaire asymétrique.	7 (17%)
Altération interligne huméro-ulnaire (pourcentage)	26 (63%)
Calcification péri-articulaires (pourcentage)	24 (59%)
Déminéralisation du condyle latéral (pourcentage)	22 (54%)

Tableau 3 : Conséquences radiologiques au dernier recul des lésions initiales associées

	Liseré périprothétique			Dégradation articulation huméro-ulnaire			Décentrage cupule prothétique		
	Non	Oui	p (Khi2) = 0.03	Oui	Non	p (Khi2) = 0,0001	Oui	Non	p (Khi2) = 0,03
TR	11	0		1	10		10	1	
TR+LL	15	5		15	4		10	9	
TR+ LL + LO	5	5		10	0		5	5	

TR : Fracture isolée tête radiale – coude stable

TR+LL : Fracture tête radiale + lésions ligamentaires – coude instable

TR+ LL + LO : Fracture tête radiale + lésions ligamentaires + autres lésions osseuses – coude instable

Tableau 4 : Conséquences cliniques au dernier recul des lésions initiales associées

Variable	Nombre	Moyenne	Ecart-type	p (Kruskal-Wallis)	IC95%
MEPS TR	11	91.5	14.5	0.3	] 0.280; 0.304 [
MEPS TR + LL	20	89.2	13.3		
MEPS TR + LL + LO	10	84.6	14.6		
DASH TR	11	13.2	15.9	0.3	] 0.250; 0.273 [
DASH TR + LL	20	19.7	16.6		
DASH TR + LL + LO	10	22.6	14.6		
Rapport Jamar TR	11	1	0.3	0.2	] 0.141; 0.159 [
Rapport Jamar TR + LL	20	0.8	0.3		
Rapport Jamar TR + LL + LO	10	0.9	0.2		

TR : Fracture isolée tête radiale – coude stable

TR+LL : Fracture tête radiale + lésions ligamentaires – coude instable

TR+ LL + LO : Fracture tête radiale + lésions ligamentaires + autres lésions osseuses – coude instable

Tableau 5 : Conséquences cliniques au dernier recul des lésions initiales associées

Descellement implant	Nombre	Moyenne (min – max)	Ecart-type	p (Mann-Whitney)	IC99%
MEPS Non	31	89 (63-100)	14,027	0,482	] 0,464; 0,500 [
MEPS Oui	10	87 (61-100)	13,630		
DASH Non	31	18 (0-55)	16,921	0,298	] 0,281; 0,314 [
DASH Oui	10	22 (0-40)	12,697		
Rapport Jamar Non	31	0.8 (0.2-1.9)	0,267	0,092	] 0,081; 0,102 [
Rapport Jamar Oui	10	0,7 (0.2-1.1)	0,260		
Calcification périprothétique					
MEPS Non	17	86 (61-100)	15,645	0,356	] 0,338; 0,373 [
MEPS Oui	24	90 (63-100)	12,443		
DASH Non	17	18 (0-42)	14,789	0,954	] 0,947; 0,962 [
DASH Oui	24	19 (0-55)	17,069		
Rapport Jamar Non	17	0,9 (0.5-1.9)	0,289	0,424	] 0,406; 0,442 [
Rapport Jamar Oui	24	0,8 (0.2-1.2)	0,256		
Décentrage cupule					
MEPS Non	25	87 (61-100)	14,580	0,657	] 0,640; 0,674 [
MEPS Oui	15	90 (66-100)	12,906		
DASH Non	25	19 (0-55)	17,201	0,630	] 0,613; 0,648 [
DASH Oui	15	16 (0-44)	13,953		
Rapport Jamar Non	25	0.8 (0.2-1.9)	0,328	0,343	] 0,326; 0,360 [
Rapport Jamar Oui	15	0.9 (0.6-1.2)	0,148		
Déminéralisation condyle latéral					
MEPS Non	18	89 (61-100)	14,626	0,690	] 0,673; 0,707 [
MEPS Oui	22	87 (64-100)	13,486		
DASH Non	18	14 (0-55)	15,457	0,067	] 0,058; 0,076 [
DASH Oui	22	22 (0-55)	15,706		
Rapport Jamar Non	18	0.9 (0.2-1.9)	0,323	0,679	] 0,662; 0,696 [
Rapport Jamar Oui	22	0,8 (0.2-1.2)	0,233		
Positionnement prothétique					
MEPS Correct	33	90 (61-100)	13,343	0,039*	] 0,032; 0,046 [
MEPS S	7	79 (63-100)	13,636		
DASH Correct	33	16 (0-42)	13,501	0,053*	] 0,045; 0,061 [
DASH S	7	31 (0-55)	21,131		
Rapport Jamar Correct	33	0.9 (0.2-1.9)	0,267	0,038*	] 0,031; 0,045 [
Rapport Jamar S	7	0.7 (0.2-1.1)	0,254		

Tableau 6 : Impact du positionnement de la prothèse sur les constatations radiologique et sur le déficit d'extension.

Positionnement de la prothèse de TR	Liseré périprothétique		p (Khi2) = 0.67	Dégradation articulation huméro-ulnaire		p (Khi2) = 0.4	Déficit d'extension		
	Non	Oui		Oui	Non		Oui	Non	p (Khi2) = 0.2
Correct	25	8		20	13		19	14	
Suspendue	6	1		6	1		6	1	

Tableau 7 : Comparaison aux autres séries de la littérature portant sur les prothèses CRF®

	Nombre de patients	Age	Recul (mois)	MEPS	DASH	Grip	Déficit d'extension	Changement de prothèse
Notre étude	41	53	81.6	88.7 Excellents : 23 Bons : 9 Moyens : 9	18.7	87%	13°	2
Burkhart et al. 2010 [36]	9	43	110	92.4 Excellents : 3 Bons : 6	9.3	/	20°	1
Celli et al. 2010 [41]	16	46.1	41.7	89.4 Excellents : 12 Bons : 2 Mauvais : 2	11.4	/	13°	0
Popovic et al. 2007 [20]	51	51	100.8	83	/	85.3%	15°	0
Dotzis et al 2006 [42]	12	44.8	63	87.1 Excellents : 6 Bons : 4 Moyens : 1 Mauvais : 1	23.9	89.9%	13.7°	0
Holmenschlager et al. 2002 [43]	16	/	19	Excellents : 2 Bons : 12 Moyens : 1 Mauvais : 1	/	90%	5°	/
Smets et al. 2000 [44]	13	/	25.2	Excellents : 7 Bons : 3 Moyens : 1 Mauvais : 2	/	/	/	1
Judet et al. 1996 [13]	5	43	49	Excellents : 2 Bons : 3	/	/	6°	/
Laum et al. 2019 [7]	45	49.9	67	90.3 Excellents : 26 Bons : 10 Mauvais : 1	18.6	91.8%	12.5°	1
Heijink et al. 2016 [45]	25	55	50	89.6 Excellents : 14 Bons : 7 Moyens : 3 Mauvais : 1	/	91.8%	6°	1