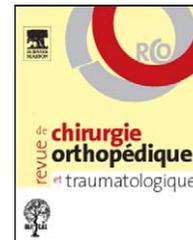




Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
 EM|consulte  
www.em-consulte.com



TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ D'ORTHOPÉDIE ET DE TRAUMATOLOGIE DE L'OUEST. RÉUNION DE LA ROCHELLE, JUIN 2010. SYMPOSIUM : POIGNET ARTHROSIQUE

## Poignet arthrosique. I – Le poignet dégénératif : méthodes thérapeutiques chirurgicales<sup>☆</sup>

*The arthritic wrist. I – The degenerative wrist: Surgical treatment approaches*

D. Le Nen<sup>a,\*</sup>, J. Richou<sup>a</sup>, E. Simon<sup>a</sup>, M. Le Bourg<sup>b</sup>, N. Najihi<sup>c</sup>,  
C. De Bodman<sup>d</sup>, G. Bacle<sup>d</sup>, Y. Saint-Cast<sup>e</sup>, L. Obert<sup>f</sup>, A. Saraux<sup>g</sup>,  
P. Bellemère<sup>h</sup>, T. Dréano<sup>c</sup>, J. Laulan<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Service de chirurgie orthopédique, hôpital de la Cavale-Blanche, CHU, 29200 Brest, France

<sup>b</sup> Centre hospitalier Privé, 35768 Saint-Grégoire, France

<sup>c</sup> Service de chirurgie orthopédique, hôpital Sud, CHU, 35203 Rennes cedex 2, France

<sup>d</sup> Service de chirurgie orthopédique, hôpital Trousseau, CHU, 37000 Tours, France

<sup>e</sup> Centre de la main, 49100 Angers, France

<sup>f</sup> Service de chirurgie orthopédique, hôpital Jean-Minjoz, CHU, 25030 Besançon, France

<sup>g</sup> Service de rhumatologie, hôpital de la Cavale-Blanche, CHU, 29200 Brest, France

<sup>h</sup> Clinique Jeanne-d'Arc, 44100 Nantes, France

### MOTS CLÉS

Poignet douloureux ;  
Arthrodèse du  
poignet ;  
Résection première  
rangée du carpe ;  
Dénervation totale du  
poignet ;  
Poignet dégénératif

**Résumé** L'objectif principal du traitement du poignet dégénératif est d'obtenir l'indolence, en conservant si possible force et mobilité. Le choix après échec du traitement médical, toujours de mise, impose un choix parmi un riche arsenal de techniques. Certaines sont bien validées. Les arthrodèses partielles, et notamment l'intervention de Watson offrent un poignet indolore dans 80% des cas, gardant 50% de sa mobilité et une bonne force de préhension, des résultats stables à plus de dix ans. La résection de la première rangée du carpe donne des résultats similaires, aux conditions que le cartilage de la tête du capitatum soit préservé et qu'il ne s'agisse pas d'un travailleur manuel lourd. La dénervation totale procure l'indolence dans près de 80% des cas, elle conserve mobilité et force. Il s'agit d'une option sûre et efficace, sans limite d'âge, ne coupant aucunement les ponts pour d'autres techniques. L'arthrodèse totale a toute sa place en recours, voire en première intention, en raison,

DOI de l'article original : 10.1016/j.otsr.2011.03.006.

<sup>☆</sup> 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.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [Dominique.lenen@chu-brest.fr](mailto:Dominique.lenen@chu-brest.fr) (D. Le Nen).

de la fiabilité du résultat sur la douleur et la force, le taux de satisfaction élevé, le faible voire l'absence de retentissement lié à perte de mobilité et des complications devenues moins fréquentes. D'autres techniques sont d'actualité. La résection partielle ou totale d'un os du carpe et la mise en place d'un implant partiel est remise à l'honneur grâce au pyrocarbone. Ces implants partiels représentent une perspective d'avenir dans les arthroses très localisées ou au contraire globales et une alternative utile à des interventions plus invasives. Utilisée en remplacement partiel ou total d'un os du carpe ou comme « resurfaçage » du radius, la greffe de cartilage costal donne des résultats prometteurs en termes d'efficacité sur la douleur et la consolidation. Quant au recours à l'arthroplastie totale, sa place reste à préciser à côté des techniques classiques, fiables avec un long recul.

*Niveau de preuve.* – IV.

© 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## Introduction

Quelle que soit l'étiologie du « poignet dégénératif », les douleurs, motifs de la consultation, s'accompagnent volontiers d'une baisse de force et de la mobilité. Les causes post-traumatiques dominent, au premier rang desquelles les séquelles : des fractures du radius et du scaphoïde (« SNAC wrist »), des lésions ligamentaires (« SLAC wrist ») et des luxations péri-lunaires du carpe. Viennent ensuite les maladies métaboliques (chondrocalcinose, hémochromatose, goutte...), les séquelles de maladies inflammatoires, enfin l'ostéonécrose du lunatum. Certaines formes localisées méritent une attention particulière comme l'arthrose scapho-trapézo-trapézoïdienne (STT) ou piso-triquétrale (PT).

Devant la grande hétérogénéité des techniques, des étiologies et des facteurs de l'indication thérapeutique, il nous a semblé inadapté de fonder cette table ronde sur une série rétrospective multicentrique de « poignets dégénératifs ». L'idée fut au contraire de confier aux participants la technique dont ils avaient l'expérience et d'en rapporter les résultats.

Ont été exclus de ce travail les problèmes spécifiques liés à la radio-ulnaire distale.

## Objectifs de la chirurgie

L'objectif principal du traitement sera d'obtenir l'indolence, en conservant si possible la force et une certaine mobilité. Pour y parvenir, de nombreuses options existent, allant du traitement orthopédique par orthèse antalgique à l'arthrodèse totale (AT). Des études biomécaniques ont montré que les gestes articulaires modifiaient considérablement la transmission des charges et la cinématique intracarpienne. Ainsi, après chirurgie, rien ne sera plus jamais comme avant en termes de force et de mobilité.

Mais de quel secteur de mobilité a-t-on réellement besoin? Nelson DL [1] a montré que presque toutes les tâches pouvaient être effectuées, quel que soit le pourcentage de restriction. Selon d'autres auteurs, pour réaliser une tâche donnée, la flexion nécessaire varie de 5° [2] à 54° [3], l'extension de 30° [2] à 60° [3]. Concernant l'impact sur la performance, Adams et al. [4] avaient montré que la perception de la gêne, était plus importante que la perte objective, il ne notait aucune différence significative entre restriction partielle et restriction totale. Le maintien d'une

mobilité « à tout prix » ne constitue donc pas un objectif prioritaire.

## Bilan du poignet dégénératif

Le chirurgien ayant à sa disposition de nombreuses techniques, le « moins mauvais choix » lui incombe, au terme d'un compromis, vu l'impossibilité d'offrir un poignet à la fois indolore, fort et mobile. Pour l'aider, il aura recours à un bilan clinique et paraclinique qui doit rester simple. Il s'agira d'un poignet douloureux, plus ou moins enraidit, plus ou moins empâté, pour lequel le bilan radiographique standard, de face et de profil et souvent aussi l'arthroscanner, permettront de déterminer le siège et le degré des lésions articulaires et d'évaluer l'impact sur le reste du carpe : interlignes respectés, stabilité carpienne.

## Les méthodes validées

Le traitement initial sera toujours de mise, associant antalgiques, port d'une orthèse et parfois infiltrations intra-articulaires. La réponse ou non à ce traitement conservateur guidera la conduite ultérieure, en particulier le choix entre différentes méthodes chirurgicales.

## Arthrodèses partielles

Elles ont pour principe la fusion d'interlignes dégénératifs ou la « stabilisation » du poignet après exérèse d'un des os du carpe. Si la perte de mobilité est prévisible pour chaque type d'arthrodèse [5,6], les études fonctionnelles relativisent la gêne liée à la perte de mobilité. Mais, les Arthrodèses partielles (AP) augmentent les pressions sur les autres interlignes [7], pouvant entraîner leur dégénérescence tardive.

On peut classer ces AP selon l'étage concerné : entre radius et la 1ère rangée (arthrodèses radio-scapho-lunaires, radio-lunaire), à l'intérieur de la 1re rangée (scapho-lunaire, luno-triquétral), médio-carpienne (scapho-trapézo-trapézoïdienne, scapho-capitale, scapho-luno-capitale, capito-lunaire, des quatre os, triquetrum-hamatale ou capito-hamatale) ou carpo-métacarpienne.

Parmi l'ensemble des AP, l'intervention de Watson a fait l'objet d'une étude plus particulière par Yann Saint-Cast (série non référencée : rapportée par le travail en cours). En partant du constat que l'interligne radio-lunaire demeurait intact dans les SNAC ou SLAC même très évolués, Watson

proposa d'associer à une scaphoïdectomie une arthrodèse « stabilisatrice » du reste du carpe par fusion des quatre os internes (lunatum, capitatum, triquétrum, hamatum). Un avivement soigneux et la réduction de la première rangée sur la deuxième doivent précéder la stabilisation qui fait appel à un brochage multiple plutôt qu'à des matériaux dédiés (agrafe, disque vissé).

Une série de 68 cas fut rapportée (Yann Saint-Cast et Michel Le Bourg), opérés entre 1989 et 1997, dont 43 cas revus. Parmi eux, 95,5% étaient très satisfaits ou satisfaits. Cent pour cent referaient l'intervention. Quatre-vingt pour cent avaient un bon résultat sur la douleur. Les mobilités étaient réduites de moitié par rapport à un poignet normal, mais relativement stables dans le temps. La force était supérieure à 80% du côté opposé (72% des cas).

La fusion fut obtenue dans 100% des cas avec un angle capito-lunaire de  $-3^\circ$ , sans diminution significative de la hauteur du carpe. Il existait une corrélation statistique forte entre une bonne correction de la désaxation de la première rangée et le résultat clinique. À long terme, il existait des signes de contraintes sur le compartiment radio-lunaire : condensation sous-chondrale du radius en regard du lunatum, voire creusement de la fossette lunarienne et/ou pincement radio-lunaire dans 14 cas (32,5%) voire tassement du lunatum. Dans dix cas (23%), il existait un conflit ulno-carpien, corrélé au pincement radio-carpien et aussi à l'index radio-ulnaire distal.

Au final, qu'espérer d'un Watson? Un poignet indolore, mobile et une bonne force de préhension ; des résultats cliniquement stables à plus de dix ans dépendants de la réduction de la première rangée. Ces résultats idylliques, mis sur le compte d'une technique parfaitement maîtrisée et reflet d'un effet centre, ne doivent pas faire oublier que la littérature n'est pas aussi optimiste : après Watson, il est rapporté jusqu'à 28% d'échecs et 36% de conversions en AT et l'AT après échec de Watson donne de moins bons résultats [8].

### Réséction de la première rangée du carpe

Elle consiste à réséquer les trois os de la première rangée hors le pisiforme, faisant supporter au seul couple capitatum/hamatum l'ensemble des contraintes sous le radius. Tang Pet al. [9] a montré que la réséction de la première rangée du carpe (RPRC) augmente les pressions ( $\times 3,8$  fois) et provoque une translation du capitatum devenu « lunatum ». L'inclinaison radiale est limitée par l'impingement entre trapézoïde et styloïde radiale [10]. Qu'attendre d'une RPRC? Dans la série monocentrique présentée par Julien Richou, à propos de 35 cas revus, au recul moyen de 92 mois [11], l'arc moyen en flexion/extension était de  $75^\circ$ , en inclinaison radiale et ulnaire de  $40^\circ$ , avec une force de 77% par rapport au côté controlatéral, des douleurs à l'EVA cotées à 1,75, un taux de satisfaction de 90%, un score DASH moyen de 32. Aucune influence du diagnostic initial ne fut notée sur le résultat alors que la maladie de Kienböck obère ces résultats dans la littérature. En revanche, les rhumatismes inflammatoires et les manuels lourds n'étaient pas de bonnes indications.

Intervention simple dans le principe et dans les suites, elle ne nécessite qu'une courte immobilisation, et, en cas d'échec, une conversion aisée en AT. Le prix à payer est

une perte de hauteur du carpe. Le contact capitatum/radius créant des remaniements sous forme de géodes, sclérose sous-chondrale, voire pincement de l'interligne, la RPRC ne peut être proposée que si la tête du capitatum et la face lunarienne du radius sont respectées.

L'avenir à long terme est peu connu. Au recul de plus de neuf à dix ans, il n'existe pas de corrélation radioclinique et les résultats semblent stables dans le temps [12–14].

Au total, la RPRC donne en six mois un poignet fonctionnel, compatible avec une vie sociale et professionnelle, aux conditions que le cartilage de la tête du capitatum soit préservé et qu'il ne s'agisse pas d'un travailleur manuel lourd.

Pour les mêmes indications (SNAC ou SLAC I et II), faut-il préférer l'intervention de Watson? Si la pression dans la RPRC est de 25% plus importante et la surface de contact de 60% moins importante que dans l'intervention de Watson [9], les articles comparant ces deux techniques ne permettent pas de trancher en faveur d'une technique plutôt que d'une autre en termes de résultats globaux [15–22].

### La dénervation totale

Technique antalgique pure, elle tient une place grandissante dans le traitement du poignet dégénératif. Non seulement elle procure l'indolence dans près de 80% des cas, mais elle conserve mobilité et force.

Soixante et onze cas sur 70 patients ont été colligés dans deux centres participant à ce travail (Guillaume Bacle et Erwann Simon). L'âge moyen à la révision était de 64 ans, le recul moyen de 73 mois. Il s'agissait de 33 séquelles de fracture (19 radius, neuf scaphoïdes, cinq fractures et/ou luxation du carpe), 25 séquelles de désaxation scapho-lunaire, sept poignets inflammatoires et six maladies de Kienböck. Dans la quasi-totalité des cas, la dénervation fut proposée de première intention et de manière isolée pour traiter les douleurs d'origine radio et/ou intracarpienne.

L'échec, considéré comme une symptomatologie invalidante, récidivante ou persistante a conduit dans neuf cas à une ré-intervention, soit 13% (dont sept cas précoces avant deux ans). Il s'agissait de sept arthrodèses (deux partielles, cinq totales), d'une RPRC et d'une neurolyse du nerf radial, pour un délai moyen de reprise à 31 mois.

Le résultat sur la douleur était bon, coté sur l'EVA en moyenne à 2,3, aucune douleur de repos dans 60 cas, soit 84,5%, une douleur à l'effort dans 51 cas, soit 72%, un reclassement professionnel seulement chez huit patients, tous travailleurs manuels lourds. La dénervation était « une intervention à conseiller » pour 80% des patients. Le score de DASH moyen était de 27,3 (11 à 60).

La dénervation totale [23] est préférable aux dénervations partielles en termes d'efficacité, respectant, voire pouvant améliorer la mobilité [24,25]. Aucune influence de l'étiologie ni même de l'âge ne fut observée sur le résultat [26]. Les résultats restent stables après un an dans les limites du recul.

Il s'agit d'une option thérapeutique sûre et assez efficace, sans limites d'âge, respectant les mobilités, ne coupant aucunement les ponts pour d'autres techniques. Mais elle n'est pas sans risque de complications douloureuses : dans la série, quatre cas d'hypo/dyesthésies radiales résolutive, un cas de névrome radial.

## Arthrodèse totale

Le prix de l'indolence est ici le sacrifice de la mobilité. En général proposée après échec d'une ou de plusieurs autres interventions, l'amélioration de ses résultats est passée par l'utilisation de plaques à compression [27], puis de plaques dédiées préformées.

Les séries actuelles d'AT, malgré de nombreux cas secondaires, montrent un taux de consolidation de 98 à 100% [27], une fiabilité du résultat sur la douleur et la force [28], un taux de satisfaction élevé de 80 à 100% [29], des patients qui auraient souhaité plus tôt cette intervention [30], enfin peu ou pas de retentissement lié à la perte de mobilité [29] et des complications devenues significativement moins fréquentes.

Dans une première étude dirigée par Jacky Lulan [31], deux populations homogènes de 23 AP et 26 AT ont été comparées (19 «primaires» et sept «secondaires», après échec d'AP): les plus mauvais résultats étaient retrouvés dans le groupe des AT après échec d'AP: EVA égale à 5,6 et force égale à 60%. Les résultats des AT «primaires» comparés aux AP étaient identiques en termes de douleur et de satisfaction, en revanche, la force et la fonction étaient meilleures pour les premières. Ainsi, les reprises d'échecs d'AP obèrent les résultats des AT, les AT de première intention donnent de bons résultats avec une force de 80% et pas de douleur dans 79% des cas.

Dans une deuxième étude sur 30 AT montées par plaques dédiées, le sacrifice de la mobilité n'était pas vécu comme un handicap, le retentissement lié à la perte de mobilité étant considéré comme absent, voire minime par deux tiers des patients [32]. Parmi les complications, l'arthrose de la RUD doit être recherchée en préopératoire et traitée en même temps [15,27,28].

Dans une troisième étude rapportant 15 AT pour Kienböck stade IIIB ou IV, le taux de consolidation était de 100% avec pour 14 cas patients satisfaits ou très satisfaits, une EVA moyenne à deux dixièmes, une force de 82% en moyenne, aucune gêne réelle liée au défaut de mobilité. Treize sur 15 ont repris le même travail.

Au total, «l'AT donne un taux de satisfaction élevé et un soulagement efficace de la douleur chez la plupart des patients» [29]. La gêne fonctionnelle est nulle ou minime, avec une bonne adaptation [32,33]. En fait, le paramètre douleur est plus important que le paramètre mobilité [19,34]. Le taux de succès est plus élevé si l'intervention est proposée précocement avec une meilleure prédictibilité du résultat. L'échec précoce d'une intervention palliative est incomplètement rattrapé par AT [35]. Si l'atteinte du poignet (et/ou le contexte) est de mauvais pronostic et la demande fonctionnelle importante, l'AT donne un résultat fiable en un temps [28] et permet, le plus souvent, la reprise du même travail.

## Les techniques innovantes

### Résection avec interposition d'un implant

La résection partielle d'un os du carpe et la mise en place d'un implant partiel, «spacer» mobile et libre, n'est pas récent. Mais, l'apparition de nouveaux matériaux a remis

à l'honneur ces techniques, dont le but est la préservation d'une mécanique globale du carpe. Depuis les années 2000, une gamme d'implants en pyrocarbone a vu le jour, constitués d'un noyau de graphite et d'une fine couche de carbone pyrolytique. Très résistants à l'usure, ils possèdent une forte capacité de glissement après polissage.

Philippe Bellemère a rapporté son expérience dans différentes situations, résumées ici: implant «APSI» dans les nécroses du pôle proximal après fracture du scaphoïde, sans ou avec arthrose SNAC I voire II [36], implant «RCPI» de resurfaçage du capitatum après RPRC, lorsque le cartilage de la tête du capitatum est atteint; implant médio-carpien en cas d'arthrose avec nécrose de la tête du capitatum, alternative à l'arthrodèse partielle capito-lunaire, implant libre radio et médio-carpien dans les poignets «chantiers» que l'on ne souhaite pas arthrodéser.

Ces implants partiels représentent une perspective d'avenir dans les arthroses très localisées ou au contraire globales, et une alternative utile à des interventions plus invasives, solutions de repli en cas d'échec (arthrodèse partielle ou totale...). Cette voie de recherche doit néanmoins être validée par de grandes séries et de plus longs reculs.

### Greffe de cartilage costal

Utilisée en remplacement partiel ou total d'un os du carpe ou comme «resurfaçage» du radius, la greffe de cartilage costal est un choix intéressant. Laurent Obert a rapporté l'expérience de Besançon dans trois indications essentielles: l'arthrose péri-scaphoïdienne par résection proximale du scaphoïde et autogreffe ostéocartilagineuse costale [37], les séquelles de fractures du radius avec arthrose radio-carpienne [38] et la maladie de Kienböck. Les résultats sont prometteurs en termes d'efficacité sur la douleur et la consolidation.

### Place de la prothèse

Le seul critère mobilité n'étant pas une fin en soi, est-il justifié chez un patient actif, manuel de force, ou après échec d'autres techniques de proposer une arthroplastie totale? Les contraintes intra-articulaires importantes des gestes de la vie courante (supérieur à 200 N) [39] doivent rendre prudent le recours à l'arthroplastie totale. Une série de dix cas fut rapportée par Laurent Obert (Dijon, Besançon) série non référencée rapportée par le travail en cours: au recul de quatre mois, avec les moyennes suivantes au dernier recul: flexion: 30, extension: 35,5, inclinaison radiale: 18, inclinaison ulnaire: 19, force de la poigne: 21,6. La place de l'arthroplastie totale reste à préciser à côté des techniques classiques, fiables et au long recul.

## Formes localisées

### L'arthrose scapho-trapézo-trapézoïdienne

Y penser devant une tendinite du FCR, un kyste synovial de la gouttière du pouls, des douleurs plus proximales que la trapézo-métacarpienne, plutôt antérieures. Souvent bila-

térale et longtemps bien tolérée, elle concerne autant la femme que l'homme.

Savoir regarder autour de la STT : au niveau de la trapézo-métacarpienne, au niveau du carpe (pincement radio-scaphoïdien et/ou une déstabilisation du carpe?). Cette arthrose s'intègre volontiers dans un contexte de chondrocalcinose.

Le traitement chirurgical consiste à réséquer le scaphoïde distal, avec ou sans interposition (tendon, pyrocarbone), voire sous arthroscopie. Cette tendance à la résection-interposition évite les problèmes liés à l'arthrodèse STT, l'autre option, qui nécessite un greffon, consolide difficilement et surcharge le compartiment radio-scaphoïdien.

### L'arthrose piso-triquetrale

Souvent méconnue, y penser devant une douleur antérieure et médiale du talon de la main ou plus généralement devant des douleurs chroniques du bord ulnaire du poignet. Elle est d'origine primitive (patients d'âge mûr, sans notion traumatique, volontiers bilatérale, terrain arthrosique) ou secondaire (pathologie microtraumatique ou traumatique du pisiforme et/ou du triquétrum, instabilité du pisiforme) [40,41]. L'examen recherche une douleur à la percussion et à la mobilisation du pisiforme (signe du rabot). Une tendinite du FUC, un kyste synovial, des dysesthésies ulnaires peuvent être associés. Une infiltration test radioguidée étaye le diagnostic qui repose sur la radiographie de profil, à 20–30° de supination de l'avant-bras, une incidence axiale du canal carpien ou mieux la tomodensitométrie. Le traitement repose sur l'exérèse du pisiforme.

### Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

### Références

- [1] Nelson DL. Functional wrist motion. *Hand Clin* 1997;13:83–92.
- [2] Palmer AK, Wermer FW, Murphy D, Glisson R. Functional wrist motion: a biomechanical study. *J Hand Surg Am* 1985;10:39–46.
- [3] Ryu JY, Cooney 3rd WP, Askew LJ, An KN, Chao EY. Functional ranges of motion of the wrist joint. *J Hand Surg Am* 1991;16:409–19.
- [4] Adams BD, Grosland NM, Murphy DM, McCullough M. Impact of impaired wrist motion on hand and upper-extremity performance. *J Hand Surg Am* 2003;28:898–903.
- [5] Pervaiz K, Bowers WH, Isaacs JE, Owen JR, Wayne JS. Range of motion effects of distal pole scaphoid excision and triquetral excision after radioscapulohumeral fusion: a cadaver study. *J Hand Surg Am* 2009;34:832–7.
- [6] Scobercea RG, Budoff JE, Hipp JA. Biomechanical effect of triquetral and scaphoid excision on simulated midcarpal arthrodesis in cadavers. *J Hand Surg Am* 2009;34:381–6.
- [7] Iwasaki N, Genda E, Barrance PJ, Minami A, Kaneda K, Chao EY. Biomechanical analysis of limited intercarpal fusion for the treatment of Kienböck's disease: a three-dimensional theoretical study. *J Orthop Res* 1998;16:256–63.
- [8] McAuliffe JA, Dell PC, Jaffe R. Complications of intercarpal arthrodesis. *J Hand Surg Am* 1993;18:1121–8.
- [9] Tang P, Wei D, Ueba U, Gardner T, Strauch, RJ, Rosenwasser MP. Congrès annuel de l'ASSH San Francisco, 2009.
- [10] Blankenhorn BD, Pfaeffle HJ, Tang P, Robertson D, Imbriglia J, Goitz RJ. Carpal kinematics after proximal row carpectomy. *J Hand Surg Am* 2007;32:37–46.
- [11] Richou J, Moineau G, Gérard R, Lecourgrandmaison F, Louboutin H, Hu W, et al. Résection de la première rangée des os du carpe : revue de 45 cas à moyen et long termes. *Rev Chir Orthop* 2009;95:S139–45.
- [12] DiDonna ML, Kiefhaber TR, Stern PJ. Proximal row carpectomy: study with a minimum of ten years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86:2359–65.
- [13] Jebson PJ, Hayes EP, Engber WD. Proximal row carpectomy: a minimum 10 year follow-up study. *J Hand Surg Am* 2003;28:561–9.
- [14] Richou J, Chuinard C, Moineau G, Hanouz N, Hu W, Le Nen D. Proximal row carpectomy: long-term results. *Chir Main* 2010;29:10–5.
- [15] Cohen MS, Kozin SH. Degenerative arthritis of the wrist: proximal row carpectomy versus scaphoid excision and four-corner arthrodesis. *J Hand Surg Am* 2001;26:94–104.
- [16] Dacho AK, Baumeister S, Germann G, Sauerbier M. Comparison of proximal row carpectomy and midcarpal arthrodesis for the treatment of SNAC-wrist and SLAC-wrist in stage II. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2008;61:1210–8.
- [17] Lukas B, Herter F, Englert A, Bäcker K. The treatment of carpal collapse: proximal row carpectomy or limited midcarpal arthrodesis? A comparative study. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2003;35:304–9.
- [18] Mulford JS, Ceulemans LJ, Nam D, Axelrod TS. Proximal row carpectomy vs four corner fusion for scapholunate or scaphoid non-union advanced collapse wrists: a systematic review of outcomes. *J Hand Surg Eur Vol* 2009;34:256–63.
- [19] Tomaino MM, Miller RJ, Cole I, Burton RI. Scapholunate advanced collapse wrist: proximal row carpectomy or limited wrist arthrodesis with scaphoid excision? *J Hand Surg Am* 1994;19:134–42.
- [20] Vanhove W, De Vil J, Van Seymortier P, Boone B, Verdonk R. Proximal row carpectomy versus four-corner arthrodesis as a treatment for SLAC wrist. *J Hand Surg Eur Vol* 2008;33:118–25.
- [21] Wyrick JD, Stern PJ, Kiefhaber TR. Motion-preserving procedures in the treatment of scapholunate advanced collapse wrist: proximal row carpectomy versus four-corner arthrodesis. *J Hand Surg Am* 1995;20:965–70.
- [22] Wyrick JD. Proximal row carpectomy and intercarpal arthrodesis for the management of wrist arthritis. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11:277–81.
- [23] Ferreres A, Suso S, Foucher G, Ordi J, Llusa M, Ruano D. Wrist denervation. Surgical considerations. *J Hand Surg Br* 1995;20:769–72.
- [24] Rothe M, Rudolf KD, Partecke BD. Long-term results following denervation of the wrist in patients with stages II and III SLAC-/SNAC wrist. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2006;38:261–6.
- [25] Simon E, Richou J, Gérard R, Le Nen D. Dénervation totale du poignet, une réponse à tous les poignets arthrosiques? À propos de 30 cas. *xLV<sup>e</sup> congrès du GEM, Paris, 2009.*
- [26] Buck-Gramcko D. Wrist denervation procedures in the treatment of Kienböck's disease. *Hand Clin* 1993;9:517–20.
- [27] Hastings 2nd H, Weiss AP, Quenzer D, Wiedeman GP, Hanington KR, Strickland JW. Arthrodesis of the wrist for post-traumatic disorders. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:897–902.
- [28] Nagy L, Büchler U. AO-wrist arthrodesis: with and without arthrodesis of the third carpometacarpal joint. *J Hand Surg Am* 2002;27:940–7.
- [29] Hayden RJ, Jebson PJ. Wrist arthrodesis. *Hand Clin* 2005;21:631–40.
- [30] Sagerman SD, Palmer AK. Wrist arthrodesis using a dynamic compression plate. *J Hand Surg Br* 1996;21:437–41.

- [31] Bazelli R, Lascar T, Laulan J. Arthrodèses du poignet : partielles ou totales? *Chir Main* 2000;19:331.
- [32] Hérard J, Cohen G, Bacle G, Laulan J. Résultats des arthrodèses totales du poignet par plaque dédiée. À propos de 30 cas évalués à 5 ans de recul. *Chir Main* 2008;27:283–4.
- [33] Jebson PJ, Adams BD. Wrist arthrodesis: review of current technique. *J Am Acad Orthop Surg* 2001;9:53–60.
- [34] Wieloch PT, Martini AK, Jung M, Daecke W. Long-term results after mediocarpal and total arthrodesis of the wrist. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2006;144:206–11.
- [35] Gaisne E, Dap F, Bour C, Merle M. Arthrodèse du poignet chez le travailleur manuel. *Rev Chir Orthop* 1991;77:537–44.
- [36] Péquignot JP, Lussiez B, Allieu Y. A adaptative proximal scaphoid implant. *Chir Main* 2000;19:276–85.
- [37] Lepage D, Obert L, Clappaz P, Hampel C, Garbuio P, Tropet Y. Traitement de l'arthrose radio-scaphoïdienne par résection proximale du scaphoïde et autogreffe osteocartilagineuse costale. *Rev Chir Orthop* 2005;91:307–13.
- [38] Obert L, Lepage D, Tropet Y, Garbuio P. Cal vicieux articulaire du radius distal avec arthrose radio carpienne traité par greffon chondro costal. In: Dubrana F, Lefèvre C, Le Nen D, editors. *Trucs et astuces en chirurgie orthopédique et traumatologique* tome 4. Montpellier: Sauramps Médical; 2006. p. 331–8.
- [39] Youm Y, Flatt AE. Design of a total wrist prosthesis. *Ann Biomed Eng* 1984;12:247–62.
- [40] Le Nen D, Saraux A, Dubrana F, Lefèvre C. Pathologie pisotriquetrale: remembrement à propos de 26 cas. *Ann Orthop Ouest* 2000;32:129–34.
- [41] Fabre A, Le Nen D, Casse JP, Hu W, Colin D. L'angle piso-métacarpien: application au diagnostic de luxation du pisiforme. *Main* 1999;4:253–62.