

Article original

## Traitement de l'arthrose scaphotrapézo-trapézoïdienne isolée par arthrodèse scaphotrapézo-trapézoïdienne : une série de 13 cas

### Scapho-trapezio-trapezoidal arthrodesis for scapho-trapezio-trapezoidal osteoarthritis

J.-N. Goubier<sup>a,\*</sup>, B. Bauer<sup>b</sup>, J.-Y. Alnot<sup>b</sup>, F. Teboul<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Centre international de chirurgie de la main (CICM), clinique du parc Monceau, 21, rue de Chazelles, 75017, Paris, France

<sup>b</sup> Service de chirurgie de la main, hôpital Bichat, 46, rue Henri-Huchard, 75877 Paris cedex 18, France

Reçu le 28 mars 2006 ; accepté le 14 septembre 2006

#### Résumé

L'arthrodèse scaphotrapézo-trapézoïdienne (STT) a été très utilisée dans l'instabilité scapholunaire. Cependant, peu de publications analysent cette intervention dans le cadre de l'arthrose STT. Le but de notre étude est d'évaluer cette intervention dans le traitement de l'arthrose STT isolée, avec un long recul. Douze patients (13 poignets) présentant une arthrose STT traitée par arthrodèse STT furent revus. Huit patients présentaient des douleurs de stade III, deux patients de stade IV et deux patients de stade II selon la classification d'Alnot. Les mobilités moyennes du poignet étaient de 51 degrés pour la flexion, de 39 degrés pour l'extension, de neuf degrés pour l'inclinaison radiale et de 28 degrés pour l'inclinaison ulnaire. Neuf poignets étaient classés radiologiquement IIb et quatre poignets IIa selon la classification de Crosby modifiée. Les angles radiolunaires et scapholunaires étaient respectivement de 14 et 45 degrés. Au recul moyen de 60 mois, la douleur était statistiquement améliorée chez tous les patients ( $p = 0,05$ ). Les mobilités n'étaient pas statistiquement modifiées en dehors de l'extension du poignet ( $p = 0,03$ ). La force de préhension de côté opéré n'était pas statistiquement différente du côté controlatéral. Les angles radiolunaire et scapholunaire étaient stabilisés chez cinq patients et corrigés chez cinq patients. Il y eut quatre pseudarthroses. Deux furent réopérés et consolidèrent. Les deux autres, asymptomatiques ne furent pas réopérés. L'arthrodèse STT est une intervention efficace concernant la diminution de la douleur, principal symptôme de l'arthrose STT. Elle ne modifie pas, de façon importante les mobilités et la force du poignet. De plus, elle stabilise le carpe en évitant une désaxation ultérieure. C'est pourquoi, elle demeure l'indication de choix chez les sujets actifs.

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

#### Abstract

Scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis was originally performed for the treatment of scapho-lunate instability. However, only a few publications have described this technique for treatment of osteoarthritis of the scapho-trapezio-trapezoid (STT) joint. The purpose of this paper is to analyze the results of triscaphoid arthrodesis for STT osteoarthritis with a long-term follow-up. Thirteen cases of osteoarthritis of the STT joint in twelve patients, all treated by STT arthrodesis, were reviewed with an average follow-up of 60 months. Pain was classified according to Alnot's classification: eight patients were classified as grade III, two as grade IV and two as grade II. The average preoperative range of motion of the wrist was 51 degrees for flexion, 39 degrees for extension, 9 degrees for radial deviation and 28 degrees for ulnar deviation. Grip strength was compared to the contralateral side. Radiographic changes were classified according to Crosby's classification, including sublevels for carpal instability. Four wrists were classified 2a and nine wrists were classified 2b. The average radio-lunate and scapho-lunate angles were 14 and 45 degrees respectively. Pain was improved in all patients ( $P = 0.05$ ) all of whom were subjectively satisfied. Strength and range-of-motion did not statistically decrease after STT arthrodesis except for wrist extension ( $P = 0.03$ ). Radio-lunate and scapho-lunate angles were unchanged in five patients and improved in five patients. There were four non-unions of whom two patients without pain were not re-operated. The other two were re-operated with the same technique leading to fusion. Scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis is an efficient procedure for STT osteoarthritis with regard to pain reduction. Strength and global range-of-motion are not modified by this procedure. Moreover, as it limits carpal instability, this procedure is preferable in active patients.

© 2006 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [jngoubier@numericable.fr](mailto:jngoubier@numericable.fr) (J.-N. Goubier).

Mots clés : Arthrodèse ; Scaphotrapézo-trapézoïdienne ; Arthrose ; Poignet

Keywords: Arthrodesis; Triscaphoid; Scapho-trapezio-trapezoid; Osteoarthritis; Wrist

## 1. Introduction

L'arthrodèse scaphotrapézo-trapézoïdienne (STT) a été décrite initialement pour le traitement des instabilités scapho-lunaires, des pseudarthroses du scaphoïde ou de la maladie de Kienbock [1–5]. Néanmoins, peu de publications détaillent cette technique pour l'arthrose STT isolée [5–7]. L'objectif de cette étude est d'analyser les résultats de l'arthrodèse STT pour le traitement de l'arthrose STT isolée dans une série de 13 cas.

## 2. Matériel et méthodes

Entre 1988 et 2004, 12 patients (13 poignets) présentant une arthrose STT isolée (Fig. 1a) ont été traités par arthrodèse STT (quatre opérateurs). La série comprenait dix femmes et deux hommes avec une moyenne d'âge de 64 ans (de 44 à 82). La main dominante a été opérée chez dix patients. Un patient a été opéré des deux côtés. Tous les patients avaient une activité manuelle, trois dans le cadre professionnel, neuf patients dans le cadre de loisirs. Quatre patients étaient fumeurs.

La durée des symptômes avant l'intervention s'étendait de 12 à 84 mois. La douleur était située au niveau de l'interligne scaphotrapézien chez tous les patients, l'interligne trapézométacarpien étant indolore. La douleur a été évaluée selon la classification d'Alnot [8,9] (Tableau 1). Huit patients présentaient un stade III, deux patients un stade IV et deux patients un stade II.

La flexion moyenne du poignet était de 51 degrés (de 5 à 70), l'extension moyenne de 39 degrés (de 15 à 60), l'inclinaison radiale de neuf degrés (de 0 à 15) et l'inclinaison ulnaire de 28 degrés (de 0 à 45). Le score moyen de Kapandji permettant d'évaluer la mobilité globale de la colonne du pouce était de 9 (de 8 à 10).



Fig. 1a. Cliché de face d'une arthrose STT isolée avec interligne scaphocapitatum intact chez un patient de 63 ans.

La force de préhension n'a pas été mesurée en préopératoire mais a été comparée au côté controlatéral. Seul le patient opéré des deux côtés a été exclu de cette analyse.

La classification de Crosby a été utilisée pour la classification radiologique des patients [10]. Nous avons modifié le stade II et III en introduisant une sous-classe permettant d'évaluer la désaxation adaptative du carpe sous forme de DISI (Dorsal Intercalated Segment Instability). Cette DISI correspond à une bascule postérieure du lunatum par verticalisation du scaphoïde avec un angle scapholunaire normal du fait de l'absence d'atteinte du ligament scapholunaire (Fig. 1b) [Tableau 2]. Un angle négatif signifiant que le lunatum est basculé en arrière. Quatre poignets ont été classés IIa et neuf ont été classés IIb. La moyenne de l'angle radiolunaire était de +14 degrés (de -36 à 2 degrés) et la moyenne de l'angle scapholu-

Tableau 1  
Classification de la douleur selon Alnot

Stade	Douleurs
Stade 0	Aucune
Stade I	Lors d'activités particulières
Stade II	Aux activités habituelles
Stade III	Spontanées et épisodiques
Stade IV	Permanentes

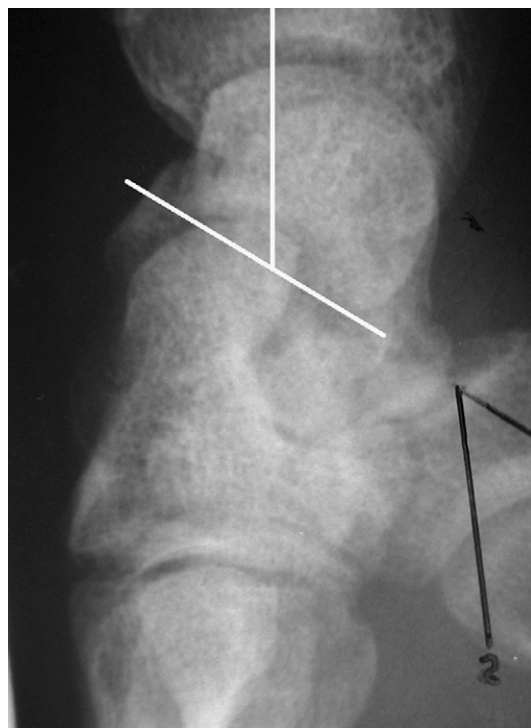


Fig. 1b. Cliché de profil d'une arthrose STT. Il faut noter la bascule postérieure du lunatum d'environ 30 degrés liée à la verticalisation du scaphoïde réalisant une forme particulière de DISI typique de cette atteinte. La radiographie de face correspondante montrant un pincement de l'interligne supérieur à 50 %, cette atteinte peut être classée en stade IIb de la classification de Crosby modifiée.

Tableau 2  
Classification radiologique modifiée de l'arthrose STT selon Crosby

Stade 0	Normale
Stade I	Pincement artriculaire inférieur à 50 %
Stade II	Pincement artriculaire supérieur à 50 %
II a	Sans désaxation du carpe
II b	Avec désaxation du carpe
Stade III	Érosions, sclérose et irrégularités
III a	Sans désaxation du carpe
III b	Avec désaxation du carpe

La modification consiste en l'adjonction de sous-types (a et b) dans les stades II et III afin de prendre en compte la désaxation du carpe.

naire était de 45 degrés (de 32 à 60 degrés). Une marge de tolérance de cinq degrés a été utilisée. Une chondrocalcinose du poignet *radiologique* était présente chez trois patients (calcification du complexe fibrocartilagineux triangulaire).



Fig. 2. Radiographie postopératoire de l'arthrodèse STT avec interposition d'un greffon iliaque corticospongieux et styloïdectomie par voie antérieure. La stabilité d'un brochage en croix peut être discutée en termes de stabilité mécanique.

2a : cliché de face ; 2b : cliché de profil, la bascule postérieure du lunatum a été corrigée par l'horizontalité du scaphoïde.

Tous les patients ont eu un traitement médical avant l'intervention incluant un traitement antalgique, une immobilisation par orthèse de repos du poignet et des infiltrations d'une durée de 32 à 60 mois. Le traitement chirurgical a été proposé en cas d'inefficacité du traitement médical.

Deux voies ont été utilisées pour cette intervention : la voie latérale ou la voie antérieure.

*Voie latérale* : l'incision de voie latérale se situe entre l'*abductor pollicis longus* en avant et l'*extensor pollicis brevis* en arrière, entre la pointe de la styloïde radiale en haut et l'interligne trapézométacarpien en bas. Après avoir disséqué les branches cutanées dorsales du nerf radial, le pédicule radial est repéré et mis sur lac. Puis la capsule est incisée longitudinalement. L'interligne scaphotrapézien est alors repéré. L'interligne trapézo-trapézoidien est accessible après résection de l'os sous-chondral scaphotrapézien par distraction sur la colonne du pouce ou l'aide d'un distracteur. Puis le scaphoïde est réduit, c'est-à-dire horizontalisé pour lutter contre la bascule du lunatum (contrôlée à l'aide d'un amplificateur de brillance) et ne pas entrer en conflit avec la styloïde radiale en inclinaison radiale. L'espace dévoilé entre le scaphoïde et le trapèze est alors comblé par un greffon corticospongieux de taille adaptée de façon à obtenir une tenue mécanique primaire satisfaisante. Le reste des espaces est comblé par du tissu spongieux.

*Voie antérieure* : la voie antérieure pratiquée est la voie utilisée pour l'abord du scaphoïde prolongée à la partie distale pour bien repérer l'interligne scaphotrapézien. Elle permet les mêmes gestes que la voie latérale.

La voie latérale a été pratiquée chez neuf patients et la voie antérieure chez trois patients. La greffe corticospongieuse a été nécessaire chez 11 patients (Figs. 2 et 3). La synthèse a été réalisée à l'aide de broches chez neuf patients et d'agrafes



Fig. 3. Radiographie montrant l'aspect au dernier recul de l'arthrodèse STT consolidée. Malgré l'absence de conflit styloïdien clinique et la réalisation d'une styloïdectomie, la styloïde radiale semble proche du complexe scaphotrapézien. Néanmoins, cela est difficilement interprétable sur des radiographies standard. Seules des reconstructions scanners en inclinaison radiale permettraient d'affirmer réellement un éventuel conflit. Enfin, la partie distale de l'interligne scaphocapitulum est difficilement visible sur cette incidence contrairement à l'incidence préopératoire. Cependant, la flexion du scaphoïde étant modifiée, il est difficile de conclure à un pincement artriculaire.



chez trois patients. Enfin, une styloïdectomie a été pratiquée chez 11 patients. Le poignet a été immobilisé à 20 degrés d'extension dans une manchette en résine ou une orthèse laissant libre l'articulation métacarpophalangienne pendant une durée de dix semaines (6 à 23 semaines).

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel Statview<sup>®</sup>. Des tests non paramétriques adaptés aux petits échantillons ont été utilisés pour le traitement des données qualitatives et quantitatives. Une valeur de  $p < 0,05$  a été considérée comme significative.

### 3. Résultats

Le recul moyen est de 61 mois (5 à 168). En termes de douleurs, 12 patients étaient classés en stade I et un patient en stade II. La différence était significative ( $p = 0,0001$ ). Aucun patient n'avait de douleur styloïdienne. Onze patients ont repris leur activité professionnelle au poste antérieur.

La flexion moyenne du poignet était de 67 degrés (de 20 à 80), l'extension moyenne de 26 degrés (de 15 à 60), l'inclinaison radiale de huit degrés (de 0 à 15) et l'inclinaison ulnaire de 24 degrés (de 0 à 35). Il n'existait aucune différence significative entre la mobilité pré- et postopératoire en dehors de l'extension, diminuée en moyenne de 13 degrés après l'arthrodèse ( $p = 0,03$ ). Le score moyen de Kapandji était de 9 (de 8 à 10) et il n'existait aucune différence significative avec le score préopératoire.

La force de préhension moyenne et de prise pouce-index était respectivement de 20,5 et de 6,6 kg, soit 94 et 72 % du côté controlatéral. Il n'existait aucune différence significative en termes de force par rapport au côté controlatéral.

La bascule postérieure du lunatum était corrigée chez cinq patients, stabilisée chez cinq patients et aggravée chez deux patients. Les angles moyens radiolunaire et scapholunaire postopératoires étaient respectivement de 13 et de 39 degrés. La différence pré- et postopératoire n'était pas significative.

Une pseudarthrose était notée chez quatre patients. Deux patients furent réopérés et consolidèrent en six et dix semaines, les deux autres ne présentant aucune douleur ne furent pas réopérés. Aucun facteur n'apparaissait comme favorisant pour cette complication.

### 4. Discussion

L'arthrodèse STT fut décrite initialement par Watson afin de lutter contre les troubles de rotation du scaphoïde dans le cadre des ruptures du ligament scapholunaire [5,6,11,12]. Même si cette technique fut utilisée pour d'autres pathologies comme la maladie de Kienbock ou les pseudarthroses du scaphoïde [4,13], peu d'auteurs ont publié cette technique dans le cadre de l'arthrose STT [14]. En effet, même si l'arthrose STT est une pathologie fréquente [15], elle est peu symptomatique et rarement chirurgicale ce qui explique le faible nombre de patient de notre série et de celles de la littérature. De plus, elle est souvent méconnue et parfois confondue avec l'arthrose

trapézométacarpienne du fait d'une symptomatologie ressemblante.

Les résultats cliniques de notre série montrent que l'arthrodèse est efficace concernant la douleur qui demeure le symptôme principal de l'arthrose STT. L'évaluation de la douleur n'a pu être réalisée par l'échelle visuelle analogique du fait de l'ancienneté de la série, cette méthode d'évaluation n'étant pas développée lors de l'examen préopératoire des premiers patients avant les années 1988 (aucune série publiée dans une revue de chirurgie de la main n'utilise cette échelle d'évaluation avant 1990 selon la base de données du National Center for Biotechnology Information). C'est pourquoi, dans un objectif d'homogénéité de la série, il nous a semblé plus cohérent d'utiliser pour tous les patients, la même méthode d'évaluation. Nous avons donc utilisé la classification d'Alnot, déjà publiée pour l'analyse des douleurs pérित्रapéziennes [8,9].

La plupart des publications font état d'une diminution de mobilité après arthrodèse STT notamment lors de l'inclinaison radiale. Dans notre série, nous n'avons pas retrouvé de limitation significative de ce mouvement. Nous avons attribué ce résultat initialement à la styloïdectomie. C'est pourquoi, nous avons continué à la pratiquer. Cependant, il est possible que la réduction du scaphoïde en position plus horizontale améliore l'amplitude de l'inclinaison radiale [16]. L'extension était diminuée de façon significative après arthrodèse STT. La réduction de la verticalisation du scaphoïde peut aussi expliquer cette perte d'extension. Il faut noter que l'extension moyenne préopératoire de la série est peu importante. En effet, deux patients présentaient une extension inférieure ou égale à 20 degrés en préopératoire diminuant de façon importante la moyenne de cette série de petite taille. L'anamnèse, l'examen clinique ou les clichés radiographiques n'ont pu expliquer cette limitation d'extension peu classique dans l'arthrose STT isolée. Néanmoins, la faible extension préopératoire n'explique pas la limitation de l'extension postopératoire du fait du caractère significatif de la différence.

Nous n'avons trouvé aucune différence en termes de force de préhension ou de pince pouce-index comme il a été rapporté dans certaines publications. La comparaison concernant la force par rapport au côté controlatéral est imparfaite et peut être discutable. En effet, cette méthode nous a obligés à exclure un patient présentant une atteinte bilatérale. Cependant, de même que pour l'évaluation de la douleur, les premiers patients (avant 1990) de la série n'ayant pas eu de mesure de la force préopératoire, il nous semblait plus cohérent de présenter une série homogène. De plus, les atteintes arthrosiques STT sont fréquemment bilatérales [15] et la force du côté controlatéral non opéré peut être un reflet de la force du côté homolatéral préopératoire. Elle a d'ailleurs déjà été utilisée dans la littérature pour ce type d'atteinte [14,16].

Dans notre série, trois patients seulement présentaient une chondrocalcinose diagnostiquée contrairement aux autres séries [17]. Cette pathologie est fréquemment présente dans l'arthrose STT [18,19]. De plus, pour certains auteurs la présence d'une arthrose STT est pathognomonique d'une chondrocalcinose [17]. Néanmoins, dans une étude comparative de Donich,

14,4 % des patients présentaient une arthrose STT sans confirmation radiologique ou biologique. Dans notre série, la chondrocalcinose a été évoquée uniquement sur des clichés du poignet, ces incidences pouvant parfois être négatives dans une chondrocalcinose évoluée. De plus, l'absence de clichés multiples (bassin, poignet...) ou de prélèvements articulaires confirmant le diagnostic de chondrocalcinose dans notre étude, peut expliquer cette différence avec la littérature.

Concernant la bascule postérieure du lunatum, la différence pré- et postopératoire n'était pas statistiquement significative, néanmoins celle-ci a été corrigée ou stabilisée chez dix patients. C'est pour nous, l'intérêt de l'utilisation d'un greffon corticospongieux [15]. En effet, dans l'arthrose STT, le scaphoïde verticalisé entraîne le lunatum provoquant une bascule postérieure de celui-ci (en l'absence de lésion du ligament scapholunaire) aboutissant alors à un aspect de Dorsal Intercalated Segment Instability (DISI) [14,15,17]. Lors de l'arthrodèse STT, la correction de la bascule du lunatum nécessite une horizontalité du scaphoïde, dévoilant alors un espace souvent important entre le scaphoïde et le trapèze. C'est pourquoi, la mise en place d'un greffon osseux est le plus souvent nécessaire. De plus, celui-ci doit être corticospongieux afin d'apporter une stabilité mécanique suffisante pour conserver la position de réduction du scaphoïde. L'utilisation de spongieux de façon isolée ne permettrait pas de maintenir cette réduction chez la plupart des patients. Le greffon iliaque est donc le plus adapté, même s'il oblige à une anesthésie générale pouvant être un facteur limitant chez les sujets très âgés. La mise en place du greffon semble plus facile par voie antérieure. En effet, celle-ci permet d'accéder directement à l'espace scapho-trapézien ouvert après réduction du scaphoïde. C'est pourquoi, nous utilisons désormais cette voie d'abord en première intention.

La pseudarthrose est la complication principale de cette intervention. Elle est évaluée entre 1 et 60 % dans la littérature [1–4,6,7,11,14,20,21]. Il est difficile d'évaluer la cause des échecs de la consolidation de l'arthrodèse STT. Dans notre série aucun facteur favorisant (bascule du lunatum, synthèse, durée d'immobilisation, qualité de la greffe osseuse, tabac) n'a été retrouvé. L'existence d'une pseudarthrose n'était pas corrélée à l'existence d'une bascule du lunatum postopératoire. Une réduction insuffisante de la bascule postérieure du lunatum n'a pas favorisé la pseudarthrose. De même, la non-consolidation de l'arthrodèse STT n'a pas accentué la bascule postérieure du lunatum. Concernant l'ostéosynthèse, il est probable qu'une fixation par un brochage dans l'axe scapho-trapézien ne permette pas toujours une stabilisation durable de l'arthrodèse. C'est pourquoi, Watson insiste sur un montage par broches en triangulation permettant une meilleure stabilité de la synthèse [5,16]. Cependant, il est possible qu'avec l'apparition de nouvelles plaques d'ostéosynthèses, d'agrafes à mémoire ou de vis à compression cette synthèse soit plus fiable. La greffe osseuse, en plus de la correction d'une éventuelle désaxation du carpe, permet de combler la perte de substance et donc de favoriser la consolidation [15]. Néanmoins, peu d'auteurs utilisent l'adjonction d'une greffe osseuse. De plus, dans notre série, cette greffe, réalisée chez 11 patients,

n'empêcha pas la survenue d'une pseudarthrose. Concernant, l'immobilisation postopératoire, l'ensemble des auteurs immobilisent le poignet pendant au moins six semaines. Le type d'immobilisation est néanmoins discuté. Frykman recommande une immobilisation antibrachio palmaire prenant le pouce [1], mais aucune publication ne permet de conclure statistiquement quant à l'intérêt de l'immobilisation de l'articulation métacarpophalangienne du pouce dans la consolidation de l'arthrodèse STT.

Aucun conflit styloïdien ne fut observé dans notre série. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce résultat. En effet, il est possible que la réduction du scaphoïde en position horizontale lors de la réalisation de l'arthrodèse limite le conflit avec la styloïde radiale. De plus, nous avons réalisé une styloïdectomie quasi systématiquement afin d'éviter la limitation d'inclinaison radiale. Néanmoins, certains auteurs préfèrent pratiquer une styloïdectomie associée à l'arthrodèse STT, essentiellement dans le cadre des instabilités scapholunaires [22].

La résection du pôle distal du scaphoïde est encore actuellement la principale alternative à l'arthrodèse STT. La douleur et la mobilité récupèrent plus rapidement après résection du pôle distal du scaphoïde [23]. Néanmoins, le risque de survenue d'une désaxation adaptative du carpe demeure important et peut faire discuter l'utilisation de cette technique chez les sujets ayant une activité manuelle importante. L'utilisation d'un implant d'interposition au pyrocarbone a été publiée récemment [24]. Au recul moyen de quatre ans, Les résultats sont encourageants en termes de douleur, de mobilité et de stabilité carpienne. Néanmoins, comme pour toute arthroplastie, un recul supplémentaire est nécessaire pour juger de l'innocuité à long terme de cette technique.

## 5. Conclusion

L'arthrodèse STT dans l'arthrose STT est une technique efficace sur la douleur. La force n'est pas ou peu affectée par la fusion scapho-trapézienne et la diminution de la mobilité demeure acceptable. L'adjonction d'un greffon iliaque permet de stabiliser la désaxation carpienne. Elle demeure pour nous une technique de référence chez un sujet ayant une importante activité manuelle qu'elle soit professionnelle ou de loisir.

## Références

- [1] Frykman E, Ekenstam F, Wadin K. Triscaphoid arthrodesis and its complications. *J Hand Surg* 1988;13A:844–8.
- [2] Kleinman W. Long-term study of chronic scapholunate instability treated by scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis. *J Hand Surg* 1989;14A:429–45.
- [3] Kleinman W, Carroll C. Scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis for treatment of chronic static and dynamic scapho-lunate instability: a 10-year perspective on pitfalls and complications. *J Hand Surg* 1990;15A:408–14.
- [4] Voche P, Bour C, Merle M. Scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis in the treatment of Kienbock's disease. A study of 16 cases. *J Hand Surg [Br]* 1992;5–11 (17-1).
- [5] Watson H, Hempton R. Limited wrist arthrodeses. The triscaphoid joint. *J Hand Surg* 1980;5A:321–7.

- [6] Eckenrode J, Louis D, Greene T. Scaphoid-trapezium-trapezoid fusion in the treatment of chronic scapho-lunate instability. *J Hand Surg* 1986; 11A:497–502.
- [7] Voche P, Bour C, Merle M, Spaite A. L'arthrodèse scaphotrapézotrapézoïdale ou arthrodèse triscaphoïde. *Rev Chir Orthop* 1991;77:103–14.
- [8] Alnot J, Muller G. Notre expérience du traitement chirurgical de l'arthrose trapézométacarpienne. À propos d'une série rétrospective de 115 cas. *Rev Rhum* 1998;65:107–20.
- [9] Masméjean E, Alnot JY, Chantelot C, Beccari R. [Guepar anatomical trapeziometacarpal prosthesis]. *Chir Main* 2003;30–6 (22-1).
- [10] Crosby E, Linscheid R, Dobyns J. Scapho-trapezoidal-trapezoid arthrosis. *J Hand Surg* 1978;3:223–34.
- [11] Kleinman WB, Steichen JB, Strickland JW. Management of chronic rotary subluxation of the scaphoid by scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis. *J Hand Surg [Am]* 1982;125–36 (7-2).
- [12] Lichtman DM. Management of chronic rotary subluxation of the scaphoid by scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis. *J Hand Surg [Am]* 1983;223 (8-2).
- [13] Trankle M, Sauerbier M, Linsner G, Bickert B, Germann G. [STT arthrodesis for treatment of stage III semilunar bone necrosis: functional outcome]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2000;32-6:419–23.
- [14] Saffar P. L'arthrose scaphotrapézotrapézoïdienne. In: Cahiers d'enseignement de la Société française de chirurgie de la main. Vol. 11. Paris: Expansion Scientifiques Publications; 1999. p. 53–64.
- [15] Oberlin C, Daunois O, Oberlin F. L'arthrose scaphotrapézotrapézoïdienne. Son retentissement sur le carpe. *Ann Chir Main* 1990;9:163–7.
- [16] Watson HK, Weinzweig J, Guidera PM, Zeppieri J, Ashmead D. One thousand intercarpal arthrodeses. *J Hand Surg [Br]* 1999;307–15 (24-3).
- [17] Saffar P. Chondrocalcinosis of the wrist. *J Hand Surg [Br]* 2004;486–93 (29-5).
- [18] Bourqui M, Vischer T, Stasse P, Docquier C, Fallet G. Pyrophosphate arthropathy in the carpal and metacarpophalangeal joints. *Ann Rheum Dis* 1983;42:626–30.
- [19] Donich A, Lektrakul N, Liu C, Theodorou D, Kakitsubata Y, Resnick D. Calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease of the wrist: trapezioscapoid joint abnormality. *J Rhum* 2000;27:2628–34.
- [20] Ishida O, Tsai TM. Complications and results of scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res* 1993;287:125–30.
- [21] Kleinman WB. Management of chronic rotary subluxation of the scaphoid by scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis. Rationale for the technique, postoperative changes in biomechanics, and results. *Hand Clin* 1987;113–33 (3-1).
- [22] Wollstein R, Watson HK. Scaphotrapeziotrapezoid arthrodesis for arthritis. *Hand Clin* 2005;539–43 (21-4).
- [23] Garcia-Elias M, Lluch A, Farreres A, Castillo F, Saffar P. Resection of the distal scaphoid for scaphotrapeziotrapezoid osteoarthritis. *J Hand Surg* 1999;24B:448–52.
- [24] Pequignot JP, D'Asnieres de Veigy L, Allieu Y. [Arthroplasty for scaphotrapeziotrapezoidal arthrosis using a pyrolytic carbon implant. Preliminary results]. *Chir Main* 2005;148–52 (24-3-4).