

## Le vissage du scaphoïde carpien. À propos de 25 cas et revue de la littérature

### The screwing of the carpal scaphoid. About 25 cases and review of literature

Zribi W., Naceur A., Zribi M., Ellouze Z., Trigui M., Ayadi K., Keskes H.

Service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique - Hôpital Habib Bourguiba. Sfax - Tunisie

CORRESPONDANCE : Dr Wassim ZRIBI

Service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique - Hôpital Habib Bourguiba. Route El-Aïn, Km 0.5 CP3029. Sfax - Tunisie

E-mail : zribi.wassim@yahoo.fr

#### RÉSUMÉ

**Introduction :** Les fractures du scaphoïde carpien représentent une entité fréquente en traumatologie du poignet. Le diagnostic est souvent difficile ou tardif au stade de pseudarthrose. Le vissage percutané constitue une solution élégante pour le traitement de certaines fractures du scaphoïde surtout les réputées pseudarthrogènes permettant la réduction de la durée d'immobilisation avec un retour précoce au travail et à la compétition.

**Matériel et Méthodes :** Nous rapportons 25 cas de fractures du scaphoïde traitées par vissage percutané ou à ciel ouvert sur une période de 6 ans avec 8 cas de fractures récentes, 7 cas de fractures avec retard de consolidation et 10 cas de pseudarthroses. L'ostéosynthèse a été assurée par des vis canulées en titane avec une technique percutanée dans 18 cas et à ciel ouvert dans 7 cas. Tous nos malades ont été immobilisés par une manchette plâtrée en spica pour une durée moyenne de 2 mois.

**Résultats :** Nos résultats ont été révisés avec un recul moyen de 27 mois avec des extrêmes de 1 à 6 ans. Les résultats ont été appréciés selon la classification d'HERBERT et le Mayo Wrist Score. Ils ont été jugés satisfaisants avec une consolidation dans tous les cas avec des résultats fonctionnels nettement meilleurs dans les cas de fractures par rapport aux pseudarthroses.

**Discussion :** Le vissage du scaphoïde représente une modalité thérapeutique importante à connaître pour pallier à des défaillances du traitement orthopédique pour certaines fractures dites pseudarthrogènes d'emblée ou pour le traitement de pseudarthrose installée sans notion de défaut osseux, ni collapsus carpien ou d'arthrose. Par ailleurs, pour réussir les résultats, il faut avoir le matériel approprié avec la bonne technique acquise par une longue courbe d'apprentissage.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Fractures of the carpal scaphoid represent a common entity wrist trauma. Diagnosis is often difficult or late at the stage of pseudarthrosis. Percutaneous screwing is an elegant solution for the treatment of certain fractures of the scaphoid especially for those at risk of pseudarthrosis, allowing the reduction of the duration of immobilization with an early return to work and competition.

**Material and Methods:** We report 25 cases of scaphoid fractures treated by percutaneous screwing or open surgery over a period of 6 years with 8 cases of recent fractures, 7 cases of fractures with delayed union and 10 cases of pseudarthrosis. Osteosynthesis has been assured by Titanium cannulated screws with a percutaneous technique in 18 cases and open surgery in 7 cases. All our patients were immobilized by a spica plaster for an average duration of 2 months.

**Results:** The median follow-up was of 27 months. The results were appreciated by the HERBERT classification and the Mayo Wrist Score. They were considered satisfactory with a consolidation in all cases with significantly better functional outcomes in cases of fractures compared to the pseudarthrosis.

**Discussion:** The screwing of the scaphoid is a therapeutic modality that is important to know to compensate failures of orthopedic treatment for certain fractures at risk of pseudarthrosis or for the treatment of installed pseudarthrosis without bone defect, nor carpal collapse or osteoarthritis. Moreover, to achieve the best results, we need the appropriate material with a perfect technique acquired by a long learning curve.



## I. INTRODUCTION

Le scaphoïde est l'os carpien le plus fréquemment fracturé. Il semble qu'une chute sur le poignet en hyperextension soit nécessaire pour que le scaphoïde soit le siège d'une fracture<sup>[1]</sup>. Le diagnostic et le traitement de ces fractures posent problème. En effet un bon nombre de fractures passent inaperçues et évoluent vers la pseudarthrose. ALNOT<sup>[2]</sup>, dans une série multicentrique, rapporte 70% de pseudarthroses secondaires à des fractures méconnues. Les facteurs influençant le temps de consolidation sont : le délai du traitement, la technique d'immobilisation, le siège de la fracture et sa nature<sup>[3, 4]</sup>. Puisque la majorité des fractures du scaphoïde touche des adultes en âge de travailler, le traitement orthopédique par plâtre et immobilisation peut entraîner un handicap physique (plâtre et rééducation) et économique important<sup>[5]</sup>. En plus, les résultats du traitement orthopédique sont très divers avec des taux de consolidation qui varient entre 34 et 97% selon les auteurs<sup>[6, 7]</sup>. L'ostéosynthèse par vissage percutané ou à ciel ouvert représente actuellement une alternative élégante pour le traitement de certaines fractures du scaphoïde surtout les réputées pseudarthrogènes. Elle diminue la durée d'immobilisation et donc favorise un retour précoce au travail et au sport. Elle trouve aussi l'indication en cas de pseudarthrose installée en pré-arthrose. Cette technique donne de très bons résultats immédiats sur la mobilité du poignet<sup>[8-10]</sup>.

A travers une série de 25 cas de fractures et de pseudarthrose du scaphoïde carpien traitées par vissage, nous allons essayer de présenter les résultats anatomiques et fonctionnels à court et à long terme, d'étudier l'effet de la technique du vissage du scaphoïde sur la consolidation, l'instabilité et l'arthrose, de comparer les résultats du vissage aux autres techniques utilisées et d'essayer de dégager les meilleures indications et les limites de cette technique.

## II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Nous rapportons une série de 25 dossiers de fractures récentes, de fractures avec retard de consolidation et de pseudarthroses du scaphoïde carpien chez l'adulte, traitées par vissage percutané ou à ciel ouvert, dans notre service sur une période de six ans allant de Janvier 2003 à décembre 2008. L'âge moyen de nos patients a été de 27 ans avec des extrêmes de 16 à 38 ans. Tous nos patients

ont été des jeunes actifs, avec une prédominance masculine, sans prédilection du côté dominant. Les accidents domestiques et de travail ont été les plus pourvoyeurs des fractures du scaphoïde carpien. Le mécanisme le plus fréquent a été une hyper-flexion dorsale et appuyée du poignet, consécutive à une chute de hauteur avec réception sur la paume de la main. Notre série comporte 8 cas de fracture récente, 7 cas de fracture avec retard de consolidation et 10 cas de pseudarthrose.

En adoptant la classification de SCHERNBERG, nous rapportons 3 cas de fracture type I (polaire), 4 cas de fracture type II (corporéale haute), 13 cas de fracture type III (corporéale basse) et 5 cas de fracture type IV (trans-tubérositaire).

D'après la classification d'ALNOT de la SOFCOT 1987 pour classer les pseudarthroses, nous rapportons 2 pseudarthroses stade I (pseudarthrose linéaire, stable), un seul cas stade IIA (pseudarthrose stable apparition de géodes de résorption), 5 cas au stade IIB (pseudarthrose ± mobile, modification de la forme du scaphoïde, apparition du DISI : Dorsal Intercalated Segment Instability, arthrose stylo-scaphoïdienne débutante) et 2 cas au stade IIIA (arthrose radio-scaphoïdienne). Nous avons eu un seul cas de lésion associée. Il s'agit d'une lésion du ligament scapho-lunaire, associée à une fracture type I de SCHERNBERG avec retard de consolidation. Une instabilité type DISI a été associée, en préopératoire, dans 8 cas. Une arthrose radio-carpienne a été associée à la pseudarthrose dans 4 cas. Aucune ostéonécrose du fragment proximal n'a été notée. Le délai moyen de prise en charge par vissage du scaphoïde carpien, par rapport au traumatisme initial, a été de 15 jours pour les fractures récentes, 105 jours pour les retard de consolidation, 12 mois pour les pseudarthroses.

L'ostéosynthèse du scaphoïde carpien a été assurée par des vis canulées dans tous les cas. Le vissage du scaphoïde carpien a été fait à ciel ouvert dans 7 cas avec une voie antérieure dans 3 cas et une voie dorsale dans 4 cas.

Un vissage percutané a été fait dans 18 cas. La technique du vissage (Figure 1) consiste dans la mise en place, sous contrôle radioscopique, d'une broche guide dans l'axe du scaphoïde. Une deuxième broche est mise en place pour maintenir la réduction et éviter les troubles rotatoires. La préparation du trajet de la vis est faite par une mèche canulée. La mise en place d'une vis compressive est la dernière étape.

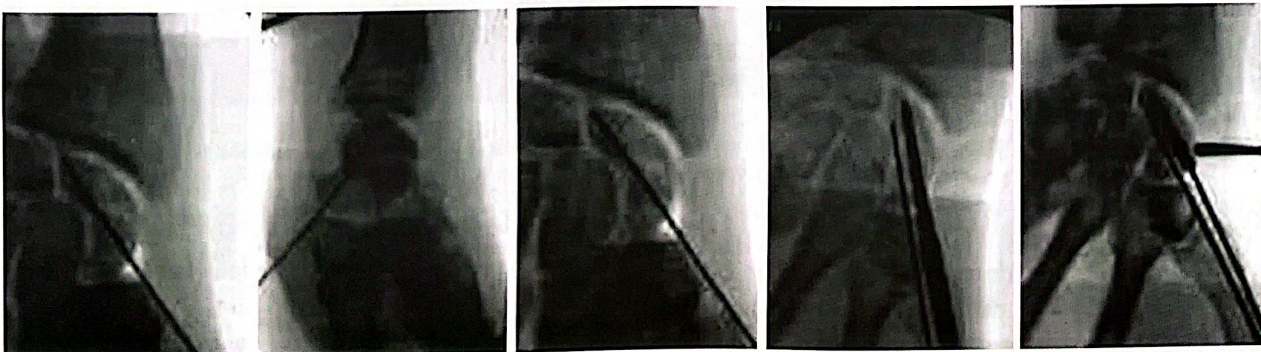


Figure 1 : Technique opératoire du vissage percutané du scaphoïde  
Figure 1 : Operative technique of percutaneous screw fixation



Une greffe spongieuse ou cortico-spongieuse à partir de la crête iliaque ou l'extrémité inférieure du radius a été réalisée dans 3 cas seulement. Un brochage scapho-lunaire a été fait dans le seul cas où la lésion du ligament scapho-lunaire était associée.

L'immobilisation du poignet a été assurée par une manchette plâtrée prenant la première phalange du pouce pendant une durée moyenne de deux mois. Une rééducation dans un centre spécialisé, avec un programme bien suivi et régulier, a été faite dans 19 cas.

### III. RÉSULTAT

Nos résultats ont été révisés avec un recul moyen de 27 mois avec des extrêmes de 1 à 6 ans. La consolidation a été obtenue après un délai moyen de 10 semaines pour les fractures fraîches, 11 semaines pour les retards de consolidation et 13 semaines pour les pseudarthroses. Les résultats fonctionnels ont été appréciés selon les critères fonctionnels de la classification d'HERBERT et le Mayo Wrist Score tenant compte de la satisfaction du patient, la douleur, la mobilité du poignet et la force de serrage. Au total, 52% des patients ont retrouvé l'indolence totale de leur poignet ; les autres patients avaient des douleurs à l'effort intense. La mobilité du poignet a été modérément affectée, les amplitudes obtenues, comparées à celles

du côté sain ont été 82% pour la flexion palmaire, 85% pour la flexion dorsale, 70% pour l'inclinaison radiale et 87% pour l'inclinaison ulnaire. Nous avons eu ainsi 88% d'excellents et bons résultats sur le plan fonctionnel. Les résultats anatomiques ont été appréciés selon les critères anatomiques de la cotation d'HERBERT tenant compte de la consolidation, la présence d'instabilité carpienne et/ou d'arthrose. Ainsi la consolidation a été obtenue dans 92% des cas avec un délai moyen de 70 jours pour les fractures et 101 jours pour les pseudarthroses (Figures 2 et 3).

Une instabilité carpienne type DISI était présente dans 24% des cas alors qu'une arthrose débutante a touché 24% des poignets. Ainsi, les résultats anatomo-radiologiques étaient excellents et bons dans 80% des cas. Les résultats fonctionnels et anatomiques étaient nettement meilleurs dans les fractures fraîches. Nous avons obtenu une corrélation anatomo-fonctionnelle totale dans 80% des cas.

Les complications postopératoires étaient marquées par un sepsis précoce à J3 postopératoire dans un cas, suivi d'un syndrome neuro-algodystrophique à l'ablation du plâtre après 3 mois et demi. Un seul malade était gêné par la saillie palmaire de la tête de la vis, occasionnant des douleurs et une limitation de la flexion palmaire. Aucune ostéonécrose du fragment proximal n'a été notée.

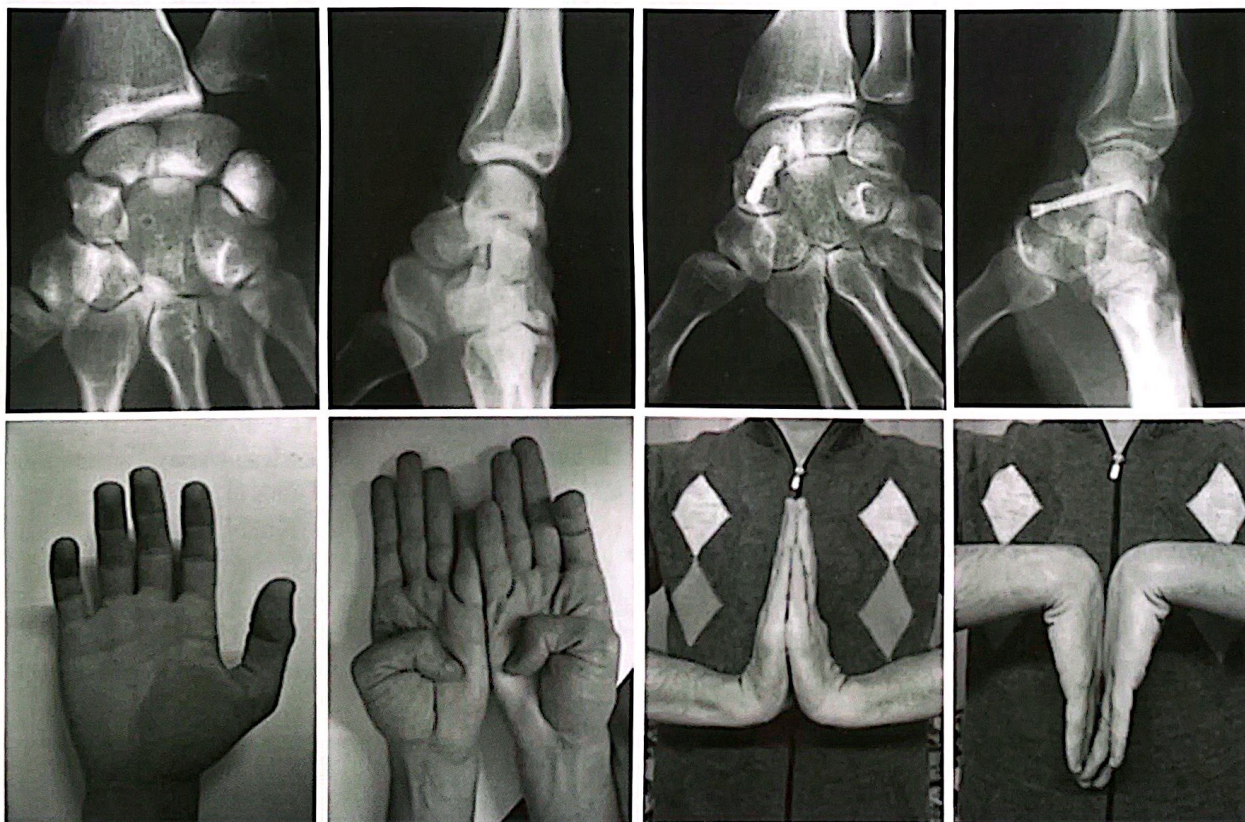


Figure 2 : Fracture récente du scaphoïde carpien type IV de SCHERNBERG traitée par vissage percutané. Résultat anatomique et fonctionnel au recul  
Figure 2 : Recent fracture of the scaphoid, SHERNBERG IV type, treated by percutaneous screw fixation. Anatomic and functional result at follow-up

### IV. DISCUSSION

Les fractures du scaphoïde carpien sont les plus fréquentes des fractures des os du carpe<sup>[11]</sup>. Elles représentent 10 à 15% des fractures du membre supérieur<sup>[12]</sup>. Au niveau de la radio-carpienne, 80% des charges sont transmises du carpe au radius dont 60% transmises par le scaphoïde.

Au niveau de la médio-carpienne, 50% des charges sont transmises par le scaphoïde de la deuxième à la première rangée du carpe<sup>[13]</sup>. Ce petit os est ainsi exposé facilement aux fractures par ses importantes contraintes mécaniques. Selon SHERNBERG<sup>[11]</sup>, les fractures du scaphoïde carpien sont estimées à 38 fractures pour 100 000 hommes et 8 pour 100 000 femmes.







**Figure 3 :** Pseudarthrose stade IIB d'ALNOT avec DISI traitée par vissage percutané. Très bon résultat anatomo-radiologique et fonctionnel au recul à 20 mois avec correction du DISI

**Figure 3 :** Stage IIB pseudarthrosis of the scaphoid with DISI, treated by percutaneous screw fixation. Good result at 20 months of follow-up with correction of DISI

Le scaphoïde est recouvert sur la presque totalité de sa surface par du cartilage. Toutes les fractures du scaphoïde doivent être considérées comme articulaires et réduites le plus anatomiquement possible, pour prévenir la survenue précoce d'une arthrose radio-carpienne. Le traitement du scaphoïde doit répondre à certains objectifs quelque soit la méthode thérapeutique adoptée, à savoir une réduction anatomique, une immobilisation stricte pendant le temps de consolidation, suivie d'une rééducation bien conduite pour retrouver une fonction quasi-normale de la main. Deux modalités thérapeutiques ont été adoptées par la majorité des auteurs à savoir le traitement orthopédique et le traitement chirurgical avec toutes ses modalités techniques. A l'heure actuelle, le traitement orthopédique trouve toujours ses indications surtout dans les fractures récentes stables du scaphoïde carpien sans lésions associées précisément les fractures incomplètes, les fractures complètes non déplacées type III et IV de SCHERNBERG. Devant les exigences physiques des patients parallèlement au progrès des moyens d'ostéosynthèse, le traitement chirurgical trouve de plus en plus la place dans l'arsenal thérapeutique des fractures du scaphoïde carpien.

Les modalités thérapeutiques chirurgicales sont variées et chacune d'elles conservent ses partisans.

Le choix du traitement varie en fonction du type de fracture, de l'école chirurgicale, du souhait et de la nécessité du patient à retrouver au plus vite la mobilité de son poignet. BAHRI et al.<sup>[14]</sup> ont présenté une série de 74 cas de pseudarthroses du scaphoïde carpien traitées par enclouage percutané. Ils ont obtenu de bons résultats et un taux de consolidation à 89%.

Cette technique de synthèse percutanée est peu coûteuse pour les malades sur le plan économique. Elle utilise seulement des broches, d'exécution facile et rapide, pouvant être pratiquée en chirurgie ambulatoire. Cependant,

les indications de cette technique sont assez limitées en matière de pseudarthrose. Ainsi, elle trouve son indication surtout dans les fractures et les pseudarthroses récentes avec absence d'instabilité adaptative ou de plicature du scaphoïde carpien correspondant aux stades I et IIA d'ALNOT. Le vissage du scaphoïde carpien représente une solution élégante de l'ostéosynthèse et rapidement révéle comme le "Gold standard" du traitement chirurgical des fractures du scaphoïde<sup>[15]</sup>.

En 1954, HARISSON était le premier à rapporter son expérience du vissage des fractures du scaphoïde<sup>[in 16]</sup>. Au départ, on utilisait les vis classiques en acier inoxydable<sup>[17]</sup> dont la taille était excessive par rapport à celle du scaphoïde. C'est grâce à HERBERT que le traitement chirurgical des fractures du scaphoïde a été complètement bouleversé.

La mise au point de la première vis sans tête avec un système de positionnement en 1977<sup>[18]</sup>, a ouvert la voie à l'ostéosynthèse moderne. Cette vis est caractérisée par l'absence d'une tête permettant ainsi de l'enfourer complètement dans l'os avec un filetage non continu. En effet, la vis d'HERBERT comporte un filetage proximal de grand diamètre à pas court, un corps lisse et un filetage distal de petit diamètre à pas long. La différence de deux pas de vis permettant de générer un effet de compression entre les fragments. Le matériel employé est en alliage de titane, inerte, n'impose pas l'ablation et il permet le contrôle radiologique ultérieur par IRM pour déceler une éventuelle nécrose osseuse ou des lésions arthrosiques radio et médio-carpiennes.

Le vissage peut être réalisé à ciel ouvert et la voie d'abord peut être antérieure ou postérieure. La voie antérieure donne un accès large sur la partie antérieure de l'os, ce qui est essentiel pour contrôler la réduction d'une fracture ; elle respecte par ailleurs, la vascularisation dorsale<sup>[19]</sup>.





En revanche, il existe un risque de cicatrice hypertrophique. En outre, le ligament radio-scapho-capital est sectionné et il existe de ce fait un risque théorique d'instabilité<sup>[20]</sup> qui ne se vérifie pas dans la pratique<sup>[21]</sup>. Cette voie ne permet pas d'apprécier l'état du ligament scapho-lunaire, ainsi on ne peut pas le réparer en cas de lésion. La voie dorsale représente la voie d'abord par excellence pour l'ostéosynthèse des fractures du 1/3 proximal du scaphoïde<sup>[22]</sup>. Elle permet un accès large sur la partie proximale de l'os et l'ostéosynthèse est réalisée avec une facilité extrême. De plus elle permet de contrôler l'état du ligament scapho-lunaire et de le réparer dans le même temps opératoire. En revanche, elle ne donne aucun accès sur la partie antérieure de l'os dans le cas de fractures des 2/3 distaux du scaphoïde.

Au fil des années et en profitant des travaux expérimentaux et des dissections anatomiques, les techniques chirurgicales ont évolué avec une tendance vers la chirurgie mini-invasive et percutanée. Le vissage percutané est une technique mini-invasive, permettant l'amélioration des délais de consolidation par rapport au traitement conservateur. Elle trouve sa supériorité par rapport à la chirurgie à ciel ouvert avec diminution du temps opératoire, de la durée d'hospitalisation, un gain dans la durée d'immobilisation avec une consolidation et une reprise de travail plus précoce. Par ailleurs, cette technique ne permet pas le diagnostic des lésions associées surtout ligamentaires<sup>[23]</sup> et elle nécessite une réalisation rigoureuse par des opérateurs bien entraînés et une courbe d'apprentissage un peu longue.

Les complications de cette méthode ont été bien décrites par plusieurs auteurs. FILAN et HERBERT<sup>[21]</sup> ont rapporté dans une série de 431 ostéosynthèses en 1996, 14 cas de vis protrusives. DIAS et al<sup>[24]</sup> rapportent 8% de mauvais placement de la vis d'HERBERT sur 44 cas; ils décrivent aussi des lésions cartilagineuses au niveau de l'articulation scapho-trapézo-trapézoïdienne. Les mêmes conclusions ont été rapportées dans d'autres études<sup>[25]</sup>.

En 1992, WHIPPLE<sup>[26]</sup> a mis au point la vis d'HERBERT canulée pour une introduction sous contrôle arthroscopique.

Le vissage percutané sous arthroscopie présente les avantages du traitement percutané sans les classiques inconvénients. La morbidité est nettement diminuée grâce à la technique chirurgicale mini-invasive arthroscopique plus ciblée<sup>[5]</sup>. Elle réduit ainsi d'autant les conséquences cicatricielles à type de douleurs, névromes et raideurs postopératoires. Moins de 1% de cas d'enraidissement et de syndrome neuro-algodystrophique sont rapportés dans la littérature<sup>[27]</sup>. Cette technique nécessite une maîtrise parfaite de l'arthroscopie du poignet pour ne pas créer des lésions iatrogènes surtout cartilagineuse et ne pas prolonger le temps opératoire source de syndrome neuro-algodystrophique et de raideur articulaire postopératoire. L'âge avancé, les lésions cutanées douteuses, les fractures multi-fragmentaires et l'absence de plateau technique suffisant constituent des contre-indications à la réalisation de cette technique.

Les études publiées sur la technique du vissage assisté par ordinateur restent rares dans la littérature. Nous rapportons ici l'expérience de LIVERNAUX<sup>[28]</sup>. Pour appliquer cette

technique au scaphoïde, il faut immobiliser l'ensemble poignet-main-doigts dans la position habituelle de visage antérieur percutané du scaphoïde, c'est-à-dire en extension et inclinaison ulnaire du poignet. Cette position se fait dans un dispositif adapté : malléable, stable et radio-transparent qui s'apparente à la « main de plomb »<sup>[28]</sup>. Le principe de l'ostéosynthèse du scaphoïde assistée par ordinateur est avantageux; il permet la diminution de la courbe d'apprentissage, l'élargissement des indications, le confort de la technique, la diminution des erreurs de synthèse et la diminution de l'exposition radique. Les limites sont d'ordre géométrique, informatique, instrumentale et clinique. Nous pensons que cette technique est prometteuse, mais reste de coût assez élevé devant la disponibilité d'amplificateurs de brillance sophistiqués à trois dimensions.

Les résultats clinique et radiologique après vissage du scaphoïde sont excellents avec récupération ou conservation d'une force de serrage normale<sup>[29, 30]</sup> et des taux de consolidation allant de 92 à 100%<sup>[27]</sup>. La qualité des résultats fonctionnels est liée essentiellement à celle des résultats anatomiques. Une synthèse défectueuse, une réduction insuffisante, une correction précaire d'une désaxation carpienne préexistante, seront à l'origine de cal vicieux et d'arthrose radio-carpienne, invalidante à long terme. La rééducation représente un adjuvant indispensable pour obtenir des résultats fonctionnels satisfaisants en restaurant l'autonomie et la fonction antérieure du poignet. Elle doit être appropriée visant à retrouver les amplitudes articulaires et la force du poignet et de la main surtout chez les sportifs comparativement au côté sain.

## V. CONCLUSION

Les fractures du scaphoïde carpien sont encore, malgré l'amélioration croissante des procédés d'imagerie, souvent diagnostiquées avec retard. Une grande partie demeure découverte au stade de pseudarthrose.

Le traitement orthopédique reste pour nous justifié, en premier lieu, dans le cas de fractures non déplacées, stables. Les fractures déplacées ou instables, les retards de consolidation ou les pseudarthroses relèvent du traitement chirurgical.

Les modalités thérapeutiques chirurgicales sont variées. Le choix du traitement varie en fonction du type de fracture, des habitudes du praticien, du souhait et de la nécessité du patient à retrouver au plus vite la mobilité de son poignet. Le vissage percutané est une alternative thérapeutique intéressante. Il permet l'amélioration des délais de consolidation par rapport au traitement conservateur, d'éviter la mise en place d'une contention plâtrée et permet une mobilisation immédiate du membre lésé, avec une reprise des activités, la plus précoce possible surtout chez les sportifs et les travailleurs manuels. Les limites de cette technique ont été palliées, par l'apport de l'arthroscopie dans le diagnostic des lésions associées surtout ligamentaires, cartilagineuses et osseuses et la navigation assistée par ordinateur pour mieux orienter la broche guide et mettre en place la vis compressive.





## VI. RÉFÉRENCES

- 1) Rongièrès M., Mansat M., Bonnevielle P., Darmana R., Railhac J. Pathomécanique des fractures du scaphoïde. *Rev Chir Orthop* 1988; 74:689-92.
- 2) Alnot J.Y. Fractures et pseudarthrose du scaphoïde carpien. *Rev Chir Orthop* 1988; 74:714-7.
- 3) Amadio P.C. Scaphoid fractures. *Orthop Clin North Am* 1992; 23:7-17.
- 4) Ring D., Jupiter J.B., Herndon J.H. Acute fractures of the scaphoid. *J Am Acad Orthop Surg* 2000; 8:225-31.
- 5) Lnoue G., Shionoya K. Herbert screw fixation by limited access for acute fractures of the scaphoid. *J Bone Joint Surg* 1997; 79B:418-21.
- 6) Herbert T.J., Fisher W.E. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg* 1984; 66B:114-23.
- 7) Leyshon A., Ireland J., Trickey E.L. The treatment of delayed union and non-union of the carpal scaphoid by screw fixation. *J Bone Joint Surg* 1984; 66B:124-7.
- 8) Yin Z., Zhang J., Kan S., Wang P. Treatment of acute scaphoid fractures. Systematic review and meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2007; 460:142-51.
- 9) Jeon I.H., Micic I.D., Oh C.W., Park B.C., Kim P.T. Percutaneous screw fixation for scaphoid fracture: a comparison between the dorsal and the volar approaches. *J Hand Surg Am* 2009; 34:228-36.
- 10) Farnell R.D., Dickson D.R. The assessment and management of acute scaphoid fractures and non-union. *Orthop Trauma* 2010; 24:381-93.
- 11) Schernberg F. Fractures récentes du scaphoïde (moins de trois semaines). *Ann Chir Main* 2005; 24:117-31.
- 12) Weinberg A.M., Picheler W., Grechenig S., Tesch N. The percutaneous antegrade scaphoid fracture fixation: A safe method? *Injury* 2009; 40:642-4.
- 13) Schernberg F. Le poignet : anatomie, radiologie et chirurgie. Ed Masson, 1992; 222 p.
- 14) Bahri H., Baccari S., Maalla R., Ennouri KH., Tarhouni L. Traitement des pseudarthroses du scaphoïde carpiens par enclouage percutané. A propos de 74 cas. *Ann Chir Main* 2000; 19:75-81.
- 15) Herbert T.J. Fracture du scaphoïde : pourquoi je crois qu'il faut souvent les opérer ? *Maîtrise Orthopédique* Juin 2001; n°105.
- 16) Herbert T.J. Internal fixation of the scaphoid-History. *Sauramps*, 2004: p 125-9.
- 17) Vives P. De Lestang M. Dorde T. Techniques et indications du vissage des fractures du col du scaphoïde. Paris: Expansion Scientifique Française 1983; pp 96-100.
- 18) Herbert T.J., Fisher W.E. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg* 1984; 66B:114-23.
- 19) Saillant G., Lazennac J.Y., Roy-Camille R. Les particularités du vissage lors des pseudarthroses du scaphoïde carpien. *Rev Chir Orthop* 1988; 74:721-4.
- 20) Garcia-Elias M., Vall A., Salo J., Lluch A.L. Carpal alignment after different surgical approaches to the scaphoid: a comparative study. *J Hand Surg Am* 1988; 13:604-12.
- 21) Filan S.L., Herbert T.J. Herbert screw fixation of scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg* 1996; 78B: 519-29.
- 22) Gaujoux G. Ostéosynthèse des fractures du scaphoïde par voie dorsale: une ou deux vis de Herbert. *Chir Main* 2002; 21:166-75.
- 23) Caloia M.F., Gallino R.N., Caloia H., Rivarola H. Incidence of ligamentous and other injuries associated with scaphoid fractures during arthroscopically assisted reduction and percutaneous fixation. *Arthroscopy* 2008; 24:754-9.
- 24) Dias J.J., Dhukaram V., Abhinav A., Bhowal B., Wildin C.J. Clinical and radiological outcome of cast immobilization versus surgical treatment of acute scaphoid fracture at a mean follow-up of 93 months. *J Bone Joint Surg* 2008; 90B:899-905.
- 25) Papaloizos M.Y., Fusetti C., Christen T., Nagy L., Wasserfallen J.B. Minimally invasive fixation versus conservative treatment of undisplaced scaphoid fracture: a cost effectiveness study. *J Hand Surg Br* 2004; 29:116-9.
- 26) Whipple T.L. The role of arthroscopy in the treatment of intra-articular wrist fractures. *Hand Clin* 1995; 11:13-8.
- 27) Fontes D., Roure P. Complication et prévention de l'arthroscopie du membre supérieur. *Chir Main* 2006; 25S1:S274-S279.
- 28) Liverneaux P. Le vissage percutané du scaphoïde assisté par ordinateur : étude expérimentale. *Chir Main* 2005; 24:169-73.
- 29) Ledoux P., Chahid N., Moremans J.P., Kinnen L. Ostéosynthèse percutanée du scaphoïde par vis de Herbert. *Acta Orthop Belg* 1995; 61:43-7.
- 30) Smith K., Helm R., Tonkin M.A. The Herbert screw for the treatment of scaphoid fracture. *Ann Chir Main Memb Super* 1991; 10:556-63.

