



ARTICLE ORIGINAL

Traitement Chirurgical des Pseudarthroses du Scaphoïde Carpien, par Un Greffon Osseux Vascularisé, Comparativement au Greffon Cortico-Spongieux

A.Abdî⁽¹⁾, N.Mesmoudi⁽¹⁾, S.Benhedia⁽¹⁾, R.Kaddar⁽¹⁾, R.Kamel⁽¹⁾, M.Sahraoui⁽¹⁾, R.Sellam⁽¹⁾,
M.S.Khaznadar⁽²⁾

(1)Service de Chirurgie Orthopédie - Traumatologie / HMRUO/2RM, (2) Clinique Filaocène /CHU Oran.

Abstract :

La pseudarthrose du scaphoïde représente une agression majeure pour le fonctionnement du carpe. L'évolution non traitée se fait presque inéluctablement vers l'arthrose et la dégradation fonctionnelle du poignet due à la douleur, la raideur et la perte de force. Un processus aussi catastrophique mérite tous les efforts de prévention et de bon choix thérapeutique. Quoi que ces choix soient nombreux, variés et controversés, les greffons osseux représentent le traitement par excellence des pseudarthroses du scaphoïde carpien. Notre travail consiste à évaluer les résultats cliniques et radiologiques des pseudarthroses du scaphoïde, traitées par un greffon palmaire vascularisé par l'artère transverse antérieure du carpe puis les comparer avec le greffon cortico-spongieux type Matti- Russe, ce qui nous permettra de déterminer :

Les limites de chacune des deux techniques, Les facteurs influençant les résultats ; L'indication idéale afin de définir la meilleure technique pour le traitement des pseudarthroses du scaphoïde. Donc les greffons osseux sont nombreux, variés, et controversés dans certaines indications. Au vue des résultats obtenues et c'elles des séries publiées, le greffon pédiculé (type Kuhlmann) est indiqué dans les pseudarthroses stades IIA, IIB, et peut être associé au greffon conventionnel dans les stades IIIA et IIIB. Alors que dans les stades a vasculaires, il peut être un traitement alternatif au traitement palliatif.

Mots-clés : Scaphoïde, revascularisation du scaphoïde, pseudarthrose du scaphoïde, greffon pédiculé, fracture du scaphoïde.

Summary

Nonunion of the scaphoid is a major assault to the functioning of carp. The evolution untreated is almost inevitably to osteoarthritis and functional impairment of the wrist due to pain, stiffness and loss of strength. A catastrophic process deserves all the efforts of prevention and good therapeutic choice. Whatever the choices are numerous, varied and controversial, bone grafts are the treatment of choice for scaphoid nonunions.

Our job is to evaluate the clinical and radiographic results of nonunion of the scaphoid treated by a palmar graft vascularized by the anterior carpal artery and then compare them with the cortico-cancellous graft kind Matti- Russian, which will allow us to determine: The boundaries of each of the two techniques. Factors influencing the results. The ideal indication to identify the best technique for the treatment of nonunion of the scaphoid. So bone grafts are numerous, varied, and controversial in certain indications. In view of the results obtained and that they published series, the pedicle graft (type Kuhlmann) is indicated in the nonunion stages IIA, IIB, and can be combined with conventional graft in stage IIIA and IIIB. Whereas in the stages vascular, it may be an alternative treatment for the palliative treatment.

Keywords : Scaphoid, revascularisation of the scaphoid scaphoid graft pedicled Psd.

INTRODUCTION

La pseudarthrose du scaphoïde carpien, est un problème ancien mais non résolu, à ce titre, elle a attiré l'attention de nombreux auteurs, depuis longtemps et continue actuellement à faire l'objet de fréquents travaux.

La pseudarthrose du scaphoïde c'est une fracture du scaphoïde qui a mal évolué. Quand elle est prise en charge correctement l'évolution est favorable, mais lorsqu'elle persiste Les interventions chirurgicales se succèdent hypothéquant ainsi le pronostic fonctionnel du poignet et souvent d'un adulte jeune en pleine activité. De ce fait l'indication thérapeutique des pseudarthroses du scaphoïde carpien reste une question préoccupante pour de nombreux chirurgiens. Les choix thérapeutiques sont nombreux, variés, et controversés. Classiquement l'utilisation d'un greffon osseux conventionnel type Matti-russe et Verdan a donné des bons résultats mais le taux d'échec est estimé entre 15 à 20% des cas dans toutes les séries publiées.[18.57.58] Alors que l'utilisation d'un greffon vascularisé était réservée uniquement aux échecs des greffons cortico-spongieux, mais au vu des résultats publiés, ce type de greffon est présenté comme une technique alternative au greffon conventionnel.[25.57.58]

MATERIEL D'ETUDE

Le groupe (GI) représente les patients opérés par un greffon osseux vascularisé par l'artère transverse antérieure du carpe, alors que les patients du groupe (GII) ont été opérés par un greffon conventionnel type Matti-russe et Verdan. Le groupe II est beaucoup plus important, mais les critères épidémiologiques sont similaires aux deux types de patients. (Tableau n° 1).

Méthode d'étude : Le délai entre l'accident initial et le bilan pré thérapeutique de la pseudarthrose est en moyenne de 18, 9 mois avec un minimum de 07 mois et un maximum 30 mois.

Evaluation clinique : Nous avons examiné d'une manière bilatérale et comparative les deux poignets cela a porté sur la douleur, mobilité articulaire et la force musculaire.

➤ *La Douleur* : La douleur est souvent rapportée par les travailleurs (des deux groupes) qui ont recours à la force physique dans leur travail. Et qui présentent souvent des pseudarthroses de type IIB, IIIA, associée a une DISI.

La douleur est souvent ressentie par les patients à un degré différent. Allant de la douleur climatique à la douleur au repos, souvent la douleur modérée liée aux activités rigoureuses est les plus souvent ressentie. (tableau n°02).

➤ *La Mobilité* : La mesure de l'amplitude articulaire des poignets des patients des deux groupes, s'est faite de la même manière, à l'aide d'un goniomètre et comparativement aux poignets sains. Ce qui montrait, un déficit d'extension et d'inclinaison radiale.(tableau n°03).

La douleur et la diminution de la mobilité articulaire a retentit d'une manière importante sur la fonction et l'activité quotidienne du patient ce qui a obligé la majorité de nos patients des deux groupes a changé leur poste de travail. Ceci à été illustré par le score élevé de **DASH 5.20.23** : 56,4 points (**GI**), 53,2 points (**GII**). Donc 54 patients non satisfait dans le (**GI**) et 79 patients dans le (**GII**).

Imagerie : L'examen radiologique des patients est fait de manière bilatérale et comparative.

Une radiographie de face, postéro antérieure qui nous a permis de mesurer l'indice de Youm et McMurtry dont la moyenne était de 0.50. Ceci illustre l'inexistence de collapsus-carpien.

Une radiographie de face, poing fermé qui donne une vue étalée du scaphoïde ceci nous a permis d'étudier la pseudarthrose en l'insérant dans les différentes classifications :

La classification de *shernberg* (la majorité des patients est de type III 36pts GI, 50pts GII)

d'Alnot qui a montré que la majorité des patients des deux groupes avaient des pseudarthroses récentes souvent stade IIA et IIB (21 et 26 pts dans le GI) 42 et 22 pts dans le GII.

Alors que l'évaluation des lésions dégénératives selon *Wriste scapho lunate advented collapse SLAC* A été majoritairement au stade I et II.

L'incidence de profil de Meyrueis nous a permis de calculer les rapports du scaphoïde avec le carpe L'angle scapho-lunaire avait une valeur moyenne de 40° (30° et 75°)

L'angle radio-lunaire (la moyenne est de 3°) et dans quelque cas une IRM avant et après l'intervention

a été effectuée dont le but d'évaluer l'aspect du fragment proximal.

Paramètres	Groupe I	Groupe II
Série	58 patients	100 patients
Sexe	55 hommes – 03 femmes	89 hommes – 11 femmes
Age	24,8 ans moyenne	27,2 ans moyenne
Coté dominant	82,75 a droite	79 a droite
Travailleurs (recours à la force)	51,72%	49 %
Travailleurs manuels	34 ,48%	21 %
Sportifs	13 ,79%	30 %

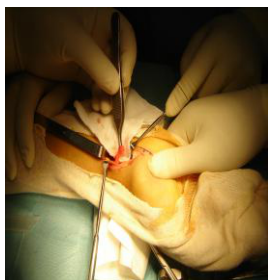
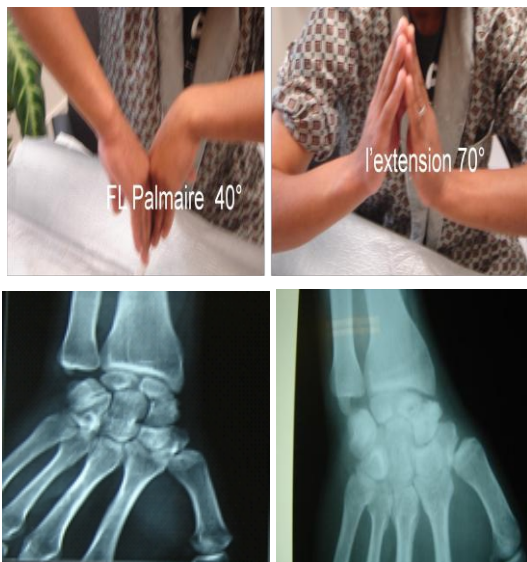
Tableau 1. Epidémiologie des deux groupes de patients

Paramètres	Groupe I	Groupe II
Douleur climatique	15	20
Douleur modérée	18	20
Sévère et tolérable	10	30
Sévère et intolérable	12	25
Douleur au repos	4	5

Tableau 2. Types de douleurs

Quelques observations qui illustrent le déficit de l'extension et l'inclinaison radiale par apport au poignet sain.

Observation N°1 PSD type II_B



Le levé du greffon vascularisé par l'artère T.A.C

Paramètres	Groupe I	Groupe II
Flexion	58,32°	56,8°
Extension	52 ,24°	49,9°
IR	13 ,42°	12,3°
I U	29,62°	30,2°
Arc Ex-Flexion	110°	101°
Arc IR - I U	43°	39°
FM	85%	76%

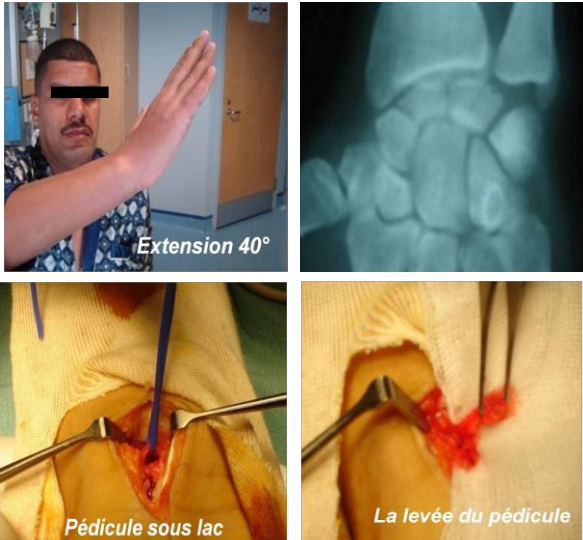
Tableau 3. Mobilité des deux groupes de patients

Observation N°2



Vissage du Scaphoïde et en placement du GV

Observation N°3



Observation N°4 avec une IRM en pré op



Greffon vascularisé prélevé sur la face palmaire du radius et vascularisé par l'artère transverse du carpe KUHLMANN, MATHOULIN

Les dissections anatomique sur 20 cadavres ont permis la description de la vascularisation de l'extrémité inférieure du radius, l'individualisation de l'artère transverse antérieure du carpe et que l'anatomie était assez constante avec une corticale et un spongieux richement vascularisés.[10.14.20]



(a)

(b)

(a)Revascularisation de l'extremite inferieure du radius anterieure du carp

(b)Naissance de l'artere transverse [10.20]

Les patients du GI ont été opérés par la dite technique on respectant les differents temps operatoire.

Les différentes étapes de la technique opératoire

- Préparation, installation du patient en décubitus dorsal, membre sur tablette, garrot pneumatique à la racine du membre. -Voie d'abord.
- Préparation du scaphoïde.

- Repérage et dissection de l'artère transverse antérieure du carpe.
- Prélèvement du greffon.
- Visage du scaphoïde.
- Mise en place du greffon.
- Vérification de l'intégrité du pédicule en relâchant le garrot pneumatique.
- Fermeture plan par plan sur un Redon aspiratif.
- Fin d'intervention.
- Immobilisation.

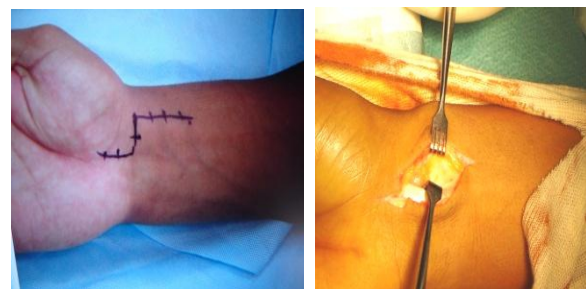
Préparation installation

Le patient est en décubitus dorsal sous garrot pneumatique, membre en supination posé sur la tablette de main.

Voie d'abord

Voie d'abord antérieure avec un décroché palmaire interne, incision des aponévroses superficielles, poignet est fléchi. En suite section du ligament annulaire antérieur, l'artère radiale est repérée, récline en externe, quant au muscle grand palmaire est récliné en interne.

A ce moment, on a un abord suffisant sur le carré pronateur et la face palmaire du radius.



Voie d'abord antero-interne

Préparation du scaphoïde

Avant de prélever le greffon on prépare le scaphoïde de façon à déterminer la taille de la perte de substance. Le poignet est mis en extension sous un petit champ roulé. Une capsulotomie antérieure est effectuée en regard du scaphoïde.

En cas de DISI, le poignet est fléchi, réduction du semi-lunaire, contrôle sous amplificateur, broche 1/10, qui fixera le radius au lunatum selon la manœuvre de Leitsh.[5.6] La réduction du scaphoïde

est obtenue en tractant sur le pouce, ce qui déplie le foyer de pseudarthrose. Cette zone de pseudarthrose est curetée, à l'aide d'une petite curette, excisant la fibrose qui s'étale sur les deux fragments. Ces derniers sont forés à l'aide d'une mèche N°2.

Et enfin, le cavum est préparé par des ostéotomes droits, et courbés selon la méthode classique de Mehdi.



Préparation de la tranchée du scaphoïde

Repérage et dissection de l'artère transverse antérieure du carpe

Cette artère prend naissance de la radiale au niveau de la styloïde radiale puis chemine sur la face palmaire du radius à la partie distale du carré pronateur, entre le périoste et l'aponévrose superficielle.

Dans son trajet, le pédicule est surélevé dans son 1/3 externe par rapport au 2/3 interne ou il est profond. La dissection du pédicule est minutieuse, qui commence par la section de l'aponévrose superficielle sur toute la largeur du radius. Avec une lame de bistouri, on incise en sous-périoste de

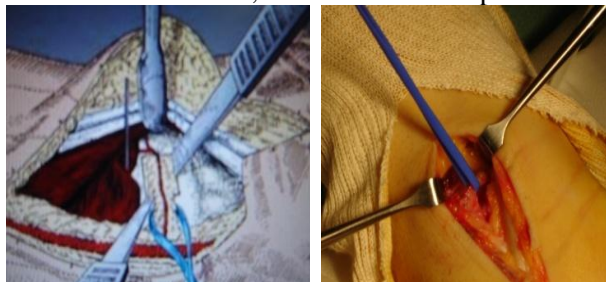
part et d'autre du pédicule en préservant quelques fibres du carré pronateur.

A l'aide d'une spatule on dépérioste et on libère le pédicule jusqu'à l'artère radiale, les plus externes, pour que le pédicule puisse avoir plus de course (04cm). En suite le pédicule est mis sous lac.

Prélèvement du greffon A l'aide d'un ostéotome de 10mm, on découpe le greffon au niveau de l'anastomose T artériel constitué d'une branche de l'artère ulnaire, de la branche antérieure de l'inter-osseuse et le pédicule transverse antérieur. L'axe de l'ostéotome doit être toujours oblique de bas en haut sur la partie distale et proximale du greffon de manière à se rejoindre en profondeur et il est désenclavé de la face antérieure du radius. Cette manœuvre doit être pratiquée minutieusement car le risque de survenue de fracture articulaire est fréquent.

Visage du scaphoïde La réduction est maintenue provisoirement par une broche. En suite on fore le scaphoïde dans son axe de distal au proximal, dont le point d'entrée siège à la partie externe du tubercule, en dehors de l'articulation scapho-trapézoïdienne, pour éviter toute gêne fonctionnelle.

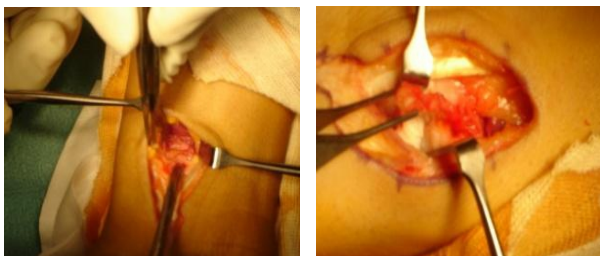
La préparation du trajet de la vis se fait par une mèche n°1.5 du scaphoïde.



10.20] Pédicule mis sous lac



Pédicule levé



(a) L'ostéotomie doit être pédicule levé orienté vers le haut
(b) La levée du pédicule levé

(Prélèvement du greffon)



Visage du scaphoïde

Mise en place du greffon

Le greffon osseux est ensuite mis en place de manière à combler la perte de substance et peut être stabilisé : Soit par une broche temporaire, en faisant attention à ne pas léser le pédicule.

Soit par quelques tours de vis qui le stabilise davantage. Ceci va réduire la durée d'immobilisation du poignet de 10 à 15jours.



Mise en place du greffon

Vérification de l'intégrité de l'artère transverse antérieure du carpe : Le relâchement du garrot pneumatique, va nous permettre de vérifier l'intégrité du pédicule dans tout son trajet.

En Fin d'intervention : La capsule est suturée sans comprimer le pédicule, le ligament radio-scapho capitatum est réparé. La fermeture se fait sur Redon aspiratif. En fin l'immobilisation se fait par une attelle antérieure dans laquelle le poignet est contenu à 30° de flexion.

RESULTATS

Résultats fonctionnels comparatifs :

Les résultats obtenus chez les patients du **GI** sont meilleurs, ils rapportent moins de douleurs climatiques, et modérées et plus de soulagements que les patients du **GII**.

Mobilité articulaire :

Le bénéfice d'amplitudes chez les patients du **GI** est légèrement supérieur, a ce lui des patients du **GII**.

En extension est de 28,35° alors qu'il est de 25,6° dans le **GII** et de 24° de flexion contre 18,2° chez les patients du **GII**. Cette différence de gain d'amplitude est présente dans le plan frontal avec 4° en inclinaison radiale et 7° en inclinaison ulnaire chez les patients du **GI**. Ce qui a permis à ces derniers d'avoir un secteur de mobilité comparable a celui des poignets sains.

Douleur :

Les résultats des patients du **GI** sont meilleurs, ils rapportent moins de douleurs climatiques, et modérées et plus de soulagements que les patients du **GII**.

N ayant pas un déficit en pré opératoire le gain en force musculaire n'est pas important dans les deux groupes.

Ces résultats favorables ont permis à la majorité de nos patients de reprendre leurs post de travail (82,5% du **GI**, 71% du **GII**).a l issue de cette évaluation clinique tout nos patients ont été score selon le *Score global fonctionnel de cooney*

Les résultats obtenus sont nettement meilleurs chez les patients du **GI** avec 31,3% de très bon score et seulement 1,7% de mauvais score. Contre 10% des patients du **GII** qui ont eu un mauvais score.

Comparaison des résultats radiologiques :

Les résultats radiologiques montrent que le taux de consolidation dans le **GI** est de 98% dans un délai de 08 semaines, alors qu'il avoisine 90% dans le **GII** en 12 semaines. Ceci a permis une courte immobilisation post opératoire (08 semaines dans le **GI**).

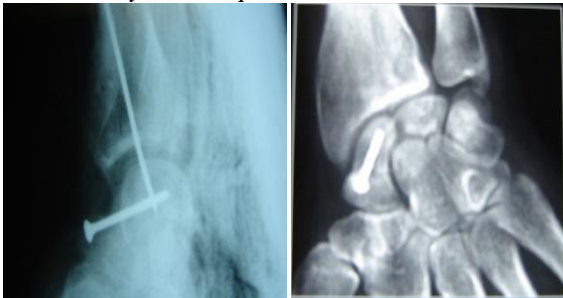
Observation N°1 consolidation à partir de la 6^{ème} semaines



Observation N°2 consolidation à partir de la 5^{ème} semaines



Observation N°3 greffon vascularisé associé à une ostéosynthèse après correction de la DISI.



(a) Emrochage radio-lunaire Correction de la DISI
(b) Contrôle au 4eme semaines

Observation N°4 consolidation à partir de la 6^{ème} semaines avec une IRM de contrôle



Observation N°4



DISCUSSION

Quoi que subjective la satisfaction est quasi constante chez la majorité de nos patients.

▪ Pour les patients du **GI** 9 peu satisfaits, représentant 15,5%, ils ont eu un gain de mobilité moins important de l'ordre de 8 à 15% par rapport au poignet sain, particulièrement en extension et en inclinaison radiale.

7 patients parmi les 9, étaient des travailleurs utilisant la force physique alors que les 2 autres étaient des travailleurs manuels, ces patients avaient :

Une pseudarthrose de stade II chez 7 d'entre eux.

Une pseudarthrose de stade III chez 2 patients.

SLAC II pour 7 d'entre eux

SLAC III pour 2 d'entre eux.

Parmi ces 9 patients, 6 d'entre eux avaient en pré op. Une instabilité en DISI avec un angle scapho lunaire supérieur à 70°.

Nous remarquons donc que le déficit chez les patients **peu satisfaits** est lié au stade avancé de la pseudarthrose, à la dégénérescence articulaire radio-carpienne et à l'instabilité scapho-lunaire en DISI. Ce qui a engendré un score moyen chez 6 patients. Alors que chez les trois autres patients nous avons eu un bon score supérieur à 80 points.

Par contre la consolidation était obtenue chez les 9 patients dont 1 avec une instabilité en DISI non corrigée.

Alors que chez le patient **non satisfait** des résultats dont la pseudarthrose été de stade III B avec un SLAC III et DISI supérieur à 80°.

Le score été très mauvais inférieur a 60 points, avec une non consolidation.

L'échec est du à l'expulsion du greffon et la perte de la réduction du scaphoïde ceci est inhérent à petitesse du greffon.

Nous lui avons proposé une résection de la première rangée du carpe mais le patient a refusé.

▪ Les dix échecs du **GII** été tous des travailleurs qui avaient recours a la force, et qui présentaient des pseudarthroses souvent de stades IIB et III.

Chez quatre on a eu un détachement précoce du greffon dont deux mis sans ostéosynthèse.

Chez trois patients, l'évolution s'est faite vers la lyse précoce du greffon. Et chez trois patients il a eu perte de réduction du scaphoïde avec expulsion des broches.

Nous avons pratiqué une résection de la première rangée du carpe chez 4 patients, alors que 2 patients ont refusés une chirurgie itérative (greffon vascularisé) et deux autres ont été opérés par un greffon osseux prélevé sur la face palmaire du radius, vascularisé par l'artère transverse antérieure du carpe. Et deux patients non revues.

Les résultats cliniques et radiologiques du greffon osseux vascularisé sont meilleurs en termes de mobilité, de force, De douleur, et satisfaction du patient.

Le greffon palmaire antérieur pédiculé offre une solution thérapeutique supplémentaire aussi efficace que le greffon conventionnel mais avec moins d'échecs. En fin nous rappelons les deux conclusions essentielles issues des travaux de

kuhlmann et **Matoulin** qui confortent nos résultats et qui sont : La consolidation issue de la technique de Mattı russe avait un greffon ayant perdu une grande partie de sa solidité pendant le processus de creeping substitution et qui ne la retrouve qu'au delà de 1 à 2 ans. Et que le greffon pédiculé qui préservait une vascularisation endostale avait une consolidation osseuse meilleur et plus rapide par rapport au greffon conventionnel type Mattı russe.[31.32.33.35.36] A travers les reprises de pseudarthroses itératives, par l'un ou l'autre type de greffon, nous pensons que les problèmes d'échecs de chaque technique n'est pas dans le type du greffon mais dans sont choix. En définitif, nos résultats s'accordaient dans l'ensemble des études Mathoulin Gras (103 cas)[66], Jessu Haerle et Yakoubi (30 cas) ou le taux de consolidation des greffons vascularisés été supérieurs à 93%.[67.57.58]

CONCLUSION

Cette étude comparative a montré que les résultats du premier groupe (G V) ont été meilleurs par rapport aux résultats du groupe II (G

N V) en termes de mobilité, de force, de douleur, de résultats fonctionnels, de satisfaction du patient, de reprise de travail et taux de consolidation.

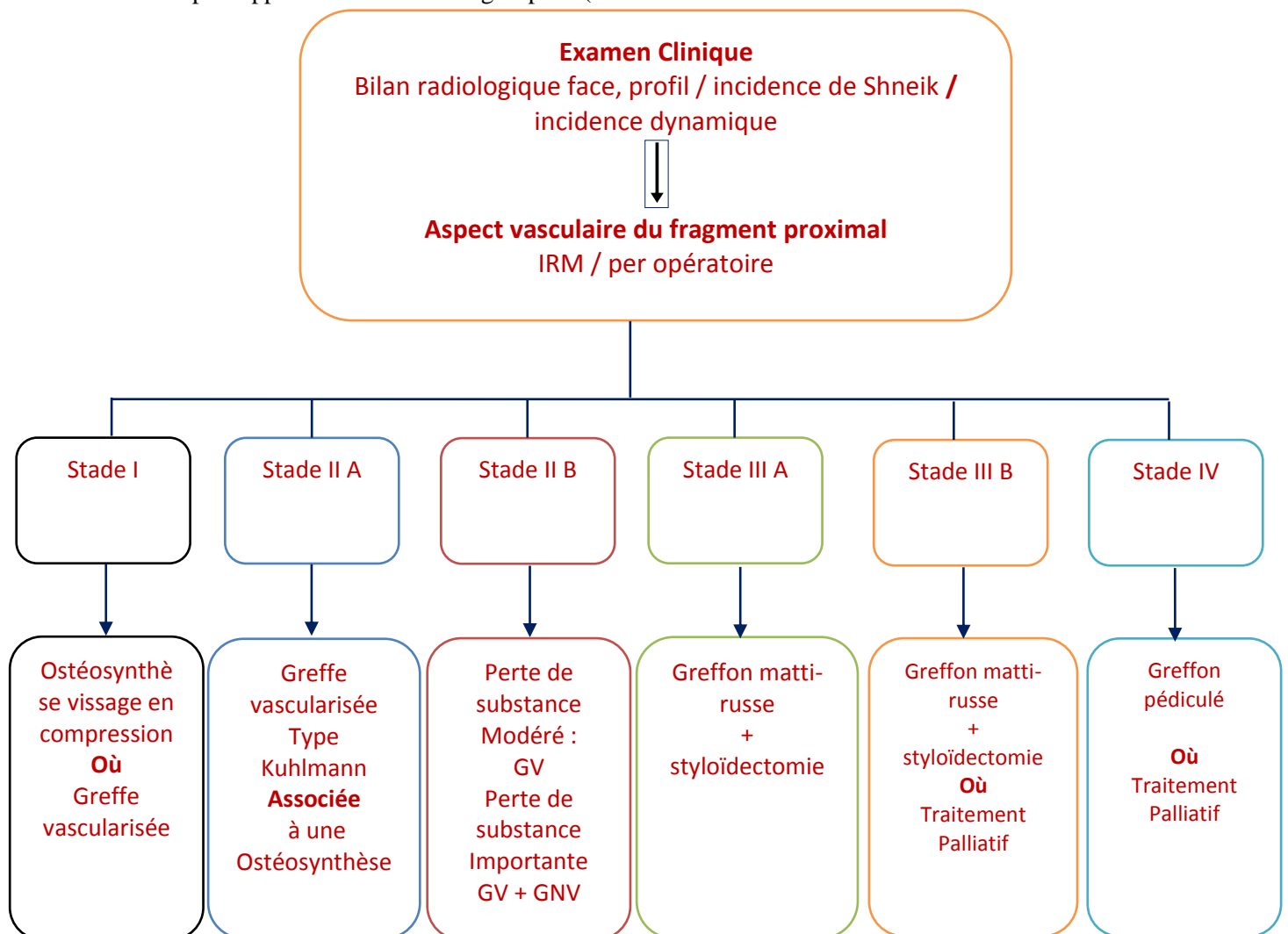
Ceci ne plaide pas la supériorité d'une technique sur une autre. Mais servira à décrire les limites de chaque une.

Au vue de la qualité des résultats fonctionnels obtenus par les greffons osseux vascularisés, et la rapidité de la consolidation nous la fait proposer comme traitement de première intention dans les pseudarthroses du scaphoıde. Nous retenons les greffons vascularisés dans les pseudarthroses de types IIA et IIB et peuvent être associés au greffon conventionnel dans les pseudarthroses avec pertes de substance de type IIIA et IIIB.

Cette association des deux greffons est motivée par l'aspect et la forme du fragment proximal, qui est évalué à l'IRM ou en per opératoire. Cette association ne fait pas l'unanimité.

Dans les types IV, avasculaire : la revascularisation du fragment proximal par un greffon vascularisé est de mise.

Pour cela nous proposons un Algorithme traitements des Pseudarthroses du Scaphoıde.



REFERENCES

- [1].Alieu Y. Instabilité ligamentaires et désaxation intra carpiennes. Démembrement du concept d'instabilité du carpe. Ann chirurgie Main 1984, N°3 P: 317- 321 366-367.
- [2].Alnot F. Anatomie expérimentale du poignet stabilité et dynamique du carpe conséquence physio-pathologiques, laboratoire d'anatomie 1984.
- [3].Alnot JY, Oberlin CH, Bellan N. Les fractures polaires proximales du scaphoïde carpien. ann chirurgie n°7, Mars 1988. P :101-108
- [4]. Alnot JY. Fractures et pseudarthroses du scaphoïde carpien symposium revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil locomoteur volume 74 1988N°8.
- [5].Alnot JY, Saffar PH. Cours de pathologie chirurgicale du membre supérieur et de la main, janvier 2004.
- [6].Boyer MI, Von Schroeder HP, Axelrod TS. Scaphoid nonunion with avascular necrosis of the proximal pole: treatment with a vascularized bone graft from the dorsum of the distal radius. J Hand surg 1998; 23B: 686-690.
- [7].Braun RM. Viable pedicle bone grafting in the wrist in : urbaniak J R, Ed. Microsurgery for major limb reconstruction St Louis MO: Mosby 1987 ; P :220-229.
- [8].Brown J , Janzen D , Adler B , Stolthers K, Favero K , Gropper P, Connell D. Arthrography of the contralateral asymptomatic wrist in patients with unilateral wrist pain. Can assoc Radiol J 1994.
- [9]. Bonjean B P, Honton JL. Bases anatomiques du bilan dynamique du poignet. ANATOMIE CLINICA, 1999.
- [10]. Brunelli F, Mathoulin C, Saffar P. Description of a vascularized bone graft taken from the head of the second metacarpal bone. Ann chir Main 1992;P: 11:40-45.
- [11].Dailiana Z H, Konstantinos MD, Malizos N. Vascularized bone grafts from the palmar radius for the treatment of waist non unions of the scaphoid, the journal of hand surgery, Vol.31A N°3 March 2006.
- [12]. Filan SL, Herbert TJ. Herbert screw fixation of scaphoid fractures. J Bone Joint Surg 1996;78B:519-529.
- [13].Gabl M, Reinhart C, Lutz M, Bodner G, Angermann P, Pechlancher S. Vascularized bone graft from the iliac crest for the treatment of nonunion of the proximal part of the scaphoid with an avascular fragment. J bone joint surg 1999; 81A: 1414-1428.
- [14].Haerle M, Schaller HE, Mathoulin C. Vascular anatomy of the palmar surfaces of distal radius and ulna: its relevance do pedicled bone grafts at the distal palmar forearm J hand surg 2003; 28B:131-136.
- [15].Herbert T. Fracture du scaphoïde pourquoi je crois, qu'il faut les opérées, le journal français de l'orthopédie, Maîtrise orthopédic.
- [16].Haddad FS, Goddar NJ. Acute percutaneous scaphoïde fixation using a cannulated screw, Annales of hand and Upper, Mb SURGERY Vol XVII N°2.
- [17]. JM Cognet Instabilité et luxation du carpe.
- [18]. Judet R, Roy C. Fractures et pseudarthroses du scaphoïde carpien. Utilisation d'un greffon vascularisé. Actualité de chirurgie orthopédique 1965. Traitement de la pseudarthrose du scaphoïde carpien par legreffon pédiculé.
- [19].Khan K, Riaz M, Small JO. The use of the second dorsal metacarpal artery for vascularized bone graft: an anatomical study J Hand surg 1998;23B:308-310.
- [20].Kuhlman JN, Mimoun M. Vascularized bone graft pedicled on the volar carpal artery for nonunion of the scaphoid, J hand Jurg 1987;12B, P: 203-210.
- [21].Kuhlman JN, Mimoun M, Fahed I. L'entorse scapho-trapézienne interne grave Ann Chir Main 1992.
- [22].Lebourg M, Raimbeau G. Le traitement des pseudarthroses du scaphoïde carpien Par voie antérieure, greffe intercalaire et vis de Herbert, étude rétrospective à propos de 33cas, Maîtrise orthopédic.
- [23].Liverneaux P, Gourret JP. Maillage dynamique du scaphoïde carpien, XLI congrès national de chirurgie de la Main, Paris.
- [24]. London PS. JBJS 43B :237-44, 1961.
- [25].Livernau ,F. Traitement des pseudarthroses du scaphoïde par un greffon osseux vascularisé prélevé sur la face antérieure du radius, Le journal français d'orthopédie.
- [26]. Lopez-Grana G, Beredjiklian PK, Weiland AJ. Vascularized bone grafting for scaphoid nonunion. Tech Hand Upper exterm surg 1999; 3:105-109.
- [27].Maloney M D , Sauzer D D , Hanson E C , Wood V E , Thiel A E. Adhesive capsulitis of the wrist: Arthrographic diagnosis. Radiology 1988.
- [28].L Sedel. La consolidation des fractures, conférence d'enseignement 1982 P77-78.
- [29].Malizos KN, Dailiana ZH, Kirou M, Vragalas V, Xenakis TA, Soucacos PN. Longstanding nonunions of scaphoid fractures with bone loss: succesful reconstruction with vascularized bone grafts. J Hand surg 2001; 26B: 330-334.
- [30].Mansat M. Les fractures du scaphoïde, Ann chirurgie Main 1982
- [31].Mathoulin CH, Haerle M. Greffon osseux vascularisé dans la reconstruction des os du Carpe. Annales de chirurgie plastique esthétique 17.10.2004.
- [32].Mathoulin CH. Technique : Vascularized bone grafts from the volar distal radius to treat scaphoid non-union, journal of the American society for surgery of the hand, Vol. 4, N°1 February 2004.
- [33].Mathoulin CH. Greffon palmaire dans les pseudarthroses du scaphoïde à propos de 29cas. Communication XLI congrès national de chirurgie de la Main.
- [34].Mathoulin C, Gilbert A Vascularized bone transplants in Upper limbs, in: tubiana R Surgery of the Skin and skeleton Of the hand, LondonDunitz 2001; 93-106.
- [35].Mathoulin C, Brunelli F, Further. Experience with the index metacarpal vascularized bone graft , J hand jurg 1998; 23B:311-317.
- [36].Mathoulin C, brunelli F. Further experience with the index metacarpal vascularized bone graft. J Hand Surg 1998; 23B: 311-317.
- [37]. N Rouviere. Anatomie humaine Masson 1989.
- [38].Marouzzi A, Della Rosa N. Traitement de la pseudarthrose du scaphoïde carpien avec greffe vascularisé selon la technique de Zaidenberg ,XLI congrès national de la société française de chirurgie de la main , Paris.
- [39].Pechlancher S, Beck E. Sanierende operationsverfahrenbeiscaphoidpseudarthrose.[Reconstructive surgical procedures in scapoid pseudarthrosis] Unfallchirurgie 1990;93:150-156.
- [40].Pian Lochums CL. Valeur de l'IRM dans l'évaluation du potentiel de guérison des pseudarthroses par greffe osseuse a propos de 17cas, Maîtrise orthopédic 2004.
- [41].Roy C. Fractures et pseudarthroses du scaphoïde carpien Utilisation d'un greffon vascularisé actualité en chirurgie orthopédique, 1965 ; 4,P :196-214.
- [42].Roussane Y. Méthode informatique d'évaluation tridimensionnelle de la biométrie des os du carpe. Application au diagnostic des fractures du scaphoïde, communication XLI congrès national de chirurgie de la main, Paris
- [43].Razeman J P. Les fractures du scaphoïde carpien, poignet et médecine de rééducation. Paris – Masson 1981 97-102.
- [44].Rongieres M, Mansat M. Fracture du pole proximal du scaphoïde, entité Anatomico- clinique et thérapeutiques.
- [45].Robbins RR, Ridge O, Carter PR, Iliac crest bone grafting and Hertbert screw. Fixation of nonunions of the

- scaphoid with avascular proximal poles. *J Hand Surg* 1995; 20A : 818-831.
- [46].Sheetz KK, Bishop AT, Berger RA. The arterial blood supply of the distal radius and ulna and its potential use in vascularized pedicled bone grafts. *J Hand Surg* 1995; 20A:902-914.
- [47].Sain T, Dagregorio G. Le greffon vascularisé de Carlos Zaidemberg (artère du processus styloïde radiale dans le traitement des pseudarthroses du scaphoïde, *Maitrise orthopédic* 2008.
- [48].Saffar PH. Des traumatismes du carpe anatomie, radiologie et traitement actuel l'instabilité du carpe.
- [49]. Sokolow C. La fracture du scaphoïde, IFCM Fractures du poignet, IFCM Scaphoïde du carpe, l'encyclopédie santé.
- [50].Schuind F, Haentjens P, van Innis F, Vander Maren C, Garcia-Elias M, Senwald G. Prognostic factors in the treatment of carpal scaphoid nonunion. *J Hand Surg* 1999; 24A 761-776.
- [51].Shenberg F, Harisboure A. Fractures des os du carpe, EMC 14-046-B10/2000.
- [52].Shenberg F. Séquelles des fractures des os du carpe, EMC 14-046- F10/200.
- [53].Siade JF, A Benyamina. Evaluation Clinique et Imagerie du poignet traumatique et douloureux hôpital national de saint Maurice.
- [54]. Steinmann SP, Bishop AT, berger RA. Use of the 1,2 intercompartmental supraretinacular artery as a vascularized pedicle bone graft for difficult scaphoid nonunion. *J Hand surg* 2002; 27A: 391-401.
- [55].Thebaud A, Dumontier CH. Le scaphoïde de la fracture à l'arthrose, *Maitrise orthopédic* N° 146 2005.
- [56].Watson HK, Pitts EC, Ashmead D 4th, Makhoul MV, Kauer J. Dorsal approach to scaphoid nonunion. *J Hand Surg* 1993; 18A: 359-365
- [57].Yakoubi. Traitement des pseudarthroses par un greffon vascularisé thèse 2010 CHU Alger.
- [58].Yakoubi C, Mathoulin. Présentation des résultats cliniques et radiologiques d'un greffon vascularisé a propos de 32 cas GEM 2009.
- [59].Y Allieu. L'instabilité du carpe instabilités ligamentaire et desaxations intra-carpiennes conférence d'enseignement 1982.
- [60]. Zaidemberg C, SIEBERT JW. A new vascularized bone graft for scaphoide nonunion *J.Hand surg* 1991.
- [61]. Zaidemberg C, Seibert JW, Amgrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand surg* 1991; 16A: 474-478
- [62]. Zeitoun F, Dumontier C. Arthrographie et arthroscanner du poignet In « Arthrographie, Arthroscanner, Arthro-IR Membre superieur Ed Masson 2000 : 151-172.
- [63]. ZOE H Dallina. Vascularized Bone Grafts From the Palmar Radius for the Treatment of Waist Nonunions of the scaphoid *Hand surg* 2006.
- [64].Y Saint cast, G Dagregorio. Artère du processus styloïde radiale dans le traitement des pseudarthroses du scaphoïde a propos de 32 cas, revue chirurgie de la main 17/06/2009.
- [65]. Mathoulin et Haerl, G Vandeputte. Greffons osseux vascularisés dans la reconstruction des os du carpe a propos de 87 cas, annales de chirurgie plastique et esthétique Novembre 2004.
- [66]. Mathoulin. Greffon vascularisé palmaire a propos de 103 cas. Congrès de la société américaine de chirurgie de la main (ASSH) Chicago septembre 2008.
- [67]. M Gras, Mathoulin Traitement des pseudarthroses du scaphoïde par un greffon osseux vascularisé par l'artère transverse antérieure du carpe prélevé a la face antérieure du radius en première intention. *Revue de chirurgie orthopédique et traumatologie* volume 97 décembre 2011.
- [68].F Brunelli, Mathoulin, Saffar. Description d'un greffon osseux vascularisé prélevé au niveau de la tête du deuxième métacarpien. *Annales de chirurgie de la main et du membre supérieur* 2002.