

LA PSEUDARTHROSE DU SCAPHOIDE CARPIEN

Ch. MATHOULIN

Clinique Jouvenet – 6 Square Jouvenet – 75016 PARIS – FRANCE – mathoulin@wanadoo.fr

RESUME

Les pseudarthroses du scaphoïde carpien posent des problèmes difficile de traitement, qui ne sont pas les mêmes en fonction du stade de découverte. Elles résultent le plus souvent d'une méconnaissance de la fracture initiale. Elles peuvent également être le résultat d'un traitement initial inadapté ou mal réalisé. En cas d'absence d'arthrose, le vissage simple peut-être proposé dans les cas sans résorption osseuse. Dès qu'une perte de substance osseuse apparaît, avec ou sans déplacement, et s'il n'existe pas d'arthrose, la reconstruction du scaphoïde fera appel à la mise en place d'une greffe osseuse vascularisée ou non, associée à une fixation du scaphoïde et de la greffe par brochage ou vissage. Dans les cas avec arthroses, soit on pourra se contenter d'une simple styloïdectomie dans le sstades de début, soit il faudra faire appel à des techniques pallaitives plus lourdes (résection de la première rangée desos du carpe, arthrodèse des 4 os internes, arthrodèse complète du poignet)

I – INTRODUCTION

Les fractures du scaphoïde carpien sont connues pour leur tendance à évoluer vers la pseudarthrose le plus souvent à la suite d'une méconnaissance du diagnostic initial. Lorsqu'une fracture n'est pas consolidée à la fin du troisième mois on peut la considérer comme une pseudarthrose.

Il faut distinguer les pseudarthroses anciennes de celles évoluant depuis moins de six mois car les problèmes thérapeutiques sont totalement différents.

La classification de HERBERT définit 4 stades (fig 1) (1).

- Type D1 : pseudarthrose serrée avec fibrose inter fragmentaire.
- Type D2 : pseudarthrose lache sans déformation osseuse
- Type D3 : pseudarthrose lache avec déformation osseuse.
- Type D4 : nécrose du pole proximal.

La classification proposée par Jean Yves ALNOT intègre à la fois la lésion osseuse et la désaxation intra carpienne, l'apparition d'arthrose liée à l'évolutivité et l'existence de nécrose du fragment proximal. (2)

- le stade I : il s'agit d'une pseudarthrose linéaire sans modification de la forme du scaphoïde et sans instabilité ou désaxation intra carpienne (fig 2)

- le stade II : séparé en IIA lorsqu'il s'agit d'une pseudarthrose stable avec un début de résorption osseuse au niveau du trait de fracture (fig 3) et un stade IIB quand la pseudarthrose est plus ou moins mobile avec une perte de substance antérieure et une flexion du pôle proximal sur le

tubercule distal entraînant une désaxation intra carpienne d'adaptation avec DISI (Dorsal Intercalated Segment Instability) (Fig 4a, 4b, 4c).

- le stade III : correspond à une pseudarthrose déplacée instable avec une désaxation intra carpienne comme dans le stade IIB. Là encore ce stade se divise en deux sous stades : le stade IIIA avec une arthrose stylo-scaphoïdienne (fig 5) et le stade IIIB avec une arthrose radio carpienne mais également inter carpienne (fig 6, fig 7a, fig 7b).

Les trois premiers stades de cette classification représentent une seule et même lésion laissée à son évolution naturelle.

- le stade IV : est en fait un stade particulier qui correspond à la nécrose du fragment proximal avec un stade IVA où il existe une désaxation et un stade IVB où il existe une arthrose radio scaphoïdienne et inter carpienne (fig 8a, fig 8b).

II – INDICATION THERAPEUTIQUE

L'analyse précise du stade sera fait grâce à des clichés radiographiques standard, une tomодensitométrie et en cas de suspicion de nécrose une résonance magnétique nucléaire. Les indications thérapeutiques ne seront pas les mêmes en fonction des différents stades. Dans les stades I de ALNOT (type D1 de HERBERT), le vissage simple est souvent suffisant. En effet, le capital osseux du scaphoïde est préservé.

Dans les stades IIA de ALNOT (type D3 de HERBERT), il faut associer une greffe osseuse vascularisée ou non à une ostéosynthèse stable.

Dans les stades IIB de ALNOT (type D3 de HERBERT), il faudra corriger la désaxation intra carpienne avec un greffon adapté, vascularisé ou non, qui permettra de rétablir la hauteur du scaphoïde, associé un montage par ostéosynthèse stable.

Dans les stades IIIA de ALNOT, à condition que l'arthrose soit limitée à la région styloïdienne, on peut se contenter d'une reconstruction du scaphoïde comme dans les stades IIB associée à une simple styloïdectomie dans le même temps opératoire. Si l'arthrose est plus évoluée sur tout la facette scaphoïdienne du radius, la résection de la première rangée des os du carpe constitue une bonne option puisque la tête du grand os et la surface radiale du semi-lunaire sont conservées.

Dans les stades IIIB, l'importance de l'arthrose qui a atteint la médio carpienne nécessitent un gest palliatif qui peut être la résection du scaphoïde associée à une arthrodèse des quatre os internes.

Dans les stades IVA, sans arthrose, la reconstruction par un greffon vascularisé est de mise. Dans les stades IVB avec arthrose, les indications sont les mêmes que pour les stades IIIB.

III – GREFFE CORTICO-SPONGIEUSE DE « MATTI-RUSSE »

Il s'agit de la technique la plus utilisée. Elle consiste à la mise en place d'une greffe cortico spongieuse encastrée dans le scaphoïde préalablement évidé (fig 9)(3,4).

Cette intervention nécessite une anesthésie loco-régionale et générale car le prélèvement du greffon doit être réalisé au niveau de la crête iliaque. Un champ de crête iliaque homolatérale est préparé au début de l'intervention. La voie d'abord est une voie d'abord antérieure de HENRY. Le tendon du flexor carpi radialis est repéré au niveau de son bord radial et récliné du côté ulnaire. L'artère radiale est réclinée du côté radial. L'incision de la capsule articulaire est longitudinale jusqu'au tubercule du scaphoïde. Le ligament radio-scapho-lunaire antérieur est sectionné et devra être réparé en fin d'intervention. La réduction du scaphoïde se fait à l'aide d'un ciseau à frapper. La fibrose d'inter position est excisée au bistouri et à la curette. L'avivement de la zone de la pseudarthrose s'effectue à l'aide de curette fine. Une cavité est creusée dans le fragment proximal et le fragment distal du scaphoïde en se débarrassant de l'os spongieux nécrotique. Une partie du bord antérieur ostéochondral du scaphoïde est réséqué de manière à élargir la fenêtre d'avivement antérieur. On préservera au maximum les rebords interne, externe et dorsal qui permettent de déterminer l'alignement des deux fragments du scaphoïde réaxé. En cas de doute, le garrot peut être lâché pour apprécier la bonne vascularisation osseuse des fragments proximaux et distaux du scaphoïde. Le maintien de la position du poignet en extension maximale et inclinaison ulnaire à l'aide d'un champ roulé situé sous le poignet permet de corriger le plus souvent la déformation en flexion palmaire du scaphoïde. En cas de nécessité, on pourra utiliser deux broches temporaires pour maintenir la réduction : une broche entre le pôle proximal et le semi-lunaire et l'autre entre le tubercule distal et le grand os.

Le prélèvement de la greffe s'effectue au niveau de la crête iliaque. Elle nécessite un temps d'anesthésie générale. Il faut faire attention à ne léser le nerf fumoro-cutané lors de l'incision. Le

prélèvement de la greffe au niveau de la face externe de l'aile iliaque sera réalisé à l'aide de ciseaux frapper en tenant compte de la courbure naturelle de l'aile iliaque qui correspond le plus souvent à la courbure antérieure du scaphoïde (fig 10). Des greffons spongieux peuvent être prélevés en supplément. La greffe de MATTI RUSSE est ensuite mise en place directement dans la zone préparée du scaphoïde (fig 11). L'encastrement doit se faire en force de manière à obtenir une stabilisation primaire. Néanmoins, l'ostéosynthèse à l'aide de deux broches est préconisée de manière à stabiliser le montage. Le ligament radio-scapho-lunaire et la capsule antérieure sont soigneusement suturés par des fils résorbables. La peau est fermée sur un drainage aspiratif. Une immobilisation par une simple attelle plâtrée est mise en place. La zone de prélèvement de crête iliaque est refermée simplement plan par plan sur un drainage non aspiratif. Une infiltration de produit anesthésique local à durée prolongée au niveau du périoste et des tissus mous au voisinage du site de prélèvement permet d'assurer une indolence post opératoire. Les broches sont retirées après la consolidation en règle autour de trois mois (fig 12a, fig 12b, fig 12c).

III – GREFFON ENCASTRE AVEC VISSAGE

Cette technique a été décrite par FISK et modifiée par FERNANDEZ (5,6).

Les patients sont opérés en décubitus dorsal le bras posé sur une table à bras avec un garrot pneumatique. Le bassin contro-latéral est posé sur un coussin chirurgical afin de dégager l'aile iliaque (fig 13). L'avant bras reste en supination pour un abord antérieur. Un champ roulé sur le poignet est utile afin de contrôler la position du carpe. L'anesthésie est loco-régionale mais également générale au moment du prélèvement du greffon de l'aile iliaque. La voie d'abord antérieure est centrée sur le bord radial distal du tendon flexor carpi radialis, prolongée par un décroché distal externe au dessus du tubercule scaphoïdien. Le tendon flexor carpi radialis est repéré par son bord radial et récliné du côté ulnaire. L'artère radiale est repérée et réclinée du côté radial. La capsule et le ligament radio-scapho-grand-os sont incisés et repérés. L'exposition de la pseudarthrose est facilitée par la mise en extension complète du poignet. Les articulations radio-scaphoïdienne et scapho-grand-os sont débarrassées des tissus fibreux de manière à bien exposer les bords interne et externe du scaphoïde. La réduction de l'attitude vicieuse du scaphoïde en flexion antérieure est réalisée à l'aide d'un ciseau à frapper en maintenant en extension maximale le poignet. Il est possible en cas de grande instabilité des fragments de les fixer temporairement aux os voisins du carpe par des broches. Les faces scléreuses de la pseudarthrose sont avivées à l'aide d'une curette ou avec un petit ciseau fin. On peut également, à l'aide d'une petite broche faire des petites perforations dans les parties distale et proximale du scaphoïde.

Le greffon monobloc cortico-spongieux trapézoïdal est prélevé à l'aide d'un ciseau frapper au niveau de l'aile iliaque. Le bloc cortico-spongieux est ensuite taillé soigneusement de façon à remplir la perte de substance scaphoïdienne et de maintenir la forme et la longueur du scaphoïde une fois impactée. La mise en place d'une broche permet de fixer l'ensemble. L'ostéosynthèse fait appel à la mise en place d'une vis canulée en compression qui à l'avantage d'impactée la greffe

entre les deux fragments (fig 14). En cas d'impossibilité de mise en place de vis du fait de la petite taille du scaphoïde ou des fragments, il faut utiliser deux à trois broches plutôt que de tenter un vissage difficile et dangereux (fig 15). Une fois l'efficacité de la reconstruction et de la fixation vérifiées par fluoroscopie, le ligament radio-scapho-capital et la capsule antérieure sont soigneusement suturés en utilisant des fils résorbables. Un pansement compressif et plâtré est remplacé par une attelle antérieure amovible jusqu'à la consolidation définitive.

IV – GREFFON VASCULARISE

Les choix thérapeutiques pour les pseudarthroses du scaphoïde sont nombreux, variés et souvent controversés. L'utilisation d'une greffe osseuse associée à une ostéosynthèse a fait la preuve de son efficacité et permet la consolidation plus fréquemment que lorsque ces traitements étaient utilisés séparément.

Du fait des difficultés techniques rencontrées, l'utilisation de greffon osseux vascularisé était classiquement réservée aux échecs des techniques classiques. C'est JUDET en 1965 qui le premier a suggéré avec ROY CAMILLE l'utilisation d'une greffe osseuse vascularisée prélevée sur la face palmaire du radius et vascularisée par des fibres du carré pronateur et donc par l'artère transverse antérieure du carpe(7). KULHMAN a réalisé l'étude anatomique de cette artère (8). Cette technique a ensuite été utilisée par BRAUN (9) et KAWAI (10) avec des résultats excellents puisqu'ils montraient des consolidations dans tous les cas de leur série.

Plusieurs greffons vascularisés ont été décrits par la suite avec des séries dont les résultats étaient le plus souvent encourageants.

On retiendra le greffon décrit par ZAIDEMBERG prélevé sur la face latérale du radius dont l'utilisation peut être utile dans le traitement des nécroses du pôle proximal (11) (fig 16a, fig 16b).

BISHOP a également décrit plusieurs greffons prélevés sur la face dorsale du radius, mais dont l'utilisation dans les pseudarthroses du scaphoïde est plus difficile du fait de la perte de substance osseuse antérieure du scaphoïde après réduction de la déformation en flexion palmaire du fragment proximal sur le fragment distal. (12) (fig 17)

1/ BASE ANATOMIQUE

Nous avons décrit un greffon prélevé sur la face antérieure du radius, vascularisé par l'artère transverse antérieure du carpe et dont le pédicule assez long permet d'atteindre le semi-lunaire sans tension (13, 14) (fig 18).

Le principe de cette greffe osseuse est basé sur la présence d'un réseau anastomotique artériel sur la face palmaire de la partie distale des deux os de l'avant-bras.

Nous avons réalisé 30 dissections cadavériques qui ont montré l'existence constante d'une artère transverse antérieure du carpe, confirmant ainsi les travaux de KUHLMAN. Elle naît de l'artère radiale au niveau de la styloïde radiale puis chemine sur la face palmaire du radius. Cette artère suit le bord distal du carré pronateur puis va s'anastomoser au niveau de la face palmaire de l'articulation radio-ulnaire inférieure avec la branche distale de l'artère interosseuse antérieure et une branche de l'artère ulnaire, formant un « T » vasculaire à ce niveau . Les dissections anatomiques nous ont montré que l'artère transverse antérieure du carpe, après sa naissance de l'artère radiale, restait légèrement surélevée par rapport au radius sur le premier tiers externe puis venait s'accoler au radius avec des branches qui pénétraient au niveau de l'épiphyse radiale assurant ainsi une bonne vascularisation osseuse.

2/ TECHNIQUE

a – Préparation, installation

Les patients sont opérés en décubitus dorsal sous garrot pneumatique, la main en supination, le bras posé sur une table à bras. L'anesthésie est loco-régionale et les patients peuvent être opérés en chirurgie ambulatoire. Une seule voie d'abord est utilisée pour le traitement de la pseudarthrose et le prélèvement de la greffe.

b – Voie d’abord

La voie d’abord est une voie d’abord classique de scaphoïde, c’est-à-dire la partie distale de la voie de HENRY qui peut être prolongée par un décroché interne permettant d’agrandir l’incision en ouvrant le canal carpien (fig 19). Dans un premier temps, on repère l’artère radiale et le *flexor carpi radialis* (fig 20a, fig 20b). Après avoir libéré les aponévroses superficielles, le poignet est fléchi ce qui permet de relâcher la tension tendineuse.

On récline prudemment l’artère radiale en externe et le *flexor carpi radialis* avec le *flexor pollicis longus* en dedans. On peut alors aborder de façon satisfaisante toute la face antérieure du radius et du carpe.

c – Repérage et dissection du pédicule

L’artère transverse antérieure du carpe est située pratiquement toujours au même endroit, entre le périoste palmaire du radius et la partie distale de l’aponévrose superficielle du carré pronateur. La dissection du greffon commence en ouvrant le dernier centimètre distal de l’aponévrose superficielle du carré pronateur jusqu’à libérer les fibres musculaires proprement dites et atteindre la partie osseuse du radius (fig 21). Cette dissection se fait sur toute la largeur du radius jusqu’au niveau du bord interne. La deuxième partie de la dissection du pédicule va sectionner l’aponévrose superficielle et le périoste au bistouri de part et d’autre du pédicule sur une largeur d’environ 1 cm (fig 22). A l’aide d’un bistouri et d’un ciseau à frapper on libère en sous-périosté la moitié externe du pédicule jusqu’à l’artère radiale (fig 23a, fig 23b).

d – Prélèvement du greffon

A l’aide de ciseaux à frapper de taille 10 mm environ, on va découper le greffon. Les axes des ciseaux sont obliques sur la partie distale et proximale du greffon de manière à se rejoindre en profondeur pour prélever un greffon de taille pyramidale (fig 24a, fig 24b).

Pour la section de la partie externe on utilise des petits ciseaux de taille 0,5 cm de manière à passer de part et d’autre du pédicule sans risquer de le léser. A l’aide de deux ciseaux, le greffon est ensuite désenclavé de la face antérieure du radius (fig 25).

e – Dissection du greffon pédiculé

Le greffon et son pédicule sont ensuite disséqués jusqu'à l'origine de l'artère transverse antérieure du carpe. Il ne faut pas hésiter à sectionner les attaches les plus externes de l'aponévrose du carré pronateur afin de libérer le plus possible le pédicule qui aura une course de 4 à 5 cm en fin d'intervention (fig 26).

f – Préparation du scaphoïde

Avant de prélever le greffon on prépare le scaphoïde de façon à déterminer la taille de la perte de substance. Après avoir mis un champ roulé sous le poignet pour le mettre en extension et en inclinaison cubitale, on ouvre la capsule antérieure en regard du scaphoïde entre le bord antérieur du radius et le tubercule distal du scaphoïde. La zone de pseudarthrose est le plus souvent le siège d'une perte de substance osseuse. Selon son importance il existe parfois une attitude vicieuse du scaphoïde en flexion antérieure. La réduction du scaphoïde se fait à l'aide d'un ciseau à frapper placé entre les 2 fragments scaphoïdiens et en demandant à son aide de réaliser une traction dans l'axe du pouce. L'existence même de cette perte de substance antérieure justifie la voie d'abord antérieure pour la réparation du scaphoïde. En cas de perte de substance importante, on peut être amené pour maintenir la réduction, à utiliser des broches temporaires placées pour l'une entre le pôle proximal et le semi lunaire, et pour l'autre entre le tubercule distal et le grand os. La zone de pseudarthrose proprement dite est curetée. Pour activer la consolidation il est possible de réaliser des petits forages à l'aide d'une broche de 10.

g – Vissage du scaphoïde

Le vissage du scaphoïde est un vissage antérieur de distal à proximal. Le positionnement de la vis sera le plus dorsal possible de manière à ne pas gêner la mise en place du greffon. Le point d'entrée de la vis est de préférence en dehors de l'articulation trapézo-scaphoïdienne afin d'éviter toute gêne future (fig 27)

h – Mise en place du greffon

Le greffon osseux est ensuite mis en place de manière à combler la perte de substance sur la face antérieure du scaphoïde. Il a été prélevé de la taille de la perte de substance et le plus souvent aucune autre greffe n'est nécessaire. Dans le cas contraire, des petits greffons osseux spongieux prélevés aux dépens de la face antérieure du radius seront rajoutés. La fixation du greffon à l'intérieur du scaphoïde peut se faire de deux manières : Soit quelques tours de serrage de la vis placée dans le scaphoïde suffisent à stabiliser le greffon entre le pôle proximal et la partie distale du scaphoïde, soit une broche temporaire est mise en place à partir du tubercule distal pour « épingler » le greffon. Cette broche sera parallèle à la vis en faisant bien attention à ne pas léser le pédicule vasculaire (fig 28)

i – Fin d'intervention : soins post opératoires

La capsule est suturée sans comprimer le pédicule en réparant en particulier le ligament radio-scapho-capito-lunaire. La fermeture se fait sur un drain de redon aspiratif. Une attelle antérieure amovible laissant libre le coude et le pouce, avec 40° d'extension du poignet, est mise en place jusqu'à la consolidation. Cette position de fonction confortable pour le patient est permise par la longueur du pédicule. Si une broche a été mise en place pour fixer le greffon, elle sera retirée à la troisième semaine. La vis sera retirée à la demande ou en cas de gêne.

j – Analyse post opératoire

La surveillance est faite par des radiographies simples. La consolidation est acquise quand les traits de fractures ne sont plus visibles. L'attelle est portée jusqu'à la consolidation.

3/ RESULTATS

Nous avons traités 87 pseudarthroses du scaphoïde avec cette technique. Il y avait 18 femmes pour 69 hommes. L'âge moyen était de 31,4 ans (entre 18 et 63 ans). Le délai moyen entre la fracture et la greffe était de 22 mois (entre 4 et 120). 31 patients avaient déjà été traités par une autre technique sans succès (18 greffes selon Matti-Russe, 16 vissages et 2 patients qui ont bénéficiés de 2 greffes

de Matti-Russe sans succès). La fracture intéressait le corps du scaphoïde dans 74 cas et dans 18 cas le pôle proximal. En utilisant la classification d'Alnot nous avons retrouvé 44 stades 2A, 35 stades 3B et 5 stades 3A pour lesquels une styloïdectomie radiale a été réalisée dans le même temps opératoire (fig 29a-29f).

Notre recul moyen est de 41 mois (entre 9 et 107). La consolidation radiologique évidente a été obtenue dans 81 cas (92%) avec un délai moyen de 6,7 semaines (entre 6 et 9) (fig 30a, fig 30b).

Nous avons eu 14 complications notables : En dehors des 6 échecs, il y avait 3 algoneurodystrophies traitées et guéries, 2 arthroses évolutives radio-scaphoïdienne nécessitant des styloïdectomies radiales secondaires, et 3 raideurs importantes pour lesquelles une arthrolyse secondaire a été nécessaire.

V – CONCLUSION

Le traitement des pseudarthroses du scaphoïde carpien est difficile et controversé. Il dépend du stade de la pseudarthrose, de l'âge du sujet et de la formation du chirurgien.

Si le vissage semble une bonne technique dans les pseudarthrose serrée sans perte de substance, la greffe osseuse est indispensable dans tous les cas ou il existe une perte de substance osseuse avec ou non déformation du scaphoïde.

La greffe cortico spongieuse selon la technique de « Matti-Russe » ou de « Fisk-Fernandez » est une bonne technique qui donne de bons résultats à condition de respecter quelques règles :

- Prélèvement iliaque.
- Bonne stabilisation du greffon et du scaphoïde par une ostéosynthèse stable.
- Immobilisation du poignet jusqu'à la consolidation définitive assez longue (3 mois)

L'utilisation d'un greffon osseux vascularisé est un bon traitement des pertes de substances du scaphoïde. Son utilisation a été proposée d'abord pour le traitement des nécroses du pôle proximal, indication indiscutable, et pour le traitement des échecs des techniques classiques.

Le greffon osseux vascularisé par l'artère transverse antérieure du carpe permet par l'utilisation d'une seule voie d'abord antérieure dans le même temps opératoire le prélèvement du greffon et le traitement de la pseudarthrose en évitant une anesthésie générale et une hospitalisation. la qualité des résultats fonctionnels obtenus et la rapidité de consolidation nous l'a fait proposer comme traitement primaire des pseudarthroses du scaphoïde.

TEXTE DES LEGENDES

Figure 1 : Classification des pseudarthroses du scaphoïde carpien selon HERBERT.

Figure 2 : Stade I selon ALNOT. Il s'agit d'une pseudarthrose linéaire sans perte de substance osseuse et sans déformation du scaphoïde.

Figure 3 : Stade IIA selon ALNOT. Il s'agit d'une pseudarthrose linéaire avec perte de substance osseuse mais sans déformation du scaphoïde.

Figure 4a : Stade IIB selon ALNOT. Il s'agit d'une pseudarthrose linéaire avec perte de substance osseuse et avec déformation du scaphoïde.

Figure 4b : Stade IIB selon ALNOT. Coupe tomодensitométrique passant par le scaphoïde : on voit le pole proximal « couché » sur le tubercule distal.

Figure 4c : Stade IIB selon ALNOT. Coupe tomодensitométrique passant par le semi-lunaire. On a un aspect de déformation en « DISI » du semi-lunaire. En fait le ligament scapho-lunaire est intact et le semi-lunaire suit les mouvements du pole proximal du scaphoïde entraînant cette déformation adaptative.

Figure 5 : Stade IIIA selon ALNOT. Il existe à ce moment de l'évolution une arthrose entre la styloïde radiale et la partie distale du scaphoïde.

Figure 6 : Stade IIIB selon ALNOT. A ce stade l'arthrose atteint l'articulation médio-carpienne entre la tête de grand-os et la face distale du semi-lunaire.

Figure 7a : Stade IIIB selon ALNOT. Stade très avancé avec vue de face un collapsus carpien majeur et une arthrose globale.

Figure 7b : Stade IIIB selon ALNOT. Le même cas vue de profil avec une désorganisation complète de l'architecture carpienne (SNAC WRIST)

Figure 8a : Stade IVA selon ALNOT. Nécrose du pole proximal du scaphoïde.

Figure 8b : Stade IVA selon ALNOT. IRM confirmant la nécrose du pole proximal du scaphoïde.

Figure 9 : Principe de l'intervention de « Matti-Russe ». Evidemment du scaphoïde et comblement par un greffon cortico spongieux prélevé sur l'aile iliaque.

Figure 10 : Schéma montrant le principe du prélèvement du greffon sur la face externe de l'aile iliaque, profitant de sa concavité naturelle pour s'adapter à la forme particulière du scaphoïde.

Figure 11 : Vue opératoire d'une intervention de Matti-Russe : voie d'abord antérieure, greffon cortico spongieux et greffons spongieux, et scaphoïde évidé.

Figure 12a : Pseudarthrose stade II b selon ALNOT, avec perte de substance osseuse antérieure et déformation en flexion du scaphoïde, aptriellement réduite par la position en déviation ulnaire pour la prise du cliché radiologique.

Figure 12b : Réduction de la hauteur du scaphoïde associé à un greffon cortico-spongieux type Matti-Russe fixé par des broches croisées.

Figures 12c : Résultat à 1 an avec une excellente reconstruction du scaphoïde et un bon rétablissement de la hauteur du carpe.

Figure 13 : Voie d'abord moins extensive sur l'aile iliaque pour le prélèvement d'un greffon cortico-spongieux dans la technique de Fisk-Fernandez.

Figure 14 : Schéma montrant le principe de la technique de Fisk-Fernandez avec une ostéosynthèse par vis.

Figure 15 : Schéma montrant le principe de la technique de Fisk-Fernandez avec une ostéosynthèse par broches.

Figure 16a : Schéma montrant le principe de la greffe vascularisée selon Zaidemberg : prélèvement latéral et préparation du scaphoïde.

Figure 16b : Schéma montrant le principe de la greffe vascularisée selon Zaidemberg : mise en place du greffon dans le scaphoïde.

Figure 17 : Schéma montrant les branches dorsales artérielles qui permettent les différents greffons vascularisés prélevés sur la face postérieure du radius.

Figure 18 : Dissection cadavérique montrant l'artère transverse antérieure du carpe suivant le bord distal du carré pronateur avant de s'anastomoser avec l'artère interosseuse antérieure et une branche de l'artère ulnaire. (R : Artère radiale, U : Artère ulnaire).

Figure 19a : Voie d'abord antérieure de Henry, ici associée à un décroché ulnaire pour le traitement de la maladie de Kienbock. On pourra la limiter dans les pseudarthroses du scaphoïde.

Figure 19b : Schéma montrant la voie d'abord antérieure de Henry, ici associée à un décroché ulnaire pour le traitement de la maladie de Kienbock. On pourra la limiter dans les pseudarthroses du scaphoïde.

Figure 20a : Vue opératoire de la voie d'abord. On repère en dedans le Flexor Carpi Radialis et en dehors le pédicule radial.

Figure 20b : Représentation schématique de la voie d'abord avec en dedans le Flexor Carpi Radialis et en dehors le pédicule radial.

Figure 21 : Après avoir fléchi le poignet et récliné les tendons fléchisseurs, on ouvrira le dernier centimètre de l'aponévrose du Pronator Quadratus, car on sait que l'artère transverse antérieure du carpe est située en avant de cette aponévrose et au dessus du périoste.

Figure 22 : Après avoir rétracté le Pronator Quadratus en proximal, fixé temporairement par une broche de 15 de façon à dégager la face antérieure du radius, on va sectionner le périoste au bistouri de part et d'autre du pédicule sur une largeur d'environ 1 cm, sans chercher à voir l'artère systématiquement.

Figure 23a : Vue opératoire montrant la dissection sous-périostée de la partie externe du pédicule à l'aide d'un ciseau à frapper.

Figure 23b : Représentation schématique montrant la dissection sous-périostée de la partie externe du pédicule à l'aide d'un ciseau à frapper.

Figure 24a : Vue opératoire montrant le prélèvement du greffon à l'aide de ciseaux à frapper. On voit la position oblique du ciseau de façon à protéger le périoste origine des vaisseaux et à faciliter le prélèvement.

Figure 24b : Représentation schématique montrant le prélèvement du greffon à l'aide de ciseaux à frapper.

Figure 25 : Un greffon de forme pyramidal est ensuite prélevé, vascularisée par l'artère transverse antérieure du carpe, branche de l'artère radiale.

Figure 26 : Après avoir totalement disséqué le greffon pédiculé, le scaphoïde est vissé en position de réduction. La perte de substance est présente.

Figure 27 : Représentation schématique montrant le vissage premier du scaphoïde après l'avoir correctement réduit en lui redonnant une hauteur satisfaisante.

Figure 28 : Représentation schématique montrant le positionnement du greffon osseux vascularisé dans la perte de substance du scaphoïde.

Figure 29a : Cas clinique : Radiographie de face d'une pseudarthrose du scaphoïde stade IIA (Alnot). On constate l'importance de la perte de substance sans déplacement à ce stade.

Figure 29b : Vue per-opératoire montrant le greffon osseux prélevé et l'importance de la perte de substance antérieure.

Figure 29c : Vue per-opératoire montrant le comblement de la perte de substance par le greffon osseux vascularisé. On constate l'absence de tension du pédicule malgré la position en extension du poignet.

Figure 29d : Radiographie montrant une consolidation acquise à 45 jours. On peut voir le greffon parfaitement intégré.

Figure 29e : Contrôle tomodensitométrique au 3^{ème} mois après l'ablation d'une vis douloureuse. Le trou de passage de la vis est visible au sein d'un scaphoïde parfaitement reconstruit.

Figure 29f : Radiographie de face du même scaphoïde à un an de la reconstruction par greffe osseuse vascularisée.

Figure 30 a : Pseudarthrose du scaphoïde avec perte de substance osseuse stade IIB selon Alnot.

Figure 30 b : Consolidation à 45 jours après greffe vascularisée et vissage simple.

Figure 30 c : IRM après l'ablation de la vis montrant une parfaite intégration du greffon.

BIBLIOGRAPHIE

1 – Herbert T.J., Fischer W.E. Management of the fractured scaphoid using new bone screw
J. Bone Joint Surg.,1984;66B:114-23

2 – Alnot J.Y. Les différents stades de pseudarthrose. Symposium : fracture et pseudarthrose du scaphoïde carpien.
Revue de Chirurgie Orthopédique,1988,74 :114-17

3 - Matti H. Huber die behandlung der naviculare fracture und der refractura patellae durch plombierung mit spongiosa
ZBL. Chir.,1936,63:1442-53

4 – Russe O. Die kahnbeinpseudarthrose, behandlung und ergebnisse.
Hefte Unfallheilkd,1980;148:129-34

5 – Fisk GR. Carpal Instability in the fractured scaphoid.
Ann R Coll Surg Engl 1970; 46: 63-76

6 – Fernandez DL. A technique for anterior wedge-shaped grafts for scaphoid non-union with carpal instability.
J Hand Surg, 1984; 9A: 733-7

7 - Judet R, Roy-Camille R., Guillaumon JL. Traitement du scaphoïde carpien par le greffon pédiculé
Revue de chirurgie orthopédique, 1972, 58 : 699-705

- 8 - Kuhlman JN, Mimoun M, Boabighi A, Baux S. Vascularized bone graft pedicled on the volar carpal artery for nonunion of the scaphoid.. *Journal of hand surgery*, 1987, 12B: 203-210
- 9 - Braun RM. Viable pedicle bone grafting in the wrist. In Urbaniak JR (ed) *microsurgery for major limb reconstruction*. St Louis Mosby, 1987, 220-229
- 10 - Kawai H, Yamamoto K. Pronator quadratus pedicled bone graft for old scaphoid fractures. *Journal of bone and joint surgery*, 1988, 70B: 829-831
- 11 - Zaidenberg C, Sieberg J, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *Journal of hand surgery*, 1991, 16A: 474-478
- 12 – Bishop AT. Vascularized pedicle grafts from the dorsal distal radius : design and application for carpal pathology
In: SaffarP., Amadio PC, Foucher G. Ed *Current Practice in Hand Surgery*, London: M. Dunitz, 1997: 307-13
- 13 - Mathoulin C., Haerle M. Vascularized bone graft from the palmar carpal artery for treatment of scaphoid non-union.
Journal of hand surgery, 1998, 23B : 318-323
- 14 - Haerle M., Schaller H.E., Mathoulin C. Vascular anatomy of the palmar surfaces of the distal radius and ulna : its relevance to pedicled bone grafts at the distal palmar forearm.
Journal of Hand Surgery, 2003, 28B: 2: 131-36

15 - Mathoulin C. Vascularized bone grafts from the volar distal radius to treat scaphoid nonunion

Journal of the American Society for Surgery of the Hand, 2004, 4; 1: 1-7