



Abréviations



AD	: Accident domestique
AS	: Accident de sport
AT	: Accident du travail
ARSL	: Arthrodèse radioscapolunaire
AVP	: Accident de la voie publique
DISI	: <i>Dorsal intercalated segmental instability</i>
EVA	: Echelle visuelle analogique
FLRL	: Fracture luxation rétrolunaire
IR	: Inclinaison radiale
IU ou IC	: Inclinaison ulnaire ou cubitale
MC	: Médiocarpien
RC	: Radiocarpien
RD	: Radius distal
RPRC	: Résection de la première rangée des os du carpe
RSL	: Radioscapolunaire
RX	: Radiographie
SD	: Scaphoïdectomie distale (ou Scaphoïde distal)
SF	: Signes fonctionnels
SL	: Scapholunaire
SCAC	: <i>Scaphoid Chondrocalcinosis Advanced Collapse</i>
SLAC	: <i>Scapho-lunate Advanced collapse (collapsus arthrosique post traumatique)</i>
SNAC	: <i>Scaphoid Non Union Advanced Collapse</i>
STT	: Scapho-trapézo-trapézoïdienne
TDM	: Tomodensitométrie
VISI	: Ventral <i>intercalated segmental instability</i>
//	: Par rapport



PLAN



INTRODUCTION.....	1
PATIENTS ET METHODES.....	3
I. patients.....	4
II. méthodologie.....	4
RESULTATS.....	9
I. Epidémiologie.....	10
1. Age.....	10
2. Sexe.....	10
3. Profession.....	10
4. Traumatisme initial.....	10
4.1 Circonstances.....	10
4.2 Les lésions initiales.....	11
4.3 Le coté atteint.....	11
II. la prise en charge initiale.....	11
1. les données cliniques.....	11
2. le bilan radiologique.....	12
3. le résultat du bilan radiologique.....	12
4. le traitement initial.....	15
III. L'étiologie.....	15
IV. Le traitement.....	15
1. La position du malade.....	16
2. Anesthésie.....	16
3. voie d'abord.....	16
4. L'exploration chirurgicale.....	16
5. La technique opératoire	18

6. Soins et surveillance postopératoire.....	20
7. La rééducation.....	21
8. Ablation des broches et gestes associés.....	22
V. Analyse des résultats.....	22
1. Recul postopératoire.....	22
2. Cotation des résultats.....	22
3. Résultats fonctionnels.....	23
3.1 La douleur.....	23
3.2 La force de serrage.....	23
3.3 La mobilité.....	23
3.4 La satisfaction subjective des patients.....	28
4. Résultat radiologique.....	28
4.1 Délai et taux de fusion.....	29
4.2 Modifications dégénératives.....	30
4.3 Correction des déformations.....	31
5. Résultats globaux et corrélation anatomie et fonction.....	31
VI. Les complications.....	31
1. précoces.....	31
2. Tardives.....	32
a) la douleur.....	32
b) la raideur.....	32
c) la diminution de la force.....	32
d) migration du matériel d'ostéosynthèse.....	32
e) la pseudarthrodèse.....	32
f) les modifications dégénératives.....	32
VII. Eventuelles reprises chirurgicales.....	33
DISCUSSION.....	34
I. Buts.....	35
II. Principes.....	35

III. Conséquence biomécanique et revue de la littérature.....	36
1. Bases biomécaniques du poignet normal.....	36
2. Biomécanique de l'ARSL avec triquetrectomie et scaphoidectomie distale.....	44
3. Les problématiques soulevées par les études cadavériques.....	49
IV. Les indications.....	50
1. Dans le poignet post traumatique.....	50
2. Dans le poignet non traumatique.....	51
V. Les contre indications.....	51
VI. Difficultés / Facilités.....	52
VII. Les avantages.....	55
1. intérêt de la scaphoidectomie distale.....	56
2. intérêt de la triquetrectomie.....	56
3. intérêt du produit de la résection.....	58
4. intérêt de la position de la fixation du lunatum.....	58
5. matériel d'ostéosynthèse	58
6. intérêt de la téno-arthrolyse.....	59
VIII. Analyse de la série comparée aux données de la littérature.....	60
1. Analyse des résultats fonctionnels.....	60
1.1 la douleur.....	60
1.2 la mobilité.....	61
1.3 La force de serrage.....	62
1.4 Reprise du travail et satisfaction personnelle.....	62
2. Analyse des résultats radiologiques.....	62
2.1 La consolidation.....	62
2.2 L'évolution des interlignes.....	63
a) l'arthrose médiocarpienne.....	63
b) les calcifications STT.....	63
3. Analyse des résultats globaux.....	64
IX. Les complications.....	64
1. Incidents peropératoires.....	64

2. En postopératoire précoce.....	65
3. En postopératoire tardif.....	65
3.1 Cliniquement.....	65
3.2 Radiologiquement.....	65
X. Les alternatives possibles en cas d'échec.....	65
1. l'arthrodèse totale du poignet.....	66
2. l'arthroplastie prothétique.....	66
 CONCLUSION.....	 67
 RESUMES.....	 69
 BIBLIOGRAPHIE.....	 73



Introduction



L'arthrodèse radioscapulolunaire avec triquetrectomie et scaphoïdectomie distale consiste à la fusion du radius distal, du scaphoïde et du lunatum, avec blocage de l'interligne radiocarpien, et résection de la partie distale du scaphoïde ainsi que la résection totale du triquetrum.

C'est une alternative récente dans le traitement des lésions ostéochondrales radioscapulolunaires, d'origine post traumatiques ou dégénératives, non rattrapables et évoluant inéluctablement vers l'arthrose radioscapulolunaire. Elle vise à fusionner l'interligne lésé et stabiliser les os instables, tout en préservant un secteur de mobilité utile et en permettant l'indolence.

Dans notre travail, nous présentons une série de lésions post traumatiques complexes du poignet, négligées, insuffisamment ou mal traitées initialement, opérées pour ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde, sur une durée de 3ans (entre 2006 et 2008), au sein du service de Traumatologie-Orthopédie A, CHU Mohammed VI de Marrakech.

Le but de cette étude est de revoir les indications de cette technique, de décrire ses étapes, et d'évaluer ses résultats en matière des séquelles des traumatismes du poignet.



Patients Et Méthodes



I. Patients :

Entre 2006 et 2008, dix patients ont été opérés par un seul chirurgien senior pour ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde, au sein du service de traumatologie orthopédie A, du CHU Mohammed VI de Marrakech.

Nous avons inclus tous les patients ayant un traumatisme complexe du poignet, récent ou ancien durant la période de l'étude, et qui ont subi cette intervention.

II. Méthodologie :

Il s'agit d'une étude prospective, d'une série préliminaire de dix patients, étalée sur une durée de trois ans, depuis 2006 et réalisée au niveau du service de traumatologie-orthopédie A, du CHU Mohammed VI de Marrakech.

Pour la réalisation de ce travail, nous avons procédé à l'élaboration d'une fiche d'exploitation regroupant les données épidémiologiques, cliniques, radiologiques, thérapeutiques et évolutives. Ainsi nos patients ont bénéficié d'un suivi régulier par convocation systématique jusqu'au dernier recul et ils ont été tous revus par un seul examinateur.

Les éléments de l'interprétation des résultats de cette technique étaient :

- Une analyse clinique de la douleur, de la mobilité et de la force de serrage.
- L'appréciation personnelle du patient et une éventuelle reprise d'activité professionnelle.
- Une analyse radiologique renseignant sur l'évolution anatomique par : la qualité et le délai de la fusion, les indices morphologiques selon Youm et Mac Murtry [1] et l'évolution des interlignes articulaires.

Ainsi, nous avons apprécié le résultat fonctionnel à l'aide du score de Mayo Clinic et nous avons utilisé le Modified Mayo Wrist Score pour évaluer les résultats globaux.

Le recul moyen était de 16 mois, avec des extrêmes allant de 1 an à 2 ans. Une revue de la littérature a été effectuée, avec comparaison de nos résultats à ceux des études précédentes.

FICHE D'EXPLOITATION

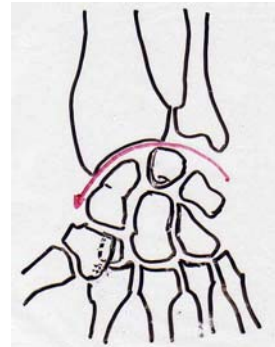
L'ARTHRODESE RADIOSCAPHOLUNAIRE AVEC TRIQUETRECTOMIE ET SCAPHOIDECTOMIE DISTALE DANS LES SEQUELLES DES TRAUMATISMES DU POIGNET

Nom : NE :
Prénom : Date d'entrée :
Age : Date de sortie :
Sexe : Durée d'hospitalisation :
Adresse :
Tél : Email :
Latéralité : D ☐ G ☐ Côté atteint : D ☐ G ☐
Profession : travailleur manuel : oui ☐ non ☐ type :

ANTECEDANTS ASSOCIES : oui ☐ non ☐ Type :

TRAUMATISME INITIAL DU POIGNET:

1. Date :
 2. Circonstances :
AVP ☐ AS ☐ AT ☐ AD ☐ Autres:
 3. Mécanisme lésionnel :
Hyper extension : oui ☐ non ☐ Hyper flexion : oui ☐ non ☐ Non précisé:
 4. Prise en charge initiale : oui ☐ non : négligé ☐ Si oui : délai / / au traumatisme :
- Lésions radiocarpiales :
Lésions associées :
Ouverture cutanée : oui ☐ non ☐ type :
Atteinte vasculo-nerveuse : oui ☐ non ☐ type :
Autres atteintes : oui ☐ non ☐ type :
Traitement :
Fonctionnel : oui ☐ non ☐ type :
Orthopédique : oui ☐ non ☐ type :
Chirurgical : non ☐ oui ☐ -ligamentaire :
-osseuse : broches ☐ vis ☐ exérèse ☐ greffe ☐



EVOLUTION SEQUELLAIRE :

Consultation actuelle :

- Recul // au traumatisme initial :
- Analyse clinique :
SF : _ Douleur : oui ☐ EVA : non ☐
_ Enraidissement : oui ☐ non ☐
_ Instabilité chronique : oui ☐ non ☐

Etude de la mobilité :

	Coté atteint	Coté sain
Flexion /Extension	/	/
IR/IC	/	/
Pronation/Supination	/	/

Etude de la stabilité :

- ❖ Tiroir antérieur : oui ☐ non ☐
- ❖ Tiroir postérieur : oui ☐ non ☐
- ❖ Manœuvre de Watson : oui ☐ non ☐
- ❖ Manœuvre de Reagan : oui ☐ non ☐

oui ☐ non ☐

Etude de la force :

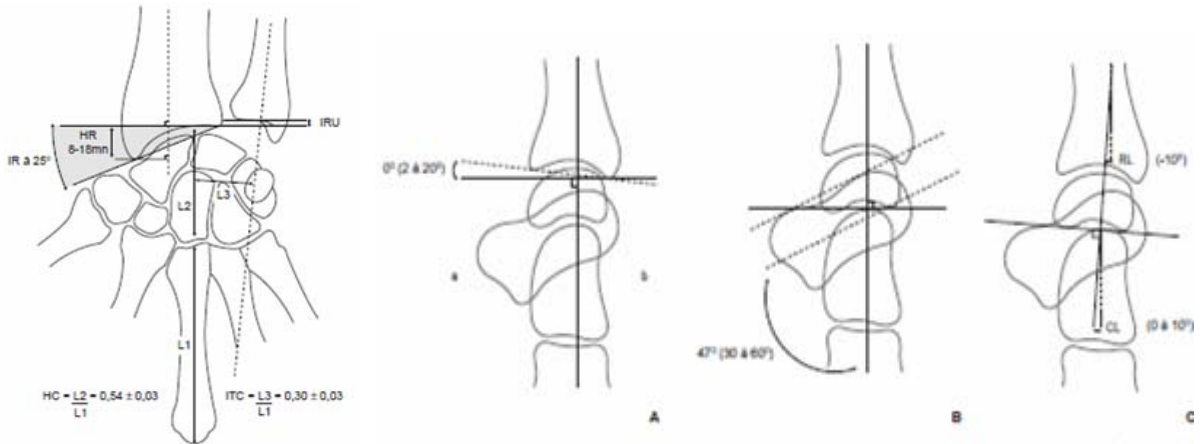
- ❖ Au dynamomètre de Jamar : oui ☐ non ☐ valeur :

Examen neurologique de la main et du poignet :

- Analyse radiologique :

- Radio du poignet statique : face oui ☐ non ☐

- Résultats :



Mesures effectuées sur le cliché de poignet de face ; IR : inclinaison radiale, HR : hauteur radiale, HC : hauteur du carpe, IRU : index radio ulnaire inf., ITC : index de translation du carpe.

Mesures effectuées sur le cliché de profil de poignet : A : inclinaison (bascule) sagittale du radius (10 à 20°) ;
a : face palmaire ; b : face dorsale B : Angle scapholunaire (30à60) C : Angle radiolunaire (-10°) ; Angle
capitolunaire (0à10°)

- Radio dynamique du poignet oui ☐ non ☐ résultat :
- TDM du poignet : oui ☐ non ☐ résultat :
- Arthroscanner oui ☐ non ☐
- Arthrographie oui ☐ non ☐
- Arthroscopie préopératoire oui ☐ non ☐

- Conclusion :

SLAC wrist :

Oui ☐ stade :

Non ☐

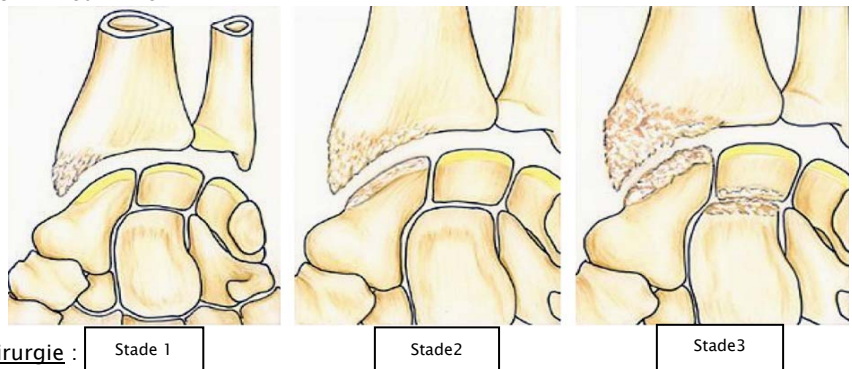
SNAC wrist

Oui ☐ stade :

Non ☐

Autres :

- L'indication de chirurgie :



- Technique chirurgicale :

Anesthésie : Anesthésie générale ☐ oui ☐ non ☐

Anesthésie locorégionale ☐ oui ☐ non ☐

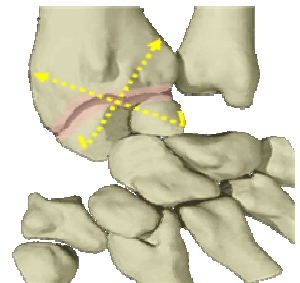
Voie d'abord : postérieure

L'exploration chirurgicale :

Geste effectué :

- ✓ Stabilisation de l'arthrodèse :

Broches ☐ nombre : siège



- vis ☐ nombre : siège :
- Fixateur ☐
- ✓ Résection : Scaphoïde : distale : 1/3 ☐ 1/2 ☐ totale ☐
- Triquetrum :
- ✓ Greffe :
- Complications péri opératoires :
 - Radiographie de contrôle :
 - Complications post opératoires précoces :
 - Infection oui ☐ non ☐
 - Hématome oui ☐ non ☐
 - Immobilisation : oui ☐ non ☐ position : Durée :
 - Kinésithérapie : oui ☐ non ☐ Date de début : Durée :

REVISION DU PATIENT :

1) Recul :

2) Evaluation clinique : **MAYO WRIST SCORE**

Douleur (25 points) (25) Pas de douleur (20) Légère douleur lors d'activités intenses (20) Douleur seulement lors des changements de temps (15) Douleur modérée lors d'activités intenses (10) Légère douleur lors des activités de la vie quotidienne (5) Douleur modérée lors des activités de la vie quotidienne (0) Douleur au repos	Satisfaction (25 points) (25) Très satisfait (20) Moyennement satisfait (10) Non satisfait, mais travaille (0) Non satisfait, inapte au travail
Mobilité (25 points) (25) 100% de la normale (15) 75%-99% de la normale (10) 50%-74% de la normale (5) 25%-49% de la normale (0) 0%-24% de la normale	Force du grip (25 points) 25 100% de la normale 15 75%-99% de la normale 10 50%-74% de la normale 5 25%-49% de la normale 0 0%-24% de la normale

Résultat : (TOTAL DES POINTS)

(90-100) Excellent (65-79) Moyen (80-89) Bon <65 Mauvais

	Coté atteint	Coté sain
Flexion /Extension	/	/
IR/IC	/	/
Pronation/Supination	/	/

3) évaluation radiologique :

Radiographie du poignet :

- Standard : face : oui ☐ non ☐
- Profil : oui ☐ non ☐
- Dynamique : oui ☐ non ☐

Arthroscanner : oui ☐ non ☐

- 📏 Indices de YOUM et MacMurtry : -HC : -ITU :
- 📏 Correction du DISI ou VISI : -ASL : -ARL :
- 📏 Qualité de la fusion osseuse : consolidation : oui ☐ délai : Pseudarthrodèse : oui ☐ siège :

- 📏 Evolution des interlignes :

Arthrose : oui ☐ siège : MC : Non ☐
 STT :
 Autres aspects : nécrose : oui ☐ siège : Non ☐
 Calcifications : oui ☐ siège : Non ☐

4) appréciation globale des résultats :

Modified Mayo Wrist Score				
Classification	Fusion	Pain	ROM (% Unaffected Wrist)	Grip (% Unaffected Wrist)
Excellent	Solid	None	>50	>70
Good	Solid	Slight	>30	50–70
Fair	Solid	Moderate	>20	30–50
Poor	Failed	Severe	<20	<30
ROM, range of motion.				

Corrélation morphologie/radiographie et fonction: oui ☐ Non ☐



Résultats



I. Epidémiologie :

1. Age :

Tous nos patients étaient des **jeunes**, âgés entre 20 et 40 ans, avec une moyenne d'âge de **24 ans** à l'intervention.

2. Sexe :

Tous les patients de la série étudiée étaient de sexe **masculin** (figure 1).

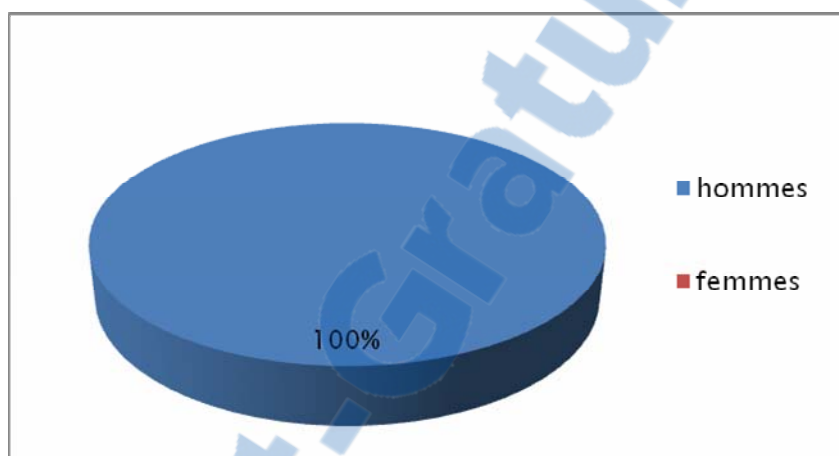


Figure1 : répartition de nos patients selon le sexe

3. Profession :

Dans notre étude tous les patients étaient des **travailleurs manuels**.

4. Traumatisme initial :

4.1 Circonstances :

Tous nos patients étaient des victimes de traumatismes violents du poignet dont 20% seulement sont anciens ; 60% étaient survenus dans un contexte d'accident du travail (chute d'échafaudage) et 40% au cours d'un AVP (tableau I).

Tableau I : Circonstances étiologiques dans notre série :

Circonstances	Nombre de cas	Pourcentage
Accident du travail	6	60 %
Accident de la circulation	4	20 %

4.2 Les lésions initiales :

La lésion initiale était une fracture comminutive du radius distal avec importante contusion cartilagineuse dans tous les cas, associée dans deux cas à une fracture–luxation rétro lunaire complexe (tableau II).

Tableau II : La répartition selon la lésion initiale :

La lésion initiale	Nombre de cas	Pourcentage
Fracture comminutive du radius distal	10	100 %
Fracture luxation rétrolunaire complexe	2	20 %

4.3 Le côté atteint :

Le côté gauche était atteint dans 60 % des cas et le côté droit dans 40 % des cas.

Le côté dominant était atteint dans 30 % des cas.

II. La prise en charge initiale :

Tous ces patients ont été pris en charge initialement dans les premières 24 heures suivant l'accident sauf deux cas qui ont été négligés jusqu'au stade de séquelles (cal vicieux).

1. Les données cliniques :

L'examen initial de nos patients avait comme objectif d'éliminer une urgence vitale ou fonctionnelle ; il avait comporté un examen général systématique et un examen locorégional du poignet.

Tous les patients de notre série se sont présentés dans un tableau de poignet douloureux et déformé.

La recherche de lésions locorégionales associées notamment vasculo–nerveuses et cutanées n'avait pas retrouvé d'anomalie.

Un patient avait en plus du traumatisme du poignet un traumatisme fermé du tiers inférieur de la cuisse avec attitude du traumatisé du membre inférieur, œdème et écorchures sans atteinte vasculo-nerveuse.

2. Le bilan radiologique :

Tous les patients ont eu un bilan radiographique préopératoire comportant une radiographie de poignet avec une incidence de face et de profil strict.

Les radiographies dynamiques du poignet en traction étaient faites dans les 8 cas qui présentaient des fractures récentes et complexes du radius distal.

Une TDM du poignet atteint a été réalisée chez deux patients pour bien évaluer l'impaction articulaire.

L'arthroscopie, l'IRM du poignet et l'arthroscanner n'ont pas été réalisés chez aucun patient de notre série.

Une radiographie du tiers inférieur de la cuisse prenant les articulations sus et sous jacentes de face et de profil était réalisée chez le patient présentant le traumatisme du membre inférieur et ont montré une fracture de l'extrémité inférieure du fémur.

3. Résultats du bilan radiologique :

Les figures 2, 3, 4 et 5 illustrent quelques exemples de lésions dans notre série.

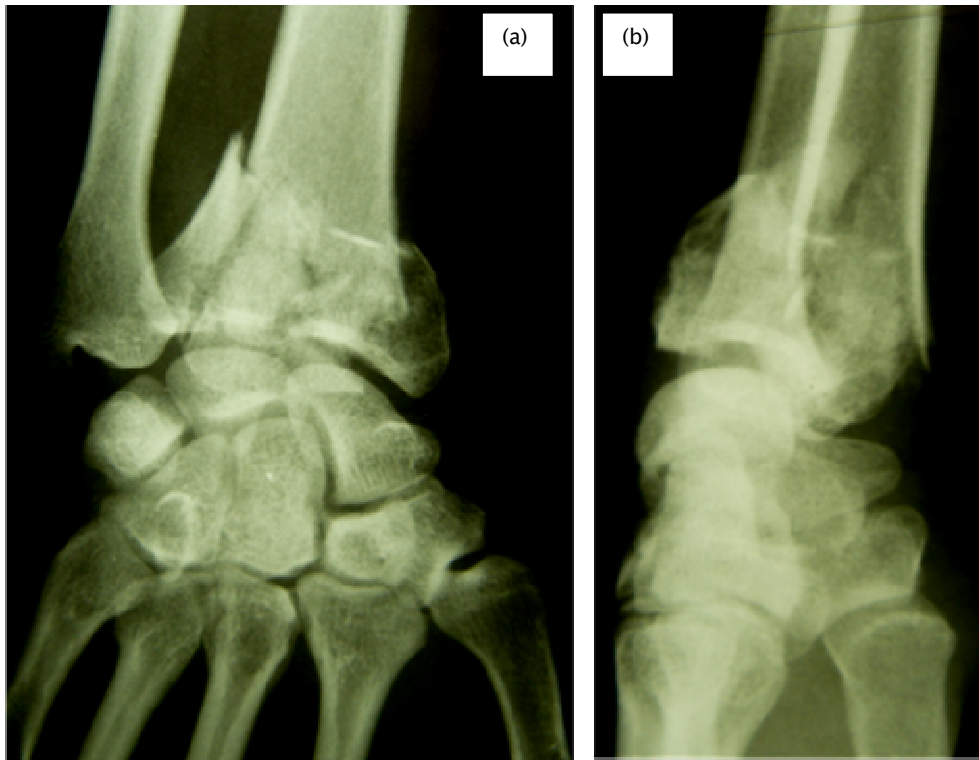


Figure 2 : Fracture articulaire récente et très comminutive du radius distal, (a) : face et (b) : profil.

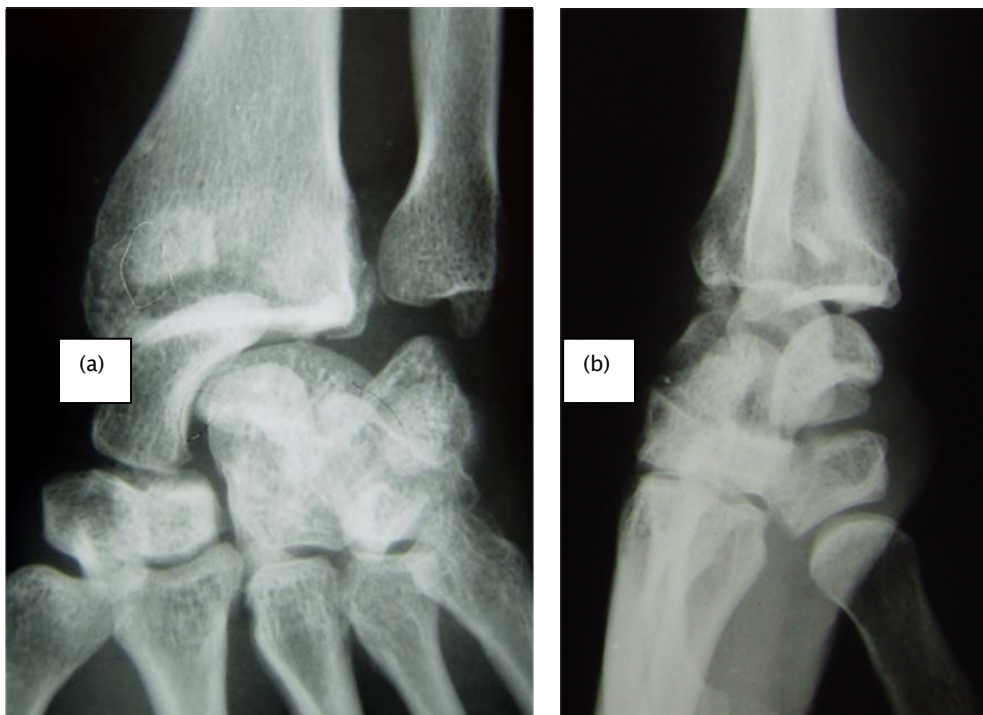


Figure 3: Fracture articulaire du radius distal, avec luxation RLC et incarceration du scaphoïde dans la glène radiale.

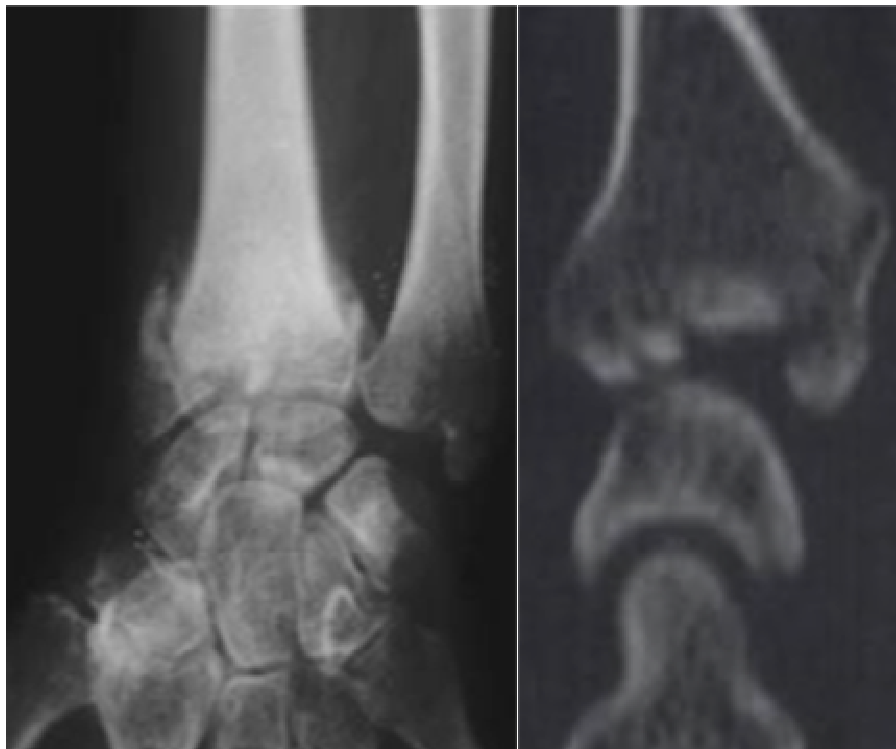


Figure 4 : fracture articulaire récente et comminutive de l'extrémité inférieure du radius avec une incongruence radiocarpienne. (a) : radiographie standard de face, (b) : coupe scannographique évaluant la comminution fracturaire



Figure 5 : A : cal vicieux du radius distal, B : coupe TDM montrant une fracture récente du radius distal avec une importante comminution articulaire et enfoncement du radius distal

3. Le traitement initial :

Après un examen clinique minutieux, général et local du poignet, et résultats du bilan radiologique, la prise en charge thérapeutique a consisté en (tableau III):

- ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde d'emblée dans 3 cas, y compris un vissage.
- Une combinaison d'un fixateur externe et ostéosynthèse interne à type de brochage, puis reprise pour ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde dans les autres cas (7 cas), après un délai variant entre 30 et 70 jours par rapport au traumatisme initial.
- La réparation ligamentaire a été essayée dans un seul cas pour dissociation SL

Tableau III: La prise en charge thérapeutique initiale :

Traitement initial	Nombre de cas	Pourcentage
ARSL+SD+triquetrectomie	3	30 %
Ligamentotaxis+ostéosynthèse interne	7	70 %
La réparation ligamentaire SL	1	10 %

IV. L'étiologie :

Les étiologies qui ont été retenues devant l'évaluation clinikoradiologique de cette série des malades étaient :

- Un cal vicieux articulaire du RD non corrigeable dans 2 cas.
- Une fracture comminutive intra articulaire du RD récente et irréductible dans 8 cas.
- Fracture luxation rétrolunaire complexe du carpe dans 2 cas.

V. Le traitement :

L'indication de la chirurgie a été posée devant l'aspect radiologique des lésions, et tous les patients ont été opérés par un seul chirurgien senior.

1. La position du malade :

Les patients ont été installés en décubitus dorsal, l'épaule en abduction, le bras en rotation interne complète, le coude étendu, l'avant bras reposant sur une table à bras.

2. Anesthésie :

Toutes les interventions se sont déroulées sous anesthésie générale, avec mise en place d'un garrot pneumatique.

3. Voie d'abord :

Tous les patients ont été opérés par voie d'abord dorsale classique (figure 6), au niveau des 3-4^{ème} compartiments des extenseurs, avec une incision longitudinale ou sinusoidale de 6 cm.



Figure 6 : Voie d'abord dorsale du poignet

4. L'exploration chirurgicale :

Après avoir repéré et protégé les branches sensibles des nerfs radial et ulnaire, on a incisé le rétinaculum des extenseurs au niveau du 3^{ème} compartiment, et on a libéré complètement le tendon du long extenseur du pouce. Toutes les cloisons séparant les deuxième, troisième, quatrième et cinquième compartiments ont été ouvertes et les vaisseaux coagulés, notamment l'artère du quatrième compartiment.

Le nerf interosseux postérieur a été réséqué au niveau de la métaphyse radiale, 3 cm en amont de l'articulation RC distale afin de placer le névrome sous le rétinaculum.

La capsulotomie a été pratiquée en Z inversé selon la technique de Herzberg [2] afin d'exposer les articulations RC et MC. La vérification des interlignes articulaires était cruciale : si la tête de l'hamatum avait montré des signes de chondromalacie, la partie atteinte devait être excisée en premier [3].

Chez tous nos patients, l'inspection et la palpation instrumentale avaient trouvé des lésions ostéochondrales de l'**articulation RSL**, car ils avaient tous un traumatisme complexe du radius distal. La face inférieure du radius était détruite et **irrécupérable** avec importantes lésions cartilagineuses, sans atteinte **chondrale** de la **MC** dans aucun cas (figure 7).

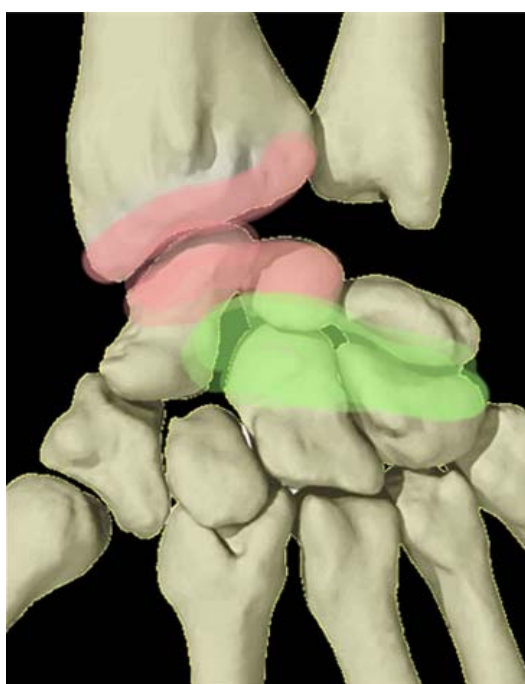


Figure 7 : Interligne RC détruit, MC intact

Devant ces lésions **non rattrapables** de la RC, avec préservation cartilagineuse de la MC, l'ARSL avec SD et triquetrectomie fut indiquée et réalisée.

5. La technique opératoire :

Après l'avivement uniquement de l'interligne radiocarpien, une résection distale (la moitié ou le tiers distal) du scaphoïde et une triquetrectomie totale ont été réalisées chez tous les opérés. Une greffe par tissu osseux spongieux prélevé dans le triquetrum et la partie distale du scaphoïde était réalisée dans tous les cas dans l'interligne RC pour renforcer l'arthrodèse et assurer plus de chances de consolidation (figure 8).

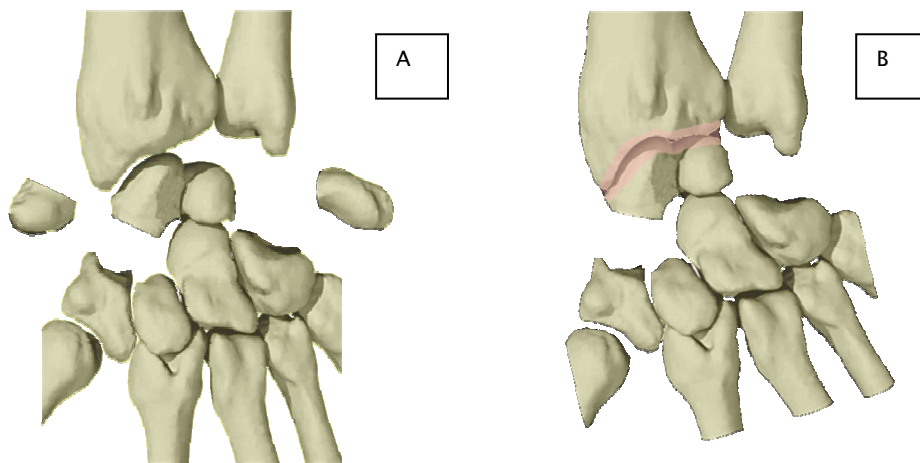


Figure 8 :

A : scaphoidectomie distale et triquetrectomie
B : avivement RC+greffe du produit de la résection

Dans les cas où il y avait une dissociation SL associée (2cas), on réduisait les deux os tout d'abord et on les stabilisait par un davier avant la fusion RSL. La greffe a été introduite dans tous les espaces libres, entre les os à fusionner.

On fixait le lunatum en légère extension et on vérifiait les conflits médial et latéral.

Pour la fixation de l'arthrodèse RSL, nous avons utilisé un brochage (figure 9) multiple chez neuf patients, soit 90% et un vissage dans un seul cas, soit 10% (tableau IV).

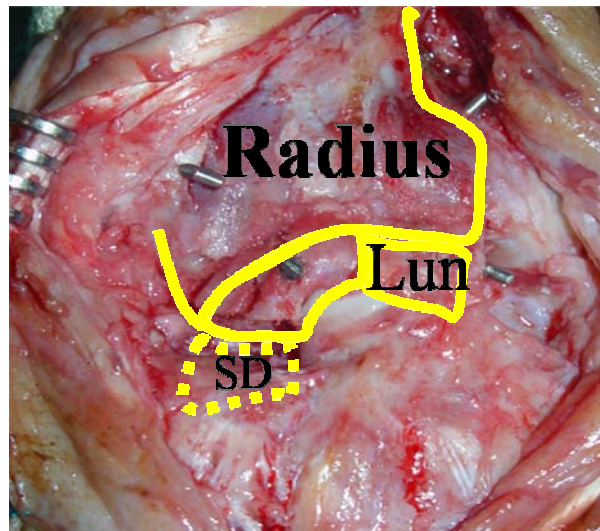


Figure 9 : Vue peropératoire après ARSL avec triquetrectomie et SD

Dans les trois cas qui ont subi cette procédure en urgence après le traumatisme initial (fracture du radius distal), l'os était très friable et comminutif, nous avons recours à des broches plus grandes et plus nombreuses pour assurer sa fusion et sa stabilisation (figure 10).

A signaler que la surface chondrale MC était protégée durant toute la période de l'intervention.

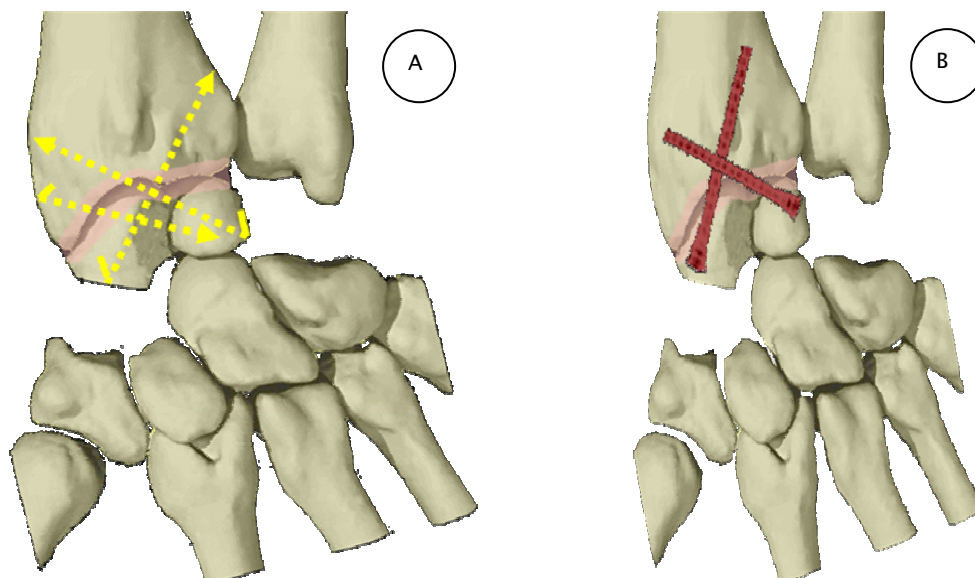


Figure 10 :

A : image montrant l'emplacement des broches

B : image montrant de l'emplacement des vis

Tableau IV: Maté

le série

Ostéosynthèse	Nombre de cas	Pourcentage
Brochage multiple	9	90 %
2 vis+ 1 broche	1	10 %

On faisait un contrôle final de la synthèse, la longueur des broches ou des vis ainsi que leurs positionnements, puis on suturait la capsule au fil résorbable et on plaçait un drain aspiratif sous le rétinaculum avant la fermeture cutanée.

6. Soins et surveillance postopératoires :

On immobilisait le poignet dans un volumineux pansement comprenant une attelle plâtrée antérieure et postérieure et on surélevait la main pendant 48 heures.

Un contrôle radiologique (figure 11, 12) a été réalisé en fin de l'intervention, pour confirmer la fusion et l'emplacement du matériel d'ostéosynthèse.

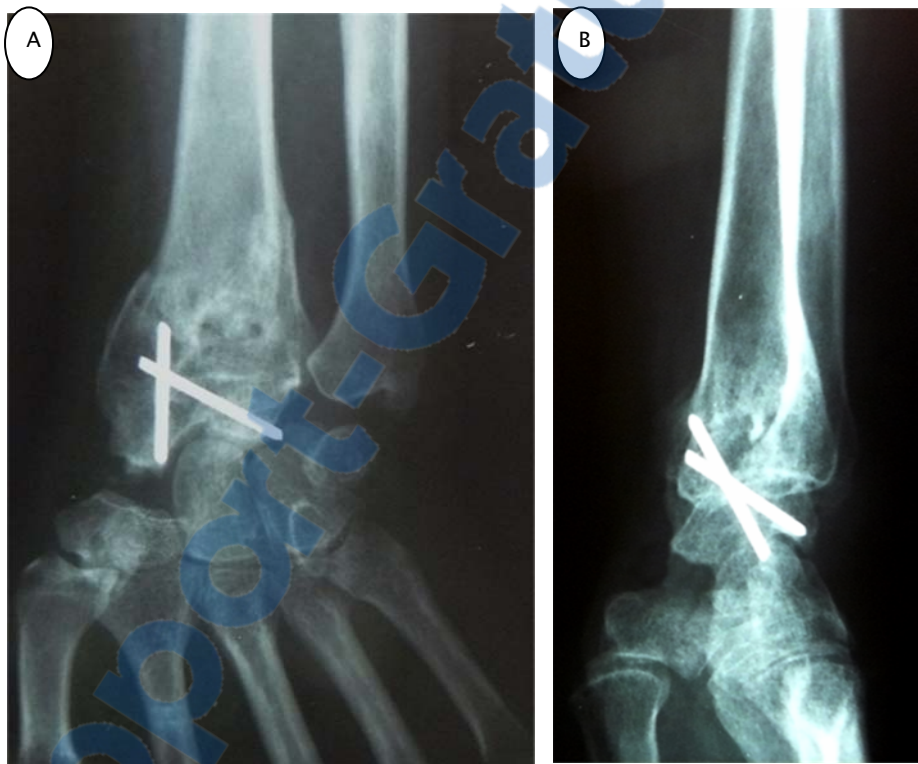


Figure 11 : Radiographie de contrôle, face (A) et profil (B), montrant une fracture comminutive du RD traitée par ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde fixée par 2 broches, une RSL l'autre RS.

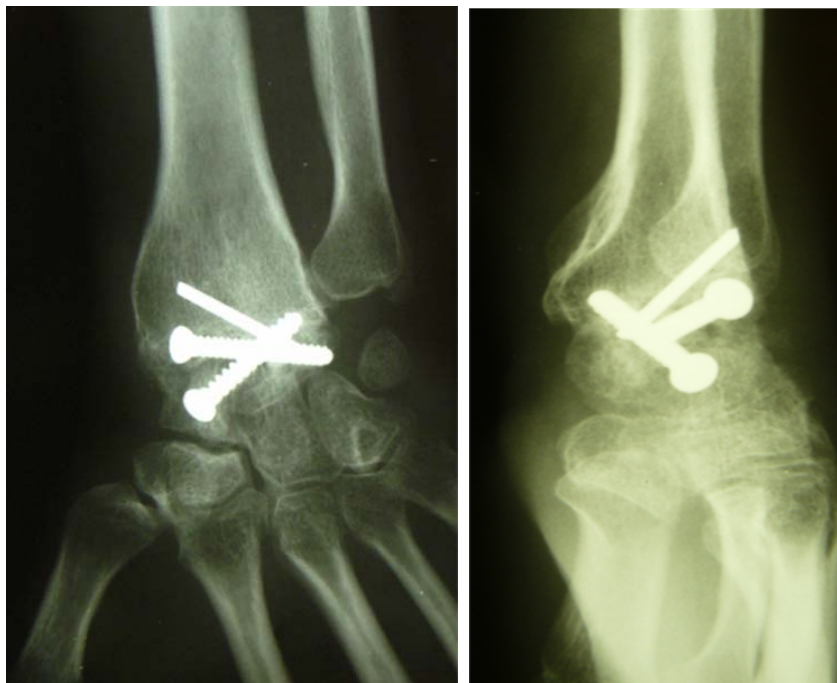


Figure 12: Ostéosynthèse par vissage associé à une broche

Les articulations MP étaient libres afin d'être mobilisées immédiatement. On changeait le pansement à la 48^{ème} heure et on s'assurait de l'absence de complications précoces puis on réalisait un autre pansement identique pour une semaine. Une fois les fils retirés, on mettait en place une immobilisation antébrachiopalmaire pour une durée totale de 45 jours.

Le traitement par les AINS et les antalgiques était systématique chez tous nos patients.

La durée d'hospitalisation était en moyenne de trois à quatre jours.

Il n'y avait pas de complications post opératoires précoces, notamment pas d'infection ni d'hématome de la main, ni du poignet.

7. La rééducation :

Tous nos patients ont bénéficié de séances de rééducation. On commençait celle des doigts (MP, IPP, IPD) et de la pronosupination depuis J1, celle du poignet en flexion-extension a été débutée à partir de J30.

Le patient ayant en plus un traumatisme du membre inférieur n'a pas bénéficié d'une rééducation régulière à cause de l'inaccessibilité aux centres de kinésithérapie et l'association de l'atteinte du membre inférieur et du membre supérieur ce qui a retenti sur son résultat fonctionnel.

8. Ablation des broches et gestes associés :

L'ablation des broches était faite dès l'obtention de la consolidation, après 60 jours en moyenne, associée à des gestes **d'excision des ossifications** et de **téno-arthrolyse** lorsqu'ils étaient nécessaires. Ces gestes facilitaient de plus la rééducation ce qui a, à la fois, amélioré la mobilité du poignet et a traité la cause des douleurs résiduelles.

VI. Analyse des résultats :

1. Recul postopératoire :

Notre dernier recul était **en moyenne de 16 mois** avec des extrêmes variant de 1 an à 2 ans, traduisant le caractère précoce de cette évaluation.

2. Cotation des résultats :

L'évaluation des résultats fonctionnels postopératoires a été faite au moyen du **score de Mayo Clinic**, qui accorde :

- 25 points à la douleur.
- 25 points à la mobilité.
- 25 points à la force de serrage.
- 25 points à la satisfaction personnelle du patient.

Le résultat a été jugé :

- Excellent si le total des points était entre 90 et 100
- Bon si la cotation était entre 80 et 89
- Moyen si la cotation était entre 65 et 79
- Mauvais si la cotation était < 65

Alors que l'appréciation du résultat global a été faite selon **le Mayo Clinic Modified Wrist Score**, qui évalue à la fois le résultat clinique et radiologique.

3. Résultats fonctionnels :

3.1 La douleur :

La douleur a été améliorée chez tous les patients, nous avons obtenu **l'indolence totale** dans **80%** des cas, chez les autres la douleur résiduelle était faible et de caractère mécanique ou climatique (**20%**).

3.2 La force de serrage :

L'analyse était réalisée de façon comparative au côté opposé sain. Elle a été améliorée en postopératoire : en moyenne **66% par rapport au côté normal**.

3.3 La mobilité :

Tous les patients ont gardé des secteurs de mobilité utiles, qui se sont améliorés d'avantage après la reprise (téno–arthrolyse et excision des ossifications):

- L'arc Flexion / Extension : 45° en moyenne (**70° après la reprise**)
- L'arc de l'inclinaison frontale : 35° en moyenne (**39° après la reprise**)

Répartis en moyenne en:

- 40° d'extension
- 30° de flexion
- 14° d'inclinaison radiale
- 25° d'inclinaison ulnaire

Les figures 13 et 14 montrent l'évaluation postopératoire et périopératoire respectivement chez quelques un de nos patients.

**Figure13: Etude comparative de la mobilité
(A, B et C)**



Extension



Flexion



IU



IR

A : patient opéré pour fracture comminutive du radius distal, vu après un recul de 6mois:
une excellente récupération de la mobilité globale sans aucune douleur (après téno
arthrolyse)



B1



B2

B : Patient de 40 ans opéré pour fracture du radius distal+FLRL complexe du carpe
Vu après 4 mois : bon résultat clinique

B1 : extension limitée du poignet G

B2 : limitation de la flexion du poignet G



C1



C2

C : Patient opéré pour cal vicieux du radius distal non corrigeable
L'évaluation de sa mobilité un an en postopératoire montre une limitation importante

C1 : extension du poignet G

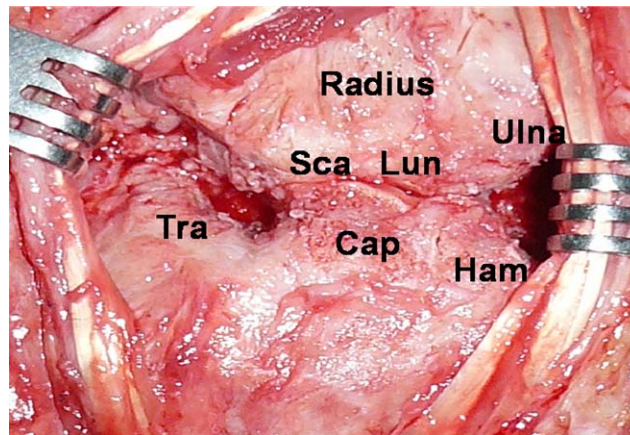
C2 : flexion du poignet G



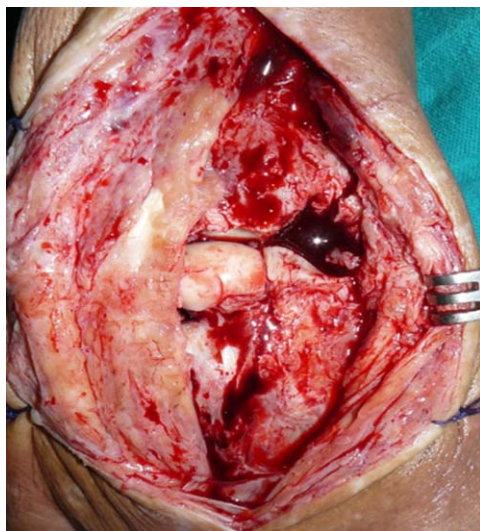
Avant l'arthrolyse : flexion et extension passives très limitées du poignet



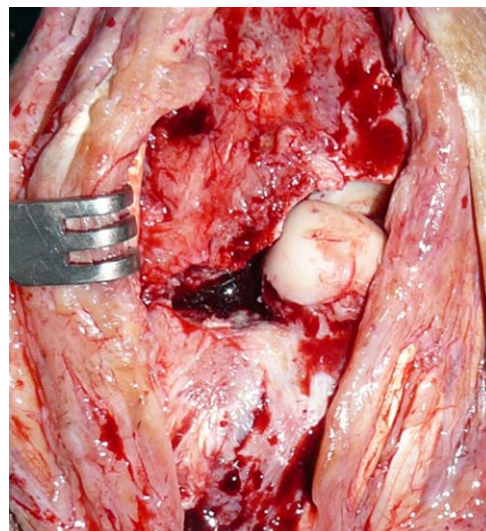
Après l'arthrolyse : amélioration de la flexion-extension du poignet



Avant l'arthrolyse



IR



IU

Après l'arthrolyse

Figure 14 : Rôle bénéfique de l'arthrolyse sur les différents secteurs de mobilité : vues péri-opératoires

3.4 La satisfaction subjective des patients :

Dans notre série 70 % des cas (sept cas) étaient satisfaits du résultat final, après la téno_arthrolyse.

Ils ont tous repris le travail (100%), avec changement du poste chez 4 patients (40%) (Figure 15).

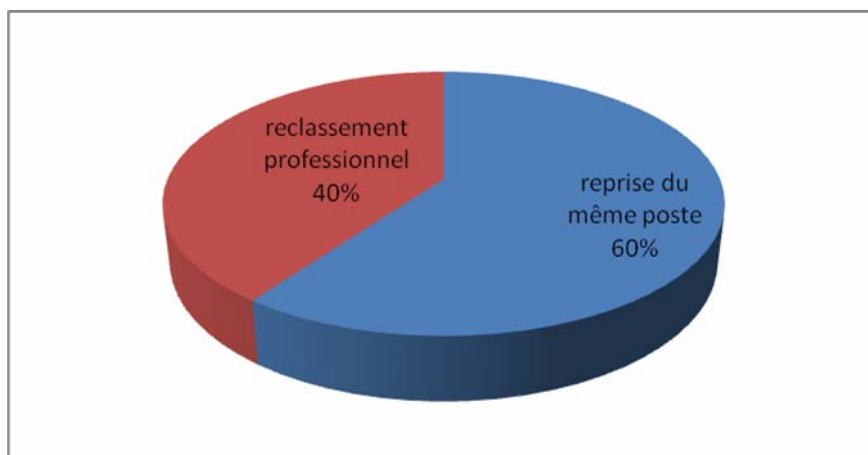


Figure 15 : la reprise de l'activité professionnelle après l'arthrodèse

Ainsi à la révision post opératoire finale, la cotation du Mayo Wrist Score a objectivé de bons résultats dans 80 % des cas.

4. Résultats radiologiques :

Nous avons analysé les résultats radiologiques sur de simples radiographies standards de face et de profil.

4.1 Délai et taux de fusion :

Dans notre série nous avons obtenu la consolidation après un délai normal (2mois en moyenne) dans 80% des cas ; la pseudarthrodèse partielle, RS, a été constatée chez 20% des cas (2 patients), qui ont bénéficié d'une greffe à la reprise (figure 16, 17, 18).

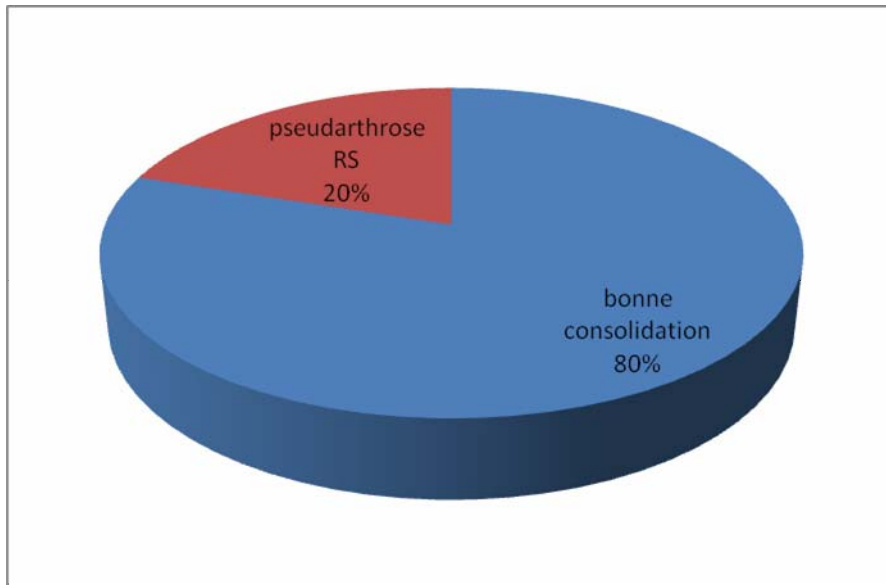


Figure 16: évaluation de la qualité de la fusion de l'arthrodèse RSL



Figure 17: bonne consolidation avec un alignement correct après 6 mois
A : de face, B : de profil

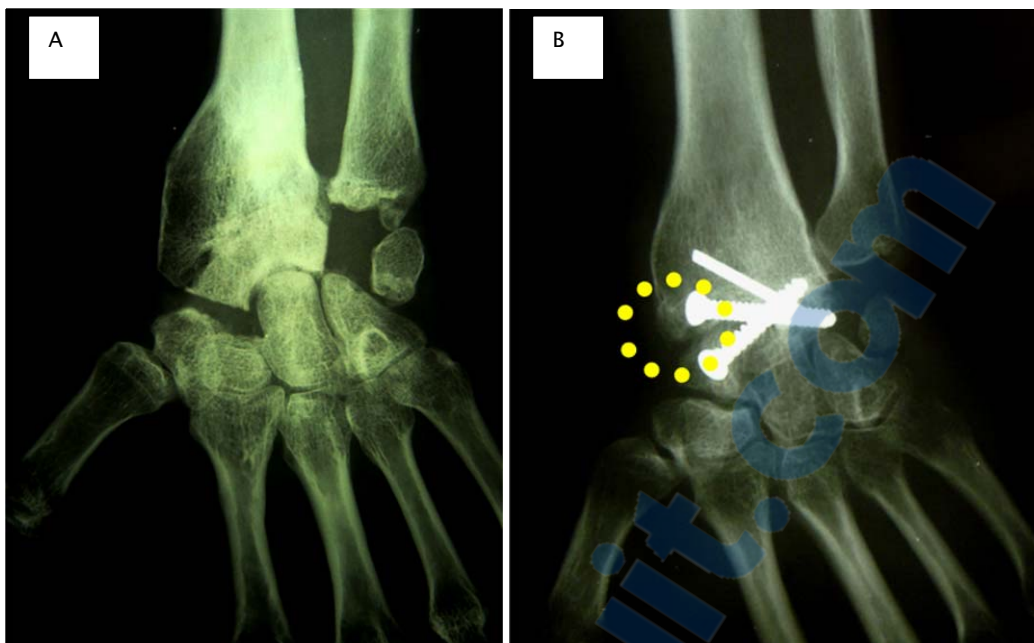


Figure 18: Pseudarthrose partielle RS au 6^{ème} mois postopératoire
A : après ablation des broches, B : ostéosynthèse par 2 vis+1 broche

Des ossifications STT ont été observées dans 6 cas (60%), elles ont été excisées à la reprise. Pas de signes d'arthrose STT (figure 19).

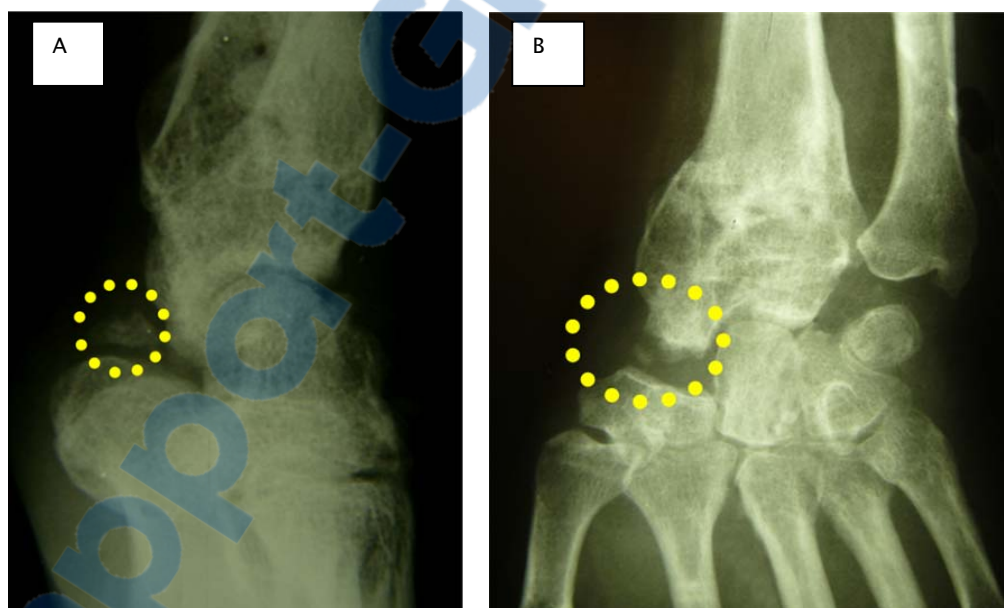


Figure 19: Ossification STT en RX standard.
A : profil, B : face

Aucun cas de dégradation de la MC n'a été noté à la dernière révision, mais notre recul, 16 mois, reste insuffisant.

4.3 Correction des déformations :

Les déformations intracarpiennes associées : la DISI dans les disjonctions SL a été parfaitement corrigée.

5. Résultats globaux et corrélation anatomie et fonction :

Pour cet objectif nous avons utilisé le Modified Mayo Wrist Score qui avait révélé 70% de bons résultats et 30% étaient moyens; mais une série plus large et un recul plus important sont nécessaires pour retenir ces chiffres.

On a constaté qu'il n'y avait **pas de corrélation entre le résultat anatomique et le résultat fonctionnel** obtenus après cette intervention. Le résultat radiologique le plus médiocre a été enregistré chez les patients ayant des séquelles anciennes du RD.

Néanmoins une **révision récente mais partielle** de nos patients (cinq cas sur dix) a révélée une légère amélioration du résultat fonctionnel, portant essentiellement sur la douleur et la mobilité, sans pour autant que l'on puisse formuler de conclusion quant aux résultats à long terme vu le recul insuffisant.

VII. Les complications :

1. Précoces :

En dehors d'une plaie partielle du tendon du long extenseur du pouce lors de l'abord du poignet dans un cas, aussitôt réparée, Nous n'avons pas objectivé d'autres complications péri-opératoires ni en post opératoire immédiat.

2. Tardives :

2.1 La douleur :

Dans notre série la douleur a persisté de façon faible et est de caractère climatique ou mécanique dans 20% des cas (2 patients)

2.2 La raideur :

La mobilité globale des poignets arthrodésés a été diminuée en post opératoire, mais elle est comprise dans des secteurs utiles.

2.3 La diminution de la force :

La force musculaire s'est améliorée après l'arthrodèse mais elle a resté inférieure à celle du côté sain.

2.4 Migration du matériel d'ostéosynthèse :

Aucun cas de migration du matériel n'a pas été recensé

2.5 La pseudarthrodèse :

Deux cas de pseudarthrodèse partielle RS ont été notés dans notre étude (20 %).

2.6 Les modifications dégénératives :

Nous n'avons pas déploré de cas de dégénérescence arthrosique ni MC, ni STT. Cependant nous avons retrouvé des calcifications STT chez six malades, soit dans 60 % des cas, qui ont bénéficié des gestes complémentaires à savoir l'excision de ces ossifications et la téno_arthrolyse.

VIII. Eventuelles reprises chirurgicales :

Tableau V : les reprises chirurgicales effectuées après l'ARSL avec triquetrectomie et SD dans notre série

Indications	Nombre de cas	Pourcentage
Ablation des broches	10	100 %
Téno_arthrolyse	10	100 %
Excision des ossifications	6	60 %
Pseudarthrodèse RS	2	20 %

Pour parfaire la technique et diminuer le taux des complications, multiples gestes ont été effectués : la téno_arthrolyse, dans tous les cas, et l'excision des calcifications, chez six patients, au moment de l'ablation des broches. Deux patients ont été repris pour greffe à cause d'une pseudarthrodèse partielle RS.



Discussion



L'ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde est une technique palliative récente dans l'arsenal thérapeutique du poignet essentiellement post-traumatique. Elle représente, comme les autres arthrodèses partielles du carpe, une attitude thérapeutique intermédiaire univoque entre l'abstention chirurgicale, les techniques conservatrices de type capsulodèses et ligamentoplastie ainsi que l'arthrodèse totale [4].

I. Buts :

En fusionnant l'interligne lésé et en stabilisant les os instables, cette approche thérapeutique a pour objectif de garder un poignet asymptomatique et fonctionnel, par la diminution de la douleur, la restauration ou la préservation de la force musculaire et la conservation d'un secteur de mobilité utile, ainsi que la prévention de la survenue ou de la progression du processus arthrosique séquellaire: post traumatique ou dégénératif.

II. Principes :

C'est une arthrodèse radiocarpienne partielle qui consiste à une fusion chirurgicale sélective du RD, du scaphoïde et du lunatum associée à une résection totale du triquetrum et du pôle distale du scaphoïde.

- Son indication est **peropératoire**.
- L'exploration chirurgicale est cruciale : elle permet de faire le bilan lésionnel et d'apprécier au mieux les surfaces articulaires altérées. Dans ce cas elle met en évidence des **lésions ostéocartilagineuses radioscapulolunaires irrécupérables** et s'assure de l'**intégrité chondrale de la MC**.
- Limiter l'arthrodèse à l'interligne lésé et éviter l'irruption des broches dans des articulations non concernées.
- Restaurer la congruence articulaire.
- L'utilisation de greffon d'os spongieux prélevé du produit de la résection est nécessaire pour l'arthrodèse.
- La résection du scaphoïde distale ne doit pas excéder les 50%.
- Pour les lésions récentes, l'ARSL avec triquetrectomie et résection du scaphoïde est à faire en différé : d'abord ligamentotaxis par fixateur externe +/- brochage puis arthrodèse.

- La fixation du lunatum doit se faire de préférence en légère extension.
- La téno–arthrolyse est fondamentale pour parfaire la technique, elle traite la cause des douleurs résiduelles et améliore de plus la mobilité. On la fait au moment de l'ablation des broches.

III. Conséquences biomécaniques et revue de la littérature :

1. Bases biomécaniques du poignet normal :

La biomécanique du poignet est une mécanique complexe qui depuis maintenant près de 90 ans tente de trouver un modèle mathématique adapté.

Initialement divisé en deux rangées proximale et distale, Navarro en 1921 [5] propose le modèle du carpe à trois colonnes verticales composé d'une colonne externe composée du scaphoïde, trapèze et trapézoïde, d'une colonne centrale composée du lunatum, triquetrum et capitatum responsable des mouvements de flexion extension et d'une colonne interne composée du pisiforme et de l'hamatum.

Il fallait attendre l'an 1976 et Taleisnik [6] pour que cette théorie soit modifiée grâce à l'étude précise de l'anatomie ligamentaire extrinsèque et intrinsèque. La colonne centrale s'organise toujours autour du semi-lunaire, mais comprend aussi l'ensemble de la seconde rangée du carpe, les colonnes latérales et médiales ne s'organisant plus qu'autour du scaphoïde et du triquetrum (le pisiforme étant considéré comme un os sésamoïde). La colonne centrale représente toujours la colonne de flexion–extension, la deuxième rangée du carpe jouant alors un vrai rôle dans l'amplitude articulaire du poignet. Le semi-lunaire est désigné comme ayant une tendance spontanée à la dorsiflexion du fait de sa grosse tubérosité antérieure et est stabilisé par la colonne externe, le scaphoïde. Celui-ci apparaît comme un élément stabilisateur à cheval sur la première et la deuxième rangée lors des mouvements de flexion extension, permettant de plus, au moyen de sa flexion palmaire une diminution de la hauteur du carpe et donc l'inclinaison radiale du poignet. En inclinaison cubitale, c'est le glissement du triquetrum sur l'hamatum qui permet cette diminution de hauteur.

En 1981, Lichtman [7] modifie le concept initial du carpe organisé en deux rangées, en présentant le carpe sous forme d'un anneau uni par deux liens, un radial représenté par l'articulation STT, et un autre ulnaire représenté par l'articulation triquetro-hamatale, le tout s'appuyant sur le semi-lunaire.

Kuhlmann [8,9] introduit la notion de carpe ou « condyle à géométrie variable » pour faire référence à l'adaptation physiologique du carpe. Le carpe est soumis à des forces orientées dans trois directions principales :

- Une force longitudinale liée à la contraction musculaire et aux sollicitations extrinsèques à l'origine de la bascule palmaire du scaphoïde, de l'inclinaison dorsale du semi-lunaire et donc du raccourcissement de la hauteur du carpe.
- Une force médiale ayant tendance à provoquer l'inclinaison médiale de la première rangée et donc la bascule latérale du poignet.
- Une force palmaire ayant pour conséquence la bascule dorsale de la rangée proximale et donc du semi-lunaire et l'expulsion palmaire du carpe.

En 1995, Craigen [10] s'interroge après avoir étudié 52 poignets d'hommes et de femmes. Il retrouve une différence d'organisation de la structure du poignet, les femmes ayant plus tendance à avoir une organisation en colonne, et les hommes en rangée. Toutefois il ne conclut pas à l'utilisation clinique de cette constatation.

Gellman en 1988 [11] avait essayé, par l'analyse de 12 poignets cadavériques d'identifier la part de l'articulation RC et MC dans les mouvements globaux du poignet normal et arthrodésé. Ainsi la part de l'articulation radiocarpienne dans les mouvements de flexion du poignet était de 63% contre 36% pour la MC; respectivement dans les mouvements d'extension, le rapport était de 53% contre 46%.

L'utilisation d'outils modernes comme le scanner, a permis d'appréhender la biomécanique du poignet de manière plus précise [12, 15]. Ainsi, Camus [16] étudie la géométrie variable du carpe et le définit comme une double cupule (figure 20). Les mouvements des os sont proches entre les os d'une même rangée et éloignés entre les os d'une même colonne. Les deux rangées ont une amplitude de mouvement bien différenciée l'une de l'autre. Les trois colonnes entre elles ont des mouvements d'amplitude proche.

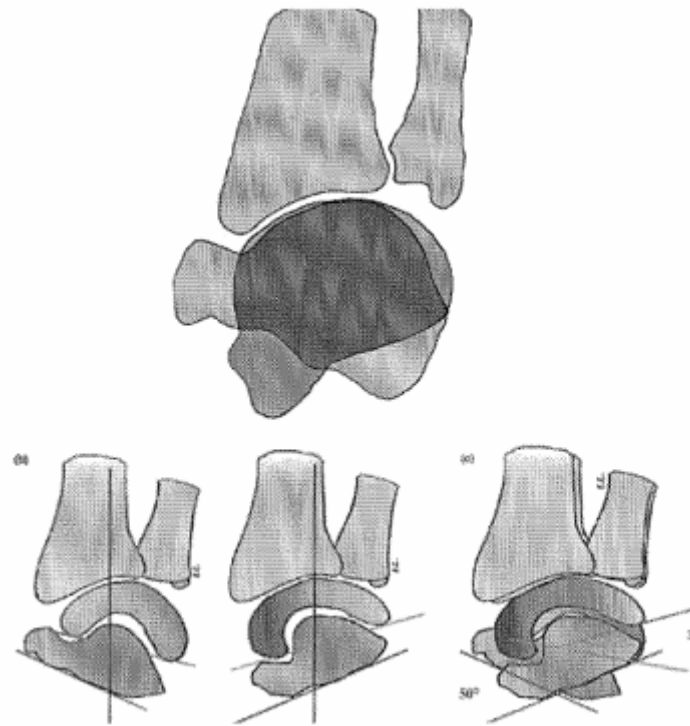


Figure 20. Contours du carpe.

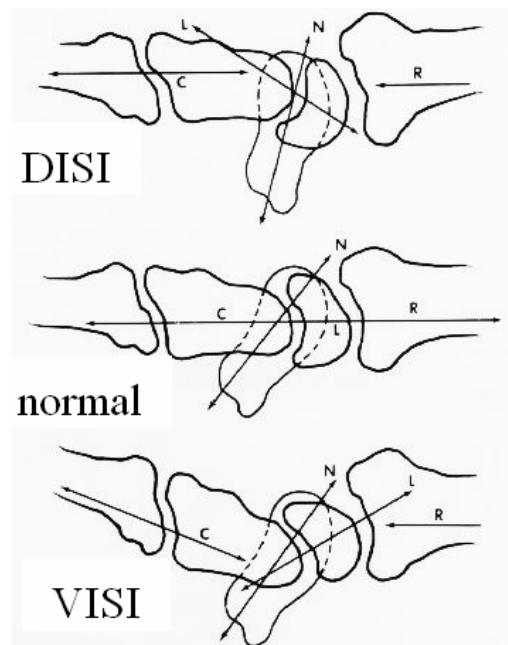
(a) : massif carpien en inclinaison radio-ulnaire ;

(b) : rangées carpiennes ;

(c) : superposition des rangées carpiennes montrant la double bascule

Les mouvements efficaces du poignet, mobilisant la main, se mesurent entre les rangées carpiennes et non entre les colonnes. Les mouvements mesurés entre les colonnes sont des mouvements de torsion intra-rangée, permettant aux deux rangées carpiennes de rester congruentes entre elles et avec la glène radiale. Le scaphoïde décrit un mouvement proche des mouvements du lunatum et du triquetrum; les mouvements sont unifiés au sein de chaque rangée carpienne et le scaphoïde s'inscrit totalement dans la cinématique de la première rangée. On comprend donc comment le scaphoïde est un élément stabilisateur du lunatum. Ainsi, il est facile de comprendre que si le lien entre le scaphoïde et le lunatum se rompt, le lunatum se trouve uniquement sous la dépendance du triquetrum et bascule en extension : ce qui est matérialisé par le syndrome radiologique de **DISI**. De la même façon, en cas de perte des attaches entre le lunatum et le triquetrum, le lunatum passe sous la dépendance unique du scaphoïde et bascule en **VISI** (figure 21).

Enfin, si les liens sont rompus de chaque côté du lunatum, celui-ci est livré à lui-même et se place soit en extension, soit en flexion, soit en position neutre. Ceci revêt d'une importance capitale pour la compréhension des déstabilisations intra-carpiennes lors des lésions des ligaments intrinsèques (SL et LT) [17–21].



**Figure21: Schématisation de la DISI et de la VISI ;
R : radius, L : lunatum, C : capitulum**

Entre les deux positions du poignet, la première rangée bascule sous la glène radiale de 27° . La deuxième rangée bascule de 50° par rapport au radius, soit de 23° sous la première rangée carpienne. Le mouvement de bascule de la première rangée carpienne sous le radius et de bascule de la deuxième rangée carpienne sous la première, les deux bascules ayant des amplitudes voisines, constitue pour Camus le modèle d'une double cupule carpienne. La cupule proximale est composée du scaphoïde, du lunatum et du triquetrum; la cupule distale comporte elle, le trapèze, trapézoïde, capitulum et hamatum [12, 16, 22]. Les mouvements d'abduction et d'adduction du poignet se partagent entre le radius, la première et la deuxième rangée.

Les mouvements entre les rangées donc dans les colonnes permettent les mouvements de la main et sont les plus efficaces; les mouvements entre les colonnes donc

dans les rangées sont plus faibles et servent d'adaptateur et améliorent la congruence des interlignes radio et médiocarpien.

La répartition des pressions en cause au sein du carpe n'est pas la même sur le versant radial et sur le versant ulnaire. Celle-ci a fait l'objet d'études aussi bien cadavériques qu'in vivo [23,24]. On peut résumer ces forces par le schéma de Camus [25] (figure22).

La pression RS est comprise entre 48 et 55% de la pression totale, la pression radio-lunaire entre 30 et 40% et la pression sous le TFCC entre 9,7 et 22% ; le radius reçoit ainsi entre 80 et 90,3 % de la pression totale [22].

Le scaphoïde reçoit lui 28 à 30,7 % de la pression venant de la MC par l'intermédiaire du STT, 26 à 32 % par l'interligne Scapho-capital. Le lunatum reçoit 26 à 29% de la pression par le capitatum et 10,5 à 17% de la pression totale passe par l'interligne triquetro-hamatal.



Figure 22 [25] : Répartition des pressions intra carpiennes

La colonne radiale avec le scaphoïde est donc le principal transmetteur de pressions dans le poignet.

On comprend donc qu'en cas d'arthrose radio et péri-scaphoïdienne, la suppression du scaphoïde permette une diminution de la pression au niveau de la colonne radiale et donc une diminution des douleurs.

A partir de la position de repos, le poignet dispose de deux degrés de mobilité: [26, 30].

- Les mouvements de latéralité : l'abduction (ou IR) et l'adduction (ou IU),
- La flexion (ou flexion palmaire) et l'extension (ou flexion dorsale).

La combinaison, à divers degrés, de ces mouvements va permettre au poignet un large secteur de mobilité. Lors des mouvements de latéralité, les os de la première rangée du carpe décrivent un mouvement harmonieux et synchrone de rotation autour d'un axe dorsopalmaire passant par la tête du capitatum :

L'IR, a une amplitude d'environ **15 à 25°**, les deux tiers du mouvement ayant lieu au niveau de l'articulation MC. Le scaphoïde bascule selon son grand axe et s'horizontalise, son pôle proximal se dirigeant vers l'arrière, entraînant une diminution de "l'espace utile" entre le bloc trapézo-trapézoïdien et la glène radiale, ce qui permet au trapèze et au trapézoïde de se rapprocher du radius. Le trapézoïde et le deuxième métacarpien étant fermement unis, ceci provoque une traction sur cette unité fonctionnelle. Le semi-lunaire va légèrement basculer sa corne postérieure vers l'avant (flexion palmaire). Le pyramidal, quant à lui, glisse le long de sa surface articulaire commune avec l'os crochu, se mettant lui aussi en flexion palmaire. Tous ces mouvements individuels vont se traduire par une mise en flexion de la première rangée des os du carpe.

Lors de ce mouvement, les contraintes mécaniques au niveau du ligament interosseux SL sont importantes.

L'IU, a une amplitude d'environ **40 à 50°**, la moitié de ce mouvement ayant lieu au niveau de l'articulation MC. Le scaphoïde va se verticaliser, accompagné d'une légère bascule palmaire de son pôle proximal, entraînant un glissement radial de la première rangée des os du carpe: le lunatum se voit donc imposer une bascule dorsale (extension), tout en basculant vers le dedans, ce qui l'éloigne du scaphoïde. Le capitatum va basculer en dedans au niveau de son extrémité distale et aura tendance à chasser le scaphoïde du côté radial, ce qui augmente l'écart entre le scaphoïde et le lunatum. Le triquetrum va également, lors de ce mouvement, glisser le long de son interface articulaire avec l'hamatum, mouvement qui va se traduire cette fois par une flexion dorsale.

L'association de ces mouvements individuels va se traduire par une mise en extension de la première rangée des os du carpe.

Les mouvements de flexion et d'extension ont lieu au niveau des articulations RC et MC selon une répartition variable. Les os de la première rangée du carpe se déplacent vers l'avant lors de l'extension et vers l'arrière lors de la flexion, de façon conjointe même si l'amplitude de mouvement du scaphoïde est plus importante que celle du lunatum ou du triquetrum (ceci en raison de la structure du ligament interosseux SL qui est plus lâche dans sa partie antérieure que postérieure).

L'amplitude des mouvements de **flexion et d'extension est d'environ 85°**. Le mouvement de flexion a lieu pour 50° dans l'articulation RC et pour 35° dans l'articulation MC. Le mouvement d'extension a lieu pour 35° dans l'articulation RC et pour 50° dans l'articulation MC.

En flexion, le scaphoïde bascule en arrière au niveau de son pôle proximal, et tend ainsi à s'horizontaliser. Le lunatum, quant à lui, bascule en flexion. En extension, le scaphoïde va se verticaliser et le semi-lunaire va basculer en extension. L'angle SL s'ouvre donc en extension et se ferme en flexion. Lors du mouvement de flexion, la flexion du scaphoïde s'accompagne d'une pronation et celle du semi-lunaire d'une supination. Ce qui tend à rapprocher les deux os.

En extension, le scaphoïde décrit au contraire un mouvement de supination et le lunatum, un mouvement de pronation, ce qui tend donc à éloigner ces deux os. Les axes de mouvements sont transversaux et passent par le semi-lunaire pour la première rangée et par le capitatum pour la deuxième rangée.

Plusieurs travaux expérimentaux [4, 31, 33] ont montré que la mobilité utile pour la réalisation d'activités de la vie quotidienne est inférieure à l'amplitude globale du poignet. Ceci conforte la pratique d'arthrodèses partielles qui préservent ce secteur utile de mobilité. De même des études récentes [4, 34, 39] concluent que pour effectuer 70 % des activités courantes, il est nécessaire de disposer de: 5°–40° de flexion, de 30°–40° d'extension, de 10° d'IR ; et 15°–30° d'IU, sachant que l'extension et l'IU sont les secteurs les plus utiles.

Au total, que l'on considère le poignet sous forme de rangées ou de colonnes ou les deux associées, le fait de bloquer comme dans l'ARSL l'articulation RC, entraîne obligatoirement une diminution certes d'amplitude globale du poignet mais aussi une diminution dans la finesse des mouvements du poignet. La part de la mobilité de la MC

dans les mouvements globaux de l'articulation du poignet est au moins égale à celle de la RC, ce qui permet une mobilité résiduelle utile en général. L'exérèse du scaphoïde permet de modifier la répartition des pressions dans le carpe [40,41]; la colonne scaphoïdienne est soulagée au détriment de la colonne lunarienne.

2. Biomécanique de l'ARSL avec triquetrectomie et scaphoidectomie distale : modèles cadavériques et travaux cliniques :

Les arthrodèses entre le radius et première rangée des os du carpe (RL et RSL) sont une solution alternative à la dénervation totale et à l'arthrodèse totale du poignet dans le traitement des lésions RC post-traumatiques, ou dégénératives non accessibles à la reconstruction [42, 44]. Elles sont pratiquées depuis 1950 [4, 45]. Telles qu'elles ont été décrites par Chaise en 1983 [46] et reprises par Bach en 1991 [47], elles ne tiennent pas compte des lésions potentielles de la MC et à ce titre elles ne pourraient être utilisées que dans les formes débutantes d'atteinte RC et en gardant à l'esprit qu'elles ne sont que temporairement efficaces [48].

Théoriquement, les arthrodèses RC modifient la biomécanique du poignet et engendrent une limitation de sa mobilité dans toutes les directions. Des études cadavériques faites par : Rozing et kauer en 1984 ; Gellman et al, en 1988 ; Meyerdirks et al, en 1989 ; Calfee et al, en 2008 ont constaté une perte de mobilité en moyenne de 38-64% de la flexion/extension et de 41-53% en ce qui concerne l'IR/IU [11, 49, 51].

De nombreuses publications ont été faites dans ce sens évaluant, l'ARSL et l'ARL (Bach et al, 1991; Krakauer et al, 1994; Nagy et Buchler, 1997 ; Sturzenegger et Buchler, 1991 ; Watson et al, 1981 ; Gordon et King, 1961) dans l'atteinte arthrosique de la RC avec intégrité MC, en particulier dans les cal vicieux du RD secondaires à une fracture articulaire avec dégradation RSL, et dans les poignets rhumatoïdes [47, 52, 56] . Même si l'ARL semble relativement satisfaisante pour la prévention du déplacement ulnaire dans le poignet rhumatoïde, elle ne convient pas comme une procédure de récupération à long terme pour les poignets post traumatiques particulièrement chez les jeunes. Cependant, les amplitudes articulaires obtenues après l'ARSL étaient en moyenne 40°-50° de F/E et 21°-28° d'IR/IU, sont plus pauvres que celles obtenues après l'ARL, (Bach, 2003 ; Gordon et King,

1961 ; Nagy et Buchler, 1997 ; Minami, 1999 ; Shin et Jupiter, 2007), car la fixation du scaphoïde limite l'IR et la flexion, alors que celle du lunatum limite l'IU [53, 56, 59]. La mobilité résiduelle reste fonctionnelle et assurée par la MC qui est préservée. La biomécanique du poignet change, la 2^{ème} rangée fonctionne comme une seule unité dont le mouvement est directement lié à celui de la 3^{ème} MTC, et la 1^{ère} rangée agit comme un segment intercalaire entre le RD et la 2^{ème} rangée.

Bien que les premières études cliniques ont démontré des limitations fonctionnelles de l'ARSL, une étude cadavérique de Mc Combe et al (2001) a démontré que l'adjonction de la SD améliore d'avantage la mobilité du poignet : la F/E qui a été de 141° en préopératoire passe à 60° (↘ à 42%) après l'ARSL simulée, puis à 122° (↘ à 86%) après l'excision du SD. Pour l'IR/IU mesurant 49° en préopératoire mesure 34° (↘ à 69%) après l'ARSL et 43° (↘ à 87%) après SD [60].

Murray (2005) a proposé cette modification technique (SD) comme une solution pour minimiser la perte de la mobilité du poignet après l'ARSL et diminuer les complications secondaires notamment la pseudarthrodèse et la dégénérescence MC [61].

Elias Garcia et al, et Elias Garcia et Lluch (2005) appliquent la SD comme une étape chirurgicale systématique après l'ARSL, et ils ont eu de bons résultats dans une série de 16 patients avec un recul moyen de 37 mois (12–84mois) : la F/E et l'IR/IU qui ont été respectivement de 18°/31° et de 6°/17° après l'ARSL passent à 32°/35° et 14°/19° après SD [3, 62, 63].

Le même constat a été objectivé par N.Galvano (2009) rapportant l'expérience de son équipe [64]. Ils ont obtenu une nette amélioration de la mobilité du poignet arthrodésé après une SD, plus importante en arc F/E. Par contre M.Muehldorfer (2009) [65] a réalisé une comparaison clinique entre deux groupes de patients souffrant d'une arthrose RC post traumatique et comparables concernant le nombre et la moyenne d'âge. Un traité par ARSL isolée l'autre par ARSL+SD. Après un recul moyen de 28 mois, il ne retrouve pas de différence significative sur le plan clinique entre les deux groupes. Pour la mobilité, les résultats sont les suivant :

Tableau VI: Comparaison entre la mobilité des deux groupes traités par ARSL seule et par ARSL associée à la SD selon M.Muehldorfer

	Extension	flexion	IR	IU
ARSL isolée	29°	22°	15°	10°
ARSL+SD	28°	25°	17°	12°

Alors, généralement l'excision du scaphoïde distal améliore la mobilité résiduelle du poignet ayant subi une ARSL, surtout en flexion et en IR, en enlevant l'effet du blocage du scaphoïde qui présente un bras de levier sur la STT et la MC.

En outre, le triquetrum peut représenter un 2^{ème} blocus au mouvement du poignet après la fusion RSL. Dans ce sens, William H. Bowers [39] avait constaté une amélioration plus importante de la mobilité du poignet en clinique lorsqu'on associe la SD et la triquetrectomie à l'ARSL.

Récemment, des études cadavériques ont été menées, comparant les résultats expérimentaux des arthrodèses simulées : ARSL seule, ARSL avec SD, et ARSL avec SD et triquetrectomie totale en matière de mobilité résiduelle après la fusion. J. Berkhout (2010) [45] trouve que l'ARSL isolée diminue les amplitudes des mouvements du poignet dans toutes les directions, mais celles-ci s'améliorent après la SD, et s'améliorent encore plus après la triquetrectomie (88% de flexion/extension normales et 98% de l'IR/IU normales).

Pervaiz et al. (2009) [39] a mené une étude comparable, constatant que l'ARSL diminue la mobilité du poignet de façon globale. Elle diminue l'arc de F/E à 39–46% de la normale, et l'arc d'IR/IU à 65–71% de la normale. L'association de la SD augmente la F/E à 72–79% de la normale et l'IR/IU à 84–89% de la normale. De même l'excision du triquetrum améliore de plus cette mobilité jusqu'à des niveaux proches de la normale : 87 à 97% de la normale pour la F/E, et à 119%–137% de la normale pour l'IR/IU (Figure23).

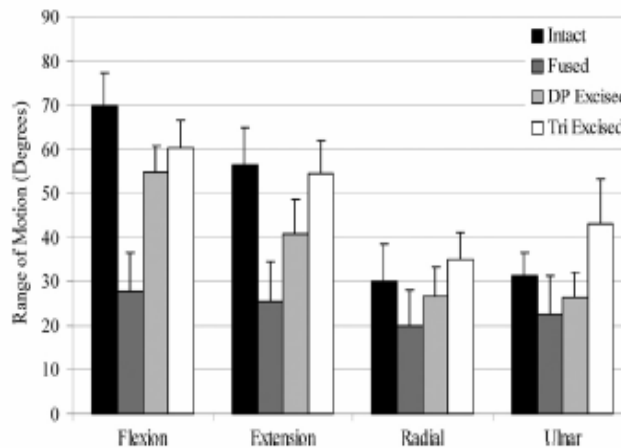


Figure 23: Range of motion in flexion, extension, and radial and ulnar deviation for each of the states: intact (normal), RSL fusion, RSL fusion with distal pole (DP) of the scaphoid removed, and RSL fusion with DP and triquetrum (TRI) removed. (In [39])

En effet, l'âge jeune de nos patients ainsi que leur forte demande fonctionnelle nous a poussé à appliquer ces modifications techniques de l'ARSL systématiquement lorsqu'elle est indiquée. Nous avons obtenus de bons résultats cliniquement après un recul moyen de 16 mois (1-2ans). Concernant la mobilité les résultats étaient les suivant :

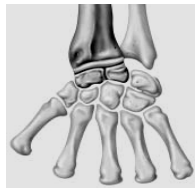
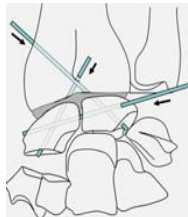
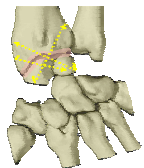
- L'arc Flexion / Extension : 45° en moyenne (**70° après la reprise**) avec : **30° de flexion et 40° d'extension.**
- L'arc de l'inclinaison frontale : 35° en moyenne (**39° après la reprise**) répartie en **14° d'IR et 25° d'IU.**

Nos résultats concordent avec ceux de M.Ninou présentés dans sa communication orale à (GEM 2007) [66]. Sa série clinique se compose de 12 patients traités pour une ARSL modifiée par triquetrectomie et résection de la moitié distale du scaphoïde. Deux patients présentaient une fracture récente comminutive de l'extrémité distale du radius avec destruction chondrale RC, et une MC relativement intacte. Dix patients présentaient une arthrose RC (1 SCAC, 1 Kienböck, 8 anciennes fractures articulaires RC), après un recul moyen de 22mois il a constaté une nette amélioration de la mobilité moyenne du poignet arthrodésé avec : **38° de flexion et 20° d'extension, 20° d'IR et 25° d'IU.**

De même GI Bain (2009) [67] a constaté à travers une série de 23 malades opérés pour arthrose RC post traumatique, PR et maladie de Kienböck (sans atteinte cartilagineuse

de la MC) avec 32 mois de recul, que l'adjonction de la SD et la triquetrectomie à la fusion RSL conduit à une réduction minimale de l'arc F/E, et permet une augmentation de l'arc IR/IU (Tableau récapitulatif des mobilités selon les séries: [3,39, 45, 53, 58, 60,66])

Tableau VII : comparaison des résultats de l'ARSL seule, l'ARSL+SD et l'ARSL+SD+ triquetrectomie entre différentes séries en termes de la mobilité du poignet.

Techniques	Séries	Extension	Flexion	Inclinaison radiale	Inclinaison ulnaire
ARSL seule 	Minami, Nagy et Buchler	35°	18°	6°	19°
	Mc Combe	60° (42 %)		34° (69 %)	
	G. Elias	31°	18°	6°	17°
	Pervaiz	39-46 %		65-71 %	
	J. Berkhout	49%		78%	
ARSL + SD 	Mc Combe	122° (86 %)		43° (87 %)	
	G. Elias	35°	32°	14°	19°
	Pervaiz	72-79 %		83-93 %	
	J. Berkhout	76%		84%	
ARSL+SD+ Triquetrectomie 	Pervaiz	87-97 %		119-137 %	
	J. Berkhout	88 %		103 %	
	M.Ninou	38°	20°	20°	23°
	Notre série	40°	30°	14°	25°

N.B : les pourcentages sont par rapport aux amplitudes articulaires normales moyennes dans chaque série.

Au total, l'ARSL est une intervention de rattrapage indiquée dans l'atteinte RC avec MC saine. Son objectif est de diminuer la douleur, restaurer la force au prix d'une diminution des amplitudes articulaires. La mobilité résiduelle est assurée par la MC, alors la

combinaison de la résection du triquetrum et de la partie distale du scaphoïde après la fusion RSL, permet d'améliorer cette mobilité une fois le « verrou » scaphoïdien distal levé, et le conflit pérित्रiquetral supprimé.

3. Les problématiques soulevées par les études cadavériques : [39,45]

- ✓ Ce sont faites sur un nombre limité de cadavres : dix cadavres pour l'étude de Pervaiz, et six cadavres dans le travail de J. Berkhout ce qui n'est pas très significatif.
- ✓ La possibilité d'une instabilité de la rangée distale du carpe secondaire à cette technique pourrait être une préoccupation en théorie après l'excision du scaphoïde distal et du triquetrum, mais ses os sont étroitement liés. Et cette technique représente l'analogie d'une carpectomie proximale où tous les os de la 1^{ère} rangée sont excisés sans avoir un problème d'instabilité de la 2^{ème} rangée [68–70]. Cette stabilité a été étudiée et vérifiée par fluoroscopie par Pervaiz et son équipe : elle n'a pas été altérée en aucun cas.
- ✓ Comme dans toutes les études cadavériques, on ne peut pas estimer l'effet de la réponse des tissus mous, tel que la formation du tissu cicatriciel, la rigidité du tissu conjonctif ainsi que l'œdème réactionnel. Alors, pour la mobilité, elle peut être surestimée // à ce qui va se produire en pratique clinique, ou influencée par les phénomènes dégénératifs en rapport avec l'âge vu que tous ces cadavres sont des âgés.
- ✓ La dissection excessive associant à la fois la SD et la triquetrectomie, peut avoir des effets inattendus sur la vascularisation du lunatum et même du scaphoïde proximal ce qui peut influencer le taux de fusion. De même la triquetrectomie pourrait compromettre la stabilisation du bord cubital et la proprioception du poignet, car ses annexes ligamentaires sont richement innervées par des fibres nerveuses sensorielles [72].

Donc, d'autres investigations in vivo seront nécessaires pour déterminer si ce sera un problème en clinique ou non. Mais dans l'attente de ces travaux avant l'adoption généralisée

de cette modification technique, ces résultats démontrés sur modèle cadavérique de l'ARSL avec triquetrectomie et SD sont très encourageants.

IV. Les indications :

Cette arthrodèse s'applique aux mêmes indications de l'ARSL seule [53,58], ou combinée à la scaphoïdectomie distale [61, 65]. Les atteintes non rattrapables de la RC avec préservation chondrale de la MC et lorsque la carpectomie proximale et l'arthrodèse des quatre coins sont contre indiquées, car elles nécessitent une facette lunarienne saine du radius [4 ,45]. Par ailleurs, elle a l'avantage d'élargir le champ des indications aux pathologies de la colonne interne du poignet (Chondromalacie du pôle proximal de l'hamatum par exemple qui constituait une contre indication relative aux autres [64]). Dans notre série il s'agissait d'une arthropathie radiocarpienne post-traumatique dans tous les cas.

1. Dans le poignet post-traumatique : [3, 61–64, 66, 73–78]

L'ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde se discute devant les arthropathies post-traumatiques, ostéocartilagineuses et/ou ligamentaires, non accessibles à la reconstruction telles que :

- La fracture comminutive intra articulaire du RD irréductible ;
- Le cal vicieux articulaire du radius non corrigeable ;
- Séquelles de luxations RC ou de disjonctions SL avec importante contusion cartilagineuse non ou mal traitée initialement, surtout si elles sont manipulées par les guérisseurs traditionnels, ce qui est fréquent dans notre contexte.
- Certaines instabilités proximales du carpe en particuliers celles associées à une translation ulnaire du lunatum et du scaphoïde avec une bascule palmaire (VISI) des os de la première rangée.
- L'arthrose RS secondaire à une lésion du ligament SL (SLAC wrist) de stade II [72].
- L'arthrose RSL secondaire à une rupture du ligament LT.

- L'instabilité de l'ulna avec lésion cartilagineuse des fossettes scaphoïdiennes et du lunatum.

2. Dans le poignet non traumatique : [3, 44, 59, 66, 67, 79–86]

- L'atteinte arthrosique idiopathique de l'articulation RS ;
- L'atteinte dégénérative secondaire à une pathologie inflammatoire (PR) ou iatrogène ;
- L'arthropathie microcristalline notamment la chondrocalcinose articulaire qui peut être responsable de lésions arthrosiques sévères (SCAC wrist) avec dislocations du carpe et peut s'associer à des lésions d'arthrose post-traumatique.
- L'instabilité RC après reconstruction par fibula vascularisée secondaire à une résection tumorale du radius ;
- La maladie de Kienbock : qui est une nécrose aseptique d'origine idiopathique du lunatum dont elle peut engendrer un collapsus secondaire. C'est une grande pourvoyeuse de douleur du poignet, souvent révélée à l'occasion d'un traumatisme.

V. Les contre indications : [3, 52, 58, 62, 64, 66]

L'ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde est contre indiquée dans les cas suivants :

- Toute atteinte chondrale de l'interligne médiocarpien, ou une articulation MC non congruente.
- Une arthrite ou une ostéoarthrite évoluée.

VI. Difficultés /Facilités :

L'ARSL avec triquetrectomie et scaphoïdectomie distale est une intervention bien réglée, et qui est techniquement facile pour un chirurgien spécialisé et bien entraîné. Cependant, ses difficultés relèvent du temps de l'ostéosynthèse, qui dépend essentiellement de la qualité de l'os à réduire ou à arthrodèser. De ce fait, **La problématique qui se pose est :**
La possibilité de réalisation de cette technique en urgence ?

Les fractures fraîches du RD très comminutives, sont souvent secondaires à un traumatisme de vélocité élevée chez le sujet jeune. Par contre chez le sujet âgé, le haut degré d'ostéoporose est un facteur favorisant par excellence, ce qui est le cas chez la femme ménopausée ou en péri-ménopause. Ces fractures sont caractérisées par une impaction articulaire complexe responsable de contusion cartilagineuse de la RC et associées souvent aux atteintes ligamentaires RC. Ces lésions négligées, insuffisamment ou mal traitées, conduiront par l'intermédiaire de la désorganisation anatomique et fonctionnelle du carpe à des séquelles d'évolution souvent sévère et de traitement plus difficile, à savoir le collapsus arthrosique post traumatique du carpe [53, 70, 72-74, 76, 77].

Une note importante à signaler : c'est l'intérêt du bilan radiologique initial, orienté par la clinique. **La TDM du poignet** qui doit être faite en complément des radiographies standards statiques et en traction, est primordiale pour mieux évaluer l'impaction articulaire en cas de comminution importante surtout chez le patient jeune, pour lequel la reconstruction articulaire est essentielle. Les coupes les plus utiles sont les coupes frontales et sagittales. En outre d'autres examens préopératoires permettent maintenant de juger de l'état des cartilages : l'arthroscanner, une arthroscopie radio et/ou médiocarpienne et l'IRM [21, 87, 88, 89].

L'ARSL avec triquetrectomie et scaphoïdectomie distale est une alternative intéressante en matière du poignet post traumatique, même dans ses stades les plus précoces. Mais **cette technique est à éviter dans l'urgence surtout s'il y a une grande comminution ou une ostéoporose** car sa réalisation est astreignante. La mauvaise qualité de l'os qui est friable et très comminutif rend la réduction fracturaire et l'emplacement des broches très difficiles. Il faut alors multiplier les broches, ce qui expose au risque de raccourcissement du radius qui va retentir sur la congruence de la radiocubitale inférieure et entraîner une surcharge de la cubitocarpienne évoluant vers un syndrome d'hyperpression interne du carpe et de troubles de la prono-supination. C'est pour cela on préfère reconstruire l'architecture anatomique du poignet dans un premier temps avant de réaliser l'arthrodèse, lorsque l'impaction articulaire est importante ou sur un os porotique. Pour cet objectif, on a recours à la réduction par principe du **ligamentotaxis** avec un fixateur externe radiométacarpien en distraction, assurant à la fois la réduction et la contention, +/-

une ostéosynthèse interne à type de broches dans la majorité des cas (figure 24) [72, 90–92]. Deux impératifs sont à considérer :

- Reconstruire une surface articulaire la plus congruente possible, par une **ostéosynthèse interne** (broches ou vis) pour stabiliser les différents fragments épiphysaires entre eux et retrouver une orientation anatomique correcte de cette extrémité inférieure du radius.
- Restituer la longueur physiologique du radius par **fixateur externe** qui complète la stabilisation et la réduction fracturaire, surtout pour les gros fracas métaphyso-épiphysaires.



Figure 24 : Fracture articulaire comminutive traitée par un montage mixte associant des broches d'ostéosynthèse et un fixateur externe en distraction avant l'ARSL avec triquetrectomie et SD



Pour le taxis ligamentaire seul, de nombreuses publications ont précisé l'intérêt et les limites de cette technique. L'avantage essentiel est son efficacité pour lutter contre l'impaction épiphysaire, ses limites sont le peu d'action sur les enfoncements articulaires centraux, les fragments postérieurs et plus généralement sur les fragments articulaires basculés, d'où l'intérêt d'y associer une ostéosynthèse interne (figure 25) [90].

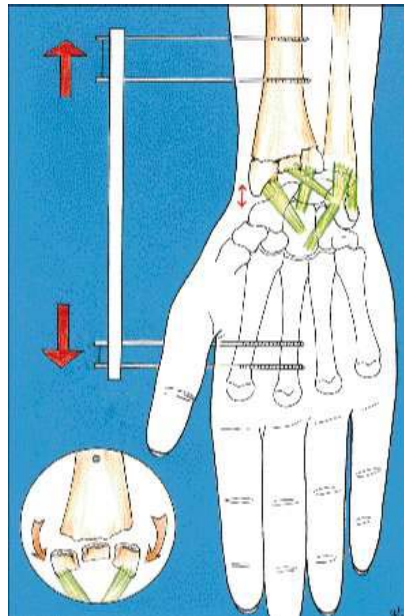


Figure 25: Les limites du ligamentotaxis : bascule des fragments périphériques, pas d'action sur les fragments centraux.

Au cours de cette intervention, il faut toujours vérifier l'absence d'une atteinte de la branche cutanée du nerf radial, responsable de névrome, et la liberté du tendon extenseur du pouce après l'embrochage. Et à la fin refaire un bilan radiographique pour s'assurer de la réduction première d'alignement.

Cette attitude, elle-même, peut être génératrice de complications favorisées par une distraction excessive et prolongée, à type d'**algodystrophie** [90–96] dont la physiopathologie exacte n'est pas bien élucidée. Elle peut apparaître dans les semaines qui suivent l'intervention, avec des signes cliniques qui sont variables et nombreux, les plus importants : La douleur, diffuse et globale, l'œdème, qui peut être inflammatoire ou non, la raideur, diffuse, dépassant le poignet et les troubles vasomoteurs locaux. Les radiographies standards ont peu d'intérêt, elles peuvent montrer des signes tardifs (démínéralisation diffuse, déminéralisation sous chondrale, trame pommelée, des travées estompées). Le diagnostic repose sur un faisceau de présomptions cliniques et sur la scintigraphie au technétium 99 m en phase précoce qui montre une hyperfixation tardive globale. Le traitement reste difficile et discuté dans ses modalités, mais il est plus efficace s'il est précoce. Il repose sur :

- Des antalgiques de type II à dose importante et parfois même de tranquillisants.
- Une rééducation douce, infra-douloureuse, idéalement en balnéothérapie.
- Calcitonine injectable à la phase précoce de l'atteinte reste le produit le plus utilisé.
- Bêtabloquants.

- Orthèses dynamiques de récupération articulaire.

Autres complications possibles :

- Douleur simple : en rapport avec des broches trop longues ou autres.
- Infection sur matériel d'ostéosynthèse : traitement ATB local et /ou général voire ablation du matériel.
- Déplacement secondaire, migration de broches : discuter une reprise.

Alors, l'ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde doit toutefois être évitée **en urgence** pour les fractures très comminutives avec une importante impaction articulaire, en raison de sa difficulté technique. La même chose s'applique à distance au stade de séquelles quand l'os est porotique.

VIII. Avantages :

En plus qu'elle est techniquement facile, **respectant les interlignes sains** et qu'elle est peu coûteuse, l'ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde est plus performante que les techniques de rattrapage précédentes et qui ont en commun les mêmes indications (c'est-à-dire une atteinte chondrale de l'interligne RC avec intégrité de la MC) : à savoir l'ARSL seule et l'ARSL modifiée par une scaphoïdectomie distale. **Quels sont alors ses points forts ?**

1. Intérêt de la scaphoïdectomie distale : [3, 39, 45, 60–62, 64, 66, 73]

La résection du scaphoïde distal libère de plus l'articulation médiocarpienne surtout après la fixation RS, car le scaphoïde fixé en entier, se comporte comme une malléole latérale. Il se bloque sur la deuxième rangée, ce qui l'empêche de se fléchir limitant ainsi la flexion et/ou l'inclinaison radiale. Il bloque la MC et il augmente les contraintes sur la STT en IR et en flexion conduisant par la suite à leur dégradation, et ainsi leur dégénérescence arthrosique.

Cette résection diminue alors le conflit entre le scaphoïde et la STT, responsable des ossifications qui sont fréquentes à ce niveau avec les autres techniques, parce que la STT est trop antérieure? Ou parce que les ligaments sont plus épais à ce niveau ? Ce conflit reste

possible lorsque la résection est insuffisante (<25% du scaphoïde distale). Cependant lorsque la scaphoïdectomie est excessive (>50% du scaphoïde distale), elle conduit très rapidement à une déstabilisation du carpe avec le risque d'une subluxation latérale du capitatum lors de l'IU : le capitatum n'arrivant plus à maintenir son alignement sous le lunatum et l'absence de "butée" entraînent sa migration proximo-radiale, en général associée à une synovite réactionnelle, une limitation de la mobilité du poignet et une perte de force. Donc, la quantité du fragment réséqué est un point technique important.

2. Intérêt de la triquetrectomie : [39, 45, 66, 67, 73]

La résection du triquetrum paraît limiter les contraintes sur la colonne interne, et permettre la tolérance des mouvements de rotation longitudinale radiométacarpienne augmentant alors la mobilité du poignet.

La fixation du lunatum bloque le triquetrum en place, limitant ainsi l'IU, ça d'une part (figure 26).

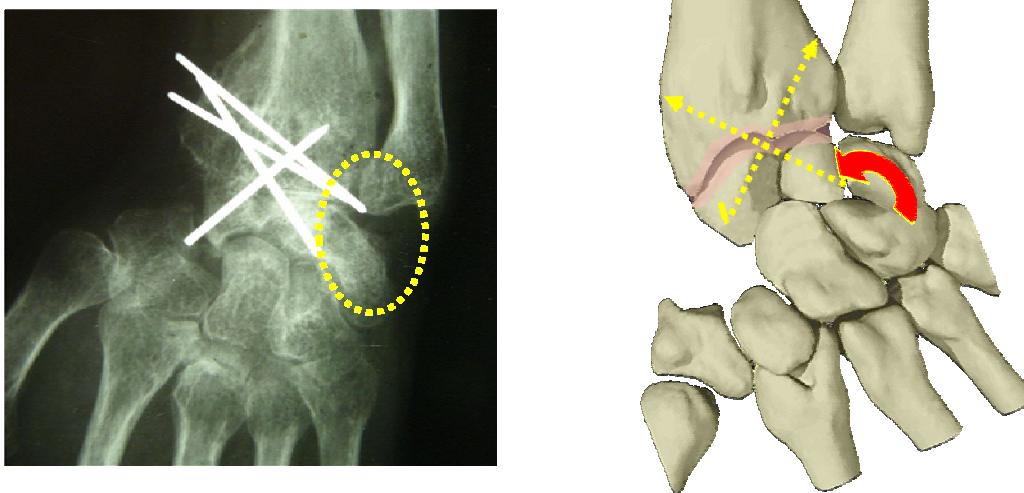


Figure 26: la fixation du lunatum majore le blocage du triquetrum et limite ainsi l'IU

D'une autre part l'impaction de la 1^{ère} rangée dans le radius est majorée lorsque le triquetrum n'est pas excisé, ce qui augmente le conflit périlunotriquetral et l'IU s'en trouve plus limitée (Figure 27)

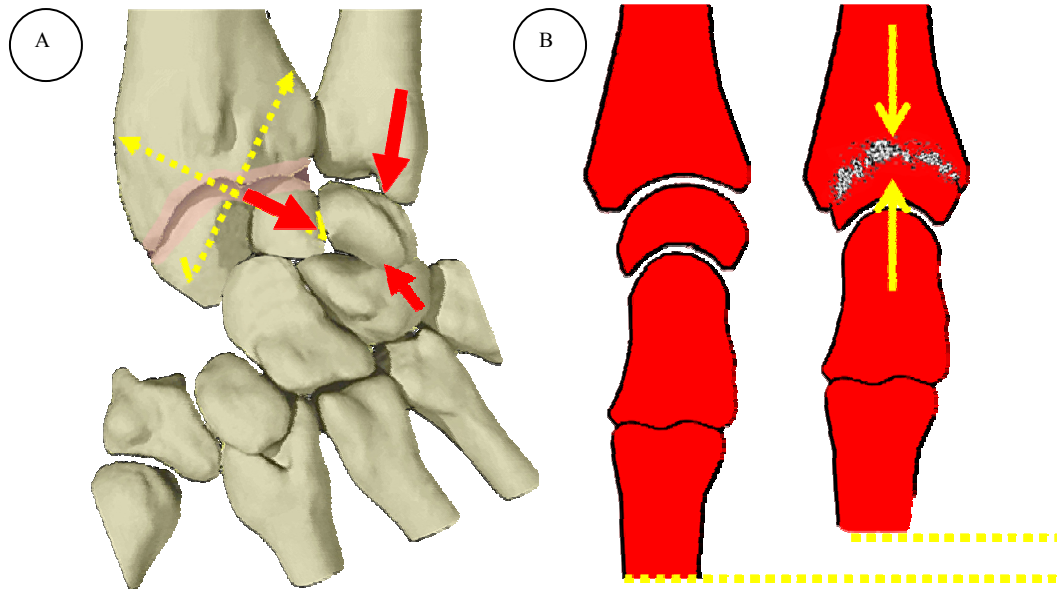


Figure 27: limitation de l'IU par l'impaction de la 1^{ère} rangée dans le radius et l'augmentation du conflit pérित्रiquetral si le triquetrum est laissé en place après la fusion RSL

A : le conflit pérित्रiquetral limite l'IU
B : l'impaction de la 1^{ère} rangée dans le radius

Le produit de la resection (scaphoïde distal+triquetrum) sert comme greffon au niveau de l'interligne RC renforçant la fusion, et permet d'éviter le prélèvement d'un autre site, notamment pas de greffon osseux radial ni iliaque contrairement aux autres techniques (ARSL isolée ou ARL). Cet avantage épargne de la morbidité liée aux prélèvements sur un autre site, à savoir les complications secondaires à l'anesthésie et les risque d'infection lors d'un abord à distance : iliaque par exemple. M.Ninou [66] adopte la même approche qui permet au triquetrum réséqué une 2^{ème} vie mais comme greffon.

Elias Garcia [3] utilise le greffon osseux obtenu à partir du scaphoïde excisé et de la métaphyse radiale à l'aide d'une fenêtre corticale postérieure au travers du 4^{ème} compartiment (après avoir relevé le rétinaculum infratendineux).

4. Intérêt de la position de la fixation du lunatum :

M.Ninou [66] dans sa série, comme dans notre attitude, privilégie la fixation du semi lunaire en légère extension, car sa fixation en position neutre de flexion-extension (en position d'équilibre) produit une impaction de la première rangée, altérant la transmission des charges entre radius et la 1^{ère} rangée (figure 28).

5. Matériel d'ostéosynthèse :

Dans notre série on préconise un simple brochage. Il est suffisant pour la stabilisation de l'arthrodèse, peu encombrante, et facile à enlever; M .Ninou [66] utilise le vissage, alors que GI Bain [67] emploie également les agrafes à mémoire de forme pour la fixation des os à fusionner.

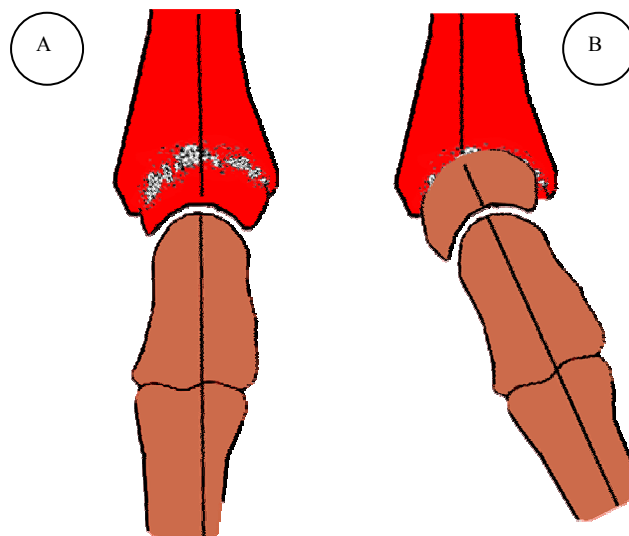


Figure 28 : position de la fixation du lunatum

A : fixation en position neutre (Garcia-Elias)

B : fixation en légère extension (notre série)

5. Intérêt de la téno-arthrolyse :

C'est la résection des adhérences capsulaires, qui sont liées à des rétractions ligamentaires et capsulaires et de l'arthrofibrose intra-articulaire qui est due à des brides fibreuses entre les os fusionnés, sources de douleur et de raideur du poignet arthrodésé. On la fait au moment de l'ablation des broches et on l'associe souvent à l'excision des ossifications si elles sont présentes (60% de nos patients).

Elle constitue une étape fondamentale pour parfaire cette technique. Ce geste simple diminue la douleur, facilite beaucoup la rééducation et améliore la mobilité du poignet. Ce qui a été manifeste dans notre série : Les secteurs de mobilité résiduelle passent de 45° de

flexion /extension en moyenne à 70° après la reprise et de 35° en moyenne pour l'inclinaison frontale à 39° après la reprise.

VIII. Analyse de la série comparée aux données de la littérature :

1. Analyse des résultats fonctionnels :

Cette technique permet l'indolence et restaure la force de serrage au prix d'une diminution des amplitudes articulaires.

1.1 La douleur :

Cette nouvelle technique paraît dans notre étude très efficace sur la douleur. Elle a été améliorée chez tous les malades, nous avons obtenu l'indolence totale dans 80% des cas, chez les autres la douleur résiduelle était faible ou seulement de caractère mécanique ou climatique. Une nette amélioration a été remarquée après la téno-arthrolyse chez tous nos malades, ainsi qu'une régression progressive de la douleur avec le temps (tableau VIII).

M.Ninou [66] a mené une étude rétrospective sur une série de 12 patients opérés par la même technique, pour des séquelles des traumatismes du poignet en majorité des cas : 8 anciennes fractures articulaires RC avec arthrose RC isolée, 2 fractures comminutives récentes du RD avec destruction chondrale RC, 1 cas de la maladie de Kienbock, et 1 cas de SCAC. Après un recul de 22 mois un patient uniquement qui a gardé l'algodystrophie (8, 33 %)

GI Bain [67] dans son travail clinique portant sur 23 malades, ayant subi l'ARSL avec triquetrectomie et SD, pour arthrose post traumatique, PR et maladie de Kienböck retrouve l'amélioration de tous les patients sur le plan douleur à 32 mois de recul (13-70 mois).

La revue de la littérature retrouve également la supériorité de l'apport de l'ARSL avec SD et triquetrectomie par rapport celui de l'ARSL seule, ou même associée à la SD : parmi les 27 ARSL publiées par Bach, Nagy et Buchler et Minami et al. [53, 54, 57, 58] 7 patients seulement étaient indolores, 11 patients présentaient des douleurs à l'effort, 2 patients présentaient des douleurs lors d'activités quotidiennes et 8 patients présentaient des

douleurs importantes. Elias Garcia et al. [3, 62, 63] en analysant son groupe rapporte l'amélioration de la douleur chez les patients qui ont bénéficié de l'ARSL avec résection distale du scaphoïde à la révision au 37^{ème} mois, 10 patients sur 16 étaient indolores (62,5 %), 3 sur 16 ont gardé des douleurs modérées à l'effort (18,75 %) et 3 sur 16 ont gardé des douleurs occasionnelles (18,75 %).

Le bénéfice apporté par la combinaison de la SD et de la triquetrectomie après la fusion RSL en termes de douleur semble alors évident et nos résultats avoisinent ceux des études similaires

Tableau VIII : comparaison des résultats sur la douleur et la force de serrage entre les différentes séries

TECHNIQUE	SERIES	DOULEUR	FORCE DE SERRAGE
ARSL isolée	Nagy et Buchler Minami [53, 54,58]	+++	++
ARSL + SD	Elias Garcia et al. N.Galvano [3, 62,64]	++	++
ARSL + SD + triquetrectomie	M.Ninou [66] GI Bain [67] Notre série	+	++

1.2 La mobilité :

Concernant la mobilité résiduelle du poignet, l'ARSL avec triquetrectomie et excision du SD reste enraidissante, mais elle amène les amplitudes articulaires à des niveaux proches de la normal. Généralement nos résultats sont supérieurs à ceux retrouvés dans la littérature pour les études cliniques avec une amélioration progressive avec le temps. Cependant M.Ninou [66] a obtenu les meilleures amplitudes en extension et en IR (voir tableau comparatif, biomécanique)

1.3 La force de serrage :

La force musculaire de serrage dans notre série d'ARSL avec triquetrectomie et SD était de 66 % en comparaison avec le coté opposé sain, résultat comparable avec ceux publiés dans la littérature : 76 % de la force préopératoire pour Elias Garcia et N.Galvano, 62 % pour M. Ninou.

1.4 Reprise du travail et satisfaction personnelle :

Tous nos patients, sont des travailleurs manuels ; ils ont tous repris leurs activités professionnelles, avec un changement de poste pour quatre parmi eux. Et nous avons obtenu leur satisfaction totale dans 70 % des cas après la téno_arthrolyse.

Dans l'étude comparable de M.Ninou [66] deux patients sur 12 n'ont pas repris leur travail (1 cuisinier de collectivité, et 1 charpentier).

2. Analyse des résultats radiographiques :

2.1 La consolidation :

Les auteurs des études précédentes analysant les taux de fusion après l'ARSL isolée déclarent 6 à 27 % de pseudarthrodèse [53, 54, 58]

Elias Garcia et N.Galvano [3, 62–64] ne révèlent pas de défaut de consolidation suite à l'ARSL avec SD en aucun cas. Ils retiennent à travers leurs travaux que l'excision du scaphoïde distale soulage la colonne externe et déverrouille la MC et diminue ainsi le risque des complications et améliore la fusion.

Dans notre étude, la consolidation a été obtenue chez huit patients (80 %) dans un délai normal : 2 mois. Cependant une pseudarthrodèse, diagnostiquée et validée sur l'absence de la consolidation à la radiographie au 6^{ème} mois postopératoire, de siège partiel RS a été constatée chez deux de nos malades soit 20 % des cas, ce qui a nécessité la reprise par greffe avec succès. M.Ninou [66] rapporte un taux de fusion à 100 %, sans pseudarthrodèse en aucun cas.

2.2 L'évolution des interlignes articulaires :

a. L'arthrose MC :

L'ARSL isolée est reconnue à travers les études présentées dans la littérature pourvoyeuse d'arthrose MC progressive, avec une incidence de 33 % (9 patients sur 27), pour laquelle une totalisation de l'arthrodèse a été la solution dans 7 cas. La dégénérescence arthrosique de la MC est en rapport avec les charges augmentées sur cet interligne pour pallier à la limitation de la mobilité du poignet suite au blocage RC.

N.Galvano [67] ne retrouve pas de différence significative en matière de cette évolution, après la modification de cette technique par excision du scaphoïde distal, mais sa série reste non conséquente (six patients). Cependant, Elias Garcia et ses collaborateurs [3, 62, 63] retrouvent une diminution de ce taux à 12 % (2 patients parmi 16), en soulageant la MC. De même M.Muehldorfer [65] comparant deux groupes homogènes, un ayant subi l'ARSL seule, l'autre a bénéficié en plus d'une SD ; a objectivé que le 2^{ème} a été épargné de l'arthrose MC à 28 mois de recul, contrairement au 1^{er} groupe.

Notre technique, l'adjonction de la triquetrectomie à la SD, paraît diminuer plus de contrainte sur la MC, ce qui va la préserver au profil d'une dégradation secondaire. La revue de la littérature n'est pas assez riche pour comparer nos résultats à ceux des études similaires : dans notre série (dix patients), aucun cas d'arthrose MC n'a pas été enregistré à un recul moyen de 16 mois, contrairement à celle de M.Ninou [66] où 2 cas ont été déplorés correspondant à environ 16,66 % après 22 mois de recul.

Ces résultats sont à tester et à vérifier par des séries plus larges et un recul plus important.

b. Les calcifications STT :

Fréquentes, elles intéressent 60% de nos malades. Elles peuvent être source de douleurs résiduelles et limiter d'avantage la mobilité articulaire. Qu'elle est leur origine donc ?

Elles peuvent provenir de:

- La calcification des ligaments antérieurs.

- Une résection insuffisante du scaphoïde distale, ce qui augmente les contraintes à ce niveau. Pour les prévenir on utilise **les broches « Joy stick »** pour mieux guider la résection en décollant la partie distale du scaphoïde.
- La migration des greffons osseux interposés entre les os fusionnés.

Nous faisons leur excision systématiquement au moment de l'ablation des broches.

Ces ossifications peuvent maintenir un conflit STT résiduel même après l'excision du scaphoïde distal, lorsqu'elles sont volumineuses, conduisant par la suite à une dégradation de cette articulation, comme dans l'ARSL isolée.

3. Analyse des résultats globaux :

La cotation du Modified Mayo Wrist Score a révélé 70% de bons résultats, et 30% étaient moyens

Nous avons noté qu'il n'y a pas de corrélation entre le résultat radiologique et fonctionnel obtenus.

IX. Les complications :

Les complications qui peuvent survenir suite à l'ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde :

1. Incidents peropératoires :

- Lors de la voie postérieure, c'est avant tout le risque de la section du long extenseur du pouce. Nous avons objectivé un seul cas aussitôt réparé dans notre série.
- Il est possible de léser l'artère radiale lors de l'excision du scaphoïde
- L'atteinte de la branche cutanée du nerf radial, responsable de névrome tardivement.

2. En postopératoire précoce :

Elles restent rares et non spécifiques :

- Hématomes : il nécessite un drainage au bloc et une reprise de l'hémostase
- Infections : Tout abcès sera drainé au bloc afin d'effectuer un lavage soigneux après des prélèvements bactériologiques qui permettront la mise en route d'une antibiothérapie adaptée.

3. En post opératoire tardif :

3.1 Cliniquement :

- La persistance de la douleur ou même l'apparition d'un syndrome algoneurodystrophique.
- Une diminution de la force musculaire.
- Une limitation de la mobilité globale du poignet.

3.2 Radiologiquement :

- La migration du matériel d'ostéosynthèse.
- La pseudarthrodèse.
- Les calcifications STT et la dégradation STT.
- L'arthrose MC.

X. Les alternatives possibles en cas d'échec :

En cas d'échec de cette procédure chirurgicale, jugé devant la persistance des douleurs invalidantes et l'évolution défavorable des séquelles notamment vers des stades avancés du collapsus arthrosiques, les alternatives thérapeutiques qui peuvent être proposées sont : **les interventions radicales** qui sont le dernier recours, il faut alors considérer soit l'arthrodèse totale soit l'arthroplastie prothétique.

1. L'arthrodèse totale du poignet :

Assurant la fusion des articulations radio- et médiocarpiennes, elle est plus limitante sur le plan fonctionnel et ne se justifie que chez le sujet jeune travailleur de force en raison des résultats constants sur la force de serrage. En pratique on la réserve aux échecs d'arthrodèses partielles.

2. L'arthroplastie prothétique :

Quant à l'arthroplastie prothétique, elle n'est pas très utilisée dans les cas post-traumatiques. On la réserve en cas d'atteinte bilatérale et elle est réalisée uniquement du côté non dominant.



Conclusion



L'ARSL avec triquetrectomie et résection distale du scaphoïde est une technique de rattrapage d'indication récente dans les lésions ostéocartilagineuses de l'interligne RC, séquellaires aux traumatismes complexes du poignet, non ou mal traités initialement, ou d'origine dégénérative non récupérables.

La MC doit être congruente avec une surface chondrale intacte. Ainsi cette procédure chirurgicale permet l'indolence, garantit force et mobilité raisonnables chez un travailleur de force.

La SD libère nettement les mouvements de la MC, alors que la triquetrectomie enlève les contraintes sur la colonne interne diminuant ainsi le taux de complications. Leur combinaison après la fusion RSL améliore les mouvements du poignet à des niveaux proches de la normale.

Cette technique toutefois doit être évitée en urgence lorsque l'os est très comminutif avec une importante impaction articulaire ou sur un os porotique en raison de sa difficulté technique. Ces résultats très encourageant méritent d'être testés par une série plus large et une revue plus lointaine qui pourront apprécier son efficacité et sa longévité.

L'effort doit porter également sur la prévention, le diagnostic et le traitement de toute pathologie arthrogène du poignet d'origine post traumatique ou dégénérative.



Résumés



Résumé :

L'arthrodèse radioscapulohumérale avec triquetrectomie et scaphoïdectomie distale consiste à la fusion du radius distal, du scaphoïde et du lunatum, avec excision du triquetrum et du pôle distal du scaphoïde. C'est une technique palliative indiquée dans le traitement du poignet post traumatique ou dégénératif avec des lésions ostéocondrales radiocarpiales sans atteinte médiocarpienne. Puisque c'est une technique récente et vue l'émergence d'autres alternatives, l'étude de ses résultats est justifiée afin de mieux préciser ses indications au sein des différentes pathologies concernées. Une étude prospective pour évaluation clinique et radiologique a été effectuée chez 10 patients ayant bénéficié de cette intervention entre Janvier 2006 et Décembre 2008, au sein du service de traumatologie orthopédique A, Centre Hospitalier Universitaire Mohammed VI de Marrakech avec un recul de 16 mois en moyenne. Deux étiologies principales étaient retrouvées : séquelles de fracture articulaire du radius distal (récente dans 8 cas, ancienne dans 2 cas avec cal vicieux) associés aux séquelles de fracture luxation rétro lunaire dans 2 cas. Tous les patients ont été opérés par voie d'abord postérieure sous anesthésie générale. Trois ont subi l'arthrodèse d'emblée, et 7 en différé. Dans la dernière révision postopératoire, les résultats fonctionnels ont été analysés à l'aide du score de Mayo Clinic, et l'appréciation globale s'est basée sur le Modified Mayo Wrist Score. Nous avons obtenu l'indolence totale dans 80 % des cas. Les arcs de mobilité ont été améliorés surtout après la ténoarthrolyse : 70° de flexion/extension et 39° d'inclinaison frontale; la force de la poigne a été restaurée en moyenne à 66% de la valeur du côté opposé. Ainsi le score de Mayo Clinic avait objectivé de bons résultats dans 80% des cas. La consolidation a été obtenue dans un délai normal chez 80 % des patients, avec pseudarthrodèse dans 20 % cas ; aucun cas d'arthrose médiocarpienne ni Scapho-trapèzo-trapézoïdienne n'a pas été déploré. L'évaluation globale selon le score de Mayo Clinic modifié a retrouvé 70 % de bons résultats et 30 % de moyens. Cependant il n'y a pas de corrélation entre le résultat morphologique et fonctionnel obtenus, et le résultat le plus médiocre a été noté chez les deux patients ayant une ancienne fracture du radius distal.

Mots clés : Poignet post traumatique – arthrodèse radioscapulohumérale – résection distale du scaphoïde – triquetrectomie

Summary

The radioscapolunate arthrodesis with triquetrectomy and distal scaphoidectomy is the fusion of distal radius, the scaphoid and lunate, with excision of the triquetrum and the distal pole of the scaphoid. This is a palliative procedure indicated in the treatment of post-traumatic or degenerative wrist with osteochondral lesions achieved radiocarpal without midcarpal affect. Since this is a recent technique and to the emergence of other alternatives, the study's findings is warranted to better define its indications in various diseases concerned. A prospective study for clinical and radiological evaluation was performed in 10 patients who underwent this procedure between January 2006 and December 2008, in the departement of orthopedic-traumatology A, University Center Mohammed VI of Marrakech, with an average decline of 16 months. Two main causes were found: aftermath of articular fracture of the distal radius (recent in 8 cases, ancient in 2 cases with malunion) and sequelae of a retrolunate fracture dislocation of the carpus associated in 2 cases. All patients were operated by posterior approach with general aesthesia. Three underwent arthrodesis outset, and 7 delayed. In the latest revision postoperative, functional results were analyzed using the Mayo Clinic Wrist Score, and overall assessment was based on the Modified Mayo Wrist Score. We obtained total indolence in 80 % cases. Arcs mobility has been improved especially after teno-arthrolysis: 70° of flexion / extension and 39° of frontal deviation, grip strength was restored on average 66% of the value of the opposite side. Thus the Mayo Clinic score was objectified good results in 80% of cases. The healing was achieved within a reasonable time in 80% of patients with pseudarthrodesis in 20% cases and no cases of midcarpal or scaphotrapezial-trapezoidal osteoarthritis has been said. The overall evaluation score by modified Mayo Clinic found 70% good results and 30% of means. However there is no correlation between morphological and functional results obtained, the poorer results was noted in two patients with an ancient fracture of the distal radius.

Key words Post-traumatic wrist – radioscapolunate arthrodesis – distal scaphoidectomy – triquetrectomy.

ملخص

تعتبر تقنية الايثاق المفصلي بين كل من عظم الكعبرة، الزورقة والهلاي مقرونة ببترا القطب السفلي لعظم الزورقة و البتر الكلي لعظم الهرم من البدائل الجراحية الحديثة لعلاج مخلفات رضوض المعصم. في نفس الصدد اجريت دراسة تقديمية بمصلحة جراحة وتقويم العظام « ا » بالمركز الاستشفائي الجامعي محمد السادس بمراكش، حول 10 حالات لاصابات المعصم، والتي خضعت لهذه العملية على مدى 3 سنوات مابين يناير 2006 وديجنبر 2008، قصد تقييم نتائجها السريرية والاشعاعية. السببان الرئيسيان هما: عقابيل كسور معقدة بالطرف السفلي لعظم الكعبرة عند جميع المرضى (إصابة حديثة في ثمان حالات منها , و قديمة في حالتين) وكسر مع تفكك معقد ما وراء الهلاي للرسغ في حالتين. جميع مرضى هذه السلسلة ذكور، متوسط اعمارهم 24 عاما وجل مهنهم يدوية. متوسط آخر تنقيح بعد العملية الجراحية هو 16 شهرا (عام-عامين)، حيث كانت نتائج التقييم النهائي كالتالي: سريريا، اختفى الالم عند 80% من المرضى، و تمت استعادة الحركة في القطاع النافع، وتحسنت قوة الشد بنسبة 66% بالمقارنة مع الجهة السليمة. وقد استأنف كل المرضى عملهم مع تغيير نوعيته بالنسبة لأربعة منهم (40%). إشعاعيا حصلنا على توطد الإيثاق المفصلي بعد فترة عادية (شهرين) مع تفصل كاذب في حالتين و لم تسجل أية حالة تدهور غضروفي. بالنسبة لتقييم النتائج النهائية حصلنا على 80% من النتائج الحسنة وظيفيا حسب تدرج مايو كلينيك . و شموليا حصلنا على 70% من النتائج الحسنة و 30% من النتائج المتوسطة .

الكلمات الأساسية مخلفات رضوض المعصم - تقنية الإيثاق المفصلي بين عظم الكعبرة، الزورقة والهلاي- بتر القطب السفلي للزورقة - البتر الكلي للهرم.



Bibliographie

- [1] **YOUM Y, MACMURTRY RY, FLATT AE, GILLESPIE TE.**
Kinematics of the wrist.
J Bone Joint Surg 1978 ;60(A):423-31.
- [2] **HERZBERG G.**
Chirurgie des séquelles des dissociations scapholunaires et pseudarthroses du scaphoïde.
Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie 2008 :44-354.
- [3] **GARCIA-ELIAS ET AL.**
Arthrodèse radioscapulohumérale avec excision du scaphoïde.
Chirurgie de la main 2008 ;27 :227-231
- [4] **VOCHE PH, DAUTEL G, MERLE M, DAP F**
Techniques palliatives et traitement des séquelles In La main traumatique (2) chirurgie secondaire,
Chapitre 20, page : 423
- [5] **NAVARRO A.**
Luxaciones del carpo.
Anales de la Facultad de Medicina 1921 ;6:113-141.
- [6] **TALEISNIK J.**
The ligaments of the wrist.
J Hand Surg [Am] 1976;1(2):110-8
- [7] **LICHTMAN D.M. ET AL**
Ulnar midcarpal instability—clinical and laboratory analysis.
J Hand Surg [Am] 1981 ;6(5):515-23.
- [8] **KUHLMANN J.N.**
Anatomie, biomécanique, physiologie des structures ligamentaires du poignet.
*Cahier d'enseignement de la société française de chirurgie de la main.*1994 ;6 : 81-99.
- [9] **KUHLMANN J.N, TUBIANA R.**
Mécanisme du poignet normal,
Le poignet.Monographie du GEM. N012. Vol. 12. 1983: ESF. 62-71.
- [10] **CRAIGEN M.A, STANLEY J.K.**
Wrist kinematics. Row, column or both?
J Hand Surg [Br] 1995; 20(2): 165-70.
- [11] **GELLMAN H ET AL.**
An in vitro analysis of wrist motion: the effect of limited intercarpal arthrodesis and the contributions of the radiocarpal and midcarpal joints.
J Hand Surg [Am], 1988;13(3): 378-83.

[12] CAMUS E.J. ET AL.

Kinematics of the wrist using 20 and 30 analysis: biomechanical and clinical deductions.
Surg Radiol Anat, 2004;26(5): 399-410.

[13] MOOJEN T.M ET AL.

Three-dimensional carpal kinematics in vivo.
Clin Biomech(Bristol, Avon) 2002 ;17(7):506-14.

[14] MOOJEN T.M ET AL.

In vivo analysis of carpal kinematics and comparative review of the literature.
J Hand Surg [Am] 2003;28(1):81-7.

[15] FEIPEL V, ROOZE M

Three-dimensional motion patterns of the carpal bones: an in vivo study using three-dimensional computed tomography and clinical applications.
Surg Radiol Anat, 1999;21(2):125-31.

[16] CAMUS E.J ET AL.

The double-cup carpus: A demonstration of the variable geometry of the carpus.
Chir Main, 2007.

[17] FONTES D

Les lésions ligamentaires intracarpiennes : histoire naturelle, attitude pratique ,
Journal de Traumatologie du Sport 2007 ;24 :168-171

[18] FONTES D, LENOBLE E, DE SOMER B, BENOIT J.

Lésions ligamentaires associées aux fractures distales du radius ;Série de 58 arthrographies peropératoires.
Ann Chir main 1992;11:116-25.

[19] MEYRUEIS J.P, CAMELI M, JAN P.

Instabilités du carpe. Diagnostic et formes cliniques.
Ann Chir 1978;32:555-60.

[20] ALLIEU Y, BRAHIM B, BONNEL F, ASCENCIO G.

Déstabilisation du carpe par lésions ligamentaires et désaxation carpiennes d'adaptation. In :
Tubiana R, Ed.
Traité de chirurgie de la main, vol 2.Paris :Masson ;1984. p. 825-36

[21] ZEITOUN F ET AL.

Imagerie du poignet et de la main : quel examen choisir ?
J Radiol 2001;82:335-51

[22] CAMUS E.J , LUSSIEZ B, RIZZO C, LEBRETON E.

biomécanique du scaphoïde. In : Le scaphoïde, de la fracture à l'arthrose.
Sauramps Médical. 2004:45-54.

[23] KOEBKE J, FEHNNANN P, MOCKENHAUPT J.

Stress on the normal and pathologic wrist *joint*.

Handchir Mikrochir Plast Chir, 1989;21:127-33.

[24] WERNER F.W ET AL.

Force transmission through the distal radioulnar carpal joint: effect of ulnar lengthening and shortening.

Handchir Mikrochir Plast Chir, 1986 ;18(5):304-8.

[25] CAMUS E.J.

Aspect biomécanique et conséquences des arthrodèses intra-carpiennes in: arthroscopie scaphoïdienne.,

Ed. S. médical. 2006

[26] BONNEL F, ALLIEU Y.

Les articulations radio-cubito-carpienne et médio-carpienne. Organisation anatomique et bases biomécaniques.

Ann Chir Main 1984 ; 3 (4) : 287-296.

[27] KAPANDJI A.

Biomécanique du carpe et du poignet.

Ann Chir Main 1987 ; 6 (2) : 147-169.

[28] OBERLIN C.

Les instabilités et désaxations du carpe. Bases anatomiques, étude clinique et radiologique.

Conférences d'Enseignement de la SOFCOT 1990 ; 38 : 235-250.

[29] BERGER R.A.

The anatomy and basic biomechanics of the wrist joint.

J Hand Ther 1996 ; 9 : 84-93.

[30] BERGER R.A.

The anatomy of the ligaments of the wrist and distal radioulnar joints.

Clin Orthop 2001;383:32-40.

[31] BRUMFIELD R.H, CHAMPOUX J.A

A biomechanical study of normal functional wrist motion.

Clin.Orthop.1984;187:23-25

[32] PETERSON H.A, LIPSCOMB P.R.

Intercarpal arthrodesis.

Arch.Surg.1967;95:127-134

[33] TALEISNIK J.

Subtotal arthrodesis of the wrist joint.

Clin.Orthop 1984 ;187:81-88

[34] ADAMS BD, GROSLAND NM, MURPHY DM, MCCULLOUGH M.

Impact of impaired wrist motion on hand and upper-extremity performance.

J Hand Surg 2003;28A:898-903.

[35] NELSON DL.

Functional wrist motion.

Hand Clin 1997;13:83-92.

[36] BRUMFIELD RH, CHAMPOUX JA.

A biomechanical study of normal functional wrist motion.

Clin Orthop 1984;187:23-25.

[37] PALMER AK, WERNER FW, MURPHY D, GLISSON R.

Functional wrist motion: a biomechanical study.

J Hand Surg 1985;10A:39-46.

[38] RYU JY, COONEY WP III, ASKEW LJ, AN KN, CHAO EY.

Functional ranges of motion of the wrist joint.

J Hand Surg 1991;16A:409-419.

[39] PERVAIZ K, BOWERS WH, ISAACS JE, OWEN JR, WAYNE JS.

Range of motion effects of distal pole scaphoid excision and triquetral excision after radioscapulohumeral fusion: a cadaver study.

J Hand Surg Am. 2009;34:832-7.

[40] GARCIA-ELIAS M, LLUCH A.

Partial excision of scaphoid: is it ever indicated?

Hand Clin 2001;17:687- 695

[41] DWYER FC:

Excision of the carpal scaphoid for ununited fractures.

J Bone Joint Surg 1949 ;31B:572-577.

[42] INOUE G, TAMURA Y.

Radiolunate and radioscapulohumeral arthrodesis.

Arch Orthop Trauma Surg 1992;111:333-335.

[43] SAFFAR P.

Radiolunate arthrodesis for distal radial intraarticular malunion.

J Hand Surg Br. 1996;21:14-20.

[44] BORISCH N

Radiolunate arthrodesis in the rheumatoid ;wrist—FESSH 2006 ;

International Congress Series 1295 (2006) 73-82

[45] BERKHOUT MJ, SHAW MN, BERGLUND LJ, AN KN, BERGER RA AND RITT MJ.

The Effect of radioscapholunate fusion on wrist movement and the subsequent effects of distal scaphoidectomy and triquetrectomy.

The Journal of Hand Surgery 2010 0: 0: 1-6

[46] CHAISE F, AUBART F.

Les arthrodèses radioscaphoïdiennes. Analyse expérimentale. Revue de deux cas.

Acta Orthop Belg 1983 ;49:601-9.

[47] BACH AW, ALMQUIST EE, NEWMAN DM.

Proximal row fusion as a solution for radiocarpal arthritis.

J Hand Surg 1991;16A :424-31.

[48] BELLEMERE P, CHAISE F

Le poignet traumatique

Rev Rhum [Ed Fr] 2001;68:329-35

[49] ROZING PM, KAUER JM.

Partial arthrodesis of the wrist, an investigation in cadavers.

Acta Orthop Scand. 1984;55: 66-8.

[50] MEYERDIERKS EM, MOSHER JF, WERNER FW.

Limited wrist arthrodesis: a laboratory study.

J Hand Surg Am. 1989;14:660-7.

[51] CALFEE RP, LEVENTHAL AL, WILKERSON J, MOORE DC, AKLEMAN E, CRISCO JJ.

Simulated radioscapholunate fusion alters carpal kinematics while preserving dart-thrower's motion.

J Hand Surg Am. 2008;33:503-10.

[52] KRAKAUER JD, BISHOP AT, COONEY WP.

Surgical treatment of scapholunate advanced collapse.

J Hand Surg Am. 1994;19:751-9.

[53] NAGY L, BUCHLER U.

Long-term results of radioscapholunate fusion following fractures of the distal radius.

J Hand Surg Br. 1997;22:705-10.

[54] STURZENEGGER M, BUCHLER U.

Radio-scapho-lunate partial wrist arthrodesis following comminuted fractures of the distal radius.

Ann Hand Surg. 1991;10: 207-16.

[55] WATSON HK, GOODMAN ML, JOHNSON TR.

Limited wrist arthrodesis. Part II: intercarpal and radiocarpal combinations.

J Hand Surgery Am. 1981;6:223-32.

[56] GORDON L, KING D.

Partial wrist arthrodesis for old ununited fractures of the carpal navicular.
Am J Surg. 1961;102: 460-4.

[57] BACH AW.

Radiocarpal fusion [technique].
Tech Hand Up Extrem Surg. 2003;7: 63-9.

[58] MINAMI A, KATO H, IWASAKI N, MINAMI M.

Limited wrist fusions: comparison of results 22 and 89 months after surgery.
J Hand Surg [Am] 1999;24(1):133-7.

[59] SHIN EK, JUPITER JB.

Radioscapholunate arthrodesis for advanced degenerative radiocarpal osteoarthritis [technique].
Tech Hand Up Extrem Surg. 2007;11:180-3.

[60] MCCOMBE D, IRELAND DCR, MCNAB I.

Distal scaphoid excision after radioscaphoid arthrodesis.
J Hand Surg Am. 2001;26:877-82.

[61] MURRAY PM.

Radioscapholunate arthrodesis.
Hand Clin. 2005; 21:561-6.

[62] GARCIA-ELIAS M, LLUCH A, FERRERES A, PAPINI-ZORLI I, RAHIMTOOLA ZO.

Treatment of radiocarpal degenerative osteoarthritis by radioscapholunate arthrodesis and distal scaphoidectomy.
J Hand Surg Am. 2005;30: 8-15.

[63] GARCIA-ELIAS M, LLUCH AL, FERRERES A.

Partial arthrodesis for the treatment of radiocarpal osteoarthritis.
J Am Soc Surg Hand 2005;5:100-1008.

[64] GALVANO N , ABRUZZESE A, MACAIONE A, PARLATO A, D'ARIENZO M.

Arthrodesis radio-scapo-lunate with excision of the distal scaphoid pole: our experience.
IN-DEPTH ORAL PRESENTATIONS.
J Orthopaed Traumatol 2009;10 (Suppl 1):S27-S40

[65] MUEHLDOERFER M, HA PH, PROMMERSBERGER KJ, SCHOONHOVEN JV.

Results after radioscapholunate fusion with or without resection of the distal scaphoid pole Abstracts,
Journal of Hand Surgery (European Volume) 2009;34(1):104

[66] NINOU M, ELKHOLTI K, ERHARD L, ROSTOUCHER P .

L'arthrodèse radio-scapo-lunaire modifiée par triquetrectomie et scaphoidectomie distale
Chirurgie de la main 2007;26:308-377

[67] BAIN GI, ONDIMU P, HALLAM P, ASHWOOD N.
Radioscapholunate arthrodesis – a prospective study.
Hand Surg. 2009;14(2-3):73-82.

[68] BLANKENHORN BD, PFAEFFLE HJ, TANG P.
Carpal kinematics after proximal row carpectomy.
J Hand Surg 2007;32A:37-46.

[69] NEVIASER RJ.
Proximal row carpectomy for posttraumatic disorders of the carpus.
J Hand Surg Am. 1983;8: 301-5.

[70] TOMAINO MM, MILLER RJ, COLE I, BURTON RI.
Scapholunate advanced collapse wrist: proximal row carpectomy or limited wrist arthrodesis with scaphoid excision?
J Hand Surgery Am. 1994;19:134-42.

[71] HAGERT E, GARCIA-ELIAS M, FORSGREN S, LJUNG BO.
Immunohistochemical analysis of wrist ligament innervation in relation to their structural composition.
J Hand Surg 2007;32A:30-36

[72] WATSON HK, BALLEST FL.
The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis.
J Hand Surg 1984;9A:358 -365

[73] MILL PP, CHAMMAS M, COULET B, DEBLOCK N, ALLIEU Y.
57 Arthrodèses radius-première rangée des os du carpe pour séquelles traumatiques : quatorze cas avec un recul moyen de 40 mois (Communications orales)
Chirurgie de la Main. Volume 2000;19(6):331

[74] YAJIMA H, KOBATA Y, SHIGEMATSU K, KAWAMURA K, TAKAKURA Y.
Radiocarpal arthrodesis for osteoarthritis following fractures of the distal radius.
Hand Surg, 2004; 9(2): 203-9.

[75] LORCZYNSKI A, BACZKOWSKI B, MARKOWICZ A
Limited arthrodesis for wrist instability.
Ortop Traumatol Rehabil, Apr 2006; 8(2): 122-8.

[76] URBAN, VOGEL
Radioscapholunate fusion following comminuted fractures of the distal radius
European journal of trauma, 2000;26(4):169-175.

[77] MÜHLENDORFER M, HOHENDORFF B, PROMMERSBERGER KJ, VAN SCHOONHOVEN J
Medium-term results after radioscapholunate fusion for post-traumatic osteoarthritis of the wrist .
Handchir Mikrochir Plast Chir. 2009 Jun;41(3):148-55.

[78] TRAIL IA, STANLEY JK, HAYTON MJ.

Twenty questions on carpal instability

J Hand Surg Eur Vol., June 2007; 32: 240 – 255.

[79] PROMMERSBERGER KJ, BEYERMANN K, LANZ U.

Radioscapholunate arthrodesis.

Operative Orthopädie und Traumatologie, 2003;15(4):445–462 .

[80] SCHERNBERG F.

Chirurgie des affections dégénératives du poignet.

Encyclopédie medico-chirurgicale 44–356

[81] CHAMAY A.

La place des arthrodèses radiocarpiales dans la chirurgie du poignet rhumatoïde, en particulier de l'arthrodèse radiolunaire. In: Allieu Y, editor.

La main et le poignet rhumatoïdes. Paris: Expansion scientifique française; 1996. p. 34–47.

[82] ROMANO S.

Arthrose non traumatique du poignet : la chondrocalcinose.

Chirurgie de la main 2003;22: 285–292

[83] WATSON H, RYU J.

Degenerative Disorders of the Carpus.

Orthop Clin North Am 1984;15(2):337–53.

[84] WATSON H, RYU J.

Evolution of Arthritis of the Wrist.

CORR 1986; 202:57–67.

[85] ESENWEIN SA, FRITZ J, KLINGER HM, GAISSMAIER C, MARTINI F, SELL S.

Radio-ulnar and radio-scaphoid-lunate arthrodesis in chronic polyarthritis. Clinical and radiologic follow-up of 32 cases.

Chirurg, Feb 2004; 75(2): 176–84

[86] CHAMAY.

Indications, surgical techniques and results of radiolunate and radioscapholunate arthrodesis in rheumatoid wrists.

Hand Surg [Br], February 1997; 22: 1

[87] ZEITOUN F, FROT B, STERIN P.

L'arthroscanner dans les traumatismes du poignet.

Feuillets de Radiologie, 2003, 43, n° 1, 67–79

[88] SARAZIN L, GODEFROY D, ROUSSELIN B, DRAPÉ JL, FEYDY A , CHEVROT A ;

Examen tomodensitométrique et imagerie par résonance magnétique du poignet pathologique ;

EMC : 31–022–A–20

[89] MATHOULIN C, MESSINA J.

Traitement arthroscopique des lésions cartilagineuses au poignet.

Chirurgie de la main 25 (2006) S231-S243

[90] GUELMY K, CANDELIER G.

Comment nous traitant les fractures de l'extrémité inférieure du radius

Maîtrise Orthopédique n°88 – novembre 1999(le journal orthopédique sur le web)

[91] VOCHE PH.

Fractures récentes de l'extrémité distale du radius chez l'adulte..

La main traumatique (2) chirurgie secondaire, chapitre 13

[92] COONEY WP.

External fixation of distal radial fractures.

Clin. Orthop.1983, 180, 44-49

[93] ATKINS RM, DUCKWORTH T, KANIS JA

Algodystrophy following colles' fracture

J. Hand Surg.1989;14B(2):161-164

[94] www.laconferencehippocrate.com (2003-2005) ORTHOPEDIE11-238

Dr Jean GRIMBERG .Fracture de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulte

[95] FERNANDEZ

Complications Following Distal Radial Fractures

J. Bone Joint Surg. Am., Aug 2001; 83: 1244 - 1265.

[96] BRANDON D, BUSHNELL, DONALD KB.

Malunion of the Distal Radius.

J. Am. Acad. Ortho. Surg., January 2007;15: 27 - 40

[97] BORISCH N.

Radiolunate arthrodesis in the rheumatoid .wrist—FESSH 2006.

International Congress Series 1295 (2006) 73- 82

[98] CHAMMAS M.

Le poignet rhumatoïde.

Chirurgie de la main 2005 ;24 :275-298

[99] ISHIKAWA H, HANYU T, SAITO H, TAKAHASHI H.

Limited arthrodesis for the rheumatoid wrist.

J Hand Surg 1992;17A:1103-9

[100] HONKANEN PB, MÄKELÄ S, KONTTINEN YT, LEHTO MU.

Radiocarpal arthrodesis in the treatment of the rheumatoid wrist. A prospective midterm follow-up.

J Hand Surg Eur Vol. Aug 2007;32(4):368-76

[101] CLAYTON ML, FERLIC DC

Arthrodesis of the arthritic wrist

Clin orth jul 1984;187:89-93.

[102] MARTINI AK.

Wrist joint arthrodesis. Technique and outcome.

Orthopade. Oct 1999;28(10):907-12.

[103] MEEK MF, HERAS-PALOU C.

Radioscapholunate arthrodesis for advanced degenerative radiocarpal osteoarthritis.

Tech Hand Up Extrem Surg, Mar 2008; 12(1): 65.

[104] GHATTAS L, MASCELLA F, POMPONIO G.

Hand surgery in rheumatoid arthritis: state of the art and suggestions for research.

Rheumatology, July 2005; 44: 834 - 845

[105] SHORT WH, PALMER AK, WERNER FW, MURPHY DJ.

A biomechanical study of distal radial fractures.

Journal of Hand Surgery, 1987;12A: 529-534

[106] SHORT WH, WERNER FW, FORTINO MD, PALMER AK, MANN KA.

A dynamic biomechanical study of scapholunate ligament sectioning.

Journal of Hand Surgery, 1995;20A: 986-999.

[107] JL DRAPE JL, LEBLEVEC G ,GODEFROY D, PESSIS E , MOUTOUNET L, CHEVROT A.

Imagerie normale du poignet et de la main. Radiographies, arthrographie, échographie.

EMC 30-320-A-10



اقسمُ باللهِ العَظِيمِ

أن أراقبَ اللهَ في مهنتي.

وأن أصونَ حياةَ الإنسانِ في كافّةِ أطوارها في كلِّ الظروفِ والأحوالِ بآذلاً

وسعي في استنقاذها من الهلاكِ والمرَضِ

والألمِ والقلقِ.

وأن أحفظَ للناسِ كرامَتَهُم، وأسَترَ عَوْرَتَهُم، وأكتمَ سِرَّهُم.

وأن أكونَ على الدوامِ من وسائلِ رحمةِ الله، بآذلاً رعايتي الطبيةَ للقريبِ

والبعيدِ، للصالحِ والطالحِ، والصديقِ والعدو.

وأن أثابرَ على طلبِ العلمِ، أسخِره لنفعِ الإنسانِ .. لا لأذاه.

وأن أوقِرَ مَنْ علّمني، وأعلّمَ مَنْ يصغرنِي، وأكونَ أخاً لكلِّ زميلٍ في المهنةِ

الطبيّةِ

مُتعاونينَ على البرِّ والتقوى.

وأن تكونَ حياتي مصداقَ إيماني في سِرِّي وَعَلائيتي ، نقيّةٍ ممّا يُشِينها تجاهَ الله

وَرَسُولِهِ وَالْمُؤْمِنِينَ.

واللهُ على ما أقولُ شهيد

