

UNIVERSITÉ DE NANTES

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année : 2020

N°

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

D.E.S DE CHIRURGIE GENERALE

par

Florent METAIRIE
Né le 11 Août 1990 à LAVAL (53)

Présentée et soutenue publiquement le 9 octobre 2020

Corrélation radiologique et fonctionnelle dans les suites de ligamentoplasties scapho-lunaires selon la technique de ligamentoplastie Scapho-Lunaire et InterCarpienne « SLIC » :

Évaluation au recul minimal de 12 mois.

Président : Monsieur le Professeur Christophe NICH

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Marc LEROY

Membres du Jury : Monsieur le Professeur Antoine HAMEL
Monsieur le Professeur Franck DUTEILLE
Monsieur le Docteur Ludovic ARDOUIN

Remerciements

A mon Maître et président de thèse,

Monsieur le Professeur Christophe NICH,

Professeur des Universités de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique,

Praticien Hospitalier,

Vous me faites l'honneur de présider cette thèse. Veuillez trouver ici le témoignage de mon respect et de ma considération.

A mon Maître et juge,

Monsieur le Professeur Antoine HAMEL,

***Professeur des Universités d'Anatomie - Praticien Hospitalier de Chirurgie
Pédiatrique,***

pour avoir accepté de juger ce travail.

Votre immense expérience chirurgicale, votre culture anatomique et votre aisance chirurgicale resteront pour moi des exemples.

Les mois passés à vos côtés ont été riches d'enseignements.

Merci pour votre patience lors de mes surjets interminables, pour cette quête permanente de perfection que vous exigez de vos internes, et qui nous pousse toujours plus loin.

A mon Maître et juge,

Monsieur le Professeur Franck DUTEILLE,

Professeur des Universités de Chirurgie Plastique et Reconstructrice

Praticien Hospitalier,

d'avoir accepté d'être membre de ce jury.

Merci pour votre accueil dans le service de chirurgie plastique et reconstructrice, et vos précieux conseils concernant la chirurgie de la main congénitale. Ceci restera une expérience plus que bénéfique. Je suis honoré d'avoir pu travailler avec vous.

A Monsieur le Docteur Ludovic ARDOUIN

Chirurgien Orthopédiste et Traumatologue,

Chirurgien de la main à l'Institut de la main Nantes Atlantique.

Merci d'avoir accepté de juger ce travail et de m'apporter ton expertise sur ce sujet.

Ta présence dans ce jury est un honneur.

Ta dextérité en chirurgie de la main et en arthroscopie, ton expérience et ta connaissance (y compris musicale) resteront des modèles à suivre.

Je suis fier de pouvoir continuer à travailler à tes côtés ces deux prochaines années.

***A mon Directeur de thèse,
Monsieur le Docteur Marc LEROY,
Chirurgien Orthopédiste et Traumatologue,
Chirurgien de la main à l'Institut de la main Nantes Atlantique.***

Merci d'avoir accepté de diriger ce travail.

Tes conseils, ta rigueur et ta disponibilité ont été précieux.

Tu as su me pousser vers le haut et m'as appris à ne pas toujours voir tout noir...

Je suis heureux de pouvoir continuer à travailler à tes côtés.

Sois assuré de ma profonde reconnaissance.

A mes proches,

A mes parents, pour votre soutien infaillible tout au long de ces années.

Papa, tu as su éveiller ma curiosité dès mon plus jeune âge. Te voir bricoler ta moto a sans doute fait naître une vocation pour réparer les choses. Aujourd'hui grâce à toi je répare le vivant...

Maman, pour tout ce que tu m'as transmis, bon comme moins bon, mais qui font ce que je suis aujourd'hui, ton soutien sans faille et ton oreille attentive à tous mes problèmes...

Tu as su trouver les mots pour me pousser encore plus loin, tout en me maintenant les pieds sur terre. Merci pour tout.

A Romain, mon frère, pour tes éclats de folies, tes drôleries, sources d'innombrables fous rires depuis maintenant 27 ans. Ne change jamais !

Tu as su être là quand il le fallait, pour tous ces moments je te remercie.

A mon arrière-grand-mère, Mamie Suzon, tu es depuis mon enfance ma deuxième maman, je suis fier que tu sois là aujourd'hui pour voir l'accomplissement de mon travail.

Au reste de la Famille, je sais que j'ai de la chance de vous avoir...

A Solen, pour tout ce que tu m'as apporté durant ces années, ton soutien, ton amour... si je suis là c'est grâce à toi ! Merci pour tout cela. Merci pour ce magnifique bout de chemin parcouru ensemble et tous ces moments partagés.

Nos routes se séparent mais qui sait où elles nous mèneront...

A mes deux acolytes des 2be3, Julien et Clément, pour cette amitié indéfectible malgré les chemins complètement différents que l'on a pris.

Les moments passés à vos côtés ont été mes bouffés d'oxygène durant toutes ces années.

A Florian, pour toutes ces années d'amitiés, nos 400 coups, toi-même tu sais ;)

A Clément D, mon ptit lapin, pour cette amitié qui dure, malgré le temps et la distance.

A Baba, tu as su, via cet art qu'est la danse, me donner un peu plus confiance en moi. Ton encadrement et tes valeurs ont contribué à former l'homme que je suis aujourd'hui.

A Gabrielle, et tous ces moments en P1, je ne serai sans doute pas là aujourd'hui sans toi, pour cela merci.

A toute la bande de l'externat angevin, François, Paco, Brice, Nathan, Noémie, Servane, Hermeline et Thibaud, Thomas, Sylvain, Gaël, Guillaume, Ludivine et les autres...

Vous m'avez fait rire, pleurer de rire et rendu toutes ces années inoubliables...

« Une amitié indescriptible et indestructible » dédicasse à N.B ;)

A sylvain, plus particulièrement, pour ces moments partagés en Hongrie, et après...

Köszönöm szépen !

Tu viens de sauver cette thèse et l'ensemble de ses statistiques !

A ma super relectrice, Hermeline ! *Chair lecteurs, si vous lisez une thèse presque sent fotes c'est grasse a elle !* T'es la meilleure ! merci pour le taff de dingue que tu as fait !

A Vincent, Brice et Maxime, mes compères de sous-colles, les « compétiteurs », sans qui ce choix de spécialité n'aurait peut-être pas été possible...

A tous les « nantais » rencontrés depuis cinq ans, à l'internat de l'hôtel Dieu, La Roche-sur-Yon ou St Nazaire, merci pour ces moments de folies partagés ensemble, et qui ont égayé mes soirées !

A Mary, pour ta présence, ton soutien et ton affection ces derniers mois.

A mes maitres d'internat,

A toute l'équipe d'orthopédie du CHU de Nantes,

Pr François GOUIN, Pr Norbert PASSUTI, Dr Denis WAAST, Dr Guy PIETU,
Dr Sophie TOUCHAIS, Dr Marc CAPPELLI, Dr Guillaume GADBLED, Dr Kevin BRULEFERT,
Dr Vincent CRENN,
Sans oublier les Dr Pierre-Marie LONGIS et Dr Ronan GUILLOU
pour m'avoir guidé tout au long de mon début d'internat avec une disponibilité et une
sympathie remarquable.

Aux chirurgiens orthopédistes du CHD de la Roch-sur-Yon,

Dr Nicolas FRAQUET, Dr François LE COUR GRANDMAISON, Dr Matthieu HANNEBIQUE,
Dr Guillaume VENET, Dr Antoine TESSON, Dr Jean Yves GIRARD
Vous m'avez connu tout petit, puis revu un peu plus grand. Ces deux semestres passés à vos
côtes sont le témoin du réel plaisir que j'ai pris à travailler en votre compagnie. Vous m'avez
beaucoup appris, autant humainement que professionnellement.

A l'équipe de chirurgie orthopédique de l'hôpital de St Nazaire,

Dr Laurence BIGOTTE, Dr Luc SOUBIGOU, Dr Xavier HEMERY, Dr Vincent GIRARD,
Dr Florent JAMARD, Dr Jérémie SIMON
Pour ce semestre estival passé à vos côtés. Travailler et apprendre dans cet endroit où l'on
se sent si bien et dans cette ambiance à vos côtés a été un réel plaisir,

Aux chirurgiens du service de chirurgie orthopédique pédiatrique du CHU de Nantes,

Pr Antoine HAMEL, Dr Loïc GEFFROY, Dr Sophie GUILLARD, Dr Emmanuelle MAYRARGUE,
Dr Antoine CHALOPIN
Pour m'avoir enseigné la rigueur nécessaire à l'exercice de la chirurgie.

A l'équipe du service de chirurgie plastique, reconstructrice et brûlés de Nantes,

Pr Pierre PERROT, Dr Perrine RIDEL, Dr Eva GACHIE, Dr Diane ADAM,
Dr Hadrien TILLET LE DENTU, Dr Audrey LEDUC
pour votre accueil chaleureux pendant ce semestre. Soyez assurés que l'enseignement
appris au cours de ces 6 mois me suivra tout au long de ma future carrière.

A l'équipe du Centre de la Main de Trélazé,

Dr Guy RAIMBEAU, Dr Yann SAINT-CAST, Dr Fabrice RABARIN, Dr Bruno CESARY,
Dr Jérôme JEUDY, Dr Nicolas BIGORRE, Dr Alexandre PETIT, Dr Jérôme BRUNET,
pour avoir été l'étincelle...

Vous avez fait naître en moi cet intérêt pour la chirurgie de la main lors de mon externat.

En achevant ma formation d'interne à vos côtés, la boucle est bouclée !

Vous m'avez transmis votre savoir et votre vision chirurgicale, le tout avec une humilité et modestie inégalable.

Plus particulièrement, au Dr BIGORRE, merci pour ta disponibilité, tes conseils et avis extérieurs sur cette thèse !

A l'équipe de l'institut de la main Nantes Atlantique,

Dr Philippe BELLEMÈRE, Dr Etienne GAISNE, Dr Thierry LOUBERSAC, Dr Yves KERJEAN,
Dr Alexandre FOURNIER, Dr Yves BOUJU, Dr Flore-Anne LECOQ, Dr Victor LESTIENNE,
Dr Camilo CHAVES,

Vous m'avez accueilli avec la plus grande sympathie, je suis honoré d'avoir la chance d'apprendre jour après jours à vos côtés.

Vos qualités chirurgicales et votre sens du partage resteront pour moi un modèle.

Vous assister au bloc opératoire ou en consultation est toujours un plaisir.

Merci pour la confiance que vous m'accordez pour ces prochaines années.

A mes chefs de clinique et assistants (anciens ou actuels),

Dr Thibaut NOAILLES, Dr Kévin ANDRIEU, Dr Laurent BAVEREL, Dr Giovany PADIOLEAU, Dr Mathieu BOISSARD, Dr Cécile TOANEN, Dr Mike PERSIGANT, Dr Karim MESSEDI, Dr Yoann VARENNE, Dr Yonis QUINETTE, Dr Julien COUSIN, pour votre accompagnement, vos conseils et toute cette rigolade, au bloc ou ailleurs, durant ces années.

A mes Co-internes Orthopédistes ou autres, ayant égayé mes journées et ces 5 années, Julien MALLET, mon acolyte dès les premiers jours, Maxime GERARD, compagnon de galère en pédiatrie et ancien voisin de palier, le plus orthopédiste de tous les chirurgiens viscéraux, François LATASTE, le petit diable, à m'entraîner vers le « côté obscur » dès la veille de mon premier jour d'internat, mais toujours là pour m'aider et me conseiller quand il le fallait, Lucie REGENNASS, sosie de Shakira croisée avec Jeanne Moreau, ta diplopie monoculaire et tes éclats de folies vont me manquer !

Sans oublier Marie LETEVE, Christophe CARLIER, Benjamin CHAPAT, Arthur RENAULT, Marie POUEDRAS, Aurore BLANCHETON, Nataly GAVIRA, François-Xavier LAMBERT, My-Van N-GUYEN, Ismaël MOUSSADIKINE, Alexis COMBAL, Philippe COMBES, Guillaume TRAN, Frédéric DE LA CODRE, Tom LE CORVEC, Thomas LAURIN, Ugo LANCIEN, Julien VERDIER, Julien OILLIC, Anoujat KANLAGNA, et tant d'autres.

A mes cointernes de la clinique Jeanne d'Arc, Dr Steven ROULET, dont le talent chirurgical n'a d'égal que son gout pour l'humour Dr Victor LESTIENNE, pour tous tes conseils, mais aussi tes nombreuses vanes à mon égard Marie LE MAPIHAN, Caroline COINTAT, Emmanuele GERACE pour tous ces moments partagés, dans la joie et la bonne humeur !

A tous les personnels médicaux, paramédicaux des différents services ou des blocs opératoires non cités avant, et qui m'ont permis d'évoluer tout au long de ces années.

A toutes les équipes d'anesthésie,

Au Dr Vincent GUITTON sans qui cette thèse n'aurait jamais pu aboutir, pour votre réactivité et votre disponibilité, un immense merci.

A tous les participants de cette étude, merci de m'avoir accordé votre confiance et votre temps. Nos échanges ont fait évoluer ma pratique de futur chirurgien.

Serment médical :

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés.

Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.

Table des matières

Remerciements	3
Serment médical :.....	14
Liste des Abréviations utilisées	17
I. Introduction :	18
II. PREMIÈRE PARTIE : Anatomie Fonctionnelle, biomécanique du poignet sain, physiopathologie de l'instabilité scapho-lunaire et algorithme thérapeutique	21
A. Anatomie descriptive et fonctionnelle du complexe radio-carpien	21
1. Anatomie osseuse	21
2. Anatomie ligamentaire.....	24
3. Les tendons extrinsèques :	37
B. Biomécanique et cinétique du carpe sain	38
1. Mobilité du carpe sain :	38
C. Définition, physiopathologie et diagnostic de l'instabilité scapho-lunaire dissociative	41
1. Définitions sémantiques :	41
2. Physiopathologie de l'instabilité scapho-lunaire.....	42
3. Évolution des lésions scapho-lunaires et apparition d'un poignet « SLAC » Scapholunate Advanced Collapse.....	43
4. Présentation clinique	44
5. Imagerie et confirmation diagnostique d'instabilité scapho-lunaire	47
6. Diagnostic arthroscopique :	55
D. État des lieux de l'instabilité scapholunaire en 2020 et développement du scanner 4D : ...	59
1. Utilisation du Scanner 4D :	60
E. Prise en charge des instabilités scapho-lunaire :	64
1. Algorithme de prise en charge des Instabilités scapho-lunaires (tableau 1):.....	65
2. Techniques de ténodèses et ligamentoplasties de reconstruction scapho-lunaires :.....	70
3. « SLIC Procedure » :	71
4. Suites opératoires :	74
5. Objectifs de la recherche :	75

III. DEUXIÈME PARTIE : Étude radio-clinique rétrospective d'une série monocentrique de patients opérés d'une ligamentoplastie type SLIC.	76
A. Matériel et méthodes	76
1. Critères d'inclusions :	76
2. Critères d'exclusions :	76
3. Population finale :	77
4. Évaluation clinique :	77
5. Évaluation radiographique	79
6. Évaluation scanographique postopératoire :	79
7. Mesures scannographiques :	80
8. Analyse Statistique :	82
9. Cadre réglementaire	82
B. Résultats	83
1. Données épidémiologiques	83
2. Données cliniques préopératoires :	85
3. Évaluation Radiologique	90
4. Complications (tableau 12) :	104
C. Discussion.....	109
1. Revue de la littérature :	111
2. Analyse de nos résultats.....	115
3. Que nous a appris cette étude ? Qu'en retenir ?	125
4. Limites de notre étude :	127
IV. Conclusion	128
ANNEXES	129
Références Bibliographiques.....	138
RESUME.....	147

Liste des Abréviations utilisées

ACL : Angle Capito-Lunaire

APSI® : Adaptive Proximal Scaphoid Implant

ASL : Angle Scapho-Lunaire

DCSS : Dorsal Capsulo Scapholunate Septum (ou septum capsulo-scapho-lunaire dorsal)

DISI : Dorsal Intercalated Segment Instability

ESL F : Espace scapho-lunaire sur les clichés radiographiques de face

ESL PS : Espace scapho-lunaire sur les clichés radiographiques poing serré

EVA : Échelle Visuelle Analogique de la douleur

EWAS : European Wrist Arthroscopy Society

FRC : Fléchisseur Radial du Carpe

ISL : Instabilité Scapho-Lunaire

LICD : Ligament Intercarpien Dorsal

LIOSL : Ligament Interosseux Scapho Lunaire

LRCD : Ligament Radiocarpien Dorsal

LRSC : Ligament Radio-Scapho-Capital

SL : scapho-lunaire

SLAC : Scapholunate Advance Collapse

SLIC : ligamentoplastie scapho-lunaire et intercarpienne

SPS : Subluxation Postérieure du Scaphoïde

STT : Scapho-Trapézo-Trapézoidien(ne) (articulation ou interligne)

PRSA : Proximal Radioscaphoid Angle – Angle radioscaphoïdien postérieur

PRWE : Patient Rated Wrist Evaluation

Quick-DASH : Disability of Arm, Shoulder and Hand

TDM : Tomodensitométrie

VISI : Ventral Intercalated Segment Instability

I. Introduction :

L'instabilité scapho-lunaire est la plus fréquente des affections ligamentaires du poignet. Les lésions récentes, prises en charge dans un délai de 6 semaines suivant le traumatisme, semblent répondre favorablement à une réparation à ciel ouvert, ou sous arthroscopie, associée ou non à une capsulodèse (1–3). Cependant, le diagnostic précis d'entorse scapho-lunaire n'est pas toujours fait dans un contexte d'urgence en aigu. La symptomatologie peut être faussement rassurante dans les suites créant un retard de prise en charge de plusieurs mois ou années après le traumatisme responsable(4,5).

Certains chirurgiens préfèrent attendre l'apparition d'une arthrose et réaliser, en cas d'évolution chronique, une arthrodèse partielle, face à une instabilité statique (6–8). Il n'existe pas de consensus sur la prise en charge des instabilités scapho-lunaires chroniques, mais il en ressort quelques grands principes : la reconstruction ligamentaire est indiquée en cas de moignon ligamentaire non réparable, de réductibilité du scaphoïde et en l'absence d'arthrose. Son objectif est la restauration des rapports anatomiques des os du carpe dans la mesure du possible. Toute instabilité scapho-lunaire statique évolue inéluctablement vers l'arthrose en l'absence de traitement (9,10).

La multiplicité des techniques opératoires reflète la complexité de prise en charge, les techniques plus anciennes donnant des résultats inconstants à moyen terme. La prise en charge d'une instabilité doit répondre à son type, (selon WATSON (11), GARCIA-ELIAS (12), LARSEN (13)...), mais avant tout aux demandes du patient traumatisé, et de ses besoins fonctionnels, les patients les plus touchés étant souvent travailleurs manuels (4,12,14).

La majorité des auteurs s'accordent sur un délai de 10 ans nécessaire pour s'assurer de l'efficacité réelle d'une technique de stabilisation scapho-lunaire sur la survenue d'une arthrose (15). Le nombre de techniques de correction et d'attitudes thérapeutiques, témoignent de la difficulté de prise en charge de ces lésions ligamentaires.

Les premières techniques se sont attachées à reconstruire uniquement le ligament scapho-lunaire avec des résultats inconstants. L'évolution des concepts de biomécanique du carpe a permis de mettre en évidence que le ligament interosseux scapho-lunaire n'assurait pas à lui seul, la stabilité du carpe et de la première rangée. Sa lésion isolée ne suffit pas à induire une instabilité statique (8,14,16). Le rôle de stabilisateur secondaire de certains ligaments extrinsèques a alors été avancé (14,16–19) et le terme de « complexe scapho-lunaire » a été proposé (20–22).

Les techniques de reconstructions ligamentaires ont d'abord été radio-carpiennes (23,24), mais l'enraidissement provoqué en flexion a poussé les chirurgiens à inventer des techniques de ligamentoplasties purement intracarpiennes, ne pontant pas l'articulation radio-carpienne, et exposant ainsi théoriquement à moins de raideur post opératoire en flexion.

Dautel, Pauchard et Athlani (25–27) ont décrit une ligamentoplastie inter-carpienne et scapho-lunaire pour le traitement de la dissociation scapho-lunaire réductible chronique symptomatique en l'absence de lésions chondrales. Cette technique utilise une greffe libre du tendon long palmaire pour reconstruire le segment dorsal du ligament interosseux scapho-lunaire (LIOSL) et le ligament intercarpien dorsal (LICD). Cette procédure vise à réduire la déformation en flexion du scaphoïde, le diatasis scapho-lunaire et la déformation en extension du lunatum (Dorsal Intercalated Segment Instability ou DISI). Cette procédure épargne le fléchisseur Radial du Carpe (FRC), lui-même stabilisateur du complexe scapho-lunaire (28). La réalisation de tunnels osseux borgnes évite également les complications associées au tunnel trans-scaphoïdien utilisé dans les procédures de ténodèse au FRC.

De plus, des études biomécaniques récentes ont souligné le rôle stabilisateur important du LICD, qui, lorsqu'il est sectionné, semble déclencher la dégradation de l'instabilité dynamique à l'instabilité statique (16). Cette constatation corrobore la volonté de reconstruction du LICD.

Si aucune technique de stabilisation idéale n'a été décrite à ce jour, l'analyse préopératoire des instabilités scapho-lunaires a connu certaines avancées. Ainsi, Gondim Teixeira (29), a décrit l'angle radioscapoïdien postérieur (PRSA en anglais pour *Posterior Radioscaphoid Angle*), reflet de l'incongruence articulaire radio-scaphoïdienne sur les clichés scannographiques de profil, et facteur prédictif d'affections dégénératives de l'articulation du poignet chez les patients atteints de déchirures du ligament scapho-lunaire.

Les résultats préliminaires des travaux de Athlani et al, sont encourageants concernant l'amélioration de la douleur et de la force (25,26). Certes, il existe un enraidissement articulaire, classique, mais semblant moins important en flexion palmaire comparé aux autres ligamentoplasties scapho-lunaires (30).

Cependant, les résultats des séries cliniques concernant la « SLIC procedure » sont, à ce jour, monocentriques, publiés par Dautel, Pauchard et Athlani(25–27), concepteurs de la technique.

Ainsi, nous présentons ici nos résultats pour cette technique sur notre population nantaise, et les comparons à ceux déjà publiés dans la littérature.

Notre objectif principal était de rechercher une corrélation radiologique et fonctionnelle dans notre population, en post opératoire. L'étude analysera également la correction de l'angle PRSA en post opératoire. L'hypothèse serait qu'une correction de l'angle PRSA améliorerait les résultats cliniques et fonctionnels.

II. PREMIÈRE PARTIE : Anatomie Fonctionnelle, biomécanique du poignet sain, physiopathologie de l'instabilité scapho-lunaire et algorithme thérapeutique

A. Anatomie descriptive et fonctionnelle du complexe radio-carpien

1. Anatomie osseuse

Le poignet est le lien entre l'avant-bras et la main, et implique 14 os articulés entre eux, et le pisiforme. Le pisiforme agit comme un sésamoïde, réalisant un bras de levier pour le tendon du fléchisseur ulnaire du carpe, et a sa propre pathologie. Il ne joue aucun rôle propre dans la biomécanique carpienne. Les extrémités inférieures du radius et de l'ulna s'articulent avec les 2 rangées du carpe (proximale et distale) qui s'articulent elles-mêmes avec les bases des 5 métacarpiens. (Figure 1).

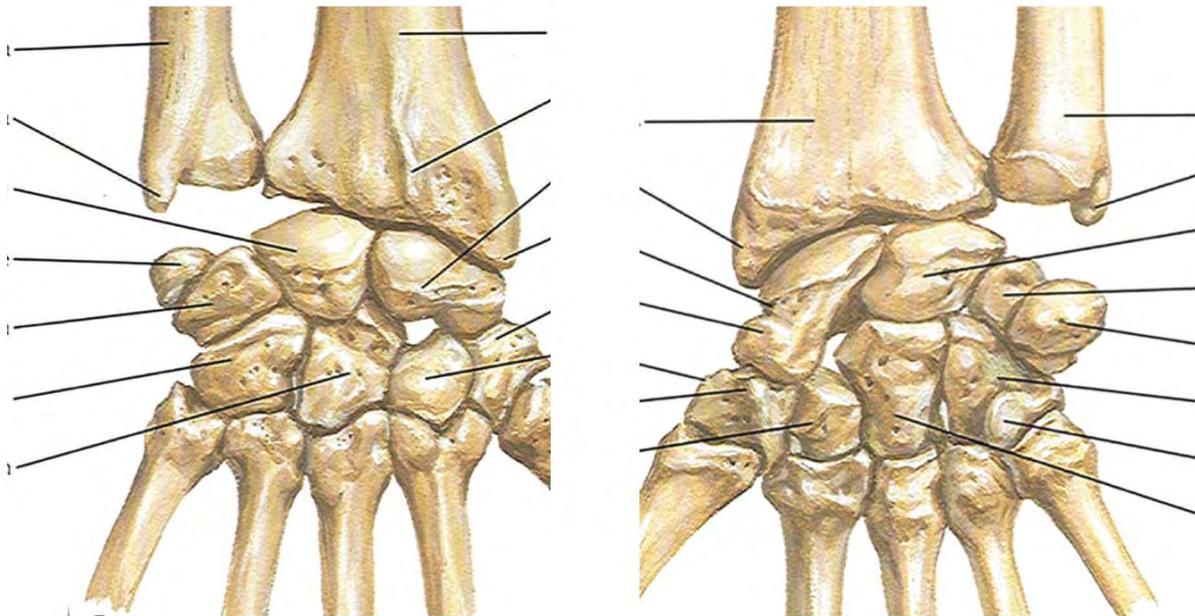


Figure 1 : Ostéologie du Poignet. À Gauche : Vu postérieure. À droite : Vue antérieure

a) *Première rangée des os du carpe :*

La première rangée comprend le scaphoïde, le lunatum et le triquétrum. S'y ajoute l'os pisiforme, véritable sésamoïde antérieur apposé sur la face articulaire palmaire du triquétrum. Il ne joue aucun rôle propre dans la biomécanique carpienne.

Le scaphoïde forme un véritable « pont » entre la première et la deuxième rangée, son pôle proximal s'articulant par sa facette ulnaire au Lunatum, sa convexité proximale s'articulant avec la fossette scaphoïdienne du radius et son pied s'articulant avec le trapèze et trapézoïde. Il est incliné sous le radius, formant un angle de 45° en moyenne, son pôle distal est palmaire en position neutre. Il est recouvert d'un cartilage articulaire sur 80% de sa surface.

Le lunatum est un os asymétrique avec une corne antérieure plus large et une corne postérieure plus pointue, il s'articule avec le scaphoïde sur sa facette radiale et avec le triquétrum sur sa facette ulnaire, son pôle proximal convexe répond à la concavité de la fossette lunarienne du radius. Le lunatum peut avoir une facette distale s'articulant uniquement avec le capitatum (type 1 de Viegas) ou avoir deux surfaces distales pour recevoir le capitatum et le pôle proximal de l'hamatum (type 2 de Viegas) (Figure 2) (31). Le lunatum de type 2 serait moins pourvoyeur d'instabilité mais augmenterait le risque d'arthrose.

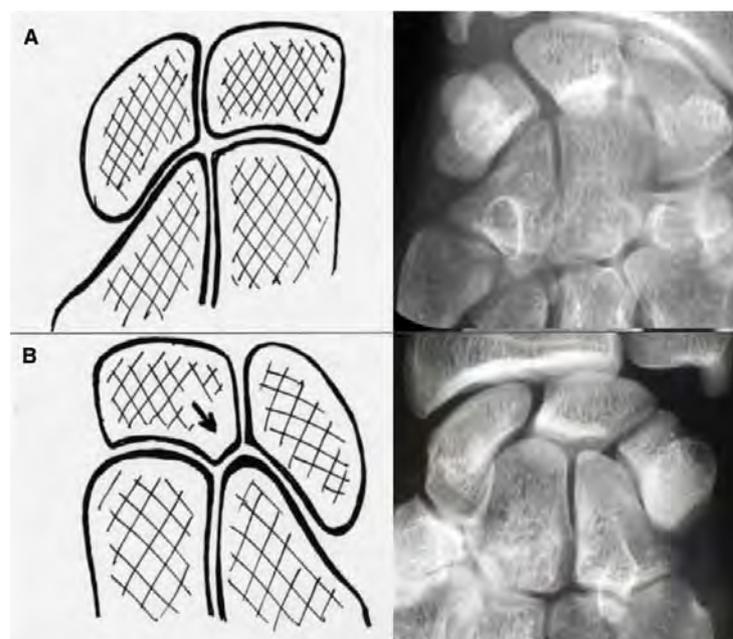


Figure 2 : Les différents type de lunatum selon Viegas ; A : Viegas 1 ; B : Viegas 2

Le triquétrum, os ovoïde possède un tubercule postérieur où s'insère le ligament intercarpien dorsal. Il glisse sur la pente hélicoïdale de l'hamatum lors des mouvements d'inclinaisons. Il s'articule avec le Lunatum par sa facette articulaire radiale.

La première rangée correspond à un segment intercalaire, dépourvu d'insertion tendineuse, sa mobilité dépend donc uniquement des pressions exercées sur ses facettes articulaires distales et proximales. Ses mouvements ne sont donc que passifs intervenant uniquement par transmission de pressions.

b) Deuxième rangée des os du carpe :

La deuxième rangée est constituée du trapèze, trapézoïde, du capitatum et de l'hamatum. À la différence de la première rangée, ses insertions ligamentaires interosseuses et carpo-métacarpiennes lui confèrent une importante rigidité.

Le **Capitatum** est l'os le plus volumineux du carpe et s'articule avec la facette ulnaire du scaphoïde, les surfaces articulaires du couple scapho-lunaire par son pôle proximal, et avec l'hamatum par sa facette radiale.

L'hamatum peut s'articuler avec une fossette articulaire individualisée du lunatum en proximal (Lunatum Viegas 2). Le triquétrum vient glisser sur sa pente articulaire lors des mouvements de flexion/extension du poignet. L'hamatum est muni d'un crochet antérieur, l'hamulus, sur lequel s'insère le ligament annulaire antérieur du carpe (rétinaculum des fléchisseurs), séparant ainsi deux « tunnels », le canal carpien en radial et le canal de Guyon en ulnaire.

La partie la plus étroite du tunnel carpien se situe au niveau de la rangée carpienne distale

Des os carpiens accessoires sont décrits chez moins de 2% de la population.

c) *Articulation radio-carpienne :*

L'articulation radio-carpienne est constituée de la glène antébrachiale, formée par la surface articulaire distale du radius, en continuité avec le fibrocartilage triangulaire, et par les convexités proximales des os du carpe. La surface articulaire distale du radius est biconcave et inclinée dans deux plans. Dans le plan sagittal, il existe une inclinaison moyenne de 10 degrés et dans le plan frontal, une inclinaison ulnaire de 24 degrés en moyenne. La surface articulaire proximale du scaphoïde est plus courbée que celle du lunatum. Pour assurer la congruence articulaire, le radius a deux facettes articulaires (les fosses scaphoïdienne et lunarienne), séparées par une crête sagittale cartilagineuse, appelée proéminence interfacétique. La facette du scaphoïde a un rayon de courbure inférieur à celle du lunatum, qui est moins profond et moins incliné vers le côté cubital.

d) *Articulation médio-carpienne :*

L'articulation médio-carpienne est une combinaison de trois types d'articulations. Latéralement, la surface distale convexe du scaphoïde s'articule avec la concavité formée par le trapèze et l'articulation trapézoïdale (articulation scapho-trapézo-trapézoïdienne [STT]) et également avec la face latérale du capitatum. La partie centrale de l'articulation médio-carpienne est concave dans le sens proximal et convexe dans le sens distal (articulation capito-lunaire). L'articulation triquétro-hamatale médiale est ovoïde ou légèrement hélicoïdale (32).

2. Anatomie ligamentaire

De nombreux ligaments relient les os du poignet (9,28). Comme l'ont suggéré HAGERT et al (33), leur fonction est peut-être plus complexe qu'on ne le supposait auparavant. De nombreux auteurs se sont attachés à décrire l'anatomie ligamentaire du poignet, mais les insertions, la taille et la forme de ces ligaments varient d'un individu à l'autre. Leur arrangement est complexe. Ainsi, une étude récente ne met en évidence qu'une seule « constante » anatomique : le ligament extrinsèque palmaire radio-scapho-capital (LRSC) (34).

Du fait de la quantité de structures capsulo-ligamentaires palmaires et dorsales et de la complexité d'une description exhaustive (tenant compte des variations anatomiques individuelles), nous ne présenterons ici que les ligaments connus pour participer à la cinétique de l'articulation radio-carpienne et du couple scapho-lunaire, et impliqués dans la physiopathologie de l'instabilité scapho-lunaire dissociative (35).

Les ligaments du poignet sont soit intracapsulaires, soit intra-articulaires, à l'exception du ligament carpien transversal et des deux connexions distales du pisiforme à l'hamatum et à la base du cinquième métacarpien, situées à l'extérieur de la capsule du poignet.

Les ligaments intracapsulaires sont contenus dans des gaines capsulaires de tissu conjonctif lâche, ce qui les rend difficiles à reconnaître lors de l'abord chirurgical de l'articulation. En revanche, vu de l'intérieur de l'articulation avec un arthroscopie, on peut clairement identifier les ligaments intra-articulaires (portions proximales du scapho-lunaire et du triquétero-lunaire) et les ligaments intracapsulaires, ces derniers étant sous une gaine synoviale mince.

Les études cadavériques menées par TALEISNIK et al (35) ont permis d'identifier deux catégories de ligaments intracapsulaires: extrinsèque et intrinsèque :

- Les ligaments extrinsèques qui relient les os de l'avant-bras au massif carpo-métacarpien
- Les ligaments intrinsèques prennent naissance et s'insèrent uniquement dans le carpe.

Des différences anatomiques, histologiques et biochimiques existent entre les deux types.

Les ligaments extrinsèques sont plus rigides mais ont une limite d'élasticité inférieure à celle des ligaments intrinsèques. Les ligaments intrinsèques ont une zone d'insertion dans le cartilage relativement plus grande que dans l'os et beaucoup moins de fibres élastiques que les ligaments extrinsèques. Différents modes de défaillance sous contrainte sont impliqués : les ligaments extrinsèques ont tendance à subir des ruptures en plein corps, alors que les ligaments intrinsèques sont plus fréquemment avulsés que rompus.

a) *Ligaments extrinsèques*

Les ligaments extrinsèques peuvent être subdivisés en trois groupes principaux : les ligaments radio-carpiens palmaires, ulno-carpiens palmaires et radio-carpiens dorsaux. Il n'y a pas de ligaments dorsaux entre l'ulna et le carpe.

(1) Ligaments extrinsèques palmaires :

Les formations ligamentaires palmaires sont très nombreuses et puissantes. Elles empêchent le carpe de fuir vers l'avant.

Elles décrivent deux sangles ou « V » palmaires, un proximal et un distal, dont les ligaments intrinsèques palmaires forment la branche ulnaire du «V» distal, d'après les travaux de SENNWALD et SEGMULLER (36) (Figures 3 et 4). Ils limitent les mouvements d'inclinaison radiale (ligaments ulno-carpiens) et d'inclinaison ulnaire (ligaments radio-carpiens), ils freinent également la flexion dorsale. Le « V » proximal a pour tâche de retenir la première rangée et surtout le semi-lunaire.

Les ligaments palmaires ont un rôle majeur dans la stabilisation du poignet (37).

Trois structures extrinsèques palmaires sont impliquées dans la stabilité du couple scapho-lunaire :

- **Le ligament radio-scapho-capital (LRSC)** : son insertion proximale s'étale de la styloïde radiale jusqu'à la marge antérieure de l'extrémité distale du radius surplombant la fossette scaphoïdienne. Son trajet est oblique et entoure l'isthme scaphoïdien pour se terminer sur la face palmaire de l'articulation scapho-capitale.
- **Le ligament radio-lunaire long** : il s'insère en regard de la marge ulnaire palmaire du radius qui surplombe la fossette lunarienne et se termine au bord radial et distal du lunatum. Il disperse également quelques fibres sur la face palmaire du ligament interosseux Scapho-lunaire (LIOSL).

L'espace entre ces deux ligaments (LRSC et radio-lunaire long) délimite en distal, au niveau de la médio-carpienne, une zone de faiblesse dénommée « espace de Poirier » à travers laquelle se produisent fréquemment les luxations périlunaires.

- **Le ligament radio-lunaire court** : il s'insère sur la berge la plus ulnaire de la marge antérieure du radius se juxtaposant au radio-lunaire long, il s'attache en distalité sur la face antérieure du Lunatum. Il forme un véritable frein antérieur au lunatum (37).

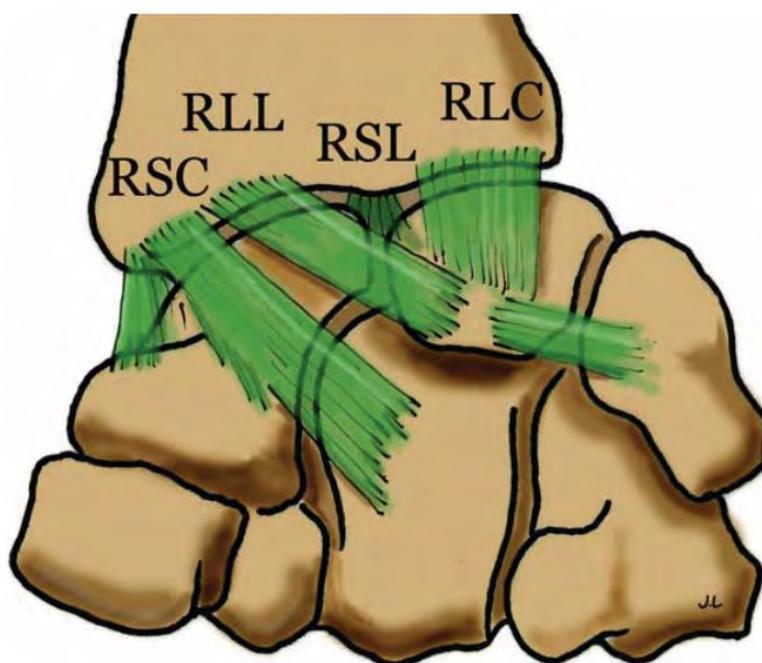


Figure 3 : Schéma des principaux ligaments extrinsèques palmaire. Dessin du Dr Laulan (8). RSC : Radio-Scaphocapital ; RLL : Radio-lunaire Long ; RLC : Radio-lunaire Court ; RSL : Radio-scapholunaire (ligament de Testut)

Étudiée initialement par KUHLMANN, il existe une structure maintenant la cohésion du carpe, appelée « fronde du pyramidal ». Elle stabilise le triquétrum lors des mouvements en inclinaison radiale. Cette « fronde » est représentée par deux structures : le ligament radio-carpien dorsal, (décrit plus loin dans l'exposé) et le ligament radio-triquétral palmaire. Elle permet un recentrage permanent du massif carpien, évitant ainsi la translation ulnaire du carpe (38).

D'autres ligaments sont décrits, ayant un rôle accessoire dans la stabilisation du poignet :

- **Ligament radio-scapho-lunaire** : ou ligament de Testut. Il se compose d'un tissu conjonctif lâche sans valeur ligamentaire mais constitue une lame porte vaisseaux très richement synovialisée pour le ligament interosseux scapho- lunaire. Son origine se situe entre les portions longue et courte du ligament radio-lunaire, ses fibres se perdent dans le segment palmaire du LIOSL en distal. Il sert de point de repère arthroscopique, aidant à localiser le ligament interosseux scapho-lunaire lorsqu'il est sain.
- **Ligament ulno-lunaire**
- **Ligament inter-métacarpo-capito-hamatal.**

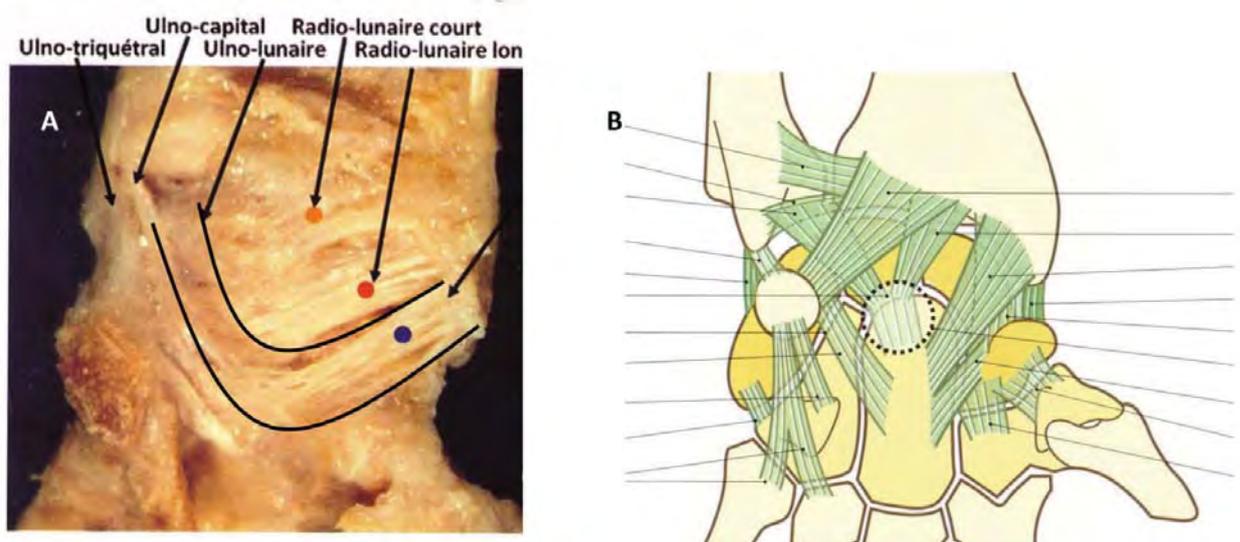


Figure 4 :A : Structures capsulo-ligamentaires antérieures du poignet en « double V » (ligament RSC : point bleu(4)), B :Vue palmaire des ligaments du poignet (38)

(2) Ligaments extrinsèques dorsaux :

Moins nombreuses et moins puissantes, les formations ligamentaires dorsales sont soumises à moins de contraintes.

SENNWALD (36) en simplifie la description en considérant que les ligaments décrivent un V à pointe cubitale. À la portion dorsale, tous les ligaments convergent vers le triquétrum. L'ensemble de ces ligaments réalise une fronde qui s'oppose au glissement ulnaire du carpe et contrôlera le triquétrum dans les mouvements de pronosupination et de déviation.

Le ligament radio-carpien dorsal (LRCD) : il s'insère en proximal sur le bord ulnaire de la marge postérieure du radius, son trajet s'étendant du tubercule de Lister au tubercule dorsal du triquétrum. Il s'y insère en distalité, selon un trajet oblique distal et ulnaire, dispersant des insertions sur la portion distale de la corne postérieure du Lunatum (37,39)

Le LRCD et le ligament intrinsèque inter-carpien dorsal (LICD) sont d'importants stabilisateurs secondaires du couple scapho-lunaire (Figure 5) (14,37). Ils forment un « V » transversal très résistant, limitant la flexion palmaire du poignet et la translation ulnaire du carpe lors des mouvements de verrouillage et d'inclinaison ulnaire. Ainsi, les branches du « V » s'écartent et se resserrent respectivement lors des mouvements de flexion palmaire et dorsale du poignet. Cette configuration en « V » dorsal leurs confèrent un rôle dans la stabilité dorsale du couple scapho-lunaire lors de la mobilisation du poignet (18).

Il est à noter qu'il est toujours tendu, quelque que soit la position fléchie ou étendue du carpe (16).

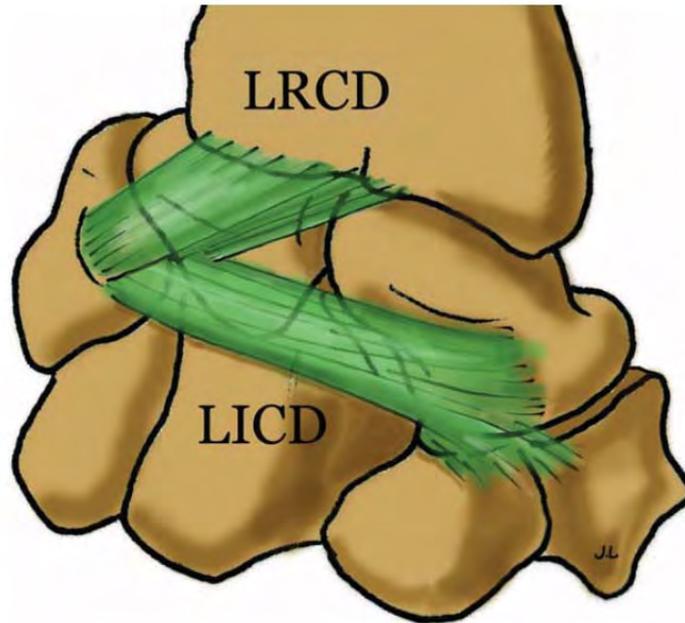


Figure 5 : Schéma des principaux ligaments extrinsèques et intrinsèques dorsaux. Dessin du Dr Laulan (8).

LRCO : Ligament Radio-carpien Dorsal ; LICD : Ligament Intercarpien Dorsal

b) Les Ligaments Intrinsèques :

Leurs rôles sont de maintenir la cohésion transversale au sein d'une même rangée et de guider les mouvements segmentaires entre les os du carpe. Du fait d'une teneur plus importante en collagène de type III, ils sont plus élastiques que les ligaments extrinsèques (16,40).

(1) Ligaments Intrinsèques Dorsaux :

Le ligament Intercarpien dorsal (LICD)(en anglais DIC : Dorsal Intercarpal ligament) : ses fibres sont orientées transversalement du tubercule dorsal du triquétum au sillon dorsal du scaphoïde. Il s'insère en distal sur le bord proximal du trapézoïde. Des fibres s'insérant sur le tubercule dorsal du trapèze peuvent également exister.

Il recouvre la portion distale et dorsale du LIOSL (Figure 6).

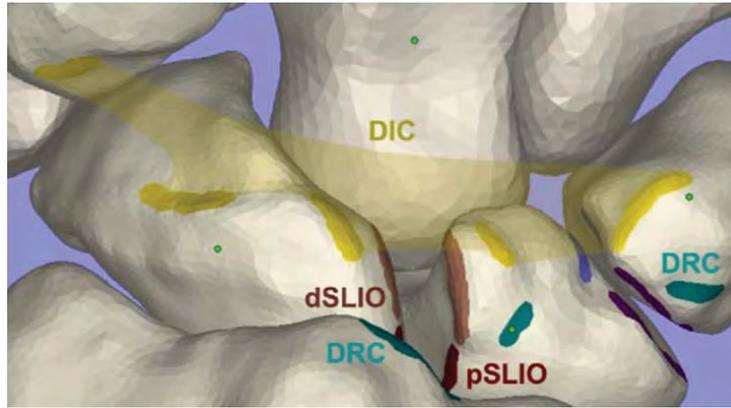


Figure 6 : Représentation 3D du trajet et des insertions du ligament Intercarpien dorsal (DIC)(37) ; DRC : Dorsal Radio Carpal ligament – Ligament radio-carpien dorsal ; SLIO : Scapholunate interosseous ligament – ligament interosseux scapho-lunaire.

(2) Ligaments Intrinsèques Palmaires :

Le ligament luno-triquétral surplombe le ligament interosseux triquéro lunaire. Il stabilise l'articulation triquéro-lunaire, et constitue un frein à la flexion palmaire du Lunatum, appelée instabilité ventrale ou VISI (Ventral Intercalated Segment Instability).

Les ligaments scapho-trapézien et scapho-trapezoïdien qui ont un rôle de stabilisateurs secondaires du couple scapho-lunaire en maintenant la verticalisation du scaphoïde (36,37). Le ligament scapho-trapézien a d'ailleurs longtemps été considéré comme stabilisateur principal, c'est pourquoi, dans les années 1980-90, on réalisait le plus souvent une arthrodeuse STT pour la prise en charge des instabilités scapho-lunaires (4).

Les ligaments accessoires : scapho-capital, capito-trapézien, trapezo-trapezoïdal, capito-trapezoïdal, capito-hamatal, triquéro-capital et triquéro-hamatal.

c) *Les ligaments interosseux :*

Concernant la rangée distale, les ligaments sont courts et puissants, ce qui ne donne pratiquement aucun degré de liberté aux os de la rangée distale du carpe qu'ils unissent. Taleisnik les nomme ligaments courts. Ils font de la rangée distale du carpe un monolithe fonctionnel se mobilisant par rapport à la première rangée. Les mouvements entre chacune des pièces osseuses de la deuxième rangée sont négligeables par rapport à ceux de la première.

Pour la rangée proximale, il s'agit en fait des deux ligaments unissant scaphoïde, lunatum et triquétrum. Moins tendus que leurs homologues distaux, ils autorisent une certaine mobilité interosseuse. Ils font donc de cette rangée une unité fonctionnelle semi-rigide, capable de s'adapter constamment et harmonieusement aux contraintes imposées par les deux blocs rigides entre lesquels elle est intercalée : le radius et la carpe distal, d'où son nom de « segment intercalaire ».

(1) Le ligament Interosseux Scapho-Lunaire (LIOSL ou SL)

C'est le principal stabilisateur du couple scapho-lunaire (16,37)(Figure 7). Il prend une forme de U et se fixe sur les marges proximales dorsales et palmaires de l'articulation scapho-lunaire. Il est composé de trois segments : proximal, dorsal et palmaire.

L'attache du ligament sur les deux os ne se fait que sur la partie la plus proximale et supérieure de l'articulation de sorte que la majeure partie de l'articulation scapho-lunaire (partie distale) est dénué de toute attache ligamentaire. Le segment proximal est histologiquement différent des segments dorsal et palmaire. Il n'a pas d'action stabilisatrice particulière (41). C'est un fibrocartilage qui, chez les adultes de plus de 50 ans, est voué aux lésions dégénératives.

Le segment dorsal est le plus résistant grâce à ses fibres plus courtes et plus épaisses. Il faut une force de distraction supérieure à 300N pour obtenir sa rupture (42). Tout comme le segment palmaire, il est constitué de fibres de collagène orientées transversalement. Cependant, les fibres du segment palmaire sont plus longues et plus fines, le rendant moins résistant que le segment dorsal (37).

L'épaisseur du segment proximal varie considérablement, pouvant se présenter comme une fine lame tissulaire ou encore une formation histologique triangulaire à base proximale, tel un ménisque (40). Plusieurs études cadavériques ont démontré que malgré cette étiquette de stabilisateur principal du couple scapho-lunaire, une section isolée du LIOSL ne suffisait pas à entraîner une instabilité scapho-lunaire statique. Ainsi, une atteinte conjointe des stabilisateurs secondaires est nécessaire (13,16,27).

Le LIOSL se comporte comme une **barre de torsion** en réalisant un système amortisseur viscoélastique, résistant aux déformations dues aux contraintes en compression transmises notamment par le capitatum.

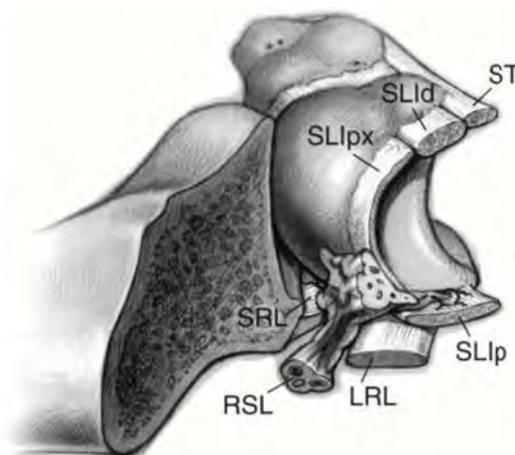
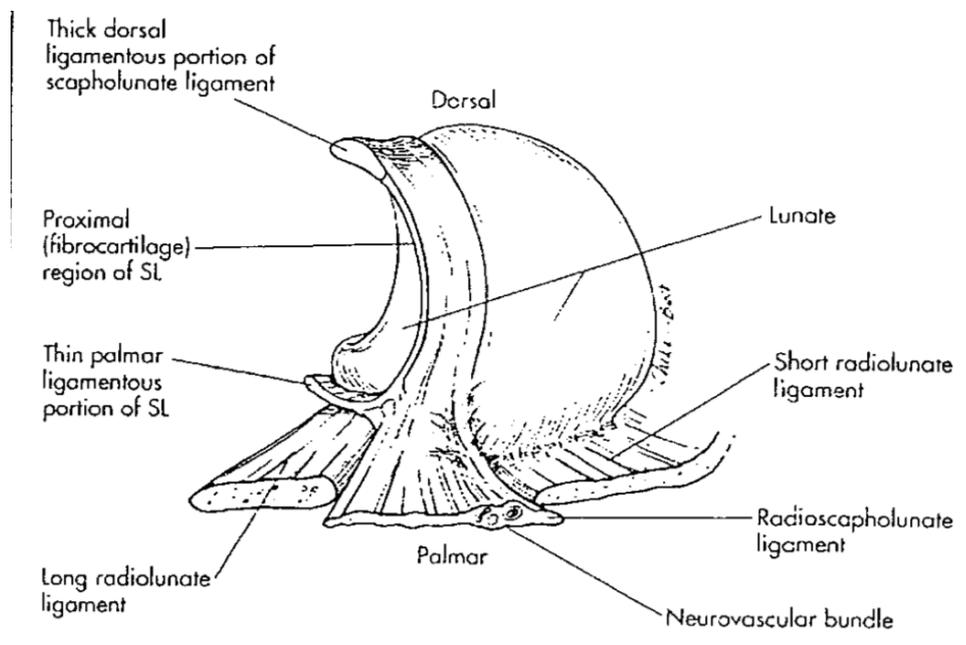


Figure 7 :Vues en coupe du ligament interosseux Scapho-lunaire montrant ses différentes portions(40)

(2) Le ligament interosseux Triquétero-lunaire

Comme le ligament interosseux scapho-lunaire le ligament triquétero-lunaire complète l'étanchéité de l'articulation radio-carpienne, qui, en toute circonstance, est isolée de l'articulation médiocarpienne. Le ligament triquétero-lunaire présente des similitudes histologiques par rapport au ligament scapho-lunaire. Comme lui, il possède trois segments : palmaire, dorsal et proximal.

Le segment palmaire est plus résistant que le segment dorsal.

Les portions dorsales et palmaires sont riches en collagène et la portion membraneuse est riche en fibrocartilage. En revanche, le ligament triquétero-lunaire ne présente pas la même orientation des fibres dans la portion dorsale et antérieure. Ces deux portions sont relativement épaisses et mesurent respectivement 3 et 4 mm. Chacune d'elles présente des fibres de collagène orientées transversalement et reliées à chaque extrémité au lunatum et au triquétrum.

d) Rapport du ligament interosseux scapho-lunaire avec les ligaments extrinsèques du carpe :

Dans sa portion palmaire et dorsale, le LIOSL est en rapport avec des ligaments extrinsèques, assurant un rôle de stabilisateurs complémentaires. Berger et al, à travers une étude anatomique et histologique a mis en évidence cette proximité du LIOSL avec les ligaments extrinsèques palmaires (40).

La portion palmaire du ligament scapho-lunaire est en interconnexion avec :

- le ligament radio-scapho-capital
- les ligaments long radio-lunaire et court radio-lunaire
- le ligament scapho-trapézien

Dans sa portion dorsale, le LIOSL est aussi en contact intime avec les ligaments extrinsèques et intrinsèques dorsaux du carpe, principalement le ligament intercarpien dorsal (LICD) et ligament radio-carpien dorsal (LRCD) (Figure 8).

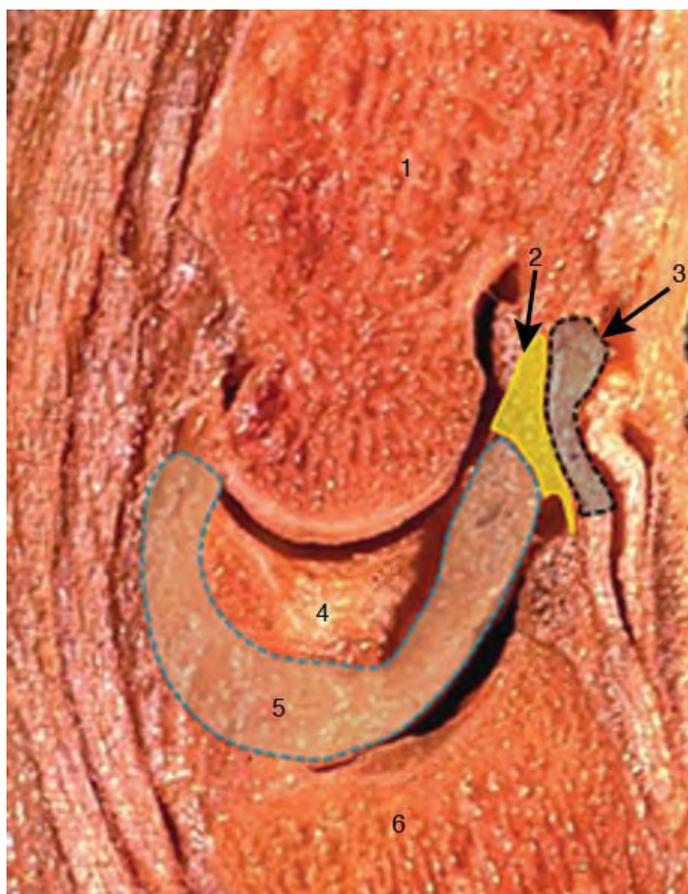


Figure 8 : Coupe anatomique du poignet dans le plan sagittal passant par le ligament scapho-lunaire interosseux (5). Sa portion dorsale s'attache sur le ligament intercarpien dorsal (3) par l'intermédiaire du septum dorsal capsulo-scapho-lunaire (2). 1. Capitatum ; Image : EMC- Arthroscopie du Poignet (43)

Le rôle de stabilisation du ligament intercarpien dorsal a été étudié par MITSUYASU et al, en 2004 (13), à l'aide d'une étude cadavérique sur 5 poignets avec section progressive des éléments de stabilisation. Ainsi, il a montré que la section de la portion dorsale du ligament SL et du ligament DIC de ses attaches scapho-trapéziennes engendre une augmentation du diastasis scapho-lunaire et modifie la position du scaphoïde lorsqu'une charge de 5kg était appliquée au carpe. Il n'apparaissait pas de DISI, la position du lunatum restant inchangée dans ces conditions. Ensuite, la section des attaches lunariennes du ligament DIC engendrait cette fois un DISI significatif en même temps que l'augmentation du diastasis scapho-lunaire avec ou sans charge appliquée au carpe.

Cette étude suggérait donc le rôle important du ligament DIC dans la prévention du DISI et la nécessité de son analyse peropératoire dans la prise en charge des réparations SL.

BERGER et al avaient également décrit cette proximité(40,42). Soulignons qu'ils mentionnent dans leur étude anatomique que la portion dorsale du ligament SL est intimement et constamment associée à un accollement de la capsule articulaire radio-carpienne.

Ce carrefour ligamentaire constitué du ligament intercarpien dorsal et de la portion dorsale du ligament SL, joints par un épaissement capsulaire à fait l'objet d'études anatomiques récentes, qui ont permis de nommer cette zone le septum capsulo-scapho-lunaire dorsal (DCSS) (Figure 6).

Son rôle stabilisateur y a été démontré via une étude cadavérique menée par VAN OVERSTRAETEN et CAMUS en 2013 (44). L'étude met en évidence l'augmentation d'un stade d'EWAS (45) d'instabilité scapho-lunaire lorsque le DCSS est sectionné. Cependant, le diastasis scapho-lunaire, l'angle scapho-lunaire et l'angle radio-lunaire ne sont pas modifiés. Cette structure, élément de stabilisation secondaire, est à la base des techniques de suture capsulo-ligamentaires des lésions aiguës scapho-lunaires (cf paragraphe E1) (1).

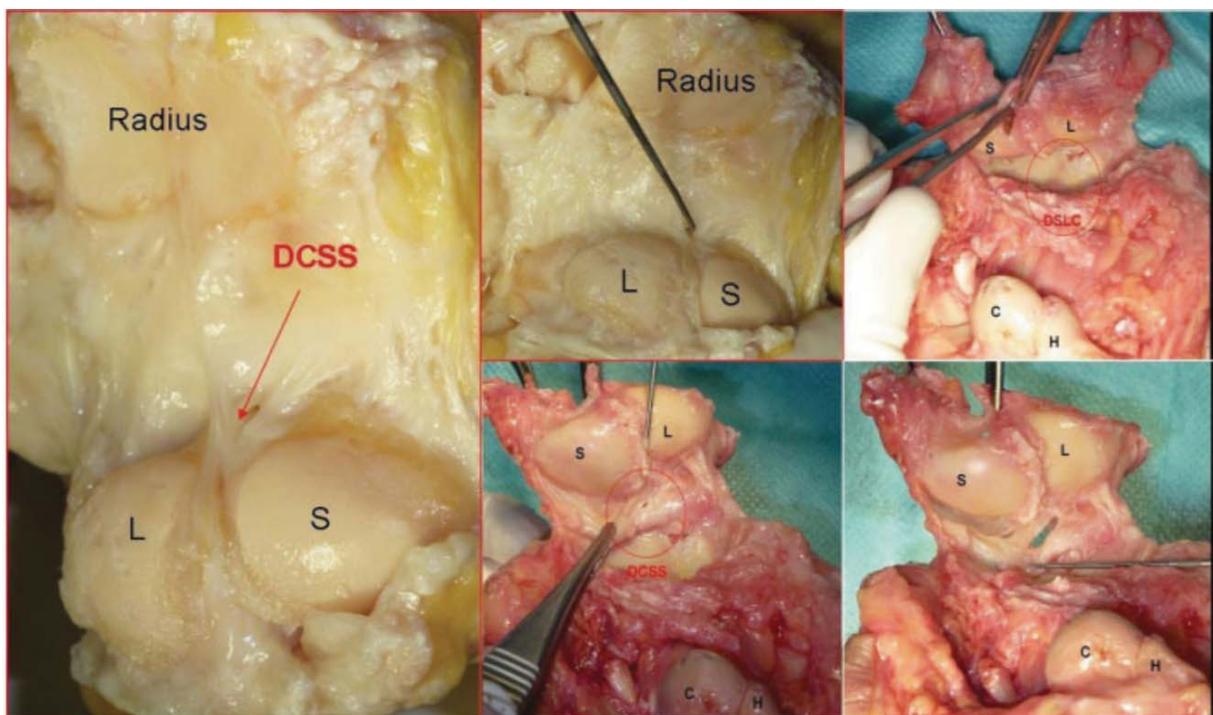


Figure 9 : Description du DCSS, de ses rapports au ligament interosseux scapholunaire et à la capsule postérieure. (44)

S: Scaphoïde; L: Lunatum; C: Capitatum; H: Hamatum

3. Les tendons extrinsèques :

Les tendons extrinsèques moteurs du carpe participent également à la stabilité du massif carpien. En effet, de par leurs insertions et leur trajet longitudinal, les fléchisseurs et extenseurs, radiaux et ulnaires, participent, à la cohésion du massif carpien. Lors des efforts de verrouillage, leur tension les fait paraître telle une « cage tendineuse » entourant le massif carpien. Des travaux récents ont mis en évidence une mobilité plus importante du couple scapho-lunaire lors de mouvements simples de flexion-extension comparativement au mouvement de référence de la fonction du poignet « Dart throwing motion », qui met en tension le fléchisseur ulnaire du carpe et les extenseurs radiaux (38,46)

Le fléchisseur radial du carpe, dans son trajet, s'appose à la face palmaire du ligament RSC. Il utilise le tubercule palmaire du scaphoïde comme une poulie, puis s'insère en distal sur la base du deuxième métacarpien. En luttant contre l'horizontalisation et la subluxation du pôle proximal du scaphoïde, il a un rôle de stabilisateur secondaire actif et passif du couple scapho-lunaire, tel un véritable contrefort antérieur (4).

B. Biomécanique et cinétique du carpe sain

1. Mobilité du carpe sain :

a) Dans le plan frontal :

Les deux rangées des os du carpe se comportent comme deux cupules arciformes soumises à des contraintes opposées du fait de la conformation spatiale des os du carpe associé aux résistances capsulo-ligamentaires et aux transmissions de pression.

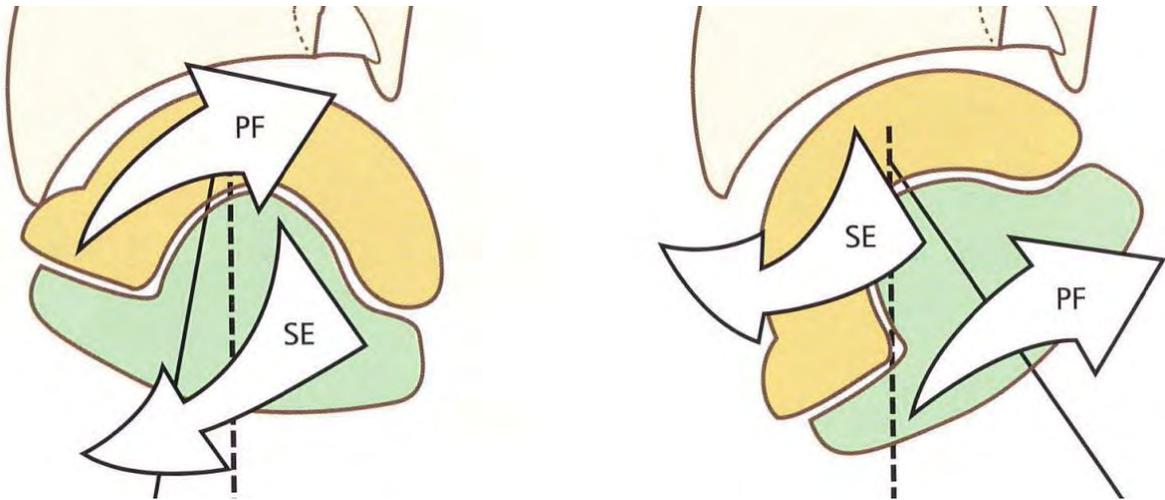


Figure 10 : A : Inclinaison radiale, pronation-flexion(PF) de la première rangée ; B : inclinaison ulnaire, Supination-Extension(SE) de la première rangée (38)

KAPANDJI a bien décrit cela (38). La première rangée se mobilise en pronation et en flexion (Figures 10A et 11a) lors de l'inclinaison radiale et en extension-supination lors de l'inclinaison ulnaire (Figures 10 B et 11 b), de façon contraire, la deuxième rangée se porte en extension et en supination lors de l'inclinaison radiale et en flexion-pronation lors de l'inclinaison ulnaire. Ces mobilisations opposées entre les deux rangées permettent d'adapter la longueur des colonnes radiales et ulnaire en réponse au mouvement souhaité.

La colonne radiale réduit de taille en inclinaison radiale, alors que la colonne ulnaire s'allonge, inversement en inclinaison ulnaire, la colonne radiale s'allonge avec un scaphoïde qui se présente sur son axe le plus long en extension, et la colonne ulnaire se réduit de longueur, le triquétrum s'apposant à la berge distale de la pente hélicoïdale de l'hamatum (Figure 11) (47).

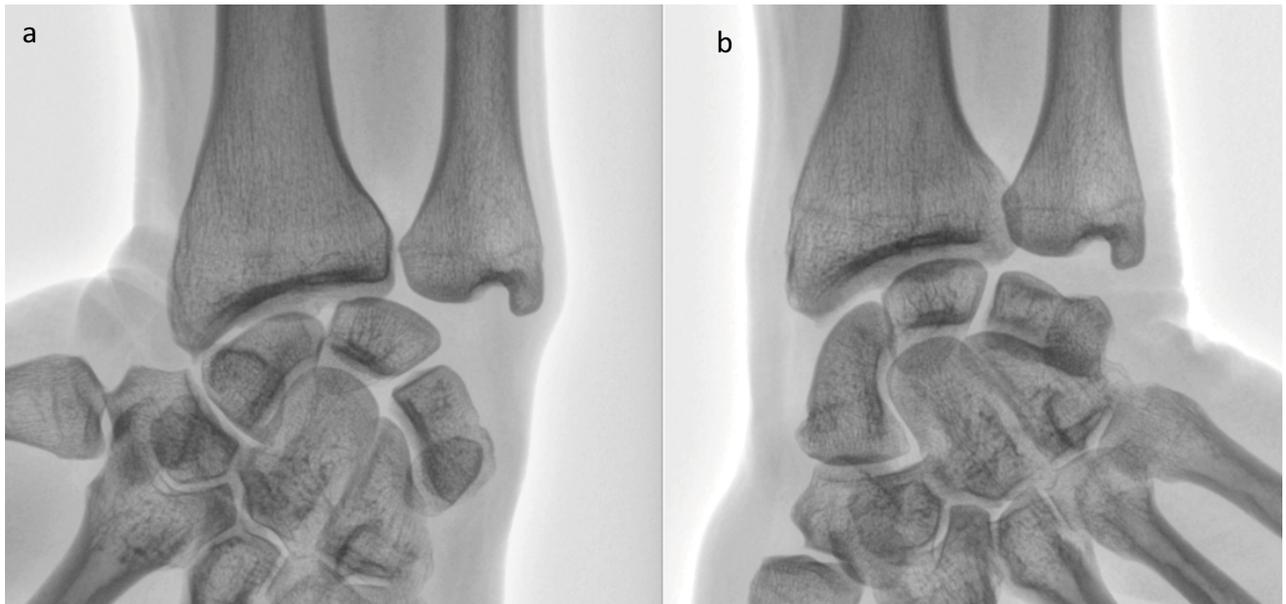


Figure 11 : Mobilité de la première rangée en inclinaisons (cas de notre série). A gauche : inclinaison radiale, scaphoïde et semi lunaire fléchis, A droite : inclinaison ulnaire, extension de la première rangée.

b) Dans le plan sagittal :

La mobilité en flexion est maximale au niveau des interlignes STT, radio-lunaire et ulno-triquétral. En extension, la mobilité est maximale au niveau des interlignes radio-scaphoïdien, capito-lunaire et triquéro-hamatal. Les amplitudes ne sont donc pas les mêmes au sein des articulations radio et médio-carpienne. Les axes de flexion-extension s'entrecroisent ainsi au niveau du ligament scapho-lunaire, entraînant un cisaillement de ce dernier (Figures 12 a, b et c).

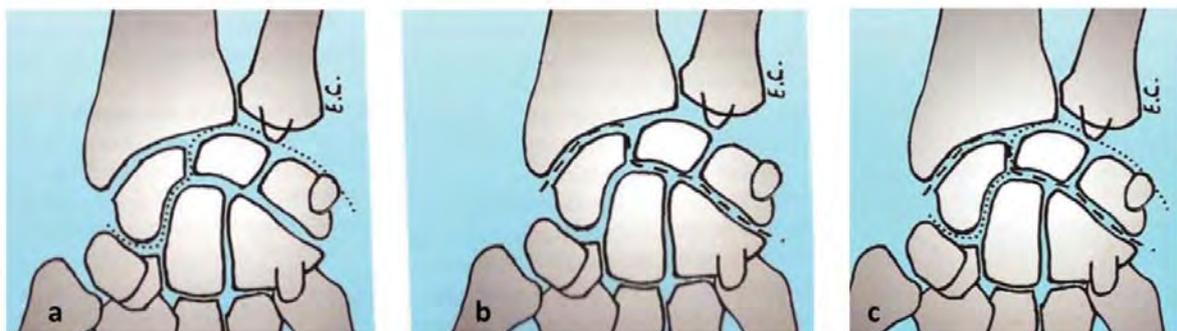


Figure 12 : Arc de mobilité du poignet

a : arc de flexion, b : arc d'extension, c : les 2 arc passent au niveau du LIOSL (47)

Lors de la flexion, la première rangée subit une inclinaison radiale minimale, compensée par une inclinaison ulnaire tout aussi modeste de la deuxième rangée, car les os de la première et de la deuxième rangée restent majoritairement dans le même axe lors de la mobilisation en flexion extension. Le concept d'une deuxième rangée « fixe » est donc obsolète, même si elle reste toutefois beaucoup plus rigide que la première.

La plupart des études de mobilités du poignet en flexion-extension rapportent une extension prédominante dans la médiocarpienne, surtout au niveau de l'interligne capito-lunaire, avec 50° de mobilité contre 35° pour la radio-carpienne. Inversement la flexion est majoritaire dans la radio-carpienne au niveau de l'interligne radio-lunaire de l'ordre de 50°, contre 35° pour la médiocarpienne (Figure 13 A)(38,47).

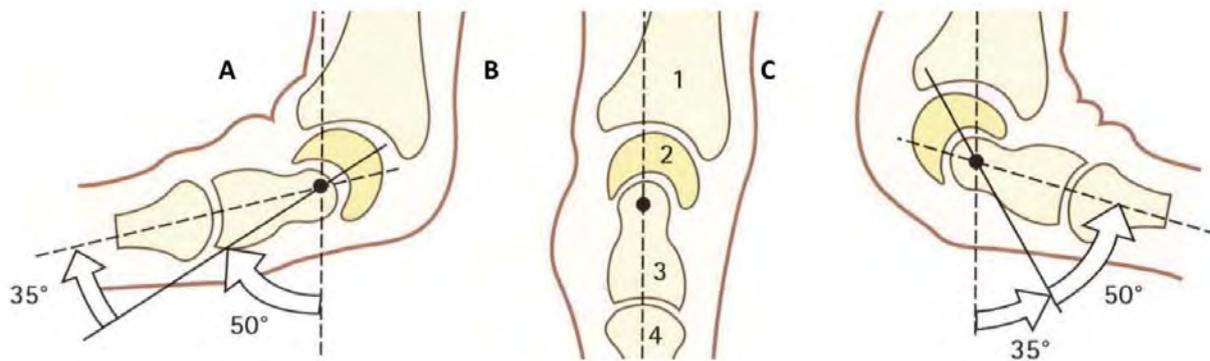


Figure 13 : Arcs de Mobilités des interlignes Radio et Médio carpien,

A : mobilité en flexion, B : position neutre, alignement à l'axe du radius, C : mobilité en extension

C. Définition, physiopathologie et diagnostic de l'instabilité scapho-lunaire dissociative

1. Définitions sémantiques :

On parle d'instabilité du carpe devant une modification des rapports normaux entre les os du carpe (48,49). WRIGHT et al (50), en 1994 ont différencié les instabilités dissociatives et non dissociatives.

- Les instabilités dissociatives du carpe intéressent les ligaments interosseux d'une même rangée des os du carpe et entraînent une communication entre les articulations médio et radio-carpienne. Elles se traduisent par l'apparition d'un diastasis entre les 2 os.
- Les instabilités non dissociatives ou inter-rangée, qui intéressent les ligaments unissant les 2 rangées.

L'instabilité Scapho-Lunaire (ISL) est donc une instabilité dissociative de la première rangée du carpe.

LARSEN et al(13) a été le premier à souligner l'importance du délai post-traumatique dans la prise en charge des instabilités scapho-lunaires et ont distingué trois situations en fonction de ce délai :

- Lésions aiguës : de 0 à 7 jours, où la cicatrisation primaire du LIOSL est optimale.
- Lésions subaiguës : de 1 à 6 semaines, le potentiel de cicatrisation du LIOSL reste préservé.
- Lésions chroniques : au-delà de 6 semaines, les capacités de cicatrisation du LIOSL sont dépassées.

Les notions d'instabilités dynamiques et statiques ont été introduites par TALEISNIK (51) dans les années 1985-1990, sur des critères radiologiques. L'instabilité dynamique n'est dépistée que par des clichés dynamiques ou en stress tandis que l'instabilité statique est visible sur les radiographies standard de face et profil. Nous détaillerons ces notions ultérieurement.

L'ISL statique se manifeste radiologiquement par une instabilité en extension du lunatum ou « Dorsal Intercalated Segment Instability » (DISI) décrite pour la première fois en 1972 par LINSCHIED (48), ainsi que par une subluxation rotatoire du scaphoïde (SRS) (11,52,53) (Figure16).

L'acronyme « DISI » est largement utilisé mais il ne résume pas tous les aspects de la dissociation SL ; de plus, ce n'est qu'un syndrome radiologique et la DISI n'est pas pathognomonique d'une désaxation SL.

2. Physiopathologie de l'instabilité scapho-lunaire

Les lésions du LIOSL sont majoritairement la résultante d'un traumatisme stéréotypé, représenté par une chute avec réception sur le poignet en hyper-extension, supination et une inclinaison ulnaire. Les microtraumatismes répétitifs ainsi que les sollicitations excessives en charge peuvent également être à l'origine d'une instabilité scapho-lunaire (11,48)

D'un point de vue expérimental, l'apparition d'une instabilité scapho-lunaire nécessite des lésions associées des stabilisateurs secondaires du couple scapho-lunaire, la section isolée du LIOSL n'entraînant pas d'instabilité statique (16)

Comme vu précédemment, une dissociation scapho-lunaire expérimentale entraîne une modification de la biomécanique scapho-lunaire sur deux plans : dans le plan sagittal, le scaphoïde se fléchit et le lunatum se place en extension (DISI) ; dans le plan frontal, les deux os se dissocient, le lunatum se positionne en extension et le scaphoïde en flexion.

Il existe donc une déformation angulaire sagittale opposé du scaphoïde d'un côté et du lunatum de l'autre.

Récemment, des auteurs ont mesuré, sur des patients volontaires présentant une ISL statique, les surfaces de contact articulaires radio-carpiennes.

Ils ont ainsi démontré qu'il survenait une réduction de la surface de contact radio-scaphoïdienne et une translation postérieure du scaphoïde vers la berge dorso-radiale de la fossette scaphoïdienne. L'augmentation des pressions sur une surface plus étroite, explique l'apparition d'une arthrose secondaire débutant à l'interligne radio-scaphoïdien (54).

L'horizontalisation du scaphoïde et sa subluxation postérieure rotatoire (SRS) n'expliquent pas à eux seuls le conflit radio-scaphoïdien. Ainsi la bascule en DISI du lunatum entraîne un décentrage de l'articulation capito-lunaire. Il se produit une translation dorsale et ulnaire de l'ensemble constitué par le scaphoïde et la deuxième rangée, aggravant le collapsus carpien. L'ensemble de ses modifications biomécaniques induites par la dissociation scapho-lunaire explique donc son potentiel arthrogène sur l'interligne radio-scaphoïdien d'une part et sur l'interligne capito-lunaire du fait du décentrage médio-carpien, qui intervient, le plus souvent, tardivement dans l'évolution d'une ISL (4,54)

3. Évolution des lésions scapho-lunaires et apparition d'un poignet « SLAC » Scapholunate Advanced Collapse

Aucune certitude n'existe en ce qui concerne l'aggravation systématique des ISL prédynamiques (11,14,55). En revanche la possibilité de passage d'une instabilité dynamique à statique est largement admise (11,16,51).

On ne sait pas si les lésions s'aggravent progressivement par distension des ligaments extrinsèques, en particulier dorsaux, ou s'il est nécessaire d'avoir un traumatisme surajouté pour entraîner leur décompensation.

Pour l'instant il n'y a pas de preuves de l'évolution systématique vers la dissociation SL de toute instabilité dynamique.

La laxité constitutionnelle pourrait représenter un facteur favorisant non pas à la survenue des lésions mais probablement à leur moins bonne tolérance et de leur possibilité d'aggravation, son rôle exact n'étant cependant pas clairement établi (13).

En revanche, au stade d'instabilité SL statique, l'évolution vers la survenue d'une arthrose est inéluctable. En effet la présence d'un DISI est l'élément déterminant vers l'apparition d'une arthrose ; le DISI étant contemporain de la subluxation postérolatérale du scaphoïde par rapport à la deuxième rangée du carpe.

L'arthrose secondaire à l'ISL est ainsi la forme d'arthrose la plus fréquente au poignet. (56)

WATSON et al en 1984 ont décrit son évolution à partir de la lecture de plus de 4000 clichés radiographiques et ont proposé le terme de « SLAC Wrist » ou « Scapholunate Advanced Collapse » (11,51,56).

Ils ont proposé une classification chronologique prédictible en trois étapes (Figure 14) :

- Stade 1 : arthrose Stylo-Scaphoïdienne
- Stade 2 : arthrose Radio-Scaphoïdienne
- Stade 3 : Arthrose Radio-Scaphoïdienne, Scapho-Capitale et Capito-Lunaire

Le DISI et la SRS sont les facteurs entraînant l'aggravation de l'arthrose radiologique.

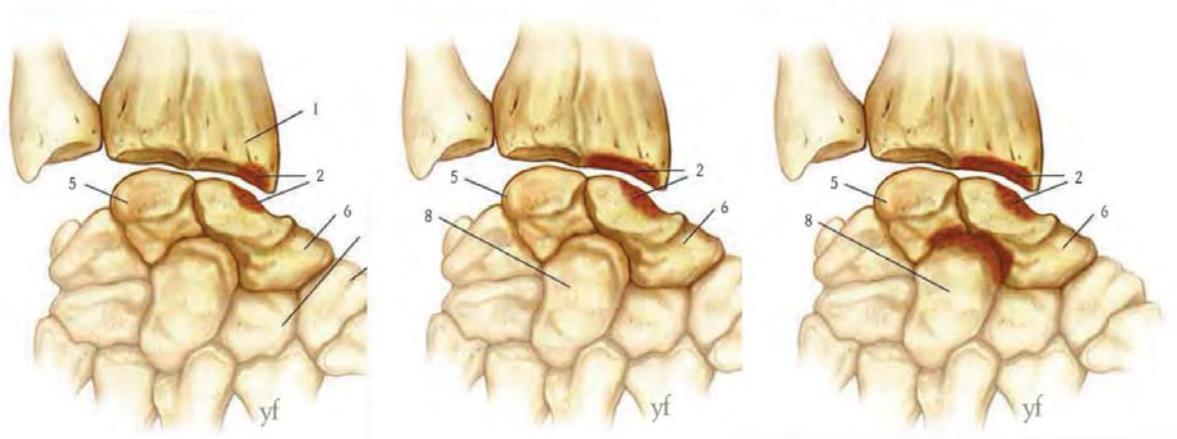


Figure 14 : Classification radiographique de WATSON.

De gauche à droite : stade I : arthrose stylo-scaphoïdienne ; stade II : arthrose radio-scaphoïdienne, stade III : atteinte de l'interligne capito-lunaire (57)

4. Présentation clinique

Le diagnostic d'instabilité scapho-lunaire doit être évoqué devant l'apparition d'une perte de force de poigne et d'une douleur du poignet à l'effort suite à un traumatisme en hyperextension du poignet, récent ou ancien, ou dans un contexte de microtraumatismes répétitifs. Il peut parfois s'y associer une sensation douloureuse d'instabilité ou de ressaut. Ces sensations peuvent passer inaperçues après le traumatisme initial (4,14).

Comme évoqué précédemment, les présentations radio-cliniques correspondent à la sévérité de l'atteinte des stabilisateurs principaux et secondaires du couple scapho-lunaire. Ainsi, un traumatisme de haute énergie, comme un accident de la circulation, pourra entraîner une instabilité statique, visible sur des radiographies standards par atteinte de l'ensemble des stabilisateurs scapho-lunaires.

A contrario, une instabilité « occulte », sans anomalie radiographique identifiable serait plutôt secondaire à un traumatisme de faible énergie provoquant une atteinte isolée du LIOSL. Cependant cette lésion isolée du LIOSL va provoquer une anomalie dans la cinétique de la première rangée, qui peut dans certains cas s'aggraver progressivement menant à une véritable dissociation scapho-lunaire avec l'apparition d'un DISI et d'une subluxation du pôle proximal du scaphoïde du fait d'un épuisement croissant des stabilisateurs secondaires. D'où l'importance de la recherche d'un traumatisme initial, même ancien (7,14).

La suspicion clinique d'instabilité scapho-lunaire peut être confirmée par plusieurs tests cliniques.

Le « scaphoid shift test » de Watson, est le plus couramment utilisé (58)(Figure 15).

Il consiste à appliquer une pression palmaire sur le tubercule distal du scaphoïde, qui le maintient en extension et de passer de l'inclinaison ulnaire avec une légère extension, à l'inclinaison radiale associée à une flexion modérée. L'examineur place son index en dorsal à hauteur du pôle proximal du scaphoïde pour percevoir le ressaut. La pression exercée dans le plan sagittal empêche le scaphoïde de s'horizontaliser en inclinaison radiale, et met en tension le LIOSL. En cas d'atteinte partielle du LIOSL, ce test déclenche une douleur, si la rupture est complète on peut constater un ressaut, extrêmement douloureux pour le patient. Ce test doit être bilatéral, car un ressaut non pathologique et indolore peut être présent chez les patients jeunes ou hyperlaxes (14 à 36 % des cas) (11). Plusieurs auteurs se sont attachés à valider ce test en examinant des séries de poignets douloureux. Un examen clinique et une arthroscopie étaient réalisés et comparés, permettant de déterminer les caractéristiques de ce test. Les résultats de ces travaux retrouvent une sensibilité entre 69 et 91%, une spécificité entre 46 et 77%, une valeur prédictive positive entre 48 et 52% et une valeur prédictive négative de 78% (59,60).

La mise en évidence d'un ressaut, de même qu'une douleur provoquée par cette manœuvre, signent la positivité du test. Cependant, la pression exercée sur le tubercule du scaphoïde peut, en elle-même être douloureuse, ce test est donc sensible mais peu spécifique d'une lésion scapholunaire lorsqu'il n'entraîne qu'une douleur.

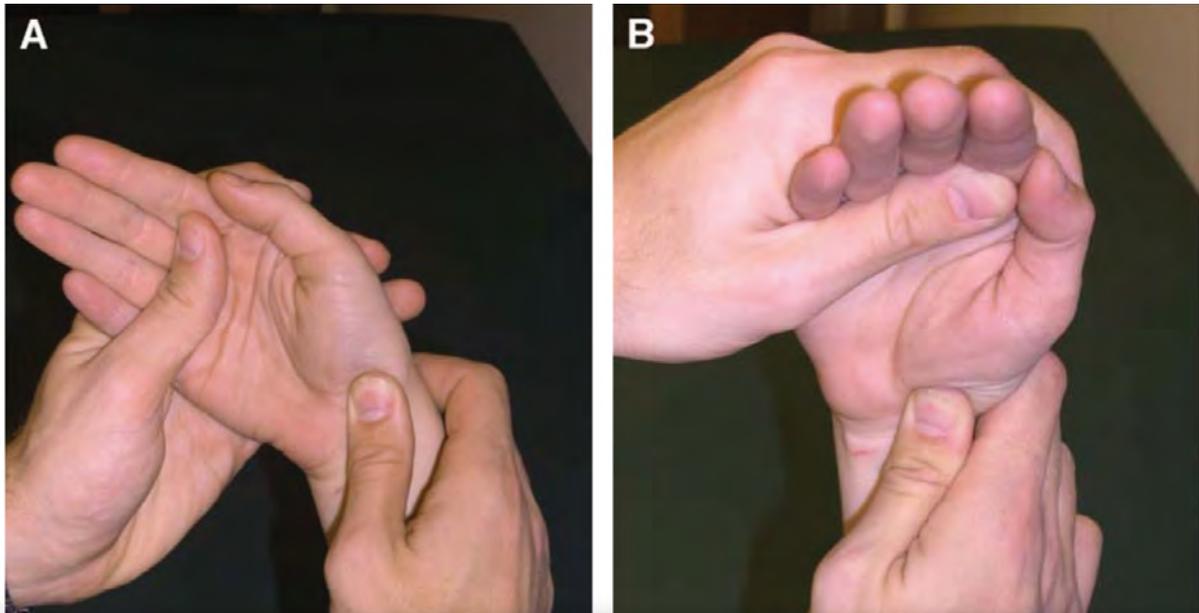
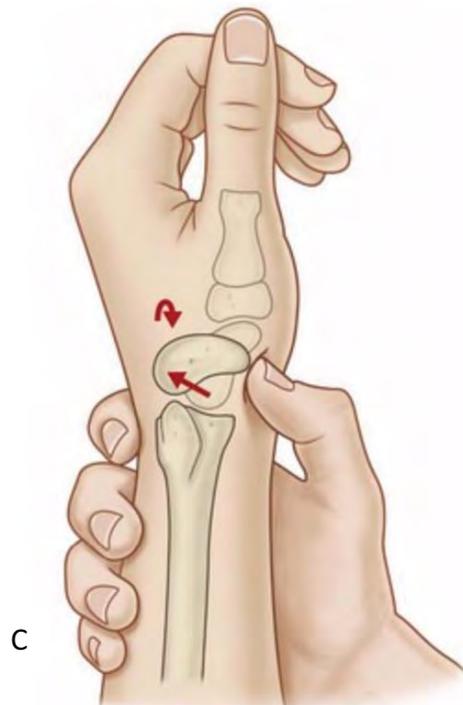


Figure 15 : Test de Watson, ou Scaphoid Shift Test

A : Position de départ en inclinaison ulnaire ;

B : Position finale en inclinaison radiale

C : schéma de profil : La pression exercée sur le scaphoïde par le pouce de l'examineur vise à induire une subluxation dorsale du scaphoïde, en cas de lésion ou instabilité SL, se traduisant par une douleur exprimée par le patient. Le relâchement de la pression exercée se traduit par un ressaut plus ou moins douloureux.



Le test de ballotement scapho-lunaire ou « lift test » de Dobyns est une variante du test de Watson. Le patient place le coude sur la table, l'avant-bras vertical et la main et le poignet en supination complète. L'examineur saisit le scaphoïde entre le pouce et l'index et le lunatum dans l'autre main. Un mouvement de cisaillement est appliqué entre les deux os d'avant en arrière par rapport à l'axe du poignet et de haut en bas par rapport à l'axe de la table - d'où le nom de « lift ». Ce mouvement est répété en fixant un os et en déplaçant l'autre. Une certaine mobilité peut être trouvée dans l'articulation scapholunaire, et seul un test douloureux est positif, même sans hypermobilité significative, comme pour le test de Watson. Cependant, les valeurs de sensibilité, spécificité, valeur prédictive négative et valeur prédictive positive, sont inférieures au shift test de Watson (59,60). Du fait des douleurs qu'ils provoquent, ces tests doivent être réalisés en dernier temps lors de l'examen clinique. Leur positivité justifie la réalisation d'un bilan d'imagerie complémentaire afin de confirmer la suspicion clinique d'instabilité scapho-lunaire.

5. Imagerie et confirmation diagnostique d'instabilité scapho-lunaire

La dissociation scapho-lunaire n'obéit pas à une loi du « tout ou rien » (10). On distingue ainsi, en fonction de la sévérité de l'atteinte des structures capsulo-ligamentaires stabilisatrices, plusieurs stades d'instabilité clinique, décrits radiologiquement par H. K. WATSON au moyen d'une étude radio-clinique sur mille patients (11).

a) *Classification radiographique des instabilités selon WATSON(11)*

Elle a pour avantage d'être simple et est couramment utilisée en pratique courante. Elle étudie la subluxation rotation du scaphoïde (SRS). Il existe quatre stades permettant de définir trois grands « types » radiographiques d'instabilités scapho-lunaires :

-Stade I ou **prédynamique** : Absence d'anomalies radiologiques. On lui préfère le terme d'instabilité scapho-lunaire clinique sans atteinte radiographique, ou « occulte », la confirmation diagnostique nécessitant la réalisation d'examens complémentaires (arthroscanner ou arthroscopie). Son évolution ne se fait pas systématiquement vers l'aggravation.

- Stade II ou **dynamique** : Anomalies radiographiques uniquement visibles sur les clichés dynamiques ou en « stress ».

-Stade III ou **statique** : Anomalies visibles sur les clichés radiographiques standard de face et de profil. Le cliché statique de face retrouve diastasis scapho-lunaire, un signe de l'anneau du scaphoïde (« ring sign ») par horizontalisation du scaphoïde et projection de son pôle distal dans le plan frontal et un aspect quadrangulaire du lunatum par débord de sa corne antérieure arrondie (figure 16). Un cliché de profil strict mettra en évidence une bascule dorsale ou DISI du lunatum avec un angle capito-lunaire mesuré au delà de -15° (Figure 16), une augmentation pathologique de l'angle scapho-lunaire ($>60^{\circ}$) et une translation dorsale du capitatum si l'atteinte est évoluée (61).

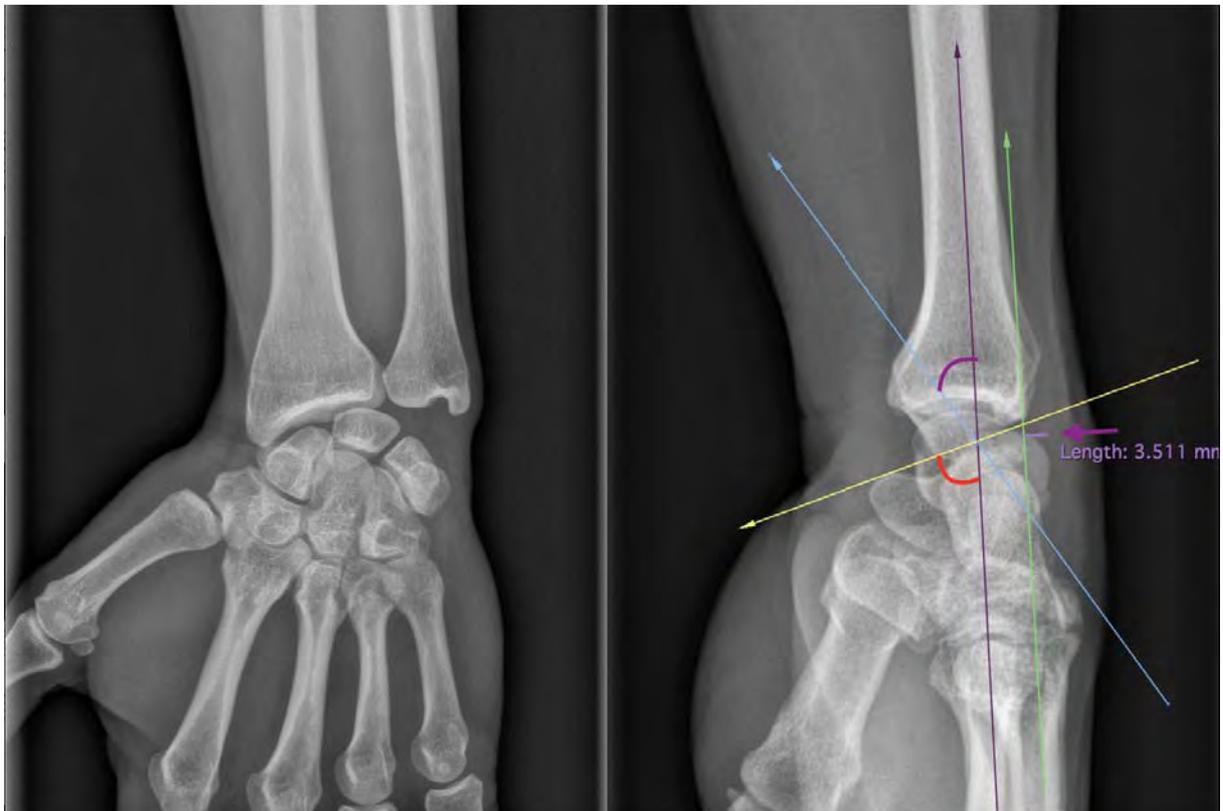


Figure 16 : Instabilité statique (cas de notre série).

a : cliché standard de face : signe de l'anneau.

b : cliché standard de profil : DISI et subluxation proximale du scaphoïde avec : axe du scaphoïde (jaune), axe du lunatum (bleu), axe du capitatum et axe radial confondu (violet), angle scapho-Lunaire à 104° (rouge), angle radio-lunaire (violet) mesuré à 33° : DISI. La flèche montre la subluxation postérieure du pôle proximal du scaphoïde (tangente à la marge articulaire postérieure du radius en vert)

A part :

-Stade IV ou dégénérative : Présence d'arthrose radio-scaphoïdienne et/ou médio-carpienne (SLAC wrist)

WATSON avait décrit historiquement 5 stades de subluxation rotatoire du scaphoïde, représentant le type d'instabilité scapho-lunaire visible sur les clichés radiographiques.

Le type 5 correspond aux instabilités secondaires à d'autres lésions du carpe, telles que l'ostéonécrose primitive du lunatum (Kienböck) ou du scaphoïde (Preiser) (9,11,56).

Les signes radiologiques qui devront faire évoquer le diagnostic d'Instabilité SL sont :

Sur les clichés statiques de face (Figure 16) :

- Un collapsus du carpe (diminution de la hauteur du carpe).
- Un signe de l'anneau du scaphoïde, du fait de la position en flexion et pronation du scaphoïde, qui va projeter en avant son pôle distal, et donner cette image caractéristique.
- Un diastasis scapho-lunaire, mesuré à la partie moyenne de l'interligne SL, sa valeur est considérée comme pathologique si supérieure à 3mm. Cet écart est plus ou moins important selon les auteurs
- Un aspect quadrangulaire du lunatum qui vient se positionner en extension et laisse apparaître sur le cliché radiographique sa corne antérieure quadrangulaire (DISI).

Sur les clichés de profil (Figure 16):

- Une augmentation de l'angle scapho-lunaire, (ASL) : normalement compris entre 30 et 70° avec une valeur moyenne de 55°. Il augmente en cas de DISI, un ASL > 70° est considéré pathologique(61). La mesure doit être réalisée sur cliché de profil strict, une variation supérieure à 5° dans le plan sagittal modifiant les valeurs de façon significative et entraînant un biais d'interprétation (62).
- Une augmentation de l'angle capito-lunaire, (ACL) : le lunatum est en DISI lorsque l'ACL a une valeur inférieure à -15°
- Une augmentation de l'angle radio-lunaire,
- Une augmentation de l'angle radio-scaphoïdien à plus de 60°, avec un scaphoïde horizontalisé.
- Une subluxation postérieure du pôle proximal du scaphoïde (SPS), avec un pôle proximal se rapprochant de la berge postérieure de la glène radiale.



Figure 17 : Cliché radiographique de face, poing serré révélant un diastasis scapholunaire supérieur à 3mm
(cas de notre série).

Sur les clichés dynamiques, le principal signe évocateur d'instabilité SL dynamique est l'apparition ou l'aggravation d'un diastasis scapho-lunaire :

- Sur le cliché de face, poing fermé (Figure 17) : le capitatum effectue une translation longitudinale qui tend à écarter l'espace scapho-lunaire
- Ou sur le cliché en inclinaison ulnaire (le scaphoïde ne se reverticalise pas)

Il faudra dans tous les cas réaliser un bilan radiographique standard de face et de profil strict, **bilatéral et comparatif**. En effet, l'existence d'un diastasis bilatéral supérieur à 3 mm doit faire remettre en cause le diagnostic d'ISL, car il peut être « physiologique » en cas de synostose luno-triquétrale ou de laxité constitutionnelle (63).

De plus ces examens permettront d'avoir une référence comparable concernant le suivi postopératoire et peuvent déceler une arthrose radio ou médio-carpienne.

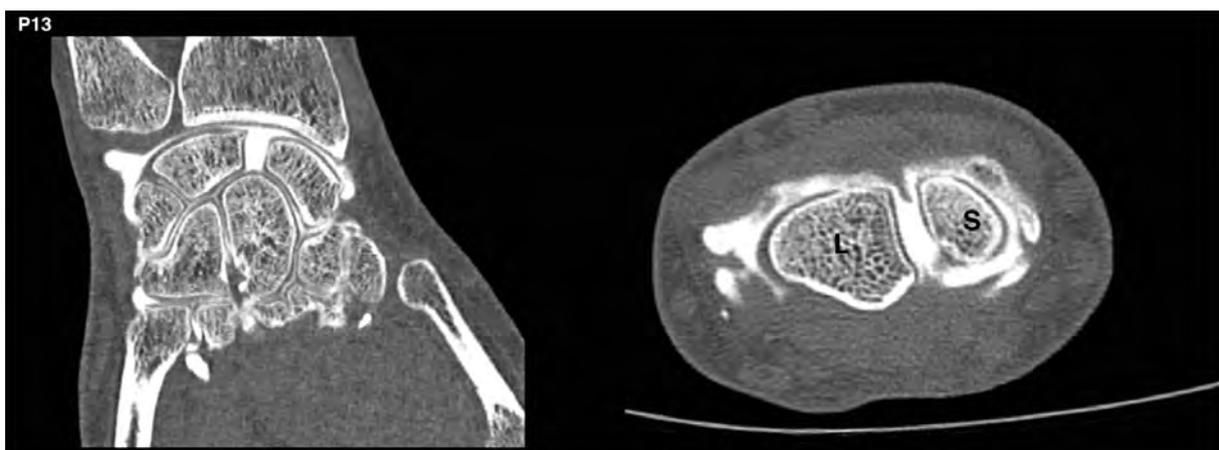
b) *Arthroscanner :*

L'arthroscanner est l'examen de référence à prescrire devant toute suspicion clinique et radiologique d'une lésion du LIOSL.

Il permet de mettre en évidence une perméabilité entre les articulations médio et radio-carpiales, et fait partie intégrante du diagnostic radio-clinique d'instabilité scapho-lunaire. Sa sensibilité est de 95% et sa spécificité de 86% concernant la détection des lésions du LIOSL (14). Une arthrographie avec injection de produit de contraste dans l'interligne médio-carpien précède l'acquisition scannographique. L'analyse en coupes axiales et coronales permet d'authentifier une rupture des ligaments interosseux de la première rangée et d'en préciser l'atteinte segmentaire. L'ISL est suspectée devant une rupture de la portion antérieure et /ou postérieure du LSLIO, se traduisant par une fuite de produit de contraste de médio en radio-carpien et un aspect irrégulier de l'interligne SL en rapport avec un moignon ligamentaire cicatriciel (Figure 18).

L'arthroscanner permet également d'évaluer les surfaces chondrales, dépistant une arthrose radiographiquement invisible (notamment du pôle proximal du scaphoïde).

Pour rappel, il est à noter que les lésions transfixiantes des segments proximaux des ligaments interosseux chez l'adulte d'âge mur sont souvent d'origine dégénératives et sans effet sur la biomécanique scapho-lunaire (4,41).



*Figure 18 : Coupes Arthroscanner coronale (à gauche) et axiale (à droite) révélant le passage du produit de contraste de l'articulation médio-carpienne vers l'articulation radio-carpienne.
S : Scaphoïde ; L : Lunatum (patient 13 de la série)*

(1) Description de l'angle radio-scaphoïdien postérieur « PRSA »

La plupart des défauts d'alignement carpiens sont bien visibles sur les vues standards antéropostérieures et latérales (28). Cependant, la subluxation dorsale du scaphoïde est difficile à évaluer sur les radiographies. Des problèmes de superpositions osseuses et de positionnement du patient, tels que de faibles degrés de pronation ou de supination du poignet, peuvent influencer sur la projection relative du scaphoïde et du radius sur une vue latérale (7,48). Quelle que soit la méthode d'évaluation, les critères de diagnostic objectifs pour l'évaluation du déplacement dorsal du scaphoïde en cas de dissociation scapholunaire font défaut.

GONDIM TEIXEIRA et al (29) ont ainsi décrit « l'angle radio-scaphoïdien postérieur » ou PRSA en anglais (Figure 19). Il s'agit de l'angle formé, sur une reconstruction sagittale d'arthroscanner, entre la surface articulaire radiale et le point le plus postérieur du scaphoïde. Ils ont montré que cet angle était un marqueur direct de l'incongruence de l'articulation radio-scaphoïdienne et semble être le meilleur indicateur de la subluxation postérieure du scaphoïde.

A partir de l'analyse de l'arthroscanners de 112 patients présentant des douleurs chroniques du poignet, ils ont défini deux groupes de patients en fonctions de l'atteinte ou non du ligament scapholunaire à l'arthroscanner. Ils ont ensuite mesuré le PRSA pour les patients des différents groupes.

Le PRSA était significativement plus important chez les patients présentant une lésion SL avec une valeur moyenne supérieure à 100°.

De même, des valeurs supérieures à 114 ° étaient fortement associées à la présence d'un SLAC Wrist (avec une sensibilité de 80% et une spécificité de 89,7%,) sans pour autant qu'il n'y ait de corrélation entre valeurs de l'angle et sévérité de l'atteinte SLAC.

Des valeurs anormales du PRSA sans SLAC wrist ont été décelées chez des patients présentant une usure chondrale à l'arthroscanner.

Ainsi, des valeurs anormales du PRSA dans un contexte de lésion aiguë du ligament scapholunaire seraient donc révélatrices d'importants changements biomécaniques du poignet pouvant avoir des implications pour la prise en charge du patient.

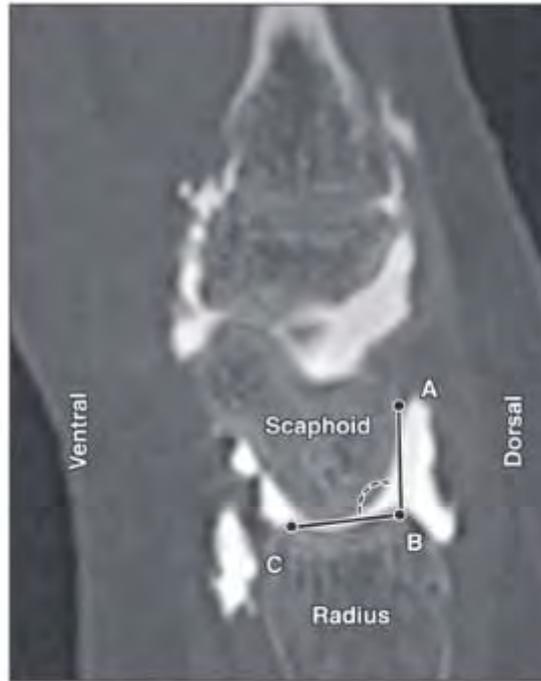


Figure 19 : Mesure de l'angle radio-scaphoïdien postérieur sur les coupes sagittales d'arthroscanner(29).

La coupe montrant le point le plus postérieur de l'os scaphoïde (A) est sélectionnée. Ensuite, les bords postérieurs (B) et antérieurs (C) de la fosse scaphoïdienne du radius sont identifiés. Deux lignes sont tracées, l'une du bord dorsal de la fosse scaphoïde au point le plus postérieur de l'os scaphoïde (A à B) et l'autre entre les bords dorsal et ventral de la fosse scaphoïde radiale (B à C). L'angle formé par ces deux lignes est l'angle radio-scaphoïdien postérieur (ligne pointillée).

c) IRM et arthroIRM (Figure 20) :

Alternative non invasive, l'IRM permet de visualiser directement les lésions ligamentaires et cartilagineuses. Cependant, il est pour cela nécessaire d'utiliser des machines performantes de type IRM 3,0 TESLA (T) et des protocoles précis, utilisant des séquences 3D en écho de gradient, afin d'objectiver les lésions des ligaments intrinsèques (64,65).

L'injection de gadolinium accentue les zones déjà hyper intenses en séquence T2. Les structures ligamentaires extrinsèques peuvent également être mieux visualisées que sous arthroscopie (66,67).

L'inconvénient restant toujours son coût et sa disponibilité.

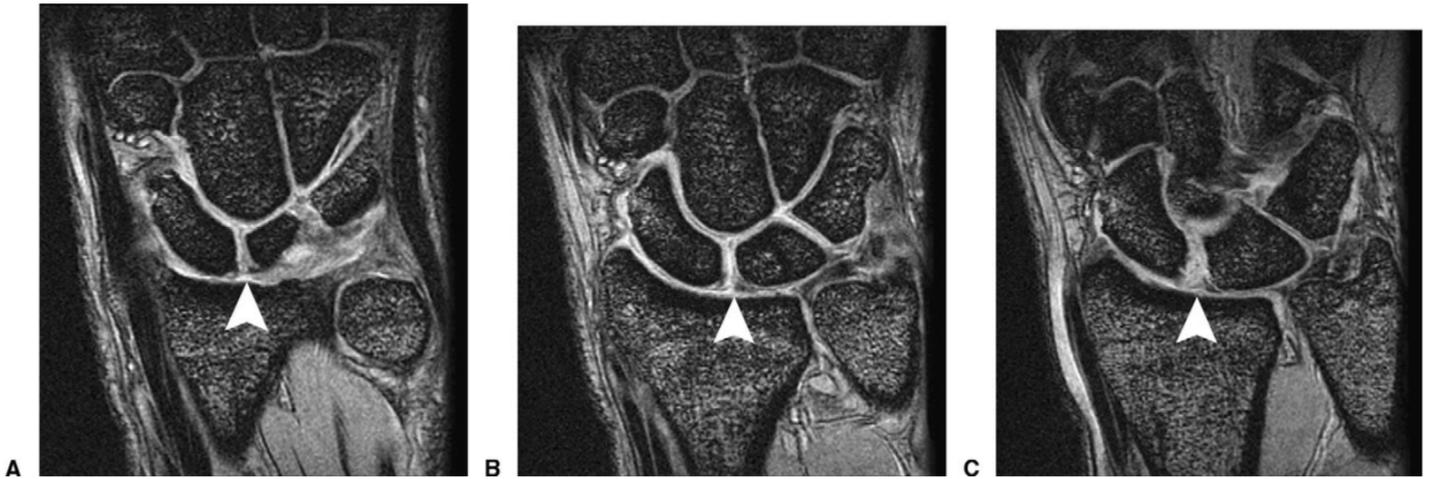


Figure 20 : Imagerie IRM haute résolution (coupe coronale), en écho de gradient d'une déchirure scapho-lunaire. A : partie dorsale de la lésion. B : partie moyenne C : partie palmaire .

d) Échographie :

Son utilisation pour le diagnostic des lésions ligamentaires du poignet est récente (68–70). Peu sensible mais relativement spécifique, l'échographie peut être utilisée en complément rapide et peu coûteux à l'examen clinique. Cependant, elle nécessite un matériel haut de gamme avec des sondes de fréquence élevée. Ainsi, la portion dorsale du LSLIO peut être visualisée en coupes transversales par voie dorsale, en faisant varier le degré de flexion du poignet. Le diagnostic de rupture ligamentaire est posé devant la disparition de la structure fibrillaire normale du LSLIO, remplacée par une zone hypoéchogène

6. Diagnostic arthroscopique :

L'arthroscopie est un outil précieux dans l'évaluation des lésions ligamentaires intrinsèques. Cependant, elle ne permet d'évaluer que la portion intra articulaire des ligaments extrinsèques. Confirmant le diagnostic de rupture du LIOSL, elle permet également par manœuvres externes de tester la réductibilité du scaphoïde et de caractériser la sévérité de l'atteinte à savoir : l'étendue et la localisation de la rupture ligamentaire. L'autre avantage de l'arthroscopie par rapport à l'imagerie est de détecter la présence de lésions de chondropathie à un stade beaucoup plus précoce. Des chondrites localisées au pôle proximal du scaphoïde sont ainsi détectées sur des poignets étiquetés sans arthrose.

L'instabilité est testée à l'étage médio-carpien, à l'aide d'un crochet palpeur et après avoir relâché la distraction, plusieurs classifications sont utilisées pour la caractériser.

Cependant, l'arthroscopie reste une procédure chirurgicale avec ses risques spécifiques et n'est pas dénuée d'invasivité (71).

a) *Classification de Geissler (72)*

Elle s'attache à décrire l'aspect des ligaments interosseux en radio et médio-carpien et distingue quatre stades, tout en proposant un algorithme de traitement en fonction du stade de l'instabilité :

Classification arthroscopique des instabilités du carpe selon Geissler

Stade	Description	Traitement
I	Affaiblissement, hémorragie du ligament interosseux vu dans l'articulation radiocarpienne. Aucune instabilité ni incongruence de l'alignement des os du carpe dans l'espace médiocarpien	Immobilisation
II	Affaiblissement, hémorragie du ligament interosseux vu dans l'articulation radiocarpienne. Incongruence et marche d'escalier dans l'espace médiocarpien. Un léger gap de moins de la largeur d'un palpateur existe entre les os du carpe	Réduction arthroscopique + brochage
III	Incongruence et marche d'escalier de l'alignement des os du carpe vu dans les deux articulations radiocarpienne et médiocarpienne. Un palpateur passe sans difficulté d'une articulation à l'autre à travers les os du carpe.	Réduction arthroscopique + brochage
IV	Incongruence et marche d'escalier de l'alignement des os du carpe vu dans les deux articulations radiocarpienne et médiocarpienne. Très importante instabilité entre les os. Un arthroscope et 2,7 mm peut passer d'une articulation à l'autre à travers les os du carpe.	Réduction + réparation par chirurgie classique ouverte

b) *Classification de Dautel (73)*

Elle utilise des tests dynamiques à partir de l'articulation médio-carpienne afin d'évaluer la sévérité de l'ISL. Elle est plus souvent utilisée du fait de son caractère plus précis et reproductible que la précédente. Elle distingue quatre stades de gravité croissante et renseigne sur une atteinte chondrale associée, étiquetée C + en présence d'une atteinte cartilagineuse et C - si les cartilages sont indemnes (Figure 21).

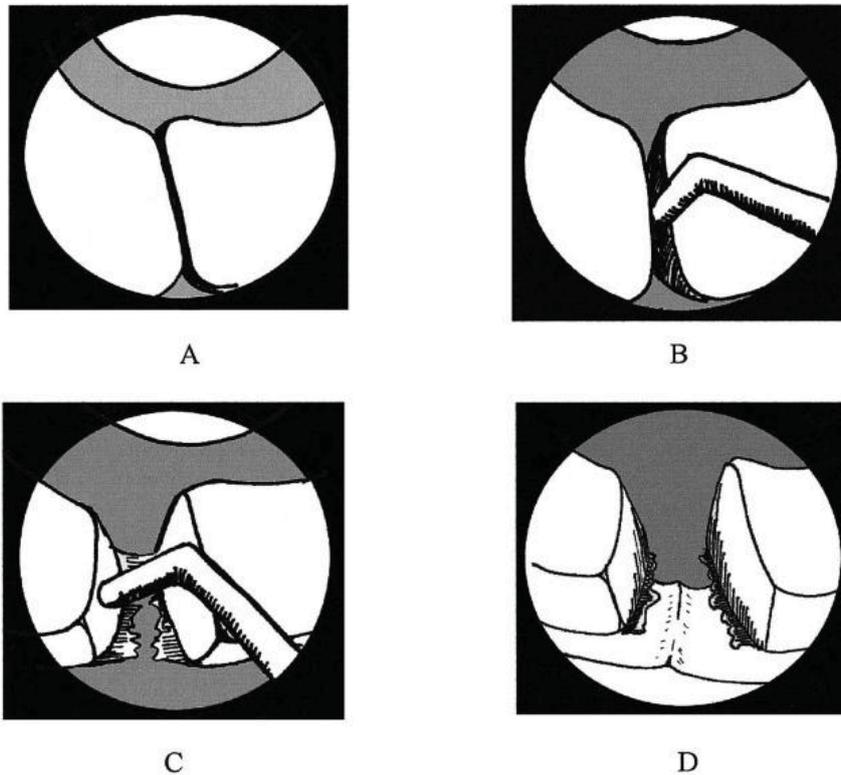


Figure 21 : Classification de Dautel - schéma arthroscopique vu de l'interligne médio-carpien, scaphoïde à gauche, lunatum à droite

A : ligament scapho-lunaire intact, stade 0

B : stade 1 passage de la pointe du crochet palpeur dans l'interligne

C : stade 2 : « twist » du crochet dans l'interligne démasquant l'instabilité

D : stade 3 : béance de l'interligne, passage possible de l'arthroscope de 2.7 mm de la médio à la radio- carpienne

c) *Classification de l'EWAS (Figure 22) :*

Proposée récemment par le groupe de l'European Wrist Arthroscopy Society (EWAS) et MESSINA JC et al, elle comporte 5 stades arthroscopiques et établit pour chaque stade une correspondance entre arthroscopie (testing du ligament SL en médio-carpien) et anatomopathologie (bilan des lésions ligamentaires)(45).

Arthroscopic stage (EWAS)	Arthroscopic testing of SLIOL from MC joint	AP findings
I	No passage of the probe	Not found in these cadaver specimens
II lesion of membranous SLIOL	Passage of the tip of the probe in the SL space without widening (stable)	Lesion of proximal/membranous part of SLIOL
III A partial lesion involving the volar SLIOL	Volar widening on dynamic testing from MC joint (anterior laxity)	Lesion of anterior and proximal part of SLIOL with or without lesion of RSC- LRL
III B partial lesion involving the dorsal SLIOL	Dorsal SL widening on dynamic testing (posterior laxity)	Lesion of proximal and posterior part of SLIOL with partial lesion of DIC
III C complete SLIOL tear, joint is reducible	Complete widening of SL space on dynamic testing, reducible with removal of probe	Complete lesion of SLIOL (anterior, proximal, posterior), complete lesion of one extrinsic ligament (DIC lesion or RSC/ LRL)
IV complete SLIOLwith SL gap	SL gap with passage of the arthroscope from MC to RC joint No radiographic abnormalities	Complete lesion of SLIOL (anterior, proximal, posterior), lesion of extrinsic ligaments (DIC, and RSC/ LRL)
V	Wide SL gap with passage of the arthroscope through SL joint Frequent X Ray abnormalities such as an increased SL gap, DISI deformity	Complete lesion of SLIOL, DIC, LRL, RSC, involvement of one or more other ligaments (TH, ST, DRC)

Figure 22 : Classification arthroscopique de l'EWAS et correspondances anatomopathologiques

d) *Diagnostic des lésions associées*

L'arthroscopie permet également de vérifier et de tester les structures ligamentaires extrinsèques palmaires, de déterminer précisément la morphologie de la surface articulaire distale du lunatum (type 1 ou 2) et d'être formelle sur la qualité des surfaces chondrales, dont l'atteinte contre-indique la réalisation d'une ligamentoplastie de stabilisation scapho-lunaire.

D. État des lieux de l'instabilité scapholunaire en 2020 et développement du scanner 4D :

De plus en plus d'auteurs parlent de « complexe scapholunaire » (15,21,44) , se basant sur le fait qu'une lésion isolée du ligament scapholunaire n'est pas suffisante à elle seule pour entraîner une instabilité. Ainsi, on se rend progressivement compte de l'importance des ligaments extrinsèques du poignet, que l'on considérait jusqu'alors comme stabilisateurs secondaires, dans la stabilité du carpe

Le mécanisme conduisant à une lésion SL est maintenant bien connu, associant impact en hyperextension, inclinaison ulnaire et supination intracarpienne.

Le spectre des lésions qui s'ensuit comprend quatre étapes principales : l'instabilité pré-dynamique, dynamique et statique puis enfin le collapsus carpien (poignet SLAC). Le traitement actuel se concentre sur les maladies à un stade avancé, où malheureusement, la restauration d'une cinématique normale est difficile. Le choix du traitement chirurgical n'est pas simple à ce stade, en particulier pour ce qui est de l'évaluation de la réductibilité du scaphoïde lorsque l'on envisage une reconstruction ligamentaire.

Un diagnostic précoce serait essentiel, permettant un traitement moins invasif et pouvant prévenir l'instabilité persistante et l'évolution vers un SLAC Wrist ; cependant, les techniques de diagnostic conventionnelles, statiques, peuvent ignorer des lésions à un stade précoce. Dans les stades d'instabilité SL pré-dynamiques et dynamiques, le diagnostic est plus difficile à faire sur les méthodes d'imageries statiques, comme les radiographies ou la tomodensitométrie (TDM). En effet, la notion d'instabilité ne se conçoit que sur un poignet en mouvement. Or, l'analyse du diastasis scapho-lunaire et des autres paramètres caractérisant cette instabilité était jusqu'ici réalisé sur des clichés radiologiques standards, « positionnels » plus que dynamiques, ou sur imagerie en coupe statique.

L'arthroscopie est actuellement le « gold standard » pour le diagnostic de l'instabilité SL pré-dynamique et dynamique; cependant, c'est une procédure chirurgicale qui n'est pas dénuée de complication(6,11).

Alors que les méthodes d'imageries statiques fournissent des informations sur l'anatomie carpienne et l'alignement osseux, l'imagerie dynamique peut analyser les changements dans le carpe et les espaces articulaires lors des mouvements (74).

ABOU ARAB et al. (75) en 2018, ont décrit l'utilisation du scanner dynamique pour analyser le carpe pendant les mouvements de déviation radio-ulnaire (RUD) et poing fermé.

Le scanner 4D permet une analyse dynamique et quantitative de l'espace SL. De plus, il offre une évaluation précise de la réductibilité du scaphoïde chez les patients présentant une instabilité SL statique et permet d'identifier ceux avec une instabilité SL pré-dynamique ou dynamique.

Ainsi, tout l'enjeu va être de diagnostiquer ces lésions à un stade précoce pour permettre au chirurgien d'empêcher leur progression vers l'instabilité, et ainsi prévenir à l'arthrose.

1. Utilisation du Scanner 4D :

L'étude d'ABOU ARAB et al. (75), a permis de mettre en évidence le mouvement le plus performant pour démasquer une instabilité dynamique ou pré-dynamique en scanner 4D. Il s'agit de la manœuvre radio-ulnaire distale, où il est demandé au patient d'effectuer dans un plan fixe, un mouvement allant d'une inclinaison radiale maximale à une inclinaison ulnaire maximale, puis de revenir en position neutre.

ATHLANI et al(76), ont ainsi réalisé une seconde étude, afin d'évaluer l'utilisation du scanner 4D dans le diagnostic d'instabilités scapholunaires douteuses.

Quarante patients présentant des douleurs chroniques de poignet en regard de l'espace SL, ont passé un bilan d'imagerie comprenant radiographies standards (Face, profil, clichés dynamiques) et arthroscanner. Les patients ont ensuite été répartis en trois groupes en fonction de l'analyse des examens d'imagerie :

- Un groupe dit « instabilité Positive » : avec des critères clairement pathologiques sur l'analyse radiographique ou de l'arthroscanner.
- Un groupe dit « instabilité négative » : qui ne présentait aucun critère pathologique.
- Un groupe dit « douteux » : qui présentait des critères pathologiques partiels (rupture partielle du ligament SL) en arthroscanner.

Un scanner 4D a ensuite été réalisé à chacun des patients, qui réalisaient une manœuvre d'inclinaison radio-ulnaire.

Au cours de ce mouvement, plusieurs paramètres concernant l'intervalle scapho-lunaire (SLD : Scapholunate Diastasis) ont été étudié :

- Sa moyenne (SLD Mean)
- Son Maximum (SLD Max)
- Le coefficient de variation de l'intervalle scapholunaire
- Son amplitude (SLD Range ; Valeurs du SLD Max-SLD min)

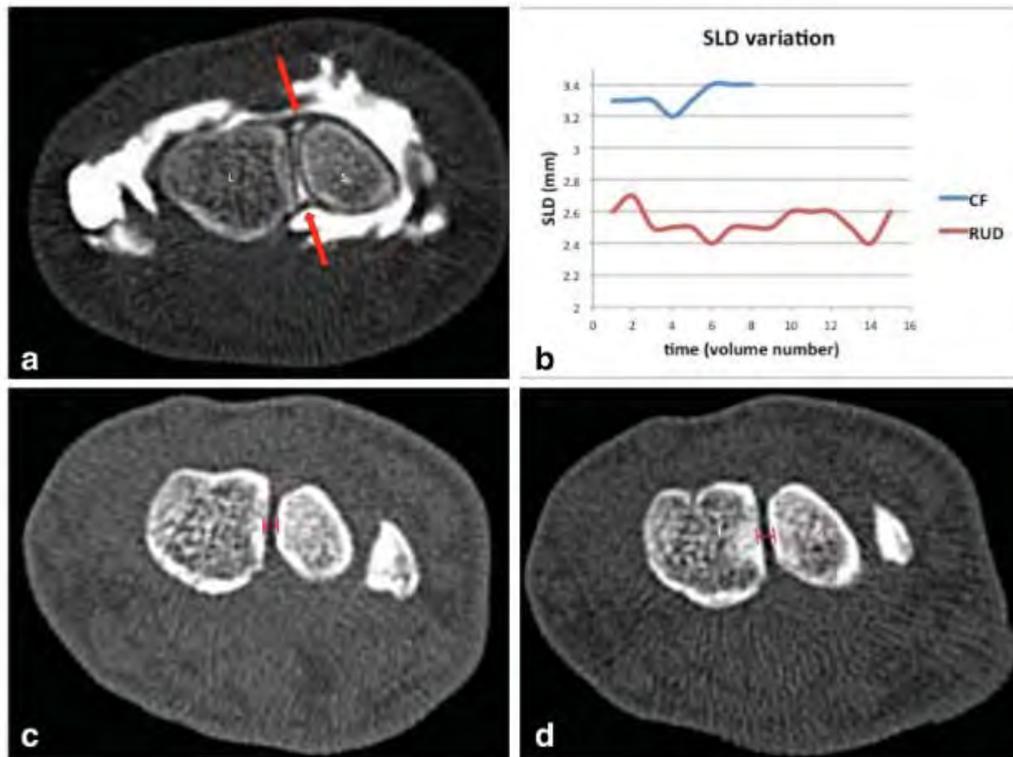


Figure 23 : Imagerie en coupe et évolution des paramètres caractérisant la dissociation SL au cours du temps. Cas d'un poignet sans lésion SL.

a : Coupe d'arthroscanner axiale, montrant la continuité du segment dorsal et palmaire (flèche) du ligament SL (S, scaphoïde ; L, lunaire).

b : Graphique temps-distance montrant peu de variation SLD pendant les manœuvres CF (Clenched Fist = poing fermé) (courbe bleue) et RUD (manœuvre Radio-ulnaire Distale) (courbe rouge).

c, d : Coupe TDM axiale en position d'inclinaison ulnaire complète (c) et radiale complète (d) montrant peu de changement de l'espace scapholunaire (intervalle rouge).

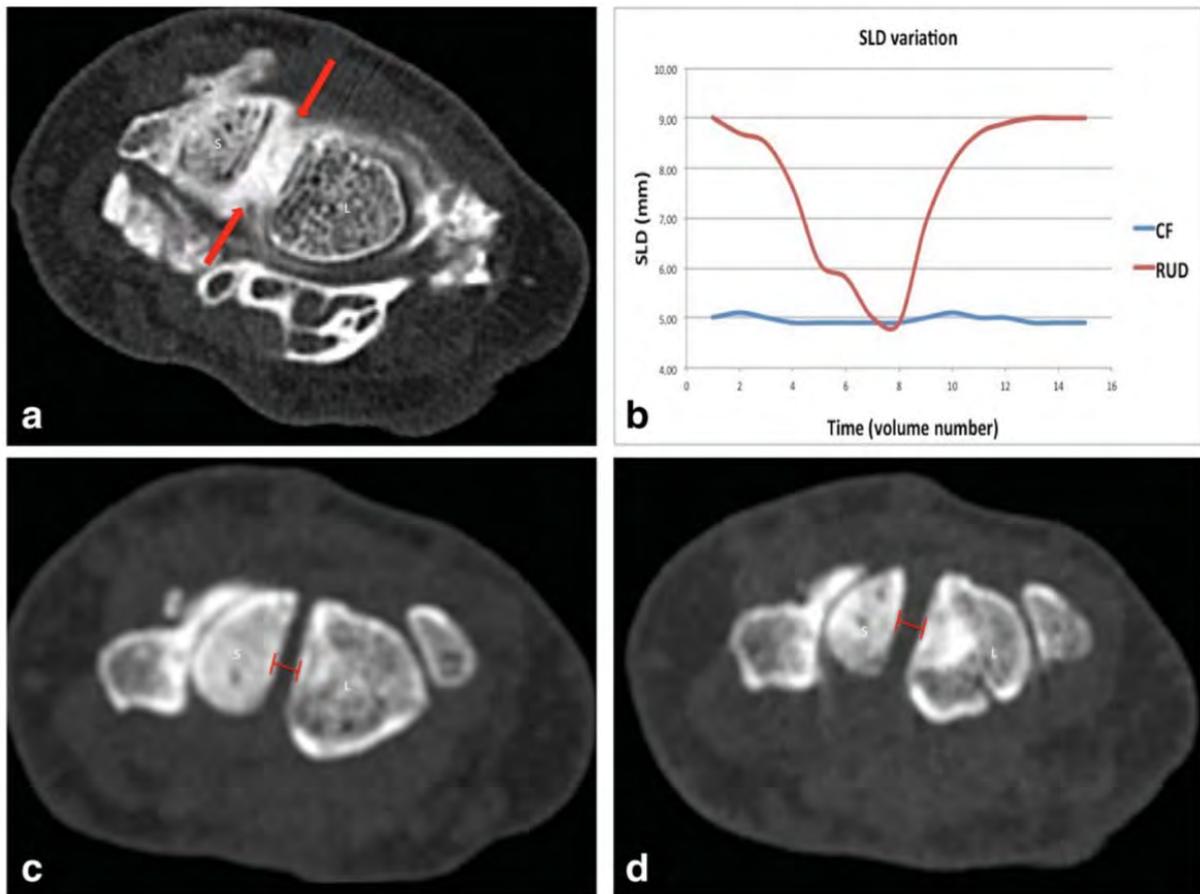


Figure 24 : Imagerie en coupe et évolution des paramètres caractérisant la dissociation SL au cours du temps. Cas d'un poignet sans lésion SL.

a : Coupe arthroscanner axiale montrant une perte complète de continuité des segments dorsal et palmaire du ligament SL (flèches) (S, scaphoïde; L, lunaire).

b : Graphique temps-distance montrant l'augmentation des valeurs moyennes des paramètres caractérisant la dissociation, SLD pendant la manœuvre poing serré, avec peu de variation (courbe bleue). Pendant le mouvement RUD (courbe rouge), les valeurs SLD sont également augmentées globalement mais à un niveau supérieur et il y a une variation considérable tout au long de l'acquisition.

c, d Coupes TDM axiales pendant les positions de déviations radiales (c) et ulnaire (d) complètes montrant un diastasis SL accrue en déviation ulnaire complète (intervalle rouge).

Le coefficient de variation et l'amplitude du diastasis SL sont les éléments les plus discriminant sur la présence d'une instabilité dynamique.

Sur un poignet, sain, sans lésion SL, le diastasis SL varie peu au cours de la manœuvre RUD.

En cas de lésion SL, on retrouve une variation importante du diastasis SL au cours du mouvement.

L'analyse scannographique 4D permet une analyse de l'espace scapho-lunaire par mesure de son diastasis mais aussi par l'analyse de différence de rotation du scaphoïde, chose difficile à analyser en imagerie « statique ». La rotation du scaphoïde étant un élément important de la pathogénie de l'instabilité SL, sa prise en compte lors du scanner 4D contribue probablement à la performance diagnostique de l'analyse de l'intervalle SL.

De plus, le scanner 4D permet d'éviter les phénomènes de superpositions et autres erreurs liées à la position du poignet pendant les radiographies standards.

Selon les auteurs, la reproductibilité intra et inter-observateur serait meilleure qu'en arthroscopie.

L'utilisation du scanner 4D pourrait permettre d'affirmer le diagnostic d'instabilité SL s'il existe des doutes lors de l'interprétation des radiographies ou de l'arthroscanner.

Ce diagnostic établi à un stade plus précoce permettrait une prise en charge plus précoce et moins invasive.

L'accès à cet examen est cependant encore limité et seul quelques centres universitaires disposent actuellement de ces scanners 4D dans le cadre de programme hospitaliers de recherche clinique PHRC.

E. Prise en charge des instabilités scapho-lunaire :

Il n'y a, à ce jour, aucun consensus pour la prise en charge des instabilités scapho-lunaire (ISL). Certains chirurgiens restent réticents à la réparation à ciel ouvert du fait de la raideur provoquée par l'arthrotomie (15,77). La prise en charge varie en fonction de l'origine géographique du chirurgien et de son expérience.

GARCIA-ELIAS et son équipe ont décrit en 2006, une classification basée sur 5 questions dont les réponses permettent de quantifier la sévérité de l'atteinte du couple scapho-lunaire. Cette classification a permis le développement d'un algorithme thérapeutique répondant aux différents stades d'instabilité (7). Les items sont les suivants :

- Existe-t-il une lésion partielle du LIOSL laissant indemne son segment dorsal? Oui : stade 1, non : stade 2.
- En cas d'atteinte du segment dorsal, la lésion est-elle réparable ? Oui : stade 2, non : stade 3.
- La posture du scaphoïde est-elle normale (angle radio-scaphoïdien $\geq 45^\circ$) ? Oui : stade 3, non : stade 4.
- Les défauts d'alignement du massif carpien sont-ils réductibles ? Oui : stade 4, non : stade 5.
- Les surfaces chondrales radio et médio-carpienne sont-elles intactes ? Oui : stade 5, non : stade 6 (SLAC).

Les instabilités scapho-lunaires sont alors réparties en six stades de gravité croissante, en se basant sur ces cinq facteurs pronostics, chaque stade entraînant une prise en charge chirurgicale dédiée.

Pour GARCIA-ELIAS, l'utilisation d'une broche joystick avec application de force pour aider à la réduction de l'instabilité scapho-lunaire est synonyme d'irréductibilité (7).

1. Algorithme de prise en charge des Instabilités scapho-lunaires (tableau 1):

Nous ne détaillerons pas l'ensemble des techniques chirurgicales de stabilisation scapho-lunaire décrites à ce jour mais en rapporterons les grands principes.

Nous proposons un algorithme thérapeutique en fonction de l'ancienneté des lésions.

Dans un souci de clarté, et du fait de la diversité des présentations radiographiques, cliniques et arthroscopiques des ISL, les modalités de prise en charge chirurgicale sont exposées selon les stades de la classification de Garcia-Elias.

a) *Instabilité scapho-lunaire stade 1 :*

- La rupture du LIOSL est partielle,
- Il n'y a pas de défaut d'alignement inter et intra-rangées,
- L'arthroscopie retrouve une lésion de stade 0 ou 1 de Dautel,

Elle correspond aux instabilités « pré-radiographiques » de WATSON.

En cas de lésion partielle, diagnostiquée très précocement, un brochage percutané scapho-lunaire et scapho-capital protégé par une immobilisation est recommandé. On associera une capsulodèse à l'arthrorise percutanée si la lésion est diagnostiquée au-delà des 6 premières semaines(12). L'efficacité d'un débridement arthroscopique simple, toujours poursuivi d'une immobilisation, associé ou non à une arthrorise scapho-luno-capitale a été démontrée par certains auteurs (14).

b) *Instabilité scapho-lunaire stade 2 :*

- La rupture du LIOSL est complète, mais la lésion réparable par conservation de son potentiel cicatriciel. Il s'agit plutôt d'une avulsion avec désinsertion scaphoïdienne ou lunarienne du LIOSL, avec un ligament d'aspect sain, les berges de la lésions ne sont ni nécrotiques, ni rétractées, mais de bonne qualité.
- Il n'y a aucun défaut d'alignement associé, radiographiquement une instabilité dynamique peut être mise en évidence.

Il s'agit en général d'une lésion aigue ou subaiguë. On peut réaliser une réinsertion sur ancre ou une suture du LIOSL, à ciel ouvert ou par voie arthroscopique(1,77).

c) Instabilité scapho-lunaire stade 3 :

- Les lésions du LIOSL sont complètes,
- Leur potentiel cicatriciel est dépassé et donc non accessible à une réparation directe ou une réinsertion.
- Le scaphoïde n'est pas horizontalisé, témoignant d'une intégrité des stabilisateurs secondaires.

Pour ces stades, la mise en place d'un greffon os-ligament-os en remplacement du segment dorsal du LIOSL est recommandée par l'équipe de GARCIA-ELIAS. La récupération post-opératoire peut être longue (12 à 18 mois) (4,12)

Pour d'autres auteurs, une réparation du LIOSL est possible, même au-delà de six semaines post-traumatiques, si les moignons ligamentaires sont d'aspect sains et accessibles à une réparation. Celle-ci sera protégée par des broches d'arthrorise scapho-capitale et scapho-lunaire et éventuellement associée à une capsulodèse dorsale (14).

L'étude de LAVERNIA et al, rapporte des résultats satisfaisants à 3 ans de recul d'une série de patients opérés d'une réparation du LIOSL associée à une capsulodèse dorsale (2). A contrario, d'autres auteurs démontrent une faillite de l'association réparation LIOSL et capsulodèse à 7 ans de suivi, avec une réapparition de l'ISL radiographique, accompagnée d'une arthrose SLAC 1, restant cependant asymptomatique avec de bons résultats fonctionnels(14).

Les techniques de capsulodèses dorsales à ciel ouvert sont multiples : verticale, selon BLATT (23) ; au dépend de la portion proximale du LICD, selon BERGER (78) ; ou au dépend de l'ensemble du LICD qui est décollé et fixé au lunatum, selon VIEGAS (4,79).

Une simple suture arthroscopique, par un point en U liant le LIOSL à la capsule dorsale et protégée par arthrorise scapho-luno-capitale est également proposé par certains auteurs (stade 2 et 3) (4,77).

d) Instabilité scapho-lunaire stade 4 :

- La rupture du LIOSL est complète et irréparable,
- le scaphoïde est horizontalisé mais réductible.
- Une instabilité statique est radiographiquement visible.

Plusieurs techniques ont été rapportées avec des résultats variables à moyen terme telles que les arthrodèses partielles et la pseudarthrodèse scapho-lunaire au moyen d'une vis de Herbert, appelée RASL procedure (*Reduction and Association of the Scaphoid and the Lunate*) (14).

C'est à ce stade que les différentes techniques de ligamentoplasties trouvent leur indication.

Il ne s'agit pas de dresser un catalogue exhaustif, un grand nombre de techniques de stabilisation scapho-lunaire ayant été décrit. Les grands principes de ces techniques seront exposés dans un chapitre dédié.

Toutes ces techniques ont en commun le même but :

- corriger la subluxation rotatoire du scaphoïde en le reverticalisant et refermer le gap scapho-lunaire.

La multiplicité des techniques décrites est le corollaire de leur résultat incertain à long terme sur le repositionnement du scaphoïde (4,6,14).

e) Instabilité scapho-lunaire stade 5 :

- La rupture est complète,
- Le défaut d'alignement est irréductible,
- Les cartilages sont intacts.

Aucune technique de reconstruction ligamentaire n'est réalisable à ce stade.

Les choix thérapeutiques pour la prise en charge de ces instabilités fixées mais dépourvues de lésions chondrales se portent donc, sur :

- Les Implant d'interposition « APSI » (Adaptive Proximal Scaphoid Implant)
- Les arthrodèses partielles
 - L'arthrodèse scapho-capitale, au prix d'une diminution de l'ordre de 50 % des mobilités préopératoires.
 - L'arthrodèse scapho-lunaire ayant moins de retentissement sur la mobilité mais grevée d'un taux important de pseudarthrodèse.
 - L'arthrodèse STT.
 - L'arthrodèse scapho-capito-lunaire.

f) Instabilité scapho-lunaire stade 6 :

Il existe des lésions cartilagineuses secondaires à l'instabilité de la première rangée, il s'agit des poignets SLAC décrits par WATSON.

L'indication est alors aux traitements chirurgicaux palliatifs :

- La scaphoïdectomie avec arthrodèse des quatre os.
- La résection de la première rangée en cas d'articulation médio-carpienne indemne, à fortiori si le sujet est âgé avec une faible demande fonctionnelle.
- Les implants d'interposition en Pyrocarbone (APSI : Adaptive Proximal Scaphoid Implant, interposé au niveau du pôle proximal du scaphoïde; ou AMANDYS interposé au niveau de la première range) qui sont les traitements de choix dans notre équipe pour la prise en charge des poignets « SLAC » de type 2 et 3.

	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4	Stade 5	Stade 6
	Instabilité occulte pré-dynamique, Lésion SL partielle	Instabilité Dynamique	Instabilité Statique, Pas de DISI réductible	DISI	DISI Instabilité Irréductible	SLAC
Ligaments Lésés	Lésion SL partielle (palmaire) portion Dorsale du ligament SL intact	Ligament SL dorsal incompetent ou lésion totale du complexe ligamentaire SL + lésion partielle ou atténuation des stabilisateurs secondaires palmaires	Lésion SL complète et lésion ou détente des stabilisateurs secondaires dorsaux ou palmaires	Lésion SL complète + modification secondaire de l'ensembles des stabilisateurs secondaires	Identique au stade 4	Identique au stade 4 et 5
Radiographies Standard	Normale	Normales le plus souvent	gap SL ≥ 3 mm	gap SL > 3 mm angle SL $> 60-80^\circ$	gap SL > 3 mm angle SL $> 60-80^\circ$	I Arthrose stylo-radiale II Arthrose: radio-scaphoïdienne III Arthrose médio-carpienne IV Arthrose diffuse
Clichés Dynamiques	Normales, Fluoroscopie anormale	Anormales	Anormales ++	Évaluent la réductibilité de la dissociation	Irréductible	Non nécessaires
Traitements possibles	Brochage simple ou Capsulodèse sous A° ou Kiné + rééducation du FCR	Capsulodèse sous A° Ou Réparation SL à ciel ouvert Ou Réinsertion + renfort par capsulodèse dorsale	Réparation SL à ciel ouvert + capsulodèse Ou Ténodèse (3LT) Ou SLIC	Réductible: Ténodèse (3 LT) Ou SLIC Fixée: Arthrodèses partielles	Arthrodèses partielles Ou Implants d'interposition - APSI® - Amandys®	I : Styloïdectomie Radiale II-III: APSI / Amandys ou Arthrodèse 4 os ou RPC IV :Amandys Ou Dèse Totale de Poignet Ou ArthroPlastie Totale de Poignet

Tableau 1 : Récapitulatif des différents stades lésionnels SL et proposition de traitements basé sur la classification de Garcia-Elias et adaptée selon notre expérience. Abréviations: DISI, dorsal intercalated segment instability; FRC : Fléchisseur radial du carpe; RPC, Résection première rangée des os du carpe; SL, scapho-lunaire; SLAC, scapholunate advanced collapse; 3LT : three-ligament tenodesis: triple ténodèse de Garcia Elias ; A°= arthroscopie.

g) *Prise en charge des instabilités scapho-lunaire récentes :*

Ce travail ayant surtout pour but la description et l'analyse des résultats de techniques de reconstruction du ligament SL dans le cadre d'instabilités chroniques Scapho-lunaire, nous ne détaillerons pas la prise en charge des instabilités scapho-lunaire à la phase aiguë.

Leur traitement est aujourd'hui dominé par l'essor des techniques arthroscopiques telles que les capsulodèses dorsales décrites par MATHOULIN (1) avec à court terme des résultats encourageant en terme de récupération de force et de mobilité.

2. *Techniques de ténodèses et ligamentoplasties de reconstruction scapho-lunaires :*

Les procédures de reconstruction SL sont destinées aux cas d'instabilité statique SL qui sont « facilement » réductibles. Ce concept de réductibilité doit être évalué en préopératoire, notamment en cas d'instabilité opérée plus d'un an après le premier accident. Ainsi, il est essentiel d'effectuer des radiographies dynamiques en déviation ulnaire et radiale afin d'évaluer au mieux cette réductibilité. De plus, pendant la procédure chirurgicale, il est essentiel de confirmer immédiatement si la dissociation peut être réduite « facilement » car il s'agit d'un critère de base pour confirmer l'indication. Il n'existe actuellement aucun moyen de quantifier les charges nécessaires pour réduire le scaphoïde et ainsi de différencier les cas d'instabilité réductibles « facilement » et les cas « difficiles ». Seules les instabilités facilement réductibles sont accessibles à une reconstruction par ténodèse.

L'objectif est de corriger le diastasis SL, la subluxation postérieure du scaphoïde et le DISI en utilisant une greffe de tendon libre ou pédiculée afin de réduire la douleur, tout en préservant le plus de mobilité possible et en empêchant le collapsus carpien lié à l'arthrose à long terme (51,80). La nature réductible de l'instabilité statique du SL est évaluée sur un cliché de face en inclinaison ulnaire cherchant une reverticalisation du scaphoïde, visible sur toute sa longueur. Au cours de l'arthroscopie, il est également possible d'évaluer la mobilité du scaphoïde et de déterminer dans quelle mesure l'instabilité peut être corrigée. Effectuer une manœuvre dynamique, similaire au test de WATSON et al.(58), après avoir libéré la traction du poignet (81), permet d'évaluer de manière objective la réductibilité du scaphoïde.

Mais seule l'arthrotomie lors de l'abord chirurgical permet de confirmer cette réductibilité et donc l'indication opératoire.

3. « SLIC Procedure » :

La ligamentoplastie « SLIC » (scapho-lunaire et intercarpienne) est une technique décrite en 2013 par le Pr DAUTEL et Dr PAUCHARD, s'intégrant dans l'arsenal thérapeutique de la dissociation scapho-lunaire chronique réductible sans moignon ligamentaire réparable. Elle utilise un transplant précontraint de long palmaire pour reconstituer le ligament interosseux scapho-lunaire (LIOSL) dorsal et le ligament intercarpien dorsal (LICD), luttant ainsi contre le DISI et la subluxation rotatoire du scaphoïde. Cette procédure répond aux nouvelles conceptions biomécaniques incriminant le rôle stabilisateur secondaire du LICD tout en corrigeant les imperfections des ligamentoplasties utilisant le fléchisseur radial du carpe telle que la triple ténodèse de GARCIA-ELIAS (détente ligamentaire, iatrogénicité du tunnel scaphoïdien).

a) *Technique opératoire initiale :*

L'intervention est réalisée sous anesthésie locorégionale, un garrot pneumatique est installé à la racine du bras. La voie d'abord est dorsale. Le rétinaculum est abordé entre le 3ème et le 4ème compartiment des extenseurs. Une dénervation par section du nerf interosseux postérieur s'y associe systématiquement. L'abord capsulaire est réalisé selon Berger. Une dissociation SL, facilement réductible (sans horizontalisation fixée du scaphoïde), sans moignon réparable ni lésion cartilagineuse confirme l'indication.

Un transplant tendineux, correspondant au long palmaire, est prélevé par 3 incisions antérieures au niveau de l'avant-bras, une fois l'interligne dorsal scapho-lunaire exposé. Il est précontraint à 4 kg avant sa fixation sur une station de travail dédiée. Un tunnel borgne de 10 mm de profondeur et de 2.5 mm de diamètre est foré à l'aide de mèches calibrées successives (1.8, 2 et 2.5 mm), créé au pôle proximal du scaphoïde en regard de l'insertion du LIOSL. Puis une tranchée est creusée à la fraise boule ou à la gouge juste en amont de la corne dorsale du lunatum et au même niveau que le tunnel scaphoïdien proximal. Une ancre est placée en attente au milieu de cette tranchée. Un autre tunnel borgne est réalisé selon un méchage successif sur la face dorsale du triquétrum.

Puis le greffon tendineux est lacé à l'aide d'un Fiberloop Arthrex® et fixé par l'impaction d'un système d'ancrage en interférence dans le tunnel borgne proximal du scaphoïde. Le tendon est alors individualisé en 3 bandelettes sur la longueur d'insertion dans le tunnel borgne triquétral, en prévoyant une fixation en tension du transplant. La bandelette intermédiaire est réséquée, afin d'adapter le volume du greffon au tunnel triquétral (Figure 25 A), l'ensemble est lacé à l'aide d'un autre Fiberloop® et impacté dans le tunnel borgne triquétral à l'aide d'une deuxième ancre en interférence (Figure 25 B).

Le deuxième jambage du transplant tendineux est fixé en rappel dans un deuxième tunnel borgne obtenu par méchage successif au niveau de l'isthme scaphoïdien. Avant sa fixation, le calcul de la longueur nécessaire à une bonne tension du transplant est effectué. La réduction scapho-lunaire est maintenue par un davier « dents de lion » (Figure 25A), des broches scapho-capitale et scapho-lunaire sont mises en place par un mini-abord stylo-radial avant la suture, en tension, du transplant sur lui-même et sur l'ancre lunarienne.

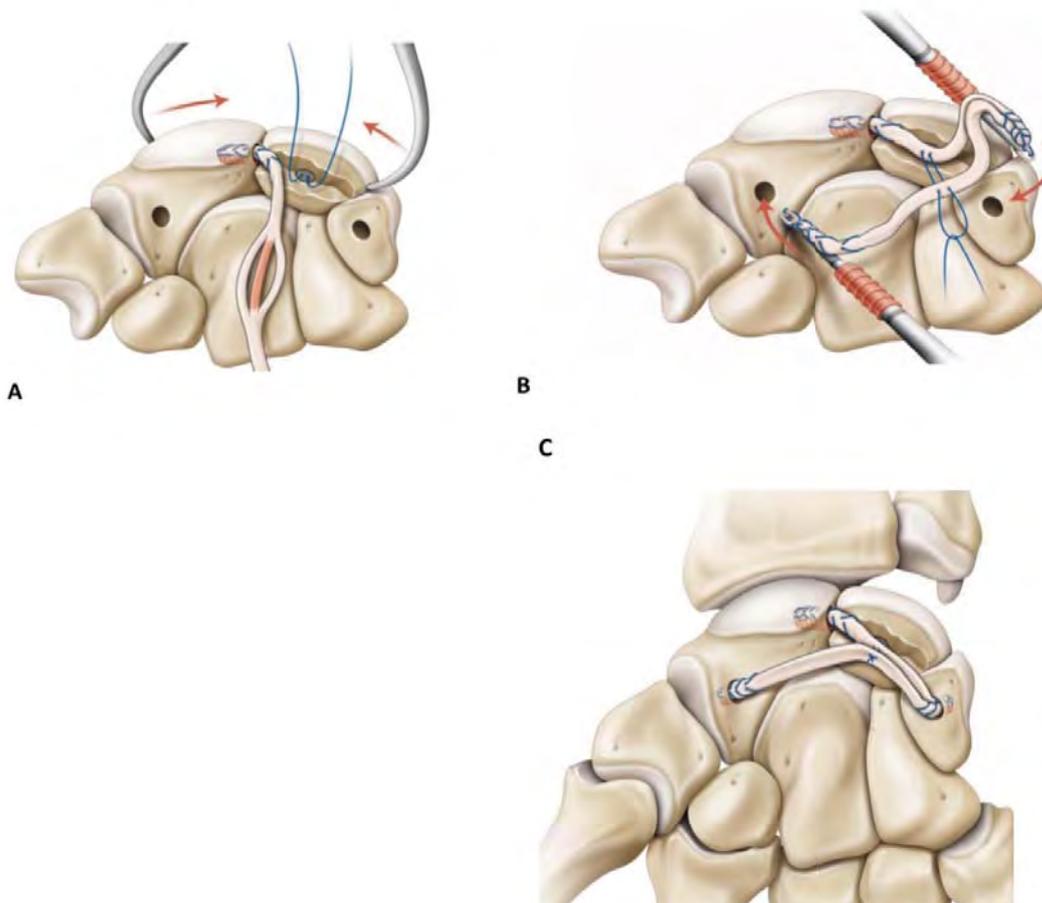


Figure 25 : SLIC procédure (schémas anatomiques du Pr. Dautel)

b) Technique opératoire modifiée (Figure 26) :

Les auteurs ont présenté une modification technique en décembre 2017 concernant la partie Luno-triquétrale de la ligamentoplastie.

En effet, en se basant sur de nouvelles données biomécaniques et suite à l'analyse préliminaire de leurs résultats, ils ont proposé une modification permettant d'améliorer et simplifier l'étape triquétrale afin d'obtenir une tension ligamentaire optimale et éviter la fragilisation du transplant.

Les premières étapes de l'intervention sont inchangées jusqu'à l'avivement de la corne postérieure du lunatum.

Puis, non plus une, mais deux ancres sont positionnées au sein de cette tranchée : une à proximité de l'interligne luno-triquétral (n°1) et une de l'interligne scapho-lunaire (n°2).

Un tunnel transosseux triquétral complet, est réalisé dans un plan sagittal avec une inclinaison oblique dorsopalmaire d'environ 20–30° depuis l'interligne luno-triquétrale vers le bord ulnaire du triquétrum (mèche canulée diamètre 3,0 mm). Le transplant est appliqué dans la tranchée lunarienne puis passé dans le tunnel triquétral. La tension ligamentaire est réglée par traction sur le transplant. Une fois l'obtention d'une tension optimale, le transplant est replié sur lui-même au sein de la tranchée et fixé par les fils de l'ancre n°1. Le premier jambage scapho-luno-triquétral est obtenu. L'obtention du second jambage triquétro-luno-scaphoïdien nécessite la réalisation d'un second tunnel borgne similaire, à la face postérieure le l'isthme scaphoïdien. L'extrémité libre du transplant est positionnée au sein de la tranchée en superposition avec le premier jambage, l'ensemble est fixé par les fils de l'ancre n°2. L'extrémité libre du transplant est fixée après faufileage, en tension au fond du second tunnel par ancrage en interférence. Suture capsulaire, rétinaculaire et cutanée pour finir.

La réalisation d'un tunnel transfixiant dans le triquétrum et le passage du transplant tendineux en son sein, permet de mieux contrôler la translation ulnaire du carpe en réalisant un véritable « verrou » ulnaire. Elle permet aussi de régler plus facilement la tension nécessaire afin d'assurer la stabilité optimale de la ligamentoplastie.

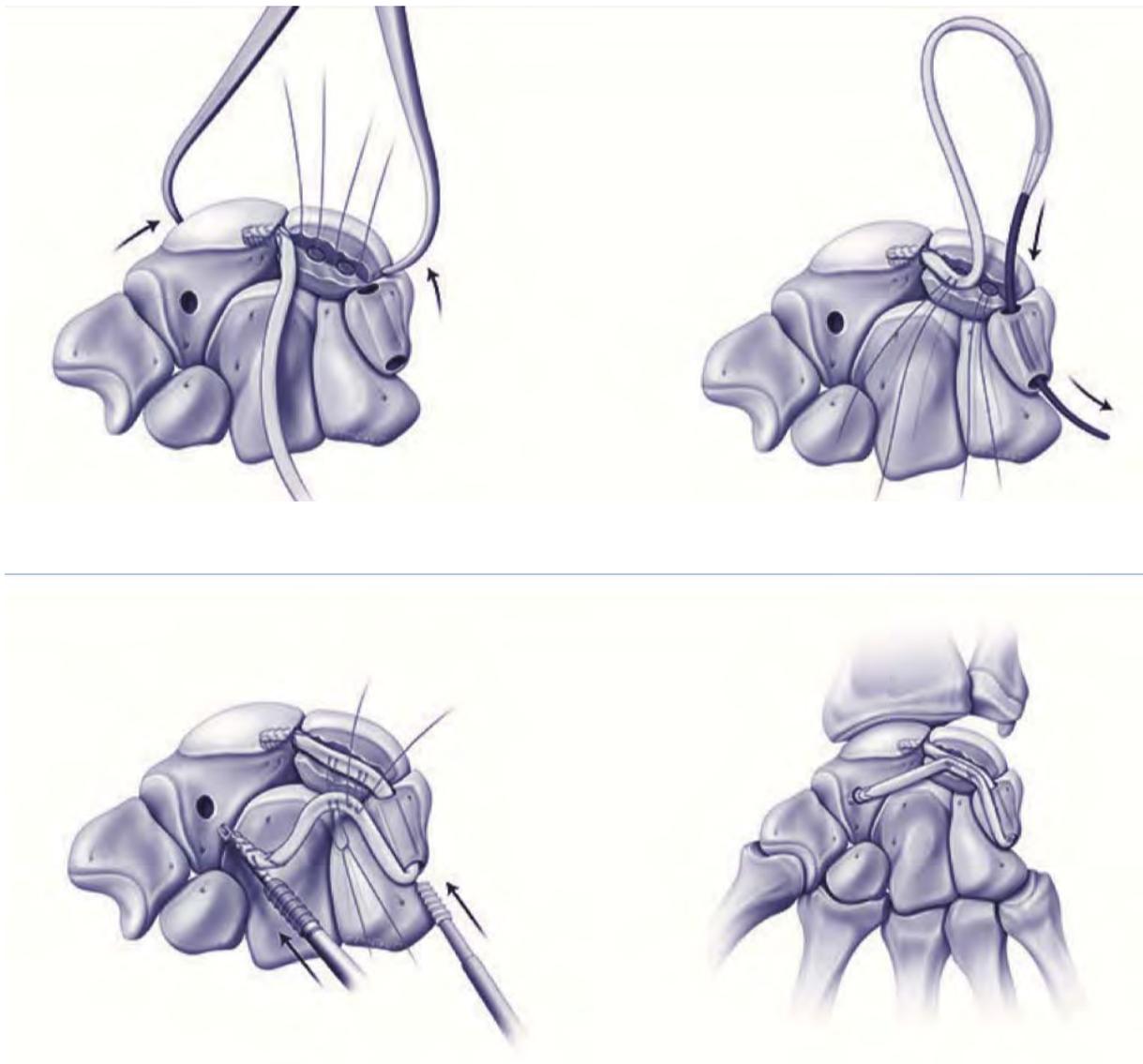


Figure 26 : SLIC procédure modifiée (schémas anatomiques du Pr. Dautel)

4. Suites opératoires :

Après la chirurgie, le poignet a été immobilisé dans une attelle thermoformée antébrachiopalmaire pour une durée de 2 mois. L'ablation des broches avait lieu à 2 mois de l'intervention, moment auquel les patients ont commencé leur rééducation selon un protocole précis avec un kinésithérapeute.

Aucune charge lourde sur le poignet n'a été autorisée pendant les 6 premiers mois.

5. Objectifs de la recherche :

Les résultats préliminaires des travaux de Athlani et al, sont encourageants concernant l'amélioration de la douleur et de la force. Certes, il existe un enraidissement articulaire, classique, mais semblant moins important en flexion palmaire comparé aux autres ligamentoplasties scapho-lunaires (15,30).

Il s'agit à l'heure actuelle des seules études évaluant la « SLIC procedure ».

De même, l'angle radio-scaphoïdien postérieur PRSA, apparait comme un indicateur de l'incongruence radio-scaphoïdienne sur les clichés scannographiques de profil (29).

Notre objectif principal était donc de rechercher une corrélation radiologique et fonctionnelle dans notre population, en post opératoire. L'étude analysera également la correction de l'angle PRSA en post opératoire. L'hypothèse serait qu'une correction de l'angle PRSA améliorerait les résultats cliniques et fonctionnels.

S'entendait par amélioration clinique et fonctionnelle, une diminution des douleurs et un gain de force et/ou de mobilité globale par rapport au préopératoire.

III. DEUXIÈME PARTIE : Étude radio-clinique rétrospective d'une série monocentrique de patients opérés d'une ligamentoplastie type SLIC.

A. Matériel et méthodes

1. Critères d'inclusions :

Nous avons inclus tous les patients ayant consulté pour un poignet douloureux chronique depuis plus de 3 mois avec un diagnostic confirmé d'instabilité scapho-lunaire chronique réductible, et opérés dans le service d'une ligamentoplastie de poignet SLIC entre 2014 et 2019.

Les patients devaient remplir les critères d'inclusion suivants :

- Ligamentoplastie de stabilisation scapho-lunaire isolée, selon la technique de SLIC.
- Recul radiographique d'au moins 12 mois postopératoires, incluant un bilan radiographique standard et dynamique au dernier recul.
- Diagnostic initial documenté au minimum d'un bilan radiographique dynamique du poignet symptomatique en pré-opératoire.

2. Critères d'exclusions :

Les patients présentant une instabilité scapho-lunaire secondaire à des pathologies ostéo-articulaires inflammatoires chroniques ou d'autres étiologies (ostéonécrose aseptique du lunatum ou du scaphoïde, pseudarthrose du scaphoïde, cal vicieux du radius) ont été exclus. Les patients présentant des lésions osseuses associées ont été exclus.

Les patients n'ayant pas eu de clichés standards et dynamiques de leur poignet symptomatique en préopératoire ou n'ayant pu les transmettre ont également été exclus.

3. Population finale :

Au final, nous avons mené une étude rétrospective, portant sur 22 patients (18 hommes et 4 femmes), d'âge moyen 39,7 ans lors de l'intervention (22-58ans), opérés de Septembre 2014 à juin 2019 au sein l'Institut de la Main Nantes Atlantique (ex Clinique Jeanne d'Arc) par quatre chirurgiens séniors, selon la même technique du SLIC initialement décrite par Dautel, en suivant les modifications ensuite apportées à celle-ci par son auteur. Tous ont bénéficié du même protocole postopératoire.

4. Évaluation clinique :

Les vingt-deux patients opérés ont été revus en consultation postopératoire avec un recul minimum de 12 mois.

Une évaluation clinique, radiographique et scanographique a alors été réalisée par un examinateur indépendant, après avoir recueilli le consentement de chaque patient.

Pour chaque patient, nous avons recueilli :

- le sexe
- l'âge lors de l'intervention
- le côté opéré et le côté dominant
- la date du traumatisme si elle était retrouvée, permettant de déterminer le délai entre le traumatisme et la réalisation d'une ligamentoplastie
- l'intoxication tabagique.
- la satisfaction du patient a été cotée selon le modèle suivant : très satisfait =1, satisfait =2, moyennement satisfait =3 ou pas du tout satisfait =4 .
- un contexte de microtraumatismes répétés que ce soit dans l'activité professionnelle ou de loisir était toujours recherché

Sur le plan clinique, des données objectives et subjectives ont été recueillies au cours de la consultation.

La douleur a été évaluée selon l'échelle visuelle analogique (EVA) de 0 à 10 au repos et à l'effort. La force de serrage, exprimée en Kg.F a été renseignée par utilisation du dynamomètre hydraulique de main de Jamar[®], du côté concerné et côté controlatéral. Les amplitudes articulaires actives maximales mesurées en degré ont été rapportées dans les mouvements de flexion, extension, inclinaison radiale et ulnaire et pronosupination. Le nombre de séance de kinésithérapie réalisées ainsi que la durée d'arrêt de travail ont également été renseignés.

La reprise du travail au même poste ou la nécessité d'un reclassement professionnel dans les suites étaient également recherchées.

L'évaluation du résultat fonctionnel a été réalisé par des questionnaires standardisés, remplis par les patients à la révision :

- Le Questionnaire Quick-DASH (Disability of Arm, Shoulder and Hand, cf annexes)

Mis au point en 1994 par des représentants de l'Institute for Work and Health (IWH) et l'American Academy of Orthopaedics Surgeons (AAOS) et traduit de l'américain par Dubert et al.(82). Seule la première partie, concernant les douleurs et les capacités dans les gestes de la vie quotidienne a été remplie par les patients. Il est coté sur 100, une réponse manquante sur les 11 items rend son interprétation caduque.

- Le Questionnaire PRWE (Patients-Rated Wrist Evaluation, cf annexes), qui est plus spécifique au poignet avec des items concernant des activités quotidiennes spécifiques et la douleur, la réponse à chacune des 15 questions est cotée de un à dix. La douleur est évaluée sur 50 points (5 questions), les activités quotidiennes (10 questions) sont ramenées de 100 à 50 points en divisant la somme des réponses par deux, ainsi les deux « notes » sur 50 sont additionnées, donnant un score final sur 100.

Plus ces scores sont bas, plus le patient est fonctionnellement compétant.

Ces derniers ont été traduit en langue Française (cf Annexes)

- Le Mayo Wrist Score, mis au point par l'équipe de la Mayo Clinic (83), noté sur 100. Il se décompose en 25 points pour la douleur, 25 points pour la fonction, 25 points pour le mouvement et 25 points pour la force. Un score supérieur à 90 est jugé excellent, bon de 80 à 90, moyen de 65 à 79 et mauvais si inférieur à 65.

Enfin, il était demandé aux patients s'ils s'estimaient améliorés sur la force et la stabilité, ou au contraire, rapportaient une plainte concernant la perte de mobilité.

5. Évaluation radiographique

Les patients ont tous eu un bilan radiographique standard de face et de profil en post opératoire immédiat. Lors de la consultation de révision, un bilan d'imagerie associant des radiographies selon les mêmes incidences qu'en préopératoire a été réalisé pour l'ensemble des patients. Les données suivantes ont été relevées systématiquement en pré et post opératoire au dernier recul : l'espace scapho-lunaire sur les clichés de face (ESL F) et poing serré (ESL PS), l'angle scapho-lunaire (ASL), l'angle radio-lunaire (ARL) et l'angle capito-lunaire (ACL) sur les clichés de profil. En post opératoire immédiat, seuls l'ESL F et l'ASL ont été mesurés.

Lors de la révision, on notait la présence d'éventuels signes de nécrose du pôle proximal du scaphoïde et/ou du lunatum ainsi que le développement d'une arthrose radio-scaphoïdienne et/ou médio-carpienne. On recherchait également la présence d'une ostéolyse autour des vis d'interférence. Sur les clichés de profil, l'existence d'une subluxation postérieure du scaphoïde responsable d'un contact avec la berge postérieure du radius était recherchée.

6. Évaluation scanographique postopératoire :

Un scanner sans injection de produit de contraste a pu être réalisé pour les 22 patients opérés. Cela nous a permis d'étudier les différents paramètres scanographiques (angle SL, PRSA, diastasis SL) de façon précise, d'analyser finement la restitution de la congruence articulaire du carpe, et de rechercher les possibles complications (signes indirects de nécrose du scaphoïde ou lunatum, atteinte arthrosique radio ou médio-carpienne).

La position d'acquisition des images, était la position dite « superman » (Figure 27). Les patients étaient allongés sur le ventre, la tête généralement tournée d'un côté, ce qui leur permettait de se coucher le plus à plat possible. Les bras étaient tendus au-dessus de la tête vers le centre de la table d'examen. Le bras et avant-bras du côté étudié étaient tendus en rectitude au-dessus de la tête, la main étant positionnée en pronation pour être le plus à plat possible, en position neutre de flexion/extension.

Cette position limitait l'irradiation CT dans la zone d'intérêt et minimisait l'irradiation des organes critiques tels que la tête et les yeux. Des oreillers et des blocs de mousse étaient placés sous les bras, la tête et le bas des jambes des patients pour plus de soutien et de confort.



Figure 27 : Position d'acquisition des images TDM, dite "position superman"

7. Mesures scannographiques :

L'ensemble des mesures scannographiques a été réalisé sur le logiciel HOROS[®] (logiciel de lecture d'image médicale en 64-bit pour Mac OS X basé sur OsiriX[™]).

Toutes les mesures scannographiques ont été réalisées par une seule et même personne, non radiologue, indépendant de la prise en charge chirurgicale.

L'angle radio-scaphoïdien postérieur (PRSA) était mesuré entre la ligne joignant le point le plus postérieur du scaphoïde, et la tangente à la surface articulaire radiale, sans tenir compte des ostéophytes, comme précisé par Gondim Teixeira(29) (Figure 28).

La subluxation postérieure du scaphoïde était mesurée en prenant la parallèle à l'axe du radius, ayant pour origine la berge articulaire dorsale du radius. Nous avons mesuré la distance séparant cette parallèle du point le plus postérieur du pôle proximal du scaphoïde. Les différences étant subtiles nous avons désigné arbitrairement par « scaphoïde bordant » tous les débordements du scaphoïde inférieurs à 2 mm en rapport avec cette parallèle. Au-delà de 2 mm nous avons considéré que ce débordement représentait une subluxation vraie.

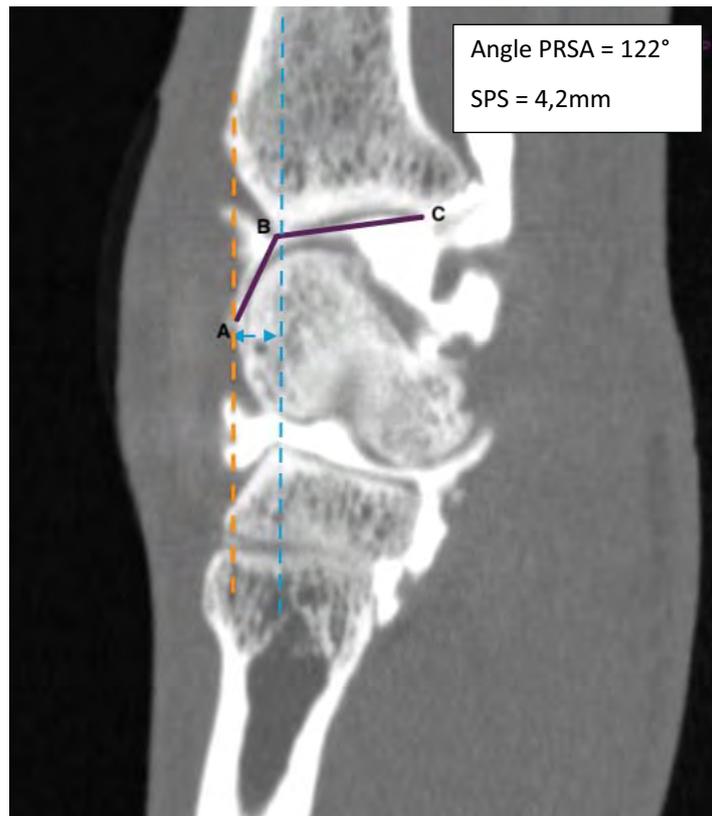


Figure 28 :Méthode de mesure scanographique de l'angle radio-scaphoïdien postérieur PRSA (en violet) et de la subluxation postérieure du scaphoïde SPS (double flèche bleue) .

Ligne bleue en pointillé = parallèle à l'axe du radius passant par la berge postérieure du radius. Ligne orange en pointillé parallèle à l'axe du radius passant par le point le plus postérieur du scaphoïde.

8. Analyse Statistique :

Des statistiques descriptives incluant moyenne et intervalle ont été réalisées à partir des données relevées. Les moyennes obtenues en pré opératoire et au dernier recul ont été comparées en utilisant le test des rangs signés de Wilcoxon pour données appariés avec des différences jugées significatives au risque d'erreur de 5% ($p < 0,05$).

Un test de Mann et Whitney a été réalisé pour la comparaison en sous-groupe (PRSA inférieur ou supérieur à 106°) avec des différences jugées significatives au risque d'erreur de 5% ($p < 0,05$).

9. Cadre réglementaire

Le consentement oral des participants a été recueilli après information orale et écrite sur le déroulement de l'étude et la liberté de participation (Annexe 4). Les données obtenues ont été anonymisées, chaque participant étant désigné par un code non identifiable.

Cette étude n'a bénéficié d'aucun financement.

B. Résultats

1. Données épidémiologiques

Vingt-deux patients (18 hommes et 4 femmes), d'âge moyen 39,7 ans lors de l'intervention (22-58ans), ont été opérés de Septembre 2014 à juin 2019 au sein de l'Institut de la Main Nantes Atlantique (ex Clinique Jeanne d'ARC) par quatre chirurgiens séniors, d'une ligamentoplastie de type « SLIC procédure »

Le mécanisme lésionnel (quand il était rapporté) était systématiquement une hyperextension avec torsion du poignet. Neufs patients étaient travailleurs manuels.

Le délai moyen entre le traumatisme et la prise en charge chirurgicale était de 17,9 mois (3-120 mois).

Il s'agissait d'un accident de travail dans 3 cas.

La durée moyenne d'arrêt de travail était de 5,2 mois (1-24 mois) en post opératoire et 81,8% % des patients ont pu reprendre le travail au même poste. Quatre patients ont bénéficié d'un reclassement professionnel. Deux patients ont été déclarés inaptes à la poursuite de leur travail et sont en invalidité.

Une patiente (P16) a été réopérée précocement (9mois) pour mise en place d'un implant d'interposition en pyrocarbone type APSI® (*Adaptive Proximal Scaphoid Implant*), devant l'apparition d'une nécrose du pôle proximal du scaphoïde. Elle a été exclue de l'analyse scannographique post opératoire.

Le suivi moyen à la révision était de 28,3 mois (extrêmes 12-65 mois).

Tableau 2 : Caractéristiques de la population étudiée

N° PATIENT	Age	Sexe	Travail Manuel	Coté dominant	Coté traumatisé	Délai Post traumatique (Mois)	Intervention
P1	39	M	Non	Droit	Gauche	11	SLIC 1
P2	47	M	non	Droit	Droit	5	SLIC 1
P3	36	M	Non	Droit	Droit	8	SLIC 1
P4	22	F	Oui	Droit	Droit	10	SLIC 1
P5	22	M	Oui	Gauche	Droit	16	SLIC 1
P6	45	M	Non	Droit	Droit	120	SLIC 1
P7	53	M	Oui	Droit	Droit	14	SLIC 1
P8	48	M	Non	Droit	Droit	24	SLIC 1
P9	58	M	Non	Droit	Gauche	10	SLIC 2
P10	40	M	Non	Droit	Droit	15	SLIC 2
P11	30	M	Non	Gauche	Gauche	3	SLIC 2
P12	23	M	Non	Droit	Gauche	48	SLIC 2
P13	34	M	Oui	Droit	Droit	24	SLIC 2
P14	40	M	Oui	Gauche	Gauche	7	SLIC 2
P15	35	M	Non	Droit	Droit	14	SLIC 2
P16	49	F	Non	Droit	Droit	11	SLIC 2
P17	46	F	Non	Droit	Gauche	3	SLIC 2
P18	43	M	Oui	Droit	Droit	NR	SLIC 2
P19	29	M	Oui	Droit	Droit	10	SLIC 2
P20	46	M	Non	Droit	Droit	6	SLIC 2
P21	56	F	Non	Droit	Gauche	5	SLIC 2
P22	32	M	Oui	Droit	Gauche	12	SLIC 2
Moyenne	39,7					17,9	8 SLIC 1 14 SLIC 2

-SLIC 1 : Ligamentoplastie « SLIC procedure » première version ;

- SLIC 2 : Ligamentoplastie « SLIC procedure » deuxième version

2. Données cliniques préopératoires :

Le poignet droit était concerné dans 14 cas, contre 8 cas pour le gauche. Le poignet dominant était atteint pour 15 patients soit 68% des cas. Durant la consultation initiale, chaque patient a bénéficié d'un bilan d'imagerie récent associant radiographies standard de face et profil strict, des clichés dynamiques de face (*poing serré*), de face en inclinaison radiale et ulnaire, ainsi qu'un arthroscanner du poignet atteint.

Tous présentaient une instabilité scapho-lunaire chronique datant de plus de 3 mois, statique réductible, selon la classification de WATSON (11), correspondant aux stades 3 et 4 de la classification de Garcia-Elias. Dix-sept patients ne présentaient aucun signe d'arthrose radio-scaphoïdienne et/ou médiocarpienne sur les clichés radiographiques. Quatre patients présentaient une chondrite du pôle proximal du scaphoïde.

Cinq patients présentaient une arthrose stylo-scaphoïdienne débutante avec chondropathie modérée. Un patient présentait une arthrose radio-scaphoïdienne évoluée avec début de chondropathie médio-carpienne. Devant l'âge jeune du patient, une SLIC procédure a tout de même été proposée, la seule autre alternative thérapeutique étant l'arthrodèse partielle, théoriquement plus enraidissante.

Dans tous les cas, une rupture du ligament interosseux scapho-lunaire avec passage de produit de contraste a été retrouvée à l'arthroscanner (Figure 17). Sur les clichés radiographiques de profil et/ou sur les incidences scannographiques sagittales, 12 patients présentaient une subluxation postérieure du scaphoïde (par rapport à la corne postérieure du lunatum et à la focette articulaire scaphoïdienne), 3 présentaient un scaphoïde dit « bordant » (SPS inférieure à 2mm) (Tableau 2).

Tableau 3 : Caractéristiques radiologiques préopératoires des patients de l'étude

Tableau 3 N° PATIENT	Arthroscanner	SPS	Arthrose SS / RS / MC	Chondrite
P1	Chondrite pole prox	N	-	PPS
P2	RAS	O	-	
P3	SLAC 1	O	SS	
P4	Non dispo	O	-	
P5	RAS	N	-	
P6	Chondrite pole prox	N	-	PPS
P7	SLAC 1	O	SS	
P8	SLAC 1	O	SS	
P9	SLAC 1	O	SS	
P10	Chondrite pole prox	O	-	PPS
P11	RAS	O	-	
P12	SLAC 2	O	RS	MC
P13	SLAC 1	O	SS	
P14	RAS	Bordant	-	
P15	RAS	O	-	
P16	RAS	Bordant	-	
P17	RAS	N	-	
P18	RAS	N	-	
P19	RAS	N	-	
P20	RAS	Bordant	-	
P21	Chondrite pole prox	O	-	PPS
P22	RAS	O	-	
	5 SLAC 1 1 SLAC 2	12 SPS 3 bordant	17 sans arthrose	4 PPS 1 MC

SPS : Subluxation postérieure du Scaphoïde ;

SS : Stylo-scaphoïdienne ; RS : radio-scaphoïdienne ; MC : médio-carpienne

PPS : Pôle proximal du scaphoïde

O : oui ; N : Non

a) *Examen des amplitudes articulaire postopératoire :*

Au dernier recul, l'arc de mobilité moyen en flexion-extension était significativement diminué, passant à 105,5 ° (46,4° en flexion et 59,1° en extension) contre 129,7° en préopératoire (64,5° de flexion et 65,2° d'extension), soit une perte de 24,2° ($p < 0,05$). Cela représentait 72,8% de l'arc de mobilité en flexion-extension du poignet controlatéral.

Les mobilités en inclinaison radiale et ulnaire postopératoires étaient respectivement de 14,5° et 29,3°.

Il existait une perte significative de la flexion en post opératoire ($p < 0,05$). On notait pour l'ensemble des autres mobilités une absence de différence significative ($p > 0,05$).

La force de serrage moyenne (GRASP au JAMAR[®]) est passée de 28,8 Kg.F en préopératoire, à 31,8Kg.F en postopératoire, soit 82,8% en comparaison avec le coté sain controlatéral, avec un gain par rapport au préopératoire de 13,9% ($p > 0,05$) (Tableaux 4a,4b et 4c).

b) *Évaluation fonctionnelle :*

Au dernier recul, nous avons observé une amélioration significative de l'évaluation de la douleur au repos (EVA à 0,6 contre 3,1 en pré opératoire) comme à l'effort (EVA 3,3 contre 7 en pré opératoire) soit 45% de patients non douloureux ou avec une douleur légère (0 à 3) à l'effort.

Sur le plan fonctionnel, les scores Quick DASH[®] et PRWE[®] étaient significativement améliorés passant de 48 points en préopératoire à respectivement 22,7 et 22,5 points en postopératoire (Tableaux 4a,4b et 4c).

Le Mayo Wrist Score (MWS) moyen post opératoire était satisfaisant (75,2 points) .

Soixante-treize pourcents des patients se disaient satisfaits ou très satisfaits de l'intervention.

En moyenne, 51 séances de physiothérapie (de 0 à 300 séances) ont été effectuées sur une durée moyenne de 7 mois et demi postopératoire.

c) Résultats cliniques et fonctionnels préopératoire (tableau 4a) et au dernier recul (tableau 4b). Comparaison des données moyennes (tableau 4c).

Tableau 4a N° PATIENT	EVA Repos	EVA Effort	Jamar coté lésé	Jamar CL	F	E	IR	IU	QD	PRWE
P1	2	6	42	39	70	70	20	40	45,45	40
P2	0	4	40	50	70	30	20	20	59,09	63
P3	4,5	6,5	10	24	70	50	5	20	43,18	38
P4	2	9	38	32	70	75	15	40	54,55	55
P5	0	7	45	50	80	80	10	40	22,73	12
P6	3	9	30	39	70	70	20	35	52	49,5
P7	0	8	17	25	60	80	20	30	29,5	29,5
P8	0	8	30	50	70	80	15	30	68,18	48,5
P9	8	10	15	38	40	50	10	20	75	75
P10	2	9	50	55	75	70	15	40	38,64	49,5
P11	3,5	7	20	40	70	70	15	30	59,09	71,5
P12	7	8	20	45	40	55	5	15	68,18	81,5
P13	0	6,5	35	50	70	70	30	40	43,18	38
P14	6	9	20	30	75	75	30	40	61,36	60,5
P15	2	3	30	38	80	80	25	50	43,18	42
P16	4	9	15	20	60	60	15	20	52	49,5
P17	10	10	10	20	40	30	20	30	75	78,5
P18	0	0	30	42	60	70	15	20	27,27	29,5
P19	5	9	30	60	70	70	15	20	25	20
P20	2	5,5	40	40	70	70	15	40	45,45	55
P21	0	3,5	20	20	40	60	15	25	22,73	20
P22	7,5	7,5	48	42	70	70	20	40	45,45	49,5
Moyenne	3,1	7	28,8	38,6	64,5	65,2	16,8	31,1	48	48

Tableau 4b	Recul (Mois)	EVA Repos	EVA Effort	Jamar opéré (Kg.F)	Jamar CL (Kg.F)	F(°)	E (°)	IR(°)	IU(°)	QD	PRWE	MWS
N° PATIENT												
P1	65	1	1,5	39	39	70	70	20	30	4,55	6	100
P2	59	0	0	48	50	60	60	10	20	0	3	100
P3	46	1	3	18	24	50	50	10	20	18,18	14	80
P4	45	0	6	30	32	60	70	10	40	52,27	39	70
P5	38	0	2	50	50	80	70	24	40	0	4,5	90
P6	39	1	6	39	39	10	70	5	15	45,45	42,5	80
P7	31	3	5	20	25	35	50	10	25	54,55	41,5	50
P8	29	0	5	36	50	40	55	10	20	36,36	32	70
P9	27	2	4,5	24	38	60	40	10	40	20,45	32,5	75
P10	24	0	4	55	55	70	70	10	40	18,18	18	95
P11	24	0	2	22	40	60	60	10	40	15,91	16,5	85
P12	24	2	4,5	38	45	55	70	15	35	31,82	35	80
P13	24	0	0	50	50	50	65	20	30	6,82	7,5	100
P14	24	0	0	42	30	50	80	30	50	4,55	11	100
P15	24	0	4	38	38	20	60	15	20	34,09	17	80
P16	13	2	8	8	20	30	50	0	25	55	66	15
P17	18	2	4	15	20	55	70	30	40	6,82	17,5	80
P18	15	0	3	38	42	10	50	10	15	34	32,5	35
P19	14	0	4	12	60	25	30	10	20	36,36	32	25
P20	14	0	0	32	40	40	40	20	20	2,27	6	75
P21	14	0	0	18	20	40	70	20	30	18,18	11	95
P22	12	0	5	28	42	50	50	20	30	4,55	11	75
Moyenne	28,3	0,6	3,3	31,8	38,6	46,4	59,1	14,5	29,3	22,7	22,5	75,2

Tableau 4c	Préopératoire	Postopératoire	p(wilcoxon)
Données Moyennes			
EVA Repos	3,1 (0-10)	0,6 (0-3)	0,002
EVA Effort	7 (0-10)	3,3 (0-8)	0,0001
Jamar® Opéré	28,9 (10-50)	31,8 (8-55)	0,13
Jamar® CL	38,6 (20-60)	38,6 (20-60)	NA
F	64,5° (40-80)	46,4° (10-80)	0,002
E	65,2° (30-80)	59,1° (30-80)	0,12
Arc Flex/ext °	129,7° (70-160)	105,5° (55-150)	0,008
IR	16,8° (5-30)	14,5° (0-30)	0,198
IU	31,1° (15-50)	29,3° (15-50)	0,56
QD	48 (22,7-75)	22,7 (0-55)	0,001
PRWE	48 (12-81,5)	22,5 (3-66)	0,006

Tableau 4 a, 4b et 4c : Résultats cliniques et fonctionnels préopératoires (4a) et au dernier recul (4b). Comparaison des données moyennes (4c).

- Entre parenthèses : valeurs minimales et maximales

-EVA : Échelle Visuelle Analogique de la douleur au repos et à l'effort (0 à 10).

-Jamar® : Force de serrage en Kg.F du coté traumatisé opéré et controlatéral (CL).

-Amplitudes articulaires dans les mouvements de Flexion (F), Extension (E), Inclinaison radiale (IR), inclinaison ulnaire (IU) mesurées en degrés.

-QD : score fonctionnel QuickDash® (/100).

-PRWE : Score fonctionnel Patient Rated Wrist Evaluation ou PRWE® (/100).

-MWS : score fonctionnel Mayo Wrist Score ou MWS® (/100)

-p : différence statistiquement significative si $<0,05$.

3. Évaluation Radiologique

Concernant l'analyse radiographique, l'espace scapho-lunaire de Face, ESL F, est passé de 4,7mm en préopératoire à 3,6mm en moyenne au dernier recul. Cette amélioration était significative ($p<0,05$) (figure 27).

L'espace scapho-lunaire poing serré, ESL PS était de 4,1mm en moyenne, en postopératoire. L'ASL était amélioré en post opératoire immédiat d'en moyenne 24,6°, passant de 81,1° en préopératoire à 56,5° en post opératoire immédiat. Lors de la révision, l'ASL moyen était de 73,5°. On notait une amélioration significative de l'ASL au dernier recul ($p<0,05$).

L'angle scapho-lunaire a été normalisé en postopératoire ($<70^\circ$) uniquement pour 9 patients. L'angle capito-lunaire a été normalisé en postopératoire (valeur $>-15^\circ$) pour 12 patients.

Sur l'examen scannographique, on notait, au dernier recul, cinq subluxations postérieures du scaphoïde contre 12 en préopératoire (un cas bordant).

La subluxation postérieure du scaphoïde a été entièrement corrigée chez quinze patients (Tableau 5a ; figure 25)

L'angle radio-scaphoïdien postérieur PRSA, a été significativement corrigé, de 8,4 ° en moyenne passant de 112,7° à 104,2°($p<0,05$).

a) Résultats radiographiques préopératoire et au dernier recul (tableau 5a).
 Comparaison des données moyennes (tableau 5b).

Tableau 5a												
Patients		ESL F (°)	ASL (°)	ACL (°)	SPS (mm)	PRSA (°)		ESL F (°)	ASL (°)	ACL (°)	SPS (mm)	PRSA (°)
P1	Pré opératoire	5	90	-20	0	110	Dernier recul	3,8	79	-16	2	99
P2		6,2	80	-22	4,2	122		3,3	60	-3	2	104
P3		6	93	-27	2,3	127		3	76	10	0	104
P4		4,2	86	-5	3,5	121		2,7	79	-12	2,6	106
P5		6,1	80	-9	0	117		3	80	-24	0	104
P6		3,7	78	-20	0	97		4	78	-10	0	103
P7		4,3	60	-22	3,3	115		2,5	65	6	0	112
P8		6	90	0	3,5	113		3,9	39	45	0	85
P9		5	88	-39	5,6	120		5	102	-47	3	117
P10		6,1	90	-13	2,5	117		4,5	90	0	0	100
P11		5,9	110	-35	5,5	125		4	79	-14	0	115
P12		6,7	72	-2	2,1	117		1,7	64	-6	0	100
P13		3,4	64	20	2,7	116		2,6	40	25	0	96
P14		1,8	76	-20	1,5	103		2,8	81	-32	0	104
P15		3,2	85	-22	2	110		3,8	68	-21	0	105,5
P16		2,8	81	-10	1	114		4,5	62	-11	NA	NA
P17		6,3	78	-16	0	98		6	88	-35	3	114
P18		2,3	75	0	0	80		2	51	10	0	92
P19		3,2	71	-18	0	100		4,6	110	-31	0	100
P20		4,6	85	-12	1,7	110		4	79	-9	0	105
P21		6,5	82	-25	2	122		3	78	-15	1,7	114,5
P22		3,2	71	-34	4	125		3,7	69	-26	0	108

Tableau 5b Données Moyennes	Préopératoire	Postopératoire	p(wilcoxon)
ESL (mm)	4,7 (1,8-6,7)	3,6 (1,7-6)	0,01
ASL (°)	81,1 (60-110)	73,5 (39-110)	0,038
ACL (°)	-16 (-39 – 20)	-10,8 (-47 – 45)	0,15
SPS (mm)	2,2 (0-5,6)	0,7 (0-3)	0,006
PRSA (°)	112,7 (80-127)	104,2 (85-117)	0,005

Tableau 5 a et 5b: Résultats radiographiques préopératoire et au dernier recul (tableau 5a). Comparaison des données moyennes (tableau 5b).

- Entre parenthèses : valeurs minimales et maximales
- ESL F : espace scapho-lunaire de face mesuré en millimètre
- ASL : Angle scapho-lunaire mesuré en degrés
- ACL : Angle capito-lunaire mesuré en degrés
- SPS : subluxation postérieure du scaphoïde mesurée en millimètre
- PRSA : Posterior Radioscaphoid Angle ou angle radio-scaphoïdien postérieur mesuré en degrés
- p : différence statistiquement significative si <0,05.
- En vert les patients pour lesquels la SPS a été complètement corrigée.

b) Comparaison des données radiographiques en postopératoire immédiat et au dernier recul (tableau 6a). Comparaisons des données moyennes (tableau 6b).

Nous avons comparé l'ESL F et l'ASL en post opératoire immédiat et au dernier recul. Il existait une différence significative ($p < 0,05$) avec une augmentation moyenne d'un millimètre pour l'ESL F (2,6mm à 3,6mm) et de 18,5° pour l'ASL (56,5° à 75°).

Tableau 6a		ESL F	ASL		ESL F	ASL
Patients						
P1	POI	2	60	Dernier recul	3,8	79
P2		2,5	47		3,3	60
P3		2,5	70		3	76
P4		2,7	78		2,7	79
P5		2,5	74		3	80
P6		3	70		4	78
P7		2,5	56		2,5	65
P8		2,5	40		3,9	39
P9		3	69		5	102
P10		2	60		4,5	90
P11		3,9	50		4	79
P12		2,8	46		1,7	64
P13		1,8	49		2,6	40
P14		1,8	41		2,8	81
P15		5	69		3,8	68
P16		1,8	43		4,5	62
P17		4,5	70		6	88
P18		2,2	42		2	51
P19		1	42		4,6	110
P20		3,2	70		4	79
P21		2	50		3	78
P22		3	48		3,7	69

Tableau 6b	POI	Postopératoire	p(wilcoxon)
Données Moyennes			
ESL F (mm)	2,6 (1-5)	3,6 (1,7-6)	0,004
ASL (°)	56,5 (40-78)	73,5 (39-110)	0,00007

Tableau 6a et 6b : Résultats radiographique et postopératoire immédiat et au dernier recul. Comparaison des données moyennes en postopératoire immédiat et au dernier recul.

- *Entre parenthèses : valeurs minimales et maximales*
- *ESL F : espace scapho-lunaire de face mesuré en millimètre*
- *ASL : Angle scapho-lunaire mesuré en degrés*
- *POI : Post opératoire immédiat*
- *p : différence statistiquement significative si $<0,05$.*

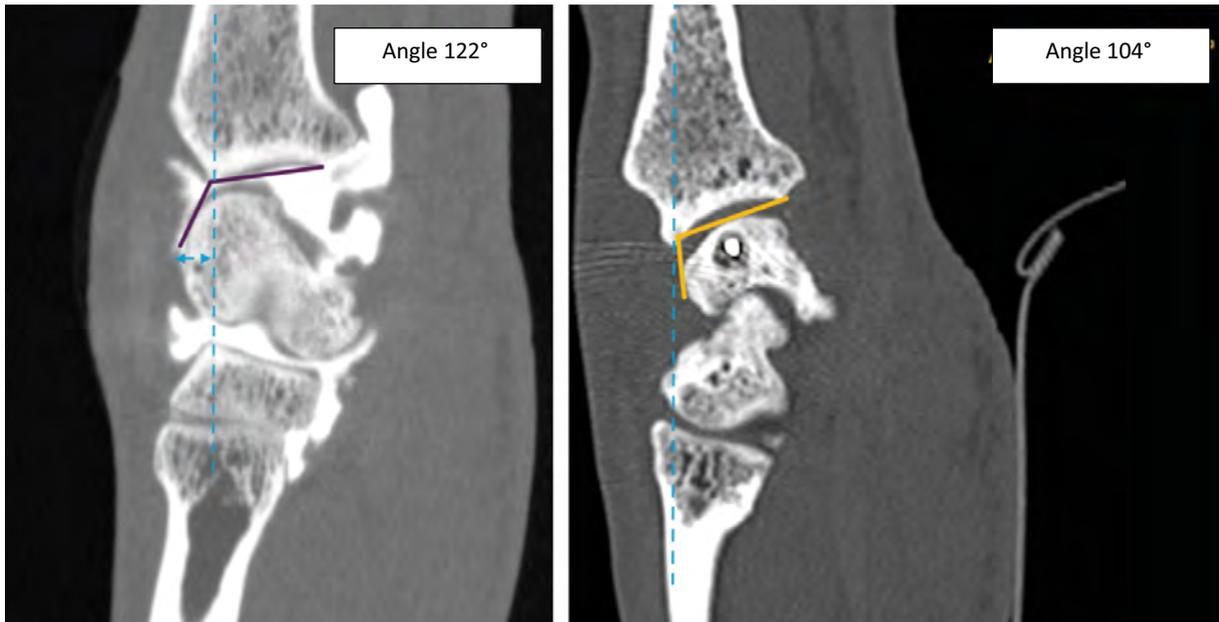


Figure 29 : Coupes TDM sagittales montrant la correction de l'angle PRSA et de la Subluxation Postérieure du Scaphoïde obtenue en post opératoire (cas de notre série(Patient P2) au recul de 46 mois ; ligne point-tillé bleu représentant la tangente à la marge postérieure du radius ; double flèche représentant la Subluxation Postérieure du Scaphoïde)



Figure 30 : Coupe coronales TDM montrant la persistance d'un diastasis SL post opératoire. Patient P2 à 46 mois post opératoire.

c) *Résultats cliniques et radiographiques en fonction de la valeur l'angle PRSA (supérieure ou inférieure à 106°) (Tableau 7a et 7b). Comparaison des résultats au dernier recul selon la valeur de l'angle PRSA (Tableau 7c).*

Afin de tester notre hypothèse initiale, nous avons réparti les patients en deux groupes en fonction de la valeur de l'angle PRSA postopératoire (supérieure ou inférieure à 106°).

La valeur seuil de 106° a été choisi en se basant sur les travaux initiaux de Gondim Teixeira (29) rapportant une valeur de l'angle PRSA de 98° +/- 8° dans la population contrôle sans lésion SL. Nous avons ensuite comparé les données moyennes des paramètres cliniques, radiographiques et fonctionnels au sein de ces deux groupes (Tableau 7a, 7b et 7c).

La comparaison des résultats postopératoires en fonction de la valeur de l'angle PRSA, a révélé **une force de serrage significativement augmentée ($p < 0,05$) au sein du groupe PRSA < 106°.**

La douleur au repos comme à l'effort était moins importante dans ce groupe.

De même, les scores fonctionnels QuickDash®, PRWE® et MayoWrist Score® étaient également meilleurs dans ce groupe.

Il s'agissait là de tendances, sans qu'il n'y ait de différences significatives.

Concernant les amplitudes articulaires, il n'y avait, au dernier recul, aucune différence significative de mobilités articulaires en flexion-extension entre les deux groupes.

Tableau 7a		Groupe PRSA<106°													
	EVA Repos	Eva Effort	Jamar Opéré	Jamar CL	F post op	E post op	IR post op	IU post op	QD post op	PRWE post op	MWS post op	ESL F post op (mm)	ESL PS post op (mm)	ASL post op (°)	SPS post op
P1	1	1,5	39	39	70	70	20	30	4,55	6	100	3,8	3,8	79	2
P2	0	0	48	50	60	60	10	20	0	3	100	3,3	4,4	60	2
P3	1	3	18	24	50	50	10	20	18,18	14	80	3	3	76	0
P5	0	2	50	50	80	70	24	40	0	4,5	90	3	4,2	80	0
P6	1	6	39	39	10	70	5	15	45,45	42,5	80	4	4	78	0
P8	0	5	36	50	40	55	10	20	36,36	32	70	3,9	4,5	39	0
P10	0	4	55	55	70	70	10	40	18,18	18	95	4,5	4,5	90	0
P12	2	4,5	38	45	55	70	15	35	31,82	35	80	1,7	2,6	64	0
P13	0	0	50	50	50	65	20	30	6,82	7,5	100	2,6	3	40	0
P14	0	0	42	30	50	80	30	50	4,55	11	100	2,8	1,8	81	0
P15	0	4	38	38	20	60	15	20	34,09	17	80	3,8	5,5	68	0
P18	0	3	38	42	10	50	10	15	34	32,5	35	2	3	51	0
P19	0	4	12	60	25	30	10	20	36,36	32	25	4,6	6	110	0
P20	0	0	32	40	40	40	20	20	2,27	6	75	4	4	79	0

Tableau 7b		Groupe PRSA>106°													
	EVA Repos	Eva Effort	Jamar Opéré	Jamar CL	F post op	E post op	IR post op	IU post op	QD post op	PRWE post op	MWS post op	ESL F post op (mm)	ESL PS post op (mm)	ASL post op (°)	SPS post op
P4	0	6	30	32	50	50	10	20	52,27	39	70	2,7	3	79	2,6
P7	3	5	20	25	35	50	10	25	54,55	41,5	50	2,5	2,5	65	0
P9	2	4,5	24	38	60	40	10	40	20,45	32,5	75	5	5	102	3
P11	0	2	22	40	60	60	10	40	15,91	16,5	85	4	4,5	79	0
P17	2	4	15	20	55	70	30	40	6,82	17,5	80	6	8	88	3
P21	0	0	18	20	40	70	20	30	18,18	11	95	3	4	78	1,7
P22	0	5	28	42	50	50	20	30	4,55	11	75	3,7	3,7	69	0

Données Moyennes	PRSA < 106°	PRSA > 106°	p (M-W)
EVA Repos	0,4	1	0,304
Eva Effort	2,6	3,8	0,186
Jamar Opéré	38,2	22,4	0,007
Jamar CL	43,7	31	NA
F post op	45	50	0,7
E post op	60	55,7	0,399
QD post op	19,5	24,7	0,5
PRWE post op	18,64	24,1	0,295
MWS post op	79,3	75,7	0,308
ESL F post op (mm)	3,36	3,8	0,626
ESL PS post op (mm)	3,88	4,4	0,764
ASL post op (°)	73,43	80	0,454
SPS post op (mm)	0,29	1,5	0,035

Tableau 7a, 7b et 7c : Résultats cliniques et radiographiques des sous-groupes PRSA <106° et PRSA > 106°. Comparaison des données moyennes (Tableau 7c).

-EVA : Échelle Visuelle Analogique de la douleur au repos et à l'effort (0 à 10).

-Jamar® : Force de serrage en Kg.F du côté traumatisé opéré et controlatéral (CL).

-Amplitudes articulaires dans les mouvements de Flexion (F), Extension (E), Inclinaison radiale (IR), inclinaison ulnaire (IU) mesurées en degrés.

-QD : score fonctionnel QuickDash® (/100).

-PRWE : Score fonctionnel Patient Rated Wrist Evaluation ou PRWE® (/100).

-MWS : score fonctionnel Mayo Wrist Score ou MWS® (/100)

-ESL F : espace scapho-lunaire de face mesuré en millimètre

-ESL PS : espace scapho-lunaire poing serré mesuré en millimètre

-ASL : Angle scapho-lunaire mesuré en degrés

-SPS : subluxation postérieure du scaphoïde mesurée en millimètre

-ACL : Angle capito-lunaire mesuré en degrés

-PRSA : Posterior Radioscaphoid Angle ou angle radio-scaphoïdien postérieur mesuré en degrés

-p : différence statistiquement significative si <0,05.

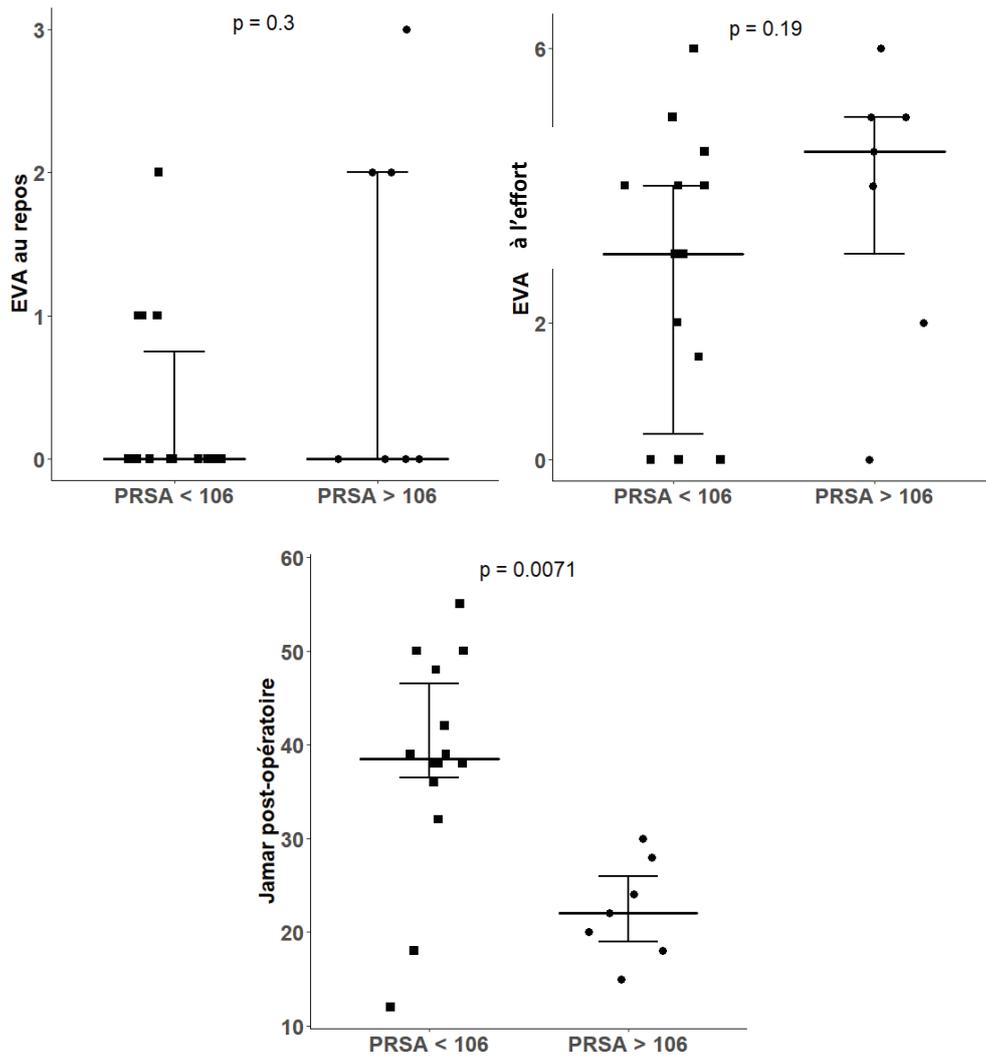


Figure 31 : Box Plot représentant la douleur au repos et à l'effort et le Jamar en postopératoire dans les groupes PRSA inférieur et supérieur à 106°

La comparaison des valeurs strictes des mobilités postopératoires ou de la force nous paraissant peu parlante, nous avons également relevé les évolutions des différences de mobilité et de force entre le pré et le postopératoire, ainsi que leurs taux de variation (Tableau 8)(les résultats détaillés sont rapportés en annexe 5).

Tableau 8	PRSA<106°	PRSA>106°	p (Mann-Whitney)
Δ JAMAR pré/post (Kg.F)	5,9	-1,6	0,08
Tx Variation JAMAR pré/post	27,1 %	9,3 %	0,3
Δ mobilité Flex pré/post (°)	-24,3	-4,23	0,08
Δ mobilité Ext pré/post (°)	-7,1	-3,6	1
Δ mobilité globale pré/post (°)	-31,4	-7,86	0,2
Tx Variation Mobilité globale pré/post	-20,9 %	1 %	0,22

Tableau 2 : Analyse en sous-groupes. Évolution des différences de mobilité et de force entre pré et postopératoire. Taux de variation de la force et des mobilités globale.

Δ : Delta = Mesure postopératoire -mesure préopératoire ;

Tx : Taux de variation =(valeur arrivée -valeur départ)/valeur départ

Le gain de force était plus important au sein du groupe PRSA<106° (+27,1%).

La perte de mobilité globale était plus importante dans le groupe PRSA <106° (-21%), majoritairement dans le secteur de flexion.

Il s'agissait de tendances, les différences entre les 2 groupes n'étant pas statistiquement significatives.

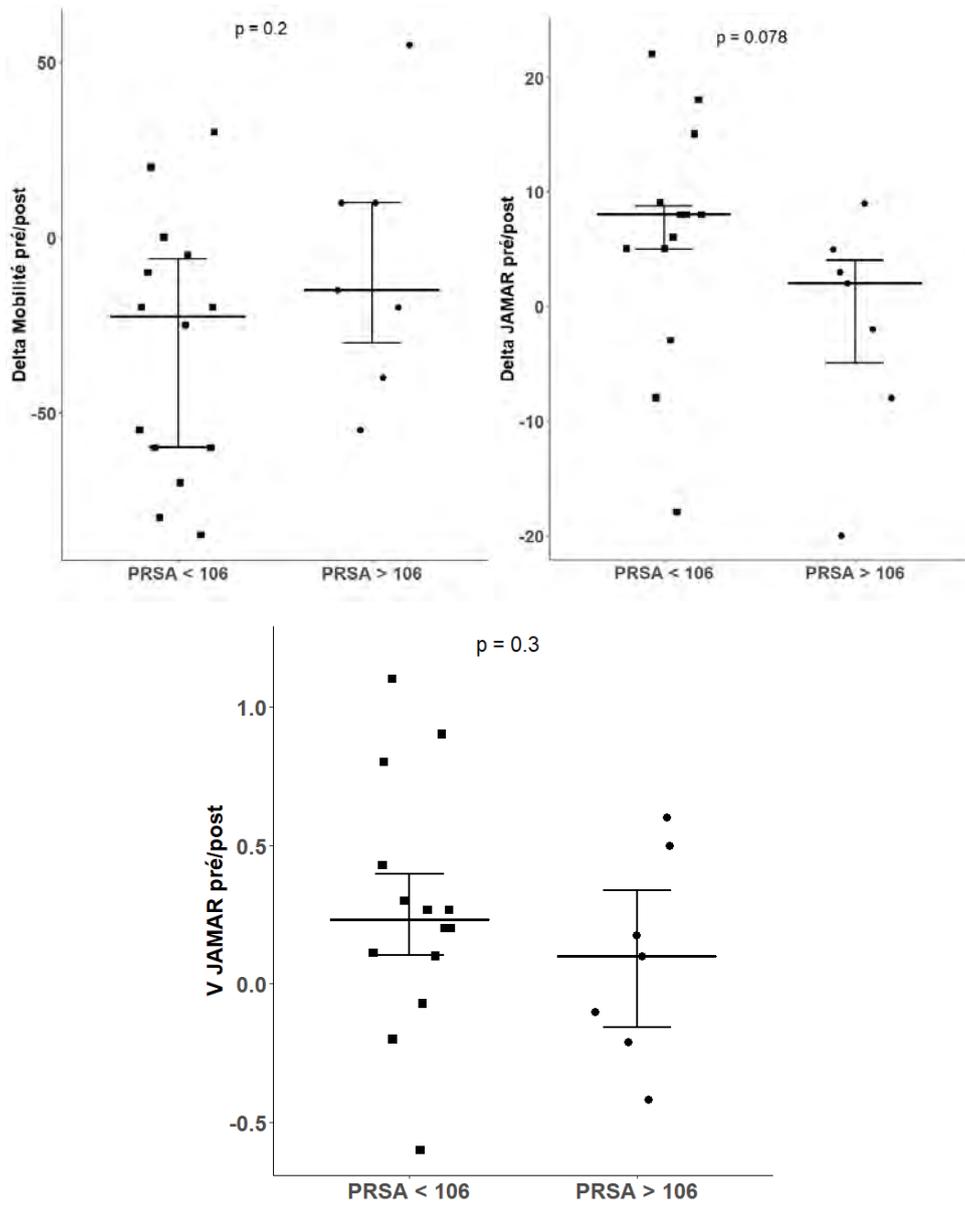


Figure 32 : Box Plot représentant l'évolution des différences de Jamar et de mobilités globales en postopératoire dans les groupes PRSA inférieur et supérieur à 106°.

Radiologiquement, le diastasis scapho-lunaire statique, dynamique, et l'angle scapho-lunaire étaient plus faible dans le groupe PRSA<106°(Tableau 7c).

Aucunes de ces différences n'étaient statistiquement significative.

Une différence statistiquement significative en faveur du groupe PRSA <106°, était retrouvée pour l'amélioration de la subluxation postérieure du scaphoïde. Ceci s'expliquant par le fait que ces deux valeurs sont interdépendantes.

Tableau 9	Comparaison des données moyennes préopératoires des 2 groupes		
Données Moyennes	PRSA < 106°	PRSA > 106°	p (M-W)
ASL (°)	80,6	82,1	
SPS (mm)	1,6	3,4	0,049
PRSA pré op (°)	110	118	0,08

Tableau 9 : Comparaison des données moyennes préopératoires des 2 groupes PRSA inférieur et supérieur à 106°.

-ASL : Angle scapho-lunaire mesuré en degrés

- SPS : subluxation postérieure du scaphoïde mesurée en millimètre

- PRSA : Posterior Radioscaphoid Angle ou angle radio-scaphoïdien postérieur mesuré en degrés

-p : différence statistiquement significative si <0,05.

En comparant les données moyennes préopératoire (Tableau 9), on retrouvait un angle scapho-lunaire et un angle PRSA, plus importants dans le groupe ayant un angle PRSA post opératoire supérieur à 106°.

Ces différences ne sont pas statistiquement significatives ($p > 0,05$).

En revanche, dans le groupe ayant un angle PRSA postopératoire supérieur à 106°, la subluxation postérieure du scaphoïde était significativement plus importante en pré opératoire ($p < 0,05$).

La sévérité de l'instabilité scapho-lunaire radiographique préopératoire est donc significativement associée à la survenue d'une récurrence de l'instabilité et d'un échec radiographique.

Tableau 10		
Comparaison des angles scapho-lunaires pré et postopératoires au sein des groupes		
Données Moyennes	PRSA < 106°	PRSA > 106°
ASL (°) pré op	80,6	82,1
ASL (°) post op	73,4	80
p (wilcoxon)	0,12	1
P (student)	0,2	0,71

Tableau 10 : Comparaison des angles scapho-lunaires pré et postopératoires au sein des groupes

La correction de l'angle scapho-lunaire en postopératoire était plus importante chez les patients ayant un angle PRSA post opératoire inférieur à 106°. Cette différence n'était cependant pas significative ($p > 0,05$).

4. Complications (tableau 12) :

Il y a eu 2 cas de bris de matériels peropératoire avec débris de matériel toujours en place au dernier recul, non symptomatiques. Il n'y a pas eu d'infections locales du site opératoire ou des broches. Un patient a présenté une extériorisation des broches ayant nécessité une ablation de celles-ci avant 8 semaines, sans signes de surinfection locale.

Nous déplorons un cas de nécrose du pôle proximal du scaphoïde chez une patiente de 49 ans qui a évolué vers une pseudarthrose et SNAC wrist stade 2 à 9 mois post opératoire. Elle a été reprise pour excision de la zone nécrotique du scaphoïde et mise en place d'un d'implant d'interposition en Pyrocarbone type APSI® (Adaptive Proximal Scaphoid Implant)(Figure 34). Il n'y a pas eu de nécrose de la corne postérieure du lunatum ni de fracture de celle-ci.

Nous déplorons 3 cas d'Algoneurodystrophie, soit 13,6 %, toutes résolutive à la révision.

A la révision, une migration des ancrs, saillantes dans l'articulation médio-carpienne a été mise en évidence sur les coupes TDM de deux patients (P7 et P20) (Figure 36) , dont un ayant présenté une algodystrophie (P7). Cette complication n'était pas visible sur les radiographies standards postopératoires. Le patient ayant déclaré une algodystrophie ne s'était malheureusement pas présenté aux rendez-vous de suivi. Ce patient a évolué vers une arthrose médio-carpienne secondaire, mais a refusé une nouvelle intervention. Le deuxième patient est resté asymptomatique à ce jour, sans désir d'une nouvelle intervention.

A la révision, sept patients présentaient une récurrence franche de l'ISL, définie par la réapparition d'une SPS et/ou d'un PRSA supérieur à 114°, et/ou la progression vers un poignet SLAC sur les clichés scanographiques. Sur ces 7 récurrences, 3 sont survenues précocement dès l'ablation des broches. Après analyse des comptes rendus opératoire, il s'agissait dans 3 cas, d'instabilités difficilement réductibles en peropératoire, ayant nécessité l'utilisation de broches joystick ou davier.

Sur ces 7 patients, 3 (P11,P17,P21) sont restés asymptomatiques et restaient satisfaits fonctionnellement.

Un patient (P9), a évolué vers une progression de l'arthrose (poignet SLAC) au niveau de l'interligne radio-scaphoïdien (SLAC 2). Quatre patients (P4, P8, P19 et P21), ont évolué vers une progression de l'arthrose au niveau de l'interligne médio-carpien (SLAC 3), dont une (P21) non symptomatique.

Trois patients ont évolué vers une progression de l'arthrose, isolée à l'interligne scaphocapitale, sans atteinte des interlignes radio-scaphoïdiennes, ni capito-lunaires (P3, P10 et P11) dont 2 sont restés asymptomatiques (P3,P11) .

Nous avons alors fait une analyse en sous-groupes, un comprenant les patients ayant développé une arthrose (Groupe Arthrose +), l'autre comprenant les patients n'ayant pas développé d'arthrose (Groupe Arthrose -).

Les valeurs des angles PRSA pré et postopératoires au sein des deux groupes ont ainsi été relevées et sont rapportées dans les tableaux 11a et 11b.

Patients avec Arthrose	PRSA Préop (°)	PRSA post op (°)
P4	121	106
P7	115	112
P8	113	85
P9	120	117
P10	117	100
P11	125	115
P19	100	100
P21	122	114,5
Moyenne	116,6	106,2

Patients sans Arthrose	PRSA préop (°)	PRSA post op (°)
P1	110	99
P2	122	104
P3	127	104
P5	117	104
P6	97	103
P12	117	100
P13	116	96
P14	103	104
P15	110	105,5
P17	98	114
P18	80	92
P20	110	105
P22	125	108
Moyenne	110	103

	PRSA Pré op	PRSA Post op
Patient Arthrose +	116,6	106,2
Patient Arthrose -	110	103
P (M-W)	0,26	0,23

Tableau 11 a, b et c : (a) Comparaison des angles PRSA pré et post opératoire chez les patients ayant développé de l'arthrose. (b) Comparaison des angles PRSA pré et post opératoire chez les patients n'ayant développé d'arthrose. (c) comparaison des données moyennes.

On retrouvait une tendance selon laquelle le PRSA postopératoire était plus important chez les patients ayant développé de l'arthrose (poignet SLAC ou arthrose Scapho-capitale isolée) sans que ce soit significatif ($p > 0,05$) (Tableau 10c). De même, la valeur préopératoire du PRSA était plus importante dans ce groupe de patients.

Le PRSA pourrait ainsi être utilisé comme facteur prédictif de mauvaise évolution radiologique post opératoire, comme indicateur de survenu de complication, un PRSA préopératoire élevé exposant à une récurrence de l'instabilité et à un risque d'évolution arthrosique majoré.

Tableau 12 : Complications au dernier recul.

Complications	Nombre de patients
Algoneurodystrophie	3
Nécrose PPS	1
Nécrose Lunatum	0
Fracture Lunatum	0
Évolution vers SLAC wrist	5 (1 SLAC 2 et 4 SLAC 3)
Arthrose scapho-capitale	3
Migration de matériel	2
Arthrose STT	0
Récurrence ISL	7
Bris de matériel	2



Figure 33 : Patiente ayant présenté une nécrose du pôle proximal du scaphoïde à 9 mois post opératoire.



Figure 34 : Résultat post opératoire après excision de la nécrose et mise en place d'un implant d'interposition en pyrocarbone type APSI®

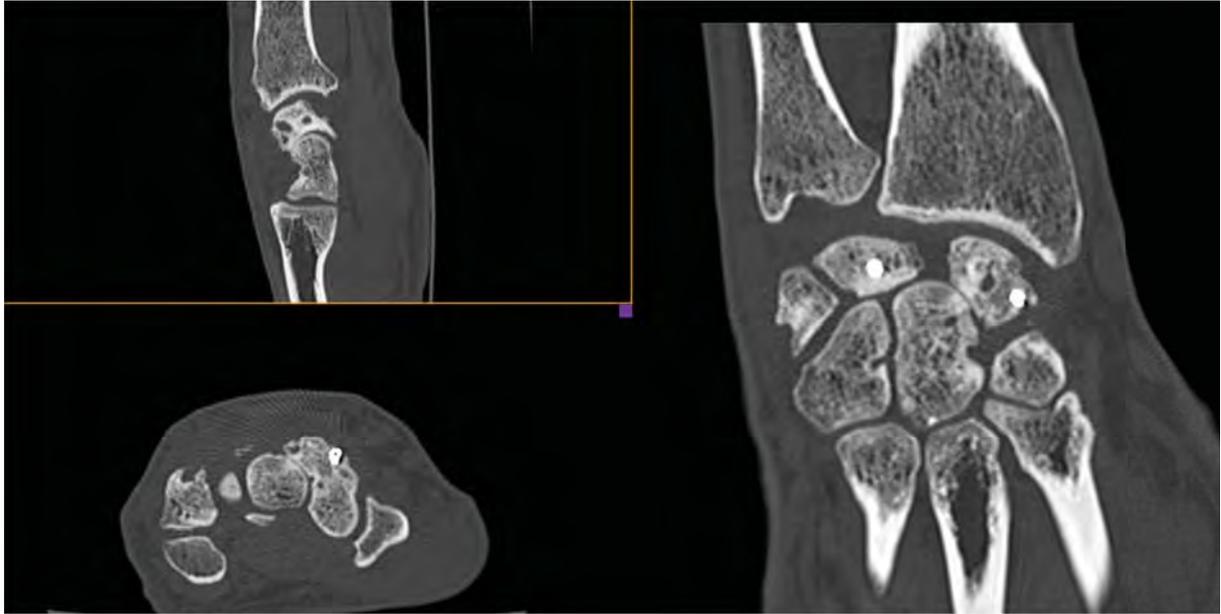


Figure 35: Arthrose secondaire Scapho-capitale à 2 ans post opératoire (patient P10)

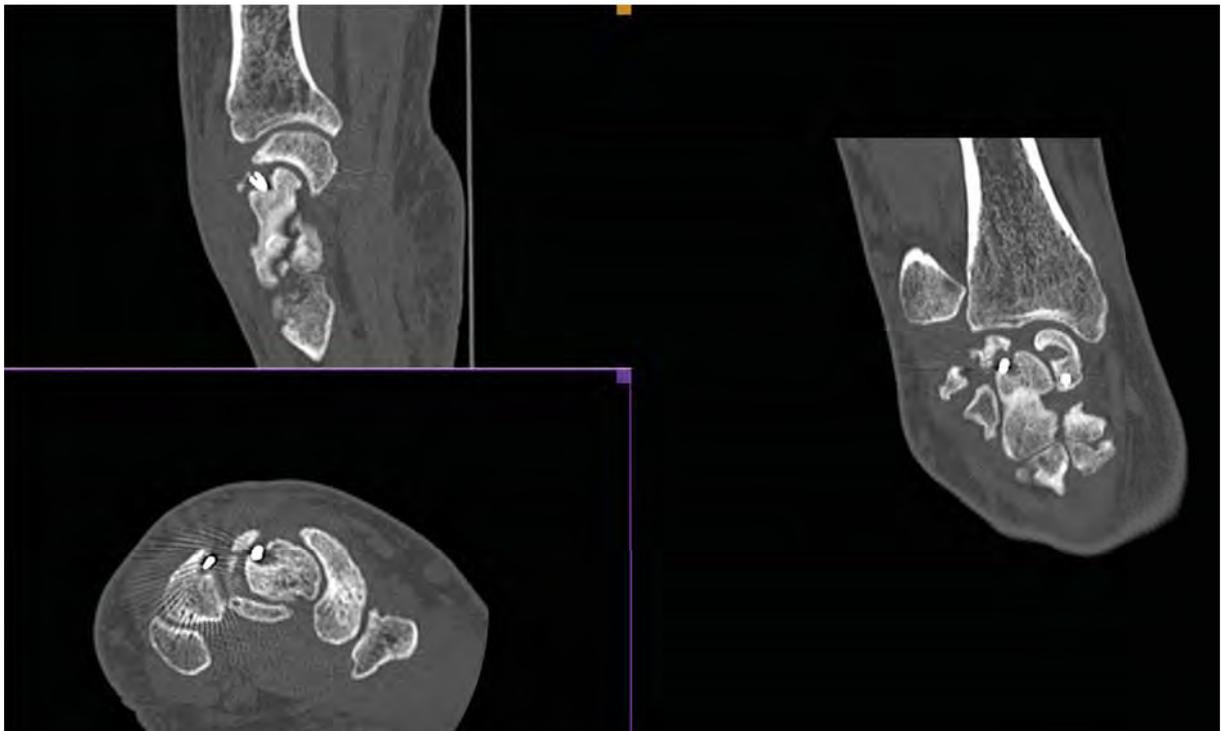


Figure 36 : Coupe TDM post opératoire, révélant la migration d'une ancre dans l'interligne médio-carpien (patient P20).

C. Discussion

L'instabilité scapho-lunaire est la plus fréquente des affections ligamentaires du poignet (4). Les lésions récentes, prises en charge dans un délai de 6 semaines suivant le traumatisme, semblent répondre à une réparation à ciel ouvert, ou sous arthroscopie, associée ou non à une capsulodèse (1–3). Cependant, le diagnostic précis d'entorse scapho-lunaire n'est pas toujours fait dans un contexte d'urgence en aigu. La symptomatologie peut être faussement rassurante dans les suites créant un retard de prise en charge de plusieurs mois ou années après le traumatisme responsable(4,5).

Ceci s'explique par la modification progressive et insidieuse, des transmissions de pressions induites par la lésion du ligament scapho-lunaire. Les verrous secondaires du couple scapho-lunaire vont être graduellement fragilisés après lésion du ligament interosseux, leur rupture se traduisant par une instabilité statique chronique. Le traitement de ces instabilités chroniques reste difficile et controversé, du fait de la difficulté d'obtenir une stabilisation à long terme du couple scapho-lunaire (15,47,84).

Pour certains chirurgiens, il paraît plus justifié d'attendre l'apparition d'une arthrose et réaliser, en cas d'évolution chronique, une arthrodèse partielle, face à une instabilité statique (5,6). Il n'existe pas de consensus sur la prise en charge des instabilités scapho-lunaires chroniques, mais il en ressort quelques grands principes : la reconstruction ligamentaire est indiquée en cas de moignon ligamentaire non réparable, de réductibilité du scaphoïde et en l'absence d'arthrose. Son objectif est la restauration des rapports anatomiques des os du carpe dans la mesure du possible. Toute instabilité scapho-lunaire statique évolue inéluctablement vers l'arthrose en l'absence de traitement (9,10).

La multiplicité des techniques opératoires reflète la complexité de la prise en charge avec des résultats inconstants à moyen terme des techniques plus anciennes. La prise en charge d'une instabilité doit répondre à son type, (selon WATSON, GARCIA-ELIAS, LARSEN, ...(7,11,13)), mais avant tout aux demandes du patient traumatisé, et de ses besoins fonctionnels, les patients les plus touchés étant souvent travailleurs manuels (4,12,14).

La majorité des auteurs s'accordent sur un délai de 10 ans nécessaire pour s'assurer de l'efficacité réelle d'une technique de stabilisation scapho-lunaire sur la survenue d'une arthrose (15). Le nombre de techniques de correction et d'attitudes thérapeutiques, témoignent de la difficulté de prise en charge de ces lésions ligamentaires.

Les premières techniques se sont attachées à reconstruire uniquement le ligament scapho-lunaire avec des résultats inconstants. L'évolution des concepts de biomécanique du carpe a permis de mettre en évidence que le ligament interosseux scapho-lunaire n'assurait pas à lui seul, la stabilité du carpe et de la première rangée. Sa lésion isolée ne suffit pas à induire une instabilité statique (8,14,16). Le rôle de stabilisateur secondaire de certains ligaments extrinsèques a alors été avancé (14,16–19) et le terme de « complexe scapho-lunaire » a été proposé (20–22).

Les techniques de reconstructions ligamentaires ont d'abord été radio-carpiennes(23,24), mais l'enraidissement provoqué en flexion a poussé les chirurgiens à proposer des techniques de ligamentoplasties purement intracarpiennes, et exposant ainsi théoriquement à moins de raideur post opératoire en flexion.

Les résultats des séries cliniques concernant la « SLIC procedure » sont, à ce jour, monocentriques, publiés par Dautel, Pauchard et Athlani (25–27), concepteurs de la technique. Nous nous attacherons donc à comparer nos résultats à ceux rapportés par Athlani, principalement, mais également aux résultats des études de reconstruction ligamentaire scapho-lunaire par ligamentoplastie (triple ténodèse de Garcia Elias et ténodèse de Brunelli modifiée) décrites pour les instabilités stade 3 et 4 de Garcia-Elias, correspondant à notre série.

Dans un second temps nous discuterons nos résultats et nous attacherons à analyser nos échecs et leurs possibles causes.

1. Revue de la littérature :

a) Comparaison à l'étude Nancéene (Athlani (26))

La population de la série d'ATHLANI (26) était comparable à la nôtre concernant son effectif, son âge et le sex-ratio.

Sur le plan clinique, par rapport à la série d'Athlani, nos résultats post opératoire sont moins bon en flexion, avec une perte moyenne de 18° en post opératoire, l'extension étant comparable.

La douleur post opératoire, et la force au serrage (JAMAR®) sont similaires. Nos patients présentent des scores fonctionnels moins bons (tableau 12).

Paramètres post opératoire	Étude d'Athlani (26)	Notre étude
Population	26	22
Age moyen (ans)	40	39,7
Délai traumatisme/chirurgie (Mois)	12 (3,5-72)	17,9 (3-120)
Type d'instabilité	15 statiques / 11 dynamiques	22 statiques
Lésion cartilagineuse pré op	aucune	17 sans Arthrose / 4 chondrites PPS
EVA Repos	0,4	0,6
Eva Effort	1,9	3,3
Jamar Opéré	40	31,8
% Jamar controlatéral	89	82,8
Flexion (°)	57	46,4
E (°)	56	59,1
Arc Flexion/Extension post op (°)	113	105,5
IR (°)	16	14,5
IU (°)	32	29,3
QD	17,5	22,7
PRWE	13,6	22,5
MayoWrist score	84,8	75,2
ESL F (mm)	2,3	3,6
ASL (°)	62	73,5
ACL (°)	5	-10,8
Nombre de SPS	4	5
Nombre SLAC	0	5

Tableau 32 : Comparaison des différents paramètres post opératoires cliniques et radiologiques entre notre population et celle de l'étude d'Athlani et al(26).

Plusieurs points peuvent expliquer nos résultats moins encourageants. Notre population était constituée de patients présentant une instabilité statique, alors que l'étude d'Athlani et Al. comportait 11 cas d'instabilités dynamiques, pour lesquelles les contraintes exercées sur la ligamentoplastie sont moindres (25,26). De même, le délai entre le traumatisme et la chirurgie était supérieur dans notre série (17,9 mois contre 12 mois pour la série d'Athlani) et on sait que ce facteur influe sur la réductibilité de l'instabilité(85).

b) Comparaisons de nos résultats aux autres techniques de ligamentoplasties

Nous pouvons comparer les résultats de notre série à ceux des principales séries de ligamentoplasties au FRC (Fléchisseur Radial du Carpe)(Tableau 13)

Leurs effectifs (22 patients en moyenne) sont comparables à celui de notre étude, même si notre étude ne comportait que des cas d'instabilités statiques. Nos résultats sont en adéquation avec ceux des autres séries de ligamentoplasties déjà publiés. En ce qui concerne la douleur et la force de poigne, principaux motifs de consultation, une EVA entre 0 et 3 (douleur absente à douleur légère) était retrouvée chez 100% de nos patients au repos et 45% à l'effort. La force était en moyenne de 82,8% par rapport au côté controlatéral. Ces résultats sont comparables à ceux de la littérature, le pourcentage de patient ne présentant plus de douleurs ou des douleurs légères au repos variant de 62% pour TALWALKAR (86) à 90% pour DE SMET(87), et une force variant de 58% pour VAN DEN ABBELE (24) à 98% pour LINKS(88).

Toutes ces études montrent donc que la douleur diminue considérablement et la force de préhension est augmentée en post opératoire. Il existe un enraidissement constant en flexion, voire en extension. Les résultats radiologiques (ASL angle scapho-lunaire et ESL espace scapho-lunaire) sont tous bon pour les cas d'instabilité SL dynamique. Cependant, les résultats varient fortement d'une étude à l'autre pour les cas d'instabilité statique.

Nos données radiologiques sont similaires à celle des autres séries, notamment pour les cas d'instabilité statique, avec un ESL moyen de 2,8mm (2,2mm pour LINKS(88) à 3,7mm pour PAUCHARD(89)) et un ASL moyen de 61° (50° pour VAN DEN ABBELE (24) à 75° pour PAUCHARD(89)).

A noter que malgré leur relative amélioration, les valeurs des ASL et ESL sont restées dans des valeurs pathologiques dans notre étude.

Comparaison des résultats de notre étude avec les principales séries de ligamentoplasties au FCR (15) et SLIC (Athlani et al.)

Auteurs	techniques	P/D/S	N Patients	Recul (Mois)	F (°)	E (°)	IU (°)	IR (°)	Jamar % du CL	EVA	ASL (°)	ESL (mm)
Athlani (26)	SLIC (LP)	D/S	26	36	57	56	32	16	89	0-3 88% 2,8/10	62(73PO)	2,3(3,2PO)
Elgammal (2015)(90)	B.M(FRC)	D/S	20	24	41	54	31	19	81	0-3 80% 3/10	77 (82PO)	3(4PO)
Ellanti (2014)(91)	B.M(FRC)	D/S	13	12	38	56	20	20	75	1,5/10	63(61PO)	2,8(2,8PO)
Nienstedt (2013) (92)	B.M(FRC)	S	8	164	37	63	32	21	85	0-3 88%	63(72PO)	2,8(5,1PO)
Pauchard (2013) (89)	3LT (FRC)	D/S	20	25	39	43	24	14	76	1,6/10	75(72PO)	3,7(3,9PO)
Links (2008) (88)	B.M(FRC)	D/S	21	30	45	55	21	13	98	2/10	46(61PO)	2,2(3,9PO)
Chabas (2008)(93)	B.M(FRC)	D/S	19	37	41	50	29	24	78	0-3 79% 3/10	62(61PO)	2,4(2,8PO)
De Smet (2007) (87)	B.M(FRC)	D/S	10	29	49	48	34	17	77	0-3 90%	NA	NA
Garcia Elias (2006) (7)	3LT (FRC)	D/S	38	46	51	52	29	15	65	0-3 95%	NA	NA
Moran (2006)(94)	B.M(FRC)	D/S	15	36	40	43	26	16	87	0-3 27%	54(63PO)	2,6(3PO)
Talwalkar (2006) (86)	B.M(FRC)	D/S	55	48	46,5	55,7	29	17,5	80	0-3 62% 3,7/10	NA	NA
Van Den Abele (1998)(24)	B.M(FRC)	P/D/S	22	9	42	49	30	19	58	3/10	50(50PO)	NA
Moyenne			22	41,3	43,8	52	28	17,6	79%	2,66/10	61	2,8
Notre étude	SLIC (LP)	D/S	22	28,3	46,3	59	29,3	14,5	82,8	0-3 100% 3,2/10	73,5	3,6

Tableau 13 : Tableau rapportant les principaux résultats des différentes études portant sur les ligamentoplasties scapho-lunaires et les comparant aux nôtres:

P : Prédynamique

D : Dynamique

S : Statique

F : Flexion

E : Extension

IU : Inclinaison Ulnaire

IR : Inclinaison Radiale

CL : Controlatéral

ASL : Angle Scapho-lunaire

ESL : Espace Scapho-lunaire

PO : préopératoire

BM : Brunelli Modifié

FRC : Tendon Fléchisseur Radial du Carpe

LP : Tendon Long Palmar

3LT : Triple ténodèse de Garcia Elias

Pourcentage d'évolution vers arthrose SLAC dans les principales séries					
Auteurs	Technique	P/D/S	N patients	Recul (Mois)	Arthrose SLAC (%)
Athlani	SLIC (LP)	D/S	26	36	0
Elgammal (2015)	B.M(FRC)	D/S	20	24	15
Ellanti (2014)	B.M(FRC)	D/S	13	12	ND
Nienstedt (2013)	B.M(FRC)	S	8	164	12,5
Pauchard (2013)	3LT (FRC)	D/S	20	25	10,5
Links (2008)	B.M(FRC)	D/S	21	30	ND
Chabas (2008)	B.M(FRC)	D/S	19	37	5
De Smet (2007)	B.M(FRC)	D/S	10	29	ND
Garcia Elias (2006)	3LT (FRC)	D/S	38	46	23
Moran (2006)	B.M(FRC)	D/S	15	36	13
Talwalkar (2006)	B.M(FRC)	D/S	55	48	ND
Van Den Abele (1998)	B.M(FRC)	P/D/S	22	9	ND
Moyenne					
Notre étude	SLIC (LP)	D/S	22	28,3	22,7

Tableau 4 : Pourcentage d'évolution vers arthrose SLAC dans les principales séries de ligamentoplasties
P : Prédynamique ; D : Dynamique ; S : Statique ; BM : Brunelli Modifié ; FRC : Tendon Fléchisseur Radial du Carpe ; LP : Tendon Long Palmaire ; 3LT : Triple ténodèse de Garcia Elias

Le pourcentage d'évolution vers le SLAC wrist semble supérieur à celui retrouvé dans la littérature. Avec 5 cas dans notre série cela représente 22,7 % de notre effectif. Nous avons relevé 1 cas de SLAC 2 et 4 cas de SLAC 3 selon la classification radiologique de WATSON (56). Cependant, la majorité de ces patients étaient non douloureux au repos (4 avec des EVA à zéro), et présentaient uniquement une douleur modérée à l'effort (EVA entre 4 et 6). Aucun de nos patients n'a, à ce jour, nécessité de reprise chirurgicale pour réalisation d'une arthrodèse intracarpienne. Le taux d'arthrose SLAC varie de 5% chez CHABAS et al (93) à 23% dans l'étude GARCIA ELIAS et al (7). Les études ayant rapporté cette complication ont un recul d'au moins 2 ans. Étant donné que la plupart des études ne portent que sur un petit nombre de patients et que le suivi n'est pas très long, il n'y a pas suffisamment de preuves pour soutenir la prévention de l'arthrose induite par ces techniques de ligamentoplastie.(15)

2. Analyse de nos résultats

La ligamentoplastie « SLIC procedure » est une intervention récente, pratiquée depuis 2013. Cette étude apporte des retours sur les résultats en complément et en comparaison de l'originelle. Il est donc important d'en analyser les résultats, les données de la littérature étant encore peu nombreuses.

Nos patients ont été améliorés sur la force et la douleur post opératoire au repos comme à l'effort (cf partie résultats tableau n°4c). Cependant, cela s'est fait au dépend d'un enraidissement significatif dans le secteur de la flexion malgré un protocole de kinésithérapie spécifique. On peut tout d'abord se poser la question de la durée d'immobilisation, de deux mois, période inéluctablement enraidissante. De même, la « SLIC procedure » est une technique « à ciel ouvert », et impose la réalisation d'une arthrotomie naturellement enraidissante comme l'ensemble des techniques de ligamentoplastie SL à ciel ouvert (dorsal ou palmaire)(15). Cet abord permet le contrôle de la réduction du scaphoïde. Restreindre l'abord articulaire permettrait de réduire la rançon cicatricielle capsulaire et probablement d'améliorer le secteur de mobilité. L'essentiel serait de respecter les fibres des ligaments extrinsèques dorsaux, radio-carpien dorsal et intercarpien dorsal. De nombreux auteurs confirment leur importance dans la stabilité et l'équilibre carpien(16,17,28,95).

La préservation des ligaments extrinsèques dorsaux sains, stabilisateurs secondaires doit rester un des objectifs principaux, afin de préserver les amplitudes articulaires.

Des techniques de ligamentoplastie sous arthroscopie ont été proposées par CORELLA et al(96), utilisant une bandelette de FRC, afin de reconstruire le LIOSL dans des cas d'instabilité dynamique et pré dynamique. Mais ces techniques n'ont vraisemblablement pas leur place dans la prise en charge d'instabilités statiques chroniques.

a) *Angle PRSA post opératoire et résultats cliniques :*

L'objectif principal était de rechercher une corrélation entre la correction de l'angle PRSA suite à une « SLIC procedure » et l'amélioration cliniques et fonctionnels.

Nous n'avons pas mis en évidence de différence significative sur le gain de mobilité globale en fonction de l'angle PRSA post opératoire.

Il semblerait que les patients ayant un PRSA inférieur à 106° en post opératoire soient moins douloureux et aient plus de force, même si cette différence n'est pas significative.

Par ailleurs, nous n'avons pas mis en évidence de relation significative entre PRSA post opératoire et scores fonctionnels (quickDASH, PRWE). Ces scores étant dépendants d'une multitude de paramètres (force, douleurs, amplitudes, ressenti subjectif), il existe ici un biais de confusion.

L'angle PRSA, (figure 19) est un indicateur de l'incongruence radio-scaphoïdienne sur les clichés scannographiques de profil(29).

L'angle PRSA préopératoire moyen dans notre population était de 112,7 ° soit supérieur à la valeur seuil normale haute (106°) proposée par GONDIM TEIXEIRA et al.(29). Dans notre population, cette valeur, est proche de la valeur seuil de 114° proposée par l'auteur comme significativement associée à la présence d'un poignet de type SLAC. Cela confirme l'importance du traumatisme initial sur la biomécanique du poignet et sa possible évolution, vers l'apparition d'un SLAC wrist, en absence de correction chirurgicale. GONDIM TEIXEIRA rappelle cependant l'absence de lien statistique entre valeur du PRSA et sévérité du SLAC wrist.

En post opératoire, 14 patients avaient un PRSA < 106° contre 7 patients avec un PRSA >106°. Nous avons obtenu une amélioration statistiquement significative du PRSA en post opératoire, d'en moyenne 8,4°, chez 17 patients (77%).

Les patients ayant développé de l'arthrose scapho-capitale et/ou un poignet SLAC présentaient une valeur préopératoire moyenne du PRSA supérieure à 114° (en moyenne 116,6°).

Il est intéressant de noter qu'ils présentaient un PRSA préopératoire plus important que ceux n'ayant pas évolué vers l'arthrose, et qu'ils ont gardé un angle plus important également en post opératoire. Cette différence n'était pas significative. Cela reste en corrélation avec la place du PRSA comme facteur prédictif d'arthrose selon GONDIN TEIXEIRA.

On peut se demander si le PRSA ne pourrait pas être utilisé comme facteur prédictif de mauvaise évolution radiologique et comme indicateur de la survenue de complication en postopératoire, un angle PRSA préopératoire élevé exposant à une récurrence de l'instabilité et à un risque d'évolution arthrosique majoré.

Ainsi, les patients pour lesquels cet angle a été amélioré, ayant une congruence radio-scaphoïdienne plus anatomique auraient un risque diminué d'évolution vers des lésions arthrosiques intra-carpiennes. Cela sera à prouver lors d'une nouvelle révision de la population dans un délai d'au minimum cinq ans, pour confirmer les résultats cliniques et radio-scannographiques et rechercher une arthrose secondaire intra-carpienne.

A noter qu'un patient est resté douloureux (EVA= 3 au repos) malgré la correction de la subluxation postérieure du scaphoïde et du PRSA. La majorité se plaignait surtout de l'enraidissement articulaire provoqué, majoritairement en flexion. Le fait que le ressenti des patients diffère pour des amplitudes articulaires et des valeurs radiographiques semblables suggère des besoins fonctionnels différents.

b) *Critères pronostics dans les ligamentoplasties scapho-lunaires.*

Nous nous sommes demandés comment analyser et différencier les bons résultats des résultats insatisfaisants.

LOMBARD dans sa thèse (10) s'est attachée à rechercher l'existence de critères pronostics cliniques et radiographiques associés aux résultats à moyen terme des ligamentoplasties pour instabilité scapho-lunaire. Elle a défini deux groupes de patients, ceux considérés en « échec radiologique » et ceux en « succès radiologique » au moyen de mesures angulaires objectives et d'un critère subjectif relevés sur les radiographies postopératoires.

(1) Critères radiographiques :

Les critères radiographiques objectifs définissant le groupe « échec » représentent une récurrence de l'instabilité scapho-lunaire au dernier recul, avec un angle scapho-lunaire (ASL) supérieur ou égal à 70° et/ou un angle capito-lunaire (ACL) inférieur ou égal à -15°. Les poignets opérés étaient également considérés en échec radiographique selon un critère subjectif : l'apparition d'un poignet SLAC selon la définition radiographique de WATSON (56). Dans notre population l'angle scapho-lunaire était inférieur à 70° pour 9 patients sur 22, et l'angle capitolaire supérieur à -15° chez 12 patients sur 22.

En transposant ces critères pour notre population, on obtient un groupe « succès radiologique » comprenant 4 patients et un groupe « échec radiologique » comprenant 18 patients.

Cependant, la définition de groupes uniquement selon ces critères radiographiques ne reflète pas la réalité de la situation clinique postopératoire.

En effet, nous n'avons pas l'impression que cette intervention soit un échec pour 18 des patients de la population (82%). Parmi les 18 patients correspondant aux critères du groupe « échec radiologique », onze ne présentent aucune douleur au repos. A l'effort, 7 patients présentent uniquement des douleurs légères (EVA <3), dix des douleurs modérées (EVA entre 4 et 6), une patiente seulement ayant une EVA à l'effort à 8.

Dix patients (45,5%) présentent ainsi une discordance totale entre le résultat clinique et radiographique, rapportant une nette diminution des douleurs, des mobilités conservées et des scores fonctionnels satisfaisants, et exprimant une satisfaction quant au résultat de l'intervention. A l'inverse, un patient (P18) correspondant aux critères de « succès radiographique » présente un arc global de mobilité à 60° et se déclare peu satisfait par le résultat de l'intervention.

LOMBARD (10) a retrouvé une absence significative de corrélation entre les résultats cliniques et radiographiques à moyen terme dans la prise en charge des instabilités scapho-lunaires par ligamentoplastie. Nous confirmons également cet élément au vu des résultats de nos analyses. Notre recul est plus faible (28,3 contre 45 mois) et notre étude pas aussi puissante par son faible effectif. Il sera donc intéressant de revoir cette population de patients à 5 et 10 ans.

(2) Critères cliniques

De la même façon que pour les résultats radiographiques, comment définir les résultats cliniques et fonctionnels qualifiés d'insuffisants ? De quel secteur de mobilité a-t-on réellement besoin? LAULAN (97) avait revu la littérature pour répondre à cette question. NELSON DL (98) a montré que presque toutes les tâches pouvaient être effectuées, quel que soit le pourcentage de restriction. Selon d'autres auteurs, pour réaliser une tâche donnée, la flexion nécessaire varie de 5° à 54°, l'extension de 30° à 60° (99,100).

Selon le barème d'évaluation des taux d'incapacités du code de la santé publique (101), la mobilité dans le secteur utile du poignet est de 0 à 45° pour l'extension, et de 0 à 60° pour la flexion. Concernant l'impact sur la performance, Adams et al. (102) avaient montré que la perception de la gêne, était plus importante que la perte objective.

Dans notre population seul 2 patients présentent des arcs de mobilités globaux inférieurs ou égal à 60° et se déclarent gênés fonctionnellement. Un d'eux avait développé un poignet SLAC de type 3. Si l'on considère ceux ayant un arc global inférieur à 100°, cela représente 8 patients. Mais il faut encore une fois différencier raideurs et douleurs post opératoire, la majorité des patients raides présentant uniquement des douleurs modérées à l'effort.

Ainsi, comment évaluer et définir les « échecs » d'une ligamentoplastie?

Bien entendu, l'apparition d'arthrose et d'un poignet SLAC est un critère évident signant l'échec de la stabilisation du carpe ou en tout cas sa mauvaise évolution.

Mais les critères d'échec radiographiques définis par LOMBARD ne nous semblent pas transposables et non pertinents à utiliser seuls dans l'évaluation de la « SLIC procédure »

L'absence de corrélation radiologique et clinique en se basant uniquement sur les angles scapho-lunaires (ASL) et capito-lunaires (ACL), nous fait nous questionner sur l'intérêt d'ajouter l'angle PRSA à ces critères.

c) Résultats « imparfaits » :

Analyse préopératoire et indications préopératoires

Notion de délai post traumatique

Le délai moyen entre le traumatisme rapporté et l'intervention était de 17,9 mois.

Plus précisément, ce délai, chez les patients « insatisfaits » en post opératoire était systématiquement supérieur à 10 mois.

LARSEN (13), dès 1995, précisait l'absence de potentiel de cicatrisation spontanée pour les lésions de plus de 6 semaines, qu'il définissait comme « chroniques ».

En dehors du potentiel de cicatrisation, la réductibilité de la dissociation est l'élément clé à analyser avant l'intervention. Or il est admis que celle-ci tend à diminuer avec le temps (32).

Cela souligne donc l'importance d'une véritable analyse dynamique préopératoire qu'elle soit arthroscopique ou scannographique 4D.

Le développement d'outils diagnostique comme le scanner 4D, va permettre de mieux appréhender l'instabilité (76) et sa potentielle réductibilité.

En effet, en analyse 4D, l'étude du coefficient de variation de l'espace scapho-lunaire va permettre de différencier les instabilités certaines, par rapport aux patients sans instabilité mais également les instabilités douteuses, par rapport aux patients sans instabilité et permet d'introduire la notion d'analyse vectorielle, fondamentale dans l'étude du mouvement.

Cependant, il s'agit d'un outil, encore peu disponible, hormis dans le cadre de Programme Hospitalier de Recherche Clinique (PHRC).

Récidive précoce de l'instabilité statique :

Dans notre série, trois patients ont eu une récurrence très rapide (avant le 4^e mois postopératoire) de l'instabilité statique avec récurrence du diastasis, du DISI, et de la subluxation postérieure du scaphoïde dans les suites immédiates de l'ablation des broches de protections. Il s'agissait de patients pour lesquelles la réduction « peropératoire » de la dissociation restait difficile (utilisation de broches joystick, davier réducteur, arthrolyse scapho-trapezoidienne). Il s'agit **d'indications élargies** chez ces patients présentant à postériori une instabilité statique difficilement réductible et chez qui cette stratégie thérapeutique était dépassée expliquant ainsi la récurrence, comme l'a montré ATHLANI dans ses travaux (25,26).

Trois autres patients ont eu une récurrence plus tardive de l'instabilité statique. Le rôle prédominant du ligament intercarpien dorsal dans la stabilité du complexe scapho-lunaire a été longuement étudié et est maintenant mieux connu(16–18,95).

N'existerait-il pas dans certains cas , une atteinte ligamentaire radio-carpienne associée, non corrigée uniquement par une ligamentoplastie intracarpienne comme la « SLIC procedure » ? Ce qui pourrait expliquer certaines récurrences survenant à moyen terme.

d) *Analyse des « complications » :*

Nécrose du Scaphoïde

Une patiente (P16) a évolué vers une nécrose complète du pôle proximale du scaphoïde, à 9 mois post opératoire, avec arthrose radio-scaphoïdienne (SNAC 1) ayant nécessité une reprise chirurgicale avec mise en place d'un implant d'interposition en pyrocarbone de type APSI[®] (*Adaptive Proximal Scaphoid Implant*). Les promoteurs de la technique n'avaient pas eu ce type de complication, et l'expliquaient par le fait que l'on ne réalisait pas de tunnel transfixiant dans le scaphoïde à la différence des autres techniques de ligamentoplastie au FRC par exemple. Cela confirme qu'un tunnel, aussi borgne soit-il, reste potentiellement iatrogénique et peut être un facteur limitant de la technique.

Il s'agit d'une technique rigoureuse avec une lente courbe d'apprentissage : la reproductibilité opératoire impose un apprentissage auprès d'équipes confirmées.

Scaphoïde non réductible :

Un patient (P8), présentait en post opératoire un lunatum en position de flexion ventrale (VISI). Cette position était visible dès le post opératoire immédiat. Ce patient a évolué vers l'apparition d'une arthrose radio-scaphoïdienne et médiocarpienne symptomatique. Il avait été opéré 2 ans après le traumatisme responsable de la lésion. On peut supposer qu'il s'agissait d'un patient avec un scaphoïde fixé en position fléchie peut-être difficilement réductible. La correction de la dissociation a été faite uniquement au dépend du lunatum, en « s'adaptant » à la flexion du scaphoïde. La hauteur du carpe non restaurée induira inéluctablement de l'arthrose (56).

Existence d'une détente ligamentaire :

Malgré une précontrainte appliquée au transplant, il semble exister une distension ligamentaire, survenant probablement au cours du processus de ligamentisation, notamment pour les ISL statiques où les contraintes statiques sont les plus importantes.

En effet, comme le précise ATHLANI (25), il existe lors de ce processus une phase de consolidation du transplant, s'étendant du deuxième au cinquième mois post opératoire.

Cette phase est caractérisée par la reconstruction progressive d'une trame collagénique dense (103), et expliquerait la tendance à la majoration de l'ESL après l'ablation des broches de protection à 2 mois post opératoire pour venir se stabiliser vers 6 mois.

Ainsi, il faudrait sans doute, mettre en place une contention souple en relai du brochage, et bien entendu contre-indiquer tout mouvement en force, avant le 5^e mois, afin de contrôler ce diastasis et atteindre ce délai de stabilisation du transplant.

Récidive du diastasis scapho-lunaire sans incidence sur les résultats cliniques

Comme l'avaient montré LOMBARD (10) et ATHLANI (25), dans leurs travaux respectifs, la récidive d'un diastasis scapho-lunaire en post opératoire ne préjuge pas d'une dégradation fonctionnelle (cf figures 25 et 26). Ainsi, les patients ont une amélioration de leur force de serrage et de leurs capacités fonctionnelles, même si les radiographies retrouvent une récidive du diastasis pré-opératoire.

Dans notre série, le diastasis SL a été entièrement corrigé uniquement dans 9 cas (ESL \leq à 3mm).

Cas ayant évolués vers une arthrose scaphocapitale isolée :

La cinétique d'apparition de l'arthrose secondaire à une instabilité scapho-lunaire est connue (56), débutant par une arthrose stylo-scaphoïdienne s'étendant progressivement à l'interligne radio-scaphoïdien, puis dans un second temps à l'interligne médio-carpien (cf première partie C.3). Cependant, nous avons observés 3 cas d'arthrose scapho capitale dans les 2 ans post opératoire, délai relativement court, et sans atteinte associé du compartiment radio-scaphoïdien.

WATSON l'avait bien décrit dès 1993, il existe une subluxation rotatoire et postérieure du scaphoïde dans les instabilités scapho-lunaires(11). Dans ces 3 cas, nous avons probablement corrigé uniquement le déplacement postérieur du scaphoïde, sans prendre en compte la composante de rotation associée (du fait d'une rétraction associée des ligaments extrinsèques ?) entraînant une contrainte rotatoire excessive au niveau de la tête du capitatum . L'hyperpression scaphocapitale provoque la dégradation articulaire.

Ce défaut de correction est certainement lié à un problème de réductibilité du scaphoïde et du lunatum, fixés respectivement en flexion et extension.

Une nouvelle fois, cela souligne l'intérêt du scanner dynamique post opératoire afin d'analyser plus précisément les mouvements intra-carpies post opératoires, comme le fait l'équipe promotrice.

Cas ayant évolués vers le collapsus carpien et l'apparition d'un poignet SLAC :

L'évolution vers le collapsus carpien et l'apparition d'un poignet SLAC peut finalement être rattachée, dans notre série, à deux causes :

- Une réductibilité de la dissociation mal évaluée ; celle-ci était déjà en position fixé et l'histoire de son évolution était probablement déjà écrite.
- Une correction opératoire insuffisante de la dissociation, reflétée par un PRSA trop élevé.

3. Que nous a appris cette étude ? Qu'en retenir ?

- **Les résultats sont inconstants, et non prédictibles** certains patients ayant été bien corrigés par la « SLIC procedure », d'autre ayant de moins bon résultats cliniques et/ou radiologiques.
- **Nos patients ont été significativement améliorés sur la douleur postopératoire au repos comme à l'effort ($p < 0,05$).**
- **Cela s'est fait au dépend d'un enraidissement significatif dans le secteur de la flexion.**
- **La force de serrage était améliorée en post opératoire, bien que ce ne soit pas significatif.**
- **Notre étude n'a pas montré de lien statistique entre PRSA et résultats cliniques à moyen terme mais a seulement dégagé des tendances :**
 - **La force de serrage était significativement augmentée ($p < 0,05$) au sein du groupe PRSA $< 106^\circ$. Il existait un gain de force de 27% dans ce groupe ($p = 0,08$).**
 - L'absence de correction de l'angle PRSA semble associée à un risque d'évolution vers l'arthrose plus important, bien que notre faible effectif ne nous permette pas de le confirmer.
- Les patients présentant une instabilité scapho-lunaire préopératoire sévère ont tendance à récidiver plus que les autres.
- **Ainsi, plus le PRSA préopératoire est élevé, plus les chances d'une correction complète de la dissociation sont faibles et plus le risque d'évolution vers l'arthrose sera important.**

La valeur préopératoire du PRSA est donc un élément important à prendre en compte dans le choix de l'indication thérapeutique. Faut-il opérer d'une « SLIC procedure » les patients présentant un PRSA préopératoire trop important ?

- **Devant le risque majeur d'enraidissement, l'information préopératoire du patient est primordiale.** Il s'agit d'une technique invasive, enraidissante, présentant un risque non négligeable d'échec, mais permettant de proposer une alternative thérapeutique à des techniques plus radicales sur les mobilités et la force du poignet (telles que les arthrodèses partielles de poignet) (8), pour les patients présentant une instabilité statique avancée.

Certes elle ne redonne pas des mobilités « ad integrum » mais peu apporter un certain bénéfice (amélioration de la douleur et de la force et conservation des amplitudes articulaires).

La faiblesse de cette étude signifie également la nécessité d'une étude comparative en cohorte prospective afin de confirmer ces tendances.

- Cela permettrait de dégager des facteurs prédictifs d'arthrose et d'orienter l'indication thérapeutique initiale.
- **les indications de la « SLIC procedure » sont précises, et cette technique n'est pas à proposer à tous les patients. Elle doit être réservée aux cas d'instabilités statiques supposées réductibles.**
- Les critères d'échec radiographiques basés sur les angles scapho-lunaires (ASL) et capito-lunaires (ACL) définis par LOMBARD(10) ne nous semblent pas suffisant à utiliser seuls dans l'évaluation de la « SLIC procédure »

4. Limites de notre étude :

Une des principales limites de notre étude est le choix de l'analyse d'une déformation dynamique, à l'aide d'outils statiques (absence d'accessibilité aux outils scanographiques 4D). Cela représente un biais méthodologique majeur. Ce travail ouvre la voie à de futures études, prospectives, avec examen scannographique 4D pré et post opératoire afin de réaliser des mesures les plus précises possible et évaluer au mieux, la réductibilité préopératoire de la déformation d'une part, et sa correction post opératoire d'autre part.

Bien que cette étude comporte des biais (effectif réduit et inhomogène, analyse rétrospective, ...), elle apporte tout de même un retour complémentaire sur une technique récente dont les résultats publiés, principalement monocentriques, restent encore peu prévisibles.

Il semble donc nécessaire d'entamer des travaux de plus haut niveau de preuve, étant donné l'absence de « gold standard » pour la prise en charge des instabilités scapho-lunaires.

IV. Conclusion

Notre étude n'a pas permis de mettre en évidence de corrélation statistique significative entre résultats cliniques et radiologiques à moyen terme dans les suites de ligamentoplasties scapho-lunaires par « SLIC procedure » .

L'indolence complète est rarement atteinte à l'effort, mais retrouvée au repos pour plus de 6 patients sur 10 dans notre série. On note une amélioration de la force et des capacités fonctionnelles après une ligamentoplastie de stabilisation scapho- lunaire, sans qu'il n'y ait de corrélation radiographique.

La « SLIC procedure » est une technique exigeante, à réserver à des patients, rigoureusement choisis et en respectant les indications posées par DAUTEL , PAUCHARD et ATHLANI.

Cette technique doit être réservée à des équipes entraînées. La littérature concernant cette technique est encore pauvre, et cette série est, à ce jour, la deuxième rapportant ses résultats. L'instabilité scapho-lunaire et la biomécanique du poignet n'ont pas encore livré tous leurs secrets. Bien que l'analyse mécanique soit plus pertinente (scanner 4D, analyse de l'angle PRSA...) la prise en charge thérapeutique est encore incomplète.

Le manque de « Qualitative Data » impose un recueil prospectif et probablement la création de registre sur cette pathologie.

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire QuickDASH® traduit en langue française

1

Quick DASH						
Veillez évaluer vos possibilités d'effectuer les activités suivantes au cours des 7 derniers jours en entourant le chiffre placé sous la réponse appropriée						
		Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
1.	Dévisser un couvercle serré ou neuf	1	2	3	4	5
2.	Effectuer des tâches ménagères lourdes (nettoyage des sols ou des murs)	1	2	3	4	5
3.	Porter des sacs de provisions ou une mallette	1	2	3	4	5
4.	Se laver le dos	1	2	3	4	5
5.	Couper la nourriture avec un couteau	1	2	3	4	5
6.	Activités de loisir nécessitant une certaine force ou avec des chocs au niveau de l'épaule du bras ou de la main. (bricolage, tennis, golf, etc..)	1	2	3	4	5

	Pas du tout	Légèrement	Moyennement	Beaucoup	Extrêmement
7.	Pendant les 7 derniers jours , à quel point votre épaule, votre bras ou votre main vous a-t-elle gêné dans vos relations avec votre famille, vos amis ou vos voisins ? (entourez une seule réponse)				
	1	2	3	4	5

	Pas du tout limité	Légèrement limité	Moyennement limité	Très limité	Incapable
8.	Avez-vous été limité dans votre travail ou une de vos activités quotidiennes habituelles en raison de problèmes à votre épaule, votre bras ou votre main?				
	1	2	3	4	5

Veillez évaluer la sévérité des symptômes suivants <u>durant les 7 derniers jours</u>. (entourez une réponse sur chacune des lignes)						
		Aucune	Légère	Moyenne	Importante	Extrême
9.	Douleur de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5
10.	Picotements ou fourmillements douloureux de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5

	Pas du tout perturbé	Un peu perturbé	Moyennement perturbé	Très perturbé	Tellement perturbé que je ne peux pas dormir
11.	Pendant les 7 derniers jours , votre sommeil a-t-il été perturbé par une douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main ? (entourez une seule réponse)				
	1	2	3	4	5

Le score *QuickDASH* n'est pas valable s'il y a plus d'une réponse manquante.

Calcul du score du *QuickDASH* = ([somme des n réponses] - 1) X 25, où n est égal au nombre de réponses.

Annexe 2 : Questionnaire PRWE® : Patient Rated Wrist Evaluation traduit en langue française.

PRWE										
Evaluation du poignet par le patient										
Nom: _____			Signature: _____				Date: _____			
<p>Les questions ci-dessous vont nous permettre de comprendre les difficultés que vous avez rencontrées avec votre poignet la semaine dernière. Sur une échelle de 0 à 10, vous décrivez l'intensité moyenne des symptômes de votre poignet durant la semaine dernière. Veuillez répondre à TOUTES les questions. Si vous n'avez fait aucune des activités, veuillez ESTIMER la douleur ou la difficulté à laquelle vous vous seriez attendue. Si vous n'avez jamais fait l'activité, vous pouvez laisser l'item en blanc.</p>										
<p>DOULEUR - Veuillez évaluer l'intensité moyenne de la douleur à votre poignet durant la semaine dernière en entourant le chiffre qui correspond le mieux votre douleur sur une échelle de 1 à 10. Le zéro (0) signifie que vous n'avez ressenti aucune douleur et le dix (10) signifie que vous avez ressenti la pire douleur jamais éprouvée ou que vous n'avez pas pu faire l'activité à cause de la douleur.</p>										
<p>Evaluer votre douleur :</p>										
		Pas de douleur							Pire douleur jamais ressentie	
Au repos		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Lorsque vous faites une tâche avec un mouvement répétitif du poignet		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Lorsque vous soulevez un objet lourd		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Lorsque la douleur est à son comble		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Avez vous souvent mal?		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
		Jamais							Toujours	
FONCTION										
<p>A. ACTIVITES SPECTIFIQUES - Veuillez évaluer le niveau de difficulté que vous avez éprouvé à accomplir avec votre main atteinte chacun des gestes listés ci-dessous – au cours de la semaine dernière, en entourant le chiffre qui correspond le mieux à la difficulté éprouvée sur une échelle de 1 à 10. Le zéro (0) signifie que vous n'avez rencontré aucune difficulté et le dix (10) signifie que c'était tellement difficile que vous ne pouviez pas le faire du tout.</p>										
		Aucune difficulté								Incapable de faire
Tourner une poignée de porte		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Couper de la viande		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Boutonner ma chemise		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Se lever d'une chaise		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Porter un objet de 5 Kg		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Utiliser du papier toilette		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
<p>B. ACTIVITES HABITUELLES - Veuillez évaluer le niveau de difficulté que vous avez éprouvé à accomplir vos activités habituelles dans chacun des domaines listés ci-dessous, au cours de la semaine dernière, en entourant le chiffre qui correspond le mieux à la difficulté éprouvée sur une échelle de 1 à 10. Par activités habituelles, nous entendons les activités que vous faisiez avant d'avoir des problèmes avec votre poignet. Le zéro (0) signifie que n'avez rencontré aucune difficulté et le dix (10) signifie que c'était tellement difficile que vous ne pouviez pas faire vos activités habituelles.</p>										
		Aucune difficulté								Incapable de faire
Soins personnels (s'habiller, se laver)		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Tâches ménagères (nettoyage, entretien)		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Travail (votre emploi ou tâches quotidiennes habituelles)		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10
Loisirs		0	1	2	3	4	5	6	7	8 9 10

Annexe 3 : Grille d'évaluation Mayo Wrist Score ®

Mayo Wrist Score

Clinician's name (or ref)

Patient's name (or ref)

Please answer the following 12 multiple choice questions.

During the past 4 weeks.....

Section 1 - Pain Intensity <input type="radio"/> No pain <input type="radio"/> Mild Occasional <input type="radio"/> Moderate, tolerable <input type="radio"/> Severe to intolerable	Section 2 - Functional Status <input type="radio"/> Returned to regular employment <input type="radio"/> Restricted employment <input type="radio"/> Able to work, but unemployed <input type="radio"/> Unable to work because of pain
---	---

Section 3 (choose either 3a or 3b)	
3a - Range of Motion (% of normal side) <input type="radio"/> 100% <input type="radio"/> 75-99% <input type="radio"/> 50-74% <input type="radio"/> 25-49% <input type="radio"/> 0-24%	3b - If only injured hand examined <input type="radio"/> Greater than 120 degrees <input type="radio"/> 90-120 degrees <input type="radio"/> 60-90 degrees <input type="radio"/> 30-60 degrees <input type="radio"/> less than 30 degrees

Section 4 - Grip strength % of normal
<input type="radio"/> 100%
<input type="radio"/> 75-100%
<input type="radio"/> 50-75%
<input type="radio"/> 25-50%
<input type="radio"/> 0-25%

The Mayo Wrist Score is

To save this data please print or

Nb: This page cannot be saved due to patient data protection so please print the filled in form before closing the window.

Interpreting the Wrist Mayo Score

90-100 Excellent 80-90 Good 60-80 Satisfactory Below 60 Poor

Reference for Score: Amadio PC, Berquist TH, Smith DK, Ilstrup DM, Cooney WP 3rd, Linscheid RL. Scaphoid malunion. J Hand Surg [Am]. 1989 Jul;14(4):679-87. Link to pubmed

Annexe 4 : Notice d'information remise au patient avant participation :

Note d'information pour la participation à la recherche

« Corrélation radiologique et fonctionnelle dans les suites de ligamentoplasties scapho-lunaires selon la technique de ligamentoplastie ScaphoLunaire et InterCarpienne « SLIC » :

Évaluation au recul minimal de 12 mois »

Investigateur 1 : Florent METAIRIE – Interne en chirurgie Orthopédique et traumatologique

Promoteur de la recherche

Nom : : Institut de la Main Nantes Atlantique

Adresse : avenue Claude Bernard , 4480 St Herblain

Principaux contacts : F METAIRIE – Dr M LEROY

Mail : florent.metairie@gmail.com

**Ce document est remis à la personne participant à la recherche
Un exemplaire est conservé dans le dossier médical**

Vous avez été opéré d'une ligamentoplastie de votre poignet à l'institut de la Main Nantes Atlantique (clinique Jeanne d'Arc) pour des douleurs chroniques de celui-ci.

Nous vous proposons de participer à une étude clinique, dont le but est :

- d'étudier les résultats post opératoire d'une technique de ligamentoplastie scapho-lunaire du poignet, la SLIC (ScaphoLunate and Intercarpal ligamentoplasty).
- Mettre en évidence des facteurs cliniques et/ou radiologique prédisposant à un échec de la technique

Engagement du participant : l'étude va consister à évaluer le résultat fonctionnel et radiologique post opératoire de la technique, au recul minimal d'un an.

Chaque participant sera vu en consultation individuelle. Un examen clinique sera réalisé afin d'obtenir les amplitudes articulaires du poignet, les scores de force recueilli à l'aide d'un dynamomètre hydraulique à main (JAMAR ®). Vous serez invité à remplir 3 questionnaires évaluant la fonction de votre poignet dans vos activités quotidiennes, travail et loisirs.

Un examen radiologique comprenant 6 clichés sera réalisé.

L'examen de votre scanner non injecté du poignet sera réalisé afin de mesurer certains angles radiologiques.

Vos données utilisées dans notre travail de recherche sont confidentielles et anonymisées.

Vous avez la liberté de refuser de participer à cette étude à tout moment, sans que cela n'ait d'impact sur la suite de votre prise en charge à l'institut de la main Nantes Atlantique.

Votre participation à la recherche, au cas où vous donneriez votre accord ne pourra vous être confirmée qu'à la condition que vous remplissiez tous les critères d'inclusion pour participer à la recherche.

Pour être menée à bien, cette recherche nécessite la mise en œuvre d'un traitement informatisé de vos données personnelles afin de permettre d'analyser les résultats. Un fichier informatique comportant vos données va donc être constitué. Par mesure de confidentialité et pour respecter votre vie privée, ces données seront totalement anonymes. Ces données seront susceptibles d'être exploitées dans le cadre de publications ou de communications.

Conformément à la loi, vous disposez d'un droit d'accès, d'opposition et de rectification des données enregistrées sur informatique, à tout moment, par l'intermédiaire de l'investigateur dont les coordonnées se trouvent au début de ce document. Vous disposez également d'un droit d'opposition à la transmission des données couvertes par le secret professionnel susceptibles d'être utilisées et d'être traitées dans le cadre de cette recherche.

Ces données pourront être utilisées lors de recherches ultérieures exclusivement à des fins scientifiques. Vous pouvez retirer votre consentement à cette utilisation ultérieure ou exercer votre faculté d'opposition à tout moment.

Vous pouvez exercer vos droits d'accès et de rectification auprès du Docteur mentionné au début de ce document. Cette étude est conforme à la loi « Informatique et Libertés » du 6 janvier 1978 modifiée.

Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer à la recherche qui vous est présentée.

- Si vous acceptez, vous êtes libre de changer d'avis à tout moment sans avoir à vous justifier et votre décision ne portera aucun préjudice à la qualité de votre prise en charge. Dans ce cas, les données obtenues avant que votre consentement n'ait été retiré pourront être utilisées, sauf opposition expresse de votre part. Les données recueillies après le retrait de votre consentement ne seront pas utilisées pour cette recherche et resteront destinées à l'usage strict du soin.
- Si vous refusez de participer, les données ne seront pas utilisées pour cette recherche et resteront destinées à l'usage strict du soin.

L'investigateur qui vous a proposé la recherche et vous a donné oralement toutes les informations nécessaires peut répondre à toutes vos questions. L'investigateur pourra également vous informer, sur votre demande, des résultats globaux de l'étude.

Engagement de l'investigateur principal : en tant qu'investigateur principal, il s'engage à mener cette recherche selon les dispositions éthiques et déontologiques, à protéger l'intégrité physique, psychologique et sociale des personnes tout au long de la recherche et à assurer la confidentialité des informations recueillies. Il s'engage également à fournir aux participants tout le soutien permettant d'atténuer les effets négatifs pouvant découler de la participation à cette recherche.

Notice remise par l'investigateur :

Date :/...../.....

Merci de conserver cette notice d'information

Annexe 5 : Résultats détaillés des analyses statistiques :

Comparaison des données cliniques pré et postopératoires :

tableau 4c	Préopératoire				Postopératoire				p (wilcoxon)
	median	Q1	Q3	moyenne	median	Q1	Q3	moyenne	
EVA repos	2	0	4,875	3,114	0	0	1	0,6364	0.001959
EVA effort	7,75	6,125	9	7,023	4	1,625	4,875	3,25	0.0001151
jamar opéré	30	20	39,5	28,86	34	20,5	39	31,82	0.13
F	70	60	70	64,55	50	36,25	60	46,36	0.00249
E	70	60	73,75	65,23	60	50	70	59,09	0.1206
Arc flex/ext	140	120	143,8	129,8	105	81,25	125	105,45	0.008584
IR	15	15	20	16,82	10	10	20	14,5	0.1981
IU	30	20	40	31,14	30	20	40	29,32	0.5469
QD	45,45	39,77	59,09	48,01	18,18	5,117	35,792	22,744	0.001041
PRWE	49,5	38	59,12	47,98	17,25	11	32,5	22,55	0.0006135

Comparaison des données radiologiques pré et postopératoires :

tableau 5b	Préopératoire				Postopératoire				p(wilcoxon)
	median	Q1	Q3	moyenne	median	Q1	Q3	moyenne	
ESL	4,8	3,25	6,075	4,659	3,75	2,85	4	3,564	0.01171
ASL	80,5	75,25	87,5	81,14	78	64,25	79,75	73,5	0.03816
ACL	-19	-22	-9,25	-15,95	-11,5	-23,25	-0,75	-9,818	0.1576
SPS	2,1	0	3,5	2,212	0	0	1,7	0,681	0.006482
PRSA	116	110	121	112,6	104	100	108	104,2	0.005394

Comparaison des données cliniques et radiologiques postopératoire. Analyse en sous-groupes PRSA<106° et PRSA>106° :

tableau 7c	PRSA >106				PRSA <106				p(M-W)
POST OP	median	Q1	Q3	Moyenne	median	Q1	Q3	Moyenne	
EVA repos	0	0	2	1	0	0	0,75	0,3571	0.3049
EVA effort	4,5	3	5	3,786	3	0,375	4	2,643	0.1862
jamar opéré	22	19	26	22,43	38,5	36,5	46,5	38,21	0.007105
jamar CL	32	22,5	39	31	43,5	39	50	43,71	0,02012
F post-op	55	45	60	51,43	50	28,75	58,75	45	0.5471
E post-op	60	50	70	58,57	62,5	51,25	70	60	0.7872
QD post-op	18,18	11,37	36,36	24,68	18,18	4,55	34,07	19,47	0.5004
PRWE post-op	17,5	13,75	35,75	24,14	15,5	6,375	32	18,643	0.2952
MWS post-op	75	72,5	82,5	75,71	80	76,25	98,75	79,29	0,3081
E SL F post-op	3,7	2,85	4,5	3,843	3,55	2,85	3,975	3,357	0,6267
E SL PS post-op	4	3,35	4,75	4,386	4	3	4,475	3,879	0,764
ASL post-op	79	73,5	83,5	80	77	61	79,75	71,07	0.3689
SPS post-op	0	0	1,95	1,5	0	0	0	0,29	0.035

Évolution des mobilités et de la force en postopératoire. Analyse en sous-groupes PRSA<106° et PRSA>106° :

PRSA<106						
Patients	Δ JAMAR pré/post (°)	Tx Variation JAMAR pré/post (%)	Δ Flexion pré/post (°)	Δ Extension pré/post (°)	Δ mobilité globale coté lésé pré/post (°)	Tx Variation Mobilité globale pré/post (%)
P1	-3	-7,1	0	0	0	0,0
P2	8	20,0	-10	30	20	20,0
P3	8	80,0	-20	0	-20	-16,7
P5	5	11,1	0	-10	-10	-6,3
P6	9	30,0	-60	0	-60	-42,9
P8	6	20,0	-30	-25	-55	-36,7
P10	5	10,0	-5	0	-5	-3,4
P12	18	90,0	15	15	30	31,6
P13	15	42,9	-20	-5	-25	-17,9
P14	22	110,0	-25	5	-20	-13,3
P15	8	26,7	-60	-20	-80	-50,0
P18	8	26,7	-50	-20	-70	-53,8
P19	-18	-60,0	-45	-40	-85	-60,7
P20	-8	-20,0	-30	-30	-60	-42,9
Moyenne	5,9	27,1	-24,3	-7,1	-31,4	-20,9

PRSA>106						
Patient	Δ JAMAR pré/post	Tx Variation JAMAR pré/post	Δ Flexion pré/post	Δ Extension pré/post	Δ mobilité globale coté lésé pré/post	Tx Variation Mobilité globale pré/post
P4	-8	-21	-10	-5	-15	-10
P7	3	18	-25	-30	-55	-39
P9	9	60	20	-10	10	11
P11	2	10	-10	-10	-20	-14
P17	5	50	15	40	55	79
P21	-2	-10	0	10	10	10
P22	-20	-42	-20	-20	-40	-29
Moyenne	-1,6	9,3	-4,23	-3,6	-7,86	1

PRSA	Delta_JAMAR					Delta_mobilité globale				
	moyenne	mediane	Q1	Q3	p	moyenne	mediane	Q1	Q3	p
PRSA > 106	-1,571	2	-5	4	0,08	-7,857	-15	-30	10	0,20
PRSA < 106	5,929	8	5	8,75		-31,43	-22,5	-60	-6,25	

Références Bibliographiques

1. Mathoulin CL, Dauphin N, Wahegaonkar AL. Arthroscopic dorsal capsuloligamentous repair in chronic scapholunate ligament tears. *Hand Clin.* nov 2011;27(4):563-72, xi.
2. Lavernia CJ, Cohen MS, Taleisnik J. Treatment of scapholunate dissociation by ligamentous repair and capsulodesis. *J Hand Surg Am.* mars 1992;17(2):354-9.
3. Andersson JK. Treatment of scapholunate ligament injury. *EFORT Open Rev.* 19 sept 2017;2(9):382-93.
4. Camus E, Van Overstraeten L, Carpal instability. *La chirurgie ligamentaire du carpe avant l'arthrose.* Montpellier: Sauramps médical; 2009.
5. Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC, Kozin SH, Cohen MS, éditeurs. *Green's operative hand surgery.* Seventh edition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2017.
6. Kitay A, Wolfe SW. Scapholunate instability: current concepts in diagnosis and management. *J Hand Surg Am.* oct 2012;37(10):2175-96.
7. Garcia-Elias M, Lluch AL, Stanley JK. Three-Ligament Tenodesis for the Treatment of Scapholunate Dissociation: Indications and Surgical Technique. *The Journal of Hand Surgery.* 1 janv 2006;31(1):125-34.
8. Laulan J. Désaxation scapholunaire : physiopathologie et orientations thérapeutiques. *Chirurgie de la Main.* 1 sept 2009;28(4):192-206.
9. Watson HK, Weinzweig J, Zeppieri J. The natural progression of scaphoid instability. *Hand Clin.* févr 1997;13(1):39-49.
10. Lombard J. Ligamentoplasties pour instabilités schapo-lunaires : critères de pronostics à propos de 44 cas au recul moyen de 45 mois / Juliette Lombard ; sous la direction de Gilles Dautel - Université de Lorraine [Internet]. Université de Lorraine; 2016 [cité 1 juill 2020]. Disponible sur: https://ulyse.univ-lorraine.fr/discovery/fulldisplay/alma991009430569705596/33UDL_INST:UDL
11. Watson H, Ottoni L, Pitts EC, Handal AG. Rotary subluxation of the scaphoid : A spectrum of instability. *The Journal of Hand Surgery: British & European Volume.* 1 févr 1993;18(1):62-4.
12. Garcia-Elias M. Treatment of scapho-lunate instability. *Ortop Traumatol Rehabil.* 28 avr 2006;8(2):160-8.
13. Larsen CF, Amadio PC, Gilula LA, Hodge JC. Analysis of carpal instability: I. Description of the scheme. *The Journal of Hand Surgery.* 1 sept 1995;20(5):757-64.

14. Kuo CE, Wolfe SW. Scapholunate instability: current concepts in diagnosis and management. *J Hand Surg Am.* août 2008;33(6):998-1013.
15. Athlani L, Pauchard N, Detammaecker R, Huguet S, Lombard J, Dap F, et al. Treatment of chronic scapholunate dissociation with tenodesis: A systematic review. *Hand Surg Rehabil.* 2018;37(2):65-76.
16. Mitsuyasu H, Patterson RM, Shah MA, Buford WL, Iwamoto Y, Viegas SF. The role of the dorsal intercarpal ligament in dynamic and static scapholunate instability1 1No benefits in any form have been received or will be received by a commercial party related directly or indirectly to the subject of this article. *The Journal of Hand Surgery.* 1 mars 2004;29(2):279-88.
17. Kijima Y, Viegas SF. Wrist Anatomy and Biomechanics. *Journal of Hand Surgery.* 1 oct 2009;34(8):1555-63.
18. Viegas SF, Yamaguchi S, Boyd NL, Patterson RM. The dorsal ligaments of the wrist: Anatomy, mechanical properties, and function. *The Journal of Hand Surgery.* 1 mai 1999;24(3):456-68.
19. Viegas SF, Patterson RM, Peterson PD, Pogue DJ, Jenkins DK, Sweo TD, et al. Ulnar-sided perilunate instability: an anatomic and biomechanic study. *J Hand Surg Am.* mars 1990;15(2):268-78.
20. Van Overstraeten L. Le complexe scapho-lunaire, un nouveau concept !: un autre regard sur l'instabilité du carpe [Internet]. Université libre de Bruxelles; 2014 [cité 31 août 2020]. Disponible sur: <http://hdl.handle.net/2013/ULB-DIPOT:oai:dipot.ulb.ac.be:2013/209193>
21. Mathoulin CL. From Scapholunate Interosseus Ligament to Scapholunate Ligament Complex. *J Wrist Surg.* mai 2013;2(2):98.
22. Slutsky DJ. The Scapholunate Ligament Complex (SLLC). *J Wrist Surg.* mai 2013;02(2):97-97.
23. Blatt G. Capsulodesis in reconstructive hand surgery: Dorsal capsulodesis for the unstable scaphoid and volar capsulodesis following excision of the distal ulna. *Hand Clinics.* 1987;3(1):81-102.
24. Van Den Abbeele KLS, Loh YC, Stanley JK, Trail IA. Early results of a modified brunelli procedure for scapholunate instability. *The Journal of Hand Surgery: British & European Volume.* 1 avr 1998;23(2):258-61.
25. Athlani L. La ligamentoplastie ScaphoLunaire et InterCarpienne « SLIC » dans le traitement de l'instabilité scapho-lunaire: technique chirurgicale et étude prospective à propos de 20 cas [Thèse d'exercice]. [Clermont-Ferrand, France]: Université de Clermont I; 2016.

26. Athlani L, Pauchard N, Dautel G. Outcomes of scapholunate intercarpal ligamentoplasty for chronic scapholunate dissociation: a prospective study in 26 patients. *J Hand Surg Eur Vol.* sept 2018;43(7):700-7.
27. Athlani L, Pauchard N, Dautel G. Radiological evaluation of scapholunate intercarpal ligamentoplasty for chronic scapholunate dissociation in cadavers. *J Hand Surg Eur Vol.* mai 2018;43(4):387-93.
28. Short WH, Werner FW, Green JK, Sutton LG, Brutus JP. Biomechanical evaluation of the ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate: part III. *J Hand Surg Am.* mars 2007;32(3):297-309.
29. Gondim Teixeira PA, De Verbizier J, Aptel S, Wack M, Dap F, Dautel G, et al. Posterior Radioscaphoid Angle as a Predictor of Wrist Degenerative Joint Disease in Patients With Scapholunate Ligament Tears. *American Journal of Roentgenology.* janv 2016;206(1):144-50.
30. Athlani L, Pauchard N, Dap F, Dautel G. Treatment of chronic scapholunate instability: Results with three-ligament tenodesis vs. scapholunate and intercarpal ligamentoplasty. *Hand Surg Rehabil.* juin 2019;38(3):157-64.
31. Viegas SF, Patterson RM, Todd PD, McCarty P. Load mechanics of the midcarpal joint. *Journal of Hand Surgery.* 1 janv 1993;18(1):14-8.
32. Garcia-Elias M. Carpal instability. *Green's operative hand surgery.* 2005;1:535–604.
33. Hagert E, Garcia-Elias M, Forsgren S, Ljung B-O. Immunohistochemical Analysis of Wrist Ligament Innervation in Relation to Their Structural Composition. *Journal of Hand Surgery.* 1 janv 2007;32(1):30-6.
34. Buijze GA, Lozano-Calderon SA, Strackee SD, Blankevoort L, Jupiter JB. Osseous and Ligamentous Scaphoid Anatomy: Part I. A Systematic Literature Review Highlighting Controversies. *Journal of Hand Surgery.* 1 déc 2011;36(12):1926-35.
35. Taleisnik J. The ligaments of the wrist. *Journal of Hand Surgery.* 1 sept 1976;1(2):110-8.
36. Sennwald G, Segmüller G. Base anatomique d'un nouveau concept de stabilité du carpe. *International Orthopaedics.* 1 mars 1986;10(1):25-30.
37. Kijima Y, Viegas SF. Wrist anatomy and biomechanics. *J Hand Surg Am.* oct 2009;34(8):1555-63.
38. Kapandji AI, Tubiana R. Physiologie articulaire. schémas commentés de mécanique humaine: 805 dessins originaux de l'auteur 1, 1., Paris: Maloine; 2005.
39. Linscheid RL, Dobyns JH. The Wrist in Perspective. *Iowa Orthop J.* 1990;10:60-6.
40. Berger RA. The gross and histologic anatomy of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Am.* mars 1996;21(2):170-8.

41. Linkous MD, Pierce SD, Gilula LA. Scapholunate ligamentous communicating defects in symptomatic and asymptomatic wrists: characteristics. *Radiology*. sept 2000;216(3):846-50.
42. Berger RA, Imeada T, Berglund L, An KN. Constraint and material properties of the subregions of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Am*. sept 1999;24(5):953-62.
43. Cambon-Binder A, Mathoulin C. Arthroscopie du poignet, techniques et indications. [//www.em-premium.com/data/traites/t06/44-66189/](http://www.em-premium.com/data/traites/t06/44-66189/) [Internet]. 30 déc 2016 [cité 2 avr 2020]; Disponible sur: <https://www-em-premium-com.buadistant.univ-angers.fr/article/1098396>
44. Overstraeten LV, Camus EJ, Wahegaonkar A, Messina J, Tandara AA, Binder AC, et al. Anatomical Description of the Dorsal Capsulo-Scapholunate Septum (DCSS)-Arthroscopic Staging of Scapholunate Instability after DCSS Sectioning. *J Wrist Surg*. mai 2013;2(2):149-54.
45. Messina JC, Van Overstraeten L, Luchetti R, Fairplay T, Mathoulin CL. The EWAS Classification of Scapholunate Tears: An Anatomical Arthroscopic Study. *J Wrist Surg*. mai 2013;2(2):105-9.
46. Moritomo H, Apergis EP, Herzberg G, Werner FW, Wolfe SW, Garcia-Elias M. 2007 IFSSH committee report of wrist biomechanics committee: biomechanics of the so-called dart-throwing motion of the wrist. *J Hand Surg Am*. nov 2007;32(9):1447-53.
47. Camus EJ, Millot F, Lariviere J, Raoult S, Rtaimate M. Kinematics of the wrist using 2D and 3D analysis: biomechanical and clinical deductions. *Surg Radiol Anat*. oct 2004;26(5):399-410.
48. Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout JW, Bryan RS. Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification, and pathomechanics. *J Bone Joint Surg Am*. déc 1972;54(8):1612-32.
49. Allieu Y. Instabilité du carpe — Instabilités ligamentaires et désaxations intracarpiennes — Démembrement du concept d'instabilité du carpe. *Annales de Chirurgie de la Main*. 1 janv 1984;3(4):317-21.
50. Wright TW, Del Charco M, Wheeler D. Incidence of ligament lesions and associated degenerative changes in the elderly wrist. *J Hand Surg Am*. mars 1994;19(2):313-8.
51. Taleisnik J. Current concepts review. Carpal instability. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1 sept 1988;70(8):1262-8.
52. Nathan R, Blatt G. Rotary subluxation of the scaphoid. Revisited. *Hand Clin*. août 2000;16(3):417-31.
53. Burgess RC. The effect of rotatory subluxation of the scaphoid on radio-scaphoid contact. *The Journal of Hand Surgery*. 1 sept 1987;12(5, Part 1):771-4.

54. Omori S, Moritomo H, Omokawa S, Murase T, Sugamoto K, Yoshikawa H. In Vivo 3-Dimensional Analysis of Dorsal Intercalated Segment Instability Deformity Secondary to Scapholunate Dissociation: A Preliminary Report. *The Journal of Hand Surgery*. 1 juill 2013;38(7):1346-55.
55. O'Meehan CJ, Stuart W, Mamo V, Stanley JK, Trail IA. The natural history of an untreated isolated scapholunate interosseus ligament injury. *J Hand Surg Br*. août 2003;28(4):307-10.
56. Watson HK, Ballet FL. The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. *J Hand Surg Am*. mai 1984;9(3):358-65.
57. Merle M. *La main traumatique: Chirurgie de la main : affections rhumatismales, dégénératives, syndromes canauxaires*. 2017.
58. Watson HK, Ashmead D, Makhlof MV. Examination of the scaphoid. *J Hand Surg Am*. sept 1988;13(5):657-60.
59. Rizzo C, Garret J, Guigal V, Gazarian A. Clinical Examination of Wrist Ligaments. In: Camus E, Van Overstraeten L, éditeurs. *Carpal Ligament Surgery: Before Arthritis* [Internet]. Paris: Springer; 2013 [cité 4 mai 2020]. p. 39-66. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-2-8178-0379-1_3
60. LaStayo P, Howell J. Clinical provocative tests used in evaluating wrist pain: a descriptive study. *J Hand Ther*. mars 1995;8(1):10-7.
61. Larsen CF, Mathiesen FK, Lindequist S. Measurements of carpal bone angles on lateral wrist radiographs. *Journal of Hand Surgery*. 1 sept 1991;16(5):888-93.
62. Koh KH, Lee HI, Lim KS, Seo JS, Park MJ. Effect of wrist position on the measurement of carpal indices on the lateral radiograph. *J Hand Surg Eur Vol*. juin 2013;38(5):530-41.
63. Metz VM, Schimmerl SM, Gilula LA, Viegas SF, Saffar P. Wide scapholunate joint space in lunotriquetral coalition: a normal variant? *Radiology*. août 1993;188(2):557-9.
64. Scheck RJ, Kubitzek C, Hierner R, Szeimies U, Pfluger T, Wilhelm K, et al. The scapholunate interosseous ligament in MR arthrography of the wrist: correlation with non-enhanced MRI and wrist arthroscopy. *Skeletal Radiol*. mai 1997;26(5):263-71.
65. Schmitt R, Christopoulos G, Meier R, Coblenz G, Fröhner S, Lanz U, et al. [Direct MR arthrography of the wrist in comparison with arthroscopy: a prospective study on 125 patients]. *Rofo*. juill 2003;175(7):911-9.
66. Totterman SM, Miller R, Wasserman B, Blebea JS, Rubens DJ. Intrinsic and extrinsic carpal ligaments: evaluation by three-dimensional Fourier transform MR imaging. *AJR Am J Roentgenol*. janv 1993;160(1):117-23.

67. Theumann NH, Pfirrmann CWA, Antonio GE, Chung CB, Gilula LA, Trudell DJ, et al. Extrinsic carpal ligaments: normal MR arthrographic appearance in cadavers. *Radiology*. janv 2003;226(1):171-9.
68. Dao KD, Solomon DJ, Shin AY, Puckett ML. The efficacy of ultrasound in the evaluation of dynamic scapholunate ligamentous instability. *J Bone Joint Surg Am*. juill 2004;86(7):1473-8.
69. Griffith JF, Chan DP, Ho PC, Zhao L, Hung LK, Metreweli C. Sonography of the normal scapholunate ligament and scapholunate joint space. *J Clin Ultrasound*. mai 2001;29(4):223-9.
70. Finlay K, Lee R, Friedman L. Ultrasound of intrinsic wrist ligament and triangular fibrocartilage injuries. *Skeletal Radiol*. févr 2004;33(2):85-90.
71. Leclercq C, Mathoulin C, Members of EWAS. Complications of Wrist Arthroscopy: A Multicenter Study Based on 10,107 Arthroscopies. *J Wrist Surg*. nov 2016;5(4):320-6.
72. Geissler WB. [Arthroscopic management of scapholunate instability]. *Chir Main*. nov 2006;25 Suppl 1:S187-196.
73. Dreant N, Dautel G. [Development of a arthroscopic severity score for scapholunate instability]. *Chir Main*. avr 2003;22(2):90-4.
74. Zhao K, Breighner R, Holmes D, Leng S, McCollough C, An K-N. A Technique for Quantifying Wrist Motion Using Four-Dimensional Computed Tomography: Approach and Validation. *J Biomech Eng*. juill 2015;137(7):0745011-5.
75. Abou Arab W, Rauch A, Chawki MB, Dap F, Dautel G, Blum A, et al. Scapholunate instability: improved detection with semi-automated kinematic CT analysis during stress maneuvers. *Eur Radiol*. 1 oct 2018;28(10):4397-406.
76. Athlani L, Rouizi K, Granero J, Hossu G, Blum A, Dautel G, et al. Assessment of scapholunate instability with dynamic computed tomography. *J Hand Surg Eur Vol*. mai 2020;45(4):375-82.
77. Mathoulin C. Treatment of dynamic scapholunate instability dissociation: Contribution of arthroscopy. *Hand Surg Rehabil*. 2016;35(6):377-92.
78. Berger RA, Bishop AT, Bettinger PC. New dorsal capsulotomy for the surgical exposure of the wrist. *Ann Plast Surg*. juill 1995;35(1):54-9.
79. Viegas SF, Dasilva MF. Surgical repair for scapholunate dissociation. *Tech Hand Up Extrem Surg*. sept 2000;4(3):148-53.

80. Saffar P. Traitement des ruptures totales sans arthrose. /data/revues/00351040/00870005/1S43/ [Internet]. 15 avr 2008 [cité 6 août 2019]; Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/en/article/141194>
81. Merle M, Dautel G. L'arthroscopie du poignet. In: La main traumatique Chirurgie secon- daire le poignet traumatique, 2. Masson. 1995. p. 381–97.
82. Beaton D, Wright J, Katz J. Development of the QuickDASH. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1 mai 2005;87(5):1038-46.
83. Amadio PC, Berquist TH, Smith DK, Ilstrup DM, Cooney WP, Linscheid RL. Scaphoid malunion. *J Hand Surg Am*. juill 1989;14(4):679-87.
84. Gray A, Cuénod P, Papaloïzos MY. Midterm Outcome of Bone-Ligament-Bone Graft and Dorsal Capsulodesis for Chronic Scapholunate Instability. *The Journal of Hand Surgery*. 1 août 2015;40(8):1540-6.
85. Merle M, Dautel G. La Main traumatique : Tome 2 Chirurgie secondaire - Le poignet traumatique. Paris: Masson; 1992.
86. Talwalkar SC, Edwards ATJ, Hayton MJ, Stilwell JH, Trail IA, Stanley JK. Results of tri-ligament tenodesis: a modified brunelli procedure in the management of scapholunate instability. *The Journal of Hand Surgery: British & European Volume*. 1 févr 2006;31(1):110-7.
87. De Smet L, Van Hoonacker P. Treatment of chronic static scapholunate dissociation with the modified Brunelli technique: preliminary results. *Acta Orthop Belg*. avr 2007;73(2):188-91.
88. Links AC, Chin SH, Waitayawinyu T, Trumble TE. Scapholunate Interosseous Ligament Reconstruction: Results With a Modified Brunelli Technique Versus Four-Bone Weave. *The Journal of Hand Surgery*. 1 juill 2008;33(6):850-6.
89. Pauchard N, Dederichs A, Segret J, Barbary S, Dap F, Dautel G. The role of three-ligament tenodesis in the treatment of chronic scapholunate instability. *J Hand Surg Eur Vol*. sept 2013;38(7):758-66.
90. Elgammal A, Lukas B. Mid-term results of ligament tenodesis in treatment of scapholunate dissociation: a retrospective study of 20 patients. *J Hand Surg Eur Vol*. janv 2016;41(1):56-63.
91. Ellanti P, Sisodia G, AL-Ajami A, Ellanti P, Harrington P. The modified brunelli procedure for scapholunate instability: a single centre study. *Hand Surg*. 1 janv 2014;19(01):39-42.
92. Nienstedt F. Treatment of Static Scapholunate Instability With Modified Brunelli Tenodesis: Results Over 10 Years. *The Journal of Hand Surgery*. 1 mai 2013;38(5):887-92.

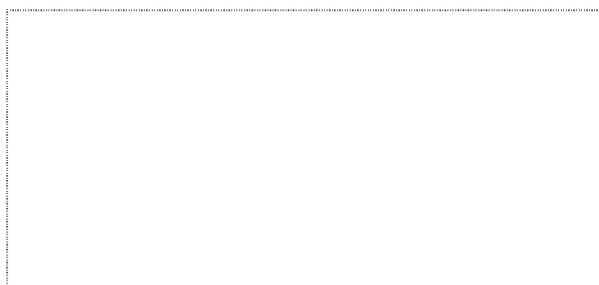
93. Chabas J-F, Gay A, Valenti D, Guinard D, Legre R. Results of the Modified Brunelli Tenodesis for Treatment of Scapholunate Instability: A Retrospective Study of 19 Patients. *The Journal of Hand Surgery*. 1 nov 2008;33(9):1469-77.
94. Moran SL, Ford KS, Wulf CA, Cooney WP. Outcomes of Dorsal Capsulodesis and Tenodesis for Treatment of Scapholunate Instability. *The Journal of Hand Surgery*. 1 nov 2006;31(9):1438-46.
95. Perez AJ, Jethanandani RG, Vutescu ES, Meyers K, Lee SK, Wolfe SW. What Causes DISI? A Cadaveric Study of the Critical Ligament Stabilizers of the Intercalated Segment: N/A - not a clinical study. *Journal of Hand Surgery*. 1 sept 2018;43(9):S28-9.
96. Corella F, Del Cerro M, Larrainzar-Garijo R, Vázquez T. Arthroscopic ligamentoplasty (bone-tendon-tenodesis). A new surgical technique for scapholunate instability: preliminary cadaver study. *J Hand Surg Eur Vol*. oct 2011;36(8):682-9.
97. Le Nen D, Richou J, Simon E, Le Bourg M, Nabil N, de Bodman C, et al. The arthritic wrist. I--the degenerative wrist: surgical treatment approaches. *Orthop Traumatol Surg Res*. juin 2011;97(4 Suppl):S31-36.
98. Nelson DL. Functional wrist motion. *Hand Clin*. févr 1997;13(1):83-92.
99. Ryu JY, Cooney WP, Askew LJ, An KN, Chao EY. Functional ranges of motion of the wrist joint. *J Hand Surg Am*. mai 1991;16(3):409-19.
100. Palmer AK, Werner FW, Murphy D, Glisson R. Functional wrist motion: a biomechanical study. *J Hand Surg Am*. janv 1985;10(1):39-46.
101. Décret n°2003-314 du 4 avril 2003 relatif au caractère de gravité des accidents médicaux, des affections iatrogènes et des infections nosocomiales prévu à l'article L. 1142-1 du code de la santé publique. - Article ANNEXE. 2003-314 avr 4, 2003.
102. Adams BD, Grosland NM, Murphy DM, McCullough M. Impact of impaired wrist motion on hand and upper-extremity performance(1). *J Hand Surg Am*. nov 2003;28(6):898-903.
103. Kuhlmann JN, Luboinski J, Mimoun M, Orcel L, Baux S. [Reconstruction of the medial collateral ligament of the knee in rats using a free autogeneic transplant of fascia lata, ligament or tendon]. *Acta Orthop Belg*. 1994;60(1):10-8.

Vu, le Président du Jury,
(tampon et signature)



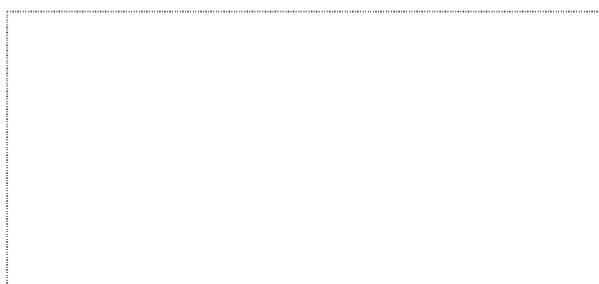
Monsieur le Professeur Christophe NICH

Vu, le Directeur de Thèse,
(tampon et signature)



Monsieur le Docteur Marc LEROY

Vu, le Doyen de la Faculté,



Professeur Pascale JOLLIET

Titre de Thèse : Corrélation radiologique et fonctionnelle dans les suites de ligamentoplasties scapho-lunaires selon la technique de ligamentoplastie Scapho-Lunaire et InterCarpienne « SLIC procedure » : Évaluation au recul minimal de 12 mois.

RESUME

Nous rapportons les résultats de la technique de ligamentoplastie « SLIC », scapho-lunaire et intercarpienne réalisée chez 22 patients, d'âge moyen 39,7 ans à la chirurgie, pour la prise en charge d'instabilités scapho-lunaires statiques réductibles sans moignons réparables.

La reconstruction de la partie dorsale du ligament interosseux scapho-lunaire et du ligament intercarpien dorsal a été obtenue par une greffe libre de long palmaire selon la technique décrite par Dautel et Pauchard en suivant les modifications apportées à celle-ci par l'auteur.

Les patients ont été évalués cliniquement (EVA, amplitudes articulaires actives, force de serrage, PRWE, QuickDASH) et radiologiquement (mesures angulaires, diastasis) en pré opératoire et après un suivi moyen de 28,3 mois (extrêmes 12-65) après la chirurgie.

Un scanner sans injection était réalisé à la révision afin de mesurer l'angle radio-scaphoïdien postérieur (PRSA). L'objectif était de rechercher une corrélation radiologique et fonctionnelle dans notre population, dans les suites d'une ligamentoplastie « SLIC » et d'analyser la correction du PRSA en post opératoire. L'hypothèse était qu'une correction du PRSA améliorerait les résultats cliniques et fonctionnels.

Résultats : La douleur (EVA) a été significativement améliorée, passant de 2,7 à 0,7 au repos et de 7 à 3,2 à l'effort. La flexion moyenne du poignet était de 46,4° et l'extension de 59,1°. La force de serrage en postopératoire atteignait 82,8% du côté controlatéral. Les scores fonctionnels ont été significativement améliorés en postopératoire. L'angle scapho-lunaire moyen a significativement diminué de 81,1° à 73,5°, et le diastasis scapho-lunaire statique a diminué de 4,7 mm à 3,6 mm.

La subluxation du scaphoïde a été entièrement corrigée dans 15 cas (68%).

L'angle PRSA a été significativement corrigé passant de 112,7° en moyenne en préopératoire à 104,2° en post opératoire.

Les patients pour qui le PRSA avait été corrigé présentaient une tendance à une amélioration des résultats cliniques et subjectifs.

Nous déplorons 1 cas de nécrose du scaphoïde, 7 récurrences d'instabilités statiques dont 3 précoces dès 4 mois post opératoire, 3 arthroses scapho-capitales et 5 évolutions vers un collapsus carpien avec poignet « SLAC ».

Conclusion : Notre étude n'a pas permis de mettre en évidence de corrélation statistique significative entre résultats cliniques et radiologiques à moyen terme dans les suites de ligamentoplasties scapho-lunaires par « SLIC procedure ».

Nos résultats sont encourageants à moyen terme et semblent montrer l'importance de la correction de la subluxation rotatoire du scaphoïde, révélée par le PRSA, plus que la correction du diastasis scapho-lunaire.

Une révision à plus de 10 ans de recul sera nécessaire pour s'assurer de la prévention du risque arthrosique induit par cette correction.

MOTS-CLES

Ligament Scapho-Lunaire, Instabilité du carpe, Ligamentoplastie, SLIC,

Angle radio-scaphoïdien postérieur, PRSA