

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année : 2020

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Description de l'écho-anatomie normale du Septum Dorsal Capsulo-
Scapholunaire en échographie à haute fréquence**

Présentée et soutenue publiquement le 29 Septembre 2020 à 16 heures
au Pôle Formation
par **Héloïse DEBRIL**

JURY

Président :

Madame le Professeur Anne COTTEN

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Christophe CHANTELOT

Monsieur le Professeur Xavier DEMONDION

Monsieur le Docteur Thibaut JACQUES

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Thibaut JACQUES

AVERTISSEMENT

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

TABLE DES MATIERES

ABREVIATIONS	1
RESUME	2
CONTEXTE SCIENTIFIQUE	4
I. RAPPELS ANATOMIQUES	4
1. Généralités sur l'anatomie du carpe.....	4
2. Anatomie du scaphoïde et du lunatum	7
3. Généralités concernant l'anatomie ligamentaire du carpe.....	8
4. Anatomie du ligament scapholunaire	12
5. Anatomie des ligaments extrinsèques de la face dorsale du carpe	14
II. INSTABILITE SCAPHOLUNAIRE	16
1. Instabilité du carpe	16
2. Biomécanique, clinique et classification de l'instabilité scapholunaire	17
3. Evaluation radiologique de l'instabilité scapholunaire	22
4. Evaluation arthroscopique de l'instabilité scapholunaire	50
5. Prise en charge thérapeutique	55
III. DESCRIPTION DU SEPTUM DORSAL CAPSULO-SCAPHOLUNAIRE ET JUSTIFICATION DU TRAVAIL SCIENTIFIQUE DE LA THESE	58
ARTICLE SCIENTIFIQUE	63
I. RESUME	64
II. INTRODUCTION.....	66
III. MATERIELS ET METHODES.....	68
IV. RESULTATS	72
V. DISCUSSION.....	78
VI. CONCLUSION	81
BIBLIOGRAPHIE	82
ANNEXES	88
EXPLOITATION SCIENTIFIQUE DU TRAVAIL	90

ABREVIATIONS

DCSS : Septum Dorsal Capsulo-Scapholunaire

DESS : Dual Echo Steady State

DISI : Dorsal Intercalated Segment Instability

DP : Densité protonique

EWAS : European Wrist Arthroscopy Society

FRC : Fléchisseur Radial du Carpe

FS : Fat-Sat

kV : kiloVolt

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

LID : Ligament Intercarpien Dorsal

LLT : Ligament Lunotriquétral

LRCD : Ligament Radiocarpien Dorsal

LRL : Ligament Radiolunaire Long

LRSC : Ligament Radio-Scapho-Capital

LSL : Ligament Scapholunaire

mAs : milliAmpère-seconde

SLAC : ScaphoLunate Advanced Collapse

TFCC : Complexe Fibrocartilagineux Triangulaire du Carpe

VISI : Ventral Intercalated Segment Instability

RESUME

Description de l'écho-anatomie normale du Septum Dorsal Capsulo-Scapholunaire en échographie à haute fréquence

Introduction

Le septum dorsal capsulo-scapholunaire (DCSS) est une structure capsulo-ligamentaire récemment décrite, à la jonction du faisceau dorsal du ligament scapholunaire (LSL) et de la capsule articulaire du poignet, qui serait un stabilisateur secondaire de l'articulation scapholunaire. Le but de cette étude était d'évaluer la visibilité du DCSS en échographie à haute fréquence.

Matériel et Méthodes

Trois poignets de cadavre ont été disséqués pour étudier le DCSS, l'un sans marquage, les deux autres après marquage sous contrôle échographique à haute fréquence. Sur deux autres poignets, une corrélation entre la structure visualisée échographiquement, et les coupes sériées arthro-scanographiques et anatomiques correspondantes a été réalisée. Enfin, des coupes échographiques de référence de la région du DCSS, sur poignets sains, réalisées sur une population de patients en soin courant, ont été analysées rétrospectivement.

Résultats

En dissection, le DCSS correspondait à une structure fibreuse présentant des expansions jusqu'à la face dorsale du corps du scaphoïde et du lunatum, avec certaines fibres convergeant vers le LSL. En échographie à haute fréquence, une structure fibrillaire hyperéchogène, située au niveau de la position théorique du DCSS était visualisée. Les

dissections réalisées après transfixion échoguidée montraient que les limites de la structure repérée échographiquement correspondaient aux limites du DCSS. Les coupes sériées anatomiques, arthroscannographiques et échographiques dans la région du DCSS étaient concordantes. La structure échographiquement définie comme le DCSS était visible rétrospectivement sur au moins une coupe de référence chez 90,5% des poignets étudiés, hyperéchogène dans 100% des cas. Son épaisseur moyenne était de 1,38 +/- 0,24 mm.

Conclusion

Notre étude décrit les caractéristiques échographiques normales de la région du DCSS et montre que l'échographie à haute fréquence permet d'analyser finement cette zone. Les applications de l'échographie dans l'analyse du DCSS en contexte lésionnel devraient être évaluées.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

I. RAPPELS ANATOMIQUES

1. Généralités sur l'anatomie du carpe

Le carpe est un ensemble de 8 os, situé entre l'avant-bras et les métacarpiens. On lui distingue deux rangées, unies par l'articulation médio-carpienne (1,2) :

- Une rangée proximale composée, de dehors en dedans par le scaphoïde, le lunatum, le triquétrum. Cette rangée proximale constitue le « condyle carpien » (1,3). Le pisiforme s'articule avec la face antérieure du triquétrum.
- Une rangée distale composée, de dehors en dedans, par le trapèze, le trapézoïde, le capitatum, l'hamatum.

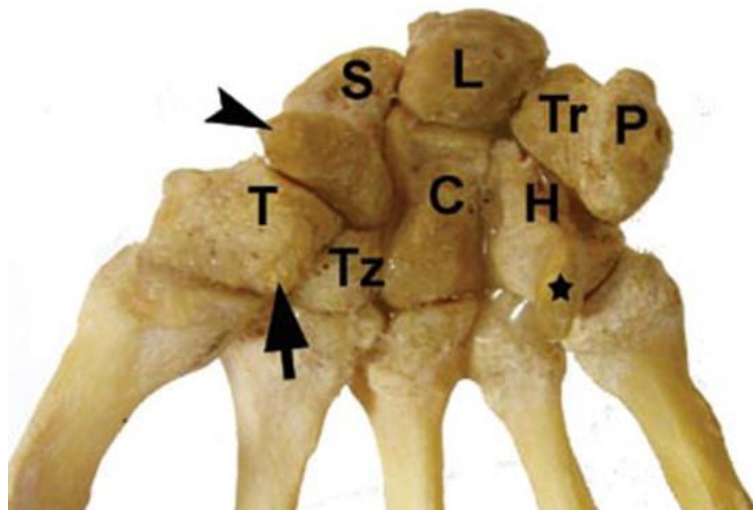


Figure 1 : Vue antérieure des os du carpe sur pièce anatomique d'après (4). Trapèze (T), Trapézoïde (Tz), Capitatum (C), Hamatum (H), Scaphoïde (S), Lunatum (L), Triquétrum (Tr), Pisiforme (P), tubercule du trapèze (flèche), hamulus (étoile), tubercule du scaphoïde (tête de flèche)

L'articulation médio-carpienne est constituée de deux portions (1):

- Une arthrodie, latéralement, unissant les facettes articulaires planes du scaphoïde, du trapèze et du trapézoïde.
- Une articulation condylienne, médialement, où la face médiale du scaphoïde et la face distale du lunatum et du triquétrum répondent au capitatum et à l'hamatum.

L'articulation radio-carpienne est une articulation condylienne (ou articulation ellipsoïde)(1).

La cavité glénoïde de l'extrémité distale du radius est orientée vers le bas, l'avant (11° en moyenne [$0-20^\circ$]) et le dedans (23° en moyenne [$15-35^\circ$]) (3). Elle est concave vers le bas, et subdivisée par une crête mousse en deux facettes répondant au scaphoïde et au lunatum (1).

L'extrémité distale de l'ulna s'articule avec l'extrémité distale du radius (articulation radio-ulnaire distale). L'extrémité distale ulnaire ne s'articule pas à proprement parler avec le condyle carpien (1) mais elle est reliée à celui-ci (et plus précisément au lunatum et au triquétrum) par le complexe fibrocartilagineux triangulaire du carpe (TFCC).

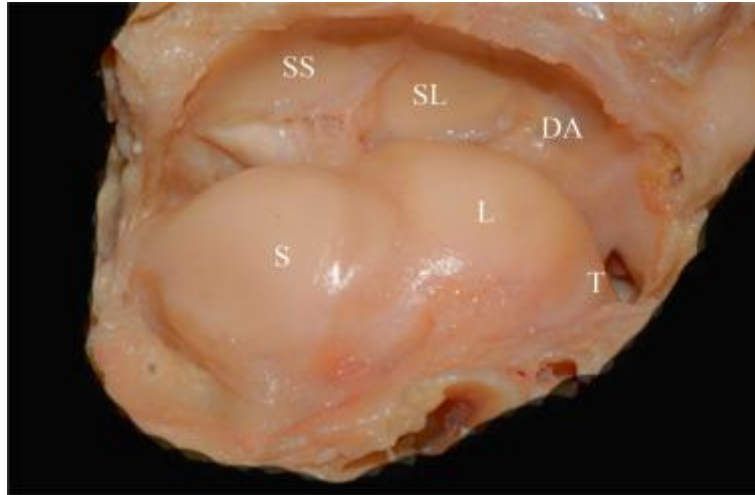


Figure 2 : dissection d'une articulation radio-carpienne avec ouverture articulaire montrant le condyle carpien constitué du scaphoïde (S), du lunatum (L) et du triquétrum (T), les surfaces articulaires scaphoïdienne (SS) et lunarienne (SL) du radius ainsi que le disque articulaire (DA) de l'articulation radio-ulnaire distale, d'après (5)

En distalité, le carpe s'articule avec les bases des métacarpiens par le biais d'articulations carpo-métacarpiennes, correspondant à une articulation en selle pour le premier rayon, à des arthrodies pour les autres.

Le poignet (complexe articulaire radio-carpien) présente deux degrés de mobilité et permet :

- Des mouvements dans le plan frontal : inclinaison radiale (ou abduction), dont l'amplitude est de 15-25°, et inclinaison ulnaire (ou adduction), dont l'amplitude est plus élevée, de 45 à 50°(1).
- Des mouvements dans le plan sagittal : flexion (correspondant à la flexion palmaire) et extension (ou flexion dorsale). Leur amplitude respective est de 85° et 90° (1).

Les mouvements de rotation axiale (pronation et supination) sont permis par les articulations radio-ulnaires proximale et distale, qui ne présentent qu'un seul degré de liberté. Leur amplitude est d'environ 90°(1).

2. Anatomie du scaphoïde et du lunatum

Le scaphoïde (du grec σκάφη, barque), présente une forme de « barque » dont le grand axe est oblique en bas, en dehors et en avant et présente un angle d'environ 45° par rapport aux plans frontal et sagittal (3,4,6).

On lui distingue (4) :

- Un corps proximal, recouvert de cartilage, s'articulant avec le radius.
- Un col (portion moyenne rétrécie), siège d'insertions capsulo-ligamentaires, voie d'entrée vasculaire, acartilagineux.
- Une base distale. Sa face distale, cartilagineuse, s'articule avec le trapèze et le trapézoïde. La base du scaphoïde présente également un tubercule proéminent.
- Une face médiale, répondant au lunatum et plus distalement, au capitatum.

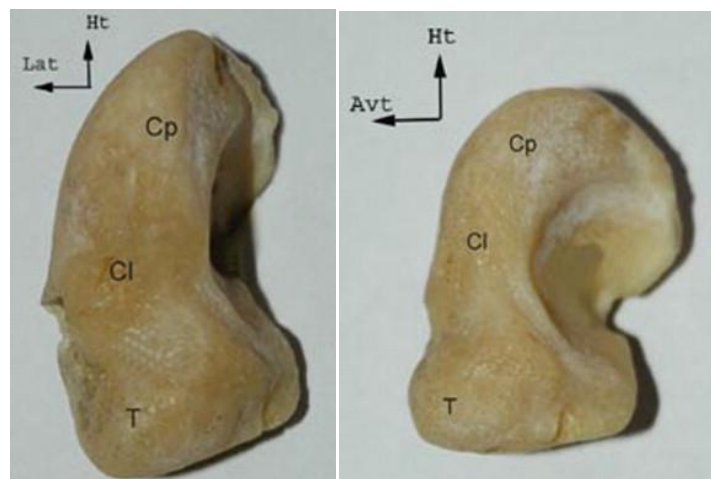


Figure 3 : *Vue antérieure (à gauche) et médiale (à droite) d'un scaphoïde droit : Cp = corps, Cl = col, T : tubercule, d'après (4).*

Le lunatum occupe le sommet de la convexité du condyle carpien. De profil, il présente une forme en croissant de lune. On lui distingue une corne antérieure, large et carrée, et une corne postérieure, petite et pointue. Il possède 6 faces, dont 4 faces articulaires (2):

- Une face proximale, convexe, s'articulant avec la cavité glénoïde du radius
- Une face distale, concave, répondant au pôle proximal du capitatum. Celle-ci présente une discrète bascule palmaire superposable à celle de la surface carpienne du radius.
- Une face latérale s'articulant avec le scaphoïde, une face médiale s'articulant avec le triquétrum.
- Une face antérieure et une face postérieure, non articulaires.

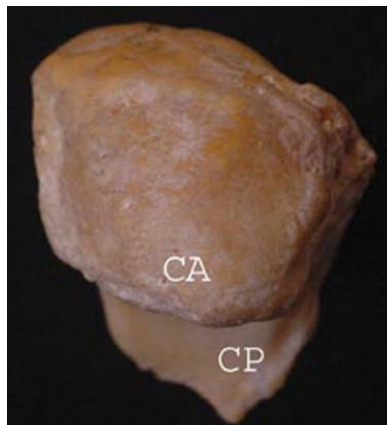


Figure 4 : *vue antérieure d'un lunatum montrant sa corne antérieure (CA), large et carrée, et sa corne postérieure (CP), petite et pointue, d'après (4).*

3. Généralités concernant l'anatomie ligamentaire du carpe

L'anatomie ligamentaire du carpe est complexe. Les ligaments du carpe sont nombreux et présentent souvent plusieurs dénominations (6,7).

On distingue les ligaments intrinsèques et extrinsèques du carpe.

Les ligaments intrinsèques relient les os du carpe entre eux alors que les ligaments extrinsèques relient le carpe aux deux os de l'avant-bras ou le carpe aux métacarpiens (3,6).

Les ligaments intrinsèques sont considérés comme des stabilisateurs principaux du carpe, les ligaments extrinsèques comme des stabilisateurs secondaires (6).

Les ligaments intrinsèques du carpe comprennent le ligament scapholunaire (LSL), le ligament lunotriquétral (LLT), le ligament scapho-trapézo-trapézoïdien dorsal, le ligament deltoïde, le ligament scapho-trapézo-trapézoïdien palmaire et les ligaments interosseux reliant le trapèze, le trapézoïde, le capitatum et l'hamatum. Le LSL et le LLT sont les ligaments intrinsèques les plus importants sur le plan fonctionnel (6).

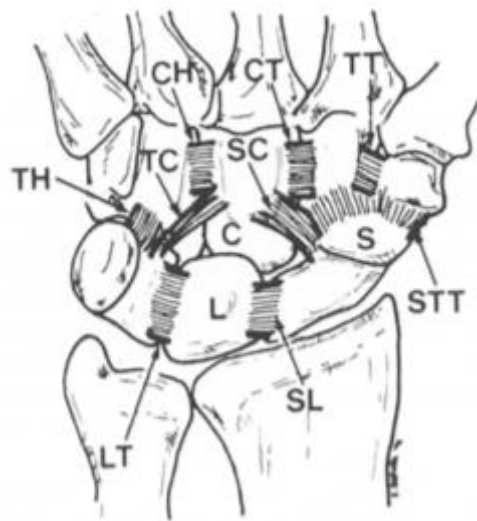


Figure 5 : Schéma des ligaments intrinsèques du carpe, face palmaire, d'après Berger (2), L = Lunatum, C = Capitatum, S = scaphoïde, SL = LSL, LT = LLT, STT = ligament scapho-trapézo-trapézoïdien dorsal, TC et SC représentent respectivement les faisceaux ulnaire et radial du ligament deltoïde, TH = ligament triquétro-hamatal, CH = ligament capito-hamatal, CT = ligament capito-trapézoïdien, TT = ligament trapézo-trapézoïdien.

Parmi les ligaments extrinsèques du carpe, nous citerons :

- À sa face palmaire : le ligament radio-scapho-capital (LRSC), le ligament radiolunaire long (LRLL) (ou radio-luno-triquétral), le ligament radiolunaire court, les ligaments ulnocarpiens appartenant au TFCC (le ligament ulnolunaire et le ligament ulnotriquétral), le ligament radio-scapho-lunaire (ce dernier n'étant pas considéré comme un ligament sur le plan histologique et biomécanique)(7). On retiendra surtout l'importance fonctionnelle du LRSC et du LRLL (6).
- À sa face dorsale : le ligament radiocarpien dorsal (LRCD), ou ligament radiotriquétral dorsal, et le ligament intercarpien dorsal (LID), ou ligament scaphotriquétral dorsal (6,7). Ce dernier correspond anatomiquement à un ligament intrinsèque du carpe. Cependant, sur le plan fonctionnel, le LID est considéré comme un ligament extrinsèque (raison pour laquelle il sera ici considéré comme un ligament extrinsèque) (6).

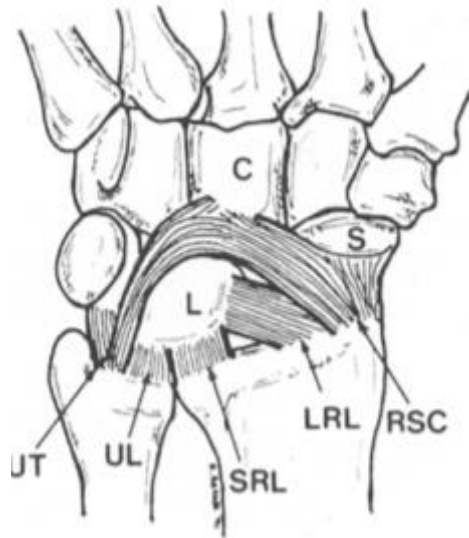


Figure 6 : Schéma des ligaments extrinsèques de la face palmaire du carpe d'après Berger (2) C = Capitatum, L = Lunatum, S = Scaphoïde, RSC = LRSC, LRL = LRLl, SRL = Ligament radio-lunaire court, UL = ligament ulno-lunaire, UT = ligament ulno-triquébral.

Par ailleurs, l'articulation piso-triquébrale présente deux ligaments (6) :

- Le ligament piso-hamatal, reliant le pisiforme à l'hamulus de l'hamatum.
- Le ligament piso-métacarpien, reliant le pisiforme à la base du 5^e métacarpien.

Bien que certains ligaments extrinsèques palmaires (en particulier le LRSC et le LRLl) auraient un rôle de stabilisateurs secondaires non négligeable de l'articulation scapholunaire (8,9), la suite de ce travail se concentrera essentiellement sur les structures anatomiques présentant des rapports anatomiques étroits avec le Septum Dorsal Capsulo-Scapholunaire (DCSS), décrit ci-après.

4. Anatomie du ligament scapholunaire



Figure 7 : coupe anatomique frontale de l'articulation radiocarpienne représentant le ligament scapholunaire (flèches), S= Scaphoïde, L = Lunatum, d'après (5).

Les deux ligaments intrinsèques de la rangée proximale du carpe, le LSL et le LLT sont constitués de trois segments en forme de C : un segment dorsal (fonctionnellement le plus important du LSL), un segment intermédiaire et un segment palmaire (fonctionnellement le plus important du LLT)(3,6). Leur rôle dans la cohérence de la mobilité des os de la rangée proximale du carpe est primordial (3,5). Ils séparent les compartiments radio et médio-carpien (7,10,11).

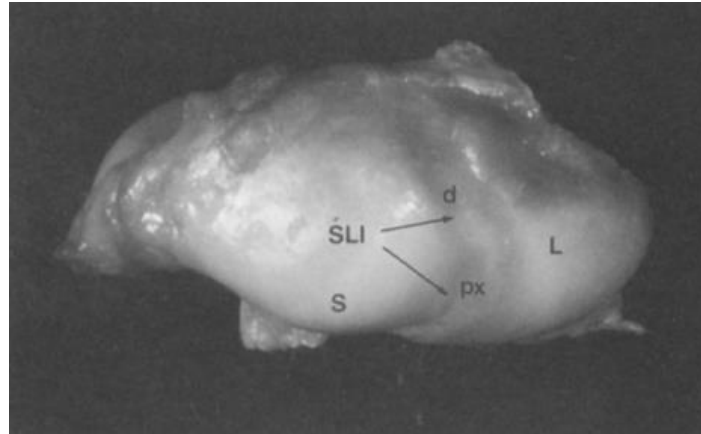


Figure 8 : *Vue proximale et dorsale d'une articulation scapholunaire issue d'un poignet de cadavre.*

S = scaphoïde, L = lunatum, SLI = LSL, d = segment dorsal du LSL, px = segment intermédiaire (proximal) du LSL, d'après (12).

Le LSL joint le pôle proximal du scaphoïde à la partie proximale et latérale du lunatum. Ce ligament est considéré comme le stabilisateur primaire de l'articulation scapholunaire (5,6,8,9,13). Il agit comme une « barre de torsion »(3,6).

Son segment palmaire est fin et constitué de fibres de collagène obliques (3,6,12). Il est entouré d'un tissu conjonctif lâche et présente des rapports étroits avec le LRSC, le ligament radiolunaire court et le LRLL (6,7,12).

Son segment intermédiaire, proximal, est un fibrocartilage d'épaisseur variable, non vascularisé. Il ne peut donc pas cicatriser (6,7,12).

Son segment dorsal est épais, composé de fibres de collagène transversales. Il est entouré d'un tissu conjonctif lâche qui permet sa vascularisation. C'est le segment le plus solide, le plus épais et fonctionnellement le plus important du LSL(3,6,7,12). Il présente des rapports étroits avec le LID et la capsule dorsale du poignet (6,7).



Figure 9 : Coupe au travers du LSL chez un sujet cadavérique, montrant que son segment dorsal est nettement plus épais que les autres segments, d'après (14).

5. Anatomie des ligaments extrinsèques de la face dorsale du carpe

Le LRCD et le LID font partie des stabilisateurs secondaires de l'articulation scapholunaire (de même que le LRSC, le ligament scapho-trapézo-trapézoïdien et le LRLI à la face palmaire du carpe)(8,9,13,15–20).

Ces ligaments sont inclus dans la capsule articulaire (7,21).

Ils forment un "V" de disposition transversale à la face dorsale du carpe. Les branches de ce "V" convergent sur le triquétrum (18,21).

Le LRCD s'insère à la face dorsale de l'extrémité distale du radius, en distalité et juste en dedans du tubercule de Lister et présente un trajet ulnaire et distal jusqu'au tubercule dorsal du triquétrum (7,18,21,22). Certaines de ses fibres s'insèrent sur le lunatum, selon plusieurs auteurs (7,18,21,22) et sur le LLT (18,22). Viegas *et al.* rapportent une longueur moyenne de 20mm, une largeur moyenne proximale de 9,2mm et distale de 5,1mm du LRCD, une épaisseur moyenne d'environ 1mm sur 90 poignets de cadavre étudiés en dissection (18). Il empêcherait la bascule ventrale du lunatum et s'opposerait à la translation ulnaire du carpe (son rôle serait marginal par rapport aux ligaments radio-carpiaux palmaires)(18).

Le LID possède une portion distale étendue du tubercule dorsal du triquétrum au trapézoïde et au trapèze, et une portion proximale plus épaisse reliant le triquétrum au col et au tubercule dorsal du scaphoïde(18,19). Plusieurs auteurs décrivent des insertions du LID sur le faisceau dorsal du LSL (18,21,22), d'autres sur la face dorsale distale du lunatum (13,15,18,20). Viegas *et al.* ont mesuré la portion proximale du LID à 0,97mm d'épaisseur en moyenne, sa portion distale étant mesurée à 0,65mm d'épaisseur moyenne. Selon le même auteur, le LID était mesuré à 36mm de longueur moyenne et à 5,7mm de largeur moyenne (18).

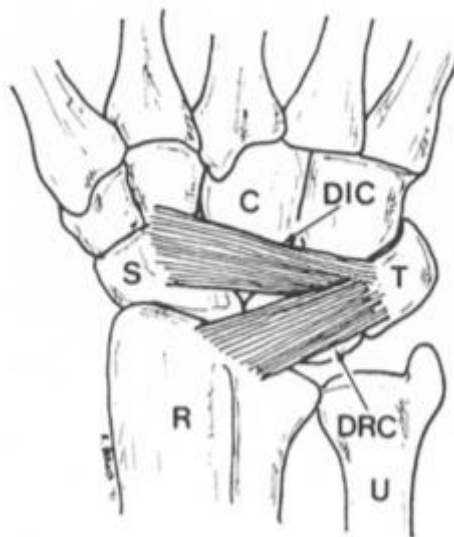


Figure 10 : schéma des ligaments extrinsèques de la face dorsale du carpe selon Berger, S = Scaphoïde, R= Radius, U = Ulna, T = Triquétrum, C = Capitatum, DRC = LRCO, DIC = LID, d'après (2).

Berger et Garcia-Elias ont suggéré que le LID avait un rôle important dans la stabilisation transversale de la première rangée du carpe (22).

Plusieurs études ont souligné l'importance du LID dans la stabilité rotatoire du scaphoïde (15,16).

II. INSTABILITE SCAPHOLUNAIRE

1. Instabilité du carpe

La stabilité du carpe correspond à la capacité du poignet à maintenir un équilibre normal entre les différents constituants articulaires du poignet lors des mouvements et lors de contraintes physiologiques (3). Les forces extérieures subies par le poignet sont compensées par des contre-forces réactionnelles. L'ensemble aboutit à un état d'équilibre, où il n'existe pas de perte de congruence articulaire (3,6).

En revanche, lorsque ces contre-forces sont insuffisantes, l'équilibre entre ces différents constituants articulaires sera altéré. L'instabilité carpienne se définit par une perte de la congruence entre les différents constituants du poignet. Elle est qualifiée d'instabilité statique lorsqu'elle survient au repos, et d'instabilité dynamique quand elle survient lors des mouvements du poignet (3,6).

Il existe quatre types d'instabilité du carpe (3,6) :

- L'instabilité dissociative, responsable d'une dissociation entre les os de la rangée proximale du carpe.
- L'instabilité non dissociative où il n'existe pas d'instabilité au sein de la rangée proximale du carpe. Elle se traduit soit par une instabilité radiocarpienne (responsable d'une translation ulnaire du carpe), soit par une instabilité médio-carpienne (responsable d'une subluxation palmaire ou dorsale de la rangée proximale du carpe par rapport à la rangée distale du carpe).
- L'instabilité complexe, regroupant les caractéristiques de l'instabilité dissociative et de l'instabilité non dissociative (exemple : luxation périlunaire).

- L'instabilité adaptative, correspondant à une désaxation du carpe d'origine osseuse (ligaments du carpe intacts).

L'instabilité dissociative est liée à une instabilité de la rangée proximale du carpe, où le segment intercalaire correspond au lunatum (6). Il en existe deux types :

- L'instabilité scapholunaire entraîne une instabilité en DISI (Dorsal Intercalated Segment Instability) ou bascule dorsale du segment intercalaire (3).
- L'instabilité lunotriquétrale est responsable d'une instabilité en VISI (Ventral Intercalated Segment Instability) ou bascule palmaire du segment intercalaire (3).

2. Biomécanique, clinique et classification de l'instabilité scapholunaire

a. Généralités

C'est l'étiologie la plus fréquente d'instabilité du carpe (23,24).

L'instabilité scapholunaire est généralement d'origine post-traumatique (3) et secondaire à une lésion des ligaments stabilisateurs de l'articulation scapholunaire. Elle peut s'associer à une atteinte osseuse du versant radial de la rangée proximale du carpe (fracture du scaphoïde ou de l'extrémité distale du radius)(3). Elle résulte typiquement d'un traumatisme aigu avec extension forcée du poignet, mais peut également être secondaire à des microtraumatismes répétés (3). Plus rarement, elle peut résulter de pathologies rhumatismales (par exemple : maladie des dépôts de cristaux de pyrophosphate de calcium) (3).

L'instabilité scapholunaire peut avoir d'importantes conséquences fonctionnelles et évoluer jusqu'à l'arthrose du poignet ou SLAC wrist (Scapholunate Advanced Collapse)(5,6).

b. Biomécanique

Le scaphoïde et le lunatum présentent des orientations différentes. L'axe du scaphoïde est oblique de 45° par rapport aux plans coronal et sagittal alors que la surface distale du lunatum (ce dernier se situant dans le plan coronal), présente une discrète bascule palmaire (3,6), d'où un angle scapholunaire (angle entre l'axe longitudinal du scaphoïde et celui du lunatum) mesuré physiologiquement à 45°+/-15° sur un cliché radiographique de profil (5).

Le scaphoïde, dont la surface articulaire proximale est plus convexe que le lunatum, présente également une mobilité plus importante en flexion-extension et en rotation (3,6,23).

En situation physiologique, malgré les différences de mobilité et d'orientation de ces deux os et la grande mobilité de la rangée proximale du carpe, les mouvements du lunatum et du scaphoïde restent solidaires : une inclinaison radiale sera responsable d'une flexion (palmaire) du scaphoïde et du lunatum, une inclinaison ulnaire d'une extension (flexion dorsale) du scaphoïde et du lunatum (5,6).

Cette cohérence est permise par l'existence d'éléments stabilisateurs de l'articulation scapholunaire :

- Un stabilisateur primaire : le LSL (dont le faisceau dorsal est le plus solide et le plus important fonctionnellement)(5,6,8,9,13).
- Plusieurs stabilisateurs secondaires : le LRSC, le LRLL et le ligament scapho-trapézo-trapézoïdien à sa face palmaire, le LRCD et le LID à sa face dorsale (5,6,8,9,13,15–19). Certains auteurs considèrent également le muscle fléchisseur radial du carpe (FRC) comme un stabilisateur secondaire (3,25).

La rupture du faisceau dorsal du LSL est une condition nécessaire, mais non suffisante, à la survenue d'une instabilité scapholunaire statique (3). En effet, une rupture même complète du LSL n'entraînera pas d'instabilité statique si elle est isolée, les éléments stabilisateurs secondaires empêchant la survenue de celle-ci (3,6). Une rupture complète du LSL doit donc s'associer à une lésion des stabilisateurs secondaires pour entraîner une instabilité scapholunaire statique (6).

En l'absence des ligaments stabilisateurs qui leur permettent de se mouvoir de façon cohérente, survient une dissociation de la mobilité du scaphoïde et du lunatum : le scaphoïde a tendance à subir une flexion palmaire spontanée (ou horizontalisation) tandis que le lunatum présente une extension spontanée (ou bascule/flexion dorsale)(3,5,6).

La flexion palmaire spontanée du scaphoïde serait induite par l'articulation scapho-trapézienne. Elle survient autour d'un axe représenté par le LRSC, ce qui correspond à la subluxation rotatoire du scaphoïde (6).

Le triquétrum, solidaire du lunatum via le LLT, serait quant à lui responsable de l'extension spontanée du lunatum (5,6).

La flexion et le déplacement postérieur du scaphoïde sont alors responsables d'un conflit avec la marge postérieure du radius, tandis que l'extension du lunatum est conflictuelle avec le versant postéro-médial du capitatum, d'où le développement ultérieur possible d'une arthrose radio-scaphoïdienne puis d'une arthrose lunocapitale, s'intégrant dans le cadre d'un SLAC wrist (6).

c. Clinique

La présentation clinique est variable en fonction du stade de l'instabilité scapholunaire. Elle se manifeste cliniquement par des douleurs du versant dorsal et latéral du poignet (voire une tuméfaction locale), une perte de force, un ressaut (parfois audible) lors des mouvements du poignet (6,10,23).

Il peut exister une douleur élective de l'interligne scapholunaire à la palpation de la face dorsale du poignet (6).

Il existe plusieurs tests cliniques permettant de dépister une instabilité scapholunaire : test du ballotement scapholunaire, test de Watson, pression directe du scaphoïde, signe de la sonnette du scaphoïde, manoeuvres de flexion du poignet-extension contrariée des doigts (6).

Pour réaliser le test de Watson, l'examineur appuie son pouce sur la face palmaire du tubercule du scaphoïde et place son index sur la face dorsale du pôle proximal du scaphoïde et imprime au poignet des mouvements d'inclinaison ulnaire et radiale. Le test est positif lorsque survient un ressaut lié à la subluxation du pôle proximal du scaphoïde sur la berge postérieure de l'extrémité distale du radius (6,23). Les performances de ce test sont discutables (6).

d. Classification de l'instabilité scapholunaire

- Stade 1 : Instabilité scapholunaire pré-dynamique

On considère qu'elle survient sur une lésion partielle du LSL. Elle est responsable de douleurs probablement sur synovite mais le reste de l'examen clinique est normal, de même que les radiographies statiques et dynamiques(3,6,23).

- Stade II : Instabilité scapholunaire dynamique

Ce stade correspondrait à une rupture complète du LSL avec intégrité des éléments stabilisateurs secondaires. L'examen clinique (dont le test de Watson) est anormal. Les radiographies statiques sont normales alors que les clichés dynamiques sont pathologiques (3,6,23).

- Stade III : Instabilité scapholunaire statique

Elle correspondrait à une rupture complète du LSL associée à l'atteinte des éléments stabilisateurs secondaires. L'examen clinique et notamment le test de Watson sont positifs. Les radiographies statiques sont anormales (3,6,23).

- Stade IV : SLAC wrist

Elle correspond au stade d'arthrose radiocarpienne (6,23). Elle peut entraîner des douleurs, une diminution de force et de mobilité articulaire du poignet, voire une déformation du poignet.

- o Stade 1 : arthrose stylo-scaphoïdienne
- o Stade 2 : arthrose radio-scaphoïdienne
- o Stade 3 : arthrose radio-scaphoïdienne et lunocapitale

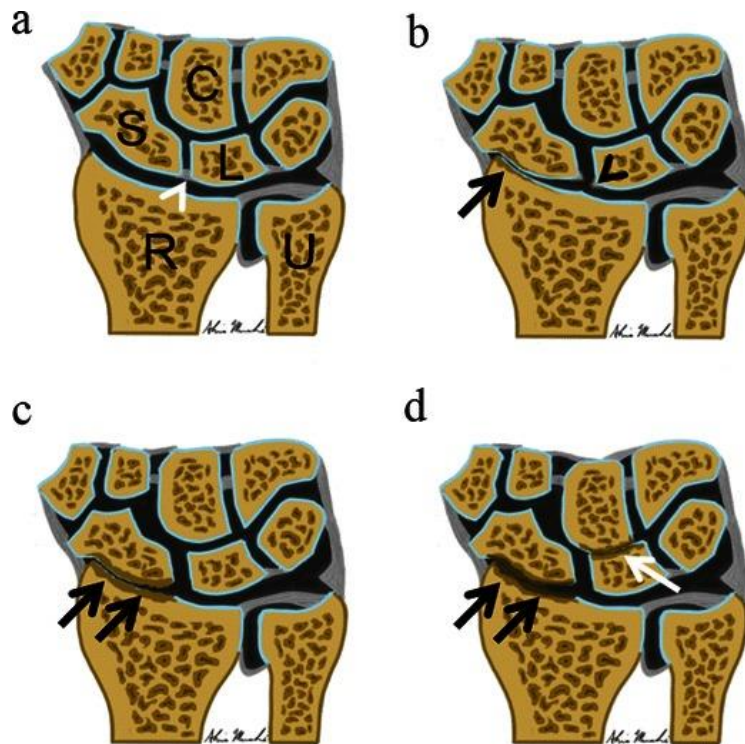


Figure 11 : Schéma représentant les différents stades évolutifs du SLAC wrist. a. Poignet normal avec LSL intact (tête de flèche blanche), b. Arthrose stylo-scaphoïdienne (stade 1), la tête de flèche noire montrant le LSL rompu, c. Arthrose radio-scaphoïdienne (stade 2), d. Arthrose radio-scaphoïdienne et lunocapitale (stade 3), d'après (26).

3. Evaluation radiologique de l'instabilité scapholunaire

a. Radiographies standard

Le bilan morphologique d'un traumatisme du poignet ou d'une suspicion d'instabilité scapholunaire devrait toujours commencer par la réalisation de radiographies standard du poignet. En effet, elles apportent des informations indispensables sur l'anatomie et les rapports osseux (4,27,28).

Le bilan radiographique statique comprend un cliché de poignet en position neutre de face ("paume-plaque") et de profil (4,6).

Le cliché de face est réalisé sur un patient assis, épaule à 90° d'abduction, coude fléchi à 90° à hauteur de la table. La face palmaire de la main et du poignet est positionnée à plat contre la plaque, en position neutre. Les doigts doivent être légèrement écartés et le pouce en abduction (4).

Le rayon incident est vertical, centré sur le milieu du segment joignant les deux processus styloïdes.

Il en existe plusieurs critères de réussite : l'axe du radius doit être en continuité avec l'axe du 3^e métacarpien et du capitatum, le processus styloïde ulnaire se situe en continuité avec le bord médial de l'ulna et les interlignes radio-ulnaire distal, scapho-trapézo-trapézoïdien et lunotriquétral doivent être bien visibles (4,6).

Sur un cliché de face normal, les arcs de Gilula sont respectés, l'interligne scapholunaire est inférieur à 2mm, le tubercule du scaphoïde est visible sous forme d'une ligne dense et les cornes antérieure (large et carrée) et postérieure (petite et pointue) du lunatum se superposent (4,6).

Les arcs de Gilula unissent les corticales proximales de la rangée proximale du carpe (1^{er} arc), la corticale distale de la rangée proximale du carpe (2^e arc), la corticale proximale du capitatum et de l'hamatum (3^e arc) (4). Une rupture du 2^e arc de Gilula peut cependant être retrouvée en l'absence d'instabilité du carpe, lors de la présence d'un lunatum de type II (facette hamato-lunaire), qui est une variante anatomique fréquente (29).



Figure 12 : radiographie de face d'un poignet normal. Respect des arcs de Gilula (courbes blanches), d'après (4).

Le cliché de profil est réalisé en positionnant la main et l'avant-bras du patient, assis à côté de la table, sur leur bord ulnaire. Le coude est fléchi à 90°, l'avant-bras est en position horizontale. Le poignet est en position neutre, sans pronation, supination, flexion ou extension de celui-ci (la face dorsale de la main doit être dans l'alignement de la face dorsale de l'avant-bras), avec utilisation de planchettes pour maintenir la position. Le rayon incident est vertical, centré sur le processus styloïde radial (4).

Les critères de qualité de ce cliché sont (4,6):

- L'alignement de l'axe du radius et du 3^e métacarpien (absence de flexion ou d'extension du poignet).

- La superposition de l'ulna et du radius avec styloïde ulnaire en regard du milieu de la tête ulnaire (absence de pronation ou de supination du poignet).
- La superposition des bases des 2^e et 3^e métacarpiens.
- La bonne visibilité des interlignes carpo-métacarpiens.
- La corticale palmaire du pisiforme doit se situer au tiers de l'espace situé entre la corticale antérieure du pôle proximal du capitatum et la corticale antérieure du pôle distal du scaphoïde (6).

Ce dernier critère est indispensable à la fiabilité des mesures des angles permettant d'évaluer la bascule du scaphoïde et du lunatum (4).

Sur un cliché de profil normal (4,6):

- L'extrémité distale du radius, le lunatum, le capitatum et le 3e métacarpien sont alignés.
- L'angle scapholunaire est compris entre 30 et 60°
- L'angle radiolunaire est compris entre -15 et +15°
- L'angle lunocapital mesure entre -15 et +15°

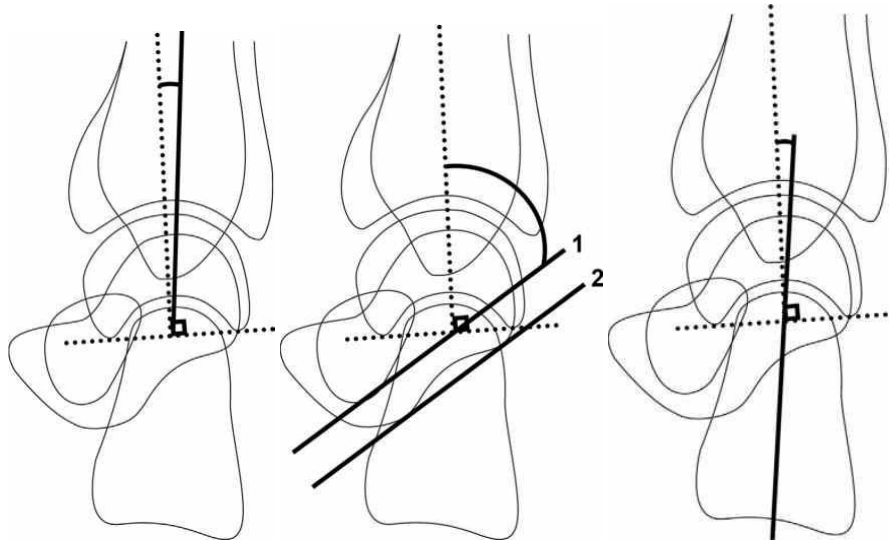


Figure 13 : Schémas représentant, d'après (6) :

- A gauche : la mesure de l'angle radiolunaire, formé par l'intersection des axes longitudinaux du radius (ligne noire continue) et du lunatum (pointillés).
- Au centre, la mesure de l'angle scapholunaire, formé par l'intersection des axes longitudinaux du scaphoïde (lignes noires continues 1 et 2) et du lunatum.
- A droite, la mesure de l'angle lunocapital, formé par l'intersection des axes longitudinaux du capitatum (ligne noire continue) et du lunatum.

Le bilan radiographique dynamique comprend un cliché de poignet de face en inclinaison radiale et un cliché de face en inclinaison ulnaire.

L'inclinaison radiale entraîne une flexion palmaire du scaphoïde et du lunatum. Sur le cliché de face en inclinaison radiale, la corne postérieure du lunatum, petite et triangulaire apparaît donc dégagée, le scaphoïde apparaît raccourci et son tubercule prend la forme d'un anneau (4–6).



Figure 14 : radiographie d'un poignet normal de face, en inclinaison radiale, responsable d'une flexion du scaphoïde (signe de l'anneau) et du lunatum dont la corne postérieure (flèche blanche) apparaît dégagée, d'après (6)

L'inclinaison ulnaire est responsable d'une extension du scaphoïde et du lunatum. Le tubercule du scaphoïde n'est plus visible, le scaphoïde apparaît « déroulé » et la corne antérieure du lunatum, large et de forme « carrée », est dégagée (4–6).



Figure 15 : radiographie de face d'un poignet normal, en inclinaison ulnaire, responsable d'une extension du scaphoïde (tubercule non visible) et du lunatum dont la corne antérieure (flèches blanches) apparaît dégagée, d'après (6).

Le bilan radiographique dynamique peut également comprendre des clichés de profil en extension et en flexion, un cliché de face en semi-pronation doigts fléchis et/ou un cliché de face poing serré (6).

- Radiographies dans l'instabilité scapholunaire

En cas d'instabilité scapholunaire, le scaphoïde aura spontanément tendance à basculer en flexion (flexion palmaire) alors que le lunatum présentera une extension (flexion dorsale).

Au stade d'instabilité pré-dynamique, les clichés statiques et dynamiques sont normaux (3,5,6).

Au stade d'instabilité dynamique, les radiographies statiques sont généralement normales. Les radiographies dynamiques et/ou la radioscopie sont pathologiques. En radioscopie, le ressaut carpien peut être observé en temps réel. De face, un diastasis scapholunaire peut apparaître lors du passage de l'inclinaison radiale à l'inclinaison ulnaire. De profil, le passage de la flexion à l'extension du poignet peut entraîner une flexion palmaire brutale du scaphoïde ainsi qu'une subluxation dorsale de celui-ci par rapport à l'extrémité distale du radius (3,5,6).

Au stade d'instabilité statique, la radiographie de face peut objectiver un diastasis scapholunaire (>3mm), une flexion du scaphoïde (signe de l'anneau et "raccourcissement" du scaphoïde), une extension du lunatum (dégagement de sa corne antérieure), une rupture des arcs de Gilula (3,5,6).

Souvent, ces anomalies radiologiques ne sont pas visibles en contexte post-traumatique immédiat mais apparaissent ultérieurement en raison d'une détérioration progressive des ligaments extrinsèques stabilisateurs de l'articulation scapholunaire (14), d'où un diagnostic d'instabilité scapholunaire souvent posé tardivement.

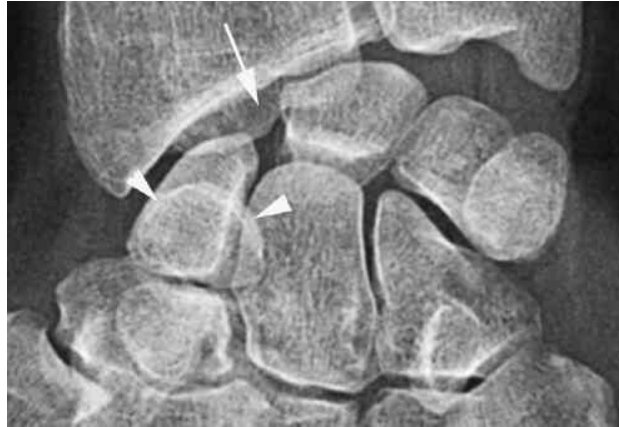


Figure 16 : radiographie de face. Instabilité scapholunaire statique avec flexion du scaphoïde et signe de l'anneau (têtes de flèche), diastasis scapholunaire (flèche), extension du lunatum (dégagement de la corne antérieure volumineuse et carrée), rupture des arcs de Gilula, d'après (6).

La radiographie de profil montre une bascule dorsale du lunatum (DISI), ce qui entraîne un défaut d'alignement entre l'extrémité distale du radius, le lunatum, le capitatum et le 3^e métacarpien et une majoration des angles scapholunaire ($>70^\circ$), radio-lunaire ($>15^\circ$), luno-capital ($>15^\circ$)(3,5,6).



Figure 17 : radiographie de profil d'un poignet présentant une instabilité scapholunaire statique. La bascule en DISI est démontrée par un angle scapholunaire mesuré à 94°, d'après (5).

Au stade de SLAC wrist, des signes d'arthrose apparaissent : pincement articulaire, ostéophytes, géodes et sclérose sous-chondrales.

Il en existe trois stades évolutifs : arthrose stylo-scaphoïdienne (stade 1), arthrose radio-scaphoïdienne (stade 2) et l'association d'une arthrose radio-scaphoïdienne et lunocapitale (stade 3)(6,26).

Le développement d'une arthrose radiolunaire est possible(6).

Le déplacement progressif du capitatum entre le scaphoïde et le lunatum est responsable d'une perte de hauteur du carpe. La migration ulnaire du lunatum par rapport au capitatum (dérive lunocapitale) influence la prise en charge chirurgicale d'un SLAC wrist (6).



Figure 18 : SLAC 1. Arthrose stylo-scaphoïdienne avec remaniements dégénératifs débutants du scaphoïde (flèche noire) et de la styloïde radiale (flèche blanche) associés à un diastasis scapholunaire (astérisque), d'après (26).



Figure 19 : SLAC 3 avec rupture des arcs de Gilula, diastasis scapholunaire, arthrose radio-scaphoïdienne associée à une arthrose lunocapitale marquée, perte de hauteur du carpe, d'après (6).

b. Scanner

Il présente peu d'intérêt diagnostique en l'absence d'arthrographie préalable, hormis pour confirmer ou préciser une arthrose du poignet (SLAC wrist)(6).

Le développement du scanner 4D pourrait permettre la détection d'instabilités scapholunaires dynamiques (30,31).

c. Arthroscanner

Le but de l'arthroscanner du poignet est d'évaluer le TFCC et les ligaments interosseux du carpe (LLT et LSL), ainsi que d'éventuelles lésions chondrales et/ou osseuses associées.

L'arthroscanner bénéficie d'une excellente résolution spatiale (32) et présente l'avantage d'une acquisition rapide des images (contrairement à l'IRM), ce qui limite les artefacts de mouvements (33).

Il permet de préciser la taille et la localisation d'une rupture du LSL, ainsi que le segment atteint (palmaire et/ou dorsal)(6,34).

Il est nettement supérieur à l'IRM conventionnelle dans la détection des ruptures du faisceau dorsal du LSL (6,35), même réalisée à 3T (36) et présente une sensibilité et une spécificité proches de 100% concernant l'étude du LSL (6,33,34,36,37). Contrairement à l'IRM, il permet également une très bonne analyse du cartilage (6,33,37).

Cependant l'arthroscanner ne permet pas l'analyse des tissus mous et notamment des ligaments extrinsèques du carpe, même si ces derniers peuvent être visualisés (32,33). De plus, l'arthroscanner ne détecte pas l'œdème osseux, contrairement à l'IRM. La ponction articulaire est parfois douloureuse et mal tolérée, et peut exceptionnellement se compliquer

d'une arthrite septique. Enfin il s'agit d'un examen irradiant, même si l'irradiation est ici anecdotique (zone peu radiosensible) (33).

L'examen se déroule en deux temps : un temps arthrographique et un temps scannographique.

Le temps arthrographique débute par la réalisation de clichés radiographiques de poignet de face en position neutre, en inclinaison ulnaire et en inclinaison radiale et d'un cliché de poignet de profil.

Le poignet du patient est ensuite positionné en pronation. Les compartiments médio-carpien, radio-ulnaire distal et radiocarpien sont successivement ponctionnés par voie dorsale sous contrôle scopique et sous conditions d'asepsie strictes au moyen d'une aiguille 25G, avec injection respective d'environ 2cc, 1cc et 2 cc de produit de contraste iodé (32). Une concentration iodée <300mg/mL est recommandée afin d'éviter des artefacts de durcissement (32).

L'acquisition scannographique est réalisée dans les minutes suivantes.

Le patient est placé en position de « superman », sa main (poing étendu) étant située au milieu de l'anneau (32). Le membre supérieur est en extension complète de façon à éviter une déviation ulnaire ou radiale du poignet (32). Une collimation infra-centimétrique (0,4-0,6mm) est utilisée en association avec un pitch faible et un petit champ de vue (environ 100-120mm). L'acquisition est réalisée à des constantes de l'ordre de 100kV et 100mAs (32).

Des reconstructions coronales et transversales dans le plan du LSL permettent l'analyse des trois segments de celui-ci.

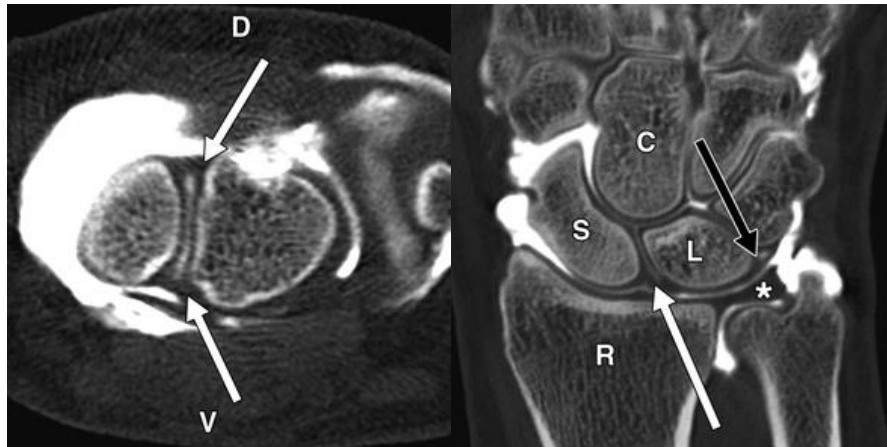


Figure 20 : Arthroscanner d'un LSL normal en coupe axiale permettant l'étude de ses segments palmaire (V) et dorsal (D) et en coupe coronale permettant l'étude de son segment intermédiaire, fibrocartilagineux (flèche blanche), d'après (38). Flèche noire = segment intermédiaire du LLT, * = TFCC, S = Scaphoïde, L = Lunatum, R = Radius, C = Capitatum

Dans le cadre d'une instabilité scapholunaire, l'arthroscanner peut mettre en évidence (6,32) :

- Une rupture complète (concernant les trois segments ligamentaires) ou incomplète du LSL (concernant un ou deux segments).
- Une rupture transfixiante (étendue sur toute l'épaisseur du ligament donc avec passage de produit de contraste) :
 - soit en plein corps du LSL,
 - soit au niveau de l'une de ses insertions osseuses (désinsertion), plus fréquente sur son versant scaphoïdien et pouvant s'accompagner d'une avulsion osseuse).

- Une rupture non transfixiante (extension incomplète au sein de l'épaisseur du LSL, donc absence de passage de produit de contraste) se traduisant par une distension, un amincissement et/ou une irrégularité du segment concerné.

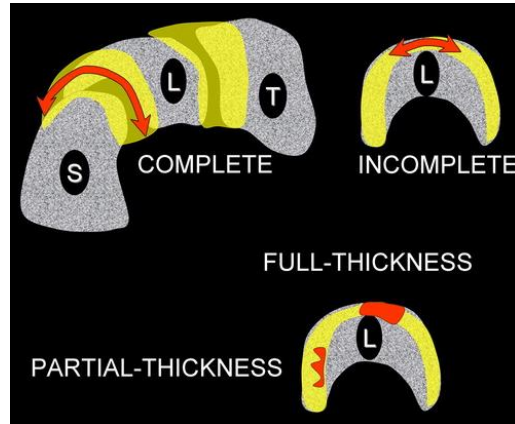


Figure 21 : Schéma illustrant les différents types de rupture des ligaments interosseux du carpe (en rouge) : rupture complète (complete), incomplète (incomplete), transfixiante (full-thickness), non transfixiante (partial-thickness), S = Scaphoïde, L = Lunatum, T = Triquétrum, d'après (32).

- Un diastasis scapholunaire (2-3mm) pouvant s'associer à une flexion du scaphoïde et une extension (bascule dorsale) du lunatum.
- Des lésions cartilagineuses (SLAC wrist), dont la sévérité et la localisation doivent être précisées. Elles peuvent être associées à des remaniements dégénératifs de l'os sous-chondral.

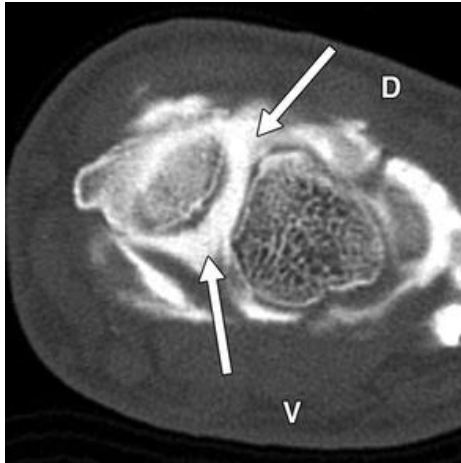


Figure 22 : arthroscanner en coupe axiale, montrant une rupture complète du LSL avec rupture de ses faisceaux palmaire (V) et dorsal (D), ainsi qu'un diastasis scapholunaire, d'après (38).

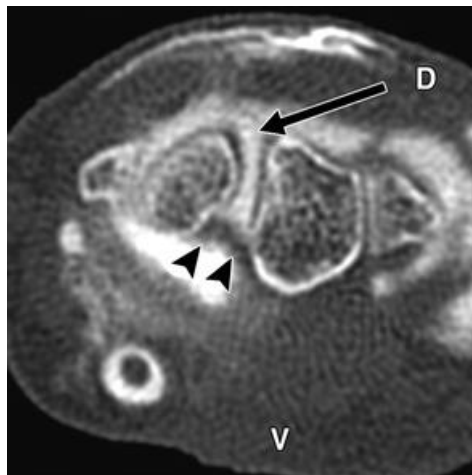


Figure 23 : arthroscanner en coupe axiale, montrant une rupture transfixiante du faisceau dorsal du LSL (flèche noire). Intégrité du faisceau palmaire du LSL (têtes de flèches), d'après (38).

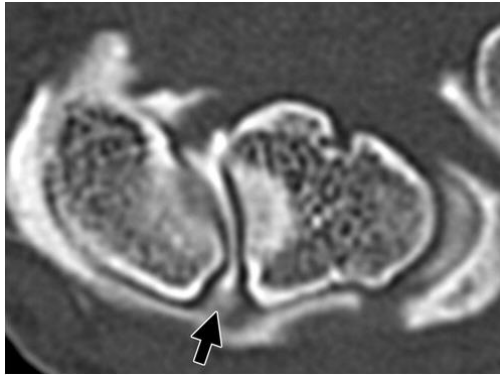


Figure 24 : arthroscanner en coupe axiale, montrant une rupture non transfixiante du segment dorsal du LSL (flèche noire), qui apparaît irrégulier, d'après (32).

Il est à noter qu'une rupture « bouchée » du LSL, en rapport avec la présence d'un tissu cicatriciel hypertrophique au sein de la rupture, peut être la cause de faux négatifs (6,39).

Une perforation isolée du segment intermédiaire du LSL n'a pas de valeur pathologique. Elle est fréquente et sa prévalence, qui augmente avec l'âge, est d'environ 30 à 60% chez les sujets asymptomatiques en arthrographie (6,40).

L'arthroscanner permet de rechercher d'éventuelles lésions cartilagineuses, notamment dans le cadre d'un SLAC wrist et d'en évaluer la localisation et la sévérité. Celles-ci peuvent s'associer à des remaniements de l'os sous-chondral, voire à une ascension du capitatum (SLAC 3).



Figure 25 : arthroscanner en coupe coronale. SLAC wrist de stade III. Diastasis scapholunaire avec rupture du LSL (flèche blanche), ostéosclérose et mise à nu de l'os sous-chondral des surfaces articulaires radio-scaphoïdienne (têtes de flèches blanches) et lunocapitale (têtes de flèches noires), d'après (38).

d. Echographie

La plupart des ligaments du poignet peuvent être évalués échographiquement (10,11,21,28,41–44), y compris les stabilisateurs de l'articulation scapholunaire.

Leur étude nécessite l'utilisation de sondes échographiques à haute fréquence (12MHz ou plus), linéaires ou club de golf (10).

Les ligaments sains apparaissent comme des structures fibrillaires hyperéchogènes (10) . Une rupture de ceux-ci peut être suspectée en cas de solution de continuité, d'hypoéchogénicité, d'avulsion de leur insertion osseuse ou de non visibilité de la structure ligamentaire évaluée (10,28).

Leur étude doit tenir compte de l'artefact d'anisotropie, qui apparaît lorsque le faisceau ultrasonore n'est pas strictement parallèle à l'axe du ligament lorsqu'il est étudié dans son

axe longitudinal, ou perpendiculaire à celui-ci lorsqu'il est étudié dans son plan transversal. Celui-ci entraîne une perte d'échogénicité du ligament, ce qui peut simuler une rupture de ses fibres. L'artefact d'anisotropie peut en revanche faciliter l'identification du ligament étudié, en augmentant le contraste entre celui-ci et les structures environnantes (10,28).

L'échographie du poignet présente les avantages d'être peu coûteuse, facilement disponible, rapide, bien tolérée, non irradiante et non invasive. De plus, il n'existe aucune contre-indication à la réalisation de celle-ci. Contrairement à l'IRM ou au scanner, elle ne souffre pas d'artefacts liés à la présence éventuelle de matériel d'ostéosynthèse. Elle présente également une excellente résolution spatiale. Enfin, elle permet une étude centrée sur la zone douloureuse, un examen bilatéral et comparatif des structures ligamentaires du poignet, de même qu'une évaluation dynamique de celles-ci (10,21,28).

En revanche, elle présente l'inconvénient d'être opérateur-dépendant (28).

Les indications de l'échographie restent néanmoins à préciser dans le cadre des traumatismes du poignet et dans le cadre de l'instabilité scapholunaire. En pratique courante, il convient d'analyser au moins la portion dorsale du LSL dans un contexte traumatique aigu du poignet (6).

Etude du ligament scapholunaire

Le faisceau dorsal du LSL peut être étudié à l'aide d'une coupe échographique transversale immédiatement sous-jacente au tubercule de Lister sur un poignet en pronation et en légère flexion palmaire, reposant par exemple sur un flacon de gel échographique (10,21,28,41,44). A l'état normal, le faisceau dorsal du LSL présente une structure fibrillaire échogène tendue entre les corticales du scaphoïde et du lunatum (6,11,28,44). Dans l'étude de Boutry *et al.*, le faisceau dorsal du LSL était complètement visible dans 97% des

cas chez des sujets volontaires sains et mesurait en moyenne 1,7mm d'épaisseur (41). Le mode harmonique tissulaire permettrait une meilleure visualisation du faisceau dorsal du LSL (6,45). L'exploration controlatérale, ainsi que la réalisation de manœuvres dynamiques (consistant en une déviation ulnaire ou radiale du poignet, ou en une fermeture du poing) sont particulièrement utiles dans la détection de lésions du faisceau dorsal du LSL (6,28) .

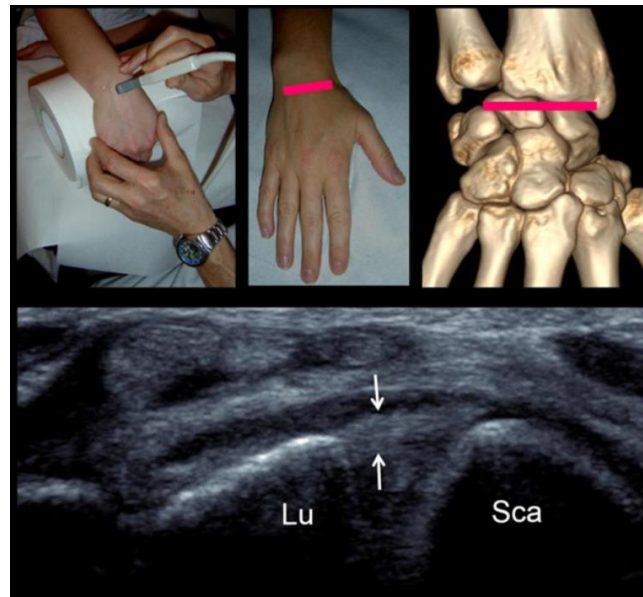


Figure 26 : Position de la sonde pour l'analyse du faisceau dorsal du LSL (flèches blanches), Sca = Scaphoïde, Lu = Lunatum, d'après (44).

Le segment palmaire du LSL est d'étude plus difficile que son segment dorsal, car plus fin et plus profond que ce dernier (6,10,41). Le segment palmaire du LSL est étudiable sur un poignet en supination, en extension et en inclinaison neutre au moyen d'une sonde placée longitudinalement en regard du tubercule du scaphoïde puis en effectuant une rotation de celle-ci à 90° et en la déplaçant médialement (41) ou plus simplement à l'aide d'une translation distale à partir de l'extrémité distale du radius (10). Le faisceau palmaire du LSL était entièrement visible dans 81% des cas dans l'étude de Boutry *et al.* (41)

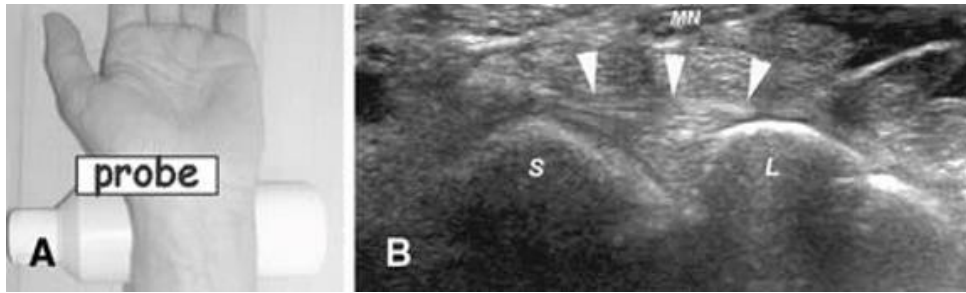


Figure 27 : Position de la sonde pour étude du faisceau palmaire du LSL. B. faisceau palmaire du LSL (têtes de flèche blanches), S = Scaphoïde, L = Lunatum, MN = Nerf médian, d'après (41).

Le segment intermédiaire n'est pas étudiable (6,41).

L'interligne scapholunaire normal présente la forme d'un « V » tronqué et sa largeur, d'environ 3-4mm en position neutre, est peu modifiée par les manœuvres dynamiques (ex : inclinaison ulnaire)(6).

Une lésion du faisceau dorsal du LSL peut être évoquée devant (6,28):

- L'absence de visualisation de celui-ci ;
- Un aspect hypoéchogène de celui-ci ;
- Une solution de continuité intra-ligamentaire ;
- Une avulsion osseuse en regard de ses insertions ;
- L'apparition d'un diastasis scapholunaire comparativement au côté controlatéral, se majorant lors de la fermeture du poing ou de l'inclinaison ulnaire du poignet.

Un épanchement articulaire peut également être mis en évidence lors d'une lésion aigue (11) et pourrait faciliter la détection d'une lésion ligamentaire (6).

Les performances de l'échographies dans la détection des lésions du faisceau dorsal du LSL sont variables selon les études (Se : 46-100%, Sp :100%) (6,11,28,46,47).



Figure 28 : étude échographique d'une rupture du faisceau dorsal du LSL en regard de son insertion sur le lunatum (têtes de flèche). Ses fibres restent insérées sur son versant scaphoïdien (astérisque), d'après (28).

Etude des ligaments extrinsèques de la face dorsale du carpe

Les ligaments extrinsèques de la face dorsale du carpe peuvent être étudiés sur un poignet en discrète flexion palmaire (10,21,41), afin de les mettre en tension, ou en pronation sans flexion (10,28). A partir de la coupe transversale sur le faisceau dorsal du LSL, une translation distale de quelques millimètres permet de voir apparaître le LID en regard de la face dorsale du capitatum (21,41). Le LID, fibrillaire et hyperéchogène, apparaît tendu entre le scaphoïde et le triquétrum(21,41).



Figure 29 : A. Position de la sonde pour l'étude du LID. B. LID (fines flèches blanches) chez un sujet volontaire sain. C. Coupe axiale chez un sujet anatomique (injection de gélatine bleue au sein des compartiments du poignet). S = Scaphoïde, C = Capitatum, T = Triquétrum, P = Pisiforme, ET : tendons extenseurs, d'après (41).

A partir de cette coupe, l'opérateur fait « point fixe » sur le triquétrum et exerce une rotation de la sonde d'environ 40° vers l'extrémité distale du radius (en regard du tubercule de Lister), ce qui permet de mettre en évidence une autre structure fibrillaire et hyperéchogène : le LRCD (21,44).

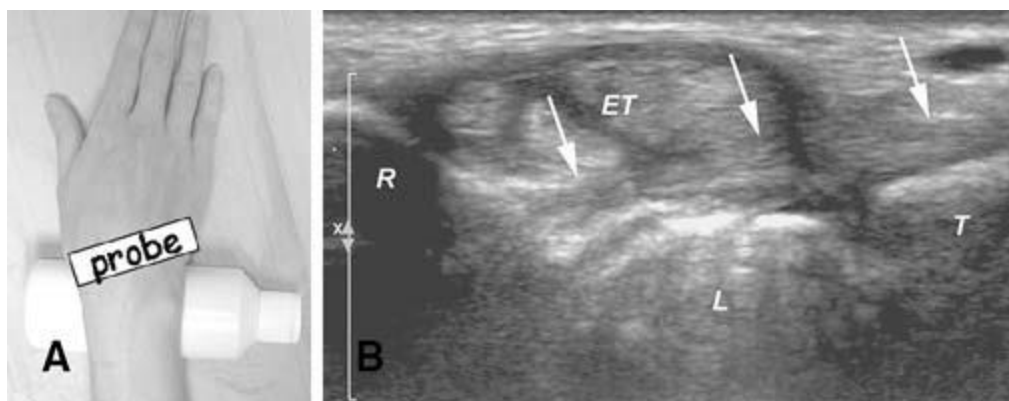


Figure 30 : A. Position de la sonde pour évaluation du LRCD. B. Coupe échographique correspondante montrant le LRCD (flèches blanches) R= Radius, L = Lunatum, T = Triquétrum, ET = tendons extenseurs, d'après (41).

Malgré le rôle stabilisateur secondaire des ligaments extrinsèques du carpe, ceux-ci, y compris les ligaments extrinsèques dorsaux, restent non étudiés en pratique courante. Pourtant, plusieurs études ont montré (10,21,28,41,42) que le LID et le LRCD étaient analysables. L'étude de Boutry *et al.* a montré que le LID était entièrement visible dans 89% des cas (partiellement visible dans 11% des cas), le LRCD dans 93% des cas (partiellement visible dans 7% des cas) (41). L'étude de Bihan *et al.* rapporte une visibilité de la portion moyenne du LRCD et du LID chez 100% des sujets étudiés. Leurs insertions triquétrales étaient correctement visibles dans 90% des cas, l'insertion scaphoïdienne du DIC était correctement analysable dans 90% des cas et dans 77,5% des cas pour l'insertion radiale du LRCD(21). Ces études rapportent une épaisseur d'environ 1,5mm de ces ligaments à leur partie moyenne(21,41). Il est cependant à noter que ces deux études

échographiques ont été réalisées sur une population d'adultes jeunes, ce qui peut limiter leur extrapolabilité à une population plus large.

e. IRM

L'IRM est un examen non irradiant et non invasif qui présente une bonne résolution en contraste et peut permettre l'analyse des tissus mous du poignet (tendons, kystes, structures nerveuses, graisse...) ainsi que la détection d'un œdème osseux. En revanche, sa résolution spatiale est limitée. L'analyse des ligaments du carpe est difficile car ils sont fins (1-2mm d'épaisseur) et présentent un trajet oblique ou curviligne (48). De plus, la durée d'acquisition de l'IRM est longue (d'où la possibilité d'artefacts de mouvements) et celle-ci peut être mal tolérée par le patient (position douloureuse, claustrophobie). Par ailleurs, la réalisation d'une IRM présente plusieurs contre-indications relatives ou absolues (certains pacemakers, implants cochléaires, corps étrangers métalliques...).

L'IRM du poignet requiert l'utilisation d'antennes de surface dédiées (8-16 éléments), d'un petit champ de vue (de l'ordre de 6cm) afin d'obtenir des coupes de l'ordre de 2-3mm. Le patient est idéalement placé en position de « superman », qui permet d'obtenir un meilleur rapport signal sur bruit et une homogénéité de la saturation de la graisse(49).

L'étude du LSL requiert l'utilisation des séquences T2 ou DP (densité protonique) avec suppression du signal de la graisse avec coupes fines (6,48). Ses trois segments sont, comme pour l'arthroscanner, mieux étudiés à l'aide d'un plan coronal et d'un plan transversal.

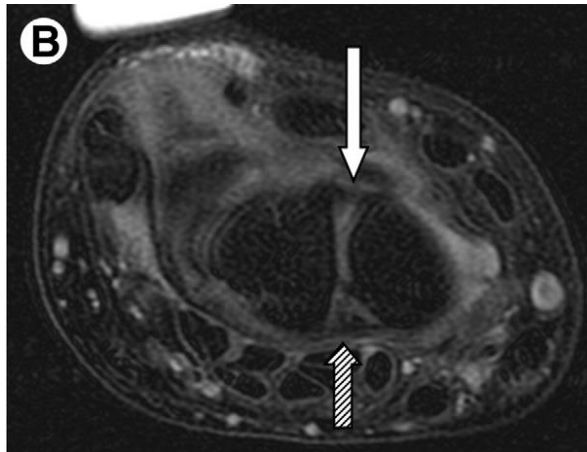


Figure 31 : Coupe axiale DP FS montrant le faisceau dorsal (flèche blanche) et le faisceau palmaire (flèche avec rayures) du LSL, intacts, d'après (50).

L'utilisation d'un appareil 3T (48,51–53), l'injection intraveineuse de gadolinium (en permettant le rehaussement de la synovite focale et du tissu cicatriciel) (3,54) et l'utilisation de séquences isotropiques avec des coupes inframillimétriques (48) pourraient en améliorer les performances diagnostiques(6).

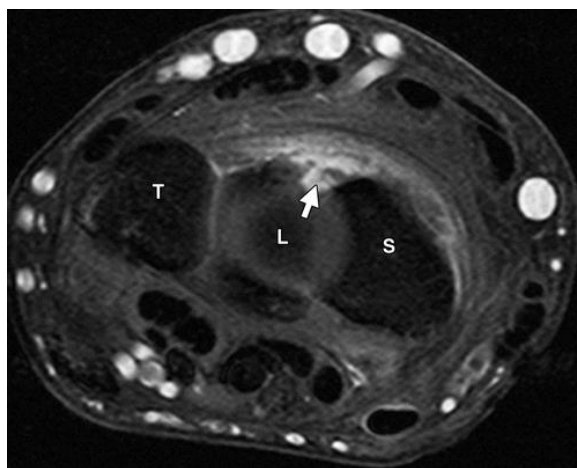


Figure 32 : Coupe axiale T1FS après injection de gadolinium. Rupture du faisceau dorsal du LSL. T = Triquétrum, L = Lunatum, S = Scaphoïde, d'après (55).

Les performances de l'IRM demeurent insuffisantes pour la détection des lésions du LSL (6,33,37,51). En effet, le LSL est sujet à des variations de signal physiologiques et présente une faible épaisseur (56). Il apparaît normalement en hyposignal T1 et T2 avec un signal plus intense en T2 à l'interface os-ligament au niveau de la portion centrale du LSL en rapport avec la présence de cartilage hyalin (50).

Ses performances sont également insuffisantes pour l'étude des surfaces cartilagineuses (6,33,37,57).

Les lésions transfixiantes du LSL peuvent se traduire par une discontinuité du corps ou des insertions ligamentaires, une absence de visualisation ligamentaire, un hypersignal liquidien voire un diastasis scapholunaire en cas de rupture complète, alors que des ruptures non transfixiantes se présentent sous la forme d'un amincissement, d'irrégularités et/ou d'un hypersignal ligamentaires (6,48,55).

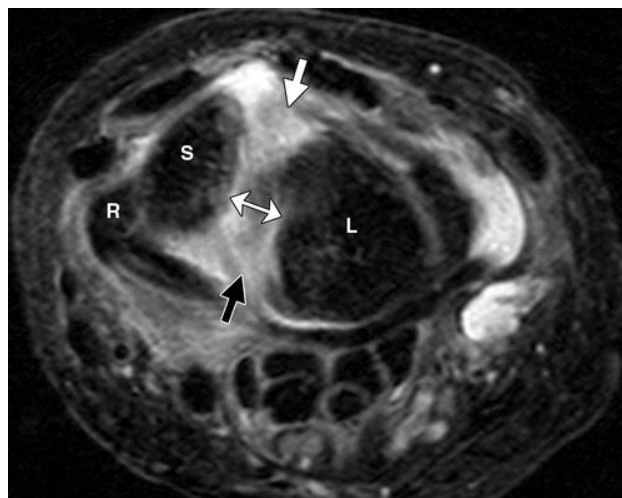


Figure 33 : coupe axiale T2FS (Fat-Sat) réalisée devant des douleurs persistantes 2 mois après un traumatisme du poignet. Elargissement de l'espace scapholunaire (double flèche), rupture du faisceau dorsal (flèche blanche) et palmaire (flèche noire) du LSL. Le patient présentait également une rupture de l'insertion radiale du LRLL, non visible ici, d'après (55).

Certaines lésions chroniques peuvent se présenter sous forme d'un LSL amorphe, en hyposignal T2 en raison de la présence de fibrose et de tissu cicatriciel (48).

La présence d'un épanchement médio et/ou radiocarpien, souvent associé aux lésions du LSL à la phase aiguë, pourrait sensibiliser la détection de celles-ci (6).

L'IRM peut également permettre l'étude des stabilisateurs secondaires de l'articulation scapholunaire (48,50,53,54). Ils apparaissent normalement en franc hyposignal T1 et T2, et peuvent présenter un aspect strié.

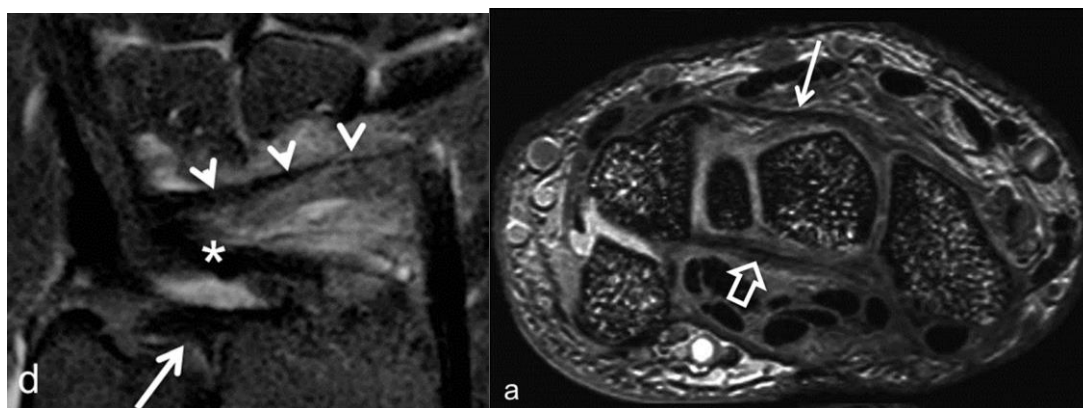


Figure 34 : A gauche, coupe coronale 3D DESS (Dual Echo Steady State), représentant le LID (têtes de flèches), le ligament radiocarpien dorsal (*) et le TFCC (flèche). A droite, coupe axiale 3D DESS, représentant le LID (flèche longue), d'après (48).

Les lésions des ligaments extrinsèques peuvent se traduire par une discontinuité complète ou non des ligaments, un aspect irrégulier, un hypersignal T2 ou une prise de contraste après injection de gadolinium (50,55).

Généralement, les ligaments extrinsèques de la face dorsale du carpe présentent des lésions à type d'étirement ou de rupture partielle, les ruptures complètes étant rares (50).

Ils peuvent présenter un aspect irrégulier et un œdème adjacent. Une rupture partielle peut se traduire par la présence de liquide entre les fibres ligamentaires.

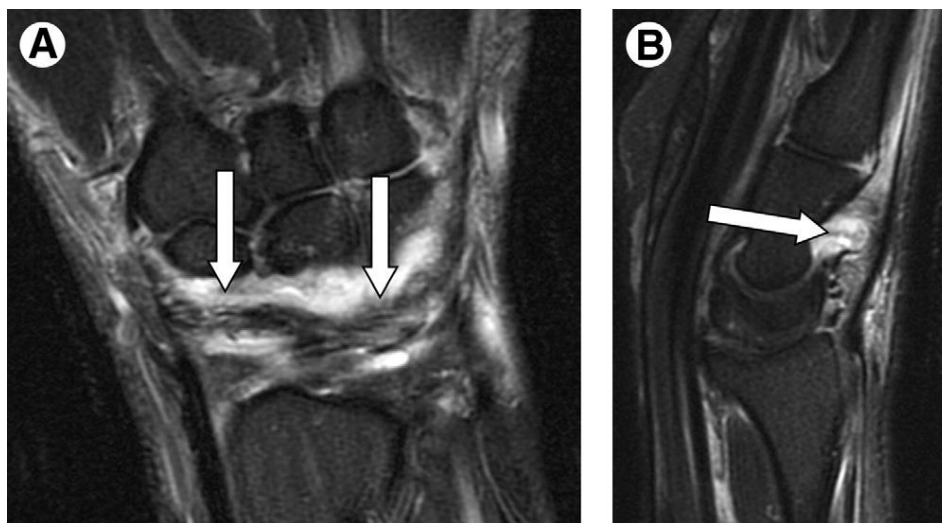


Figure 35 : Coupes coronale (A) et Sagittale (B) en pondération T2FS montrant une rupture partielle du LID avec distorsion de ses fibres et présence de liquide autour et au sein de celui-ci, d'après (50).

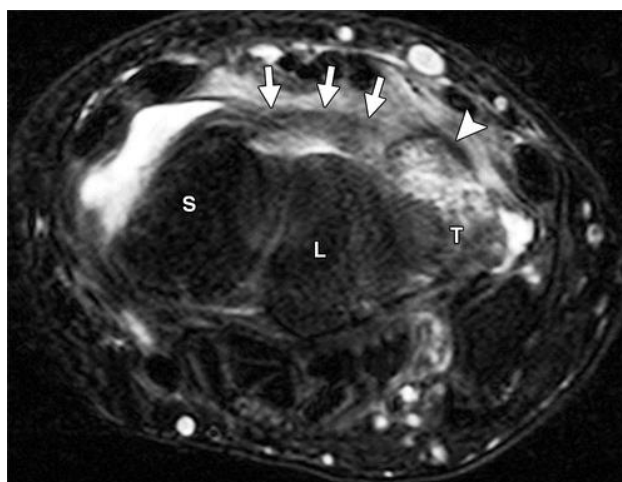


Figure 36 : Coupe axiale T2FS montrant une fracture avulsion récente de la face dorsale du triquétrum (tête de flèche) associée à une entorse du LID (flèches) qui apparaît épaissi et en discret hypersignal. L = Lunatum, S = Scaphoïde, T = Triquétrum, d'après (55).

f. Arthro-IRM

Tout comme l'arthroscanner, l'arthro-IRM requiert un temps arthrographique préalable. Celui-ci se déroule selon les mêmes modalités que ci-dessus, à la différence que l'arthrographie est ici réalisée grâce à un mélange de produit de contraste iodé et de gadolinium.

L'IRM requiert l'utilisation de séquences 3D écho de gradient ou la réalisation de séquences en écho de spin et en pondération T1 avec saturation du signal de la graisse.

La séméiologie lésionnelle est superposable à celle de l'arthroscanner (56).

Ses performances diagnostiques sont excellentes et nettement supérieures à celles de l'IRM dans la détection des lésions du LSL (3,6,33,37,51,58). Elles seraient cependant inférieures à celles de l'arthroscanner, notamment dans la détection des ruptures partielles du LSL (33,37).

Elle permet également une bonne analyse des ligaments extrinsèques (33,55,59,60), mais également des parties molles, ainsi que l'analyse du signal de la moelle osseuse.



Figure 37 : arthro-IRM avec aspect normal du LRCO (large tête de flèche) et du LID (petite tête de flèche) en coupe coronale, d'après (33).

En revanche elle reste bien moins performante que l'arthroscanner dans la détection des lésions cartilagineuses (33,37,56). Enfin, l'arthro-IRM reste peu réalisée et peu accessible en France.

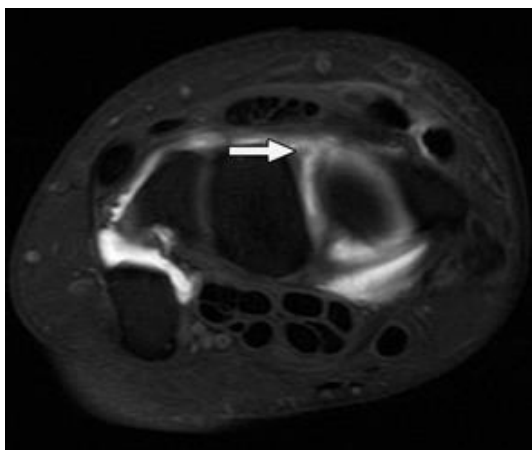


Figure 38 : arthro-IRM (coupe axiale en pondération T1FS montrant une rupture du faisceau dorsal du LSL, d'après (61).

4. Evaluation arthroscopique de l'instabilité scapholunaire

L'arthroscopie représente le gold standard diagnostique de l'instabilité scapholunaire et permet de traiter cette dernière dans le même temps (48). Il s'agit néanmoins d'un examen invasif, pouvant occasionner des lésions tendineuses, nerveuses ou vasculaires, des infections du site opératoire, ainsi que des complications en rapport avec l'anesthésie (62).

Elle permet la visualisation directe des ligaments, de la synoviale et des surfaces cartilagineuses du poignet (48).

Le patient est positionné en décubitus dorsal, le bras fixé à la table à bras avec flexion du coude à 90° et traction verticale de 5-7kg au moyen d'une potence sur doigtier (14).

L'arthroscopie est généralement réalisée sous anesthésie loco-régionale (14).

Elle nécessite entre autres l'utilisation d'un arthroscope (optique) de 2,7mm de diamètre et d'un crochet palpeur, permettant de tester les structures intra-articulaires du poignet.

Les voies d'abord arthroscopiques sont majoritairement dorsales, en raison de l'absence relative de structures neurovasculaires à la face dorsale du poignet (48). On distingue des voies d'abord radiocarpiales dorsales, médiocarpiales, radio-ulnaire distale et palmaires (48). Les voies d'abord radiocarpiales dorsales sont basées sur les compartiments des tendons extenseurs des poignets. Par exemple, la voie d'abord 3-4 (voie la plus utilisée pour explorer l'articulation radiocarpiale, généralement réalisée en premier au cours de l'arthroscopie) est située entre les compartiments 3 (long extenseur du pouce) et 4 (extenseurs communs des doigts), 1cm en distalité du tubercule de Lister alors que la voie d'abord 6R est située sur le versant radial (en dehors) du tendon extenseur ulnaire des doigts.

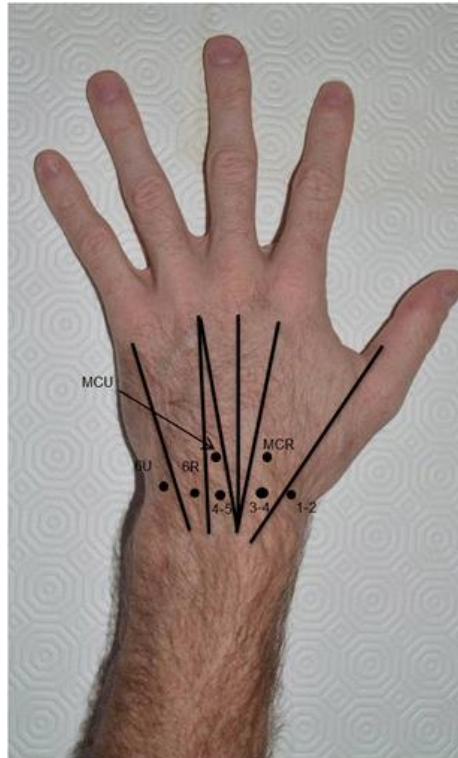


Figure 39 : voies d'abord arthroscopiques dorsales du poignet. Les lignes noires représentent les compartiments des tendons extenseurs, et les points noirs schématisent les voies d'abord radiocarpiennes dorsales (1-2,3-4, 4-5, 6R, 6U) et médiocarpiennes dorsales (MCU, MCR), d'après (48).

En 1996, Geissler a proposé une évaluation arthroscopique de l'atteinte du LSL en se basant sur l'importance de l'élargissement scapholunaire passif (63) (tableau disponible en annexe) :

- Grade 1 : Affaiblissement et hémorragie du LSL visible à partir du compartiment radiocarpien.
- Grade 2 : Affaiblissement et hémorragie du LSL en radiocarpien. Marche d'escalier et incongruence scapholunaire visibles en médiocarpien. Minime diastasis scapholunaire, inférieur à la largeur de l'extrémité d'un crochet palpeur.

- Grade 3 : Marche d'escalier et incongruence scapholunaire visibles des compartiments radiocarpien et médiocarpien. Passage sans difficulté d'un crochet palpeur au travers de l'interligne scapholunaire.
- Grade 4 : Marche d'escalier et incongruence scapholunaire visibles en médiocarpien et en radiocarpien. Instabilité majeure. Passage possible d'un arthroscope de 2,7mm au sein de l'interligne scapholunaire.

En 2006, Garcia-Elias a élaboré une classification de l'instabilité scapholunaire basée sur les réponses successives aux six questions suivantes (14,64) :

- Le faisceau dorsal du LSL est-il intact ? Oui : stade 1, Non : stade 2.
- La lésion du faisceau dorsal du LSL est-elle réparable ? Oui : stade 2, Non : stade 3.
- L'angle radioscapoïdien est-il normal ($> 45^\circ$) ? Oui : stade 3, Non : stade 4.
- Absence de bascule dorsale du lunatum ? Oui : stade 4, Non : stade 5.
- Les défauts d'alignement du carpe sont-ils réductibles ? Oui : stade 5, Non : stade 6.
- Intégrité des surfaces cartilagineuses radio et médiocarpienne ? Oui : stade 6, Non : stade 7.

Table summarizing the various stages in the Garcia-Elias classification.

	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6	Stage 7
Is the dorsal SL ligament intact?	Yes	No	No	No	No	No	No
If repaired, has it good chances of healing?	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Is the radioscapoid angle normal?	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No
Is the lunate uncovering index normal?	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No
Is the misalignment reducible?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No
Are the joint cartilages normal?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No

Figure 40 : classification de Garcia-Elias modifiée, d'après (14)

Le stade 1 de la classification de Garcia-Elias correspond à une instabilité scapholunaire pré-dynamique, les stades 2 et 3 à une instabilité dynamique, les stades 4 et 5 à une

instabilité statique réductible, le stade 6 à une instabilité statique non réductible et le stade 7 au SLAC wrist.

Cette dernière classification est à la base des différents algorithmes de prise en charge thérapeutique de l'instabilité scapholunaire (64), notamment lorsque le traitement arthroscopique est dépassé (à partir du stade 3) (65).

Plus récemment, Messina *et al.* ont mis au point la classification de l'instabilité scapholunaire de la European Wrist Arthroscopy Society (EWAS) (tableau disponible en annexe). Elle tient compte de la possibilité d'une lésion partielle du LSL pouvant donc affecter sa portion palmaire (IIIA), son segment dorsal (IIIB) ou les deux (IIIC) (66) :

- Stade I : Absence de passage de la sonde au sein de l'espace scapholunaire.
- Stade II (lésion de la portion membraneuse du LSL) : passage de la pointe du crochet dans l'interligne scapholunaire sans élargissement.
- Stade IIIA : Elargissement palmaire de l'interligne scapholunaire (laxité antérieure) lors de l'examen dynamique.
- Stade IIIB : Elargissement dorsal de l'interligne scapholunaire à l'examen dynamique (laxité postérieure).
- Stade IIIC : Elargissement complet de l'interligne scapholunaire (laxité globale) à l'examen dynamique, réductible.
- Stade IV : Diastasis scapholunaire avec passage possible de l'arthroscope de l'articulation médio-carpienne à l'articulation radio-carpienne. Absence d'anomalie radiologique.
- Stade V : Large diastasis scapholunaire. Anomalies radiographiques associées (diastasis scapholunaire, DISI).

5. Prise en charge thérapeutique

La prise en charge thérapeutique de l'instabilité scapholunaire est complexe. Elle dépend entre autres de la sévérité et du caractère aigu (lésion < 6 semaines) ou chronique (lésion > 6 semaines) de l'instabilité scapho-lunaire. En effet le potentiel de cicatrisation du LSL est préservé dans les 6 semaines suivant le traumatisme, alors qu'il est médiocre au-delà (67).

En cas de lésion aiguë du LSL (inférieure à 6 semaines), le traitement chirurgical repose sur, selon la classification EWAS (65):

- Stade I : immobilisation
- Stade II : Brochage scapholunaire ou suture capsulo-ligamentaire dorsale
- Stade III :
 - o IIIA : Brochage (lésion palmaire donc pas de capsulodèse dorsale)
 - o III B et C : Suture capsulo-ligamentaire dorsale +/- brochage
- IV : Réparation ouverte ou suture capsulo-ligamentaire dorsale associée à un brochage scapholunaire.
- V : Réparation ouverte

Le brochage scapholunaire simple est réalisé sous contrôle fluoroscopique, après évaluation arthroscopique, seul ou en complément d'une suture capsulo-ligamentaire dorsale.

La suture capsulo-ligamentaire dorsale peut être réalisée sous arthroscopie. Cette technique a été mise au point par Wahegaonkar (14) en 2013 et inspirée par la mise en évidence du DCSS, décrit ci-après, et de son rôle d'attache entre le LSL, le LID et la capsule articulaire. Elle est indiquée lors des ruptures du LSL avec ou sans diastasis scapholunaire, en l'absence de bascule du lunatum ou de flexion du scaphoïde associée.

Elle ne peut être réalisée que si les moignons ligamentaires du LSL restent attachés au scaphoïde et au lunatum. Elle doit s'associer à un brochage scapholunaire en cas de lésion d'un grade supérieur à EWAS IIIC (65).

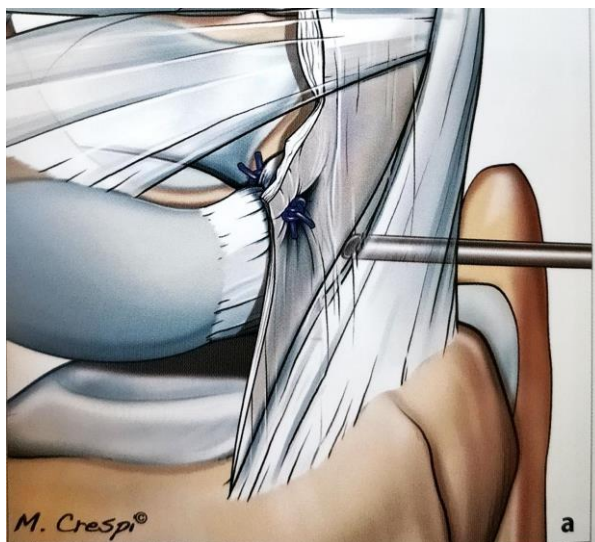


Figure 41 : schéma représentant une suture capsulo-ligamentaire dorsale sous arthroscopie, d'après (14).

Les lésions de stade 2 de la classification de Garcia-Elias correspondent à une rupture complète du LSL, mais celui-ci a un bon potentiel de cicatrisation. Le LSL peut être réparé à ciel ouvert avec capsulodèse de protection (64).

Les lésions de stade 3 et 4 de la classification de Garcia-Elias sont des lésions complètes du LSL, non cicatrisables (respectivement sans et avec bascule horizontale du scaphoïde). Ici, l'objectif de la chirurgie est de reconstruire le ligament scapholunaire, par exemple grâce à une capsulodèse dorsale ou à une ligamentoplastie (par exemple SLIC procédure de Dautel ou triple ténodèse au FRC selon Garcia Elias)(64).

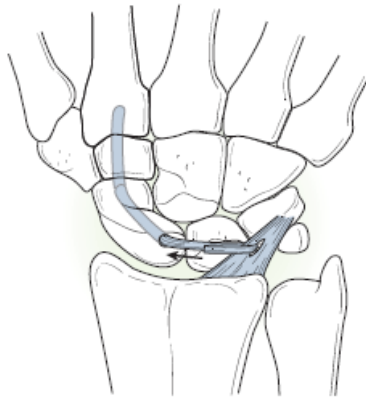


Figure 42 : triple ténodèse à partir du tendon du FRC, selon Garcia-Elias, d'après (64)

Les lésions de stade 5 de la classification de Garcia-Elias modifiée (bascule dorsale du lunatum) sont habituellement traitées par des techniques de ligamentoplastie ayant pour but de stabiliser le lunatum (par exemple ténodèse spirale, à partir du tendon du FRC) (64,68).

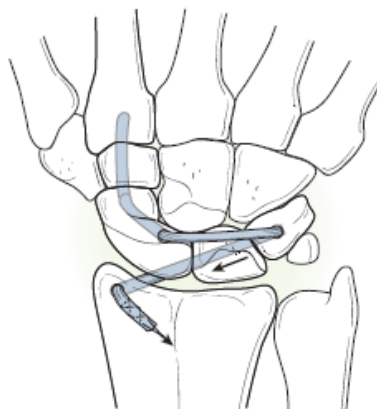


Figure 43 : ténodèse spirale, à partir du tendon du FRC, d'après (64)

Les lésions de stade 6 selon la classification de Garcia-Elias modifiée (rupture complète du LSL, défaut d'alignement carpien irréductible, intégrité des surfaces cartilagineuses) ne permettent pas la réalisation de technique de reconstruction ligamentaire. Ces lésions sont traitées par arthrodèse partielle, par exemple par arthrodèse radioscapulolunaire avec excision du pôle distal du scaphoïde (afin de conserver l'inclinaison radiale du poignet)(64).

Au stade de SLAC wrist (stade 7 de la classification de Garcia Elias modifiée), le traitement chirurgical consistera en (6):

- Une styloïdectomie ou une résection de la rangée proximale du carpe pour les SLAC wrist de stade 1 (arthrose stylo-scaphoïdienne).
- Une résection de la rangée proximale du carpe pour les SLAC wrist de stade 2 (arthrose radio-scaphoïdienne).
- Une résection du scaphoïde associée à une stabilisation du carpe pour les SLAC wrist de stade 3 (arthrose radioscaphoïdienne et lunocapitale). Cette stabilisation se fera au moyen soit d'une arthrodèse lunocapitale (en cas de dérive lunocapitale modérée), soit d'une arthrodèse des 4 coins (hamatum, capitatum, lunatum, triquétrum), ou des 3 os (capitatum, hamatum, lunatum et ablation du triquétrum) dans le cas d'une dérive lunocapitale majeure.

III. DESCRIPTION DU SEPTUM DORSAL CAPSULO-SCAPHOLUNAIRE ET JUSTIFICATION DU TRAVAIL SCIENTIFIQUE DE LA THESE

En 2004, l'étude d'Elsaidi (16) *et al.* a montré que la section arthroscopique successive des ligaments extrinsèques palmaires et du LSL (chacun des segments de ce dernier était sectionné) n'entraînait pas de modification significative de l'intervalle scapholunaire, de l'angle scapholunaire ni de l'angle luno-capital.

Lorsque l'insertion scaphoïdienne du LID était ensuite sectionnée, une flexion du scaphoïde apparaissait, entraînant une majoration significative de l'angle scapholunaire. Il n'y avait

cependant toujours pas de modification significative de l'angle lunocapital ni de l'intervalle scapholunaire.

Finalement, la section de l'insertion capsulo-ligamentaire dorsale sur le lunatum était responsable de l'extension de celui-ci donc d'une augmentation significative de l'angle lunocapital, mais aussi de l'apparition d'un diastasis scapholunaire et d'une rupture des arcs de Gilula.

La même année, Mitsuyasu *et al.* ont montré que la section conjointe de l'insertion scaphoïdienne du LID et de l'ensemble du LSL étaient responsables d'un élargissement de l'espace scapholunaire et d'une modification de la position du scaphoïde (subluxation rotatoire) mais qu'ensuite, la section de l'attache lunarienne du LID entraînait une bascule du lunatum et un diastasis scapholunaire (DISI) (15).

En 2013, Binder *et al.* ont rapporté une série de 10 patients présentant des douleurs dorsales chroniques du poignet en rapport avec une avulsion de l'insertion du LID sur le segment dorsal du ligament scapholunaire diagnostiquée par arthroscopie. Alors que le LSL était intact, l'arthroscopie montrait une instabilité scapholunaire de grade II et III selon la classification de l'EWAS. Ce qui suggérait que l'attache dorsale entre le LSL et le LID pouvait, à elle seule, être responsable d'instabilité scapholunaire pré-dynamique et de douleurs dorsales du poignet (69).

La même année, L. Van Overstraeten *et al.* ont mis en évidence, à partir d'une étude anatomique sur trois poignets de cadavres, une structure capsulo-ligamentaire distincte de la capsule articulaire, située à la confluence de la capsule dorsale du poignet, de la portion dorsale du LSL et du LID, à laquelle il donna le nom de "Septum Dorsal Capsulo-Scapholunaire" (Dorsal Capsuloligamentous Scapholunate Septum en anglais ou DCSS)(70).

Selon L. Overstraeten, le DCSS émerge de la capsule dorsale du poignet et s'attache de façon bifide à la jonction os-ligament de la portion dorsale de l'articulation scapholunaire.

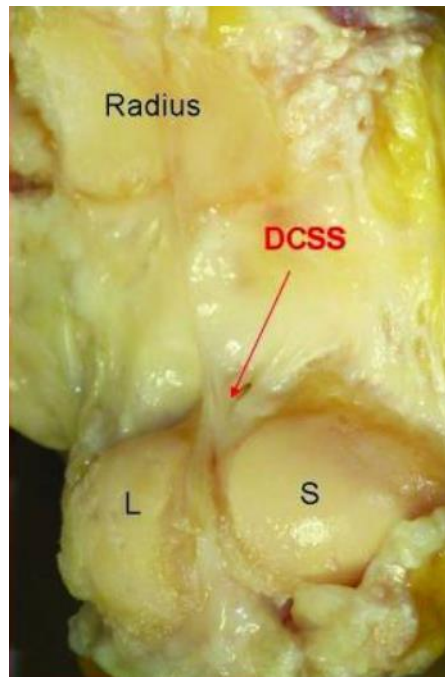


Figure 44 : dissection d'un poignet cadavérique avec abord palmaire du DCSS. La capsule palmaire du poignet a été réséquée, alors que la capsule dorsale est intacte. L = Lunatum, S = Scaphoïde, d'après (70)

Van Overstraeten a également montré le rôle stabilisateur secondaire du DCSS au cours de la même étude (70). La section arthroscopique de celui-ci était responsable d'une augmentation du grade EWAS d'instabilité scapholunaire, la majorité des poignets présentant alors un élargissement dorsal de l'espace scapholunaire. Néanmoins, celle-ci n'entraînait pas de modification du diastasis scapholunaire, de l'angle radio-lunaire ni de l'angle scapholunaire.

En 2017, M. Tommasini Carrara de Sambuy *et al.* ont réalisé une étude anatomique sur 14 poignets (issus de 7 cadavres adultes) et observé le DCSS de façon constante sur 11 de

ces poignets (3 furent exclus en raison d'une chondrocalcinose sévère et d'une arthrite) à l'aide d'un abord dorsal (71). Pour M. Tommasini *et al.*, le DCSS était constitué de trois arches s'entrecroisant "à la manière d'une croisée d'ogives" :

- Deux arches transversales s'étendant entre les insertions scaphoïdienne et triquétrale du LID, croisant la 3e arche en regard de la portion dorsale du LSL.
- Une troisième arche longitudinale s'insérant largement sur le LSL, et se déployant sur la capsule dorsale de l'articulation radiocarpienne.

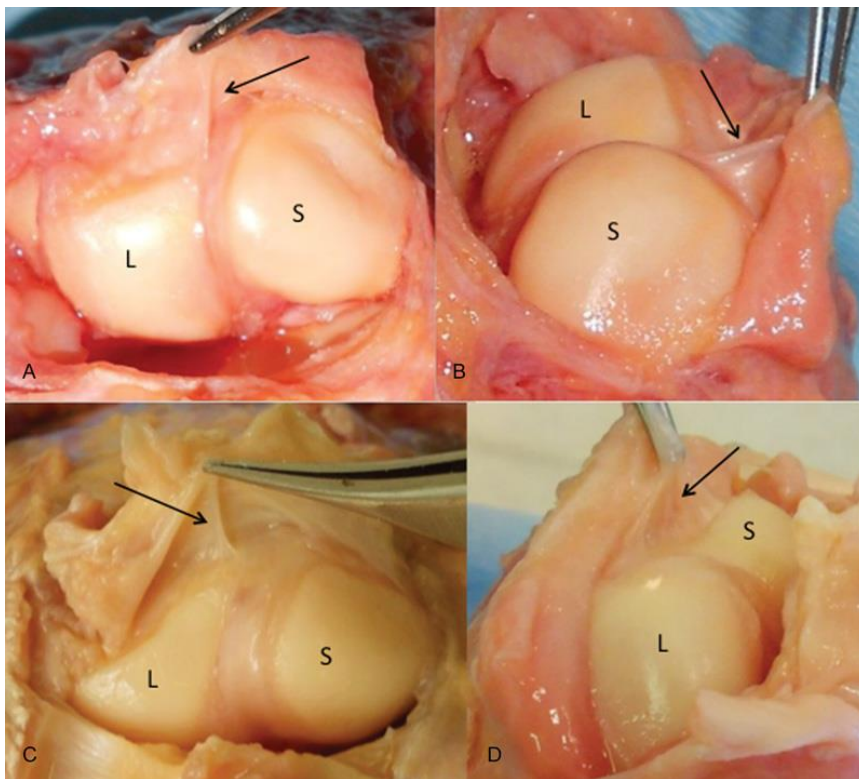


Figure 45 : vue dorsale de deux poignets de cadavre, montrant le DCSS (flèche). L = Lunatum, S = Scaphoïde, d'après (71)

Les auteurs ont effectué des mesures du DCCS (mis en tension) : sa hauteur (distance entre le LSL et le LID) et sa largeur (à mi-hauteur du DCSS) moyennes étaient respectivement de 5,8mm (4.0-8.0mm) et 4.0mm (2.0-8.0mm).

Au cours d'une étude arthroscopique réalisée entre janvier 2014 et décembre 2015 sur 53 patients présentant une atteinte du segment dorsal du LSL en arthroscanner, Van Overstraeten a évalué l'atteinte du DCSS (au moyen d'une classification élaborée par celui-ci) et l'instabilité scapholunaire (à partir de la classification EWAS). L'instabilité scapholunaire était corrélée de façon significative au stade lésionnel du DCSS (72).

L'ensemble de ces éléments est en faveur d'un rôle probablement non négligeable du DCSS dans la stabilisation de l'articulation scapholunaire. Son atteinte pourrait donc être impliquée dans la survenue d'une instabilité scapholunaire, dont nous avons rappelé le retentissement fonctionnel et l'intérêt d'une prise en charge thérapeutique à un stade précoce.

Parmi l'arsenal diagnostique précédemment décrit, l'échographie, bien qu'encore peu réalisée dans cette indication, présente pourtant d'indéniables atouts dans l'exploration des structures ligamentaires du poignet.

De plus, des sondes d'échographie à très haute fréquence peuvent désormais permettre l'étude de structures très superficielles.

Il nous a donc semblé pertinent d'étudier l'écho-anatomie normale du DCSS en échographie à haute fréquence afin d'ouvrir la voie à une éventuelle évaluation lésionnelle de ce dernier.

ARTICLE SCIENTIFIQUE

**DESCRIPTION DE L'ECHO-ANATOMIE NORMALE DU SEPTUM DORSAL CAPSULO-
SCAPHOLUNAIRE (DCSS) EN ECHOGRAPHIE A HAUTE FREQUENCE**

I. RESUME

Introduction

Le septum dorsal capsulo-scapholunaire (DCSS) est une structure capsulo-ligamentaire récemment décrite, à la jonction du faisceau dorsal du ligament scapholunaire (LSL) et de la capsule articulaire du poignet, qui serait un stabilisateur secondaire de l'articulation scapholunaire. Le but de cette étude était d'évaluer la visibilité du DCSS en échographie à haute fréquence.

Hypothèse : Le DCSS peut être visualisé en échographie à haute fréquence.

Matériel et Méthodes

Trois poignets de cadavre ont été disséqués pour étudier le DCSS, l'un sans marquage, les deux autres après marquage sous contrôle échographique à haute fréquence. Sur deux autres poignets, une corrélation entre la structure visualisée échographiquement, et les coupes sériées arthro-scanographiques et anatomiques correspondantes a été réalisée. Enfin, des coupes échographiques de référence de la région du DCSS, sur poignets sains, réalisées sur une population de patients en soin courant, ont été analysées rétrospectivement.

Résultats

En dissection, le DCSS correspondait à une structure fibreuse présentant des expansions jusqu'à la face dorsale du corps du scaphoïde et du lunatum, avec certaines fibres convergeant vers le LSL. En échographie à haute fréquence, une structure fibrillaire hyperéchogène, située au niveau de la position théorique du DCSS était visualisée. Les dissections réalisées après transfixion échoguidée montraient que les limites de la structure repérée échographiquement correspondaient aux limites du DCSS. Les coupes sériées

anatomiques, arthroscannographiques et échographiques dans la région du DCSS étaient concordantes. La structure échographiquement définie comme le DCSS était visible rétrospectivement sur au moins une coupe de référence chez 90,5% des poignets étudiés, hyperéchogène dans 100% des cas. Son épaisseur moyenne était de 1,38 +/- 0,24 mm.

Discussion

Notre étude décrit les caractéristiques échographiques normales de la région du DCSS et montre que l'échographie à haute fréquence permet d'analyser finement cette zone. Les applications de l'échographie dans l'analyse du DCSS en contexte lésionnel devraient être évaluées.

Niveau de preuve. – IV.

II. INTRODUCTION

L'instabilité scapholunaire est une pathologie fréquente, liée à des lésions ligamentaires souvent post-traumatiques, pouvant entraîner des douleurs du poignet et progresser vers l'arthrose (SLAC wrist - ScaphoLunate Advanced Collapse) (6,23). La stabilité scapholunaire dépend du ligament scapholunaire (LSL) et de ligaments extrinsèques du poignet. Le LSL, dont le faisceau dorsal est le plus solide (2,12), est un stabilisateur primaire de l'articulation scapholunaire (6,8,9,13,73,74). Certains ligaments extrinsèques, dont le ligament intercarpien dorsal (LID), peuvent jouer un rôle de stabilisateurs secondaires (2,8,9,13,15–18). La capsule articulaire, via ses expansions vers le scaphoïde, le lunatum et le ligament scapholunaire, semble également jouer un rôle de stabilisateur secondaire, bien que son rôle biomécanique propre reste encore mal connu. Une association entre des lésions de la capsule articulaire (notamment de son insertion carpienne) et une instabilité scapholunaire malgré un LSL intact a été rapportée, entrant dans le cadre des instabilités scapholunaires pré-dynamiques (3,69). Des lésions capsulaires sont également retrouvées dans un contexte post-traumatique, associées ou non à des lésions ligamentaires (75). Dans ces situations, la capsulodèse arthroscopique fait partie de l'arsenal thérapeutique décrit (14,69,76).

Le septum dorsal capsulo-scapholunaire (DCSS) est une structure capsulo-ligamentaire récemment décrite comme étant la confluence de la capsule dorsale du poignet, du LID et du segment dorsal du LSL (70,71). Sa section arthroscopique est associée à une majoration du grade d'instabilité scapholunaire ; le DCSS jouerait donc un rôle de stabilisateur secondaire de l'articulation scapholunaire (70). A ce titre, son atteinte pourrait

donc être associée à une instabilité pré-dynamique (69,70,72) avec un risque potentiel d'évolution ultérieure vers une instabilité dynamique.

Les structures ligamentaires du poignet présentent l'intérêt d'être superficielles et de pouvoir théoriquement être analysées par exploration échographique (10,21,28,41,42,44). Cependant, l'analyse du ligament scapholunaire en échographie est généralement incomplète, limitée à son faisceau dorsal (6,10,28,41,44), la visualisation de sa portion palmaire restant sous-optimale (6,10,41). La capsule articulaire et le DCSS présentent l'intérêt d'être plus superficiels, possiblement explorables en échographie par sondes à haute fréquence. L'insertion de la capsule dorsale sur le scaphoïde, le lunatum et sur le ligament scapholunaire, dans la région du DCSS, peut être visible en imagerie en coupe, notamment en IRM ou en arthro-scanner (figure 1)(48). Le déploiement des sondes à haute fréquence pourrait permettre d'analyser également cette région en échographie, avec l'avantage d'une exploration dans des délais potentiellement plus courts qu'en imagerie en coupes. Il n'existe à notre connaissance aucune étude échographique à haute fréquence de ces structures publiée dans la littérature, alors que maîtriser l'aspect échographique normal de cette région pourrait avoir des implications thérapeutiques lors d'explorations en contexte pathologique (par exemple traumatique).

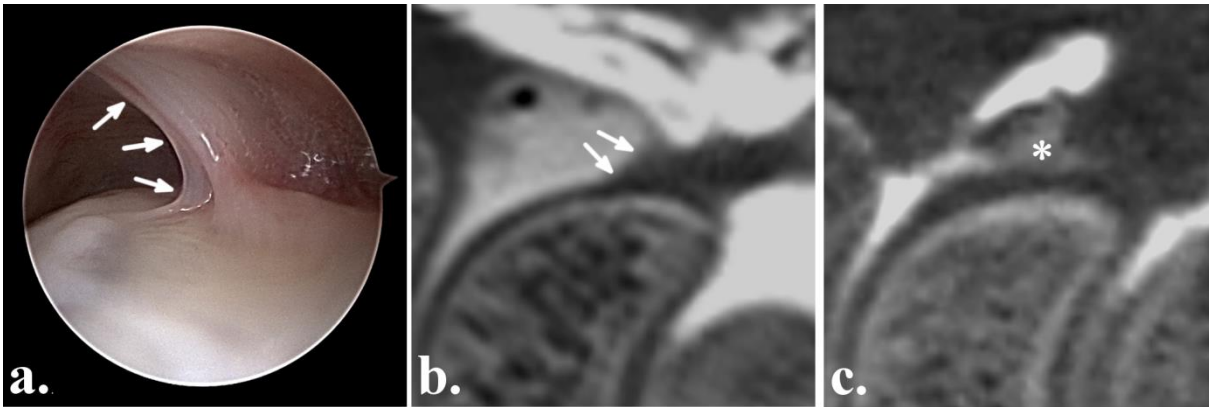


Figure 1 : *Vue arthroscopique d'un DCSS intact (a), et arthroscanner correspondant dans le plan sagittal (b) ; désinsertion complète de la capsule articulaire en regard du lunatum (autre patient, étoile) (c), avec lésion du DCSS confirmée par arthroscopie.*

A travers une analyse cadavérique puis une étude sur patients, l'objectif principal de notre étude a été d'évaluer la visibilité du DCSS en échographie à haute fréquence et de réaliser une description de son aspect normal, au niveau de l'insertion de la capsule articulaire sur le versant dorsal du scaphoïde, du lunatum et de l'interligne scapholunaire.

III. MATERIELS ET METHODES

Description des pièces anatomiques utilisées

Cinq poignets issus de trois sujets anatomiques (A: femme de 74 ans; B: femme de 86 ans ; C: femme de 84 ans), provenant de dons à la science (Laboratoire d'Anatomie, CHU de Lille) ont été utilisés dans cette étude. Tous les poignets étaient exempts de cicatrice du versant dorsal ou palmaire du poignet.

Les poignets des sujets A et B (3 poignets) étaient conservés par une injection d'un mélange de glycérine, d'eau distillée, de méthanol et de phénol. Un poignet a été disséqué sans marquage échographique, les deux autres après.

Les deux poignets du sujet C avaient fait l'objet d'une conservation formolée, et ont été utilisés pour la réalisation de coupes sériées après congélation.

Dissection chirurgicale

Les dissections ont été réalisées par un chirurgien de la main expérimenté en arthroscopie du poignet. Les poignets étaient placés en pronation. Une incision longitudinale du plan cutané dorsal était réalisée de la base du 3^e rayon jusqu'à l'avant-bras. Le rétinaculum des extenseurs était incisé longitudinalement puis récliné. Les tendons extenseurs étaient sectionnés en aval du poignet et réclinés, afin d'exposer la capsule articulaire.

De manière proximale, la capsule était sectionnée transversalement au ras de la berge postérieure de l'extrémité distale du radius. L'incision était poursuivie en regard des extrémités latérale du scaphoïde et médiale du triquétrum pour soulever un lambeau capsulaire en U. En distalité, la capsule était incisée transversalement à hauteur des articulations carpo-métacarpiennes puis médialement et latéralement pour former un second lambeau capsulaire en U.

Corrélation sur pièces anatomiques entre marquage échographique et dissection

La deuxième étape avait pour objectif d'étudier la visibilité échographique du DCSS, sur pièces anatomiques, puis de réaliser un marquage écho-guidé au niveau de ses limites médiale et latérale, afin de le confronter à une dissection chirurgicale.

Une capsulo-distension radio-carpienne par 3 mL d'un mélange de gélatine en poudre, d'eau et de colorant bleu a été réalisée sur deux poignets à l'aide d'une aiguille 23 G, sous contrôle échographique.

Une échographie a ensuite été réalisée en consensus par deux radiologues spécialisés en imagerie musculosquelettique (un senior avec 5 ans d'expérience et une interne avec 2 ans d'expérience), avec un échographe Canon Aplio i800 (Canon Medical Systems, JP) en utilisant une sonde à haute fréquence 22 MHz (i22LH8), avec une largeur d'exploration de 3 cm. Les poignets étaient positionnés en pronation, flexion palmaire modérée et légère inclinaison ulnaire. La sonde était placée sagittalement en regard de l'interligne scapholunaire dorsal, puis un balayage était effectué sur une distance de 1 cm médialement et latéralement, jusqu'aux corticales dorsales du lunatum d'une part et du scaphoïde d'autre part.

Pour les deux poignets, la cible échographique a été transfixiée par deux fils de suture sous contrôle échographique. Le premier fil était inséré au niveau de sa limite échographique médiale et le second au niveau de sa limite échographique latérale. Les poignets ont ensuite été disséqués pour effectuer une corrélation entre la structure marquée échographiquement, et la structure identifiée chirurgicalement comme étant le DCSS.

Corrélation sur pièces cadavériques entre échographie, coupes anatomiques sériées et arthroscanner

L'étape suivante a été de réaliser, sur les deux poignets du sujet C, une corrélation entre la structure visualisée échographiquement, et les coupes sériées arthro-scanographiques et anatomiques correspondantes.

Un mélange 20 mL de gélatine en poudre, 10 mL de contraste iodé (Iodixanol 270 mgI/mL) 5 mL de colorant acrylique et 10 mL d'eau a été préparé puis injecté au sein des articulations médio-carpiennes (5 mL) puis radio-carpiennes (3 mL), avec une aiguille 23G. Un arthroscanner (Siemens Somatom AS64, Siemens Healthcare GmbH, DE) a ensuite été immédiatement réalisé pour chaque poignet.

L'analyse échographique du DCSS a été effectuée sur ces deux poignets selon les modalités précédemment décrites. Après congélation à – 20 °C, des coupes sériées de 3 mm de chaque poignet ont été réalisées dans le plan sagittal au moyen d'une scie à ruban, puis corrélées aux coupes arthro-scanographiques et échographiques.

Analyse rétrospective sur patients

Afin d'évaluer l'aspect échographique normal du DCSS sur une population de patients, une analyse d'exams échographiques du poignet a été réalisée. Lors des échographies de poignet et de main réalisées en routine clinique dans notre établissement (CHU de Lille, Lille, France), des coupes de la région scapholunaire dorsale sont systématiquement réalisées, avec balayage dans le plan sagittal comprenant notamment trois coupes de référence (interligne scapholunaire, corticale dorsale du lunatum et corticale dorsale du scaphoïde). Les examens inclus dans l'analyse étaient ceux qui répondaient aux critères suivants : 1) âge du patient < 40 ans (afin de réduire le risque de lésions dégénératives pré-existantes); 2) échographies bilatérales, pour lesquelles seuls les poignets controlatéraux sains étaient inclus dans l'analyse ; 3) échographies réalisées par les deux mêmes opérateurs que ci-dessus, dont l'ensemble des images était disponibles sur le PACS (Philips Intellispace PACS, Philips, NL).

Pour chacune des trois coupes, les critères analysés étaient les suivants : visibilité formelle du DCSS jusqu'à son insertion profonde (oui ou non), échogénicité (hyperéchogène, isoéchogène ou hypoéchogène) et épaisseur (en mm).

Les images des échographies consécutives des poignets et des mains réalisées du 1^{er} janvier 2020 au 1er juillet 2020 répondant à ces critères d'inclusion ont été dé-identifiées puis analysées rétrospectivement. Cette analyse rétrospective sur données d'imagerie anonymisées a été réalisée dans le respect de RGPD et validée par l'institution.

Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel GraphPad Prism v8.4 (GraphPad, LaJolla, CA, USA). Les résultats qualitatifs sont présentés en valeur absolue et en pourcentage. Leur comparaison a été réalisée en utilisant le test du Chi-deux. Les résultats quantitatifs sont présentés en moyenne, écart type et valeurs limites. La normalité de leur distribution a été évaluée par test de Shapiro-Wilk. En cas de normalité, la comparaison entre deux groupes a été réalisée en utilisant un t-test non apparié, ou en utilisant le test de Kolmogorov-Smirnov dans le cas contraire.

IV. RESULTATS

Dissection chirurgicale

En dissection, le DCSS correspondait à une structure fibreuse, souple et fine (Figure 2) (70,71), présentant des expansions jusqu'à la face dorsale du corps du scaphoïde et du lunatum, avec certaines fibres convergeant vers le ligament scapholunaire. Cet aspect était concordant avec les descriptions anatomiques du DCSS dans la littérature (70,71).

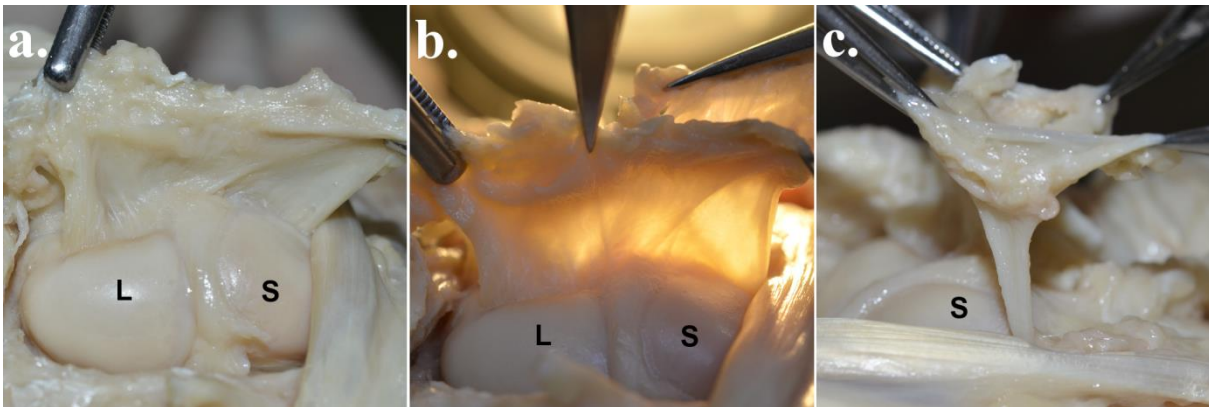


Figure 2. *Vue dorsale (a-b) et latérale (c) du DCSS, au niveau de ses insertions à proximité de l'interligne scapholunaire dorsal, après dissection du poignet droit du sujet A, sous traction (a-b-c) et trans-illumination (b).*

Corrélation sur pièces cadavériques entre marquage échographique et dissection

Une structure fibrillaire hyperéchogène, située au niveau de la position théorique du DCSS était visualisée en échographie à haute fréquence sur les deux pièces anatomiques étudiées. Elle s'insérait sur la face dorsale du lunatum, du scaphoïde et du LSL. Dans les deux cas, elle était intégralement visible en regard du lunatum et du LSL. Il n'était pas mis en évidence de variation significative de son échostructure interne lors du balayage dans le plan sagittal, entre ses limites médiale et latérale.

Les dissections réalisées après transfixion échoguidée des deux poignets montraient que les limites de la structure repérée échographiquement correspondaient effectivement aux limites de la structure anatomique cible (DCSS), c'est-à-dire à ses expansions vers le scaphoïde et le lunatum (Figure 3).

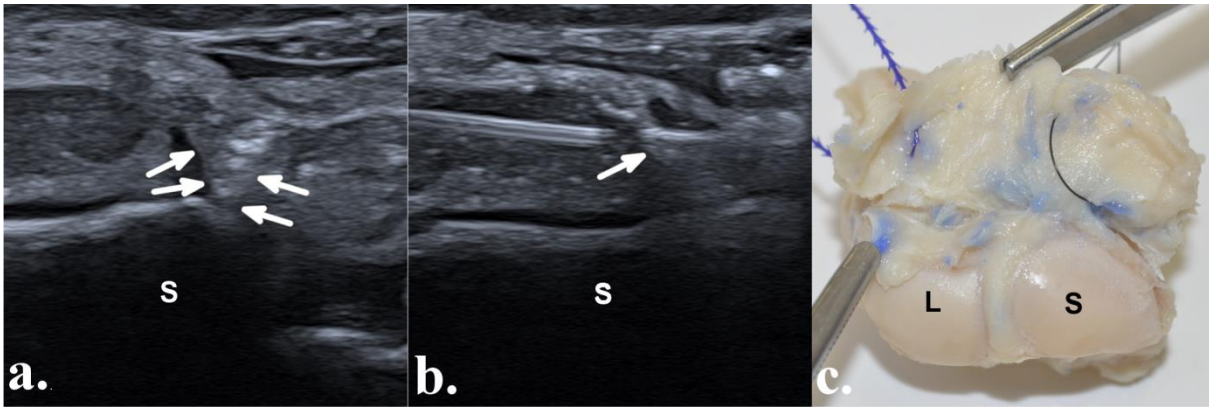


Figure 3 - Corrélation écho-anatomique. (a) Repérage échographique de la structure cible dans le plan sagittal montrant sa limite latérale, au niveau de la corticale dorsale du scaphoïde (S) sous la forme d'une structure hyperéchogène, d'orientation sagittale (flèches), transfixiée échographiquement par un fil (b) ; (c) vue de la cible, marquée échographiquement au niveau de ses limites médiale en regard du lunatum (L) et latérale en regard du scaphoïde (S), après dissection chirurgicale et isolation de la première rangée du carpe. La dissection confirme que les fils de marquage échographique se situent au niveau des limites médiale et latérale du DCSS.

Corrélation sur pièces cadavériques entre échographie, coupes anatomiques sériées et arthroscanner

Pour les deux poignets étudiés dans cette étape, l'exploration échographique réalisée après arthrodistension retrouvait également une structure hyperéchogène, s'insérant sur la face dorsale du carpe et s'étendant vers la superficie, visible aux niveaux du scaphoïde, du lunatum et de l'interligne scapholunaire. L'analyse des arthro-scanners correspondant permettait de confirmer que cette structure était concordante morphologiquement avec les expansions carpiennes de la capsule articulaire au niveau de la région scapholunaire dorsale. Les coupes anatomiques sagittales sériées retrouvaient à ce niveau une structure fibreuse, s'insérant à la face dorsale du lunatum, du LSL et du scaphoïde, qui présentait la

même orientation et la même morphologie que celle visualisée en échographie et arthroscanner.

La corrélation (Figure 4) entre les coupes sagittales sériées anatomiques, scanographiques échographiques étaient donc morphologiquement concordante pour chacun des deux poignets étudiés (100%), retrouvant une bonne visibilité des expansions carpiennes dorsales de la capsule articulaire, correspondant dans les 3 modalités à la structure considérée comme le DCSS.

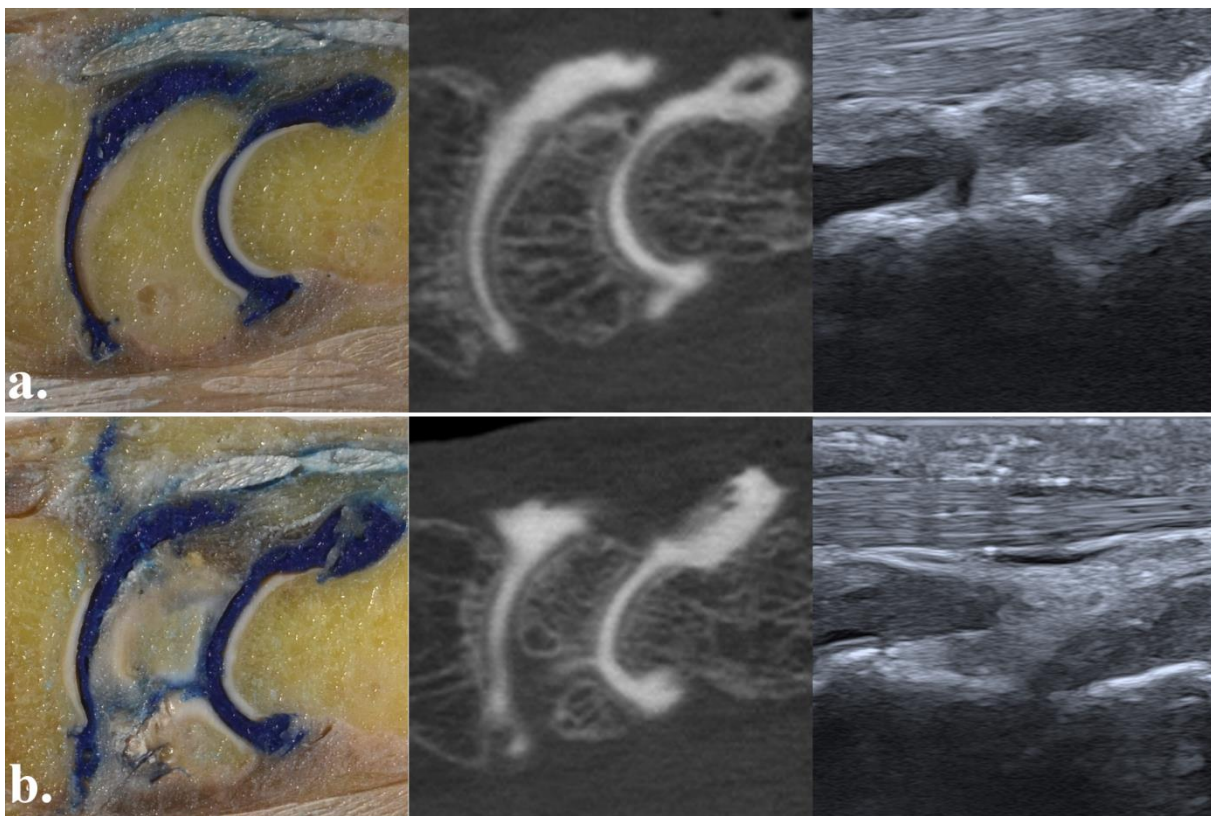


Figure 4. *Corrélation entre les coupes anatomiques sériées, les reconstructions scanographiques sagittales et les coupes échographiques en regard du lunatum (a) et de l'interligne scapholunaire*

(b)

Analyse échographique sur patients

Quarante-deux patients (28 hommes, 14 femmes, âge: 29,6+/-2,89 ans, range : [26-37]) ont été inclus dans l'analyse (42 poignets).

Le DCSS, tel que défini échographiquement ci-dessus, était visible et continu sur au moins une coupe échographique pour 38 poignets (38/42; 90,5%). Il n'existait pas de différence significative entre les hommes et les femmes, avec une visibilité respective de 96,4% contre 78,6% des cas ($p=0,1$). Il était hyperéchogène dans 100% des cas où il était visible (38/38).

Il mesurait en moyenne 1,38 mm d'épaisseur (+/-0,24, range: [1-1,9]). Son épaisseur ne différait pas entre les hommes et les femmes, avec des valeurs respectives de 1,39+/-0,24 mm (range:[1-1,9]) contre 1,36+/-0,27 mm (range:[1-1,7]) ($p=0,78$). Cette structure était identifiable et continue sur les coupes longitudinales réalisées en regard du lunatum sur 28 poignets (28/42; 66,7%), en regard du LSL sur 22 poignets (22/42; 52,4%) et en regard du scaphoïde sur 20 poignets (20/42; 47,6%). Des exemples de l'aspect de ces différentes coupes sont présentés en figure 5.

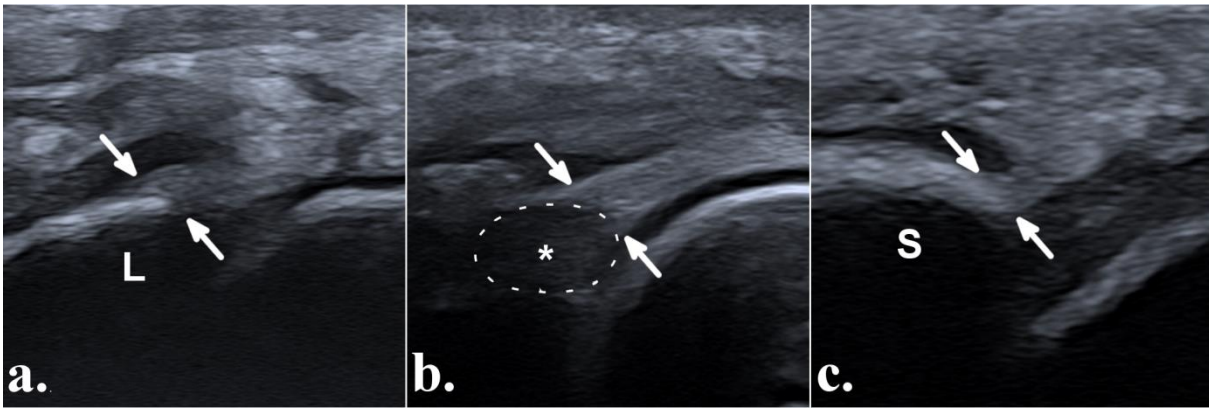


Figure 5 : Coupes échographiques à haute fréquence de la face dorsale de la première rangée du carpe dans le plan sagittal au niveau : (a.) du lunatum (L), (b.) du faisceau dorsal du ligament scapholunaire (*) et (c.) du scaphoïde (S). Dans les trois cas, le DCSS était visible de façon nette sous la forme d'une structure hyperéchogène homogène, dont l'insertion profonde (flèches) sur le lunatum, le LSL et le scaphoïde apparaît continue et est analysable de façon précise.

V. DISCUSSION

Le but de notre étude était de réaliser une description de l'aspect échographique normal de la région de l'insertion de la capsule articulaire sur le versant dorsal du scaphoïde, du lunatum et de l'interligne scapholunaire, au niveau de la position théorique de la structure dénommée DCSS dans la littérature, en vue d'études ultérieures dans un cadre pathologique. A notre connaissance, cette étude est la première à effectuer une corrélation écho-anatomique de la région du DCSS sur des sujets anatomiques ainsi qu'une corrélation entre les coupes anatomiques sériées, arthroscannographiques et échographiques de cette zone.

En échographie à haute fréquence, une structure fibrillaire hyperéchogène était visualisée sur tous les poignets de cadavres étudiés. Les marquages transfixiants après arthrodistension de deux de ces poignets ont démontré que cette structure correspondait morphologiquement au DCSS lors des dissections chirurgicales. Nous avons ensuite pu réaliser la corrélation de l'aspect échographique, arthroscannographique et des coupes anatomiques sériées de la région du DCSS sur deux autres poignets de cadavre. Dans notre série, il est toutefois à noter que la structure décrite et analysée en échographie était unique, sans possibilité de distinguer formellement le DCSS d'une part de la capsule articulaire d'autre part.

La compréhension de l'anatomie du DCSS est délicate. Cette structure est en effet décrite différemment par les deux seules études anatomiques qui s'y rapportent. Van Overstraeten *et al.* (70) le décrivent comme une structure fibreuse, émergeant de la capsule dorsale du poignet et s'insérant de façon bifide en regard de la jonction os-LSL, et qui serait distincte

de l'insertion capsulaire sur la face dorsale du scaphoïde et du lunatum. En revanche, Tommasini *et al.* (71) décrivent le DCSS comme trois arches entrecroisées, deux transversales le long du LID et une longitudinale s'attachant le long du LSL et se déployant largement sur la capsule dorsale du poignet.

L'analyse rétrospective d'images échographiques à haute fréquence montrait que la structure cible, définie comme le DCSS, était visible, continue et analysable jusqu'à son attache carpienne dorsale chez une grande majorité (90,5%) de patients sains, sur au moins l'une des trois coupes de référence effectuées dans la région d'intérêt. Cette structure était hyperéchogène chez 100% des patients étudiés, tout comme chez les sujets cadavériques. Son épaisseur moyenne était mesurée à 1,38 mm, ce qui semble globalement concordant avec les données de la littérature sur les mesures d'épaisseur des ligaments intrinsèques et extrinsèques du poignet (41). Ces éléments pourraient être utiles dans le cadre d'une étude échographique ultérieure sur poignets pathologiques (par exemple en contexte traumatique), afin de détecter une modification de l'échogénicité de cette structure, un aspect discontinu de son attache profonde ou une modification de son épaisseur. Cette analyse échographique dans un contexte de traumatisme aigu du poignet pourrait par exemple permettre de mettre en évidence précocement une lésion du DCSS, pouvant être associée à une instabilité prédynamique voire dynamique scapholunaire, et envisager d'autres explorations complémentaires rapides (arthroscanner ou IRM) et/ou une prise en charge arthroscopique, visant à éviter une évolution vers une instabilité statique requérant une prise en charge palliative (14)

Notre étude présente cependant des limites.

La partie cadavérique de notre étude comprenait des effectifs restant faibles, de sujets d'âge élevé, et n'est donc peut-être pas extrapolable à la population générale. De plus, des variantes anatomiques des poignets cadavériques ne peuvent être exclues.

L'étude échographique du DCSS, réalisée après arthro-distension des poignets cadavériques, n'est par définition pas extrapolable à la pratique clinique sur poignets non arthro-distendus. Cependant celle-ci nous a permis de mieux comprendre l'aspect et le trajet du DCSS. Nous émettons l'hypothèse qu'un épanchement articulaire ou une synovite pourraient faciliter l'analyse du DCSS chez certains patients, notamment dans un contexte traumatique.

L'analyse échographique réalisée sur patients était rétrospective et monocentrique, ce qui peut avoir entraîné des biais de sélection. Néanmoins, les coupes utilisées étaient standardisées et basées sur le balayage de la face dorsale du poignet dans le plan sagittal, qui est une pratique courante et techniquement reproductible. De plus, la population étudiée est jeune et comprend plus d'hommes que de femmes. Cependant, l'instabilité scapholunaire survient davantage chez les adultes jeunes (6), limitant ainsi les conséquences de ce biais. D'autre part, il s'agit d'une analyse rétrospective d'images, l'absence de visibilité du DCSS sur certaines coupes de référence pouvant être liée à l'opérateur lors de l'examen et pas à une réelle absence de visibilité échographique. Des études prospectives seront donc nécessaires pour affiner ces résultats et ces premiers résultats doivent donc être considérés avec prudence.

Enfin, l'ensemble de notre étude a été réalisée au moyen d'une sonde échographique à haute fréquence, de très haute résolution, encore peu diffusée et utilisée en routine clinique. Son utilisation sera cependant très probablement amenée à être développée, compte tenu de la résolution spatiale et en contraste obtenues.

VI. CONCLUSION

Notre étude montre que l'échographie à haute fréquence permet d'analyser finement la région du DCSS. La structure hyperéchogène visualisée à ce niveau en échographie correspond en dissection à ce qui a été défini comme le DCSS dans la littérature, et est analysable chez une grande majorité de patients sains. La description de l'aspect échographique normal de cette région est un prérequis qui pourrait permettre la réalisation ultérieure d'études échographiques en contexte pathologique, par exemple dans le cadre de traumatismes aigus du poignet.

BIBLIOGRAPHIE

1. Kapandji A. Biomécanique du carpe et du poignet. *Ann Chir Main*. 1987 Jan 1;6(2):147–69.
2. Berger RA. The Anatomy and Basic Biomechanics of the Wrist joint. *J Hand Ther*. 1996 Apr 1;9(2):84–93.
3. Schmitt R, Froehner S, Coblenz G, Christopoulos G. Carpal instability. *Eur Radiol*. 2006 Oct 1;16(10):2161–78.
4. Demondion X, Boutry N, Khalil C, Cotten A. Les radiographies simples du poignet et de la main. *J Radiol*. 2008 May 1;89(5, Part 2):640–51.
5. Jacques T, Wavreille G, Demondion X. Le ligament scapholunaire. *J Imag Diagn Interv*. 2017 Oct 1;1:S14–7.
6. Cotten A. Pathologies ligamentaires du poignet. In: *Imagerie musculosquelettique, Pathologies locorégionales*. 2e ed. Elsevier Masson; 2017. p. 233–62.
7. Berger RA. The Anatomy of the Ligaments of the Wrist and Distal Radioulnar Joints. *Clin Orthop Relat Res*. 2001 Feb;383:32–40.
8. Short WH, Werner FW, Green JK, Masaoka S. Biomechanical evaluation of ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate. *J Hand Surg*. 2002 Nov 1;27(6):991–1002.
9. Short WH, Werner FW, Green JK, Masaoka S. Biomechanical evaluation of the ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate: Part II. *J Hand Surg*. 2005 Jan 1;30(1):24–34.
10. Gitto S, Messina C, Mauri G, Aliprandi A, Sardanelli F, Sconfienza LM. Dynamic high-resolution ultrasound of intrinsic and extrinsic ligaments of the wrist: How to make it simple. *Eur J Radiol*. 2017 Feb 1;87:20–35.
11. Taljanovic MS, Sheppard JE, Jones MD, Switlick DN, Hunter TB, Rogers LF. Sonography and Sonoarthrography of the Scapholunate and Lunotriquetral Ligaments and Triangular Fibrocartilage Disk. *J Ultrasound Med*. 2008;27(2):179–91.
12. Berger RA. The gross and histologic anatomy of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg*. 1996 Mar 1;21(2):170–8.
13. 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*. 2007 Mar 1;32(3):297.e1-297.e18.

14. Mathoulin C. Treatment of dynamic scapholunate instability dissociation: Contribution of arthroscopy. *Hand Surg Rehabil.* 2016 Dec;35(6):377–92.
15. Mitsuyasu H, Patterson RM, Shah MA, Buford WL, Iwamoto Y, Viegas SF. The role of the dorsal intercarpal ligament in dynamic and static scapholunate instability. *J Hand Surg.* 2004 Mar 1;29(2):279–88.
16. Elsaidi GA, Ruch DS, Kuzma GR, Smith BP. Dorsal wrist ligament insertions stabilize the scapholunate interval: cadaver study. *Clin Orthop.* 2004 Aug;(425):152–7.
17. Van Overstraeten L, Camus EJ. The role of extrinsic ligaments in maintaining carpal stability - A prospective statistical analysis of 85 arthroscopic cases. *Hand Surg Rehabil.* 2016;35(1):10–5.
18. Viegas SF, Yamaguchi S, Boyd NL, Patterson RM. The dorsal ligaments of the wrist: Anatomy, mechanical properties, and function. *J Hand Surg.* 1999 May 1;24(3):456–68.
19. Kijima Y, Viegas SF. Wrist Anatomy and Biomechanics. *J Hand Surg.* 2009 Oct 1;34(8):1555–63.
20. Pérez AJ, Jethanandani RG, Vutescu ES, Meyers KN, Lee SK, Wolfe SW. Role of Ligament Stabilizers of the Proximal Carpal Row in Preventing Dorsal Intercalated Segment Instability: A Cadaveric Study. *J Bone Joint Surg Am.* 2019 Aug 7;101(15):1388–96.
21. Bihan M, Pesquer L, Meyer P, Paris G, Rousvoal A, Bouche G, et al. Ligaments radiocarpien et intercarpien dorsaux du poignet : corrélation écho-anatomique. *J Radiol.* 2009 Jul 1;90(7, Part 1):813–7.
22. Berger RA, Garcia-Elias M. General Anatomy of the Wrist. In: An K-N, Berger RA, Cooney WP, editors. *Biomechanics of the Wrist Joint* [Internet]. New York, NY: Springer; 1991 [cited 2020 May 3]. p. 1–22. Available from: https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3208-7_1
23. Konopka G, Chim H. Optimal management of scapholunate ligament injuries. *Orthop Res Rev.* 2018 Aug 6;10:41–54.
24. Kitay A, Wolfe SW. Scapholunate Instability: Current Concepts in Diagnosis and Management. *J Hand Surg.* 2012 Oct 1;37(10):2175–96.
25. Salvà-Coll G, Garcia-Elias M, Llusá-Pérez M, Rodríguez-Baeza A. The role of the flexor carpi radialis muscle in scapholunate instability. *J Hand Surg.* 2011 Jan;36(1):31–6.
26. Tischler BT, Diaz LE, Murakami AM, Roemer FW, Goud AR, Arndt WF, et al. Scapholunate advanced collapse: a pictorial review. *Insights Imaging.* 2014 Jun 3;5(4):407–17.
27. Renoux J, Zeitoun-Eiss D, Bresseur J-L. Ultrasonographic study of wrist ligaments: review and new perspectives. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2009 Mar;13(1):55–65.

28. Taljanovic MS, Goldberg MR, Sheppard JE, Rogers LF. US of the Intrinsic and Extrinsic Wrist Ligaments and Triangular Fibrocartilage Complex—Normal Anatomy and Imaging Technique. *RadioGraphics*. 2011 Jan 1;31(1):79–80.
29. Cotten A. Pathologies osseuses et dégénératives du poignet. In: *Imagerie musculosquelettique, Pathologies locorégionales*. 2e ed. Elsevier Masson; 2017. p. 207–32.
30. Kakar S, Breighner RE, Leng S, McCollough CH, Moran SL, Berger RA, et al. The Role of Dynamic (4D) CT in the Detection of Scapholunate Ligament Injury. *J Wrist Surg*. 2016 Nov;5(4):306–10.
31. 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*. 2018 Oct 1;28(10):4397–406.
32. Moser T, Dosch J-C, Moussaoui A, Buy X, Gangi A, Dietemann J-L. Multidetector CT Arthrography of the Wrist Joint: How to Do It. *RadioGraphics*. 2008 May 1;28(3):787–800.
33. Moser T, Khoury V, Harris PG, Bureau NJ, Cardinal E, Dosch J-C. MDCT Arthrography or MR Arthrography for Imaging the Wrist Joint? *Semin Musculoskelet Radiol*. 2009 Mar;13(01):039–54.
34. Theumann N, Favarger N, Schnyder P, Meuli R. Wrist ligament injuries: value of post-arthrography computed tomography. *Skeletal Radiol*. 2001 Mar 1;30(2):88–93.
35. Schmid MR, Schertler T, Pfirrmann CW, Saupe N, Manestar M, Wildermuth S, et al. Interosseous ligament tears of the wrist: comparison of multi-detector row CT arthrography and MR imaging. *Radiology*. 2005 Dec;237(3):1008–13.
36. Lee RKL, Ng AWH, Tong CSL, Griffith JF, Tse WL, Wong C, et al. Intrinsic ligament and triangular fibrocartilage complex tears of the wrist: comparison of MDCT arthrography, conventional 3-T MRI, and MR arthrography. *Skeletal Radiol*. 2013 Sep 1;42(9):1277–85.
37. Moser T, Dosch J-C, Moussaoui A, Dietemann J-L. Wrist ligament tears: evaluation of MRI and combined MDCT and MR arthrography. *AJR Am J Roentgenol*. 2007 May;188(5):1278–86.
38. Crema MD, Zentner J, Guermazi A, Jomaah N, Marra MD, Roemer FW. Scapholunate Advanced Collapse and Scaphoid Nonunion Advanced Collapse: MDCT Arthrography Features. *Am J Roentgenol*. 2012 Aug 1;199(2):W202–7.
39. Cagnet J-M, Baur P, Gouzou S, Simon P. [Bulge of the scapholunate ligament: an arthro-CT sign of traumatic scapholunate instability]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2008 Apr;94(2):182–7.
40. Brown JA, Janzen DL, Adler BD, Stothers K, Favero KJ, Gropper PT, et al. Arthrography of the contralateral, asymptomatic wrist in patients with unilateral wrist pain. *Can Assoc Radiol J J Assoc Can Radiol*. 1994 Aug;45(4):292–6.

41. Boutry N, Lapegue F, Masi L, Claret A, Demondion X, Cotten A. Ultrasonographic evaluation of normal extrinsic and intrinsic carpal ligaments: preliminary experience. *Skeletal Radiol.* 2005 Sep 1;34(9):513–21.
42. Lacelli F, Muda A, Sconfienza LM, Schettini D, Garlaschi G, Silvestri E. High-resolution ultrasound anatomy of extrinsic carpal ligaments. *Radiol Med (Torino).* 2008 Jun 1;113(4):504–16.
43. Orlandi D, Fabbro E, Ferrero G, Martini C, Lacelli F, Serafini G, et al. High-resolution ultrasound of the extrinsic carpal ligaments. *J Ultrasound.* 2012 Sep 27;15(4):267–72.
44. Meyer P, Lintingre P-F, Pesquer L, Poussange N, Silvestre A, Dallaudiere B. Imaging of Wrist Injuries: A Standardized US Examination in Daily Practice. *J Belg Soc Radiol.* 2018 Jan 31;102(1):9.
45. Kendi ATK, Gdemez E. Sonographic evaluation of scapholunate ligament: value of tissue harmonic imaging. *J Clin Ultrasound JCU.* 2006 Apr;34(3):109–12.
46. 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.* 2004 Jul;86(7):1473–8.
47. Finlay K, Lee R, Friedman L. Ultrasound of intrinsic wrist ligament and triangular fibrocartilage injuries. *Skeletal Radiol.* 2004 Feb 1;33(2):85–90.
48. Shahabpour M, Staelens B, Van Overstraeten L, De Maeseneer M, Boulet C, De Mey J, et al. Advanced imaging of the scapholunate ligamentous complex. *Skeletal Radiol.* 2015 Dec 1;44(12):1709–25.
49. Luciani A, Rahmouni A. IRM du poignet et de la main. In: *IRM en pratique clinique.* p. 215–33.
50. Davis KW, Blankenbaker DG. Imaging the Ligaments and Tendons of the Wrist. *Semin Roentgenol.* 2010 Jul 1;45(3):194–217.
51. Hafezi-Nejad N, Carrino JA, Eng J, Blackmore C, Shores J, Lifchez SD, et al. Scapholunate Interosseous Ligament Tears: Diagnostic Performance of 1.5 T, 3 T MRI, and MR Arthrography-A Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Radiol.* 2016;23(9):1091–103.
52. Spaans AJ, Minnen P van, Prins HJ, Korteweg MA, Schuurman AH. The Value of 3.0-Tesla MRI in Diagnosing Scapholunate Ligament Injury. *J Wrist Surg.* 2013 Feb;2(1):69–72.
53. Chhabra A, Soldatos T, Thawait GK, Grande FD, Thakkar RS, Means KR, et al. Current Perspectives on the Advantages of 3-T MR Imaging of the Wrist. *RadioGraphics.* 2012 May 1;32(3):879–96.
54. Shahabpour M, De Maeseneer M, Pouders C, Van Overstraeten L, Ceuterick P, Fierens Y, et al. MR imaging of normal extrinsic wrist ligaments using thin slices with clinical and surgical correlation. *Eur J Radiol.* 2011 Feb 1;77(2):196–201.

55. Cockenpot E, Lefebvre G, Demondion X, Chantelot C, Cotten A. Imaging of Sports-related Hand and Wrist Injuries: Sports Imaging Series. *Radiology*. 2016 May 16;279(3):674–92.
56. Moser T, Dosch J-C, Moussaoui A, Dietemann J-L. Traumatismes ligamentaires du poignet : quel examen d'imagerie ? *J Traumatol Sport*. 2008 Feb 1;25(1):31–6.
57. Haims AH, Moore AE, Schweitzer ME, Morrison WB, Deely D, Culp RW, et al. MRI in the Diagnosis of Cartilage Injury in the Wrist. *Am J Roentgenol*. 2004 May 1;182(5):1267–70.
58. Cerezal L, Berná-Mestre J de D, Canga A, Llopis E, Rolon A, Martín-Oliva X, et al. MR and CT Arthrography of the Wrist. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2012 Feb;16(01):027–41.
59. Theumann NH, Etehami G, Duvoisin B, Wintermark M, Schnyder P, Favarger N, et al. Association between Extrinsic and Intrinsic Carpal Ligament Injuries at MR Arthrography and Carpal Instability at Radiography: Initial Observations. *Radiology*. 2006 Mar 1;238(3):950–7.
60. Toms AP, Chojnowski A, Cahir JG. Midcarpal instability: a radiological perspective. *Skeletal Radiol*. 2011 May 1;40(5):533–41.
61. Magee T. Comparison of 3-T MRI and Arthroscopy of Intrinsic Wrist Ligament and TFCC Tears. *Am J Roentgenol*. 2009 Jan 1;192(1):80–5.
62. De Smet L. Pitfalls in wrist arthroscopy. *Acta Orthop Belg*. 2002 Oct;68(4):325–9.
63. Geissler WB. Arthroscopic Management of Scapholunate Instability. *J Wrist Surg*. 2013 May;2(2):129–35.
64. Wolfe SW. Wrist Instabilities, Misalignments, and Dislocations. In: *Green's Operative Hand Surgery*. 7th ed. 2017. p. 418–78.
65. Saab M. Pathologie Ligamentaire du poignet – ligament scapho-lunaire. :20.
66. Messina JC, Van Overstraeten L, Luchetti R, Fairplay T, Mathoulin CL. The EWAS Classification of Scapholunate Tears: An Anatomical Arthroscopic Study. *J Wrist Surg*. 2013 May;2(2):105–9.
67. Lombard J. Ligamentoplasties pour instabilités schapo-lunaires: critères de pronostics. 2016;161.
68. Chee KG, Chin AYH, Chew EM, Garcia-Elias M. Antipronation Spiral Tenodesis—A Surgical Technique for the Treatment of Perilunate Instability. *J Hand Surg*. 2012 Dec 1;37(12):2611–8.
69. Binder AC, Kerfant N, Wahegaonkar AL, Tandara AA, Mathoulin CL. Dorsal Wrist Capsular Tears in Association with Scapholunate Instability: Results of an Arthroscopic Dorsal Capsuloplasty. *J Wrist Surg*. 2013 May;2(2):160–7.

70. 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.* 2013 May;2(2):149–54.
71. Tommasini Carrara de Sambuy M, Burgess TM, Cambon-Binder A, Mathoulin CL. The Anatomy of the Dorsal Capsulo-Scapholunate Septum: A Cadaveric Study. *J Wrist Surg.* 2017 Aug;6(3):244–7.
72. Van Overstraeten L, Camus EJ. Arthroscopic Classification of the Lesions of the Dorsal Capsulo-Scapholunate Septum (DCSS) of the Wrist. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2016 Sep;20(3):125–8.
73. Ruby LK, An KN, Linscheid RL, Cooney WP, Chao EYS. The effect of scapholunate ligament section on scapholunate motion. *J Hand Surg.* 1987 Sep 1;12(5, Part 1):767–71.
74. Padmore CE, Stoesser H, Langohr GDG, Johnson JA, Suh N. Carpal Kinematics following Sequential Scapholunate Ligament Sectioning. *J Wrist Surg.* 2019 Apr;8(2):124–31.
75. Bonte F, Mathoulin CL. The PARC Lesion: A Proximal Avulsion of the Radiocarpal Capsule. *J Wrist Surg.* 2017 Feb;6(1):80–6.
76. Degeorge B, Coulomb R, Kouyoumdjian P, Mares O. Arthroscopic Dorsal Capsuloplasty in Scapholunate Tears EWAS 3: Preliminary Results after a Minimum Follow-up of 1 Year. *J Wrist Surg.* 2018 Sep;7(4):324–30.

ANNEXES

Classifications arthroscopiques des lésions du LSL :

Geissler arthroscopic classification of carpal instability

Grade	Description	Management
I	Attenuation/hemorrhage of interosseous ligament as seen from the radiocarpal joint. No incongruency of carpal alignment in the midcarpal space.	Immobilization
II	Attenuation/hemorrhage of interosseous ligament as seen from the radiocarpal joint. Incongruency/step-off as seen from midcarpal space. A slight gap (less than width of a probe) between carpals may be present.	Arthroscopic reduction and pinning
III	Incongruency/step-off of carpal alignment is seen in both the radiocarpal and midcarpal spaces. The probe may be passed through the gap between carpals.	Arthroscopic/open reduction and pinning
IV	Incongruency/step-off of carpal alignment is seen in both the radiocarpal and midcarpal spaces. Gross instability with manipulation is noted. A 2.7-mm arthroscope may be passed through the gap between carpals.	Open reduction and repair

D'après Geissler WB (63)

Table 1

Arthroscopic EWAS (European Wrist Arthroscopy Society) Classification and corresponding anatomic-pathological (AP) findings in cadaver specimens

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 SLIOL with 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)

Abbreviations: SLIOL: scapholunate interosseous ligament. MC: midcarpal. RC: radiocarpal. RSC: radio-scapho-capitate. LRL: long radiolunate. DIC: dorsal intercarpal ligament. SL: scapholunate. TH: triquetro-hamate. ST: scaphotrapezium. DRC: dorso radiocarpal. DISI: dorsal intercalated segmental instability

Classification de l'EWAS d'après Messina et al. (66)

EXPLOITATION SCIENTIFIQUE DU TRAVAIL

Article soumis à l'OTSR (Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research)

Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research
DESCRIPTION DE L'ÉCHO-ANATOMIE NORMALE DU SEPTUM DORSAL
CAPSULO-SCAPHOLUNAIRE (DCSS) EN ÉCHOGRAPHIE A HAUTE FREQUENCE
--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Article Type:	Original article
Keywords:	Wrist; Ultrasound; Dorsal Capsulo-Scapholunate Septum
Corresponding Author:	Héloïse Debril Lille, FRANCE
First Author:	Héloïse Debril
Order of Authors:	Héloïse Debril Marc Saab Xavier Demondion Paul Muys Anne Cotten Thibaut Jacques
Abstract:	<p>RÉSUMÉ</p> <p>INTRODUCTION : Le septum dorsal capsulo-scapholunaire (DCSS) est une structure capsulo-ligamentaire récemment décrite, à la jonction du faisceau dorsal du ligament scapho-lunaire (LSL) et de la capsule articulaire du poignet, qui serait un stabilisateur secondaire de l'articulation scapho-lunaire. Le but de cette étude était d'évaluer la visibilité du DCSS en échographie à haute fréquence. Hypothèse : Le DCSS peut être visualisé en échographie à haute fréquence.</p> <p>MATÉRIELS ET MÉTHODES : Trois poignets de cadavre ont été disséqués pour étudier le DCSS, l'un sans marquage, les deux autres après marquage sous contrôle échographique à haute fréquence. Sur deux autres poignets, une corrélation entre la structure visualisée échographiquement, et les coupes sériées arthro-scanographiques et anatomiques correspondantes a été réalisée. Enfin, des coupes échographiques de référence de la région du DCSS, sur poignets sains, réalisées sur une population de patients en soin courant, ont été analysées rétrospectivement.</p> <p>RÉSULTATS : En dissection, le DCSS correspondait à une structure fibreuse présentant des expansions jusqu'à la face dorsale du corps du scaphoïde et du lunatum, avec certaines fibres convergeant vers le LSL. En échographie à haute fréquence, une structure fibrillaire hyperéchogène, située au niveau de la position théorique du DCSS était visualisée. Les dissections réalisées après transfixion échoguidée montraient que les limites de la structure repérée échographiquement correspondaient aux limites du DCSS. Les coupes sériées anatomiques, arthroscannographiques et échographiques dans la région du DCSS étaient concordantes. La structure échographiquement définie comme le DCSS était visible rétrospectivement sur au moins une coupe de référence chez 90,5% des poignets étudiés, hyperéchogène dans 100% des cas. Son épaisseur moyenne était de 1,38 +/- 0,24 mm.</p> <p>DISCUSSION : Notre étude décrit les caractéristiques échographiques normales de la région du DCSS et montre que l'échographie à haute fréquence permet d'analyser finement cette zone. Les applications de l'échographie dans l'analyse du DCSS en contexte lésionnel devraient être évaluées. Niveau de preuve. – IV.</p>

AUTEUR : Nom : DEBRIL

Prénom : Héroïse

Date de soutenance : Mardi 29 septembre 2020

Titre de la thèse : Description de l'écho-anatomie normale du Septum Dorsal Capsulo-Scapholunaire en échographie à haute fréquence.

Thèse - Médecine - Lille 2020

Cadre de classement : Radiodiagnostic et imagerie médicale

DES + spécialité : DES de radiodiagnostic et imagerie médicale

Mots-clés : Poignet, échographie, DCSS, anatomie

Résumé :

Introduction :

Le septum dorsal capsulo-scapholunaire (DCSS) est une structure capsulo-ligamentaire récemment décrite, à la jonction du faisceau dorsal du ligament scapho-lunaire (LSL) et de la capsule articulaire du poignet, qui serait un stabilisateur secondaire de l'articulation scapho-lunaire. Le but de cette étude était d'évaluer la visibilité du DCSS en échographie à haute fréquence.

Matériels et méthodes :

Trois poignets de cadavre ont été disséqués pour étudier le DCSS, l'un sans marquage, les deux autres après marquage sous contrôle échographique à haute fréquence. Sur deux autres poignets, une corrélation entre la structure visualisée échographiquement, et les coupes sériées arthro-scannographiques et anatomiques correspondantes a été réalisée. Enfin, des coupes échographiques de référence de la région du DCSS, sur poignets sains, réalisées sur une population de patients en soin courant, ont été analysées rétrospectivement.

Résultats :

En dissection, le DCSS correspondait à une structure fibreuse présentant des expansions jusqu'à la face dorsale du corps du scaphoïde et du lunatum, avec certaines fibres convergeant vers le LSL. En échographie à haute fréquence, une structure fibrillaire hyperéchogène, située au niveau de la position théorique du DCSS était visualisée. Les dissections réalisées après transfixion échoguidée montraient que les limites de la structure repérée échographiquement correspondaient aux limites du DCSS. Les coupes sériées anatomiques, arthroscannographiques et échographiques dans la région du DCSS étaient concordantes. La structure échographiquement définie comme le DCSS était visible rétrospectivement sur au moins une coupe de référence chez 90,5% des poignets étudiés, hyperéchogène dans 100% des cas. Son épaisseur moyenne était de 1,38 +/- 0,24 mm.

Discussion :

Notre étude décrit les caractéristiques échographiques normales de la région du DCSS et montre que l'échographie à haute fréquence permet d'analyser finement cette zone. Les applications de l'échographie dans l'analyse du DCSS en contexte lésionnel devraient être évaluées.

Composition du Jury :

Président : Madame le Professeur COTTEN Anne

Assesseurs : Monsieur le Professeur CHANTELOT Christophe

Monsieur le Professeur DEMONDION Xavier

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur JACQUES Thibaut