

LES DÉSAXATIONS CARPIENNES EXPÉRIMENTALES PROVOQUÉES PAR SECTION LIGAMENTAIRE

J. N. KUHLMANN, A. BOABIGHI, M. MIMOUN, S. BAUX

Les auteurs ont provoqué des désaxations carpiennes par section ligamentaire sur 40 poignets de cadavres frais.

La corrélation entre leurs résultats expérimentaux et la clinique leur a permis de localiser les points de rupture traumatique des divers ligaments et les modifications de l'équilibre carpien, induites par les ruptures.

Les désaxations peuvent être permanentes, séquentielles ou provoquées par des manœuvres externes. L'atteinte des ligaments capsulaires est déterminante. Ils se regroupent en 3 unités fonctionnelles :

- le complexe scaphoïdien distal
- les ligaments palmaires formant une sangle, composées par le ligament latéral externe, les ligaments radiocarpiaux et le ligament radié
- les ligaments médiaux, formant une fronde composée par les ligaments radiotriquétraux dorsaux et palmaires de part et d'autre du triquétrum.

Les entorses correspondent à l'atteinte d'une unité fonctionnelle :

- L'entorse externe est caractérisée par l'atteinte du complexe scaphoïdien distal. Le scaphoïde se couche, entraînant l'inclinaison dorsale de l'os lunaire et le diastasis scapholunaire.
- L'entorse centrale est caractérisée par une rupture de la sangle palmaire, qui permet un mouvement de tiroir antéro-postérieur radiocarpien ou médio-carpien.
- L'entorse interne correspond à la rupture plus ou moins étendue des ligaments médiaux. Elle est caractérisée soit par un ressaut, soit par une inclinaison palmaire de l'os lunaire, accompagnés ou non par un diastasis lunartriquétral.

Les luxations du poignet traduisent l'atteinte de plusieurs unités ligamentaires.

Keywords : carpus ; functional anatomy ; experimental sprains.

Mots-clés : carpe ; anatomie fonctionnelle ; entorses expérimentales.

RAPPEL ANATOMIQUE

Pour comprendre les processus mis en branle, il faut avoir en mémoire quelques notions d'anatomie descriptive et fonctionnelle.

Anatomie descriptive

. *Le squelette*

La glène radiale sert de support au carpe. Elle présente une double pente puisqu'elle regarde à la fois en avant et en dedans.

Le scaphoïde et l'os lunaire assurent la continuité entre le radius et la rangée distale du carpe. Ils ont chacun un tubercule palmaire. Celui du scaphoïde est distal et aussi grand que le corps de l'os. Celui de l'os lunaire est proximal et lui donne de profil un aspect cunéiforme. Ainsi chacun de ces os possède plusieurs diamètres très différents.

. *Les axes de référence*

Ils s'établissent en position anatomique, c'est-à-dire sur un poignet strictement en rectitude et apparaissent bien sur les clichés radiographiques de face et de profil (fig. 1).

L'axe central longitudinal passe au milieu du capitatum*. Il se prolonge en bas dans le milieu du troisième métacarpien.

Sur les clichés de face, il traverse l'os lunaire puis la glène radiale à l'union de leur tiers moyen et de leur tiers médial. Il est ensuite parallèle à la diaphyse radiale.

* grand os.

Service d'Orthopédie, Hôpital Rothschild, Paris, Amphithéâtre des Hôpitaux, Paris (France).

Correspondance et tirés à part : J. N. Kuhlmann, 12 rue de Nancy, F-75010 Paris.

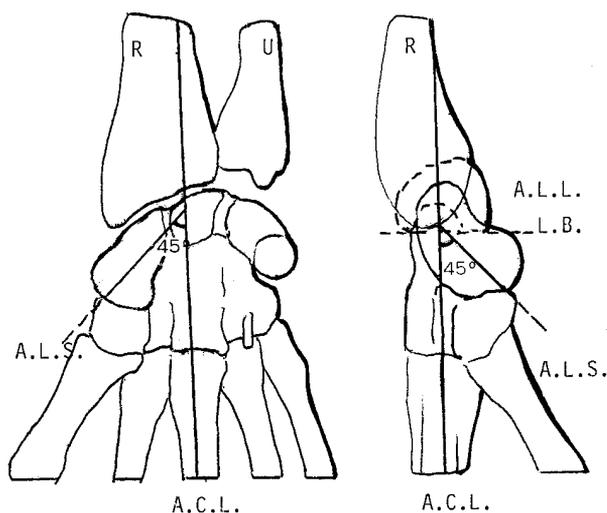


Fig. 1. — Les grands axes du poignet de face et de profil. R radius, U ulna. A.C.L. axe central longitudinal. A.L.S. axe longitudinal du scaphoïde coupant le précédent à 45 degrés. A.L.L. axe longitudinal de l'os lunaire, confondu de profil avec l'A.C.L. L.B. ligne rejoignant les 2 cornes de l'os lunaire et coupant l'A.C.L. à 90 degrés.

Sur les clichés de profil, il traverse le milieu de l'os lunaire, puis la glène radiale à l'union de son tiers moyen et de son tiers antérieur. Il est ensuite parallèle au bord postérieur du radius.

L'axe longitudinal du scaphoïde forme, de face et de profil, un angle de 45 degrés avec l'axe longitudinal.

Une ligne qui rejoint l'extrémité des deux cornes de l'os lunaire est perpendiculaire à l'axe longitudinal central et à l'axe de l'os confondu avec ce dernier sur les clichés de profil.

. Les ligaments. Classification. Description sommaire

Les insertions proximales de la capsule radio-carpienne se situent sur les épiphyses radiale et ulnaire (fig. 2). Les ligaments ulnaires sont si tenus, qu'ils sont négligeables. On peut considérer avec Taleisnik (13) que le carpe est suspendu au radius.

Toutes les descriptions des ligaments du poignet sont concordantes. Voici résumée celle de Rouvière (10) :

Il distingue ceux de l'articulation radio-carpienne et ceux de la médio-carpienne.

Au niveau de la radio-carpienne il y a le ligament externe ou latéral qui se fixe au scaphoïde, le ligament antérieur atteignant le scaphoïde, le grand-os (capitatum), l'os lunaire et se prolongeant jusqu'au pyramidal (triquétrum), le ligament dorsal atteignant le triquétrum.

Au niveau de la médiocarpienne, un gros ligament palmaire, le ligament radié avec deux faisceaux se terminant sur le capitatum. L'un latéral, venant essentiellement du scaphoïde, l'autre médial, venant du triquétrum. Au sein de la capsule, les ligaments profonds et tout particulièrement le radioscapulolunaire ou ligament de Kuentz et le scapholunaire.

Quelques précisions méritent d'être ajoutées. Le ligament radiocarpien dorsal comporte deux faisceaux (7), l'un proximal s'insère le long de l'articulation radioulnaire, l'autre distal s'insère le long de la glène radiale.

Le complexe ligamentaire scaphoïdien distal, entièrement caché par la gaine du fléchisseur carpien radial n'avait pas retenu l'attention. Il a été décrit par l'un de nous en 1981 (6). Il comprend un ligament scaphotrapézien latéral et un ligament médial composé de 3 faisceaux en éventail : scaphotrapézien médial, scaphotrapézoïdien et scaphocapital. Les ligaments radiocarpies profonds sont très minces. Leur extrême souplesse et leur extensibilité évoquent celles de la synoviale.

Des descriptions plus détaillées ont vu le jour. Elles sont représentées sur la figure 3 (13).

Anatomie fonctionnelle

Les principales règles qui régissent la dynamique de la rangée proximale du carpe ont été établies par l'un de nous en 1979 (5, 6, 7, 8).

. L'adaptation osseuse physiologique

Le scaphoïde et l'os lunaire forment un tandem. Chacun occupe un espace plus ou moins grand selon le diamètre («distance utile»), qu'il interpose :

Le scaphoïde, en s'inclinant vers l'arrière (Scaphoïde «debout» de Kapandji (4)) occupe un grand espace. En inclinaison palmaire («Scaphoïde couché») l'espace rétrécit considérablement.

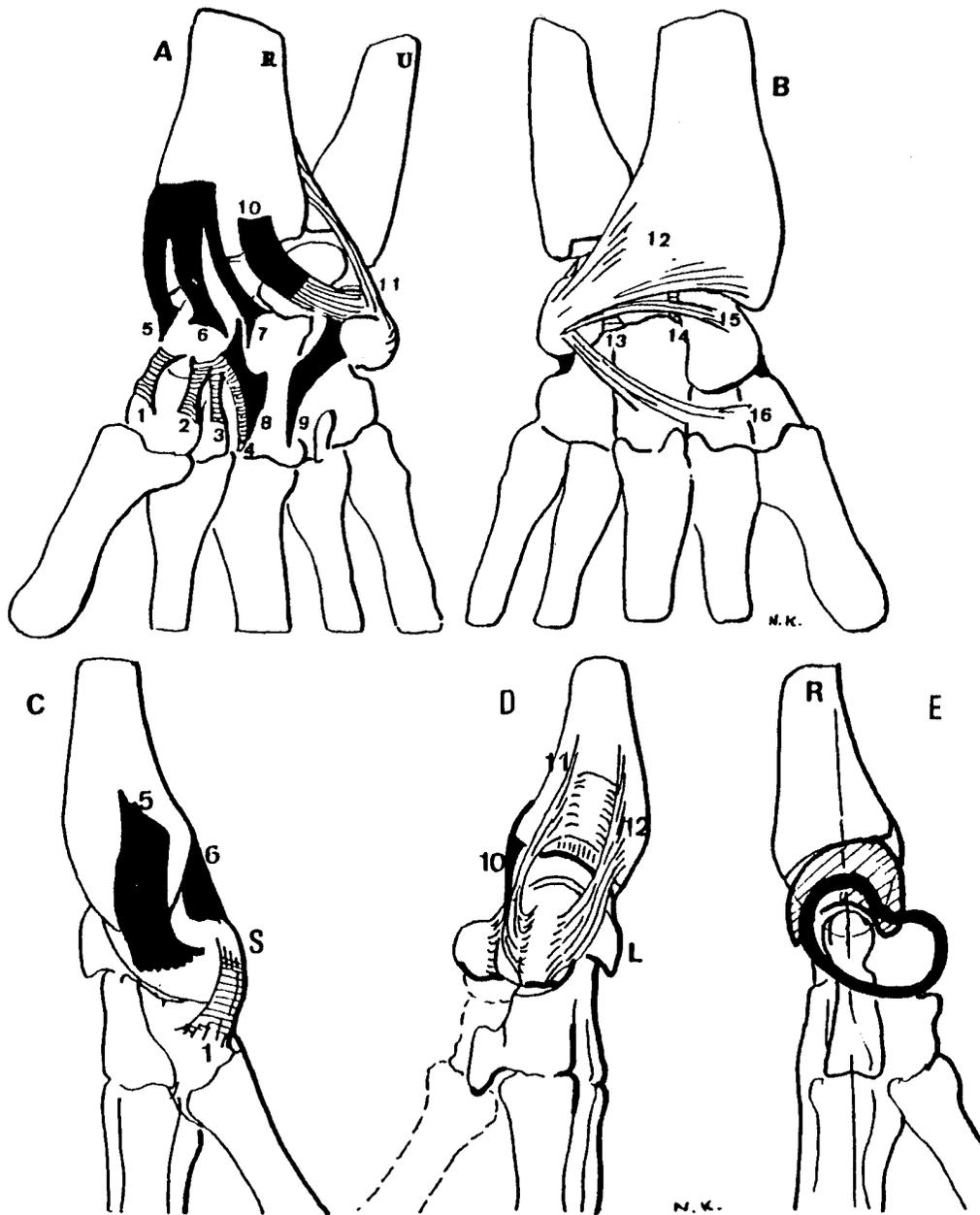


Fig. 2. — Les ligaments qui s'opposent aux forces qui traversent le carpe.

— *Les ligaments capsulaires*

Complexe ligamentaire scaphoïdien distal (externe).

1, ligament scaphotrapézien latéral formant le frein externe, 2, ligament scaphotrapézien médial, 3, ligament scaphotrapézoïdien, 4, ligament scaphocapital formant le frein interne.

ligaments ou sangles palmaires (centrale)

5, ligament collatéral latéral, 6, ligament radio (stylo)-scaphoïdien, 7, ligament radio (stylo)-capital, 8 et 9, les 2 faisceaux du ligament deltoïdien, 10, ligament radiolunarotriquétral et 11, ligament radiotriquétral palmaire, qui participent également à la fronde.

Ligaments médiaux ou fronde articulaire (interne)

10, ligament radiolunarotriquétral, 11, ligament radio-triquétral palmaire, 12, ligament radiotriquétral dorsal avec ses deux faisceaux proximal et distal, 15, ligament scaphotriquétral, 16, ligament trapézotriquétral.

— *Les ligaments profonds*

13, ligament scapholunaire, 14, ligament lunarotriquétral.

Les autres ligaments profonds radioscapolunariens, radiolunarotriquétraux, ligament triangulaire, ménisque de Lewis sont masqués par les ligaments capsulaires.

A face palmaire, B face dorsale, C face latérale, D face médiale (après résection de l'ulna), E superposition osseuse de profil. R radius, U ulna, S scaphoïde, L os lunaire, T triquetrum.

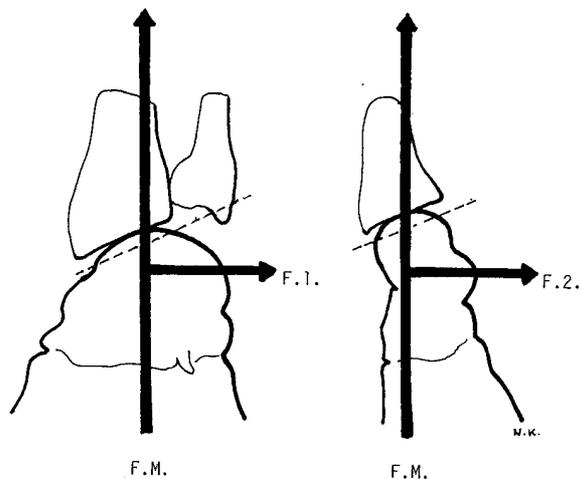


Fig. 3. — Les forces traversant le carpe.
 — force longitudinale d'origine musculaire (F.M.).
 — force transversales induites par les pentes de la glène radiale en direction médiale (F.1.), poignet de face en direction palmaire (F.2.), poignet de profil.

L'os lunaire en inclinaison dorsale occupe l'espace minimum. En inclinaison palmaire, l'espace s'agrandit.

En inclinaison médiale du poignet (adduction), le tandem prend une inclinaison dorsale, l'espace occupé par le scaphoïde s'allonge tandis que celui du lunaire se rétrécit.

En aduction du poignet, c'est l'inverse.

Lors de l'inclinaison palmaire du poignet, l'espace occupé par les deux os s'agrandit et le carpe s'allonge ; en inclinaison dorsale, c'est l'inverse. Ainsi chaque os subit une inclinaison bien déterminée en fonction de la position du poignet. Le tandem est physiologiquement en état d'adaptation permanente.

. Les facteurs de l'équilibre du carpe

. La déstabilisation

La contraction des muscles de l'avant-bras détermine des forces longitudinales qui traversent le carpe.

Les pentes articulaires dévient une partie de ces forces en direction palmaire et en direction médiale. Elles tendent à placer l'os lunaire et le triquétrum en inclinaison palmaire. Elles ont sur

le carpe une double action luxante vers l'avant et vers le dedans (fig. 3).

. La résistance

L'effet stabilisateur est dévolu aux ligaments, qui s'opposent aux 3 forces qui traversent le carpe.

Ils se regroupent en trois unités fonctionnelles, ayant chacune un rôle spécifique (6, 7). ces unités n'ont rien à voir avec la classification anatomique (fig. 4) :

— le complexe ligamentaire scaphoïdien distal s'oppose aux forces longitudinales et empêche le scaphoïde de se coucher.

— les ligaments palmaires forment une sangle, qui s'oppose aux forces en direction palmaire et tend à placer l'os lunaire en inclinaison palmaire. Elle comprend le ligament latéral externe, les ligaments radiocarpiaux palmaires et le ligament radié. Son insertion médiocarpienne est centrale.

— les ligaments médiaux forment une fronde de part et d'autre du triquétrum. Elle comprend tous les ligaments radiotriquétraux dorsaux et palmaires. Elle s'oppose aux forces en direction médiale.

. L'équilibre physiologique

La force de rétention des ligaments est égale à la force luxante, quelle que soit la position des os du carpe et du poignet. Le système est en équilibre et garantit la stabilité.

HISTORIQUE

L'équilibre du carpe et le rôle des ligaments du poignet apparaissent comme deux notions primordiales et l'on ne peut que s'étonner de la rareté des travaux expérimentaux à ce sujet.

Les tentatives de section de ligaments carpiens restent très ponctuelles. On relève dans la littérature celle de Fisk (2) concernant le ligament radio-capital, celle de Ruby et Linscheid (11) concernant le ligament scapholunaire et celle de Schernberg *et al.* (12) concernant le ligament radié.

L'étude systématique, que nous avons entreprise, semble bien la première.

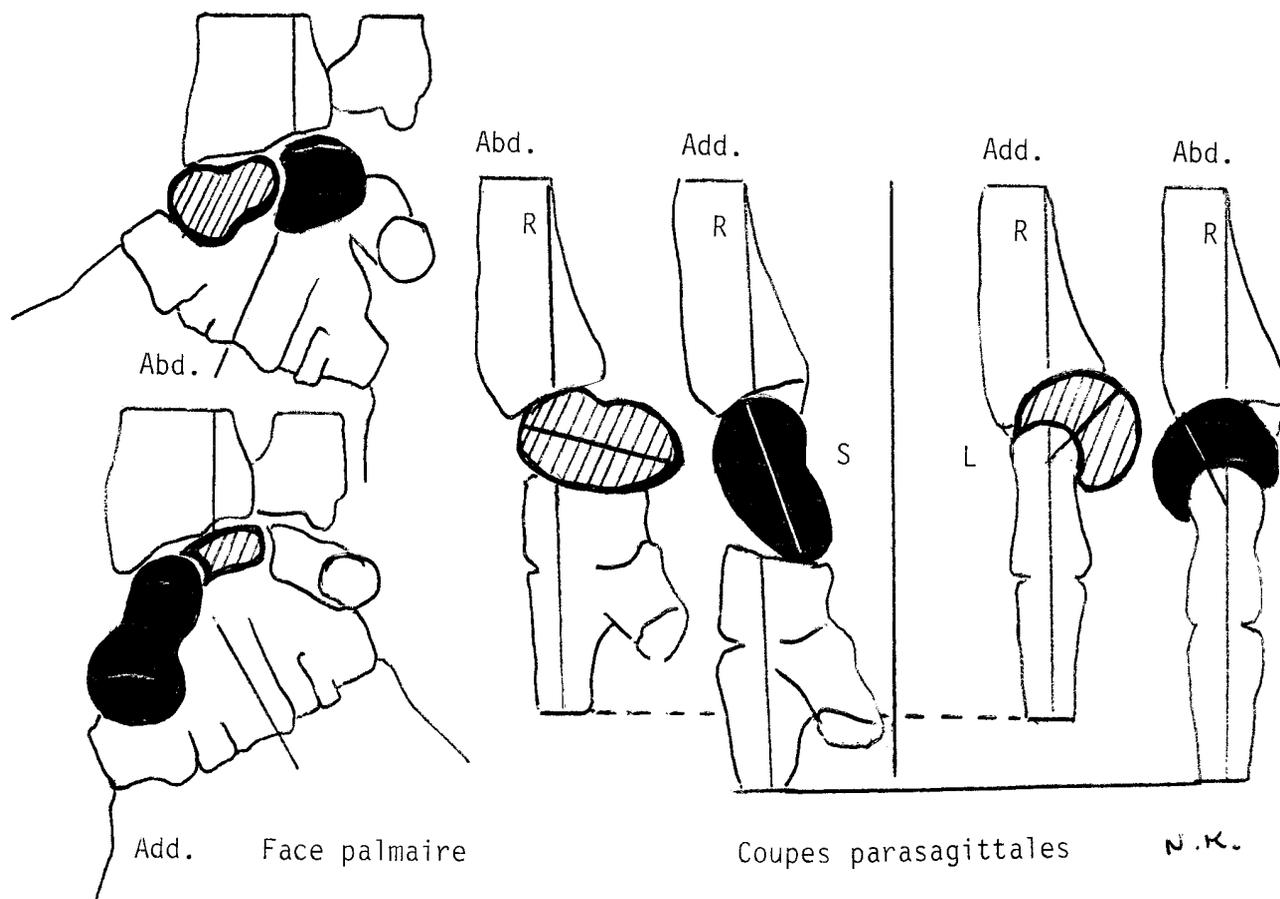


Fig. 4. — Variation du diamètre interposé selon l'inclinaison palmaire ou dorsale du scaphoïde (S) et de l'os lunaire (L) au cours de l'abduction et de l'adduction du poignet.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les sections ligamentaires expérimentales concernent 40 poignets de cadavres frais.

D'abord très limitées, elles sont progressivement étendues.

Chaque nouvelle section est immédiatement complétée par une série de manœuvres d'inclinaison en tous sens sous compression disto-proximale du poignet.

Deux approches différentes ont été utilisées : l'une à ciel ouvert (20 X), l'autre conservatrice (20 X).

Celle à ciel ouvert s'inspire des techniques de dissection. On peut lui reprocher son agressivité. Les téguments sont largement réséqués en regard du poignet, les ligaments annulaires et la gaine du fléchisseur carpien radial sont sectionnés de haut en bas et les tendons réclinés à distance. L'ensemble de l'appareil ostéo-ligamentaire du poignet se trouve largement exposé.

Les déformations obtenues par la suite se voient à l'œil nu. L'ouverture éventuelle de la capsule radiocarpienne en dessous du ligament radiotriquétral dorsal est sans répercussion fonctionnelle et permet l'observation directe du tandem scapholunaire. Des clous de 3 à 4 centimètres de long, plantés dans chacun de ces os, amplifient le moindre mouvement anormal et facilite la mesure de son amplitude.

La méthode conservatrice dérive des techniques chirurgicales et utilise les voies d'abord classiques avec des incisions très petites :

— La voie antéro-externe permet de sectionner le complexe scaphoïdien distal. Elle nécessite l'ouverture de la gaine du fléchisseur carpien radial*, qui est resuturée en fin d'intervention.

* grand palmaire.

— La voie antéro-interne permet de sectionner les ligaments de la sangle palmaire. Elle nécessite la section du rétinaculum flexorum*, qui est ensuite réparé en fin d'intervention.

— La voie postéro-interne permet la section du ligament radiotriquétral dorsal. La section du rétinaculum extensorum** peut être évitée le plus souvent.

Les désaxations obtenues sont appréciées radiologiquement par des clichés de face, de profil et des clichés dynamiques.

L'examen se poursuit par différentes manœuvres, pratiquées en clinique : tiroir antéro-postérieur, tiroir latéro-médial, compression axiale du poignet.

Une autre méthode d'investigation consiste à évaluer l'intensité des forces en direction palmaire par des mesures de pressions intra-articulaires (15). Elles sont captées par de petits ballonnets, reliés à un manomètre par un mince cathéter. Ils sont introduits par une fine boutonnière transcapsulaire dans l'articulation radiocarpienne, au contact de la sangle palmaire, l'un en regard du pôle supérieur du scaphoïde, l'autre au contact de celui de l'os lunaire.

Les pressions, nulles en position neutre du poignet, s'élèvent rapidement en inclinaison dorsale, latérale et médiale.

Elles sont enregistrées avant toute section ligamentaire. Les mesures sont répétées après chaque section.

Les sections ligamentaires significatives sont les suivantes :

— Section d'une unité fonctionnelle

— *section du complexe ligamentaire scaphoïdien distal*

5 sections ont été entreprises par la partie latérale du complexe, 5 par sa partie médiale.

Elles ont ensuite été étendues à l'ensemble du complexe.

— *section de la sangle palmaire*

5 sections d'abord partielles, puis complètes ont été réalisées au niveau de l'articulation radiocarpienne et 5 autres au niveau de la médiocarpienne.

— *section des ligaments médiaux*

Elle a été pratiquée 10 fois.

5 fois en commençant par le faisceau supérieur ou par le faisceau inférieur du ligament radiotriquétral dorsal.

* ligament annulaire antérieur.

** ligament annulaire postérieur.

5 fois en commençant par les ligaments palmaires, le ligament radiolunarrotriquétral étant sectionné en regard de l'interligne lunarrotriquétral.

— Section de plusieurs unités ligamentaires fonctionnelles

Les sections ont ensuite été étendues aux unités fonctionnelles voisines. Nous en avons sectionné deux, puis les trois, jusqu'à dislocation complète du poignet.

— Section des ligaments profonds

Elles ont été réalisées par voies dorsales, en passant sous le ligament radiotriquétral, qui est entièrement respecté.

Elles concernaient 5 sections complètes du ligament scapholunaire et des ligaments radioscapulolunaires, 5 sections complètes du ligament lunarrotriquétral et des ligaments radio-lunarrotriquétral.

RÉSULTATS OBTENUS

Remarque d'ordre général

La désaxation carpienne n'apparaît pas d'emblée après la section d'un ligament, si le poignet est au repos. Les autres ligaments suffisent à maintenir les structures en place.

La désaxation se constitue au cours des manœuvres de contrainte. Celles-ci s'avèrent indispensables pour assurer la diffusion du désordre.

Une première comparaison s'impose avec la clinique : Les répercussions d'un traumatisme dépassent également le ligament rompu. Si la désaxation est immédiate, c'est qu'il a d'emblée touché l'ensemble du massif carpien.

Si la désaxation met quelques semaines à s'installer, c'est que le carpe, relativement respecté au départ, continue à subir les contraintes itératives de la vie quotidienne, c'est-à-dire suivant le même mode que les contraintes expérimentales.

Section expérimentale d'une unité fonctionnelle ligamentaire

. *Section du complexe ligamentaire scaphoïdien distal*

1. La section du frein latéral (ligament scaphotrapézien latéral) (fig. 5) supprime l'amarre

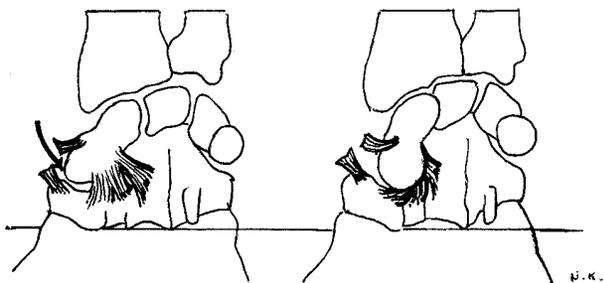


Fig. 5. — Section du ligament scaphotrapézien latéral (frein externe). Elle entraîne une légère pronation du scaphoïde (vue de face).

latérale du tubercule du scaphoïde. L'os subit une légère pronation, qui s'accroît en abduction du poignet.

2. La section isolée du frein médial (ligament scaphotrapézien médial, ligament scaphotrapézoïdien et ligament scaphocapital) permet d'obtenir un léger ballotement transversal du tubercule du scaphoïde, mais n'entraîne apparemment pas d'autres perturbations de la dynamique carpienne.

Dans les deux premiers cas envisagés, il n'y a aucune modification des courbes de pressions palmaires radiocarpennes.

3. La section complète du complexe ligamentaire scaphoïdien libère les forces longitudinales, qui s'exercent sur le scaphoïde et le contraignent à se coucher.

En effectuant son inclinaison palmaire, il interpose un diamètre plus petit et rétrécit l'espace qu'il occupe (fig. 6).

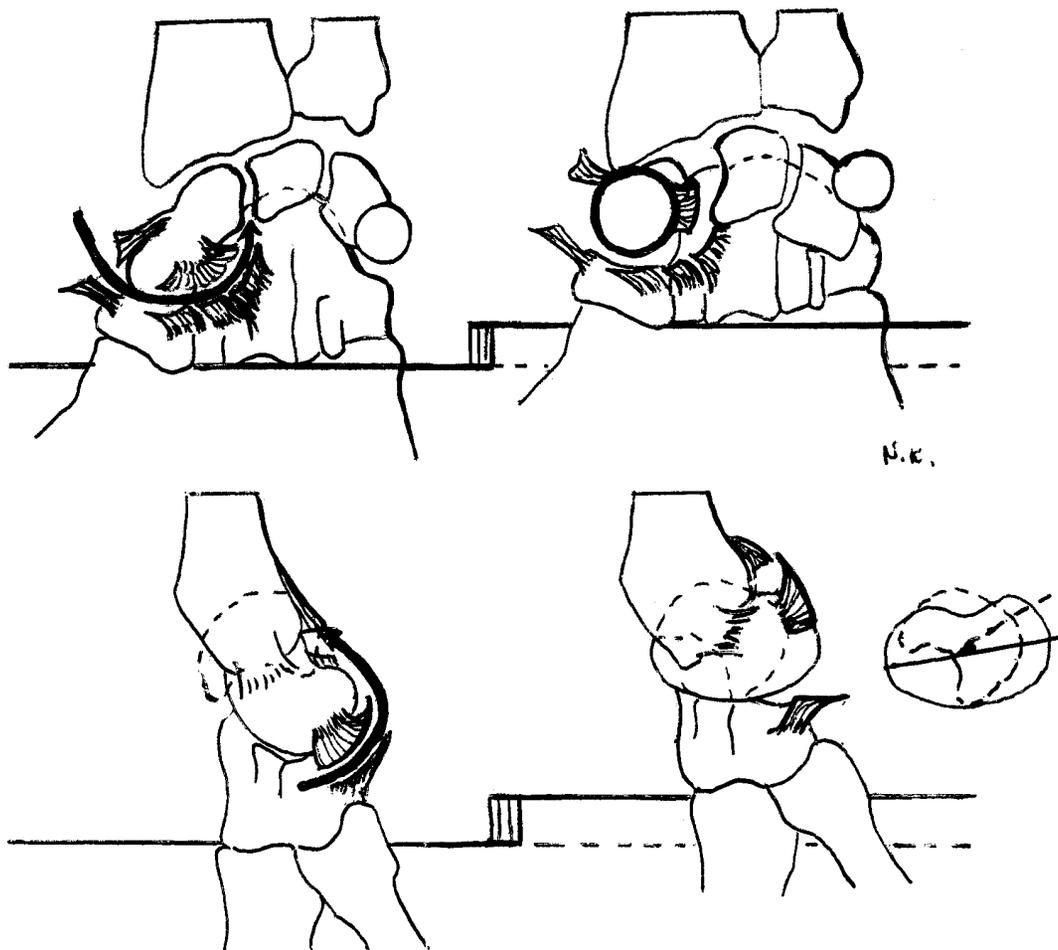


Fig. 6. — Section de l'ensemble du complexe ligamentaire scaphoïdien distal et rupture par contraintes du ligament scapho-lunaire : entorse externe. Inclinaison palmaire du scaphoïde qui se couche et se fait petit. Inclinaison dorsale de l'os lunaire qui s'adapte (vue de face et de profil).

L'angle formé par les axes longitudinaux du scaphoïde (A.L.S.) et de l'os lunaire se rétrécit.

Ce rétrécissement déclenche deux réactions simultanées et complémentaires :

- . relâchement de la sangle palmaire en regard de l'os lunaire.

- . inclinaison dorsale de l'os lunaire, dont le tubercule vient retendre la sangle.

L'inclinaison dorsale de l'os lunaire lui fait interposer un plus petit diamètre correspondant au rétrécissement de l'espace scaphoïdien.

Il s'agit d'un processus d'adaptation dans des circonstances pathologiques.

Il aboutit à un rétrécissement global du carpe.

Il s'accompagne d'une modification des pressions palmaires radiocarpiales, qui diminuent en regard du pôle supérieur du scaphoïde et augmentent au niveau de l'os lunaire.

L'inclinaison palmaire du scaphoïde dorsale du lunaire induisent un couple de torsion au niveau du ligament scapholunaire.

Les amplitudes de rotation entre os lunaire, scaphoïde et os voisins sont, chacune, à leur degré physiologique maximum.

4. Les manœuvres de contrainte en augmentant l'inclinaison des deux os, accentuent encore le décalage et amène le ligament scapholunaire à son point de rupture.

La solution de continuité entre les deux os permet le diastasis scapho-lunaire.

Radiologiquement, la désaxation est scapho-lunaire. L'angle formé de profil par les axes longitudinaux des deux os tend à se fermer ; l'axe du capitatum reste dans le prolongement de l'axe longitudinal du radius. Les pressions palmaires radiocarpiales deviennent nulles au niveau du scaphoïde et se reportent au niveau de l'os lunaire.

5. La section associée du ligament radiocapital, qui fait partie de la sangle palmaire, accroît encore l'inclinaison palmaire du scaphoïde. Il se retrouve tête en bas et parallèle à la glène radiale dans le plan sagittal. Sa tête qui n'est plus retenue par le bord de la glène tend à se luxer en arrière et fait protrusion sous les téguments.

Discussion

Les sections expérimentales partielles du complexe ligamentaire scaphoïdien distal n'ont, souvent, aucune traduction radiologique. Lorsque

celle-ci existe et compte tenu de la forme tourmentée des os, elle reste très discrète et prête à discussion.

Le tableau obtenu correspond exactement à ce que Linscheid a décrit en clinique sous le terme d'«entorse externe bénigne du carpe» (9). En fait l'évolution n'est pas toujours aussi favorable qu'il le prétend, comme nous avons eu l'occasion de l'observer dans quatre observations cliniques.

Les sections expérimentales complètes du complexe ligamentaire scaphoïdien distal donnent naissance aux différents tableaux décrits par Dobyns et Perkins en 1976 (1), puis par Linscheid et Dobyns *et al.* (9) sous l'appellation d'«instabilité externe du carpe».

Le diastasis scapholunaire, à la lumière de notre expérimentation, n'apparaît pas, comme le pensent ces auteurs, comme la traduction de la cause de l'affection, mais bien au contraire comme sa conséquence.

. Section expérimentale de la sangle palmaire

La section de la sangle palmaire doit être complète pour avoir une traduction fonctionnelle.

Elle correspond à la partie centrale du carpe.

Elle peut se faire à deux niveaux : radiocarpien ou médiocarpien.

La désaxation n'est pas évidente au repos et doit être recherchée par différentes manœuvres.

1. La section de la sangle palmaire radiocarpienne se traduit par une translation antérieure et médiale de l'ensemble du carpe lors de la mise en charge ou lors des manœuvres de tiroir (fig. 7A).

Les rapports entre le scaphoïde et l'os lunaire ne sont pas perturbés. La subluxation est induite par les pentes de la glène radiale. Elle est stoppée par le ligament radiotriquétral dorsal.

2. La section médiocarpienne de la sangle se traduit uniquement par une désaxation antéro-postérieure lors des mouvements de tiroir (fig. 7B). La persistance du complexe ligamentaire scaphoïdien distal et l'emboîtement lunarocapital empêche les autres mouvements anormaux.

Le ligament scaphoïdotriquétral dorsal limite la subluxation antérieure qui apparaît clairement sur les radiographies de profil entre l'os lunaire et le capitatum.

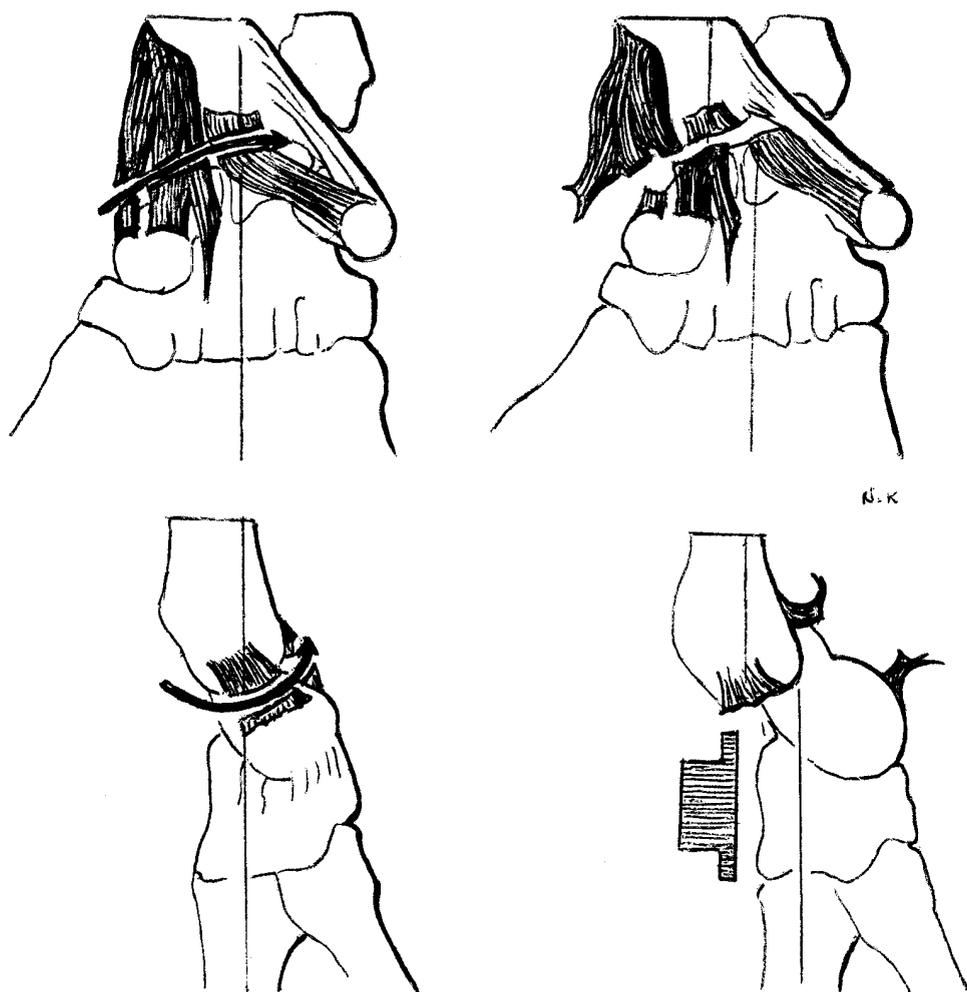


Fig. 7A. — Section des ligaments palmaires radiocarpies (vue de face et de profil). L'entorse centrale radiocarpienne se manifeste par un tiroir antéro-postérieur au niveau de l'articulation radiocarpienne.

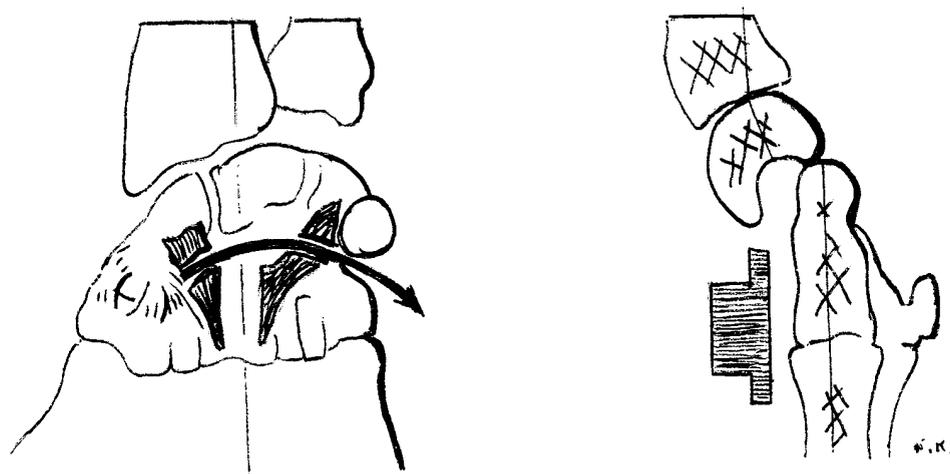


Fig. 7B. — Section des ligaments palmaires médiocarpies (vue de face). L'entorse centrale médiocarpienne se manifeste par un tiroir antéro-postérieur au niveau de l'articulation médiocarpienne (vue de profil).

Discussion

La section médiocarpienne de la sangle produit une instabilité qui correspond exactement aux mouvements anormaux observés en 1984 par Schernberg et qu'il a décrit sous le terme d'«instabilité centrale» (12).

. Section expérimentale des ligaments médiaux

Les troubles fonctionnels obtenus sont fonction de la localisation et de l'étendue de la section des ligaments médiaux.

1. La section isolée du faisceau proximal du ligament radiotriquétral fait apparaître un ressaut intra-articulaire.

La mise du poignet en adduction et le retour à la position neutre provoque un ressaut. Il est accentué par la mise en charge ou par la supination passive du poignet.

Normalement, lors de l'adduction du poignet, l'inclinaison de la rangée proximale du carpe est progressive et régulière.

Dans le cas particulier l'adduction du poignet provoque d'abord une inclinaison palmaire. Elle correspond à une désaxation séquentielle. Sa correction par une inclinaison dorsale brutale correspond au ressaut. Le relâchement capsulaire dû à la section du faisceau proximal du ligament radiotriquétral dorsal ne se manifeste qu'en adduction du poignet. C'est l'augmentation brutale de la pression radio-lunaire, qui provoque la réduction (fig. 8).

2. La section isolée du faisceau distal du ligament radiotriquétral dorsal n'entraîne aucun trouble évident.

3. La section complète du ligament radiotriquétral dorsal prive la rangée proximale du carpe de tout le haubanage qui la maintenait en arrière. Elle plonge vers l'avant (fig. 9).

L'inclinaison dorsale très accusée de la rangée proximale du carpe pousse vers l'avant la rangée distale et détermine une marche d'escalier avec un écart considérable entre l'axe longitudinal du radius et celui du capitatum.

L'ensemble du carpe se raccourcit.

4. La section complète des ligaments lunaro-triquétraux de la capsule intéresse en avant le

ligament radiolunaro-triquétral et en arrière le ligament scaphotriquétral.

— isolée elle n'entraîne aucun trouble apparent, même après contrainte.

— pour obtenir un diastasis lunaro-triquétral, il faut y ajouter la section du ligament radiotriquétral dorsal.

Diastasis lunaro-triquétral et inclinaison dorsale de la rangée proximale du carpe sont nécessairement associées.

Discussion

La section isolée du faisceau proximal du ligament radiotriquétral dorsal fait apparaître le tableau décrit par Taleisnik sous la nom «d'instabilité carpienne dynamique» (13).

C'est Schernberg qui est arrivé à objectiver l'inclinaison pathologique de l'os lunaire par des clichés radiographiques dynamiques en 1984. Nous même, fort de notre expérimentation, l'avons constaté en peropératoire dès 1981 (6).

Section expérimentale de deux unités ligamentaires fonctionnelles

. Section radiocarpienne longitudinale

La section complète des ligaments centraux (palmaires) en regard de l'articulation radiocarpienne, associées à la section des ligaments médiaux supprime toutes les attaches entre radius et massif carpien. Celui-ci, entraîné par la pente de la glène radiale se luxé vers l'avant ou vers le dedans (fig. 10).

. Section radiocarpienne contournant l'os lunaire

La section des ligaments palmaires n'est que partiellement radiocarpienne. Elle respecte le ligament radiolunaire (ou freinateur de Delbet), mais contourne l'os lunaire par sa corne en sectionnant toutes ses autres attaches.

Les ligaments médiaux ne sont sectionnés que dans leur partie palmaire. La luxation périlunaire est obtenue par dorsiflexion forcée du poignet. Après réduction, elle n'a pas tendance à se reproduire si le poignet est au repos en position neutre. L'os lunaire, à nouveau incarcéré entre les deux os voisins est solidement maintenu en place.

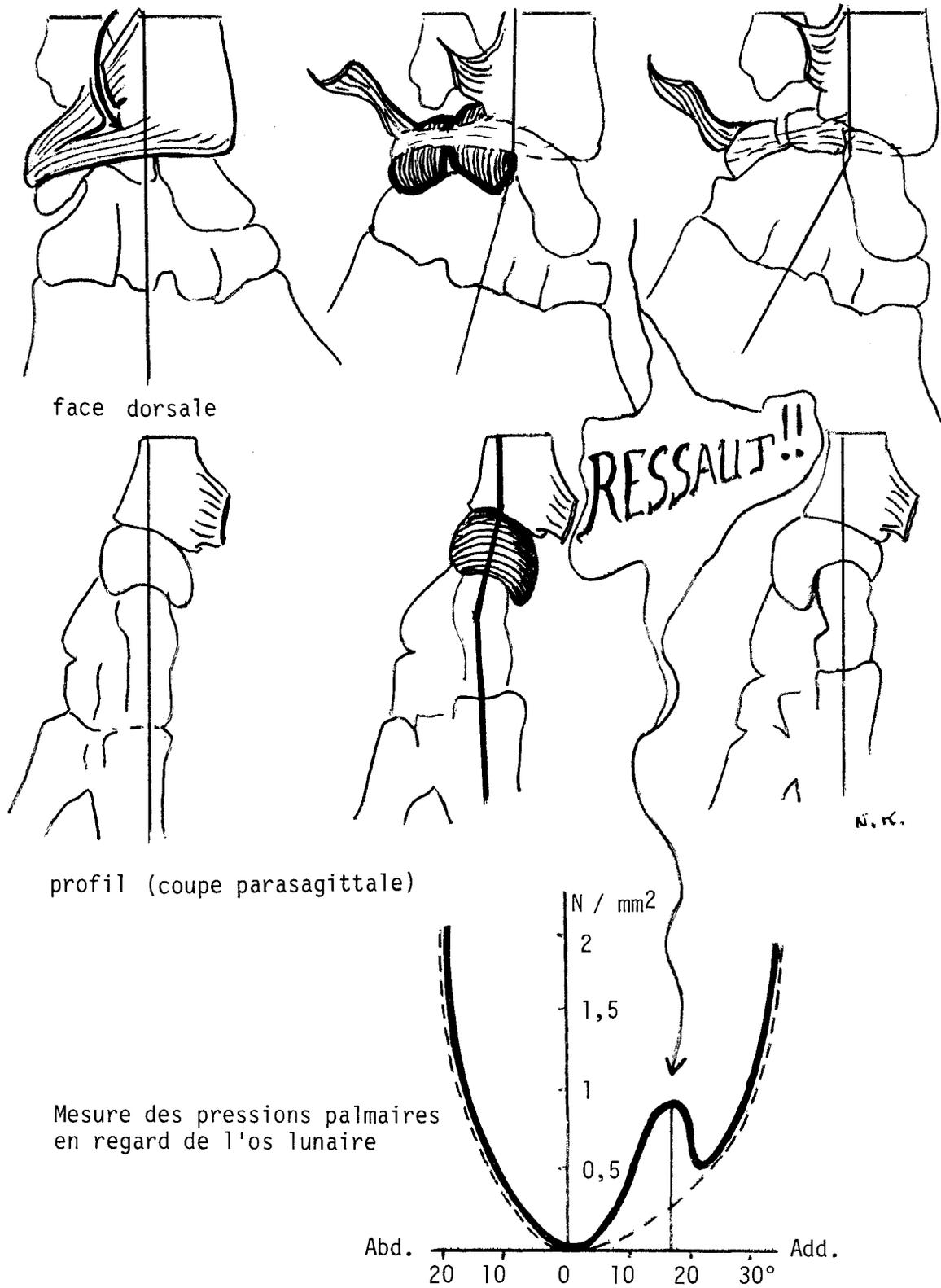


Fig. 8. — Section du faisceau proximal du ligament radiotriquétral dorsal. Premier stade de l'entorse interne avec une désaxation dynamique lors de l'adduction du poignet par inclinaison palmaire anormale de l'os lunaire et correction brutale de celle-ci par un ressaut, vu de face et de profil. La courbe des pressions radiocarpiales palmaires en regard de l'os lunaire fait apparaître une élévation brutale qui précède le ressaut.

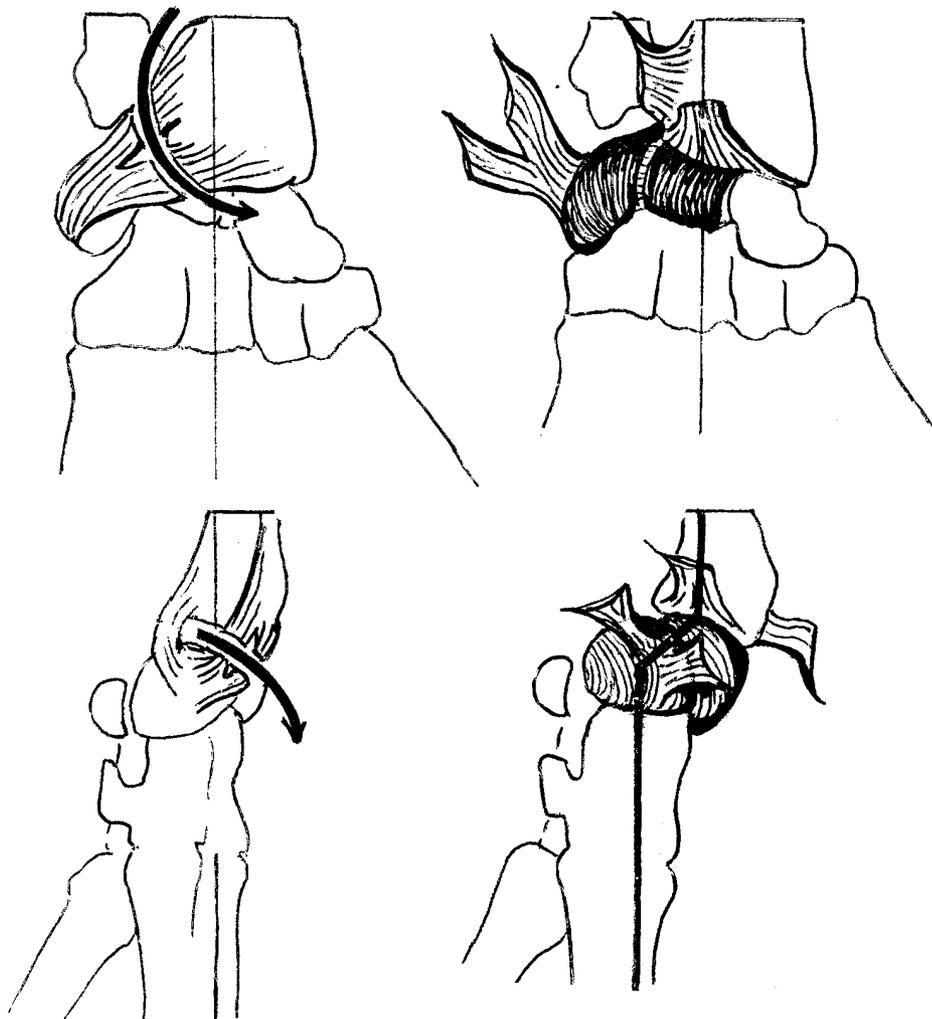


Fig. 9. — Section complète du ligament radiotriquétral dorsal. Entorse interne avec désaxation permanente par inclinaison palmaire de la rangée proximale du carpe et translation antérieure de la rangée distale (vue de face et de profil).

Discussion

Cette forme de luxation périlunaire est celle des publications des anciens auteurs (14). La réduction purement orthopédique s'accompagnaient d'excellents résultats à distance.

. Section médiocarpienne longitudinale

La section intéresse l'ensemble du complexe scaphoïdien distal (ligaments latéraux) et les deux faisceaux du ligament radié (ligaments centraux).

Il s'ensuit une luxation médiocarpienne antérieure (fig. 11).

Section expérimentale de trois unités ligamentaires fonctionnelles

Si la section radiocarpienne contournant l'os lunaire est complétée par une section du complexe scaphoïdien distal, un scaphoïde «debout» accompagne la luxation périlunaire.

Il est parfaitement mis en évidence sur les clichés radiographiques. L'os lunaire perd son soutien latéral ; la réduction de la luxation reste incomplète et parfaitement instable.

Un broche trans-trapézoscaphoïdienne, maintenant le scaphoïde dans sa position oblique normale permet de rétablir la situation.



Fig. 10. — Section combinée des ligaments palmaires et médiaux déterminant une luxation radiocarpienne interne (vue de face) ou antérieure (vue de profil).

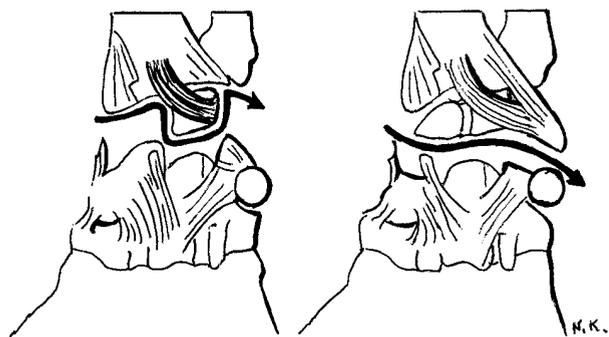


Fig. 11. — Section combinée des ligaments palmaires et médiaux respectant la partie proximale du ligament radio-lunotriquetral et déterminant la luxation rétrolunaire du carpe (vue de face).

Implication des ligaments profonds

La section complète des ligaments profonds qui s'étendent entre radius, scaphoïde et os lunaire ou entre radius, os lunaire et triquétrum n'entraîne aucun trouble fonctionnel, même si l'on sectionne la portion de la capsule en regard de ces ligaments.

Pour obtenir le diastasis scapholunaire il faut sectionner en outre tous les ligaments du complexe scaphoïdien distal.

Pour obtenir le diastasis lunartriquetral, il faut sectionner en outre tous les ligaments médiaux.

Rappelons qu'en revanche l'atteinte des ligaments radioscapolunaire et scapholunaire est la

conséquence directe de la section des ligaments latéraux.

CONCLUSION

Il existe une relation logique entre l'anatomie descriptive et fonctionnelle normale du poignet et les désaxations provoquées par l'atteinte de ses ligaments.

Elle peut se caractériser par une triple règle de trois :

- . 3 forces transosseuses
- . 3 unités ligamentaires fonctionnelles
- . 3 zones stratégiques de rupture.

Les désaxations d'origine ligamentaire peuvent faire l'objet d'une classification étiologique simple.

«L'instabilité» du carpe est un terme qui prête à controverse.

En revanche, sur un cadavre frais, dont l'appareil ostéoligamentaire garde toutes les caractéristiques fonctionnelles de la vie, il y a une analogie parfaite entre une section expérimentale et une rupture traumatique.

Lorsqu'il y a une rupture d'une seule unité fonctionnelle, il s'agit d'une entorse grave :

- . externe si elle touche le complexe scaphoïdien distal,
- . centrale, si elle affecte la sangle palmaire,
- . interne, si elle atteint les ligaments médiaux.

Lorsqu'il y a une rupture de plusieurs unités ligamentaires fonctionnelles, il se produit une luxation.

À partir du moment où l'on sait reconnaître et localiser une rupture ligamentaire, on la trouve et au besoin on peut la réparer. Le poignet a toutes les chances de retrouver une mobilité normale, ce qui n'est certes pas le cas dans les séquelles d'arthrodèses partielles habituellement proposées pour une entorse grave invétérée du poignet.

BIBLIOGRAPHIE

1. Dobyns J. H., Perkins J. C. Instability of the carpal navicular. *Proceeding of the Amer. Acad. of Orthop. Surg. J. Bone Joint Surg.*, 1967, 49-A, 1014-1023.
2. Fisk G. R. Diastasis scapho-lunaire. In: *Traité de Chirurgie de la Main* de R. Tubiana, vol. 2. Masson, Paris, 1983, 853-862.
3. Jeanne M. M., Mouchet A. Les lésions traumatiques fermées du poignet. Rapport au XXVIII^e Congrès Français de Chirurgie. Paris, 1919.
4. Kapandji I. A. Physiologie articulaire. Tome 1. Membre Supérieur. Maloine S., Paris, 1980.
5. Kuhlmann J. N. Les mécanismes de l'articulation du poignet. *Ann. Chir.*, 1979, 33, 711-719.
6. Kuhlmann J. N. Experimentelle Untersuchungen zur Stabilität und Instabilität des Karpus. In *Frakturen und Luxationen und Dissoziationen des Karpalknochen*. Hippokrates, Stuttgart 1981.
7. Kuhlmann J. N., Tubiana R. Mécanisme du poignet normal. In: *Le Poignet* de J. P. Razemon et G. R. Fisk. Expansion Scientifique, Paris, 1983, 62-71.
8. Kuhlmann J. N. Le poignet et la colonne du pouce (Anatomie descriptive, fonctionnelle, physiopathologie, application clinique). Thèse de Doctorat de Biologie humaine. Pitié Salpêtrière, Paris 1987.
9. Linscheid R. L., Dobyns J. H., Beabout J. W., Bryan R. S. Traumatic instability of the wrist. *J. Bone Joint Surg.*, 1972, 54-A : 1612-1632.
10. Rouvière H., Delmas A. Articulation radiocarpienne. Anatomie humaine. Vol. 3 : Membres. Système nerveux central, 11^e édit. Masson, Paris, 1979, 65-73.
11. Ruby L. K., Linscheid R. L., Cooney W. P., Chao E. Y. The effect of the scapholunate ligament section. *J. Hand Surg. (Am.)*, 1987, 12, 767-771.
12. Schernberg F. L'instabilité médiocarpienne. *Ann. Chir.*, 1984, 3, 301-312.
13. Taleisnik J. Posttraumatic carpal instability. *Clin. Orthop.*, 1980, 149, 73-82.
14. Tavernier. Les déplacements traumatiques du semilunaire. Thèse Méd., Lyon, 1906.
15. Vinh T., Kuhlmann J. N. Mesure des pressions intra-articulaires du poignet. *Acta Orthop. Belg.*, 1982, 48, 576-588.

SAMENVATTING

J. N. KUHLMANN, A. BOABIGHI, M. MIMOUN en S. BAUX. Experimentele carpale desaxaties door ligamentletsels.

De auteurs hebben bij 40 verse lijken polsen carpale desaxaties veroorzaakt door sectie van de verschillende ligamentstructuren. De correlatie tussen hun experimentele resultaten en de klinische observaties heeft toegelaten de breekpunten van de diverse ligamenten te bepalen en de verandering van de carpale stabiliteit veroorzaakt door rupturen. De desaxaties kunnen constant aanwezig zijn, sequentieel, of veroorzaakt door uitwendige manoeuvres. De aantasting van de capsulaire ligamenten is bepalend.

Drie functionele eenheden tekenen zich af :

- het distaal scaphoïdaal complex
- de palmaire ligamenten vormen een continue band samengesteld uit het radiair collateraal ligament, de radiocarpale ligamenten, en het ligamentum radiatum
- de ulnaire ligamenten vormen een slinger samengesteld door de radiotriquetrale dorsale en palmaire ligamenten enerzijds en anderzijds het triquetrum.

De distorsies van de pols komen overeen met de aantasting van één enkele functionele eenheid : uitwendige of radiaire distorsie wordt gekenmerkt door een aantasting van het scaphoïdaal distaal complex.

Het scaphoïd verticaliseert, en brengt een dorsale inclinatie van het os lunatum en een scapholunaire dissociatie met zich mee.

Centrale distorsie wordt gekenmerkt door ruptuur van de palmaire band die een voorachterwaartse schuiflade radiocarpaal of middencarpaal toelaat.

De ulnaire distorsie komt overeen met een al dan niet uitgebreide ruptuur van de ulnaire ligamenten. Zij wordt gekenmerkt door ofwel een verspringen, ofwel door een palmaire inclinatie van het os lunatum, al dan niet geassocieerd met een lunatotriquetrale diastase. De polsluxaties worden teweeggebracht door aantasting van verschillende ligamentaire eenheden.

SUMMARY

J. N. KUHLMANN, A. BOABIGHI, M. MIMOUN and S. BAUX. Experimental carpal displacement induced by ligament lesions.

Ligamentous lesions were created experimentally in 40 fresh cadaver wrists. The precise localization of trau-

matic rupture of the ligaments and the subsequent carpal imbalance were defined by the comparison between the experimental results and the clinical displacements. The displacements may be permanent, sequential or induced by external forces. Lesions of capsular ligaments cause the displacement.

There are 3 functional units :

- the distal scaphoid complex
- the palmar ligaments which form a «belt», consisting of the lateral external ligament, the radiocarpal ligaments and the radiate ligament
- the medial ligaments, which also form a «belt» consisting of the palmar triquetral ligaments on each side of the triquetrum.

The sprains are caused by a lesion of a functional unit. The lateral sprain is characterized by a lesion of the distal scaphoid complex. The scaphoid moves into a horizontal position, causing a dorsal deviation of the lunate and a scapholunate diastasis. The central sprain is induced by a rupture of the palmar «belt», causing an anteroposterior radiocarpal or mediocarpal drawer movement. The medial sprain is induced by the rupture, of different extents, of the medial ligaments. On examination, there is either a click or a palmar deviation of the lunate, sometimes with a lunotriquetral diastasis. The dislocations of the wrist are caused by lesion of several ligamentous units.