

# Les lésions récentes des tendons fléchisseurs

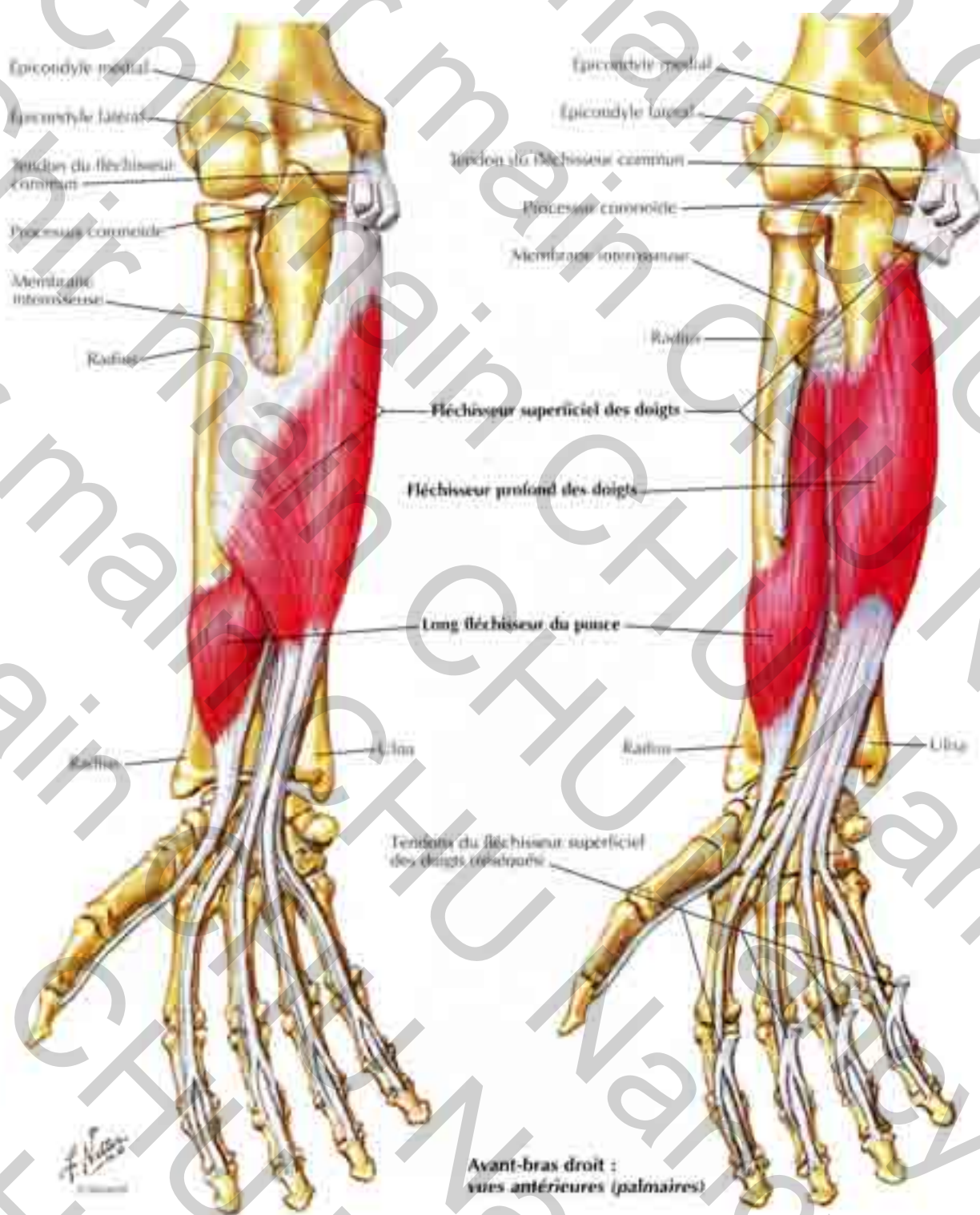


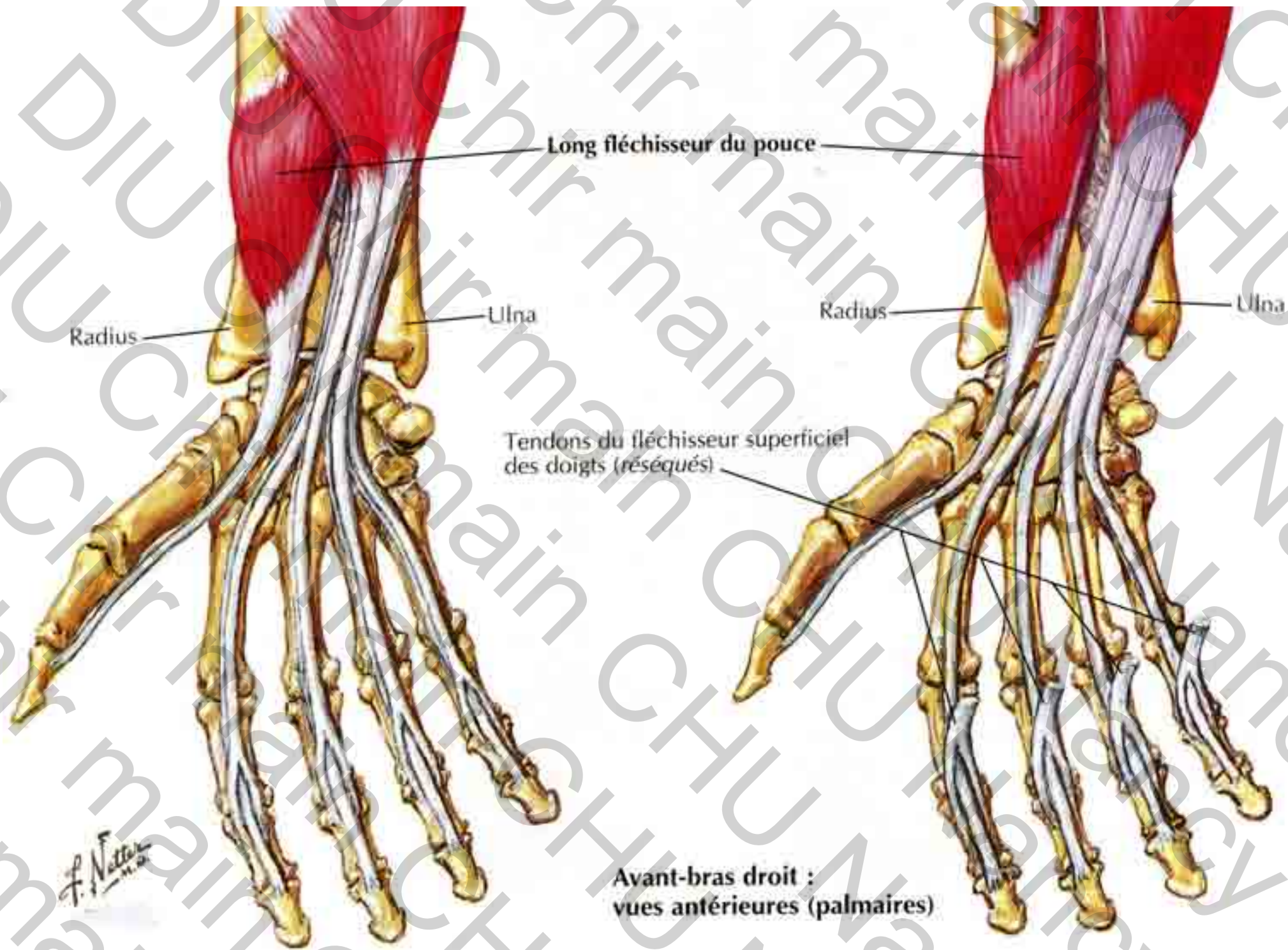
F. DAP

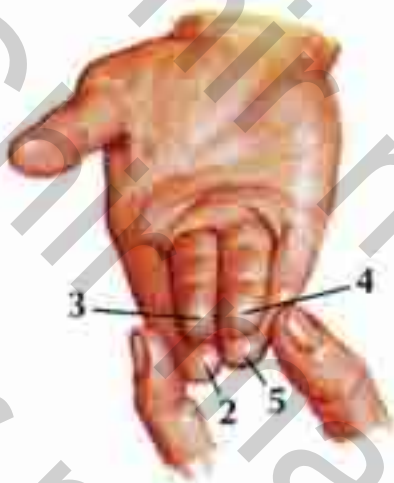
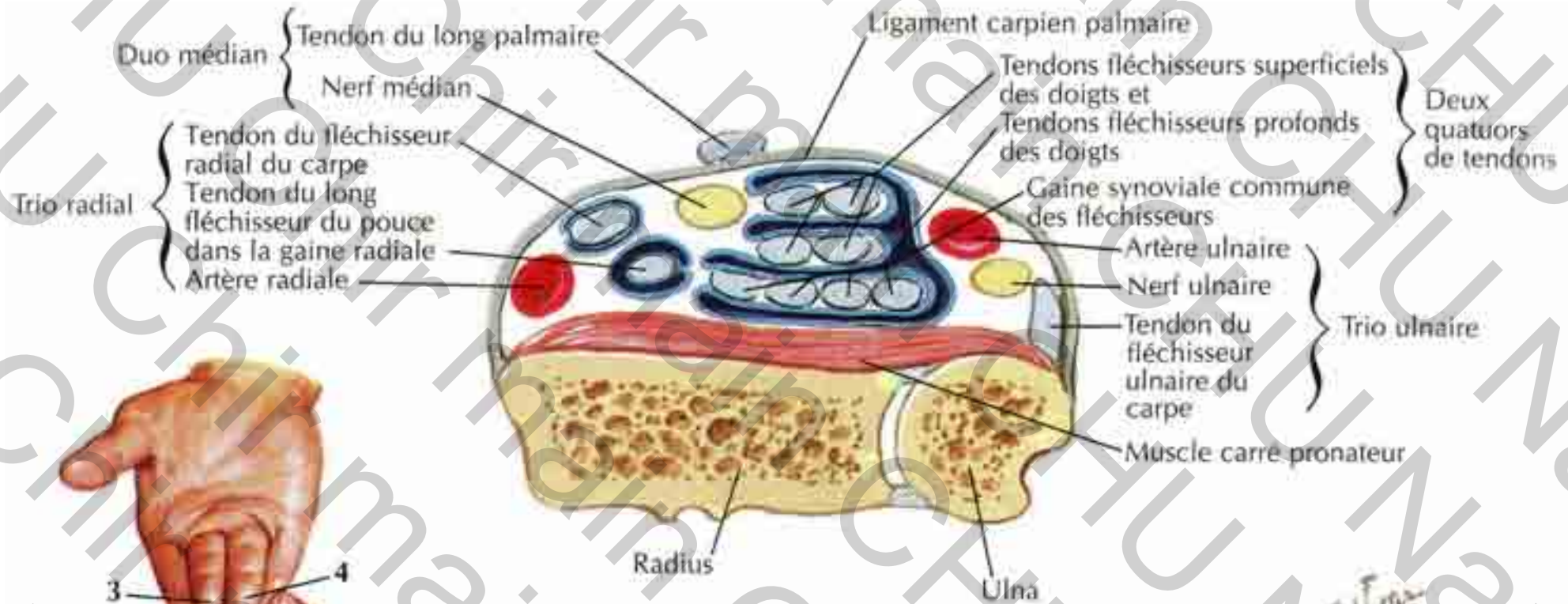
Service de Chirurgie Plastique et Reconstructrice de l'Appareil  
Locomoteur CHU Nancy



# Anatomie des tendons fléchisseurs

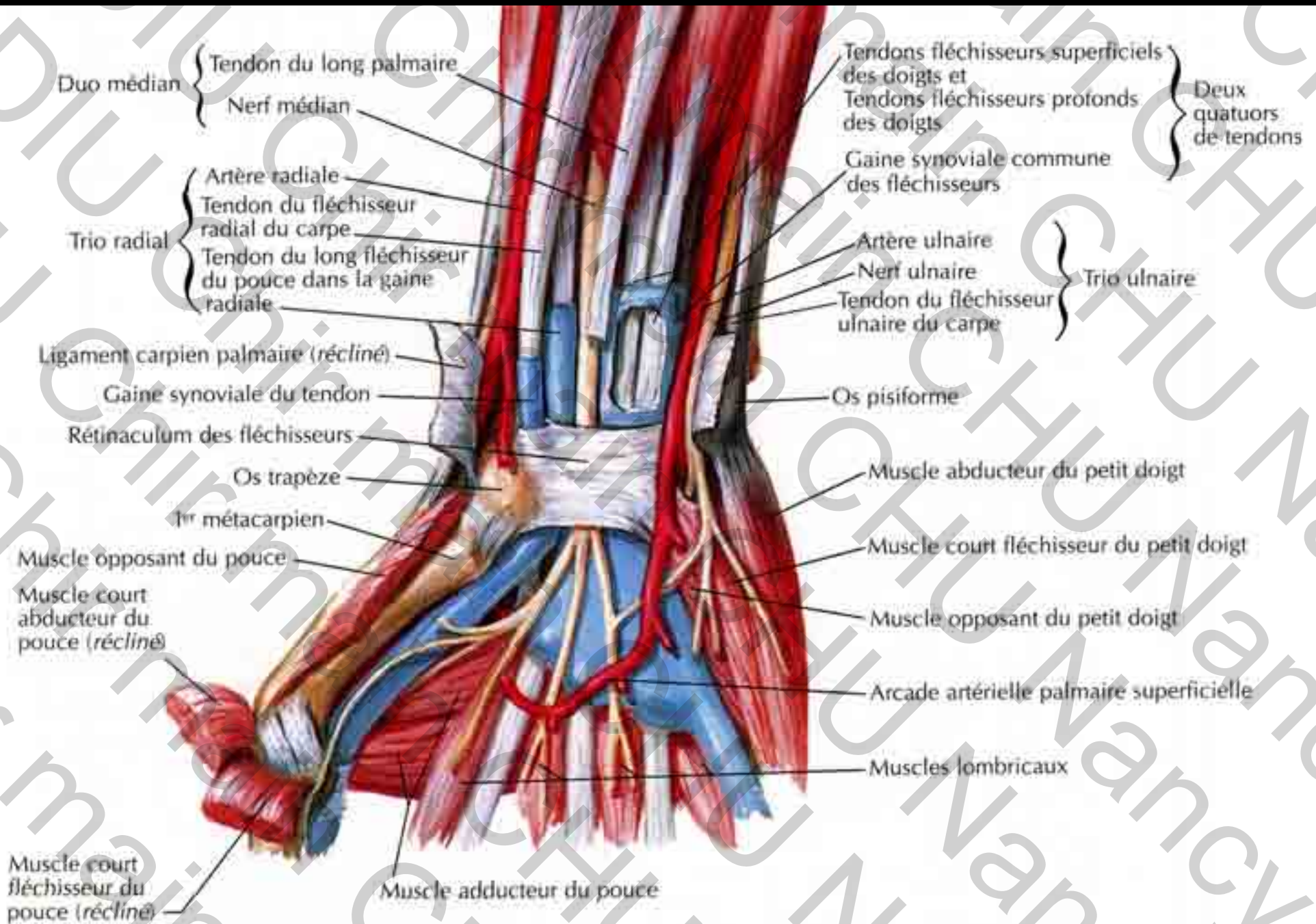






Méthode simple pour montrer la disposition des tendons du fléchisseur superficiel des doigts au niveau du poignet

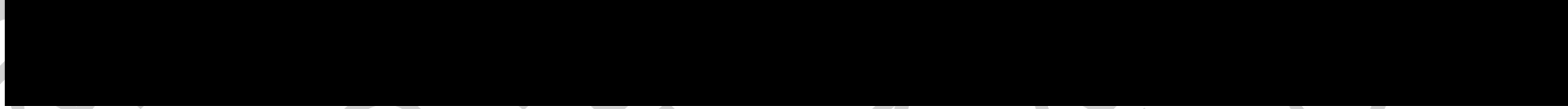
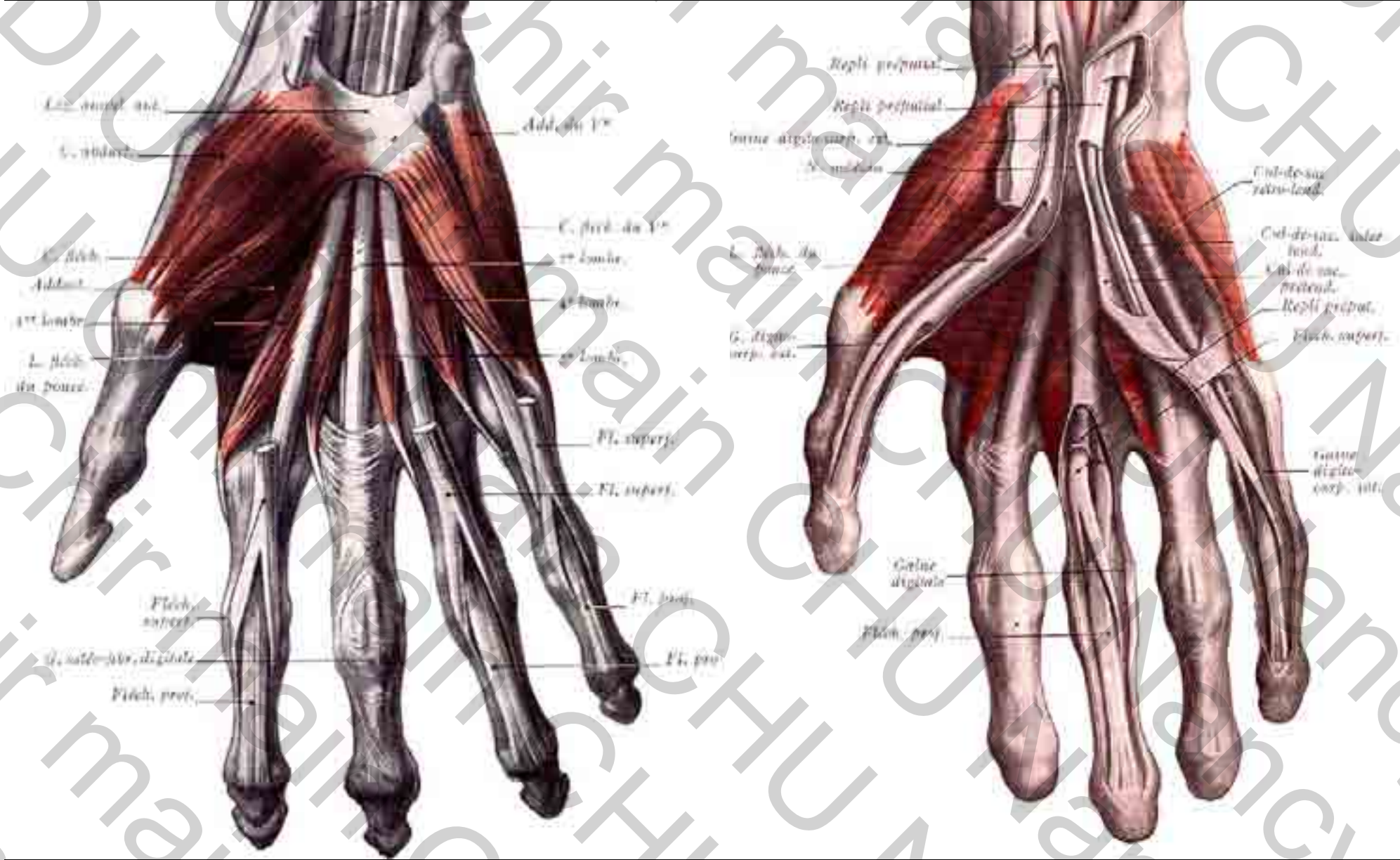
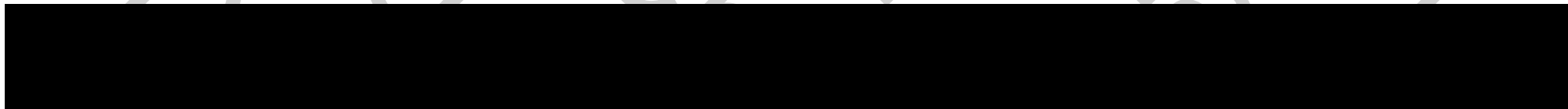
F. Nallet  
M.D.  
© Neovita

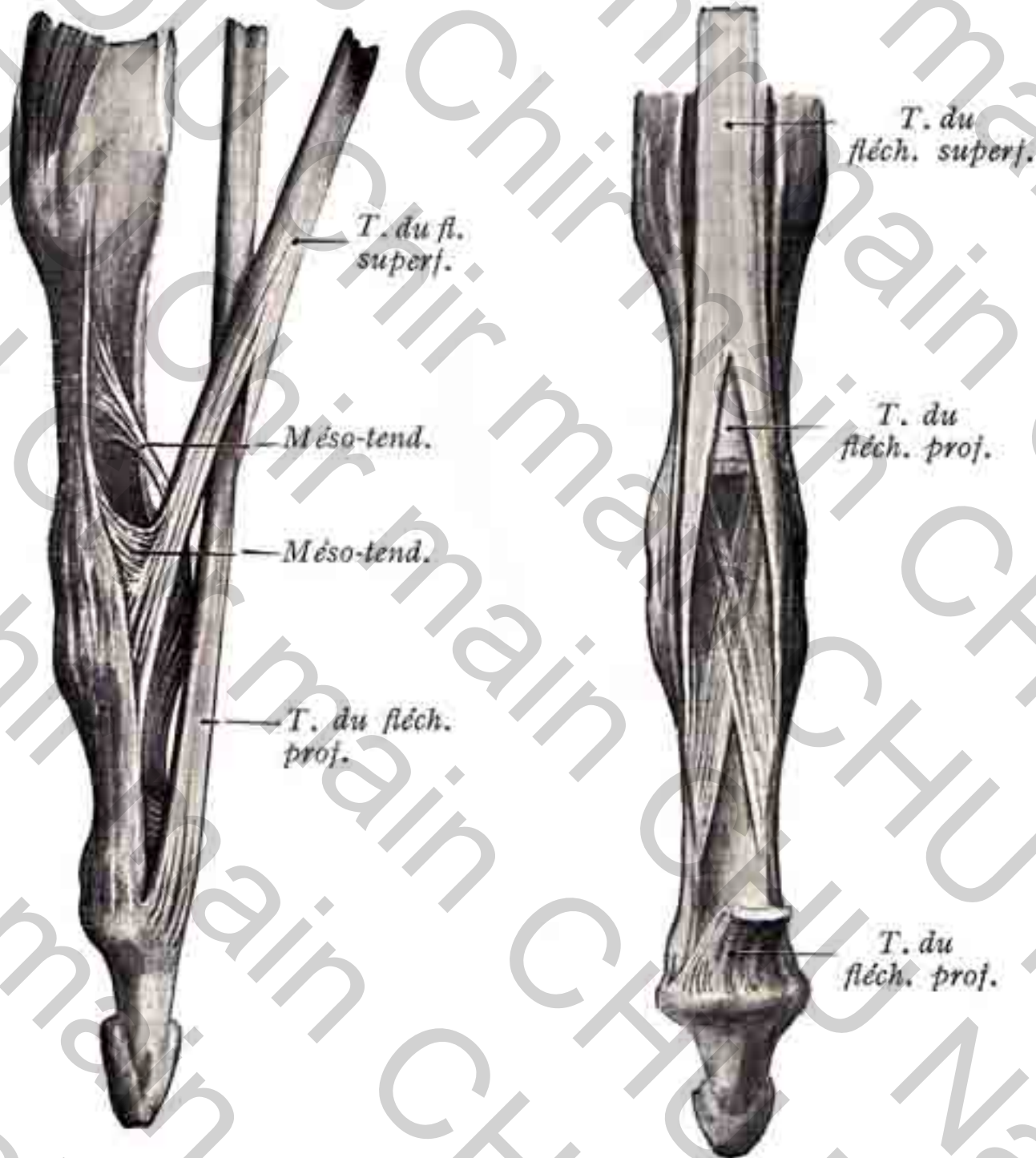


**Nerf Médian**

**Tendons  
Fléchisseurs**







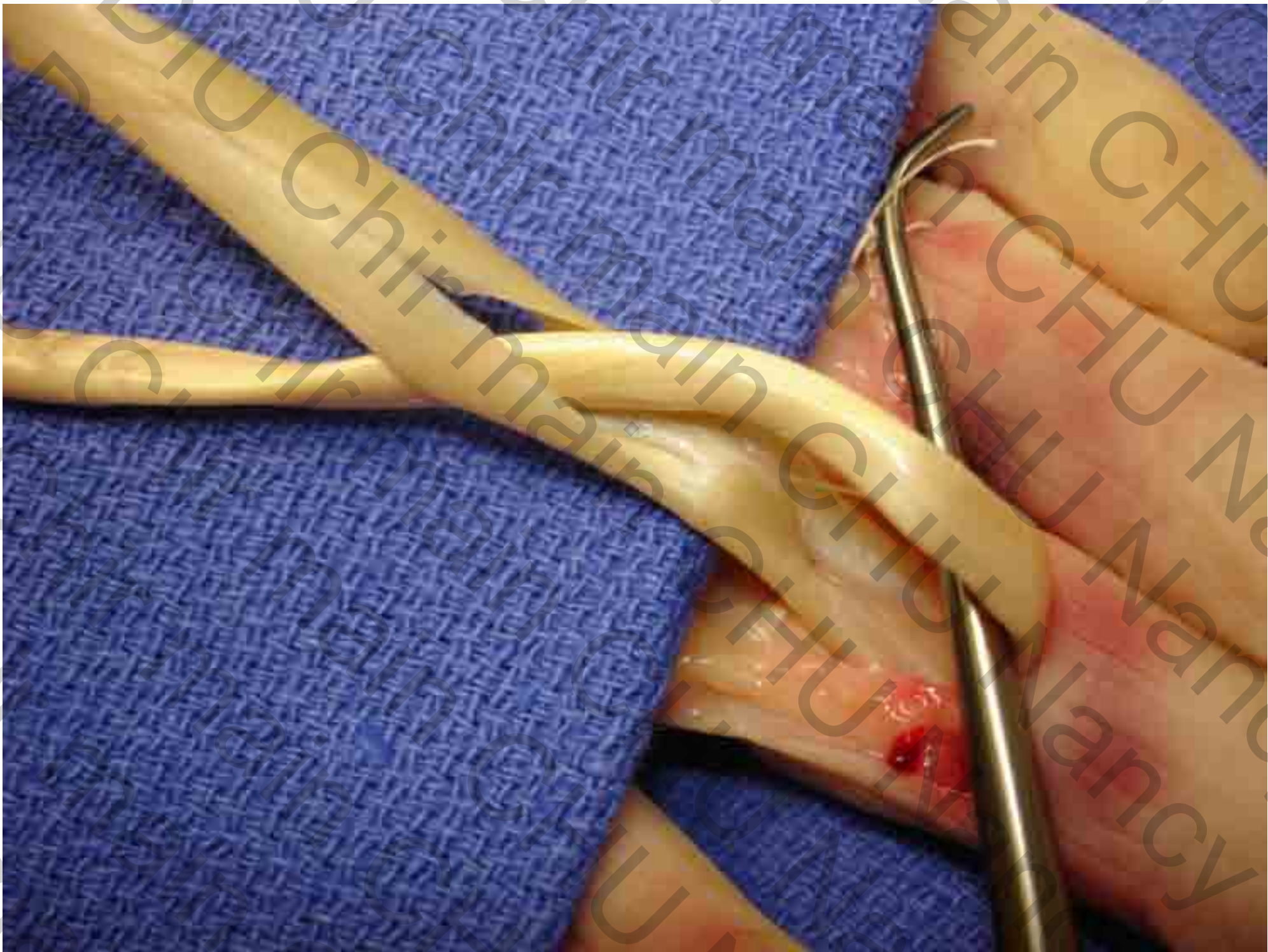
« Croisement »  
(décussation)  
des  
fléchisseurs  
dans le canal  
digital

Fléchisseur  
superficiel =  
tendon perforé  
par le  
fléchisseur  
profond = tendon  
perforant







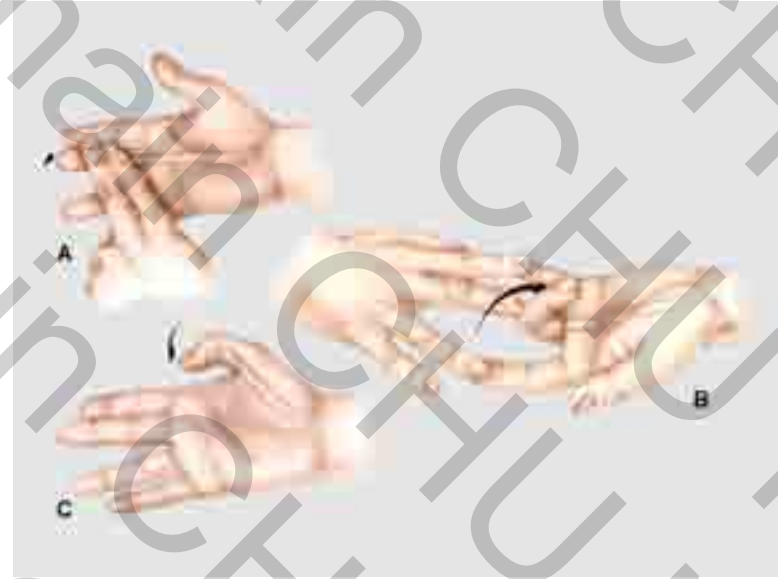




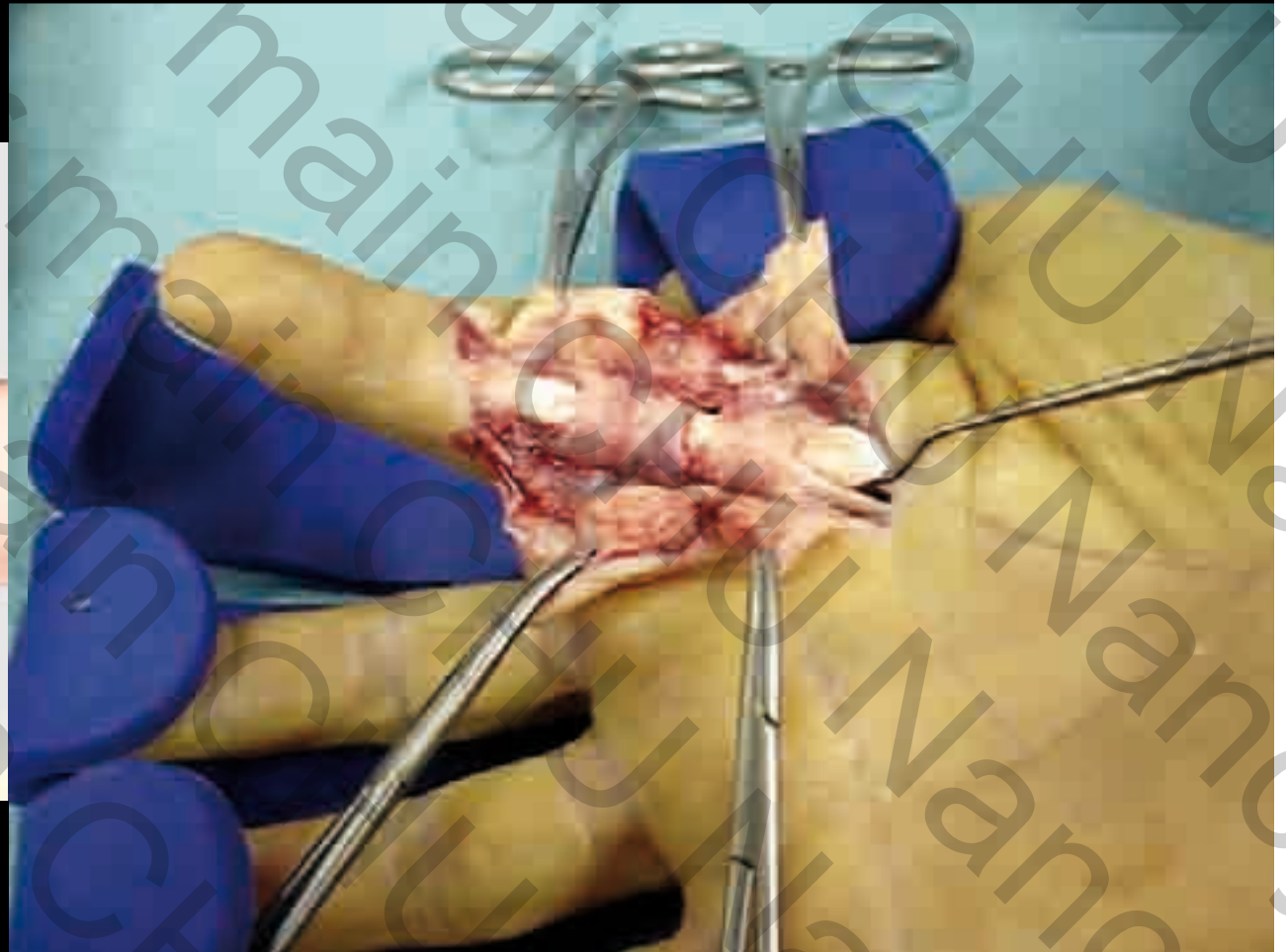
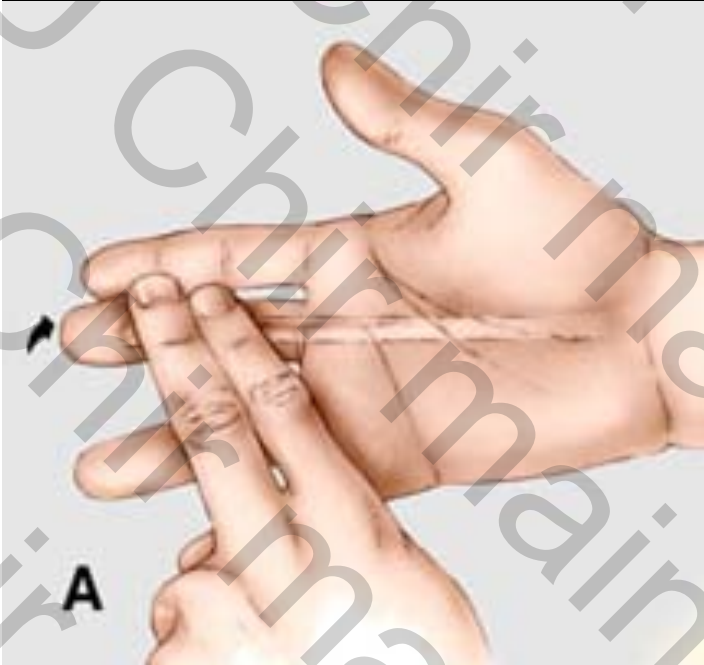


**FIGURE 4:** Anatomy of the decussation of FDS and the formation of the Camper chiasm. The Camper chiasm, located within the middle portion of zone B, consists of a distal tendinous connection between the 2 slips and a more proximal synovial or membranous portion.

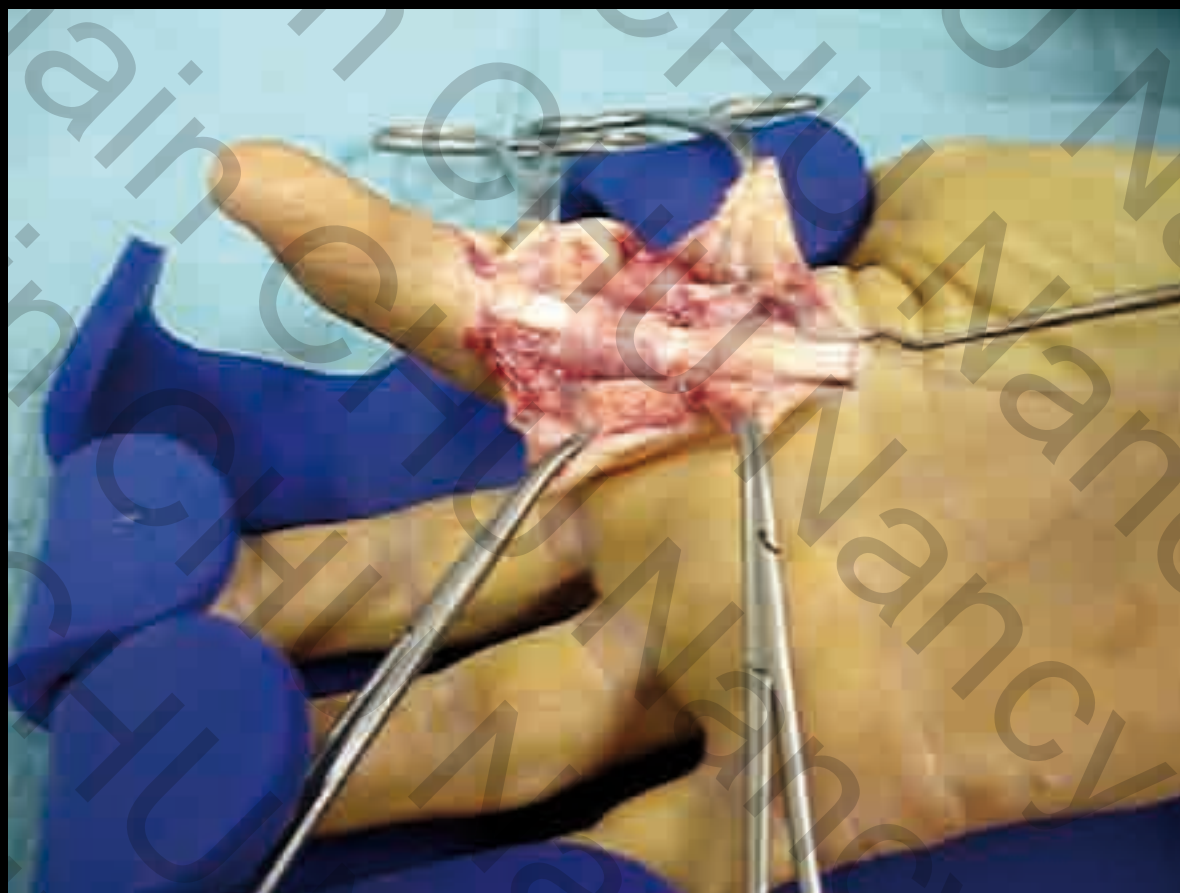
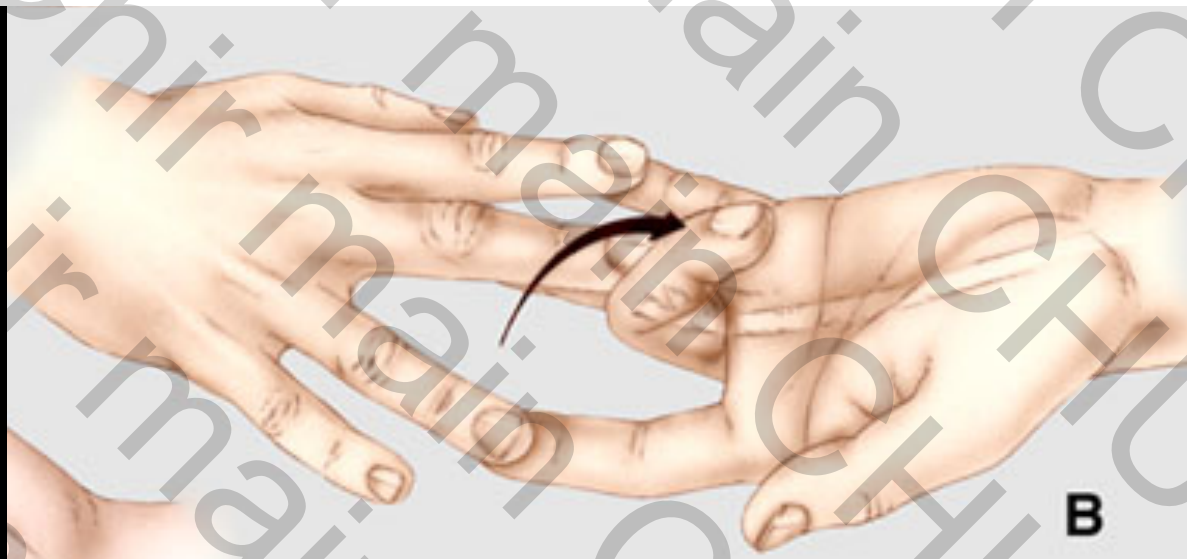
# Examen clinique de l'appareil fléchisseur



Fléchisseur profond = flexion active de la dernière phalange (unguéeale, P3)☐

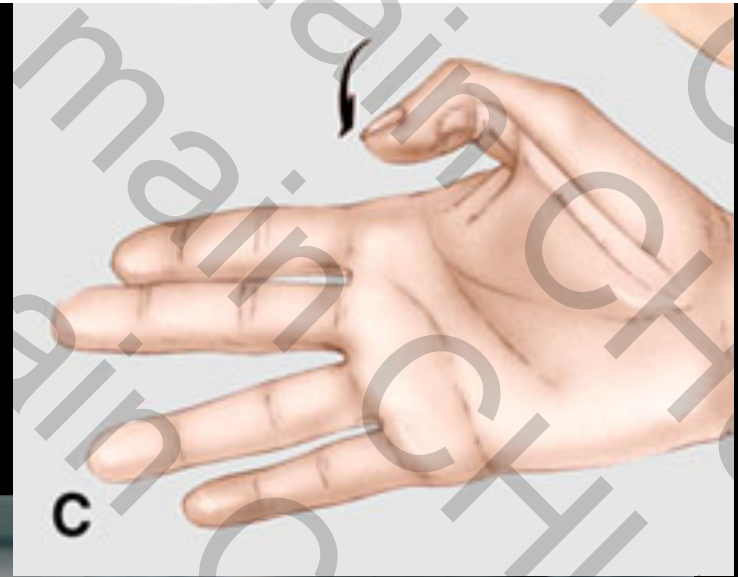


Fléchisseur  
superficiel =  
flexion de  
l'interphalangienn  
proximale (P2)





Long fléchisseur du pouce =  
flexion de la phalange  
distale du pouce?



# La gaine synoviale des fléchisseurs

- Membrane synoviale
  - "Gaine" entourant les tendons fléchisseurs
  - Contenu : liquide synovial
- Rôle :
  - Glissement tendineux (lubrification)
  - Nutrition tendineuse



Gaine radiale

Gaine ulnaire

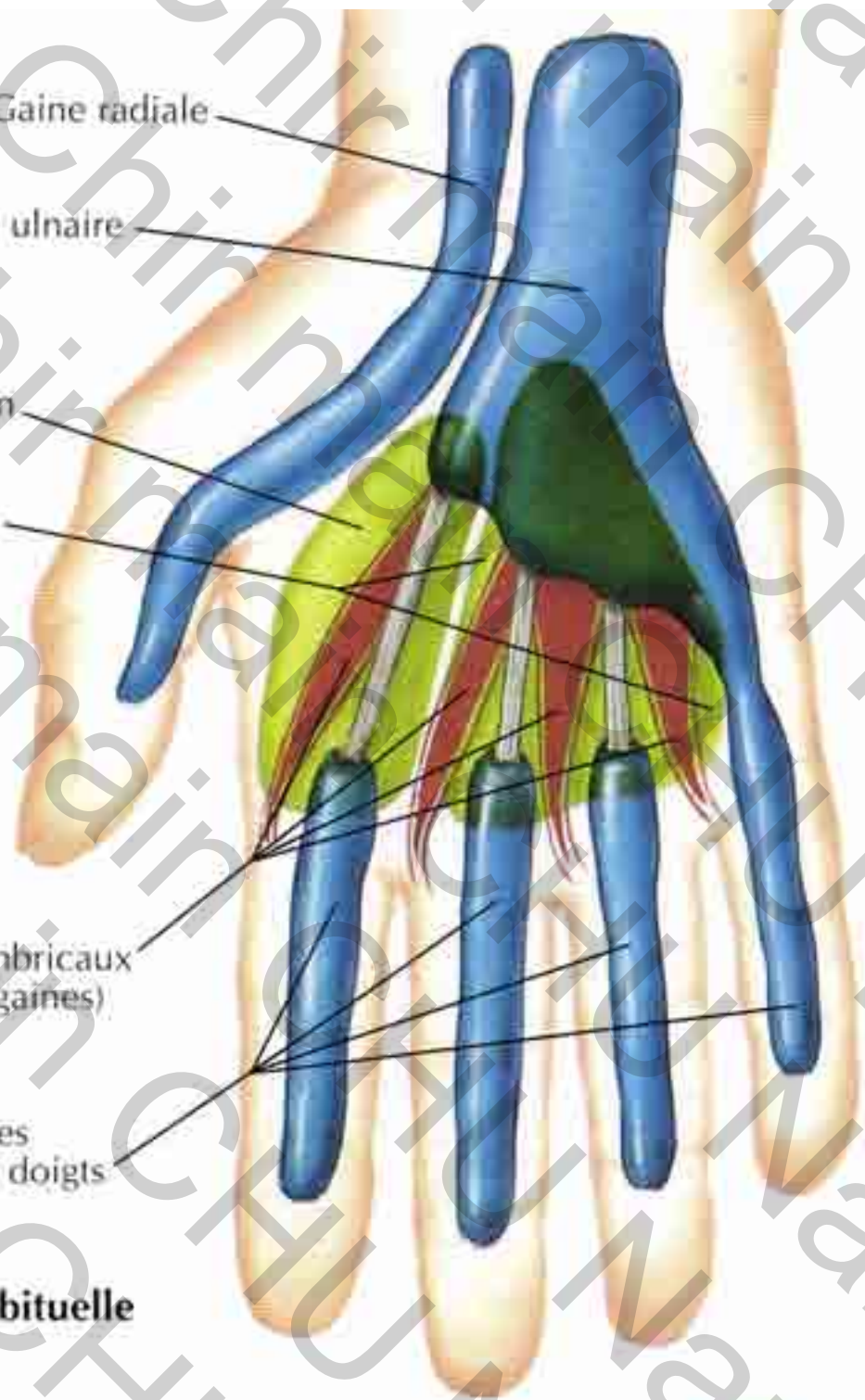
Espace thénarien

Espace moyen  
palmaire

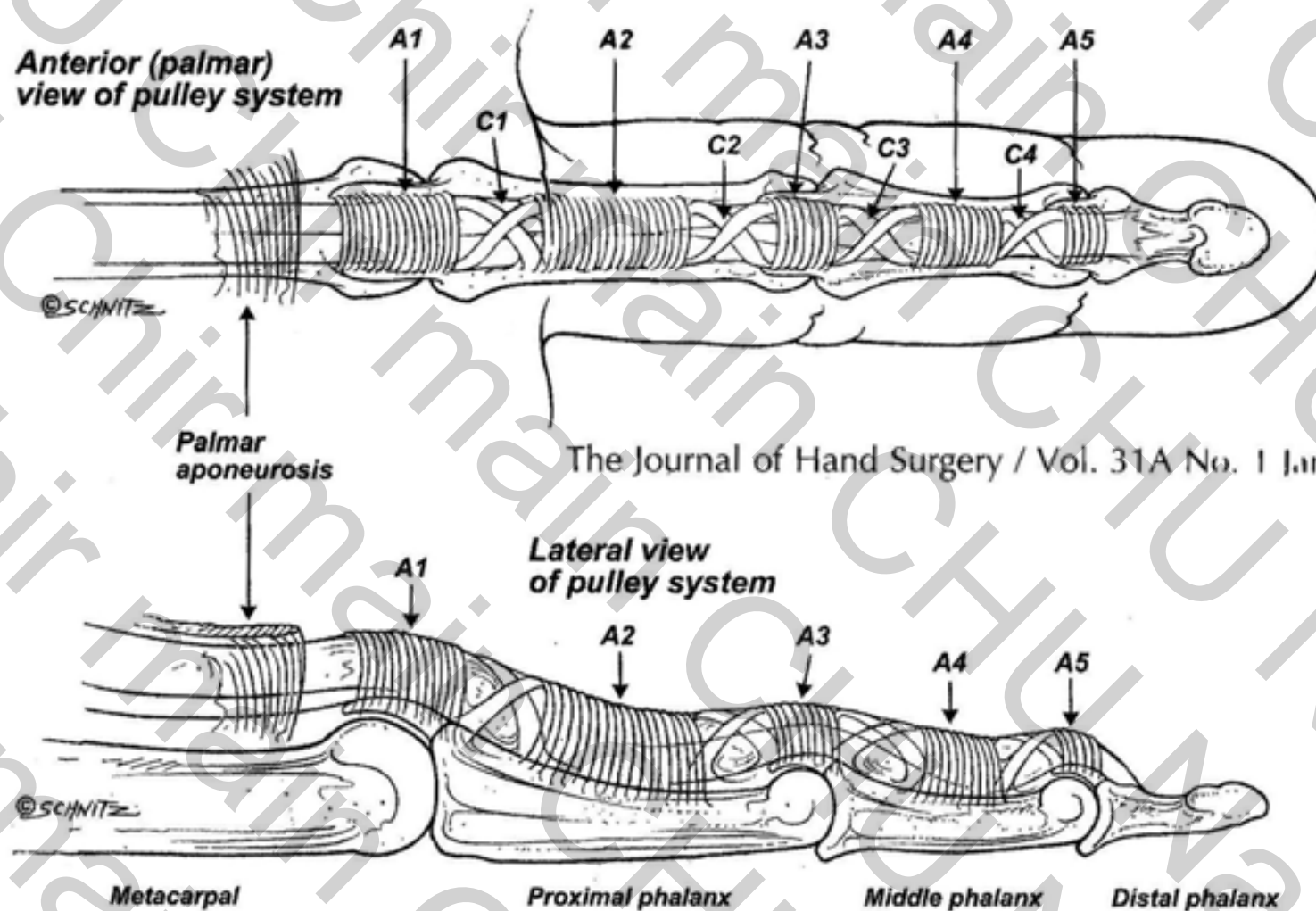
Muscles lombricaux  
(dans leurs gaines)

Gaines synoviales  
des tendons des doigts

**Disposition habituelle**



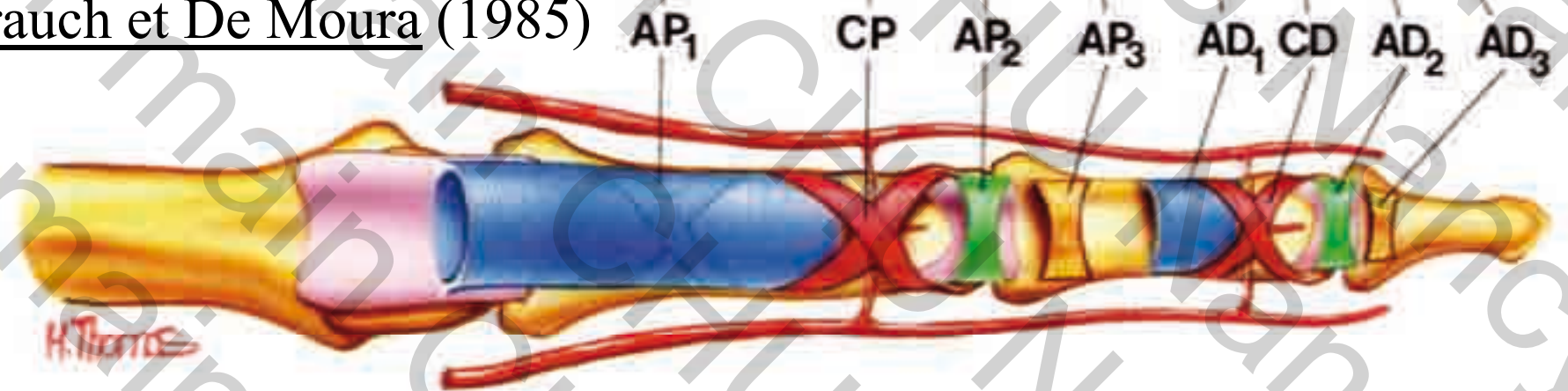
# Les poulies de l'appareil fléchisseur



- Doyle et Blythe, 1975 : 5 poulies annulaires et 3 poulies cruciformes
- Aponévrose palmaire ("A0", Manske et Lesker, 1983)
- Ligament rétinaculaire des fléchisseurs (canal carpien)



Strauch et De Moura (1985)



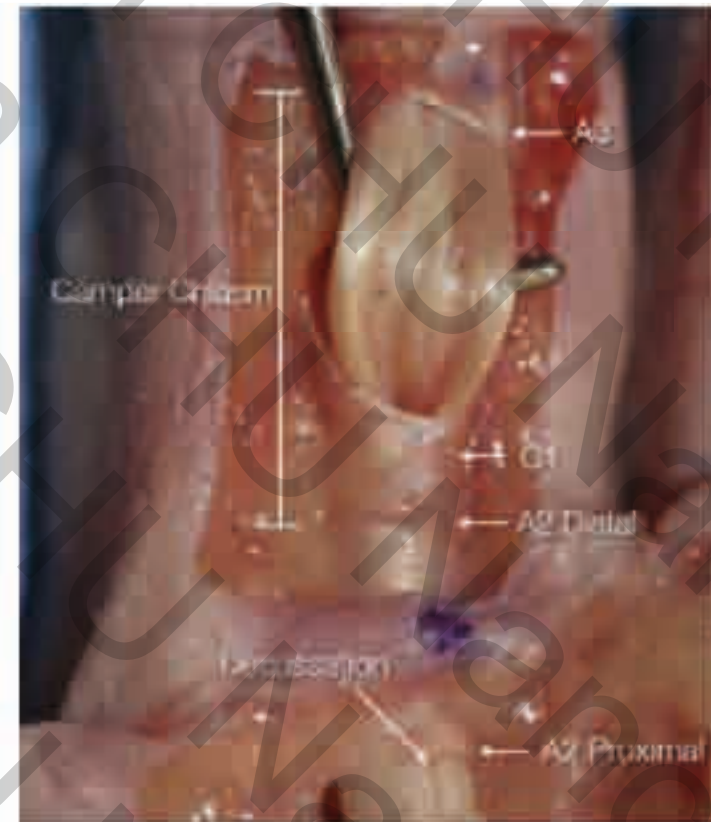
# Surface Markers for Locating the Pulleys and Flexor Tendon Anatomy in the Palm and Fingers With Reference to Minimally Invasive Incisions

Joshua A. Gordon, MD, Lindsay Stone, BS, Leonard Gordon, MD

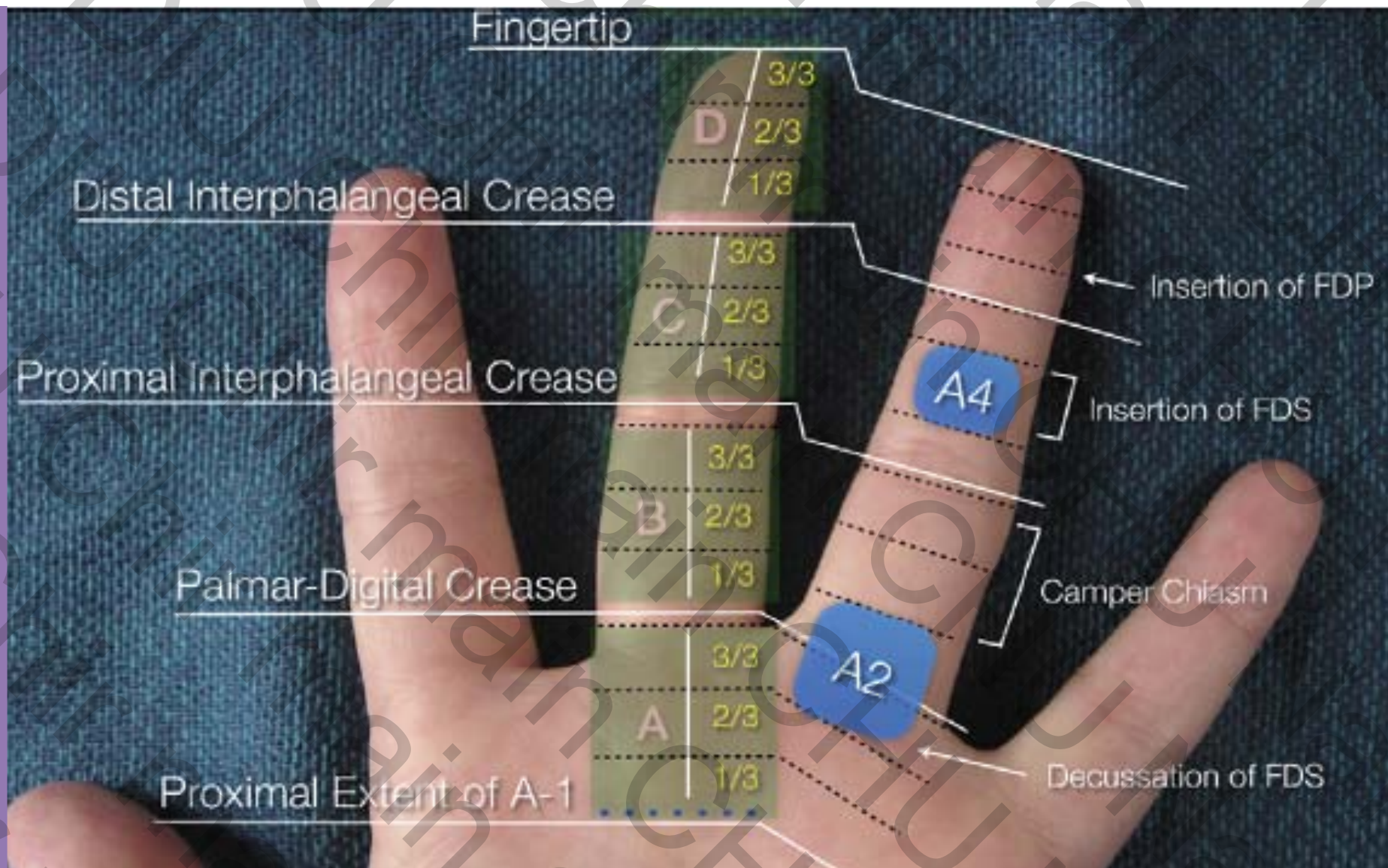
*J Hand Surg* 2012;37A:913–918



**FIGURE 1:** Finger creases marked with methylene blue, with the palmar skin removed to expose and measure the pulley and flexor tendon locations with the fingers extended.

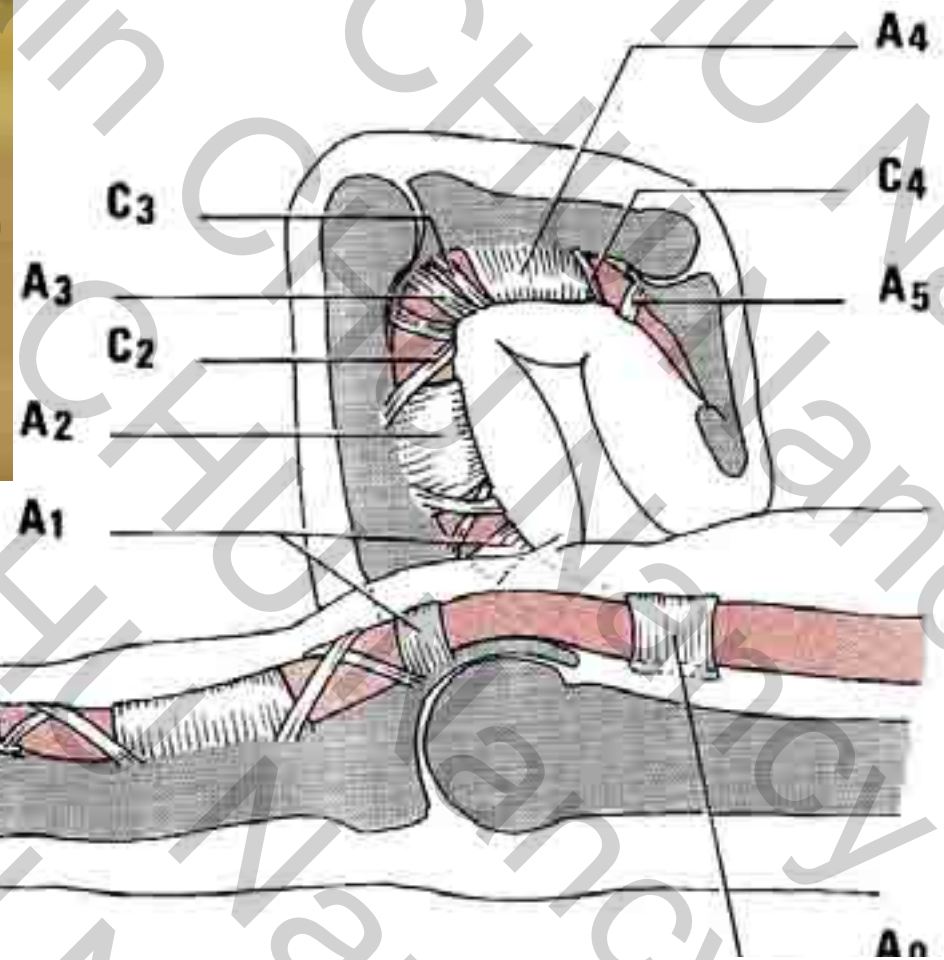


**FIGURE 3:** Anatomy of the Camper chiasm and the decussation of the FDS tendon; the decussation starts close to the proximal extent of A2, and the Camper chiasm is located between the A2 and A3 pulleys.



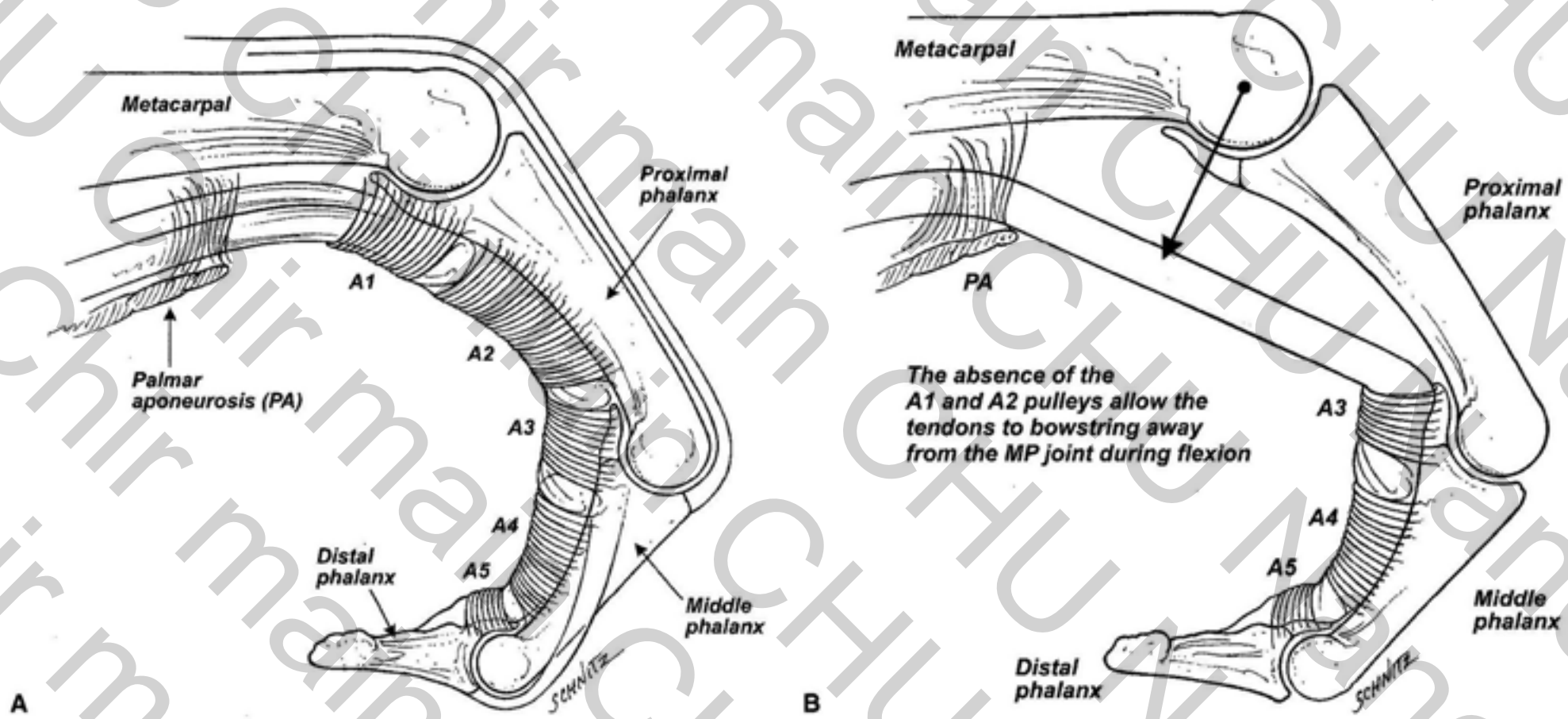
and Camper chiasm. The results allow us to establish a relationship between the skin creases and underlying anatomy by dividing the palm and finger into 4 zones. In zone A, in the palm, the A2 pulley is located in the distal third and the FDS decussation is at the proximal extent of the A2 pulley. Zone B is in the proximal phalanx and A2 lies in the proximal third of this zone, whereas the Camper chiasm lies in the middle third. Zone C is in the middle phalanx and A4 and the insertion of FDS lie in the middle third of this zone. Zone D lies in the distal phalanx and the flexor digitorum profundus tendon inserts into the middle third of this zone.

Les poulies annulaires A2 (1<sup>ère</sup> phalange) et A4 (2<sup>ème</sup> phalange) sont mécaniquement les plus importantes

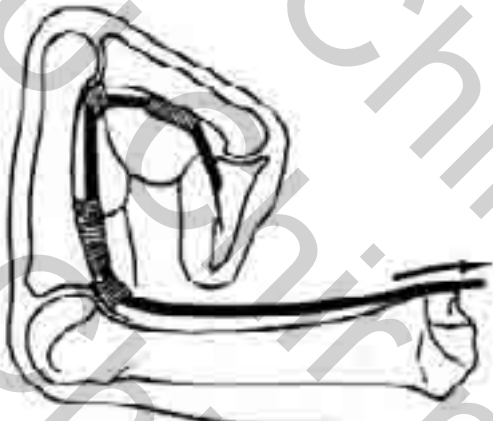




# Rôle mécanique des poulies



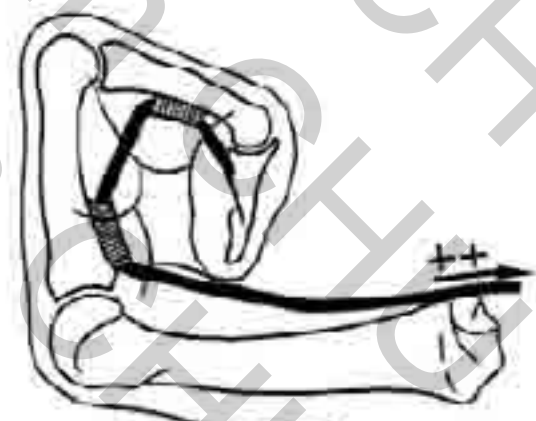
# Rôle mécanique des poulies



$A1 + A2 + A3 + A4$



$A2 + A3 + A4$



$A2 + A4$



$A1 + A4$

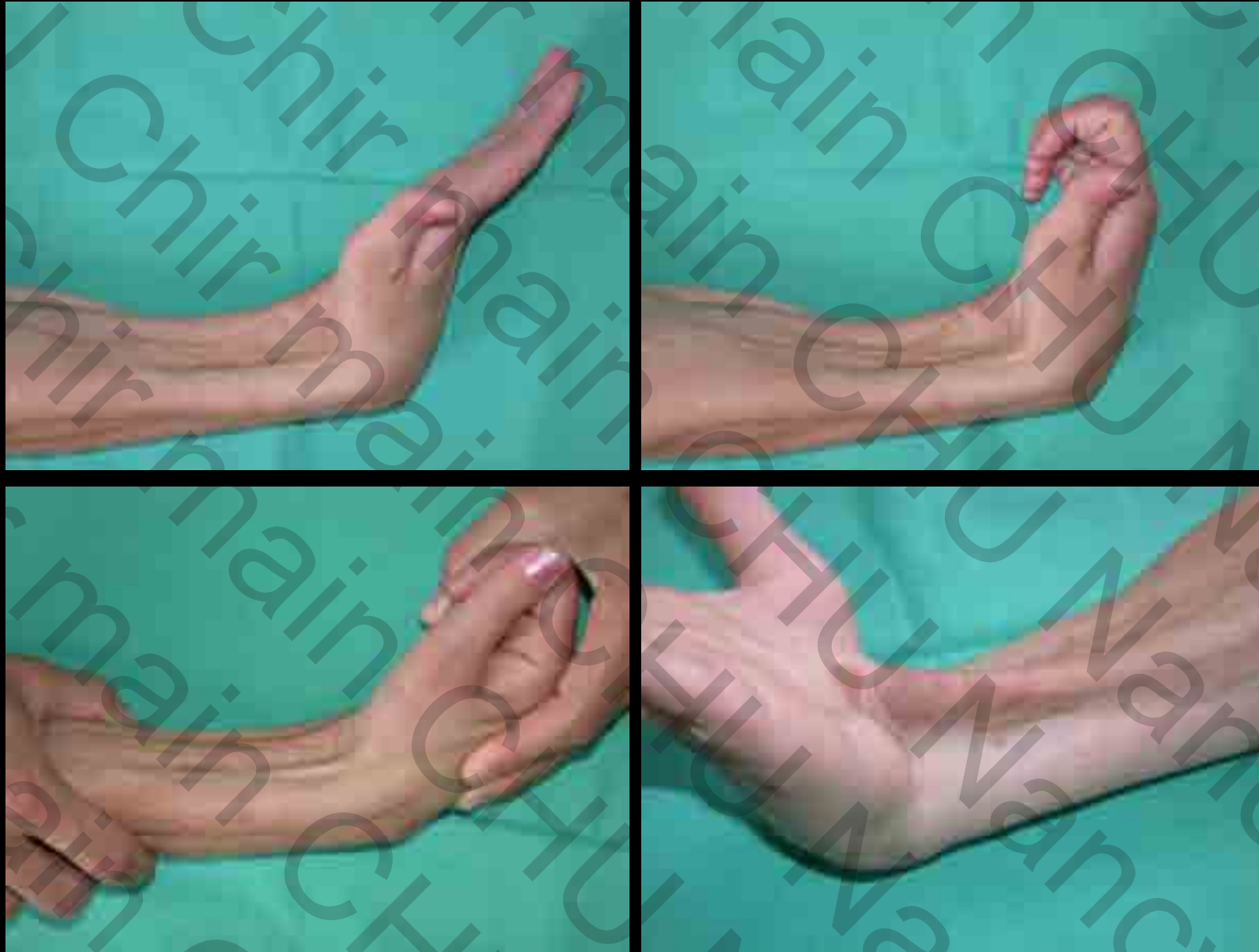


$A2$



$A4$

Mme Ch.: syndrome de Volkmann, rétraction des fléchisseurs, absence de rétinaculum des fléchisseurs = corde d'arc au poignet





Chirurgie itérative  
des fléchisseurs

Destruction de poulies sur  
D3 et D4

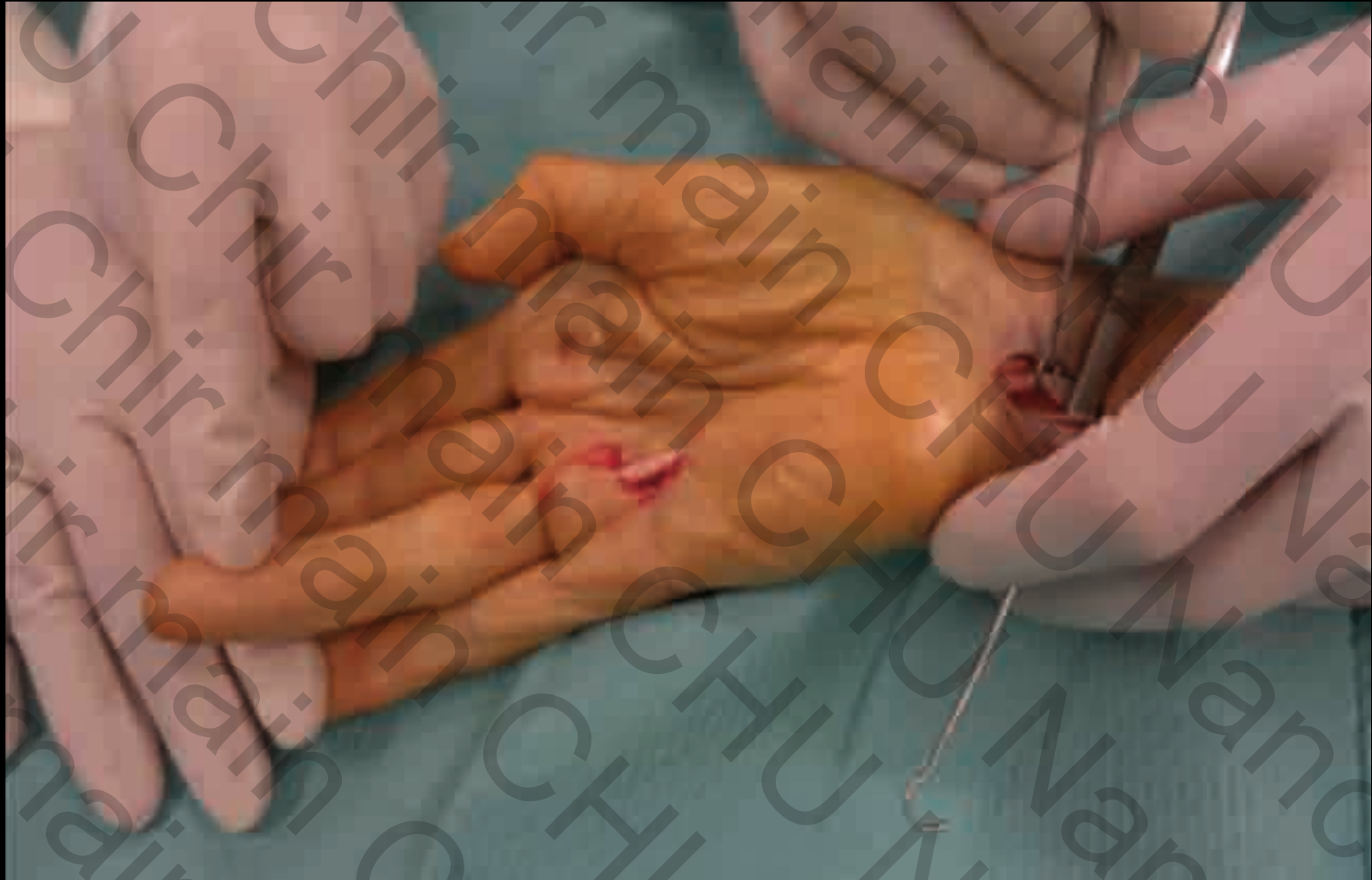
A1, A2 et A3 = déficit actif  
de flexion/extension



Chirurgie de doigt à ressaut. Déficit de poulie A1 ± A2. Déficit d'extension et de flexion actives. Amélioration de la flexion active par appui externe sur A1



Mme G.: action du fléchisseur superficiel



Mme G.: action du fléchisseur profond sans A1-A2

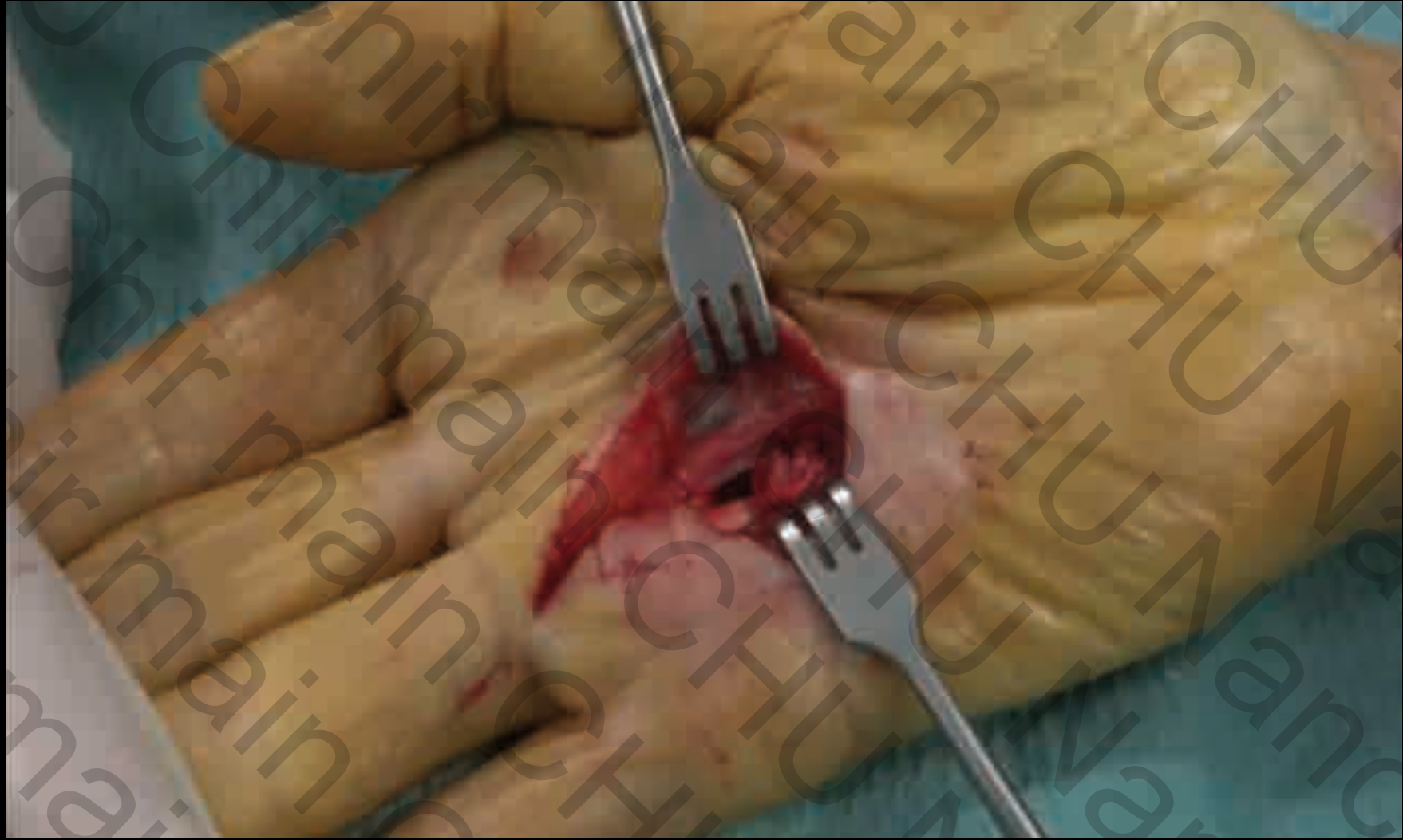


Mme G.: fléchisseur profond et simulation de A1-A2

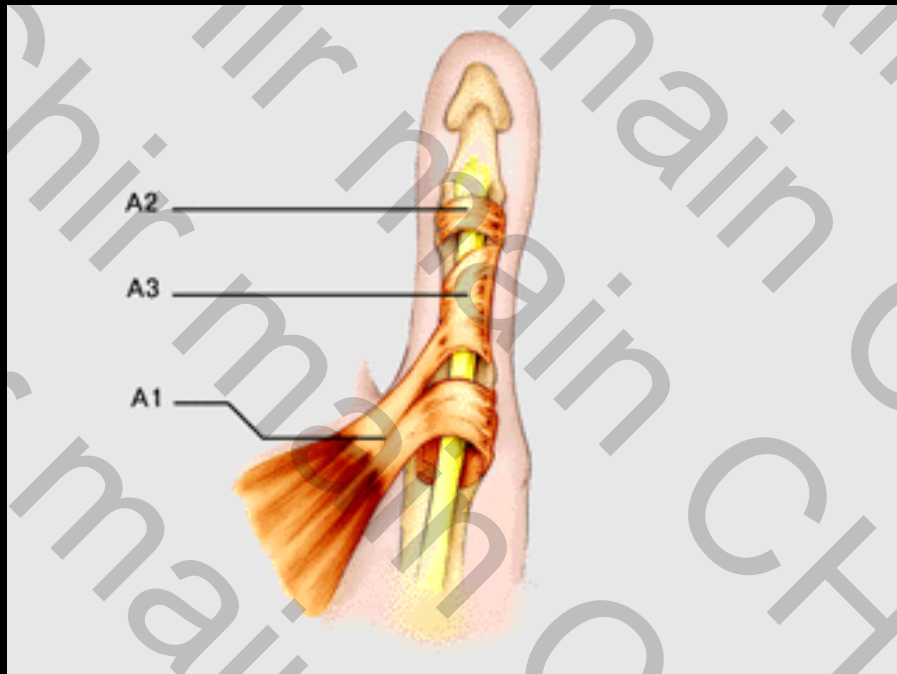




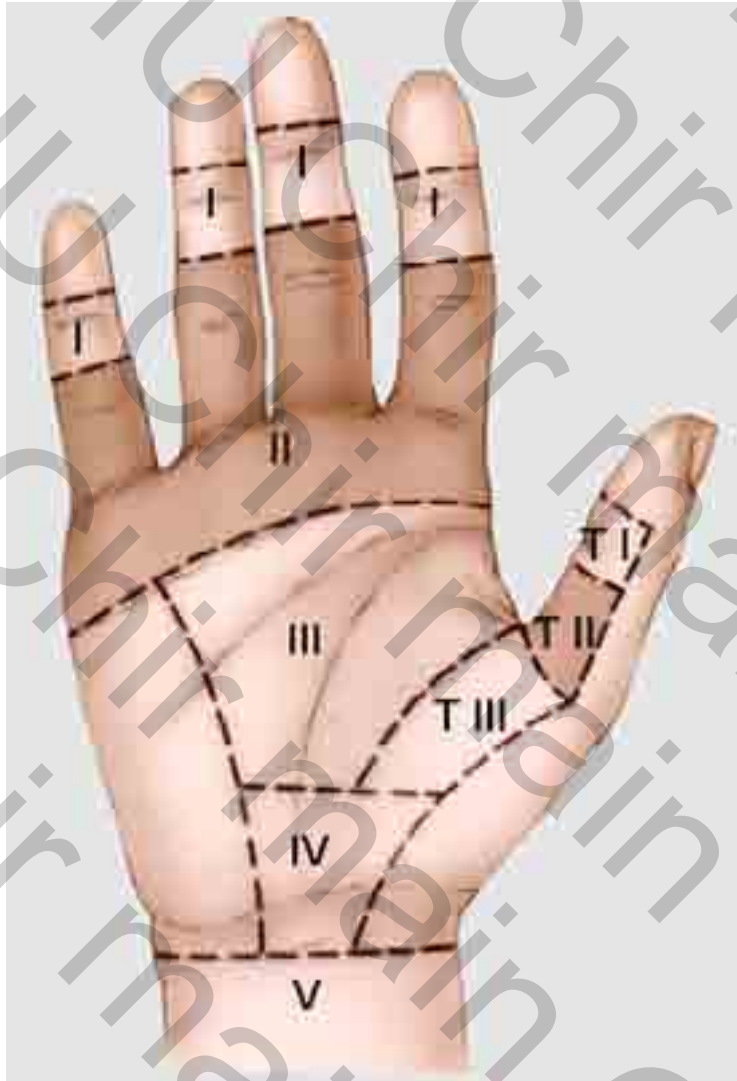
Mme G.: fléchisseur profond et reconstruction de A1



Absence de poulies du long  
fléchisseur du pouce  
flexion complète par pression digitale



# Les zones de l'appareil fléchisseur



- Classification internationale
- *Dérivée de la classification de Verdan et Michon (1961)*



XXXVI<sup>e</sup> RÉUNION ANNUELLE  
DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ORTHOPÉDIE  
ET DE TRAUMATOLOGIE  
Paris, 4, 5 et 10 novembre 1961

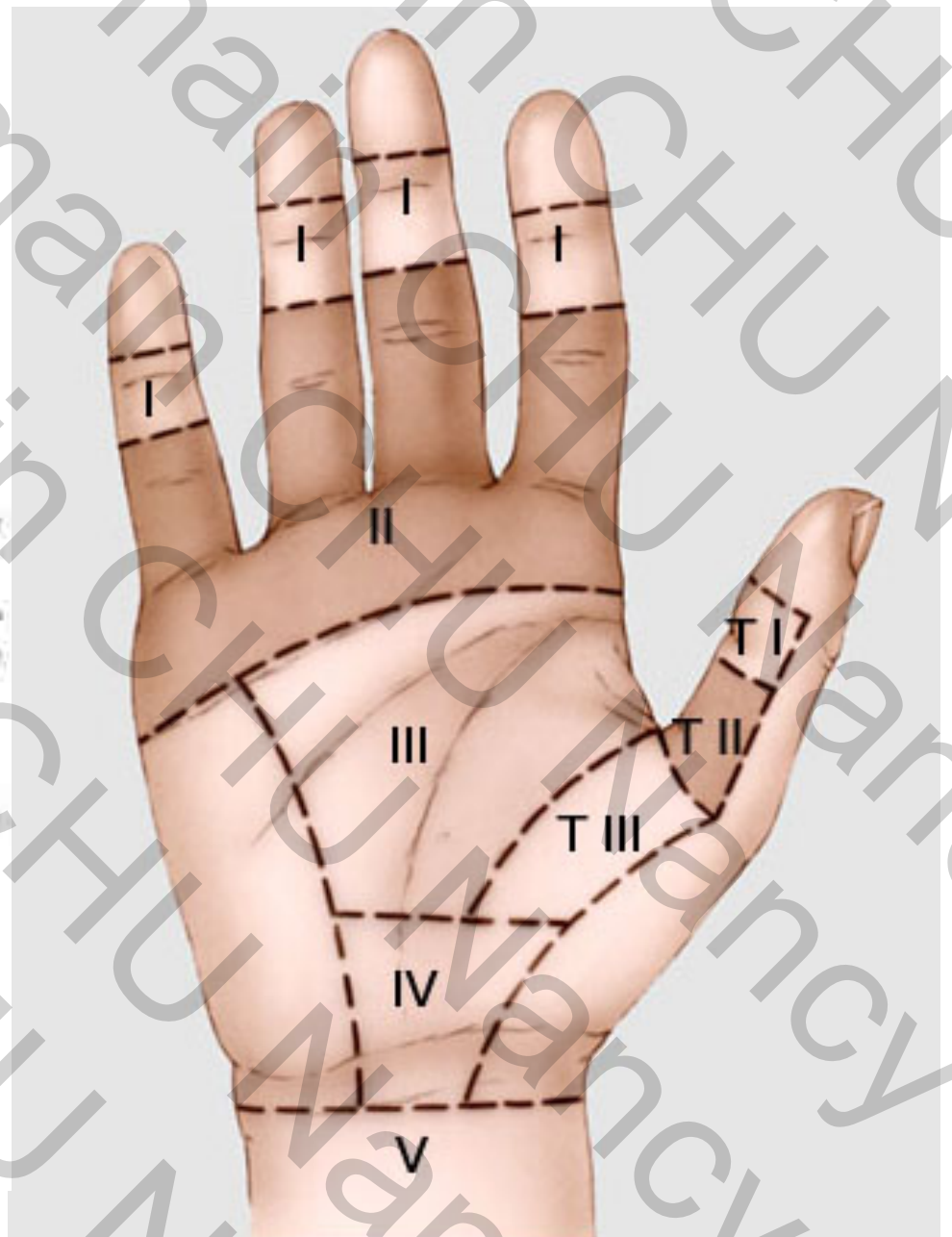
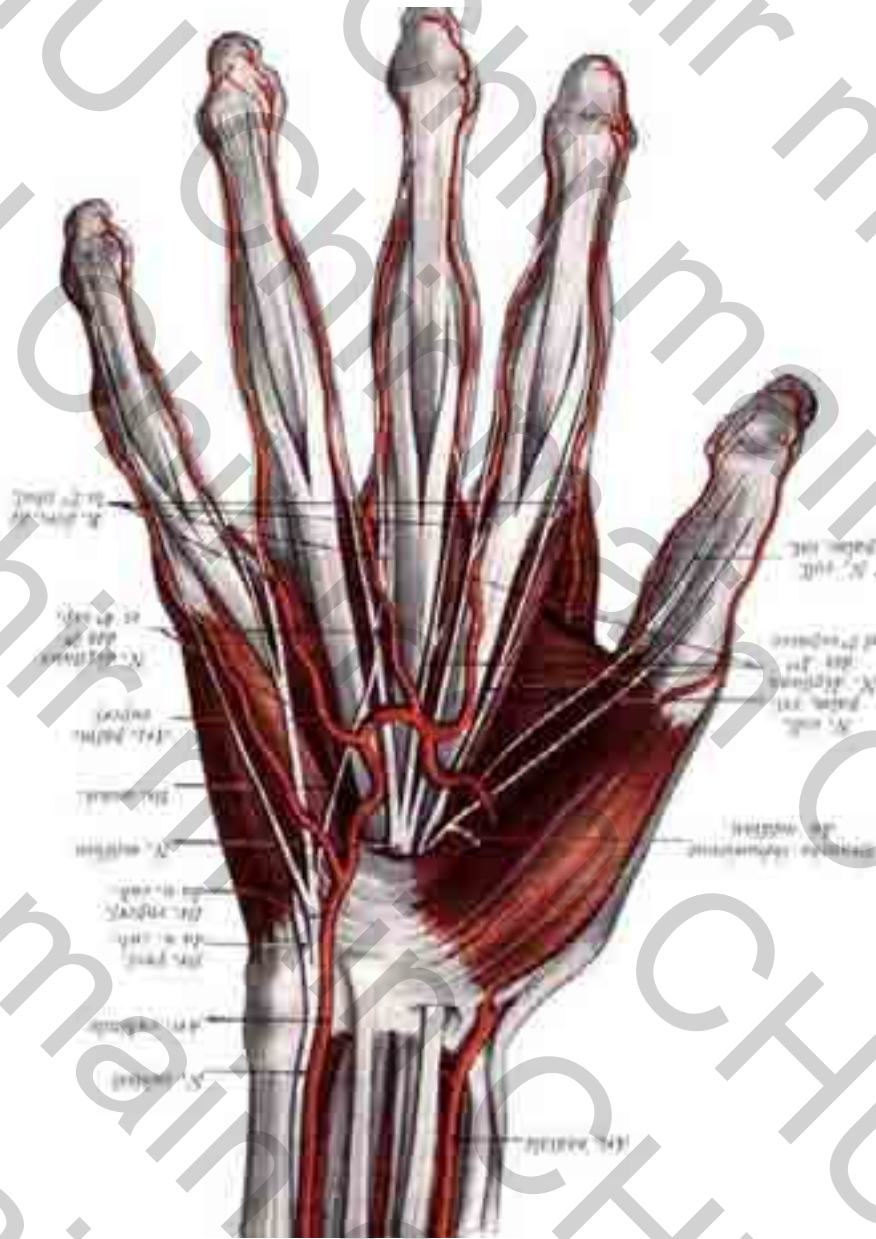
RAPPORT

Le traitement des plaies des tendons fléchisseurs  
des doigts

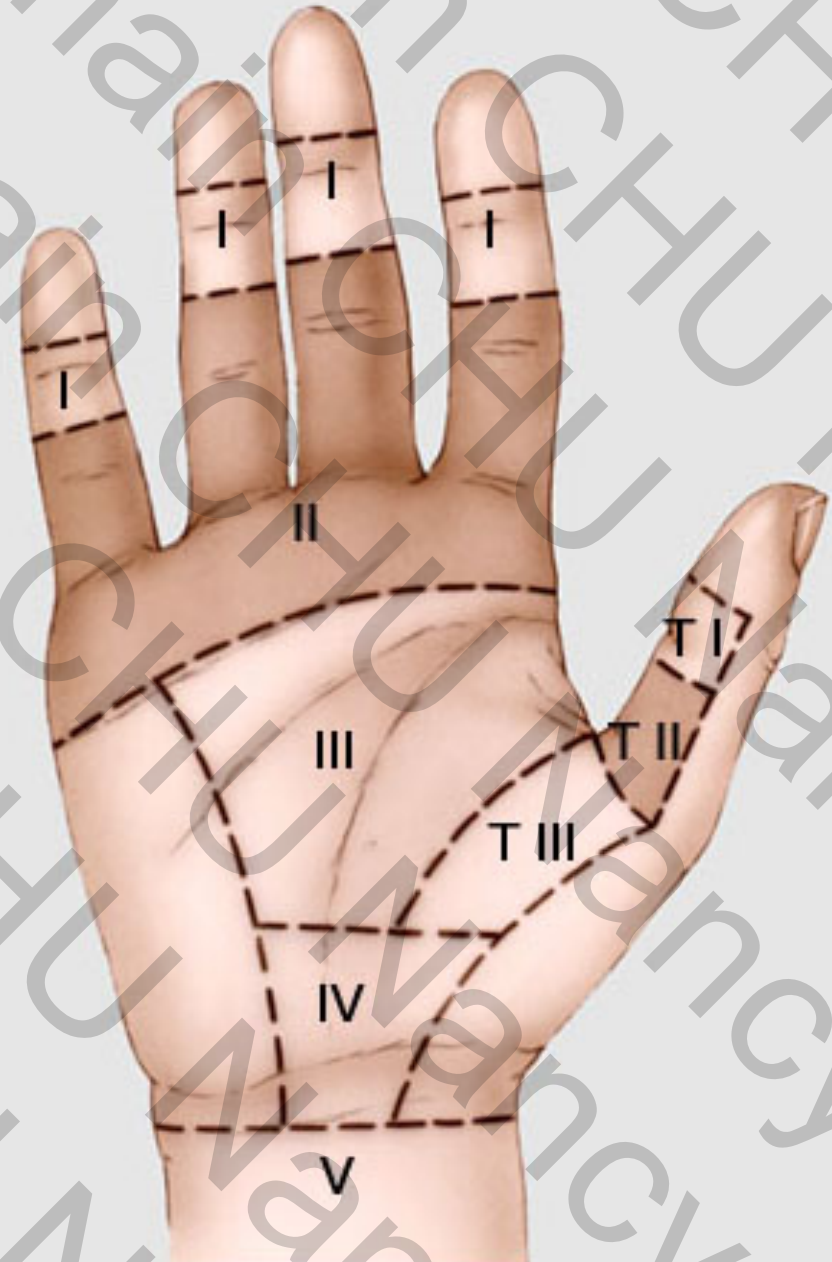
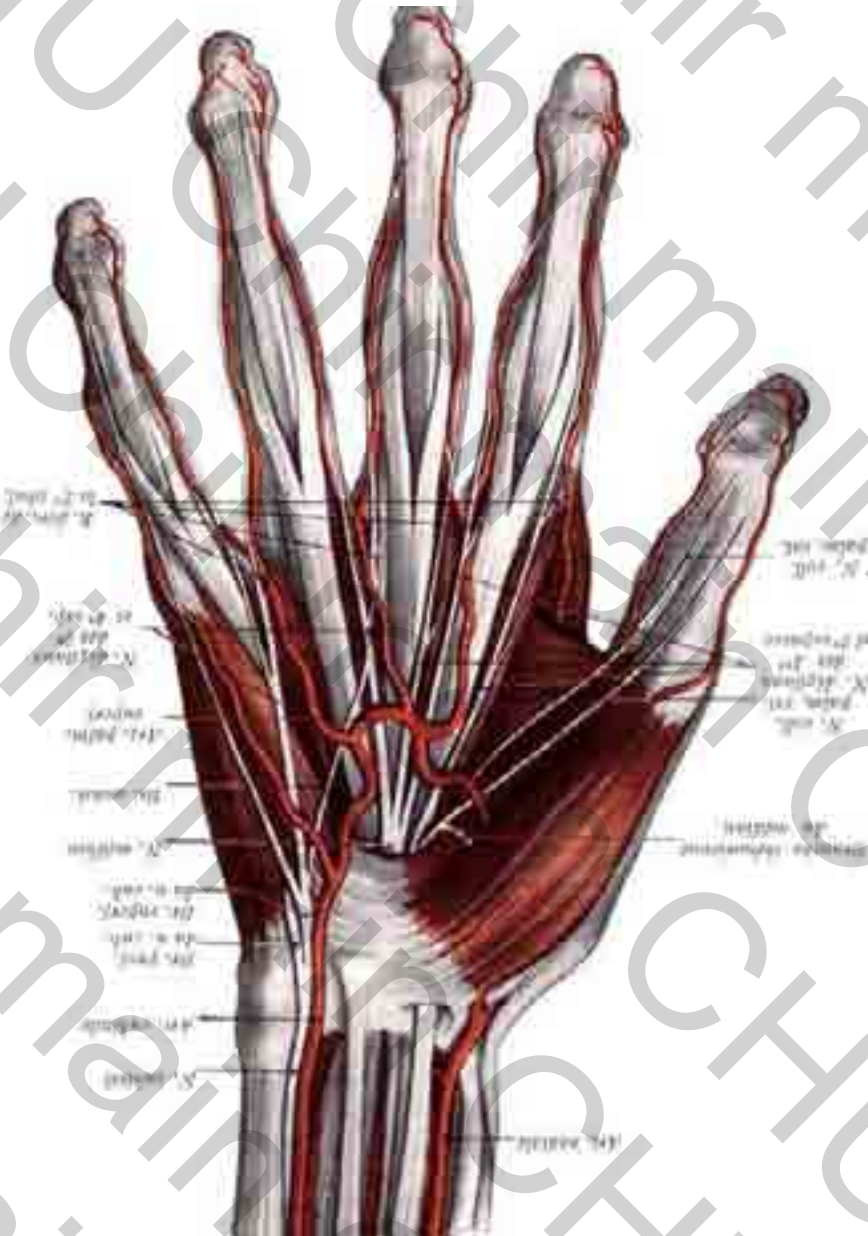
Cl. VERDAN  
(Paris)

J. MICHON  
(Strasbourg)

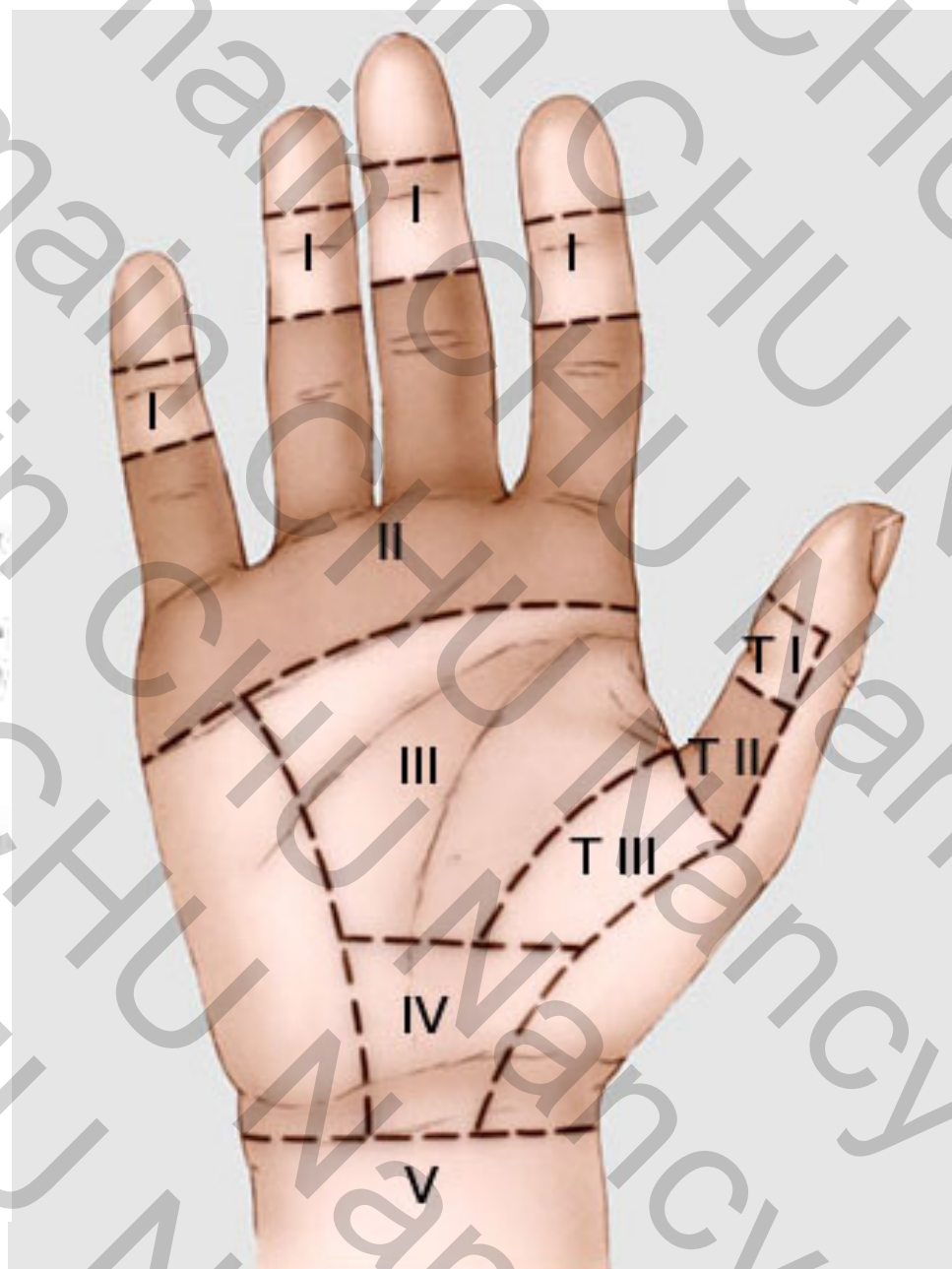
Z1 : au-delà de l'insertion du fléchisseur superficiel.  
Le fléchisseur profond est seul. Zone de bon pronostic



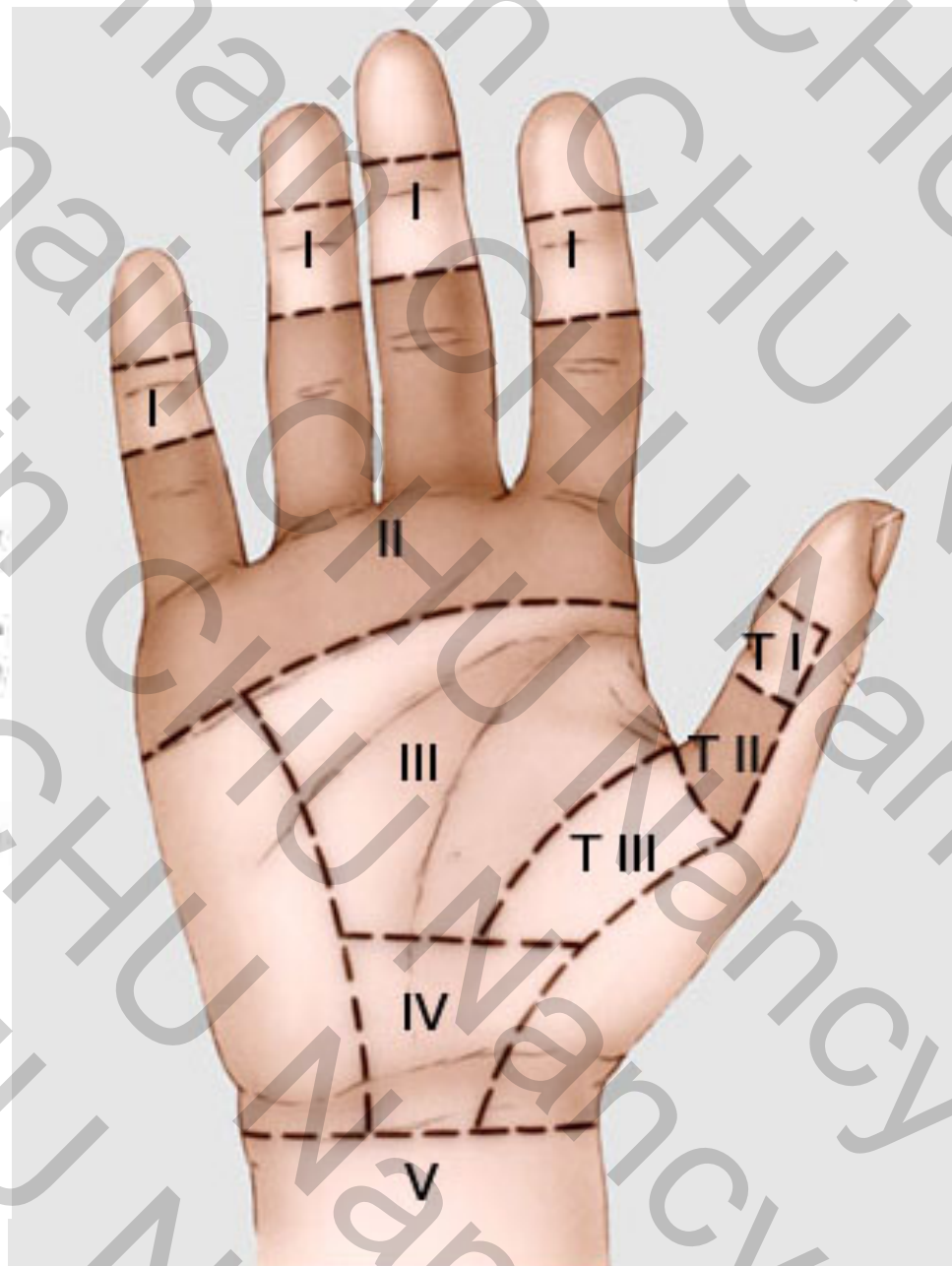
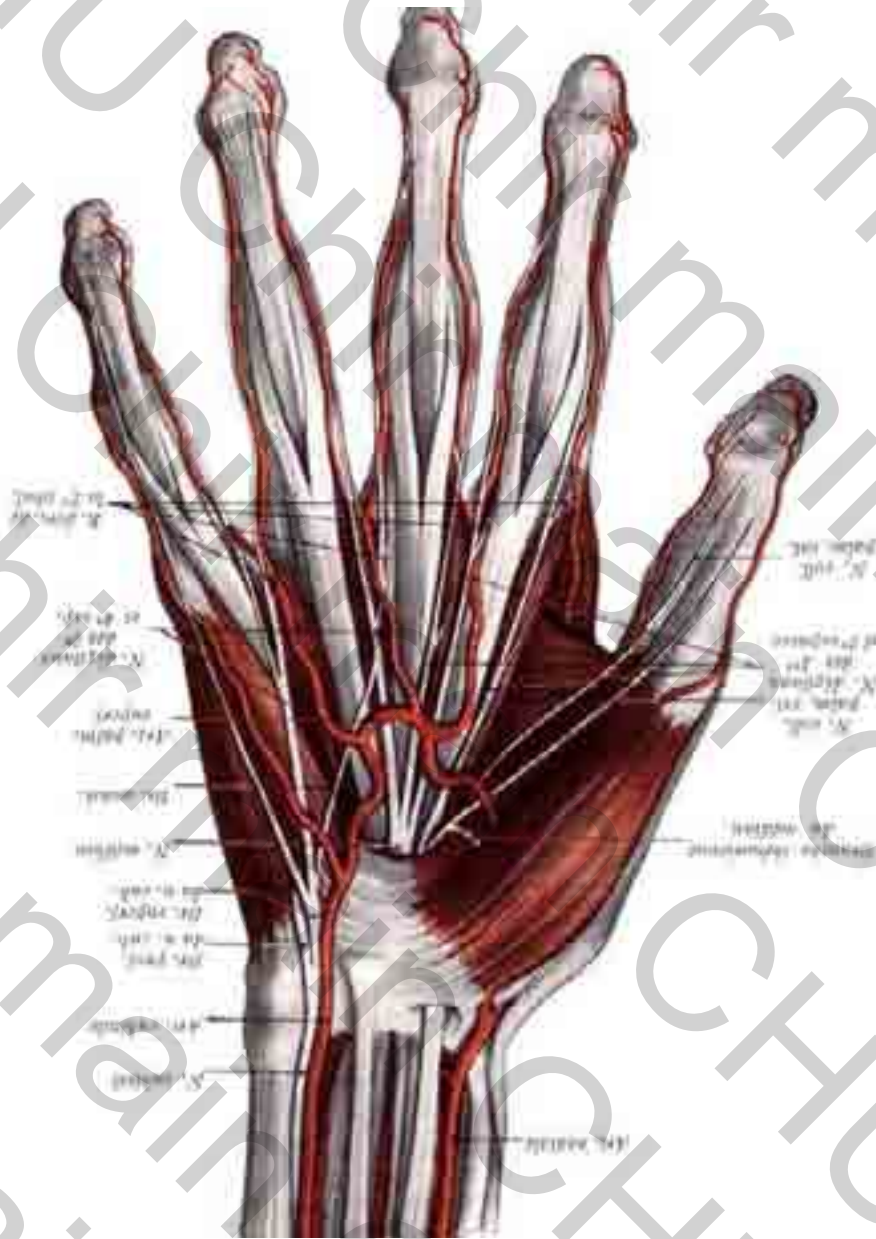
Z2 : ex « no man's land ». Du pli palmaire distal à l'insertion du tendon fléchisseur superficiel canal digital, contient superficiel et profond avec la décussation ; zone de pronostic le plus défavorable



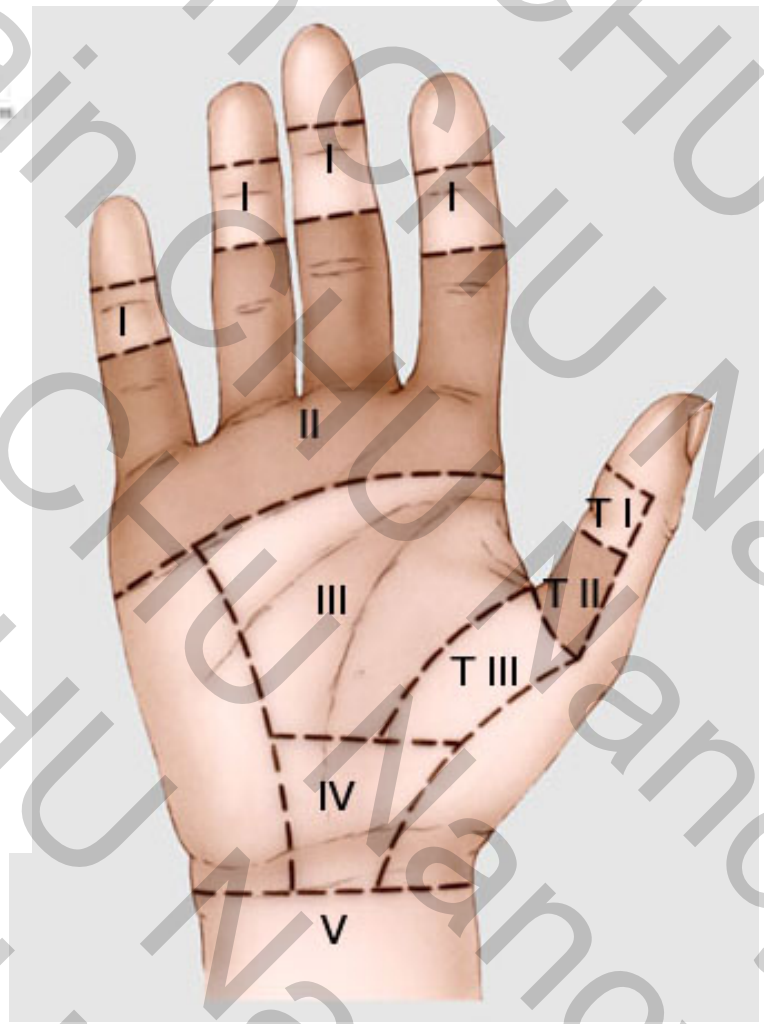
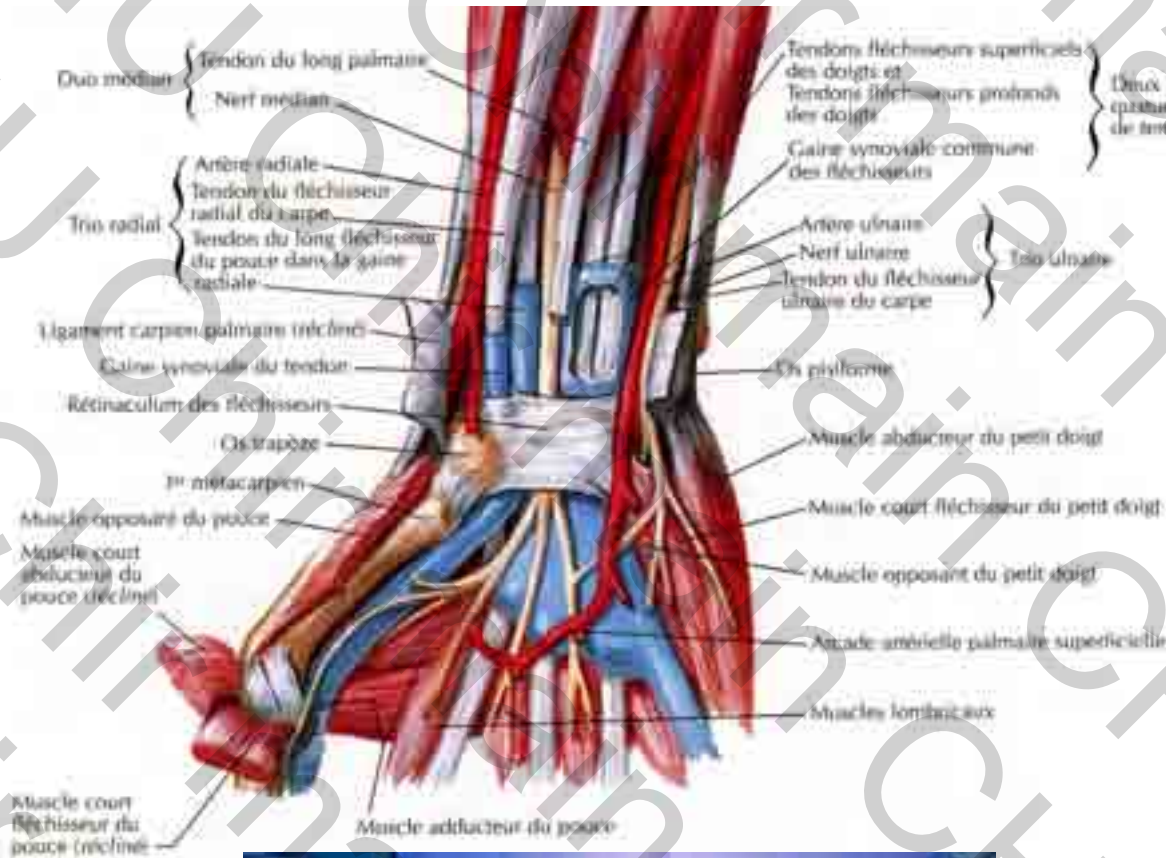
Z3 : paume de la main, pronostic voisin de la zone 2



Z4 : canal carpien, plaies complexes fréquentes  
(tendons multiples, vaisseaux, nerfs)



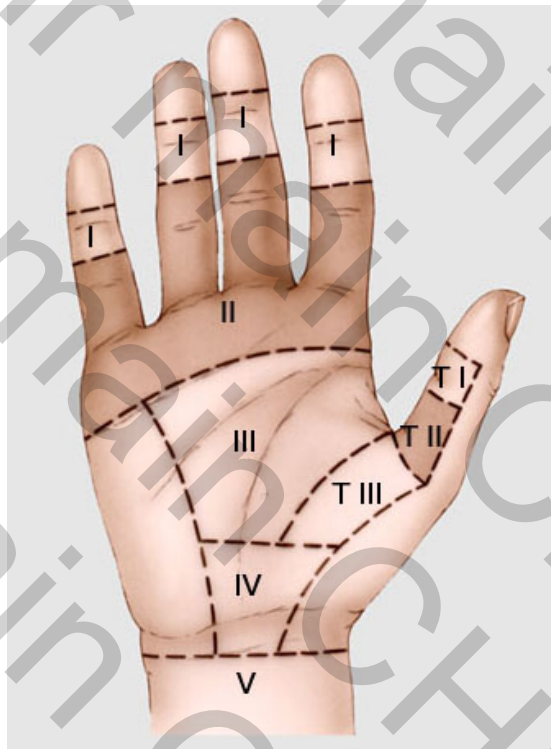
# Z5 : avant-bras, plaies complexes fréquentes (tendons multiples, vaisseaux, nerfs)





# Les zones pour le pouce

- Zone T1: insertion du LFP
- Zone T2: canal digital
- Zone T3: éminence thénar
- Zone 4: canal carpien
- Zone 5: avant-bras

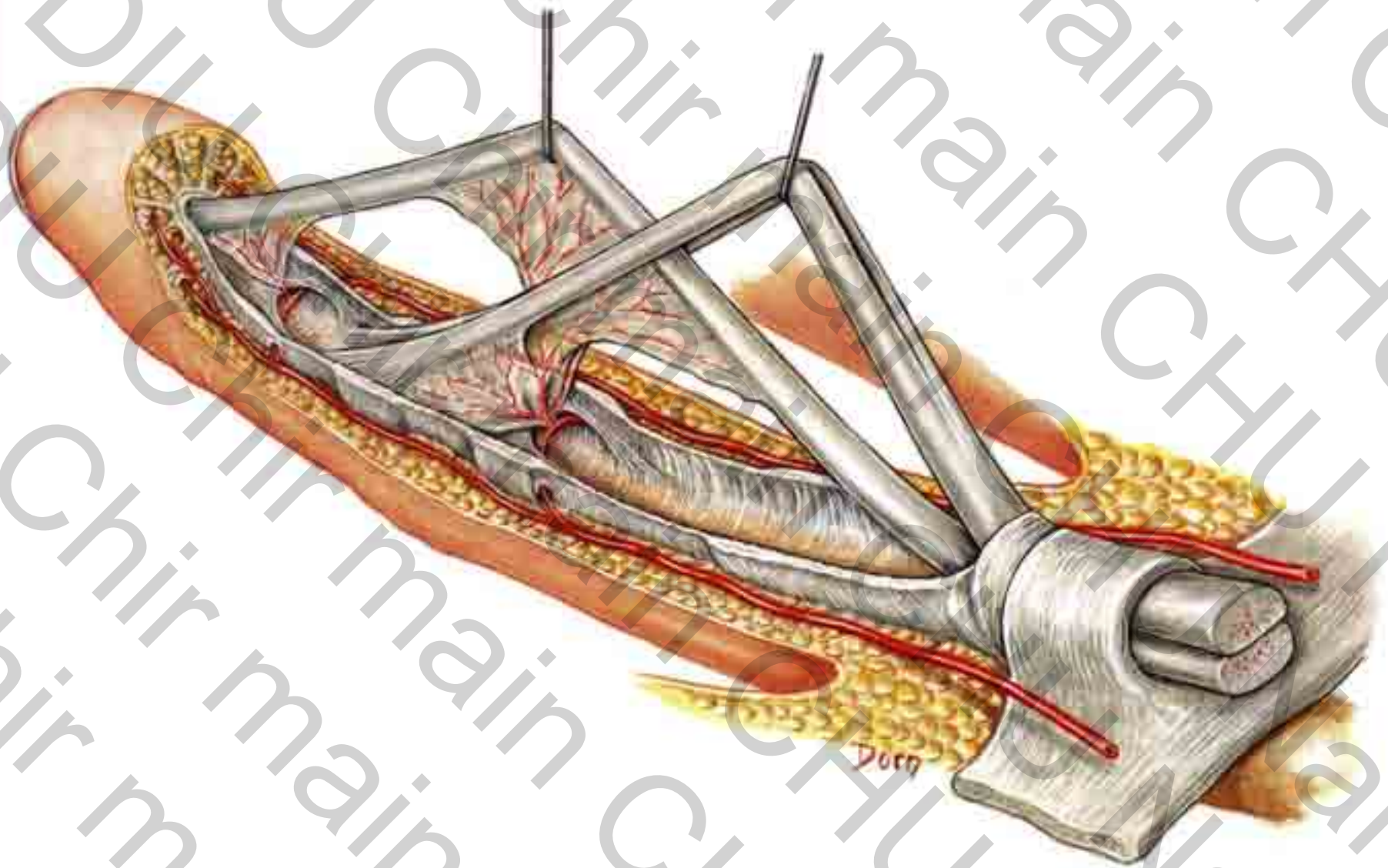


# La nutrition de l'appareil fléchisseur

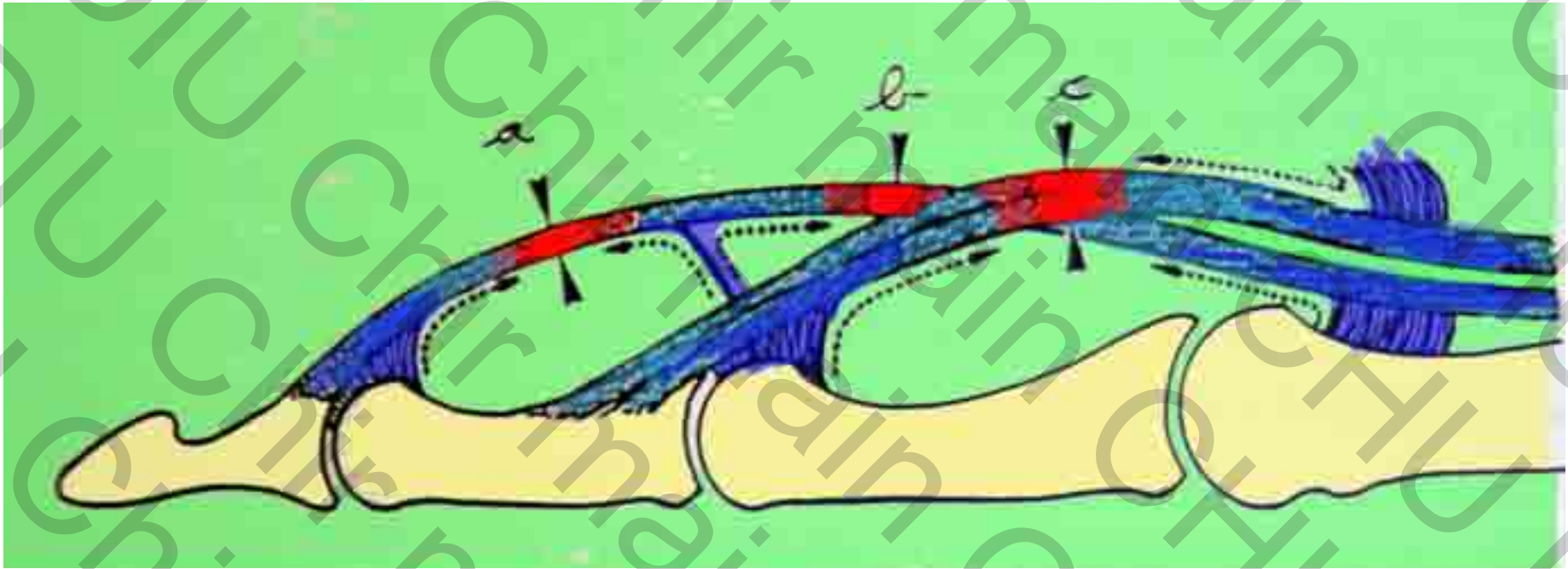
## 1) La vascularisation tendineuse

- Jonction musculo-tendineuse, insertion osseuse, paratendon (tissu conjonctif lâche)
- Zone 1 et 2: apport segmentaire dorsal et discontinu par les vincula





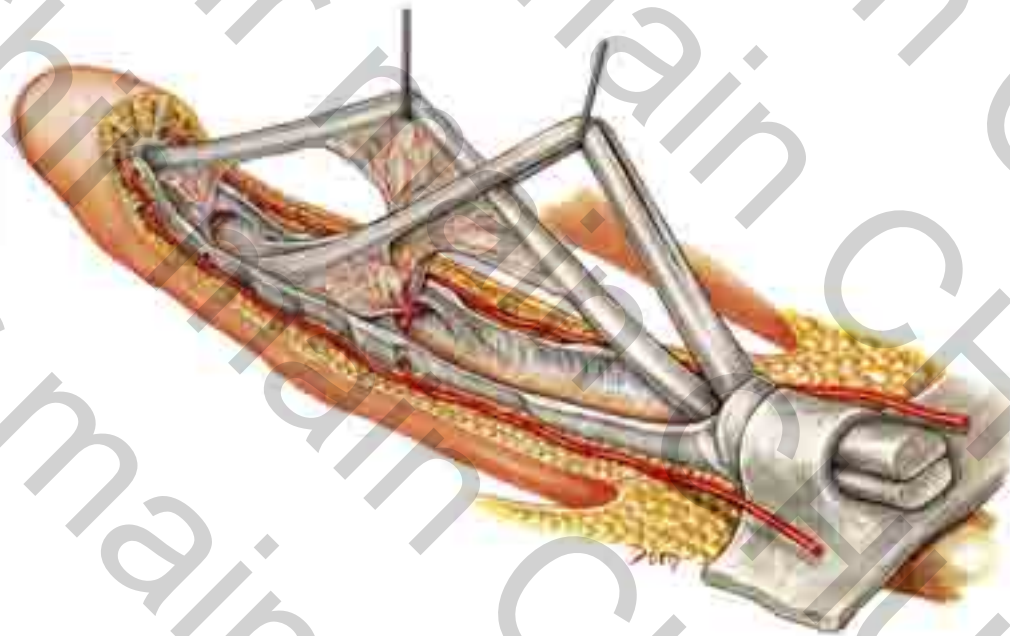
- 2 vincula par fléchisseur: un court et un long
- **Vinculum long du FCP en continuité avec le vinculum court du FCS**



- Variations longitudinales
  - Fléchisseur profond : deux zones pauvrement vascularisées (a-b) en amont et en aval du vinculum long
  - Fléchisseur superficiel : une zone pauvrement vascularisée (c) en amont du chiasma
- Variations transversales avec des zones vascularisées dorsales et avasculaires palmaires (zone de pression)

- **Préservation de la vascularisation tendineuse**

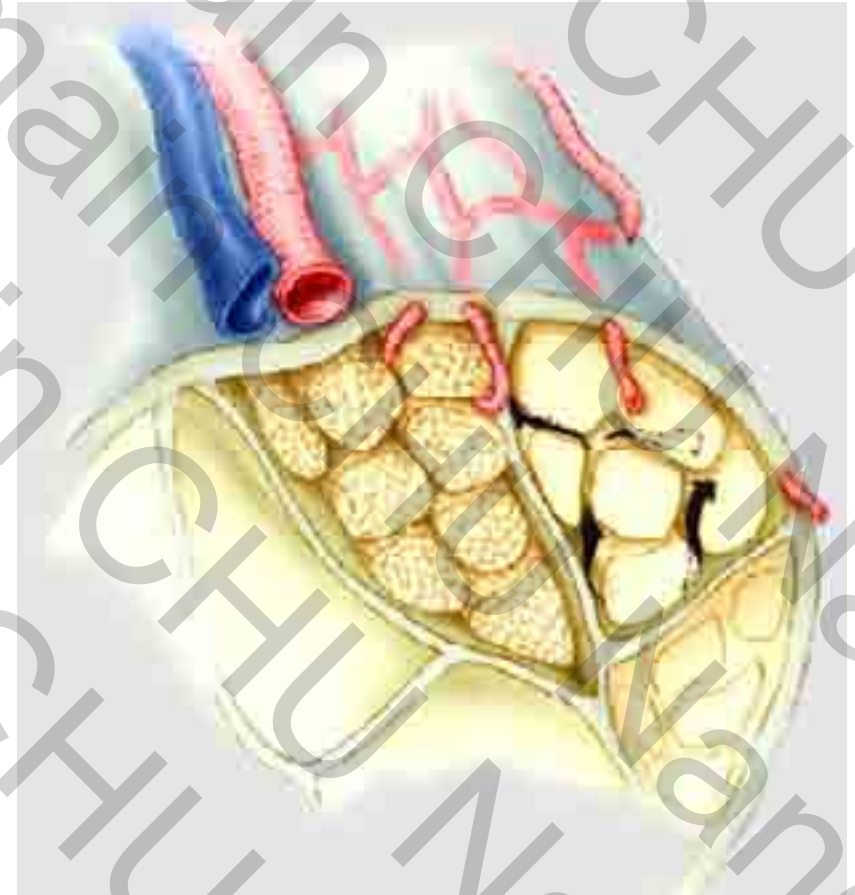
- Extraction atraumatique des tendons
- Respect des anastomoses rétro-tendineuses
- Réparation des artères collatérales
- Réparation du fléchisseur superficiel ?



# La nutrition de l'appareil fléchisseur

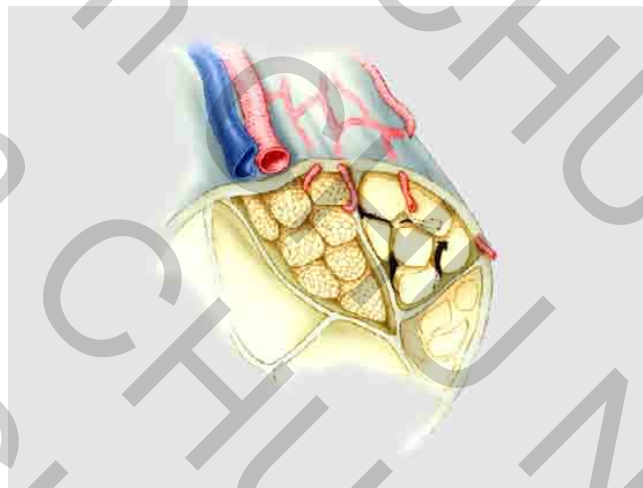
## 2) La diffusion synoviale

- La pompe de Weber (1985)
  - nutrition par imbibition palmaire
  - canal digital vers les ténocytes
  - élimination par le système vasculaire dorsal



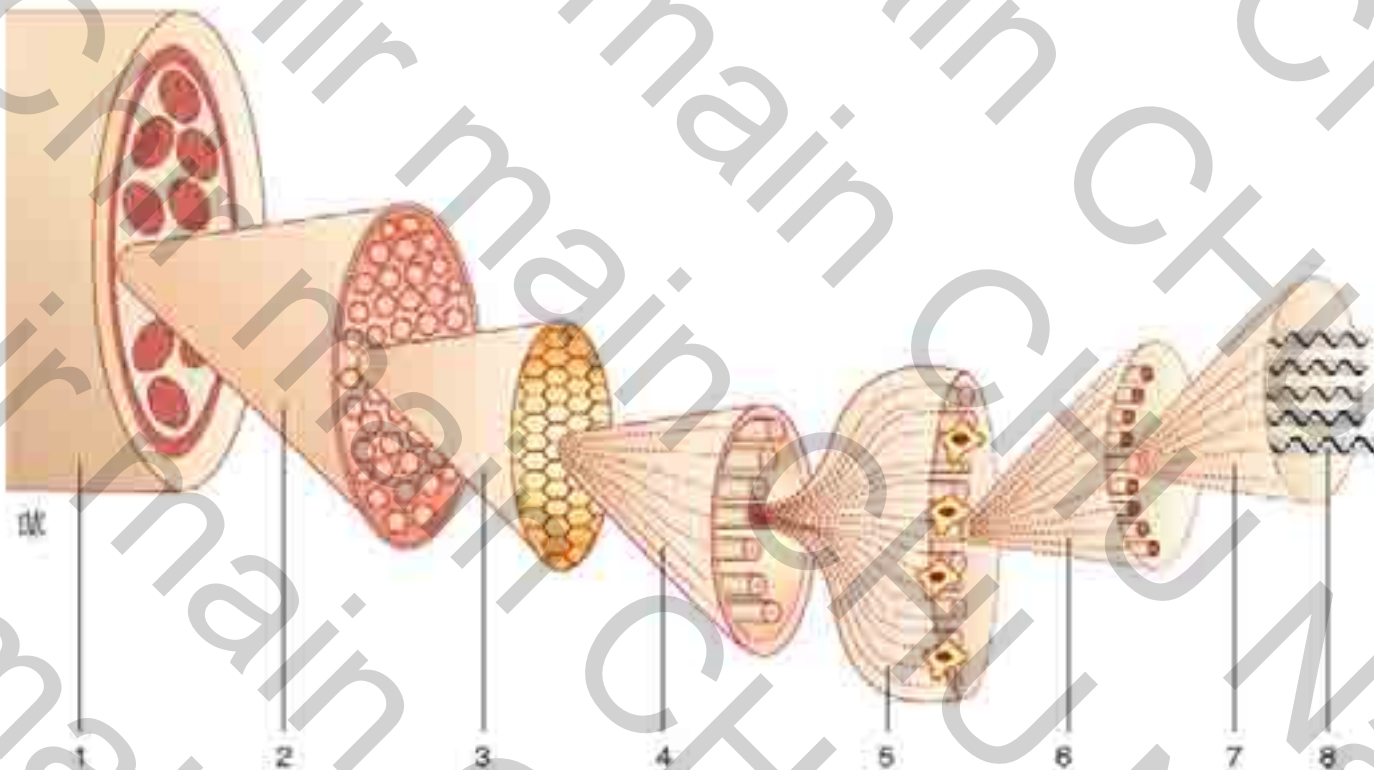
- **Préservation de la diffusion synoviale**

- Positionnement des points de suture
  - en palmaire pour respecter la vascularisation ?
  - en dorsal pour respecter la diffusion synoviale ?
- Fermeture gaine synoviale = établissement du flux synovial (?, car avantage théorique)
- **Mobilisation précoce post-opératoire +++**



# La structure tendineuse

- Fibres de collagène de type I (30%) = structure de base du tendon (70% du poids sec)
- Élastine (2%)
- Ténocytes (qui synthétisent le collagène)
- Matrice extra-cellulaire : protéoglycanes + mucopolysaccharides (hydrophiles) + eau (55% du poids du tendon)



1. épitendon

5. fibre de collagène, union de fibrilles, de fibres d'élastine et de ténocytes au sein d'une matrice extra-cellulaire

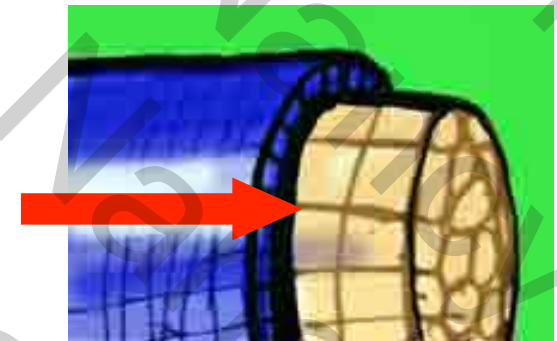
7. microfibrille de collagène formée par 5 molécules de collagène de type I  
(EMC, 2008)



# La cicatrisation de l'appareil fléchisseur

## **1) Phase inflammatoire (1<sup>ère</sup> semaine)**

- Migration de cellules inflammatoires : globules rouges, neutrophiles, monocytes, macrophages, fibroblastes, plaquettes ...
- Nettoyage de la plaie (hématome...) par phagocytose des débris cellulaires
- Concentration de facteurs de croissance (fibroblast growth factors, FGF) et de facteurs chimiotactiques (fibronectine)
- Prolifération de cellules épitendineuses (épiténocytes) migrant en direction de la section pour rétablir la surface de glissement. Les cellules endotendineuses restent au repos
- **Solidité de la réparation = suture**



## 2) Phase de prolifération cellulaire, de réparation active

(jusqu'au 28<sup>ème</sup> jour)

- Néovascularisation des extrémités tendineuses
- Prolifération fibroblastique
- Synthèse matricielle
- Synthèse de fibres collagènes non orientées (collagène de type III)
- Sur lesquelles se déposent des ténocytes
- **Augmentation progressive de la résistance de la cicatrisation tendineuse**



### 3) Phase de remodelage (débute 4 à 8 semaines après le traumatisme)

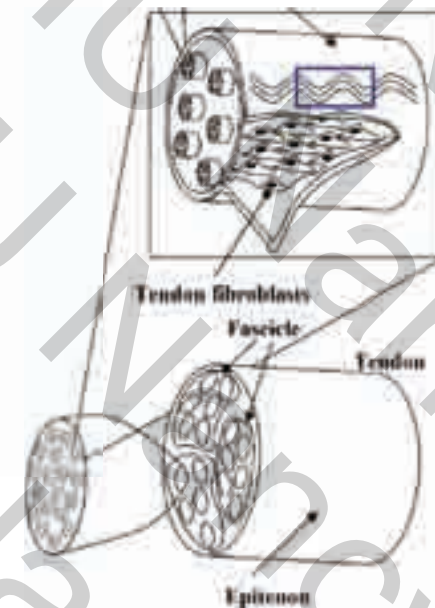
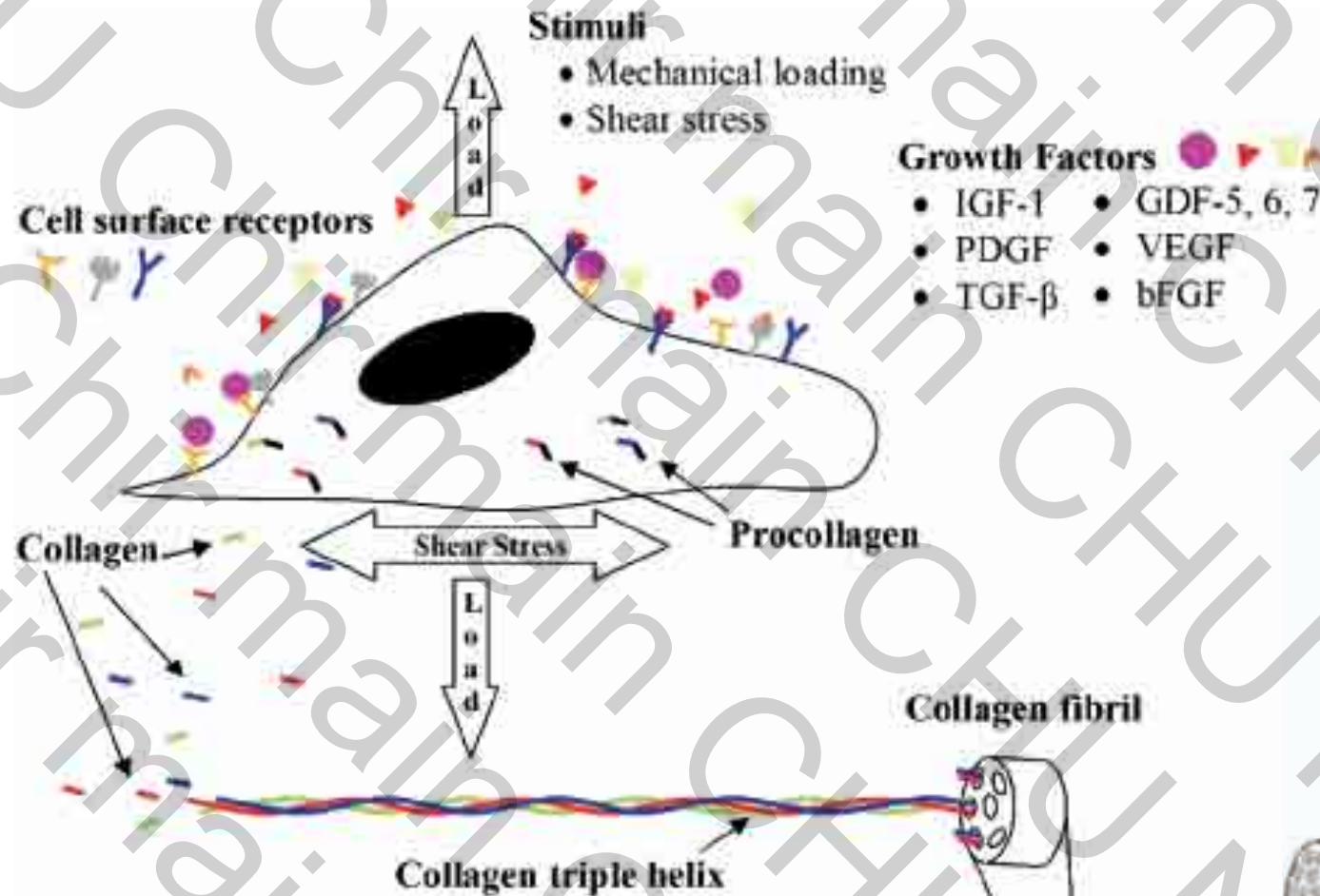
- Diminution de la prolifération cellulaire, de la synthèse matricielle et de collagène de **type III**
- Augmentation de la synthèse de collagène de **type I** (fibres orientées longitudinalement), liée aux contraintes tendineuses
- **Augmentation de la solidité de la suture jusqu'au 4<sup>ème</sup> mois**



# Tendon: Biology, Biomechanics, Repair, Growth Factors, and Evolving Treatment Options

*J Hand Surg 2008;33A:102–112*

Les facteurs de croissance libérés par les ténocytes sous l'effet de différentes stimulations (tension, cisaillement) agissent sur l'expression de gènes et la synthèse de protéines. Le collagène est synthétisé par les ténocytes



**TABLE 1: Events During Tendon Repair\***

Repair Phase	Activity	Growth Factor
Inflammatory	Stimulates recruitment of fibroblasts and inflammatory cells to the injury site	IGF-1 <sup>80-82</sup>
	Regulation of cell migration	TGF- $\beta$ <sup>42,83-86</sup>
	Expression and attraction of other growth factors (eg, IGF-1)	PDGF <sup>56,87,88</sup>
	Angiogenesis	VEGF, bFGF <sup>61-63,89-92</sup>
Proliferative	Cell proliferation (DNA synthesis)	IGF-1 and PDGF, TGF- $\beta$ , bFGF, GDF-5, -6, and -7 <sup>68-70,72,74</sup>
	Stimulates synthesis of collagen and ECM components	IGF-1 and PDGF, bFGF
	Stimulates cell-matrix interactions	TGF- $\beta$ , bFGF
	Collagen type III synthesis	TGF- $\beta$ , GDF-5, -6, and -7
Remodeling	ECM remodeling	IGF-1
	Termination of cell proliferation	TGF- $\beta$
	Collagen type I synthesis	TGF- $\beta$ , GDF-5, -6, and -7

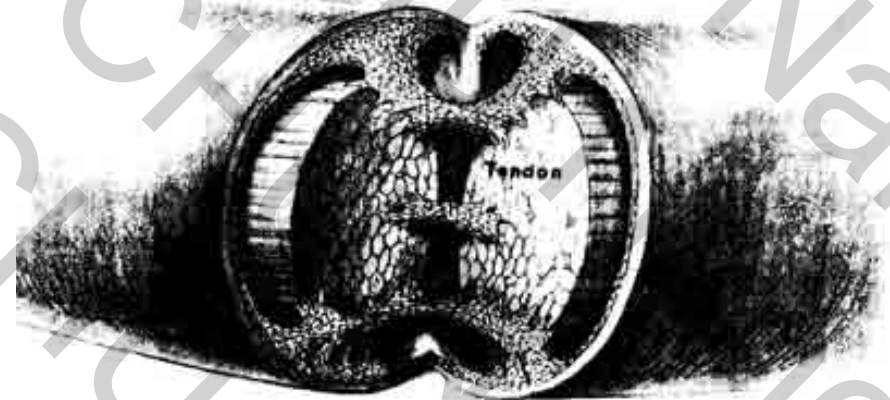
**TABLE 2: Genes Involved With Tendon Development and Repair**

Gene	Function in Development, Repair, and Tissue Regeneration
Scleraxis <sup>72,93-97</sup>	Transcription factor specifically detected in tendon cell precursor populations and selectively expressed in later stages
Tenomodulin <sup>96,98</sup>	Regulators of cell proliferation, differentiation, and collagen fibril maturation
Tenascin <sup>99</sup>	ECM protein evident during embryonic and tendon development
Collagen III <sup>41,100,101</sup>	Early ECM collagen
Collagen I <sup>1,14,102,103</sup>	Mature and highly organized collagen fibrils
Decorin and aggrecan <sup>84,104</sup>	Proteoglycan interactions modulating collagen fibril orientation and alignment
Smad8 <sup>105</sup>	Tenocyte differentiation, phenotype modulation, and intracellular signaling

# La cicatrisation extrinsèque

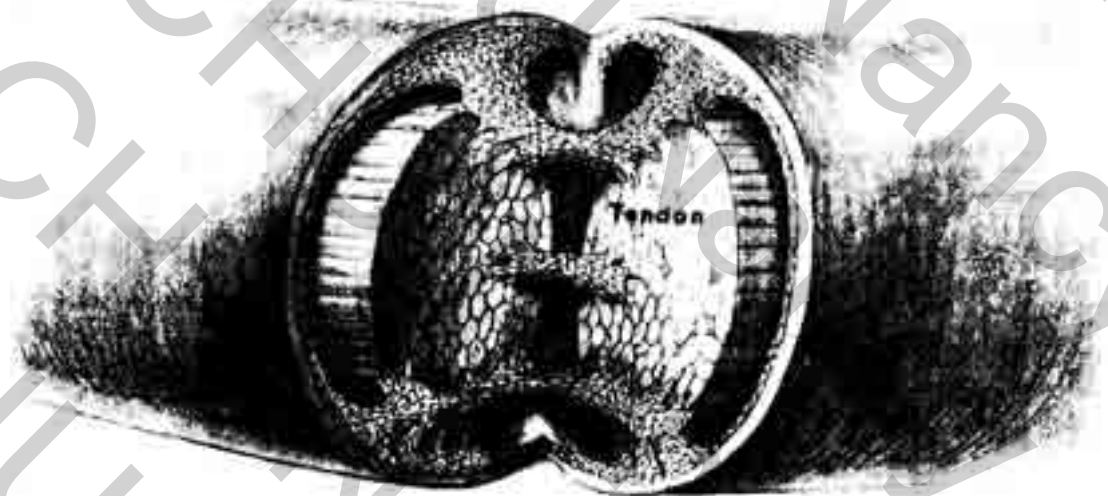
*Lindsay (1960), Potenza (1962), Peacock (1965)*

- Réponse fibroblastique des tissus de voisinage à l'agression
- Colonisation fibroblastique à partir des tissus de voisinage (« *comme un lierre* »)
- D'où **adhérences** entre le tendon lésé et les tissus de voisinage



# La cicatrisation extrinsèque doit donc être minimisée le plus possible

- Les facteurs favorisant la cicatrisation extrinsèque
  - Importance du traumatisme lésionnel (on ne peut pas agir sur ce facteur)
  - Traumatisme chirurgical
  - Immobilisation post-opératoire



# La cicatrisation extrinsèque

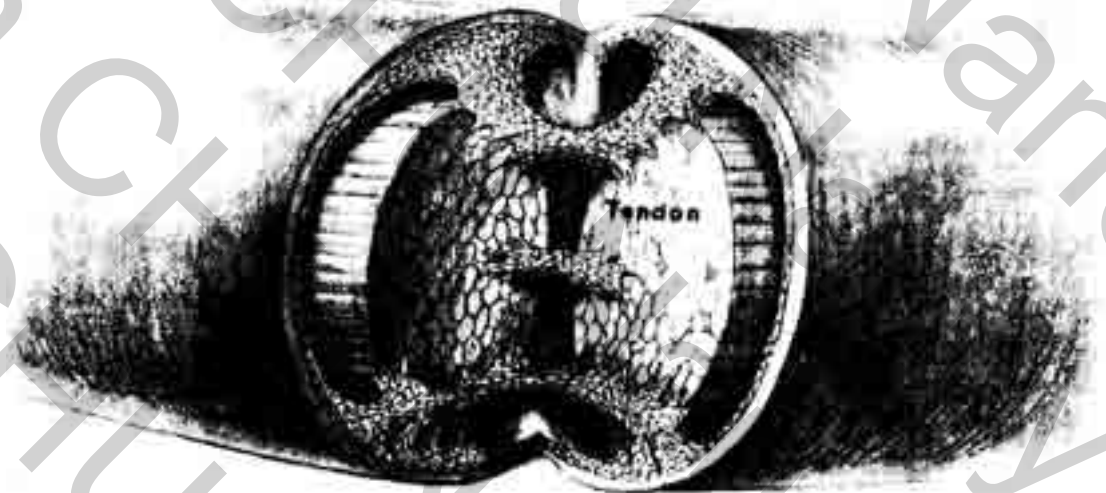
- Les facteurs limitant les adhérences
  - **Chirurgie atraumatique** (pinces sans griffe, surjet épitendineux, suture gaine synoviale...)
  - **Mobilisation précoce** +++
  - Substances visant à limiter les adhérences et améliorer la surface de glissement (Avenir ???)
    - Gel de protéoglycane résorbable (ADCON TN®) : *résultats contradictoires*
    - Acide hyaluronique: *études positives in vitro et in vivo chez l'animal (Yagi, JHS, 2010)*



# La cicatrisation intrinsèque

*Matthews et Richards (1974), Lundborg (1980),  
Mass (1991), Gelbermann (1991)*

- Cicatrisation directe du tendon par prolifération cellulaire et synthèse de collagène
- **Absence d'adhérences** péri-tendineuses
- Restauration de la surface de glissement tendineuse



- Facteurs favorisant la cicatrisation intrinsèque

- **Technique chirurgicale atraumatique** : suture tendineuse évitant la formation d'un "gap"

- **Mobilisation précoce** +++

- Facteurs chimiques exogènes (*JHS 2010, Amadio*) =

- Facteurs de croissance : ???
- Concentrés plaquettaires : PRP ???
- Cellules souches ???
- Thérapie génique ???

- Futur de la réparation des fléchisseurs

- Traitement chimique de la surface tendineuse : limiter les adhérences, augmenter le glissement

- Facteurs de croissance pour stimuler la cicatrisation intrinsèque: prolifération fibroblastique, synthèse de collagène, solidité de la réparation, mobilisation active

# La cicatrisation de l'appareil fléchisseur

- S1 à S4 (4 premières semaines): fragilité de la réparation tendineuse (*Strickland : -25% à une semaine, -12,5% à trois semaines, moindre en cas de mobilisation active*) = ***mobilisation précoce protégée ou immobilisation***

*Puis augmentation progressive de la résistance du tendon réparé*

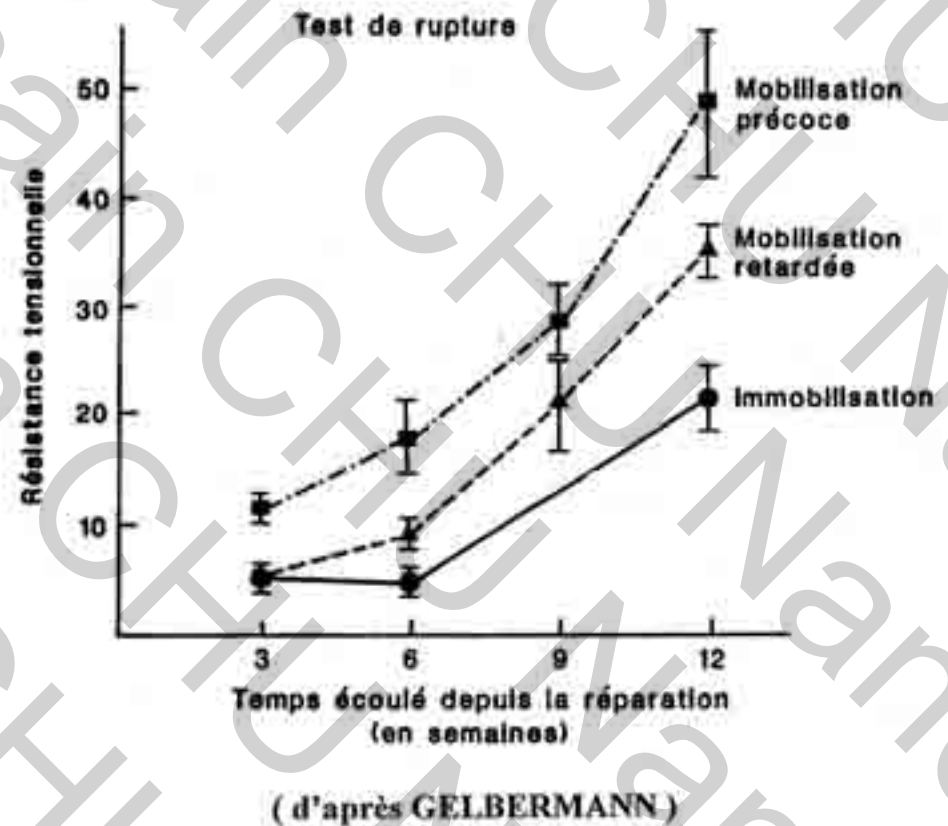
- S5 et S6 : ***mobilisation active sans résistance***
- A partir de la 7<sup>ème</sup> semaine : ***mobilité active contre résistance progressive***

*Risque de rupture tendineuse jusqu'à deux mois après la réparation +++*

# La cicatrisation de l'appareil fléchisseur

## La mobilisation précoce est fondamentale, car

- Améliore la cicatrisation intrinsèque
- Diminue les adhérences péri-tendineuses
- Améliore la qualité de la surface de glissement
- Augmente la résistance de la suture à la traction
- Souplesse articulaire
- Intégration digitale



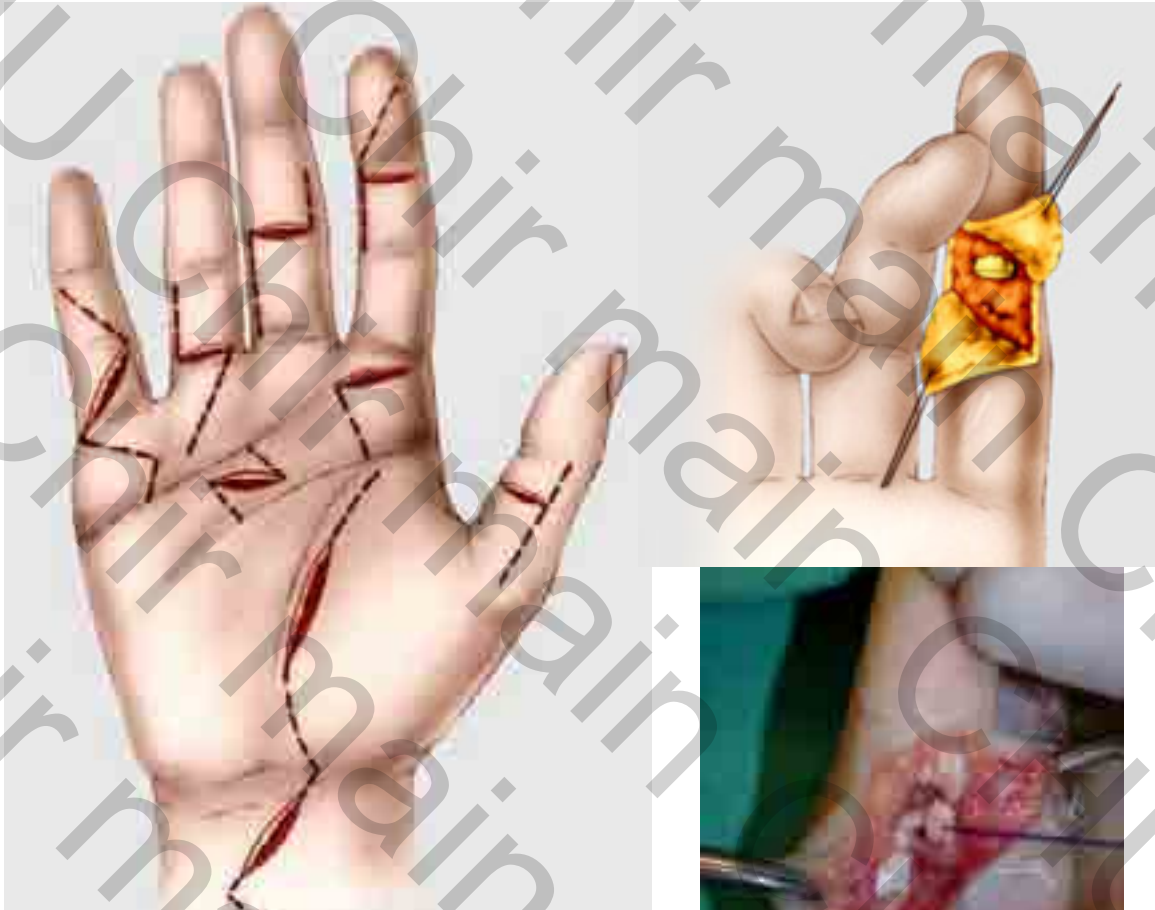
# Réparation primaire des tendons fléchisseurs : principes généraux

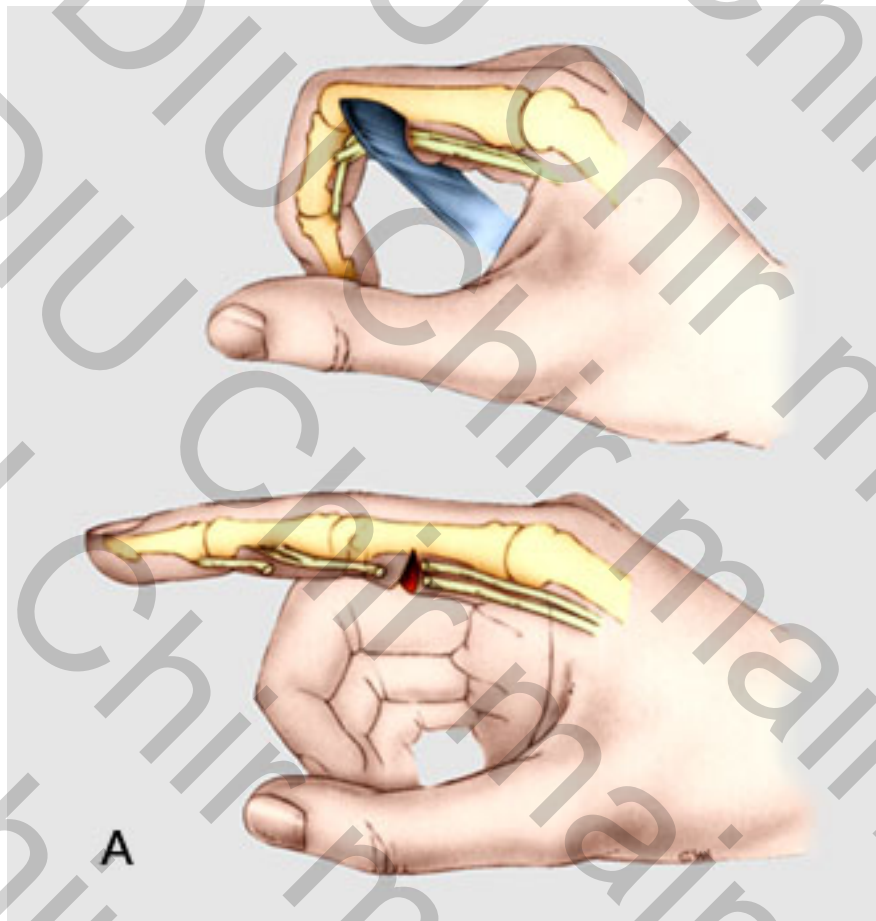
- Réparation en urgence (*Verdan et Michon, 1960*): avec les lésions associées
- Chirurgie difficile
- Chirurgie fine atraumatique
- Moyens grossissants indispensables
- Maîtrise des techniques microchirurgicales (réparation des lésions associées)
- Anesthésie loco-régionale, garrot au bras
- Humidification champ opératoire



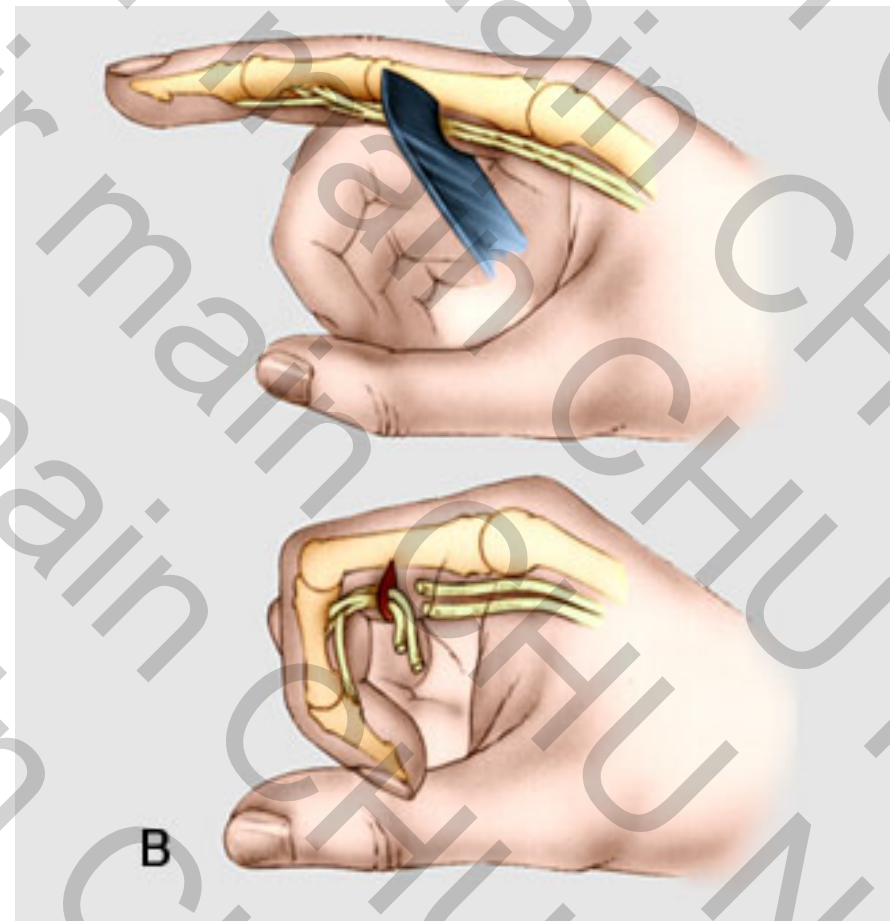
# Les voies d'abord

- Parage, puis incisions de Bruner ou latérodigitales
- Doivent rester minimales





Plaie en flexion digitale =  
moignon distal très court



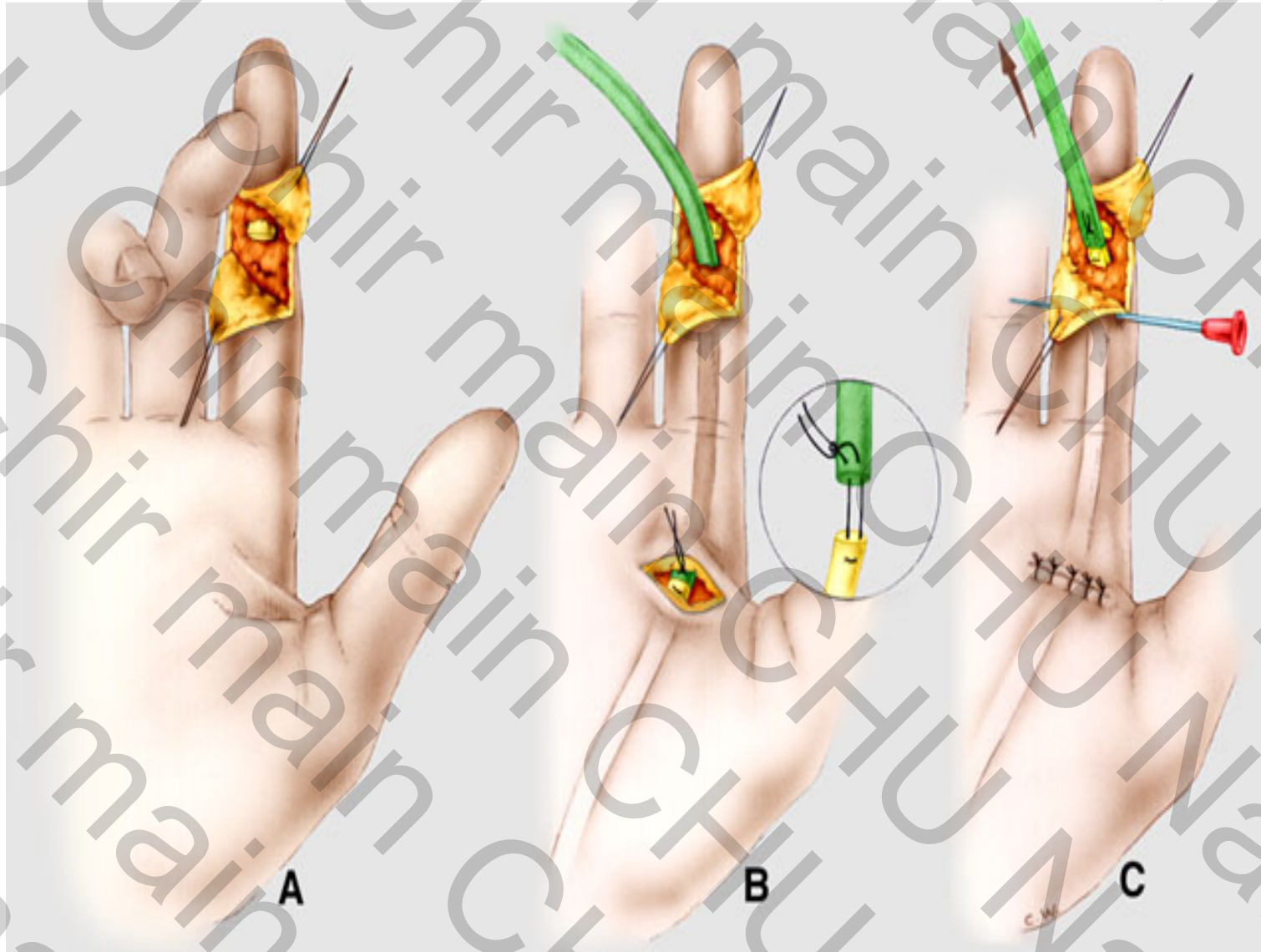
Plaie en extension digitale =  
moignon distal dans la plaie

Récupération  
de l'extrémité distale

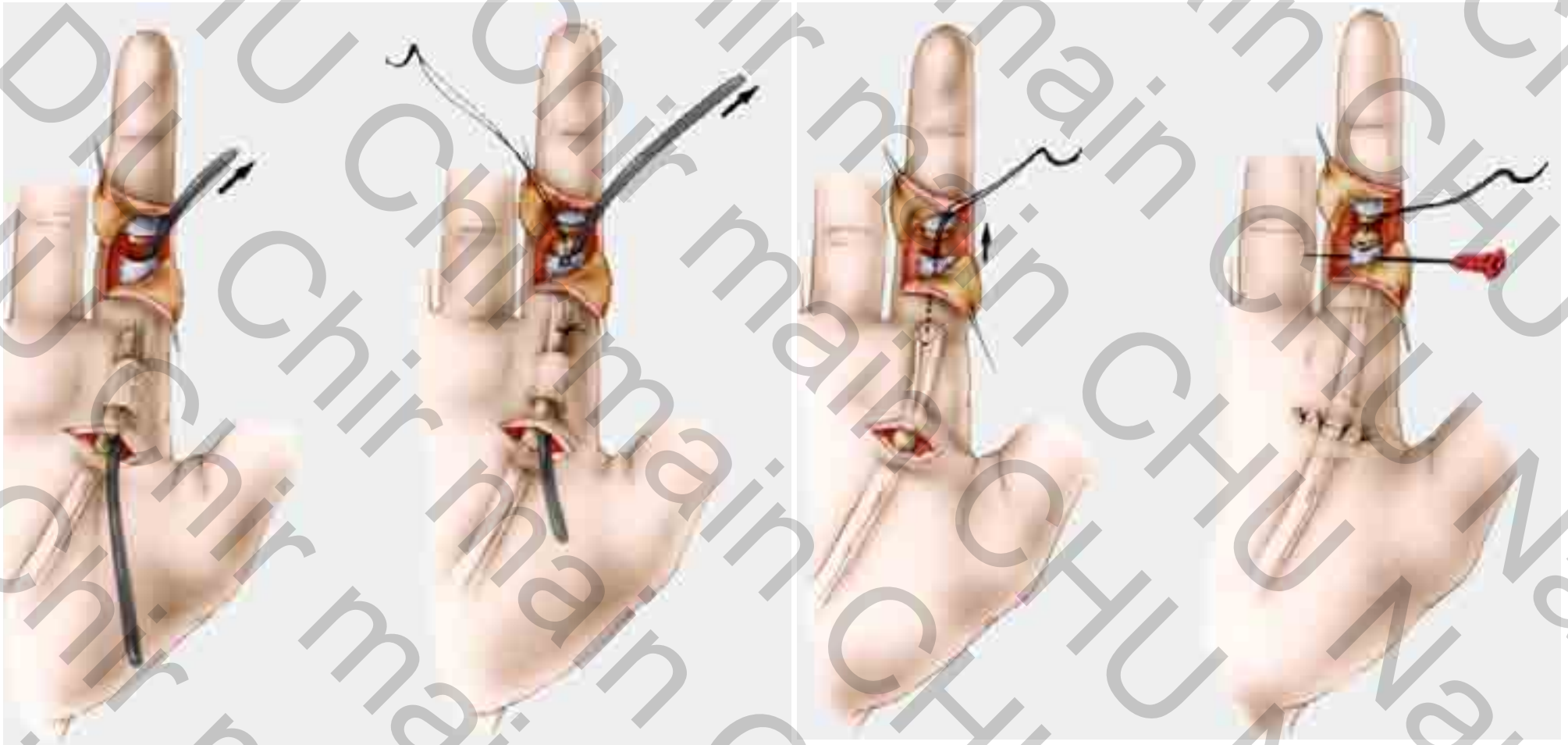


# Récupération de l'extrémité proximale

Tige en silicone et contre-incision proximale



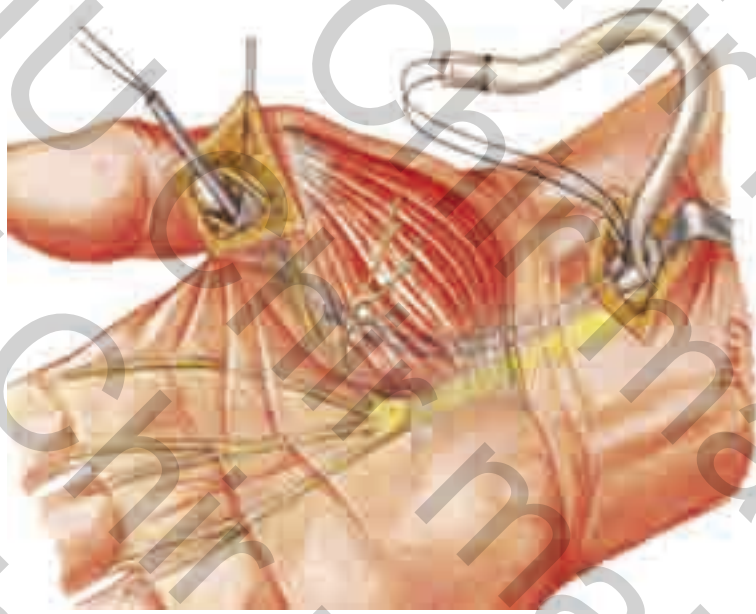




## La technique de Sourmelis et Mac Grouther

Contre-incision proximale d'emblée au pli palmaire distal. Passage d'une tige en silicone de distal par la plaie vers la contre-incision proximale. Suture latéro-latérale tendon sectionné/tige. Traction sur la tige. Le tendon sectionné est amené de manière atraumatique vers la plaie.

Récupération de l'extrémité proximale  
du long fléchisseur du pouce

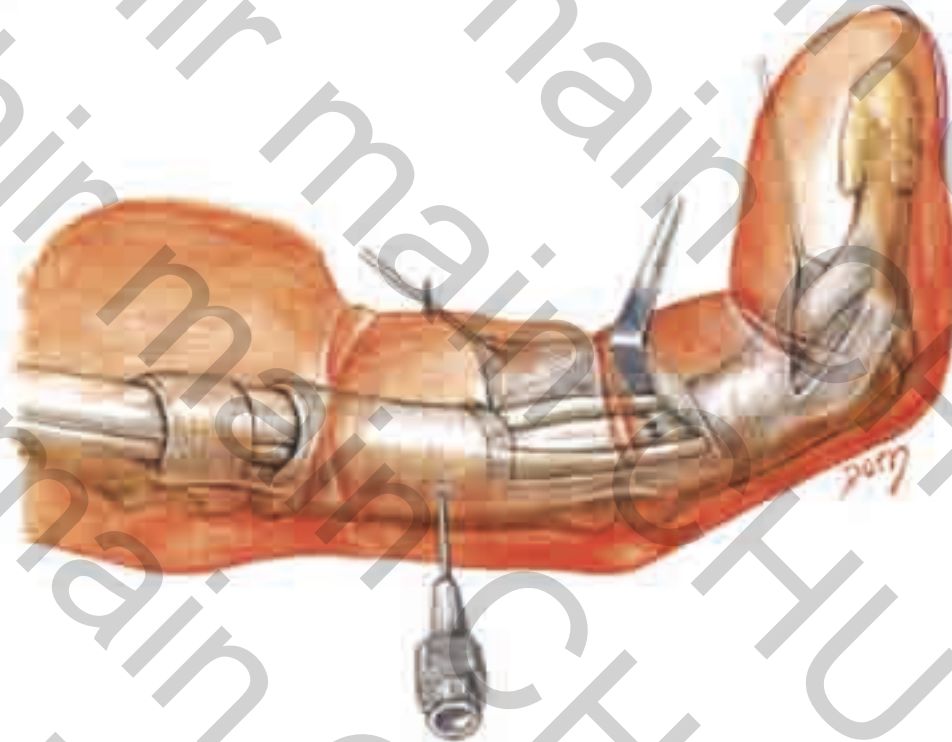
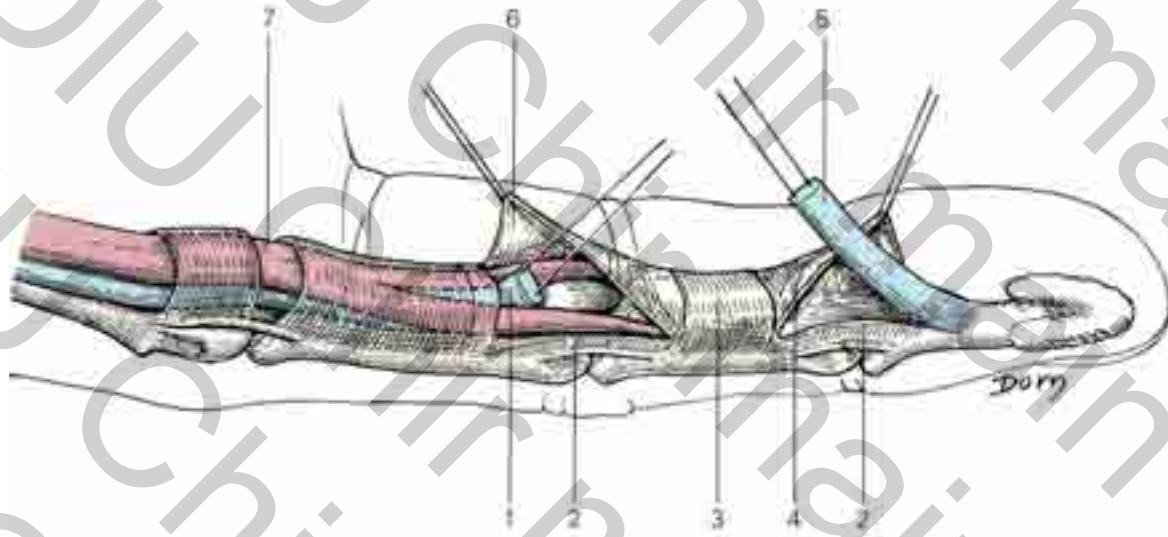


Écarteur pour gaine de tendon et passe-fil  
(TOBY® , Biotech)

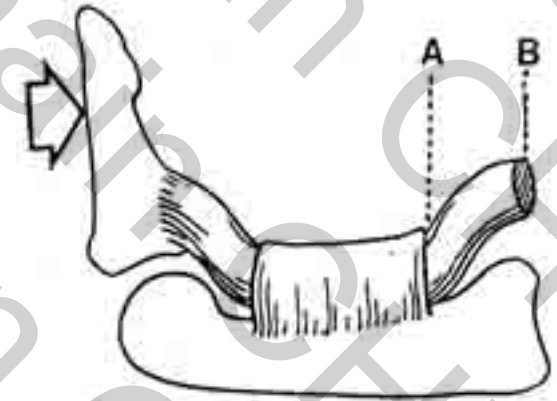
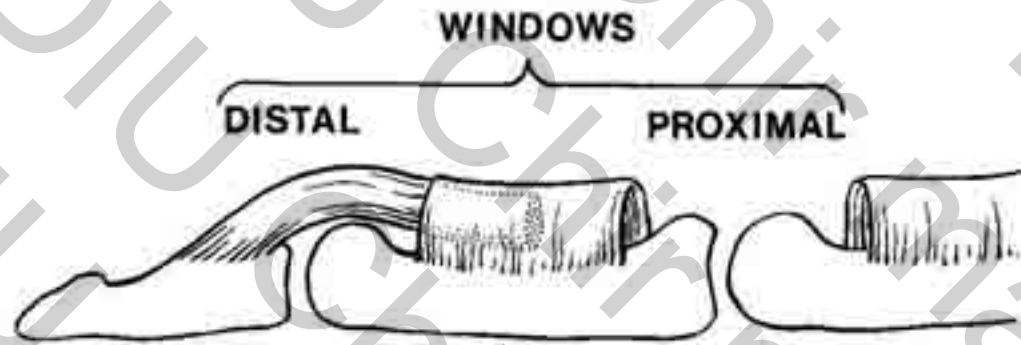




# L'attitude vis-à-vis des poulies = prudence

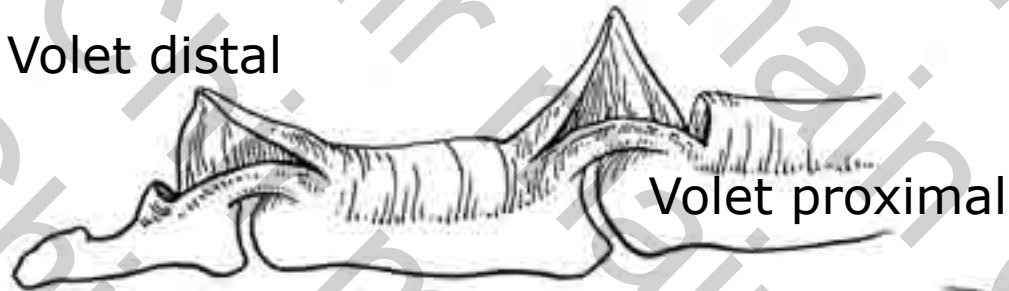


# Schéma de Lister

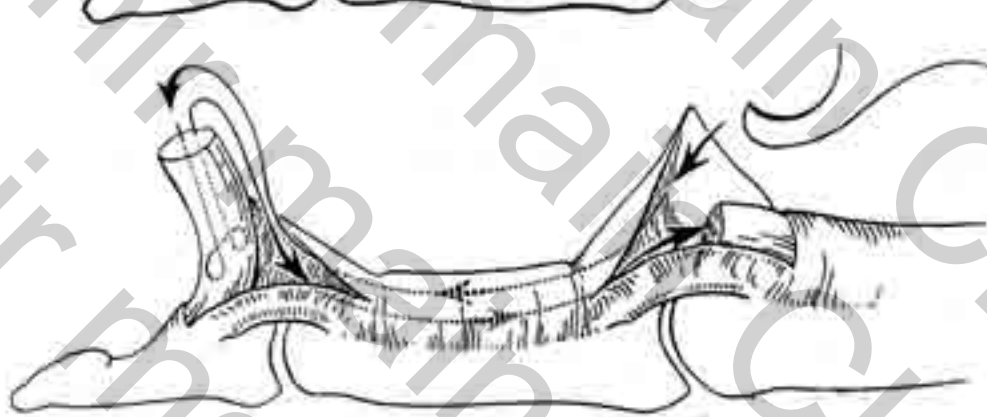


Voilet distal

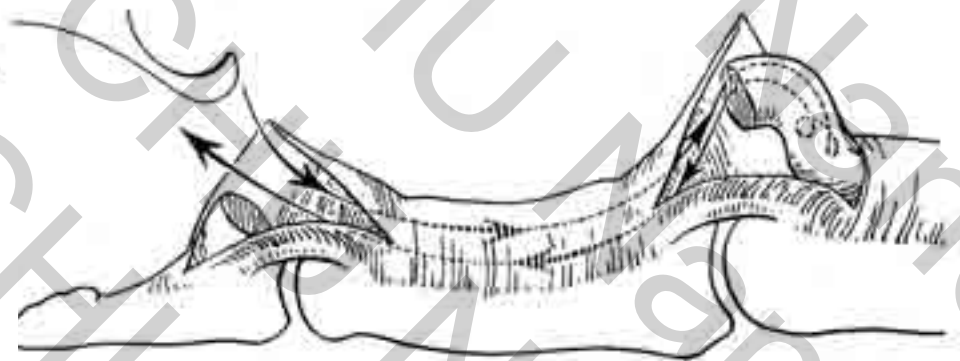
**AB supérieur à 1 cm :**  
un seul voilet proximal



Voilet proximal



**AB de 0,5 à 1 cm**  
double voilet avec suture distale première



**AB inf à 0,5 cm**  
double voilet, suture proximale première

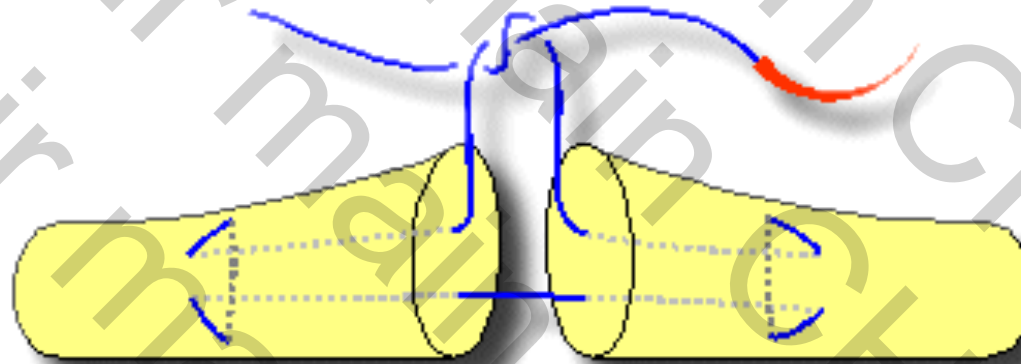
Recoupe tendineuse (réparation secondaire : instrumentation V. Meyer). Suture de part et d'autre de la poulie A2



# Techniques de sutures

- Principes généraux

- **Point "principal" : PDS® 4/0**



- **Surjet périphérique péritendineux : Prolène® 5/0**

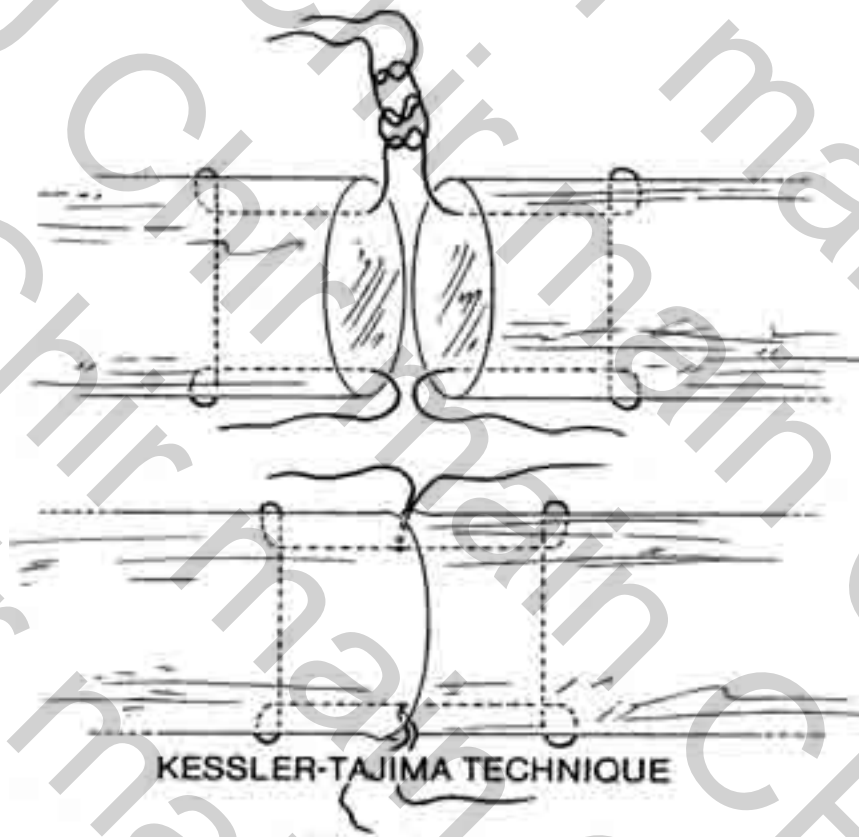


- Rôle anatomique, mécanique et physiologique +++



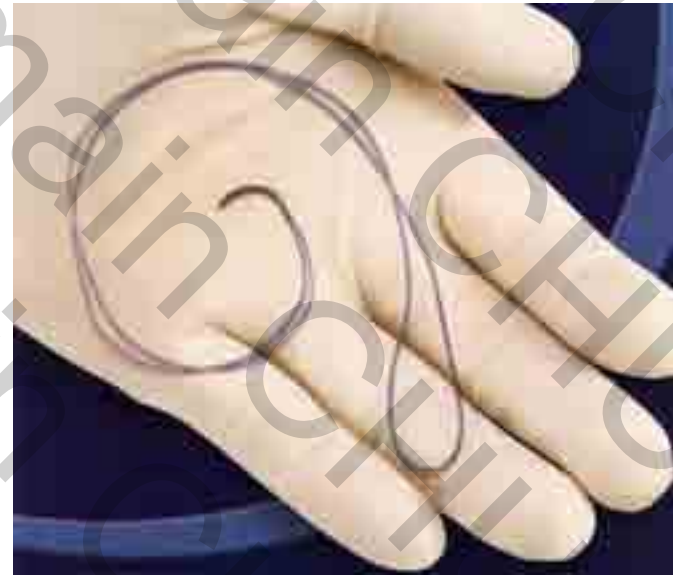
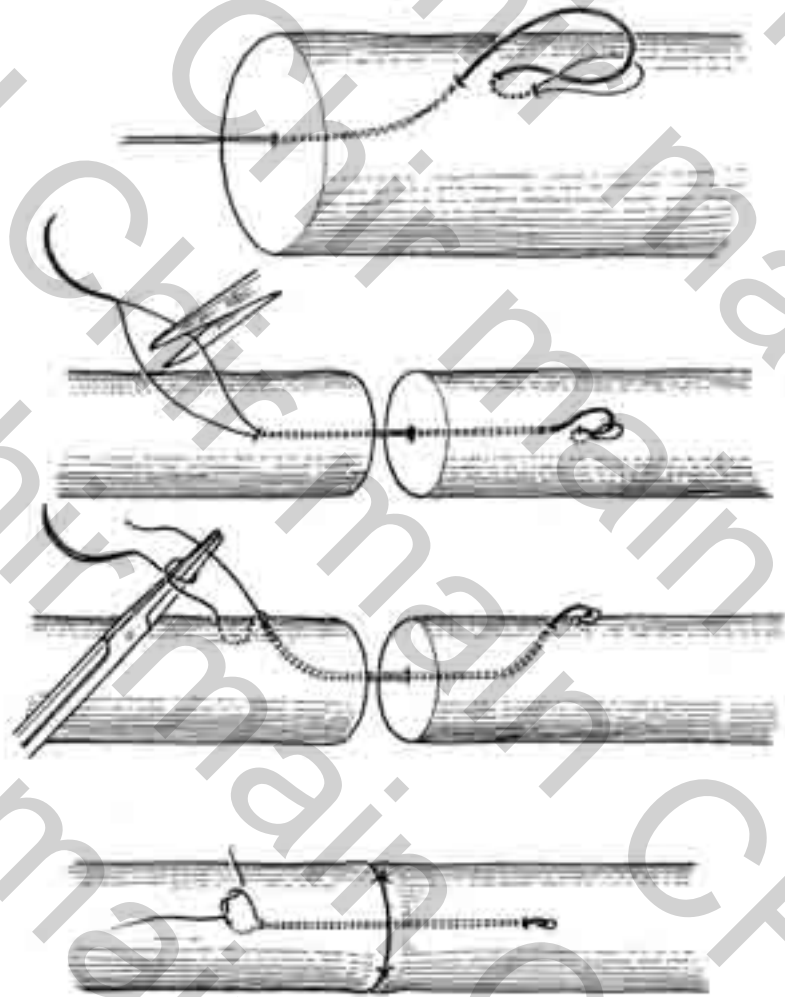
## Suture à deux brins

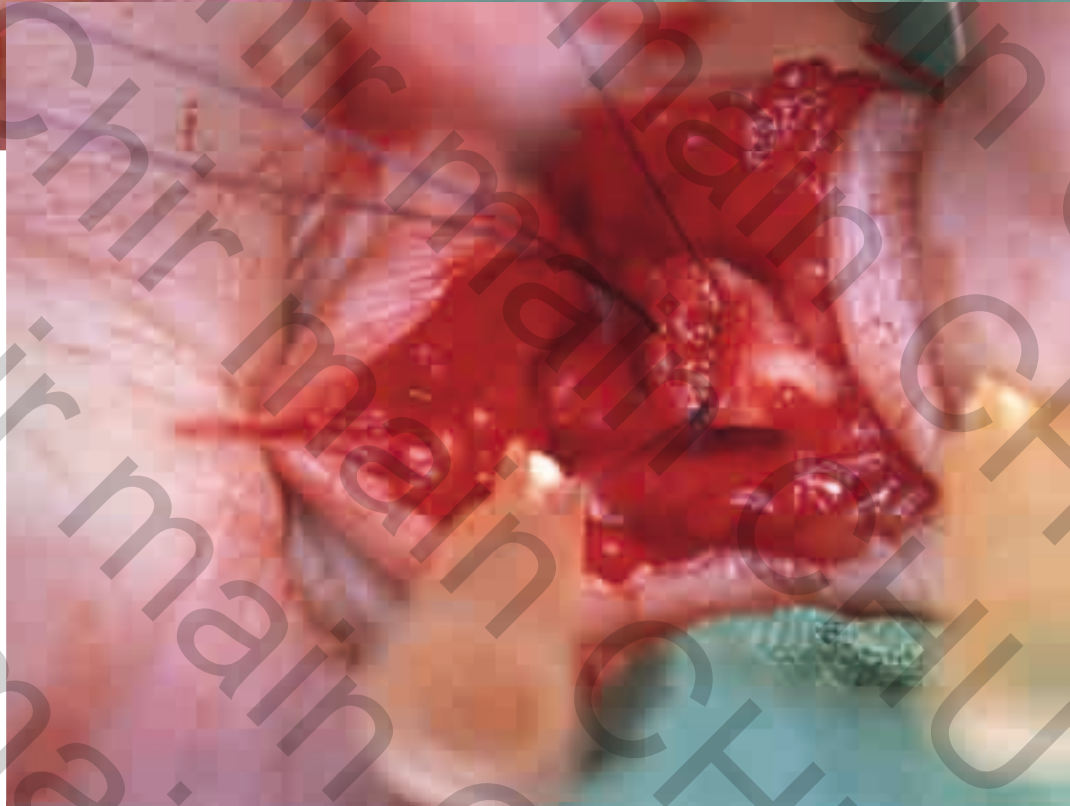
- Le point en cadre: Kessler
- modifié Tajima (deux fils)



# Suture à deux brins

- Le point axial de Tsuge





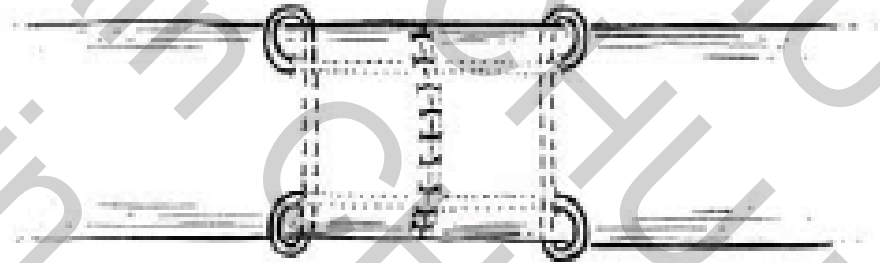
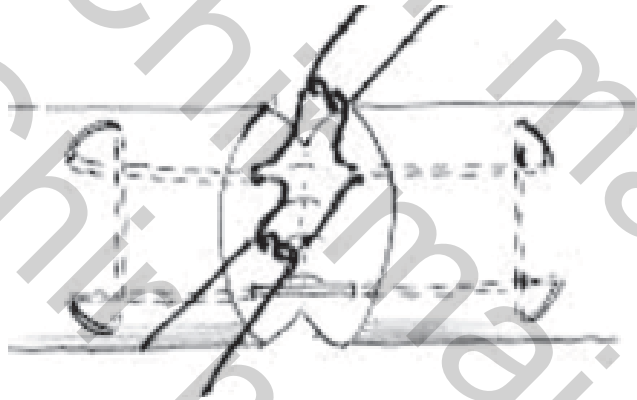
**Le point axial de Tsuge**



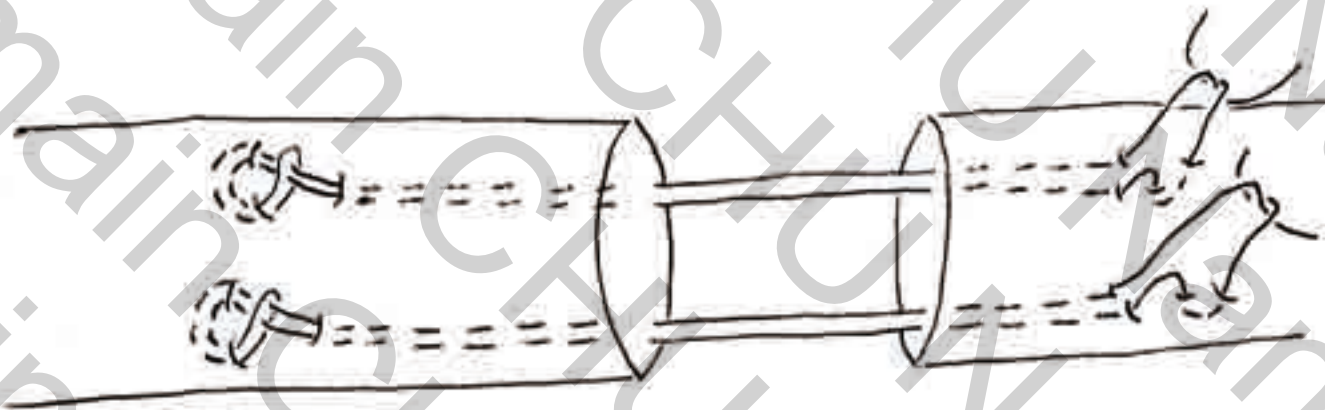
# Sutures multibrins

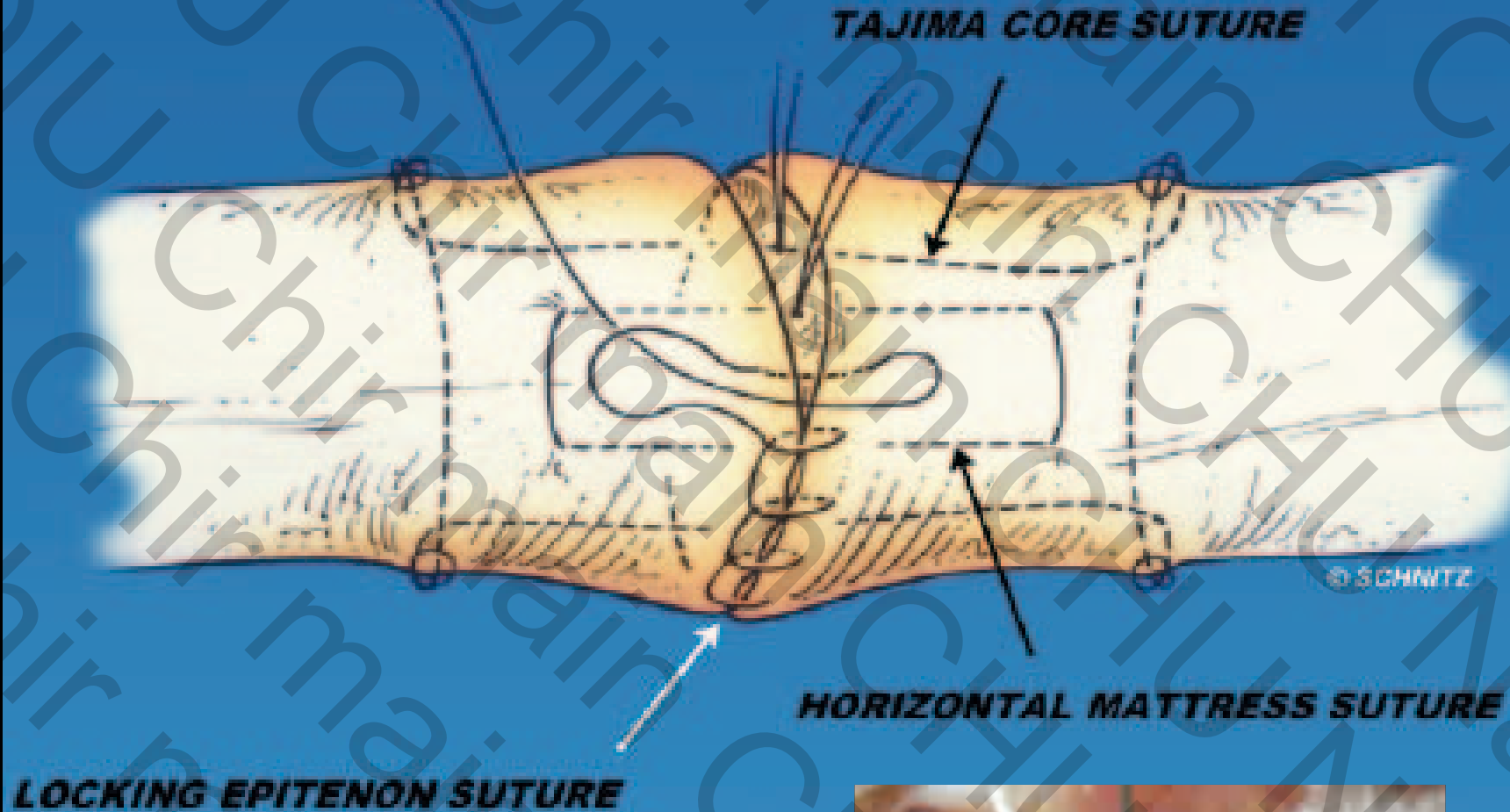
Augmentent la solidité de la suture et limitent l'apparition d'un diastasis

- Suture de Kessler modifié avec fil en boucle 4/0 (fil de Tsuge) (4 brins)



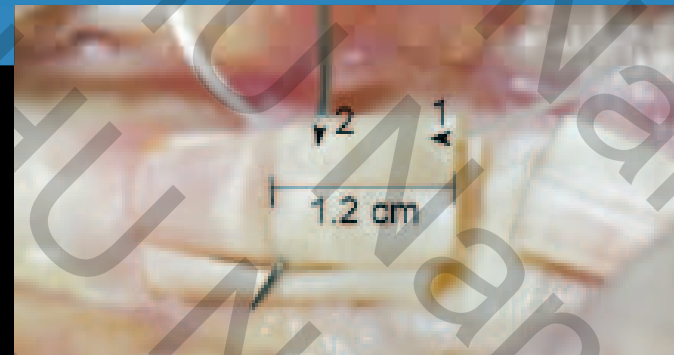
- Suture de Tang (2 Tsuge = 4 brins)





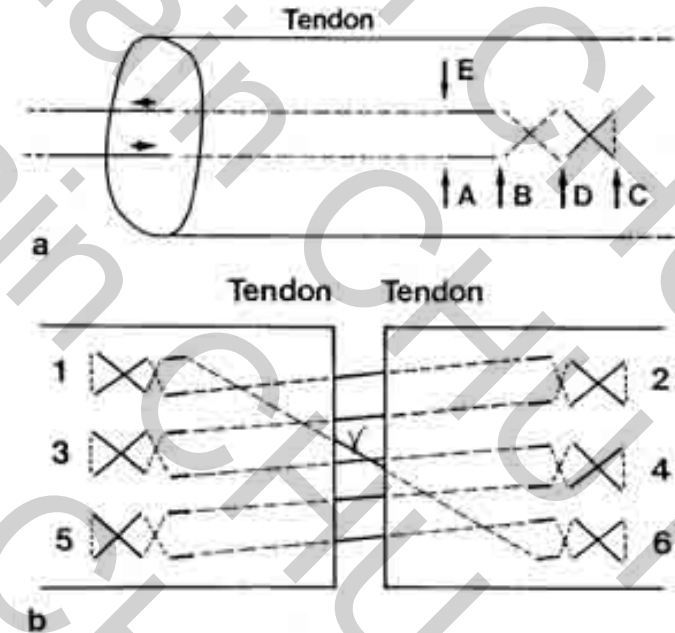
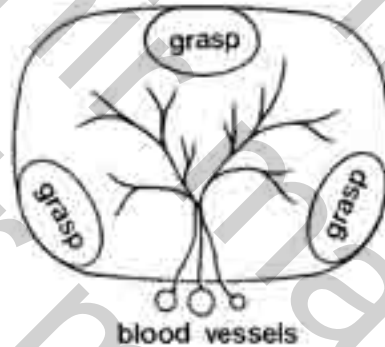
Strickland : Suture à 4 brins

La distance idéale entre la section et la composante transversale de la suture se situe entre 0,7 à 1,2 cm

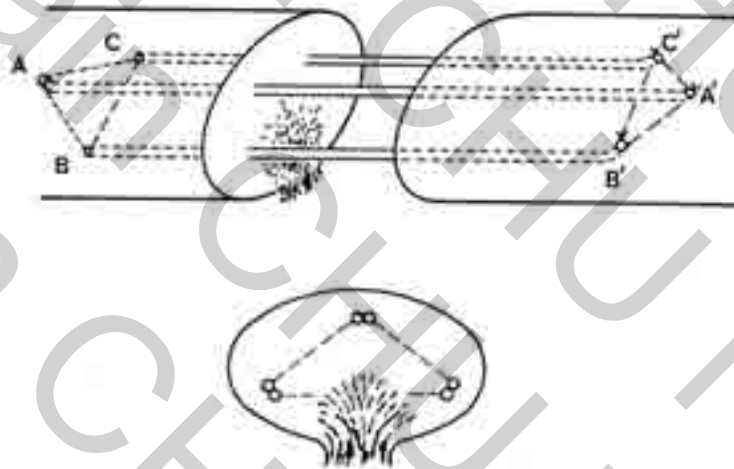


# Suture multibrins

- Suture de Savage (6 brins)

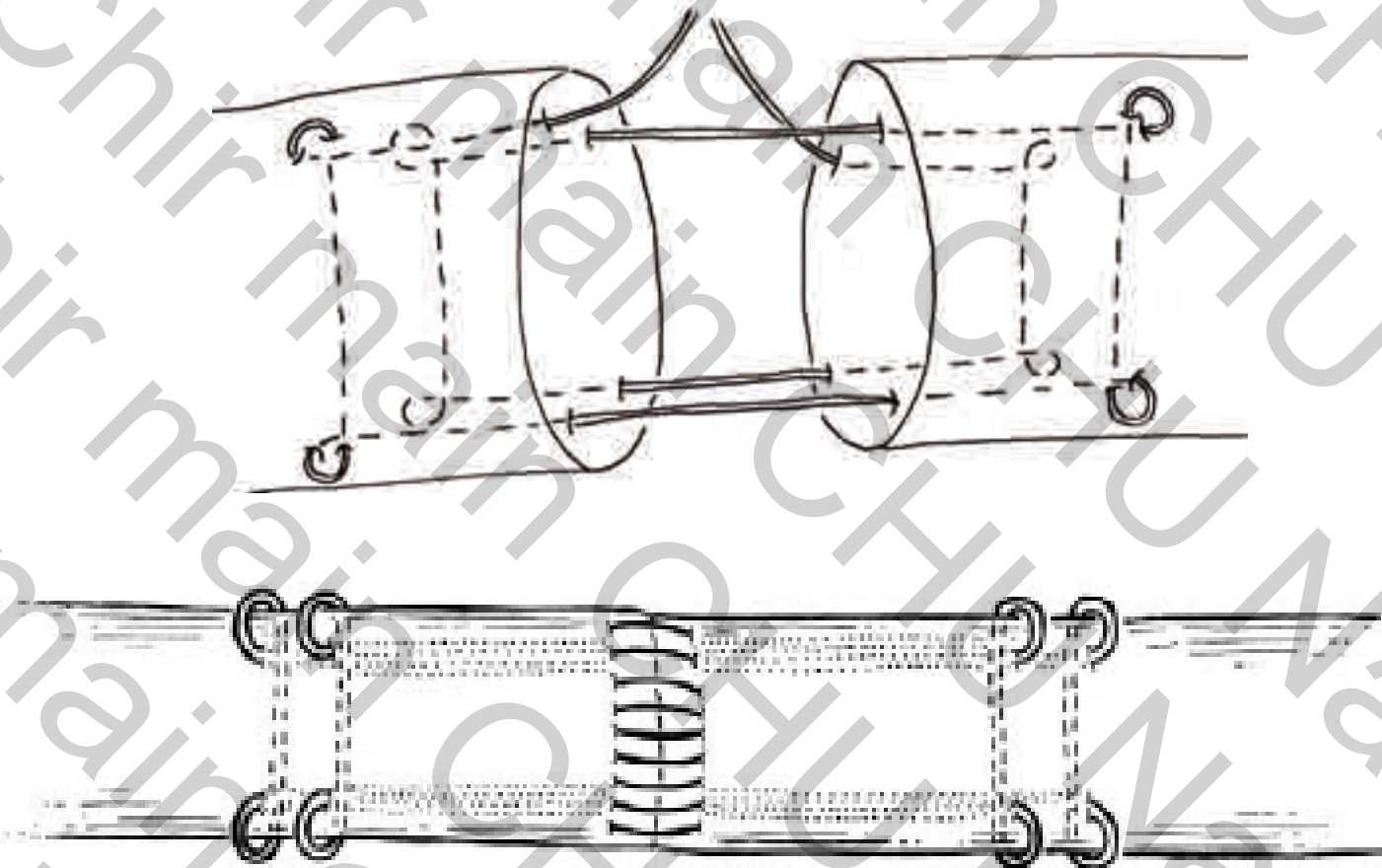


- Suture de Tang (3 Tsuge = 6 brins, 1994)



## Suture multibrins

- Suture de Winters (fil en boucle = 8 brins)




# Choix des techniques de sutures

- Traction exercée sur la suture tendineuse dépend du type de rééducation post-opératoire (Urbaniak)

Passive	200 – 300 gm
“Mild” Active	800 gm
Moderate Active	≤ 1500 gm
Strong Active	≥ 5000 gm

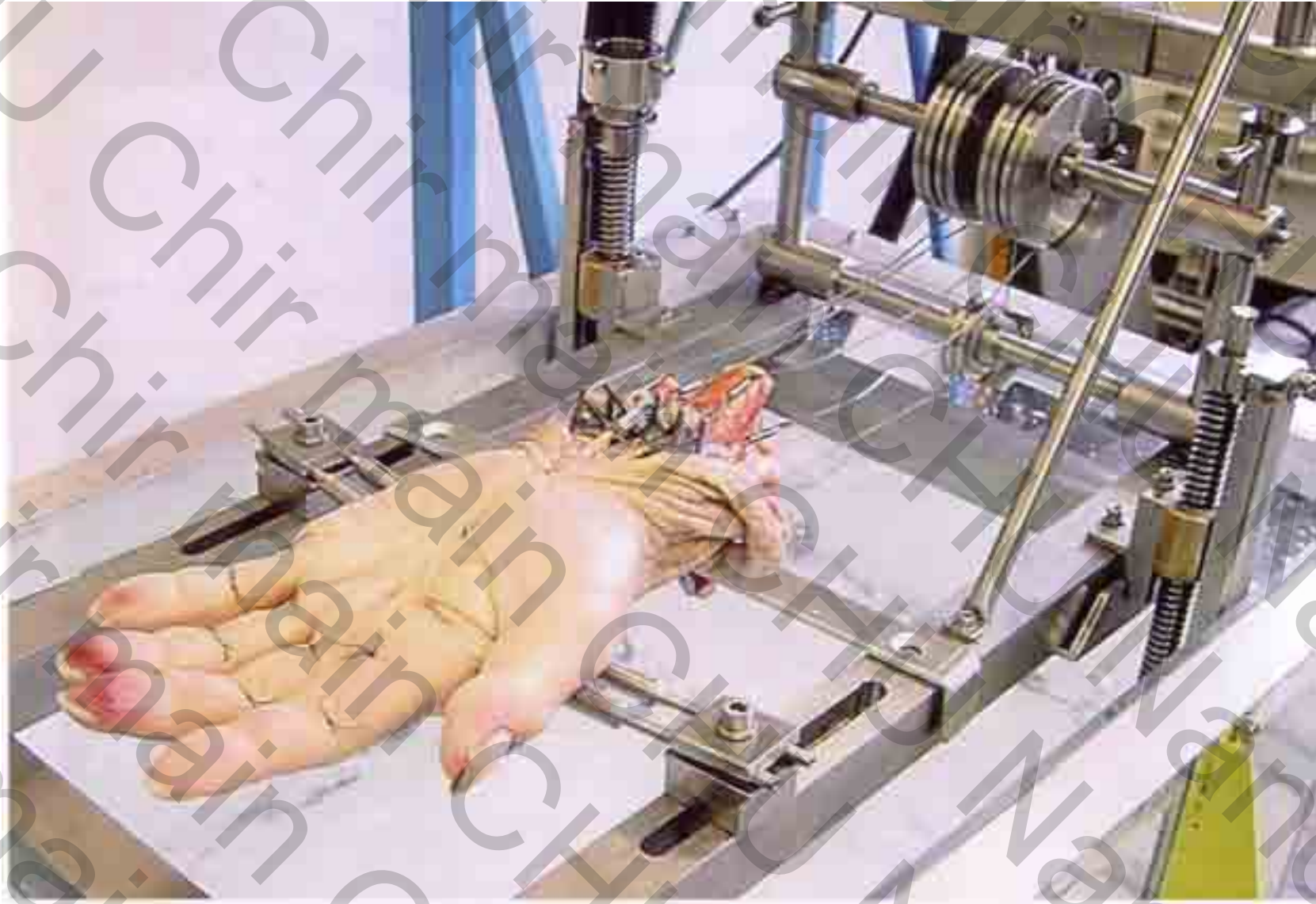
Kessler = 1000 gm

Savage = 2500 gm

- **Suture double brins = incompatible avec la mobilisation active post-opératoire +++**
  - **Mobilisation active précoce = sutures multibrins +++**
    - Sutures complexes = augmentation des résistances à l’excursion du tendon dans le canal digital si trop de fils et nœud à l’extérieur de la section
    - Anti-physiologiques ?
-  Compromis entre la **solidité** du point (mécanique) et son **volume** (anatomie et physiologie)



Thèse Y. Dausse, Nancy, 2002





Les nerfs palmaires



Après environ 1 cm de traction.



Ouverture de la gaine digitale



Au moment du contact palmo-palmar véritable.



Mains égales et leurs chaînes et fibres.



Pour suite de la traction et crispation du doigt selon un régime de contraintes exponentielles.

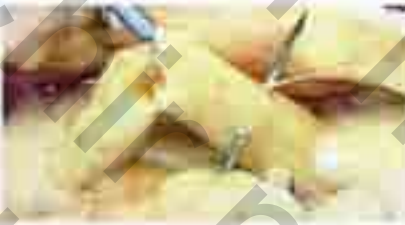
# Point de Kessler-Tajima (2 brins)



Premiers temps du point en cadre.



Passage dans l'autre extrémité du tendon.



Fin du point central.



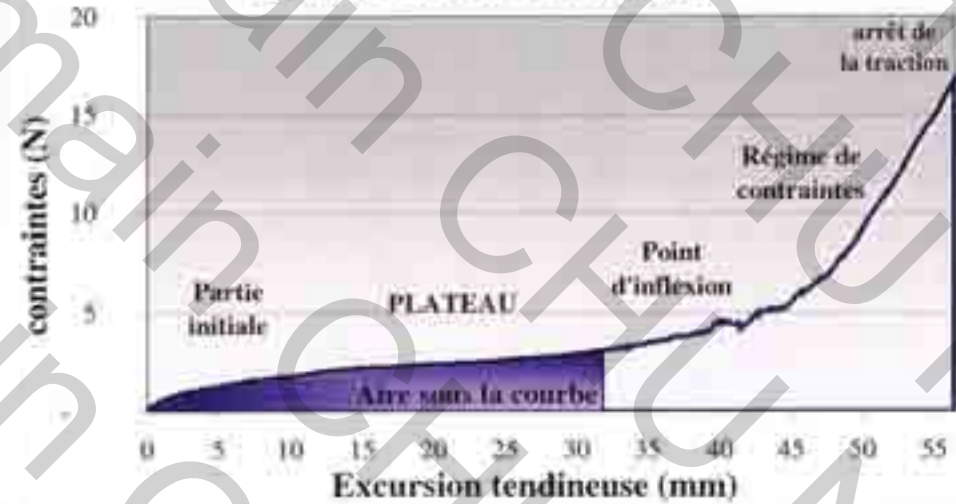
Serrer les extrémités.



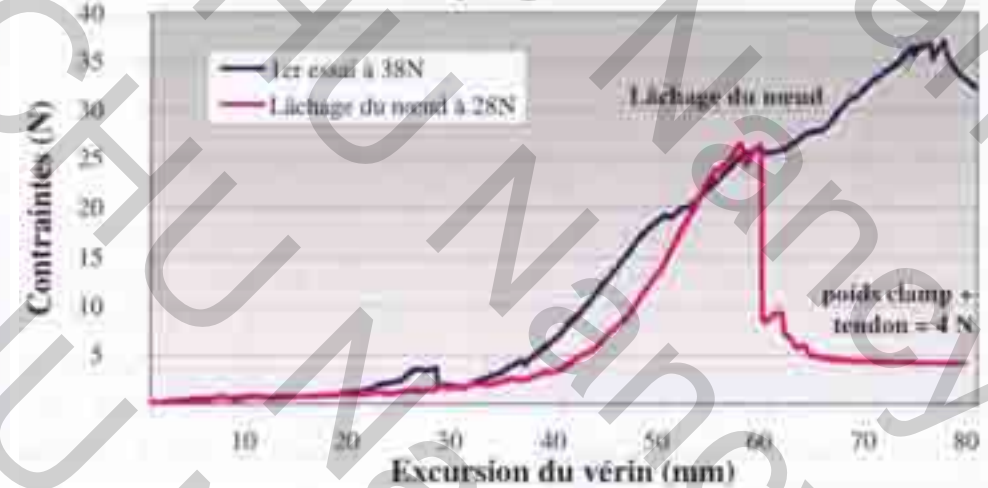
Résultat final.



Exemple d'un tendon sain



Échec d'un point de KESSLER





*Inversion proximale des bourses sur la face dorsale du tendon.*

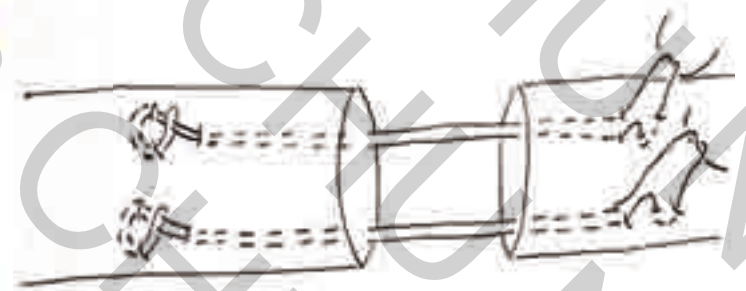
## Point de Tang (4 brins)



*Passage distal des fils dans la moitié dorsale du tendon.*



*Serrage des nœuds post-rythmiques.*



*Résultat après suture épitenon.*

## Suture multi-brins de Winters



*Premier temps : point en cadre dorsal par un fil double brin*



*Passage dans la deuxième extrémité*



*Deuxième point en cadre palmar, symétrique au premier.*



*Volumeux nœud interne*



*Résultat après sujet épilationneux.*



*Nouvelle suture reprenant le tracé du point de WINTERS, deux cadres parallèles superposés, avec un fil simple de PDS® 4/0. Son encombrement devrait être inférieur à celui du point de WINTERS, et sa résistance supérieure à celle du point de KESSLER. Enfin, sa réalisation est aisée, identique à celle du point de WINTERS.*

- Deux cadres parallèles superposés
- Mais avec un fil simple = 4 brins



## Point de Savage (6 brins)



*Première moitié de coron, réalisant en 2 temps un blocage par deux points en croix.*



*Fin du premier coron sur la face palmaire.*

*Deuxième coron postéro-latéral.*



*Fin du deuxième coron postéro-latéral.*

*Passage oblique vers le troisième coron.*

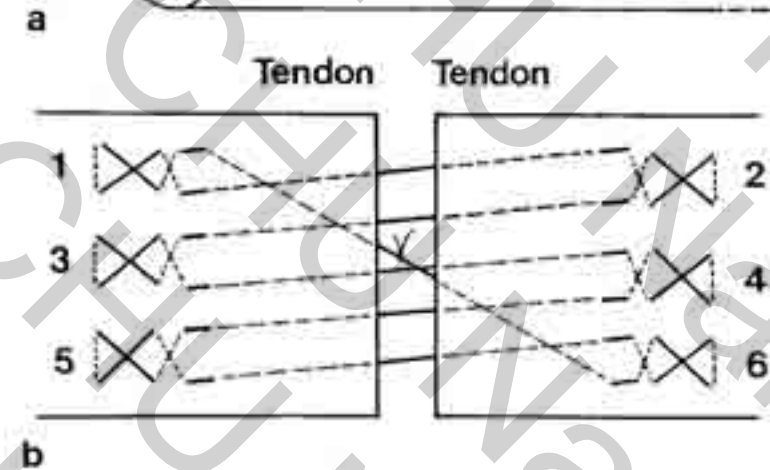
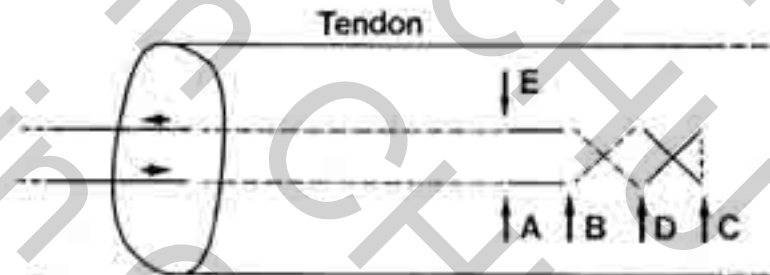


*Fin du troisième coron postéro-latéral.*

*Passage final avant nouage.*



*Résultat avant et après sautier épicardique. Aspect de croisillons multiples.*

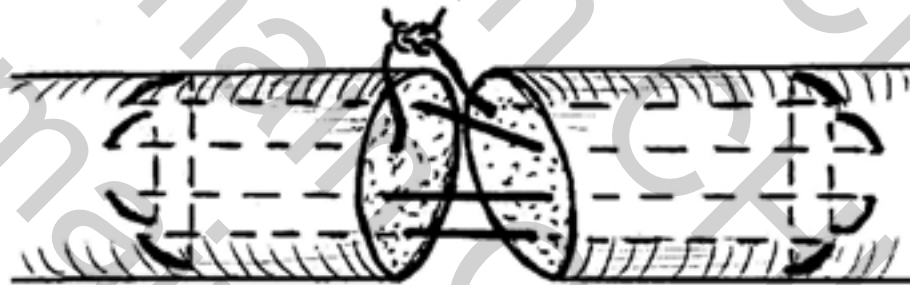


# Thèse Dausse : résultats

- Résistance des points
  - Multibrins > Kessler-Tajima (diminution du diastasis)
  - Multibrins sensiblement identiques entre eux (in vitro)
- Temps de réalisation (avec surjet)
  - Kessler (2 brins): 6 min
  - Winters (à 4 brins): 7 min
  - Tang (4 brins): 7 min 30
  - Savage (6 brins): 12 min
- Inconvénient des nœuds externes : résistance à l'excursion tendineuse
- Mise en tension et excursion per-opératoire de la suture dans le canal digital +++
- Importance de l'impression per-opératoire de l'opérateur sur la qualité de sa suture

# Thèse Dausse : résultats

- Meilleur choix = **point de Winters à 4 brins**
- Suture multibrin, peu encombrante, facile et rapide à réaliser, sans nœud externe
- Permet la mobilisation active protégée post-opératoire



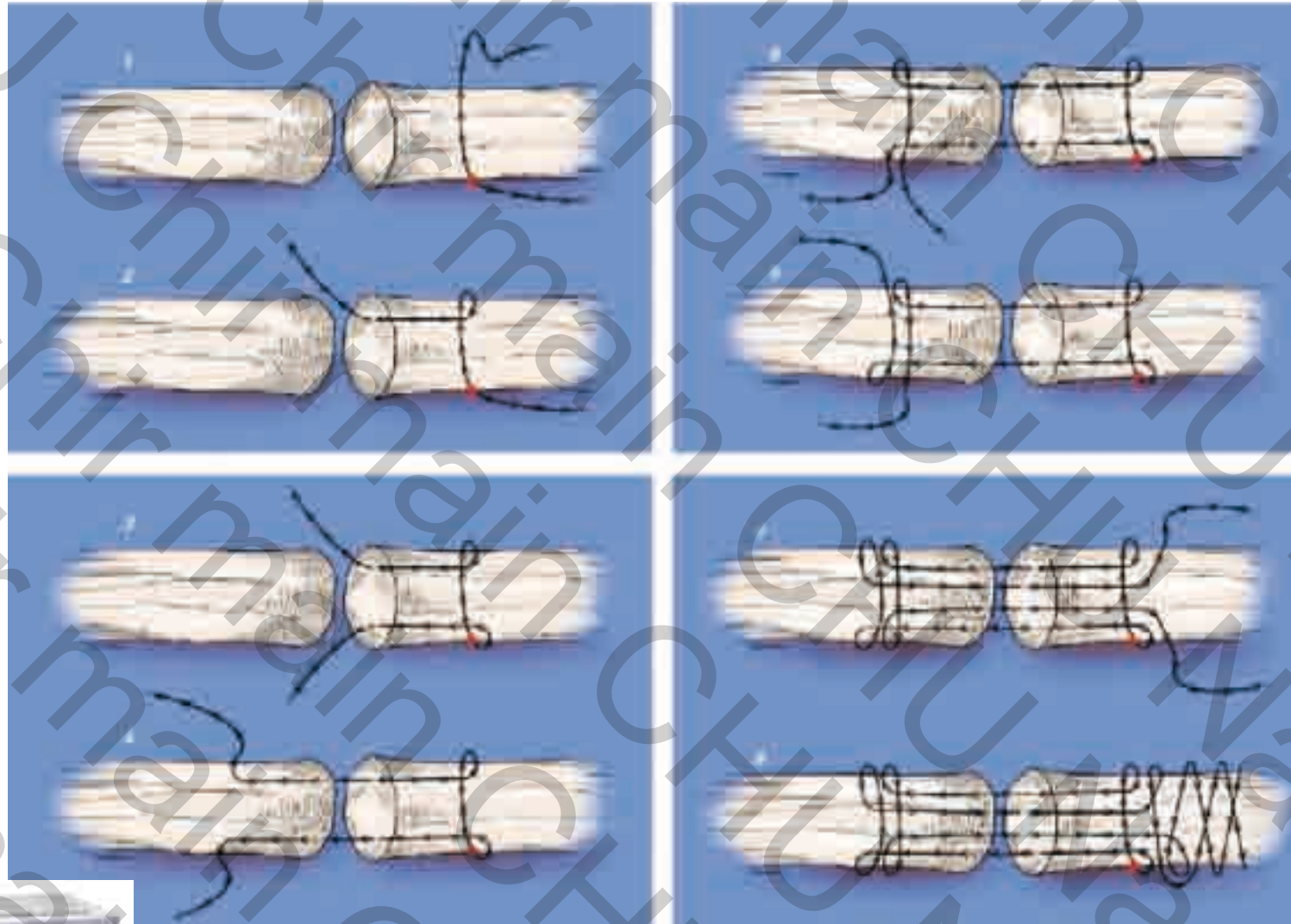
*Nouvelle suture reprenant le tracé du point de WINTERS, deux cadres parallèles superposés, avec un fil simple de PDS® 4/0. Son encombrement devrait être inférieur à celui du point de WINTERS, et sa résistance supérieure à celle du point de KESSLER. Enfin, sa réalisation est aisée, identique à celle du point de WINTERS.*



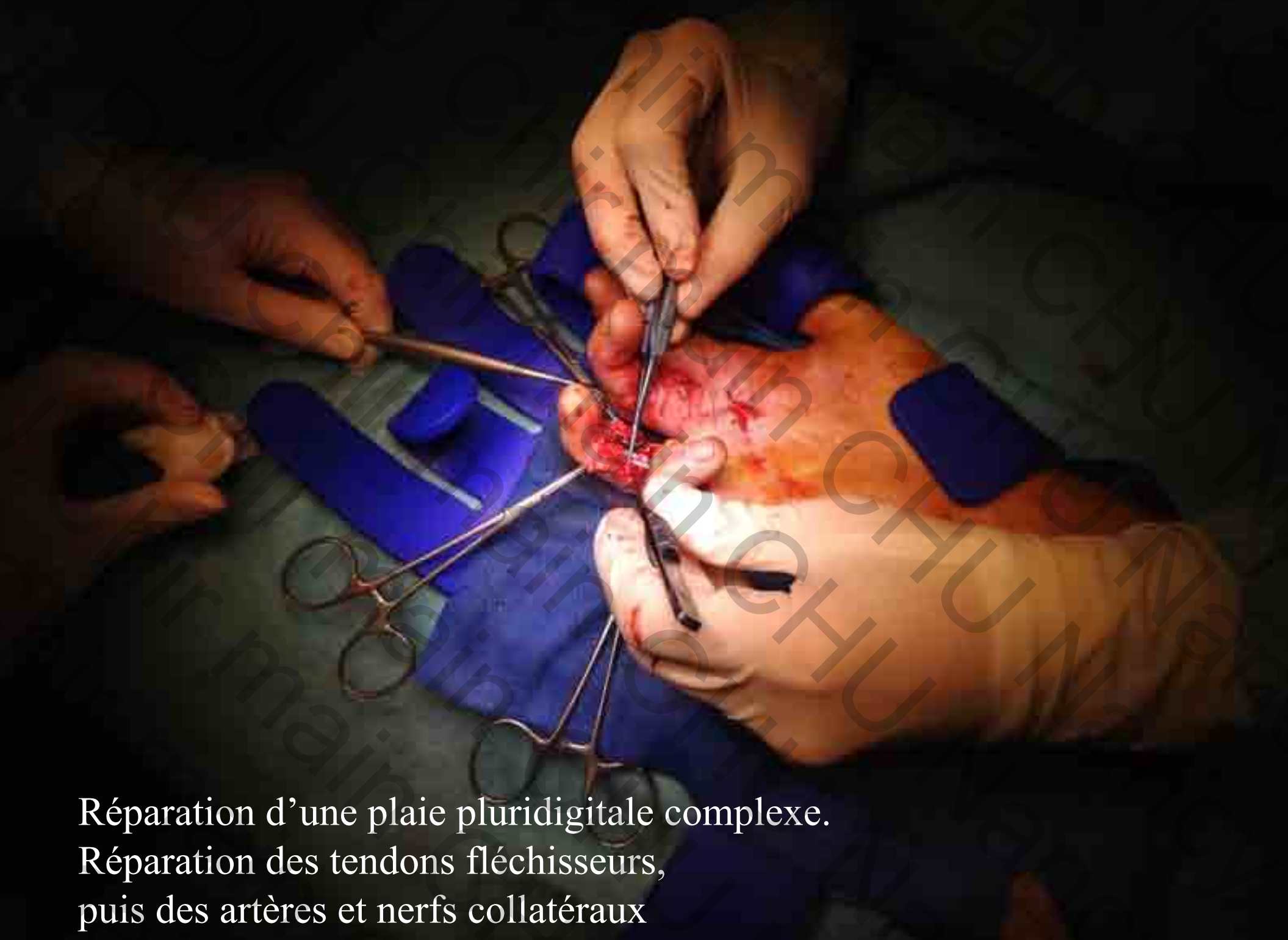
# Flexor Tendon Repair With a Knorless Barbed Suture: A Comparative Biomechanical Study

*J Hand Surg* 2011;36A:1204-1208

Ian C. Marrero-Amadeo, MD, Azkash Chaudan, MD, MBA, Stuart J. Warden, PT, PhD,  
Gregory A. Merrill, MD



**Conclusions** The barbed suture repair did not demonstrate a significant difference in maximal load to failure and 2-mm gapping resistance compared with the traditional method of repair.



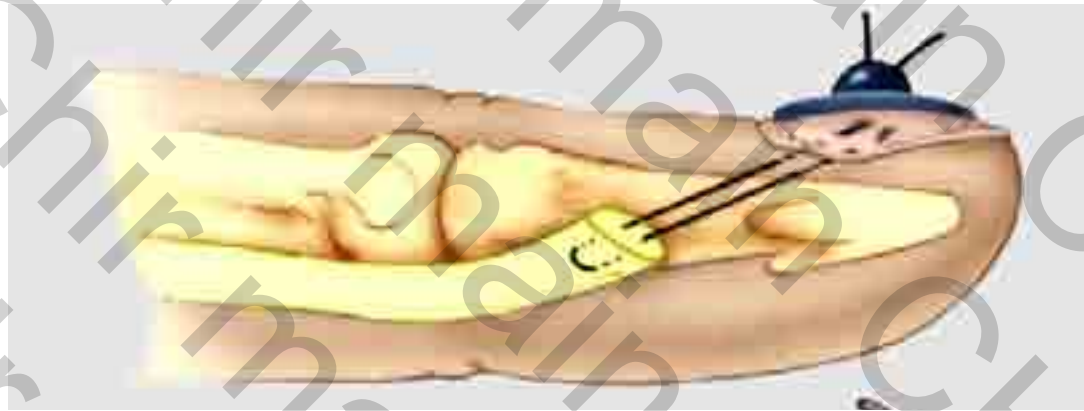
Réparation d'une plaie pluridigitale complexe.  
Réparation des tendons fléchisseurs,  
puis des artères et nerfs collatéraux

Réparation d'un nerf collatéral,  
après la réparation tendineuse  
et vasculaire

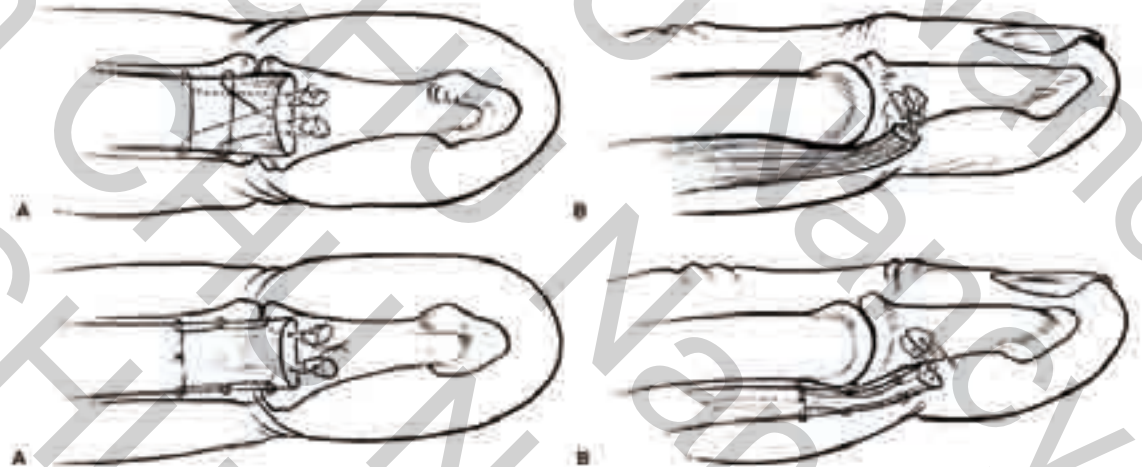


## Les techniques de sutures (suite)

**Le pull-out** (zone 1): amarrage sur la phalange unguéale permet une mobilisation active immédiate



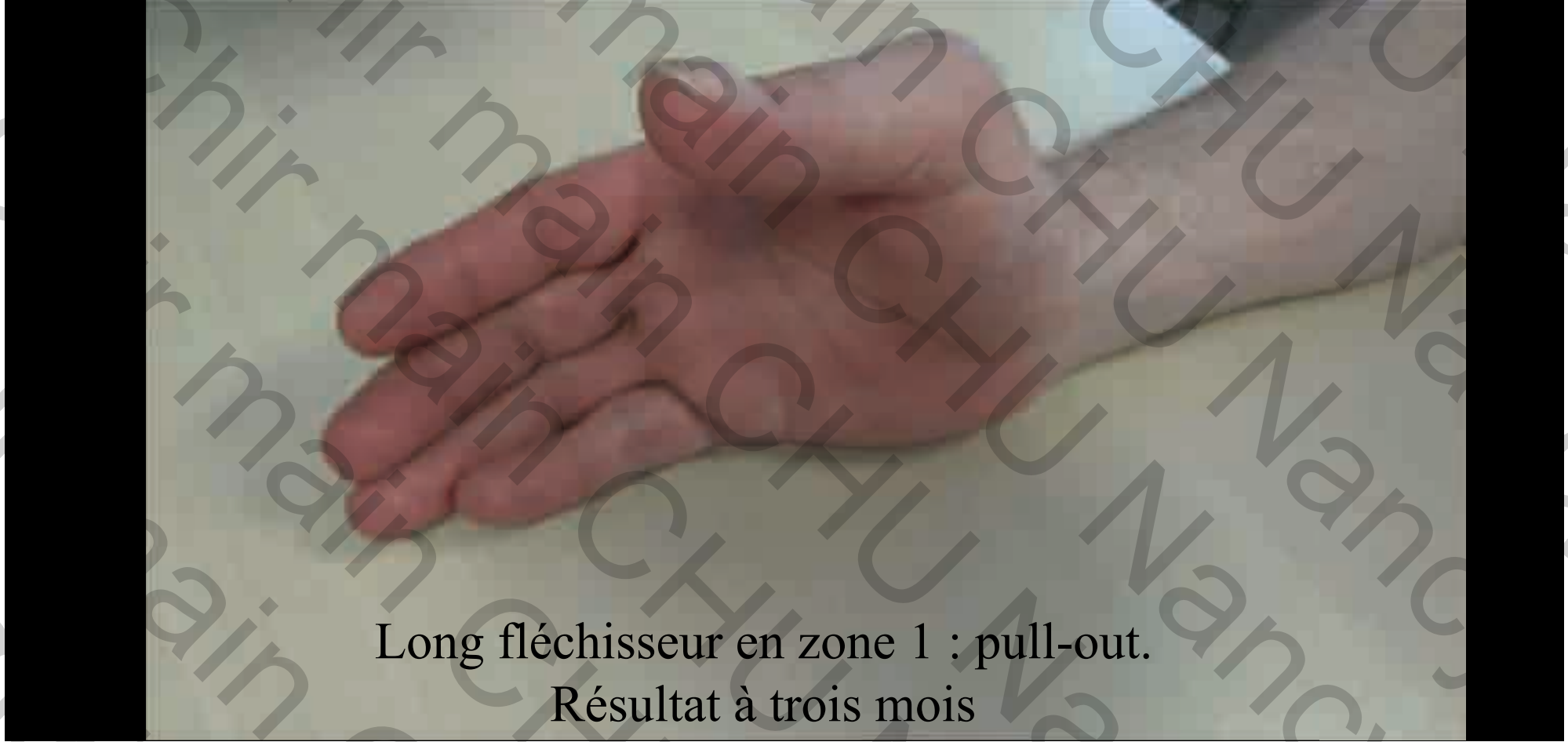
*J Hand Surg 2011;36A:1604–1609*





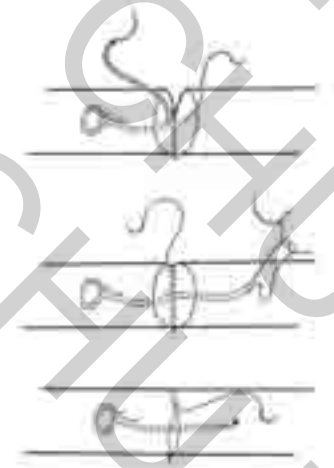
Réinsertion du fléchisseur profond  
de l'annulaire par pull-out.  
Mobilisation post-opératoire  
active protégée



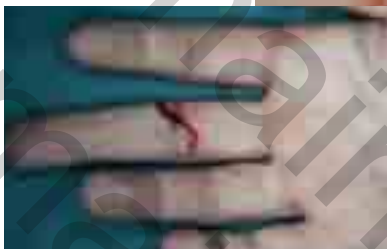


Long fléchisseur en zone 1 : pull-out.  
Résultat à trois mois

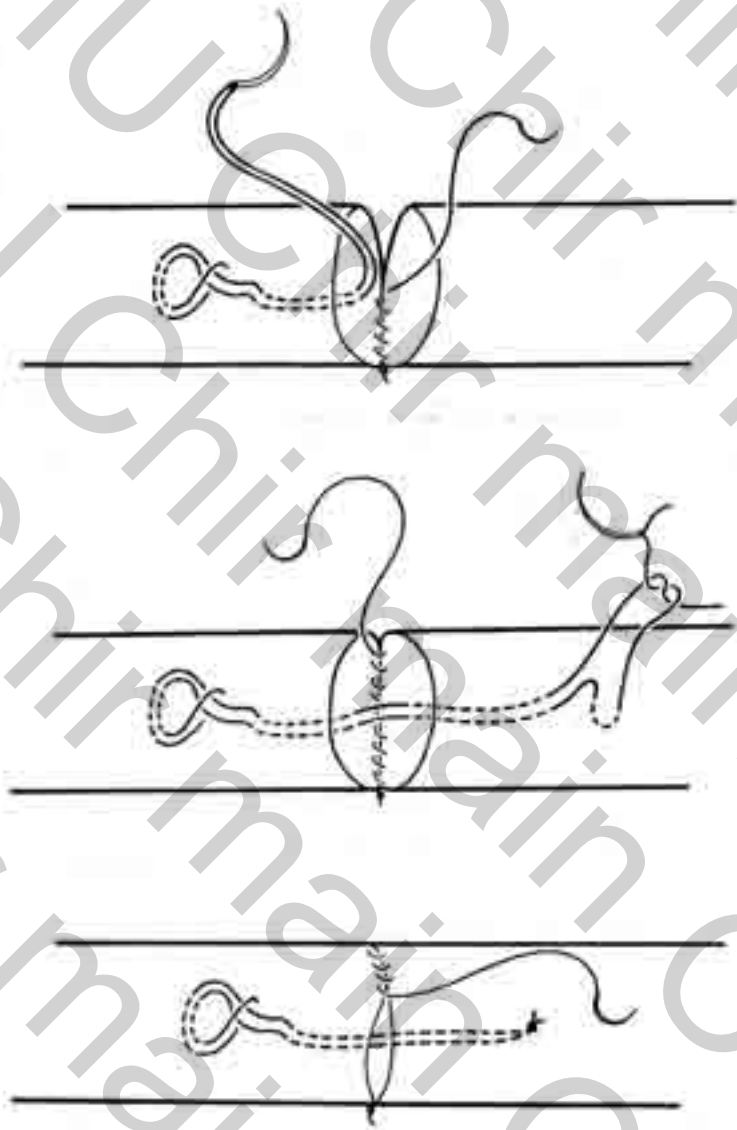
# Le surjet épitendineux



*The Journal of Hand Surgery (Eur) 36E(7)*



## Surjet épitendineux : technique de Foucher

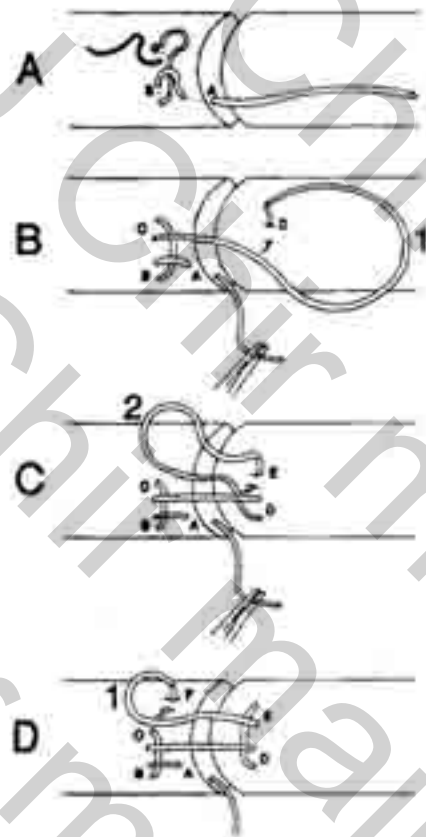


Hémi-surjet postérieur,  
puis point principal (ici, point de Tsuge),  
Puis hémi-surjet antérieur

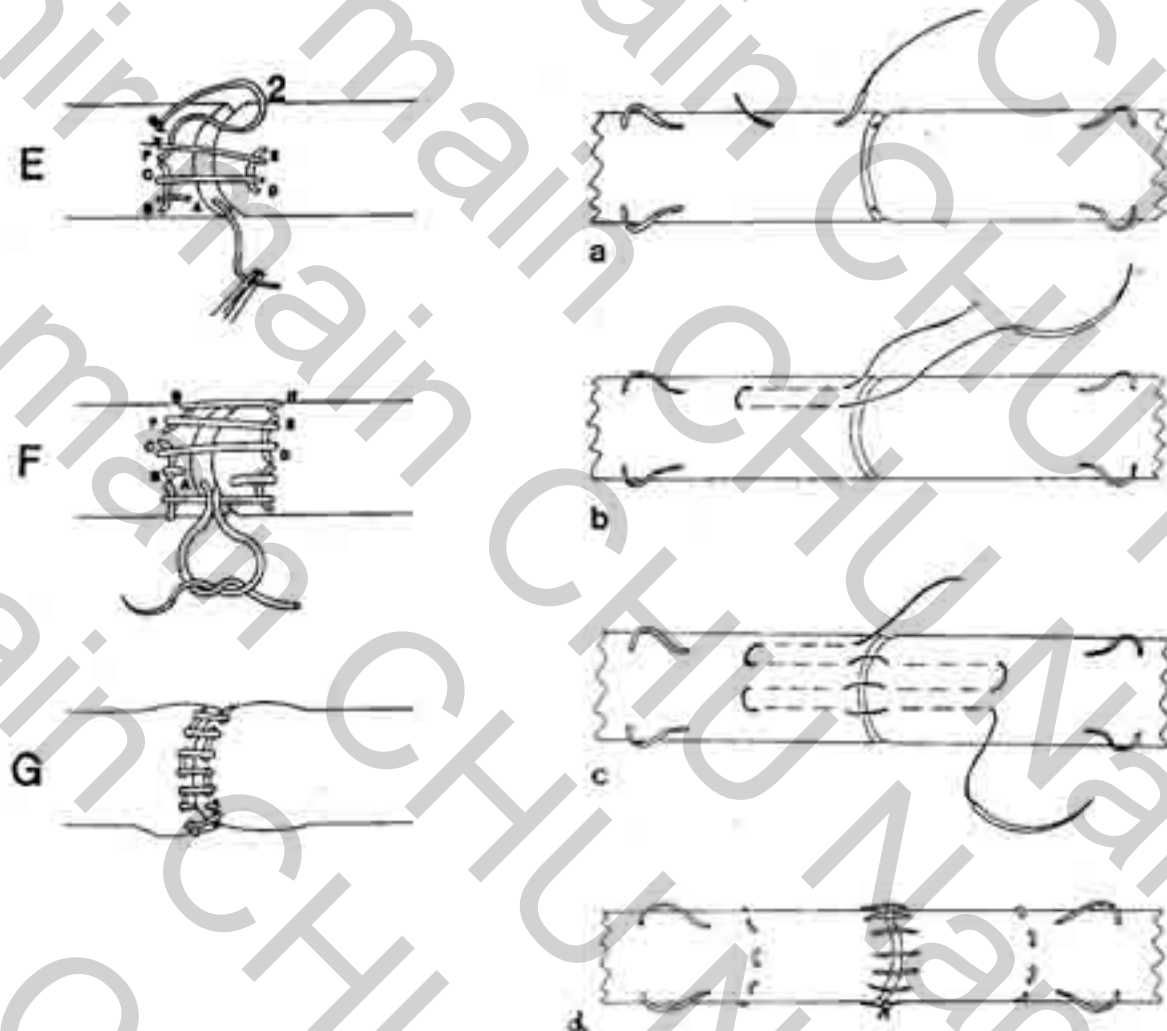


# Le surjet épitendineux

## Surjet de Lin



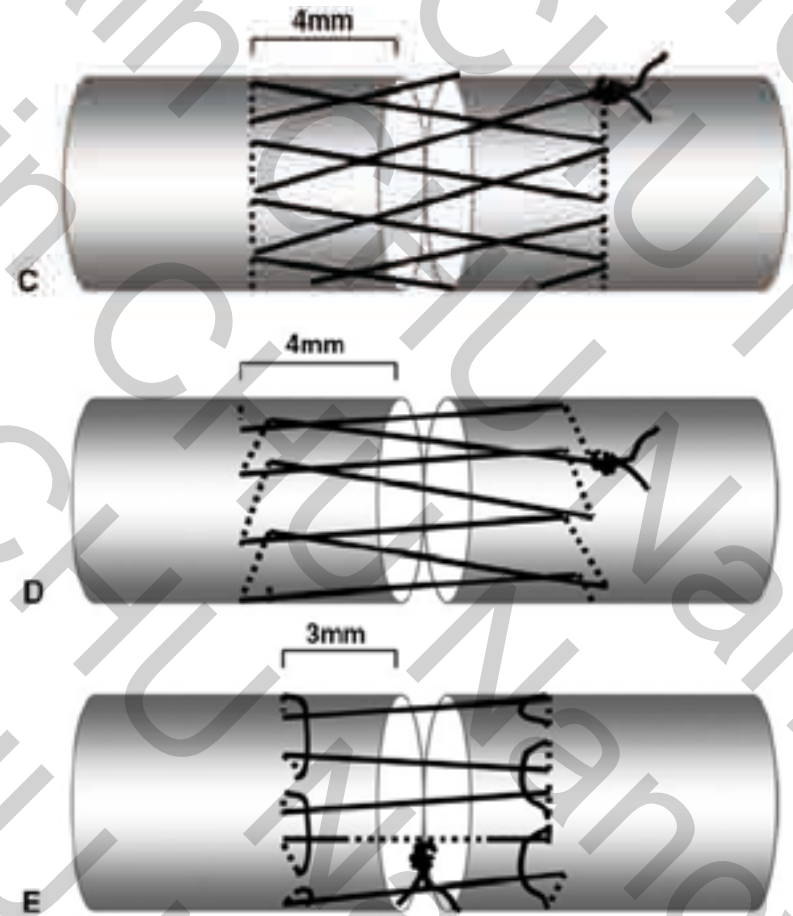
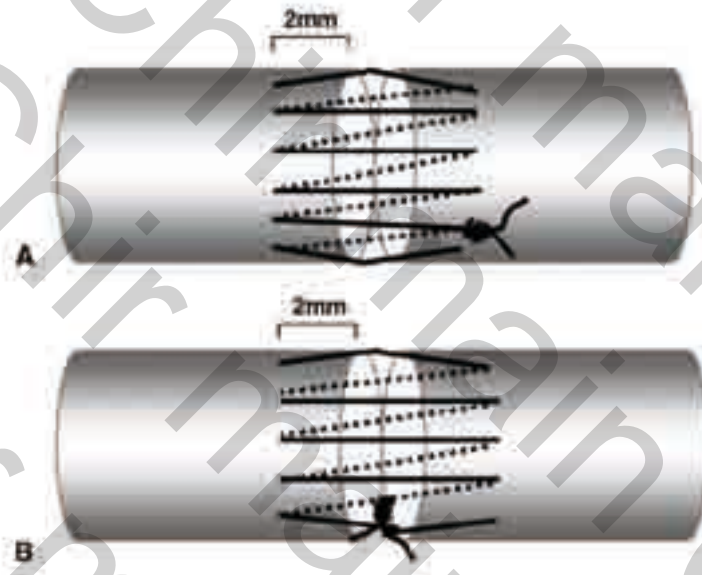
## Surjet de Halsted



# The Effect of Epitendinous Suture Technique on Gliding Resistance During Cyclic Motion After Flexor Tendon Repair: A Cadaveric Study

Tamumu Moraya, MD, Chunfeng Zhao, MD, Kai-Nan An, PhD, Peter C. Amadio, MD

*J Hand Surg* 2010;35A:552–558



- ✓ Surjet C, D et E plus résistant que A et B
- ✓ Surjet profond et loin (2 mm) de la section augmente la solidité de la suture

## Zone II: Repair or Resect the Flexor Digitorum

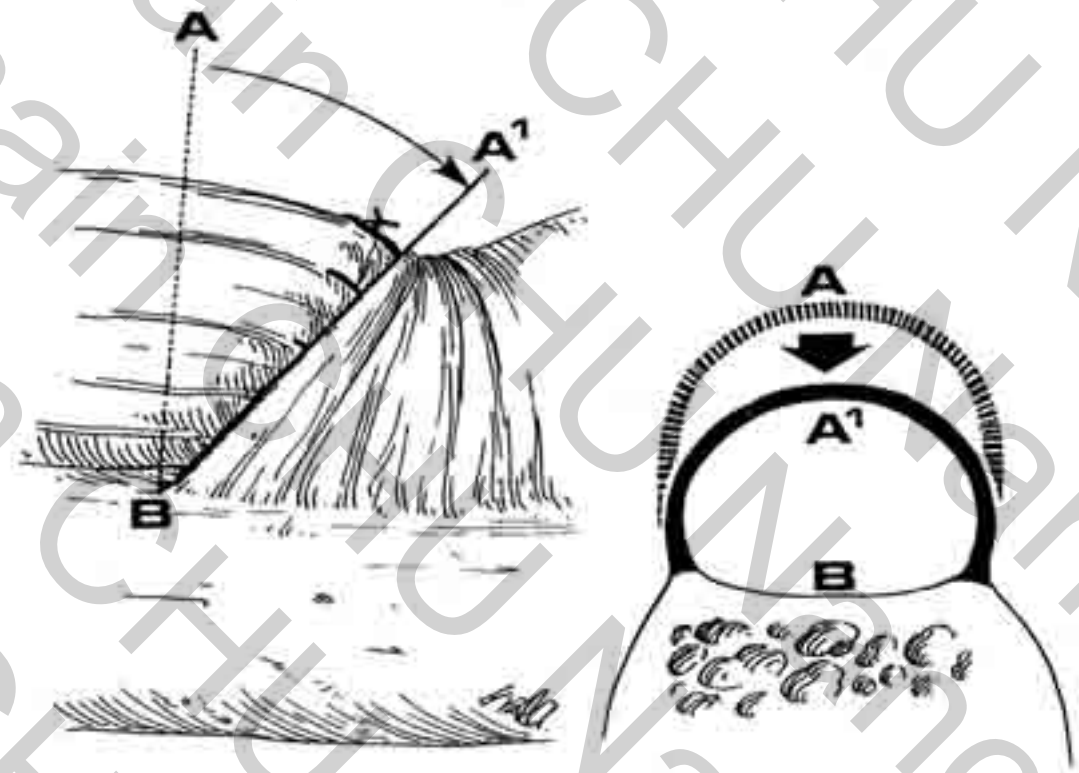
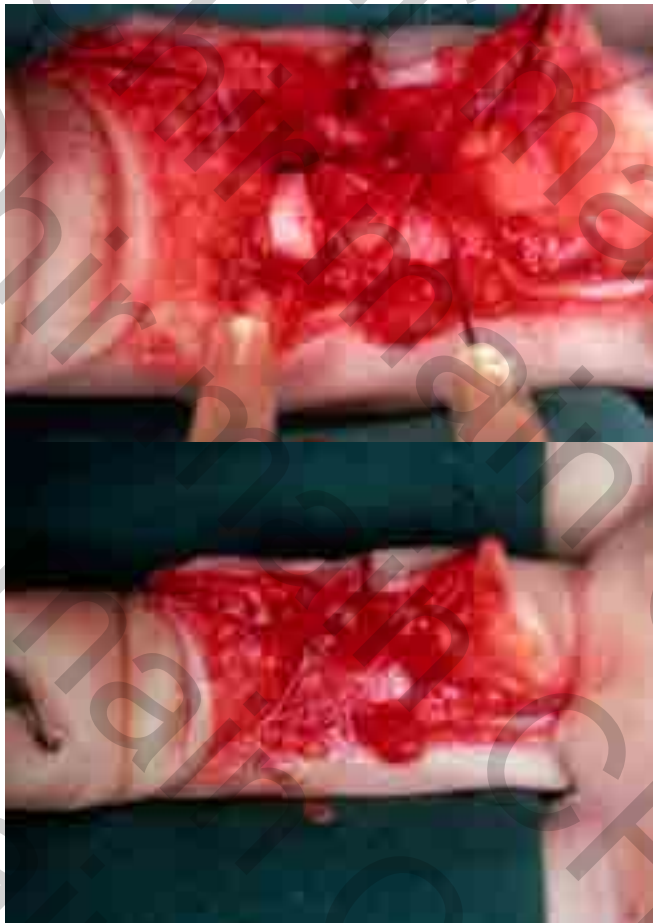
### Superficialis

JHS • Vol 36A, June 2011

- CAT en cas de deux tendons fléchisseurs sectionnés en zone 2 : absence de consensus (*pas de série clinique*)
  - En cas de réparation des 2 tendons :
    - davantage de volume dans le canal digital
    - plus de résistance à l'excursion
    - davantage d'adhérences et de risque de rupture
  - En cas de résection du superficiel :
    - moins de force
    - si rupture FDP, plus de flexion digitale
- ⇒ Force privilégiée : réparation des deux tendons
- ⇒ Mobilité privilégiée : profond seul réparé

# Faut-il fermer la gaine synoviale ?

- Pour: arguments physiologiques, expérimentaux
- Contre: difficile, aucun argument clinique
- Lister: fermeture souhaitable pour éviter l'accrochage de la suture

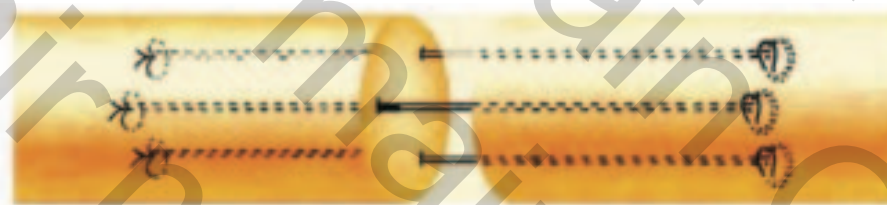


En cas d'accrochage de la suture,  
le diamètre du canal digital diminue,  
et le tendon est bloqué

# Recent developments in flexor tendon repair techniques and factors influencing strength of the tendon repair

Y. F. Wu and J. B. Tang

The Journal of Hand Surgery  
[European Volume]  
2014, Vol. 39E(1) 6-19



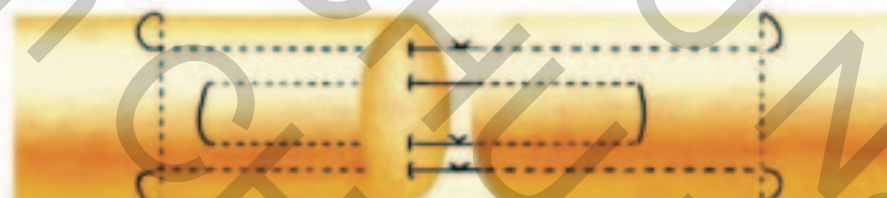
**TL technique**  
(Osada et al., 2006)  
**Tang**  
(Giesen et al., 2009)



**Lim/Tsai**  
(Hoffmann et al., 2008)



**Adelaide**  
(Sandow and McMahon, 2011)



**Strickland**  
(Navali and Rouhani, 2008)

Influencing Factors	Surgery and Rehabilitation Details	
	Preferred Practice	Not recommended
Related Sheath and FDS Treatment	Venting of a part of A2 or A4 pulleys, resect one slip of FDS	Repair both FDS and FDP tendons within a tight pulley
Number of Strands	4- or 6-strand	2-strand
Configuration Pattern	Locking	
Diameter of locks	2 mm or greater	Smaller than 2 mm
Knots	3 or more throws	Less than 3 throws
Peripheral Repairs	Simple running or locking running	Complicated stitch
Suture Purchase	7-10 mm	< 7 mm
Tension of Suture	10% tendon shortening	Tension free
Direction and Curvature of motion	Avoid extreme finger flexion during active motion	Extreme active finger flexion when tendon healing is weak



# Le traitement des lésions associées

T.T.M.P.: Michon, Merle, Foucher, 1976

= Traitement Tout en un Temps avec Mobilisation Précoce

Parage et au moins :

- Ostéosynthèse stable
- Revascularisation tissulaire
- Couverture cutanée de qualité



Les suites opératoires :  
la rééducation des tendons fléchisseurs



**RISQUES**  
2 écueils



Ruptures  
tendineuses  
si mobilisation  
trop forte

Adhérences  
tendineuses  
si immobilisation



# La rééducation des tendons fléchisseurs

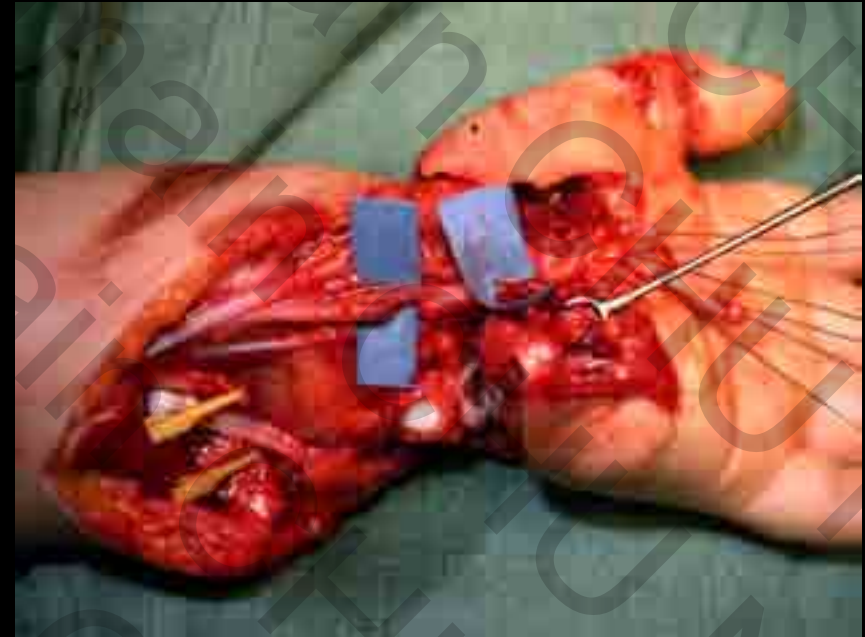
- Phase 1 = S1 à S4 incluse
  - Immobilisation stricte
  - ou Mobilisation précoce (*selon différentes techniques*)
    - **Passive : DURAN +++**
    - **Active globale (suture multi-brins) +++**
- Phase 2 = S5 et S6 (commune quelle que soit la phase 1)
  - Mobilisation active sans résistance
- Phase 3 = S7 et S8
  - Mobilisation active avec résistance
- Phase 4 = S9 à S12
  - Force et endurance

## Phase 1 (S1 à S4 comprise)

**Le choix de la technique de rééducation pour les 4 premières semaines post-opératoires est fonction :**

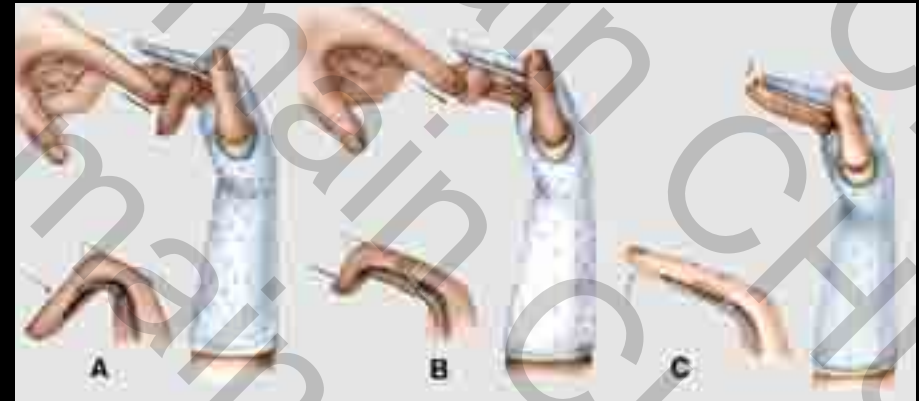
- De la zone topographique de la lésion
- De la technique de suture (solidité)
- Des lésions associées : lésion des pédicules vasculo-nerveux = mobilisation passive
- De l'aptitude et disponibilité de l'équipe médicale
- De l'aptitude et disponibilité du patient : information et éducation du patient, aptitude à réaliser une auto mobilisation
- Surveillance obligatoire une fois par semaine

Plaie complexe en Z4 - Z5, enfant de 2 ans :  
immobilisation S1-S4



Excellent résultat à l'âge de 5 ans

Fléchisseurs sup. et prof. en zone  
2-3, avec un pédicule vasculo-  
nerveux. **Mobilisation passive**  
**selon Duran**



**Mobilisation active globale**.: section totale fléchisseur profond  
index Z2 (suture multibrins) (J+3)☒

1) Mobilisation passive pure de l'index (DURAN)



M. X.: section totale fléchisseur profond index☒

2) Mobilisation active globale (sans résistance) de tous les doigts (10 mouvements 6 fois par jour)



# La mobilité active totale

- T.A.M.= Total Active Motion (*Société américaine de chirurgie de la main*)
  - **Flexion active (en °) MP + IPP+ IPD moins le déficit d'extension MP + IPP+ IPD**
  - Valeur normale :  $80^{\circ} + 110^{\circ} + 70^{\circ}$  moins  $0^{\circ} = 260^{\circ}$

	TAM/côté controlatéral
Excellent	TAM Normal : 100 %
Bon	TAM 75-99 % du côté sain
Moyen	TAM à 50-74 % du côté sain
Mauvais	TAM < 50 % du côté sain.

# La cotation de Strickland

- Flexion active (en °) IPP+ IPD moins le déficit d'extension IPP+ IPD
- Valeur normale :  $110^{\circ} + 65^{\circ}$  moins  $0^{\circ} = 175^{\circ}$

	<b>Pourcentage de mobilité IPP + IPD/normal</b>	<b>TAM IPP + IPD (degrés)</b>
<b>Excellent</b>	75-100 %	$> 132^{\circ}$
<b>Bon</b>	50-74 %	88-131°
<b>Moyen</b>	25-49 %	44-87 °
<b>Mauvais</b>	$< 25 \%$	$< 44^{\circ}$





- **TAM** =  $(50+80+45) - (0+30+20) = 125^\circ$   
*Valeur normale = 260°*  
= inférieur à 50% des valeurs normales  
= résultat mauvais



- **Strickland** =  $(80+45) - (30+20) = 75^\circ$   
*Valeur normale = 175°*  
= résultat moyen

# Les lésions récentes des tendons fléchisseurs



F. DAP

Service de Chirurgie Plastique et Reconstructrice de l'Appareil  
Locomoteur CHU Nancy

