

1

**Bases anatomiques des douleurs de la colonne du pouce**

 **ULB**

Docteur Xavier MOREL

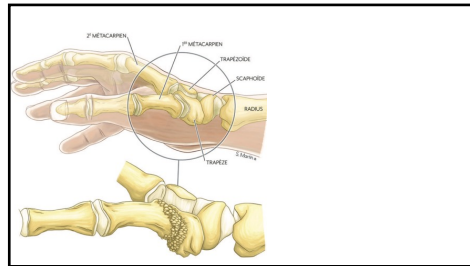
Sous la direction de Monsieur le Professeur Laurent FABECK M.D. PhD.

Travaux promus par Messieurs les Docteurs Germain POMARES M.D. PhD.  
Et Alban FOUASSON-CHAILLOUX M.D. PhD.

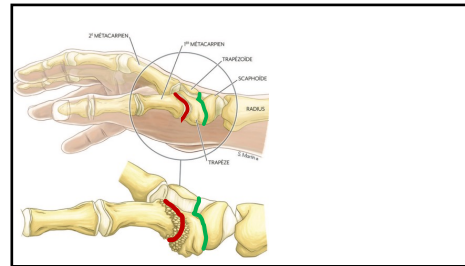
SORBCOT - Réunion ordinaire et Assemblée Générale du 28.01.2023

Année académique 2021 - 2022

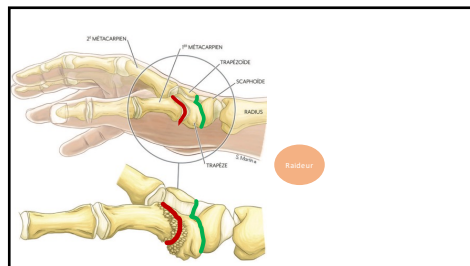
2



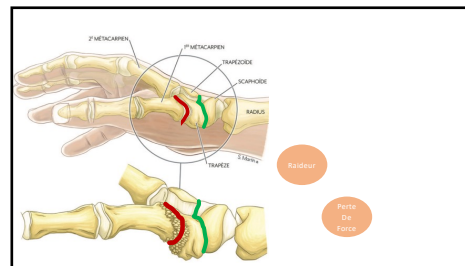
3



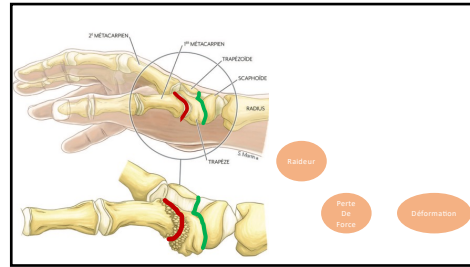
4



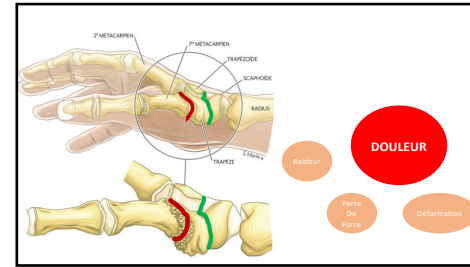
5



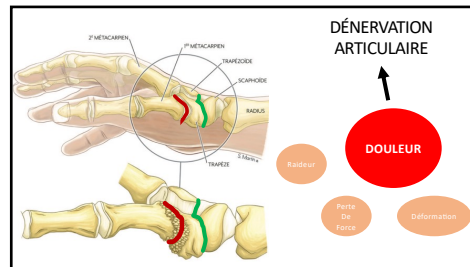
6



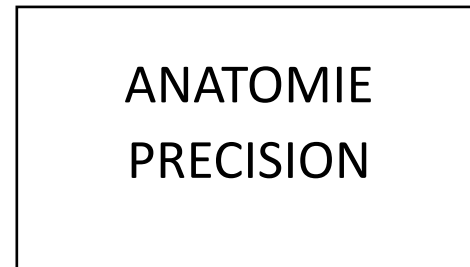
7



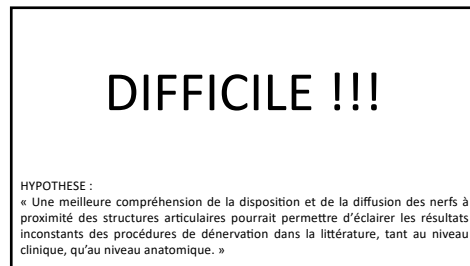
8



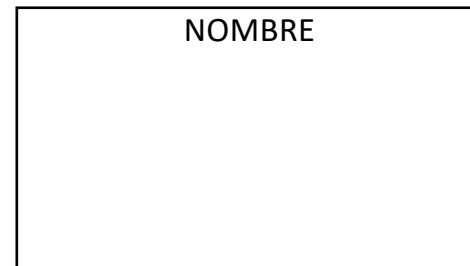
9



10



11



12

NOMBRE  
TAILLE (0,3 – 0,5 mm)

13

NOMBRE  
TAILLE (0,3 – 0,5 mm)  
COULEUR

14


NOMBRE  
TAILLE (0,3 – 0,5 mm)  
COULEUR  
CONSISTANCE

15

NOMBRE  
TAILLE (0,3 – 0,5 mm)  
COULEUR  
CONSISTANCE  
FRAGILITE

16

Chen et al. 2000 :  
« Les petits nerfs pouvait être aisément confondus  
avec le tissu conjonctif et les petits vaisseaux »



17

ININJECTABLE

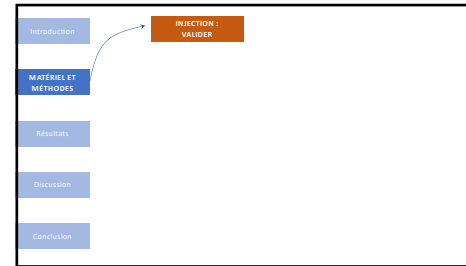
MARQUAGE :

- TECHNIQUE COMPLEXE
- ONEREUSE

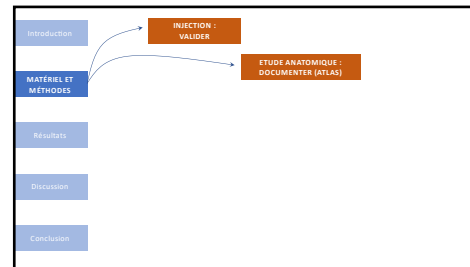
18

Hypothèse  
 « La tolérance des douleurs en regard de l'articulation scapho-trapézo-trapézoïdienne, en marge des hypothèses biomécaniques, pourrait être expliquée par une innervation et une nociception plus pauvre que l'articulation trapézo-métacarpienne »

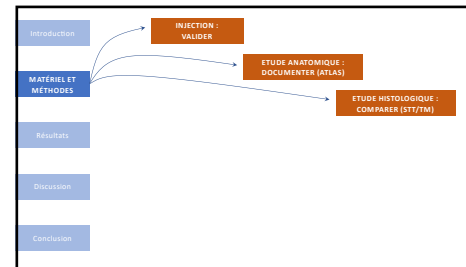
19



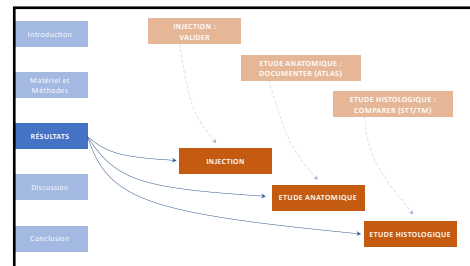
20



21



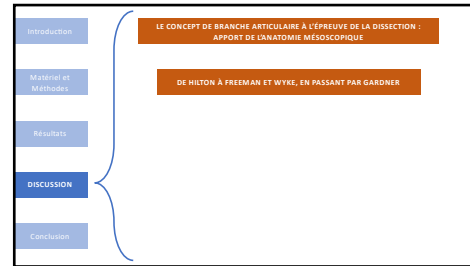
22



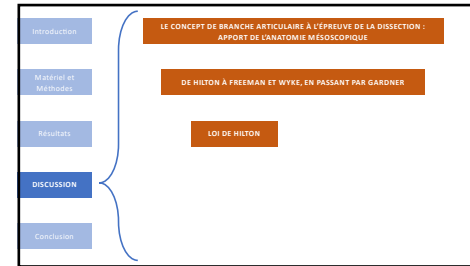
23



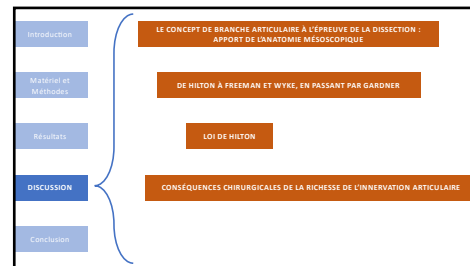
24



25



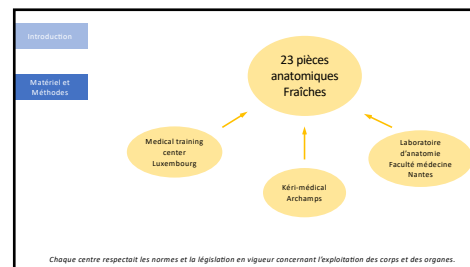
26



27



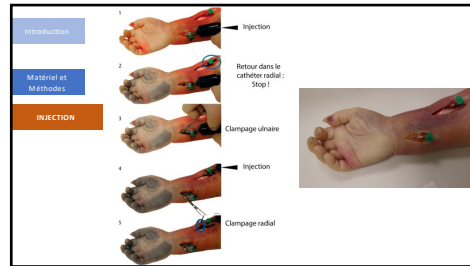
28



29



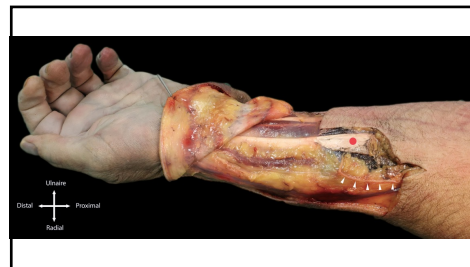
30



31



32



33



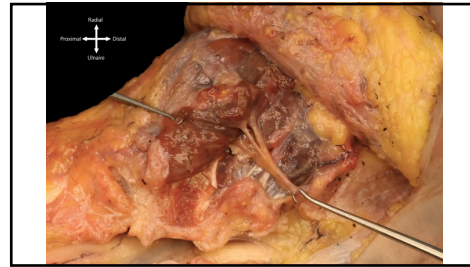
34



35



36



37

Introduction

Matériel et Méthodes

ETUDE ANATOMIQUE

## REPERAGE ARTICULAIRE

Les interférences articulaires impliquent mécaniquement et neurologiquement les fibres nociceptives non myélinisées. Elles sont explorées par des approches histologiques et anatomiques. Dr. Christophe T. Fournier, Dr. Frédérique M. L'Esperance

38

Introduction

Matériel et Méthodes

Injection

Etude anatomique

ETUDE HISTOLOGIQUE

**Laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine de MONS**

Épaisseur des coupes 6 micromètres.

Coloration standard à l'hématoxyline et eosine a été réalisée.

Double immunomarquage sur deux coupes successives

- Anticorps primaire anti-neurofilaments (anti-NF): Neurofilament (2F2.1) Mouse Monoclonal Antibody, IgG5, Cell Marque.
- L'anticorps primaire anti-protéine S100 (anti-S100) : Anticorps FLEX polyclonal Rabbit Anti-human S100

- Un système de révélation : cocktail d'anticorps secondaires couplé à un système enzymatique

39

Introduction

Matériel et Méthodes

Injection

Etude anatomique

ETUDE HISTOLOGIQUE

**L'objectif de cette stratégie était d'isoler les fibres nociceptives non myélinisées par comptage\* soustraction (méthode indirecte).**

$$NF - S100 =$$

**Nocicepteurs (type 4 de Freeman et Wyke)**

\*Comptage par « eye-balling »

40

Type	Primary morphological features	Average dimensions (µm)	Location	Distance of parent nerve (µm)	Principal functional characteristics	Previous responses or observed responses
I	Globular or oval unipolar, the apical process forming a bulbous terminal. Lateral processes of 1-2 µm.	100-400	Proximal sensory afferent, in peripheral nerves (A and B fibers), spinal ganglia, and in peripheral sensory afferents of the spinal cord.	0-6 mm	Mechanoreceptor, afferent from tactile, stretch, pressure, and pain receptors.	Ruffini ending, Golgi tendon ending, Meissner corpuscle, Pacinian corpuscle, etc.
II	Cylindrical or spindle-shaped unipolar. The apical process is thin and the lateral process is thin or stubby. Lateral processes of 2-3 µm.	200-120	Intra-axonal in spinal cord, in dorsal horn, in spinal ganglia, in peripheral sensory afferents, and in spinal nerves.	0-12 mm	Mechanoreceptor, afferent from tactile, stretch, pressure, and pain receptors.	Krause's Endotubercles, Golgi tendon ending, Meissner corpuscle, Pacinian corpuscle, etc.
III	Fusiform axons. Thin unipolar or bipolar. The apical process is thin and the lateral process is thin or stubby. Lateral processes of 2-3 µm.	600-1000	Sagittal stratum and stratum opticum (A and B fibers), in spinal ganglia, in peripheral sensory afferents, and in spinal nerves.	10-17 mm	Mechanoreceptor, afferent from tactile, stretch, pressure, and pain receptors.	Muscle spindle, Golgi tendon ending, Meissner corpuscle, etc.
IV	(a) Unmyelinated process.	< 1.5	Fibres capsaicin, IgG positive, 100-200 µm, 10-20 µm, 10-20 µm, 10-20 µm.	0-5 mm	Pain receptor, afferent from nociceptors.	-
	(b) Myelinated nerve axons.	< 1.0	Walls of small arteries and arterioles.	0-2 mm	Vasomotor, efferent.	-

\* In some species (e.g., the dog, rat, pig, etc.), the unmyelinated fibers may represent the single afferent in the type IV ending, but this does not occur in the cat's knee joint (although it has been observed very rarely in type IV responses in the forepaw joint of the cat (Krause & West, 1964)).

41

Introduction

Matériel et Méthodes

Injection

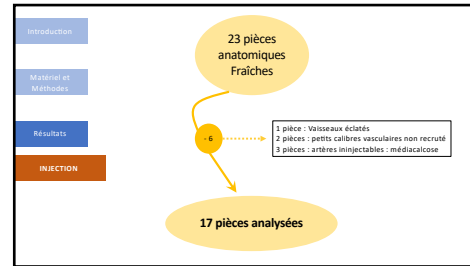
Etude anatomique

ETUDE HISTOLOGIQUE

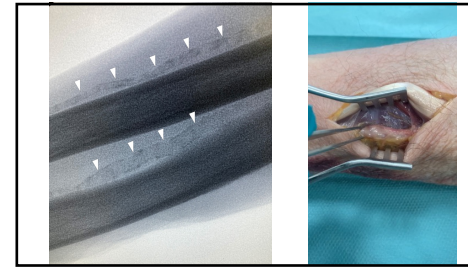
## STATISTIQUES

- Site STT : regroupait les échantillons 01 et 02 de chaque pièce
- Site TM : regroupait les échantillons 03 et 04 de chaque pièce
- Moyenne
- Dispersion
- Test de comparaison des moyennes (test Student-t) logiciel libre « R ».

42



43



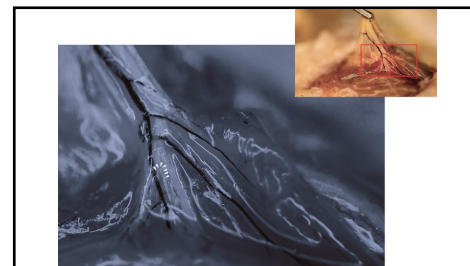
44



45



46

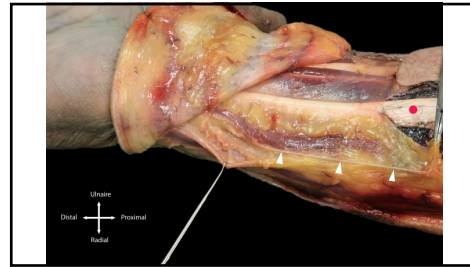


47

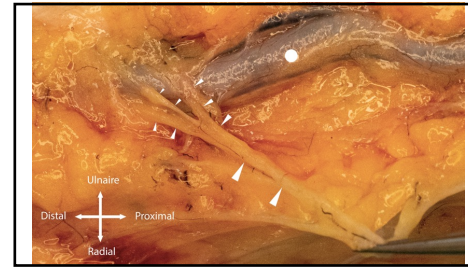
Introduction	SOURCE	STT	TM
Matériel et Méthodes	LCNF (rameau de Cruveilhier)	47 % (n = 8)	17 % (n = 5)
Résultats	SBRN	0 %	100 % (n = 17)
Injection	PCBM	30 % (n = 5)	0 %
ETUDE ANATOMIQUE	TBMN	100 % (n = 17)	100 % (n = 17)
	DBUN	Limite de dissection	Limite de dissection

48





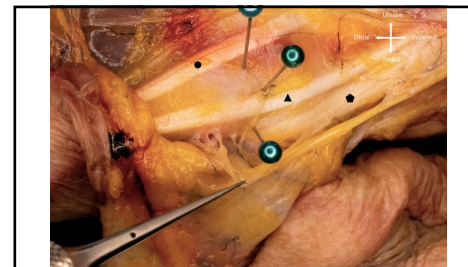
49



50



51



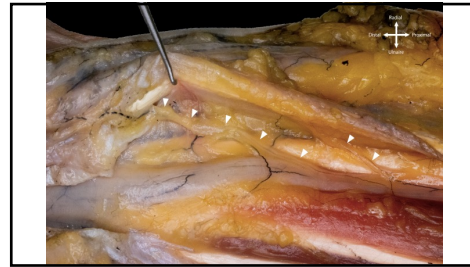
52



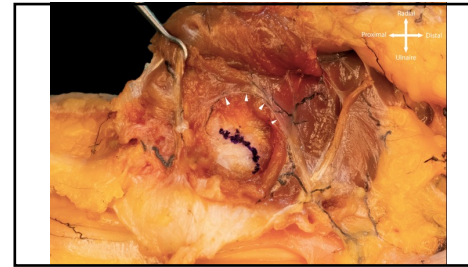
53



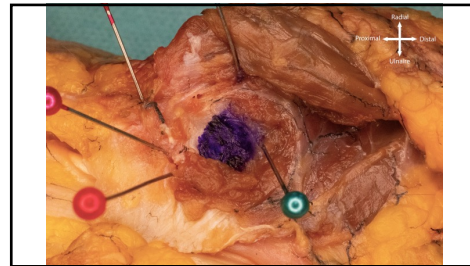
54



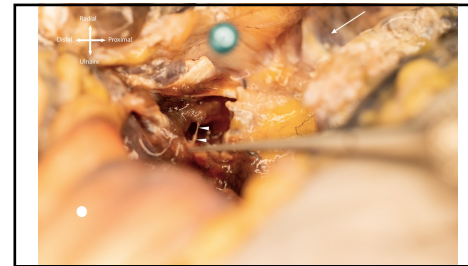
55



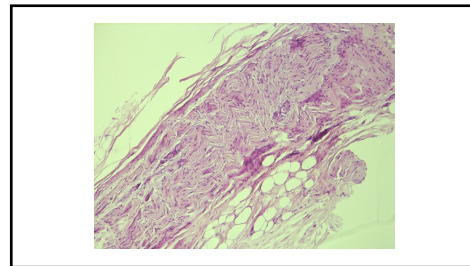
56



57



58



59

Introduction

Matériel et Méthodes

Résultats

Injection

ETUDE ANATOMIQUE

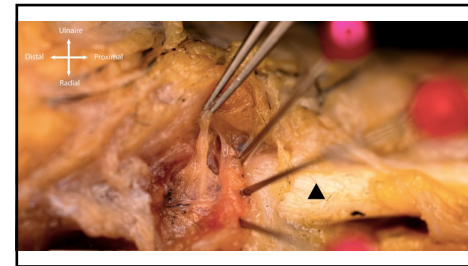
Auteur	Année	Nombre de patients	Technique	Prox	Dist	Dist	Dist	Dist	Dist
Mead et al.	2002	17	Proximal	100%	0%	100%	NA	17%	NA

60

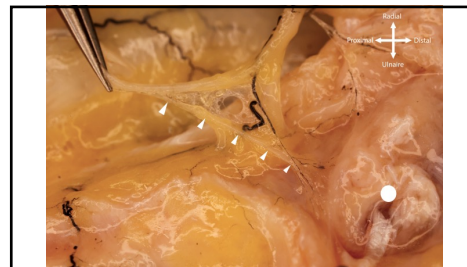
TABLEAU I. RESULTATS COMPARATIFS DES SOURCES DE L'INNERVATION DE L'ARTICULATION TRAPEZIO-METACARPIENNE											
Auteur	Année	Nombre de cas	Technique	Proximal	Distal	DBUN	PCBP	TBUN	DBUN	LCNP	PN
Miral et al.	2022	17	Proximal (n=10) Distal (n=7)	100%	84%	100%	NA	NA	97%	NA	NA
Couat EP et al.	1991	30	Proximal (n=15) Distal (n=15)	100%	80%	100%	NA	100%	NA	NA	NA
Verde G. et al.	1999	36	Proximal (n=18) Distal (n=18)	100%	83%	100%	NA	NA	NA	NA	NA
Mai et al.	2001	18	Proximal (n=9) Distal (n=9)	100%	84%	100%	NA	NA	97%	NA	NA
Landa et al.	2002	10	Proximal (n=5) Distal (n=5)	100%	80%	100%	NA	NA	100%	NA	NA
Progen et al.	2004	15	Proximal (n=7) Distal (n=8)	100%	73%	100%	NA	NA	NA	NA	NA
Sage et al.	2016	7	Proximal (n=3) Distal (n=4)	NA	NA	NA	NA	NA	71%	NA	NA
Tafraoui et al.	2019	10	Proximal (n=5) Distal (n=5)	100%	80%	100%	NA	NA	100%	NA	NA
Cassidy et al.	2022	10	Proximal (n=5) Distal (n=5)	100%	70%	100%	NA	NA	100%	NA	NA

Commentaire: L'axe et al. et Progen et al. décrivent que les branches de la PCBP alimentent la zone antérieure du trapèze, mais ils ne précisent pas de branches chevronnant jusqu'à l'articulation trapezo-metacarpienne. Le dessin de l'axe et al. permet exclusivement sur la DBUN et dans son complément de la partie de l'axe et al. par le même auteur.

61



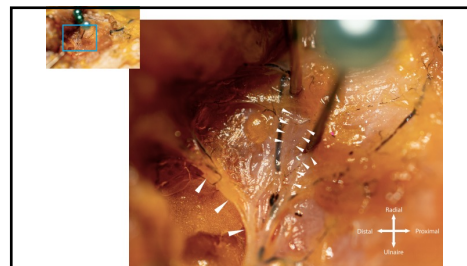
62



63



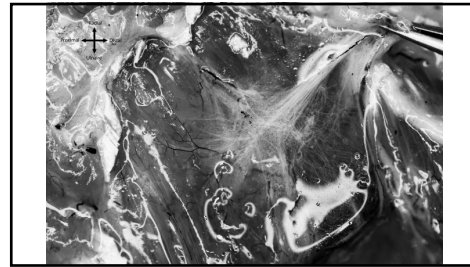
64



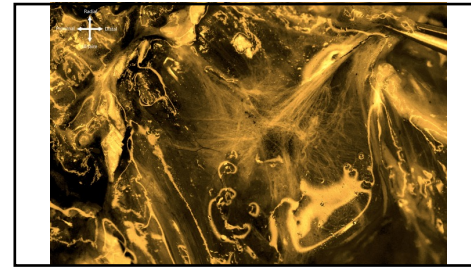
65



66



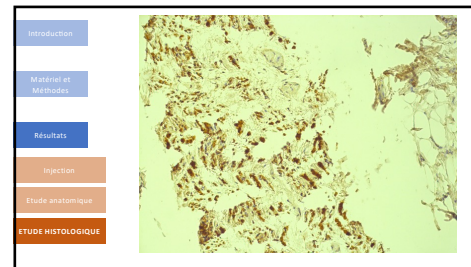
67



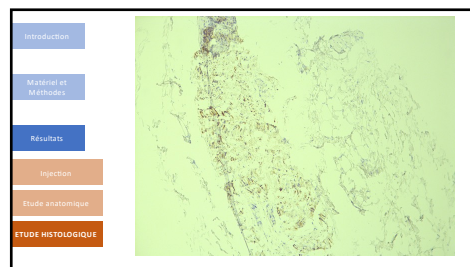
68



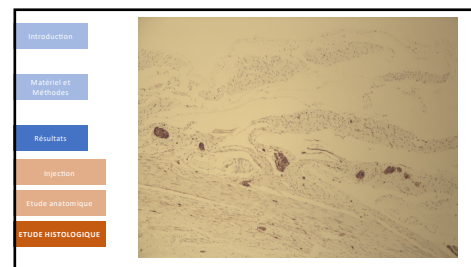
69



70



71



72

Introduction

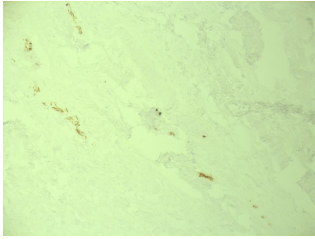
Matériel et Méthodes

Résultats

Injection

Etude anatomique

**ETUDE HISTOLOGIQUE**



73

Introduction

Matériel et Méthodes

Résultats

Injection

Etude anatomique

**ETUDE HISTOLOGIQUE**

### STATISTIQUES

	STT (n=30)	TM (n=28)	t	p-value
HE	5,9 (±5,77)	6,57 (±7,65)	-0,37	0,7
NF	5,43 (±5,70)	4,32 (±5,90)	0,72	0,47
S100	10,3 (±0,42)	5,96 (±6,37)	2,06	0,044
NF/S100	0,47 (±0,47)	0,60 (±0,88)	-0,68	0,5
NF-S100	-4,87 (±8,16)	-1,58 (±4,42)	-1,92	0,06

74

Introduction

Matériel et Méthodes

Résultats

Injection

Etude anatomique

**ETUDE HISTOLOGIQUE**

### STATISTIQUES

	STT (n=30)	TM (n=28)	t	p-value
HE	5,9 (±5,77)	6,57 (±7,65)	-0,37	0,7
NF	5,43 (±5,70)	4,32 (±5,90)	0,72	0,47
S100	10,3 (±0,42)	5,96 (±6,37)	2,06	<b>0,044</b>
NF/S100	0,47 (±0,47)	0,60 (±0,88)	-0,68	0,5
NF-S100	-4,87 (±8,16)	-1,58 (±4,42)	-1,92	0,06

75

Introduction

Matériel et Méthodes

Résultats

Injection

Etude anatomique

**ETUDE HISTOLOGIQUE**

### STATISTIQUES

	STT (n=30)	TM (n=28)	t	p-value
HE	5,9 (±5,77)	6,57 (±7,65)	-0,37	0,7
NF	5,43 (±5,70)	4,32 (±5,90)	0,72	0,47
S100	<b>10,3 (±0,42)</b>	<b>5,96 (±6,37)</b>	2,06	<b>0,044</b>
NF/S100	0,47 (±0,47)	0,60 (±0,88)	-0,68	0,5
NF-S100	-4,87 (±8,16)	-1,58 (±4,42)	-1,92	0,06

76

COHERENCE EXTERNE ?

77

Introduction

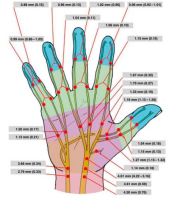
Matériel et Méthodes

Résultats

DISCUSSION

Conclusion

### LE CONCEPT DE BRANCHE ARTICULAIRE À L'ÉPREUVE DE LA DISSÉCTION : APPORT DE L'ANATOMIE MÉSCOPIQUE



Chen et al. 2000 : « les petits nerfs pouvaient être aisément confondus avec le tissu conjonctif et les petits vaisseaux ».

Chen et al. 2000 : 0,29 mm (SD ± 0,04)  
 Gandolfi et al. 2021 : 1,61 mm (min 1,59; max 1,62; SD ± 0,02)  
 soit **5,5 fois plus gros**.

Zaidenberg et al. 2018 : 0,4 mm (range 0,3-0,5)  
 Gandolfi et al. 2021 : 1,57 mm (min 1,49; max 1,61; SD ± 0,08)  
 soit presque **4 fois plus gros**.

Ortiz et al. 2019 : RTNM  
 0,3 à 0,5 mm

78

Introduction	<b>LE CONCEPT DE BRANCHE ARTICULAIRE À L'ÉPREUVE DE LA DISSECTION : APPORT DE L'ANATOMIE MÉSCOPIQUE</b>
Matériel et Méthodes	I. Koshima 1997 : Supermicrochirurgie I. Koshima et al. 2010 : Dépasser les limite instrumentales JR. Hong 2022 : innovation, micro-chirurgie et chirurgie lymphatique H. Gray 1858 : Anatomie Macro et microscopique (histologie, embryologie)
Résultats	McCredie 2007 : traitements multiples en histologie altère la conservation des tissus Bouchard et al. 2014 , Pohl et al. 2008 : Trans-disciplinarité
DISCUSSION	Cruveilhier 1842 : Travail avec les artistes Daston et al. 2012 : Objectivité ?
Conclusion	<b>Le Gars 1975 : Anatomie méscopique de la racine du nerf trjumeau chez l'homme</b>

79

Introduction	<b>LE CONCEPT DE BRANCHE ARTICULAIRE À L'ÉPREUVE DE LA DISSECTION : APPORT DE L'ANATOMIE MÉSCOPIQUE</b>
Matériel et Méthodes	I. Koshima 1997 : Supermicrochirurgie I. Koshima et al. 2010 : Dépasser les limite instrumentales JR. Hong 2022 : innovation, micro-chirurgie et chirurgie lymphatique H. Gray 1858 : Anatomie Macro et microscopique (histologie, embryologie)
Résultats	McCredie 2007 : traitements multiples en histologie altère la conservation des tissus Bouchard et al. 2014 , Pohl et al. 2008 : Trans-disciplinarité
DISCUSSION	Cruveilhier 1842 : Travail avec les artistes Daston et al. 2012 : Objectivité ?
Conclusion	<b>Le Gars 1975 : Anatomie méscopique de la racine du nerf trjumeau chez l'homme</b>

80

Introduction	<b>DE HILTON À FREEMAN ET WYKE, EN PASSANT PAR GARDNER</b>
Matériel et Méthodes	Saint-Cyr 2009 : « In the dawnning of an era of perforator flaps, the impetus of vascular knowledge has shifted from the source artery to the perforator itself »
Résultats	<b>Wyke 1981 :</b> « An important clinical consequence that arises from this complex pattern of the extrinsic innervation of joints is that in no joint is it possible completely to denervate it by surgical division of its primary articular nerves, although this has often been tried in the past in an attempt to relieve chronic joint pain. Furthermore, it should be noted in this same context that some primary articular nerves (especially those innervating the joints of the vertebral column) are so small that they are invisible to the naked eye, and can be identified only through an operating microscope. »
DISCUSSION	

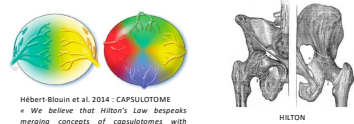
81

Introduction	<b>DE HILTON À FREEMAN ET WYKE, EN PASSANT PAR GARDNER</b>
Matériel et Méthodes	Provenant des travaux de Gardner 1948 « De nombreux rameaux articulaires sont si délicats qu'ils échappent à la détection par dissection grossière » « Il existe un modèle de base de distribution des nerfs à l'articulation » « Il est évident que la relation exprimée par Hilton (1882) est valable » (cf ci-dessous) « La plupart des nerfs de l'articulation sont des branches directes, c'est-à-dire qu'ils ne proviennent pas des nerfs musculaires, mais la signification de ce fait, s'il y en a une, est inconnue » « L'innervation des articulations (...) provient de plusieurs sources, telles que les troncs nerveux périphériques locaux et les branches musculaires voisines. « La majorité des faisceaux de nerfs sont étroitement associés aux vaisseaux sanguins » « Le chevauchement des nerfs dans l'articulation est assez important (...) Aucun nerf n'alimente une partie de la capsule qui n'est pas atteinte par un autre nerf. » « Lorsque l'on considère le nombre de nerfs atteignant l'articulation, la représentation segmentaire doit être étendue »
Résultats	
DISCUSSION	Provenant des travaux de Barnett et al. 1961 « Les capsules articulaires et les ligaments reçoivent les fibres nerveuses des muscles et troncs nerveux voisins »

82

Introduction	<b>DE HILTON À FREEMAN ET WYKE, EN PASSANT PAR GARDNER</b>
Matériel et Méthodes	
Résultats	
DISCUSSION	« Le chevauchement des nerfs dans l'articulation est assez important (...) Aucun nerf n'alimente une partie de la capsule qui n'est pas atteinte par un autre nerf. »

83

Introduction	<b>LOI DE HILTON</b>
Matériel et Méthodes	
Résultats	Hébert-Bloin et al. 2014 : CAPSULOTOMIE « We believe that Hilton's Law bespeaks merging concepts of capsulotomies with dermatomes and myotomes »
DISCUSSION	« The same trunks of nerves whose branches supply the groups of muscles moving a joint furnish also a distribution of nerves to the skin over the insertions of the same muscles; and—what at this moment more especially merits our attention—the interior of the joint receives its nerves from the same source »

84

Introduction	<b>CONSEQUENCES CHIRURGICALES DE LA RICHESSE DE L'INNERVATION ARTICULAIRE</b>
Matériel et Méthodes	Cazzi 1991, Feucher et al.1999, Arenas-Frat 2012, Madsen et al. 2018, Tuffaha et al. 2019; Rapp, et al. 2021 : Multiplication des abord chirurgicaux
Résultats	Rapp et al. 2016 : « pas d'amélioration spectaculaire » « probablement pas d'explication anatomique aux résultats décevants de cette technique ».
DISCUSSION	<p><b>NOTRE ETUDE SUGGÈRE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des arguments anatomiques aux résultats inconstants des dénervations</li> <li>- Que la dénervation articulaire totale est illusoire sans abord extensif</li> <li>- Innervation : riche sur un territoire vaste</li> <li>- Support visuel : comprendre les possibilités de repousse nerveuse</li> </ul> <p><b>VOIES DE RECHERCHE :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Badiu 2007; Culp et al. 2001 : techniques de thermo-ablation endo-capsulaire par voie arthroscopique ou par abord combiné</li> <li>- Laumonerie et al. 2021; Laumonerie, Dalmas, et al. 2020; Laumonerie, Tiercelin, et al. 2020; Laumonerie et al. 2019 : Corrélation avec d'autres articulations, constats similaires</li> </ul>

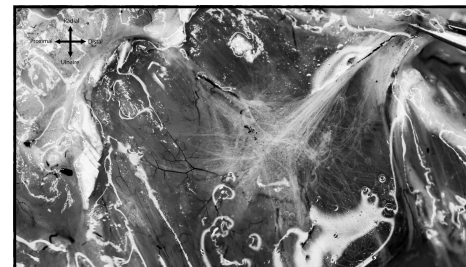
85

Introduction	<b>LIMITES DE NOTRE ÉTUDE</b>
Matériel et Méthodes	Les nerfs, sur cadavre, ont tendance à l'étallement. La précision des travaux de Wyke et Freeman a été permise par l'exploration de <b>tissus vivants</b>
Résultats	Dissections <b>sans microscope</b> . Loupes x 8, distance focale 20 cm
DISCUSSION	<p><b>Opérateur seul</b> de fin de troisième cycle. Apprentissage sur 6 pièces anatomiques (exclus de l'analyse) à consommé des ressources.</p> <p>Pratique <b>amateur</b> limitée de la <b>macrophotographie</b> et du post traitement</p> <p>Repérage de l'<b>interligne articulaire</b> VERSUS repérer tout le <b>volum endo-capsulaire</b></p> <p>Histologie, <b>artefacts pré-analytiques</b> : décalcification, chlorure de zinc, état de conservation. Reproductibilité de l'affinité des anticorps non garantie. Résultats semi-quantitatifs.</p> <p>Dans ces <b>conditions</b> → Stratégie de comptage des nocicepteurs par soustraction <b>non concluante</b>.</p>

86

Introduction	<b>METHODE INJECTION ENCRE DE CHINE : ETUDE PAR CONTRASTE VALIDÉE ET REPRODUCTIBLE</b>
Matériel et Méthodes	17 PIÈCES ANATOMIQUES : <b>PLUS GRANDE SÉRIE DE DISSÉCTION DE PIÈCES FRAICHES</b>
Résultats	<b>INTERFACE NERF-CAPSULE DOCUMENTÉE : ETUDE PIONNIÈRE, EN TRANSPARENCE</b>
Discussion	<p><b>COHÉRENCE EXTERNE : THÉORIE UNIFICATRICE (INTEGRATIVE, MULTI-ÉCHELLE)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- INNERVATION RICHE</li> <li>- TERRITOIRE VASTE</li> <li>- LDI DE HILTON</li> <li>- WYKE, FREEMAN, GARDNER (PIONNIERS, PHYSIOLOGISTE)</li> </ul> <p><b>DÉNÉRVATION ARTICULAIRE TOTALE : EST-CE POSSIBLE ?</b></p>
CONCLUSION	<b>« ANATOMIE MESOSCOPIQUE » (0,2 – 1 mm)</b>

87



88

<p><b>A ceux qui ont encadré ce travail,</b></p> <p>Sous la direction de Monsieur le Professeur Laurent FABECK M.D. PhD.</p> <p>Travaux promus par Messieurs les Docteurs Germain POMARES M.D. PhD. Et Alban FOUASSON-CHAILLoux M.D. PhD.</p> <p><b>A ceux qui ont participé à ce travail,</b></p> <p>Madame la Docteure Nathalie RENARD (et son équipe)</p> <p>Monsieur le Docteur Jacques HERNIGOU</p>
--

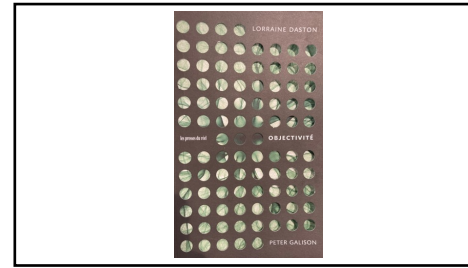
89

<p><b>A ceux qui ont rendu ce travail possible,</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A tous les orthopédistes du service d'Epicura. Vous m'avez offert une liberté sans pareil pour mener ce travail à terme. Aux Drs Pauline BUTEAU, Dylan LECHEN et Lucile SOHM.</li> <li>- Le Training Medical Center de l'hôpital Kirchberg du Luxembourg grâce à Monsieur le Professeur Michel MERLE et Monsieur le Docteur Raymond LIES</li> <li>- Mr Xavier RENARD</li> <li>- L'institut européen de la main grâce à Messieurs les Docteurs Andrea FALCONE, Christophe CAMPS, Thomas JAGER, Christophe DUYSSENS</li> <li>- La société Keri Médicale, à travers Mr Dougal BENDJABALLAH, Mr Bernard PRANDI, Mr Damien MOTTE, Mr Joannes PERRET, Mr Georges ROUYER, Mr Gilles LESPINASSE.</li> <li>- Le Laboratoire d'Anatomie de la faculté de Nantes grâce à Monsieur le Pr Antoine HAMEL, Messieurs Stéphane LAGIER et Yvan BLIN.</li> <li>- Le Laboratoire d'Anatomie de l'université de Mons grâce à Monsieur le Professeur Sven SAUSSEZ, et Monsieur Philippe BOELPAEP</li> <li>- Le laboratoire d'anatomo-pathologie du ChWapi, au Docteur Jérôme DELPLACE et ses équipes.</li> <li>- Mr Romuald et la société Camara Lille pour le matériel photographique et les conseils techniques</li> <li>- Madame Florence GUILLOTTEL, pour ton amitié et les logs.</li> </ul>
--

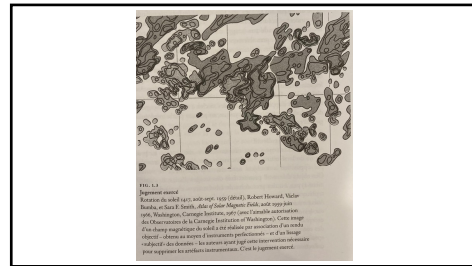
90



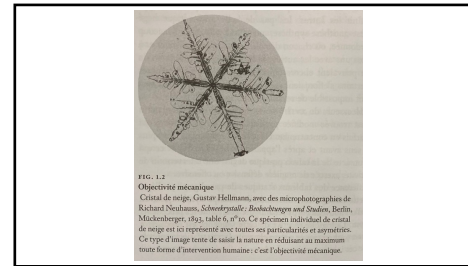
91



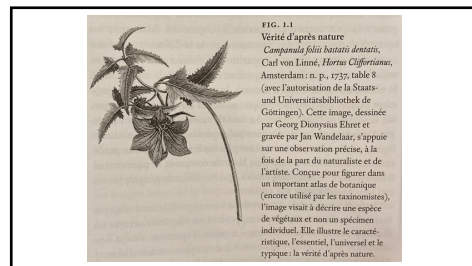
92



93



94



95



96



Introduction
Matériel et Méthodes
Résultats
Discussion
Conclusion